

PORADNIK MALARZA

1. OGÓLNE WIADOMOŚCI O FARBACH.

- Rodzaje materiałów malarskich – ogólna charakterystyka,
- Wyroby wodorozcieńczalne,
- Wyroby proszkowe,
- Wyroby rozpuszczalnikowe
- Wyroby lakiernicze – terminologia,
- Krótka charakterystyka poszczególnych rodzajów farb,
- Wytyczne, doboru pokryć malarskich.

2. PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI DO MALOWANIA.

- Co to jest korozja?
- Przygotowanie powierzchni.

2,1 Kryteria doboru metod oczyszczania powierzchni.

- Wielkość i kształt powierzchni,
- Charakter zanieczyszczeń,
- Warunki i czas użytkowania,
- Warunki klimatyczne i korozyjne.

2.2 Charakterystyka ogólna metod oczyszczania.

- Metody oczyszczania fizykochemicznego,
- Metody oczyszczania mechanicznego.

3. OCENA JAKOŚCI PRZYGOTOWANIA POWIERZCHNI.

- Wygląd powierzchni,
- Stopień czystości powierzchni,
- Ocena profilu powierzchni,
- Sprawdzenie obecności złuszczeń,
- Ocena skuteczności odpylenia,
- Sprawdzenie obecności zanieczyszczeń jonowych.

4. ZASADY MALOWANIA.

- Warunki prowadzenia prac malarskich,
- Filozofia widzenia barw,
- Przygotowanie materiałów malarskich,

5. METODYKA MALOWANIA.

- Malowanie Pędzlem, wałkiem,
- Natrysk pneumatyczny,

- Natrysk hydrodynamiczny,
- Natrysk hydrodynamiczno – pneumatyczny,
- Malowanie elektrostatyczne,
- Malowanie zanurzeniowe,
- Malowanie autoforetyczne,
- Malowanie przez polewanie,
- Malowanie niskociśnieniowe,
- Malowanie proszkowe.

6. DOBÓR TECHNIKI PARAMETRÓW NATRYSKU.

- Dobór parametrów natrysku,
- Technika lakierowania,
- Wady powłoki,
- Aparatura natryskowa.

7. SUSZENIE I AKLIMATYZACJA.

8. POKRYCIA MALARSKIE.

- Wymagania ogólne,
- Wymagania jakościowe dla powłok malarskich,
- Ocena powłoki lakierniczej,

9. ZALECANE TECHNOLOGIE DOTYCZĄCE MALOWANIA.

- Przygotowanie do malowania,
- Gruntowanie,
- Szpachlowanie,
- Malowanie,
- Usuwanie wad powłok malarskich.

10. RENOWACJA POWŁOK.

- Zgodność powłok.

11. KONTROLA.

- Kontrola procesu malowania,
- Kontrola jakości powłok malarskich.

12. ZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY PRZY STOSOWANIU WYROBÓW LAKIEROWYCH. OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA.

13. PRZECHOWYWANIE WYROBÓW LAKIEROWYCH.

14. TERMINOLOGIA.

WSTĘP

NINIEJSZE OPRAWOWANIE MA NA CELU PRZYBLIŻYĆ ZAGADNIENIA ANTYKOROZJI W MALOWANIU KONSTRUKCJI I ELEMENTÓW METALOWYCH, MASZYN TRANSPORTOWYCH, BUDOWLANYCH I ROLNICZYCH, WYROBAMI SIGMAKALON.

Postęp obserwowany w dziedzinie wyrobów lakierowych pozostaje w ścisłym związku z wymaganiami przemysłu w zakresie zwiększenia trwałości zabezpieczeń antykorozyjnych i estetyki wymalowań.

Produkowane obecnie materiały malarskie charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami ochronno - dekoracyjnymi, a ich stosowanie wpływa w sposób zdecydowany na zwiększenie skuteczności ochrony antykorozyjnej i efektywności prac malarskich przez skrócenie czasu schnięcia, zmniejszenie ilości warstw w zestawie, ograniczenie toksyczności i palności.

1. OGÓLNE WIADOMOŚCI O FARBACH.

W czasie ostatnich 15 lat silnie zaznaczył się postęp w dziedzinie wyrobów lakierniczych o zmniejszonej zawartości rozpuszczalników organicznych. Świadczą o tym między innymi liczne przepisy, które miały na celu ograniczenie emisji do atmosfery rozpuszczalników o 50% do roku 2000 w odniesieniu do stanu z 1981r. Przyczyną takiego stanu było to, że około 20 % światowego zanieczyszczenia rozpuszczalnikami pochodzi ze środków myjących i pokryć malarskich. Następnie Dyrektywa Europejska zakłada zmniejszenie emisji rozpuszczalników o 67 % do roku 2007 w porównaniu do poziomu z roku 1990. Dyrektywa ta również zakłada różne poziomy emisji rozpuszczalników dla 30 sektorów przemysłu.

Poziomy emisji rozpuszczalników w obszarze farb według Dyrektywy UE.

Obszar	Wartość graniczna t/rok
Malowanie samochodów	> 15
Malowanie blach w zwoju (coil coating)	25
Malowanie drewna	15 – 25
Przemysł farmaceutyczny (produkcja leków)	> 50
Impregnacja drewna	25
Produkcja farb	100 – 1000

Duży postęp, można zaobserwować w dziedzinie wodnych farb epoksydowych i poliuretanowych. Nie ustępują one obecnie pod względem właściwości ochronnych wyrobom rozpuszczalnikowym, chociaż ich stosowanie nie jest powszechne. Decyduje o tym nieufność użytkowników do stosowania na zabezpieczenia konstrukcji eksploatowanych w środowiskach o dużej agresywności korozyjnej. Ograniczeniu stosowania farb wodorozcieńczalnych w warunkach atmosferycznych jest duża wilgotność powietrza oraz niskie temperatury. W przypadku stosowania wodnych farb poliuretanowych istnieje niebezpieczeństwo powstawania, wskutek reakcji utwardzacza z wodą, dwutlenku węgla, który ulatniając się z powłoki prowadzi do powstawania wad. Jednak te niebezpieczeństwa, można wyeliminować poprzez optymalizacje receptury, i parametry aplikacji tj. ciśnienie, grubość nanoszonej powłoki. Jednak ciągły postęp w tej dziedzinie eliminuje wszystkie przeszkody.

RODZAJE MATERIAŁÓW MALARSKICH – OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA

Materiały malarskie ciekłe ze względu na charakter wytwarzania powłoki należy podzielić na:

- schnące na powietrzu,
- schnące fizycznie,
- chemoutwardzalne,
- termoutwardzalne,
- do specjalnych zastosowań.

Schnące na powietrzu - tworzenie się powłoki polega na odparowaniu rozpuszczalnika, a proces sieciowania polega na chemicznym wiązaniu tlenu z powietrza w obecności katalizatorów (sekatyw). W zależności od temperatury otoczenia zależy szybkość schnięcia. Optymalna temperatura schnięcia to $15 \div 20^{\circ}\text{C}$. Im niższa temperatura schnięcia jest wolniejsze a w temperaturze poniżej 0°C wręcz prawie niemożliwe.

Do wyrobów schnących na powietrzu należy zaliczyć:

- olejne i olejno – żywiczne,
- alkidowe (ftalowe),
- alkidowo silikonowe,
- alkidowo styrenowe,
- alkidowo akrylowe,
- alkidowo uretanowe,
- epksyestrowe,
- alkidowo – chlorokauczukowe,
- alkidowo – poliwinylowe,
- alkidowe wodne (wodorozpuszczalne).

Schnące fizycznie – tworzenie się powłoki polega na odparowaniu rozpuszczalnika organicznego lub wodnego. Powłokę stanowi sieć wysokocząsteczkowych łańcuchów polimeru.

Do wyrobów schnących fizycznie należy zaliczyć:

- chlorokauczukowe,
- poliwinylowe,
- akrylowe - gdzie żywice są pochodnymi estrów kwasu akrylowego i metakrylowego,
- bitumiczne,
- nitrocelulozowe,
- wodorozcieńczalne,
- dyspersyjne akrylowe, winylowe, poliuretanowe.

Chemoutwardzalne - w większości są to farby dwuskładnikowe (żywica + utwardzacz). Powłoka tworzy się w wyniku odparowania rozpuszczalnika oraz chemicznej reakcji żywicy z utwardzaczem.

Do wyrobów chemoutwardzalnych należy zaliczyć:

- epoksydowe dwuskładnikowe,
- epoksynowolakowe,
- hybrydowe epoksydowo - siliksanowe,
- poliuretanowe dwuskładnikowe.

Termoutwardzalne - z chwilą odparowania rozpuszczalnika powłoka jest sucha, ale właściwości ochronne i dekoracyjne osiąga się dopiero po wygrzaniu powłoki w podwyższonej temperaturze.

Do wyrobów termoutwardzalnych należy zaliczyć:

- silikonowe,
- fenolowe (kredurowe),
- alkidowo-aminowe lub mocznikowe.

Wyroby lakierowe do specjalnych zastosowań, można podzielić na:

- wyroby na metale nieżelazne (cynk, aluminium),
- przeciwporostowe,
- do kontaktu ze środkami spożywczymi,
- ogniochronne.

WYROBY WODOROZCIĘCZALNE

Przedostające się do atmosfery rozpuszczalniki organiczne, za wyjątkiem alkanów o krótkim łańcuchu i chlorowcopochodnych, mogą ulec fotochemicznemu rozkładowi do dwutlenku węgla i wody. Rozkładowi towarzyszy powstanie ozonu w dolnych partiach atmosfery. Jednym z kierunków ograniczenia emisji rozpuszczalników jest stosowanie farb wodorozcieńczalnych, bezrozpuszczalnikowych, proszkowych, utwardzanymi promieniami UV, o zwiększonej zawartości części stałych (high – solids).

Przez wiele lat trudności technologiczne w uzyskaniu farb wodnych sprawiało dostępność odpowiednich żywic. Aktualnie dostępne są już farby wodne na wszystkich rodzajach typowych żywic.

Farby wodorozcieńczalne w zależności od rodzaju spoiwa, zawierają zazwyczaj 3 ÷ 15 % masy rozpuszczalników organicznych. Istnieją również farby, które nie zawierają tego typu związków np. niektóre emulsje alkidowe, czy silikonowe.

Podstawowe zalety farb wodnych to:

- Brak lub niewielka ilość lotnych związków organicznych, a tym samym korzystny wpływ na środowisko i zdrowie ludzi,
- Szybka biodegradacja,
- Mniejsza wrażliwość na zawilgocenie malowanej powierzchni,
- Można posługiwać się dotychczasowym procesem nakładania,
- Dłuższy czas trwałości przechowywania,
- Łatwiejszy proces czyszczenia sprzętu malarskiego,
- Większość farb nadaje się do recyklingu lub powtórnego użycia,
- Niektóre odpady mogą być po wysuszeniu przyjęte na wysypiska jako ogólnoprzemysłowe.

Do wad zalicza się:

- Wrażliwość na niskie temperatury (przechowywanie i transport w temperaturach dodatnich),
- Mniejsza szybkość schnięcia ze względu na wysokie ciepło parowania wody w porównaniu do rozpuszczalników organicznych,
- Podatność na pleśnienie (woda jest naturalnym ośrodkiem wzrostu drobnoustrojów),
- Wrażliwość na zmiany PH,
- Trudności w zwilżaniu powierzchni metali związane z wysokim napięciem powierzchniowym wody,
- Mają tendencję do pienienia się w trakcie przygotowania i po nałożeniu powłoki,
- Trudniejsze osiągnięcie wysokiego połysku,
- Trudniejsze usunięcie wyschniętej powłoki,
- Kłopotliwe wymalowania w przypadku usuwania usterek i ewentualnych poprawkach.

Rozpuszczalniki organiczne dodawane są do farb wodorozcieńczalnych z różnych powodów, takich jak umożliwienie koalescencji cząstek dyspersji a tym samym, utworzenie się spójnej, jednorodnej i szczelnej powłoki, obniżenia minimalnej temperatury tworzenia filmu. W farbach wodnych najczęściej używane są etery glikolu, ze względu na ich wyjątkową skuteczność działania, wynikającą z unikalnej budowy cząsteczkowej zarówno hydrofilowej (glikol), jak hydrofobowej (alkil).

Porównanie różnych rodzajów farb pod względem ochrony środowiska.

Rodzaj farby	Ocena
Proszkowe	*****
Tradycyjne rozpuszczalnikowe	*
Wodne	****
Utwardzane promieniami	*****
Typu high - solids	***

* - ocena zła, *** - ocena dostateczna, **** - ocena dobra, ***** - ocena bardzo dobra.

Inne niż rozpuszczalniki, lotne związki organiczne w farbach wodorozcieńczalnych to amoniak, aminy i wolne monomery. Związki te podobnie jak rozpuszczalniki, powodują podrażnienie błony śluzowej. Amoniak i lotne aminy (trietyloamina, trimetyloamina) są dodawane do farb, głównie akrylowych, w celu ich stabilizacji poprzez neutralizację grup karboksylowych. Po nałożeniu farby na podłoże związki te odparowują, a utworzona powłoka jest stabilna i odporna na wodę. Kierunkiem eliminacji amoniaku i lotnych amin z wodnych farb dyspersyjnych jest zastąpienie ich mniej lotnymi i mniej toksycznymi związkami.

WYROBY PROSZKOWE

W ostatnich czasach bardzo intensywnie rozwija się produkcja farb proszkowych. Mimo dużych zalet są i minusy a mianowicie źródłem sukcesu farb proszkowych nie jest przyjazność dla środowiska, ale efekt ekonomiczny.

Bardzo interesujące są nowe systemy farb proszkowych, które poszerzają możliwości zastosowań proszków. Są to np. farby proszkowe na bazie żywic silikonowych, akrylowych czy fluorowych, a także utwardzane przy pomocy promieni UV.

W celu zwiększenia możliwości zastosowania oraz poszerzenia stosowania farb proszkowych firmy produkujące przy tworzeniu nowych receptur dążą do:

- skrócenia czasu suszenia,
- obniżenia temperatury utwardzania powłoki,
- poprawy rozlewności powłoki,
- trwałość w warunkach zewnętrznych,
- zastąpienia toksycznego utwardzacza (farb poliestrowych) innymi nietoksycznymi utwardzaczami.
- podwyższenia odporności na wysokie temperatury,
- poprawy technologii aplikacji,

Z farb proszkowych można otrzymać powłokę o wysokich własnościach ochronnych i mechanicznych z wymaganym efektem dekoracyjnym. Metoda otrzymywania powłok z farb proszkowych polega na:

- osadzeniu się naładowanych elektrycznie cząsteczek farby na uziemiony element malowany, a następnie przetopieniu (wypaleniu w piecu) ich w temperaturze $120 \div 200^{\circ}\text{C}$,

- przetopienie proszku w płomieniu gazowym lub bezpłomieniowo i przeniesienie w stanie ciekłym na pokrywany element za pomocą sprężonego powietrza,
- umieszczeniu elementu malowanego powyżej temperatury topnienia proszku w powietrznym złożu fluidyzacyjnym proszku tego tworzywa.

Rodzaj farb proszkowych:

- Poliestrowe,
- Poliuretanowe,
- Poliestrowo – epoksydowe,
- Epoksydowe.

WYROBY ROZPUSZCZALNIKOWE

Farby alkilowe, alkilowe modyfikowane, (ftalowe)

Farby alkidowe schną przez przyłączenie tlenu z powietrza. Większość żywic alkidowych zwykle zawiera w swoim składzie bezwodnik ftalowy i dlatego też farby na nich oparte zwane są farbami ftalowymi.

Własności takie jak czas schnięcia, elastyczność, tendencja do żółknięcia i odporność na czynniki atmosferyczne zależą szczególnie od rodzaju i ilości kwasów tłuszczowych obecnych w cząsteczce żywicy alkidowej. Żywice oparte na oleju lnianym wykazują tendencje do żółknięcia kiedy stosowane są wewnątrz, w przeciwieństwie do tych opartych na oleju sojowym. Do produkcji farb alkidowych są stosowane żywice alkidowe tłuste, średnio-tłuste i chude. Powłoki farb ftalowych ulegają zmydleniu, mięknią w wodzie i dlatego też nie mogą być stosowane do malowania części podwodnych i części wewnętrznych zbiorników. Poza tym, nie są odporne na chemikalia i rozpuszczalniki. Z uwagi na to, że ulegają zmydleniu nie powinny być stosowane wprost do malowania alkalicznych powierzchni (świeże tynki), powierzchni cynku i stali ocynkowanej jak również farb krzemianowo-cynkowych, szczególnie w środowisku wilgotnym. Farby ftalowe są łatwe do stosowania i mają dobrą rozlewność. Powłoki farb ftalowych wykazują dobrą odporność na czynniki atmosferyczne (deszcz, słońce itp.) chociaż po dłuższym czasie tracą połysk i wykazują pewny stopień skredowania.

Farby ftalowe, szczególnie oparte na tłustych żywicach alkidowych dobrze zwilżają podłoże, czym wyróżniają się spośród innych spoiw. Odpowiednie sformułowane grunty ftalowe mogą być stosowane na podłoża tylko ręcznie oczyszczone.

Z uwagi na swoje własności są chętnie stosowane do prac renowacyjnych. Nie są jednak odpowiednie do stosowania ich w grubych warstwach. Jest to spowodowane ich mechanizmem schnięcia, gdyż gruba powłoka farby utrudnia dostęp tlenu do dolnych warstw powłoki.

Zbyt grubo wymalowana powłoka farby ftalowej ulega zmarszczeniu. Do produkcji i rozcieńczania stosuje się zwykle benzynę lakową, jedynie do farb na chudych żywicach stosuje się zwykle ksylen. Opakowania z farbą powinny być szczelnie zamknięte i przechowywane w temperaturach poniżej 250 st. C, co zapobiega nadmiernemu kożuszeniu.

Żywice alkidowe stosowane do produkcji farb ftalowych mogą być modyfikowane fizycznie lub chemicznie w celu produkcji farb ftalowych modyfikowanych o specjalnych własnościach.

Najczęściej są modyfikowane następującymi żywicami:

- chlorokauczukiem dzięki czemu otrzymujemy tzw. farby chlorokauczukowe ogólnego stosowania, które wykazują krótsze czasy schnięcia, lepszą odporność na wodę i zanieczyszczenia atmosfery niż konwencjonalne farby ftalowe.
- związkami winylowymi, dzięki czemu mamy farby ftalowe o krótszym czasie schnięcia, ulepszonej adhezji i odporności na zanieczyszczenia atmosfery niż konwencjonalne farby ftalowe żywicami silikonowymi, dzięki czemu otrzymujemy farby o krótszym czasie schnięcia, lepszej odporności na temperaturę oraz warunki atmosferyczne (zdecydowanie obniżone kredowanie).

Farby epoksydowe

Są to farby dwuskładnikowe, które wysychają poprzez chemiczną reakcję dwóch składników zmieszanych przed stosowaniem w ściśle określonych proporcjach objętościowych lub wagowych

Kiedy utwardzenie jest całkowite, powłoka farby epoksydowej jest twarda, wykazuje dobre własności mechaniczne i doskonałą odporność na wodę, chemikalia, oleje i wiele rozpuszczalników. Farby epoksydowe mają dobrą przyczepność do stali, dając długoterminową ochronę i ogólnie wykazują lepsze własności mechaniczne niż farby schnące fizyczne (chlorokauczukowe i poliwinylowe). Farby te wymagają przygotowania powierzchni poprzez obróbkę strumieniowo-ścierną. Odpowiednimi rozpuszczalnikami są estry, ketony, jako rozcieńczalniki są stosowane aromatyczne węglowodory i alkohole. Z uwagi na swój charakter schnięcia, generalnie nie powinny być stosowane poniżej 100C, za wyjątkiem farb do tego celu specjalnie przystosowanych. Wpływ atmosfery objawia się w utracie połysku przez powłokę i jej kredowaniu, jednak cecha ta nie osłabia własności antykorozyjnych powłoki.

Znaczna twardość i odporność powłoki na rozpuszczalniki jest wadą przy pracach renowacyjnych, gdyż wtedy zachodzi konieczność szorstkowania powierzchni starej powłoki. W ostatnich latach pojawiają się farby epoksydowe modyfikowane, które nie posiadają tych niedogodności. Farby epoksydowe mogą być produkowane jako bezrozpuszczalnikowe, lecz aplikacja tego typu wyrobów wymaga specjalnej aparatury.

Specyficznym typem są farby epoksyestrowe. Farby te są jednoskładnikowe i bazują na spoiwie otrzymanym przez reakcję żywicy epoksydowej i kwasów tłuszczowych. Własności i zastosowanie jest podobne do farb alkidowych.

Farby krzemianowo-cynkowe

W tego typu farbach spoiwem jest krzemian a pigmentem pył cynkowy. Są to farby jedno- lub dwuskładnikowe. Spoiwem mogą być krzemiany alkaliczne (sodu, potasu, litu) i wtedy rozpuszczalnikiem jest woda, lub częściowo zhydrolizowany krzemian etylu, który jest rozpuszczalny w alkoholach.

Wszystkie farby krzemianowo-cynkowe wysychają w wyniku reakcji między spoiwem, pigmentem i podłożem stalowym w obecności wilgoci, oraz odparowaniem wody lub rozpuszczalnika. Na początku powłoka farby jest porowata, a w czasie starzenia powłoki tworzą się węglan i wodorotlenek cynku, które uszczelniają powłokę. W celu właściwego utwardzenia się większość farb krzemianowo-cynkowych wymaga wilgotności względnej powyżej 50 %.

Utwardzanie tych farb jest przyspieszone przez wysoką wilgotność i wysoką temperaturę. Jednak podczas aplikacji podłoże powinno być suche. W celu zapewnienia dobrej przyczepności podłoże powinno być poddane obróbce strumieniowo-ściernej, aby zapewnić odpowiednią czystość i szorstkość. Również należy nie przekraczać czasu życia mieszaniny, po zmieszaniu składników. Zbyt gruba powłoka farby krzemianowo-cynkowej ulega charakterystycznemu pękaniu tzw. "mud-cracking".

Jak wspomniano wcześniej świeżo utworzona powłoka jest porowata i w wypadku nakładania farb nawierzchniowych może zachodzić pęcherzenie warstwy nawierzchniowej. Aby temu zapobiec należy nałożyć tzw. "mist coat" bardzo cienką powłokę mocno rozcieńczonej farby nawierzchniowej lub stosować specjalne farby. Farby krzemianowo-cynkowe powinny być przemaalowane farbami niezmydlającymi się np. epoksydowymi, chlorokauczukowymi itp. Przed malowaniem z powierzchni powinny być usunięte sole cynku np. poprzez zmycie wodą pod ciśnieniem lub wodą i szczotkami nylonowymi.

Własności antykorozyjne farb krzemianowo-cynkowych są nieco lepsze niż farb epoksydowych pigmentowanych pyłem cynkowym. Przy właściwej aplikacji i utwardzaniu powłoka farby krzemianowo-cynkowej jest bardzo twarda, odporna na ścieranie, odporna na wysokie temperatury, wodę i rozpuszczalniki, a nawet chlorowane rozpuszczalniki. Powłoka nie jest odporna na kwasy i alkalia (zawartość

Farby poliuretanowe

Spośród 5-ciu rodzajów farb poliuretanowych wyróżnionych przez normę ASTM do ochrony konstrukcji stalowych używa się 3 rodzajów farb: 2-składnikowe, 1-składnikowe utwardzone wilgocią atmosferyczną oraz uretanowe (uralkidy).

Farby dwuskładnikowe pod względem przygotowania powierzchni, przyczepności, własności mechanicznych, twardości powłoki i odporności na wodę, chemikalia i rozpuszczalniki są podobne do farb epoksydowych. Utwardzacz w farbach dwuskładnikowych może być aromatycznym lub alifatycznym izocjanianem. Aromatyczne izocjaniany dają powłoki żółknące i tracące połysk w czasie długotrwałej eksploatacji na światło słoneczne. Znacznie kosztowniejsze alifatyczne izocjaniany dają powłoki o bardzo dobrym i długotrwałym połysku, nieżółknące i niekredujące.

W tym względzie mają wyższość nad żywicami alkidowymi. Farby poliuretanowe 1-składnikowe utwardzają się przez przyłączanie wilgoci atmosferycznej do wolnych grup NCO w spoiwie farby. Rozpuszczalnikami w farbach poliuretanowych są estry, ketony i

aromatyczne węglowodory. Aby zapobiec niepożądanym reakcjom chemicznym (wrażliwość na wilgoć - grupy OH) rozpuszczalniki/rozcieńczalniki muszą być absolutnie bezwodne i wolne od alkoholi. Dlatego też należy zwracać również uwagę na szczelność opakowań, i nie pozostawiać opakowań otwartych. Reakcje z wodą powodują wytwarzanie się CO₂, który przy zbyt grubych powłokach może powodować wady powłoki.

Generalnie, aplikacja farb poliuretanowych poniżej 50C nie jest rekomendowana. W pracach renowacyjnych, z uwagi na dużą twardość, stara powłoka powinna być zszorstkowana w celu dobrej adhezji. Farby uretanowe są jednoskładnikowe schnące tak jak żywice alkidowe tzn. przez przyłączenie tlenu z powietrza. Własności są również podobne do powłok z żywic alkidowych. Podobnie jak w farbach epoksydowych, farby poliuretanowe mogą zawierać domieszkę smoły węglowej lub żywic węglowodorowych.

Farby akrylowe

Wyróżnia się trzy podstawowe typy polimerów akrylowych stosowanych do produkcji farb i lakierów: termoplastyczne dyspersje inaczej zwane akrylowymi lateksami, roztwory żywic termoutwardzalnych oraz roztwory żywic termoplastycznych. Tu omówione są tylko te ostatnie.

Żywice te są pochodnymi estrów kwasu akrylowego i metakrylowego, które są otrzymywane przez polimeryzację typu winylowego. Przez dobór odpowiednich monomerów, zarówno ilościowy jak i jakościowy, można kształtować własności żywic akrylowych w szerokim zakresie. Farby akrylowe tworzą powłokę przez odparowanie rozpuszczalników (schnięcie fizyczne). Jako **rozpuszczalniki** stosuje się estry, ketony, cykliczne alkohole.

Farby te schną bardzo szybko dając powłoki bardzo odporne na warunki atmosferyczne. Poliakrylany nie ulegają degradacji pod wpływem światła UV (chyba że zawierają w swoim składzie styren) dzięki czemu powłoka nie ulega kredowaniu. Nie zawierają niestabilnych podwójnych wiązań, dzięki czemu powłoka nie żółknie.

Powłoki posiadają wysoki połysk, który utrzymuje się przez bardzo długi czas eksploatacji. Akrylany, a szczególnie metakrylany są odporne na hydrolizę.

WYROBY LAKIERNICZE – TERMINOLOGIA.

WYRÓB MALARSKI – FARBA

Produkt pigmentowany w postaci cieczy lub proszku, który po naniesieniu na podłoże tworzy kryjącą powłokę zapewniającą ochronne, dekoracyjne lub inne specyficzne właściwości.

Farbę można określić jako kompozycję składników w postaci ciekłej (lub proszkowej), której lepkość można dostosować do różnych metod aplikacji i która w rezultacie schnięcia lub utwardzania tworzy powłokę zapewniającą ochronne, dekoracyjne lub inne specyficzne właściwości. Nowoczesne farby są skomplikowanymi kompozycjami, których najważniejsze składniki stanowią:

- Spoiwa,
- Pigmenty,
- Wypełniacze,
- Rozpuszczalniki organiczne lub woda,
- Różne dodatki, jak sykatywy, środki przeciw kożuszeniu, środki przeciw osadzaniu,
- Plastyfikatory, środki przeciwstarzeniowe i in.

FARBA DO CZASOWEJ OCHRONY

Wyrób do ochrony czasowej na czas montażu, transportu, składowania (najczęściej 6 miesięcy) przed działaniem atmosferycznym czynników korozyjnych.

FARBA NA GORZEJ PRZYGOTOWANE PODŁOŻE

Wyrób do gruntowania tolerująca gorzej oczyszczone powierzchnie (pozostawiona rdza w wyniku oczyszczenia ręcznego) posiada właściwości stabilizacji, przetwarzania (konwersji) i penetracji rdzy.

FARBA, EMALIA TIKSOTROPOWA

Wyrób zawierający dodatki powodujące efekt zmniejszenia się lepkości pozornej (upłynnienie) w czasie działania naprężeń ścinających (mieszanie, rozcieranie pędzlem).

PIGMENTY

Są to małe cząstki substancji nierozpuszczalnej zdyspergowane w spoiwie farby. Spełniają w farbie szereg funkcji, jak nadawanie koloru, zapewnienie krycia, ochrona spoiwa przed niszczącym oddziaływaniem promieniowania ultrafioletowego. Istnieje szereg pigmentów, wykazujących właściwości przeciwrdzewne:

- O działaniu aktywnym (minia ołowiowa, fosforan cynku, pył cynkowy),
- O działaniu barierowym (biel cynkowa, biel tytanowa, błyszcz żelaza).

Obserwuje się generalny odwrót od stosowania pigmentów toksycznych, opartych na związkach ołowiu i chromu.

SUBSTANCJE BŁONOTWÓRCZE

Nielotna część spoiwa, która wiąże cząstki pigmentów, wypełniaczy i samodzielnie lub w połączeniu z takimi substancjami, jak utwardzacz, tlen itp. zdolna jest do utworzenia powłoki lakierowej. Spoiwem nazywa się roztwór, emulsję lub dyspersję żywicy albo mieszaniny żywic i ewentualnie innych składników (np. środków pomocniczych) w rozpuszczalniku lub w mieszaninie rozpuszczalników.

ROZPUSZCZALNIK

Są to ciecze, rozpuszczające substancje błonotwórcze (spoiwo). Kryterium doboru są:

- Zdolność rozpuszczenia,
- Lotność,
- Temperatura zapłonu,
- Zapach,
- Toksyczność.

ROZCIEŃCZALNIKI

Są to lotne ciecze, które nie rozpuszczają substancji błonotwórczej, a które dodawane w określonej ilości do wyrobów lakierowych nie wywołują niekorzystnych objawów, np. wytrącania spoiwa, mętnienia itp. Rozcieńczalniki wyrobów lakierowych są mieszaninami rozpuszczalników dobranymi pod względem praktycznego zastosowania.

Farby dostarczane są na ogół w takiej formie, że po zmieszaniu bazy z utwardzaczem są gotowe do nakładania pędzlem albo natryskiem hydrodynamicznym. Jeżeli farba jest gęstsza (np. w niższej temperaturze) albo ma być rozcieńczona do celów specjalnych, można stosować dodatek rozcieńczalnika podanego w karcie informacji technicznych. Potrzebna ilość rozcieńczalnika zależy od temperatury, metody nakładania itd. Dodanie rozcieńczalnika powoduje konieczność proporcjonalnego zwiększenia grubości nakładanej powłoki mierzonych po nałożeniu tak, aby uzyskać żądaną grubość powłoki suchej.

CZĘŚCI STAŁE

Określenie to odnosi się do łącznej zawartości substancji błonotwórczych, pigmentów, wypełniaczy i innych składników wyrobu malarskiego, która pozostaje na malowanej powierzchni po wyschnięciu powłoki. Zawartość części stałych podawana jest w procentach objętościowych lub masowych. Zawartość części stałych jest zwykle nieco wyższa niż teoretyczna, którą się określa na podstawie składu farby, biorąc pod uwagę ciężary właściwe i zawartość części stałych każdego indywidualnego składnika.

ZAWARTOŚĆ LOTNYCH SUBSTANCJI ORGANICZNYCH (VOC)

Parametr określający materiał malarski. Podaje obliczony ciężar lotnych substancji organicznych w g/dm³. Dodatkowo V.O.C. Może być wyznaczona przez pomiar. Utrzymuje się tendencja do obniżania zawartości lotnych substancji organicznych w wyrobach malarskich.

WYROBY SCHNĄCE FIZYCZNIE

W tym typie wyrobów występują zarówno wyroby rozpuszczalnikowe, jak i wodorozcieńczalne. Warstwa farby wysycha przez odparowanie rozpuszczalników. Proces jest odwracalny, tzn. sucha warstwa pozostaje rozpuszczalna w swoich oryginalnych rozpuszczalnikach. Typowymi wyrobami schnącymi fizycznie są chlorokauczuki, poliwinyle, akryle i wyroby bitumiczne.

Czas schnięcia jest zależny od temperatury i ruchu powietrza. Schnięcie może się odbywać do 0°C, jednak przy niskich temperaturach jest znacznie wolniejsze.

WYROBY SCHNĄCE OKSYDACYJNIE

Wyroby, które wysychają i tworzą powłokę w rezultacie reakcji z tlenem z powietrza. Do tej grupy zalicza się alkidy, uretanowe alkidy i epoksyestry.

Czas schnięcia zależy, poza innymi czynnikami, od temperatury. Reakcja z tlenem może zachodzić do 0°C, jednakże w niskich temperaturach jest znacznie wolniejsza.

WYROBY DWUSKŁADNIKOWE

Określa się w ten sposób znaczną liczbę nowoczesnych farb, które są utwardzane chemicznie, tzn. wyrób jest dostarczany w postaci dwóch komponentów – bazy (komponent A) i utwardzacza (komponent B), które muszą być ze sobą zmieszane przed aplikacją farby. Typowymi wyrobami z tej grupy są epoksydy i poliuretany dwuskładnikowe.

WYROBY WODODYSPERSYJNE

Typ farb, w których substancja błonotwórcza jest zdyspergowana w wodzie. Farba wysycha poprzez odparowanie wody tak, że zemulgowane cząstki substancji błonotwórczej łączą się i formują ciągłą warstwę (powłokę). Proces ten jest nieodwracalny tzn., że ten typ powłoki nie ulega zdyspergowaniu w wodzie po wyschnięciu. Czas schnięcia zależy, poza innymi czynnikami, od ruchu powietrza, wilgotności względnej i temperatury. Schnięcie może odbywać się do +3°C, jednakże w niskich temperaturach jest znacznie wolniejsze. Typowymi wyrobami są dyspersje akrylowe, dyspersje winylowe, dyspersje poliuretanowe.

WYROBY ALKIDOWE (FTALOWE)

Nowoczesne syntetyczne żywice ftalowe są wytwarzanymi w procesach chemicznych polimerami kondensacyjnymi kwasów dwukarboksylowych i polioli, modyfikowanymi olejami lub kwasami tłuszczowymi. Alkidy stwarzają dużą możliwość modyfikacji innymi żywicami. Dzięki temu dają się adaptować do różnych obszarów stosowania. Charakteryzują się dużą odpornością na oddziaływania atmosferyczne. Nadają się do stosowania w warunkach atmosfery wiejskiej, miejskiej, a częściowo przemysłowej.

WYROBY EPOKSYDOWE

Oparte są na żywicach epoksydowych i używanych jako środki sieciujące takich substancjach, jak polaminy, poliaminoamidy z wolnymi grupami aminowymi, polizocyjaniany oraz żywice mocznikowe, melaminowe, fenolowe. Proces sieciowania jest przyspieszany w wyższej temperaturze, zwalniany w niższej. Wyroby epoksydowe odznaczają się doskonałą przyczepnością powłok do podłoża, odpornością na chemikalia, twardością i odpornością na ścieranie. Epoksydy kredują w przypadku oddziaływania promieniowania słonecznego. Jeżeli wymagana jest trwałość koloru i połysku, warstwę nawierzchniową powinien stanowić poliuretan utwardzany izocyjanianem alifatycznym lub odpowiedni wyrób o fizycznym typie schnięcia.

WYROBY POLIURETANOWE

Oparte są na specjalnie polimeryzowanych tworzywach, które używane są we współczesnych wyrobach zarówno jednokomponentowych, jak i dwukomponentowych. Jeden typ poliuretanów utwardza się w reakcji chemicznej z wilgocią. Wyroby poliuretanowe cechuje wysoka twardość i odporność chemiczna, a także dobra trwałość połysku i koloru.

WYROBY CHLOROKAUCZUKOWE

Chlorokauczuki są roztworami chlorowanego kauczuku naturalnego lub syntetycznego w węglowodorach aromatycznych z dodatkiem plastyfikatorów syntetycznych lub żywic ftalowych. Do podstawowych właściwości chlorokauczuku zalicza się dobrą odporność na środki utleniające, odporność na działanie wody, kwasów, zasad, gazów, ograniczoną odporność na działanie podwyższonej temperatury; wadą jest skłonność do żółknięcia pod działaniem czynników atmosferycznych i kredowanie pod działaniem ultrafioletu. Chlorokauczuk stosuje się często w połączeniu z żywicami ftalowymi, akrylowymi, lub bitumami w celu modyfikacji ich właściwości.

KONWENCJONALNE FARBY

Termin ten dotyczy farb bazujących na olejach, alkidach itp. Konwencjonalne farby są wyrobami jednoskładnikowymi i nie wymagają stosowania utwardzaczy. Regułą jest, że powłoki utwardzają się w obecności sykatyw pod wpływem działania tlenu z powietrza.

FARBY PODKŁADOWE

Wyrób malarski stanowiący pierwszą warstwę systemu malarskiego, наносzony na podłoże. Podłoże może już posiadać powłokę. Farba gruntująca zapewnia dobrą adhezję do odpowiednio schropowanego, czystego podłoża metalowego i/lub oczyszczonej starej powłoki. Tworzy solidną bazę i zapewnia adhezję kolejnych warstw. Zapewnia też zwykle ochronę korozyjną w okresie eksploatacji danego systemu powłokowego.

FARBA MIĘDZYWARSTWOWA

Wyrób malarski występujący w systemie malarskim między podkładem a warstwą (-ami) nawierzchniową. Powinien zapewniać dobrą przyczepność międzywarstwową, a także poprawiać właściwości ochronne poprzez zwiększenie grubości powłoki, ograniczenie lub opóźnienie penetracji wilgoci i zmniejszenie przepuszczalności tlenu

EMALIA NAWIERZCHNIOWA

Wyrób malarski dający ostateczną warstwę systemu powłokowego. Zapewnia ochronę niższych warstw przed oddziaływaniami środowiska, takimi jak promieniowanie słoneczne, oddziaływania atmosferyczne, kondensacja, oddziaływania mechaniczne i chemiczne. Aplikuje się jedną lub więcej warstw nawierzchniowych. Warstwa nawierzchniowa decyduje też o walorach dekoracyjnych powłoki. Stąd bardzo istotne są takie jej cechy, jak

odporność na promieniowanie ultrafioletowe, trwałość połysku i koloru.

KOMPATYBILNOŚĆ

- Wyrobów w systemie malarskim

Zdolność dwu lub więcej wyrobów w systemie malarskim bez wykazywania niepożądanych efektów.

- Wyrobu z podłożem

Zdolność wyrobu do aplikacji na dane podłoże bez wykazywania niepożądanych efektów.

SHOPPRIMER

Podkład antykorozyjny nakładany w malarniach cienkowarstwowo na powierzchnie oczyszczone metodą strumieniowo – ścierną.

FARBA GRUBOPOWŁOKOWA

Materiał malarski pozwalający na uzyskanie suchej powłoki o grubości większej niż inne tego typu wyroby. Najczęściej określa się w ten sposób farby dające grubość suchej warstwy >80 µm.

FARBA O WYSOKIEJ ZAWARTOŚCI CZĘŚCI STAŁYCH

Materiał malarski o wyższej niż zwykle zawartości części stałych. Najczęściej określa się tym terminem farby o zawartości części nielotnych powyżej 70%.

FARBA TYPU MASTYKA

Modyfikowane wyroby epoksydowe o wysokiej zawartości części stałych. Tolerują gorsze przygotowanie podłoża, tzn. umożliwiają osiągnięcie dobrej ochrony przeciwkorozyjnej nawet przy słabo oczyszczonym podłożu.

LAKIER

Materiał malarski niepigmentowany dający w zasadzie powłokę przeświecalną z wyjątkiem lakieru asfaltowego i lakierów samochodowych.

BIAŁA RDZA

Białe do ciemno szarych produkty korozji na podłożach ocynkowanych.

CZAS PRZYDATNOŚCI DO STOSOWANIA

Maksymalny czas, w którym materiał malarski dwuskładnikowy po zmieszaniu komponentów nadaje się do użytku, zachowując swoje właściwości. Czas przydatności do stosowania w dużym stopniu zależy od temperatury.

POWŁOKA

Ciągła warstwa metalu lub ciągła warstwa wyschniętej farby uzyskana przy jednokrotnym nanoszeniu.

KOROZJA

Fizykochemiczne oddziaływanie pomiędzy metalem a jego otoczeniem, które skutkuje zmianą właściwości metalu i często prowadzi do osłabienia funkcji użytkowych metalu, środowiska lub systemu technicznego, którego element stanowi.

ZENDRA

Są to produkty termicznej obróbki stali w procesie jej przetwarzania składające się z tlenków żelaza ściśle przylegającej do podłoża. Pozostawienie zendry stanowi istotne niebezpieczeństwo dla trwałości powłoki malarskiej – odspojenia wraz z powłoką malarską lub wytworzenie się korozji wżerowej, ogniwa korozyjnego (zendra – katoda), (stal -

anoda).

RDZA

Widoczne produkty korozji zawierające, w przypadku metali żelaznych, przeważnie uwodnione tlenki żelaza tworzące warstwy o zmiennych grubościach i różnych postaciach morfologicznych – z reguły słabo przyczepne do podłoża.

TRWAŁOŚĆ POWŁOKI

Oczekiwany okres użytkowania ochronnego systemu powłokowego do pierwszego głównego malowania renowacyjnego. Norma ISO 12944 wyznacza trzy zakresy trwałości:

- Krótki, 2 – lat
- Średni, 5 – 15 lat
- Długi, więcej niż 15 lat.

Trwałość nie jest tym samym, co okres gwarancji. Okres gwarancji jest generalnie krótszy niż trwałość.

OCHRONNY SYSTEM MALARSKI

Suma powłok farb lub podobnych produktów, które będą наносzone albo już zostały naniesione na podłoże w celu jego ochrony przed korozją.

OCHRONNY SYSTEM POWŁOKOWY

Suma powłok metalicznych i/lub farb lub podobnych produktów, które będą наносzone albo już zostały naniesione na podłoże w celu jego ochrony przed korozją.

KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA POSZCZEGÓLNYCH RODZAJÓW FARB

Konwersyjne powłoki fosforanowe

Fosforanowanie jest procesem wytwarzania warstw konwersyjnych fosforanu cynku lub/i fosforanu żelaza na powierzchni stali i galwanizowanej stali w celu przygotowania podłoża pod zasadnicze pokrycie malarskie. Termin powłoka konwersyjna odnosi się do faktu przekształcania czystej (beztlenkowej) powierzchni stali w postać amorficznego lub krystalicznego fosforanowego kompozytu, który dodatkowo odznacza się rozbudowaną powierzchnią. Warstwa fosforanowa przyczynia się do polepszenia właściwości użytkowych pokryć malarskich w następujący sposób:

1. Spełnia rolę bariery oddzielającej metal od tlenu i wody z otoczenia
2. Działa jako dielektryk, który izoluje elektrycznie podłoże od powłoki malarskiej lub innej, przyczyniając się do spowolnienia korozji galwanicznej
3. Zapewnia chropowatość powierzchni poprawiając dzięki temu adhezję zasadniczego pokrycia ochronnego.

Ustanowienie silnego wiązania pomiędzy warstwą konwersyjną a podłożem przyczynia się do poprawy odporności korozyjnej chronionego materiału oraz polepsza trwałość pokrycia. Fosforanowanie jest procesem specyficznym przeznaczonym dla metali, gdyż materiały ceramiczne lub tworzywa sztuczne nie przewodzą prądu elektrycznego.

Do fosforanowania stali stosuje się wodne roztwory kwasu ortofosforowego, nasycone lub przesycone solami cynku, manganu i żelaza. Mechanizm powstawania powłok fosforanowych sprowadza się do wytworzenia w pierwszej fazie cienkiej warstwy fosforanów żelaza w wyniku reakcji pomiędzy metalem podłoża, a kwasem fosforowym, a przebiegającej do chwili utworzenia się jednolitej warstewki tych fosforanów. W dalszej kolejności następuje na powierzchni metalu wykrystalizowanie z roztworów obojętnych i

jednokwaśnych fosforanów, które w obecności kwasu fosforowego wykazują skłonność do przejścia w postać dwukwaśną, rozpuszczalną w wodzie. Sole te wraz z pozostałościami kwasu fosforowego powinny być usunięte z powierzchni przez staranne odmycie jej wodą.

Powłoki fosforanowe składają się z kryształów fosforanów o różnej wielkości - od widocznych okiem nieuzbrojonym do mikrokryształicznych. Są one nierozpuszczalne w wodzie i mogą być nasycone małymi ilościami inhibitorów (np. kwasu chromowego). Co wpływa na zwiększenie odporności korozyjnej podłoża, przez co przedłuża się żywotność powłoki malarskiej? Powłoki fosforanowe, wytwarzane dla celów lakierniczych, podzielić można na dwie grupy - fosforanowo-cynkowe i fosforanowo-żelazowe.

Ponadto stosowany jest podział na powłoki cienkie i grube; wartością graniczną jest 5 μm . Powłoki cienkie stosuje się na blachach stalowych poddawanych obróbce mechanicznej np. cięciu, gięciu lub spawaniu, gdyż są one odporne na odkształcenia. Powłoki z fosforanów żelaza są cieńsze i twardsze od fosforanów cynku, a struktura ich jest mikrokryształiczna. Ponadto powłoki fosforanów żelaza chłoną mniej spoiwa lakierowego i są stosowane wówczas, gdy od powłoki malarskiej jest wymagany wysoki połysk oraz występuje konieczność zwiększenia odporności na wilgoć.

Fosforanowanie można prowadzić w sposób wolny lub przyspieszony. W procesach ochrony stali konstrukcyjnej za pomocą powłok malarskich jest stosowane tylko fosforanowanie przyspieszone, które polega na wytwarzaniu powłok fosforanowych z roztworów zawierających kwas ortofosforowy i jednozasadowy fosforan danego metalu, z dodatkiem przyspieszaczy, np. azotanów, azotynów, chloranów lub soli miedzi.

Fosforanowanie przyspieszone może być wykonane jednym z trzech sposobów:

1. Z roztworów gorących sposobem zanurzeniowym w temperaturze bliskiej wrzenia (95-98°C), w czasie 1-10 min. lub przez natrysk w temperaturze podwyższonej w czasie 1-2 min.
2. Z roztworów zimnych przez natrysk lub przez wcieranie (pędzlem) w temp. 15-30°C w czasie 3-15 min.
3. Z roztworów nagranych do temp. 60-80°C przez zanurzenie, natrysk lub przez wcieranie w czasie 2-8 min.

Powłoki wytwarzane przez fosforanowanie przyspieszone są cienkie, odznaczają się bardzo dobrą przyczepnością do podłoża i wytrzymują obróbkę mechaniczną, nawet spawanie. Ze względu jednak na ich porowatość oraz małą odporność na działanie czynników atmosferycznych wymagają szybkiego zagruntowania.

Powłoki osadzone elektroforetycznie

Środowiskiem do prowadzenia malowania elektroforetycznego jest roztwór wodny, czasem zawierający niewielką ilość organicznego rozpuszczalnika jak np. cellosolve (pochodne glikolu etylowego). Farba jest polimerem zawierającym:

1. Grupy kwasowe lub zasadowe, które nadają polimerowi rozpuszczalność
2. Nieorganiczne dodatki w postaci stałej takie jak chromian miedzi, ditlenek tytanu, sadza
3. Organiczny pigment nadający powłoce barwę

Kąpiel zawiera około 10% substancji stałych. Kiedy zostanie przyłożone napięcie pomiędzy dwie elektrody nastąpi osadzanie polimeru na jednej z nich (anodzie lub katodzie) w zależności od ładunku polimeru?

Wyróżnia się następujące stadia procesu:

- A) Migracja naładowanych micel polimeru do elektrody obdarzonej przeciwnym ładunkiem,
- B) Neutralizacja ładunku na elektrodzie,
- C) Wytrącenie zneutralizowanego polimeru wraz z inkluzją i adsorpcją nieorganicznych substancji stałych i organicznego polimeru.
- D) Usunięcie wody z warstwy polimeru wskutek elektroosmozy obecnej w silnym polu elektrycznym panującym w nieprzewodzącej powłoce.

Produktem malowania elektroforetycznego jest warstwa farby, silnie przylegająca do metalowego podłoża, zawierająca ok. 90% substancji stałych i twardniejąca bardzo szybko na powietrzu.

Zalety

Ponieważ proces przebiega w roztworach wodnych praktycznie nie występuje emisja rozpuszczalników organicznych do atmosfery. Z tych samych powodów nie ma zagrożenia pożarowego. Powłoki elektroforetyczne można nakładać na dowolne podłoże metalowe, nawet tak trudne do pokrywania jak aluminium. Odnaczają się doskonałą elastycznością, wysoką twardością, odpornością na ścieranie i bardzo wysokim połyskiem. Dzięki tym zaletom mogą służyć jako warstwy podkładowe lub nawierzchniowe. Powłoki nadają podłożu świetną odpornością korozyjną i chemiczną. Ponadto dostępne są w szerokim wyborze żywic i koloru.

Ograniczenia

Proces nakładania jest stosunkowo złożony i wymaga specjalistycznego sprzętu. Konieczne jest bardzo staranne przygotowanie podłoża.

Wyroby cynkowo-organiczne

Do sporządzania tych wyrobów wykorzystuje się organiczne żywice, albo termoplastyczne (np. poliwinylowe lub chlorowane gumy) bądź termoutwardzalne (np. epoksydowe lub poliuretanowe). Właściwości tych powłok są bardzo zbliżone do tych, które wykazują powłoki oparte na tych samych żywicach, lecz nie zawierających cynku. Organiczne powłoki cynkowe nie wymagają podłoża czyszczonego strumieniowo-ściernie o wysokiej czystości. Łatwo nakłada się na nie warstwę nawierzchniową. Powłoki te mogą ulegać degradacji (utlenianie termiczne, utlenianie inicjowane światłem i atakiem chemicznym), które prowadzi do utraty połysku, odbarwienia, kruchości i pogorszenia przyczepności.

Wady i zalety wyrobów cynkowo-organicznych	
Zalety	Ograniczenia
Niska zawartość lotnych rozpuszczalników	Wymagają fachowego nakładania
Dobra trwałość	Wymagane częste mieszanie podczas nakładania
Względnie łatwe do nakładania warstw nawierzchniowych	Nieodporne w środowiskach kwaśnych i alkalicznych
Nie jest wymagana wysoka czystość powierzchni	Wysoka cena

Wyroby epoksydowe

Charakterystyka ogólna

Wyroby epoksydowe stanowią jedną z najważniejszych grup spośród wyrobów lakierowych, wyróżniających się bardzo dużą odpornością na działanie atmosfer szczególnie agresywnych, na długotrwałe działanie różnych związków chemicznych i na czynniki wywołujące erozję powłok malarskich.

