

Łukasz BAŁ¹, Tomasz ŚLIWIŃSKI¹

POWŁOKI OCHRONNE - ICH ZADANIA I ZASTOSOWANIE W PRZEMYSŁE MOTORYZACYJNYM

Streszczenie. W artykule przedstawiono zagadnienie stosowalności powłok ochronnych występujących w motoryzacji z uwzględnieniem ich podstawowych celów i zadań.

Słowa kluczowe. powłoki ochronne, powłoki malarskie, malowanie proszkowe, powłoki tlenkowe, powłoki silanowe, ochrona przed korozją.

PROTECTIVE COATINGS AND THEIR JOB APPLICATION IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Summary. The article presents the issue of the applicability of protective coatings used in automobiles, including their basic purposes and tasks.

Keywords. protective coatings, paint coatings, powder coating, coating oxide, silane coatings, corrosion protection.

1. WPROWADZENIE

Z początkiem fazy projektowania i wykonania pojazdów, urządzeń czy instalacji połączona, a zarazem nierozdzielna jest sprawa uwzględnienia zabezpieczenia wytworzonego produktu przed działaniem zewnętrznych czynników, mogących powodować wszelkiego rodzaju uszkodzenia. Wraz z rozwojem technologii powłokom przypisywano coraz to nowe funkcje, zwiększając ich znaczenie i powiększając ich stosowalność o nowe zadania - w pierwszej kolejności o walory estetyczne i dekoracyjne, w drugiej o dodatkowe wzmocnienie i dostosowanie powierzchni. Kolejnymi zadaniami powłok, które w ostatnim okresie bardzo nabierają na znaczeniu, są ich ukierunkowanie i stosowanie specjalistyczne i zadaniowe-zmieniające właściwości warstwy wierzchniej materiału, czego wynikiem może być np. zmniejszanie współczynnika tarcia. Niniejszy artykuł ma na celu przybliżyć zagadnienia funkcjonalności, a w związku ze złożonością i szerokim zakresem tematu- ograniczyć się do powłok stosowanych w motoryzacji.

2. POWŁOKI W MOTORYZACJI I ICH OGÓLNE WŁAŚCIWOŚCI

Obecnie w przemyśle motoryzacyjnym wykorzystywany jest przekrój wszelkiego rodzaju materiałów o wszelakim zastosowaniu (rys. 1). Większość z nich to materiały z zewnętrzną powłoką.

Niezależnie, czy utworzona w procesie produkcji czy też naprawy powłoka ma za zadanie usatysfakcjonowanie nabywcy w zależności od jego wymagań i oczekiwań, które można podzielić na dwa zasadnicze obszary:

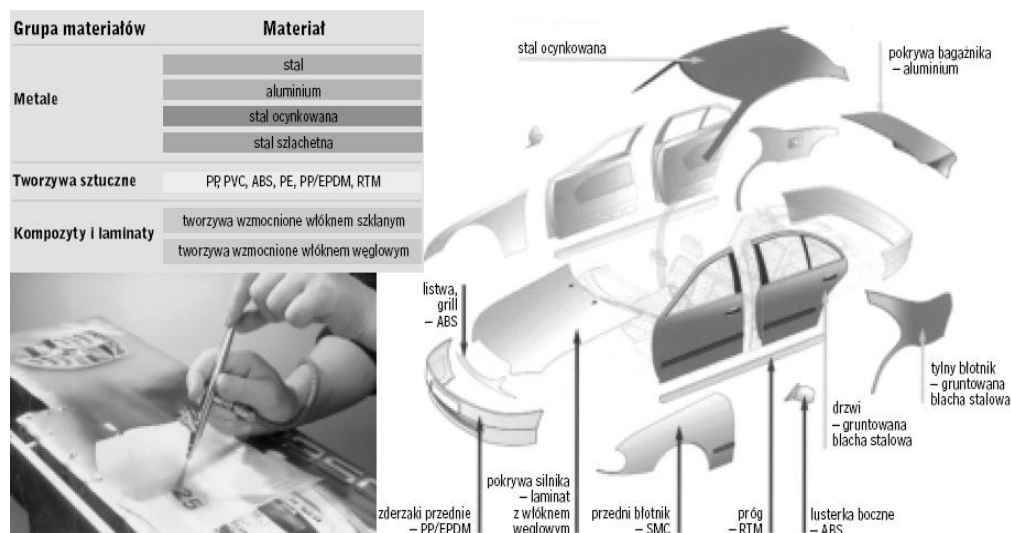
- użytkowy,
- dekoracyjny.

