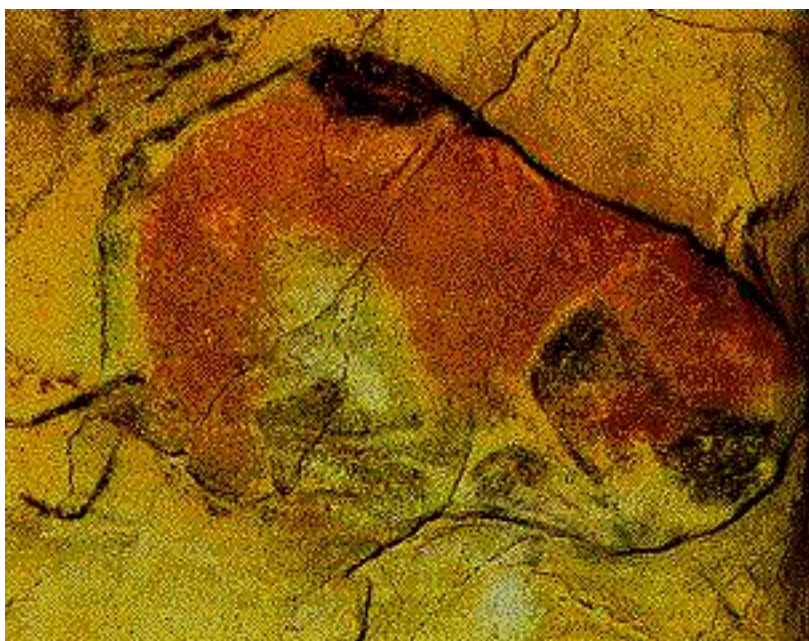


## Malowanie proszkowe – to warto wiedzieć.

### Historia technologii farb proszkowych.

Opracowana w Europie jako odpowiedź przemysłu na konieczność ochrony środowiska naturalnego, rozpowszechniona obecnie na całym świecie technologia malowania proszkowego stanowi coraz poważniejszą alternatywę dla dominujących od wielu lat farb ciekłych opartych na rozcieńczalnikach organicznych. Rozwój przemysłu surowców do produkcji farb, technologii ich wytwarzania, nowe rozwiązania aplikacji i utwardzania poszerzają stale zakres zastosowania farb proszkowych, wkraczając coraz bardziej na teren zastrzeżony jak dotąd dla technologii aplikacji farb ciekłych. Farby proszkowe jako jedyna radykalna odpowiedź na pytanie o ograniczenie emisji rozcieńczalników do atmosfery stanowią niewątpliwie przyszłość materiałów powłokowych, ale dla osiągnięcia stanu obecnego potrzeba było wielu lat ewolucji od chwili gdy farba w stanie sproszkowanym została użyta po raz pierwszy. W niniejszym artykule postaram się przybliżyć tę historię.



malowidła naskalne w jaskiniach Altamira

### Historia farb i lakierów

Do naszych czasów pozostało całkiem sporo śladów pierwszych prób malarskich wykonanych ludzką ręką. Jedno jest pewne, dążenie do upiększania naszego otoczenia jest tak stare jak historia ludzkości. Obrazy epoki kamiennej w jaskiniach Lascaux w południowej Francji, czy jaskiniach Altamira w północnej Hiszpanii są świadectwem najwcześniejszych prac artystycznych wykonanych przez człowieka. Farby wykonywano z tłuszczów zwierzęcych stanowiących spoiwo oraz ochry stosowanej w tamtych czasach jako pigment i nie odbiegały zbyt od koncepcji dzisiejszych materiałów powłokowych. Produkty zwierzęce nie mają obecnie szczególnego zastosowania jako surowiec do produkcji lakierów, jakkolwiek określenie „lakier” jest pokrewne nazwie szelak, określającej odkryty w Indiach żywiczny metaboliczny produkt owadów z nadrodziny czerwców *Coccoidea* (łac.). Słowo „szelak” pochodzące z sanskrytu znaczy „sto tysięcy” i odpowiada wielkiej liczbie organizmów koniecznych do produkcji dostatecznej ilości żywicy.

Najstarsze znane nam zastosowania lakierów dotyczą prac wykonanych w Chinach i datowane są na 500 lat p.n.e. Technika rozwinięta w Azji Wschodniej swój największy rozkwit osiągnęła w Japonii i jest o ponad 15.000 lat młodsza od obrazów epoki kamiennej. Japończycy stosowali do produkcji lakierów korę z „drzewa lakierowego” *Toxicodendron vernicifluum* (łac.). Tworzyli prace na najwyższym poziomie artystycznym nakładając 20 do 30 warstw dla uzyskania gotowej powłoki.

