TIKKURILA

PRZEMYSŁOWE POWŁOKI MALARSKIE NA POWIERZCHNIE METALOWE

Przemysłowe powłoki malarskie na powierzchnie metalowe

Autorzy:
Michał Jaczewski
Paweł Lula
Paweł Rogóż

W książce wykorzystano materiały z poprzedniej wersji pod redakcją:
Raimo Flink
Minna Ihamäki-Laitinen
Petri Järvinen
Tina Killström
Juha Kilpinen
Ari Kimmo
Pekka Kotilainen
Väinö Laitinen
Leena Tuisku

Wydawca:
Tikkurila Polska S.A.

Spis treści

1. Wprowadzenie 7

2. Korozja 7

2.1. Korozja metali 7

2.2. Rodzaje korozji elektrochemicznej 8

3. Środowiska korozyjne 10

3.1. Korozja atmosferyczna 10

3.2. Korozja w wodzie 10

3.3. Korozja w glebie 10

3.4. Szczególne narażenia korozyjne 10

4. Kategorie korozyjności i przykłady środowisk wg PN-EN ISO 12944-2 11

5. Zapobieganie korozji 12

5.1. Zasady projektowania z uwzględnieniem ochrony antykorozyjnej 12

5.1.1. Unikanie warunków sprzyjających korozji 12

5.1.2. Unikanie rozwiązań podatnych na korozję i niekorzystnych dla procesów obróbki powierzchniowej 12

5.1.3. Obróbka powierzchni, które ulegają zakryciu w czasie montażu 13

5.1.4. Uwzględnienie w projekcie cyklu wytwarzania i montażu konstrukcji 13

5.2. Ochrona powłokowa 13

5.3. Powłoki malarskie 13

5.3.1. Zapobieganie reakcji katodowej 14

5.3.2. Zapobieganie reakcji anodowej 14

5.3.3. Blokada przepływu ładunków elektrycznych 14

5.3.4. Powłoki metalizacyjne 14

5.3.4.1. Cynkowanie ogniowe 15

5.3.4.2. Cynkowanie natryskowe 15

5.3.4.3. Cynkowanie elektrolityczne 15

6. Przygotowanie powierzchni stalowych do malowania 16

6.1. Wstępne mycie i czyszczenie stali 16

6.2. Przygotowania spoin, krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni 16

6.3. Stopnie skorodowania (stany wyjściowe powierzchni stali) niezabezpieczonych podłoży stalowych 19

6.4. Stopnie przygotowania podłoży zgodnie z PN-EN ISO 8501-1, z uwzględnieniem różnic z amerykańską normą SSPC 20

6.5. Stopnie przygotowania wcześniej pokrytych powłokami podłoży stalowych po miejscowym usunięciu tych powłok 21

6.6. Narzędzia do przygotowania powierzchni 21

6.6.1. Urządzenia do obróbki strumieniowo-ściernej 21

6.6.2. Profil chropowatości, a rodzaje ścierniw 22

6.6.3. Ręczne narzędzia do przygotowania powierzchni 22

6.7. Stany wyjściowe, stopnie przygotowania i stopnie rdzy nalotowej po czyszczeniu strumieniem wody pod wysokim ciśnieniem 22

6.8. Inne metody przygotowania powierzchni przed malowaniem 24

6.8.1. Metody chemiczne 24

6.8.2. Fosforanowanie 24

6.9. Symbole oznaczające metody przygotowania powierzchni 25

6.10. Kontrola przygotowania powierzchni do malowania 25

6.10.1. Kontrola przygotowania spoin, krawędzi i obszarów z wadami powierzchni 25

6.10.2. Ocena stopnia przygotowania powierzchni ... 25
6.10.3. Ocena chropowatości ... 26
6.10.4. Ocena stopnia zapylenia powierzchni ... 27
6.10.5. Ocena zanieczyszczeń jonowych ... 27

7. Przygotowanie powierzchni ocynkowanych ogniowo i aluminium do malowania ... 29
7.1. Przygotowanie powierzchni ocynkowanych ogniowo ... 29
7.2. Przygotowanie powierzchni aluminiowych ... 29

8. Sprzęt do malowania ... 29
8.1. Malowanie pędzlem ... 29
8.2. Malowanie wałkiem ... 30
8.3. Natrysk pneumatyczny ... 30
8.3.1. Przełom w technice aplikacji natryskowej ... 30
8.3.2. Zalety i wady natrysku konwencjonalnego ... 30
8.3.3. Pistolety do natrysku konwencjonalnego ... 31
8.3.4. Zestawy dysz dla natrysku konwencjonalnego ... 31
8.3.5. Poprawa sprawności transferu ... 32
8.4. Natrysk bezpowietrzny ... 32
8.4.1. Zasada natrysku bezpowietrznego ... 32
8.4.2. Sprzęt do natrysku materiałów dwuskładnikowych (2K), sprzęt do materiałów wielokomponentowych ... 33
8.4.3. Zalety i wady natrysku bezpowietrznego ... 35
8.4.4. Natrysk bezpowietrzny z podgrzewaniem ... 35
8.4.5. Dlaczego podgrzewamy farby? ... 35
8.4.6. Zasada działania i sposób użycia natrysku bezpowietrznego z podgrzewaniem ... 35
8.4.7. Dysze do natrysku bezpowietrznego ... 36
8.4.8. Natrysk w osłonie powietrznej ... 36
8.4.9. Technika malowania natryskowego ... 37
8.5. Natrysk elektrostatyczny ... 39
8.5.1. Elektrostatyczna metoda odśrodkowa ... 39
8.5.2. Konwencjonalne malowanie elektrostatyczne ... 39
8.5.3. Elektrostatyczne malowanie natryskiem bezpowietrznym ... 39
8.6. Inne sposoby aplikacji farb ... 40
8.6.1. Malowanie zanurzeniowe ... 40
8.6.2. Malowanie przez polewanie ... 40
8.6.3. Malowanie metodą powlekania – coil coating ... 40
8.6.4. Kataforeza ... 41
8.6.5. Malowanie proszkowe ... 41
8.7. Automatyzacja i robotyzacja malowania ... 41
8.7.1. Automaty malarskie ... 41

9. Farby ... 42
9.1. Skład i rodzaje farb ... 42
9.2. Żywice oraz mechanizmy schnięcia i utwardzania farb ... 42
9.3. Pigmenty ... 43
9.4. Barwniki i koloranty ... 43
9.5. Rozpuszczalniki i rozcieńczalniki ... 43
9.6. Farby wodorozcieńczalne ... 43
9.7. Farby specjalne ... 44
9.7.1. Farby ogniochronne ... 44
9.7.2. Farby termoodporne ... 45
9.7.3. Farby pochłaniające wilgoć ... 45
9.7.4. Farby tłumiące hałas (wibracje) ... 45

10. Kolor i połysk 45
10.1. Kolor 45
10.2. Połysk 45
10.3. Wzorce kolorów 46
10.3.1. RAL Classic 46
10.3.2. RAL Effect 46
10.3.3. RAL Design 46
10.3.4. NCS® 46

11. Obliczenia malarskie 47
11.1. Zależność pomiędzy objętością, a ciężarem farby 47
11.2. Wydajność i zużycie farb 47
11.3. Obliczanie grubości mokrej powłoki (GPM lub WFT) 47

12. Zasady projektowania zabezpieczeń powłokowych 48

13. Kontrola procesu malowania 49
13.1. Postępowanie inspektora nadzoru w procesie malowania 49
13.2. Kontrola warunków aplikacji 49
13.2.1. Ocena warunków klimatycznych 49
13.2.2. Przygotowanie farb do malowania 50
13.2.3. Mieszanie farby 50
13.2.4. Proporcje mieszania 50
13.2.5. Wpływ temperatury na żywotność farb dwuskładnikowych 50
13.2.6. Kontrola lepkości farby 51
13.2.7. Kontrola czystości sprężonego powietrza 51
13.2.8. Kontrola grubości mokrej powłoki 51
13.3. Kontrola suszenia i utwardzenia 51

14. Wady powłok i metody ich naprawy 52

15. Malowanie poprawkowe 55

16. Końcowa kontrola i odbiór powłok malarskich 55
16.1. Ocena wyglądu powłoki 56
16.2. Pomiar grubości suchej powłoki 56

17. Dokumentacja prac malarskich (specyfikacje, protokoły kontrolne, gwarancje) 57
17.1. Dokumentacja projektowa 57
17.2. Dokumentacja ochronnego systemu malarskiego 57
17.3. Dokumentacja prac malarskich 57
17.4. Dokumentacja kontroli i oceny prac malarskich 58
17.5. Powierzchnie referencyjne 58

18. Zasady udzielania gwarancji na zabezpieczenie ochronnymi powłokami malarskimi 58

19. BPH – transport, przechowywanie farb i gospodarka odpadami 59
19.1. BHP 59
19.1.1. Zagrożenie pożarem i wybuchem przy pracach malarskich 59
19.1.2. Zagrożenia spowodowane prądem i ładunkami elektrostatycznymi 59
19.1.3. Niebezpieczeństwo zatrucia 59
19.1.4. Niebezpieczeństwo urazu 59

19.2. Informacja o zagrożeniach ... 60
19.2.1. Oznaczenia na etykietach ... 60
19.2.2. Karty bezpieczeństwa ... 60
19.3. Ustawodawstwo ... 62
19.4. Ochrona środowiska naturalnego – limity i pozwolenia ... 62
19.5. Emisja rozpuszczalników i rozcieńczalników ... 62
19.6. Odpady farb ... 63
19.7. Zużyte opakowania ... 63

20. Wykaz norm związanych z ochroną przed korozją (stan na 20.11.2015 r.) ... 63
20.1. Przygotowanie podłoża ... 63
20.2. Malowanie proszkowe ... 66
20.3. Malowanie metodą powlekania ... 66
20.4. Wykładziny i powłoki do ochrony instalacji przemysłowych ... 67
20.5. Malowanie ciekłe i jego kontrola ... 68
20.6. Farby do specjalnych zastosowań ... 69
20.7. Inne normy ... 69

21. Leksykon ... 70
21.1. Powłoki ochronne, terminologia i słownictwo ... 70
21.2. Słowniczek terminów angielskich związanych z malowaniem ... 76

22. Literatura źródłowa ... 78

1. Wprowadzenie

Mamy przyjemność oddać do Państwa dyspozycji nowe wydanie książki „Przemysłowe powłoki malarskie na powierzchnie metalowe". Jest ono znacznie zmienione w stosunku do pierwszego wydania. Wprowadzono kolejność rozdziałów i podrozdziałów dotyczących przygotowania powierzchni, malowania i kontroli, która jest zgodna z przebiegiem prac związanych z szeroko rozumianymi pracami malarskimi. Ten układ jest też zgodny z tematyką kursów prowadzonych przez firmę Tikkurila Polska S.A. Główne cele, jakie przyświecały autorom przy pisaniu książki to:

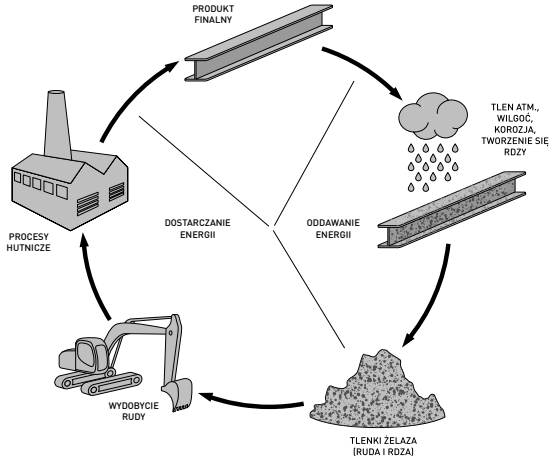
- możliwość samodzielnego ugruntowania wiedzy zdobytej na naszych kursach,
- przedstawienie, w przystępny sposób, wymagań stawianych w najważniejszych normach związanych z ochroną przed korozją,
- przedstawienie wiedzy niezbędnej do wykonywania i kontroli prac malarskich w środowiskach korozyjnych do C3 włącznie,
- zasygnalizowanie wymagań stawianych przy pracach w ciężkich środowiskach korozyjnych – C4, C5I i C5M oraz Im 1, Im 2 i Im 3.

2. Korozja

Korozja to proces niszczenia materiałów na skutek oddziaływania na nie środowiska. W zależności od rodzaju materiałów mechanizm korozji może sprowadzać się do reakcji chemicznych, elektrochemicznych, mikrobiologicznych lub fizycznych.
Korozja jest zjawiskiem destrukcji praktycznie wszystkich materiałów, a w szczególności:

- metali – mechanizm elektrochemiczny lub chemiczny,
- betonu i żelbetu – procesy fizykochemiczne, chemiczne i fizyczne (niszczenie spoiwa i kruszywa) oraz elektrochemiczne (korozja zbrojenia),
- drewna – procesy mikrobiologiczne (grzyby, bakterie, szkodniki) i chemiczne,
- szkła, tworzyw sztucznych oraz skał – procesy chemiczne (ługowanie, rozpuszczanie) oraz fizyczne (topienie, erozja mechaniczna).

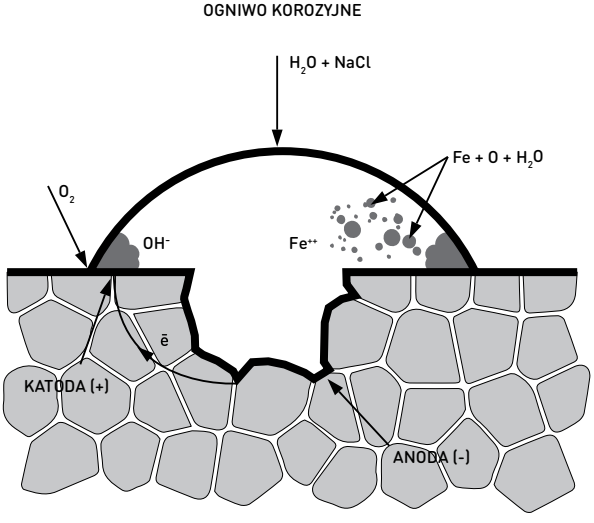
2.1. Korozja metali



Rys. 1. „Cykl życia" metalu.

Większość metali, za wyjątkiem metali szlachetnych, występuje w przyrodzie w postaci związków chemicznych, najczęściej tlenków, wodorotlenków i soli. W procesie obróbki (procesy hutnicze) przyjmują formę czystych metali lub stopów mających zastosowanie gospodarcze (rys. 1).

Energia zgromadzona w czystym metalu w czasie jego ekstrakcji z naturalnej postaci, występującej w naturze, stanowi potencjalną siłę napędową dla procesów korozyjnych.
Najczęstszym mechanizmem korozji są zjawiska elektrochemiczne, występujące w mikro- i makroskali. Polegają one na powstaniu ogniwa elektrycznego. Do wytworzenia takiego ogniwa potrzebne są trzy elementy: dwie elektrody o różnym potencjale oraz elektrolit, czyli ciecz prądoprzewodząca. W skali mikro takie ogniwa powstają na skutek niejednorodności jednego materiału, np. krystalicznej struktury stali, a woda z wilgoci lub opadów atmosferycznych pełni rolę elektrolitu (rys. 2).



Rys. 2. Mikroogniwo korozyjne.

Również zanieczyszczenia występujące na stali, np. zgorzelina walcownicza, mogą pełnić rolę katody, doprowadzając do przyspieszenia procesów korozyjnych.
W skali makro takie ogniwa tworzą dwa różne materiały, np. miedź i ołów lub ołów i tlenek ołowiu oraz elektrolit w postaci kwasu lub zasady. To zjawisko wykorzystane jest między innymi w akumulatorach i bateriach. Wykorzystanie materiałów o różnym potencjale jako elementów konstrukcyjnych doprowadzi do szybkiej korozji materiału „mniej szlachetnego". Przyjmuje się, że nie powinno się łączyć metali, pomiędzy którymi istnieje większa różnica potencjałów niż 50 mV. Tę różnicę można ustalić w oparciu o tzw. szereg elektrochemiczny metali (tab. 1). W przypadku połączenia np. na konstrukcji dwóch materiałów, których różnica potencjałów przekracza tę wartość w warunkach wilgotnych, dojdzie do powstania ogniwa korozyjnego, w którym „mniej szlachetny" materiał przyjmie rolę anody i będzie ulegał rozpuszczaniu w roztworze elektrolitu. Zjawisko to może być bardzo niekorzystne, np. przy połączeniu stali węglowej ze stalą nierdzewną lub stali z miedzią, bo stal węglowa przyjmie rolę anody i będzie szybko korodowała, ale jest ono wykorzystywane również do ochrony elektrochemicznej. Na statkach montowane są elektrody cynkowe, które w połączeniu ze stalą przyjmują rolę anody. W niektórych przypadkach do ochrony dużych konstrukcji, takich jak podziemne rurociągi lub zbiorniki, stosuje się ochronę elektrochemiczną polegającą na elektrycznym połączeniu elektrod roztwarzanych (np. z cynku, aluminium lub ich stopów) bądź nieroztwarzanych (np. grafitowych) z wykorzystaniem zewnętrznego źródła prądu stałego.

Pierwiastek	Symbol	Potencjał mV	
Złoto	Au	+1420	
Srebro	Ag	+800	
Miedź	Cu	+340	KATODY
Wodór	H2	0	
Ołów	Pb	-130	ANODY
Cyna	Sn	-140	
Nikiel	Ni	-240	
Żelazo	Fe	-440	
Chrom	Cr	-710	
Cynk	Zn	-760	
Aluminium	Al	-1660	

Tab. 1. Szereg elektrochemiczny metali w odniesieniu do standardowej elektrody wodorowej.

Bardzo rzadko korozja ma inny mechanizm niż elektrochemiczny. Bez tworzenia mikro- lub makroogniw korozja metali może zachodzić w wysokich temperaturach lub silnych utleniaczach (stężonych kwasach lub zasadach).

2.2. Rodzaje korozji elektrochemicznej

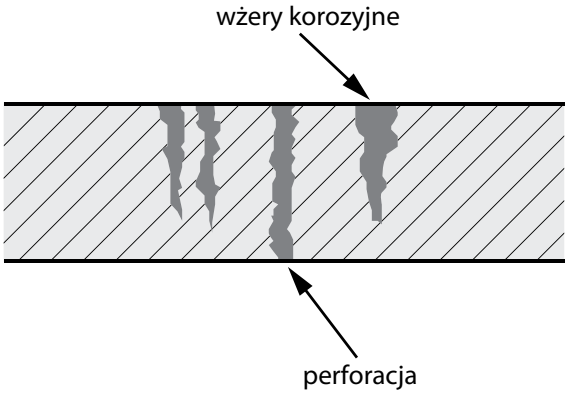
Rozróżnia się bardzo wiele rodzajów korozji, tu wspomnimy tylko o tych najczęściej spotykanych, przed którymi możemy chronić metale przy użyciu powłok ochronnych:
Korozja równomierna (fot. 1) – zachodzi z prawie jednakową prędkością na całej powierzchni. Jednym z przykładów korozji równomiernej jest tzw. rdza nalotowa, powstająca bardzo szybko po czyszczeniu stali za pomocą strumienia wody o wysokim lub bardzo wysokim ciśnieniu.

Fot.1. Korozja równomierna.

Korozja nierównomierna (fot. 2) – zjawiska korozyjne często przebiegają w sposób nierównomierny. Powodem może być niejednorodna struktura metalu, domieszki i zanieczyszczenia ułatwiające lub utrudniające powstawanie ogniw korozyjnych. Korozja nierównomierna cechuje się tym, że powierzchnia metalu nie jest uszkodzona równomiernie, są obszary głębiej lub płycej spenetrowane przez korozję.

Fot. 2. Korozja nierównomierna.

Korozja wżerowa (rys. 3) – wżery korozyjne zajmują stosunkowo niewielką powierzchnię, natomiast penetrują głęboko strukturę metalu. Jest to rodzaj bardzo groźnej korozji lokalnej. Cechuje się niewielkim ubytkiem masy na skutek zniszczeń korozyjnych, ale jej skutki mogą być bardzo groźne, np. perforacja ścian zbiorników, lokalne wżery w stalach trudnordzewiejących, tzw. nierdzewnych.



Rys. 3. Korozja wżerowa.

Korozja szczelinowa (fot. 3) – powstaje wszędzie tam, gdzie w konstrukcji występują szczeliny, np. pakiety blach, połączenia skręcane niezabezpieczone w odpowiedni sposób, styk metalu z innymi tworzywami. Mechanizm powstawania korozji szczelinowej rozpoczyna się po zużyciu tlenu w trudno dostępnym otoczeniu szczeliny. Efektem procesu jest osadzanie się trudno rozpuszczalnych związków na wylocie szczeliny i łatwo rozpuszczalnych soli wewnątrz niej – zakwaszających środowisko korozyjne szczeliny.

Fot. 3. Korozja szczelinowa.

Korozja naprężeniowa (rys. 4) – rodzaj korozji lokalnej powstającej na skutek jednoczesnego oddziaływania środowiska i naprężeń mechanicznych. Mikropęknięcia sprzyjają korozji, z kolei korozja osłabia element i pogłębiają się pęknięcia, aż do całkowitego przerwania elementu lub jego fragmentu.

Rys. 4. Korozja naprężeniowa.

Najczęściej korozja jest utożsamiana z korozją stali, jednak wspominaliśmy już o tym, że korozja dotyczy wszystkich materiałów konstrukcyjnych. Z metali warto wspomnieć o korozji cynku i aluminium.

Korozja cynku (fot. 4) – cynk obecnie bardzo rzadko stosowany jest jako samoistne tworzywo, najczęściej mamy do czynienia ze stalą ocynkowaną ogniowo, natryskowo lub elektrolitycznie. Produktem korozji cynku jest tzw. biała rdza (fot. 4).

Fot. 4. Gwint śruby ocynkowanej pokryty białą rdzą.

Korozja aluminium – surowe aluminium samoczynnie pokrywa się bardzo cienką, lecz szczelną warstwą ochronną tlenku, która przeciwdziała dalszemu utlenianiu. W odróżnieniu od warstwy tlenkowej powstającej na wielu innych metalach, tlenek glinu szczelnie i ściśle przylega do podłoża. Niestety, osłabia on przyczepność większości farb.

3. Środowiska korozyjne

Na szybkość korozji mają wpływ takie czynniki jak wilgoć, temperatura, a także zanieczyszczenia. Kwasy, zasady i sole powodują, że woda pochodząca z wilgoci lub opadów atmosferycznych staje się elektrolitem sprzyjającym powstawaniu ogniw korozyjnych. Umiejętność prawidłowego określenia narażeń korozyjnych jest jednym z najważniejszych elementów niezbędnych do prawidłowego zaprojektowania ochrony przed korozją. Opis środowisk korozyjnych i metodyka określenia tych środowisk zostały opisane w normie PN-EN ISO 12944-2.

3.1. Korozja atmosferyczna

O korozji atmosferycznej decyduje warstwa wilgoci na powierzchni metalu, która może być nawet niewidoczna dla obserwatora bez odpowiednich przyrządów. Korozja staje się intensywna, gdy wilgotność względna przekracza 80%, a temperatura jest wyższa niż 0°C. Wraz ze wzrostem przewodności elektrolitu, jakim jest woda z rozpuszczonymi jonami, procesy korozyjne stają się intensywne przy znacznie niższej wilgotności względnej. O przewodności elektrolitu decyduje poziom zanieczyszczeń.

Wspomniana norma w załączniku A opisuje typy klimatów. Polska należy do klimatu umiarkowanego, w którym ilość dni z temperaturą dodatnią, przy wilgotności względnej powyżej 80%, wynosi od 100 do 175 w roku. Dla oszacowania narażeń korozyjnych niezbędne jest określenie zarówno lokalnego środowiska, jak i mikrośrodowiska.

3.2. Korozja w wodzie

Intensywność korozji w wodzie zależy od takich czynników jak:

- rodzaj wody (słodka, lekko zasolona lub słona),
- ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie,
- zanieczyszczenia chemiczne i biologiczne,
- temperatura.

Norma rozróżnia też trzy strefy zanurzenia:

- strefa podwodna – zanurzenie ciągłe,
- strefa pośrednia (zmiennego zanurzenia) – zwiększona korozja w wyniku zmiennego odziaływania wody i atmosfery, np. nabrzeża w strefie pływów, śluzy itp.,
- strefa rozbryzgowa – narażona na stałe lub okresowe zawilgocenie, szczególnie agresywna w przypadku wody słonej, np. konstrukcje w bezpośrednim sąsiedztwie zbiorników wodnych, urządzenia nabrzeżowe, ale także różne obiekty infrastruktury drogowej narażone na rozbryzgi z dróg w rejonach, gdzie prowadzone jest chemiczne odladzanie z użyciem soli.

3.3. Korozja w glebie

Zależy od struktury gruntu, jego budowy, wilgotności, składu chemicznego, kwasowości oraz obecności substancji organicznych, a także flory i fauny. W niektórych rodzajach gruntu dochodzą narażenia mechaniczne – ocieranie się skał o konstrukcje na skutek ruchów gruntu. Ze względu na nierówny dostęp tlenu konstrukcje w glebie są szczególnie narażone na korozję wżerową.