Najpowszechniej stosowane żywice epoksydowe są produktami reakcji epichlorohydryny z dwufenylopropanem, tzw. dianem. Żywice epoksydowe charakteryzuje występowanie w nich dwóch końcowych grup epoksydowych i pewnej liczby (zależnej od ciężaru cząsteczkowego danej żywicy) grup wodorotlenowych.

Grupy epoksydowe odznaczają się bardzo znaczną aktywnością chemiczną, nawet w temperaturze normalnej. Grupy wodorotlenowe nadają żywicom właściwości charakteryzujące polialkohole i reagują łatwo w temperaturach wyższych.

Wyroby lakierowe sporządzone na żywicach epoksydowych należą w większości do wyrobów dwuskładnikowych. Składnikiem podstawowym wyrobów epoksydowych jest zawiesina pigmentów w roztworze żywicy epoksydowej, a składnik drugi, zwany utwardzaczem, zawiera łatwo odszczepialny wodór, zdolny szybko reagować z grupami epoksydowymi już w temperaturze pokojowej.

Po zmieszaniu obu składników, w powstałej mieszaninie zaczyna przebiegać reakcja pomiędzy grupami epoksydowymi żywicy, a wodorem utwardzacza. Reakcja ta zachodzi w całej masie wymalowania i doprowadza do przeistoczenia w zestaloną powłokę malarską, co zachodzi bez współudziału tlenu z powietrza.

Przebieg tak kształtującego się procesu schnięcia wyrobów epoksydowych przyśpiesza wzrost temperatury otoczenia. Po całkowitym wyschnięciu, powłoki wykazują przyczepność do podłoża i twardość zbliżoną do powłok z piecowych wyrobów lakierowych. Ze względu na to, że składnik podstawowy wyrobów epoksydowych wchodzi w reakcję z utwardzaczem natychmiast po zmieszaniu z nim, każdy z wymienionych składników musi być dostarczany w oddzielnym opakowaniu. Stąd też określenie wyroby dwuskładnikowe.

Znaczna reaktywność grup epoksydowych, występujących w żywicach, umożliwia reagowanie ich nie tylko z poliaminami i ich pochodnymi, lecz również z żywicami fenolowymi, silikonowymi, izocyjaninowymi oraz z innymi, zawierającymi grupy funkcyjne.

W temperaturze ok. 260°C żywice epoksydowe wchodzi w reakcję z kwasami tłuszczowymi, tworząc tzw. estry epoksydowe. Istnieje także możliwość uszlachetniania właściwości paków i smół pogazowych za pomocą żywic epoksydowych.

Pigmentacja wyrobów epoksydowych

Pigmentacja wyrobów epoksydowych jest zbliżona do pigmentacji innych wyrobów chemoodpornych. Najczęściej stosuje się ditlenek tytanu i wysokoprocentowe czerwienie żelazowe, które są wprowadzane z dodatkiem wypełniaczy, np. talku.

W skład farb do gruntowania wchodzić mogą również inne pigmenty, zwłaszcza minia ołowiowa, żółcień cynkowa i pył cynkowy, a do farb nawierzchniowych pigmenty o strukturze płatkowej, jak brąz aluminiowy i błyszczak żelaza. Specjalne pigmenty są stosowane do wyrobów epoksydowo-silikonowych. Jako rozpuszczalniki są stosowane najczęściej mieszaniny ketonów (metyloetylo- lub metyloizobutyloketon) z ksylenem lub toluenem

Charakterystyka pokryć epoksydowych

Pokrycia epoksydowe wykazują pod względem ich odporności na czynniki otoczenia dość znaczne różnice w zależności od rodzaju zastosowanego utwardzacza, względnie od użytej żywicy-modyfikatora.

Pokrycia zestawione z wyrobów epoksydowych utwardzanych poliaminami lub adduktami odznaczają się dużą odpornością na działanie różnych czynników chemicznych, z również bardzo dobrą odpornością na ścieranie wywołane ruchem cieczy agresywnych.

Ogólnie pokrycia te odznaczają się następującymi cechami:

1. Bardzo dobrą odpornością na roztwory alkaliczne o różnym stężeniu
2. Bardzo dobrą odpornością na roztwory soli i na wodę morską
3. Mierną odpornością na działanie kwasów nieorganicznych
4. Mierną odpornością na działanie wód słodkich
5. Bardzo dobrą odpornością na działanie ropy, olejów mineralnych i benzyny
6. Bardzo dobrą odpornością na działanie czynników trących
7. Bardzo dobrą odpornością na działanie wilgotnych atmosfer przemysłowych i chemicznych o różnym stopniu agresywności, w tym również atmosfer zanieczyszczonych oparami niektórych rozpuszczalników.

Ponadto wymienione pokrycia są odporne na stałe działanie powietrza suchego o temperaturze ok. 95°C, a wilgotnego do ok. 50°C. Podkreślić należy również dobrą odporność omawianych pokryć na działanie promieniowania jonizującego.

Pokrycia z wyrobów epoksydowych utwardzanych żywicami poliamidowymi ustępują pokryciom utwardzanym poliaminami lub adduktami pod względem odporności na działanie środowisk specjalnych, przewyższają je natomiast odpornością na działanie środowisk atmosferycznych, a nie ustępują odpornością na działanie środowisk bardzo wilgotnych i agresywnych. W szczególności wykazują one mniejszą skłonność do kredowania pod wpływem promieniowania słonecznego, większą przyczepność do powierzchni mniej starannie oczyszczonych oraz większą elastyczność i związaną z nią lepszą odporność na zmiany temperatury. Mogą być one eksploatowane w powietrzu suchym i wilgotnym w tych samych granicach temperatur, które podano przy omawianiu pokryć z wyrobów epoksydowych, utwardzanych poliaminami lub adduktami.

Pokrycia epoksydowe bezrozzpuszczalnikowe odznaczają się w porównaniu do pokryć wytwarzanych z wyrobów epoksydowych utwardzanych poliaminami i adduktami większą odpornością na wodę i związki chemiczne.

Pokrycia epoksydowo-bitumiczne odznaczają się dobrą odpornością na działanie różnych środowisk specjalnych (wód słodkich, morskich, wodnych roztworów soli, wód ściekowych i gleb różnego rodzaju) oraz atmosfer chemicznych o różnym stopniu agresywności.

Pokrycia epoksydowo-silikonowe odznaczają się dobrą wodo- chemo- i termoodpornością. Na szczególne podkreślenie zasługuje ich odporność na działanie olejów mineralnych, roztworów wodnych i oparów agresywnych w temperaturach normalnych i podwyższonych, jak również na działanie czynników biologicznych. Pokrycia utwardzane w piecu są odporne na stałe działanie powietrza nasyconego parą wodną o temperaturze do ok. 100°C również zanieczyszczonego.

Pokrycia epoksydowo-izocyjanianowe odznaczają się odpornością na działanie wody. Odporność czterowarstwowego pokrycia epoksydowo-izocyjanianowego na podkładzie z gruntu reaktywnego na działanie wrzącej wody wynosi 1000 godzin. Ponadto pokrycia te

wykazują bardzo dobrą odporność na działanie alkaliów, kwasów organicznych i olejów mineralnych.

Pokrycia epoksydowo-estrowe w porównaniu z pokryciami ftalowymi są bardziej odporne na działanie w środowiskach atmosferycznych o większej agresywności. Wynika to z ich większej wytrzymałości na wodę, związki chemiczne i działanie ścierające.

Pokrycia epoksydowo-fenolowe wyróżniają się spośród innych pokryć epoksydowych najlepszą odpornością na działanie środowisk specjalnych (wód, kwasów, alkaliów, agresywnych rozpuszczalników, stężonych detergentów, środków spożywczych, różnych chemikaliów, paliw płynnych, olejów mineralnych i innych). Należy podkreślić, że pokrycia epoksydowo-fenolowe wykazują całkowitą odporność po okresie trzech miesięcy oddziaływania na nie w temperaturze normalnej wody, środków myjących (50 i 100%), 25% roztworu chlorku sodu, 5% podchlorynu sodu, i 1% kwasu octowego, kwasu masłowego (do 75%), kwasu solnego (do 20%), kwasu azotowego (do 10%), kwasu fosforowego (do 85%), wodorotlenku sodu o wszystkich stężeniach, 10% wodorotlenku amonu, gliceryny, etanolu, butanolu, propanolu, toluenu, ksylenu, metyloizobutyloketonu, diacetonowego alkoholu, tetrachlorku węgla, eteru etylowego, formaldehydu, chlorku allilu oraz kwasów tłuszczowych i oleju lnianego.

Wady i zalety pokryć epoksydowych	
Zalety	Ograniczenia
Niska zawartość lotnych rozpuszczalników	Krótki czas na wykonanie wymalowania
Dobra odporność na wodę i rozpuszczalniki	Kredują na słońcu
Wytrzymałe, twarde i gładkie	Twardnieją najlepiej powyżej 10°C
Dobra przyczepność	Nakładanie warstw nawierzchniowych jest trudne
Dobra odporność na ścieranie	Wymagane oczyszczanie strumieniowo-ścierne powierzchni

Wyroby ftalowe

Podstawowym składnikiem błonotwórczym wyrobów ftalowych są żywice ftalowe, będące odmianą żywic alkidowych, otrzymywanych przez polikondensację kwasów najczęściej dikarboksylowych z alkoholami wielowodorotlenowymi. Szerokie zastosowanie znajdują żywice ortoftalowe schnące na powietrzu, otrzymywane przez kondensację bezwodnika kwasu ftalowego z gliceryną lub pentaerytrytem, względnie z mieszaniną tych alkoholi. Żywice te są modyfikowane olejem lnianym, sojowym lub dehydratyzowanym olejem rycynowym, względnie kwasami tłuszczowymi, uzyskiwanymi z rozszczepienia wymienionych olejów. Często do modyfikowania żywic ftalowych są stosowane mieszaniny powyższych olejów lub pochodnych kwasów tłuszczowych. Jako rozpuszczalnik dla omawianych żywic stosuje się ksylen, benzynę do lakierów oraz ich mieszaniny. Ponadto zastosowanie znajdują żywice ortoftalowe modyfikowane styrenem, akrylanami lub lub izocyjanianami. Stosowane są także inne izomery kwasu ftalowego, szczególnie kwas izoftalowy, a spośród alkoholi trimetylopropan i glikol propylenowy. Żywice ortoftalowe modyfikowane olejami klasyfikuje się na podstawie zawartości składnika tłuszczowego, tzw. tłustości. Rozróżnia się cztery rodzaje żywic ortoftalowych:

Rodzaj żywicy	Zawartość składnika tłuszczowego [%]
Tłusta	60-70
Średniotłusta	50-60
Chuda	40-50
Bardzo chuda	<40

Proces wysychania żywic ftalowych zależy w znacznym stopniu od modyfikatorów, wbudowanych w cząsteczkę danej żywicy oraz od stopnia jej tłustości. Żywice chude i bardzo chude szybciej schną w porównaniu z tłustymi i półtłustymi. Niezmiernie szybko schną żywice modyfikowane styrenem. Proces wysychania wyrobów lakierowych, sporządzanych na żywicach ftalowych, przebiega dzięki zawartości w nich olejów schnących lub pochodnych kwasów tłuszczowych, częściowo z pobraniem tlenu z powietrza i jest przyspieszany przez dodanie sykatyw.

Powłoki wytwarzane z wyrobów lakierowych, zawierających żywice ftalowe, różnią się od powłok olejnych wyraźnie twardością i znaczniejszym połyskiem.

Pigmentacja wyrobów ftalowych

Zasady pigmentacji są w swoich założeniach bardzo zbliżone do pigmentacji wyrobów olejnych. Pewne różnice występują w pigmentacji farb do gruntowania, do których oprócz minii ołowiowej stosuje się również zasadowe chromiany cynku, oraz chromiany strontu i baru.

Charakterystyka pokryć ftalowych

Pokrycia otrzymywane z wyrobów zawierających żywice ftalowe odznaczają się dobrą odpornością na działanie atmosfer umiarkowanie wilgotnych i umiarkowanie zanieczyszczonych. Niewielka jest natomiast ich odporność na stałe działanie wody i substancji chemicznych. Pokrycia ftalowe odznaczają się lepszą odpornością na działanie podwyższonych temperatur i czynników ścierających niż pokrycia olejne.

Przez wprowadzenie w skład cząsteczki żywicy odpowiedniej substancji można kształtować w określony sposób niektóre ich właściwości. Na przykład, zwiększenie odporności na żółknienie i na działanie światła uzyskuje się przez modyfikowanie żywic olejem sojowym lub rycynowym. Lepszą odporność na wodę i atmosferę silnie wilgotną uzyskuje się przez wprowadzenie w skład żywicy pentaerytrytu zamiast gliceryny, natomiast większą odporność na działanie substancji chemicznych - przez modyfikowanie styrenem, co jednak zwiększa kruchość żywicy i zmniejsza jej odporność na działanie czynników atmosferycznych.

Odporność żywic ftalowych na działanie wyższych temperatur jest znaczniejsza u żywic sporządzanych na kwasie izoftalowym niż na kwasie ortoftalowym.

Wady i zalety pokryć ftalowych	
Zalety	Ograniczenia
Łatwe do stosowania/naprawy/ pokrywania wielowarstwowego	Względnie wysoka zawartość rozpuszczalników
Dobra początkowa elastyczność	Niska odporność na agresywne środowiska
Dobra zwilżalność/adhezja do podłoża	Słaba odporność na chemikalia/rozpuszczalniki
Połysk	Słaba odporność na zanurzenie w wodzie
Niedrogie	Słaba odporność na alkalia
Oparte na surowcach odnawialnych	Słaba odporność na ciepło
	Stają się kruche w wyniku starzenia

Przeciwrdzewne wyroby ftalowe należy stosować w środowiskach wiejskich, miejskich i przemysłowych, występujących w mezoklimatach śródlądowo-nizinnych, nadmorskich i śródlądowo-górskich klimatu umiarkowanego. Niektóre wyroby produkowane na specjalnych gatunkach żywic ftalowych można stosować również w mezoklimatach nadmorskich klimatu umiarkowanego oraz w środowiskach wiejskich i miejskich klimatu tropikalnego suchego, półwilgotnego, a nawet wilgotnego.

Powłoki ftalowe były przez długi czas używane jako powłoki ochronne to jednak ich użycie gwałtownie maleje z powodu trudności w przygotowaniu wyrobów o niskiej zawartości rozpuszczalników organicznych, lepkości dostosowanej do użycia pędzli oraz dobrych właściwościach ochronnych.

Wyroby olejno-żywiczne

Wyroby olejno-żywiczne są produkowane na stopach olejów schnących z twardymi żywicami naturalnymi lub syntetycznymi w temp. 240÷280°C. Najszersze zastosowanie w przemyśle znajdują wyroby produkowane na stopach tzw. 100% żywic fenolowych (otrzymywanych przez kondensację alkilofenoli, np. butylo- lub amylofenoli z formaldehydem w środowisku silnie alkalicznym) z olejem lnianym lub tungowym, względnie z ich mieszaninami. Zastosowanie znajdują także wyroby produkowane na mieszaninach wymienionych stopów z żywicami ortoftalowymi. Natomiast do celów wewnętrznych stosuje się przeważnie stopy żywic fenolowych, modyfikowanych kalafonią z olejem lnianym oraz tungowym.

Proces wysychania wyrobów olejno-żywicznych przebiega z częściowym pobraniem tlenu z powietrza i przyśpieszany jest dodatkiem sykatyw. Ze względu na obecność twardej żywicy w spoiwie, schnięcie wyrobów olejno-żywicznych przebiega szybciej niż wyrobów olejnych, co wyraża się uzyskiwaniem powłok twardszych z lepszym połyskiem. Należy jednak podkreślić, że schnięcie wyrobów olejno-żywicznych sporządzonych na 100% żywicach fenolowych jest w pewnym stopniu hamowane zawartością w nich wolnych fenoli. Wywołuje to pewne zaburzenia w procesie schnięcia tych wyrobów.

Pigmentacja wyrobów olejno-żywicznych

Farby do gruntowania produkowane na stopach 100% żywic fenolowych z olejami są pigmentowane minią ołowiową, żółcieniami cynkową lub pyłem cynkowym, a farby nawierzchniowe lub emalie, pigmentowane są przeważnie ditlenkiem tytanu, błyszcznikiem żelaza lub brązem aluminiowym, najczęściej z dodatkiem innych pigmentów i wypełniaczy.

Do pigmentowania wyrobów sporządzanych na stopach żywic fenolowych, modyfikowanych kalafonią lub na stopach estrów kalafonii z olejem lnianym, często w mieszaninie jego z olejem tungowym, jest stosowana zwykle czerwień żelazowa.

Właściwości wyrobów olejno-żywicznych

Farby olejno-żywiczne różnią się od olejnych krótszym czasem schnięcia. Wyroby na 100% żywicach fenolowych dają zazwyczaj po wyschnięciu powłoki twardsze niż powłoki uzyskiwane z wyrobów na żywicach fenolowych, modyfikowanych kalafonią lub na estrach kalafonii. Wymieniona twardość jest często przyczyną zaniku przyczepności powłok nawierzchniowych. Do warstwy gruntowej. Skłonność ta wynika z miernej zdolności zwilżania przez wyroby sporządzone na 100% żywicach fenolowych powierzchni stali i uprzednio nałożonych wyschniętych powłok malarskich o tym samym składzie. Należyte zwanie się pokrycia, sporządzonego z wyrobów zawierających 100% żywice fenolowe z podłożem stalowym, można uzyskać przez podbudowanie go warstwą farby do gruntowania olejno-ftalowej.

Pokrycia z farb olejno-żywicznych produkowanych na 100% żywicach fenolowych odznaczają się bardzo dobrą odpornością na stałe działanie wilgotnej atmosfery lądowej i morskiej. Wymienione pokrycia wytrzymują również zmienne działanie wody słodkiej i powietrza, a ponadto odznaczają się wyraźną odpornością na działanie pleśni oraz na ścieranie.

Ich odporność na wpływ atmosfer przemysłowych oraz chemicznych, umiarkowanie kwaśnych i umiarkowanie alkalicznych jest dobra, natomiast słaba na działanie roztworów alkalicznych. Jest ona nieco większa, lecz niedostateczna, na działanie roztworów kwasów oraz soli, a przeto i wody morskiej. Wyroby olejno-żywiczne, produkowane na 100% żywicach fenolowych nadają się do stosowania w klimacie umiarkowanym w środowiskach wiejskich, miejskich i przemysłowych, w mezoklimatach nadmorskich oraz śródlądowo-nizinnych i śródlądowo-górskich o znacznej zawartości wilgoci w powietrzu. Wyroby produkowane na żywicach fenolowych, modyfikowanych kalafonią lub na estrach kalafonii nadają się wyłącznie do stosowania wewnątrz pomieszczeń w atmosferach umiarkowanie wilgotnych i suchych, mało oraz średnio zanieczyszczonych.

Wyroby poliwinylowe

Charakterystyka ogólna

Do wyrobów poliwinylowych są zaliczane wyroby lakierowe produkowane w szerokim asortymencie, będące zawiesiną pigmentów w roztworach żywic poliwinylowych lub w wodnych emulsjach tych żywic.

Wyroby poliwinylowe, sporządzane na roztworach żywic poliwinylowych, znajdują szerokie zastosowanie do ochrony stali przed korozją, a poliwinylowe wyroby emulsyjne do zabezpieczenia betonów i tynków.

Spośród żywic poliwinylowych, które znalazły najszersze zastosowanie do produkcji chemoodpornych wyrobów lakierowych, wymienić można przede wszystkim chlorowany polichlorek winylu, zwany superpolichlorkiem winylu, który zastępowany jest niektórymi kopolimerami chlorku winylu z chlorkiem winylidenu, z eterem izobutylovym winylu, z alkoholem winylowym i octanem winylu oraz z octanem winylu, modyfikowane nieznaczną ilością kwasu maleinowego lub jego estrów. Ponadto do celów przeciwrzewnych są stosowane żywice poliwinyllobutyralowe oraz kopolimery chlorku winylidenu i akrylonitrylu.

Schnięcie wyrobów poliwinylowych ma w większości przypadków charakter fizyczny. Ulatnianie się resztek rozpuszczalników z wymalowań odbywa się na ogół powoli. Powoduje to konieczność dosuszania pokryć poliwinylowych przez dłuższy czas, ok. 14 dni, bądź nawet suszenia pokryć z niektórych wyrobów poliwinylowych w temperaturze podwyższonej, co przyczynia się do wyraźnego zwiększenia ich chemo- i wodoodporności.

Zasady pigmentacji wyrobów poliwinylowych są zbliżone do pigmentacji wyrobów chlorokauczukowych i wykorzystują zasadniczo te same pigmenty i obciążniki.

Wyroby poliwinylowe, do których wprowadzano właściwie dobrane stabilizatory i pigmenty wykazują dużą odporność na długotrwałe działanie atmosfer chemicznych agresywnych i wilgotnych.

Wyroby superpolichlorowinylowe chemoodporne można stosować w środowiskach chemicznych klimatu umiarkowanego i tropikalnego wilgotnego, jak również w różnych mikroklimatach chemicznych zmiennej agresywności oraz w środowiskach specjalnych.

Zakres stosowania wyrobów polichlorowinylo-winyliidenowych, polichloro-izobutyłowinylowych oraz sporządzonych na kopolimerach chlorku i octanu winylu modyfikowanych alkoholem poliwinylowym, względnie kwasem maleinowym jest bardzo zbliżony do wymienionego przy omawianiu wyrobów superpolichlorowinylowych.

Wyroby poliwinylbutyralowe są stosowane pod postacią warstw pośrednich (gruntów reaktywnych) do wstępnego zabezpieczania powierzchni przed nałożeniem farb gruntowych zwłaszcza w przypadkach, gdy chodzi o zwiększenie przyczepności przeciwrzewnego pokrycia do powierzchni ochranianego metalowego obiektu

Charakterystyka pokryć poliwinylowych

Powłoki z wyrobów poliwinylowych wyróżnia zespół charakteryzujących je bardzo korzystnych właściwości, a mianowicie duża odporność na różne działania chemiczne, duża odporność na wodę, odporność na pleśnie, niepalność oraz nietoksyczność.

Do ujemnych cech powłok z wyrobów poliwinylowych, zwłaszcza zawierających chlorowane kopolimery, zaliczyć należy ich małą termoodporność oraz skłonność do ulegania rozkładowi pod wpływem promieniowania słonecznego.

Większość powłok z wyrobów poliwinylowych ulega rozkładowi już w temperaturze nieco tylko wyższej od temperatury topliwości żywic wchodzących w ich skład. Stąd też ograniczona odporność termiczna tych wyrobów.

Niepigmentowane powłoki sporządzane na polimerach lub kopolimerach chlorowanych mają skłonność do rozkładu pod działaniem promieniowania słonecznego.

W celu zwiększenia odporności wyrobów poliwinylowych na promieniowanie słoneczne wprowadza się do nich odpowiednie pigmenty oraz stabilizatory. Do najbardziej skutecznych stabilizatorów są zaliczane sole cynowe małowartościowych kwasów tłuszczowych, mydła barowo-kadmowe i oleje epoksydowe.

Pokrycia superpolichlorowinylowe chemoodporne wykazują dużą odporność na działanie atmosfer chemicznych (kwaśnych, alkalicznych, solankowych i utleniających, również zawierających większą ilość pary wodnej) w klimacie umiarkowanym i tropikalnym wilgotnym. Są również odporne na działanie pleśni. Ponadto wykazują bardzo znaczną odporność na stałe działanie rozcieńczonych i stężonych kwasów nieorganicznych, na

działanie alkaliów, środków utleniających i różnych wód, nie wyłączając wody morskiej w temperaturach normalnych. Wymienione pokrycia nie są natomiast odporne na działanie atmosfer zawierających chlor, rozpuszczalniki, aldehyd octowy oraz na działanie amin i zasad pirydynowych.

Niedostateczną odporność wykazują na działanie intensywnego promieniowania słonecznego w atmosferze suchej, a więc np. w klimacie tropikalnie suchym. Ich odporność na temperatury wyższe jest ograniczona. Z uwagi na to omawiane pokrycia mogą być eksploatowane w powietrzu suchym w temperaturach nie przekraczających 70-80°C, a w powietrzu wilgotnym w temperaturach do ok. 50°C. W porównaniu z pokryciami z wyrobów chlorokauczukowych są one trochę mniej odporne na ścieranie.

Pokrycia superpolichlorowinylovo-ftalowe wykazują bardzo dobrą odporność na długotrwałe działanie atmosfer przemysłowych i morskich klimatu umiarkowanego. Nie należy stosować tych pokryć w klimacie tropikalnym suchym. Pokrycia polichlorowinylovinylidenowe chemoodporne wykazują właściwości bardzo zbliżone do właściwości pokryć superchlorowinylowych i przewyższają je pod względem właściwości fizykochemicznych.

Uzyskiwane powłoki wykazują znacznie większą odporność na ścieranie oraz znoszą działanie nieco wyższych temperatur niż powłoki z wyrobów superpolichlorowinylowych, a ponadto są mniej wrażliwe na wpływ promieniowania słonecznego.

Pokrycia polichloroizobutylovinylowe chemoodporne wykazują właściwości zbliżone do pokryć superpolichlorowinylowych chemoodpornych, ustępują im jednak nieco pod względem wodo- i chemoodporności.

Pokrycia na kopolimerach chlorku winylidenu i akrylonitrylu odznaczają się wyjątkowo dobrą odpornością na stałe działanie wody, ropy naftowej i rozpuszczalników. Wykazano dla przykładu, całkowitą odporność tych pokryć na działanie ropy naftowej w zbiornikach balastowych, które były poddawane na przemian działaniu ropy i wody morskiej oraz krótkotrwałemu (ok. 100h) wpływowi gorącej wody i pary wodnej. Pokrycia tego typu są bardzo odporne na wodę i oraz rozpuszczalniki.

Wyroby silikonowe

Charakterystyka ogólna

Silikonowe wyroby lakierowe są zawiesinami termoodpornych pigmentów w roztworach żywic silikonowych z dodatkiem odpowiednich katalizatorów schnięcia. W temperaturze około 200°C następuje reakcja chemiczna w rezultacie, której powstaje gęsta sieć wiązań pomiędzy cząsteczkami żywicy prowadząca do zestalenia polimeru i utworzenia twardej powłoki. Spośród lakierowych żywic silikonowych najczęściej są stosowane polimetylofenylosiloksany w postaci prostej lub modyfikowanej oraz rzadziej polimetylosiloksany. Żywice silikonowe dostarczane są w postaci 25-50% roztworów w toluenie lub ksylenie, czasem w mieszaninie z ketonami.

Najważniejszą cechą niemodyfikowanych żywic silikonowych jest ich trwała odporność na temperatury przewyższające 200°C oraz bardzo duża odporność na działanie promieniowania ultrafioletowego i wody. Do wad tych wyrobów zalicza się niedostateczną przyczepność do stali, przepuszczalność pary wodnej oraz zbyt małą odporność powłok na działanie ścierające. Poprawę wymienionych właściwości przy jednoczesnym wzroście chemoodporności uzyskuje się przez modyfikowanie żywic silikonowych.

Z punktu widzenia przeznaczenia wyrobów silikonowych stosowany jest podział na następujące rodzaje:

1. Wyroby termoodporne sporządzone na żywicach silikonowych niemodyfikowanych, odporne na stałe działanie temperatur powyżej 180°C
2. Wyroby termoodporne, sporządzane na żywicach silikonowych modyfikowanych poliestrami, odporne na stałe działanie temperatur ok. 180°C
3. Wyroby termo- i chemoodporne sporządzane na żywicach silikonowych modyfikowanych żywicami epoksydowymi, izocyjanianowymi lub fenolowymi, odporne na stałe działanie temperatur do 180°C
4. Wyroby termo- i atmosferoodporne sporządzane na żywicach silikonowo-alkidowych, odporne na okresowe działanie podwyższonych temperatur i długotrwałe działanie czynników atmosferycznych.

Pokrycia silikonowe wykazują znaczną odporność na działanie różnych związków chemicznych. Odpowiednio utwardzone pokrycia z żywic silikonowych wykazują na ogół dobrą odporność na kwasy mineralne, jak stężony kwas solny i azotowy oraz 50% kwas siarkowy, a również doskonałą odporność na chlor, chlorowodór, perhydrol, solanki oraz na wodę morską. Powłoki te są również bardzo odporne na działanie tłuszczów, olejów roślinnych i mineralnych. Natomiast ich odporność na działanie rozpuszczalników jest ograniczona, zwłaszcza na estry, ketony i węglowodory aromatyczne, a na kwas mrówkowy i octowy oraz na ługi o wyższym stężeniu nieznaczna.

Pigmentacja wyrobów silikonowych

Ze względu na to, że pokrycia wytwarzane z wyrobów silikonowych są użytkowane najczęściej w temperaturach powyżej 180°C, w skład wyrobów mogą wchodzić tylko pigmenty odpowiednio termoodporne:

1. Dytlenek tytanu i tritlenek antymonu - w wyrobach o barwie białej i jasnej.
2. Żółcienie i czerwienie kadmowe oraz czerwienie żelazowe - w wyrobach o barwie żółtej i czerwonej.
3. Tlenek chromu i zielenie ftalocyjanianowe - o barwie zielonej.
4. Grafit w wyrobach o barwie czarnej
5. Brąz aluminiowy i pył cynkowy w wyrobach o barwie metaliczno-szarej.

Charakterystyka pokryw silikonowych modyfikowanych

Temperatury wymagane do utwardzania wyrobów sporządzanych na modyfikowanych żywicach silikonowych mieszczą się w granicach 150-200°C, zaś czas utwardzania wynosi 1-3 godz. Pokrycia termoodporne z żywic silikonowych modyfikowanych poliestrami kwasu tereftalowego są odporne na stałe działanie temperatur do ok. 180°C. Wykazują one trochę mniejszą termoodporność od pokryw z żywic silikonowych niemodyfikowanych, przy jednoczesnym znacznym wzroście ich przyczepności do podłoża, szczelności, twardości i odporności na czynniki chemiczne.

Pokrycia termo- i chemoodporne z żywic silikonowych modyfikowanych żywicami epoksydowymi, izocyjanianowymi lub fenolowymi wykazują w zależności od rodzaju żywicy-modyfikatora termoodporność w granicach 140-180°C. Cechą charakterystyczną tych pokryw jest bardzo znaczny wzrost szczelności, przyczepności i twardości, co umożliwia szerokie zastosowanie ich w środowiskach narażonych na działanie różnorodnych czynników chemicznie agresywnych (np. gorące roztwory i opary elektrolitów, nagrzane, zawilgocone, zanieczyszczone gazy w urządzeniach stacjonarnych

i przepływowych, gdzie wymagana jest duża odporność na czynniki ścierające), biologicznych (grzyby i pleśnie) oraz tropikalnych.

Na podkreślenie zasługuje szczególnie duża odporność pokryć z żywic silikonowych:

1. Modyfikowanymi żywicami epoksydowymi – na rozpuszczalniki, oleje mineralne, roztwory °alkaliczne, solanki, opary agresywne i czynniki ścierające
2. Modyfikowanych żywicami izocyjanianowymi - na wodę i roztwory kwaśne, olej, tłuszcze roślinne, środki spożywcze, rozpuszczalniki, oleje mineralne i czynniki ścierające oraz na czynniki biologiczne tropikalne
3. Modyfikowanych żywicami fenolowymi - na kwasy mineralne (np. HCl), rozpuszczalniki i czynniki ścierające.

Pokrycia z żywic silikonowych modyfikowanych żywicami alkidowymi wyróżniają się w porównaniu z pokryciami alkidowymi zwiększoną odpornością na działanie czynników atmosferycznych, wyrażającą się znacznie mniejszą skłonnością do utraty połysku i kredowania, przy jednoczesnym znacznym wzroście termoodporności, wodoodporności oraz odporności na działanie czynników biologicznych i na promieniowanie ultrafioletowe

Charakterystyka pokryć silikonowych niemodyfikowanych

Wyroby sporządzane na niemodyfikowanych żywicach silikonowych wykazują niedostateczną zwilżalność podłoża stalowego, w związku z tym wymagają przed użyciem bardzo starannego oczyszczenia powierzchni. Znacznie większą możliwość zwilżenia oraz przyczepność do podłoża osiąga się stosując modyfikowane żywice.

Temperatura wymagana do utwardzania niemodyfikowanych wyrobów silikonowych wynosi 220-230°C. Często stosuje się jednorazowy wypał obydwu warstw w ten sposób, że pierwszą warstwę gruntu silikonowego podsusza się na powietrzu, w celu odparowania rozpuszczalnika, po czym nakłada się wierzchnią warstwę emalii silikonowej i suszy całość w temp. 220-230°C przez 1-1,5 godz.

1. Bardzo dobra odporność na temperatury w granicach 200-230°C, a przy pigmentacji pyłami metalicznymi nawet w temp. 500-550°C.
2. Doskonała odporność na działanie czynników atmosferycznych, w tym silnego nasłonecznienia
3. Bardzo dobra odporność na działanie wody o temperaturze normalnej
4. Dobra odporność na działanie kwasów mineralnych i soli w temperaturze normalnej
5. Bardzo dobra odporność na działanie grzybów i pleśni

Swoistą cechą, która zasługuje na szczególne podkreślenie, jest znaczna przepuszczalność powłok wytwarzanych z wyrobów silikonowych niemodyfikowanych dla par i gazów, przy jednocześnie bardzo małej nasiąkliwości wodą, wynoszącej 0,2% po 170 h w temperaturze normalnej. W związku z tym powłoki z wyrobów silikonowych są wyjątkowo odporne na działanie wody w temperaturze normalnej, a mało odporne na działanie pary wodnej, szczególnie przegrzanej oraz na działanie bardziej agresywnych rozpuszczalników.

Do wad powłok silikonowych zalicza się pewną skłonność do termoplastyczności i w związku z tym mniejszą odporność na działanie ścierające. Pokrycia silikonowe niemodyfikowane stosowane do zabezpieczenia obiektów eksploatowanych w wysokich temperaturach zapewniają ich ochronę jedynie w atmosferach suchych i są mało odporne - ze względu na przepuszczalność gazów - na działanie atmosfer wilgotnych i zanieczyszczonych.

Pokrycia termoodporne z żywic silikonowych niemodyfikowanych odznaczają się wieloma właściwościami, z których na podkreślenie zasługują:

Żywic silikonowe modyfikowane organicznie

Modyfikacja organiczna jest konieczna dla zapewnienia równowagi odpowiednich cech pokrycia takich jak adhezja, elastyczność i cena. Stosując rozmaite organiczne modyfikacje stwierdzono, że ich dodatek w ilości od 20 do 30% jest optymalny. Niższa zawartość substancji organicznych sprawia, że pokrycie zachowuje polisiloksanowy charakter, tzn. szklista struktura ze skłonnością do pęknięcia i słabą adhezją do podłoża. Należy jednak podkreślić, że modyfikacja organiczna okupiona jest najczęściej obniżeniem termicznych właściwości pokrycia.

Stosunkowo najmniejszym ubytkiem termoodporności cechują się wyroby silikonowe sporządzone na polimetylofenylo- siloksanach modyfikowanych poliestrami kwasu tereftalowego. Wykazują one odporność na trwałe działanie temperatury ok. 180°C. Zalicza się je, podobnie jak wyroby sporządzone z niemodyfikowanych żywic silikonowych, do grupy wyrobów o dużej odporności termicznej.

Wyraźny wzrost chemoodporności przy jednoczesnym znacznie większym spadku termoodporności uzyskuje się przez modyfikowanie żywic silikonowych żywicami epoksydowymi, izocyjanianowymi lub fenolowymi. W tej grupie stosunkowo najwyższą termoodpornością odznaczają się wyroby silikonowo-izocyjanianowe, które ponadto wykazują zdolność do wysychania w temperaturze normalnej, co jest bardzo korzystne.

Oddzielną bardzo ważną grupę stanowią wyroby sporządzone na żywicach silikonowych modyfikowanych żywicami alkidowymi, szczególnie ftalowymi. Wyroby tego typu odznaczają się w porównaniu z ftalowymi szeregiem bardzo korzystnymi właściwościami, jak większą odpornością na działanie czynników biologicznych, co przejawia się już przy niezbyt dużej zawartości składnika silikonowego.

Wyroby silikonowe, z wyjątkiem utwardzanych na zimno izocyjanianami i niektórych modyfikowanych żywicami alkidowymi, należą do grupy wyrobów piecowych. Uzyskanie pełnego utwardzenia wyrobów sporządzonych na modyfikowanych żywicach silikonowych wymaga temperatur wyższych od 200°C oraz stosowania odpowiednich katalizatorów utwardzania. Do najlepszych z nich są zaliczane mieszaniny naftenianu i spolimeryzowanego tytanianu butylu.

Wyroby chlorokauczukowe

Charakterystyka ogólna

Wyroby chlorokauczukowe są roztworami chlorowanego kauczuku naturalnego, o zawartości 67-68% chloru, w rozpuszczalnikach węglowodórnych, octanach lub w octanach glikoli, zawierających plastyfikatory lub zmiękczacze, stabilizatory przeciwdziałające rozkładowi chlorokauczuku oraz zdyspergowane (w tych roztworach) odpowiednio dobrane pigmenty. Roztwory chlorokauczuku nie zawierające plastyfikatorów dają powłoki twarde, kruche i porowate.

Chlorokauczuk jest produkowany pod postacią bezwonno białego proszku. Jego ciężar właściwy wynosi 1,5-1,64 g/cm³ współczynnik załamania światła 1,554 w temperaturze 20°C, a temperatura topnienia 60°C. W temperaturze ok. 130°C chlorokauczuk ulega rozkładowi z wydzielaniem chlorowodoru. Reakcję przyśpiesza działanie promieniowania słonecznego, Dlatego też wyroby chlorokauczukowe, przeznaczone do eksploatacji w

środowiskach atmosferycznych, są z reguły pigmentowane i powinny zawierać dodatek stabilizatorów, np. olejów roślinnych epoksydowanych. Chlorokauczuk określa się zazwyczaj stopniem jego spolimeryzowania (oznaczanym przez pomiar lepkości 20% roztworu chlorokauczuku w toluenie w temp. 25°C) oraz stabilnością.

Rodzaje wyrobów chlorokauczukowych

Najczęściej stosowane są wyroby chlorokauczukowe chemoodporne i chlorokauczukowo-ftalowe. Wyroby chlorokauczukowe chemoodporne charakteryzują się schnięciem fizycznym, a wytwarzane z nich powłoki rozpuszczają się całkowicie w rozpuszczalnikach węglowodnorodnych. Wyroby chlorokauczukowe-ftalowe i chlorokauczukowo-olejne charakteryzują się schnięciem fizyczno-chemicznym, zaś wytwarzane z nich powłoki odznaczają się jedynie częściową rozpuszczalnością w rozpuszczalnikach węglowodnorodnych.

W celu nadania wyrobom chlorokauczukowym przyczepności do podłoża i elastyczności konieczne jest wprowadzenie do nich odpowiednich plastyfikatorów lub zmiękczaczy, względnie żywic ftalowych lub olejów schnących.

Wyroby chlorokauczukowe chemoodporne są produkowane przede wszystkim na roztworach chlorokauczuku z dodatkiem odpowiedniej ilości (40-50%) plastyfikatorów nie zmydlających się; są to najczęściej chlorowane polifenyle lub chlorowane parafiny. Ponadto niekiedy skład wyrobu uzupełnia się dodatkiem nie zmydlających się żywic twardych, np. cykloheksanowych, kumaronowych itp.

Farby chlorokauczukowo-cynkowe są produkowane przeważnie w odmianie bogatej w cynk (90-92% metalicznego cynku w powłoce), przez co nadaje się im lepsze właściwości przeciwrzewne.

Wyroby chlorokauczukowo-ftalowe produkuje się na mieszaninach chlorokauczuku i żywic orto-ftalowych z dodatkiem plastyfikatorów.

Pokrycia chlorokauczukowo-ftalowe składają się zazwyczaj z warstwy farby do gruntowania, zawierającej pigmenty pasywujące lub pył cynkowy oraz z warstwy farby nawierzchniowej lub emalii, zawierających oprócz pigmentów chemoodpornych również inne dodatki (np. biel cynkową).

Jako rozpuszczalniki w wyrobach chlorokauczukowych są stosowane przeważnie węglowodorodne, przede wszystkim ksylene. Przy użyciu octanów lub mieszanin ksylenu z cykloheksanem jest możliwe wprowadzenie do wyrobów chlorokauczukowych benzyny do lakierów jako rozcieńczalnika.

Pigmentacja wyrobów chlorokauczukowych

W zależności od rodzaju środowiska korozyjnego i stopnia jego agresywności do pigmentacji omawianych wyrobów stosuje się:

1. Pigmenty i obciążniki chemoodporne, np. czerwienie żelazowe, ditlenek tytanu oraz szpat ciężki i krzemionkę, wprowadzane do farb do gruntowania, do farb nawierzchniowych oraz do emalii. Pigmenty te wzmacniają ochronne właściwości barierowe pokryć.
2. Pigmenty pasywujące, np. miedź ołowię lub żółcień cynkową, albo pigmenty o właściwościach protektorowo-ochronnych, np. pył cynkowy, wprowadzane do farb do

gruntowania.

3. Pigmenty o 0% strukturze płatkowej, jak np. błyszczyk 0-230°żelaza 0-230°lub 554 brąz 0-92% aluminiowy, wprowadzane do farb nawierzchniowych i emalii.

Właściwości wyrobów chlorokauczkowych

Farby chlorokauczkowe chemoodporne słabiej zwilżają podłoże stalowe w porównaniu z wyrobami olejnymi, czy nawet ftalowymi. Dlatego nakłada się je na szczególnie starannie oczyszczone, a jeszcze korzystniej wstępnie zabezpieczone za pomocą powłok konwersyjnych podłoże, co bardzo sprzyja zwiększeniu ich przyczepności.

Właściwości pokryć chlorokauczkowych są uwarunkowane rodzajem wyrobów wchodzących w ich skład. Odporność chemoodpornych pokryć chlorokauczkowych na czynniki chemiczne jest następująca:

Czynniki chemiczne	Określenie odporności
Rozcieńczone zimne kwasy mineralne	Bardzo dobra
Rozcieńczone i stężone zimne alkalia	Bardzo dobra
Mgła solna	Dobra
Alkohole	Bardzo dobra
Węglowodory alifatyczne i oleje mineralne	Dobra
Węglowodory aromatyczne, estry, ketony	Zła
Oleje zwierzęce i roślinne	Zła

Ponadto wykazują odporność na roztwory nadmanganianu potasu, chromianu sodu i potasu, siarczanu miedzi, siarczanu cynku, azotanu srebra oraz chlorków, bromków i jodków, tudzież kwasu mrówkowego, mlekowego, taniny oraz fenolu.

Na ogół odporność pokryć chlorokauczkowych na powyższe roztwory jest dobra w temperaturze pokojowej, a niektóre z nich są nawet odporne na roztwory alkaliczne w temperaturze do 50°C, w miarę zbliżania się do temperatury wrzenia odporność jest coraz gorsza. Niektóre czynniki chemiczne, jak rozpuszczalniki węglpochodne, estry, ketony, oleje zwierzęce i roślinne oraz kwasy tłuszczowe i kwas octowy atakują pokrycia chlorokauczkowe już na zimno.

Odporność pokryć chlorokauczkowych na działanie czynników chemicznych może się zmienić (czasem nawet dość znacznie) w zależności od rodzaju użytych plastyfikatorów oraz pigmentów i obciążników.

Odporność chemoodpornych pokryć chlorokauczkowych na długotrwałe działanie umiarkowanych czynników atmosferycznych jest ograniczona. Jest ona większa w środowiskach alkalicznych oraz obojętnych niż w środowiskach kwaśnych. Granice odporności termicznej w atmosferze suchej wynosi ok. 90°C, a w atmosferze wilgotnej ok. 50°C.

Odporność pokryć chlorokauczkowo-ftalowych i chlorokauczkowo-olejnych na stałe oddziaływanie ciekłych związków chemicznych jak i wody jest mierna lub wręcz zła.

Natomiast odporność pokryć chlorokauczkowo-ftalowych na stałe długotrwałe oddziaływanie czynników atmosferycznych o znacznej, ale nie największej agresywności (na atmosfery przemysłowe i chemiczne mniej agresywne) jest większa w porównaniu z odpornością pokryć chlorokauczkowych chemoodpornych.

Na podkreślenie zasługuje również znaczna odporność pokryć chlorokauczkowych na działanie czynników ścierających oraz ich właściwości pleśniobójcze wynikające z zawartości chloru; stąd odporność na warunki tropiku wilgotnego.

Zastosowanie wyrobów chlorokauczukowych

Wyroby chlorokauczukowe chemoodporne należy stosować w środowiskach chemicznych, występujących w różnych mezoklimatach klimatu umiarkowanego, tropikalnego wilgotnego i półwilgotnego. Można je również stosować z dobrymi wynikami w mikroklimatach chemicznych występujących w pomieszczeniach zamkniętych. Wyroby chlorokauczukowo-ftalowe znajdują zastosowanie w środowiskach przemysłowych i chemicznych o umiarkowanej agresywności we wszystkich mezoklimatach klimatu umiarkowanego oraz w różnych mikroklimatach o analogicznej agresywności.

Wyroby chlorokauczukowo-olejne są stosowane jedynie jako podkłady pod farby nawierzchniowe lub emalie chlorokauczukowo-ftalowe, a czasem również pod emalie chlorokauczukowe chemoodporne.

Wyroby cynkowo-nieorganiczne

Wyroby silikonowo-cynkowe

Nieorganiczne wyroby cynkowe zwykle zawierają żywicę silikonową i twardnieją według różnych mechanizmów. Wyroby silikonowe są wyjątkowe tym, że reagują z powierzchnią stali tworząc z nią silne wiązania chemiczne. Wyroby te mogą być tak komponowane by zawierały niewielkie ilości lotnych rozpuszczalników lub były wodorozcieńczalne. Film silikonowy jest bardzo twardy i odporny na ścieranie. Nie jest jednak dostatecznie elastyczny, dlatego gdy nałożona warstwa jest zbyt gruba wówczas pojawia się tendencja do pęknięcia.

Cechą charakterystyczną nieorganicznych powłok cynkowych jest relatywnie wysoka porowatość. W takich warunkach ochronę podłoża przed korozją zapewnia pył cynkowy, stanowiący anodę poświęceniową w powstających mikroogniwach, w których katodą jest stalowa powierzchnia (pod warunkiem, że ilość pyłu cynkowego w powłoce jest na tyle duża, aby umożliwić kontakt elektryczny pomiędzy drobinami metalu). Z czasem produkty korozji cynku zapelniają nieszczelności powłoki; od tej chwili zmienia się mechanizm ochronny powłoki z protektorowego (katodowego) na barierowy. Jeśli bariera zostanie w jakikolwiek sposób uszkodzona, wówczas znowu mechanizm ochrony zmienia się na katodowy, produkty korozji zakrywają nieszczelność i ochrona barierowa zostaje w ten sposób przywrócona. Powłoki te wymagają bardzo starannego przygotowania powierzchni.

Podczas malowania zawartość puszek powinna być często mieszana, ponieważ ciężkie cząstki cynku szybko opadają na dno. Powłoki cynkowo-silikonowe nie przylegają do siebie dobrze, dlatego bezpieczniej jest naprawiać je używając organiczne wyroby cynkowe. Problemy mogą się także pojawić przy nakładaniu warstw nawierzchniowych z wyrobów organicznych. Pęcherzyki powietrza lub oparów rozpuszczalnika wydostające się z porowatej powłoki silikonowej mogą powodować skazy powłoki nawierzchniowej. Z tego powodu, a także z uwagi na dobre w wielu warunkach właściwości nieorganicznych powłok cynkowych lepiej nie nakładać na nie powłok organicznych.

Organiczne powłoki bogate w pigment cynkowy są mniej wymagające, jeśli chodzi o stan powierzchni pod wymalowanie i są łatwe do nakładania warstwy nawierzchniowej. Tym niemniej, powłoki nieorganiczne, jeśli zostaną prawidłowo naniesione, wykazują niezwykłą trwałość w warunkach atmosferycznych. Cynk jednakże jest atakowany przez kwasy i alkalia. Powłoki te nie są często stosowane w warunkach zanurzenia z uwagi na obawy dotyczące ich trwałości w takim otoczeniu.

W odróżnieniu od powłok cynkowych-organicznych powłoki nieorganiczne nie są podatne na degradację np. utleniającą pod działaniem światła, temperatury lub chemikaliów. Przyczyny tej trwałości są następujące

1. Wysoka energia wiązań pomiędzy atomami krzemem i tlenem (452 kJ/mol) tworzącymi łańcuch polimerowy. Dla porównania energia wiązań węgiel-węgiel w polimerach organicznych wynosi 'tylko' 350 kJ/mol. Zatem polimery silikonowe są bardziej odporne na działanie temperatury lub promieniowania UV niż polimery organiczne

2. Wiązania krzem-tlen są już utlenione i stąd wynika ich niewrażliwość na utleniające działanie tlenu lub większości innych związków chemicznych

Wady i zalety silikonowych wyrobów cynkowo-nieorganicznych	
Zalety	Ograniczenia
Niska zawartość lotnych rozpuszczalników	Wymagają czystej, czyszczonej strumieniowo-ściernie powierzchni
Świetna odporność na ścieranie	Wymagają fachowego nakładania
Świetna odporność na wysokie temperatury	Konieczne częste mieszanie podczas nakładania
Dobra trwałość atmosferyczna	Trudne do nakładania warstw nawierzchniowych
	Atakowane przez kwasy i alkalia
	Wysoka cena

Wyroby krzemianowo-cynkowe

Ortokrzemiany cynku (etylu) są dwuskładnikowym wyrobem, który sporządza się przed wymalowaniem poprzez dodanie pyłu cynkowego do roztworu wodnego krzemianów. Stosowany jest do tego celu krzemian potasu o wysokim stosunku (module) $\text{SiO}_2:\text{K}_2\text{O}$, wynoszącym 3,85:1, który umożliwia uzyskanie powłok samoutwardzających. Twardnienie powłoki odbywa się z udziałem wody absorbowanej z powietrza. Powłoki z wysokoprocenowych farb krzemianowo-cynkowych są bardzo odporne na działanie wody zwykłej i morskiej, benzyn, ropy naftowej, olejów mineralnych i roślinnych oraz wytrzymują działanie wyższych temperatur (400-500°C). W pełni usieciowane powłoki uzyskuje się przez wprowadzenie dodatku katalizatorów kwaśnych i utwardzanie wymalowań w temperaturze ok. 150°C w ciągu 30 min. Jedną ze specjalnych zalet farb krzemianowo-cynkowych jest ich nietoksyczność i niepalność. Umożliwia to bezpieczne stosowanie ich do malowania powierzchni wewnętrznych zbiorników na wodę pitną, ropę, benzynę i inne ciecze. Ponadto powłoki z ortokrzemianów cynku odznaczają się świetnymi właściwościami antykorozyjnymi, doskonałą odpornością na ścieranie i zużycie oraz wytrzymałością na działanie środowisk chemicznych w zakresie, pH 6-9.