Lakierowane wyroby dotarły do Europy wraz z Portugalczykami, którzy jako pierwsi wylądowali w Chinach w 1515 roku. Wzrost zainteresowania produkcją lakierów datuje się na rok 1610, kiedy to w Amsterdamie powstaje pierwsza produkcja - „Compagnie van Lackwercken”. Następnie, wytwórnie lakierów powstają w pozostałych krajach Europy.



pracownia malarska w Chinach ok. 500 lat p.n.e.

### **Wczesne lata farb proszkowych**

Pomysł stosowania organicznych polimerów w formie proszku jako materiałów powłokowych można datować na przełom lat 40-stych i 50-tych XX wieku, kiedy to proszek natryskiwano ogniowo na powierzchnie metalowe. W tym czasie dr Edwin Gemmer, niemiecki naukowiec opracował metodę fluidyzacyjnego pokrywania wyrobów żywicami termoplastycznymi jako wydajniejszą i szybszą alternatywę dla procesu natrysku ogniowego. Zgłoszenie patentowe tego procesu miało miejsce w Niemczech w maju 1953 roku. Patent został udzielony we wrześniu 1955 roku. Pokrywanie fluidyzacyjne wiąże się z koniecznością podgrzewania pokrywanego elementu. Budowa urządzenia aplikacyjnego jest prosta. Farba znajduje się w pojemniku wyposażonym w dno porowate, przez które jest podawane sprężone powietrze. Ruch powietrza powoduje wzburzenie proszku (mieszanka powietrze/proszek nabiera właściwości cieczy) przez co możliwe jest zanurzenie pokrywanego elementu we fluidyzowanej warstwie i stopienie się cząstek farby na podgrzanej powierzchni. W zależności od zastosowanego materiału powłokę się studzi lub poddaje dalszej obróbce termicznej.

W latach 1958 – 1965 właściwie wszystkie wymalowania proszkowe były wykonywane w procesie fluidyzacji. Większość aplikacji była przeznaczona do nakładania warstw o grubości 150 – 500  $\mu\text{m}$ . Tak grube powłoki były stosowane głównie do wykonywania izolacji elektrycznej, bądź dla ochrony przed korozją i podwyższenia odporności ściernej. Materiały lakiernicze były produkowane m.in. na bazie poliamidu II, CAB, polietylenu, zmiękczonego PVC. Jakkolwiek w tym czasie pojawiły się również termoutwardzalne żywice epoksydowe. Typowe przykładowe zastosowania to: kosze do zmywarek (PVC), izolacja silników elektrycznych (epoksyd), sprzęt morski (poliamid), meble metalowe (PVC, CAB).

W czasie, gdy w Stanach Zjednoczonych i Europie królowało pokrywanie fluidyzacyjne pojawiały się inne metody aplikacji umożliwiające poszerzenie komercyjnego wykorzystania farb proszkowych.

### **Początek natrysku elektrostatycznego**

Przemysłowe zastosowanie procesu elektrostatycznego natrysku farb proszkowych miało miejsce w Stanach Zjednoczonych i Europie w pierwszej połowie lat 60-tych XX wieku. Proces ten oferował dwie istotne zalety. Materiał pokrywany nie wymagał podgrzewania oraz grubość nakładanej powłoki mogła zostać ograniczona do ok. 50  $\mu\text{m}$ . Natrysk elektrostatyczny jest dzisiaj najbardziej popularnym sposobem przemysłowej aplikacji farb proszkowych.

### **Natrysk szlamu – unikalna technologia**

W późnych latach 70-tych zeszłego stulecia została opracowana unikalna technologia aplikacji farb proszkowych nigdy nie wprowadzona do szerszego zastosowania. Polegała ona na zmieszaniu w np. betoniarnie gotowej farby proszkowej z wodą i środkami powłokowo czynnymi a następnie natryśnięciu w konwencjonalny sposób na pokrywaną powierzchnię tak powstałej mieszaniny. Po utwardzeniu uzyskana powłoka wygląda właściwie tak samo jak napyłona farbą w stanie sproszkowanym.

### **Wpływ prawa dotyczącego ochrony środowiska**

Z upływem lat stosowanie powłok proszkowych było coraz chętniej akceptowane przez przemysł. Dla przyspieszenia rozwoju tej technologii miały jednak znaczenie głównie czynniki obiektywne. To one spowodowały nagły wzrost zainteresowania nowymi materiałami powłokowymi pod koniec lat 70-tych XX wieku i dynamiczny pochód malowania proszkowego przez rynki całego świata do dnia dzisiejszego.