3.4. Szczególne narażenia korozyjne

Narażenia szczególne zostały omówione w załączniku B normy PN-EN ISO 12944-2. Są to między innymi:

- narażenia chemiczne – występują np. w obrębie koksowni, trawialni, galwanizerni, celulozowni, rafinerii ropy naftowej itp.,
- narażenia mechaniczne – w atmosferze, wodzie, glebie; dzieli się je na trzy klasy: słabe, średnie i silne, np. gruz, żwir, porastanie konstrukcji fauną i florą, które trzeba okresowo usuwać,
- narażenia na wysokie temperatury – przyjęto średnie temperatury w zakresie +60 ÷ +150°C i wysokie od +150 ÷ +400°C.

Często zdarza się, że konstrukcja jest narażona na kombinację kilku wymienionych czynników.

4. Kategorie korozyjności i przykłady środowisk wg PN-EN ISO 12944-2

Kategoria korozyjna	Ubytek masy na jednostkę powierzchni i grubości po pierwszym roku ekspozycji				Przykłady typowych środowisk w klimacie umiarkowanym (orientacyjnie)	
	stal węglowa		cynk		powierzchnie	
	g/m²	mm	g/m²	mm	zewnętrzne	wewnętrzne
C1 bardzo mała	>10	>1,3	>0,7	> 0,1	-	Wnętrza ogrzewanych budynków z czystą atmosferą, np. sklepy, szkoły, hotele
C2 mała	>10-200	>1,3-25	>0,7-5	>0,1-0,7	Atmosfera z małą zawartością zanieczyszczeń; głównie tereny wiejskie	Budynki nieogrzewane z możliwością kondensacji wilgoci, np. magazyny, hale sportowe
C3 średnia	>200-400	>25-50	>5-15	>0,7-2,1	Atmosfera miejska i przemysłowa, średnio zanieczyszczona SO^2; rejony przybrzeżne o małym zasoleniu	Pomieszczenia produkcyjne o wysokiej wilgotności i nieco zanieczyszczonym powietrzu, np. produkcja środków spożywczych, browary, pralnie, mleczarnie
C4 duża	>400-650	>50-80	>15-30	>2,1-4,2	Rejony przemysłowe i nadmorskie o średnim zasoleniu	Zakłady chemiczne, baseny, statki morskie i żeglugi przybrzeżnej
C5-I b. duża (przemysł.)	>650-1500	>80-200	>30-60	>4,2-8,4	Rejony przemysłowe o wysokiej wilgotności powietrza i agresywnej atmosferze	Budynki o permanentnej kondensacji wilgoci i wysokim zanieczyszczeniu powietrza
C5-M b. duża (morska)	>650-1500	>80-200	>30-60	>4,2-8,4	Zewnętrzne powierzchnie statków i platform wiertniczych. Nabrzeża i urządzenia portowe	-

Tab. 2. Kategorie korozyjne w atmosferze.

Kategoria korozyjna	Medium korozyjne	Przykłady środowisk i powierzchni
Im 1	Woda słodka	Konstrukcje hydrotechniczne w rzekach, elektrownie wodne itp.
Im 1	Woda morska i słonawa	Porty morskie z konstrukcjami typu śluzy, bramy itp. Powierzchnie zanurzone statków i platform wiertniczych
Im 1	Gleba	Podziemne zbiorniki, rurociągi, słupy

Tab. 3. Kategorie korozyjności w wodzie i gruncie.

Norma PN-EN ISO 12944-1, stanowiąca wprowadzenie do pozostałych arkuszy, zawiera między innymi definicje pojęć stosowanych w ochronie przed korozją. Jednym z wprowadzonych pojęć jest trwałość zabezpieczenia podzielona na 3 okresy:

- krótki (L) – od 2 do 5 lat,
- średni (M) – od 5 do 15 lat,
- długi (H) – powyżej 15 lat.

W projektach zabezpieczeń antykorozyjnych używany bywa taki zapis, np. „C3M", co oznacza, że chodzi o dobór systemu powłokowego dla kategorii korozyjności C3 na okres średni.

Trwałość w rozumieniu normy PN-EN ISO 12944-5 oznacza czas, w którym chroniona powierzchnia może skorodować do pewnego dopuszczalnego poziomu (np. 1% powierzchni wg PN-EN ISO 4628-3). Termin trwałości przydatny jest do planowania gospodarki remontowej obiektu w trakcie jego eksploatacji.

Do bardziej szczegółowego opisu degradacji powłoki pod względem ilościowym, jak i jakościowym (typy zniszczeń) służy seria norm PN-EN ISO 4628.

5. Zapobieganie korozji

Zapobieganie korozji wiąże się z szeregiem działań, z których najważniejsze to:

- projektowanie konstrukcji z uwzględnieniem rozwiązań niesprzyjających powstawaniu i rozwojowi korozji,
- dobór odpowiednich materiałów konstrukcyjnych,
- dobór odpowiedniej metody ochrony antykorozyjnej i odpowiednich materiałów do zapewnienia ochrony konstrukcji z uwzględnieniem środowiska korozyjnego,
- wybór odpowiedniej technologii wytwarzania, transportu, składowania i montażu,
- odpowiednie wykonawstwo zapewniające realizację wszystkich założeń projektowych i technologicznych,
- rzetelny nadzór i kontrola zarówno projektu, jak i jego realizacji,
- właściwa eksploatacja obiektu uwzględniająca konserwację i renowację zabezpieczeń antykorozyjnych.

5.1. Zasady projektowania z uwzględnieniem ochrony antykorozyjnej

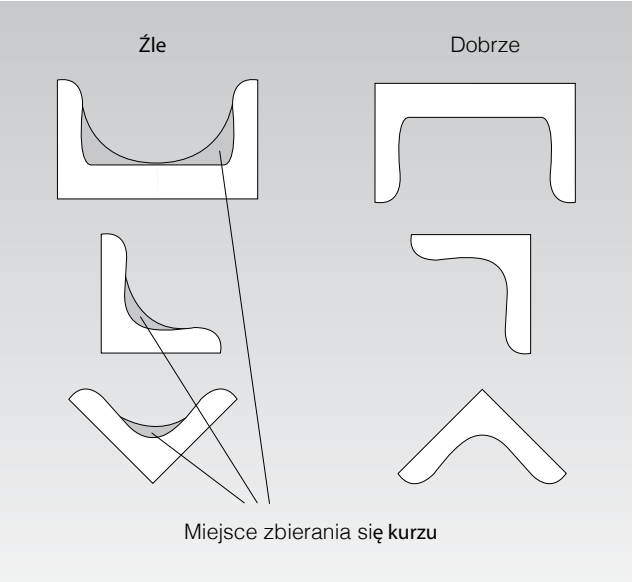
Trwałość powłok ochronnych zależy od całościowego procesu tworzenia konstrukcji. Pomyślny rezultat końcowy uzależniony jest od większej ilości czynników, niż tylko od doboru systemu malarskiego i jego własności antykorozyjnych w środowisku o określonej na podstawie normy PN-EN ISO 12944-2 kategorii korozyjności. Właściwe zapobieganie korozji zaczyna się już na etapie projektowania.

Projektant powinien uwzględniać rozwiązania konstrukcyjne podane w normie PN-EN ISO 12944-3. Zawiera ona zestaw wytycznych dotyczących projektowania konstrukcji stalowych pod kątem uzyskania jak najlepszych wyników w zakresie ochrony antykorozyjnej.

Projektant, poprzez stosowanie odpowiednich rozwiązań, może wpływać na mniejszą podatność konstrukcji na korozję oraz łatwy dostęp do elementów, w celu ich odpowiedniego zabezpieczenia. Poprawne rozwiązania, które uwzględniają zapobieganie procesom korozyjnym, muszą być uzasadnione ekonomicznie i technicznie. Należy zwrócić uwagę przede wszystkim na następujące sprawy:

5.1.1. Unikanie warunków sprzyjających korozji

Elementy konstrukcyjne powinny być usytuowane tak, aby umożliwić utrzymywanie ich w stanie czystym i suchym. Należy zapewnić bezproblemowy odpływ wody z konstrukcji pochodzącej z zalań, kondensacji i opadów atmosferycznych. Niektóre elementy konstrukcyjne mogą kumulować pyły, wodę i inne zanieczyszczenia z prowadzonych procesów produkcyjnych. Czynniki te zwiększają zagrożenia korozyjne. Jeśli elementy kumulujące zanieczyszczenia nie mogą zostać wyeliminowane, muszą mieć zapewnioną możliwość odprowadzenia wody poprzez system drenów umiejscowionych w najniższym punkcie. Zanieczyszczenia płynne powinny być odprowadzone w sposób chroniący inne elementy konstrukcji przed zanieczyszczeniem wtórnym.



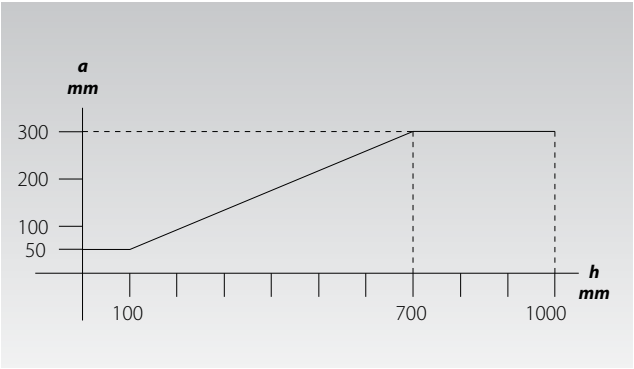
Rys. 5. Przykłady elementów kumulujących wodę, wilgoć i zanieczyszczenia oraz jak te same elementy mogą być zaprojektowane lepiej z korozyjnego punktu widzenia.

Wybór właściwego materiału i sposobu ochrony

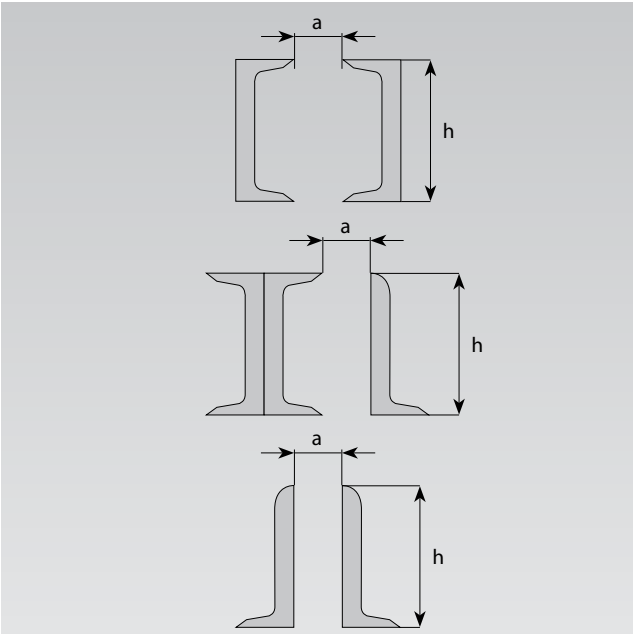
Powstawania ogniw galwanicznych (rozdział 2.1.) można uniknąć przez dobór odpowiednich materiałów konstrukcyjnych. Jeżeli musimy łączyć dwa metale o różnym potencjale, zachowujemy zasadę, że powierzchnia metalu mniej szlachetnego (usytuowanego niżej w szeregu galwanicznym) powinna być większa od powierzchni metalu bardziej szlachetnego. Powstawaniu ogniw elektrochemicznych możemy zapobiegać także poprzez pokrycie metalu bardziej reaktywnego innym metalem, o wyższej odporności, bądź poprzez pokrycie go powłoką izolacyjną (ochronną), np. farbą antykorozyjną.

5.1.2. Unikanie rozwiązań podatnych na korozję i niekorzystnych dla procesów obróbki powierzchniowej

Możliwość poprawnego prowadzenia zabezpieczenia antykorozyjnego oraz zabiegów remontowo-konserwacyjnych zależy w dużym stopniu od rodzaju i lokalizacji konstrukcji. Ma to istotny wpływ na trwałość powłok ochronnych. Każda powierzchnia przewidziana do zabezpieczenia powinna być tak usytuowana, aby można było swobodnie prowadzić proces przygotowania powierzchni, malowania i kontroli jakości.



Rys. 6. Zalecenie dotyczące minimalnej odległości pomiędzy płaszczyznami zawarte w normie PN-EN ISO 12944-3. Aby umożliwić wstępną obróbkę, malowanie i konserwację powierzchni, pracownik musi widzieć powierzchnię i dosięgać jej narzędziami. Dlatego ważne jest, aby powierzchnia była widoczna i możliwa do dosięgnięcia.



Oznaczenia:

a Minimalna odległość pomiędzy powierzchniami usytuowanymi obok siebie

h Maksymalna odległość, którą pracownik może osiągnąć w wąskiej przestrzeni

Minimalna odległość a pomiędzy dwoma kształtownikami jest przedstawiona wykresem (rys. 6) dla h do wartości 1000 mm.

Rys. 7. Zalecenie dotyczące minimalnej odległości pomiędzy płaszczyznami zawarte w normie PN-EN ISO 12944-3.

Ważne jest, żeby forma projektowanej konstrukcji była jak najkorzystniejsza z punktu widzenia ochrony przeciwkorozyjnej. Dobry projektant wybiera rozwiązania proste i unika pozostawiania ostrych naroży i krawędzi, a także tworzenia miejsc trudnych do oczyszczenia i pomalowania.

5.1.3. Obróbka powierzchni, które ulegają zakryciu w czasie montażu

Powierzchnie zamknięte, których nie można zabezpieczyć po montażu lub instalacji, muszą być zabezpieczone jeszcze przed procesem scalania lub być wykonane z materiałów odpornych na korozję.

5.1.4. Uwzględnienie w projekcie cyklu wytwarzania i montażu konstrukcji

Bardzo często przy projektowaniu konstrukcji bierze się pod uwagę wyłącznie kategorię korozyjności, w jakiej będzie ona docelowo eksploatowana, zapominając o warunkach, na jakie jest narażona od chwili wytworzenia do momentu oddania obiektu do eksploatacji. Problem dotyczy głównie konstrukcji projektowanych dla środowiska C2, ale zdarzają się problemy i w odniesieniu do innych środowisk. Dzieje się tak, jeżeli konstrukcja od jej wykonania do czasu montażu lub zakrycia (dach, ściany) narażona jest na środowisko znacznie cięższe niż to, na które została zaprojektowana. Na fot. 5 pokazano konstrukcję, która skorodowała na skutek składowania bez jakichkolwiek osłon przez okres zimowy na placu budowy.

Fot. 5. Często konstrukcje przed montażem składowane są w bardziej agresywnych warunkach niż te, które uwzględnia ich zabezpieczenie.

5.2. Ochrona powłokowa

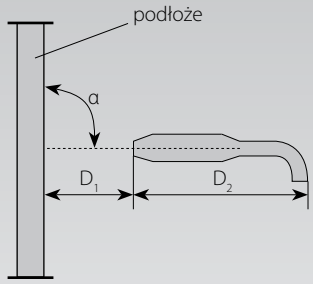
Powłoki ochronne mogą być wykonane z farb ciekłych, proszkowych oraz metali o innym potencjale niż metal chroniony. Ochronę powłokową można również realizować za pomocą cienkich powłok konwersyjnych.

5.3. Powłoki malarskie

W niniejszym opracowaniu piszemy głównie o powłokach ochronnych wykonanych z farb ciekłych, a o powłokach metalizacyjnych wspominamy w kontekście ich malowania i „współpracy" z powłokami z farb ciekłych.

Celem malowania ochronnego jest zabezpieczenie powierzchni metalu przed wpływami czynników korozyjnych, a równocześnie uzyskanie wymaganych efektów estetyczno-dekoracyjnych.

Akcja	Długość narzędzia (D2) [mm]	Odległość pomiędzy powierzchnią a narzędziem (D1) [mm]	Kąt pracy α [stopnie]
Czyszczenie strumieniowo-ścierne	800	200...400	60...90
Czyszczenie mechaniczne:	250...350	0	30...90
– pistolet igłowy			
– szczotka metalowa/ szlifowanie	100...150	0	
Czyszczenie ręczne:			
– szczotka metalowa/ skrobaczka	100	0	0...30
Nakładanie farby metodą natrysku	300	150...200	90
Aplikacja farby za pomocą:			
– natrysku	200...300	200...300	90
– pędzla	200	0	45...90
– wałka	200	0	10...90



α kąt pomiędzy skrzyżowaniem narzędzia i podłoża
D1 odległość pomiędzy narzędziem i podłożem
D2 długość narzędzia

Tab. 4. Typowe odległości niezbędne dla narzędzi używanych w pracach związanych z ochroną powłokową, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 12944-3.

Skuteczność zapobiegania zjawiskom korozji przez powłokę malarską zależy od działania w niej pigmentów antykorozyjnych, jej szczelności i przyczepności do podłoża. Często własności ochronne są kombinacją powyższych czynników.
Malowanie może zapobiegać korozji poprzez:

- blokowanie reakcji katodowej,
- blokowanie reakcji anodowej,
- wprowadzanie wysokiej oporności dla przepływu prądu w parze galwanicznej.

Wypełniacze i pigmenty, które wchodzą w skład farb, dla poprawy ich własności ochronnych, zazwyczaj zapobiegają reakcjom katodowym i anodowym równocześnie.

5.3.1. Zapobieganie reakcji katodowej

Reakcja katodowa jest zahamowana w momencie, gdy zablokujemy dostęp tlenu i wody do katody. Warstwa farby spełnia rolę materiału izolacyjnego i blokuje dostęp tlenu i wody do podłoża metalowego. Przyczepność jest również bardzo ważna – przykładowo, farby epoksydowe tworzą bardzo szczelne powłoki, zapewniając dobre własności ochronne w bardzo trudnych warunkach eksploatacji. Zwiększając grubość warstwy lub stosując pigmenty płytkowe, można poprawić własności ochronne powłoki.
Reakcja katodowa może również być zablokowana poprzez stosowanie pigmentów antykorozyjnych zawierających cynk. Jony cynkowe wytrącają się na katodzie w postaci wodorotlenków cynku, tworząc warstwę izolacyjną, która zapobiega rozwojowi reakcji katodowej. Ten rodzaj pigmentów antykorozyjnych nazywamy inhibitorami katodowymi.

5.3.2. Zapobieganie reakcji anodowej

W reakcji anodowej jony żelazowe powstają pod powłoką malarską. W zależności od panujących warunków, jony te tworzą różne rodzaje związków żelaza. Dla zahamowania reakcji anodowej musimy zapobiec rozpuszczaniu jonów żelazowych, np. poprzez ochronę katodową lub poprzez wprowadzenie inhibitorów anodowych, które tworzą warstwę ochronną wokół powierzchni anody. Farba, która przeznaczona jest do ochrony katodowej, musi zawierać duże ilości przewodzących pigmentów, mniej szlachetnych od żelaza, jak np. pył cynkowy w farbach z wysoką zawartością cynku.
Reakcja anodowa może być zatrzymana w sytuacji, gdy aktywne pigmenty antykorozyjne biorą udział w formowaniu warstwy ochronnej wokół anody, składającej się głównie z różnorodnych tlenków. Te pigmenty antykorozyjne powstrzymują także korozję poprzez wytrącanie związków chemicznych osadzających się na anodzie i blokujących przenikanie do niej jonów żelazowych. Ten rodzaj pigmentów antykorozyjnych zaliczamy do grupy inhibitorów anodowych. Należą do nich przykładowo minia ołowiana, chromian cynku i fosforan cynku. Ze względu na szkodliwość dla zdrowia człowieka pigmenty ołowiowe i chromianowe są obecnie rzadko stosowane.

5.3.3. Blokada przepływu ładunków elektrycznych

Powłoka malarska musi zapewniać wystarczającą oporność, zapobiegającą przepływowi ładunków elektrycznych między elektrodami ogniwa galwanicznego. Własności antykorozyjne farb, które nie zawierają aktywnych pigmentów antykorozyjnych, oparte są na ich wysokiej oporności i szczelności, zapobiegającej przepływowi elektronów między elektrodami ogniwa galwanicznego. Te grupy farb stosowane są do ochrony antykorozyjnej konstrukcji podziemnych i podwodnych.

5.3.4. Powłoki metalizacyjne

Powłoki metalizacyjne to cienka warstwa metalu bardziej odpornego na korozję, pokrywająca metal chroniony. Najczęściej powłoka metalizacyjna ma niższy potencjał elektryczny od

metalu chronionego i w przypadku uszkodzenia w powstałym ogniwie pełni rolę anody; tak się dzieje w przypadku powłok cynkowych. Jeżeli potencjał warstwy metalizacyjnej jest wyższy od potencjału metalu chronionego, sytuacja jest odwrotna i w przypadku uszkodzenia warstwy metalizacyjnej dochodzi do szybkiej korozji metalu chronionego. Dzieje się tak w przypadku powłok chromo-niklowych na stali. Obecnie najczęściej stosowane są powłoki cynkowe, aluminiowe i mieszane, tzw. ZnAl.

5.3.4.1. Cynkowanie ogniowe

Cynkowanie zanurzeniowe, zwane też ogniowym, jest szczegółowo opisane w normie PN-EN ISO 1461. W uproszczeniu proces technologiczny polega na chemicznym przygotowaniu powierzchni poprzez trawienie w kwasach. Po wypłukaniu i osuszeniu element zanurzany jest w roztopionym cynku (powyżej 419,5°C). W przypadku cienkich blach jest to proces ciągły, a uzyskiwana powłoka cynkowa ma od kilkunastu do ok. 30 µm grubości. Masywne elementy konstrukcyjne zanurzane są w wannach, a grubość powłoki cynkowej może wynosić nawet 200 µm, najczęściej 80-100 µm. Ograniczeniem jest wielkość wanien, niektóre mają nawet 15 m długości. W uzasadnionych przypadkach cynkuje się elementy obustronnie. Ze względu na wielkość i ciężar maksymalna długość cynkowanego elementu z reguły nie przekracza 30 m. Elementy zbyt wiotkie mogą ulec deformacji w procesie cynkowania ogniowego. Na etapie projektowania konstrukcji zabezpieczanej w taki sposób, projektant powinien przewidzieć rozwiązania umożliwiające nakładanie powłok ogniowych. Problemem jest cynkowanie powierzchni częściowo zamkniętych. Niezbędne są otwory technologiczne, umożliwiające wpłynięcie i wypłynięcie roztopionego cynku. Powierzchnie stali zabezpieczone tą metodą posiadają kilkumikrometrową fazę międzymetaliczną, w której występują wymieszane cząsteczki cynku i żelaza. Powierzchnia powłoki cynkowej jest bardzo gładka, co powoduje problemy z przyczepnością farb, jeżeli trzeba ją pomalować. O metodach przygotowania powierzchni ocynkowanych do malowania piszemy w rozdziale 7.1.

Fot. 6. Cynkowanie ogniowe.

5.3.4.2. Cynkowanie natryskowe

Warstewka cynku nakładana jest na stal obrobioną strumieniowo-ściernie do stopnia minimum Sa 2½ o odpowiedniej chropowatości. Materiał metaliczny, zazwyczaj w postaci drutu cynkowego lub cynkowo-aluminiowego, roztapiany jest w specjalnym pistolecie i jego płynne drobiny przenoszone są w strumieniu sprężonego powietrza na powierzchnię stali. W odróżnieniu do ocynku ogniowego przyczepienie się metalu do stali ma wyłącznie charakter mechaniczny, a uzyskana powierzchnia jest bardzo porowata. Pory mogą penetrować nawet do podłoża, dlatego trzeba je wypełnić, aby uniemożliwić penetrację tlenu i wilgoci. Do tego celu służą specjalne farby, z reguły epoksydy drobnocząsteczkowe, nazywane sealerami (Tikkurila Temacoat Sealer), tworzące wypełnienie uszczelniające.

5.3.4.3. Cynkowanie elektrolityczne

Cynkowanie elektrolityczne jest z reguły stosowane w przemyśle precyzyjnym, przy produkcji sprzętu AGD itp., gdzie małe, wiotkie elementy nie nadają się do innej metody cynkowania. W ograniczonym zakresie stosuje się je do większych elementów. Uzyskane powłoki są z reguły dość cienkie, od kilku do kilkunastu mikrometrów.

6. Przygotowanie powierzchni stalowych do malowania

Przygotowanie powierzchni do malowania to najważniejszy i najtrudniejszy element w technologii zabezpieczenia przed korozją. Na stali może występować wiele zanieczyszczeń, których usunięcie wymaga z reguły kilku operacji. Te zanieczyszczenia to:

- produkty reakcji z otaczającym środowiskiem; dla stali zgorzelina, rdza, dla aluminium tlenki, a dla cynku tlenki i sole (biała rdza),
- zanieczyszczenia produkcyjne, z reguły hydrofobowe (tłuszcze, oleje, smary, stara powłoka malarska),
- zanieczyszczenia osadzające się z atmosfery (kurz, pył oraz sole rozpuszczalne w wodzie, z reguły niewidoczne dla oka).