Wyroby fenolowe

Charakterystyka ogólna

Wyroby fenolowe sporządzane są przeważnie na modyfikowanych żywicach fenolowych typu rezoli. Cechą charakterystyczną rezoli jest ich zdolność przechodzenia pod wpływem wyższych temperatur w rezity, produkty daleko usieciowane, nierozpuszczalne i nietopliwe.

Żywice typu rezoli otrzymuje się przez kondensację fenoli z formaldehydem w środowisku alkalicznym w obecności wyższych alkoholi, przede wszystkim butanolu. Tak uzyskiwane

rezole mogą być następnie modyfikowane kwasami tłuszczowymi lub olejami schnącymi. Żywice tego typu są rozpuszczalne w węglowodorach aromatycznych.

Pokrycia wytwarzane z wyrobów fenolowych sporządzanych na eteryfikowanych rezolach modyfikowanych, kwasami tłuszczowymi lub olejami schnącymi (np. olej tungowy) odznaczają się nie tylko bardzo dużą twardością, dobrą odpornością na działanie rozpuszczalników i termoodpornością właściwą rezitom, lecz również i znaczną przyczepnością do stali oraz elastycznością. Pełne przejawienie się korzystnych właściwości tych pokryć jest uzależnione jednak od utwardzenia termicznego w wysokich temperaturach, co stanowi poważne utrudnienie szerszego zastosowania w praktyce przemysłowej. Wyroby utwardzane na zimno wobec odpowiednich katalizatorów mają znacznie gorsze właściwości od wyrobów piecowych. Wyroby fenolowe są stosowane w postaci pigmentowanej lub niepigmentowanej. Podkłady pigmentowane wytwarzane są często z kombinowanych spoiw fenolowo-ftalowych, a nawet czysto ftalowych, pigmentowanych, żółcieniem cynkową z dodatkiem wypełniaczy. Emalie są sporządzane na pigmentach chemoodpornych, z których najczęściej są stosowane wysokoprocentowe czerwienie żelazowe i ditlenek tytanu. Do celów chemoodpornych jest używany brąz aluminiowy oraz grafit.

Charakterystyka pokryć fenolowych

Pokrycia fenolowe odznaczają się:

1. Dużą odpornością na działanie większości rozpuszczalników (alifatycznych, aromatycznych, alkoholi i in.) w temperaturach normalnych
2. Dużą odpornością na działanie czynników ścierających
3. Znaczną odpornością na działanie wyższych temperatur, nawet z możliwością stosowania do 280°C
4. Bardzo dobrą odpornością na działanie wody w temperaturach normalnych
5. Dobrą odpornością na działanie rozcieńczonych kwasów nieorganicznych, szczególnie solnego
6. Dobrą odpornością na działanie roztworów soli
7. Bardzo dobrą odpornością na działanie atmosfer chemicznych, szczególnie bogatych w opary rozpuszczalników, ale również wilgotnych i zanieczyszczonych aerozolami elektrolitów
8. Bardzo dobrą odpornością na działanie czynników biologicznych
9. Nieznaczną odpornością na działanie alkaliów
10. Złą odpornością na działanie związków fenolowych

Wyroby olejne

Niemodyfikowane farby olejne nie wymagają najwyższej czystości pokrywanego podłoża. Cechuje je świetna elastyczność, dzięki czemu łatwo rozszerzają się lub kurczą wraz z podłożem. Mają jednak szereg wad: schną powoli i relatywnie krótko chronią podłoże. Nie mogą być stosowane w zanurzeniu w wodzie i na podłożu alkalicznym (np. na betonie), ponieważ łatwo hydrolizują w obecności alkaliów. Najczęściej stosowane do drewna i stali.

Charakterystyka ogólna

Wyroby olejne produkowane są z naturalnych olejów schnących, spośród których najczęściej jest stosowany olej lniany oraz olej tungowy. Oprócz roślinnych olejów schnących są stosowane również oleje roślinne półschnące (sojowy) i nieschnące (rycynowy), którym zdolność należytego wysychania nadaje się przez poddanie ich procesowi izomeryzacji i dehydratacji. W celu nadania olejom roślinnym dodatkowych pożądanych właściwości, a szczególnie zdolności szybszego wysychania, modyfikuje się

je styrenem, kwasem maleinowym, cyklopentadienem, względnie izocyjanianami. Zakres stosowania wymienionych olejów modyfikowanych jest jednak ograniczony.

Oleje roślinne są to mieszaniny trójglicerydów, których stopień nienasycenia zależy od rodzaju wchodzących w ich skład kwasów tłuszczowych. Najczęściej stosowany olej lniany jest mieszaniną trójglicerydów kwasów nienasyconych (linolenowego, linolowego i olejowego) oraz kwasów nasyconych (palmitynowego i stearynowego). Głównym składnikiem oleju tungowego jest kwas, eleostearynowy ulegający łatwo daleko idącej polimeryzacji.

Właściwości olejów schnących uszlachetnia się poddając je rafinacji, polimeryzacji termicznej, oksypolimeryzacji i siarkowaniu. Uzyskiwane w ten sposób oleje polimeryzowane o różnym stopniu zagęszczenia są półproduktami wyjściowymi do produkcji farb i emalii olejnych. Proces wysychania wyrobów olejnych przebiega z pobraniem tlenu z powietrza i jest katalizowany przez wprowadzenie do nich sykatyw. Charakteryzuje się on stopniowym, zazwyczaj dość wolno, przebiegającym twardnieniem błony, postępującym od jej warstwy bezpośrednio stykającej się z powietrzem ku warstwom głębiej położonym.

Wyroby pokostowe otrzymuje się z olejów rafinowanych, odbiałczonych, izomeryzowanych oraz słabo spolimeryzowanych. Wyroby polipokostowe polimeryzacyjne otrzymuje się przez polimeryzację termiczną olejów w temp. 285÷290°C. Wyroby polipokostowe oksypolimeryzacyjne otrzymuje się przez utlenienie olejów w podwyższonych temperaturach rzędu 120÷130°C. Wyroby polipokostowe siarkowe otrzymuje się przez dodatkowe siarkowanie chlorkiem siarki olejów utlenionych, zwanych dmuchanymi.

Przeciwrdzewne wyroby olejne

Produkowane są przede wszystkim na oleju lnianym, stosowanym samodzielnie lub w mieszaninie z olejem tungowym. Do gruntowania stali i żeliwa są stosowane przeważnie farby olejne miniowe na niespolimeryzowanym rafinowanym lub niskopolimeryzowanym oleju lnianym.

Pigmentacja wyrobów olejnych

Pigmentem najszerszej stosowanym do wyrobu farb olejnych do gruntowania stali i żeliwa jest minia ołowiowa.

Do pigmentowania wyrobów nawierzchniowych stosuje się następujące pigmenty:

1. Biel cynkową, którą ściemnia się w razie potrzeby do barwy szarej przez dodanie sadzy lub czerni żelazowej
2. Błyszczak żelaza stosowany samodzielnie lub z dodatkiem sadzy, czerni żelazowej lub bieli cynkowej.
3. DITLENEK TYTANU w mieszaninie z obciążnikami i dodatkiem sadzy lub czerni żelazowej
4. Brąz aluminiowy.

Właściwości pokryć olejnych

Pokrycia takie są mało odporne na działanie atmosfery o wysokiej i stałej zawartości wilgoci, na częste i wyraźne zmiany temperatury oraz na dłuższe trwające silne nasłonecznienie, które wywołuje żółknięcie powłok. Pokrycia olejne są mało odporne na działanie atmosfery agresywnej (chemicznej i przemysłowej) na ługi, na kwasy i wiele innych substancji chemicznych. Ponadto krótkotrwała jest odporność ich na stałe działanie temperatur powyżej 70-80°C. Pokrycia olejne zawierające olej tungowy są mało odporne

na działanie niskich temperatur w czasie silniejszych mrozów, a pokrycia produkowane na polipokostach siarkowanych wykazują względnie dobre zachowanie się nawet w atmosferze przemysłowej o umiarkowanym stopniu agresywności.

Wyroby poliuretanowe

Charakterystyka ogólna

Wyroby poliuretanowe stanowią grupę nowoczesnych dwu- lub jednoskładnikowych wyrobów lakierowych. Wyroby dwuskładnikowe schnące na powietrzu składają się z roztworu żywicy izocyjanianowej, w którym zdyspergowane są pigmenty - żywica poliestrowa. W wyniku reakcji, jaka natychmiast po wymieszaniu obu składników zachodzi pomiędzy grupami izocyjanianowymi żywicy izocyjanianowej, a grupami wodorotlenowymi żywicy poliestrowej, powstają wielkocząsteczkowe żywice poliuretanowe, które po ich rozprowadzeniu na podłożu zestalają się w powłoki o bardzo dużej twardości i dobrej wodoodporności. Wymieniona reakcja przebiega w całej masie wymalowania już w temperaturze normalnej i bez współdziałania tlenu. Izocyjaniany wykazują wysoką reaktywność w stosunku do wody, alkoholu i innych związków, zawierających grupy wodorotlenowe. W związku z tym do wyrobów zawierających izocyjaniany nie należy wprowadzać rozpuszczalników zawierających nawet śladowe ilości wody. Zazwyczaj stosowany jest przynajmniej 98% octan etylu lub mieszanina octanu etylu z ksylenem.

Podstawowym składnikiem żywic izocyjanianowych jest diizocyjanian toluenu. Ze względu na jego lotność i trujące działanie są stosowane jego związki uzyskiwane w wyniku jego reakcji z trimetylopropanem. Żywice poliestrowe stanowią produkty reakcji bezwodnika kwasu ftalowego lub kwasu adypinowego, względnie mieszanin tych kwasów z polialkoholami. Inny rodzaj żywic, które mogą być utwardzane izocyjanianami stanowią polietera zawierające wolne grupy wodorotlenowe. Powłoki z tego typu żywic wyróżniają się znaczną odpornością na wodę, alkalia i kwasy. Reaktywność izocyjanianów stwarza możliwość utwardzania nimi żywic epoksydowych. Produkty o bardzo interesujących właściwościach uzyskuje się przez przereagowanie polioli (alkoholi wielowodorotlenowych), względnie mono- lub diglicerydów kwasów tłuszczowych z diizocyjanianami.

Otrzymywane w ten sposób żywice uretano-alkidowe charakteryzują się korzystnymi właściwościami. Uzyskiwane z nich powłoki są bardzo odporne na działania atmosferyczne, na wodę oraz czynniki ścierające i przewyższają w tym względzie nawet wyroby epoksydowo-estrowe. Ponadto wyroby uretanowo-alkidowe odznaczają się bardzo szybkim schnięciem oraz doskonałą przyczepnością do podłoża. Z powodu pewnej skłonności do żółknienia na powietrzu stosuje się je zazwyczaj do gruntowania. Kombinacje żywic poliestrowych ze smołami i pakami pogazowymi mogą być utwardzane izocyjanianami, co stwarza pewne ich podobieństwo do wyrobów epoksydowo-bitumicznych.

Zestawy wymienionego typu można utwardzać nawet w temperaturach poniżej 15°C. Powłoki z tych kompozycji wykazują bardzo dobrą odporność na stałe działanie wód różnego rodzaju, a są odporne na działanie czynników atmosferycznych przewyższają wyroby epoksydowo-bitumiczne.

W skład wyrobów poliuretanowych wchodzić może większość pigmentów z wyjątkiem higroskopijnych (np. sadzy) i zasadowych (np. bieli cynkowej lub minii ołowiowej). W związku z tym do farb nawierzchniowych i emalii są wprowadzane na ogół tylko pigmenty obojętne, a do farb do gruntowania jedynie specjalne gatunki, żółceni cynkowych.

Z powodu reaktywności izocyjanianów poliuretany są wrażliwe na wilgoć i połysk może być słaby, jeśli mokre pokrycie znajduje się w wilgotnej atmosferze. Wyroby jednoskładnikowe twardnieją z wykorzystaniem wilgoci zawartej w atmosferze. Toksyczność składnika izocyjanianowego jest wielkim problemem i stwarza konieczność właściwej ochrony personelu (maski gazowe) wykonującego pokrycie.

Charakterystyka pokryw poliuretanowych

Pokrycia poliuretanowe cechuje znaczna odporność na działanie atmosfer o różnym stopniu i rodzaju agresywności, w tym również bardzo wilgotnych, nie wyłączając atmosfer klimatu tropikalnego wilgotnego, różnych wód i kwasów mineralnych rozcieńczonych, a ponadto na działanie czynników powodujących ścieranie powłok malarskich.

Wyroby poliuretanowe dostępne są w rozmaitych kompozycjach, np. mogą być wytrzymałe lub elastyczne. Wykazują świetne właściwości w większości środowisk. Poliuretany alifatyczne bardzo dobrze znoszą silne nasłonecznienie, poliuretany aromatyczne wręcz przeciwnie, lecz za to wykazują większą odporność chemiczną. Oba typy mogą być tak skomponowane by zawierały niewiele lotnych rozpuszczalników.

Należy zaznaczyć, że pokrycia poliuretanowe pod względem odporności na wyliczone czynniki przewyższają nawet pokrycia epoksydowe, które można zastąpić nimi w pewnych określonych środowiskach.

Wady i zalety pokryw poliuretanowych

Zalety	Ograniczenia
Niska zawartość lotnych rozpuszczalników	Silnie toksyczne, konieczna ochrona personelu
Dobra odporność na rozpuszczalniki	Wrażliwe na wilgoć
Dobra twardość i elastyczność	Wymagany dobrze wyszkolony personel
Mogą mieć wysoki połysk	Krótki czas przydatności mieszanki do nakładania
Trwałość	Wymagane strumieniowo-ścierne przygotowanie powierzchni
Dobra odporność na ścieranie	

Grunty reaktywne

Do wytwarzania nieorganiczno-organicznych powłok częściowo konwersyjnych stosuje się wyroby lakierowe, zwane farbami reaktywnymi (reagującymi).

Są to wyroby lakierowe o swoistym składzie, decydującym o szczególnie dużej przyczepności powłoki do stali i metali lekkich oraz o zdolności ochrony podłoża. Ponadto sprzyjają one należytemu zwarciu się pokrycia malarskiego z powierzchnią.

Farby reaktywne są to specjalne wyroby poliwinylowe składające się z dwóch oddzielnie dostarczanych komponentów, które miesza się ze sobą dopiero bezpośrednio przed użyciem. Mechanizm działania farb reaktywnych polega na zdolności reagowania ich składników podstawowych, którymi są czterozasadowy chromian cynku zdyspergowany wraz z obciążnikiem w roztworze żywicy poliwinylbutylarowej oraz wodnoalkoholowy roztwór kwasu ortofosforowego.

Przyjmuje się, że w reakcji kwasu fosforowego z zasadowym chromianem cynku wydziela się kwas chromowy, który działa utleniająco. Reakcja ta zachodzi tylko w obecności łatwo utleniającego się rozpuszczalnika. Redukcja kwasu chromowego do trójwartościowego

chromu wywołuje uszlachetnienie się potencjału podłoża stalowego oraz wzrost pH roztworu. Stwierdza się także korzystny wpływ wody na właściwości pasywujące farb reaktywnych. Zdolność pasywująca oraz przyczepność gruntu reaktywnego zależy ponadto od zawartości kwasu fosforowego.

Dla każdego rodzaju farb istnieje pewna optymalna ilość kwasu fosforowego. Zmniejszenie tej zawartości wpływa na obniżenie przyczepności gruntu do podłoża, a zwiększenie - skraca nadmiernie czas używalności farby. Powłoki uzyskiwane z reaktywnych farb poliwinylowych schną bardzo szybko (kilkanaście minut) i tworzą doskonały podkład pod różne pokrycia malarskie. Szczególnie nadają się one pod wyroby rozpuszczalnikowe w skład, których wchodzi rozpuszczalniki alkoholowe i ketony; jednakże i inne wyroby wykazują na ogół dobrą przyczepność do powłok z farb reaktywnych. Należy zaznaczyć, że farby te nie zastępują farb ochronnych do gruntowania, lecz tylko współpracują z nimi. Ich odporność na wpływy atmosferyczne jest dosyć duża i wynosi, w zależności od warunków klimatycznych (zawartości wilgoci w powietrzu) od kilku dni do kilku tygodni, czym przewyższają znacznie powłoki fosforanowe.

Farby reaktywne dają najlepsze wyniki na powierzchniach oczyszczonych z rdzy i zgorzeliny. Mogą być również stosowane z wynikiem zadowalającym na powierzchni pokryte nieznacznymi ilościami rdzy nalotowej oraz dobrze przyczepnej zgorzeliny. Farby reaktywne są stosowane z bardzo dobrymi wynikami na powierzchni z metali lekkich i stali nierdzewnych, jako warstwy pośrednie dla zwiększenia przyczepności pokrycia malarskiego.

Składniki powłok

Podstawowe składniki stosowane do komponowania powłok można zaliczyć do trzech zasadniczych kategorii - rozpuszczalnik, żywica i pigment. Każda z tych kategorii odgrywa określoną rolę w powstawaniu powłoki. Żywica (lub spoiwo) oraz rozpuszczalnik stanowią część płynną, czasami nazywaną nośnikiem. Ponieważ rozpuszczalnik wyparowuje podczas zestalania powłoki, bywa on nazywany lotnym nośnikiem, zaś żywica - nielotnym nośnikiem. Żywica i pigment tworzą stały film po odparowaniu rozpuszczalnika. Historycznie, pierwsze farby były komponowane z użyciem roślinnych i rybich olejów jako spoiwa oraz mineralne pigmenty. Pierwsze rozpuszczalniki pochodziły z drzew, np. terpentyna. Obecnie żywice i rozpuszczalniki otrzymuje się z ropy naftowej, zaś wiele pigmentów otrzymuje się na drodze organicznej syntezy lub modyfikacji minerałów.

Rozpuszczalniki

Używane są rozpuszczalniki organiczne, których rolą jest rozpuszczenie materiału żywicy oraz obniżenie lepkości produktu w celu ułatwienia nakładania powłoki. One także kontrolują rozlewność, wysychanie, trwałość i przyczepność. Polimery stosowane do wyrobu farb różnią się formułą chemiczną, strukturą, a także rozpuszczalnością w cieczach organicznych. Niektóre z nich wymagają bardzo silnych rozpuszczalników, bądź nawet mieszaniny różnorodnych rozpuszczalników. Mieszanina ta powinna zapewniać całkowite rozpuszczenie spoiwa, oraz powinna być właściwie zbilansowana dla zapewnienia zgodności i stabilności podczas wszystkich etapów utwardzania powłoki. Niespełnienie tego wymogu może wywołać przydymienie powłok, wypłynięcie pigmentu na powierzchnię ciekłej powłoki lub skrócenie żywotności pokrycia. Rozpuszczalniki w farbie wyparowują do atmosfery i przyczyniają się do tworzenia fotochemicznego smogu. Tak, więc, występuje silna presja społeczna na zmianę składu wyrobów malarskich na takie, które nie zawierają parujących rozpuszczalników.

W przypadku powłok opartych na wodzie, mamy raczej do czynienia z mieszaninami dyspersyjnymi niż z roztworami właściwymi (jednorodnymi).

Żywica

Żywice, czyli spoiwa, są częścią wyrobu malarskiego wytwarzającego warstwę. Są to zwykle stałe polimery o wysokiej masie cząsteczkowej. W niektórych przypadkach polimery o niskiej masie cząsteczkowej zmieszane z innym niskocząsteczkowym polimerem tworzą mieszaninę reakcyjną, z której powstaje nowy i wysokocząsteczkowy polimer. Żywica odpowiedzialna jest za wiele cech pokrycia. Tak, więc, powłoki są zwykle rozpoznawane i klasyfikowane w oparciu o rodzaj polimeru tworzącego spoiwo.

Najważniejsze cechy powłok związane z chemią żywic są następujące:

1. Mechanizm i czas twardnienia
2. Zachowanie w rozmaitych środowiskach
3. Zachowanie na rozmaitym podłożu
4. Zgodność z innymi powłokami
5. Elastyczność i wytrzymałość
6. Odporność atmosferyczna
7. Przyczepność
8. Łatwość nakładania kolejnych warstw i łatwość naprawy
9. Cechy użytkowe (zwilżalność, budowa, trwałość magazynowa itp.)

Pigment

Pigment stanowi część stałą niejednorodnej fazowo farby. Pigmenty są nierozpuszczalne w nośniku i są zasadniczo cięższe niż część ciekła farby. Dlatego mogą one osadzić się na dnie pojemnika, w którym składowana jest farba. Pigmenty naturalne są z zasady znacznie bardziej odporne na działanie światła naturalnego niż syntetyczne pigmenty organiczne.

Obecność pigmentu w powłoce wywołuje następujące pożądane cechy pokrycia:

1. Krycie
2. Barwę
3. Hamowanie korozji
4. Odporność pogodowa
5. Odporność na wilgoć
6. Stopień połysku i twardość
7. Budowę i wzmocnienie warstwy

Podstawową rolą pigmentu jest zapewnienie krycia podłoża i ochrona organicznej żywicy przed niszczącym działaniem słonecznego promieniowania ultrafioletowego. Żywice organiczne degradują się pod działaniem promieniowania słonecznego, jedne bardziej, inne mniej. Dytlenek tytanu, którego cechuje wysoka nieprzezroczystość, jest najczęściej stosowanym pigmentem zapewniającym doskonałe krycie farb białych i jasnych. Jeśli powłoka malarska nie zapewnia wystarczającego krycia podłoża, wówczas konieczne jest nałożenie kolejnej warstwy farby.

Inną istotną rolą niektórych pigmentów - wcześniej już wymienioną - jest zapewnienie ochrony przed korozją. Inhibitory korozji skutecznie hamują niszczenie podłoża metalowego. Pigmenty ołowiowe i chromianowe wykazujące działanie inhibicyjne na rozwój korozji, i w przeszłości powszechnie wykorzystywane, są obecnie zabronione z powodu toksycznego działania na ludzi i środowisko. Poniżej przedstawiono przykłady pigmentów inhibicyjnych, tych używanych w przeszłości i stanowiących potencjalnie zagrożenie zdrowia oraz tych stosowanych (zalecanych) obecnie.

Względnie niebezpieczne	Względnie bezpieczne
Minia ołowiowa	Tlenek cynku
Biel ołowiowa	Fosforan cynku
Chromian cynku	Molibdenian cynku
Chromian strontu	Borokrzemian wapnia
Zasadowy krzemochromian ołowiu	Fosforokrzemian wapnia
	Fosforokrzemian cynku
	Metaboran baru
Typowe pigmenty - inhibitory korozji	

Pigmenty mogą także poprawić przyczepność oraz zmniejszyć przepuszczalność wilgoci. Pigmenty metaliczne takie jak aluminium wykazują skłonność do układania się w filmie w równoległe płaszczyzny, które skutecznie zwiększają drogę, jaką musi pokonać wilgoć, aby osiągnąć podłoże.

Przy zachowaniu niezmienności innych składników farby, im większy jest stosunek ilości spoiwa do ilości pigmentu tym bardziej błyszcząca powłoka można otrzymać. Wielkość ziaren pigmentu oraz równomierność jego rozproszenia także wpływają na połysk pokrycia. Stosunek objętościowy pigmentu do spoiwa może zmieniać się w bardzo szerokim przedziale od zera do wartości krytycznej, powyżej której nie wszystkie ziarna pigmentu są dostatecznie zwilżane przez spoiwo i powłoka może wykazywać zwiększoną porowatość oraz cętkowany wygląd.

Inne składniki

Pozostałe składniki wyrobów malarskich to m. in. substancje zapobiegające pienieniu, ułatwiające rozlewność, zmniejszające połysk, zwalczające pleśnie, promotory adhezji, korektory lepkości i stabilizatory ultrafioletu.

Inne wyroby malarskie

Wyroby sporządzone na polistyrenie lub na jego kopolimerach

Polistyren i jego kopolimery (z butadieniem lub kwasem akrylowym) są stosowane do produkcji farb cynkowych o dużej zawartości cynku (powyżej 90%) metalicznego cynku w powłoce). Kopolimery styrenu i butadienu, względnie winylotoluenu i butadienu znajdują zastosowanie przede wszystkim do produkcji farb emulsyjnych. Znane są jednak gatunki wymienionych kopolimerów rozpuszczalne w rozpuszczalnikach aromatycznych, a nawet alifatycznych. Do produkcji wyrobów przeciwrzecznych i chemoodpornych są zalecane rozpuszczalne kopolimery styrenu i butadienu, które mogą być utwardzane pod bezpośrednim działaniem płomienia (w temp. 300-600°C). Uzyskuje się wówczas bardzo twarde pokrycia o wyjątkowo dużej odporności na działania chemiczne również i w podwyższonych temperaturach.

Wyroby sporządzone na estrach kwasu akrylowego, szczególnie metakrylowego

Wyroby te znajdują zastosowanie w kombinacji z innymi substancjami błonotwórczymi, przede wszystkim z żywicami alkidowymi do wyrobów piecowych. Stwierdzono, że przewyższają one po względem swych właściwości znacznie emalie alkidowo-melaminowe, wyroby tego typu zachowują w znacznie wyższym stopniu od wyżej wymienionych połysk i barwę w warunkach wzmożonej insolacji i wilgotności (np. w tropiku).

Do wytwarzania powłok ochronnych stosuje się kauczuk akrylonitrylowy, który daje bardzo dobre wyniki w kombinacji z kopolimerami winylowymi. Należy zaznaczyć, że wyroby akrylowe wykazują dużą skłonność do retencji rozpuszczalników, w związku, z czym muszą być wypalane w piecu w temp. 100-130°C. Ogranicza to ich zastosowanie do wytwarzania powłok ochronnych.

Wyroby sporządzone na kopolimerach fluorku winylidenu i heksafluoropropylenu (viton)

Usieciowanie tych wyrobów (wulkanizacja) może być przeprowadzone przy zastosowaniu amin polifunkcyjnych, nadtlenków lub wskutek ogrzewania. Właściwości powłok uzyskiwanych z tych wyrobów są lepsze od właściwości powłok polichlorosulfonoetylowych. Pod względem chemo- termoodporności powłoki te należą do najwyższej klasy powłok organicznych.

Wyroby sporządzone na chlorowanym oksycyklobutanie

Chlorowany oksycyklobutan, zawiera ok. 46% chloru. Sporządzane na nim wyroby lakierowe przewyższają znacznie pod względem chemo- i termoodporności wyroby produkowane na innych chlorowanych polimerach. Pokrycia odporne są na temperatury do 125°C oraz na stałe działanie związków organicznych i nieorganicznych.

WYROBY TYPU MASTYKA

- Modyfikowane epoksydy,
- Tolerują gorsze przygotowanie podłoża, St 2-3, Sa 2,5 wg PN-ISO 8501-1;1996,
- Nie zawierają składników smołowych,
- Wykazują wysoką zawartość części stałych,
- Pozwalają na uzyskiwanie dużych grubości powłok w jednej warstwie.

WYTYCZNE DOBORU POKRYĆ MALARSKICH

Przy doborze powłok malarskich, w tym również dla maszyn roboczych i ciężkich uwzględniać należy następujące czynniki:

- agresywność środowiska, w którym wyrób będzie eksploatowany,
- kształt konstrukcji,
- sposób przygotowania powierzchni do malowania - stopień czystości,
- technikę malowania i suszenia,
- czynniki mechaniczne, termiczne i klimatyczne oddziałujące na maszynę w czasie jej eksploatacji,
- zużycie materiałów malarskich,
- ekologię,
- przewidywany czas użytkowania w relacji do poniesionych kosztów,
- aspekt ekonomiczny.

Przy doborze materiałów malarskich oprócz wymagań, co do właściwości suchej powłoki, bardzo istotne są koszty wymalowania związane z samym materiałem malarskim - ilość potrzebna do zakupu, a 00-500° praktycznie koszt 0 wymalowania 1 m².

Obliczanie wydajności teoretycznej materiału malarskiego:

$$\text{Wydajność teoretyczna (m}^2\text{/litr)} = \frac{10 \times \text{zawartość części stałych}}{\text{Grubość powłoki na sucho}}$$

Obliczenie ceny 1 m²:

$$\text{Cena 1 m}^2 \text{ powłoki (bez uwzględnienia strat)} = \frac{\text{Grubość powłoki na sucho} \times \text{cena 1-go litra}}{10 \times \text{zawartość części stałych}}$$

Zużycie farby (litr) do pomalowania danego elementu:

$$\text{Zużycie farby (bez uwzględnienia strat)} = \frac{\text{Grubość powłoki na sucho} \times \text{powierzchnia}}{10 \times \text{zawartość części stałych}}$$

2. PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI DO MALOWANIA.**2.1 CO TO JEST KOROZJA?**

Korozja jest procesem niszczenia metali w wyniku chemicznego lub elektrochemicznego oddziaływania środowiska korozyjnego. Proces ten jest bardzo złożony, a o jego przebiegu decydują następujące czynniki:

- Klimatyczne:
 - Zwilżanie metalu wodą,
 - Wilgotność względna powietrza,
 - Temperatura punktu rosy,
 - Nocne wypromieniowanie energii.
- Środowiskowe:
 - Tlen atmosferyczny,
 - Korozyjne aniony (stymulatory),
 - Kwaśne składniki środowiska,
 - Pleśnie, grzyby i mikroorganizmy.

Ze względu na obraz zniszczeń korozja metali spotykana w praktyce może mieć charakter:

- korozji ogólnej,
- galwanicznej,
- wżerowej,
- szczelinowej,
- międzykrystalicznej,
- naprężeniowej,
- zmęczeniowej.
- oraz erozji - korozji.

Najpowszechniej spotykanym w praktyce przypadkiem zaatakowania korozyjnego jest korozja ogólna, spowodowana przez elektrochemiczne lub chemiczne reakcje zachodzące na powierzchni metalu w środowisku korozyjnym (atmosferycznym, wodnym, w glebie itp.).

Korozji elektrochemicznej podlegają metale w środowisku elektrolitów np. w glebie i atmosferze wilgotnej.

Korozja atmosferyczna zachodzi w warunkach pełnego dostępu tlenu i wilgoci. W

przypadku żelaza przebieg procesu można zapisać w sposób uproszczony następująco:

proces anodowy $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$

proces katodowy $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$

wytrącanie się osadu $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$

dalsze utlenianie $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3$

$2\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Wśród metali i stopów ulegających korozji atmosferycznej największe znaczenie gospodarcze ma stal. Przebieg korozji stali przebiega w następujących etapach:

- Inicjacja,
- Rozprzestrzenianie,
- Pękanie warstw rdzy,
- Twardnienie i stabilizacja rdzy,
- Tworzenie się rdzy płytowej,
- Odpadanie produktów korozji.

Teorie korozji atmosferycznej najczęściej przyjmują mechanizm elektrochemiczny procesu (w szczególności w odniesieniu do stadium początkowego), w dalszych stadiach zachodzą kolejne reakcje przemiany fazowej oraz zjawiska fizyczne, jak pękanie warstw rdzy i przechodzenie jednej postaci krystalicznej w inną. Końcowymi produktami korozji stali są: magnetyt (Fe_3O_4), oksywodorotlenki żelaza oraz głównie getyt (α - FeOOH , czyli α -metawodorotlenek żelaza). Szybkość korozji warunkowana jest głównie obecnością wilgoci i stymulatorów. Wpływ dwutlenku siarki zależy od jego stężenia, wilgotności względnej powietrza oraz rodzaju metalu. Na wiązanie się dwutlenku siarki wpływ mają też opady atmosferyczne. Z kolei obecność chlorku sodu wpływa na to, że korozja jest nie tylko niebezpieczna, gdyż powoduje powstawanie wżerów, ale także przebiega z dużą szybkością. Korozyjne oddziaływanie środowiska przemysłowo – miejskiego jest związane z osadami soli, jakie gromadzą się na powierzchni powłok malarskich oraz innych osadów częściowo rozpuszczonych w wodzie lub oddziałujących na powłokę wskutek jej zmiękczenia, zatrzymywania wilgoci, podtrzymywania życia biologicznego itp. Działanie tych osadów jest zupełnie inne na czystym metalu niż na metalu pomalowanym. Czasami działanie dotyczy tylko powłoki lakierowej, lecz mimo to pośrednio wpływa na korozję podłoża i trwałość wymalowania.

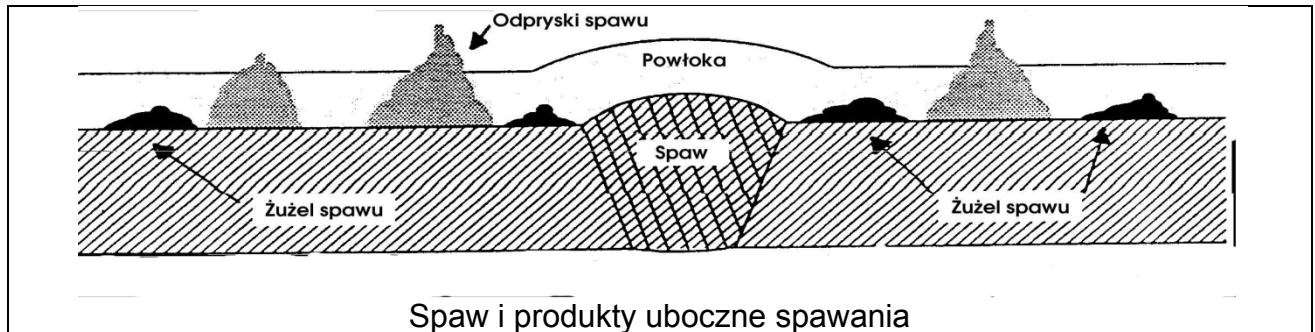
Na obszarach o wysokim stopniu uprzemysłowienia występują zanieczyszczenia pyłem węglowym i koksikiem, a także znaczne ilości związków chemicznych pochodzących z poszczególnych fabryk i terenów budowy. W sąsiedztwie fabryk sody i cementowni osady mają odczyn alkaliczny. Szczególnie mało odporne na takie środowisko są powłoki ftalowe, które ulegają zmiękczeniu w alkaliach. W sąsiedztwie hut osady są zwykle kwaśne (pH wynosi 4 - 6) i przez to silnie korozyjne. Przy malowaniu określonych obiektów opisane wyżej czynniki powinny być uwzględniane w celu dobrania właściwych powłok ochronnych oraz ustalenia ryzyka występowania gwałtownych ubytków korozyjnych.

Produkty uboczne spawania

Adhezja może być także pogorszona przez żużel i odpryski powstające w trakcie spawania. Ponieważ szew jest bardzo podatny na korozję i często jest to miejsce inicjacji korozji i uszkodzenia powłoki, dlatego niezwykle istotne jest właściwe przygotowanie tych miejsc przed nałożeniem powłoki. Podobnie jak zgorzelina żużel może zawierać korozyjne sole (np. chlorki, siarczany, sole amonowe), które pogarszają adhezję powłoki, kiedy zostaną uaktywnione przez wilgoć. Z kolei odpryski ułatwiają przedwczesną korozję z powodu ich nieregularnego kształtu, często znamiennego ostrymi krawędziami i smukłym profilem, który jest trudny do pokrycia i może wystawać ponad powłokę (rysunek). Innym

źródłem obaw jest obszar przylegający do szwu, który może być lekko alkaliczny. Na takim podłożu źle przylega grunt, który wymaga podłoża lekko kwaśnego (pH od 5 do 6). Najskuteczniejszym sposobem zaradczym jest usunięcie wszystkich pozostałości żużlu i odprysków za pomocą szlifowania lub piaskowania. Następnie szew spawalniczy powinien być starannie przetrarty szmatą nasączoną rozcieńczonym kwasem fosforowym w celu ustanowienia odpowiedniego pH powierzchni.

Innym sposobem zaradczym jest szczotkowanie szwu i obszarów przylegających szczotką nasączoną roztworem podkładu aktywnego, a następnie powleczenie całej powierzchni wyrobu gruntem aktywnym za pomocą aerozolu.



Piasek formierski i grafit

Przy próbie termicznej i plastycznej wyrobów żeliwnych tworzą się na ich powierzchni grubsze warstwy zgorzeliny, a często zachodzi też wydzielanie grafitu. Ponadto, stałym zanieczyszczeniem występującym podczas formowania odlewów żeliwnych jest piasek formierski. Wymienione zanieczyszczenia przylegają ściśle do podłoża i muszą być z niego usunięte przed malowaniem obiektu.

Oleje i tłuszcze

Obecność oleju lub tłuszczu na powierzchni może utrudnić zwilżanie, szczególnie, jeśli napięcie powierzchniowe wyroby malarskiego jest nieco wyższe niż to, które wykazuje zanieczyszczenie. Dla przykładu woda na powierzchni zatłuszczonej zbija się w kulki, ponieważ napięcie powierzchniowe tłuszczu wynosi od 20 do 50 dyny/cm, a więc jest niższe od napięcia powierzchniowego wody. Usunięcie tłuszczu sprawi, że woda przestanie tworzyć kulki i rozplynie się tworząc ciągłą i cienką warstwę (kąt zwilżania poniżej 90°). Przykład ten pokazuje, że powłoka nie będzie przylegać do podłoża, jeśli jej bezpośredni kontakt z materiałem nie będzie możliwy. W przypadku powłok konwersyjnych oznacza to niemożność zajścia reakcji chemicznej, która jest odpowiedzialna za dobrą przyczepność warstwy gruntu.

Wprawdzie duża chropowatość podłoża ułatwi adhezję mechaniczną to jednak bez przyczepności chemicznej ogólna przyczepność powłoki będzie słaba. Innym powodem konieczności usunięcia tłuszczu lub oleju z pokrywanej powierzchni jest utrata spójności pokrycia. Jeśli nakładany wyrób zawiera rozpuszczalnik organiczny, to będzie on rozpuszczał olej lub tłuszcz z powierzchni podłoża. Wskutek tego nastąpi wewnętrzne zanieczyszczenie powłoki, które może znacznie osłabić jej spójność, trwałość lub inne cechy ważne z punktu widzenia działania ochronnego i dekoracyjnego. Wyroby metalowe zabezpieczane są zwykle po zakończeniu procesu wytwarzania środkiem ochrony czasowej, którym mogą być substancje zawierające nośnik olejowy lub smary. Obecność tych środków na powierzchni metalu znacznie obniżyć może przyczepność powłoki malarskiej do podłoża. Z tego powodu wyrób metalowy musi być dokładnie odtłuszczony przed malowaniem.

Rdza

Rdza nie tworzy zwartej i szczelnej warstwy na stali. Wskutek tego jest przepuszczalna dla wody i powietrza. Powstające w takich warunkach mikroogniwa korozyjne wywołują postępującą korozję stali. Rdza nie prowadzi tak szybko do powstania spękań pokrycia, jak zgorzelina, ale w wyniku jej powstania i narastanie pokrycie traci zwartość i spójność.

Wilgoć i elektrolity

Wilgoć występuje najczęściej pod postacią rosy. Pokrywa ona powierzchnię metalu cienką warstwą, skupiając się zwłaszcza w porach i zagłębieniach podłoża. Tam też jednocześnie gromadzą się różnego typu elektrolity, przede wszystkim kwas siarkowy i węglowy, powstające z ditlenku siarki i węgla uwalnianych podczas spalania paliw.

Sadze, pyły, kurz i substancje smoliste

Cząstki tych substancji łatwo chłoną wilgoć, która jest jednocześnie zasobnikiem dla rozpuszczających się elektrolitów. Wszystko to nie sprzyja dobrej przyczepności powłok malarskich do stali.

Mechanizm przyczepności powłoki

Przestrzenny zasięg działania sił wywołujących przyczepność powłok malarskich jest niezmiernie mały. Zanika on praktycznie całkowicie już w odległości milionowych części milimetra od płaszczyzny kontaktu podłoża i powłoki. Tłumaczy to, dlaczego obecność każdego rodzaju zanieczyszczeń, np. bardzo cienkiej warstwy tłuszczu, wody, lub pyłu, zmniejsza znacznie przyczepność powłoki. Siły przyczepności muszą skutecznie przeciwstawić się siłom wynikającym z naprężeń powstających w powłoki wskutek zachodzących w nim przemian fizycznych i chemicznych, towarzyszących wysychaniu, a zwłaszcza starzeniu się powłoki pod wpływem działania tlenu, wilgoci i promieniowania słonecznego. Kierunek działania tych sił jest równoległy do powierzchni podłoża, a pionowy do kierunku działania sił przyczepności, zwierających powłokę z podłożem. Powoduje to kurczenie się powłoki i może doprowadzić do jej pęknięcia i łuszczenia. W przypadku powłok konwersyjnych lub gruntów reaktywnych występują także oddziaływania chemiczne (powstawanie wiązań) pomiędzy metalem i warstwą.

PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI PRZED MALOWANIEM

Czynnikiem decydującym o jakości powłok malarskich i ich trwałości jest właściwe przygotowanie powierzchni przed malowaniem. Elementy metalowe w procesie produkcyjnym wytworzenia metalowego urządzenia czy detale poddawane są różnym procesom technologicznym, w których powierzchnie obrabiane są narażone na działanie rozmaitych substancji np.: chłodziw, smarów, preparatów do głębokiego tłoczenia czy ciągnięcia rur i drutów. Niektóre metale np. aluminium i jego stopy poddawane są obróbce chemicznej dla uzyskania powłok konwersyjnych.

Również produkty powstające podczas spawania lub lutowania powodują trudności w procesie malowania.

Przed przystąpieniem, więc do przygotowania powierzchni do malowania, konieczna jest znajomość procesów obróbczych, którym dany przedmiot został poddany. W przypadku zabrudzeń (zatluszczeń) stosuje się często preparaty odtłuszczające (słabo, średnio i silnie alkaliczne).

Do usuwania nieznacznego nalotu rdzy i zgorzeliny bywają stosowane preparaty

odrdzewiające. Są to zwykle mieszaniny kwasu fosforowego, środków powierzchniowo aktywujących. Coraz częściej stosuje się nowoczesne środki do jednoczesnego oczyszczenia i fosforanowania elementów ze stali, żeliwa, aluminium i cynku. Należy zwrócić uwagę na fakt, że powierzchnia fosforanowana zdecydowanie zwiększa przyczepność oraz odporność korozyjną powłoki malarskiej. Duże elementy konstrukcji stalowych, odlewów żeliwnych, całe urządzenia lub ich fragmenty są często przygotowane do malowania poprzez oczyszczenie w procesie obróbki strumieniowo-ściernej.

Efekt oczyszczenia podłoża zależy od doboru właściwej metody, która powinna uwzględniać zarówno charakter zanieczyszczeń jak i wymagania poszczególnych wyrobów lakierowych, co do sposobu przygotowania powierzchni do malowania. Na powierzchni wyrobów odlewanych podlegających przygotowaniu przed malowaniem, nie powinno być dużych uszkodzeń ciągłości metalu w postaci rakowatości, pęknięć, nierówności postaci nadlewów, zgrubień, uskoków.

Najczęściej spotykanymi zanieczyszczeniami są: rdza i zgorzelina walcownicza, żużel, topniki, oleje, smary, kurz, pył, pozostałości detergentów, chemikalia. Wszystkie te zanieczyszczenia obniżają przyczepność powłok malarskich oraz mogą spowodować powstanie różnych wad pokryć malarskich.

Przygotowanie powierzchni metalowych pod powłoki malarskie polega na usunięciu z nich zanieczyszczeń i nadaniu im odpowiedniej chropowatości. Staranne oczyszczenie powierzchni zapewnia możliwość pełnego uzyskania przyczepności do podłoża. Nadanie natomiast odpowiedniej chropowatości zwiększa powierzchnię styku farby z podłożem. Pod pojęciem chropowatości rozumieć należy występowanie określonej struktury geometrycznej wyrażonej jako maksymalna wysokość nierówności mikrowierzchołka i mikrowgłębienia Ry 5 (ISO 8503-1).

Przyjmuje się, że wartość Ry₅ (nie powinna przekraczać 1/3 zakładanej grubości powłoki).

1. JAK PRZYGOTOWAĆ POWIERZCHNIĘ METALU PRZED MALOWANIEM

Wstęp

Lakierowanie uważane jest za końcową operację wytwarzania elementów i detali, które powinny mieć ładny wygląd i jednocześnie powinny być trwale zabezpieczone przed czynnikami korozyjnymi.

Jakość w przypadku lakierowania może dotyczyć wielu różnych czynników takich jak: właściwy kolor RAL, ilość zanieczyszczeń na powierzchni, kraterowanie, twardość i grubość warstwy lakieru, plamy, utrata połysku, skórka pomarańczy, zacieki i wiele, wiele innych. Wszystkie te własności są widoczne gołym okiem lub w szybki sposób weryfikowalne przy użyciu prostych przyrządów pomiarowych.

Jakość dotyczy również żywotności powłoki lakierniczej, a ta zależy nie tylko od rodzaju lakieru, ale także od sposobu przygotowania powierzchni przed lakierowaniem. Żywotnością tą jest odporność korozyjna powłoki lakierniczej, gdyż to zwykle procesy korozyjne powodują, że lakier traci swoją przyczepność i z czasem wychodzi spod niego korozja.

Śrutowanie a chemiczna obróbka powierzchni

Jakość i ekologia są bezpośrednio związane z technologiami przygotowania powierzchni. Poprzez właściwe przygotowanie powierzchni rozumiemy wytworzenie na powierzchni metalu warstwy konwersyjnej, która dzięki swym własnościom elektrochemicznym hamuje procesy utleniania metalu i jednocześnie podwyższa przyczepność lakieru do podłoża. Przyczepność farby do podłoża można zagwarantować także poprzez mechaniczne rozwinięcie powierzchni, co zachodzi najczęściej w procesach śrutowania lub piaskowania. W porównaniu z chemicznymi procesami obróbki powierzchni technologie te nie gwarantują wysokiej odporności korozyjnej, a dodatkowo są kosztowne i dla wielu detali niemożliwe do zastosowania np. dla cienkich blach stalowych czy ocynkowanych. Tam gdzie nie można zastosować chemii do obróbki powierzchni, np. w przemyśle stoczniowym, budowie mostów i wielkich konstrukcji, tam przyczepność gwarantuje się poprzez mechaniczne rozwinięcie powierzchni, a odporność korozyjną poprzez specjalne farby podkładowe zawierające dodatki metali (m. in. Cr, Zn, Ti). Stosowanie tej technologii dla elementów drobnych, wytwarzanych w dużych ilościach jest z ekonomicznego punktu widzenia nieracjonalne.

2. CHEMICZNA OBRÓBKA POWIERZCHNI W ZALEŻNOŚCI OD PODŁOŻA

1. STAL

Stal zimno- i gorąco-walcowana jest podstawowym materiałem stosowanym do budowy elementów i detali, które następnie poddawane są lakierowaniu. Do tradycyjnych technologii przygotowania powierzchni stali przed malowaniem należą:

- odtłuszczenie
- fosforanowanie żelazowe
- fosforanowanie cynkowe
- obróbki bezfosforanowe.

Odtłuszczenie

Jest to pierwsza, bardzo ważna operacja przygotowania powierzchni. Zadaniem odtłuszczenia jest usunięcie z powierzchni metalu wszelkich zanieczyszczeń olejowych i stałych. Do tego celu używa się specjalnych kompozycji myjących, w skład których wchodzi:

- związki nieorganiczne np. ługi, fosforany, krzemiany, węglany;
- związki organiczne takie jak środki powierzchniowo-czynne i środki antypienne;
- rozpuszczalniki organiczne np. trójchloroetylen, czterochloroetylen, benzyna ekstrakcyjna – ze względu na emisję do atmosfery, wysokie koszty, zagrożenie pożarowe i BHP, używane w specjalnych urządzeniach w celu uzyskania bardzo wysokiej czystości mycia np. w elektronice; jako odtłuszczenie przed lakierowaniem ograniczone do ręcznej obróbki pojedynczych detali.

Bez dokładnego odtłuszczenia powierzchni nie może być mowy o dobrej przyczepności powłoki lakierniczej do podłoża. Natomiast samo odtłuszczenie nie zabezpieczy wysokiej odporności korozyjnej. Do tego jest niezbędne wytworzenie warstwy konwersyjnej – powłoki fosforanowej.

Fosforanowanie żelazowe

Fosforanowanie żelazowe, zwane także amorficznym przebiega najczęściej według następującej sekwencji:

ODTŁUSZCZANIE i FOSFORANOWANIE Fe – PŁUKANIE

lub z rozdzieleniem operacji odtłuszczenia i fosforanowania:

ODTŁUSZCZANIE – PŁUKANIE – FOSFORANOWANIE Fe – PŁUKANIE.

Rozdzielenie odtłuszczenia od fosforanowania żelazowego ma miejsce jedynie wtedy, gdy obróbce poddawane są detale bardzo brudne, których odtłuszczenie wymaga zastosowania środków alkalicznych. Obecnie, przy bardzo efektywnych i skutecznych detergentach używanych do kompozycji preparatów myjąco-fosforanujących zdarza się to bardzo rzadko.

Proces może zachodzić zarówno w natrysku jak i w zanurzeniu. Procesy zanurzeniowe charakteryzują się wyższą temperaturą pracy (50-70°C), wyższym stężeniem (20-40 g/l), dłuższym czasem obróbki (5-10 min), jak i mniejszą skutecznością odtłuszczenia.

Na powierzchni stali wytwarza się cienka bezpostaciowa powłoka składająca się z fosforanów żelaza i wodorotlenku żelaza o grubości 0,15-0,8 µm. Z tego względu, że wykonanie pomiaru tak cienkiej warstwy przy pomocy szybkich i prostych metod jest niemożliwe, dlatego też grubość powłok konwersyjnych określa się w postaci masy jednostkowej podawanej w g/m². Dla fosforanowania żelazowego grubość ta wynosi 0,2-1,0 g/m². Kolor warstwy fosforanów żelaza może być fioletowy, żółty, opalizujący, szary i bardzo silnie zależy od rodzaju podłoża i składu kąpeli do fosforanowania żelazowego. Warstwa fosforanowa całkowicie odwzorowuje chropowatość powierzchni metalicznego podłoża. Wartość pH kąpeli mieści się w zakresie 3,5-6,0, a koncentracja roztworu: 10-40 g/l.