W przypadku ostatniego, muszą zostać zapewnione odpowiednie walory wizualne:

- kolor,
- połysk,
- estetyczność.

Walory użytkowe powłoki sprowadzają się zwykle do następujących cech:

- ochrona antykorozyjna przed czynnikami zewnętrznymi, takimi jak: wilgoć, środki chemiczne,
- ochrona przed promieniami UV, szczególnie ważna dla podłoży z tworzyw sztucznych,
- odporność na oddziaływania mechaniczne,
- specjalne zastosowanie.



Rys.1. Rodzaje podłoży występujących w samochodach i przykłady ich konkretnych zastosowań

Fig.1. Types of surface used in vehicles and examples of their specific applications.

Źródło: Lakiernictwo XXI wieku (cz.1): Powłoki lakiernicze współczesnych samochodów, www.e-autonaprawa.pl z 10.01.2013r.

2.1. Powłoki lakiernicze ciekłe

Wraz z rozwojem technologicznym, właściwości lakierowanych powierzchni poprawiły się i aktualnie powłoki można traktować jako integralne części współczesnych pojazdów, niewymagające okresowych całkowitych wymian (wynikających ze zużycia eksploatacyjnego), a jedynie napraw w przypadku uszkodzenia [1]. Współcześnie ze względu

na ochronę środowiska, praktycznie wszystkie lakiery używane w przemyśle motoryzacyjnym są wodno rozpuszczalne.

Najważniejszą, obok antykorozyjnej, funkcją pełnioną przez powłoki lakiernicze jest funkcja dekoracyjna. Głównym elementem, na który są nakładane powłoki lakiernicze jest nadwozie pojazdu, będące decydującym czynnikiem wizualnej oceny stanu pojazdu. Obok koloru, który jest subiektywnym wyborem klienta, jest bardzo ważna jakość powłoki.

Najczęstszymi wadami malarskimi, ze względu na funkcję dekoracyjną, są: tzw. pomarańczowa skórka, falistość, marszczenie, niedomalowania, wtrącenia i zanieczyszczenia, zacieki i sople. Ze względu na właściwości antykorozyjne można wymienić: igłowanie, dziurkowatość, pęcherze, pęknięcia wynikające ze złego przygotowania nawierzchni przed procesem malowania [3]. W celu zapobiegania ich występowaniu bardzo ważny jest wzmożony reżim technologiczny, szczególnie w kwestii przygotowania podłoża, odpowiednich warunków zewnętrznych, podczas nakładania warstwy wierzchniej oraz przeszkolenia personelu.

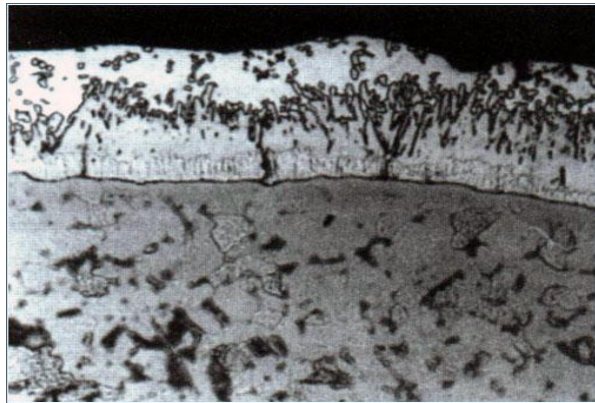
Czynnikami mającymi wpływ na przyczepność powłoki do podłoża, a tym samym na wyżej wymienione właściwości są między innymi:

- wpływ podłoża (skład chemiczny, twardość, kształt, sztywność, chropowatość, czystość, temperatura),
- wpływ powłoki (skład chemiczny powłoki, metoda aplikacji, szybkość nakładania, wielkość kropli, szybkość przesuwania strugi, temperatura powłoki, grubość powłoki) [2].