Proces powinien składać się z całego szeregu operacji:

- wstępnego umycia i oczyszczenia stali jeszcze przed procesem wytwórczym,
- przygotowania spoin, krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni,
- czyszczenia zasadniczego,
- odbioru przygotowanej powierzchni przed rozpoczęciem malowania lub metalizacji.

6.1. Wstępne mycie i czyszczenie stali

Wstępne umycie i oczyszczenie zgrubne stali nie jest procesem niezbędnym, ale bardzo ułatwia dalsze etapy procesu produkcyjnego (cięcie, spawanie, wiercenie), a czyszczenie zasadnicze przebiega szybciej i przy mniejszym zużyciu energii. Mycie wodą lub wodą z dodatkiem detergentu za pomocą myjek nisko- i średniociśnieniowych pozwala na pozbycie się tłuszczów, zaolejeń, soli i innych zanieczyszczeń, poza zgorzeliną walcowniczą. Czyszczenie wstępne odbywa się w oczyszczarkach przelotowych (fot. 7), które pozwalają na usunięcie większości zanieczyszczeń mocno związanych ze stalą, takich jak zendra lub stare powłoki malarskie. Niektóre huty dostarczają blachy i kształtowniki po takiej obróbce zabezpieczone tzw. gruntami warsztatowymi (ang. shop primer).

Fot. 7. Oczyszczarka przelotowa.

6.2. Przygotowanie spoin, krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni

Usunięcie wad powierzchni wynikających z procesów produkcyjnych (cięcie, spawanie, wiercenie) oraz innych wad powierzchni związanych z jakością stali zostało opisane w normie PN-EN ISO 8501-3.
Norma podaje trzy stopnie. Najczęściej stopnie te powiązane są z kategorią korozyjności, chociaż nie wynika to z najnowszego wydania wspomnianej normy:

Przygotowanie	Opis	Korozyjność
P1	Lekkie przygotowanie	C1 i C2
P2	Dokładne przygotowanie	C3 i C4
P3	Bardzo dokładne przygotowanie	C5-M i C5-I Im1 do Im3

Tab. 5. Stopnie przygotowania powierzchni zgodnie z PN-EN ISO 8501-3.

Nieco inne wymogi stawiane są w normie PN-EN 1090 -2:

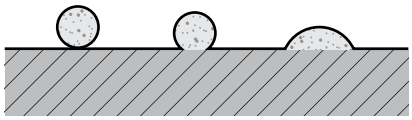
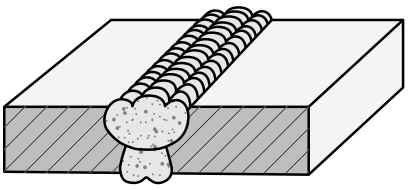
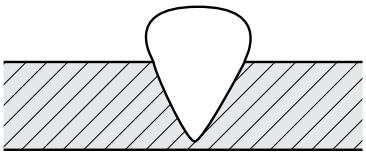
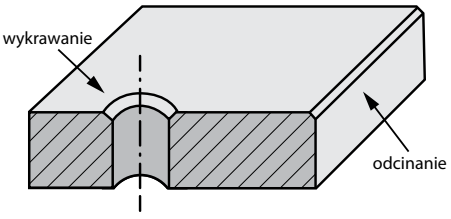
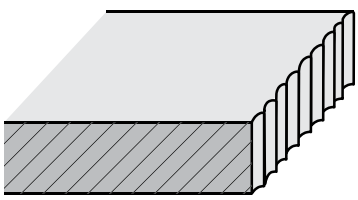
Trwałość	Korozyjność	Przygotowanie
H	C1 i C2	P1
	Powyżej C2	P2
M	C1 do C3	P1
	Powyżej C3	P2
L	C1 do C4	P1
	C5 i Im	P2

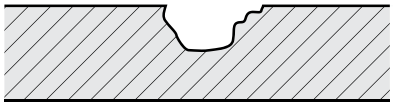
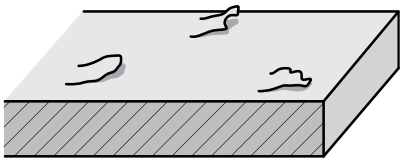
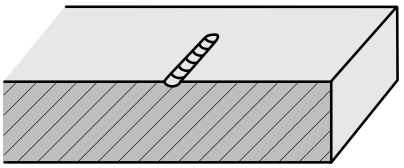
Uwagi: Trwałości zgodne z PN-EN ISO 12944-1
Stopień P3 wymagany jest w szczególnych przypadkach

Tab. 6. Stopnie przygotowania powierzchni zgodnie z PN-EN 1090-2.

Niewielkie rozbieżności pomiędzy podanymi wymaganiami zdaniem autorów należy interpretować w następujący sposób. Norma PN-EN 1090 powstała z myślą o kompleksowym ujęciu wykonawstwa konstrukcji pracujących na śródlądziu, takich jak stalowe konstrukcje budynków hal itp.

Konstrukcje pracujące w warunkach morskich, na terenie zakładów chemicznych (szczególnie instalacje procesowe) należy wykonywać zgodnie z wymogami podanymi w tabeli 5. W przypadku wątpliwości warto postarać się o właściwą interpretację od projektanta konstrukcji.

Typ wady		Stopień przygotowania		
Rodzaj	**Ilustracja**	**P1**	**P2**	**P3**
1. Spoiny				
Odpryski spawalnicze		**Usunięcie luźnych i słabo związanych odprysków**	**Usunięcie wszystkich odprysków, za wyjątkiem dobrze wtopionych w podłoże**	**Usunięcie wszelkich odprysków**
Nierównomierności spoiny		**Taka jak po spawaniu**	**Powierzchnia wolna od ostrych nierówności**	**Spoina wygładzona**
Podcięcia		**Otrzymana powierzchnia**		**Spaw wolny od podcięć**
2. Krawędzie				
Krawędzie otrzymane przez wycinanie, cięcie lub wiercenie		**Żadna krawędź nie powinna być ostra**	**Krawędzie powinny być gładkie**	**Krawędzie powinny być zaokrąglone promieniem co najmniej 2 mm (patrz PN-EN ISO 12944-3)**
Krawędzie otrzymane przez cięcie termiczne		**Powinny być wolne od żużla i luźno związanej zgorzeliny**	**Krawędzie powinny być gładkie**	**Krawędzie powinny być zaokrąglone promieniem co najmniej 2 mm (patrz PN-EN ISO 12944-3)**

Typ wady		Stopień przygotowania		
Rodzaj	**Ilustracja**	**P1**	**P2**	**P3**
3. Powierzchnie ogólnie				
Wżery i kratery		**Wżery i kratery powinny być dostatecznie otwarte dla wniknięcia farby**		**Powierzchnia powinna być wolna od wżerów i kraterów**
Łuszczenie		**Powierzchnia powinna być wolna od materiału odwarstwiającego się**	**Powierzchnia powinna być wolna od widocznych łusek**	
Rowki i żłobki powstałe w wyniku obróbki		**Jak zastano**	**Promień rowków, żłobków powinien wynosić co najmniej 2 mm**	**Powierzchnia powinna być wolna od rowków i żłobków**

Tab. 7. Stopnie przygotowania powierzchni przed czyszczeniem zasadniczym.

6.3. Stopnie skorodowania (stany wyjściowe powierzchni stali) niezabezpieczonych podłoży stalowych

Norma PN-EN ISO 8501-1 opisuje cztery stany wyjściowe powierzchni, w zależności od zanieczyszczeń i stopnia skorodowania.

Stan wyjściowy A

Fot. 8. Stan wyjściowy A.

Stal jest pokryta prawie w całości zgorzeliną walcowniczą (zendrą).

Stan wyjściowy B

Fot. 9. Stan wyjściowy B.

Znaczna część zendry uległa odspojeniu, w miejscach, gdzie zendry nie ma, widoczna korozja, z reguły równomierna.

Stan wyjściowy C

Fot. 10. Stan wyjściowy C.

Zendra jest prawie niewidoczna, większość powierzchni pokryta produktami korozji, mogą pojawić się pojedyncze, stosunkowo niewielkie wżery.

Stan wyjściowy D

Fot. 11. Stan wyjściowy D.

Praktycznie cała powierzchnia pokryta jest produktami korozji i licznymi, nawet głębokimi wżerami.

Stany wyjściowe stali mają wpływ na późniejszy stopień przygotowania powierzchni, dlatego w poprawnym opisie stanu powierzchni przed malowaniem powinien być on uwzględniony.

6.4. Stopnie przygotowania podłoży zgodnie z PN-EN ISO 8501-1, z uwzględnieniem różnic z amerykańską normą SSPC

Symbol zgodnie z PN-EN ISO 8501-1	Opis	Zdjęcie	Odpowiednik w normie USA SSPC
Sa 1	Zgrubna obróbka strumieniowo-ścierna (omiecenie ścierniwem) usuwa tylko zanieczyszczenia słabo związane z podłożem – brud, łuszczącą się zendrę, słabo związane z podłożem produkty korozji. Stosowane jest też do schropowacenia: starych powłok malarskich, powłok metalicznych uzyskiwanych zanurzeniowo i stali nierdzewnych. Do schropowacenia stosuje się na ogół ścierniwa nie zawierające żelaza, np. ścierniwa mineralne.		SP-7 (szczotkowanie lub omiecenie ścierniwem)
Sa 2	Gruntowna obróbka strumieniowo-ścierna, w wyniku której usunięto ok. 80% zanieczyszczeń		SP-6 (SP-6 nie jest całkowicie zgodne z Sa 2)
Sa 2½	Bardziej niż gruntowna obróbka strumieniowo-ścierna, w wyniku której usunięto ok. 95% zanieczyszczeń		SP-10 (prawie do czystego metalu)
Sa 3	Obróbka strumieniowo-ścierna do stali wzrokowo czystej, w wyniku której usunięto blisko 100% zanieczyszczeń		SP-5 (czysty metal)
St 2	Gruntowne czyszczenie ręczne z wykorzystaniem narzędzi z napędem mechanicznym		SP-2 (czyszczenie mechaniczne narzędziami ręcznymi)
St 3	Bardziej gruntowne czyszczenie ręczne z wykorzystaniem narzędzi z napędem mechanicznym (szlifowanie, szczotkowanie, skrobanie itp.), w wyniku którego udaje się usunąć 60-70% zanieczyszczeń, a powierzchnia uzyskuje metaliczny połysk pochodzący od podłoża		SP-3 (czyszczenie mechaniczne narzędziami z napędem)
Fl	Czyszczenie płomieniowe	Po zakończeniu czyszczenia płomieniem powierzchnia powinna być oczyszczona szczotką drucianą, przez co przypomina nieco powierzchnię dla stopnia St 3	

Tab. 8. Stopnie przygotowania powierzchni.

6.5. Stopnie przygotowania wcześniej pokrytych powłokami podłoży stalowych po miejscowym usunięciu tych powłok

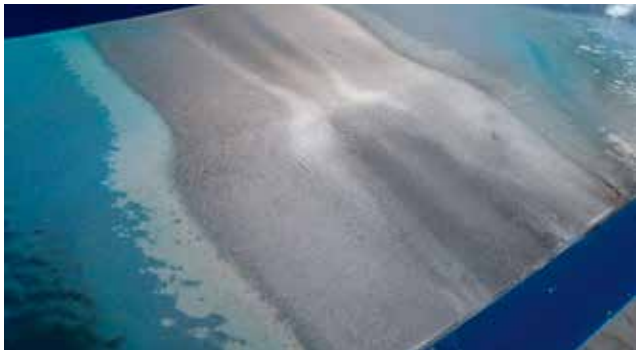
Zarówno stare konstrukcje poddawane renowacji, jak i nowe, przy montażu których dochodzi do lokalnych uszkodzeń powłok malarskich, wymagają lokalnego oczyszczenia do stopni opisanych w normie PN-EN ISO 8501-1. Ponieważ są to prace miejscowe, w których bardzo ważny jest sposób przygotowania przejścia pomiędzy dobrze zachowanymi powłokami, a miejscami naprawianymi, wprowadzono normę PN-EN ISO 8501-2. W normie opisano stopnie PSa 2; PSa 2½ ; PSa 3; PSt 2; PSt 3, są one odpowiednikami stopni (od A do D) Sa 2; od (A do D) Sa 2½ itd. opisanymi w PN-EN ISO 8501-1 w odniesieniu do powierzchni lokalnej, powstałej pomiędzy dobrze zachowanymi powłokami malarskimi. Przykładowo stopień PSa 2½ został opisany w następujący sposób:

PSa 2½ bardziej gruntowna miejscowa obróbka strumieniowo-ścierna. Mocno przylegającą powłokę malarską należy pozostawić nienaruszoną. Na oglądanej nieuzbrojonym okiem powierzchni po obróbce nie może być tłuszczów, luźno związanej z podłożem powłoki malarskiej, zgorzeliny walcowniczej, pyłu, rdzy i innych zanieczyszczeń. Dopuszczalne są jedynie ślady zanieczyszczeń w postaci kropek lub pasków. Uzyskaną powierzchnię można porównać z wzorcami fotograficznymi dla C Sa 2½ lub D Sa 2½ z PN-EN ISO 8501-1. Wybór wzorca C lub D zależy od intensywności wżerów.

Norma wprowadza jeszcze jeden stopień przygotowania powierzchni, oznaczony jako PMa.

Stopień PMa jest to miejscowe mechaniczne oczyszczanie ścierne wcześniej pokrytych powierzchni. Mocno przylegającą powłokę malarską należy pozostawić nietkniętą. Na oglądanych nieuzbrojonym okiem innych częściach powierzchni nie może być zatłuszczeń, pyłu, luźno związanych z podłożem farb, zgorzeliny, rdzy i innych zanieczyszczeń. Dopuszczalne są jedynie ślady zanieczyszczeń w postaci kropek lub pasków (fot. 12 i 13).

Fot. 12. Miejsce wymagające lokalnego oczyszczenia.



Fot. 13. To miejsce po oczyszczeniu do stopnia PMa.

6.6. Narzędzia do przygotowania powierzchni

6.6.1. Urządzenia do obróbki strumieniowo-ściernej

Do obróbki strumieniowo-ściernej wykorzystuje się urządzenia, które nadają ścierniwu odpowiednią energię, dzięki której ścierniwo uderzając o czyszczoną powierzchnię, jest w stanie usunąć zanieczyszczenia, a nawet zdjąć niewielką warstwę metalu. Pozwala to na wytworzenie odpowiedniego profilu podłoża (chropowatości), który zwiększa powierzchnię styku, wpływając na poprawę przyczepności farby do podłoża.

Nadawanie energii ścierniwu odbywa się za pomocą:

- wirujących tarcz, które wyrzucają ścierniwo siłą odśrodkową na obrabianą powierzchnię. To rozwiązanie jest najczęściej stosowane w oczyszczarkach przelotowych (fot. 7).
- sprężonego powietrza, które porywając ścierniwo, uderza nim o obrabianą powierzchnię (fot. 14).

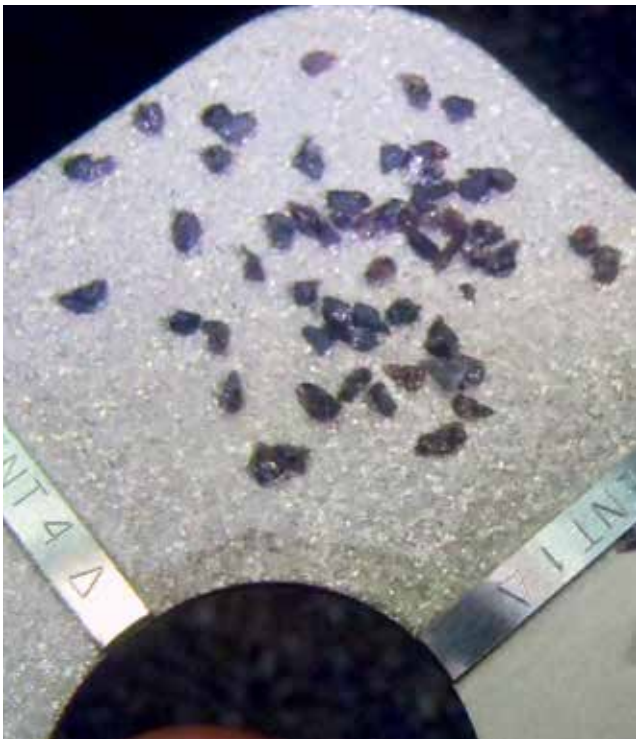
Fot. 14. Oczyszczenie powierzchni za pomocą sprężonego powietrza.

- wody pod ciśnieniem, która podobnie jak powietrze przenosi ścierniwo na czyszczoną powierzchnię. Ta metoda pozwala na uzyskanie chropowatości, ale związana jest z powstawaniem rdzy nalotowej, podobnie jak przy czyszczeniu wodą pod wysokim ciśnieniem (rozdz. 6.7.).

Ścierniwo, w zależności od rodzaju, może być używane w obiegach otwartych lub zamkniętych. W obiegach zamkniętych używa się najczęściej ścierniw metalowych i korundu, a w otwartych ścierniw mineralnych, żużli i ścierniw organicznych.

6.6.2. Profil chropowatości, a rodzaje ścierniw

W zależności od zastosowanego ścierniwa uzyskujemy profil:
- ścierniwa ostrokrawędziowe G,
- ścierniwa kuliste S,
- ścierniwa cylindryczne C, początkowo profil zbliżony do G, a po kilku cyklach bliższy S.



Fot. 15. Ścierniwo ostrokrawędziowe i uzyskany profil powierzchni.

Profil po obróbce ścierniwami ostrokrawędziowymi charakteryzuje się ostrymi pikami i daje znacznie lepsze rozwinięcie powierzchni, niż przypominający pagórki profil po ścierniwach kulistych. Farby etylokrzemianowe i powłoki zbiornikowe można nakładać tylko na powierzchnie po obróbce ścierniwami ostrokrawędziowymi (G).

6.6.3. Ręczne narzędzia do przygotowania powierzchni

Przygotowanie powierzchni narzędziami ręcznymi, nawet z napędem mechanicznym, do stopnia St 2, St 3, PSt 2, PSt 3 i PMa rzadko jest stosowane do obróbki dużych powierzchni, ze względu na małą wydajność i znikome rozwinięcie powierzchni. Wyjątkiem mogą być konstrukcje znajdujące się w strefach, gdzie nie można zastosować obróbki strumieniowo-ściernej, choć nowe technologie takie jak:
- czyszczenie suchym lodem,
- czyszczenie wodą pod wysokim ciśnieniem,
- obróbka hydrościerna,
- obróbka ze ścierniwem w osłonie gąbek i inne,

znacznie zmniejszyły te ograniczenia. Z narzędzi ręcznych korzysta się na ogół do przygotowania powierzchni przy wykonywaniu napraw i uzupełnienia powłok po montażu lub awariach.

Fot. 16. Przykłady ręcznych narzędzi do obróbki powierzchni.

6.7. Stany wyjściowe, stopnie przygotowania i stopnie rdzy nalotowej po czyszczeniu strumieniem wody pod wysokim ciśnieniem

Obróbka stali wodą pod wysokim ciśnieniem (pow. 70 MPa) pozwala na usunięcie większości zanieczyszczeń. Nie usuwa jednak zgorzeliny walcowniczej i nie narusza powierzchni stali, nie powoduje zatem rozwinięcia powierzchni tak jak obróbka strumieniowo-ścierna. Z tego powodu ten sposób czyszczenia jest zalecany w przypadku konieczności usunięcia starych powłok malarskich. Stany wyjściowe zdefiniowano w normie PN-EN ISO 8501-4 w sposób następujący:

DC A
Stopień degradacji powłoki malarskiej zbliżony do zilustrowanego w normie PN-EN ISO 46-28-3 jako Ri3.
DC B
Stopień degradacji powłoki malarskiej zbliżony do zilustrowanego w normie PN-EN ISO 46-28-3 jako Ri4.
DC C
Powierzchnia, jeżeli była pomalowana, uległa degradacji w stopniu zbliżonym do Ri5, zilustrowanym w normie PN-EN ISO 4628-3, natomiast jeśli brak śladów powłoki, odpowiednim wzorcem jest stan C zilustrowany w normie PN-EN ISO 8501-1.
DP I
Zniszczona powierzchnia gruntu epoksydowego do czasowej ochrony pigmentowanego tlenkiem żelaza.
DP Z
Zniszczona powierzchnia gruntu etylokrzemianowego do czasowej ochrony pigmentowanego cynkiem.

Po czyszczeniu wodą pod wysokim ciśnieniem uzyskuje się po trzy stopnie przygotowania dla każdego ze stanów wyjściowych – Wa 1, Wa 2 i Wa 3. Prawidłowy zapis powinien zawierać stan wyjściowy powierzchni przed czyszczeniem i stopień przygotowania po czyszczeniu, np. DC B Wa 2.

Typ ścierniwa			Oznakowanie	Norma opisująca	Kształt ziarna
	żeliwo	utwardzone	M/CI	PN-EN ISO 11124-2	G
C1 bardzo mała	staliwo	wysokowęglowe	M/HCS	PN-EN ISO 11124-3	S lub G
C2 mała		niskowęglowe	M/LCS	PN-EN ISO 11124-4	S
C3 średnia	cięte z drutu stalowego	–	M/CW	–	C
	naturalne	piasek oliwinowy	N/OL	PN-EN ISO 11126-8	G
C4 duża		staurolit	N/ST	PN-EN ISO 11126-9	S
		granat	N/GA		G
	syntetyczne	elektrokorund	N/FA	PN-EN ISO 11126-7	G
C5-I b. duża (przemysł.)		żużel wielkopiecowy (krzemian wapnia)	N/FE	PN-EN ISO 11126-6	G
		żużel pomiedziowy (krzemian żelaza)	N/CU	PN-EN ISO 11126-3	G
C5-M b. duża (morska)		żużel paleniskowy (krzemian glinu)	N/CS	PN-EN ISO 11126-4	G
		żużel poniklowy	–	PN-EN ISO 11126-5	G

Tab. 9. Wybrane rodzaje ścierniw.

Przy czyszczeniu wodą norma dopuszcza używanie detergentów, jednak zastrzega, że muszą one być bardzo starannie spłukane.
Czyszczenie wodą ma jeszcze jeden poważny mankament. Woda powoduje, że po czyszczeniu na stali powstaje prawie natychmiast rdza nalotowa, która wpływa na osłabienie przyczepności powłoki malarskiej. Wyróżnione są trzy stopnie rdzy nalotowej:

Przykład/Symbol	Symbol/Opis
	lekka (brak lub ledwo widoczne ślady po pocieraniu tkaniną)
L	
	średnia (lekkie ślady na tkaninie)
M	
	intensywna (znaczne ślady na tkaninie)
H	

Tab. 10. Stopnie rdzy nalotowej.

6.8. Inne metody przygotowania powierzchni przed malowaniem

6.8.1. Metody chemiczne

Usuwanie rdzy metodą chemiczną lub „trawieniem" polega na zanurzeniu przedmiotu w wannie trawialniczej wypełnionej odpowiednimi chemikaliami, w zależności od rodzaju trawionego metalu. Kąpiel trawiąca może mieć charakter kwaśny lub zasadowy.
Trawienie kwasowe może być prowadzone z użyciem kwasów: solnego, siarkowego lub azotowego. Rodzaj użytego kwasu zależy od metalu obrabianego. Celem jest uzyskanie efektu usunięcia złogów tlenków, bez spowodowania korozji samego metalu. Do kąpieli trawiącej dodajemy inhibitory mające za zadanie ochronę czystego metalu. Po trawieniu przedmiotów stalowych, ich powierzchnia musi być natychmiast zobojętniona i wysuszona.
Trawienie zasadowe jest zazwyczaj prowadzone przy pomocy 50-80% wodorotlenku sodowego. Usuwanie rdzy przy pomocy roztworów alkalicznych jest wolniejsze niż przy pomocy kwasów, lecz zaletą jest to, że usuwane są równocześnie zanieczyszczenia organiczne. Trawienie aluminium jest często prowadzone przy pomocy kąpieli zasadowych. Własności zwilżające roztworu regulowane są poprzez dodatki, a skuteczność trawienia poprzez zmianę stężenia ługu (pH).

6.8.2. Fosforanowanie

Fosforanowanie poprawia przyczepność powłok malarskich do powierzchni metalu i może także poprawić odporność korozyjną pomalowanej powierzchni. Żeliwo, stal, cynk i powierzchnie metalizowane ogniowo, a w niektórych przypadkach powierzchnie aluminiowe, nadają się do fosforanowania.
Podczas fosforanowania na powierzchni metalu powstaje cienka, krystaliczna warstwa fosforanu, poprawiając przyczepność. Najczęściej stosuje się fosforanowanie żelazowe i cynkowe. Wybór procesu zależy od rodzaju otoczenia, na które będzie docelowo narażona powierzchnia. Fosforanowanie prowadzimy metodą natryskową lub zanurzeniową.
Fosforanowanie cynkowe uważane jest za najlepszą metodę chemicznego przygotowania powierzchni do malowania. Przyczepność powłok malarskich i ochronne własności antykorozyjne po fosforanowaniu cynkowym są wyśmienite. Grubość warstwy fosforanu cynku, mierzona ilością związku nałożonego na powierzchnię 1m^2 zawiera się w granicach 2-4,5 g. Kolor powierzchni pokrytej fosforanem cynku jest szary.
Fosforanowanie cynkowe składa się zasadniczo z pięciu faz technologicznych: czyszczenie powierzchni, płukanie, fosforanowanie, płukanie i płukanie pasywujące.
Rodzaj malowanego przedmiotu i wymagania eksploatacyjne powłoki malarskiej mogą wymagać poszerzenia lub zawężenia zakresu tych operacji. Fosforanowanie cynkowe, jako metoda przygotowania powierzchni przed malowaniem, stosowane jest dla powierzchni narażonych na bardzo trudne warunki eksploatacji, np. w produkcji samochodów i innych środków transportu.
W fosforanowaniu żelazowym mamy co najmniej dwie fazy technologiczne: połączony proces mycia i fosforanowania oraz spłukiwanie.