Każda z firm zajmujących się profesjonalnie przygotowaniem powierzchni posiada w swojej palecie całą gamę kąpeli do fosforanowania żelazowego. Różnią się one nie tylko temperaturą pracy np. od 25°C do 70°C, ale przede wszystkim własnościami odporności korozyjnej jakie są w stanie zagwarantować. Kąpiele, które wytwarzają bardzo cienkie powłoki (0,1-0,4 g/m²) nie powinny być stosowane jako przygotowanie powierzchni przed lakierowaniem (za wyjątkiem lakierowania elektroforetycznego). Dwu i trzykrotnie wyższą odporność korozyjną można uzyskać stosując kąpiele, które wytwarzają na powierzchni stali czarnej powłokę ponad 0,6 g/m².

Z punktu widzenia środowiska naturalnego fosforanowanie żelazowe jest bardzo przyjazne. Większość firm stosuje w swoich składach detergenty biologicznie degradowalne, a z pozostałych składników jedynie zanieczyszczenia olejowe pochodzące z odtłuszczonej powierzchni mogą stanowić problem przy neutralizacji.

W celu podwyższenia odporności korozyjnej fosforanowanej żelazowo powierzchni stali stosuje się **kąpiele do pasywacji**. Dzięki tej krótkiej i bardzo taniej operacji odporność korozyjna wzrasta 2-3 krotnie nawet do 1000 godz. w komorze solnej. Do historii należą kąpiele pasywujące oparte na chromie sześciowartościowym. Zamiennikiem chromu jest obecnie cyrkon, polimery i silany. Proces technologiczny rozbudowuje się więc o kolejne operacje:

ODTŁ. i FOSFOR. Fe – PŁUKANIE – PASYWACJA – ew. PŁUKANIE

Fosforanowanie cynkowe

Fosforanowanie cynkowe jest tradycyjną metodą przygotowania powierzchni stali przed lakierowaniem. Wytworzona warstwa powinna charakteryzować się drobnoziarnistością, jednolitością i ciągłością, właściwą masą jednostkową i odpowiednią do składu kąpieli strukturą. W odróżnieniu od fosforanowania żelazowego, warstwa fosforanów cynku pod lakierowanie powinna mieć masę w zakresie – 1,5-3,5 g/m² dla kąpeli natryskowych; – 2,5-4,5 g/m² dla kąpeli zanurzeniowych.

Kąpeli do fosforanowania cynkowego zawierają w swoim składzie metale, które w trakcie reakcji chemicznej z podłożem wbudowują się w powłokę. Są to jony cynku, manganu, niklu i wapnia. Metale te powinny być dokładnie usunięte ze ścieków w trakcie procesu neutralizacji wody płuczającej. Największe problemy stwarza tutaj nikiel, którego zawartość w ściekach jest systematycznie jest obniżana, aż do poziomu 0,2 mg/l w niektórych rejonach Niemiec. Obecnie w Polsce dopuszczalna zawartość niklu w ściekach wynosi 1,5 mg/l. Z tego też względu wiele lakierni stosuje **kąpiele beznikłowe**. Po wielu latach doświadczeń, czasami bardzo negatywnych jak to było w jednej z fabryk samochodów w Polsce, kąpiele beznikłowe do fosforanowania cynkowego stosuje się tylko do obróbki stali czarnej. Powierzchnie ocynkowane i aluminium obrabiane kąpielami bez niklu wykazują znacznie niższą przyczepność farby do podłoża i nie powinny być obrabiane tą technologią.

Dla wytworzenia na powierzchni stali w stosunkowo krótkim czasie (1,0-3,5 min) drobnoziarnistej powłoki, koniecznym jest zastosowanie środka utleniającego, przyspieszającego proces fosforanowania, zwanego przyspieszaczem. Typowym, najczęściej używanym środkiem jest azotyn sodu. Niestety z tego względu, że środek ten zakwalifikowany jest do środków toksycznych i niebezpiecznych dla środowiska, poszukiwane są nowe, alternatywne do azotynu sodu związki. Obecnie firmy chemiczne oferują **kąpiele bezazotynowe** z takimi przyspieszaczami jak: woda utleniona, hydroksyloamina, nitroguanidyna, SNIBS, chlorany.

Proces fosforanowania cynkowego przebiega zarówno w natrysku, jak i w zanurzeniu
Typowy schemat to:

ODTŁUSZCZ. – PŁUKANIE – AKTYWACJA – FOSFOR. Zn – PŁUKANIE

-

Jak łatwo zauważyć jest to technologia znacznie bardziej rozbudowana i trudniejsza do opanowania niż fosforanowanie żelazowe. Gwarantuje jednak znacznie lepsze odporności korozyjne i jest standardem w przemyśle samochodowym.

Pasywacja powłoki fosforanów cynku jest dzisiaj coraz rzadziej stosowana. Jak pokazały ostatnie badania firm chemicznych i dużych koncernów samochodowych, na właściwej powłoce fosforanów cynku uzyskuje się identyczne odporności korozyjne jak na powłoce dodatkowo spasywowanej. Dlatego też w przeciwieństwie do fosforanowania żelazowego pasywacja spełnia rolę jedynie zabezpieczenia miejsc o nieprawidłowej powłoce fosforanów cynku, a te zdarzają się praktycznie jedynie w procesach natryskowych.

Fosforanowanie cynkowe jest technologią znacznie bardziej rozbudowaną i wymagającą niż fosforanowanie żelazowe. Wymagania te dotyczą nie tylko używanej chemii, ale także urządzeń, na których aplikuje się dobrą, sprawdzoną chemię. Czasami na nieprawidłowo zaprojektowanej i zbudowanej linii nie można uzyskać dobrej jakościowo warstwy fosforanów cynku. Dlatego też, nie tylko dostawę chemikaliów, ale także budowę urządzeń do fosforanowania cynkowego należy polecić doświadczonym, wyspecjalizowanym firmom.

2. Stal ocynkowana

W celu uzyskania wyższej odporności korozyjnej, stalowe elementy pokrywa się obecnie powłoką ochronną z innego metalu. Tymi metalami są najczęściej cynk, aluminium, nikiel i

coraz rzadziej ołów i cyna. Pokrywaniem rdzenia stalowego innymi metalami poddaje się zarówno gotowe detale, jaki i taśmę stalową w hutach.

Cynk nanosi się w procesie **elektrolitycznym** albo **ogniowym**.

Stal ocynkowaną poddaje się przed lakierowaniem następującej obróbce:

- odtłuszczenie** ;
- fosforanowanie żelazowe** ;
- fosforanowanie cynkowe** ;
- obróbki bezfosforanowe** ;
- pasywacja chromowa**;
- pasywacja polimerowa**.

Odtłuszczenie

Odtłuszczenie powierzchni cynku jest z reguły łatwiejsze niż stali czarnej. Wynika to z faktu, że powierzchnia ta jest znacznie mniej zanieczyszczona substancjami stałymi i olejowymi. Dlatego też, do odtłuszczenia można stosować środki znacznie mniej alkaliczne i neutralne, pracujące w niższych stężeniach i temperaturze.

Powierzchnia cynku w środowisku alkalicznym ulega nadtrawieniu, co objawia się bardzo często czarnymi plamami, bądź całkowitym zniknięciem powłoki cynku z powierzchni stali. Dlatego też, kąpiele do odtłuszczenia powinny zawierać substancje zabezpieczające cynk przed wpływem alkaliów jak np. krzemiany.

Zastosowanie niewłaściwych preparatów do odtłuszczenia może prowadzić do powstawania wad powierzchniowych, wyraźnie widocznych po polakierowaniu. Jest to tym bardziej utrudnione, gdyż najczęściej na tej samej linii obrabiane są elementy wykonane ze stali czarnej, dodatkowo mocno zabrudzone i zaolejone. Chemetall Polska ma bogatą ofertę środków do jednoczesnego odtłuszczenia elementów wykonanych ze stali czarnej i ocynkowanej.

Fosforanowanie żelazowe

W celu obróbki powierzchni ocynkowanych standartowe kąpiele do fosforanowania żelazowego wzbogaca się w dodatki wspomagające proces trawienia, którymi najczęściej są fluorki. Dzięki temu na powierzchni tworzy się bardzo cienka powłoka fosforanów, tlenku i wodorotlenku cynku. W zależności od zawartości aluminium w stopie, rodzaju i ilości dodatku, powłoka ta jest czasami całkowicie niewidoczna.

Sekwencja procesu nie ulega zmianie i jest identyczna jak dla zwykłej stali. Pozwala to na jednoczesną obróbkę na linii różnych rodzajów materiałów.

Fosforanowanie cynkowe

W przypadku fosforanowania cynkowego sekwencja obróbki detali wykonanych z blachy ocynkowanej lub ocynkowanych także nie ulega zmianie. Dla tych procesów stosuje się podobne dodatki fluorków jak dla fosforanowania żelazowego (dodatki te są najczęściej wbudowane w koncentrat).

Tak jak zostało już wspomniane, stosowanie kąpeli bezniklowych prowadzi do obniżenia przyczepności powłok lakierniczych do ocynkowanego podłoża. W porównaniu do stali czarnej, sam proces zachodzi jednak znacznie łatwiej i szybciej, a ilość błędów związanych z przygotowaniem powierzchni jest znacznie mniejsza. Warto zaznaczyć także to, że zmniejsza się znacznie szlamowanie kąpeli, a procesy bezazotynowe pracują bardzo stabilnie.

Obróbki bezfosforanowe

Technologie te są stosowane do obróbki stali ocynkowanych bez żadnych przeszkód. Producenci chemii nie zalecają nawet stosowania dodatków (fluorków).

Pasywacja chromowa, chromianowanie

Obróbkę końcową chromem Cr^{+6} blach ocynkowanych stosuje się bardzo często zarówno w hutach, galwanizerniach jak i czasami w cynkowniach ogniowych. Pasywacja zabezpiecza nam powierzchnię cynku przed białą korozją. Nie stanowi jednak dobrego przygotowania powierzchni przed lakierowaniem. Powierzchnia ocynkowana spasywowana chromem $^{+6}$ jest najczęściej niezwilżalna i stwarza duże problemy w zagwarantowaniu dobrej przyczepności farby do podłoża. Niemniej jednak możliwe jest prowadzenie specjalnych procesów chromianowania powierzchni cynku zarówno w hucie dla blach ciągłych jak i dla pojedynczych detali. Jest to jednak proces bardzo czuły i trudny do prowadzenia. Chemetall Polska posiada nie tylko opracowane i sprawdzone kąpiele do chromianowania cynku, ale także gwarantuje stały nadzór techniczny nad przebiegającym procesem.

Obróbki polimerowe

Obróbki polimerowe stanowią interesującą, alternatywną metodę chemicznego przygotowania powierzchni przed lakierowaniem zarówno blach ocynkowanych, jak i stali czarnej i aluminium. Procesy te wykorzystują zazwyczaj dyspersje polimerów w wodnym roztworze zawierającym chrom, a ostatnio także cyrkon. Technologia ta jest szeroko rozpowszechniona w zakładach powlekania blach ocynkowanych. Celem jej jest zabezpieczenie powierzchni blachy przed wpływem środowiska, a głównie zjawisk korozyjnych. W odróżnieniu od pasywacji chromowej powierzchnię taką można bardzo łatwo polakierować - powłoka polimerowa gwarantuje doskonałą przyczepność farby do podłoża. Obróbkę polimerową wykorzystuje się coraz częściej w lakierniach proszkowych, jako końcową operację pasywacji, bez następczego płukania wodą. Schemat technologiczny można w skrócie przedstawić w następujący sposób:

ODTŁUSZ. I FOSFOR. Fe – PŁUKANIE – PASYWACJA POLIMEROWA

Zastosowanie tej technologii niesie za sobą bardzo wiele zalet, m. in. możliwość obróbki różnych metali (stal, ocynk, aluminium), skrócenie sekwencji obróbki (bez płukania), a przede wszystkim bardzo dobrą odporność korozyjną.

3. Aluminium

Aluminium, dzięki swoim nieprzeciętnym własnościom, stosowane jest już powszechnie nie tylko przez przemysły wymagające używania materiałów lekkich (lotnictwo), ale także przez motoryzację, przemysł AGD i budownictwo. W praktyce, ze względu na bardzo dobre własności mechaniczne, stosowane są jedynie stopy aluminium z magnezem, krzemem, miedzią i cynkiem. Powierzchnię aluminium należy także chronić przed korozją, gdyż niezabezpieczona bardzo szybko się utlenia. Zabezpieczenie to można uzyskać poprzez anodowanie, chromianowanie lub lakierowanie. Lakierowaniu poddaje się zazwyczaj elementy przygotowane chemicznie w następujący sposób:

- anodowanie;**
- chromianowanie żółte;**
- chromianowanie zielone;**
- obróbki bezchromowe;**
- fosforanowanie żelazowe;**
- fosforanowanie cynkowe;**
- obróbka polimerowa.**

Anodowanie

Tradycyjnym sposobem przygotowania powierzchni przed lakierowaniem jest anodowanie. W odróżnieniu od wykończeniowych, anodowych powłok tlenkowych, których grubość wynosi zwykle 15-25 μm , powłoki anodowe jako przygotowanie przed lakierowaniem

wykonuje się o grubości 3,0-6,0 um. Niewątpliwą zaletą powłok anodowych jest doskonałe zabezpieczenie przed korozją, ze szczególnym uwzględnieniem korozji nitkowej. Ze względu jednak na zbyt wysokie koszty, technologia ta została prawie całkowicie zastąpiona przez chromianowanie.

Chromianowanie żółte

Podczas chromianowania żółtego otrzymuje się żółtą, amorficzną powłokę, o masie jednostkowej 0,1-1,0 g/m². Powłoka ta, tak jak i kąpiele do chromianowania żółtego zawierają chrom sześciowartościowy. Dzięki znakomitej odporności korozyjnej powłoki chromianowe mogą stanowić końcowe zabezpieczenie elementów aluminiowych, podstawowym jednak ich zastosowaniem jest przygotowanie powierzchni przed lakierowaniem. Jest to proces szeroko stosowany przez setki lakierni na całym świecie. Typową, skróconą sekwencją obróbki jest:

ODTŁUSZCZ. I TRAWIENIE KWAŚNE – PŁUKANIE – CHROMIAN. – PŁUKANIE

lub proces bardziej rozbudowany:

ODTŁUSZCZANIE ALKALICZNE – PŁUKANIE –TRAWIENIE– PŁUKANIE – CHROMIANOWANIE - PŁUKANIE

Chromianowanie zielone

Proces chromianowania zielonego, nazywanego również fosfo-chromianowaniem, wytwarza na powierzchni aluminium amorficzną powłokę fosforanu chromu. Otrzymywane w tym procesie warstwy, w zależności od masy jednostkowej (0,1-2,0 g/m²), mogą być bezbarwne, do intensywnie zielonych. W odróżnieniu od chromianowania żółtego, powłoki fosfokromowe nie zawierają chromu sześciowartościowego, dzięki czemu mogą być stosowane w przemyśle spożywczym. Chromianowanie zielone używane jest zarówno do końcowego zabezpieczania, jak i przygotowanie powierzchni przed lakierowaniem. Sekwencje obróbki nie różnią się zasadniczo od chromianowania żółtego.

Obróbki bezchromowe

Ze względu na to, że wyżej opisane procesy zawierają chrom, w ciągu ostatniego dziesięciolecia prowadzono intensywne badania mające na celu opracowanie technologii bezchromowych. Tylko niektóre z nich uzyskały stosowne dopuszczenia i doczekały się przemysłowego zastosowania.

Fluorokompleksy metali przejściowych (Zr / Ti) – to najlepiej poznane i stosowane dotychczas technologie bezchromowe. Właściwy dobór procesu przygotowania wstępnego (odtłuszczenie, trawienie) oraz ścisła kontrola parametrów wszystkich kąpeli pozwalają uzyskać znakomite wyniki. Znaczną niedogodnością jest jednak to, że powstające powłoki są praktycznie bezbarwne. Sekwencja procesu jest identyczna jak w przypadku chromianowania:

ODTŁUSZCZANIE ALKALICZNE – PŁUKANIE – TRAWIENIE – PŁUKANIE – OBRÓBKA KONWERSYJNA (Zr / Ti) – PŁUKANIE

SAM (Self Assembling Molecules) – opatentowana i wdrożona technologia SAM polega na wytworzeniu na powierzchni aluminium monomolekularnej powłoki, która, tak jak w przypadku fluorokompleksów Zr/Ti jest bezbarwna. Z punktu widzenia chemicznej obróbki powierzchni stanowi jednak rewolucję - masa jednostkowa takiej powłoki określana jest w

nanometrach a zużycie w mg/m^2 . Nie wymagane jest także płukanie końcowe wodą. Kąpiel SAM nie zawiera żadnych metali ciężkich, fluorków, przyspieszaczy i innych substancji niebezpiecznych. Suszenie odbywa się w zakresie temperatur 85-135⁰ C. Sekwencja procesu SAM może być identyczna jak dla chromianowania lub innych obróbek bezchromowych, a najprostsza wygląda w następujący sposób:

ODTŁUSZCZANIE i TRAWIENIE – PŁUKANIE – PŁUKANIE DEMI - SAM,

Silany – kąpiele oparte na związkach krzemoorganicznych mogą być także używane do obróbki powierzchni aluminium przed lakierowaniem. W stosunku do opisanych powyżej różnią się jedynie grupami funkcyjnymi, których zadaniem jest zagwarantowanie wystarczającej przyczepności i odporności korozyjnej dla podłoża aluminiowego.

Fosforanowanie żelazowe

Fosforanowanie żelazowe wytwarza na powierzchni aluminium bardzo cienką warstwę tlenku i wodorotlenku aluminium. Obróbka ta nie jest w stanie zabezpieczyć wysokich wymagań jakościowych, stąd też traktowane jest raczej jako odtłuszczenie, a nie właściwy proces obróbki konwersyjnej. Jednak wprowadzone w ostatnim czasie na rynek kąpiele pasywujące (cyrkonowa, polimerowa czy silanowa) uzupełniły ten uproszczony proces obróbki, gwarantując otrzymanie dobrych lub bardzo dobrych wyników jakościowych. Nie są to jednak technologie do obróbki profili aluminiowych, a raczej dla elementów dla elementów wyposażenia wnętrza, AGD czy motoryzacji.

Fosforanowanie cynkowe

Coraz więcej producentów samochodów decyduje się na wprowadzenie materiałów aluminiowych do produkcji nadwozi. Wynika to z potrzeby odchudzenia samochodów w celu zmniejszenia zużycia paliwa. Proces fosforanowania cynkowego został tak zmodyfikowany, aby można było jednocześnie obrabiać nadwozie zbudowane z blachy ocynkowanej i aluminium. Zastosowane zmiany dotyczą zarówno składu (ściśle monitorowanie zawartości fluorków), jak i prowadzenia kąpeli (odszlamianie i mieszanie kąpeli). Dzisiaj można już obrabiać do 80 % powierzchni aluminium, bez żadnego negatywnego wpływu na jakość obróbki stali zwykłej, czy ocynkowanej. Warto przy tym wspomnieć, że jony aluminium są tzw. trucizną kąpeli fosforanującej, (blokują proces tworzenia warstwy konwersyjnej na stali). Sekwencja obróbki jest dla aluminium identyczna jak dla stali.

Obróbka polimerowa

Technologia została opisana w części poświęconej stali ocynkowanej. Otrzymywane wyniki odporności korozyjnej i przyczepności farby są bardzo dobre, stąd też obróbka ta stanowi droższą alternatywę dla chromianowania profili aluminiowych przed lakierowaniem. Sekwencja obejmowałaby następujące etapy obróbki:

ODTŁUSZCZ. i TRAW. – PŁUKANIE – PŁUKANIE DEMI – OBRÓB. POLIMER.

Zakończenie

Proces przygotowania powierzchni przed lakierowaniem ma bardzo duży wpływ na ocenę użytkową lakierowanych elementów. Najczęściej koszty z nim związane są wielokrotnie niższe niż sam proces lakierowania. Nie można go jednak lekceważyć, gdyż skutki tego mogą być (bądź były) dramatyczne dla niejednej firmy. Dzisiaj klienci oczekują gwarancji wieloletnich, a lakiernia musi być na to dobrze przygotowana.

3. MECHANICZNA OBRÓBKA POWIERZCHNI W ZALEŻNOŚCI OD PODŁOŻA

3.1 KRYTERIA DOBORU METOD OCZYSZCZENIA POWIERZCHNI.

Dobór sposobu przygotowania powierzchni przed malowaniem wymaga uwzględnienia następujących czynników:

- Wielkości i kształtu powierzchni,
- Rodzaju metalu,
- Charakteru zanieczyszczeń,
- Rodzaj użytego ścierniwa,
- Przewidywanych warunków i czasu użytkowania.

WIELKOŚĆ I KSZTAŁT POWIERZCHNI

Wielkość powierzchni i jej kształt narzuca stosowanie określonych sposobów oczyszczenia. Duże kształtowniki stalowe, blachy w przemysłowym procesie przetwarzania w przemyśle podlegają oczyszczeniu strumieniowo -ściernemu. Kształt przedmiotów natomiast wymusza stosowanie metod pozwalających na całkowite usunięcie materiałów obróbkowych.

Z tych względów, zalecane jest prowadzenie procesów przygotowania powierzchni w możliwie wczesnym okresie wytwarzania.

Z uwagi na różnorodność gatunków stali użytych w procesie wytwarzania zachodzi konieczność różnych sposobów przygotowania powierzchni. Zaleca się, aby zastosowane metody nie powodowały reakcji z podłożem (względy BHP i ekologiczne), ani też nie wpływały na pogorszenie własności tych materiałów.

CHARAKTER ZANIECZYSZCZEŃ

Charakter zanieczyszczeń jest czynnikiem decydującym przy wyborze właściwej metody oczyszczenia powierzchni przed malowaniem.

Obecność w powietrzu znacznych ilości szczególnie aktywnych stymulatorów korozji np. SO₂, chlorków, CO, CO₂, H₂S przyspiesza korozyjne niszczenie metali nawet tych, które w czystych środowiskach wykazują dużą odporność korozyjną (stałe stopowe, stopy aluminium itp.). Substancje te potęgują działanie naturalnych czynników korozyjnych takich jak wilgotność powietrza, promieniowanie UV i ciepłne.

Ze względu na charakter występowania korozji atmosferycznej, korozję można podzielić na korozję ogólną, miejscową, żerową, szczelinową i kontaktową.

- korozja ogólna powoduje równomierny ubytek metalu na całej korodującej powierzchni. Powstaje ona w tych środowiskach atmosferycznych, które umożliwiają powstanie łatwo rozpuszczalnych produktów korozji. Powoduje ona duże ubytki metali i wraz z korozją miejscową występuje na powierzchniach takich wyrobów jak konstrukcje stalowe i stalowe ocynkowane, karoserie pojazdów mechanicznych itp.,
- korozja szczelinowa powstaje w wyniku wzmożonego rozpuszczania metalu we wszelkiego rodzaju szczelinach i przewężeniach tzn. wszędzie tam, gdzie utrudniony jest dostęp tlenu do metalu,
- korozja wżerowa jest to lokalna korozja spasowanego metalu, zachodząca w obecności aktywnych anionów takich jak chlorki i siarczany,
- korozja kontaktowa jest to korozja zlokalizowana w miejscu styku metalu z metalem lub materiałem (np. sadzą, grafitem) o znacznej różnicy potencjałów elektrochemicznych.

Przy występowaniu różnorodnych zanieczyszczeń należy łączyć również różne techniki oczyszczenia, np. powierzchnie zatłuszczone i równocześnie skorodowane należy najpierw odtłuścić a następnie zastosować oczyszczenia strumieniowo – ściernie.

WARUNKI I CZAS UŻYTKOWANIA

Trwałość powłoki malarskiej jest tym większa im dokładniej usunięto z powierzchni metalu wszelkie zanieczyszczenia.

Zatem wraz ze wzrostem agresywności środowiska, dla którego przeznaczony jest wyrób wzrastają również wymogi, co do przygotowania powierzchni do malowania.

Taka sama zależność istnieje również w odniesieniu do przewidywanego czasu użytkowania wyrobu.

WARUNKI KLIMATYCZNE I KOROZYJNE

Zasadniczymi cechami klimatu, wpływającymi na wyroby techniczne są:

- temperatura powietrza,
- zmiany temperatury,
- wilgotność powietrza,
- działanie kondensacji wilgoci,
- pyły (z uwzględnieniem pyłów śnieżnych), piasek, itp.
- opady atmosferyczne (deszcz, śnieg, grad, sadź),
- wiatry,
- nasłonecznienie,
- ciśnienie powietrza,
- czynniki biologiczne (pleśnie, bakterie, owady, gryzonie, itp.).

Norma PN-EN ISO 12944 - 1:8

1	<i>PN-EN ISO 12944-1:2001</i> Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 1: Ogólne wprowadzenie
2	<i>PN-EN ISO 12944-2:2001</i> Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 2: Klasyfikacja środowisk
3	<i>PN-EN ISO 12944-3:2001</i> Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 3: Zasady projektowania
4	<i>PN-EN ISO 12944-4:2001</i> Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 4: Rodzaje powierzchni i sposoby przygotowania powierzchni
5	<i>PN-EN ISO 12944-5:2001</i> Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 5: Ochronne systemy malarskie
6	<i>PN-EN ISO 12944-6:2001</i> Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 6: Laboratoryjne metody badań właściwości
7	<i>PN-EN ISO 12944-7:2001</i> Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą

	ochronnych systemów malarskich. Część 7: Wykonywanie i nadzór prac malarskich
8	<i>PN-EN ISO 12944-8:2001</i> Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 8: Opracowanie dokumentacji dotyczącej nowych prac i renowacji

Klimat kuli ziemskiej dzieli się z technicznego punktu widzenia, na strefy makroklimatyczne, Określenie podaje PN-68/H—04650 .	
Rodzaj strefy	Charakterystyka
Strefa o klimacie umiarkowanym	Obejmuje obszary o średniej temperaturze minimalnej $-40^{\circ}\text{C} \div -45^{\circ}\text{C}$ do maksymalnej $+40^{\circ}\text{C}$.
Strefa o klimacie zimnym	Obejmuje obszary o średniej temperaturze minimalnej $-40^{\circ}\text{C} \div -45^{\circ}\text{C}$, charakterystycznym dla niej jest występowanie sadzi, oblodzenia i wiatrów z drobnym pyłem śnieżnym.
Strefa o klimacie tropikalnym wilgotnym	Obejmuje obszary charakteryzuje się jednoczesnym działaniem dużej wilgotności i wysokiej temperatury, jednoczesne występowanie temperatury równej lub wyższej od 20°C i wilgotności względnej równej lub większej od 80% daje się zauważyć przez okres 12 lub więcej godzin na dobę, w ciągu nieprzerwanego okresu od 2 do 12 miesięcy w roku. Charakterystycznymi dla tych obszarów są również ulewne deszcze, działanie czynników biologicznych, intensywne nasłonecznienie, kondensacja wilgoci, oraz działanie pyłów.
Strefa o klimacie tropikalnym suchym	Obejmuje obszary o średniej maksymalnej temperaturze powietrza, wyższej od $+40^{\circ}\text{C}$, a które nie należą do obszarów o klimacie tropikalnym wilgotnym. Charakterystycznym dla tego obszaru jest również intensywne nasłonecznienie, znaczne zmiany temperatury powietrza w ciągu doby, wysoką zawartością pyłów i piasku w powietrzu.
Strefa o klimacie morskim umiarkowanym. Strefa o klimacie morskim tropikalnym	Obejmuje obszary mórz i oceanów.

Oznaczenie wykonania wyrobów dla stref makroklimatów wg **PN-68/H—04650**.

Rodzaj wykonania	Oznaczenie
Dla strefy o klimacie umiarkowanym na lądzie	N
Dla strefy o klimacie zimnym na lądzie	F
Dla strefy o klimacie tropikalnym wilgotnym na lądzie	TH
Dla strefy o klimacie tropikalnym suchym na lądzie	TA
Dla strefy o klimacie tropikalnym suchym i wilgotnym na lądzie	T
Dla wszystkich stref klimatycznych na lądzie	U
Dla strefy o klimacie morskim umiarkowanym	M
Dla strefy o klimacie morskim zimnym	MF
Dla strefy o klimacie morskim tropikalnym	MT
Dla wszystkich rodzajów klimatów morskich	MU
Dla wszystkich stref klimatycznych na lądzie i na morzu	W

W strefie makroklimatycznej na lądzie, można rozróżnić strefy mikroklimatów (środowisk).
Rozróżnia się następujące rodzaje środowisk:

- na otwartym powietrzu,
- w pomieszczeniach otwartych (pod wiatą) przy braku bezpośredniego działania nasłonecznienia i opadów na wyroby,
- w pomieszczeniach zamkniętych,
- w pomieszczeniach zamkniętych klimatyzowanych.

Oznaczenie wykonania wyrobów w zależności od mikroklimatu (środowiska)
wg **PN-68/H—04650**.

Odmiana wykonania	Oznaczenie
Dla pracy na otwartym powietrzu	1
Dla pracy pod dachem	2
Dla pracy w pomieszczeniach zamkniętych	3
Dla pracy w pomieszczeniach zamkniętych klimatyzowanych	4

Klasyfikację i określenie agresywności korozyjnej środowiska podaje norma **PN-71/H-04651**.

Rozróżnia się pięć stopni agresywności korozyjnej środowiska:

B - środowisko o bardzo łagodnym działaniu korozyjnym, odpowiadające najlepszym warunkom użytkowania.

L - środowisko o lekkim działaniu korozyjnym, odpowiadające lekkim warunkom użytkowania,

U – środowisko umiarkowanym działaniu korozyjnym, odpowiadające średnim warunkom użytkowania,

C – środowisko o silnym działaniu korozyjnym, odpowiadające ciężkim warunkom użytkowania,

W – środowisko o bardzo silnym działaniu korozyjnym, odpowiadające wyjątkowo ciężkim warunkom użytkowania.

Ponadto w/w norma podaje, także charakterystykę agresywności korozyjnej środowisk w odniesieniu do wyrobów:

- pokrytych powłokami lakierniczymi,
- pokrytych powłokami metalowymi,
- środkami do ochrony czasowej.

Przy określeniu strefy klimatu, można także korzystać z normy **ISO 12944**.

Klasyfikacja korozji atmosferycznej i przykłady typowych środowisk występowania w klimacie umiarkowanym wg **ISO 12944** (orientacyjnie).

Kategoria korozyjności (agresywność korozyjna)	Przykłady typowych środowisk występowania w klimacie umiarkowanym wg ISO 12944	
	Na zewnątrz	Wewnątrz
C1 bardzo słaba		Budynki ogrzewane z czystą atmosferą tj. biura, sklepy, hotele itp.
C2 słaba	Atmosfera o niskim stopniu zanieczyszczenia. Tereny wiejskie.	Budynki nieogrzewane, gdzie może występować kondensacja np. hale sportowe, magazyny.
C3 średnia	Atmosfera miejska i przemysłowa, umiarkowane zanieczyszczenie związkami siarki (SO ₂).	Pomieszczenia produkcyjne o wysokim nawilgoceniu i pewnym poziomie zanieczyszczenia powietrza. np. fabryki produkujące żywność, pralnie, browary i mleczarnie.
C4 silna	Rejony przemysłowe i nadmorskie o średnim zasoleniu.	Baseny pływackie, zakłady chemiczne. Nadmorskie stocznie okrętowe i jachtowe.
C5-I (bardzo silna przemysłowo)	Rejony przemysłowe o wysokiej wilgotności powietrza z zanieczyszczeniami o dużej agresywności korozyjnej.	Budynki lub obiekty, gdzie występuje ciągła kondensacja i bardzo silne zanieczyszczenie.
C5-M (bardzo silna morska)	Rejony nadbrzeżne oraz obiekty morskie.	Budynki lub obiekty, gdzie występuje ciągła kondensacja i bardzo silne zanieczyszczenie.

2.2 CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA METOD OCZYSZCZANIA.

METODY OCZYSZCZANIA FIZYKOCHEMICZNEGO.

Do fizykochemicznych metod oczyszczenia powierzchni konstrukcji stalowych zalicza się:

- Mycie wodne,
- Mycie parowe,
- Mycie emulsyjne,

- Mycie chemiczne – powłoki konwersyjne
- Odtłuszczenie przy użyciu rozpuszczalników organicznych,
- Oczyszczenie środkami powierzchniowo czynnymi,
- Trawienie w kwasach,

Stosowanie fizyko-chemicznych sposobów oczyszczenia pozwala na usunięcie zanieczyszczeń mechanicznych, jonowych oraz rdzy i zendry.

Ze względu na sposób mycia i odtłuszczenia metody te dają się pogrupować na:

Do oczyszczenia fizykochemicznego stosuje się najczęściej następujące rodzaje środków: Rozpuszczalniki organiczne i nieorganiczne oraz środki powierzchniowo czynne. Stosowane jest także trawienie w kwasach (kwas siarkowy, solny lub fosforowy o odpowiednim stężeniu), który rozpuszcza lub usuwa zgorzelinę i rdzę, a tylko nieznacznie oddziałuje na stalowe podłoże. Proces ten jednak stosuje się wyłącznie w warunkach warsztatowych.

Szeroko stosowana i zalecaną metodą oczyszczenia powierzchni przed malowaniem jest metoda natryskowa roztworami wodnymi. Ma ona coraz szersze zastosowanie ze względu na coraz bardziej efektywne dodatki myjące nie powodujące, korozji podpowłokowej. Producenci maszyn budowlanych, transportowych i rolniczych powszechnie stosują roztwory wodne kwasu fosforowego zawierające dodatkowo detergenty i inhibitory korozji. Działanie takich roztworów oprócz usunięcia zanieczyszczeń i zatłuszczeń polega na przetworzeniu rdzy w formy bardziej przyczepne do podłoża. Preparaty takie zalecane są również do przygotowania do malowania również powierzchni aluminiowych i ocynkowanych.

Mycie i odtłuszczenie części i zespołów przed malowaniem powinno wykonywać się w zmechanizowanych automatycznych myjniach komorowych z równoczesnym fosforanowaniem preparatami z inhibitorami korozji. W wyniku działań takiej kąpieli uzyskuje się odtłuszczenie powierzchni i wytworzenie powłoki fosforanowej, stanowiącej bardzo dobre przygotowanie pod powłoki lakierowe.

Środki takie zawierają fosforany sodu lub amonu, kwasu fosforowego, oraz kompozycje środków powierzchniowo czynnych. PH stosowanych kąpieli wynosi około 4.0.

W przypadku braku możliwości mycia i odtłuszczenia zespołów w myjniach komorowych można, elementy myć środkami chemicznymi, ale wymaga to dodatkowego płukania i ostatecznego odtłuszczenia przed malowaniem (np. benzyna ekstrakcyjna).

Odtłuszczenie powierzchni lakierowej w trakcie procesu malowania (po matowieniu powłoki, szpachlowaniu) najlepiej wykonywać benzyną ekstrakcyjną.

Przed malowaniem, wskazane jest sprawdzenie zakwaszenia powierzchni przy użyciu paska lakmusowego i wzorca PH. /PH dla powierzchni malowanej powinien wynosić 7 ± 1 /. Oczyszczenie rozpuszczalnikowe (również natryskowe) ma na celu usunięcia zatłuszczeń pochodzących z procesu oczyszczenia, obróbki lub przypadkowych zabrudzeń olejami i smarami.

MYCIE WODNE

Metoda ta polega na bezpośrednim natrysku wody na oczyszczaną powierzchnię. Wymagane ciśnienie wody zależy od rodzaju usuwanych zanieczyszczeń, jak substancje rozpuszczalne w wodzie, luźna rdza i słabo przyczepne powłoki malarskie. Do usunięcia olejów, smarów itp. konieczny jest dodatek odpowiednich detergentów. W przypadku użycia detergentów do operacji mycia, konieczne jest płukanie powierzchni czystą wodą.

MYCIE PAROWA

Metody tej używa się do usuwania olejów i smarów stosując parę o ciśnieniu 10-12 Mpa.

MYCIE EMULSYJNE

Ma zastosowanie do usuwania olejów i smarów przy użyciu emulsyjnych środków myjących. Po tej operacji powinno się przeprowadzić płukanie powierzchni czystą wodą.

OCZYSZCZENIE ALKAICZNE

Ta metoda stosowana jest do odtłuszczania, a także usuwania soli i mydeł. Składnikami są: wodorotlenek, węglan, metakrzemian, pirofosforan i boran sodu, fosforan trójsodowy z dodatkiem środków kompleksujących i środków powierzchniowo czynnych. Po obróbce wymagane jest bardzo dokładne płukanie.

POWŁOKI KONWERSYJNE

Stosowane są w celu stworzenia wymaganego podłoża pod powłokę lakierową. Także roztwory alkaliczne lub inhibitujące kwasy mogą być używane do przygotowania podłoża. Po obróbce zwykle następuje płukanie.

OCZYSZCZENIE W ROZPUSZCZALNIKACH ORGANICZNYCH

Stosuje się do usuwania zanieczyszczeń tłuszczowych, olejów i smarów. Najczęściej jest prowadzone jako wstępna operacja przed właściwym oczyszczaniem z rdzy i innych zanieczyszczeń. Stosuje się przecieranie powierzchni pędzlem lub szmatami. Najczęściej używanymi rozpuszczalnikami są: benzyna ekstrakcyjna, benzyna lakowa.

OCZYSZCZENIE ŚRODKAMI POWIERZCHNIOWO CZYNNYMI

Polega na usuwaniu istniejących powłok malarskich przy użyciu specjalnych past rozpuszczalnikowych (do powłok rozpuszczalnikowych) lub past alkalicznych (do powłok ulegających zmydleniu). Po operacji trzeba zastosować płukanie powierzchni odpowiednim roztworem.

TRAWIENIE W KWASACH

Proces wymaga zanurzenia powierzchni w kąpeli kwaśnej (kwas siarkowy, solny lub fosforowy o odpowiednim stężeniu), która rozpuszcza lub usuwa zgorzelinę i rdzę, a tylko nieznacznie oddziałuje na stalowe podłoże. Proces stosuje się wyłącznie w warunkach warsztatowych.

OCZYSZCZENIE RĘCZNO MECHANICZNE

Zasadniczym celem mechanicznego przygotowania powierzchni przed malowaniem jest usunięcie zanieczyszczeń stałych oraz uzyskanie właściwej struktury powierzchni.

Podstawowymi metodami mechanicznego oczyszczenia są metody ręczno – mechaniczne oraz metody strumieniowo – ściernie.

Ręcznie - mechaniczne metody to:

- Skrobanie,
- Szczotkowanie,
- Młotkowanie,
- Dłutowanie,
- Szlifowanie przy użyciu narzędzi ręcznych i mechanicznych.

METODY OCZYSZCZANIA MECHANICZNEGO

Wśród stosowanych narzędzi znajdują się różne skrobaki, szczotki druciane, szpachle, materiały ściernie, młotki do wybijania rdzy. Metoda z uwagi na niską wydajność i ograniczoną skuteczność, stosowana jest, gdy niemożliwa jest obróbka strumieniowo –

ścierna lub o zastosowanej metodzie decydują koszty operacji. Fakt niecałkowitego oczyszczenia powierzchni z produktów korozji znacznie ogranicza adhezję podkładu i tworzenie systemu powłokowego.

OBRÓBKA STRUMIENIOWO ŚCIERNA

Obróbka strumieniowo - ścierna natomiast polega na działaniu ścierniwa rozproszonego w czynniku nośnym (powietrze, woda), a efekt obróbki uzyskuje się przez nadanie tej mieszaninie odpowiednio dużej prędkości. Dzięki temu ziarna ścierniwa pomimo swych niewielkich rozmiarów uzyskują odpowiednio dużą energię kinetyczną. Obróbka strumieniowo-ścierna jest metodą powszechnie stosowaną, dającą najbardziej optymalne przygotowanie powierzchni do malowania.

podział wg czynnika nośnika ścierniwa:

- Obróbka na sucho,
- Obróbka hydrościerna,
- Obróbka w osłonie wodnej,
- Obróbka z wykorzystaniem siły odśrodkowej koła rzutowego.

Podział wg rodzaju obiegu ścierniwa:

- Obieg otwarty,
- Obieg zamknięty.

podział wg użytego ciśnienia:

- Średniociśnieniowo (0,3 – 0,5 Mpa)
- Wysokociśnieniowo (1,0 – 1,2 Mpa)
- Hydrodynamicznie (1,0 – 200 Mpa)

Bywa ona stosowana w wielu wariantach.

Rezultat obróbki strumieniowo – ścierniwej jest w ogromnym stopniu uzależniony od typu i granulacji ścierniwa. Dobór typu i granulacji ścierniwa zależy zwykle od rodzaju obróbki strumieniowo – ścierniwej, rodzaju zanieczyszczeń powierzchni, rodzaju i wielkości przedmiotu, materiału obrabianego przedmiotu oraz wymaganej chropowatości powierzchni.

Podczas operacji oczyszczania podłoża stalowego, w zależności od stosowanej metody otrzymuje się powierzchnie o różnym stanie czystości. Norma **PN ISO 8501-1:1996** wyróżnia stopnie czystości oraz podaje wzorce jakości przygotowania powierzchni stali przed malowaniem w formie fotogramów.

Opis stopni czystości powierzchni do malowania wg **PN ISO 8501-1:1996**.

Norma wyszczególnia cztery stopnie skorodowania, oznaczone A, B, C, D.

A – Powierzchnia stalowa w znacznym stopniu, pokryta mocno przylegającą zgorzeliną walcowniczą, nieznacznie zaś rdzą.

B – Powierzchnia stalowa, na której zaczęła już występować rdza i z której równocześnie zaczęła łuszczyć się zgorzelina walcownicza.

C – Powierzchnia stalowa, na której zgorzelina walcownicza już tak skorodowała, że po jej zdrapaniu widać gołym okiem wżery korozyjne w podłożu.

D – Powierzchnia stalowa, na której zgorzelina walcownicza całkowicie skorodowała i gołym okiem widać wżery korozyjne w podłożu.

Stopnie przygotowania podłoża oznaczone są literami „Sa”, „St”, „F1” odpowiadającymi rodzajowi metody zastosowanej metody oczyszczeni. Cyfry występujące po literach, oznaczają stopień oczyszczenia ze zgorzeli walcowniczej, rdzy i wcześniej nałożonych powłok.

Sa –oznacza przygotowanie powierzchni, za pomocą obróbki strumieniowo-ścierniej,

St – oznacza przygotowanie powierzchni, za pomocą obróbki ręczno-mechanicznej (skrobanie, szczotkowanie ręczne lub z napędem mechanicznym, szlifowanie).

F1 –oznacza przygotowanie powierzchni, za pomocą oczyszczenia płomieniem.

W procesie wytwarzania zakres przygotowania powierzchni w dużej mierze zamyka się obróbką strumieniowo-ścierną i ręczno-mechaniczną.

Określenie poszczególnych stopni przygotowania powierzchni.

Sa3 Oczyszczenie strumieniowo - ściernie do stali wzrokowo czystej. Biały metal, jednolicie zabarwiony. Całkowite usunięcie zgorzeli, rdzy, starej powłoki i zanieczyszczeń.

Sa2 ½ Bardziej gruntowne oczyszczenie strumieniowo – ściernie. Całkowite usunięcie zgorzeli, rdzy, starej powłoki malarskiej. Dopuszczalne, ściemnienia i przebarwienia szczególnie w miejscach silnego uszkodzenia korozyjnego. Ślady zanieczyszczeń w kształcie kropel lub pasków.

Sa2 Gruntowne oczyszczenie strumieniowo – ściernie. Usunięcie starej powłoki malarskiej, rdzy, zgorzeli. Powierzchnia szara, metaliczna. Wszystkie szczątkowe zanieczyszczenia przylegają do podłoża.

Sa1 Zgrubne oczyszczenie strumieniowo – ściernie. Usunięcie słabo przylegającej, (czyli dającej się usunąć tępą szpachlą) rdzy, zgorzeli, starej powłoki malarskiej i obcych zanieczyszczeń (soli rozpuszczalnych w wodzie, pozostałości spawalniczych). Możliwe pozostawienie starej powłoki malarskiej dobrze przyczepionej.

St3 Oczyszczenie ręczne. Powierzchnia została szczególnie starannie oczyszczona szpachelkami, skrobakami, szczotkami stalowymi (oczyszczenie w kierunkach krzyżujących się). Powierzchnia po oczyszczeniu wykazuje zdecydowanie metaliczny połysk.

St2 Oczyszczenie ręczne. Powierzchnia została starannie oczyszczona, szpachelkami, skrobakami, szczotkami stalowymi i wykazuje metaliczny połysk.

Stopnie przygotowania powierzchni podłoży stalowych uprzednio pokrytych, powłokami malarskimi po miejscowym usunięciu tych powłok ujmuje norma **PN-ISO 8501-2: 1998**

Możliwość uzyskania stopnia czystości różnymi metodami oczyszczenia:

Metoda	STOPIEŃ CZYSTOŚCI POWIERZCHNI WG PN-ISO 8501-1						
	Sa 3	Sa 2 ½	Sa 2	Sa 1	St 3	St 2	Fl
Skrobanie							
Młotkowanie							
Szczotkowanie							
Szlifowanie							
Oczyszczenie płom.							
Obr. str. ścierna							

nie można
 można uzyskać warunkowo
 można uzyskać

Dobór ścierniwa ma olbrzymie znaczenie zarówno, co do stopnia oczyszczenia jak i żądanej klasy chropowatości podłoża pod powłokę lakierniczą. Dla nienaruszenia geometrii konstrukcji zaleca się śrutowanie detali o masie powyżej 0,5 kg i grubości ścianek, co najmniej 3mm.

Zalecany dobór ziarna śrutu i ciśnienia powietrza przy śrutowaniu wyrobów śrutem metalowym w zależności od grubości materiału.

Grubość ścianki mm.	Rozmiar ziarna mm.	Ciśnienie powietrza MPa.
Do 1,0	0,15÷0,30	0,2÷0,5
od 1,0 do 3,0	0,30÷0,50	0,4÷0,5
Od 3,0	0,60 ÷ 0,80	0,5÷0,6

Najbardziej znane rodzaje ścierniwa to:

- Śrut żeliwny łamany, kulisty,
- Śrut żeliwny utwardzany,
- Śrut stalowy łamany, kulisty,
- Druk stalowy cięty,
- Pasek kwarcowy,
- Korund,
- Elektrokorund,
- Karbokorund,
- Piasek kwarcowy,
- Żużel wielkopiecowy,
- Żużel pomiedziowy,
- Kulki szklane,
- Szkło tłuczone.

Dobór metod oczyszczenia w zależności od charakteru zanieczyszczeń									
Metoda oczyszczenia	RODZAJ ZANIECZYSZCZENIA								
	Woda	Zendra	Rdza	Tłuszcz	Pyły	Sole	Kwasy	Pasty polerskie	Powłoka malarska
Strumieniowo ściernie Piaskowanie, śrutowanie	*	*	*	***	***	***	***	***	*
Szczotkowanie, skrobanie, młotkowani	***	**	**	***	**	***	***	***	**
Oczyszczenie płomieniowe	*	**	**	**		**	***	***	*
Odtłuszczenie rozpuszczalnikowe	***	***	***	*	*	***	***	**	**
Odtłuszczenie alkaliczne	*	***	***	*	*	*	*	*	*
Trawienie w kwasach	*	*	*	***	***	*	**	***	***
<p>* całkowicie ulega usunięciu ** częściowo ulega usunięciu *** nie ulega usunięciu</p>									

OCZYSZCZANIE PŁOMIENIOWE

Polega na prowadzeniu nad powierzchnią oczyszczaną płomienia acetylenowego pod kątem ok. 45°. Metodą tą można usunąć zgorzelinę, stare powłoki malarskie, tłuszcze i inne zanieczyszczenia organiczne; rdzę w niewielkim stopniu. Metody tej nie można stosować do oczyszczania elementów cieńszych niż 4 mm z uwagi na możliwość odkształcenia. Po oczyszczeniu płomieniowym powierzchnia powinna być potraktowana szczotkami drucianymi, a następnie oczyszczona z pozostałego pyłu i zanieczyszczeń przed rozpoczęciem malowania.

PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI METALI NIEŻELAZNYCH

CYNK

Większość wyrobów malarskich wykazuje złą adhezję do powierzchni metali nieżelaznych. Duża reaktywność takich metali, jak cynk i glin, powoduje wytwarzanie się na ich powierzchniach warstwy tlenkowej, która wpływa na pogorszenie się przyczepności wielu powłok malarskich.

Przygotowanie powierzchni cynku pod malowanie polega na usunięciu oleju, smarów i innych zatłuszczeń, pyłów oraz produktów korozji cynku w postaci tzw. białej rdzy. Odbywa się poprzez:

- Odtłuszczenie,
- Oczyszczanie ręczne lub z użyciem narzędzi mechanicznych,
- Oczyszczanie chemiczne specjalnymi preparatami,
- Oczyszczanie strumieniowo – ściernie (tzw. omiatanie ścierniwem),

Często stosowane jest z dobrym rezultatem zmywanie powierzchni 1 – 2% roztworem amoniaku z dodatkiem środków powierzchniowo – czynnych.

PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI METALI NIEŻELAZNYCH

ALUMINIUM

Przygotowanie powierzchni aluminium przed malowaniem polega na usunięciu wszelkiego rodzaju zatłuszczeń oraz luźno związanych z podłożem produktów korozji aluminium przy

użyciu takich metod, jak:

- Oczyszczanie szczotkami ręcznymi lub z napędem mechanicznym,
- Obróbka strumieniowo – ścierna przy zastosowaniu „miękkiego” ścierniwa naturalnego, mycie wodą z dodatkiem niejonowego detergentu lub wodnym roztworem sody albo kwasu fosforowego.

OBRÓBKA STRUMIENIOWO – ŚCIERNA, ELEMENTÓW WCZEŚNIEJ OBRABIANYCH MECHANICZNIE

Wszystkie powierzchnie obrobione na gotowo np.: otwory gwintowane, powierzchnie współpracujące jak powierzchnie tulei, sworzni, powierzchnie czołowe, powierzchnie tłoczków, łożysk przegubowych, wielowypustów, powierzchnie z gumy, tworzyw sztucznych itp. /nie podlegające, malowaniu/ powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniem podczas śrutowania za pomocą, specjalnych trwałych zabezpieczeń.