2.2. Powłoki lakiernicze proszkowe

W celu zaspokojenia rosnących potrzeb klientów dotyczących właściwości mechanicznych i antykorozyjnych powłok ochronnych powszechnie jest stosowanie systemów duplex. Polegają one na odpowiednim przeprowadzeniu dwóch procesów: cynkowania zanurzeniowego oraz malowania, przez co otrzymana powłoka ma lepsze właściwości niż w przypadku niezależnego nakładania każdej z warstw. Systemem tym są malowane zwykle elementy wymagające, aby powłoka miała wyższą trwałość oraz możliwość stosowania w agresywnym środowisku korozyjnym. W motoryzacji zwykle dotyczy to flansz montażowych poszczególnych akcesoriów i innych elementów, niewidocznych dla użytkownika.

Powłoka cynkowa powstaje w procesie cynkowania ogniowego wskutek zanurzenia wyrobów metalowych w ciekłym cynku, w wyniku reakcji pomiędzy żelazem a cynkiem i tworzy się po obydwu stronach stali oraz na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni profili zamkniętych. Powłoka cynkowa, która powstała przy zanurzeniu wyrobu metalowego w kąpeli cynkowej ma budowę warstwową (rys. 2) [8].



Rys 2. Struktura powłoki cynkowej

Fig. 2. Structure of the zinc coating

Źródło: http://www.ocynkownia-ogniowa.pl/powloka_cynkowa/

Warstwy powłoki cynkowej:

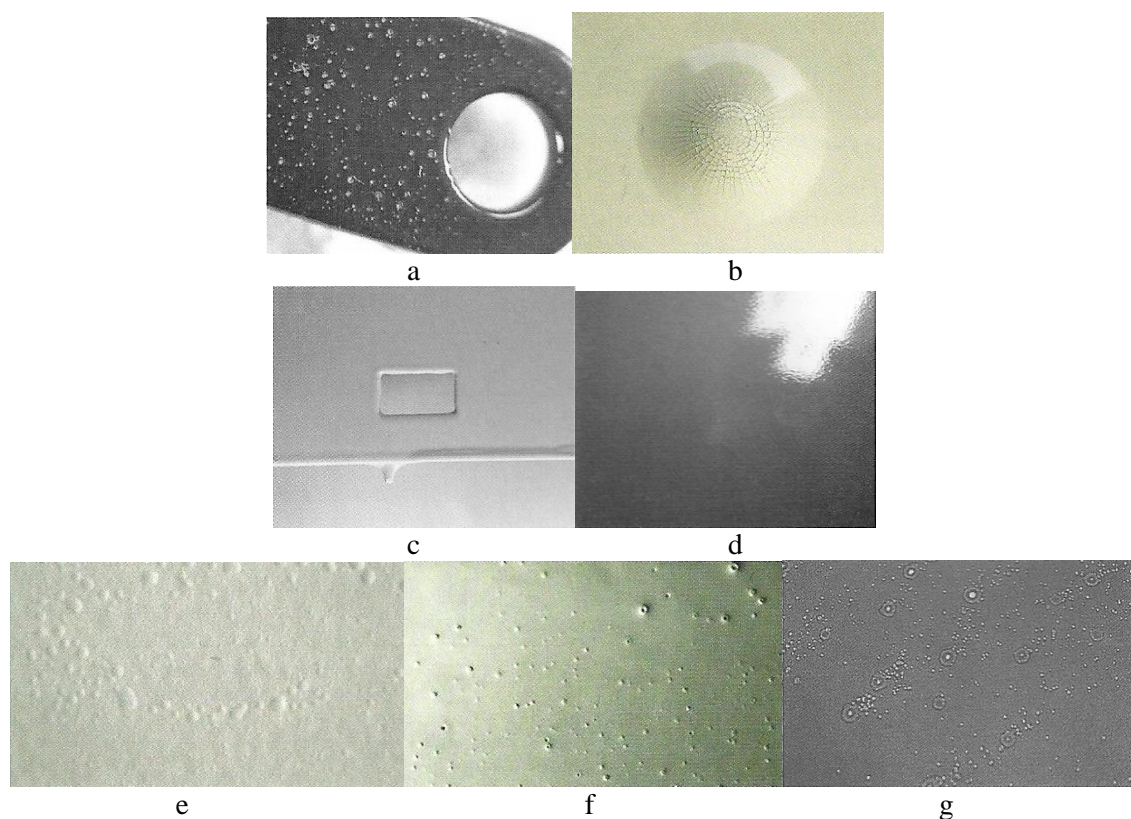
- zewnętrzna (powierzchnia elementu ocynkowanego), warstwa, w której występuje prawie czysty cynk,
- stopowe (Zeta- zawiera około 6% Fe, Delta-około 10% Fe, Gamma- około 25% Fe).