Fosforanowanie żelazowe jest najprostszą i najtańszą metodą fosforanowania. Fosforanowanie żelazowe poprawia przyczepność powłok malarskich do podłoża stalowego, lecz jego własności antykorozyjne nie są tak dobre, jak fosforanowania cynkowego. W zależności od użytego rodzaju procesu powłoka zawiera się w granicach 0,1-1,0 g/m^2 fosforanu żelaza.
Kolor może się zmieniać od niebieskiego do szarego, w zależności od grubości warstwy fosforanu. Fosforanowanie żelazowe stosowane jest najczęściej do przygotowania powierzchni

przed malowaniem tzw. „białych wyrobów", takich jak sprzęt zmechanizowany gospodarstwa domowego (pralki, lodówki itp.).

Metody przygotowania podłoża	Norma	Symbol
Trawienie	–	Be
Szczotkowanie	PN-EN ISO 8501-1	St
Obróbka strumieniowo-ścierna	PN-EN ISO 8501-1	Sa
Czyszczenie płomieniowe	PN-EN ISO 8501-1	Fl
Miejscowa obróbka strumieniowo-ścierna	PN-EN ISO 8501-2	PSa
Czyszczenie miejscowe narzędziami ręcznymi i elektronarzędziami	PN-EN ISO 8501-2	PSt
Czyszczenie miejscowe elektronarzędziami	PN-EN ISO 8501-2	PMa
Czyszczenie strumieniem wody pod wysokim ciśnieniem	PN-EN ISO 8501-4	Wa

Tab. 11. Oznaczenie metod przygotowania powierzchni.

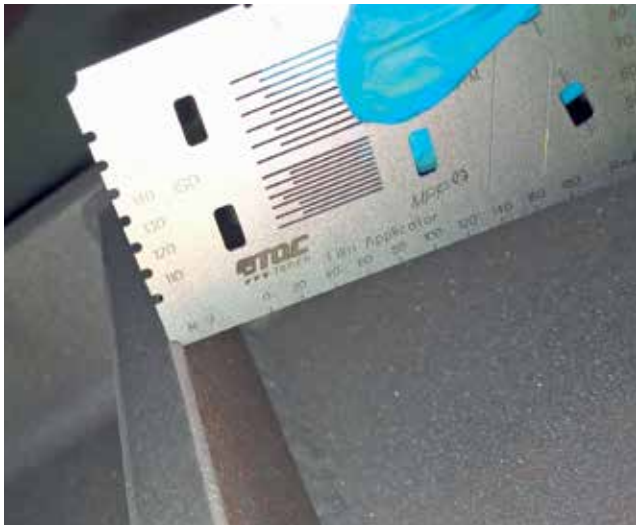
6.9. Symbole oznaczające metody przygotowania powierzchni

W specyfikacjach systemów malarskich używamy symboli do określenia zalecanego sposobu przygotowania powierzchni. Te symbole zestawione są w tabeli 11.

6.10. Kontrola przygotowania powierzchni do malowania

6.10.1. Kontrola przygotowania spoin, krawędzi i obszarów z wadami powierzchni

PN-ISO 8501-3: Kontrola przygotowania spoin, krawędzi i obszarów z wadami powierzchni (przygotowanie powierzchni). Wady zawarte w tej normie zostały szczegółowo opisane w pkt. 6.2. Kontrola odbywa się w sposób wizualny, często z użyciem dodatkowego źródła oświetlenia. W niektórych przypadkach sama ocena wzrokowa nie wystarczy. „Na oko" nie jesteśmy w stanie stwierdzić, a tym bardziej udowodnić, czy dana krawędź jest zaokrąglona odpowiednim promieniem lub czy podtopienie w spoinie jest głębokie. Można do tego wykorzystać szereg przyrządów wspomagających ocenę przygotowania powierzchni. Zaliczamy do nich różnego rodzaju spoinomierze, głębokościomierze lub szablony do sprawdzania ostrych/zaokrąglonych powierzchni.



Fot. 17. Szablon do sprawdzania zaokrąglonych krawędzi.

6.10.2. Ocena stopnia przygotowania powierzchni

Ocenę stopnia przygotowania powierzchni należy zacząć od ustalenia metody. Jeżeli była to obróbka strumieniowo-ścierna całego elementu, ocenę należy oprzeć na wzorcach fotograficznych zawartych w normie PN-EN ISO 8501-1, podobnie jak w przypadku czyszczenia ręcznego lub przy pomocy płomienia. Jeśli czyszczenie polegało na obróbce wodą pod wysokim ciśnieniem, korzystamy z wzorców zawartych w normie PN-EN ISO 8501-4. Oceny dokonujemy, porównując wzorce z powierzchnią rzeczywistą bez powiększenia. Poprawne zapisy mogą wyglądać następująco:

A Sa 3, co oznacza obróbkę strumieniowo-ścierną do stopnia Sa 3 stali o stopniu skorodowania A;

C Sa 2½, co oznacza miejscową obróbkę strumieniowo-ścierną do stopnia Sa 2½ stali o stopniu skorodowania C;

D CA Wa 2, co oznacza czyszczenie strumieniem wody pod wysokim ciśnieniem do stopnia Wa 2 stali, na której system powłokowy uległ zniszczeniu w stopniu zbliżonym do podanego w normie PN-EN ISO 4628 dla stopnia Ri3.

Dość często zdarza się, że nie podaje się stanu wyjściowego, a jedynie symbol oczyszczenia, np. Sa 2, St 3 lub Wa 2½.

Zgodnie z PN-EN ISO 8501-1 wzrokowa ocena czystości powierzchni dokonywana jest okiem nieuzbrojonym. Przed obróbką strumieniowo-ścierną należy wykonać pomiar warunków klimatycznych (fot. 18).

Fot. 18. Pomiar warunków klimatycznych wraz z temperaturą konstrukcji i wyznaczeniem punktu rosy.

Procedura oceny jest następująca (fot. 19):

- przyłożyć odpowiednią fotografię w płaszczyźnie blisko do powierzchni stalowej celem porównania,
- sprawdzić powierzchnię stali, porównując ją z fotografią okiem nieuzbrojonym,
- dla stanów wyjściowych bierze się pod uwagę najgorszy stopień występujący na konstrukcji,
- dla stopni przygotowania bierze się pod uwagę stopień najbliższy do wyglądu ocenianej powierzchni.

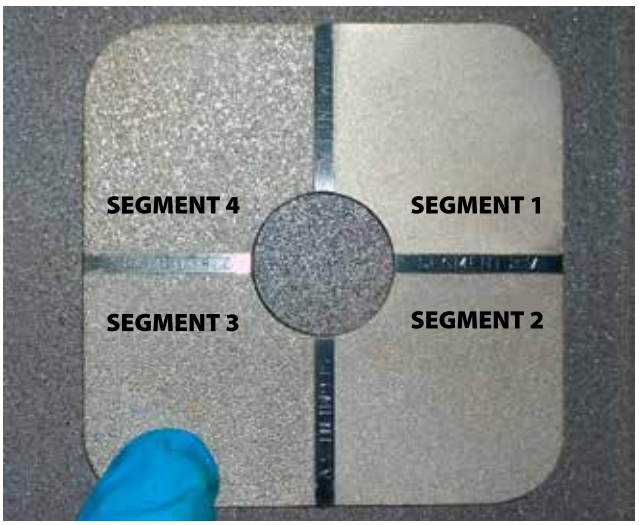
6.10.3. Ocena chropowatości

Dwa najczęściej stosowane sposoby oceny chropowatości podłoży po obróbce strumieniowo-ściernej to:

- metoda z użyciem wzorca chropowatości (komparatora),
- metoda z użyciem przyrządu stykowego.

Fot. 19. Ocena czystości powierzchni wg PN-EN ISO 8501-1. U góry wzorzec, na dole powierzchnia konstrukcji.

Podstawowa różnica między tymi dwoma metodami, poza różnymi przyrządami, polega na tym, że przy metodzie z użyciem przyrządu stykowego otrzymujemy konkretny wynik podany parametrem Ry, Rz lub Ra. Przy metodzie z użyciem wzorca otrzymujemy zakres chropowatości wyrażony parametrem Ry:



Fot. 20. Wzorzec chropowatości G.

Ze względu na to, że przyrządy stykowe są dość drogie, podajemy jedynie procedurę z użyciem wzorca chropowatości (fot. 20).

- przed pomiarem należy usunąć z powierzchni pył i luźne zanieczyszczenia,
- położyć wzorzec (komparator) G lub S (w zależności od użytego ścierniwa) na podłożu po obróbce strumieniowo-ściernej,
- porównać cztery segmenty wzorca z badaną powierzchnią (użyć szkła powiększającego, jeśli to konieczne, maks. x 7),
- ocenić, który segment wzorca jest najbardziej zbliżony do powierzchni konstrukcji.

Identyfikacja profili na podstawie segmentów wzorca (G i S):

- Profil drobnoziarnisty – powierzchnie zgodne z segmentem 1 lub między segmentem 1 a 2, z wykluczeniem segmentu 2.
- Profil pośredni – powierzchnie zgodne z segmentem 2 lub między segmentem 2 a 3, z wykluczeniem segmentu 3.
- Profil gruboziarnisty – powierzchnie zgodne z segmentem 2 lub między segmentem 2 a 3, z wykluczeniem segmentu 3.

Rodzaj profilu powierzchni	Ścierniwo ostrokrawędziowe (G)	Ścierniwo kuliste (S)
Drobnoziarnisty	25-50 µm	25-35 µm
Pośredni	50-85 µm	35-60 µm
Gruboziarnisty	85-130 µm	60-85 µm

Tab. 12. Zakres chropowatości Ry w zależności od profilu powierzchni.

W przypadku, gdy profil powierzchni jest poniżej segmentu nr 1, raport z oceny powinien zawierać informację „drobniejszy od drobnoziarnistego".

W przypadku, gdy profil powierzchni jest powyżej segmentu nr 4, raport z oceny powinien zawierać informację „grubszy od gruboziarnistego".

6.10.4. Ocena stopnia zapylenia powierzchni

Ocena obecności pyłu pozostającego na czyszczonych powierzchniach stalowych przygotowanych do malowania (metoda taśmy samoprzylepnej PN-EN ISO 8502-3).
Metoda dostarcza obrazowej skali do oceny średniej ilości pyłu oraz opisowych klas do oceny średniej wielkości cząsteczek pyłu.

Procedura oceny:

- przykleić taśmę klejącą o szerokości 25 mm (zgodną z ww. normą) na badaną powierzchnię,
- przeciągnąć kciukiem (pamiętać o rękawiczkach), dociskając taśmę do powierzchni badanej,
- usunąć taśmę klejącą z powierzchni i przykleić ją na kontrastowe podłoże,
- porównać oderwaną taśmę z wzorcem zawartym w normie PN-EN ISO 8502-3.

Zazwyczaj dopuszczalny stopień zapylenia wynosi 2.

Rys. 8. Wzorzec porównawczy do określenia stopnia zapylenia.

Fot. 21. Kontrastowe podłoża do oceny stopnia zapylenia.

W przypadku zbyt dużego stopnia zapylenia należy powierzchnie konstrukcji oczyścić przez przedmuchanie sprężonym powietrzem i powtórzyć ocenę stopnia zapylenia. Należy zwrócić uwagę na jakość sprężonego powietrza. Skutkiem złego odpylenia powierzchni przed malowaniem może być brak przyczepności powłoki malarskiej do podłoża.

6.10.5. Ocena zanieczyszczeń jonowych

Konstrukcje narażone na ciągłe zanurzenie lub częste wyraszanie (przekraczanie punktu rosy) należy kontrolować na obec-

Fot. 22. Przykłady różnych stopni zapylenia w rzeczywistości.

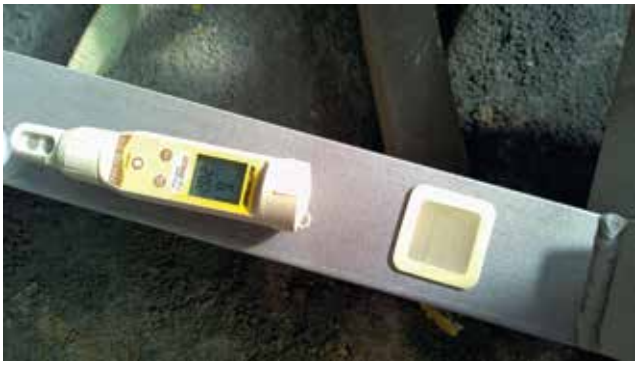
ność zanieczyszczeń jonowych zgodnie z PN-EN ISO 8502-9. Obecnie najczęściej badanie to robi się tzw. metodą Bresle'a, choć w Polsce stosuje się dość powszechnie metodę tamponową.

Wady powstałe na skutek zbyt dużego stężenia soli na powierzchni konstrukcji nazywają się pęcherzami osmotycznymi (patrz: rozdział 14) i nie powstają od razu po malowaniu. Okres między zakończeniem malowania a wystąpieniem tej wady powłoki może się wahać od kilu miesięcy do kilku lat.

Metoda polega na użyciu samoprzylepnych plastrów o znanej powierzchni, które następnie są wypełniane rozpuszczalnikiem (najczęściej wodą destylowaną). Oznaczenie stopnia zasolenia odbywa się na zasadzie pomiaru przewodności wody przed i po wstrzyknięciu jej pod plaster.

Wartości maksymalne stężenia soli:
W tym przypadku obowiązuje zasada „im mniej, tym lepiej", nie ma jednoznacznej normy, która nakazuje określone maksymalne wartości zanieczyszczeń jonowych. Wartość ta powinna być oparta na specyfikacji klienta, jednak może się zdarzyć, że ta specyfikacja w ogóle nie będzie wymagała tego typu testu. Dla przykładu, w standardzie norweskim NORSOK M-501 zawierającym wymagania zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji

Fot. 23. Badanie zanieczyszczeń jonowych metodą Bresle'a



Fot. 24. Pomiar przewodności wody za pomocą konduktometru.

morskich, maksymalny dopuszczalny stopień zanieczyszczeń jonowych to 20 mg/m^2.

7. Przygotowanie powierzchni ocynkowanych ogniowo i aluminium do malowania

7.1. Przygotowanie powierzchni ocynkowanych ogniowo

Cienka warstwa cynku nałożona na stal była do niedawna uważana za bardzo dobre samoistne zabezpieczenie. Różne technologie stosowane w cynkowniach (trawienie, dodatki używane do ochrony wanien cynkowniczych, czy częstotliwość usuwania tzw. twardego cynku) powodują, że właściwości powłok mogą się między sobą bardzo różnić. Coraz częściej stosuje się zabezpieczenia łączone, czyli powłoka cynkowa i farby antykorozyjne. Najwłaściwszą metodą przygotowania powierzchni uzyskanej przez cynkowanie ogniowe do malowania jest tzw. omiecenie ścierniwem mineralnym. Nie ma normy europejskiej opisującej ten sposób przygotowania powierzchni (wyjątkiem jest fińska norma SFS 8145). Omiecenie ścierniwem polega na obróbce strumieniowo-ściernej z większej odległości niż przy śrutowaniu zasadniczym, a dysza powinna stale znajdować się pod kątem ok. 45° w stosunku do obrabianej powierzchni. Chodzi o to, żeby doprowadzić do zmatowienia (rozwinięcia) powierzchni bez nadmiernego zdjęcia powłoki cynkowej.
Jeżeli omiecenie ścierniwem nie jest możliwe, firma Tikkurila dopuszcza możliwość przygotowania powierzchni cynku detergentem Panssaripesu, który musi być starannie spłukany ciepłą wodą. W przypadku tego rozwiązania bezwzględnie zalecane jest wykonanie próbnej aplikacji systemu malarskiego, w celu sprawdzenia, czy nie występują tzw. zgazowania powłoki (pinholing – patrz: rozdział 14) oraz czy przyczepność powłoki do podłoża jest wystarczająca, tzn. co najmniej 3,5 MPa lub 2-gi stopień siatki nacięć lub nacięcia w kształcie „X" (PN-EN ISO 16276- 1 i 2).
Uwaga: Nie wszystkie farby nadają się do malowania powierzchni ocynkowanych, szczególnie nie są zalecane do tego celu farby alkidowe, które nawet jeśli będą wykazywały dobrą przyczepność zaraz po malowaniu, to i tak się odwarstwią (delaminacja) w ciągu kilku miesięcy.
O ocynku natryskowym pisaliśmy już w rozdziale 5.3.4.2. Na ten rodzaj ocynku, oprócz uszczelnienia w postaci sealera, stosuje się na ogół powłoki epoksydowe lub epoksydowo-poliuretanowe.

7.2. Przygotowanie powierzchni aluminiowych

Powierzchnie aluminiowe bardzo szybko pokrywają się cienką warstwą tlenków, dlatego jest bardzo ważne, żeby czas od momentu usunięcia tych tlenków do malowania był możliwie krótki. Na ogół aluminium myje się detergentem Maalipesu, a po spłukaniu i wysuszeniu natychmiast maluje. Innym rozwiązaniem jest stosowanie tzw. gruntów reaktywnych, które przereagowują z tlenkami, silnie wiążąc się z podłożem.

8. Sprzęt do malowania

8.1. Malowanie pędzlem

W czasie konserwacji i napraw powłok malarskich nie zawsze można malować sprzętem natryskowym i wtedy farby nakładamy pędzlem. Podczas nakładania pędzlem farba znacznie skuteczniej penetruje skorodowaną powierzchnie niż podczas natrysku, gdyż pociągnięcia pędzlem wciskają farbę w nierówności chropowatej powierzchni. Pędzel stosujemy również do tzw. wyprawek, czyli wstępnego pomalowania przed właściwym natryskiem miejsc trudnodostępnych i takich, na których będą problemy z uzyskaniem właściwej grubości przy natrysku bez znacznych strat farby. Farby mają tendencję do „spływania" z krawędzi. Malowanie natryskowe nie zapewnia równomiernego pokrycia wszystkich miejsc, dlatego wyprawia się krawędzie, narożniki, spawy i wszystkie zakamarki, których pomalowanie natryskiem może być trudne. Wybór rodzaju pędzla powinien być uzależniony od kształtu malowanego przedmiotu, oczekiwanej jakości wykończenia i rodzaju zastosowanej farby. Większość pędzli jest wykonana z naturalnego włosia, bądź z różnego rodzaju włókien syntetycznych.

- Pędzle okrągłe najlepiej nadają się do nakładania i „wcierania" w powierzchnię farb podkładowych o wysokiej lepkości. Do wyrównania powierzchni można użyć płaskiego pędzla.
- Pędzle lakiernicze są podstawowym narzędziem do nakładania i wygładzania farb i lakierów. Są to na ogół pędzle prostokątne.

- Płaskie pędzle są to cienkie pędzle o kształcie prostokąta. Przeznaczone są do likwidowania, wygładzania drobnych zacieków i nierówności po malowaniu wałkiem lub natryskiem.
- Pędzle specjalne z długimi, profilowymi trzonkami używane są do malowania miejsc trudnodostępnych, których pomalowanie zwykłymi pędzlami może okazać się niemożliwe.
- Pędzle wykonane z materiałów syntetycznych, takich jak poliamid (nylon) lub poliester z włóknami mającymi pocienione lub rozszczepione końcówki nadają się w szczególności do malowania farbami wodorozcieńczalnymi.

Nie ma jednego pędzla, który może służyć jako narzędzie uniwersalne. Przy wyborze należy kierować się następującymi kryteriami:

- Pędzel powinien być dobrej jakości – tj. nie powinien gubić włosia podczas aplikacji,
- Powinien być wykonany z materiałów odpornych chemicznie na daną farbę oraz rozcieńczalnik do czyszczenia narzędzi i rozcieńczania,
- Długość rączki i kształt adekwatny do malowanej powierzchni ,
- Rodzaj i długość włosia adekwatny do rodzaju powłoki (np. długie miękkie włosie do farb nawierzchniowych, sztywne dla podkładów antykorozyjnych).

8.2. Malowanie wałkiem

Malarskie powłoki antykorozyjne są rzadko nakładane przy pomocy wałków. Wałek pozostawia cienką, nierówną powierzchnię, a niektóre farby mają tendencję do spieniania się w czasie nakładania wałkiem. Tylko nieliczne, na dodatek mocno rozcieńczone farby antykorozyjne można poprawnie nałożyć tą metodą. Wałki produkowane są z myślą o kilku przeznaczeniach i z wielu materiałów (poliester, akryl, mohair, futro, skóra surowa). W czasie wyboru rodzaju wałka, podobnie jak przy wyborze pędzla, musimy wziąć pod uwagę własności wyrobu lakierowego i rodzaj malowanego obiektu, chropowatość powierzchni, porowatość, wymiary itp. Wałek bywa używany do rozprowadzania farby na powierzchni i końcowego wygładzania jej pędzlem. Przy naprawach powłok wałek powinien być używany tylko do warstw nawierzchniowych. Nie zaleca się stosowania wałków do wyprawek powłoki gruntowej.

8.3. Natrysk pneumatyczny

Cała współczesna technika malowania natryskowego wzięła się od natrysku konwencjonalnego (zwanego także niskociśnieniowym, zbiornikowym, powietrznym itp.). Podstawową zasadą tej metody jest to, że farba jest rozpylana przy pomocy sprężonego powietrza o niskim ciśnieniu (poniżej 8 bar), tworząc aerozol osadzający się na malowanej powierzchni. Obecnie istnieje kilka różnych metod malowania wywodzących się z tej zasady. Dr Allen DeVilbiss, uznawany za prekursora tej techniki, jako pierwszy opracował aparat do rozpylania płynów już w XIX wieku. Co prawda, jego zamiarem było wtryskiwanie leków w postaci aerozolu do nosa i gardła pacjentów. Aparat do nanoszenia farb metodą natryskową został opracowany kilka lat później. Z malowania metodą natryskową jako pierwszy skorzystał przemysł meblarski i samochodowy.

8.3.1. Przełom w technice aplikacji natryskowej

Rozwój natryskowej aplikacji farb postępował wolno. Rzeczywisty przełom nastąpił w momencie pojawienia się na rynku farb szybkoschnących. Od momentu, gdy w Oakland, w 1924 roku podjęto decyzję o zastosowaniu farb szybkoschnących i nanoszeniu ich metodą natryskową przy produkcji samochodów, metoda ta znalazła zastosowanie na skalę przemysłową. Potrzeby przemysłu motoryzacyjnego wciąż w sposób decydujący wpływają na rozwój techniczny sprzętu malarskiego. Rzadko który z sektorów przemysłowych malujących swoje wyroby stawia tak wysokie wymagania w odniesieniu do wyglądu i jakości wykończenia powłok, jak przemysł samochodowy. Natrysk konwencjonalny jest wciąż najpowszechniej stosowaną metodą nanoszenia farb w produkcji samochodów. Wiele niewielkich firm używa natrysku konwencjonalnego do przemysłowych wymalowań antykorozyjnych ze względu na niski koszt tego typu sprzętu.

8.3.2. Zalety i wady natrysku konwencjonalnego

Zaletami natrysku konwencjonalnego są:

- wysoka jakość wykończenia powierzchni,
- możliwość jednorazowego użycia niewielkich ilości farby, co ułatwia malowanie niewielkich powierzchni różnymi kolorami,
- możliwość stosowania do malowania wielu typów przedmiotów o różnych kształtach i wymiarach,
- niskie koszty zakupu i eksploatacji,
- szybka regulacja rozkładu strumienia i wydatku farby,
- nadaje się do farb wodnych,
- jedyna zalecana metoda aplikacji farb metalicznych.

Do wad tej metody zaliczyć możemy:

- niską wydajność, wolniejsze malowanie,
- nadaje się jedynie do aplikacji farb o niskiej lepkości (zalecana lepkość w granicach 15-30 sekund, kubek DIN 4, dla farb rozpuszczalnikowych, w zależności od rodzaju farby i typu aparatu natryskowego),
- jednorazowe nakładanie stosunkowo cienkiej warstwy farby,
- bardzo wysokie zużycie rozcieńczalników w stosunku do natrysku bezpowietrznego,
- niski transfer – szacuje się, że maksymalnie połowa farby trafia na malowany detal,
- duże zagrożenie dla środowiska poprzez generowanie sporej objętości rozpylonego rozpuszczalnika,
- mała przydatność dla wyrobów 2-składnikowych z krótkim czasem życia,
- nie nadaje się do aplikacji farb z ciężkimi (opadającymi) pigmentami.