Konstrukcja zabezpieczeń musi też skutecznie chronić przed przedostaniem się śrutu do otworów i wnęk, z których utrudnione jest usuwanie śrutu.

Powierzchnie części małych o niezbyt złożonej konfiguracji, których waga wynosi poniżej 0,5 kg lub grubość ścianek poniżej 3mm, najlepiej oczyszczać przed malowaniem za pomocą bębnowania na sucho lub metodą szczotkowania.

Lokalną rdzę i inne lokalne zanieczyszczenia, można usunąć ręcznie lub mechanicznie przy użyciu: szlifierek, papieru ściernego, pilników, skrobaków, szczotek metalowych lub odrdzewiaczami chemicznymi.

Wyroby śrutowane (a transportowane w warunkach polowych) powinny być przewożone krytymi środkami transportu lub przykryte szczelnie plandeką.

Czyszczenie mechaniczne może być o klasę czystości niższą, jeżeli powierzchnia jest wolna od rdzy, zgorzeliny, farby traserskiej a wyrób posiada odpowiednią chropowatość powierzchni i jest malowany po uprzednim myciu preparatami z inhibitorami korozji.

Przygotowanie powierzchni cynku pod malowanie najlepiej wykonać poprzez usunięcie oleju, smaru i innych zatłuszczeń, pyłów oraz produktów korozji cynku w postaci tzw. białej rdzy i powinno odbywać się poprzez odtłuszczenie następnie oczyszczenie ręczne lub z użyciem narzędzi mechanicznych i oczyszczenie chemiczne np. zmywanie 1 - 2 % roztworem amoniaku z dodatkiem środków powierzchniowo czynnych. Przy większych korozjach w zamian oczyszczenia ręcznego możliwe jest oczyszczenie strumieniowo ściernie (tzw. omiatanie ścierniwem).

Przygotowanie powierzchni aluminium przed malowaniem polega na usunięciu wszelkiego rodzaju zatłuszczeń oraz luźno związanych z podłożem produktów korozji aluminium poprzez oczyszczenie ręczno-mechaniczne lub przy zastosowaniu obróbki strumieniowo-ścierniej przy użyciu bardzo miękkiego ścierniwa naturalnego.

JAK PRZYGOTOWAĆ POWIERZCHNIĘ METALU PRZED MALOWANIEM

Lakierowanie uważane jest za końcową operację wytwarzania elementów i detali, które powinny mieć ładny wygląd i jednocześnie powinny być trwale zabezpieczone przed czynnikami korozyjnymi.

Jakość w przypadku lakierowania może dotyczyć wielu różnych czynników takich jak: właściwy kolor RAL, ilość zanieczyszczeń na powierzchni, kraterowanie, twardość i grubość warstwy lakieru, plamy, utrata połysku, skórka pomarańczy, zacieki i wiele, wiele innych. Wszystkie te własności są widoczne gołym okiem lub w szybki sposób

weryfikowalne przy użyciu prostych przyrządów pomiarowych.

Jakość dotyczy również żywotności powłoki lakierniczej, a ta zależy nie tylko od rodzaju lakieru, ale także od sposobu przygotowania powierzchni przed lakierowaniem. Żywotnością tą jest odporność korozyjna powłoki lakierniczej, gdyż to zwykle procesy korozyjne powodują, że lakier traci swoją przyczepność i z czasem wychodzi spod niego korozja.

Śrutowanie a chemiczna obróbka powierzchni

Jakość i ekologia są bezpośrednio związane z technologiami przygotowania powierzchni. Poprzez właściwe przygotowanie powierzchni rozumiemy wytworzenie na powierzchni metalu warstwy konwersyjnej, która dzięki swym własnościom elektrochemicznym hamuje procesy utleniania metalu i jednocześnie podwyższa przyczepność lakieru do podłoża. Przyczepność farby do podłoża można zagwarantować także poprzez mechaniczne rozwinięcie powierzchni, co zachodzi najczęściej w procesach śrutowania lub piaskowania. W porównaniu z chemicznymi procesami obróbki powierzchni technologie te nie gwarantują wysokiej odporności korozyjnej, a dodatkowo są kosztowne i dla wielu detali niemożliwe do zastosowania np. dla cienkich blach stalowych czy ocynkowanych. Tam gdzie nie można zastosować chemii do obróbki powierzchni, np. w przemyśle stoczniowym, budowie mostów i wielkich konstrukcji, tam przyczepność gwarantuje się poprzez mechaniczne rozwinięcie powierzchni, a odporność korozyjną poprzez specjalne farby podkładowe zawierające dodatki metali (m. in. Cr, Zn, Ti). Stosowanie tej technologii dla elementów drobnych, wytwarzanych w dużych ilościach jest z ekonomicznego punktu widzenia nieracjonalne.

CHEMICZNA OBRÓBKA POWIERZCHNI W ZALEŻNOŚCI OD PODŁOŻA

1. Stal

Stal zimno- i gorąco-walcowana jest podstawowym materiałem stosowanym do budowy elementów i detali, które następnie poddawane są lakierowaniu. Do tradycyjnych technologii przygotowania powierzchni stali przed malowaniem należą:

- **odtłuszczanie**
- **fosforanowanie żelazowe**
- **fosforanowanie cynkowe**
- **obróbki bezfosforanowe.**

Odtłuszczanie

Jest to pierwsza, bardzo ważna operacja przygotowania powierzchni. Zadaniem odtłuszczania jest usunięcie z powierzchni metalu wszelkich zanieczyszczeń olejowych i stałych. Do tego celu używa się specjalnych kompozycji myjących, w skład których wchodzi:

- związki nieorganiczne np. ługi, fosforany, krzemiany, węglany;
- związki organiczne takie jak środki powierzchniowo-czynne i środki antypienne;
- rozpuszczalniki organiczne np. trójchloroetylen, czterochloroetylen, benzyna ekstrakcyjna – ze względu na emisję do atmosfery, wysokie koszty, zagrożenie pożarowe i BHP, używane w specjalnych urządzeniach w celu uzyskania bardzo wysokiej czystości mycia np. w elektronice; jako odtłuszczanie przed lakierowaniem ograniczone do ręcznej obróbki pojedynczych detali.

Bez dokładnego odtłuszczenia powierzchni nie może być mowy o dobrej przyczepności powłoki lakierniczej do podłoża. Natomiast samo odtłuszczanie nie zabezpieczy wysokiej

odporności korozyjnej. Do tego jest niezbędne wytworzenie warstwy konwersyjnej – powłoki fosforanowej.

Fosforanowanie żelazowe

Fosforanowanie żelazowe, zwane także amorficznym przebiega najczęściej według następujących sekwencji:

ODTŁUSZCZANIE i FOSFORANOWANIE Fe – PŁUKANIE

lub z rozdzieleniem operacji odtłuszczenia i fosforanowania:

ODTŁUSZCZANIE – PŁUKANIE – FOSFORANOWANIE Fe – PŁUKANIE.

Rozdzielenie odtłuszczenia od fosforanowania żelazowego ma miejsce jedynie wtedy, gdy obróbce poddawane są detale bardzo brudne, których odtłuszczenie wymaga zastosowania środków alkalicznych. Obecnie, przy bardzo efektywnych i skutecznych detergentach używanych do kompozycji preparatów myjąco-fosforanujących zdarza się to bardzo rzadko.

Proces może zachodzić zarówno w natrysku jak i w zanurzeniu. Procesy zanurzeniowe charakteryzują się wyższą temperaturą pracy (50-70°C), wyższym stężeniem (20-40 g/l), dłuższym czasem obróbki (5-10 min), jak i mniejszą skutecznością odtłuszczenia.

Na powierzchni stali wytwarza się cienka bezpostaciowa powłoka składająca się z fosforanów żelaza i wodorotlenku żelaza o grubości 0,15-0,8 um. Z tego względu, że wykonanie pomiaru tak cienkiej warstwy przy pomocy szybkich i prostych metod jest niemożliwe, dlatego też grubość powłok konwersyjnych określa się w postaci masy jednostkowej podawanej w g/m². Dla fosforanowania żelazowego grubość ta wynosi 0,2-1,0 g/m². Kolor warstwy fosforanów żelaza może być fioletowy, żółty, opalizujący, szary i bardzo silnie zależy od rodzaju podłoża i składu kąpeli do fosforanowania żelazowego. Warstwa fosforanowa całkowicie odwzorowuje chropowatość powierzchni metalicznego podłoża. Wartość pH kąpeli mieści się w zakresie 3,5-6,0, a koncentracja roztworu: 10-40 g/l.

Każda z firm zajmujących się profesjonalnie przygotowaniem powierzchni posiada w swojej palecie całą gamę kąpeli do fosforanowania żelazowego. Różnią się one nie tylko temperaturą pracy np. od 25°C do 70°C, ale przede wszystkim własnościami odporności korozyjnej jakie są w stanie zagwarantować. Kąpiele, które wytwarzają bardzo cienkie powłoki (0,1-0,4 g/m²) nie powinny być stosowane jako przygotowanie powierzchni przed lakierowaniem (za wyjątkiem lakierowania elektroforetycznego). Dwu i trzykrotnie wyższą odporność korozyjną można uzyskać stosując kąpiele, które wytwarzają na powierzchni stali czarnej powłokę ponad 0,6 g/m².

Z punktu widzenia środowiska naturalnego fosforanowanie żelazowe jest bardzo przyjazne. Większość firm stosuje w swoich składach detergenty biologicznie degradowalne, a z pozostałych składników jedynie zanieczyszczenia olejowe pochodzące z odtłuszczonej powierzchni mogą stanowić problem przy neutralizacji.

W celu podwyższenia odporności korozyjnej fosforanowanej żelazowo powierzchni stali stosuje się **kąpiele do pasywacji**. Dzięki tej krótkiej i bardzo taniej operacji odporność korozyjna wzrasta 2-3 krotnie nawet do 1000 godz. w komorze solnej. Do historii należą kąpiele pasywujące oparte na chromie sześciowartościowym. Zamiennikiem chromu jest obecnie cyrkon, polimery i silany. Proces technologiczny rozbudowuje się więc o kolejne operacje:

ODTŁ. i FOSFOR. Fe – PŁUKANIE – PASYWACJA – ew. PŁUKANIE

Fosforanowanie cynkowe

Fosforanowanie cynkowe jest tradycyjną metodą przygotowania powierzchni stali przed lakierowaniem. Wytworzona warstwa powinna charakteryzować się drobnoziarnistością, jednolitością i ciągłością, właściwą masą jednostkową i odpowiednią do składu kąpieli strukturą. W odróżnieniu od fosforanowania żelazowego, warstwa fosforanów cynku pod lakierowanie powinna mieć masę w zakresie – 1,5-3,5 g/m² dla kąpeli natryskowych; – 2,5-4,5 g/m² dla kąpeli zanurzeniowych.

Kąpieli do fosforanowania cynkowego zawierają w swoim składzie metale, które w trakcie reakcji chemicznej z podłożem wbudowują się w powłokę. Są to jony cynku, manganu, niklu i wapnia. Metale te powinny być dokładnie usunięte ze ścieków w trakcie procesu neutralizacji wody płuczającej. Największe problemy stwarza tutaj nikiel, którego zawartość w ściekach jest systematycznie jest obniżana, aż do poziomu 0,2 mg/l w niektórych rejonach Niemiec. Obecnie w Polsce dopuszczalna zawartość niklu w ściekach wynosi 1,5 mg/l. Z tego też względu wiele lakierni stosuje **kąpiele beznikłowe**. Po wielu latach doświadczeń, czasami bardzo negatywnych jak to było w jednej z fabryk samochodów w Polsce, kąpiele beznikłowe do fosforanowania cynkowego stosuje się tylko do obróbki stali czarnej. Powierzchnie ocynkowane i aluminium obrabiane kąpielami bez niklu wykazują znacznie niższą przyczepność farby do podłoża i nie powinny być obrabiane tą technologią.

Dla wytworzenia na powierzchni stali w stosunkowo krótkim czasie (1,0-3,5 min) drobnoziarnistej powłoki, koniecznym jest zastosowanie środka utleniającego, przyspieszającego proces fosforanowania, zwanego przyspieszaczem. Typowym, najczęściej używanym środkiem jest azotyn sodu. Niestety z tego względu, że środek ten zakwalifikowany jest do środków toksycznych i niebezpiecznych dla środowiska, poszukiwane są nowe, alternatywne do azotynu sodu związki. Obecnie firmy chemiczne oferują **kąpiele bezazotynowe** z takimi przyspieszaczami jak: woda utleniona, hydroksyloamina, nitroguanidyna, SNIBS, chlorany.

Proces fosforanowania cynkowego przebiega zarówno w natrysku, jak i w zanurzeniu
Typowy schemat to:

ODTŁUSZCZ. – PŁUKANIE – AKTYWACJA – FOSFOR. Zn – PŁUKANIE

Jak łatwo zauważyć jest to technologia znacznie bardziej rozbudowana i trudniejsza do opanowania niż fosforanowanie żelazowe. Gwarantuje jednak znacznie lepsze odporności korozyjne i jest standardem w przemyśle samochodowym.

Pasywacja powłoki fosforanów cynku jest dzisiaj coraz rzadziej stosowana. Jak pokazały ostatnie badania firm chemicznych i dużych koncernów samochodowych, na właściwej powłoce fosforanów cynku uzyskuje się identyczne odporności korozyjne jak na powłoce dodatkowo spasywowanej. Dlatego też w przeciwieństwie do fosforanowania żelazowego pasywacja spełnia rolę jedynie zabezpieczenia miejsc o nieprawidłowej powłoce fosforanów cynku, a te zdarzają się praktycznie jedynie w procesach natryskowych.

Fosforanowanie cynkowe jest technologią znacznie bardziej rozbudowaną i wymagającą niż fosforanowanie żelazowe. Wymagania te dotyczą nie tylko używanej chemii, ale także urządzeń, na których aplikuje się dobrą, sprawdzoną chemię. Czasami na nieprawidłowo zaprojektowanej i zbudowanej linii nie można uzyskać dobrej jakościowo warstwy fosforanów cynku. Dlatego też, nie tylko dostawę chemikaliów, ale także budowę urządzeń do fosforanowania cynkowego należy polecić doświadczonym, wyspecjalizowanym firmom.

2. Stal ocynkowana

W celu uzyskania wyższej odporności korozyjnej, stalowe elementy pokrywa się obecnie powłoką ochronną z innego metalu. Tymi metalami są najczęściej cynk, aluminium, nikiel i coraz rzadziej ołów i cyna. Pokrywaniem rdzenia stalowego innymi metalami poddaje się zarówno gotowe detale, jak i taśmę stalową w hutach.

Cynk nanosi się w procesie **elektrolitycznym** albo **ogniowym**.

Stal ocynkowaną poddaje się przed lakierowaniem następującej obróbce:

- **odtłuszczenie ;**
- **fosforanowanie żelazowe ;**
- **fosforanowanie cynkowe ;**
- **obróbki bezfosforanowe ;**
- **pasywacja chromowa;**
- **pasywacja polimerowa.**

Odtłuszczenie

Odtłuszczenie powierzchni cynku jest z reguły łatwiejsze niż stali czarnej. Wynika to z faktu, że powierzchnia ta jest znacznie mniej zanieczyszczona substancjami stałymi i olejowymi. Dlatego też, do odtłuszczenia można stosować środki znacznie mniej alkaliczne i neutralne, pracujące w niższych stężeniach i temperaturze.

Powierzchnia cynku w środowisku alkalicznym ulega nadtrawieniu, co objawia się bardzo często czarnymi plamami, bądź całkowitym zniknięciem powłoki cynku z powierzchni stali. Dlatego też, kąpiele do odtłuszczenia powinny zawierać substancje zabezpieczające cynk przed wpływem alkaliów jak np. krzemiany.

Zastosowanie niewłaściwych preparatów do odtłuszczenia może prowadzić do powstawania wad powierzchniowych, wyraźnie widocznych po polakierowaniu. Jest to tym bardziej utrudnione, gdyż najczęściej na tej samej linii obrabiane są elementy wykonane ze stali czarnej, dodatkowo mocno zabrudzone i zaolejone.

Fosforanowanie żelazowe

W celu obróbki powierzchni ocynkowanych standartowe kąpiele do fosforanowania żelazowego wzbogaca się w dodatki wspomagające proces trawienia, którymi najczęściej są fluorki. Dzięki temu na powierzchni tworzy się bardzo cienka powłoka fosforanów, tlenku i wodorotlenku cynku. W zależności od zawartości aluminium w stopie, rodzaju i ilości dodatku, powłoka ta jest czasami całkowicie niewidoczna.

Sekwencja procesu nie ulega zmianie i jest identyczna jak dla zwykłej stali. Pozwala to na jednoczesną obróbkę na linii różnych rodzajów materiałów.

Fosforanowanie cynkowe

W przypadku fosforanowania cynkowego sekwencja obróbki detali wykonanych z blachy ocynkowanej lub ocynkowanych także nie ulega zmianie. Dla tych procesów stosuje się podobne dodatki fluorków jak dla fosforanowania żelazowego (dodatki te są najczęściej wbudowane w koncentrat).

Tak jak zostało już wspomniane, stosowanie kąpeli bezniklowych prowadzi do obniżenia przyczepności powłok lakierniczych do ocynkowanego podłoża. W porównaniu do stali czarnej, sam proces zachodzi jednak znacznie łatwiej i szybciej, a ilość błędów związanych z przygotowaniem powierzchni jest znacznie mniejsza. Warto zaznaczyć także to, że zmniejsza się znacznie szlamowanie kąpeli, a procesy bezazotynowe pracują bardzo stabilnie.

Obróbki bezfosforanowe

Technologie te są stosowane do obróbki stali ocynkowanych bez żadnych przeszkód. Producenci chemii nie zalecają nawet stosowania dodatków (fluorków).

Pasywacja chromowa, chromianowanie

Obróbkę końcową chromem Cr^{+6} blach ocynkowanych stosuje się bardzo często zarówno w hutach, galwanizerniach jak i czasami w cynkowniach ogniowych. Pasywacja zabezpiecza nam powierzchnię cynku przed białą korozją. Nie stanowi jednak dobrego przygotowania powierzchni przed lakierowaniem. Powierzchnia ocynkowana spasywowana chromem $^{+6}$ jest najczęściej niezwilżalna i stwarza duże problemy w zagwarantowaniu dobrej przyczepności farby do podłoża. Niemniej jednak możliwe jest prowadzenie specjalnych procesów chromianowania powierzchni cynku zarówno w hucie dla blach ciągłych jak i dla pojedynczych detali. Jest to jednak proces bardzo czuły i trudny do prowadzenia. Chemetall Polska posiada nie tylko opracowane i sprawdzone kąpiele do chromianowania cynku, ale także gwarantuje stały nadzór techniczny nad przebiegającym procesem.

Obróbki polimerowe

Obróbki polimerowe stanowią interesującą, alternatywną metodę chemicznego przygotowania powierzchni przed lakierowaniem zarówno blach ocynkowanych, jak i stali czarnej i aluminium. Procesy te wykorzystują zazwyczaj dyspersje polimerów w wodnym roztworze zawierającym chrom, a ostatnio także cyrkon. Technologia ta jest szeroko rozpowszechniona w zakładach powlekania blach ocynkowanych. Celem jej jest zabezpieczenie powierzchni blachy przed wpływem środowiska, a głównie zjawisk korozyjnych. W odróżnieniu od pasywacji chromowej powierzchnię taką można bardzo łatwo polakierować - powłoka polimerowa gwarantuje doskonałą przyczepność farby do podłoża. Obróbkę polimerową wykorzystuje się coraz częściej w lakierniach proszkowych, jako końcową operację pasywacji, bez następczego płukania wodą. Schemat technologiczny można w skrócie przedstawić w następujący sposób:

ODTŁUSZ. I FOSFOR. Fe – PŁUKANIE – PASYWACJA POLIMEROWA

Zastosowanie tej technologii niesie za sobą bardzo wiele zalet, m. in. możliwość obróbki różnych metali (stal, ocynk, aluminium), skrócenie sekwencji obróbki (bez płukania), a przede wszystkim bardzo dobrą odporność korozyjną.

3. Aluminium

Aluminium, dzięki swoim nieprzeciętnym własnościom, stosowane jest już powszechnie nie tylko przez przemysły wymagające używania materiałów lekkich (lotnictwo), ale także przez motoryzację, przemysł AGD i budownictwo. W praktyce, ze względu na bardzo dobre własności mechaniczne, stosowane są jedynie stopy aluminium z magnezem, krzemem, miedzią i cynkiem. Powierzchnię aluminium należy także chronić przed korozją, gdyż niezabezpieczona bardzo szybko się utlenia. Zabezpieczenie to można uzyskać poprzez anodowanie, chromianowanie lub lakierowanie. Lakierowaniu poddaje się zazwyczaj elementy przygotowane chemicznie w następujący sposób:

- anodowanie;
- chromianowanie żółte;
- chromianowanie zielone;

- obróbki bezchromowe;
- fosforanowanie żelazowe;
- fosforanowanie cynkowe;
- obróbka polimerowa.

Anodowanie

Tradycyjnym sposobem przygotowania powierzchni przed lakierowaniem jest anodowanie. W odróżnieniu od wykończeniowych, anodowych powłok tlenkowych, których grubość wynosi zwykle 15-25 μm , powłoki anodowe jako przygotowanie przed lakierowaniem wykonuje się o grubości 3,0-6,0 μm . Niewątpliwą zaletą powłok anodowych jest doskonałe zabezpieczenie przed korozją, ze szczególnym uwzględnieniem korozji nitkowej. Ze względu jednak na zbyt wysokie koszty, technologia ta została prawie całkowicie zastąpiona przez chromianowanie.

Chromianowanie żółte

Podczas chromianowania żółtego otrzymuje się żółtą, amorficzną powłokę, o masie jednostkowej 0,1-1,0 g/m^2 . Powłoka ta, tak jak i kąpiele do chromianowania żółtego zawierają chrom sześciowartościowy. Dzięki znakomitej odporności korozyjnej powłoki chromianowe mogą stanowić końcowe zabezpieczenie elementów aluminiowych, podstawowym jednak ich zastosowaniem jest przygotowanie powierzchni przed lakierowaniem. Jest to proces szeroko stosowany przez setki lakierni na całym świecie. Typową, skróconą sekwencją obróbki jest:

ODTŁUSZCZ. I TRAWIENIE KWAŚNE – PŁUKANIE – CHROMIAN. – PŁUKANIE

lub proces bardziej rozbudowany:

ODTŁUSZCZANIE ALKALICZNE – PŁUKANIE –TRAWIENIE– PŁUKANIE – CHROMIANOWANIE - PŁUKANIE

Chromianowanie zielone

Proces chromianowania zielonego, nazywanego również fosfo-chromianowaniem, wytwarza na powierzchni aluminium amorficzną powłokę fosforanu chromu. Otrzymywane w tym procesie warstwy, w zależności od masy jednostkowej (0,1-2,0 g/m^2), mogą być bezbarwne, do intensywnie zielonych. W odróżnieniu od chromianowania żółtego, powłoki fosfochromowe nie zawierają chromu sześciowartościowego, dzięki czemu mogą być stosowane w przemyśle spożywczym. Chromianowanie zielone używane jest zarówno do końcowego zabezpieczania, jak i przygotowanie powierzchni przed lakierowaniem. Sekwencje obróbki nie różnią się zasadniczo od chromianowania żółtego.

Obróbki bezchromowe

Ze względu na to, że wyżej opisane procesy zawierają chrom, w ciągu ostatniego dziesięciolecia prowadzono intensywne badania mające na celu opracowanie technologii bezchromowych. Tylko niektóre z nich uzyskały stosowne dopuszczenia i doczekały się przemysłowego zastosowania.

Fluorokompleksy metali przejściowych (Zr / Ti) – to najlepiej poznane i stosowane dotychczas technologie bezchromowe. Właściwy dobór procesu przygotowania wstępnego (odtłuszczenie, trawienie) oraz ścisła kontrola parametrów wszystkich kąpielii pozwalają uzyskać znakomite wyniki. Znaczną niedogodnością jest jednak to, że powstające powłoki są praktycznie bezbarwne. Sekwencja procesu jest identyczna jak w przypadku chromianowania:

ODTŁUSZCZANIE ALKALICZNE – PŁUKANIE – TRAWIENIE – PŁUKANIE – OBRÓBKA KONWERSYJNA (Zr / Ti) – PŁUKANIE

SAM (Self Assembling Molecules) – opatentowana i wdrożona technologia SAM polega na wytworzeniu na powierzchni aluminium monomolekularnej powłoki, która, tak jak w przypadku fluorokompleksów Zr/Ti jest bezbarwna. Z punktu widzenia chemicznej obróbki powierzchni stanowi jednak rewolucję - masa jednostkowa takiej powłoki określana jest w nanometrach a zużycie w mg/m^2 . Nie wymagane jest także płukanie końcowe wodą. Kąpiel SAM nie zawiera żadnych metali ciężkich, fluorków, przyspieszaczy i innych substancji niebezpiecznych. Suszenie odbywa się w zakresie temperatur 85-135⁰ C. Sekwencja procesu SAM może być identyczna jak dla chromianowania lub innych obróbek bezchromowych, a najprostsza wygląda w następujący sposób:

ODTŁUSZCZANIE I TRAWIENIE – PŁUKANIE – PŁUKANIE DEMI - SAM,

Silany – kąpiele oparte na związkach krzemoorganicznych mogą być także używane do obróbki powierzchni aluminium przed lakierowaniem. W stosunku do opisanych powyżej różnią się jedynie grupami funkcyjnymi, których zadaniem jest zagwarantowanie wystarczającej przyczepności i odporności korozyjnej dla podłoża aluminiowego

Fosforanowanie żelazowe

Fosforanowanie żelazowe wytwarza na powierzchni aluminium bardzo cienką warstwę tlenku i wodorotlenku aluminium. Obróbka ta nie jest w stanie zabezpieczyć wysokich wymagań jakościowych, stąd też traktowane jest raczej jako odtłuszczenie, a nie właściwy proces obróbki konwersyjnej. Jednak wprowadzone w ostatnim czasie na rynek kąpiele pasywujące (cyrkonowa, polimerowa czy silanowa) uzupełniły ten uproszczony proces obróbki, gwarantując otrzymanie dobrych lub bardzo dobrych wyników jakościowych. Nie są to jednak technologie do obróbki profili aluminiowych, a raczej dla elementów dla elementów wyposażenia wnętrza, AGD czy motoryzacji

Fosforanowanie cynkowe

Coraz więcej producentów samochodów decyduje się na wprowadzenie materiałów aluminiowych do produkcji nadwozi. Wynika to z potrzeby odchudzenia samochodów w celu zmniejszenia zużycia paliwa. Proces fosforanowania cynkowego został tak zmodyfikowany, aby można było jednocześnie obrabiać nadwozie zbudowane z blachy ocynkowanej i aluminium. Zastosowane zmiany dotyczą zarówno składu (ściśle monitorowanie zawartości fluorków), jak i prowadzenia kąpielii (odszlamianie i mieszanie kąpielii). Dzisiaj można już obrabiać do 80 % powierzchni aluminium, bez żadnego negatywnego wpływu na jakość obróbki stali zwykłej, czy ocynkowanej. Warto przy tym wspomnieć, że jony aluminium są tzw. trucizną kąpielii fosforanującej, (blokują proces tworzenia warstwy konwersyjnej na stali). Sekwencja obróbki jest dla aluminium identyczna jak dla stali.

Obróbka polimerowa

Technologia została opisana w części poświęconej stali ocynkowanej. Otrzymywane wyniki odporności korozyjnej i przyczepności farby są bardzo dobre, stąd też obróbka ta stanowi droższą alternatywę dla chromianowania profili aluminiowych przed lakierowaniem. Sekwencja obejmowałaby następujące etapy obróbki:

ODTŁUSZCZ. i TRAW. – PŁUKANIE – PŁUKANIE DEMI – OBRÓB. POLIMER.

KATAFOREZA I JEJ KOSZTY

PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI + GRUNTOWANIE KATAFORETYCZNE JAKO METODA NA UZYSKANIE NAJWYŻSZYCH ODPORNOŚCI KOROZYJNEJ POWŁOK PROSZKOWYCH

Coraz częściej wymagania klientów dotyczące odporności korozyjnej malowanych detali wymagają projektowania linii malarskich na tyle rozbudowanych by dawały możliwość spełnienia tych wysokich wymagań. Rozbudowa linii dotyczy głównie przygotowania powierzchni.

Ale tu możliwości, mimo ciągłego rozwoju, nie są zbyt duże. I przy tych najwyższych wymaganiach pole manewru jest praktycznie ograniczone. Przekroczenie pewnej bariery jest możliwe dopiero przy zastosowaniu gruntowania detali metodą kataforezy. Oczywiście po wcześniejszym, odpowiednim dla postawionych wymagań, przygotowaniu powierzchni przed malowaniem. Te wymagania, szczególnie w przemyśle motoryzacyjnym, stają się coraz powszechniejsze. Obserwuje się w ostatnich latach budowę szeregu nowych malarni kataforetycznych już nie tylko przez producentów samochodów osobowych ale również przez wiodące firmy produkujące podzespoły i detale do samochodów ciężarowych, maszyn budowlanych czy też maszyn rolniczych. ZUGiL jest jednym z niewielu w Europie wytwórców tego typu specjalistycznych malarni dlatego też, chcemy przybliżyć nieco tę tematykę. Być może państwo w niedługim czasie staniecie przed takim problemem, iż dotychczasowy odbiorca produkowanych przez Was elementów czy też wyrobów metalowych postawi warunek - detale muszą być gruntowane kataforetycznie ! A zdarza się to coraz częściej.

Przy projektowaniu takich linii należy zawsze mieć na uwadze najważniejsze zadania jakie musi spełnić przygotowanie powierzchni:

- Podwyższenie odporności korozyjnej
- Zwiększenie przyczepności lakieru do podłoża
- Otrzymanie jednolitej powłoki lakierniczej

Zadania te można zrealizować poprzez dokładne oczyszczenie i odtłuszczenie powierzchni przeznaczonej do pokrycia a następnie wytworzenie na niej powłoki konwersyjnej fosforanów o różnym składzie.

Pod określone zadanie techniczne (program malowania , czas pracy) należy przyjąć właściwą koncepcję linii malarskiej. Musi to być poparte odpowiednimi obliczeniami.

Następny etap to wspólne z dostawcą chemikaliów oraz dostawcą farby określenie optymalnej technologii. Często wymaga to wykonania prób laboratoryjnych czy też prób na pracujących liniach malarskich. Dopiero gdy rezultaty prób potwierdzą prawidłowość przyjętej technologii należy przejść do szczegółowych rozwiązań technicznych

podzespołów linii.

Z reguły technologię można ustalić wg jednego z typowych schematów sekwencji obróbki. Pod ustaloną technologią należy dobrać konkretne preparaty spełniające daną sekwencję obróbki – pożądana jest ścisła współpraca z dostawcą chemikaliów do obróbki wstępnej.

Poniżej tabelarycznie pokazano standardowe sekwencje obróbki

I	II
1. Mycie – fosforanowanie żelazowe	1. Mycie wstępne
2. Płukanie	2. Mycie – fosforanowanie żelazowe
3. (Płukanie DEMI)	3. Płukanie
	4. Płukanie DEMI
	5. (Pasywacja polimerowa)
III	IV
1. Mycie wstępne	1. Mycie wstępne
2. Mycie – fosforanowanie żelazowe	2. Mycie zasadnicze
3. Płukanie	3. Płukanie
4. Pasywacja Cr, Zr	4. Aktywacja
5. Płukanie DEMI	5. Fosforanowanie cynkowe
	6. Płukanie
	7. Pasywacja
	8. Płukanie DEMI

Schematy te można modyfikować w miarę potrzeb. Modyfikacje dotyczą generalnie ilości zabiegów, (szczególnie odtłuszczania), ich charakteru (natrysk bądź zanurzenie) oraz ilości płuczek po procesach chemicznych.

Przedstawione powyżej schematy dotyczą przygotowania powierzchni pod różne powłoki malarskie.

Pod gruntowanie kataforetyczne można praktycznie stosować sekwencje III i IV.

Tam gdzie wymagania odnośnie odporności korozyjnej są szczególnie wysokie stosowana jest technologia wg sekwencji IV.

Gdy mamy już koncepcję urządzenia i dobraną technologię wraz z preparatami do jej realizacji, można przystąpić do przyjęcia konkretnych rozwiązań konstrukcyjnych dla jego podzespołów.

Podwyższenie odporności korozyjnej oraz polepszenie przyczepności lakieru do metalicznego podłoża można uzyskać, jak to już było powiedziane, poprzez wytworzenie na powierzchni metalu warstwy konwersyjnej. Najpopularniejszą metodą służącą do tego celu jest **fosforanowanie żelazowe** - schemat III.

Na powierzchni stali wytwarza się wówczas bardzo cienka, amorficzna warstwa fosforanowa

składająca się z fosforanów żelaza $FePO_4$ i z wodorotlenku żelaza $Fe(OH)_2$ (w stosunku 2:1).

Masa jednostkowa takiej warstwy waha się w granicach $0,2 \div 1,0 \text{ g/m}^2$ a grubość $0,15 \div 0,8 \text{ }\mu\text{m}$.

Stanowi ona bardzo dobry podkład, gwarantujący doskonałą przyczepność farby do

podłoża.

Fosforanowanie żelazowe posiada następujące zalety:

- dobre własności odtłuszczające
- niska temperatura pracy (już od 25 °C)
- krótki czas obróbki (1,5÷2,5 min.)
- wytworzenie konwersyjnej powłoki fosforanowej Fe (0,2÷1,0 g/m²)
- możliwość automatycznej kontroli dozowania (dla preparatów w postaci płynnej)

Warunkiem koniecznym przy kataforezie jest stosowanie końcowego płukania wodą DEMI.

Detale, które będą w następnej kolejności zanurzane w wannie malarskiej muszą być bardzo

dobrze wypłukane. Przewodność wody ociekowej z ostatniego płukania musi być < 50 µS/cm, a pożądane jest by była jeszcze mniejsza.

Dalsze poprawienie odporności korozyjnej lakierowanych detali można uzyskać poprzez **zastosowanie pasywacji**.

Pasywacja powłoki fosforanowej polega głównie na jej uszczelnieniu poprzez zmniejszenie porowatości, na elektrochemicznej pasywacji metalu co w konsekwencji zwiększa przyczepność lakieru do powierzchni metalu.

Powierzchnie metalowe po fosforanowaniu i pasywacji powinny zostać dokładnie spłukane

wodą zdemineralizowaną.

Największe znaczenie dla ochrony antykorozyjnej mają powłoki konwersyjne oparte na fosforanie cynkowym. wg schematu III

Cechy warstwy fosforanów cynkowych to:

- drobnoziarnistość
- jednolitość i ciągłość
- masa jednostkowa:

dla kąpieli natryskowych	1,5÷3,5 g/m ²
dla kąpieli zanurzeniowych	2,5÷4,5 g/m ²
- grubość powłoki 1÷3 µm
-
- właściwa struktura:

- fosfofillit	dla kąpieli niskocynkowych
- hopeit	dla tradycyjnych kąpieli cynkowych
- szolcyt	dla kąpieli cynkowo - wapniowych

Wytworzenie właściwej drobnokrystalicznej i szczelnej warstwy fosforanowej na stali wymaga

w przypadku procesów o niskiej zawartości cynku bardzo dobrej aktywacji powierzchni.

Proces ten może odbywać się zarówno w ostatniej strefie odtłuszczania jak i w oddzielnej strefie tuż przed strefą fosforanowania. To ostatnie rozwiązanie - stosowane najczęściej, pozwala na bardzo dokładną kontrolę i sterowanie masą jednostkową oraz wielkością kryształów warstwy fosforanowej.

Fosforanowanie realizowane jest agregatach wielostrefowych

Rozróżnia się urządzenia o ruchu **ciągłym** i **taktowym**.

Możliwe są również kombinacje systemu **ciągłego** i **taktowego**.

Chemiczna obróbka powierzchni może być prowadzona metodą **natryskową**,

zanurzeniową lub **natryskowo – zanurzeniową**. Wybór metody zależy od kształtu wyrobów, wymagań co do rodzaju i trwałości powłoki fosforanowej oraz wielkości produkcji.

W systemie **taktowym**, zanurzeniowym detal jest opuszczany przez manipulator (wciągnik) do kolejnych wanien i tam poddawany działaniu odpowiednich roztworów. Transport przebiega więc w sposób przerywany. Natomiast w urządzeniu o ruchu **ciągłym** przedmiot jest podwieszony do łańcucha przenośnika poruszającego się w sposób ciągły i transportowany poprzez kolejne strefy. W strefach tych realizowane są określone operacje technologiczne. Obrabiane detale poddawane są natryskowi odpowiednimi kąpielami. W przypadku agregatu **natryskowo-zanurzeniowego** o ruchu **ciągłym** detal w jednych strefach poddawany jest natryskowi a w innych podlega obróbce w zanurzeniu.

Agregaty **taktowe** przystosowane są dla małych programów produkcyjnych.

Ten rodzaj urządzeń jest preferowany przy dużych wymiarach przedmiotu i relatywnie małej przepustowości. Ich wydajność określa się maksymalnie na 20 taktów / godz. Praktycznie jednak stosowane są wydajności rzędu 8÷12 taktów / godz.

Najczęściej spotykane urządzenia do fosforanowania to agregaty wielostrefowe tunelowe z przenośnikiem podwieszonym.

Są to urządzenia składające się z szeregu podzespołów służących do realizacji konkretnej technologii oraz kontroli i regulacji podstawowych parametrów technologicznych.

Główne podzespoły i układy to :

- zbiorniki i wanny zabiegowe
- zbiorniki rezerwowe
- układy natrysku
- układy grzewcze
- układy automatycznej regulacji temperatury kąpeli
- układy filtracji i odzysku kąpeli
- układy dozowania kąpeli
- układy kaskadowe kąpeli i wody płuczającej
- układy wentylacji
- układy chemicznego czyszczenia wymienników
- układy odzysku oleju z kąpeli odtłuszczających

Projektowanie agregatu zaczyna się od:

- dobrania **układów natrysku** odpowiednich dla obrabianych detali, przeliczenie i dobranie **zbiorników** oraz **pomp natryskowych** dla urządzeń **natryskowych**.
- dobrania **wanien** o optymalnej wielkości dla urządzeń **zanurzeniowych**.

Muszą tu być spełnione kryteria dotyczące wydajności dysz w poszczególnych strefach, gęstości strumienia natrysku, oraz wielkości cyrkulacji kąpeli w poszczególnych wannach

Należy pamiętać o właściwym zaprojektowaniu układów kaskadowych kąpeli myjących i kąpeli płuczających. Może to bowiem w istotny sposób rzutować na zużycie wody i chemikaliów a w konsekwencji również na ilość obrabianych ścieków.

Kolejnym etapem jest dobór oraz przeliczenie **układów grzewczych**. O doborze systemu z reguły decyduje Inwestor, który wie jakimi mediami może dysponować.

Jeśli czynnikiem grzewczym jest energia elektryczna, we wszystkich zbiornikach z wyjątkiem zbiornika kąpeli fosforanowej cynkowej, można zastosować nagrzewnice

elektryczne.

Natomiast podgrzewanie kąpeli fosforanowej odbywa się przez układ pośredni z wymiennikami płytowymi wykonanymi ze stali nierdzewnej.

Układ powinien zapewnić jak najmniejszy gradient temperatury między kąpielą fosforanową i czynnikiem grzewczym.

Gdy czynnikiem grzewczym jest woda technologiczna wówczas układy grzewcze buduje się w oparciu o wymienniki płytowe. Wymienniki zabezpiecza się filtrami workowymi lub odśrodkowymi.

Wymiennik kąpeli fosforanowej wyposażony jest w układ do okresowego czyszczenia 15% roztworem kwasu azotowego (lub siarkowego) czy też gotowymi preparatami.

Regulacja temperatury - automatyczna za pomocą zaworów regulacyjnych z siłownikami elektrycznymi lub pneumatycznymi.

Istotną kwestią do rozwiązania jest **regeneracja kąpeli odtłuszczających**.

Duża ilość wnoszonych zanieczyszczeń mechanicznych i olejowych powoduje szybkie zużywanie się kąpeli odtłuszczających. Aby przedłużyć ich żywotność stosowane są różne metody regeneracji kąpeli już przy strefach odtłuszczania. Usuwanie z kąpeli zanieczyszczeń mechanicznych odbywa się najczęściej przy użyciu różnego rodzaju filtrów workowych bądź odśrodkowych. Oddzielanie olejów, które nie zostały zemulgowane realizuje się często przy użyciu odolejaczy taśmowych lub tarczowych oraz przepływowych.

Natomiast do oddzielania olejów zemulgowanych stosuje odolejacz koalescencyjne lub urządzenia wykorzystujące techniki membranowe.

Są to urządzenia do ultrafiltracji bądź mikrofiltracji, w których stosowane są różnego typu membrany: rurowe, kapilarne, spiralne, płaskie.

W procesach tych przez porowate przegrody przechodzi woda i małogabarytowe cząstki (filtrat) natomiast na przegrodzie zatrzymywane są zemulgowane oleje i inne cząstki o większych rozmiarach.

Najbardziej sprawdzają się membrany rurowe. Są one wykonane z różnych.

W ostatnich latach coraz większe zastosowanie znajdują membrany ceramiczne i grafitowe.

System membranowy mimo swojej bezspornej skuteczności ma jak każdy inny również wady.

Podstawowe to :

- wysoki koszt instalacji
- konieczność znacznego uzupełniania detergentów zatrzymywanych na membranach.

Następnym problemem do rozwiązania w agregatach do fosforanowania cynkowego jest usuwanie szlamów z kąpeli fosforanowej.

W prawidłowo funkcjonującej kąpeli do fosforanowania cynkowego wytwarza się jako produkt uboczny pewna ilość nierozpuszczalnego osadu, stanowiącego szlam. Obecność szlamu w kąpeli jest zjawiskiem niepożądanym, gdyż :

- osiada on na obrabianych powierzchniach pogarszając jakość powłoki
- powoduje zarastanie zbiornika, instalacji rurowych, dysz natryskowych, wymienników ciepła.

W praktyce stosuje się różne metody oddzielania szlamów:

- filtracja przy użyciu filtrów taśmowych
- odwirowywanie w specjalnych wirówkach
- sedymentacja okresowa w zbiornikach rezerwowych z odpowiednio ukształtowanym

dnem

- sedymentacja ciągła w osadnikach przepływowych wielostrumieniowych.

Te dwie ostatnie metody stosuje się najczęściej łącznie.

Zagęszczony szlam z osadników zrzucany jest do dodatkowego zbiornika, skąd kąpiel po dekantacji jest zawracana do wanny zabiegowej. Pozostałość jest neutralizowana i podawana pompą śrubową bądź membranową na prasę filtracyjną.

Ostatnio coraz częściej stosuje się również bezpośrednie usuwanie szlamu z odpowiednio ukształtowanego dna wanny fosforanowej i podawanie jej bezpośrednio na prasę filtracyjną

(odporną na działanie kwaśnej kąpieli fosforanowej).

Odprowadzenie filtratu z prasy jest skolektorowane - filtrat jest zawracany do wanny zabiegowej.

Konieczne jest uzgodnienie konkretnego rozwiązania z dostawcą chemikaliów, oraz przeliczenie całego układu. Istotny jest dobór osadnika wielostrumieniowego dla konkretnej wielkości wanny, dobór pompy podającej na filtr sedymentacyjny bądź prasę, oraz dobór prasy o wystarczającej powierzchni płyt. Kolejny temat do rozwiązania to właściwe zaprojektowanie **układów dozowania**.

Preparaty do sporządzania kąpieli do odtłuszczania dostarczane są z reguły jako produkty jedno lub dwuskładnikowe. Najwygodniejsze w użyciu są preparaty płynne, umożliwiające w pełni automatyczne dozowanie oraz utrzymywanie określonego stężenia kąpieli poprzez pomiar przewodności elektrycznej. Do dozowania używa się najczęściej pomp dozujących membranowych, pobierających preparaty wprost z wymiennych kontenerów handlowych. Dotyczy to również nowych preparatów do fosforanowania żelazowego. Podobne pompy mogą być użyte do dozowania składników kąpieli fosforanowej cynkowej. Lecz tu uzupełnianie składników dokonuje się po kontroli parametrów kąpieli np. raz na zmianę. Korygowane są wtedy wydatki pomp dozujących w sposób ciągły np. preparat bazowy uzupełniający. Przeważnie stosuje się 3 pompy dozujące oddzielne dla wszystkich preparatów.

Dozowanie kąpieli pasywującej Cr bądź Zr może również odbywać się automatycznie przez pomiar pH. Kontrola parametrów kąpieli np. 2 razy na zmianę.

Uzupełnianie aktywatora przeprowadza się raz na zmianę np. przy użyciu pompy beczkowej firmy FLUX lub LUTZ. Korzystne jest posiadanie dodatkowej pompy beczkowej wyposażonej w miernik przepływu cieczy. Pompa taka służy do pierwszego napełniania zbiorników zabiegowych (odtłuszczanie, fosforanowanie, pasywacja) z kontenerów handlowych oraz do wszystkich kolejnych napełnień po wymianie kąpieli.

Układy wentylacji należy tak zaprojektować żeby:

- zapobiegały wydostawaniu się oparów kąpieli z tunelu, gdy mamy do czynienia z agregatem tunelowym
- skutecznie odciągały opary z nad luster wanien w przypadku linii wannowej.

Detale po ostatnim płukaniu w wodzie zdemineralizowanej zanurzone są w wannie malarskiej

gdzie następuje ich pokrycie warstwą farby kataforetycznej. Malowanie kataforetyczne to odmiana malowania elektroforetycznego w którym malowany detal jest katodą.

Polega ono na osadzaniu pod napięciem powłoki malarskiej na przedmiocie zanurzonym w farbie wodorozcieńczalnej. Metoda ta jest technicznym zastosowaniem zjawiska elektroforezy do nakładania wyrobów lakierowych.

W czasie malowania równocześnie z elektroforezą zachodzą również procesy elektrolizy i elektroosmozy, dlatego charakter procesu trafniej określają jego nazwy w językach:

- angielskim - *elektropainting*, *elektrocoating* czyli elektromalowanie, elektroosadzanie
- niemieckim - *Elektrotauchlackierung* - elektromalowanie zanurzeniowe czy

- rosyjskim – *elektroosażdienje* – elektroosadzanie.

Malowanie odbywa się zarówno w agregatach taktowych jak i tych o ruchu ciągłym wg niżej podanego schematu:

- malowanie kataforetyczne w gruncie wodorozcieńczalnym (pasta zmieszana z emulsją obecności korektora kwasowego) - czas 180÷240 s, temp. 28÷32°C
- natrysk wstępny nad wanną ultrafiltrem z wanny UF1 - czas 15 s; temp. otocz.
- płukanie ultrafiltrem UF1 - czas 60 s; temp. otocz.
- płukanie ultrafiltrem UF2 - czas 60 s; temp. otocz.
- natrysk ultrafiltrem czystym - czas 15 s; temp. otocz.
- płukanie w wodzie DEMI - czas 60 s; temp. otocz.
- natrysk nad wanną czystą wodą DEMI - 1 gałąź
- odmuchiwanie sprężonym powietrzem

W skład agregatu wchodzi następujące zespoły :

- ◆ *wanna do malowania zanurzeniowego*
- ◆ *instalacja obiegu farby z filtracją, chłodzeniem, zbiornikiem rezerwowym, układem uzupełniania farby*
- ◆ *układ elektrodializy farby*
- ◆ *układ ultrafiltracji farby*
- ◆ *instalacja prądu stałego z prostownikiem*
- ◆ *instalacji zasilania i sterowania z szafami zasilająco-sterowniczymi*
- ◆ *instalacje rurowe wody sieciowej i sprężonego powietrza*
- ◆ *instalacja wody zdeminielizowanej*

W agregatach taktowych płukania realizowane są w zanurzeniu, natomiast w agregatach o ruchu ciągłym - natryskowo bądź w sposób mieszany.

Po wynurzeniu z wanny malarskiej detale transportowane są do stref płukania.

Następuje spłukiwanie z nich nadmiaru farby nie związanej z podłożem, kolejno w strefach

płukania ultrafiltrem obiegowym UF-1, UF-2 i wodą zdeminielizowaną.

Tak rozbudowany system płukania przynosi duże oszczędności farby oraz umożliwia uzyskanie powłoki malarskiej bez zacieków.

Po płukaniu detale ociekają z resztek wody i transportowane są do suszarki. Tu są obmywane przez powietrze podgrzane do temperatury 190°C i znajdujące się w obiegu wymuszonym przez wentylator suszarki. W wyniku podgrzewania detali rozpuszczalniki i woda z farby znajdującej się na ich powierzchni odparowują i zostają usunięte wraz z powietrzem na zewnątrz hali. Malowany detal stanowi katodę. Anodami są elektrody kwasoodporne umieszczone w rurowych celach elektrodializy zawieszonych wzdłuż ścian, wewnątrz wanny.

Przenośnik transportuje zawieszki z detalami nad wannę malarską. Zawieszki stopniowo zanurzają się w wannie. W trakcie zanurzenia detale malowane są farbą kataforetyczną metodą elektroosadzania.

W wannie odbywa się ciągłe krążenie farby wymuszone obiegami filtracji, chłodzenia i podawania farby do ultrafiltracji. Farba filtrowana jest w filtrach workowych 50 µm i ochładzana w wymienniku płytowym. Może być również (jeśli zajdzie taka potrzeba) ogrzewana przy pomocy tego samego wymiennika.

Regulacja temperatury farby za pomocą automatycznego układu regulacji.

Po wyjściu zawieszki z wanny, farba wyniesiona mechanicznie na detalach, jest spłukiwana w kolejnych strefach ultrafiltrem oraz wodą zdeminielizowaną wg wcześniej

przedstawionej technologii.

Ultrafiltrat używany do spłukiwania nadwozia uzyskiwany jest w ultrafiltrze. Wydzielanie ultrafiltratu odbywa się w czasie przepływu farby przez **membranę spiralną**. Np. membrana typu SPIRAPAK 8" (produkcji ABCOR - KOCH) pozwala na wydzielenie ca 550 l ultrafiltratu na godzinę. Użycie ultrafiltratu do płukania minimalizuje zużycie farby. Kaskadowy przepływ ultrafiltratu (w przeciwnym kierunku) powoduje bowiem zawracanie do wanny malarskiej części stałych farby spłukanych z zawieszki ultrafiltratem.