W wysoko uprzemysłowionych krajach Zachodniej Europy, gdzie zagęszczenie zaludnienia osiąga i przekracza 400 osób na  $\text{km}^2$ , pod koniec lat 60-tych XX wieku rozpoczęto rozważania nad koniecznością ograniczenia zagrożenia zanieczyszczenia wód i powietrza. W przemyśle farb i lakierów głównymi dostawcami problemów dla środowiska są stosowane szeroko rozcieńczalniki. Ograniczenie ich emisji do atmosfery stało się celem priorytetowym. Dlatego też alternatywa jaką stanowią powłoki proszkowe była siłą napędową dla badań nad żywicami termoutwardzalnymi do produkcji farb, rozwojem technologii napyłania oraz powstawaniem coraz bardziej doskonałych urządzeń aplikacyjnych. W latach 70-tych XX wieku na rynku europejskim pojawiły się i zadomowiły na wiele lat cztery podstawowe bazy chemiczne dla produkcji farb proszkowych: epoksyd; mieszanka karboksypoliester-epoksyd (w skrócie mieszanka), hydroksypoliester-(blokowany) poliuretan (zwany poliester lub poliuretan), karboksypoliester-TGIC (inaczej poliester TGIC). Prócz wymienionych podstawowych surowców do produkcji farb proszkowych pojawiały się próby rozszerzania dostępnych rozwiązań o żywice alkilowo melaminowe i niektóre akrylowe lecz

ze względu na problemy ze stabilnością podczas składowania i aplikacją rozwiązania te zostały zarzucone.

Jedną z pierwszych metod produkcji farb proszkowych był proces mielenia składników łączący w jednej operacji trzy stadia (mieszanie, wytłaczanie, mielenie). Ta metoda jest stale wykorzystywana do otrzymywania specjalnych produktów takich jak matowe farby proszkowe o efekcie strukturalnym. Niestety ze względu na brak możliwości właściwej kontroli wielkości cząstek uzyskanego proszku produkty wytwarzane w ten sposób charakteryzują się słabymi własnościami podczas napyłania (problemy z fluidyzacją, spiekanie się, słaba efektywność osiadania).

Kolejnymi wczesnymi urządzeniami do produkcji farb proszkowych były młynki dwuwalcowe i mieszalniki Sigma do mieszania składników w stanie stopionym. Wydatek procesu był w obu przypadkach mały, a dodatkowo urządzenia Sigma wymagały po każdej produkcji pracochłonnego czyszczenia.

W późnych latach 60-tych i wczesnych 70-tych XX wieku był testowany i oceniany pod względem przydatności do otrzymywania farb proszkowych sposób produkcji zaczerpnięty z konwencjonalnych farb ciekłych. Żywice i utwardzacze były rozpuszczane w rozcieńczalnikach organicznych, następnie dodawano pigmenty, wypełniacze i pozostałe dodatki standardowo stosowane dla poprawy własności farby. Tak przygotowane surowce poddawano mieszanii jak w przypadku produkcji farb ciekłych. Dla uzyskania farby w sproszkowanej postaci gotowej do napylenia konieczne było odparowanie rozcieńczalnika w suszarkach rozpyłowych. Znaczna większość rozcieńczalnika była odzyskiwana, jednak ta część, która ulatywała do atmosfery stanowiła zaprzeczenie idei stosowania technologii proszkowej jako antidotum na zanieczyszczanie środowiska.

Jako metodę dominującą i powszechnie stosowaną również dzisiaj do produkcji farb proszkowych wybrano czterostopniowy proces w którym poszczególne operacje przedstawiają się następująco:

1. Ważenie i mieszanie składników na sucho
2. Wytłaczanie w podwyższonej temperaturze
3. Chłodzenie
4. Mielenie do określonej granulacji.

### Najważniejsze daty

Historia technologii farb proszkowych w datach przedstawia się następująco:

późne lata 40-ste XX w.	Natrysk ogniowy proszków termoplastycznych
1953	Dr Edwin Gemmer opracowuje technologię malowania fluidyzacyjnego. Zgłoszenie patentowe.
1955	Patent zostaje udzielony.
1962-1964	Pojawia się natrysk elektrostatyczny.
1950-1970	Stosowanych i rozwijanych jest wiele metod produkcji farb proszkowych opartych ma żywicach termoutwardzalnych. Proces produkcji przez wytłaczanie staje się rozwiązaniem dominującym.
1966-1970	Pojawiają się regulacje prawne dotyczące ochrony środowiska naturalnego. Europa koncentruje się na rozwoju termoutwardzalnych powłok dekoracyjnych. Stany Zjednoczone rozwijają grube powłoki funkcjonalne, np. do pokrywania rurociągów.
1966-1973	Pojawiają się cztery prawdziwie termoutwardzalne bazy

	surowcowe: epoksyd, mieszanka, poliuretan i poliester TGIC.
wczesne lata 70-te XX w.	Produkcja i wykorzystanie farb proszkowych osiąga zakres globalny.
późne lata 70-te XX w.	Pojawia się natrysk szlamu. Bez sukcesów.
późne lata 70-te XX w.	Nagły wzrost produkcji i stosowania farb proszkowych w Europie.
wczesne lata 80-te XX w.	Nagły wzrost produkcji i stosowania farb proszkowych w Stanach Zjednoczonych i Japonii.
połowa lat 80-tych XX w.	Nagły wzrost produkcji i stosowania farb proszkowych na Dalekim Wschodzie (obszar Pacyfiku)
1985-2000	Pojawiają się nowe surowce chemiczne. Na rynku zwiększa się oferta różnych żywic i utwardzaczy gotowych do przemysłowego wykorzystania. Sprzęt aplikacyjny jest doskonały dla podniesienia efektywności natryskania i obniżenia kosztu procesu.