8.3.3. Pistolety do natrysku konwencjonalnego

Konwencjonalne pistolety natryskowe mogą być podzielone na dwie grupy, w zależności od sposobu dostarczania materiału – za pomocą nadciśnienia lub podciśnienia. Sprzęt zasysający farbę jest często nazywany „zbiornikowym", ze względu na to, że pojemnik na farbę jest zamocowany bezpośrednio na pistolecie (powyżej lub poniżej). Dysza pistoletu natryskowego jest skonstruowana w ten sposób, że przy wylocie wytwarzane jest podciśnienie zasysające farbę ze zbiornika. Ilość wyrzucanej farby zależy od średnicy dyszy roboczej, ilości podawanego powietrza oraz lepkości materiału.

W sprzęcie zasilanym ciśnieniowo sprężone powietrze w zbiorniku „wypycha" farbę do pistoletu. Podobnym rozwiązaniem jest dostarczanie farby do pistoletu pompą niskociśnieniową (pompą transferową). Ilość rozpylanej farby może być regulowana zarówno przy zbiorniku (pompie), jak i w pistolecie. Przy malowaniu ciągłym, np. na liniach produkcyjnych, bardziej racjonalne jest stosowanie systemu ciśnieniowego. Przy systemie ciśnieniowym jest do dyspozycji szeroki asortyment dysz umożliwiających uzyskiwanie rozmaitych efektów końcowych, dostosowanych do różnych rodzajów farb i ich lepkości.

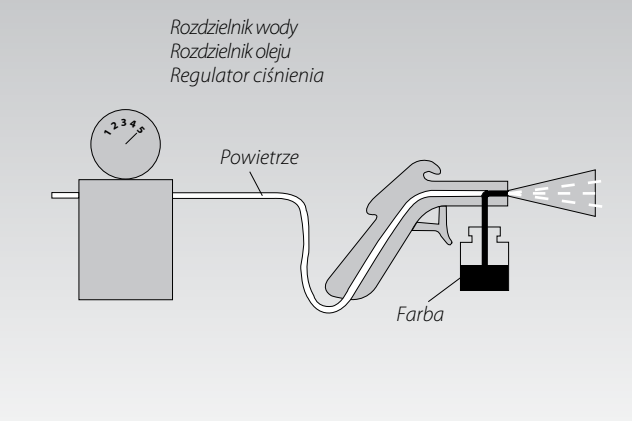
8.3.4. Zestawy dysz dla natrysku konwencjonalnego

Najważniejszą częścią konwencjonalnego aparatu natryskowego jest dysza wraz z wyposażeniem. Decyduje o tym, jaki efekt końcowy uzyskamy. W skład zestawu wchodzą: dysza robocza, iglica i dysza powietrzna. Własności farby oraz wymiary i kształty malowanego przedmiotu mają wpływ na dobór odpowiedniej dyszy roboczej.

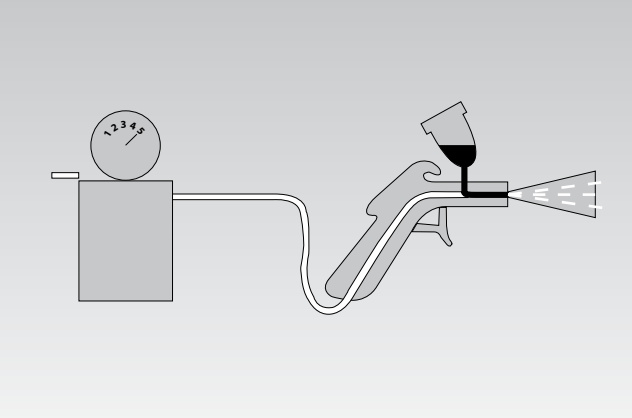
Jeśli zbyt dużo farby będzie podawane do dyszy o małej średnicy, szybkość przepływu farby będzie tak duża, że farba nie zostanie poprawnie rozpylona. Wynikiem tego będzie wadliwy rozkład farby w polu natrysku, wystąpią przegrabienia w pobliżu osi stożka natrysku, co może spowodować powstanie pęcherzy w powłoce. Odwrotnie, podawanie zbyt małej ilości farby do dyszy o dużej średnicy spowoduje nadmierne rozpylenie i w efekcie powstawanie zbyt cienkiej powłoki. Dobór dyszy powietrznej zależy od ilości podawanej farby, jej lepkości i zdolności do atomizacji. Sprawność pracy dyszy powietrznej zależy od ilości podawanego powietrza, ilości otworów wylotowych, wartości kątów oraz odległości od punktu, gdzie następuje zetknięcie strumieni farby i powietrza.

Im bliżej dyszy roboczej następuje zetknięcie się strumieni powietrza i farby, tym wydajniejsze jest rozpylenie. Oznacza to jednak, że wzrasta zagrożenie zanieczyszczenia dyszy farbą. Sprawna dysza powietrzna zużywa przeciętnie około 300-400 litrów powietrza na minutę przy ciśnieniu zasilania 2-4 bary. Dla farb, które dają się łatwo rozpylać, właściwa dysza powinna zużywać mniej powietrza i wytwarzać mniej aerozolu.

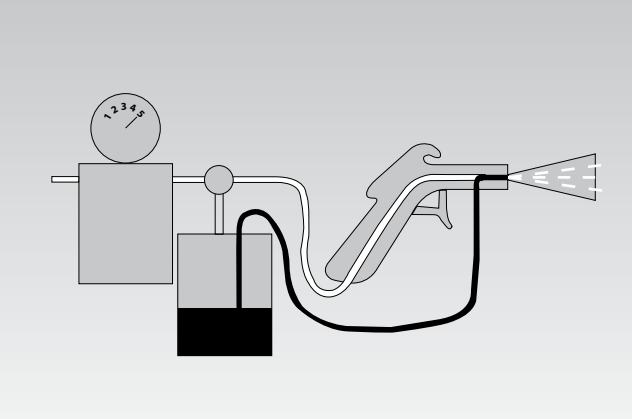
Dobór dysz ma wpływ zarówno na zanieczyszczenie otoczenia, jak i na jakość malowania. Prawidłowo wyregulowany pistolet ciśnieniowy wytwarza mniej „suchego natrysku" (farba, która zasycha w drodze pomiędzy dyszą i powierzchnią malowaną,



Rys. 9. Pistolet podciśnieniowy ze zbiornikiem u dołu.



Rys. 10. Pistolet podciśnieniowy ze zbiornikiem na górze.



Rys.11. Pistolet zasilany ciśnieniowo z ciśnieniowym zbiornikiem farby. Zasilanie w farbę może odbywać się także pompą tłokową, membranową lub zębatą.

opadająca w postaci pyłu), niż aparat zasilany metodą podciśnieniową. Ilość podawanego powietrza może być oddzielnie regulowana, do najniższego niezbędnego poziomu koniecznego do uzyskania właściwej jakości malowania. Są dwie dodatkowe możliwości ustawiania parametrów w samym pistolecie natryskowym. Reguluje się kąt stożka natryskowego oraz za pomocą położenia iglicy, dopasowuje przekrój pomiędzy światłem dyszy i iglicą, co decyduje o ilości podawanej farby.

Bardzo częstym błędem jest nadmierne zmniejszanie wydajności poprzez dławienie przekroju przepływu w dyszy za pomocą

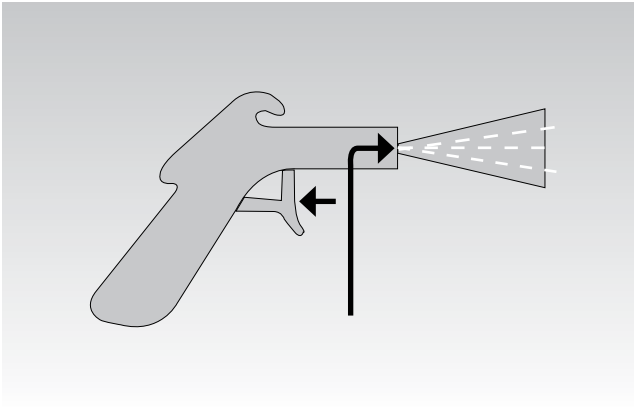
iglicy. Powoduje to znaczne zwiększanie tarcia i szybkie zużywanie się dyszy i iglicy. Znacznie lepszym rozwiązaniem jest wymiana dyszy roboczej i iglicy na mniejszą.

8.3.5. Poprawa sprawności transferu

Niezależnie od modyfikowania farb, niezbędne jest ciągłe usprawnianie metod ich aplikacji w celu obniżenia ujemnego wpływu procesów malowania na środowisko naturalne.
Wadą natrysku konwencjonalnego jest niska sprawność transferu farby na malowaną powierzchnię. Określamy go procentem stałych cząstek farby osiadających na malowanej powierzchni w stosunku do całkowitej ilości zużytej farby.
Najskuteczniejszym sposobem podniesienia sprawności transferu jest zastosowanie malowania elektrostatycznego. Innym sposobem jest stosowanie sprzętu HVLP (High Volume Low Pressure), w którym ciśnienie robocze jest znacznie niższe niż w tradycyjnym sprzęcie do natrysku konwencjonalnego. Jeszcze innym sposobem jest podgrzewanie farby i powietrza.

8.4. Natrysk bezpowietrzny

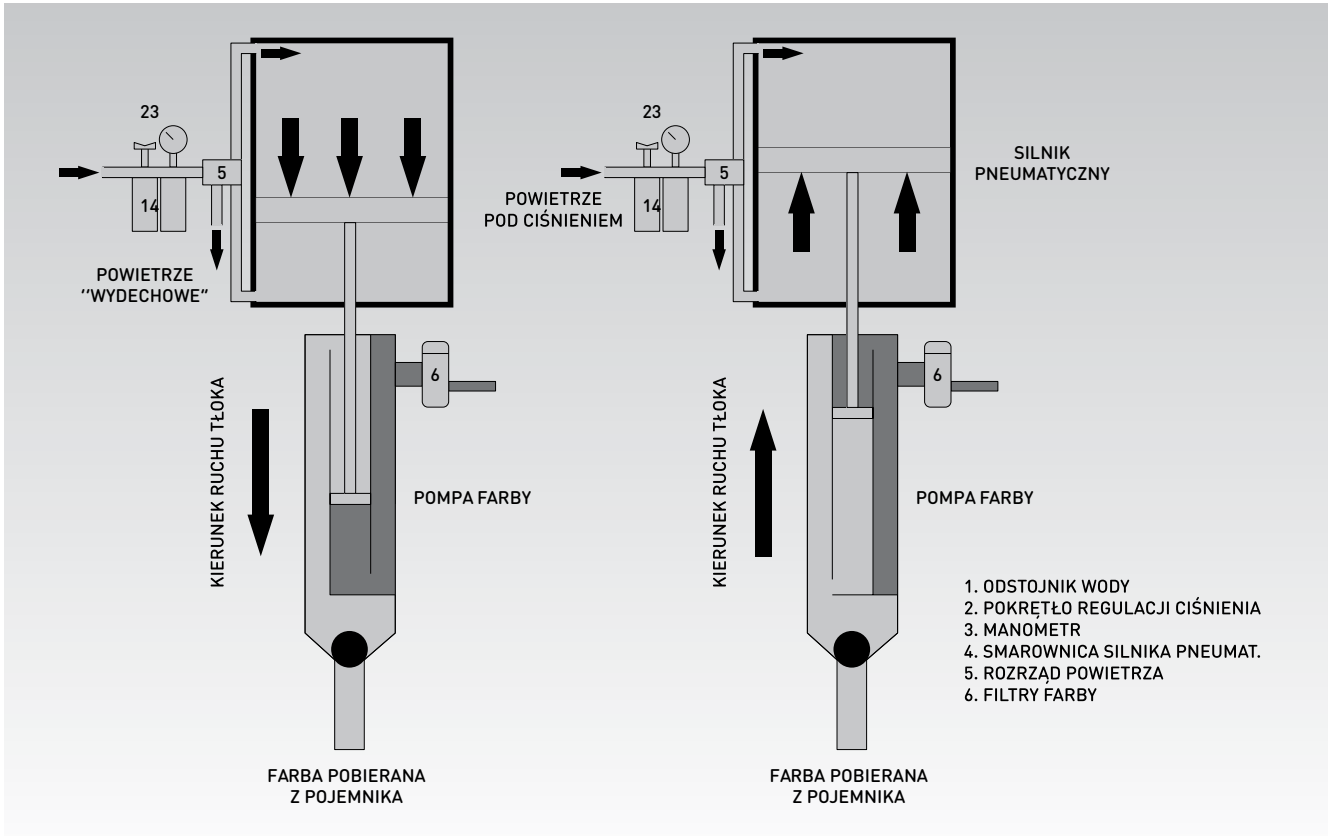
W chwili obecnej, natrysk bezpowietrzny jest najpowszechniej stosowaną metodą aplikacji farb w wytwórniach konstrukcji, stoczniach i szeroko rozumianym przemyśle. Stosowany jest także do malowania powierzchni drewnianych, malowania wyrobów w przemyśle meblowym, a także do malowania w budownictwie.



Rys. 12. Pistolet do natrysku bezpowietrznego.

8.4.1. Zasada natrysku bezpowietrznego

Przy natrysku bezpowietrznym farba podawana jest pod wysokim ciśnieniem wężem wysokociśnieniowym do pistoletu natryskowego, gdzie przetłaczana jest przez niewielki otwór dyszy wykonanej z twardego materiału. Farba ulega atomizacji na skutek: rozbicia w odpowiedniego kształtu dyszy, gwałtownej zmiany ciśnienia połączonej ze zderzeniem z powietrzem przy dużej prędkości wypływu.
Ciśnienie farby uzyskiwane jest poprzez zastosowanie pompy tłokowej lub membranowej. Pompa może być napędzana sprężonym powietrzem (najczęściej), energią elektryczną, silnikiem spalinowym lub hydrauliczną pompą nurnikową. Rys. 13 pokazuje bezpowietrzny zestaw natryskowy napędzany



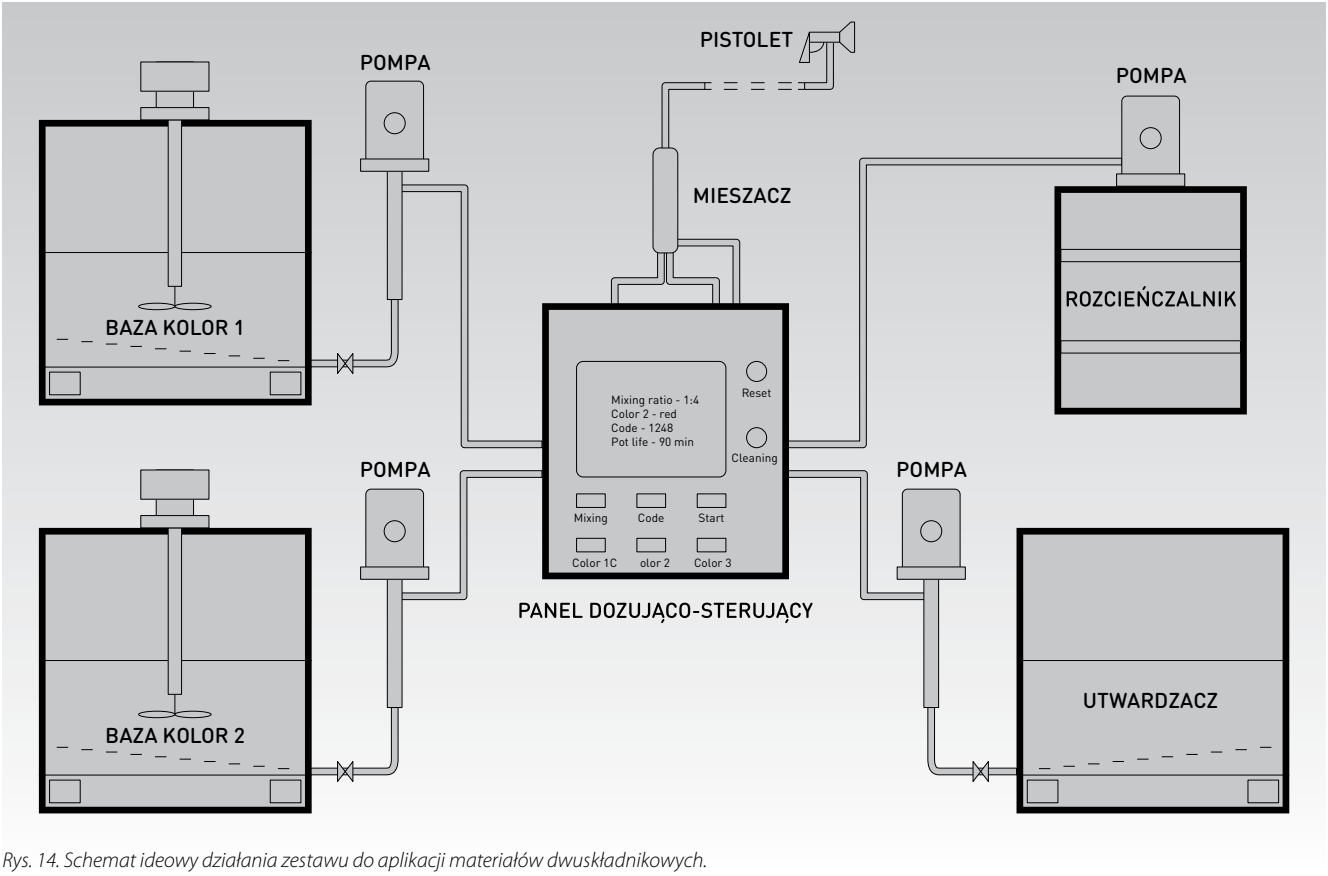
Rys. 13. Pompa do natrysku bezpowietrznego, konstrukcja.

pneumatyczną pompą tłokową. Ponieważ nie używamy sprężonego powietrza do rozpylenia farby, jak to jest w natrysku konwencjonalnym, metoda nazywa się bezpowietrzną (hydrodynamiczną).
Pneumatyczny zestaw do natrysku bezpowietrznego składa się z silnika powietrznego i pompy tłokowej do podawania farby. Stosunek powierzchni przekroju tłoka silnika powietrznego i nurnika pompy podającej farbę definiuje „przełożenie" ciśnieniowe systemu. Przykładowo, pompa o przełożeniu 40:1 wytwarza ciśnienie 200 barów, kiedy ciśnienie sprężonego powietrza podawanego do silnika powietrznego wynosi 5 barów. Efektywne ciśnienie na dyszy zależy także od długości i średnicy roboczej węża podającego farbę, ilości i gęstości filtrów (zabezpieczających przed przedostaniem się do dyszy niepożądanych zanieczyszczeń), średnicy dyszy, rodzaju farby oraz jej lepkości i temperatury.
Dobierając zestaw natryskowy, należy zwrócić uwagę na oczekiwaną wydajność, mierzoną w litrach na minutę. Zbyt mała przepustowość farby (wydajność) ogranicza stosowanie dysz o większej średnicy, nawet jeśli przełożenie ciśnieniowe jest dostatecznie duże. Skutkiem takiego niedopasowania będą cykliczne zmiany szerokości kąta strumienia natryskowego. Jeżeli wydajność objętościowa pompy jest zbyt mała, będzie się ona szybciej zużywać.
W czasie ustawiania ciśnienia roboczego, zawsze należy szukać najniższego ciśnienia zapewniającego poprawne rozpylenie farby. Zbyt wysokie ciśnienie powoduje przyspieszone zużycie pompy i węży podających farbę, a także zwiększa starty farby na skutek nadmiernego „suchego natrysku". Tiksotropowe farby epoksydowe, farby bitumiczne i chlorokauczukowe potrzebują wyższego ciśnienia. Bezrozpuszczalnikowe epoksydy, poliuretany i poliestry w celu osiągnięcia właściwej atomizacji potrzebują bardzo wysokich ciśnień rzędu 200-300 bar. Zbyt niskie ciśnienie lub zbyt wysoka lepkość farby w relacji do ciśnienia skutkuje wadliwym rozłożeniem strumienia natryskowego, objawiającego się w postaci smużenia (tzw. pisanie). Podgrzewając lub rozcieńczając farbę, zgodnie z zaleceniami producenta, obniżamy wymagane ciśnienie robocze na dyszy i ułatwiamy poprawny natrysk.
Obecnie na rynku dostępne są pompy zdolne do wytworzenia ciśnienia roboczego ponad 500 bar, w związku z powyższym należy zwrócić szczególną uwagę na to, czy pozostałe komponenty urządzenia do malowania hydrodynamicznego, tj. przewody i pistolety, są zaprojektowane do pracy pod ciśnieniem, jakie może powstać podczas aplikacji farby.

8.4.2. Sprzęt do natrysku materiałów dwuskładnikowych (2K), sprzęt do materiałów wielokomponentowych

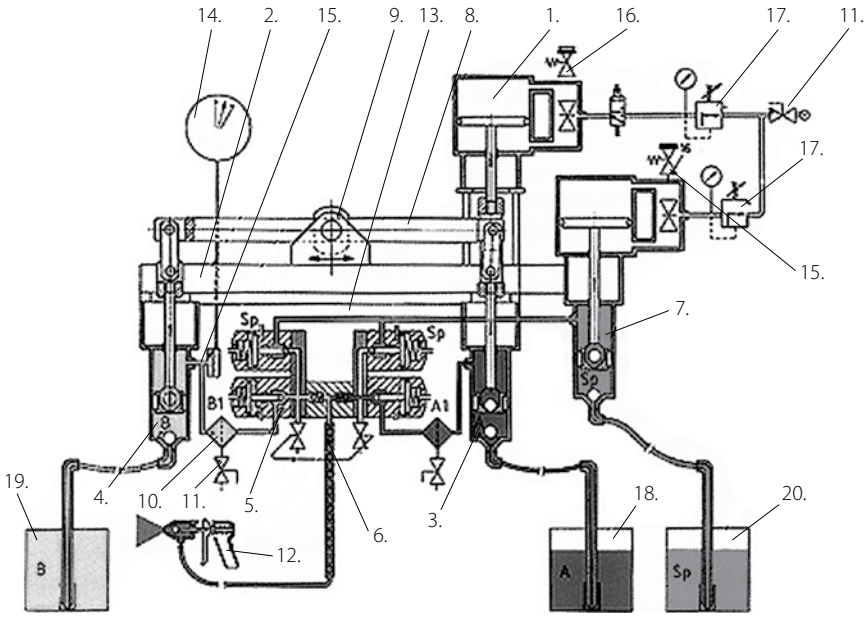
W momencie pojawienia się na rynku bezrozpuszczalnikowych powłok epoksydowych i poliuretanowych, producenci zaczęli oferować specjalistyczny sprzęt do bezpowietrznego natrysku materiałów dwuskładnikowych. W tych urządzeniach składniki farby mieszane są tuż przed wejściem do przewodu zasilającego pistolet. Było to konieczne ze względu na to, że część tych wyrobów ma krótkie okresy żywotności aplikacyjnej, wynoszącej czasami jedynie kilka minut. Często, w temperaturze pokojowej, mają one także zbyt wysoką lepkość, uniemożliwiającą poprawne rozpylenie przy normalnych ciśnieniach. Z tych względów, sprzęt jest często wyposażony w system podgrzewania farby. W takim przypadku przewody podające materiał są izolowane i maksymalnie skrócone, dla zabezpieczenia przed schłodzeniem materiału na drodze do dyszy pistoletu natryskowego. Tylko kilka końcowych metrów przewodu pozostaje bez izolacji, dla ułatwienia malarzowi operowania pistoletem. Zestaw 2K powinien być zawsze dostarczany z dodatkową pompą do płukania odcinka od mieszacza do pistoletu.
Sprzęt do aplikacji materiałów dwuskładnikowych pozwala na oszczędne zużycie materiału, gdyż składniki farby ulegają zmieszaniu tuż przed wężem zasilającym, a czasami dopiero w pistolecie natryskowym. Składniki farby podawane są oddzielnie i nie mogą wchodzić w reakcje i proces wiązania. Z tego względu sprzęt 2K staje się coraz powszechniej stosowanym wyposażeniem malarni używających typowych wodorozcieńczalnych i rozpuszczalnikowych farb epoksydowych i poliuretanowych, zwłaszcza tam, gdzie zużywane są ich duże ilości.
Urządzenia automatycznie mieszające składniki farb znajdują zastosowanie w zakładach, które z racji swojego charakteru produkcji stosują ograniczoną ilość kolorów W takiej sytuacji każdy z kolorów danej farby przypisany jest do swojej pompy, a pompa dozująca utwardzacz (i ewentualnie rozcieńczalnik) jest wspólna. Zmiana kolorów i płukanie pistoletów realizowane są poprzez wybór odpowiedniej komendy na panelu sterowania.
Pierwsze agregaty o zmiennym stosunku mieszania miały proporcje ustalane mechanicznie. Stosunek mieszania zależał od ustawienia podparcia łożyska belki napędzającej obie pompy przez wspólny silnik (rys. 14).
Poprzez zmianę wielkości cylindrów możliwe jest wybranie proporcji mieszania w stosunku np. 1:1, 1:2, 1:3 i 1:4. Niektóre modele sprzętu posiadają regulowany stosunek mieszania, który może być ustalany przez długość skoku cylindra. W obu przypadkach cylindry napędzane są motorem pneumatycznym o wysokiej wydajności.
Zwykle dwa zewnętrzne cylindry pompują tak zwany składnik „bazowy" farby, średni cylinder pompuje „najtwardszy" składnik farby, który ma niższą lepkość. W ten sposób obciążenie sprzętu jest rozłożone bardziej równomiernie. Z tych cylindrów składniki farby przesuwają się do oddzielnych węży i trafiają do części mieszalnych pistoletu natryskowego, gdzie są mieszane i rozpoczynają reakcję utwardzania. Ponieważ okres przydatności produktu jest krótki, szczególnie dla produktów bezrozpuszczalnikowych, w których składniki są podgrzewane, niezatrzymane mogą wypłynąć podczas aplikacji.