Uzupełnianie farby (pasty i emulsji) odbywa się okresowo. Pasta przetłaczana jest pompą pneumatyczną bezpośrednio ze zbiornika handlowego poprzez liniowy mieszalnik statyczny do układu filtracji farby (przed króćcem ssącym pompy układu).

Emulsja podawana jest pompą membranową bezpośrednio do przelewu wanny malarskiej. Wydzielane w procesie elektroosadzania wolne jony kwasowe usuwane są z kąpieli farby do krążącego anolitu poprzez membrany jonowymiennne umieszczone w rurowych **celach dializy**. Usuwanie jonów zapobiega obniżaniu się pH i stabilizuje przewodność farby. Krążący anolit, automatycznie upuszczany jest do ścieków po przekroczeniu granicznej wartości przewodności nastawionej wcześniej na mierniku przewodności. Ubytki anolitu uzupełniane są automatycznie wodą zdemineralizowaną.

Wszystkie pompy przetłaczające farbę oraz ultrafiltrat z zawartością substancji stałych farby, posiadają podwójne uszczelnienia mechaniczne, przemywane świeżym ultrafiltratem. Ciągły przepływ tego ultrafiltratu zapewniają dwie pompy (w tym 1 rezerwowa). Układ przemywania pracuje w sposób ciągły.

Wszystkie pompy kontrolowane są poprzez manometry kontaktowe. Awaryjne sygnalizowane są wizualnie i akustycznie.

Kontakty elektryczne malowanej zawieszki (katoda) łączą ją z zasilaczem prądowym z chwilą jej wejścia nad wannę. Zasilacz prądu wyłączany jest automatycznie z chwilą otwarcia drzwi tunelu wanny.

Ścieki technologiczne powstające w trakcie malowania zbierane są w studzienkach ściekowych i podawane stąd :

- do koagulatora - gdzie odbywa się ich wstępna obróbka (wytrącanie części stałych farby).

- bezpośrednio do oczyszczalni

Z koagulatora ścieki podczyszczone wstępnie również przepompowywane są do oczyszczalni. Te uwagi może przybliżyć potencjalnym inwestorom tematykę przygotowania powierzchni oraz malowania kataforetycznego a także pokażą możliwości jakie dają nowoczesne technologie w uzyskiwaniu powłok malarskich o bardzo wysokiej (powyżej 1000 h w komorze solnej) odporności korozyjnej.

Zakończenie

Proces przygotowania powierzchni przed lakierowaniem ma bardzo duży wpływ na ocenę użytkową lakierowanych elementów. Najczęściej koszty z nim związane są wielokrotnie niższe niż sam proces lakierowania. Nie można go jednak lekceważyć, gdyż skutki tego mogą być (bądź były) dramatyczne dla niejednej firmy. Dzisiaj klienci oczekują gwarancji wieloletnich, a lakiernia musi być na to dobrze przygotowana.

3. OCENA JAKOŚCI PRZYGOTOWANIA POWIERZCHNI.

Ocenie przygotowania do malowania podlegają następujące parametry powierzchni:

- Wygląd,

- Stopień czystości,
- Profil powierzchni,
- Obecność zapylenia,
- Obecność zatłuszczeń,
- Obecność zanieczyszczeń jonowych.

WYGLĄD POWIERZCHNI

Powierzchnię przygotowaną do malowania należy ocenić wzrokowo przy świetle dziennym lub sztucznym (oświetlenie żarówką o mocy, co najmniej 100W).
Postępowanie przy ocenie wyglądu normuje ISO 8501-1; 2; 3.

STOPIEŃ CZYSTOŚCI POWIERZCHNI

Zaleca się postępowanie wg ISO 8501-1:

Oczyszczoną powierzchnię należy ocenić w rozproszonym świetle dziennym lub przy odpowiednim sztucznym oświetleniu przez porównanie z fotografiami zawartymi w normie. Przy wzrokowej ocenie czystości powierzchni przygotowanych do renowacji powłok, można posłużyć się tylko fotografiami ze stopniem skorodowania C lub D w zależności od głębokości wżerów korozyjnych.

Zaleca się, aby stopień przygotowania powierzchni do malowania nowych elementów w zależności od stanu wyjściowego był minimum: A Sa 2 ½, B Sa 2 ½, C Sa 2 ½, D Sa 2 ½.

Dla elementów podlegających renowacji o bardzo dużym stopniu skorodowania, i braku możliwości oczyszczenia obróbką strumieniowo-ścierną oraz specyfikę ich eksploatacji zaleca się stopnie czystości powierzchni (w zależności od stanu wyjściowego) B - St 2, C - St 2, D - St 2.

OCENA PROFILU POWIERZCHNI

Zgodnie z zaleceniami normy ISO 8503-1: ocenie podlega parametr Ry^5 . Oceny, można dokonać przy użyciu ręcznego przyrządu do pomiaru chropowatości lub przez porównanie badanej powierzchni ze wzorcami zawartymi w normie ISO 8503-2: 1998.

SPRAWDZENIE OBECNOŚCI ZATŁUSZCZEŃ

Obecność tłuszczów na badanej powierzchni można stwierdzić metodami: wagową, fuksynową, fluorescencyjną, żelacyjankową oraz metoda przerw wodnych.
Postępowanie wg PN-70/H-97052.

OCENA SKUTECZNOŚCI ODPYLENIA

Skuteczność odpylenia należy sprawdzić przez porównanie z rysunkiem wzorcowym zawartym w ISO 8502-3:

SPRAWDZENIE OBECNOŚCI ZANIECZYSZCZEŃ JONOWYCH

Do chwili obecnej brak kryteriów oceny obecności zanieczyszczeń jonowych. Niemniej jednak w przypadku przypuszczalnej obecności zanieczyszczeń jonowych (atmosfera zanieczyszczona aerozolem solnym, obecność soli) zaleca się dodatkowe przemycie powierzchni np. metodą parowo – wodną.

Sole rozpuszczalne w wodzie, tak jak chlorki, siarczany, azotany, w znacznym stopniu działają destrukcyjnie na powłoki malarskie i stymulują korozję podpowłokową. Największy

niekorzystny wpływ mają siarczany pochodzące z zanieczyszczeń atmosferycznych, a następnie chlorki osadzające się w atmosferze nadmorskiej. Sole mogą pochodzić z chłodziw stosowanych w obróbce mechanicznej metali. Oczyszczenie strumieniowo ściernie nie usuwa tych zanieczyszczeń, jak też źródłem ich może być użyte ścierniwo. Zanieczyszczenia jonowe sprzyjają utrzymywaniu się wilgoci na powierzchni metali.

4. ZASADY MALOWANIA.

WARUNKI PROWADZENIA PRAC MALARSKICH

Malowanie należy przeprowadzić w pomieszczeniach jasnych, czystych dobrze wentylowanych. Zarówno w technikach lakierniczych jak i przygotowania powierzchni ważną rolę odgrywa główny czynnik technologiczny, czyli powietrze. Jakość powietrza jest w dużej mierze przyczyną powstawania wad powłoki lakierniczej takie jak kratery, żabie oczka, odpryski – głównie z powodu zawartości wody w powietrzu. W związku z tym sprężone powietrze powinno być oczyszczone z pyłu i innych zanieczyszczeń oraz odwodnione poprzez sprawną instalację.

W celu uporządkowania tematu czystości powietrza została opracowana norma ISO 8573-1, która precyzyjnie określa klasy zanieczyszczeń i klasy jakości sprężonego powietrza, dokładnie określa punkt rosy, pozostałość pyłów, pozostałość oleju, wody. I tak np. klasa 2 to punkt rosy -40°C , pozostałość wody 0.12 g/m^2 , pozostałość pyłów 1 mikron i 1 g/m^3 , i pozostałość oleju 0.1 mg/m^3 .

Opis wg normy ISO 8573.1

Klasa wg ISO 8573.1	Maksymalna wielkość cząsteczek stałych (μm)	Maksymalna koncentracja cząsteczek stałych (mg/m^3)	Maksymalna wartość ciśnieniowego punktu rosy ($^{\circ}\text{C}$)	Maksymalna koncentracja oleju (mg/m^3)	Maksymalna zawartość H ₂ O (g/m^3)
1	0.1	0.1	-70	0.01	0.003
2	1	1	-40	0.1	0.12
3	5	5	-20	1	0.88
4	15	8	3	5	6.0
5	40	10	7	25	7.75
6			10		9.4

Ważnym elementem w procesie malowania jest powietrze wentylacyjne, powinno ono być oczyszczone tak, aby cząstki pyłu o wielkości $1 \div 10\ \mu\text{m}$ występowały tylko w niewielkiej ilości, a cząstki o wielkości powyżej $10\ \mu\text{m}$ były w 100% usunięte. System oczyszczenia powietrza nawiewnego do boksu lub kabiny najlepiej uzyskuje się poprzez stosowanie specjalnych segmentów z włókna szklanego. W ten sposób można osiągnąć oczyszczenie powietrza dochodzące do 99.5%. Jest to najtańszy sposób filtracji w porównaniu z matami filtracyjnymi z tworzywa sztucznego, mimo powszechnie stosowanego trzystopniowego systemu. W kabinie, boksie, zalecane jest stosowanie nadciśnienia tak, aby nie przedostawał się do niej kurz z zewnątrz a system przepływu powietrza był przenoszony z góry do dołu z prędkością $0,3 \div 0,5\text{ m/s}$.

Oprócz systemu oczyszczenia powietrza nawiewnego do malowania, konieczny jest

system oczyszczenia powietrza wywiewnego z rozpylonym lakierem. Można to zrobić na sucho, ale przy dużym zapyleniu oczyszczenie na mokro jest lepsze. Najbardziej popularnym i rozpowszechnionym systemem przy malowaniu ciężkiego sprzętu budowlanego jest system mycia kaskadowego.

System oświetlenia w kabinie lub boksie powinien wykonany być w wersji przeciwwybuchowej, a natężenie oświetlenia (jasność) od 150 ÷ 250 luksów.

Temperatura w pomieszczeniach produkcyjnych, w których przeprowadza się przygotowanie powierzchni przed malowaniem oraz malowanie powinna być zawarta w granicach 15°C ÷ 25°C, a temperatura części malowanych nie powinna przekraczać +40°C.

Wytwarzanie powłok malarskich lub lakierowych w innych temperaturach dopuszcza się w przypadkach zastosowania określonych rodzajów farb oraz specjalnych technologii malowania.

Wilgotność względna powietrza w pomieszczeniach przygotowania powierzchni oraz malowania nie powinna być większa, niż 80 ÷ 85% jeżeli stosowany materiał malarski nie wymaga innych warunków.

Istotnym elementem warunków prowadzenia prac malarskich jest niedopuszczenie do kondensacji pary wodnej (zawartej w powietrzu) na podłożu metalowym - „Temperatura Punktu Rosy”.

Punkt rosy jest to temperatura, w której powietrze o określonej zawartości pary wodnej osiąga stan nasycenia przy niezmienionej wartości ciśnienia atmosferycznego

Jeżeli temperatura podłoża jest wyższa o więcej niż 3°C od temperatury punktu rosy - wtedy nie zachodzi kondensacja pary wodnej na podłożu.

Jeżeli temperatura podłoża jest równa bądź wyższa do 3°C od temperatury punktu rosy - może zachodzić kondensacja pary wodnej szczególnie w miejscach zakrytych, o słabej wentylacji, nie przewiewnych.

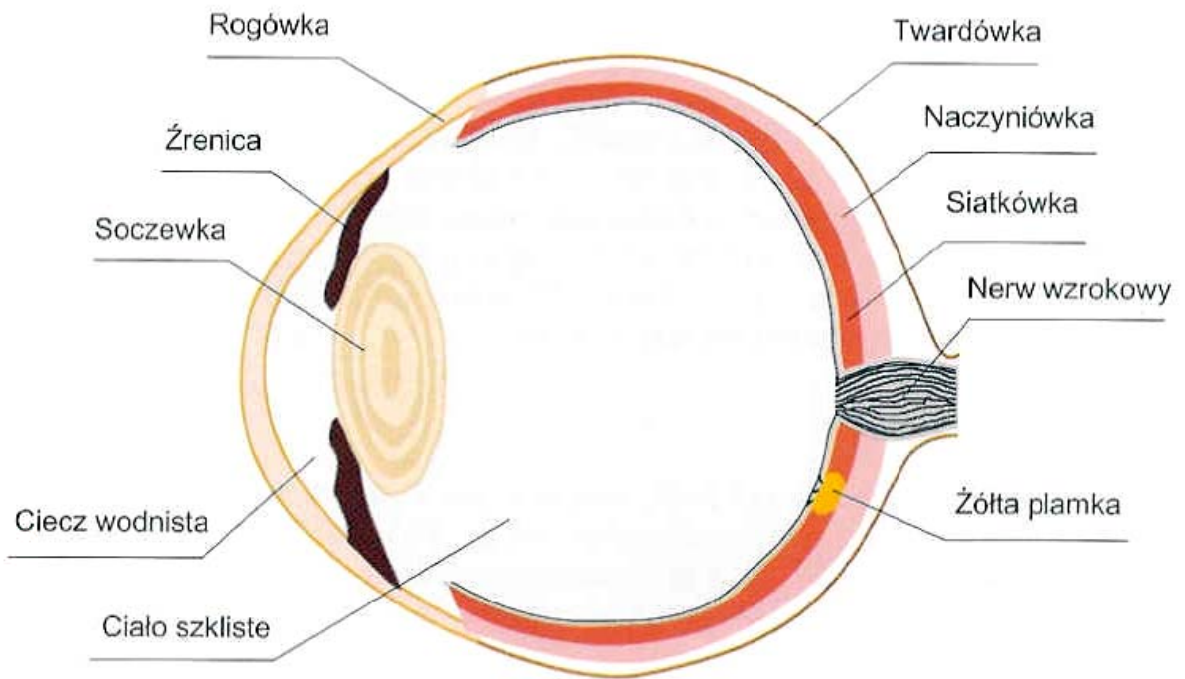
Jeżeli temperatura podłoża jest niższa od temperatury punktu rosy – zachodzi kondensacja pary wodnej na podłożu.

Pomiar temperatury i wilgotności względnej powietrza w malarni powinien być dokonywany za pomocą termohigrografów zaopatrzonych w rejestratory temperatury i wilgotności.

FILOZOFIA WIDZENIA BARW.

Jej atrybuty, progi różnicy barw, prawa mieszania barw, mieszanie substraktywne.

Budowa oka

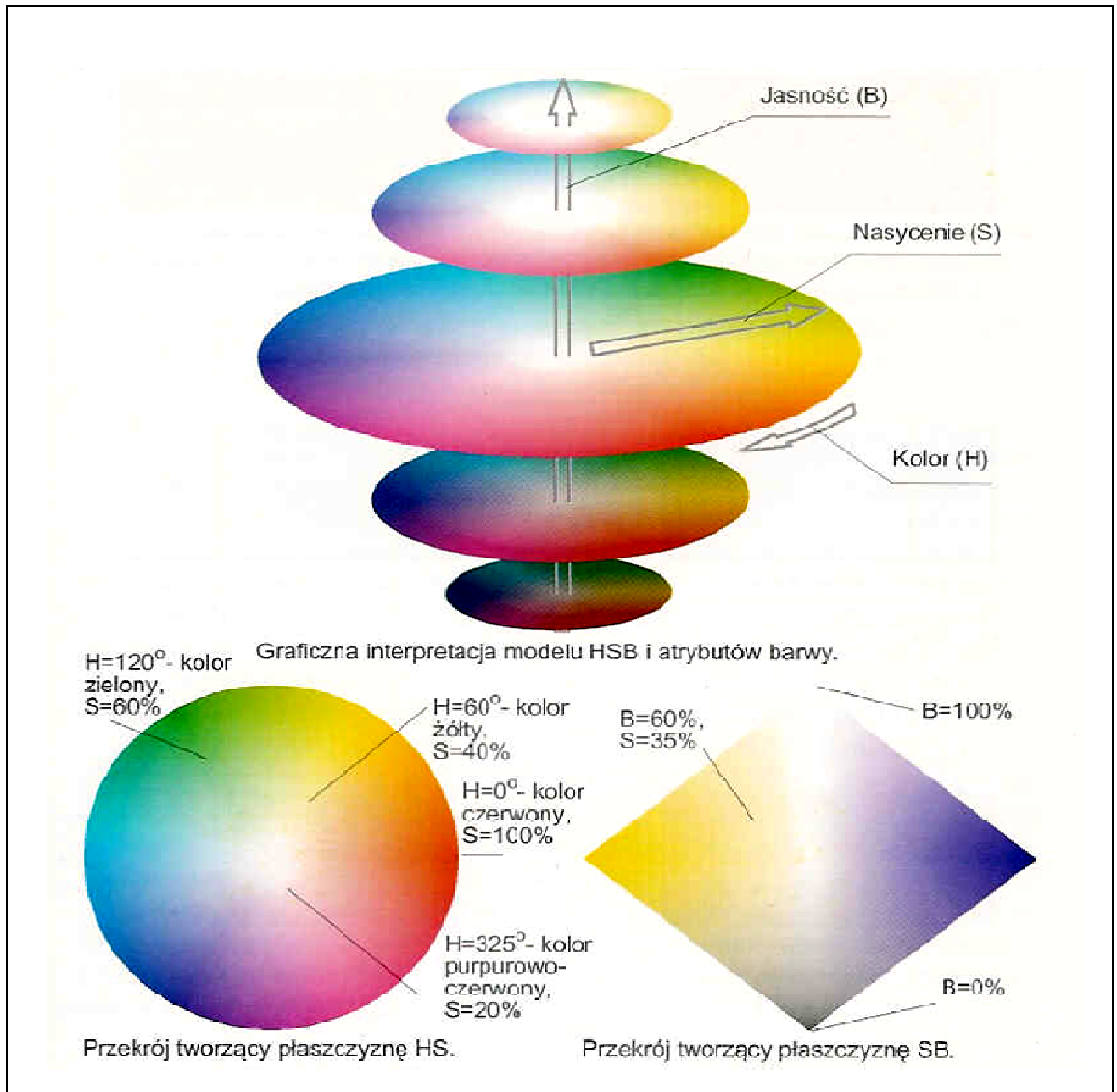


Schematyczna budowa oka przedstawiająca najważniejsze jego elementy.

Zakres widzialny promieniowania



400 niebieski 494 zielony 570 czerwony 700
Zakresy widmowe przyjęte dla widma światła białego. Podane liczby oznaczają długości fal w nanometrach.





Fragment widma (pasmo fioletowoniebieskie) przed zmianą jasności.



Ten sam fragment widma po zwiększeniu jasności (zmiana w pasmo niebieskobłękitne).



Pełne widmo światła białego przed zmianą jasności.



To samo widmo po zmniejszeniu jasności (wyraźnie widoczna trójskładnikowość).



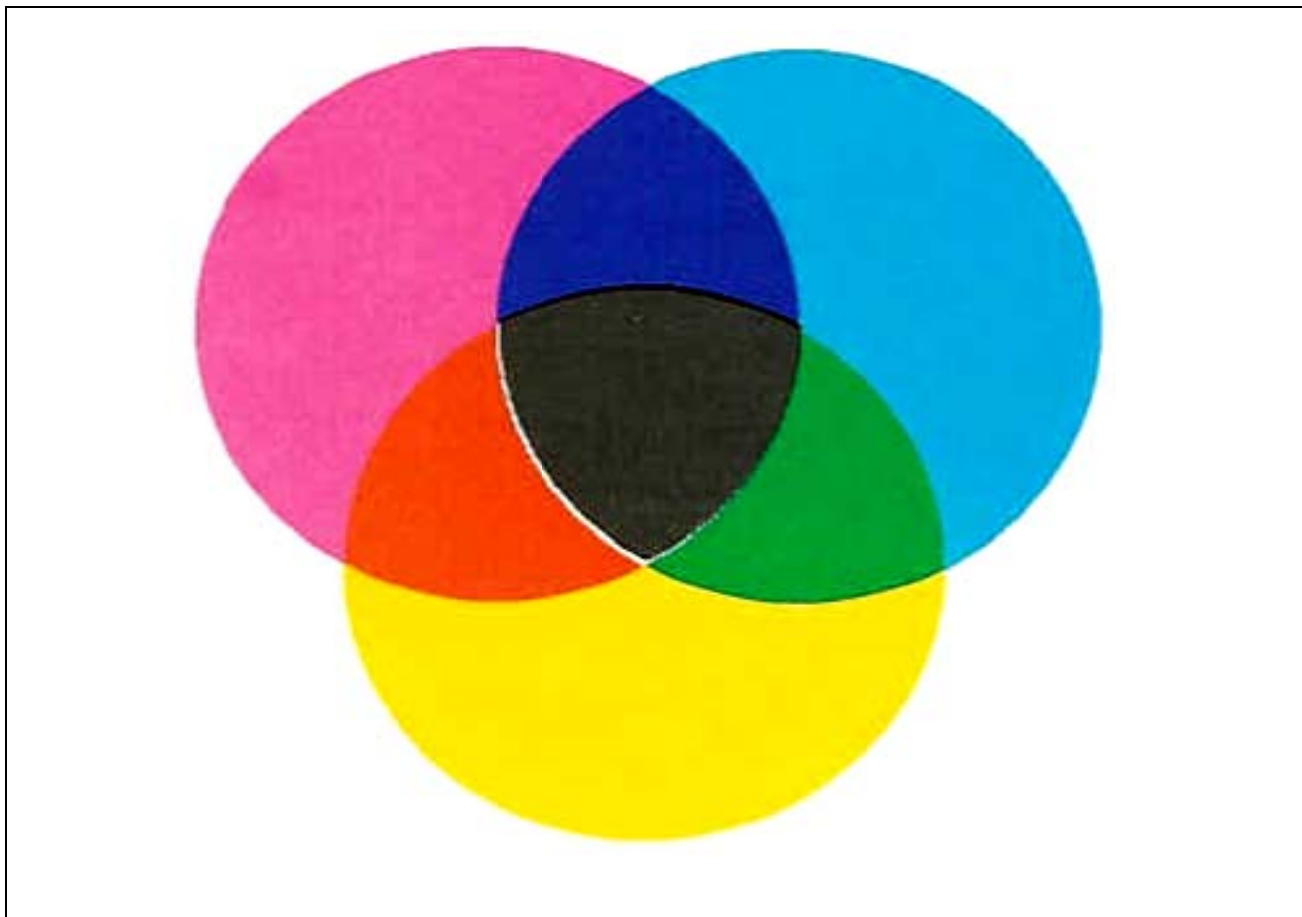
Pełne widmo światła białego przed zmianą nasycenia.



To samo widmo po zmniejszeniu nasycenia.



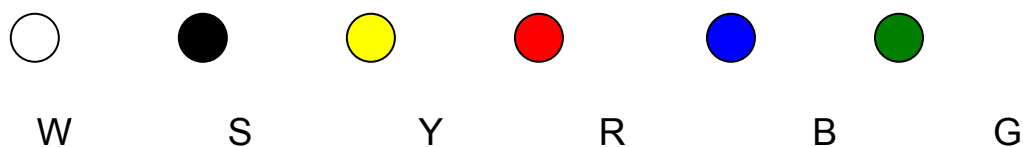
Zasada powstawania barwy w farbach na przykładzie farb czerwonej, zielonej i niebieskiej. Światło białe reprezentowane jest przez trzy składowe podstawowe. Dla wybranych barw zanikają (przez pochłanianie w farbie) barwy pozostałe.



NATURALNY SYSTEM BARW - NCS

System polega na odróżnianiu sześciu podstawowych kolorów. Jest to podstawowa zdolnością odróżniania barw u człowieka.

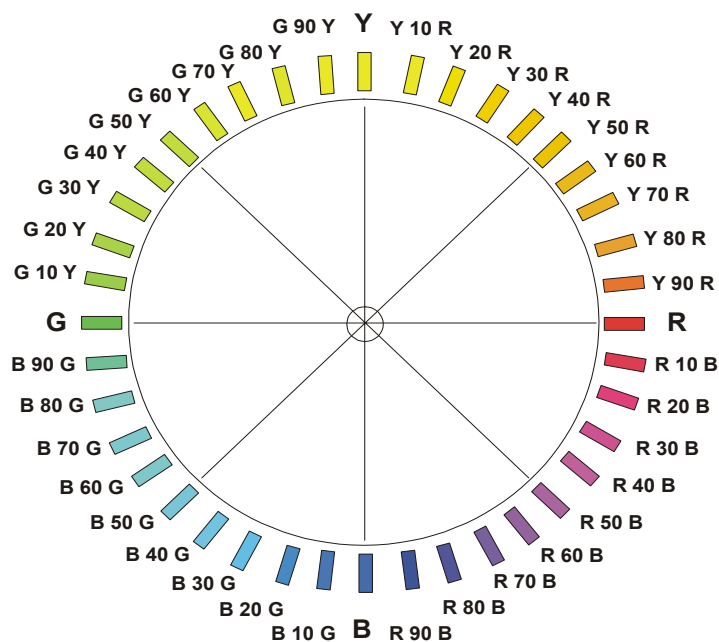
Sześć kolorów podstawowych



W – biały, S – czarny, Y – żółty, R – czerwony, B – niebieski, G – zielony.

Krąg kolorów NCS stanowi przekrój poziomy przez środek bryły barw, na którym umieszczono cztery podstawowe kolory chromatyczne w układzie podobnym do kompasu. Każdy kwadrat pomiędzy dwoma podstawowymi kolorami podzielono na 100 równych stopni.

KRĄG KOLORÓW NCS



Trójkąt odcieni NCS to przekrój pionowy przez bryłę barw. Podstawę trójkąta stanowi skala szarości od bieli [W] do czerni [S], a wierzchołkiem trójkąta jest maksimum chromatyczności tj. różne odcienie. Ilustruje to trójkąt odcieni, którego boki podzielono na 100 stopni.

PRZYGOTOWANIE MATERIAŁÓW MALARSKICH

Materiały malarskie są dostarczane najczęściej w postaci gotowej do użycia i posiadają konsystencję odpowiednią do zalecanej techniki nakładania.

Wszystkie materiały malarskie /farby, emalie, lakiery, kity, szpachlówki, rozpuszczalniki, rozcieńczalniki, utwardzacze/ dostarczone przez producenta lub zakupione przez służby handlowe zakładu w opakowaniach handlowych winny być zaopatrzone w odpowiednie etykiety i oznakowane zgodnie z wymogami normy PN-90/0-79251.

Przy zakupie każdej partii materiału malarskiego powinno być świadectwo jakości wyrobu. Dostarczony materiał malarski powinien być świeży lub z ostatniego okresu produkcji, ze względu na krótki okres możliwości wykorzystania materiału malarskiego w okresie gwarancyjnym.

Pobierany materiał, malarskich z magazynu powinien być bezwzględnie pobierany w kolejności dostaw.

Przed stosowaniem wyrobów lakierowych powinno przeprowadzić się analizę materiałów malarskich i informacyjnych, producenta a następnie wykonać czynności przygotowujące wyrób do malowania.

Są to:

- Usunięcie kożucha,
- Mieszanie w celu uzyskania wyrobu o jednolitej konsystencji, mieszanie wyrobów dwuskładnikowych w proporcjach podanych w kartach informacyjnych. Wyroby te po zmieszaniu mają określony czas przydatności do stosowania. Niewłaściwe proporcje składników powodują niewysychanie i obniżenie właściwości ochronnych,

- Rozcieńczenie do lepkości roboczej,
- Filtrowanie (szczególnie zalecane w przypadku nakładania farb metodą natrysku

bezpowietrznego)

W przypadku obecności kożucha zdjąć go ostrożnie w całości z powierzchni materiału po oderwaniu od ściany pojemnika. Kożuch, który daje usunąć się w całości należy uznać jako gruby, a materiał należy zwrócić do magazynu jako nie odpowiadający, normie - dotyczy to okresu 3 miesięcy od daty produkcji. Kożuch, który rwie się podczas usuwania należy uznać jako cienki – usunąć ostrożnie a materiał uznać jako nadający się do produkcji.

Przy usuwaniu kożucha zwracać uwagę na dokładne spłynięcie spoiwa do opakowania oraz na staranne zdjęcie kożucha, który jest dopiero w stanie formowania się, ze względu na brak odpowiedniej spoistości.

Wyrób należy uznać za nie odpowiadający normie, jeżeli obserwuje się konsystencje galaretowatą, mimo intensywnego mieszania. Taki materiał należy również zwrócić do magazynu lub – zlać płynną część materiału z nad osadu do czystego suchego naczynia, usunąć osad szpachlą do innego czystego pojemnika, rozbić go i dokładnie wymieszać, po czym porcjami wkładać z powrotem do pojemnika dolewając stopniowo płynną część materiału i intensywnie mieszać.

W przypadku stwierdzenia osadu nie dającego się rozmieszać w wyżej podany sposób, wyrób należy uznać za nie odpowiadający normie i nie nadający się do użytku.

Każda partia przygotowywanego materiału ma być dokładnie wymieszana tak, aby na dnie pojemnika nie pozostawał pigment.

Po przeprowadzeniu wstępnych prób technologicznych i zakwalifikowaniu materiału jako dobry, całą zawartość opakowania dokładnie wymieszać, rozcieńczyć do lepkości roboczej, a następnie przefiltrować przez sito wg poniższego zestawienia.

Farba podkładowa:

- Do pędzla - 600÷800 oczek /cm²
- Do natrysku pneumatycznego - 600÷800 oczek/cm²
- Do natrysku hydrodynamicznego - 3600 oczek/cm²
- Do natrysku niskociśnieniowego HVLP - powyżej 3600 oczek/cm²
- Do natrysku elektrostatycznego - powyżej 3600 oczek/cm²
- Do natrysku hydrodynamiczno powietrznego - 3600 oczek/cm²

Emalia nawierzchniowa

- Do pędzla 2400 oczek/cm²
- Do natrysku pneumatycznego – 2400 oczek/cm²
- Do natrysku hydrodynamicznego - 3600 oczek/cm²
- Do natrysku niskociśnieniowego HVLP – powyżej 3600 oczek/cm²
- Do natrysku elektrostatycznego powyżej 3600 oczek/cm²
- Do natrysku hydrodynamiczno powietrznego - 3600 oczek/cm²

Każdy materiał przed rozcieńczeniem należy doprowadzić do temperatury otoczenia, istniejącej w danym pomieszczeniu /przygotowalni/. Sprawdzić jego lepkość handlową, określić ilość rozcieńczalnika potrzebnego dla rozcieńczenia materiału do lepkości roboczej wg następującego toku postępowania:

Pobrać 100g materiału o lepkości handlowej, dodawać stopniowo do niego odlaną ilość rozcieńczalnika, aż do uzyskania odpowiedniej lepkości roboczej, przy czym po każdym dodaniu rozcieńczalnika materiał dokładnie wymieszać i sprawdzać lepkość kubkiem Forda 4. Z chwilą uzyskania właściwej lepkości roboczej dokonać obliczeń wg wzoru.

$$X = \frac{G \cdot 100}{G_1} \quad \text{/\%}/$$

G₁ - ilość wagowa materiału użytego do rozcieńczania / 100g z dokładnością do 0,01g/
G - sumaryczna ilość wagowa rozcieńczalnika dodana do odważonej ilości materiału

malarskiego.

Wyliczona wagowo ilość rozcieńczalnika stanowi wielkość procentową rozcieńczalnika, jaki musi być dodany do określonej ilości materiału malarskiego przelanego uprzednio do zbiornika lub pojemnika.

Po wylczeniu odważyć określoną ilość rozcieńczalnika w stosunku do określonej ilości rozcieńczanego materiału i wlać ostrożnie do materiału malarskiego a następnie dokładnie wymieszać.

Po wymieszaniu sprawdzić lepkość, która powinna być zgodna z wymogami.

Zalecana lepkość wyrobów lakierniczych dla osiągnięcia wyglądu dekoracyjnego przy malowaniu to:

Dla podkładu.

Do malowania pędzlem - lepkość	- 50 ÷ 70s
Do malowania pneumatycznego - lepkość	- 24 ÷ 26s
Do malowania hydrodynamicznego	- 40 ÷ 70s
Do malowania hydrodynamicznego z podgrzewaniem	- 80 ÷ 100s

Dla emalii.

Do malowania pędzlem lepkość	- 50 ÷ 70s
Do malowania pneumatycznego lepkość	- 22 ÷ 24s
Do malowania hydrodynamicznego	- 35 ÷ 60s
Do malowania hydrodynamicznego z podgrzewaniem	- 80 ÷ 90s

Tabela porównawcza dotycząca różnych jednostek lepkości.

AFNOR 4 (CA4)	ISO 4	MPa · s	Centypuazy	Ford 4 (CF4)	DIN 4 (D°)	LCH (Fr)	ZAHN (n°2)
12	-	20	20	10	11	6	18
14	17	25	25	12	12	7	19
16	23	30	30	14	14	-	20
20	34	40	40	18	16	8	22
25	51	50	50	22	20	9	24
29	60	60	60	25	23	10	27
32	68	70	70	28	25	-	30
34	74	80	80	30	26	11	34
37	82	90	90	33	28	12	37
40	93	100	100	35	30	13	41
45	-	120	120	40	34	14	49
50	-	140	140	44	38	15	58
56	-	160	160	50	42	16	66
61	-	180	180	54	45	17	74
66	-	200	200	58	49	18	82
70	-	220	220	62	52	19	-

Relacje między temperaturą powietrza, temperatura podłoża malowanego i wilgotnością względną są następujące.

Aby uzyskać optymalne warunki w czasie malowania trzeba dokonywać aplikacji tylko wtedy, gdy nie występuje kondensacja wilgoci z powietrza przy nanoszeniu powłoki malarskiej.

Powietrze to w danej temperaturze może zawierać tylko określoną (maksymalną) ilość pary wodnej.

Maksymalną zawartość pary wodnej w powietrzu przedstawia tabela.

Temperatura w °C	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
Max. zawartość wody g/m ³	4.8	6.8	9.5	12.8	17.3	23	30.4	39.6

Stąd też można obliczyć relację między punktem rosy, temperaturą powietrza i wilgotnością względną.

TEMPERATURA POWIETRZA °C	PUNKT ROSY W °C PRZY WILGOTNOŚCI WZGLĘDNEJ								
	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
5	-4.1	-2.9	-1.8	-0.9	0	0.9	1.8	2.7	3.6
10	0.1	1.3	2.6	3.7	4.7	5.7	6.7	7.6	8.4
15	4.7	6.1	7.3	8.5	9.5	10.6	11.5	12.5	13.4
20	9.3	10.7	12.0	13.3	14.4	15.4	16.4	17.4	18.3
25	13.8	15.3	16.7	17.9	19.1	20.3	21.3	22.3	23.2
30	18.4	20	21.4	22.7	23.9	25.1	26.2	27.2	28.2

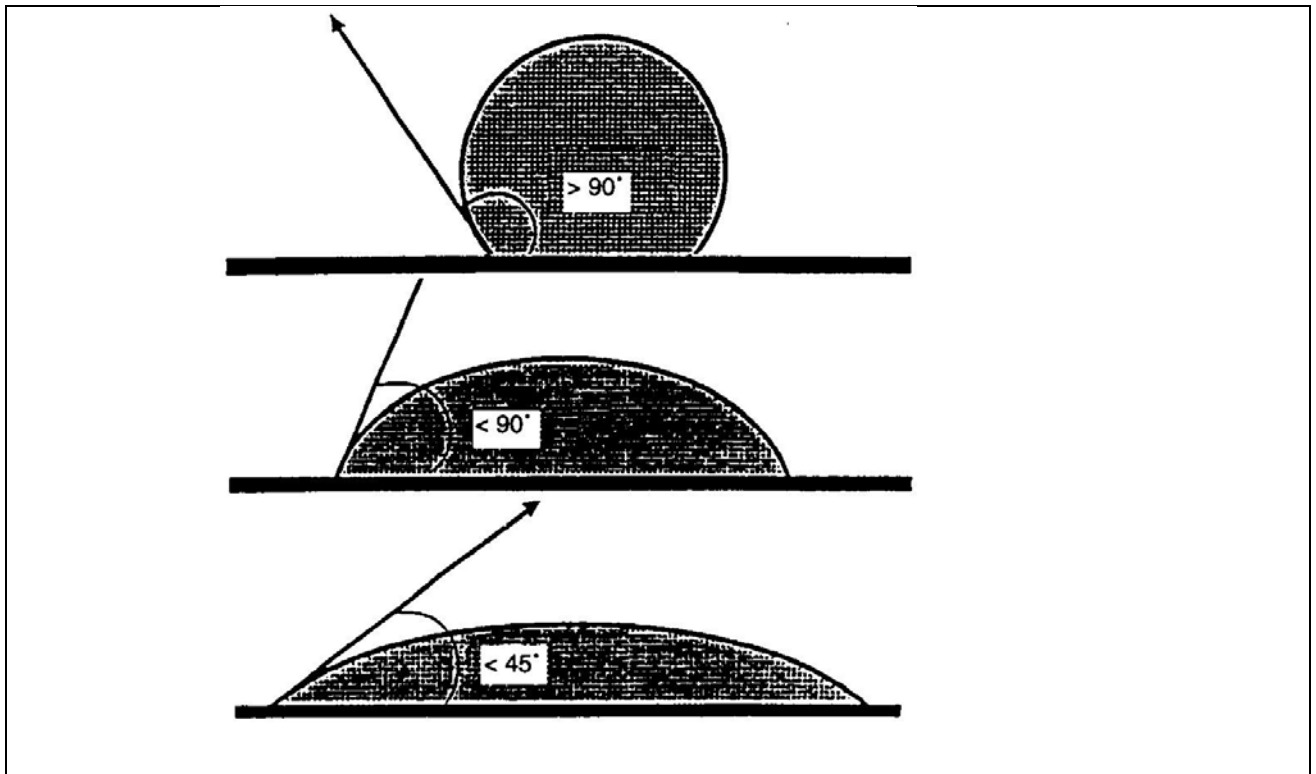
Zagadnienia właściwego zwilżania powierzchni

Świetna zwilżalność powierzchni przez wyrób malarski jest podstawą dobrej adhezji powstającej powłoki. W przypadku wyrobów ciekłych rozlewających się po stałej powierzchni, wartość krytyczna napięcia powierzchniowego materiału podłoża musi być większa od napięcia powierzchniowego cieczy. Jak pokazuje rysunek, kropla cieczy o wysokim kącie kontaktu względem powierzchni o niskim napięciu powierzchniowym zwilży mniejszy obszar cieczy niż kropla o niskim kącie kontaktu. Kropla o kącie kontaktu poniżej 90° zapewnia względnie dobrą zwilżalność, natomiast kąt niższy od 45° oznacza bardzo dobrą zwilżalność. W zależności od podobieństwa w charakterze pomiędzy cząsteczkami, siły utrzymujące je razem mają charakter adhezyjny bądź kohezyjny. Cząsteczki tej samej substancji (np. cząsteczki wody) utrzymują się razem dzięki siłom kohezji, podczas gdy cząsteczki dwu różnych substancji (np. woda i szkło) oddziałują ze sobą siłami adhezji. Zasadność tego rozróżnienia w odniesieniu do napięcia powierzchniowego można zilustrować za pomocą kropli różnych cieczy umieszczonych na kawałku szkła. Kropla rtęci nie rozleje się po szkłe lecz uformuje się w kulkę, ponieważ siły kohezyjne w rtęci są większe niż siły adhezji pomiędzy rtęcią i szkłem. Kropla wody zachowuje się odmiennie na szkłe, tzn. rozleje się cienką warstwą po całej powierzchni, ponieważ siły kohezji są nieco słabsze od sił adhezji pomiędzy cząsteczkami wody i szkła.

Napięcie powierzchniowe wody i rtęci wynoszą odpowiednio 73 i 465 dyny/cm. Tymczasem większość typowych rozpuszczalników organicznych, takich jak aceton, alkohol n-butyłowy, toluen, czy ksylen ma napięcie powierzchniowe w zakresie od 20 do 30 dyny/cm. Stal ma napięcie powierzchniowe w zakresie od 1700 do 1800 dyny/cm. Rozpuszczalniki organiczne z napięciem powierzchniowym od 20 do 30 dyny/cm zwilżają czystą stal znacznie łatwiej niż woda. W przypadku powłok proszkowych, napięcie powierzchniowe staje się czynnikiem krytycznym gdy nałożony proszek topi się podczas ogrzewania do temperatury przekraczającej 120°C. Jeśli właściwości zwilżające proszku są dobre wówczas w postaci ciekłej łatwo rozplywa się na pokrywanej powierzchni. Złe zwilżanie sprawia, że powłoka nie jest w pełni szczelna i w tych miejscach zacznie

rozwijać się korozja, której produkty wyprą pokrycie z powierzchni.

Z tego porównania wynika, że woda lepiej od rtęci zwilża powierzchnię szkła. Jeśli na powierzchnię zostanie nałożona kropla substancji powierzchniowo-aktywnej, np. mydła, to woda pokryje nawet większą powierzchnię szkła, ponieważ właściwości adhezyjne kropli zostaną wzmocnione przez dodatek mydła.

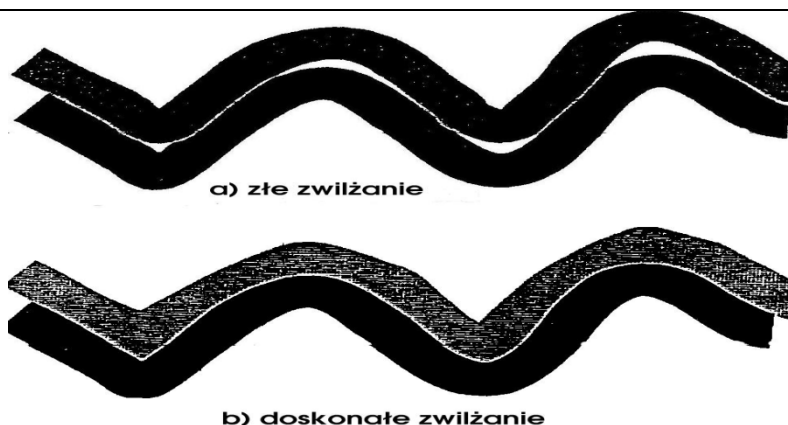


Przybliżone wartości napięcia powierzchniowego substancji w kontakcie z ich oparami

Ciecz	Napięcie powierzchniowe (dyna/cm)
Aceton	24
Alkohol n-butyłowy	20-26
Octan etylu	20-26
Glikol	48
Rtęć	465
Chlorek metylu	27
Toluen	27-29
Ksylen	28-30
Woda	73

Przybliżone napięcie powierzchniowe metali w gazie obojętnym

Metal	Napięcie powierzchniowe (dyna/cm)
Chrom	1500-1600
Żelazo	1700-1800
Mangan	1100
Molibden	1915-2250
Nikiel	1700-1800
Tytan	1500-1600
Cynk	750-800
Miedź	1200-1300

**Zgodność powłok**

Zastosowany system pokrycia malarskiego musi być zgodny z pokrywaną powierzchnią. Niezgodność może powodować wady pokrycia tuż po nałożeniu lub później podczas eksploatacji powłok. Wady pojawiające się natychmiast po wykonaniu pokrycia są spowodowane niezgodnością rozpuszczalnika lub złym zwilżaniem podłoża. Wady związane z powolnym przebiegiem reakcji chemicznych, takie jak pojawiają się przy pokrywaniu alkalicznego podłoża (np. beton lub galwanizowana stal) farbami olejnymi, a także problemy wynikające z przyczyn mechanicznych np. wskutek nakładania sztywnego pokrycia na elastyczne wymalowanie mogą ujawnić się długo po nałożeniu powłok. Najczęściej spotykaną wadą powłok jest odwarstwianie. Jeśli istniejące pokrycie jest pokrywane nową powłoką, to zgodność oznacza, że należy stosować farbę tego samego rodzaju lub twardniejącą według tego samego mechanizmu co pokrycie spodnie. Wyjątkiem od tej zasady są nieorganiczne powłoki cynkowe, ponieważ zwykle źle łączą się ze sobą, dlatego najlepiej pokrywać je organicznymi wyrobami cynkowymi. Prosty test pozwalający na określenie wrażliwości pokrycia na działanie rozpuszczalników polega na pocieraniu powłoki szmatką nasączoną metyloetyloketonem lub acetonem i obserwacji zabrudzenia. Jeśli szmatka 'chwyta' barwę wówczas farba określana jest jako rozpuszczalna, w przeciwnym przypadku określa się ją mianem nierozpuszczalnej. Inny praktyczny sposób badania zgodności polega na wymalowaniu fragmentu podłoża i obserwacji przez kilka dni (co najmniej 3 dni) testowanego obszaru. Należy zwracać uwagę na takie elementy jak płamienie podłoża, zmarszczenia, utratę przyczepności. Testy te mają przybliżony charakter gdyż niektóre wady wynikające z niezgodności mogą ujawniać się dopiero po kilku miesiącach.

Powłoki powstałe z wyrobów o odmiennym składzie chemicznym i ponadto różniące się nie tylko właściwościami chemicznymi i fizycznymi, ale także różniące się mechanizmem

twardnienia są z na ogół, niezgodne ze sobą. Natomiast powłoki tego samego typu i twardniejące według tego samego mechanizmu są zwykle zgodne ze sobą. Poniższa tabela pokazuje listę zgodności i niezgodności powłok różnego typu.

Wada	Opis
Krwawienie	Efekt krwawienia może się pojawić jeśli powłoka rozpuszczalnikowa zostanie nałożona na istniejące pokrycie bitumiczne. Rozpuszczalnik rozpuszcza materiał bitumiczny i taki roztwór może spenetrować warstwę nawierzchniową powodując pojawienie się brązowych plam. Zjawisko to nie wpływa na właściwości ochronne pokrycia, powoduje natomiast obniżenie walorów estetycznych powłoki
Odrywanie się starej farby od podłoża	Silne rozpuszczalniki w powłoce nawierzchniowej mogą penetrować starą powłokę i obniżać jej adhezję do podłoża. Może to wpłynąć na przyczepność całego pokrycia do ochranianej powierzchni
Pęknięcie warstwy nawierzchniowej	Niezgodność może nastąpić, jeśli względnie sztywna warstwa wierzchnia nałożona jest na istniejące elastyczne pokrycie. W takim układzie zewnętrzna warstwa może popękać wskutek występujących naprężeń pomiędzy starą i nową warstwą
Zła przyczepność lateksowych warstw nawierzchniowych do emalii	Często występujący problem złej przyczepności pokryć emulsyjnych do gładkich powierzchni całkowicie stwardniałych i gładkich pokryć emaliowych lub gipsowych jest spowodowany niewielką ilością rozpuszczalników organicznych zdolnych do penetracji podłoża. Środkiem zaradczym może być mechaniczne nadanie powierzchni odpowiedniej szorstkości lub nałożenie, odpowiedniego olejnego gruntu.
Farby olejne na alkalicznym podłożu	Wilgotne i alkaliczne warunki powodują powolny rozkład farb olejnych wskutek reakcji hydrolizy. Proces degradacji jest nieuchronny, zaś jego szybkość zależy od specyficznego składu wyrobu oraz od warunków środowiskowych

Grubość powłoki suchej - Grubość powłoki mokrej

Grubość powłoki suchej systemu powłokowego lub poszczególnych powłok nie powinna różnić się o więcej niż 20% od średniej grubości powłoki.

Grubość powłoki suchej można obliczyć mierząc grubość aplikowanej warstwy mokrej wyrobu nierozcieńczonego /opakowanie fabryczne/.

$$GPS = \frac{GPM \times \% \text{ części stałych}}{100}$$

GPS - Grubość powłoki suchej.

GPM - Grubość powłoki mokrej.

Składniki powłok

Podstawowe składniki stosowane do komponowania powłok, można zaliczyć do trzech zasadniczych kategorii - rozpuszczalnik, żywica i pigment. Każda z tych kategorii odgrywa określoną rolę w powstawaniu powłoki. Żywica (lub spoiwo) oraz rozpuszczalnik stanowią część płynną, czasami nazywaną nośnikiem. Ponieważ rozpuszczalnik wyparowuje

podczas zestalania powłoki, bywa on nazywany lotnym nośnikiem, zaś żywica - nielotnym nośnikiem. Żywica i pigment tworzą stały film po odparowaniu rozpuszczalnika. Historycznie, pierwsze farby były komponowane z użyciem roślinnych i rybich olejów jako spoiwa oraz mineralne pigmenty. Pierwsze rozpuszczalniki pochodziły z drzew, np. terpentyna. Obecnie żywice i rozpuszczalniki otrzymuje się z ropy naftowej, zaś wiele pigmentów otrzymuje się na drodze organicznej syntezy lub modyfikacji minerałów.

Rozpuszczalniki

Używane są rozpuszczalniki organiczne, których rolą jest rozpuszczenie materiału żywicy oraz obniżenie lepkości produktu w celu ułatwienia nakładania powłoki. One także kontrolują rozlewność, wysychanie, trwałość i przyczepność. Polimery stosowane do wyrobu farb różnią się formułą chemiczną, strukturą, a także rozpuszczalnością w cieczach organicznych. Niektóre z nich wymagają bardzo silnych rozpuszczalników, bądź nawet mieszaniny różnorodnych rozpuszczalników. Mieszanina ta powinna zapewniać całkowite rozpuszczenie spoiwa, oraz powinna być właściwie zbilansowana dla zapewnienia zgodności i stabilności podczas wszystkich etapów utwardzania powłoki. Niespełnienie tego wymogu może wywołać przydymienie powłok, wypłynięcie pigmentu na powierzchnię ciekłej powłoki lub skrócenie żywotności pokrycia. Rozpuszczalniki w farbie wyparowują do atmosfery i przyczyniają się do tworzenia fotochemicznego smogu. Tak, więc, występuje silna presja społeczna na zmianę składu wyrobów malarskich na takie, które nie zawierają parujących rozpuszczalników. W przypadku powłok opartych na wodzie, mamy raczej do czynienia z mieszaninami dyspersyjnymi niż z roztworami właściwymi (jednorodnymi).

Żywica

Żywice, czyli spoiwa, są częścią wyrobu malarskiego wytwarzającego warstwę. Są to zwykle stałe polimery o wysokiej masie cząsteczkowej. W niektórych przypadkach polimery o niskiej masie cząsteczkowej zmieszane z innym niskocząsteczkowym polimerem tworzą mieszaninę reakcyjną, z której powstaje nowy i wysokocząsteczkowy polimer. Żywica odpowiedzialna jest za wiele cech pokrycia. Tak, więc, powłoki są zwykle rozpoznawane i klasyfikowane w oparciu o rodzaj polimeru tworzącego spoiwo. Najważniejsze cechy powłok związane z chemią żywic są następujące:

1. Mechanizm i czas twardnienia.
2. Zachowanie w rozmaitych środowiskach.
3. Zachowanie na rozmaitym podłożu.
4. Zgodność z innymi powłokami.
5. Elastyczność i wytrzymałość.
6. Odporność atmosferyczna.
7. Przyczepność.
8. Łatwość nakładania kolejnych warstw i łatwość naprawy.
9. Cechy użytkowe (zwilżalność, budowa, trwałość magazynowa itp).