### **Malowanie proszkowe dzisiaj**

Ze względu na dalsze zaostrzanie regulacji prawnych na rzecz ochrony środowiska naturalnego technologia farb proszkowych jest dominującym trendem jako alternatywa dla farb ciekłych zawierających rozcieńczalniki organiczne. Zakres stosowania proszków poszerza się z roku na rok wraz z rozwojem bazy surowcowej oraz nowymi możliwościami w zakresie natryskania i utwardzania.

Rozwój technologii napędzany jest głównie przez zapotrzebowanie przemysłów motoryzacyjnego i maszynowego oraz rynku wyrobów przemysłowych.

### **Przemysł motoryzacyjny**

Farby proszkowe zaistniały w przemyśle motoryzacyjnym jako zabezpieczenie antykorozyjne części zawieszenia, czy elementów metalowych szkieletu siedzeń. Dalszym etapem rozwoju były felgi kół, tak stalowe jak i aluminiowe. Zwieńczeniem zastosowania technologii wydawało się użycie farb proszkowych do malowania karoserii samochodowych, lecz zapotrzebowanie ze strony przemysłu stale stawia nowe wyzwania przed powłokami proszkowymi. Rozwój stymulowany przez niezwykle wysokie wymagania jakościowe jest skierowany na:

- poprawę przejrzystości powłok bezbarwnych
- polepszenie gładkości i stabilności na UV powłok bezbarwnych
- poprawę przyczepności powłok do podłoża
- obniżenie temperatury utwardzania
- wykorzystanie robotyzacji w aplikacji farb
- kontrolę wydatku powietrza
- podwyższenie efektywności natryskania.

### **Przemysł maszynowy**

Gwałtowny wzrost zużycia farb proszkowych w przemyśle maszynowym spowodowało wprowadzenie technologii proszkowej do pokrywania blach (półproduktów i blach w zwojach). Malowanie odbywa się w procesie o krytycznych parametrach. Farba musi utworzyć powłokę (stopić się), rozlać się w równomierny film i utwardzić w czasie ok. 25–60 sek. Prędkość przesuwu przenośnika podczas pokrywania blach w zwojach osiąga nawet 30 m/min. Wygląd powłoki i własności mechaniczne mają nie odbiegać od uzyskiwanych przy konwencjonalnym pokrywaniu farbami ciekłymi. Dodatkowo, blachy z nałożoną gotową

powłoką są poddawane dalszej obróbce mechanicznej. Tak wysoko ustawiona poprzeczka wymagań wymusza rozwój technologii aplikacji i dostępności materiałów powłokowych w kierunku:

- skrócenia czasu sieciowania farb proszkowych
- poprawienie rozlewności farb proszkowych
- wykorzystania jako medium grzewczego promieniowania podczerwonego
- podwyższenie efektywności napylania.

Przemysł motoryzacyjny i maszynowy zwracają się w kierunku lepszego połączenia własności powłok i procesu ich nakładania z wymaganiami konkretnego procesu wytwarzania. Trend równoległego projektowania powłoki i produktu będzie kontynuowany i rozszerzy się na rynek wyrobów przemysłowych. Istniejące dzisiaj bariery dla zastosowań farb proszkowych zostaną zniwelowane już w fazie projektu i przygotowania produkcji.

## **Podsumowanie**

Najbardziej dynamiczny rozwój technologii malowania proszkowego przypada na ostatnie 25 lat. To w tym czasie zakres zastosowań tego typu powłok został rozszerzony o niektóre dziedziny dotąd zarezerwowane dla konwencjonalnych farb ciekłych. Dzisiaj wydaje się, że granice wykorzystania farb proszkowych przesuwają się z każdym nowym produktem dostępnym na rynku i kolejną nowinką technologiczną. Jakże daleko jesteśmy obecnie od czasu, gdy zakup farb proszkowych w Polsce wymagał wniesienia tzw. wkładu dewizowego pokrywającego nakłady na import surowców. Jako członek europejskiej społeczności możemy brać czynny udział w globalnym postępie technicznym. I powinniśmy to wykorzystać jak najlepiej.

*Tekst powstał w oparciu o materiały Tigerwerk i „The Complete Finisher’s Handbook” wydane przez Powder Coatings Institute.*

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