Zalety wielokomponentowego systemu natryskowego:
- stosunek mieszania składników jest zawsze właściwy,
- mieszanie jest dokładne,
- niższe zapotrzebowanie na rozcieńczalniki do mycia,
- krótki czas mycia,



Rys. 14. Schemat ideowy działania zestawu do aplikacji materiałów dwuskładnikowych.

1. Silnik powietrzny
2. Rama
3. Pompa bazy
4. Pompa utwardzacza
5. Zawór
6. Mieszacz
7. Pompa płucząca
8. Dźwignia regulacji pompy
9. Łożysko
10. Filtr materiałowy bazy
11. Zawór kulowy dopływu powietrza
12. Pistolet natryskowy
13. Jednostka kontrolująca stosunek mieszaniny
14. Zawór ciśnieniowy
15. Wartość ciśnienia
16. Zawór regulacji ciśnienia
17. Regulator ciśnienia powietrza
18. Zbiornik A (baza)
19. Zbiornik B (utwardzacz)
20. Zbiornik na rozpuszczalnik



Rys. 15. Zasada działania zestawu do aplikacji materiałów dwuskładnikowych o regulowanej proporcji mieszania.

- mniejsza emisja rozpuszczalników przy zamkniętym obiegu w systemie,
- poprawa warunków pracy,
- możliwe dostawy farb w dużych opakowaniach,
- mniejsze straty farb,
- informacja o czasie życia mieszaniny,
- kontrola zużycia materiałów.

8.4.3. Zalety i wady natrysku bezpowietrznego

Natrysk bezpowietrzny oferuje większą wydajność malowania i niższe zapotrzebowanie na rozcieńczalniki w porównaniu z innymi technikami aplikacji. Powłoki mogą być nakładane grubymi warstwami (nawet do ponad 500 µm), tak że specyfikowana grubość powłoki ochronnej może być uzyskana przy mniejszej ilości warstw niż w natrysku konwencjonalnym bądź malowaniu pędzlem. Jest to bardzo ważny aspekt w przypadku farb, których działanie zależy od odpowiednio wysokiej grubości, np. GrafoTherm czy Fontefire ST60.
Jest to jedyna właściwa metoda malowania dla farb z ciężkim wypełnieniem oraz farb etylokrzemianowych.
Do wad aplikacji bezpowietrznej należą m.in. trudność w uniknięciu powstawania zacieków, zwłaszcza przy malowaniu skomplikowanych kształtów oraz wysoki koszt inwestowania w taki sprzęt.
Pistolet do natrysku bezpowietrznego nie posiada możliwości regulowania kąta strumienia farby i ilości farby. Zmianę taką uzyskujemy przez zastosowanie innej dyszy. Pewien zakres regulacji można osiągnąć na drodze zmiany lepkości farby oraz ciśnienia podawanego materiału. Dostępne są dysze nastawne, dzięki którym w jednej chwili możemy zmienić szerokość krycia strumienia (kąt natrysku). Dysze takie są jednak zalecane do użycia przy aplikacji materiałów grubowarstwowych, o niewielkich wymaganiach w stosunku do jakości wykończenia powierzchni.

8.4.4. Natrysk bezpowietrzny z podgrzewaniem

Gorący natrysk bezpowietrzny został opatentowany przez Duńczyka Jamesa Bede, po drugiej wojnie światowej. Amerykanie, bracia Eric i Ewan Nord, nabyli prawa do patentu w 1949 roku i udoskonalili metodę gorącego natrysku bezpowietrznego w latach 50. Większość producentów malarskiego sprzętu aplikacyjnego oferuje obecnie wyposażenie do gorącego natrysku bezpowietrznego. Instalacje takie są bardzo popularne wśród masowych producentów wyrobów finalnych i zaczynają zdobywać popularność wśród firm wykonawczych.
Koszt nabycia zestawu do gorącego natrysku bezpowietrznego jest około dwukrotnie wyższy od zestawu sprzętu klasycznego. Ta metoda aplikacji może z powodzeniem być przystosowana do natrysku elektrostatycznego.

8.4.5. Dlaczego podgrzewamy farby?

Ogrzewając farbę, obniżamy jej lepkość, co zmniejsza zapotrzebowanie na rozcieńczalniki, pozwala na pracę przy niższych ciśnieniach oraz poprawia wydajność malowania. Po opuszczeniu dyszy, z farby bardzo szybko odparowują rozpuszczalniki i spada temperatura rozpylonego strumienia. Jeśli podgrzejemy farbę, rozpylenie (atomizacja) może być osiągnięte przy niższych ciśnieniach w porównaniu z klasycznym natryskiem bezpowietrznym. Przy pracy z niższymi ciśnieniami szybkość gorącego strumienia aerozolu farby jest niższa, zatem posiadamy łatwiejszą nad nim kontrolę. Farba ma mniejszą tendencję do tworzenia zacieków i tym sposobem możemy uzyskiwać grubsze warstwy niż przy natrysku bez podgrzewu.
Korzyści uzyskiwane przy podgrzewaniu farby to:
- oszczędności w zużyciu farby,
- uzyskanie lepszej jakości powierzchni malowanej (wyższa rozlewność ciepłej farby),
- mniejsze zanieczyszczenie środowiska pracy – obniżenie ilości dodawanego rozpuszczalnika lub stosowanie materiałów bezrozpuszczalnikowych,
- większe bezpieczeństwo pracy,
- mniejsze zużycie pomp i wydłużenie żywotności dysz natryskowych poprzez obniżenie ciśnienia roboczego.

Czasami podgrzewanie farby jest niekorzystne. Podczas malowania dużych, skomplikowanych konstrukcji (np. suwnic, dźwigów), drobiny tworzące „suchy natrysk", opadając na już pomalowaną powierzchnię, nie wtapiają się w nią, lecz kleją się do mokrej powierzchni, tworząc na niej „efekt papieru ściernego". Możemy uniknąć tego zjawiska poprzez zastosowanie wolno parujących rozpuszczalników, które utrzymują powierzchnię pomalowaną w stanie mokrym przez dłuższy okres i wydłużają czas do osiągnięcia pyłosuchości powłoki.
Podgrzanie farby może także spowodować żelowanie lub tworzenie się mikrootworów (pinholes) w powłoce. Zalecane jest skonsultowanie się z producentem farby, aby uzyskać informacje o możliwości i ewentualnych temperaturach podgrzewania. Odnosi się to w szczególności do farb wodorozcieńczalnych.

8.4.6. Zasada działania i sposób użycia natrysku bezpowietrznego z podgrzewaniem

Podstawowymi składnikami wyposażenia do gorącego natrysku bezpowietrznego są: pompa podająca farbę, podgrzewacz farby, filtr i system cyrkulacji farby. Filtr powinien zawsze być dobrany z uwzględnieniem rozmiaru używanej dyszy, tak aby nie spowodować jej zablokowania. Są dwa rodzaje podgrzewaczy:
- podgrzewacze elektryczne bezpośrednie,
- podgrzewacze pośrednie, gdzie ciepło z energii elektrycznej przekazywane jest do czynnika pośredniego (wody), który ogrzewa farbę.

W systemach wysokociśnieniowych podgrzewacze muszą być odporne na wpływy wysokiego ciśnienia, które jest zróżnicowane, w zależności od producenta sprzętu i jego przeznaczenia waha się w granicach 105-300 barów.
Temperatura farby regulowana jest przez nastawny termostat i może się zmieniać w granicach 30-90°C. Podgrzewacze wyposażone są w mechaniczny regulator temperatury przegrzania, zapobiegający przegrzaniu farby w momencie awarii sprzętu.
We wszystkich typach aplikacji natryskowej należy dążyć do pracy przy najniższym możliwym ciśnieniu, dla uniknięcia odbijania się farby od powierzchni i powstawania „suchego natrysku". Zbyt często malarze ustawiają wszystkie regulacje na maksimum. Jeśli występuje potrzeba podania większej ilości farby, należy zmienić dyszę na większą.
W systemie z cyrkulacją powrotną znajduje się przewód od pistoletu do powrotnego obiegu, który, w miarę potrzeby, posiada zawór zwrotny z możliwością jego regulowania lub zamknięcia. Ta cyrkulacja powrotna umożliwia wznowienie natrysku bezpośrednio po przerwie, gdyż farba utrzymuje stałą temperaturę i nie ma potrzeby zwiększania ciśnienia.
Jeśli stosujemy podgrzewanie, farba jest rozpylana przy niższym ciśnieniu, w porównaniu z normalnym natryskiem bezpowietrznym.

8.4.7. Dysze do natrysku bezpowietrznego

Rodzaj farby, wymagana grubość nakładanej warstwy, rozmiar i kształt malowanego obiektu powinny decydować o wyborze dyszy. W praktyce spotykamy dwa rodzaje dysz: szczelinowe i okrągłe. Dysze okrągłe są generalnie używane do malowania elektrostatycznego.
Wewnętrzna część robocza dyszy wykonana jest zazwyczaj z twardego metalu (węgliki spiekane), co znacznie podnosi jej odporność na zużycie. Dysza posiada otwór roboczy, którego wymiary powinny zależeć od rodzaju malowanego obiektu oraz stosowanej farby. Wymiary podawane są zazwyczaj w tysięcznych częściach cala, a czasami w setnych częściach milimetra. Wymiar otworu roboczego dyszy dobieramy w zależności od wymaganej grubości nakładanej warstwy oraz od rodzaju farby. Przykładowo, połyskowe emalie nawierzchniowe nakładane są dyszami o rozmiarach 0,011-0,015 cala, grunty epoksydowe lub materiały grubo warstwowe wymagają dyszy o rozmiarach 0,015-0,026 cala, a dla farb z rodziny DryTech zakres ten kończy się na 0,039'.
Dysze o większych rozmiarach są zalecane do gruntów i emalii nawierzchniowych o wyższych lepkościach, takich jak chlorokauczuki, modyfikowane farby epoksydowane oraz farby winylowo-smołowe.
Specjalne powłoki zawierające wielkocząsteczkowe, specjalne pigmenty wymagać będą stosowania dysz o dużych rozmiarach.
Kolejnym ważnym czynnikiem doboru dyszy jest kąt stożka, który decydować będzie o szerokości strumienia natryskowego. Do malowania przedmiotów o małym przekroju poprzecznym używamy dysz o małym kącie strumienia: 20-30°, dla uniknięcia nadmiernych „przetrysków". Dla powierzchni pełnościennych lub z profili konstrukcyjnych o dużych wymiarach szerokość strumienia należy zwiększyć poprzez wybór dysz o większym kącie.
Dysze zużywają się, wskutek wycierania podczas transportu farby. Wybierając nową dyszę o wymaganych parametrach, musimy się liczyć z jej wymianą wraz z upływem czasu pracy. Z tego powodu konieczne jest częste sprawdzanie własności roboczych dyszy, np. przez porównanie parametrów z nową dyszą i w razie istotnych zmian jej wymiana. Malowanie przy pomocy zużytej dyszy może spowodować szereg wad wykończenia powłoki, szczególnie widocznych przy malowaniu wyrobami połyskowymi. Czas, po jakim dysza ulegnie zużyciu, zależy od kilku czynników:

- jakości materiałów zastosowanych do wytworzenia dyszy,
- ilości farby wymalowanej,
- lepkości oraz zawartości wycierających pigmentów (cynk, szkło, błyszcz żelazowy),
- ciśnienia natrysku.

Poza normalnymi, stałymi dyszami wykonanymi z twardych metali, dostępne są także dysze nastawne, oferujące możliwość regulowania otworu roboczego w pewnym zakresie. W tym przypadku ilość podawanej przez dysze farby i kształt strumienia natryskowego mogą być zmienione, zgodnie z bieżącymi potrzebami.
Część dysz natryskowych to tzw. dysze rewersyjne. Są to dysze osadzone w cylindrycznym lub kulowym gnieździe obsady w pistolecie i mogą być obracane o 180°, dzięki czemu istnieje możliwość wydmuchnięcia ewentualnych zanieczyszczeń. Po ponownym obrocie dysza wraca do pozycji roboczej. Ten typ dyszy jest najwygodniejszy dla większości użytkowników, zwłaszcza jeśli używane są materiały o niższym stopniu roztarcia wypełniaczy, gdyż czyszczenie przytkanej dyszy rewersyjnej jest szybkie i łatwe.

8.4.8. Natrysk w osłonie powietrznej

Natrysk w osłonie powietrznej (z ang. air-assist), ma kilka nazw w zależności od producenta sprzętu, np. Aircoat, Airmix. Zasada działania jest podobna jak w natrysku bezpowietrznym – farba pod ciśnieniem opuszcza dyszę i następuje jej rozprężenie – atomizacja. Zasadniczą różnicą jest to, że pistolet do aplikacji w osłonie powietrza ma 2 węże zasilające – jeden z farbą o ciśnieniu 80-200 bar, drugi z powietrzem o ciśnieniu 2-4 bar.
Niewielka ilość powietrza, ok. 50-150 l/min, przepływająca przez otwory w kapturze wpływa na polepszenie atomizacji. Dodatek powietrza osłonowego powoduje lepszy wygląd finalny powłoki, a sama aplikacja ma wyższy transfer i generuje mniej „suchego natrysku" w porównaniu do aplikacji bezpowietrznej.
Pompy do malowania w osłonie powietrza wyposażone są w rozgałęźnik powietrza i reduktor z manometrem. Zazwyczaj używa się pomp membranowych lub tłokowych o przełożeniach do 48:1. Technika ta jest bardzo przydatna przy malowaniu elektrostatycznym.

8.4.9. Technika malowania natryskowego

Właściwości malowania natryskowego zależą przede wszystkim od typu sprzętu aplikacyjnego i rodzaju farby. Ponieważ natrysk bezpowietrzny charakteryzuje się mniejszymi stratami i zapyleniem od natrysku konwencjonalnego, stał się on podstawową metodą aplikacji farb.

Parametry sprzętu natryskowego powinny być dobrane do wymagań aktualnie nakładanej powłoki malarskiej. Przed rozpoczęciem malowania należy upewnić się, jakie ciśnienie robocze i rozmiar dyszy są zalecane przez producenta wyrobów malarskich (informacje te można znaleźć w kartach technicznych poszczególnych wyrobów).

Na wstępie należy ustalić, jaka byłaby najlepsza kolejność malowania. Staranne zaplanowanie kolejności i sposobu malowania obniży koszty i podniesie sprawność wykonywania prac.

Używanie spustu pistoletu natryskowego

Należy zwrócić szczególną uwagę na używanie spustu pistoletu natryskowego. W kolejnych przejściach stożek farby powinien powstawać tuż przed kontaktem z malowaną powierzchnią i zanikać tuż po jej opuszczeniu. Przy malowaniu dużych płaszczyzn ruch pistoletu powinien zaczynać się na samym końcu pasa już pomalowanego, przy czym spust powinien być naciskany już podczas ruchu pistoletu, tuż przed granicą obszaru pomalowanego i niepomalowanego, a zwalniany tuż przed zakończeniem przejścia. Naciskanie spustu równocześnie z rozpoczynaniem ruchu pistoletu lub malowanie ciągłe w czasie nawrotów do kolejnych przejść spowoduje powstanie przegrubień w miejscach tych nawrotów.

Zależność między szybkością malowania i odległością dyszy od powierzchni malowanej

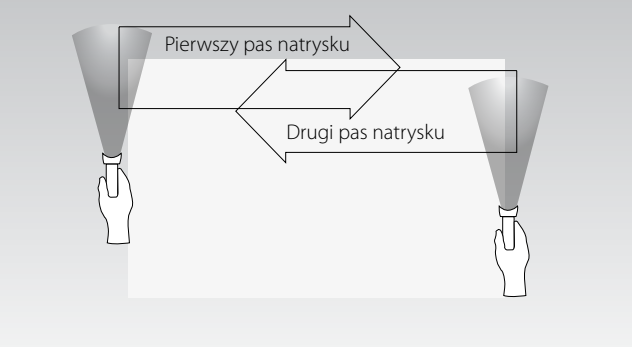
Utrzymanie stałej poprawnej odległości dyszy od malowanej powierzchni i odpowiednia szybkość przesuwania pistoletu jest umiejętnością, którą malarz może nabyć jedynie w drodze praktyki. W zależności od osobistych predyspozycji malarzy, czas zdobywania tych umiejętności będzie różny. Ważne jest, aby sprawdzać, czy na powierzchnię nakładana jest właściwa ilość farby. Zbyt cienka warstwa nie pozwoli na uzyskanie gładkiej powierzchni, natomiast zbyt duża ilość farby na powierzchniach pionowych spowoduje powstanie zacieków.

Malowanie powierzchni płaskich (blach)

Przy malowaniu płaskiego arkusza blachy rozpoczęcie natrysku, przy każdym przejściu, powinno zaczynać się tuż przed krawędzią arkusza, a jego zakończenie tuż po przemieszczeniu się poza krawędź przeciwną.

Malowanie wykonujemy jako proste, równomierne i równoległe pasy strumienia natryskowego, pamiętając o pokrywaniu ok. 50% szerokości uprzednio wykonanego „przejścia". Im bliżej powierzchni malowanej znajduje się dysza, tym więcej farby pozostawiane jest w przeliczeniu na jednostkę powierzchni, zatem szybkość przemieszczania się dyszy względem powierzchni musi być większa, aby uniknąć powstawania zacieków. Jeśli dysza pistoletu jest zbyt daleko od powierzchni malowanej, efektem będą zbyt duże przetryski i pojawienie się tzw. „suchego natrysku" – farba docierająca do powierzchni jest zbyt sucha i nie formuje poprawnej, ciągłej warstwy.

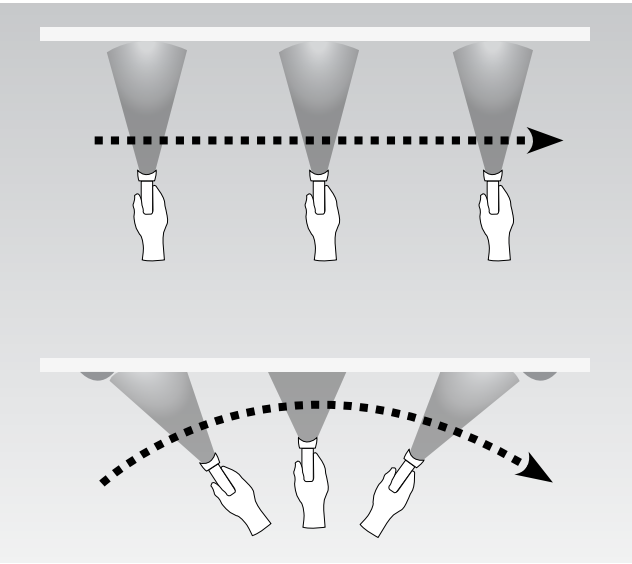
Prawidłowe posługiwanie się pistoletem jest podstawą w malowaniu natryskowym. Ważnym jest, aby na samym początku pomalować poprawnie krawędzie arkusza bez nadmiernych strat farby.



Rys. 16. Malowanie powierzchni płaskiej. Kolejne przejście strumienia natryskowego powinno zawsze pokryć ok. 50% szerokości przejścia poprzedniego.

Malowanie długich elementów

Długie elementy to takie, na których nie można wykonać pasa malowania od jednej krawędzi do drugiej bez jego przerwania. Elementy takie dzielimy umownie na kilka sekcji o wymiarze od 0,6 do 1,5 m, które malowane są w sposób identyczny jak pola sąsiadujące. Pola te powinny na siebie zachodzić, dla zapewnienia równomiernego pokrycia całej powierzchni. Taka sama technika natrysku stosowana jest przy malowaniu dużych, jednorodnych powierzchni, takich jak dachy i ściany.

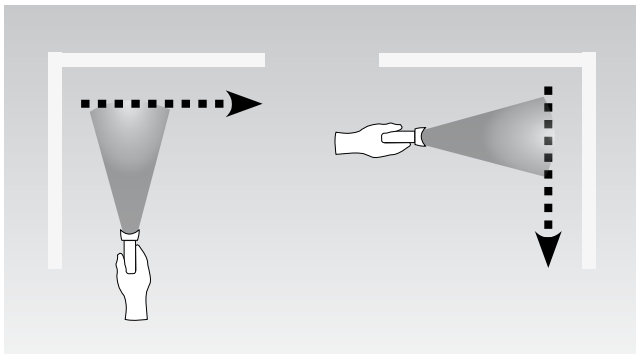


Rys. 17. Pistolet natryskowy powinien zawsze być prowadzony prostopadle do malowanej powierzchni (rys. górny). Jeśli pistoletem zakreślamy łuki (ręka tenisisty), zmieniają się kąty padania strumienia i tym samym zmienia się grubość warstwy. Na krańcach pojawiają się odbicia farby od powierzchni powodujące suchy natrysk.

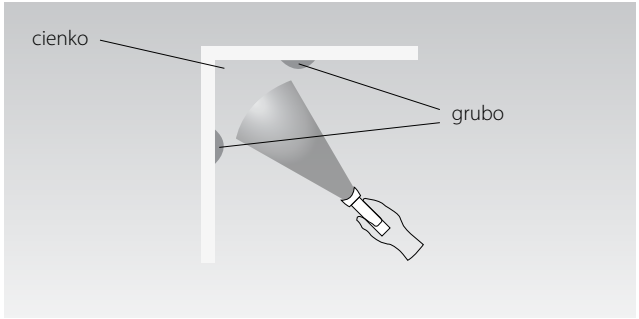
Odległość między powierzchnią malowaną a pistoletem natryskowym

Natrysk powinien być prowadzony przy zachowaniu stałej odległości pomiędzy dyszą pistoletu i powierzchnią malowaną. Jeśli dysza jest zbyt blisko powierzchni i na dodatek jest przemieszczana zbyt wolno, za dużo farby będzie osiadało na małej powierzchni i powstaną zacieki. Typową odległością dyszy od malowanej powierzchni dla natrysku konwencjonalnego jest około 150-300 mm i około 250-400 mm dla natrysku bezpowietrznego. Odległość taka powinna być stale zachowywana przy malowaniu całej powierzchni. Pistolet nie powinien być prowadzony po łuku, gdyż spowoduje to ciągłe zmiany odległości i kąta padania strumienia, co w rezultacie obniży jakość malowania.

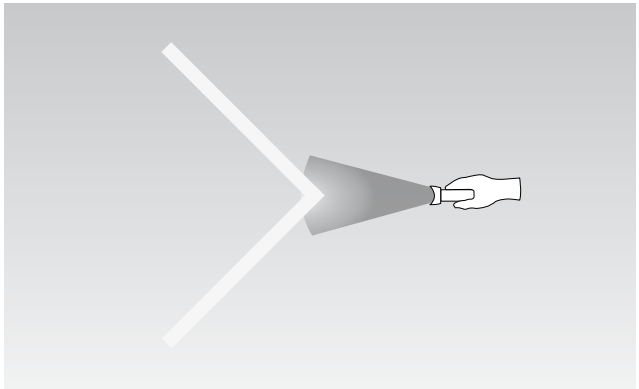
Malowanie kątów i miejsc trudnodostępnych



Rys. 18. Malowanie wewnętrznego narożnika, każda płaszczyzna powinna być pomalowana osobno, zaczynając od naroża.



Rys. 19. Złe prowadzenie pistoletu skutkuje rozrzutem grubości.



Rys. 20. Właściwy sposób malowania naroży zewnętrznych.

Przy malowaniu naroży wewnętrznych lub półotwartych kieszeni, natrysk powinien być prowadzony w ten sposób, aby poszczególne płaszczyzny były malowane oddzielnie.

Malowanie narożnika wewnętrznego poprzez skierowanie strumienia natryskowego wzdłuż dwusiecznej kąta spowoduje nierównomierne rozłożenie farby na powierzchniach. Sam narożnik nie będzie domalowany (na skutek wytworzenia poduszki powietrznej), natomiast na przyległych powierzchniach pojawią się przegrubienia powłoki i zacieki.