Pigment

Pigment stanowi część stałą niejednorodnej fazowo farby. Pigmenty są nierozpuszczalne w nośniku i są zasadniczo cięższe niż część ciekła farby. Dlatego mogą one osadzić się na dnie pojemnika, w którym składowana jest farba. Pigmenty naturalne są z zasady znacznie bardziej odporne na działanie światła naturalnego niż syntetyczne pigmenty organiczne.

Obecność pigmentu w powłoce wywołuje następujące pożądane cechy pokrycia:

1. Krycie
2. Barwę
3. Hamowanie korozji
4. Odporność pogodowa
5. Odporność na wilgoć
6. Stopień połysku i twardość
7. Budowę i wzmocnienie warstwy

Podstawową rolą pigmentu jest zapewnienie krycia podłoża i ochrona organicznej żywicy przed niszczącym działaniem słonecznego promieniowania ultrafioletowego. Żywice organiczne degradują się pod działaniem promieniowania słonecznego, jedne bardziej, inne mniej. Ditiotlenek tytanu, którego cechuje wysoka nieprzeźroczystość, jest najczęściej stosowanym pigmentem zapewniającym doskonałe krycie farb białych i jasnych. Jeśli powłoka malarska nie zapewnia wystarczającego krycia podłoża, wówczas konieczne jest nałożenie kolejnej warstwy farby.

Inną istotną rolą niektórych pigmentów - wcześniej już wymienioną - jest zapewnienie ochrony przed korozją. Inhibitory korozji skutecznie hamują niszczenie podłoża metalowego. Pigmenty ołowiowe i chromianowe wykazujące działanie inhibicyjne na rozwój korozji, i w przeszłości powszechnie wykorzystywane, są obecnie zabronione z powodu toksycznego działania na ludzi i środowisko. Poniżej przedstawiono przykłady pigmentów inhibicyjnych, tych używanych w przeszłości i stanowiących potencjalnie zagrożenie zdrowia oraz tych stosowanych (zalecanych) obecnie.

Względnie niebezpieczne	Względnie bezpieczne
Minia ołowiowa	Tlenek cynku
Biel ołowiowa	Fosforan cynku
Chromian cynku	Molibdenian cynku
Chromian strontu	Borokrzemian wapnia
Zasadowy krzemochromian ołowiu	Fosforokrzemian wapnia
	Fosforokrzemian cynku
	Metaboran baru
Typowe pigmenty - inhibitory korozji	

Pigmenty mogą także poprawić przyczepność oraz zmniejszyć przepuszczalność wilgoci. Pigmenty metaliczne takie jak aluminium wykazują skłonność do układania się w filmie w równoległe płaszczyzny, które skutecznie zwiększają drogę, jaką musi pokonać wilgoć, aby osiągnąć podłoże.

Przy zachowaniu niezmienności innych składników farby, im większy jest stosunek ilości spoiwa do ilości pigmentu tym bardziej błyszcząca powłoka można otrzymać. Wielkość ziaren pigmentu oraz równomierność jego rozproszenia także wpływają na połysk pokrycia. Stosunek objętościowy pigmentu do spoiwa może zmieniać się w bardzo szerokim przedziale od zera do wartości krytycznej, powyżej której nie wszystkie ziarna pigmentu są dostatecznie zwilżane przez spoiwo i powłoka może wykazywać zwiększoną porowatość oraz cętkowany wygląd.

Inne składniki

Pozostałe składniki wyrobów malarskich to m. in. substancje zapobiegające pienieniu, ułatwiające rozlewność, zmniejszające połysk, zwalczające pleśnie, promotory adhezji, korektory lepkości i stabilizatory ultrafioletu.

5 METODYKA MALOWANIA.

Do znanych metod nakładania wyrobów lakierowych należą:

- Malowanie pędzlem lub wałkiem,
- Malowanie natryskiem pneumatycznym.
- Malowanie hydrodynamiczne,
 - a) Z podgrzewaniem,
 - b) W osłonie powietrznej,
- Malowanie hydrodynamiczno – pneumatyczne,
- Malowanie elektrostatyczne,
- Malowanie zanurzeniowe,
- Malowanie autoforetyczne - autoforeza,
- Malowanie przez polewanie,
- Malowanie niskociśnieniowe,
- Malowanie proszkowe.

Przed podjęciem malowania należy uwzględnić zależność stopnia wykorzystania materiału malarskiego od techniki nanoszenia:

SYSTEM %	Preferowany zakres stosowania	% WYKORZYSTANIE MATERIAŁU MALARSKIEGO																		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90									
Natrysk pneumatyczny	Wymalowanie dekoracyjne																			
Natrysk hydrodynamiczny (Airless)	Wymalowanie ochronne																			
Natrysk hydrodynamiczny (Aircoat)	Wymalowanie dekoracyjne																			
Natrysk elektrostatyczny	Wymalowanie dekoracyjne																			
Natrysk niskociśnieniowy HVLP	Wymalowanie dekoracyjne																			
Malowanie pędzlem, wałkiem, zanurzeniowe.	Wymalowanie dekoracyjno - ochronne																			

MALOWANIE PĘDZLEM, WAŁKIEM

System malowania pędzlem i wałkiem jest najstarszą metodą nakładania powłoki lakierniczej jednak z powodu niskich walorów dekoracyjnych oraz małej szybkości malowania uległ on istotnemu zawężeniu i jest częściej stosowany w małych zakresach malowań poprawkowych. Jednak metoda malowania pędzlem lub wałkiem ma znaczne korzyści nieosiągalne w innych metodach jak:

- Możliwość bardzo dokładnego wtarcia materiału malarskiego w nierówności podłoża.
- Minimalne straty wyrobu lakierniczego w trakcie malowania.
- Możliwość malowania miejsc trudnodostępnych.

Na rynku, dostępne są pędzle z włókien syntetycznych, szczeciny świńskiej oraz włosia

bydłęcego i końskiego. Ze względu na kształt oraz sposób mocowania włókien wyróżnia się pędzle:

- Pierścieniowe.
- Płaskie (zwykłe, angielskie, wygładzaki).
- Skuwkowe.
- Kapsłowe.
- Do pasków.

Wałki wykonane są z futra owczego lub sztucznego oraz gąbki poliuretanowej.

MALOWANIE PNEUMATYCZNE

Malowanie natryskiem pneumatycznym polega na rozpyleniu wyrobu lakierniczego strumieniem powietrza. We wszystkich pistoletach do natrysku pneumatycznego przepływ wyrobu lakierniczego i sprężonego powietrza przez głowicę rozpylającą ma charakter współosiowy. Głowice pistoletu malarskiego należy podzielić na dwa typy:

- Z mieszaniem zewnętrznym.
- Z mieszaniem wewnętrznym.

Pistolety do natrysku pneumatycznego ze względu na system zasilania należy podzielić na:

- Grawitacyjne.
- Podciśnieniowe.
- Ciśnieniowe ze zbiornikiem zamocowanym do pistoletu.
- Ciśnieniowe z oddzielnego zbiornika.

System malowania pneumatycznego należy także podzielić można na:

- Malowanie na zimno.
- Malowanie na gorąco.

MALOWANIE HYDRODYNAMICZNE (AIRLESS).

Malowanie hydrodynamiczne zwane również wysokociśnieniowym polega na tym, że materiał malarski nie styka się ze strumieniem sprężonego powietrza, a rozpylenie następuje w wyniku bardzo szybkiego przepływu wyrobu lakierniczego przez specjalną dyszę rozpylającą. Umożliwia on uzyskanie dużych, wydajności materiałowych poprzez nakładanie materiału malarskiego o bardzo dużej lepkości roboczej.

System malowania hydrodynamicznego należy podzielić na:

- Malowanie na zimno.
- Malowanie na gorąco.

Jednak ze względów na możliwość uzyskania powłok o mniejszych walorach dekoracyjnych niż podczas natrysku pneumatycznego, malowanie hydrodynamiczne na zimno jest ograniczone do pokryć o charakterze ochronnym.

Natomiast malowanie hydrodynamiczne na gorąco oprócz pokryć o charakterze ochronnym przy zastosowaniu specjalnych parametrów aplikacji daje efekt dekoracyjny.

Jednak malowanie przedmiotów gabarytowo małych i skomplikowanych jest utrudnione.

Ze względu na wyeliminowanie odbicia materiału malarskiego od powierzchni malowanej, aparaty do natrysku hydrodynamicznego można podzielić na:

- Aparaty bezpowietrzne.
- Aparat z osłoną powietrzną.

Ażeby zrozumieć ideę malowania na gorąco, należy zdać sobie sprawę z istoty malowania natryskowego w ogólności. Przy malowaniu „na zimno” pary pochodzące z drobin rozpuszczalników podczas procesu wysychania farby ulatniają się, tworząc pomiędzy drobinami pigmentu mikro kanały, a przy tym powłoka nie może uzyskać wyglądu dekoracyjnego. Przy malowaniu „na gorąco” nadmiar rozpuszczalników odparowany zostaje bezpośrednio po opuszczeniu końcówki pistoletu tak, że jego ilość w naniesionej warstwie farby jest nieznaczna, w związku, z czym powłoka posiada większy połysk i jest o wiele bardziej spoista niż przy malowaniu „na zimno”.

Pozostała część lotnych rozpuszczalników zapewnia dobrą rozlewność wyrobu lakierniczego. Ponadto w tej technice stosuje się niższe ciśnienie robocze oraz materiał o nieco wyższej lepkości - lepkość robocza poprzez podgrzanie jest zmniejszona na skutek działania ciepła. Natrysk na gorąco jest jednak droższy, ale stosuje się go tam gdzie powłokom stawia się wyższe wymagania dekoracyjne.

MALOWANIE HYDRODYNAMICZNO - PNEUMATYCZNE

Metoda malowania hydrodynamiczno – pneumatyczna jest nazywana przez producentów sprzętu do nanoszenia różnie: **(Aircombi, Aicoat, Airmix)**.

Natrysk hydrodynamiczno – pneumatyczny ma na celu połączenie systemu hydrodynamicznego z powłoką ochronną i systemu pneumatycznego z powłoką dekoracyjną.

Istota tego systemu jest zastosowanie dwustopniowego rozpylenia najpierw hydrodynamicznego, później pneumatycznego, gdzie materiał malarski jest tłoczony do pistoletu pod ciśnieniem 2 – 4 MPa a następnie rozpylony przez dyszę podobną do stosowanych w natrysku hydrodynamicznym. Zastosowanie dodatkowego rozpylenia pneumatycznego ma za zadanie poprawienia jakości rozpylenia a przez to nadanie powłoce wyglądu dekoracyjnego.

MALOWANIE ELEKTROSTATYCZNE

Malowaniem elektrostatycznym, można ogólnie nazwać powlekanie, ciekłymi lub sproszkowanymi materiałami malarskimi po ich uprzednim naelektryzowaniu (naładowaniu), rozpyleniu i wytworzeniu między pistoletem (głowicą) a pokrywanym przedmiotem odpowiednio silnego pola elektrycznego. Skład ciekłego materiału malarskiego, stosowanego w tym procesie musi być jednak każdorazowo skorygowany w celu spełnienia wymagań tego procesu.

Szczególnie istotne jest dostosowanie składu rozpuszczalników (skorygowanie oporności materiału malarskiego) w przypadku użycia pistoletów ręcznych. Ponadto w malowaniu materiałami ciekłymi wymaga się, aby w skład materiałów malarskich stosowane były szybko parujących rozpuszczalników z powodu skłonności powłoki do ściekania.

MALOWANIE ZANURZENIOWE

Malowanie zanurzeniowe jest bardzo prostą metodą powodującą duże ograniczenie nakładu pracy ręcznej przy niewielkich kosztach mechanizacyjnych. Jednak system ten nie nadaje się do wymalowań:

- Wyrobów zamkniętych lub pół zamkniętych powodujących, powstawanie poduszek powietrznych.
- Wyrobów z kieszeniami, zagłębieniami powodującymi wynoszenie wyrobu lakierniczego i trudności w obciekaniu.
- Wyrobów o skomplikowanym kształcie, jeżeli wymaga się jednakowej grubości powłoki.

Ponadto w systemie malowania zanurzeniowego dobór parametrów materiałów malarskich jest utrudniony (ściekalność).

MALOWANIE AUTOFORETYCZNE

Malowanie autoforetyczne - autoforeza jest metodą malowania zanurzeniowego polegająca na wykorzystaniu zjawiska reakcji podłoża metalowego z roztworem polimeru. W kwaśnym środowisku kąpeli autoforetycznej wydzielające się jony żelaza reagują z cząsteczkami lateksu polimeru lub emulgatorów, powodując destabilizację roztworu i osadzenie się powłoki. Osadzająca się powłoka musi być możliwie szczelna. Sprzyja temu późniejsza pasywacja roztworem kwasu chromowego. System ten jednak przy produkcji maszyn budowlanych, drogowych i rolniczych jest bardzo rzadko stosowany.

MALOWANIE PRZEZ POLEWANIE

Malowanie przez polewanie (flow coating) polega na oblewaniu wyrobu poprzez wiele dysz. Po oblaniu wyrobu farba obcieka z powierzchni w specjalnym tunelu ociekowym, w którym poprzez regulację stężenia par rozpuszczalników reguluje się obciekanie, i równomierność powłoki.

Stosowanie tej metody ma szereg ograniczeń podobnie jak metoda zanurzeniowa. Ponadto wadą tej metody jest to, że jest to metoda jednowarstwowa o małej grubości powłoki. Wadą jest także duże zagrożenie przeciwpożarowe w przypadku stosowania materiałów rozpuszczalnikowych a w przypadku stosowania wyrobów lakierniczych wodorociekalnych, konieczność stosowania regulatora pH.

MALOWANIE (PNEUMATYCZNE) NISKOCIŚNIENIOWE

Malowanie niskociśnieniowe /HVLV/ jest nowym systemem natrysku pracującym na bardzo małym ciśnieniu natrysku. Wyrób lakierowy podawany jest do pistoletu przy zastosowaniu ciśnienia max 3,5 atm. Natomiast dmuchawa dostarcza duże ilości powietrza o ciśnieniu < 0,5 bar. Zaletą tej metody jest uniknięcie prawie 100% mgły wyrobu lakierniczego oraz bardziej ekonomiczne wykorzystanie materiału malarskiego. Jednak wydajność malowania jest nieco niższa niż przy malowaniu pistoletami pneumatycznymi.

MALOWANIE PROSZKOWE.

Malowanie proszkowe jest nowoczesna metodą wytwarzania powłok ochronno-dekoracyjnych w systemie nanoszenia elektrostatycznego, polega na nadaniu cząstkom farby ładunków elektrycznych, skierowaniu ich na pokrywany przedmiot z wykorzystaniem sił pola elektrycznego a następnie przetopieniu i utwardzeniu napylonej powłoki w piecu (w temperaturach 160 ÷ 200 °C). Obecnie są stosowane dwie metody ładowania farb proszkowych:

- Ładowanie napięciowe (koronowe).
- Ładowanie tarciove (tribo).

W metodzie napięciowej system napylenia i ładowania farby jest realizowane przy użyciu wysokiego napięcia. W pistolecie napięciowym elektroda umieszczona w dyszy natryskowej zasilana jest wysokim napięciem rzędu kilkudziesięciu kV przez generator, który jest zabudowany w korpusie pistoletu. Pozwala to na zasilanie pistoletu niskim napięciem w bezpieczny sposób. Cząstki farb proszkowych przechodząc przez wyładowanie koronowe ładują się ujemnie i podążając wzdłuż linii sił pola elektrostatycznego w kierunku uziemionego obiektu a osiągając jego powierzchnie przywierają przyciągane, siłami prawa Coulomb'a. System ładowania napięciowego nierozzerwalnie związane jest z występowaniem efektu klatki Faraday'a. Przy skąplikowanej konstrukcji malowanej w wewnętrznych narożach i zagłębieniach występują

problemy z prawidłowym pokryciem.

W metodzie ładowania tarcowego cząstki farby są ładowane elektrycznie poprzez tarcie z materiałem, z którego wykonane są wewnętrzne elementy korpusu pistoletu. Najczęściej stosowany jest teflon. Cząstki farby pozbawione elektronów, ładowane są dodatnio, a ujemny ładunek korpusu pistoletu zostaje rozładowany poprzez uziemienie pistoletu. Metoda ta jest sposobem na wyeliminowanie efektu klatki Faraday'a. Jednak nie wszystkie farby nadają się do malowania tą metodą, czyli do ładowania tarcowego.

6. DOBÓR TECHNIKI MALOWANIA.

DOBÓR PARAMETRÓW NATRYSKU

Ważnym elementem w systemie malowania jest dobór dysz natryskowych zarówno, co do średnicy otworu jak i kąta rozwarcia.

Dobór dysz oraz aparatów natryskowych przy malowaniu pneumatycznym pracującym przy ciśnieniu powietrza 0.35 – 0.5 MPa (3.5 ÷ 5 bar) na pistolecie.

Wielkość dyszy materiałowej (mm)	Rodzaje natryskiwanego materiału malarskiego.	Zastosowanie, Dobór aparatu natryskowego.
0.5 – 0.7	Lakiery bezbarwne lub transparentowe do lepkości 15 s (kubek Forda nr4)	Przy zastosowaniu pistoletów zasilanych opadowo (grawitacyjnie)
0.8 – 1.0	Lakiery bezbarwne lub transparentowe do lepkości 15 s (kubek Forda nr4)	Do lakierowania drobnych elementów przy zastosowaniu pistoletów zasilanych ciśnieniowo
1.1 – 1.2	Lakiery samochodowe i emalie syntetyczne	Do lakierowania drobnych elementów przy zastosowaniu pistoletów zasilanych ciśnieniowo
1.5 – 1.8	Emalie syntetyczne, grunty syntetyczne	Do gruntowania i lakierowania elementów przy zastosowaniu pistoletów zasilanych opadowo lub ciśnieniowo oraz na gorąco
1.8	Emalie syntetyczne, szpachlówki natryskowe	Do lakierowania przy zastosowaniu pistoletów zasilanych ciśnieniowo lub przez zasysanie
2.2	Szpachlówki natryskowe	Do lakierowania przy zastosowaniu pistoletów grawitacyjnych i z zasilaniem przez zasysanie
2.8	Lakiery asfaltowe, lakiery z podwyższoną lepkością roboczą	Do nakładania ze zbiornika ciśnieniowego
4.0	Tiksotropowe gruntoszpachlówki i masy gęszące o małej lepkości.	Do nakładania ze zbiornika ciśnieniowego

Przy technice malowania pneumatycznego bardzo ważnym elementem jest także dobór średnicy wewnętrznej węża zasilającego oraz ciśnienie powietrza poboru. Spadek ciśnienia powietrza sprężonego między punktem poboru a pistoletem pneumatycznym przy dyszy o nominalnym poborze około 300 dcm²/min.

Średnica wewnętrzna węża (mm)	Ciśnienie poboru powietrza 10 ⁵ Pa(KG/cm ²)	Spadek ciśnienia powietrza zależnie od długości węża, 10 ⁵ Pa (KG/cm ²)					
		1.5 m	3.0 m	4.5 m	6.0 m	7.5 m	15.0 m
6.0	2.8	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.7
	3.5	0.5	0.7	0.8	1.0	1.1	2.0
	4.2	0.6	0.9	1.0	1.2	1.3	2.2
	4.9	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.4
	5.6	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8	2.6
	6.3	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.8
9.0	2.8	0.15	0.2	0.2	0.25	0.3	0.6
	3.5	0.2	0.25	0.3	0.3	0.35	0.7
	4.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.4	0.8
	4.9	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.9
	5.6	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	1.0
	6.3	0.45	0.5	0.6	0.65	0.7	1.1

Natrysk pneumatyczny: Zalecane ciśnienie do malowania pneumatycznego /grawitacyjnego z mieszanym wewnętrznym/ 0,30÷ 0,35 Mpa, a średnica dyszy pistoletu 1,2 ÷1,5 mm, do nanoszenia szpachlówki natryskowej średnica dyszy 2,0 ÷ 2,2 mm, do nanoszenia mas gładzących średnica dyszy 5 mm.

Natrysk hydrodynamiczny: Zalecane przełożenie agregatu 1:30 ÷ 1:32 przy ciśnieniu wejściowym 0,35÷ 0,45 MPa a średnica dyszy 0,11 ÷ 0,13 mm /dla emalii/ przy kącie rozwarcia 40° ÷ 65°. (daje to szerokość strumienia 19 ÷ 24 mm). Dla gruntów średnica dyszy może być większa do 0,31mm.

Natrysk hydrodynamiczny z podgrzewaniem: Zalecane przełożenie agregatu 1:32 ÷ 1:48, przy ciśnieniu wejściowym 0,35÷ 0,45 MPa, a średnica dyszy 0,11 ÷ 0,15 mm /dla emalii/ przy kącie rozwarcia 40° ÷ 65°. (daje to szerokość strumienia 19 ÷ 24 mm). Dla gruntów średnica dyszy może być większa do 0,31 mm. Podgrzewacz do 65 °C tak, aby osiągnąć temperaturę materiału malarskiego na metalu około 35°C.

Natrysk hydrodynamiczny – powietrzny: Zalecane przełożenie agregatu 1:30 ÷ 1:32 przy ciśnieniu wejściowym 0,2÷ 0,3 Mpa, a średnica dyszy 0,11 ÷ 0,13 mm /dla emalii/ przy kącie rozwarcia 40° ÷ 65°. (daje to szerokość strumienia 19 ÷ 24 mm). Dla gruntów średnica dyszy może być większa do 0,31mm.

Dobór dysz natryskowych do pistoletów hydrodynamicznych.

Lepkość materiału malarskiego	Średnica otworu dyszy		Kąt rozwarcia (natrysku)	Średnica strumienia (cm)	Rodzaj materiału malarskiego	
	cale	mm				
MAŁA	.007"	0,17	10°	8	LAKIERY	
	.007"	0,17	25°	13		
	.007"	0,17	40°	15		
	.009"	0,22	10°	8		
	.009"	0,22	25°	13		
	.009"	0,22	40°	19		
	.009"	0,22	65°	24		
	.011"	0,26	5°	7		EMALIE
	.011"	0,26	25°	14		
	.011"	0,26	40°	18		
	.011"	0,26	50°	20		
	.011"	0,26	65°	24		
.011"	0,26	80°	24			
ŚREDNIA	.013"	0,31	15°	12	GRUNTY	
	.013"	0,31	25°	14		
	.013"	0,31	50°	22		
	.013"	0,31	65°	25		
	.013"	0,31	80°	30		
	.015"	0,36	25°	17		
	.015"	0,36	40°	20		
	.015"	0,36	65°	26		
	.015"	0,36	80°	31		
	.018"	0,43	25°	17		
	.018"	0,43	40°	24		
	.018"	0,43	65°	31		
.018"	0,43	80°	36			
DUŻA	.021"	0,50	25°	19	SZPACHLÓWKI	
	.021"	0,50	50°	29		
	.021"	0,50	65°	36		
	.021"	0,50	80°	40		
	.023'	0,55	25°	20		
	.023'	0,55	50°	31		
	.032'	0,55	65°	36		
	.023'	0,55	95°	45		
	.026'	0,62	40°	29		
	.026'	0,62	65°	39		
	.026'	0,62	95°	50		
	BARDZO DUŻA	.031'	0,74	40°		29
.031'		0,74	65°	39		
.031"		0,74	80°	45		
.036'		0,86	40°	29		
.036'		0,86	65°	39		
.043"		1,0	50°	34		
.043'		1,0	65°	39		
.043"		1,0	80°	45		
.052"		1,2	50°	34		
.052'		1,2	65°	39		
.052'		1,2	80°	45		

Oznakowanie dysz do natrysku hydrodynamicznego – firmy ADAL

y - kąt strumienia po dodaniu „0”[°] xx - średnica otworu w 0.001” Przykład: 3920109 „STANDARD”, kąt strumienia: 10°, średnica otworu: 0.009” (0.229 mm)
 y - spray pattern by adding "0"[deg] xx - orifice diameter in 0.001" Example: 3920109 "STANDARD", spray pattern: 10°, orifice diameter: 0.009" (0.229 mm)

Kąt strumienia Spray pattern	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	Filtr paluszkowy Butt gun filter		Filtr FW 500 HP cartridge filter		Wydajność** Flow rate** [l/m]					
	Średnica umowna otworu Orifice diameter [inch/mm]										Kolor, nr kat. Colour, order no.	Rozm. oczka Mesh [μm]	Nr siatki, nr kat. No., order no.		Rozm. oczka Mesh [μm]				
0.005"/0.123	●	●	●								red 1018206	50	04 1024104	80	0.09				
0.007"/0.178	●	●	●	●	●	●												0.18	
0.009"/0.229	●	●	●	●	●	●	●	●	●									0.25	
0.011"/0.279	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	red yellow	50 100	05 1024105	140	0.40				
0.013"/0.330	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	yellow 1018205	100	06 1024106	190	0.55				
0.015"/0.380	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				09 1024109	240	0.75			
0.018"/0.450	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							1.10		
0.021"/0.530	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	white 1018204	180	12 1024112	320	1.50				
0.025"/0.630			●	●	●	●	●	●	●	●									2.25
0.031"/0.790	●		●	●	●	●	●	●	●	●									3.40
0.035"/0.890				●	●	●	●	●	●	●									4.50
0.041"/1.040	●	●	●		●	●	●	●	●	●									6.70
0.052"/1.320	●		●	●	●	●		●											10.50
Szerokość strumienia* Pattern width* [mm]	50- -100	100- -150	150- -200	200- -250	250- -300	300- -350	350- -400	400- -450	450- -500										

*) Szerokość strumienia jest określana na malowanej powierzchni w odległości 300 mm od dyszy. **) Wydajność podana dla wody o ciśnieniu 100 bar.

*) Spray pattern width is determined on coating surface at 300 mm distance from the tip. **) Flow rate is for water at 100 bar.

Oznakowanie dysz do natrysku hydrodynamicznego – firmy DEVILBISS

Lepkość materiału malarskiego	Ø dyszy	Kąt rozwarcia	Wysokość śladu	Oznaczenie dyszy	Oznaczenie dyszy RMO
Mała	007"	10°	3 ½"	JAC-07-10	
	007"	25°	5 ½"	JAC-07-25	
	007"	40°	6 ½"	JAC-07-40	
	009"	10°	3 ½"	JAC-09-10	
	009"	25°	5 ½"	JAC-09-25	
	009"	40°	8"	JAC-09-40	RMO-40-09
	009"	65°	6 ½"	JAC-09-65	
	011"	5°	3"	JAC-11-5	RMO-05-11
	011"	25°	6"	JAC-11-25	RMO-25-11
	011"	40°	7 ½"	JAC-11-40	RMO-45-11
	011"	50°	8 ½"	JAC-11-50	
	011"	65°	10 ½"	JAC-11-65	RMO-65-11
Średnia	013"	15°	5"	JAC-13-15	RMO-15-13
	013"	25°	6"	JAC-13-25	RMO-25-13
	013"	50°	9"	JAC-13-50	RMO-50-13
	013"	65°	10 ½"	JAC-13-65	
	013"	80°	12 ½"	JAC-13-80	
	015"	25°	7"	JAC-15-25	
	015"	40°	8 ½"	JAC-15-40	RMO-40-15
	015"	65°	11"	JAC-15-65	RMO-65-15
	015"	80°	13"	JAC-15-80	
	018"	25°	7"	JAC-18-25	
	018"	40°	10"	JAC-18-40	
	018"	65°	13"	JAC-18-65	RMO-65-18
018"	80°	15"	JAC-18-80	RMO-65-18	
Duża	021"	25°	8"	JAC-21-25	
	021"	40°	12"	JAC-21-50	RMO-50-21
	021"	65°	15"	JAC-21-65	
	021"	80°	17"	JAC-21-80	
	023"	25°	8 ½"	JAC-23-25	
	023"	50°	13"	JAC-23-50	
	023"	65°	15"	JAC-23-65	
	023"	95°	19"	JAC-23-95	
	026"	40°	12"	JAC-26-40	
	026"	60°	16"	JAC-26-65	RMO-65-26
	026"	95°	21"	JAC-26-95	
	Bardzo duża	031"	40°	12"	JAC-31-40
031"		60°	16"	JAC-31-65	
031"		80°	19"	JAC-31-80	
036"		40°	12"	JAC-36-40	RMO-40-36
036"		65°	16"	JAC-36-65	
043"		50°	14"	JAC-43-50	
043"		65°	16"	JAC-43-65	
043"		80°	19"	JAC-43-80	
052"		50°	14"	JAC-52-50	
052"		65°	16"	JAC-52-65	
052"		80°	19"	JAC-52-80	

Dla uzyskania jednakowej jakości i grubości powłoki konieczne jest ustalenie optymalnej techniki nakładania dla danego przedmiotu a następnie ściśle jej przestrzeganie.

Pistolet należy zawsze przesuwac z tą samą prędkością w tej samej odległości od przedmiotu i pod stałym kątem 90° do lakierowanej powierzchni. Odległość pistoletu od malowanej powierzchni przy malowaniu:

- Pneumatycznym powinna wynosić 20 ÷ 25 cm.
- Hydrodynamicznym powinna wynosić 35 ÷ 40 cm.

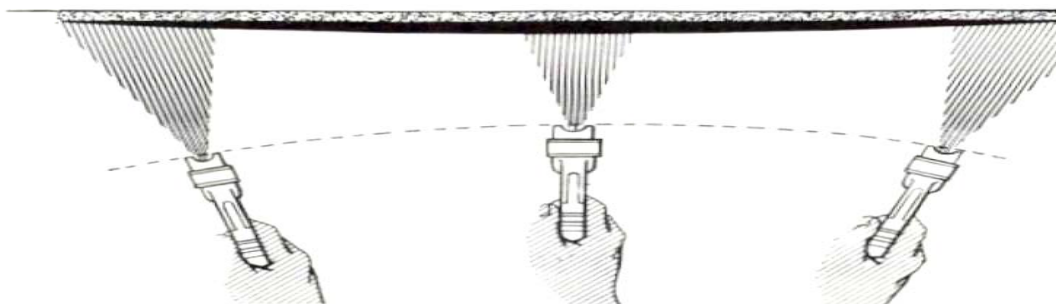
Nakładanie pasm natryskowych na siebie 20 ÷ 30 %.

W zależności od wielkości malowanych przedmiotów należy stosować małe, średnie bądź duże typy pistoletów natryskowych:

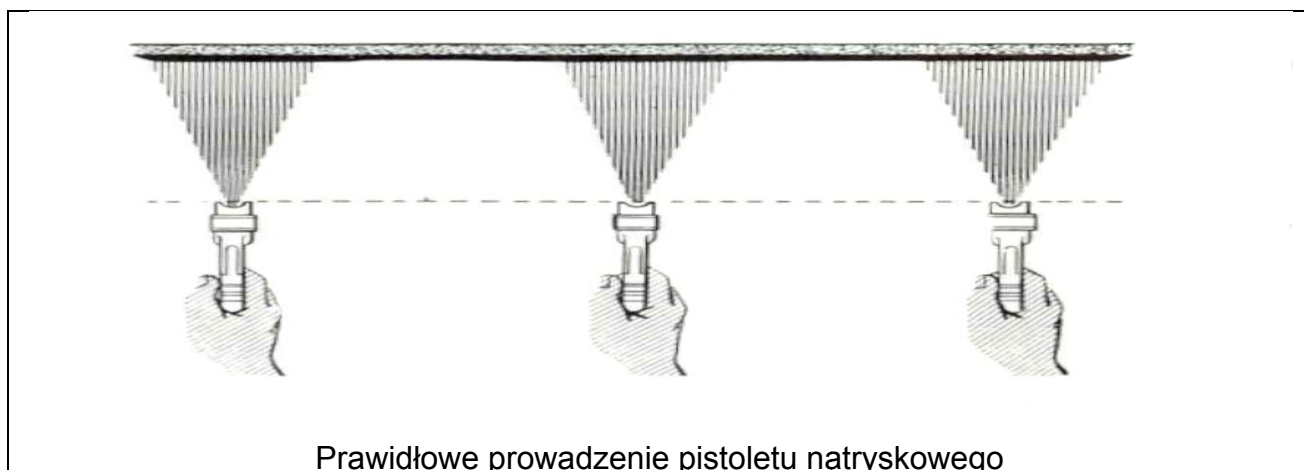
Małe obiekty powinny się malować małymi pistoletami, co pozwoli na oszczędne zużycie farby i sprężonego powietrza, natomiast duże powierzchnie – pistoletami dużymi, co zapewni właściwą wydajność pracy.

Podstawowa forma, której malowanie należy dokładnie opanować, jest powierzchnia płaska. Każdy operator, który po raz pierwszy przyjmuje do eksploatacji nowy typ pistoletu natryskowego powinien przed przystąpieniem do wykonywania właściwej pracy, przeprowadzić krótkie ćwiczenie wstępne, polegające na pomalowaniu większej powierzchni płaskiej (np. 1-2 arkusze papieru pakowego) a to w celu zapoznania się z pistoletem - „wyczuwania” go w warunkach pracy tj. znalezienie optymalnej zależności pomiędzy szybkością suwu a odległością pistoletu od powierzchni.

Wskazaniem jest rozpoczynanie malowania od pomalowania krawędzi powierzchni płaskich. W trakcie prowadzenia pistoletu należy uważać aby nie zakreślać łuku, gdyż powoduje to zmianę odległości pomiędzy pistoletem a malowaną powierzchnią, co w konsekwencji powoduje nierówną grubość powierzchni lakierniczej.

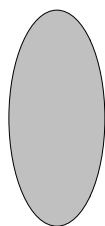


Złe prowadzenie pistoletu natryskowego



W pracy nawet najlepszego pistoletu natryskowego występują niekiedy drobne nieprawidłowości, w których usuwaniu, pomocne będą n/w wskazówki:

Prawidłowy ślad strumienia farby.



Zdeformowane ślady natrysku.



Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4

Zdeformowania w konturze śladu mogą mieć następujące przyczyny:

- A/ Rys. 1 Za mało farby na górze lub na dole śladu:
Przyczyna - otwory w noskach dyszy powietrza częściowo zablokowane,
- dysza materiałowa częściowo zablokowana,
- zanieczyszczenia na siodle dyszy powietrza lub materiałowej.
- B/ Rys. 2 Ślad zwichrowany w lewo lub w prawo:
Przyczyna - odpowiednie otwory w dyszy powietrza zablokowane,
- dysza materiałowa częściowo zablokowana.
- C/ Rys. 3 Ślad soczewkowy:
Przyczyna - niewłaściwie ustawiona śruba regulacyjna powietrza,
- zbyt małe ciśnienie powietrza rozpylającego,
- zbyt duża lepkość materiału malarskiego,
- zbyt duże ciśnienie podawania materiału malarskiego lub dysza powietrza nieodpowiednia do wydatku pistoletu,
- dysza materiałowa o średnicy zbyt dużej dla danego materiału.
- D/ Rys. 4 Za mało farby w środku śladu:
Przyczyna – nieprawidłowo zgrane ciśnienie farby i powietrza rozpylającego.

WADY POWŁOKI MALARSKIEJ

Materiał malarski nałożony na powierzchnię metalu lub warstwę podkładową nie jest jednorodną substancją, tak jak np. woda, lecz mieszaniną składającą się ze spoiwa lakierniczego w rozpuszczalnikach i pigmentu. Podłoże również nie jest jednorodne, gdyż ma powierzchnię chropowatą (mikronierówności), występuje szereg krawędzi i załamań, a usytuowanie powierzchni lakierowanej jest także również w stosunku do kierunku działania siły przyciągania ziemi. Metal ma inną strukturę powierzchni niż warstwa wypełniacza stanowiącego w większości zbiór cząstek mineralnych. Dlatego też warstwa natryskanego materiału malarskiego zachowuje się różnie, szczególnie w zakresie zmiany lepkości, która wzrasta, i rozlewności, która zmienia się w czasie schnięcia warstwy oraz w wyniku procesów fizycznych zachodzących w błonie, która niekiedy powoduje wady powłoki w postaci braku gładkości, nierównomierności powłoki, powstawania zagłębień, kraterów, zmian wyglądu (efekt „skórki pomarańczowej”).

Świeżo natryskana warstwa materiału malarskiego ma w chwili osiągnięcia powierzchni lakierowanego przedmiotu napięcie powierzchniowe $22 \cdot 10^{-3} - 28 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}$, a w miarę upływu czasu wysychania wzrasta ono do $45 \cdot 10^{-3} - 60 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}$ wskutek wyparowania rozpuszczalników, co jest przyczyną straty rozlewności oraz powoduje zachowania różnego rodzaju zjawisk fizycznych w powłoce, prowadzących do wad powłoki.

Wyparowanie rozpuszczalników zachodzi w górnych warstwach powłoki, co jest przyczyną oziębienia się ich, zwiększenia gęstości i opadania związanego z naruszeniem układu stacjonarnej powłoki natryskanej. Powłoka wykazuje tendencję do przemieszczania się w kierunku góra -dół -góra ruchem obrotowym. Powstają w ten sposób ruchome aglomeraty cząstek żywicy lub micel. Ruchy te są z początku bardziej szybkie, lecz maleją w miarę wyparowania rozpuszczalnika i wzrostu napięcia powierzchniowego. Roztwory o małej lepkości, znajdujące się głębiej w powłoce, przeciskają się ku górze, lecz nie zawsze mogą już dokonać pełnego obrotu i wrócić, gdyż wysychające na powierzchni zakłócają płynięcie, powodując w efekcie wystąpienie nierównomierności, a nawet „skórki pomarańczowej”. Jeśli zdołają częściowo wrócić w głąb powłoki, to pod naskórką powłoki wytworzy się wgłębienie lub krater. Tym samym obrotowym ruchem masy powłoki mogą być wywołane inne wady, jak pory i wgłębienia, ściekanie z krawędzi, brak zwilżania

podłoża zatłuszczonego lokalnie lub takiego, na którym znajdują się zanieczyszczenia mechaniczne. Na głębokość dekoracyjnej powłoki lakierniczej wpływają następujące czynniki:

Szybkość wyparowania lotnych składników natryskanego materiału malarskiego, po nałożeniu go na powierzchnię,

- a) Lepkość lakieru w chwili natrysku,
- b) Efektywność rozpylenia, a w szczególności wielkość cząsteczek materiału malarskiego i rozkład procentowy ilości cząsteczek o różnej wielkości w strumieniu,
- c) -Temperatura rozpylanego materiału malarskiego i użytego do rozpylenia powietrza, które mają wpływ na szybkość parowania rozpuszczalnika w stożku rozpylanego materiału malarskiego oraz po jego nałożeniu na metal, co z kolei ma decydujący wpływ na rozlewność powłoki i czas zachodzenia zjawiska płynięcia warstwy przed jej zgęstnieniem w stopniu uniemożliwiającym dalsze płynięcie na powierzchni w określonej temperaturze,
- d) Siła strumienia powietrza padającego z głowicy pistoletu natryskowego oraz okres czasu, w którym powłoka znajduje się w zasięgu działania tego strumienia, co wpływa na jej rozlewność oraz na czas wyparowania rozpuszczalnika ze schnącej powłoki,
- e) Ilość nakładanych warstw, przy czym wraz z ich zwiększeniem wzrasta chropowatość, która jest mniejsza przy jednej grubej powłoce, jeśli się nie bierze pod uwagę innych wad, które powstają w wyniku takiego postępowania (zacieki, nie wysychanie w wystarczająco krótkim okresie czasu),
- f) Połysk powłoki – skórka pomarańczowa i inne wady gładkości występują bardziej wyraźnie i są lepiej widoczne w przypadku, gdy powłoka ma połysk, niż wtedy, gdy jest półmatowa,
- g) Parametry technologiczne nakładania powłoki oraz ich zmiana w czasie natrysku a mianowicie:

Główne przyczyny powstawania „skórki pomarańczowej” są błędy spowodowane:

- Zastosowanie niewłaściwego rozpuszczalnika,
- Za małe lub zbyt duże ciśnienie powietrza rozpylającego,
- Niewłaściwa odległość pistoletu od malowanej powierzchni,
- Farba niedostatecznie wymieszana,
- Podmuch „obcego powietrza” na powierzchnię malowaną,
- Niewłaściwe przygotowanie powierzchni do malowania,
- Zbyt niska temperatura w trakcie malowania

Przez niewłaściwy dobór rozpuszczalnika rozumie się, że zarówno rodzaj jak i ilość rozpuszczalnika, który pozostał w lakierze po jego nałożeniu na malowany wyrób, nie zapewniają odpowiedniej rozlewności. Normalnie wynika to ze zbyt dużej szybkości parowania rozpuszczalnika.

Powstawanie efektu „skórki pomarańczowej” związane jest z koalescencją cząstek materiału malarskiego w strumieniu powietrza, ale już na powierzchni lakierowanej. Strumień powietrza, padający na rozlewające się powoli krople cieczy lepkoplastycznej, jaką jest lakier, powoduje wyparowanie rozpuszczalnika i zwiększenie lepkości oraz granicy płynięcia lakieru.

Sprzyja temu także oziębienie materiału, co w efekcie powoduje, że czas rozpylania jest dłuższy niż czas schnięcia, a więc nie ma pełnej rozlewności i powierzchnia nie dochodzi do stanu gładkości.

Obecność wody w materiale malarskim lub nadmierna wilgotność powietrza w lakierni powodują, że znaczna jej ilość rozpuszcza się w kroplach lakieru, wychodzących z dyszy pistoletu. Woda zmienia własności powierzchniowe pigmentu oraz podwyższa granicę płynięcia lakieru, nasilając zjawisko przez utrudnienie rozpylania się powłoki. Flokulacja

pigmentu ma również wpływ na ten proces.

Zaburzenia tego rodzaju powodują powstawanie falistości powierzchni, które mogą się dalej pogłębiać w czasie procesu wysychania błony.

Przyczynami powstawania mgły farby są:

- zbyt małą lepkością farby,
- zbyt wysokim ciśnieniem powietrza rozpylającego,
- Nieprawidłowym prowadzeniem pistoletu – zbyt, mała lub za duża odległość końcówki pistoletu od malowanej powierzchni.

Przyczyny powstawania smug i zacieków.

Powstawanie tych błędów wskazuje zawsze na nakładanie zbyt grubej warstwy farby, najczęściej wówczas, gdy suw pistoletu jest zbyt powolny lub, gdy materiał lakierniczy jest nadmiernie rozcieńczony. Przyczyną powstawania zacieków i firanek jest także przeciwstawność dwóch tendencji tj. rozlewność, która jest cechą dodatnią oraz skłonności do nadmiernego ściekania wyrobu lakierniczego będącego przyczyną tworzenia się tych wad. Dlatego wskazanym jest, aby stosować się do zaleceń producenta dotyczącego lepkości roboczej.

APARATURA NATRYSKOWA

Postęp w dziedzinie materiałów malarskich spowodował opracowanie nowych generacji aparatów natryskowych (aparaty do malowania (Aircombi, Aicoat, Airmix, HVLP). Ponadto większość producentów przeszła na system zasilania bardziej niezawodny tj. pompy tłokowe, wyeliminowania negatywnych skutków malowania hydrodynamicznego Airless oraz większą gamę aparatów do nakładania specyficznych wyrobów lakierniczych w możliwie różnych warunkach pracy (aparaty z własnym napędem elektrycznym, spalinowym – oprócz standardowych pneumatycznych).

Zalecaną aparaturą do malowania jest sprzęt firmy GRACO, De VILBISS, WALTER PILOT, WAGNER, LARIUS, KREMLIN, ADAL, WIWA, SATA.

7. SUSZENIE I AKLIMATYZACJA.

Celem suszenia jest nadanie pokryciu lub powłoce żądanych własności użytkowych tj. pełne wyschnięcie lub częściowe nadające się do dalszych operacji (szlifowania, szpachlowania, naniesienie następnej warstwy lub do sezonowania). Istotnym elementem jest tu szybkość schnięcia. Jest on jednak uzależniony od zastosowanego materiału malarskiego.

Szybkość schnięcia musi zapewnić uzyskanie żadanego stopnia wyschnięcia przy ograniczonych nakładach inwestycyjnych i eksploatacyjnych, co uzależnione jest od rodzaju materiału malarskiego.

Materiały malarskie możemy podzielić na schnące fizycznie (przez odparowanie składników lotnych), schnących w wyniku oksypolimeryzacji, chemoutwardzalne i termoutwardzalne.

Ponadto system suszenia możemy podzielić na suszenie w temperaturze otoczenia i suszenie wymuszone (wszelkiego typu suszarki).

Mechanizm utwardzania powłok malarskich

Powłoki utwardzają się zgodnie z jednym z poniższych mechanizmów:

1. Utlenianie atmosferyczne (polimeryzacja) nienasyconych schnących olejów.
2. Wyparowanie rozpuszczalnika z lakieru lub wody z emulsji.
3. Reakcja chemiczna składników lub reakcja chemiczna z wodą z powietrza.

Powłoki, które twardnieją dzięki wyparowaniu rozpuszczalnika lub wody nie zmieniają się chemicznie w trakcie utwardzania. Nazywane są powłokami termoplastycznymi, ponieważ można je rozmiękczyć poprzez ogrzanie lub dodanie rozpuszczalnika. Powłoki utwardzane chemicznie nazywane są termoutwardzonymi, gdyż nie dają się rozmiękczyć przez podgrzanie lub dodanie rozpuszczalnika. Powłoki utleniające się w kontakcie z powietrzem (farby olejne) początkowo są termoplastyczne, lecz po kilku miesiącach, wskutek postępującego usieciowania polimeru, powoli przekształcają się w powłoki termoutwardzone.

Utlenianie atmosferyczne wysychających olejów

Olej roślinny zawarty w farbach olejnych w trakcie wysychania reaguje z tlenem zawartym w powietrzu. Wynikiem tej reakcji chemicznej jest wysycenie podwójnych wiązań kwasów tłuszczowych zawartych w oleju i w końcu zestalenie powłoki. Do wyrobów olejnych zwykle dodaje się związki metali, które działają jako katalizatory reakcji utwardzania olejów roślinnych.

Przykłady wyrobów utwardzanych zgodnie z powyższym mechanizmem:

1. Niemodyfikowane oleje wysychające
2. Alkidy
3. Alkidy silikonowe
4. Estry epoksydowe
5. Oleożywiczne fenole

Powłoki tego typu bardzo dobrze zwilżają powierzchnie i zachowują się nieźle w łagodnych warunkach atmosferycznych. Estry epoksydowe odznaczają się dodatkowo pewną odpornością chemiczną. Nie należy ich mylić z dwuskładnikowymi żywicami epoksydowymi twardniejącymi chemicznie. Powłoki fenolowe oleożywiczne są jedynymi wyrobami olejnymi, które mogą być stosowane skutecznie pod wodą.

Odparowanie rozpuszczalnika lub wody

Powłoki twardniejące poprzez zwykłe odparowanie rozpuszczalnika bądź wody nazywane są czasem lakierami. Sporządza się je przez rozpuszczenie żywicy w odpowiednim rozpuszczalniku. Po nałożeniu wyrobu na powierzchnię następuje powolne odparowywanie rozpuszczalnika, zaś żywica pozostaje w postaci stałej warstwy. W tym czasie nie zachodzą żadne chemiczne przemiany w powłoce.

Przykłady powłok twardniejących zgodnie z tym mechanizmem:

1. Szelaki
2. Winyle (polichlorek winylu)
3. Chlorowana guma
4. Akryle
5. Powłoki bitumiczne (smoła węglowa i asfalty)

Powłoki tego typu cechuje bardzo słaba odporność na działanie wody. Mogą być jednak łatwo pokrywane kolejną warstwą lub naprawiane ponieważ rozpuszczalnik tej następnej warstwy łatwo wnika w warstwę spodnią i łączy je silnie ze sobą. Ponieważ lakiery są wyrobami o bardzo dużej zawartości rozpuszczalników organicznych ich użycie jest silnie krytykowane.

Lateks i inne wodne wyroby także twardnieją w rezultacie prostego odparowania. Po odparowaniu wody, emulgowane cząstki żywicy ulegają koalescencji i w efekcie powstaje warstwa. Te powłoki zwykle zawierają pewną ilość rozpuszczalnika organicznego, który ułatwia formowanie stałej powłoki oraz polepsza aplikację wyrobu na pokrywaną powierzchnię. Powłoki lateksowe są całkiem elastyczne i raczej bardziej przepuszczalne niż wyroby olejne i alkidowe.

Przykłady wyrobów lateksowych:

1. Akryle
2. Winyle (octany poliwinylowe)

Znane i stosowane są także inne wodne wyroby malarskie, które jednak twardnieją inaczej niż poprzez proste odparowanie wody. Trzy podstawowe rodzaje takich wyrobów obejmują:

1. Wodorozpuszczalne (ograniczone zastosowanie)
2. Redukujące się w wodzie
3. Emulsje

Powłoki rozpuszczalne w wodzie nie są wystarczająco trwałe do powszechnego użytku. Pozostałe dwa rodzaje wodnych farb znajdują zastosowanie wojskowe, chociaż mogą być nieco mniej trwałe w niektórych środowiskach niż ich odpowiedniki zawierające rozpuszczalniki organiczne. Farby redukowane w wodzie zawierają mieszanę rozpuszczalników, która może być rozcieńczana wodą. Formuły alkidowe i epoksydowe dostępne są w postaci zredukowanej w wodzie lub emulsyjnej. Pokrycia alkidowe tego typu twardnieją poprzez utlenianie atmosferyczne, natomiast wyroby dwuskładnikowe twardnieją na drodze reakcji chemicznej.

Powłoki utwardzane chemicznie

Powłoki twardniejące pod wpływem reakcji chemicznej są zwykle najtrwalsze. Pakuje się je do dwóch oddzielnych pojemników, które należy zmieszać, aby zainicjować reakcję twardnienia. Składniki należy zmieszać w ściśle określonych przez producenta proporcjach dla osiągnięcia oczekiwanych rezultatów. Czasami, konieczny jest czas indukcji po zmieszaniu, a przed rozpoczęciem malowania, który pozwala na właściwe zaawansowanie reakcji. Okres ten nie może być zbyt długi, ponieważ może spowodować twardnienie wyrobu jeszcze przed nałożeniem warstwy i wówczas nakładanie będzie utrudnione, zaś powłoka nie osiągnie optymalnych parametrów dekoracyjnych i ochronnych.