Powłoka cynkowa ma na celu oddzielenie stopu żelaza od środowiska korozyjnego, dodatkowo, podczas uszkodzenia powłoki cynk oraz fazy Fe-Zn (ze względu na niższy potencjał elektrochemiczny) stają się katodą w ogniwie korozyjnym ulegając utlenieniu i chroniąc tym samym stalowe podłoże. Grubość warstw zależna jest od parametrów procesu cynkowania ogniowego, a więc głównie od temperatury kąpeli i czasu zanurzenia. Jako warstwa antykorozyjna wynosi ona około 60 mikrometrów. Kolejnym zadaniem powłoki cynkowej jest zwiększenie adhezji między wyrobem stalowym a warstwą lakierniczą [4].

W przypadku systemów duplex wpływ na właściwości końcowe powłoki ma zarówno odpowiednie przygotowanie warstwy cynkowej, której uszkodzenia mają bezpośredni wpływ na trwałość kompletnej powłoki, jak i klasyczne wady lakiernicze które, zostały wymienione w podpunkcie 3.1. Dodatkowo występującymi wadami są: nierównomierna twardość (której przyczynami są zwykle nierównomierna grubość powłoki oraz zły rozkład temperatury w piecu) oraz żółknięcie, wynikające ze zbyt wysokiej temperatury w piecu (rys. 3) [3].

2.3. Powłoki silanowe

Obecnie coraz większe uznanie jako ochrona antykorozyjna zyskują powłoki silanowe czyli związki krzemooorganiczne. Powszechniej stosowane w budownictwie zyskują również swoich zwolenników w gałęzi motoryzacji. Jeżeli powłoki ten porówna się z tradycyjnymi warstwami ochronnymi to można stwierdzić, że mają kilka podstawowych zalet. Mianowicie są powłokami elastycznymi i jest to bardzo ważna zaleta tego rodzaju warstwy. W przypadku tradycyjnych powłok zabezpieczających, jak np. warstwy cynkowej w momencie odkształcenia podłoża (wskutek różnych przyczyn zewnętrznych), powłoka w wielu przypadkach nieodwracalnie zostaje zniszczona, najczęściej poprzez jej odwarstwienie od powierzchni, na której została naniesiona bądź wytworzona. Powłoka silanowa odkształca się wraz z podłożem, na którym się znajduje. Jest to warstwa bezbarwna. Grubość warstwy silanowej jest bardzo niewielka i wynosi do kilkunastu nanometrów co jest niewątpliwie jej zaletą (tab. 1).



Rys. 3. Najczęstsze rodzaje wad lakierniczych

- a. kraterowanie,
- b. złe właściwości mechaniczne – wykonano test tłoczności,
- c. ściekanie farby, zacieki, sople,
- d. skórka pomarańczy,
- e. pęcherze na niewyczyszczonym podłożu, np. rdza,
- f. igłowanie,
- g. zatłuszczone podłoże - rybie oczka.