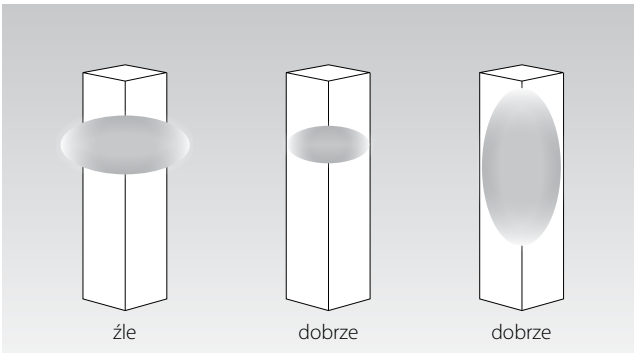
Przy malowaniu naroży zewnętrznych najpierw malujemy grzbiet, a następnie przyległe płaszczyzny, prowadząc strumień natryskowy prostopadle do każdej z nich.

Malowanie wąskich przedmiotów

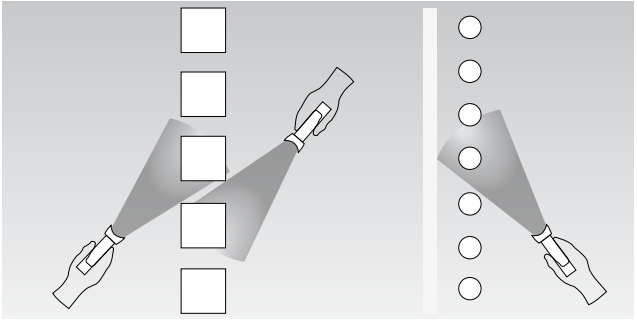
Szerokość stożka natrysku powinna być dostosowana do przekroju malowanego obiektu. Dla wąskich i długich elementów szeroki strumień nie jest odpowiedni. Dla takich obiektów musimy stosować dysze o małym kącie, kryjące powierzchnię malowaną i niepowodujące nadmiernych przetrysków. Należy unikać malowania zbyt wąskim strumieniem, wymaga to dużej wprawy od malarza, gdyż łatwo o spowodowanie zacieków.

Malowanie obiektów o skomplikowanych kształtach

Przy malowaniu przedmiotów ażurowych, jak kraty podestowe lub podobnych, kierunek natrysku powinien być tak dobrany, aby strumień farby pokrył jak największą powierzchnię w jednym przejściu. Podczas malowania przedmiotów ażurowych należy od tyłu stosować ekrany osłaniające przed nadmiernymi przetryskami oraz odbijającymi część farby na tylne powierzchnie przedmiotu. W czasie malowania dużych



Rys. 21. Straty na skutek przetrysku można zminimalizować przez dobór odpowiedniej dyszy lub ustawienie kąta natryskiwanego stożka farby (przy natrysku konwencjonalnym). Najlepsze rozwiązanie pokazano na środkowym rysunku.



Rys. 22. Malowanie przedmiotów ażurowych.

i skomplikowanych wyrobów, bardzo istotne jest wcześniejsze zaplanowanie kolejności malowania dla uniknięcia wtórnego nanoszenia farby na powierzchnie już pomalowane, co prowadzi do przegrubień i pogorszenia wcześniej uzyskanego efektu.

8.5. Natrysk elektrostatyczny

Przy natrysku elektrostatycznym, farba zostaje naładowana ładunkami elektrycznymi w pistolecie natryskowym. Przedmiot malowany zostaje uziemiony, tworząc tym samym przeciwny biegun pola elektrostatycznego. Cząsteczki farby poruszają się wzdłuż linii rozkładu sił pola w kierunku i dookoła malowanego przedmiotu. Zaletami tej metody malowania są obniżone straty farby oraz znacznie dokładniejsze pomalowanie niewielkich przedmiotów.
Natężenie pola elektrycznego zależy od wielu czynników, w tym:

Odległości pistoletu od malowanego przedmiotu oraz od wysokości napięcia elektrycznego. Przedmiot malowany jest uziemiony, a różnica napięcia elektrycznego osiągana jest na drodze ładowania elektrycznego cząsteczek farby w dyszy pistoletu. W zależności od rodzaju sprzętu stosuje się napięcia w granicach 30-90 kV (przy sprzęcie do natrysku ręcznego).

Odległości przedmiotu. Im mniejsza odległość, tym silniejsze pole elektryczne. Jednak w praktyce nie jest korzystne nadmierne zbliżanie pistoletu do malowanego przedmiotu, zatem stosujemy podobne odległości, jak przy malowaniu tradycyjnym. W niektórych zestawach sprzętu do malowania elektrostatycznego istnieje możliwość regulowania napięcia.

Energii kinetycznej rozpylonej farby. Im mniejsza energia kinetyczna, tym większe możliwości jej przezwyciężenia przez pole elektryczne i skierowania rozpylonych cząstek farby „wokół" malowanego elementu. Cząstki farby powinny być jak najmniejsze, tzn. posiadać jak najniższą masę. Najważniejszym czynnikiem jest obniżenie prędkości przemieszczania się cząstek farby, co znacznie poprawia skuteczność procesu.

Własności elektrycznych farby. Farba lub lakier powinny posiadać pewne własności przewodzące, lecz równocześnie powinny posiadać odpowiednią oporność. Zazwyczaj przewodność farby określana jest na drodze pomiaru oporności i, jeśli to konieczne, można ten parametr dopasować poprzez dodanie specjalnych rozpuszczalników.

Kształtu i budowy malowanego przedmiotu. Na malowanie elektrostatyczne duży wpływ ma tzw. „Efekt Faradaya". Cząstki farby mają tendencję do przemieszczania się wzdłuż linii sił pola elektrycznego do najbliższej powierzchni, a to utrudnia dotarcie farby do wewnętrznych powierzchni zagłębień.

Wentylacji przestrzeni, gdzie odbywa się natrysk elektrostatyczny. Przy natrysku elektrostatycznym prędkość powietrza wentylacji w obrębie kabiny malarskiej nie powinna przekraczać 0,5 m/sek. Jeśli szybkość strumienia powietrza jest zbyt duża, spada efektywność natrysku, gdyż przepływające powietrze zabiera ze sobą lżejsze cząsteczki farby.

Uziemienia. Instalacja uziemiająca musi zawsze być wykonana bardzo starannie. Linia do malowania oraz zawieszki muszą być często czyszczone dla eliminowania powstawania izolacyjnej warstwy starej farby. Niesprawne uziemienie obniża efektywność malowania, a także tworzy zagrożenie wybuchem lub pożarem. Farby z łatwopalnymi rozpuszczalnikami nie są zalecane do malowania elektrostatycznego.

8.5.1. Elektrostatyczna metoda odśrodkowa

W tej metodzie farba podawana jest na wirujący dysk, którego prędkość obrotowa wynosi od 5.000 do 80.000 obr./min. Dzięki działaniu siły odśrodkowej farba przemieszcza się do krawędzi dysku, gdzie zostaje zatomizowana i naelektryzowana. W tego typu sprzęcie sprężone powietrze jest używane dla wspomagania skierowania aerozolu farby w żądanym kierunku. Efektywność transferu farby do powierzchni malowanej jest bardzo wysoka i dochodzi do 95%. Metoda ta stosowana jest głównie na liniach produkcyjnych i może być użyta do malowania farbami wodorozcieńczalnymi. W tym przypadku całe wyposażenie, łącznie z wężami podającymi farbę, musi być izolowane.

8.5.2. Konwencjonalne malowanie elektrostatyczne

Konwencjonalne malowanie elektrostatyczne jest odpowiednie do malowania małych, zróżnicowanych przedmiotów. Pole elektrostatyczne znacznie obniża straty i niebezpieczeństwo przetrysków, charakterystycznych dla natrysku powietrznego, z zachowaniem wydajności malowania rzędu 100-300 ml/min. Metoda ta nadaje się do malowania farbami wodorozcieńczalnymi. W tym przypadku całe wyposażenie, łącznie z wężami podającymi farbę, musi być izolowane.

8.5.3. Elektrostatyczne malowanie natryskiem bezpowietrznym

Elektrostatyczne malowanie natryskiem bezpowietrznym jest metodą odpowiednią do malowania dużych obiektów i w porównaniu z elektrostatycznym natryskiem konwencjonalnym, daje lepsze wyniki przy malowaniu elementów o skomplikowanych kształtach, np. z wnękami. Na pistolecie znajduje się przełącznik umożliwiający odłączenie generatora wysokiego napięcia i pracuje on wtedy jak typowy sprzęt bezpowietrzny. System może pracować w układzie z podgrzewem oraz w osłonie powietrznej, dając w efekcie natrysk elektrostatyczny z podgrzewem w osłonie powietrznej. Metoda jest także odpowiednia dla farb wodorozcieńczalnych. W tym przypadku całe wyposażenie, łącznie z wężami podającymi farbę, musi być izolowane.

8.6. Inne sposoby aplikacji farb

8.6.1. Malowanie zanurzeniowe

Malowanie zanurzeniowe stosuje się tam, gdzie estetyka wykończenia jest co najmniej drugorzędna. Do malowania tą metodą nadają się elementy o prostych kształtach, pozbawione tzw. kieszeni mogących zatrzymywać farbę (fot. 25).

Fot. 25. Malowanie końcówek prętów metodą zanurzeniową.

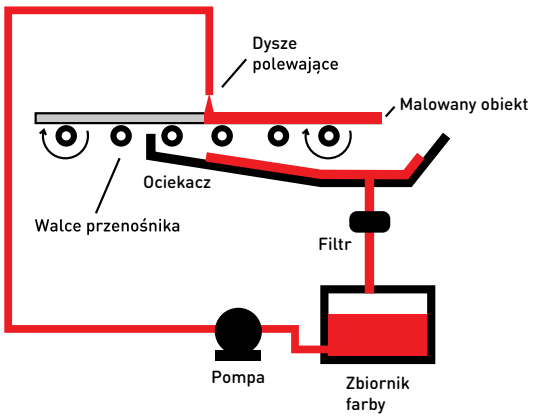
Do zalet tej techniki należą:
- wysoka wydajność malowania,
- bardzo niskie straty materiału malarskiego,
- możliwość pomalowania głębokich otworów,
- zewnętrznych i wewnętrznych powierzchni niewielkich rur (fot. 25),
- niska emisja rozpuszczalników w przypadku stosowania farb wodorozcieńczalnych.

Wady to:
- niska jakość wykończenia powierzchni,
- możliwość powstawania zacieków, zaschniętych kropli na dolnych krawędziach i w pobliżu otworów,
- możliwość pękania powłoki w przypadku zastosowania farb o zbyt dużej lepkości lub w przypadku zbyt długiego przebywania elementu w farbie (fot. 26),
- wysoka emisja rozpuszczalników (parowanie) w przypadku stosowania farb rozcieńczalnikowych,
- wskazane stosowanie specjalnych farb oznaczonych z reguły symbolem DIP,
- duża ilość „startowa" farby niezbędnej do napełnienia wanny,
- duże straty w przypadku zanieczyszczenia farby powodującego konieczność wymiany wsadu wanny,
- brak możliwości stosowania farb dwuskładnikowych i szybkoschnących.

Fot. 26. Zacieki kończące się kroplami i pęknięcia powłoki to jedne z częstszych wad malowania zanurzeniowego.

8.6.2. Malowanie przez polewanie

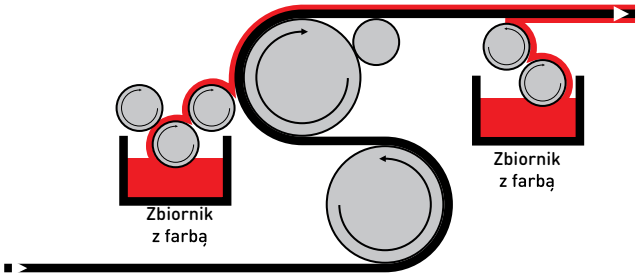
Malowanie przez polewanie jest właściwie odmianą malowania zanurzeniowego. Przez to, że przedmioty nie są w całości zanurzane w farbie, możliwe jest malowanie dużych elementów ze stosunkowo niewielkiego zbiornika. Malowanie przez polewanie stosowane jest do nanoszenia bejc i lakierobejc (rys. 23), rzadziej do impregnacji w przemyśle drzewnym, a także do malowania prostych, długich elementów stalowych, takich jak pręty lub rury, ale tylko powierzchni zewnętrznych.



Rys. 23. Schemat działania instalacji do polewania.

8.6.3. Malowanie metodą powlekania – coil coating

Malowanie metodą powlekania przypomina trochę malowanie wałkiem. Malowana taśma blaszana przesuwa się pomiędzy walcami zanurzonymi częściowo w farbie, dodatkowe walce służą do usuwania nadmiaru farby (rys. 24). Ta technika najczęściej jest stosowana do malowania ocynkowanych cienkich blach dachowych i elewacyjnych jednoskładnikowymi farbami poliestrowymi i poliwinylowymi. Tą metodą nakłada się dość cienkie (20-30 µm), ale równomiernej grubości powłoki malarskie o wysokich walorach estetycznych (fot. 27).



Rys. 24. Zasada powlekania.

Fot. 27. Widok walców do powlekania blach.

8.6.4. Kataforeza

Polega na elektrochemicznym nanoszeniu na powierzchnie przedmiotów metalowych w zanurzeniu specjalnej farby do kataforezy. W wannie, w której znajduje się wodny roztwór (około 60-75% objętości) żywic i pigmentów (około 15-20%) oraz specjalnych dodatków (około 5-10%) zanurzane są malowane przedmioty. Malowane obiekty są katodą (-), natomiast elektrody dodatnie rozmieszczone są przy ścianach wanny. Ujemnie naładowane malowane przedmioty przyciągają dodatnio naładowane cząsteczki farby. Powłoka po malowaniu musi zostać opłukana i wysuszona. Malowanie kataforetyczne daje stosunkowo cienkie, ale bardzo równomierne i szczelne powłoki, nawet na przedmiotach o znacznym stopniu skomplikowania kształtów. Proces, podobnie jak omówione wcześniej metody, pozwala na ograniczenie strat materiału malarskiego do poziomu 3-6%.
Istnieje jeszcze kilka innych technik aplikacyjnych, ale są one nie tylko mniej znane, ale także stosowane bardzo rzadko.

8.6.5. Malowanie proszkowe

Wyposażenie techniczne do malowania proszkowego znacznie się różni od tego, które stosujemy do malowania mokrego. Farby proszkowe wymagają wygrzewania w temperaturze 150-200°C.

W czasie aplikacji cząsteczki proszku są ładowane elektrostatycznie i przenoszone w strumieniu powietrza na przedmiot naładowany ładunkiem przeciwnym. Proszek tracony, osadzający się poza malowanym obiektem, może być zawrócony do ponownego użycia. Wyposażenie linii do malowania proszkowego składa się z zasobnika farby proszkowej, pompy do przesyłu proszku, pulpitu sterującego i pistoletu do napylania. Potencjał elektryczny wytwarzany jest przez generatory lub pod wpływem tarcia. Aparaty są ręczne lub automatyczne. Zasobnik proszku spełnia dwie funkcje: magazynowania proszku oraz utrzymywania go w postaci złoża fluidalnego, tj. mieszaniny proszku w stanie wysokiego napowietrzenia. Powietrze używane do fluidyzacji proszku i jego ciągłego mieszania musi być suche i pozbawione jakichkolwiek zanieczyszczeń olejowych, dla uniknięcia zbrylania się proszku.
Malowanie proszkowe jest najdroższą metodą aplikacji z punktu widzenia inwestycji początkowych. Utwardzanie termiczne zużywa bardzo dużo energii cieplnej i jest ekonomicznie nieopłacalne do malowania dużych i skomplikowanych przedmiotów. Nie może być stosowane do malowania przedmiotów, które nie mogą być podgrzewane do wysokiej temperatury. Jedną niewątpliwą zaletą tej metody jest to, że w procesie malowania nie ma emisji rozpuszczalników

8.7. Automatyzacja i robotyzacja malowania

8.7.1. Automaty malarskie

Podobnie jak inne operacje na liniach produkcyjnych, malowanie może być zautomatyzowane. Jest to idealne rozwiązanie dla długich serii podobnych elementów. Metoda natrysku zależy od kształtu i rodzaju malowanych obiektów, a także od rodzaju stosowanych farb. Od sprzętu do natrysku automatycznego wymaga się wysokiej niezawodności.
Zaletami malowania automatycznego są:

- bardzo duża wydajność,
- stabilna jakość,
- niższe koszty robocizny,
- mniejsze straty farb,
- mniejsze zanieczyszczenie otoczenia.

Konstrukcja najczęściej stosowanych automatów malarskich oparta jest na zastosowaniu belki transmisyjnej, wzdłuż której poruszają się ruchem posuwisto-zwrotnym głowice malarskie (pistolety natryskowe do malowania automatycznego). Mogą one pracować w połączeniu z prawie każdym znanym sposobem natrysku.
Belka transmisyjna przemieszcza liniowo głowice natryskowe od boku do boku przenośnika linii technologicznej na której są malowane przedmioty i/lub z góry na dół. Zazwyczaj skok roboczy przenośnika z malowanymi przedmiotami, jak i szybkość posuwu głowic malarskich są regulowane. Odległość dysz natryskowych od malowanych przedmiotów jest z reguły regulowana jednorazowo ręcznie. Belki transmisyjne występują jako poziome i pionowe.

Na pionowych belkach transmisyjnych montuje się jedną lub dwie głowice natryskowe, tych belek może być kilka, rozmieszczonych jedna za drugą. Na ogół sprzęt jest przystosowany do malowania elektrostatycznego. Typowa szybkość przesuwu głowic wynosi zazwyczaj 1-3 m/min.
Belki poziome są zazwyczaj wyposażone w cztery pistolety, a szybkość robocza transportera wynosi 1,5-9 m/min.

Roboty
Roboty najczęściej znajdują zastosowanie tam, gdzie są powtarzalne serie przedmiotów o zbyt skomplikowanych kształtach, żeby można było zastosować manipulatory. Poza tym roboty są zdecydowanie bardziej uniwersalne i w przypadku zmiany profilu produkcji wystarcza zmiana oprogramowania.

Fot. 28. Robot malarski.

9. Farby

9.1. Skład i rodzaje farb

Głównymi składnikami farb ciekłych są:
- żywice,
- pigmenty antykorozyjne,
- barwniki i koloranty,
- rozpuszczalniki i rozcieńczalniki,
- wypełniacze,
- substancje pomocnicze.

9.2. Żywice oraz mechanizmy schnięcia i utwardzania farb

Żywice są substancjami zazwyczaj organicznymi, które decydują o sposobie schnięcia. Rodzaj żywicy warunkuje odporności chemiczną, mechaniczną i temperaturową. Żywica ma za zadanie „sklejanie" innych składników stałych w powłoce. Stosunek ilości żywicy do pozostałych składników ma wpływ na zachowanie powłoki podczas eksploatacji.

Istnieją 3 mechanizmy schnięcia i utwardzania farb ciekłych.

Schnięcie fizyczne polega na odparowaniu rozpuszczalnika z ciekłej farby zaaplikowanej na powierzchni. Rozpuszczalnikiem może być również woda. Mechanizm schnięcia fizycznego odnosi się do farb jednoskładnikowych. Podczas schnięcia nie tworzą się dodatkowe połącznia między cząsteczkami farby. Proces odparowania jest odwracalny, to znaczy, że dodanie rozpuszczalnika do suchej powłoki spowoduje w pierwszym etapie mięknięcie powłoki, a później przejście w fazę ciekłą. Zjawisko to potwierdza niską odporność na rozpuszczalniki takich powłok.
Łańcuchy polimerów żywic farb schnących fizycznie nie łączą się między sobą, przez co przepuszczalność wody i innych reagentów sprzyjających korozji jest większa niż w powłokach, w których oprócz odparowania rozpuszczalnika zachodzą procesy sieciowania.
Powłoki z farb schnących fizycznie cechują się zazwyczaj najniższą odpornością mechaniczną w porównaniu do powłok schnących w inny sposób. Wraz ze wzrostem temperatury, powłoki farb schnących fizycznie robią się miękkie i w związku z tym nie powinno się ich stosować na powierzchniach narażonych na podwyższone temperatury.

Schnięcie oksydacyjne. Innym mechanizmem schnięcia oraz utwardzania powłok farb jednoskładnikowych jest schnięcie oksydacyjne. Początkowo z ciekłej farby odparowuje rozpuszczalnik, a następnie rozpoczyna się proces sieciowania, z wykorzystaniem tlenu zawartego w powietrzu. Należy nadmienić, że proces ten przebiega przez cały czas „życia" powłoki. Po odpowiednio długim czasie, co najmniej kilkunastoletnim, powłoki są tak twarde, że wykazują kruchość.
Istotnym ograniczeniem farb schnących oksydacyjnie jest ich maksymalna grubość, na jaką mogą być aplikowane. Przy grubszych warstwach dyfuzja tlenu do powłoki jest utrudniona, przez co wzrasta czas schnięcia. Powłoki schnące oksydacyjnie wykazują lepsze odporności mechaniczne i termiczne niż farby schnące fizycznie. Jako bezpieczną granicę eksploatacji można uznać temperaturę ciągłą 80-90°C.

Utwardzanie chemiczne. Największą odporność mechaniczną, chemiczną i korozyjną wykazują farby utwardzane chemicznie. Norma PN-EN ISO 12944-5 sugeruje stosowanie w agresywnej atmosferze morskiej C5-M tylko farb utwardzających się chemicznie. Wyroby takie (poza niektórymi poliuretanami i gruntami etylokrzemianowymi utwardzanymi wilgocią) są dostarczane jako farby dwuskładnikowe. W wyniku reakcji żywicy (I składnik) z utwardzaczem (II składnik) zachodzi nieodwracalna reakcja chemiczna. Poszczególne cząsteczki łączą się ze sobą. Im więcej jest połączeń – wyższa gęstość usieciowania – tym

wyższe właściwości barierowe wykazuje powłoka. Usieciowana powłoka jest odporna na rozpuszczalniki, co ma znaczenie przy obsłudze sprzętu do natrysku. Pozostawienie mieszaniny przez dłuższy czas w przewodach agregatu malarskiego może spowodować trudność w późniejszym ich wyczyszczeniu. Poza wysoką odpornością korozyjną powłoki, które są utwardzane chemicznie wykazują odporność na wysokie temperatury (min. 120°C dla poliuretanów, 150°C dla farb epoksydowo-fenolowych, czy min. 400°C dla farb etylokrzemianowych) oraz wysoką odporność mechaniczną – z powłok poliuretanowych czy epoksydowych wytwarza się posadzki przemysłowe Temafloor.

Rodzaj schnięcia	**Schnięcie fizyczne**	**Schnięcie oksydacyjne**	**Utwardzanie chemiczne**
	akrylowe (również dekoracyjne)	alkidowe	poliuretanowe
			polimocznikowe
Przykłady farb	chlorokauczukowe	epoksyestrowe	epoksydowe
	winylowe		fenolowo-epoksydowe
	bitumiczne		alkilokrzemianowe
			siloksilanowe

Tab. 13. Mechanizmy schnięcia farb.

9.3. Pigmenty

Pigmenty są to substancje stałe dodawane do farb decydujące o sposobie ochrony powierzchni metalowej przed korozją. Do najczęściej stosowanych pigmentów antykorozyjnych należą:

- cynk (w postaci pyłu) – wg normy PN-EN ISO 12944-5, aby farba była uważana za wyrób o wysokiej zawartości cynku, powinno się go znajdować min. 80% (wag.) w suchej powłoce – takie warunki spełniają wyroby Temazinc i Temasil 90,
- fosforan cynku – pigment poprawiający odporność korozyjną oraz przyczepność powłoki do podłoża stalowego czy stalowego ocynkowanego – produkty zawierające fosforan cynku to np. Temacoat SPA Primer i Temacoat GPL-S Primer,
- blaszkowy tlenek żelaza (mika żelazowa) – substancja poprawiająca właściwości barierowe powłoki – np. Temacoat GPL-S MIO,
- aluminium – dodatek poprawiający szczelność oraz wytrzymałość farb, często stosowany w produktach tolerujących gorzej przygotowane podłoże, np. Temabond ST200; aluminium stosowane jest również w wyrobach silikonowych termoodpornych, np. Temal 600.

9.4. Barwniki i koloranty

Wyroby lakierowe, szczególnie nawierzchniowe, oprócz funkcji ochronnej powinny posiadać walory dekoracyjne, na które składają się określony kolor i połysk. Farby uzyskują kolor poprzez dodanie odpowiedniej kompozycji pigmentów stałych na etapie produkcji, bądź poprzez zakolorowanie bazy znajdującej się już w jednostkowym opakowaniu. Uzyskanie odpowiedniego koloru następuje poprzez wstrzyknięcie właściwej kompozycji kolorantów do puszki z bazą. Do kolorowania w systemie Temaspeed (farby rozcieńczalnikowe) używanych jest 13 kolorantów. W systemie Fontespeed (dla wodnych wyrobów przemysłowych) jest 15 kolorantów. W zależności od koloru docelowego używane są bazy: biała, bezbarwna lub metaliczna. Więcej o kolorach w rozdziale 10.