Przykłady wyrobów twardniejących w wyniku reakcji chemicznych:

1. Epoksydy
2. Epoksydy ze smołą węglową
3. Poliuretany
4. Poliestry

Wyroby te wykazują bardzo dobrą odporność na chemikalia i rozpuszczalniki, ponieważ są termoutwardzalne. Wskutek tego źle przyjmują kolejne warstwy, gdyż rozpuszczalnik nie może penetrować silnie stwardniałej powłoki spodniej. Tak, więc najlepiej jest nakładać kolejne warstwy zanim nastąpi całkowite stwardnienie podwarstwy. Jeśli występuje konieczność nakładania farby na w pełni stwardniałą podwarstwę, wówczas należy pokryć ją bardzo cienką międzywarstwą farby i pozwolić jej częściowo stwardnieć.

Innym przykładem chemicznie utwardzanej powłoki jest cynkowa farba nieorganiczna. Typ reakcji biegnących podczas twardnienia tego wyrobu zależy od konkretnego składu wyrobu malarskiego. Zazwyczaj są to reakcje obejmujące hydrolizę (reakcje z udziałem wody z powietrza) silikonowego spoiwa. Ponieważ woda pochodzi z powietrza twardnienie może przebiegać powoli w suchej atmosferze.

Organiczne powłoki bogate w cynk, z kolei, twardnieją wskutek reakcji chemicznych pomiędzy składnikami wyrobu. Epoksydy zawierające cynk twardnieją w wyniku reakcji, zaś poliwinyle bogate w cynk twardnieją wskutek odparowania rozpuszczalnika.

Suszenie wymuszone

Proces suszenia wymuszonego wymaga stosowania suszarek. W przemyśle stosowane są dwa rodzaje suszarek konwekcyjne i promiennikowe o zakresie temperatur $80 \div 180$ °C. Suszarki pod względem praktycznym należy podzielić na suszarki zgrzaniem bezpośrednim i z grzaniem pośrednim. Grzanie bezpośrednie polega na zmieszaniu powietrza obiegowego ze spalinami płomienia gazowego lub olejowego. Grzanie pośrednie polega na przekazaniu ciepła przez powierzchnie grzejników znajdujących się w obiegu powietrza suszarki.

Bardzo ważnym elementem jest suszenie powłok podczas ich renowacji. Ponieważ poddana renowacji maszyna ma elementy, których odporność termiczna jest niższa od 100°C i których nie można zdemontować, stosuje się częściej suszarki komorowe ogrzewane prądem elektrycznym, gazem lub olejem. Znane są także tzw. kabiny – suszarki, w których wykonuje się malowanie a następnie suszenie. Powszechne zastosowanie znajdują także suszarki promiennikowe.

Do malowania ciężkich maszyn roboczych najlepszą suszarką jest suszarka promiennikowa emitująca podczas pracy promieniowanie podczerwone (cieplne) będące efektem, katalitycznego bezpłomieniowego spalania gazu ziemnego na powierzchni termoreaktorów wbudowanych w jej ściany. Przy mocy cieplnej termoreaktorów 160÷480kW, czasie suszenia w zadanej mocy cieplnej około 60 min i temperaturze wewnątrz suszarki do 80°C.

Przy suszeniu konstrukcji stalowych problem suszenia jest bardziej uzależniony od warunków pogodowych niż od zależności odporności termicznych malowanych elementów. Bardzo istotnym elementem w systemie suszenia jest stosowanie się do zaleceń producenta wyrobów lakierniczych a w szczególności w wymalowaniach wielowarstwowych. Dla niektórych materiałów malarskich (epoksydowe, ftalowe, epoksyestrowe), zbyt długi okres suszenia do wymalowań następnej warstwy powoduje obniżenie przyczepności międzywarstwowej. Poprawę tą można uzyskać poprzez matowienie.

Ponadto nie wszystkie powłoki o fizycznych oznakach całkowitego wyschnięcia nie nadają się do dalszej eksploatacji bez dodatkowego ich sezonowania.

Dla poszczególnych powłok malarskich zaleca się niżej podane okresy sezonowania.

- z pokryciem ftalowym - 7 dni,
- z pokryciem nitrocelulozowym - 24 godziny,
- z pokryciem termoodpornym - 24 godziny,
- z pokryciem poliwinylowym - 7 dni,
- z pokryciem chlorokauczukowym - 7 dni,
- z pokryciem epoksydowym - 7 dni,

- z pokryciem poliuretanowym - 7 dni,
- z pokryciem akrylowym - 7 dni.

Warto także pamiętać, że przy suszeniu w temperaturze otoczenia powłoki lakiernicze epoksydowe i poliuretanowe w żadnym wypadku nie mogą być suszone w temperaturze mniejszej niż 10°C.

8. POKRYCIA MALARSKIE.

WYMAGANIA OGÓLNE

Pokrycia malarskie to wielowarstwowy układ powłok wytworzonych z jednego lub kilku wyrobów spełniających założone zadanie ochronne i dekoracyjne.

Pokrycie to powinno wykonywać wiele różnorodnych właściwości, a przede wszystkim:

- Należyta przyczepność do podłoża.
- Elastyczność (ważna w przypadku obciążeń mechanicznych).
- Odporność na ścieranie, zarysowanie i uderzenie.
- Odporność na zmiany temperatury.
- Odporność na działanie warunków atmosferycznych.
- Zdolność utrzymywania określonej barwy i stopnia połysku.

Pokrycie malarskie zestawiane jest z kilku warstw, w ten sposób, że warstwa farby, nakładana bezpośrednio na metal zapewnia należyta przyczepność do podłoża i pasywuje stal, natomiast warstwa zewnętrzna zapewnia szczelne pokrycie ochronne o właściwościach podanych wyżej.

Zgodność powłok

Zastosowany system pokrycia malarskiego musi być zgodny z pokrywaną powierzchnią. Niezgodność może powodować wady pokrycia tuż po nałożeniu lub później podczas eksploatacji powłok. Wady pojawiające się natychmiast po wykonaniu pokrycia są spowodowane niezgodnością rozpuszczalnika lub złym zwilżaniem podłoża. Wady związane z powolnym przebiegiem reakcji chemicznych, takie jakie pojawiają się przy pokrywaniu alkalicznego podłoża (np. beton lub galwanizowana stal) farbami olejnymi, a także problemy wynikające z przyczyn mechanicznych np. wskutek nakładania sztywnego pokrycia na elastyczne wymalowanie mogą ujawnić się długo po nałożeniu powłok. Najczęściej spotykaną wadą powłok jest odwarstwianie. Jeśli istniejące pokrycie jest pokrywane nową powłoką, to zgodność oznacza, że należy stosować farbę tego samego rodzaju lub twardniejącą według tego samego mechanizmu, co pokrycie spodnie.

Wyjątkiem od tej zasady są nieorganiczne powłoki cynkowe, ponieważ zwykle źle łączą się ze sobą, dlatego najlepiej pokrywać je organicznymi wyrobami cynkowymi. Prosty test pozwalający na określenie wrażliwości pokrycia na działanie rozpuszczalników polega na pocieraniu powłoki szmatką nasączoną metyloetyloketonem lub acetonem i obserwacji zabrudzenia. Jeśli szmatka 'chwytą' barwę wówczas farba określana jest jako rozpuszczalna, w przeciwnym przypadku określa się ją mianem nierozpuszczalnej. Inny praktyczny sposób badania zgodności polega na wymalowaniu fragmentu podłoża i obserwacji przez kilka dni (co najmniej 3 dni) testowanego obszaru. Należy zwracać uwagę na takie elementy jak plamienie podłoża, zmarszczenia, utratę przyczepności.

Testy te mają przybliżony charakter gdyż niektóre wady wynikające z niezgodności mogą ujawniać się dopiero po kilku miesiącach.

Powłoki powstałe z wyrobów o odmiennym składzie chemicznym i ponadto różniące się nie tylko właściwościami chemicznymi i fizycznymi, ale także różniące się mechanizmem twardnienia są z na ogół, niezgodne ze sobą. Natomiast powłoki tego samego typu i twardniejące według tego samego mechanizmu są zwykle zgodne ze sobą. Poniższa tabela pokazuje listę zgodności i niezgodności powłok różnego typu.

Wada	Opis
Krwawienie	Efekt krwawienia może się pojawić, jeśli powłoka rozpuszczalnikowa zostanie nałożona na istniejące pokrycie bitumiczne. Rozpuszczalnik rozpuszcza materiał bitumiczny i taki roztwór może spenetrować warstwę nawierzchniową powodując pojawienie się brązowych plam. Zjawisko to nie wpływa na właściwości ochronne pokrycia, powoduje natomiast obniżenie walorów estetycznych powłoki
Odrywanie się starej farby od podłoża	Silne rozpuszczalniki w powłoce nawierzchniowej mogą penetrować starą powłokę i obniżać jej adhezję do podłoża. Może to wpłynąć na przyczepność całego pokrycia do ochranianej powierzchni
Pękanie warstwy nawierzchniowej	Niezgodność może nastąpić, jeśli względnie sztywna warstwa wierzchnia nałożona jest na istniejące elastyczne pokrycie. W takim układzie zewnętrzna warstwa może popękać wskutek występujących naprężeń pomiędzy starą i nową warstwą
Zła przyczepność lateksowych warstw nawierzchniowych do emalii	Często występujący problem złej przyczepności pokryć emulsyjnych do gładkich powierzchni całkowicie stwardniałych i gładkich pokryć emaliowych lub gipsowych jest spowodowany niewielką ilością rozpuszczalników organicznych zdolnych do penetracji podłoża. Środkiem zaradczym może być mechaniczne nadanie powierzchni odpowiedniej szorstkości lub nałożenie, odpowiedniego olejnego gruntu.
Farby olejne na alkalicznym podłożu	Wilgotne i alkaliczne warunki powodują powolny rozkład farb olejnych wskutek reakcji hydrolizy. Proces degradacji jest nieuchronny, zaś jego szybkość zależy od specyficznego składu wyrobu oraz od warunków środowiskowych

Właściwości powłok ochronnych oraz ich odporność na oddziaływanie różnych środowisk jest uzależniona od rodzaju żywicy bazowej. Obrazuje to poniższa tabela. Dane zawarte w tabeli ustalono na podstawie badań laboratoryjnych, klimatycznych i literatury fachowej oraz wieloletniej praktyki.

Podstawowe właściwości powłok w zależności od żywicy bazowej.

Rodzaj spoiwa	Alk.	Pwl.	Chlk.	Epk.	Pur.	Akr/W	Akr/R	Epk/W	Pur/W
Tolerancja na słabo przygotowane podłoże	**	*	*	***	***	*	**	**	***
Trwałość połysku	****	***	**	**	*****	****	****	**	****
Trwałość koloru	****	****	**	**	*****	****	****	**	****
Odpowiedni jako warstwa podkładowa	****	**	****	*****	****	**	***	*****	****
Odpowiedni jako warstwa nawierzchniowa	****	****	****	****	*****	****	****	***	****
Odporność korozyjna	****	***	****	****	****	**	***	****	****
Odporność termiczna	**	*	*	***	***	*	**	***	***
Odporność na zanurzenie w wodzie	*	***	****	****	***	**	***	****	***
Warunki klimatyczne	**	**	**	****	****	**	****	****	****
Odporność na węglowodory	***	**	**	****	****	**	**	****	****
Odporność na kwasy	**	***	***	***	***	**	***	***	***
Odporność na kondensację wilgoci, deszcz	***	*****	*****	*****	*****	****	*****	*****	*****
Odporność na alkalia	*	****	***	****	***	***	***	****	***
Odporność na ścieranie	****	****	****	*****	*****	****	****	*****	*****
Odporność na uderzenie	****	****	****	*****	*****	***	****	*****	*****
Elastyczność	**	****	***	***	***	****	****	***	****

Alk. - alkidowe

Pwl. - poliwinylowe

Chlk. - chlorokauczukowe

Epk. - epoksydowe

Pur. - poliuretanowe

Akr/R - akrylowe rozpuszczalnikowe

Akr/W - akrylowe wodorozcieńczalne

Epk/W - epoksydowe wodorozcieńczalne

Pur/W - poliuretanowe wodorozcieńczalne

* złe

** słabe

*** dostateczne

**** dobre

***** bardzo dobre

WYMAGANIA JAKOŚCIOWE

Trwałość powłoki malarskiej uzależniona jest od wielu czynników.

Wg normy ISO 12944-1 trwałość powłoki malarskiej jest to oczekiwany czas do pierwszej renowacji, która powinna nastąpić w przypadku wystąpienia określonego stopnia zniszczeń korozyjnych opisanych w normie ISO 4628-1 do 5.

Wyróżnia się trzy zakresy trwałości:

- Niska – 2 ÷ 5 lat,
- Średnia – 5 ÷ 15 lat,
- Wysoka – ponad 15 lat.

Elementy konstrukcji stalowych, części maszyn pracują w ciężkich warunkach terenowych, zróżnicowanych warunkach klimatycznych, a w czasie eksploatacji, narażone są na aktywne oddziaływanie środowiska korozyjnego oraz uszkodzenia mechaniczne.

Wymagania jakościowe stawiane, powłokom malarskim dla tych elementów są bardzo wysokie i zakładają, że trwałość pokrycia powinna być najmniej średnia.

Przy doborze i wykonawstwie pokryć powinny być uwzględnione następujące czynniki:

- Powłoka powinna być odporna na starzenie atmosferyczne, działanie klimatu umiarkowanego, tropikalnego suchego i wilgotnego oraz arktycznego.
- Nowe elementy powinny być przed montażem zagruntowane i wymalowane.
- Grubość powłoki powinna być maksymalnie zmniejszona bez wpływu na obniżenie właściwości ochronnych, co powinno być uzyskane przez stosowanie wysokojakościowych materiałów.
- Materiały malarskie powinny być dostosowane do różnych technik nakładania.
- Czas schnięcia powinien być maksymalnie skrócony.
- Farba do gruntowania (bez nakładania emalii nawierzchniowej) powinna spełniać rolę zabezpieczenia antykorozyjnego na okres 6 miesięcy.
- Elementy maszyny (np. zespoły napędowe) narażone na równoczesne działanie oleju i podwyższonej temperatury powinny być zabezpieczone w możliwie prosty i skuteczny sposób.
- Materiały malarskie nie powinny być toksyczne (nie powinny zawierać chromu i ołowiu, a ilość rozpuszczalnika powinna być maksymalnie ograniczona - tzw high solids).
- Powłoka powinna mieć trwałą, wysoki połysk.

OCENA POWŁOKI LAKIERNICZEJ

Wyrób lakierniczy ocenia się w stanie płynnym i suchym.

OCENA WYROBU W STANIE PŁYNNYM

Lepkość umowna – miara lepkości charakteryzowana czasem wypływu (sek.) roztworu żywicy lub materiału malarskiego z kubka wypływowego określona jest jako lepkość handlowa, czyli określona w normie przedmiotowej na dany wyrób oraz jako lepkość robocza, czyli taka, do jakiej należy doprowadzić wyrób przed jego stosowaniem. Pomiar wykonuje się wg PN-EN535-1993.

Gęstość w g/cm^3 – pomiar wg PN-82/C-81551.

Zawartość substancji lotnych – określa zawartość procentową rozpuszczalników i rozcieńczalników, które ulatniają się z powłoki w procesie schnięcia. Odwrotnością tego pojęcia będzie zawartość substancji stałych. Pomiar wykonuje się wg PN-84/C-81512.

Roztarcie – stopień zdyspergowania pigmentów i obciążników w materiale malarskim charakteryzowanym stopniem roztarcia, oznaczonym na grindometrze. Pomiar wykonuje się wg BN-78/6110-09.

Czas przydatności do stosowania – określany, jako „czas życia” lub „poot life”. Jest oceną czasu przydatności przygotowanej do aplikacji mieszaniny komponentów. Pojęcie stosuje się dla wyrobów dwukomponentowych.

Rozcieńczalność – największa objętość rozcieńczalnika, którą można dodać do określonej ilości materiału malarskiego bez wywołania niekorzystnych efektów.

Temperatura zapłonu – ocena właściwości palnych i wybuchowych wyrobu wg PN-75/C-40009.

OCENA SUCHEJ POWŁOKI LAKIERNICZEJ.

Czas schnięcia powłoki - czas osiągnięcia przez powłokę założonego wyschnięcia. Określa się w stopniach 1 - 7, przy czym stan praktycznego wyschnięcia powłoki odpowiada stopniom 3 do 7 wg PN-79/C-81519.

Krycie – ilościowe jest to najmniejsza ilość (wagowo lub objętościowo) materiału malarskiego kryjącego, który nałożony na 1m² podłoża czyni je niewidocznym na całej powierzchni. Określa się wg PN-89/C-81536.

Rozlewność – właściwa samorzutnego rozplływania się świeżo nałożonej warstwy materiału malarskiego, decydująca o powstaniu powłoki o równej gładkiej powierzchni. Określa się w stopniach 0 – 10 (najlepsza) zgodnie z PN-89/C-81507.

Elastyczność – zdolność powłoki do ulegania, łączenia z podłożem odkształceniom zginającym bez wystąpienia pęknięć, utraty przyczepności i odczepiania od podłoża. Określa się zgodnie z PN-76/C-81528.

Grubość powłoki – grubość wyschniętej powłoki warstwy wymalowania. Określa się wg PN-93/C-81515.

Połysk powłoki – określa się liczbowym stosunkiem strumienia świetlnego odbitego zwierciadlanie od badanej powłoki do strumienia świetlnego padającego na tę powłokę pod określonymi kątami 20, 60 i 85°.

Nowoczesne metody pomiaru połysku, oparte są na pomiarach fotoelektrycznych, w których stosuje się następujące określenia stopnia połysku oraz stosowanego kąta pomiaru.

Głęboki mat	0-10	pomiar pod kątem 85°
mat	10-30	pomiar pod kątem 60°
Półmat	30-50	pomiar pod kątem 60°
Półpołysk	50-70	pomiar pod kątem 20°
Połysk	70-90	pomiar pod kątem 20°
Wysoki połysk	>90	pomiar pod kątem 20°

Odporność na uderzenia – jest to zdolność zachowania przez powłokę, swoich pierwotnych właściwości pod wpływem uderzenia 1 kg ciężarka z wysokości ustalonej w normie, nie powodując uszkodzeń mechanicznych w postaci spękań powłoki, odprysków i łuszczeń. Określa się wg PN-

Przyczepność - zdolność powłoki do wiązania się z podłożem (przyczepność do podłoża) lub poprzednią warstwą powłoki i (przyczepność międzywarstwowa) wymagającego określonych sił do jej oderwania się. Określa się w stopniach 1-4 (najgorszy) wg PN-80/C-81531.

Odporność na ścieranie – własność powłoki charakteryzująca jej podatność na ścieranie, czyli zmniejszenie masy (grubość) wskutek ścierania. Określa się wg PN-76/C-8156.

Wygląd powłoki – ocena organoleptyczna wyglądu powłoki w rozproszonym świetle dziennym.

Odporność na działanie H₂O. Ocena odporności powłoki na długotrwałe działanie wody pozwalająca na sprawdzenie jej zdolności odizolowania podłoża od czynników korodujących. Określa się zgodnie z PN-76/C-81521.

Odporność na działanie roztworu NaCl. Pomiar wykonuje się poprzez zanurzenie powłoki w 5% lub 3% roztworze NaCl na czas określony normą przedmiotową. Jeżeli określa norma przedmiotowa przed pomiarem dokonuje się przecięcie krzyżowe powłoki dla oceny odporności na korozję podpowłokową. Pomiar wykonuje się zgodnie z PN-88/C-81552 metoda A.

Odporność na działanie mgły solnej. Badanie polega na poddaniu powłoki lakierniczej działaniu mgły solnej wytworzonej przez rozpylenie roztworu chlorku sodu w warunkach ustalonych wg PN-88/C-81523 metoda B.

Odporność na działanie zmiennych temperatur. Badanie ma na celu ocenę zachowania się powłoki przy działaniu dużych zmian temperaturowych. Jeżeli normy przedmiotowe nie podają inaczej stosuje się cykl 1h - +50°C, 1h - -40°C. Stopień odporności na zmienne temperatury jest wyrażony ilością cykli jaką powłoka wytrzyma bez popękania. Określa się zgodnie z BN-88/C-81556.

9. ZALECENIA TECHNOLOGICZNE DOTYCZĄCE MALOWANIA

PRZYGOTOWANIE DO MALOWANIA.

Odlewy, odkuwki, blachy gorąco walcowane zaleca się przygotować przy pomocy obróbki strumieniowo-ściernej.

Blachy zimnowalcowane zaleca się fosforanować.

Wyroby przygotowane do malowania (myte, śrutowane) powinny być przechowywane maksymalnie w warunkach określonych wcześniej, przy czym powierzchnie te muszą być zabezpieczone przed bezpośrednim działaniem wody i innych cieczy, a okres ich przechowywania nie powinien być dłuższy niż 4 godziny.

Na powierzchni wyrobów, podlegających bezpośredniemu malowaniu nie powinno być zadziórów, ostrych krawędzi, odprysków spawalniczych, zażużeń, nadlewów, zendry, rdzy, pyłów, resztek topników, farby traserskiej, tłuszczów, zaolejenia i wilgotności, które w istotny sposób obniżają trwałość powłoki malarskiej.

GRUNTOWANIE

Wszystkie powierzchnie podlegające malowaniu powinny być zagruntowane oprócz powierzchni malowanych emaliami:

- Termoodpornymi,

- Młotkowymi.

Gdzie system suszenia, wypalania zniszczyłby powłokę gruntu.

Skracanie czasu suszenia podkładu i okresu pomiędzy nakładaniem poszczególnych warstw podkładu jest niedozwolone - wydłuża znacznie czas wysychania całkowitego pokrycia i jest częstą przyczyną powstawania różnego rodzaju wad powłoki.

SZPACHLOWANIE

Należy podkreślić, że proces szpachlowania w czynnościach lakierniczych jest „złem koniecznym” i w żadnym wypadku nie powinien być stosowany do pokrycia błędów obróbki.

W nowoczesnych technologiach malowania wyeliminowano proces szpachlowania, w koniecznych wypadkach stosuje się cynowanie.

Jednak przy malowaniu gdzie wymagany jest estetyczny wygląd powierzchni w dalszym ciągu w koniecznych wypadkach się szpachluje.

Do szpachlowania zaleca się szpachle poliestrowe ze względu na szybki czas schnięcia. Szpachle nanosi się bezpośrednio na wcześniej oczyszczone i odtłuszczone podłoże lub na dobrze utwardzone stare i nowe powłoki lakiernicze.

Po szpachlowaniu, wyszlifowaniu do gładkiej powierzchni, powierzchnie szpachlowane należy zagruntować farbą podkładową lub szpachłówką natryskową w celu ujednoczenia ziarnistości podłoża pod emalię. Jednorazowa grubość nałożonej szpachli nie powinna być większa niż 0,5 mm., Dlatego też większe nierówności szpachluje się kilka razy.

Ze względów ekonomicznych bardziej popularne jest szlifowanie na sucho.

Najlepsze materiały ścierne to pół nasypowe krążki ścierne o ziarnistości do zgrubnej obróbki 220 ÷ 260, a obróbki wykańczającej 280 ÷ 320. Do matowienia powłok 120 ÷ 160.

MALOWANIE

Malowanie konstrukcji stalowych nie powoduje zbyt wielkich utrudnień. Natomiast malowanie maszyn transportowych i budowlanych wymusza pewien tryb postępowania. Części i zespoły maszyn budowlany na gotowo do montażu jest raczej niemożliwe z powodów technologicznych ponieważ większość maszyn przechodzi wszelkiego rodzaju próby ruchowe, urobku dla wyregulowania parametrów sterowania, gdzie malatura ulega różnym uszkodzeniom.

Wskazaniem jest, aby części i zespoły były malowane do montażu do minimalnej łącznej grubości powłoki. Malowanie końcowe jest ujednoczeniem kolorystyki elementów maszyny zarówno własnej produkcji jak i handlowych a koniecznych do przemalowania a zarazem podniesieniem do maksymalnej łącznej grubości powłoki.

Dlatego części i zespoły, dla których są ograniczone możliwości naniesienia odpowiedniej grubości powłoki w trakcie malowania zmontowanej maszyny należy malować tak, aby elementy montowane w wewnętrznych powierzchniach maszyny miały możliwie maksymalną grubość pokrycia.

Elementy wyposażenia wewnętrznego kabin oraz ich wewnętrzną, powierzchnie należy malować emaliami matowymi. (ze względu na odbicia światła a przez to trudności pracy operatora).

Skracanie czasu suszenia emalii i okresów pomiędzy nakładaniem poszczególnych warstw jest niedozwolone - wydłuża znacznie czas całkowitego wysychania pokrycia i jest częstą przyczyną powstawania różnego rodzaju wad powłoki.

Ostatnio odchodzi się od malowania zmontowanych maszyn na rzecz montażu, gotowych pomalowanych elementów maszyny - jest to przyczyną wprowadzania do malowania maszyn farb proszkowych oraz poliuretanowych.

Do najważniejszych parametrów, które muszą być spełnione w czasie malowania należą:

Najniższa dopuszczalna temperatura otoczenia:

- dla wyrobów alkidowych + 5 °C
- dla wyrobów chlorokauczukowych - 10 °C
- dla wyrobów epoksydowych + 10 °C
- dla wyrobów poliuretanowych + 5 °C
- dla wyrobów wodorozcieńczalnych + 10°C

USUWANIE WAD POWŁOK MALARSKICH

Do najczęstszych wad powłoki malarskiej można zaliczyć:

- Powstanie zacieku.
- Skórka pomarańczowa.
- Wtrącenia obcych ciał (pyłów).
- Pęcherzenie.

Naprawę tych wad (bardzo małych) można wykonać poprzez polerowanie powierzchni malowanej po wyschnięciu (przy zastosowaniu pasty ścierniej do czyszczenia i polerowania), sukniem lub specjalną gąbką ręcznie lub mechanicznie urządzeniem o bardzo małych obrotach.

Przy większych wadach należy powierzchnię przeszlirować bardzo drobnym papierem ściernym o granulacji 320 ÷ 360, odtłuścić, pomalować ponownie. W przypadku powstania pyłu natryskowego po wyschnięciu należy przepolerować powierzchnie.

10. RENOWACJA POWŁOK.

Zgodność powłok

Zastosowany system pokrycia malarskiego musi być zgodny z pokrywana powierzchnią. Niezgodność może powodować wady pokrycia tuż po nałożeniu lub później podczas eksploatacji powłok. Wady pojawiające się natychmiast po wykonaniu pokrycia są spowodowane niezgodnością rozpuszczalnika lub złym zwilżaniem podłoża. Wady związane z powolnym przebiegiem reakcji chemicznych, takie jakie pojawiają się przy pokrywaniu alkalicznego podłoża (np. beton lub galwanizowana stal) farbami olejnymi, a także problemy wynikające z przyczyn mechanicznych np. wskutek nakładania sztywnego pokrycia na elastyczne wymalowanie mogą ujawnić się długo po nałożeniu powłok. Najczęściej spotykaną wadą powłok jest odwarstwianie. Jeśli istniejące pokrycie jest pokrywane nową powłoką, to zgodność oznacza, że należy stosować farbę tego samego rodzaju lub twardniejącą według tego samego mechanizmu, co pokrycie spodnie. Wyjątkiem od tej zasady są nieorganiczne powłoki cynkowe, ponieważ zwykle źle łączą się ze sobą, dlatego najlepiej pokrywać je organicznymi wyrobami cynkowymi. Prosty test pozwalający na określenie wrażliwości pokrycia na działanie rozpuszczalników polega na pocieraniu powłoki szmatką nasączoną metyloetyloketonem lub acetonem i obserwacji zabrudzenia. Jeśli szmatka 'chwytą' barwę wówczas farba określana jest jako rozpuszczalna, w przeciwnym przypadku określa się ją mianem nierozpuszczalnej. Inny praktyczny sposób badania zgodności polega na wymalowaniu fragmentu podłoża i obserwacji przez kilka dni (co najmniej 3 dni) testowanego obszaru. Należy zwracać uwagę na takie elementy jak płamienie podłoża, zmarszczenia, utratę przyczepności.

Testy te mają przybliżony charakter gdyż niektóre wady wynikające z niezgodności mogą ujawniać się dopiero po kilku miesiącach.

Powłoki powstałe z wyrobów o odmiennym składzie chemicznym i ponadto różniące się nie tylko właściwościami chemicznymi i fizycznymi, ale także różniące się mechanizmem

twardnienia są z na ogół, niezgodne ze sobą. Natomiast powłoki tego samego typu i twardniejące według tego samego mechanizmu są zwykle zgodne ze sobą. Poniższa tabela pokazuje listę zgodności i niezgodności powłok różnego typu.

Wada	Opis
Krwawienie	Efekt krwawienia może się pojawić jeśli powłoka rozpuszczalnikowa zostanie nałożona na istniejące pokrycie bitumiczne. Rozpuszczalnik rozpuszcza materiał bitumiczny i taki roztwór może spenetrować warstwę nawierzchniową powodując pojawienie się brązowych plam. Zjawisko to nie wpływa na właściwości ochronne pokrycia, powoduje natomiast obniżenie walorów estetycznych powłoki
Odrywanie się starej farby od podłoża	Silne rozpuszczalniki w powłoce nawierzchniowej mogą penetrować starą powłokę i obniżać jej adhezję do podłoża. Może to wpłynąć na przyczepność całego pokrycia do ochranianej powierzchni
Pęknięcie warstwy nawierzchniowej	Niezgodność może nastąpić, jeśli względnie sztywna warstwa wierzchnia nałożona jest na istniejące elastyczne pokrycie. W takim układzie zewnętrzna warstwa może popękać wskutek występujących naprężeń pomiędzy starą i nową warstwą
Zła przyczepność lateksowych warstw nawierzchniowych do emalii	Często występujący problem złej przyczepności powłok emulsyjnych do gładkich powierzchni całkowicie stwardniałych i gładkich powłok emaliowych lub gipsowych jest spowodowany niewielką ilością rozpuszczalników organicznych zdolnych do penetracji podłoża. Środkiem zaradczym może być mechaniczne nadanie powierzchni odpowiedniej szorstkości lub nałożenie odpowiedniego olejnego gruntu.
Farby olejne na alkalicznym podłożu	Wilgotne i alkaliczne warunki powodują powolny rozkład farb olejnych wskutek reakcji hydrolizy. Proces degradacji jest nieuchronny, zaś jego szybkość zależy od specyficznego składu wyrobu oraz od warunków środowiskowych

Celem renowacji jest przywrócenie właściwości ochronno - dekoracyjnych istniejącej powłoce malarskiej, która na skutek działania czynników korozyjnych, mechanicznych lub innych uległa zniszczeniu.

Renowacja polega na wytworzeniu nowego pokrycia na całości lub części zabezpieczanej przeciw-korozyjnie powierzchni po całkowitym lub częściowym usunięciu starej powłoki malarskiej oraz występujących zanieczyszczeń.

Starzenie powłoki jest to nieodwracalna zmiana właściwości powłoki z upływem czasu na skutek działania czynników zewnętrznych, przy czym parametry powłoki niekoniecznie mogą ulegać pogorszeniu.

Pod wpływem czynników starzeniowych w materiałach wielocząsteczkowych może zachodzić kilka reakcji konkurencyjnych: dalsza polimeryzacja i sieciowanie substancji błonotwórczej i jej rozkład (destrukcja), jak i przemiany polimeroanalogiczne, które mają drugorzędne znaczenie.

Przewaga procesów sieciowania (reakcji międzycząsteczkowej) prowadzi do wzrostu masy cząsteczkowej substancji błonotwórczej, wskutek czego powłoka staje się bardziej sztywna, krucha, trudniej rozpuszczalna itp. Przewaga procesów destrukcji (rozkładu) prowadzi do zmniejszenia masy cząsteczkowej substancji błonotwórczej, a w efekcie powłoka staje się kleista, płynna itd.

W pierwszej fazie starzenia zmiany chemiczne w powłoce powodują przebarwienia, matowienie.

Druga faza objawia się stopniowym wzrostem twardości powłoki. Narastające naprężenia w powłoce powodują rysy, pęknięcia, przez które wnikają czynniki korozyjne. Pod powłoką

inicjują się procesy korozyjne prowadząc do powstawania produktów korozji przebijających się następnie przez powłokę.

Matowienie, kredowanie sprzyja osadzaniu pyłów na powłoce stając się miejscem gromadzenia i kondensacji wilgoci.

Trzecia faza rozpoczyna się z powstaniem punktów korozyjnych – zależnie od rodzaju powłoki może mieć postać rdzy nalotowej lub przebiegać podpowłokowo.

Istotnymi czynnikami starzeniowymi są:

- ◀ Temperatura dodatnia - w wyniku działania czynników termicznych, w zależności od budowy polimeru substancji błonotwórczej mogą przebiegać procesy rozkładu bez rozerwania łańcuchów lub z ich rozerwaniem oraz dalsza polimeryzacja i sieciowanie. Temperatura w sposób istotny wpływa na starzenie się powłoki malarskiej; powodując ulatnianie się zmiękczaczy jak składników powłok; jej przyrost o 5 –10°C powoduje dwukrotne zwiększenie większości reakcji chemicznych; sprzyja korozji biologicznej spowodowanej, działaniem mikroorganizmów, a także w specyficznych warunkach prowadzi do destrukcji na skutek porostania powłoki przez organizmy żywe (np. glony, skorupiaki),
- ◀ Temperatura ujemna – czyni powłokę malarską kruchą i porowatą,
- ◀ Światło słoneczne (promieniowanie ultrafioletowe i podczerwone) – wpływa na warstwy powierzchniowe, zewnętrzne powłoki malarskie powodując reakcje fotochemiczne w substancji błonotwórczej oraz nagrzewanie powłoki malarskiej. Objawem wpływu są zmiany zabarwienia powłoki, kredowanie,
- ◀ Tlen atmosferyczny – odgrywa dużą rolę w procesach starzeniowych powodując przeważnie procesy destrukcji. Wpływ tlenu zależy od rodzaju substancji błonotwórczej, a wraz ze wzrostem temperatury procesy starzeniowe ulegają znacznemu przyspieszeniu,
- ◀ Wilgoć – w przypadku polimerów heterołańcuchowych typu żywic alkidowych, poliesterowych itp. działanie wilgoci może powodować destrukcję hydrolityczną. Powoduje pęcznienie powłoki i czyni ją bardzo podatną na czynniki destrukcyjne.

Czynniki te ogromnej większości przypadków współdziałają ze sobą.

Objawy starzenia powłoki malarskiej to:

- zabarwienie,
- wytrzymałość mechaniczna,
- elastyczność,
- zmniejszenie lub zwiększenie rozpuszczalności,
- zmniejszenie odporności korozyjnej,
- matowienie,
- pojawienie się pęknięć,
- łuszczenie.

Typowe zniszczenia korozyjne		
Rodzaj	Istotne przyczyny zniszczeń korozyjnych	Zalecenia
Pęcherzenie	Pozostawienie na powierzchni przygotowanej do malowania zanieczyszczeń jonowych, wilgoć kondensacyjna, nieszczelność powłoki.	Powierzchnię do malowania ocenić na występowanie zanieczyszczeń jonowych, wilgoci kondensacyjnej, zastosować powłokę z pigmentami barierowymi.
Skorodowanie	Zbyt mała szczelność powłoki	Zwiększyć szczelność poprzez zwiększenie grubości powłoki, zastosowanie powłoki z pigmentami barierowymi.
Pęknięcie	Narażenia mechaniczne, naprężenia wewnętrzne powłoki w wyniku np. zmian temperatury	Zastosować zestawy charakteryzujące się większą elastycznością.
Łuszczenie	Proces starzeniowy powłoki, obecność wilgoci kondensacyjnej na podłożu malowanym, niedokładne wyschnięcie poprzedniej warstwy.	Powierzchnię do malowania ocenić na występowanie wilgoci kondensacyjnej, sprawdzić wyschnięcie powłoki podpowłokowej.
Kredowanie	Zbyt mała odporność na promieniowanie UV	Warstwa nawierzchniowa powinna charakteryzować się odpornością na działanie promieniowanie UV.

Podstawowym problemem renowacji powłoki lakierniczej jest:

- Dobranie kompatybilnego zestawu lakierniczego.
- Stopień zniszczenia powłoki starej.
- Dobranie odpowiedniej technologii (z powodu nieznanymi warunków eksploatacji starej powłoki).

Renowacja powłok lakierniczych może polegać na:

- Malowaniu zaprawkowym.
- Częściowym lub strefowym odnowieniu starej powłoki.
- Całkowitym, przemalowaniu całej powierzchni (tym samym kolorem lub innym).

Przy wszelkiego rodzaju renowacji po zmatowieniu starej powłoki, dokładnym odtłuszczeniu, należy wykonać natrysk próbny bardzo cienkiej warstwy emalii ~10 µm o dużej zawartości rozcieńczalnika (np. lepkość 15 sekund) lub nawet samego rozcieńczalnika dla zmiękczenia starej powłoki oraz dla sprawdzenia, wewnętrznych zatłuszczeń starej powłoki. (częsty kontakt tej powłoki z olejami napędowymi, paliwem, środkami natłuszczającymi itp. które zalegają w strukturze powłoki i po naniesieniu nowej powodują pęcherzenie).

Renowacja powłok malarskich obejmuje szereg operacji związanych z odnowieniem i reperacją starych pokryć malarskich w celu przywrócenia właściwości ochronnych i dekoracyjnych istniejącej powłoki. Wśród tych operacji wymienić można:

- Określenie typu i stanu istniejącego pokrycia lakierowego,
- Określenie agresywności korozyjnej otaczającego środowiska,
- Zestawienie potrzeb i możliwości prowadzonej renowacji z uwzględnieniem:
 - a) stopnia trudności technicznej przeprowadzenia procesu,
 - b) możliwych oddziaływań pogodowych,
 - c) możliwych oddziaływań otaczającego środowiska,
 - d) analizy ekonomiczne,

e) Wymogów ekologii.

- Określenie wymaganej trwałości powłok po renowacji,
- Określenie stopnia przygotowania podłoża,
- Wybór ochronnego systemu powłokowego kompatybilnego z istniejącym,
- Dobór metod aplikacji wyrobów malarskich,
- Dobór potrzebnego oprzyrządowania, jak rusztowania,
- Uwzględnienie wymogów BHP,

Renowację, można przeprowadzić wg następujących wariantów:

- Całkowite usunięcie starej powłoki malarskiej i dobór nowego zestawu antykorozyjnego,
- Miejscowa naprawa powłoki malarskiej – zniszczone fragmenty powłoki zostaną oczyszczone o pokryte pełnym zestawem powłokowym,
- Miejscowa naprawa powłoki malarskiej – zniszczone fragmenty konstrukcji zostaną oczyszczone i pokryte, farbą podkładową i międzywarstwą renowacyjnego systemu powłokowego, następnie cała konstrukcja – farbą nawierzchniową,
- Przemalowanie – stara powłoka zostaje pokryta nową powłoką malarską.

Newralgicznymi momentami procesu renowacji są następujące kwestie:

- Idenyfikacja typu powłoki odnawianej,
- Zapewnienie kompatybilności dobranej powłoki ze starą powłoką w celu:
 - Uzyskania dobrej przyczepności.
 - Uniknięcia możliwych oddziaływań zbyt agresywnych rozpuszczalników.
 - Uniknięcia sytuacji, gdy powłoki o mniejszej elastyczności nakładane są na bardziej elastyczne.
- Uniknięcie przegrubienia powłok malarskich w rezultacie wielokrotnie przeprowadzanych renowacji z każdorazowym stosowaniem pełnego zestawu powłokowego na zachowaną w niezłym stanie starą powłokę,
- Celowe jest dokonanie próbnego wymalowania dobranym zestawem malarskim niewielkiego fragmentu starej powłoki i kilkumiesięczna obserwacja wzajemnego zachowania powłok.

Ogólne zasady przygotowania powierzchni w warunkach renowacji starej powłoki malarskiej:

- Usunięcie słabo przyczepnych i/lub uszkodzonych powłok,
- Usunięcie zanieczyszczeń starej powłoki, takich jak olej, smar, pył, materiały oznakowań itd. Stosowanie w tym celu mycia ze specjalnie dobranymi detergentami,
- Mycia gorącą wodą lub innymi dostępnymi metodami o wymaganej skuteczności,
- Zapewnienie dobrej przyczepności poprzez zastosowanie tzw. omiatania przy użyciu odpowiedniego ścierniwa,
- Naprawa uszkodzonej powłoki w celu przywrócenia lub poprawienia właściwości ochronnych systemu powłokowego.

11. KONTROLA.

KONTROLA PROCESU MALOWANIA

Uzyskanie prawidłowych wyników malowania wymaga ścisłego przestrzegania założonej technologii nakładania farb i emalii. Dotyczy to:

- Sprawdzenia właściwego przygotowania powierzchni do malowania.
- Sprawdzenie stopnia wyschnięcia poszczególnych warstw.
- Sprawdzenie warunków atmosferycznych.
- Kontrola sprawności aparatury aplikacyjnej.
- Sprawdzenie grubości mokrej powłoki.
- Ocena wyglądu powłoki w trakcie malowania.

KONTROLA JAKOŚCI POWŁOK MALARSKICH

Podstawowym kryterium jakości powłok są niżej podane parametry:

- Wygląd zewnętrzny – należy sprawdzić czy powłoka nie ma niedopuszczalnych wad oraz porównać ze wzorcem koloru i stopniem połysku.
- Stopień wyschnięcia.
- Przyczepność powłoki.
- Szczelność.

Stopnie staranności wykonania oparte są w normie PN-H-970700, charakterystyka wad w PN-C- 01700.

Stopnie staranności wykonania powłoki.			
Klasa staranności wykonania powłoki	Określenie powłoki	Typ powłoki	Przykłady zastosowania
0	Powłoka ochronna jednowarstwowa na zgrubnie obrobionych powierzchniach wyrobów, jak odlewy, kształtowniki i blachy walcowane na gorąco	I	Powłoka malarska – dla ochrony na czas montażu lub w przypadku lekkich narażeń korozyjnych
1	Pokrycie ochronne na śrutowanych powierzchniach wyrobów, jak blachy, kształtowniki oraz elementy konstrukcji	II	Pokrycie malarskie składające się z powłoki gruntowanej nawierzchniowej – dla ochrony na czas transportu i składowania
2	Pokrycie ochronne wielowarstwowe na oczyszczonych lub śrutowanych powierzchniach wyrobów, jak blachy, kształtowniki itp.	II	Pokrycie malarskie – dla ochrony konstrukcji stalowych, maszyn rolniczych oraz podwozi samochodowych
3	Pokrycia ochronno – dekoracyjne częściowo wypełniające nierówności podłoża, jak odlewy oraz elementy z kształtowników i blach	III	Pokrycie lakierowe – dla ochrony maszyn ciężkich do obróbki metali, korpusów turbin, cystern oraz maszyn budowlanych i drogowych
4	Pokrycia ochronno – dekoracyjne częściowo wypełniające nierówności podłoża, jak odlewy oraz elementy z blach walcowanych na zimno	III lub IV	Pokrycie lakierowe – dla ochrony zewnętrznych powierzchni precyzyjnych maszyn, kabin kierowcy samochodów ciężarowych, nadwozi autobusów, pudeł wagonów oraz wewnętrznych powierzchni obłachowania samochodów lub lodówek
5	Pokrycia dekoracyjne o najwyższych wymaganiach pod względem jakości na wyrobach, jak odlewy oraz elementy z blach walcowanych na zimno o wysokiej gładkości powierzchni	IV	Pokrycie lakierowe – dla ochrony powierzchni samochodów osobowych, maszyn do pisania lub szycia, przyrządów optycznych albo pomiarowych

Wady pokrycia powłoki lakierniczej.

Wady pokrycia wg PN-78/C-01700	Klasa staranności wykonania pokrycia lakierowego					
	0	I	II	III	IV	V
Chropowatość lub wtrącenia mechaniczne	dopuszczalna na całej powierzchni (wyrobu) powłoki	dopuszczalna, w niewielkim stopniu do 4 zanieczyszczeń na dm ² powłoki		dopuszcza się powierzchnie o większej chropowatości do 12 pól o średnicy nie większej niż 0.7 mm na m ² powłoki	dopuszcza się drobne wtrącenia do 7 na m ² powłoki	dopuszcza się drobne wtrącenia do 5 na m ² powłoki, z wyjątkiem powierzchni istotnie ważnych
Kratery	dopuszczalne		dopuszczalne kratery o charakterze ukłuć szpilki			niedopuszczalne
Zacieki lub ślady po pędzlu (sznary)	mogą być widoczne	dopuszczalne drobne zacieki	dopuszczalne drobne zacieki w miejscach niewidocznych	niedopuszczalne		
Marszczenie	dopuszczalne lokalne na zaciekach		niedopuszczalne			
Cofanie się wymalowania	dopuszczalne na ostrych krawędziach i przy otworach		niedopuszczalne			
Rysy (po szlifowaniu podłoża ¹⁾ lub powłoki)	nie określa się		dopuszczalne	dopuszczalne drobne rysy	niedopuszczalne	
Falistość powierzchni (skórka pomarańczowa)	nie określa się			dopuszczalna	lokalnie dopuszczalna	niedopuszczalna
Połysk	jednolity (w zależności od wymagań od matowego do błyszczącego)					
Ocena powłoki z odległości (m)	1	0.75	0.50	0.35		

¹⁾ Podłoże metalu, kitu szpachlowego lub warstwy podkładowej

12. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY PRZY STOSOWANIU WYROBÓW LAKIEROWYCH, OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA.

Wyroby lakierowe zawierają różne substancje działające szkodliwie w mniejszym lub większym stopniu na organizm ludzki.

Stopień niebezpieczeństwa zależy od rodzaju substancji jej toksyczności, lotności, oraz zawartości tych substancji w powietrzu. Należy zastosować wszystkie dostępne środki zaradcze w celu zminimalizowania wpływu substancji toksycznej w organizmie człowieka.

Są to:

- Dobra wentylacja.
- Sprzęt ochronny.
- Środki do zmywania ze skóry resztek farb.
- Wydzielone miejsce na odpoczynek.

Aktualnie produkowane wyroby malarskie należą do I lub II klasy niebezpieczeństwa pożarowego z uwagi na zawartość lotnych i palnych rozpuszczalników.

Przy stosowaniu wyrobów lakierniczych należy przestrzegać następujących zasad:

- Materiały malarskie nie powinny być przechowywane w miejscu malowania. Należy je przechowywać w szczelnie zamkniętych opakowaniach w przeznaczonym do tego celu pomieszczeniach.
- Niedopuszczalne jest palenie, używanie ognia i narzędzi iskrzących.
- Malowane urządzenia, maszyny i zbiornik powinny być uziemione.
- Pomieszczenia powinny być wentylowane i zaopatrzone w odpowiedni sprzęt ochronny.
- Puste opakowania, zużyte czyściwa itp. powinny być przechowywane w specjalnym pomieszczeniu.
- Pracownicy powinni być przeszkoleni.

13. MAGAZYNOWANIE WYROBÓW LAKIEROWYCH.

Wyroby lakiernicze powinny być przechowywane w magazynie zlokalizowany w oddzielnym budynku, położonym w bezpiecznej odległości od innych. Budynek powinien być zaopatrzony w odgromniki.

Pomieszczenie przeznaczone do magazynowania wyrobów lakierowych powinno być odpowiednio wentylowane. Instalacja elektryczna powinna być wykonana z zasadami obowiązującymi dla instalacji przeciwwybuchowych.

Metalowe wyposażenie (zbiorniki, regały) powinno być uziemione.

Temperatura w pomieszczeniu powinna wynosić od $+5^{\circ}\text{C} \div +25^{\circ}\text{C}$.

W magazynach powinien znajdować się sprawny sprzęt przeciwpożarowy.

Wyroby lakierowe powinny być przechowywane w szczelnie zamkniętych opakowaniach i dokładnie oznakowane.

14. TERMINOLOGIA

Aklimatyzacja powłok – przechowywanie powłok w umownych warunkach temperatury i wilgotności powietrza w celu ustabilizowania właściwości powłok do badań.

Bonderyzacja – sposób przyśpieszonego fosforanowania.

Całkowite wyschnięcie – stan wyschnięcia, przy którym powłoka wykazuje właściwości fizykomechaniczne i odpornościowe zgodne z wymogami wg normy przedmiotowej.

Cofanie się wymalowania – wada występująca w czasie malowania lub suszenia polegająca na odkrywaniu przez warstwę wyrobu niektórych miejsc podłoża lub zmniejszeniu się grubości warstwy w niektórych miejscach.

Dyspersja – zawiesina cząstek ciała stałego o wysokim stopniu rozdrobnienia w ośrodku ciekłym.

Egalizacja – rozpuszczanie żywicy w rozpuszczalnikach, mieszanie spoiw lub dyspersji pigmentów i wypełniaczy w spoiwach w celu ujednorodnienia zawartości pojemnika, w którym składniki są mieszane.

Inhibitor – środek pomocniczy dodawany w małych ilościach dla zapobieżenia lub zwolnienia reakcji chemicznej.

Inhibitor korozji – środek pomocniczy wprowadzony w niewielkich ilościach do wyrobów lakierowych w celu zapobieżenia korozji malowanego podłoża, niezależnie od pigmentów pasywnujących,

Katalizator utwardzania – środek pomocniczy dodawany do wyrobów lakierowych przyspieszający reakcję polimeryzacji, w wyniku, których następuje utwardzenie powłoki.

Kredowanie – wada powłoki charakteryzująca się istnieniem na powierzchni powłoki ziaren niezwiązanego pigmentu powodujących brudzenie. Wada ta może występować na świeżo wytworzonych powłokach, lub występować w okresie późniejszym na skutek rozkładu i wymywania spoiwa pod działaniem czynników atmosferycznych.

Malowanie „mokro na mokro” – nanoszenie nowej warstwy tego samego lub innego wyrobu lakierniczego na świeżo naniesioną lub niewyschniętą warstwę poprzednią.

Marszczenie – wada powłoki charakteryzująca się występowaniem drobnych pofałdowań powierzchni powłoki.

Migracja – ogólne określenie zjawisk przemieszczania się składników powłoki do innych jej warstw lub przenikanie składników podłoża lub materiałów stykających się z powłoką do powłoki i odwrotnie.

Substancja błonotwórcza – nielotna część spoiwa, zdolna do wiązania cząstek pigmentów i obciążników, która samodzielnie lub w połączeniu z innymi substancjami, jak utwardzacz, tlen, itp., zdolna jest do wytworzenia powłoki lakierowej.

Koniec powrót.