Fig. 3. The most common types of defects in paint layer

- a. crater,
- b. poor mechanical properties-proceeded copping test,
- c. dribbling paints, Stasin, icicles,
- d. orange peel,
- e. blisters on the Grodnu such as rust,
- f. needling,
- g. greasy ground- fish eyes.

Źródło: Pankiewicz W.: Wady malarskich powłok proszkowych. „Lakiernictwo przemysłowe” nr 1, 2011, s. 25-27.

Tabela 1. Porównanie grubości powłok silanowej i cynkowej
Table 1. Comparison of silane coating thickness and zinc

Grubość powłoki silanowej w motoryzacji jako zabezpieczenie antykorozyjne (nm)	Grubość powłoki cynkowej w motoryzacji jako zabezpieczenie antykorozyjne (nm)
40-100	60-80 x10 ³

Olbrzymim atutem warstwy silanowej jest właściwość samoregeneracji. W przypadku niewielkich, bardzo drobnych uszkodzeń mechanicznych wykazuje ona możliwość samozrastania. Nakładanie powłoki polega na zanurzeniu i powolnym wynurzeniu z określoną prędkością elementu w przygotowanej wannie technologicznej wypełnionej roztworem sianowym (rys. 4). Drugim sposobem nakładania powłok jest ich natryskiwanie na podłoże.



Rys. 4. Laboratoryjne nanoszenie warstwy silanowej
Fig. 4. Laboratory deposition of silane layer

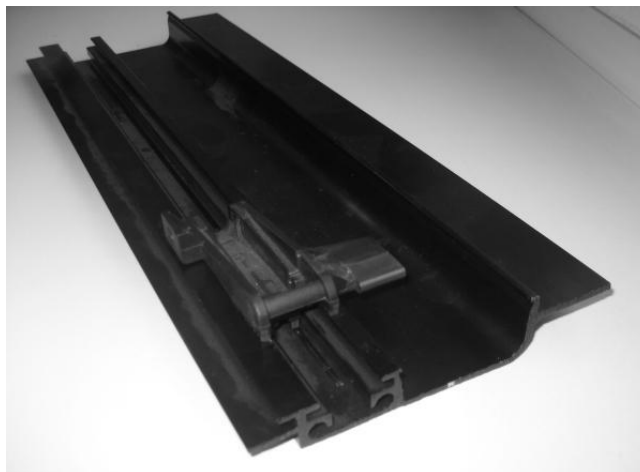
Powłoki silanowe pomimo znanych zalet mają również wady: po pierwsze, jest to cena, po drugie, są to powłoki, których wytrzymałość mechaniczna jest ograniczona, w stosunkowo łatwy sposób można je przerwać i częściowo zniszczyć. Obecnie w motoryzacji powłoki silanowe wykorzystuje się przy zabezpieczeniu takich pojazdów jak: Opel Insignia, Peugeot 407, Citroën C5, Citroën C6.

2.4. Anodowe powłoki tlenkowe

Powłoki tlenkowe są powszechnie stosowane w motoryzacji; zarówno do celów estetycznych, jak i specjalnego przeznaczenia- od warstw antyściernych, obniżających współczynnik tarcia, poprzez warstwy zwiększające adhezję materiału do funkcji izolacyjnych. Anodowe warstwy tlenkowe na aluminium i w jego stopach to najczęściej stosowane powłoki tlenkowe. Tlenek aluminium powstały w wyniku anodowania charakteryzuje się wysoką twardością. Zaletą takiej powłoki to przede wszystkim jej trwałość. Jest ona praktycznie związana, zespolona w sposób nierozdzielny z podłożem. Część tlenku wraść w podłoże, część narasta na nim w stosunku około 50/50 (tlenek wytworzony w roztworze kwasu siarkowego). Struktura tlenku ma w większości budowę porowatą, oprócz warstwy przymaterialowej, która ma charakter warstwy barierowej. Wykorzystywane jest to przykładowo w połączeniach ruchomych (rys. 5), gdzie anodowa powłoka tlenkowa na ramie rozsuwanego dachu samochodu współpracuje ze ślizgaczami wykonanymi z tworzywa

sztucznego. Tlenek, który wystarcza na cały okres użytkowania danej części, powoduje zmniejszenie współczynnika tarcia podczas otwierania i zamykania okna dachowego pojazdu.

Specyficzna, porowata budowa tlenków wykorzystywana jest również do połączeń klejonych w budowie pojazdów (samoloty). W celu zwiększenia adhezji, miejsce łączenia zostaje utleniane. Powstały w wyniku utleniania powierzchni tlenek jest nierozrywany z podłożem i doskonale zwiększa przyczepność kleju, który dodatkowo wchodzi w pory samego tlenku wiążąc bardzo mocno zespalane elementy.

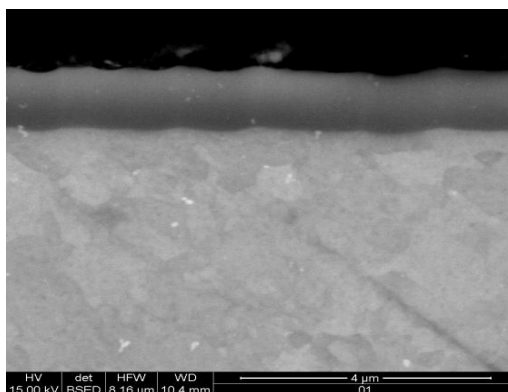


Rys. 5. Anodowa powłoka tlenkowa na ramie rozsuwanego dachu samochodu współpracuje ze ślizgaczami wykonanymi z tworzywa sztucznego

Fig. 5. Anode oxide coating on the sunroof frame cooperates with slider made from polymer

Anodowe powłoki tlenkowe oprócz odporności na zużycie i zdolności sorbowania substancji smarnych można barwić na wiele kolorów, co poprawia estetykę maszyn.

Ostatnio anodowe powłoki tlenkowe są wykorzystywane do celów elektroizolacyjnych (rys. 6) w aluminiowych uzwojeniach transformatorów i cewek z możliwością stosowania w magnetoelektrycznym rozrządzie silnika spalinowego[6][7].



Rys. 6. Struktura powłoki tlenkowej powiększenie 10000x

Fig. 6. The structure of the oxide layer 10000x magnification

3. PODSUMOWANIE

W dzisiejszym etapie rozwoju technologii rola powłok ochronnych jest bezsprzeczna. Ich stosowanie w każdej dziedzinie gospodarki z roku na rok jest coraz większe. Rozwój technologii, wymusza również poszukiwanie nowych rozwiązań, nowych warstw ochronnych jak i nowych zastosowań dla powłok już istniejących. Wszystko to potwierdza tym samym zasadność dalszych badań nad tymi technologiami.

Artykuł w ramach „SWIFT Stipendia Wspomagające Innowacyjne Forum Technologii POKL.08.02.01-24-005/10”

Bibliografia

1. Lakiernictwo XXI wieku: Powłoki lakiernicze współczesnych samochodów, www.e-autonaprawa.pl z 10.01.2013r
2. Marcinkowski M.: Przygotowanie powierzchni a wpływ na zwilżalność podłoża przez ciekłą powłokę ochronną oraz jej przyczepność. „Lakiernictwo przemysłowe”, nr 6, 2011, s. 60-62.
3. Pankiewicz W.: Wady malarskich powłok proszkowych. „Lakiernictwo przemysłowe” nr 1, 2011, s. 25-27.
4. Tatarek A., Liberski P., Nowicka-Nowak M.: Mechanizm tworzenia się powłoki cynkowej na stopach żelaza. „Lakiernictwo przemysłowe”, nr.1, 2011, s. 54-57.
5. Posmyk A., Bąk Ł., Chmiela B.: Odporność na przebicie elektryczne izolacyjnej warstwy tlenku aluminium Inżynieria Powierzchni nr 1, 2012.
6. Zbierski K.: Bezkrzywkowy magnetoelektryczny rozrząd czterosuwowego silnika spalinowego. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2007.
7. Posmyk A.: Warstwy powierzchniowe aluminiowych tworzyw konstrukcyjnych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.
8. http://www.ocynkownia-ogniowa.pl/powloka_cynkowa/