9.5. Rozpuszczalniki i rozcieńczalniki

Obecnie nowe wyroby lakierowe projektowane są w ten sposób, aby zawierały jak najmniej lotnych związków organicznych (LZO). Produkty o obniżonym LZO, zawierające dużą ilość substancji stałych, nazywane są wyrobami typu High Solid, np. Temabond ST300. Innym sposobem redukcji lotnych związków organicznych jest stosowanie wyrobów wodnych.

Rozpuszczalniki – to ciecze zdolne do tworzenia roztworu po zmieszaniu z ciałem stałym, inną cieczą lub gazem. Rozpuszczalniki do farb to lotne ciecze, które rozpuszczają substancje powłokotwórcze, nie powodując w nich zmian chemicznych. Jednym słowem, rozpuszczalniki są używane na etapie produkcji farb.

Rozcieńczalniki – to ciecze, które mogą być dodawane do gotowych farb w celu ich rozrzedzenia. Ich dodatek powoduje zmianę lepkości i rozlewności wyrobu lakierowego, natomiast nie wpływa zasadniczo na zmianę podstawowych cech wytworzonej powłoki.

9.6. Farby wodorozcieńczalne

W ofercie handlowej Tikkurila klasyczne wyroby Tema mają swoje nowoczesne odpowiedniki wodne Fonte – o właściwościach dorównujących wersjom rozpuszczalnikowym. Dzięki postępowi technicznemu, obecnie można stosować farby wodorozcieńczalne do malowania konstrukcji stalowych, przy zachowaniu wszelkich zalet tych farb i bez utraty dobrej jakości ochrony antykorozyjnej.
Do produkcji farb wodorozcieńczalnych stosowane są te same typy żywic, co do produkcji farb rozpuszczalnikowych, np. epoksydowe, akrylowe, winylowe i alkidowe. Własności farb wodorozcieńczalnych są zbliżone do ich odpowiedników rozpuszczalnikowych.
Jest więcej korzyści ze stosowania farb wodorozcieńczalnych niż tylko ochrona środowiska. Obniżają one stopień zagrożenia

pożarem i wybuchem, poprawiając warunki pracy. Woda zastępuje rozcieńczalniki organiczne zarówno jako dodatek do farb, jak i środek do mycia.
Stosowanie farb wodorozcieńczalnych ma też pewne wady. Farby tego typu nie tolerują jakichkolwiek zanieczyszczeń tłuszczowo-olejowych na malowanej powierzchni, zatem jakość jej przygotowania musi być najwyższej klasy. Typowym wymaganiem dla zapewnienia odpowiedniej jakości jest obróbka strumieniowo-ścierna do stopnia Sa 2½.

9.7. Farby specjalne

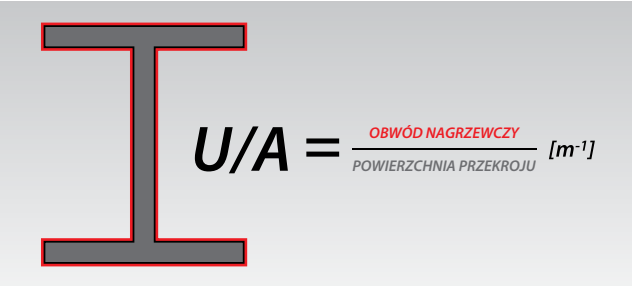
W ofercie firmy Tikkurila znajdują się farby specjalne, które jako główne zadanie mają inną funkcję niż zabezpieczenie antykorozyjne lub walory dekoracyjne. W niektórych spośród tych produktów funkcje specjalne są połączone z własnościami antykorozyjnymi i/lub dekoracyjnymi.

9.7.1. Farby ogniochronne

Farby ogniochronne używane są do ochrony podłoża przed skutkami pożaru. Farba ogniochronna na stalowej konstrukcji nośnej opóźnia proces nagrzewania stali, dzięki czemu wydłuża się czas osiągnięcia przez konstrukcję temperatury, przy której stal traci swą wytrzymałość mechaniczną (nośność). Ten dodatkowy czas pozwala na ewakuację ludzi z budynku i daje możliwość opanowania pożaru przez straż pożarną.
Farby ogniochronne są przeznaczone do zastosowania w następujących środowiskach:

- Typ X: System powłok reaktywnych przeznaczonych na wszystkie warunki (wewnętrzne, częściowo zewnętrzne i zewnętrzne),
- Typ Y: System powłok reaktywnych przeznaczonych na warunki wewnętrzne i częściowo zewnętrzne. Częściowo zewnętrzne oznacza narażenie na temperatury poniżej 0°C, ale jednocześnie brak narażeń na opady i ograniczone narażenie na promieniowanie UV (poziomu UV nie określa się),
- Typ Z1: System powłok reaktywnych przeznaczonych na warunki wewnętrzne (z wyłączeniem temperatur poniżej 0°C), w warunkach wysokiej wilgotności (klasa 5 zgodnie z EN ISO 13788),
- Typ Z2: System powłok reaktywnych przeznaczonych na warunki wewnętrzne (z wyłączeniem temperatur poniżej 0°C), w warunkach innej wilgotności niż typ Z1.

Konstrukcje są podzielone na klasy odporności ogniowej: R15, R 45, R60, R75, R90, R120 i R240. Bywa, że w tzw. dokumencie odniesienia dla materiałów ogniochronnych podawane są inne klasy odporności ogniowej, np. R105. Symbol R (nośność ogniowa) oraz umieszczona za nim liczba oznacza, że stosując daną farbę ogniochronną, można uzyskać wydłużenie czasu odporności konstrukcji do co najmniej tylu minut, ile podaje liczba umieszczona za symbolem R. Mechanizm działania powłok ogniochronnych jest z reguły następujący: po przekroczeniu przez konstrukcję określonej temperatury, z reguły nieco ponad 200°C, z powłoki uwalniana jest woda zawarta w jej składnikach. Woda parując obniża nieznacznie temperaturę konstrukcji. W tym samym czasie inne składniki farby zaczynają zwiększać swą objętość, tworząc warstwę izolacyjną nawet 50 razy grubszą od pierwotnej powłoki. Farby ogniochronne mogą być farbami wodorozcieńczalnymi, rozpuszczalnikowymi i bezrozpuszczalnikowymi.



Rys. 25. Współczynnik masywności przekroju.

Nie wszystkie rodzaje konstrukcji stalowych można zabezpieczyć farbami ogniochronnymi lub czas tej ochrony może być bardzo ograniczony. Zależy to od masywności elementów konstrukcyjnych. Współczynnik masywności przekroju U/A (oznaczany również H_p/A) jest to stosunek obwodu przekroju kształtownika stalowego do rzeczywistej powierzchni tego przekroju (rys. 25).
Elementy cienkościenne mają wysoki współczynnik masywności przekroju i jeżeli przekracza on wartość 400 m^{-1}, takie elementy z reguły nie nadają się do zabezpieczenia za pomocą farb ogniochronnych.
Już na etapie projektowania konstrukcji stalowej projektant powinien wiedzieć, czy będzie to konstrukcja wymagająca zabezpieczenia ogniochronnego. Jeśli tak, to projektant musi dobierać tylko takie elementy, których masywność pozwoli na wykonanie zabezpieczenia. Ponadto, robiąc obliczenia wytrzymałościowe, musi obliczyć temperaturę krytyczną, do osiągnięcia której konstrukcja pozostanie stabilna. Przy sporządzaniu specyfikacji zabezpieczenia ogniochronnego trzeba uwzględnić:

- Kategorię korozyjności zgodnie z wytycznymi rozdziału 4 i typ środowiska opisany powyżej, co pozwoli na wybranie odpowiedniego systemu do zabezpieczenia, bo o skuteczności i trwałości systemu nie decyduje tylko farba ogniochronna, ale także odpowiedni grunt i farba nawierzchniowa,
- Klasę zabezpieczenia ogniochronnego, w zależności od przeznaczenia konstrukcji, co wpływa na określenie czasu nośności ogniowej R,
- Temperaturę krytyczną, w zależności od możliwości nagrzewania konstrukcji i „zapasu nośności" (współczynnika bezpieczeństwa) elementów konstrukcyjnych.

Wymienione parametry, oprócz doboru systemu, pozwolą na skorzystanie z odpowiednich tabel i kolumn w tych tabelach w celu dobrania właściwej grubości farby ogniochronnej.

9.7.2. Farby termoodporne

Farby odporne na wysokie temperatury to głównie farby oparte na żywicach silikonowych, etylokrzemianowych i odpowiednio zmodyfikowanych i pigmentowanych żywicach alkidowych. Maksymalna wytrzymałość termiczna poszczególnych typów farb jest z reguły następująca:

- farby na zmodyfikowanych i odpowiednio pigmentowanych żywicach alkidowych – do 250°C,
- farby na żywicach etylokrzemianowych – do 420°C,
- farby silikonowe – do 650°C.

Najbardziej odporne na wysoką temperaturę farby silikonowe ulegają pełnemu utwardzeniu dopiero w temperaturze ok. 220°C. Niestety, bez takiego utwardzenia nie chronią konstrukcji przed czynnikami atmosferycznymi, dlatego konstrukcje zabezpieczone tylko tymi farbami, powinny być odpowiednio chronione, np. ofoliowane do czasu pierwszego nagrzania umożliwiającego uzyskanie wysokiej temperatury przez powłokę, co umożliwi usieciowanie żywicy silikonowej. Najlepsze zabezpieczenia termoodporne uzyskuje się w systemach dwuwarstwowych, złożonych z farby etylokrzemianowej (podkład) i silikonowej (nawierzchnia). Taki system ma wytrzymałość termiczną do 450°C i nie wymaga dodatkowej ochrony do czasu pierwszego nagrzania.

9.7.3. Farby pochłaniające wilgoć

Kondensacja wilgoci, spowodowana okresowymi spadkami temperatury powierzchni poniżej temperatury punktu rosy lub czasowym wzrostem wilgotności względnej, może być bardzo uciążliwa. Wykraplająca się wilgoć nad liniami produkcyjnymi lub w magazynach może prowadzić nawet do zanieczyszczenia produktów. Obecnie skutkom takich zjawisk można zapobiegać, stosując farby pochłaniające wilgoć. Dzięki olbrzymiej ilości mikroporów wiążą one czasowo wilgoć w okresie wilgotnym i bardzo szybko ją wyparowują w okresie suchym.
Wielkość mikroporów wynosi od 0,1 do 100 µm, a oferowane przez firmę Tikkurila farby mogą zatrzymać nawet ponad 0,5 litra wody na jednym metrze kwadratowym.

9.7.4. Farby tłumiące hałas (wibracje)

Istnieje wiele miejsc, gdzie hałas spowodowany wibracjami jest szczególnie dokuczliwy. Przykładem mogą być samochody, autobusy, wagony kolejowe, a nawet hale produkcyjne. Stosunkowo cienkie blachy przenoszą hałas, a w niektórych sytuacjach same mogą być jego źródłem. Farby firmy Tikkurila tłumią hałas dzięki odpowiednio dobranym żywicom i rozwiniętej strukturze powierzchniowej.

10. Kolor i połysk

Kolor i połysk to odczucia dość subiektywne, mimo że mierzalne. Zależą od indywidualnych cech człowieka i od oświetlenia, w jakim się je ocenia.

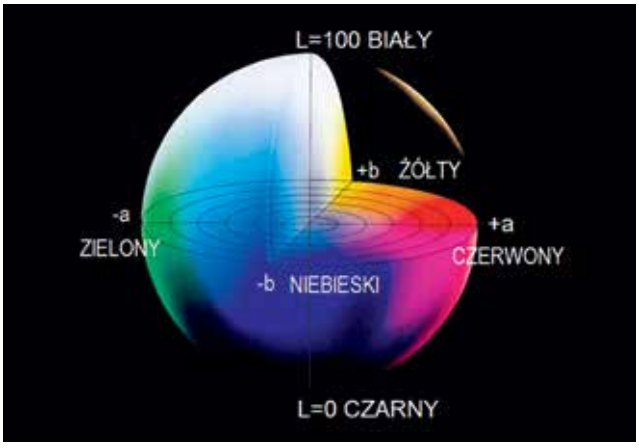
10.1. Kolor

Firma Tikkurila jest prekursorem systemu kolorowania farb przemysłowych na etapie ich dystrybucji. Obecnie jest wiele systemów kolorowania wykorzystujących od kilku do kilkudziesięciu kolorantów. Dają one możliwość stworzenia setek tysięcy kolorów, ale nie wszystkich. Z natury światła wiadomo, że odcieni może być nieskończona ilość. Do porównywania barw opracowano przestrzenny model światła i barw, pozwalający na precyzyjne porównywanie kolorów (rys. 26).

Każdy kolor, łącznie z nasyceniem barwy, można opisać w tej przestrzeni za pomocą trzech wektorów:
L – jasność od czarnego do białego,
a – od zieleni (-a) do czerwieni (+a),
b – od niebieskiego (-b) do żółtego (+b).

Parametrem pozwalającym na porównywanie konkretnej barwy z jej wzorcem jest ΔE opisany wzorem:

$$\Delta E = \sqrt{(a^2 + b^2 + L^2)}$$



Rys. 26. Model przestrzeni światła i barw.

10.2. Połysk

Na porównanie koloru rzeczywistego ze wzorcem bardzo duży wpływ ma połysk. Stopień połysku nie wpływa w rzeczywistości na kolor, chociaż ta sama barwa o różnym stopniu połysku może dawać subiektywne odczucie różnicy w kolorze. Stopień połysku to zdolność do odbicia światła przez obserwowaną powierzchnię. Oznaczanie połysku zwierciadlanego niemetalicznych powłok lakierowych pod kątem 20°, 60° i 85° opisano w normie PN-EN ISO 2813.

Norma podaje metodykę pomiarów połysku, natomiast nie definiuje stopni połysku. Stopnie połysku zdefiniowane są w niemieckiej normie DIN 67530, która rozróżnia następujące stopnie przy pomiarze przyrządem o kącie 60°:

- połysk – 70-100 GE,
- półpołysk – 45-70 GE,
- półmat – 20-45 GE,
- mat poniżej 20 GE.

Przyrząd do oceny połysku o kącie 60° jest najbardziej uniwersalny, jednak norma zastrzega, że do pomiaru wysokich połysków lepiej jest korzystać z przyrządu o kącie 20°, a do głębokich matów – z przyrządu o kącie 85°.

10.3. Wzorce kolorów

Obecnie istnieje bardzo wiele wzorców kolorów. Najbardziej znane to:

- RAL Classic,
- RAL Effect,
- RAL Design,
- NCS.

Jest jeszcze wiele innych, większość producentów samochodów, maszyn rolniczych i budowlanych ma swoje własne wzorce.

10.3.1. RAL Classic

System nie nawiązuje do innych modeli barwnych, kolory zostały wyznaczone arbitralnie i nie zostały zdefiniowane parametrami fizycznymi, np. długością fali lub położeniem w przestrzeni barwnej. Jedyne usystematyzowanie barw we wzorcu polega na tym, że są pogrupowane wg następujących odcieni:
RAL 10xx – grupa odcieni żółtych,
RAL 20xx – grupa odcieni pomarańczowych,
RAL 30xx – grupa odcieni czerwonych i różowych,
RAL 40xx – grupa odcieni purpurowych i fioletowych,
RAL 50xx – grupa odcieni niebieskich,
RAL 60xx – grupa odcieni zielonych,
RAL 70xx – grupa odcieni szarych,
RAL 80xx – grupa odcieni brązowych,
RAL 90xx – grupa odcieni białych i czarnych.
Początkowo system zawierał 30 wzorców barw, obecnie systematyzuje ich ponad 200.

10.3.2. RAL Effect

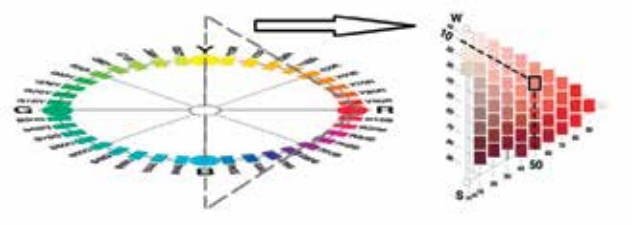
Powstał w roku 2007. Podobnie jak w RAL Classic, kolory zdefiniowane są wyłącznie w oparciu o wzorce. Jest 420 wzorców kolorów jednolitych i 70 wzorców kolorów metalicznych.

10.3.3. RAL Design

Obejmuje 1625 barw i systematyzuje je z uwzględnieniem doświadczalnie zmierzonej jasności i nasycenia. Oznakowanie barw w RAL Design System polega na zastosowaniu kodu numerycznego, który składa się z symbolu „RAL" i siedmiu cyfr, np. RAL 340 92 05, pierwsze trzy (340) to odcień (Hue), 92 to jasność (Lightness), a 05 to chrominancja (Chroma), co ilustruje położenie danego koloru w przestrzeni barw.

10.3.4. NCS®

System bazuje na zdolności postrzegania człowieka i jest umiejscowiony w przestrzeni barwnej, która została nieco uproszczona. Numer koloru określa jednocześnie konkretną lokalizację w trójwymiarowym modelu, przedstawianym jako podwójny stożek, zwany przestrzenią barw NCS. Dla ułatwienia model przestrzenny można przedstawić w postaci przekrojowych modeli dwuwymiarowych, są to krąg kolorów NCS oraz trójkąt odcieni NCS (rys. 27).



Rys. 27. Przestrzeń barwna w systemie NCS.

Naturalny System Barw® jest to system kolorów opracowany przez szwedzki ośrodek Scandinavian Colour Institute – obecnie NCS Colour A.B.

Przykład zapisu dla odcienia barwy: S 2050-R50B

Początkowe S – oznacza drugą edycję katalogu NCS, a jednocześnie kolekcję standardową. 2050 – określa odcień, na który składają się sczernienie – s i chromatyczność – c, tutaj odpowiednio 20% i 50%. Zbielenie – w, podane jest w domyśle i można je obliczyć wg wzoru: w = 100 - (s + c), zatem tutaj mamy go 30%. R50B – określa kolor (Hue), tutaj niebieskiego B jest 50% i czerwieni pozostałe 50%, inaczej: jest to kolor czerwony w 50% zniebieszczony.

11. Obliczenia malarskie

Dobór systemu zabezpieczenia powłokowego, poza spełnieniem wymogów ochrony konstrukcji, musi być uzasadniony ekonomicznie. W pracach malarskich możemy posłużyć się wieloma obliczeniami pozwalającymi na porównywanie ofert przedstawionych w różnych jednostkach, poprawną ocenę kosztów czy określenia zależności pomiędzy grubością warstwy mokrej i suchej, co pozwala na nakładanie farb na grubość najbardziej zbliżoną do grubości specyfikowanej.

11.1. Zależność pomiędzy objętością a ciężarem farby

Większość ofert na zabezpieczenia malarskie przygotowywanych jest w odniesieniu do litrów i jak to dalej pokażemy, właśnie objętość, po uwzględnieniu objętościowej zawartości części stałych, decyduje o wydajności farb. Niektóre farby, z reguły do specjalnych zastosowań, są oferowane w kilogramach, dlatego warto wiedzieć, jak porównywać oferty wyrażone w kilogramach z ofertami wyliczanymi w litrach. Podstawowym parametrem umożliwiającym te przeliczenia jest masa właściwa, zwana też gęstością i oznaczana symbolem ρ.

$$\boldsymbol{\rho = \frac{m}{V}\ \left[\frac{kg}{ltr}\right]}$$

gdzie:
ρ – masa właściwa wyrażona w kg/litr,
m – masa farby wyrażona w kilogramach,
V – objętość wyrażona w litrach (dm^3).
Zależność pomiędzy objętością a masą wyliczamy po przekształceniu powyższego wzoru:

$$\boldsymbol{V = \frac{m}{\rho}\ \text{lub}\ \ m = V * \rho}$$

11.2. Wydajność i zużycie farb

Precyzyjnie możemy określić teoretyczną wydajność i teoretyczne zużycie farb. Te parametry wynikają z praw fizyki i zależą wyłącznie od „budowy" farby, to jest od objętościowej zawartości części stałych i specyfikowanej grubości suchej powłoki. Wydajność jest odwrotnością zużycia. Parametry te są wyrażone wzorami:

$$\boldsymbol{W_T = \frac{1}{Z_T} = \frac{10 * V_O}{GPS}}\ [\text{m}^2/\text{ltr}]$$

$$\boldsymbol{Z_T = \frac{1}{W_T} = \frac{GPS}{10 * V_O}}\ [\text{ltr}/\text{m}^2]$$

gdzie:
W_T – wydajność teoretyczna farby [m^2/litr],
Z_T – zużycie teoretyczne [ltr/m^2],
V_0 – zawartość części stałych w procentach objętościowych [%],
GPS – grubość powłoki suchej [µm], bardzo często tę wartość oznacza się symbolem DFT (ang. dry film thickness).
Zużycie praktyczne jest zawsze większe od zużycia teoretycznego. Spowodowane jest to następującymi czynnikami:

- malowana powierzchnia nie jest gładka, przed nałożeniem gruntu jest na ogół chropowata,
- grubość nakładanej powłoki nie jest równomierna i żeby spełnić wymagania normowe, średnia grubość powinna być wyższa od grubości specyfikowanej,
- różne metody aplikacji generują różny poziom strat (najniższe są przy aplikacji pędzlem, a najwyższe przy natrysku powietrznym),
- miejsce aplikacji (najmniejsze straty są w zamkniętych lakierniach, a największe na otwartej przestrzeni, szczególnie w wietrzne dni);
- kształt malowanej konstrukcji – małe straty na konstrukcjach pełnościennych, większe na kratowych, a największe na ażurowych,
- umiejętności malarzy,
- rodzaj farby – mniejsze straty są na farbach jednoskładnikowych niż na wieloskładnikowych,
- inne straty, takie jak pozostałości farby w puszkach i na sprzęcie do malowania, a nawet przypadkowe rozlania, które są nieuniknione przy dużych robotach.

Szacuje się, że wymienione czynniki mogą zwiększać zużycie teoretyczne od ok. 20% (przy malowaniu prostych powierzchni pędzlem lub wałkiem), poprzez 80 do 100% (przy malowaniu elementów konstrukcyjnych natryskiem bezpowietrznym), do nawet ponad 300% (przy malowaniu drobnych ażurowych elementów na otwartej przestrzeni natryskiem powietrznym). Zasady przeliczania zużycia teoretycznego na zużycie praktyczne podawane są w katalogach nakładów rzeczowych (KNR).

11.3. Obliczanie grubości mokrej powłoki (GPM lub WFT)

Objętościowa zawartość części stałych pozwala również na obliczenie grubości na mokro, tak aby grubość suchej powłoki była najbardziej zbliżona do założonej. Obliczamy ją ze wzoru:

$$\boldsymbol{GPM = \frac{GPS * (R_D + 100)}{V_o}}\ [\mu\text{m}]$$

gdzie:
GPM (ang. WFT) – grubość powłoki mokrej [µm],
GPS (ang. DFT) – grubość powłoki suchej [µm],
R_D – procent objętościowy dodanego rozcieńczalnika.

Pomiary grubości „na mokro" (fot. 29) pozwalają na ustawienie takich parametrów malowania (ciśnienie robocze, średnica dyszy, szybkość przesuwania pistoletu, ilość przejść, ewentualne rozcieńczenie), które będą optymalne dla planowanej grubości suchej warstwy. Częste sprawdzanie grubości mokrej powłoki pozwala na utrzymywanie w miarę jednakowej grubości, co ogranicza nadmierne zużycie farby i konieczność wykonywania malowania uzupełniającego. Należy pamiętać, że pomiar jest tym dokładniejszy, im szybciej po malowaniu został wykonany, bo z dużej powierzchni rozpuszczalniki parują bardzo szybko, przez co zmienia się zawartość części stałych.

Fot. 29. Zasada pomiaru grubości „na mokro".

12. Zasady projektowania zabezpieczeń powłokowych

Projekt zabezpieczeń powłokowych powinien spełnić oczekiwania klienta. Dobry projekt zabezpieczeń powinien zapewniać maksymalnie długie zabezpieczenie antykorozyjne, przy możliwie jak najniższych kosztach poniesionych przez inwestora.
W projekcie powinny znaleźć się informacje i zlecenia dotyczące:

- środowiska korozyjnego (na etapie składowania konstrukcji i docelowej eksploatacji),
- przewidywanego okresu trwałości zabezpieczenia,
- przygotowania powierzchni,
- specyfikacji systemu powłokowego pierwotnego i poprawkowego,
- kontroli przygotowania podłoża, warunków klimatycznych, parametrów powłok,
- wymagań odnośnie kwalifikacji personelu wykonującego przygotowanie podłoża, aplikację farb oraz personelu kontrolującego jakość prac,
- bezpieczeństwa wykonywanych robót,
- sposobu prowadzenia dokumentacji.

Projekt zabezpieczenia antykorozyjnego należy zacząć od etapu projektowania konstrukcji oraz uzgodnień z projektantami branży mechanicznej i spawalnikami. Wytyczne w zakresie projektowania konstrukcji pod kątem efektywnego przeprowadzenia robót antykorozyjnych i uniknięcia przedwczesnej korozji można znaleźć w arkuszu normy PN-EN ISO 12944-3. Warto również, w celu uniknięcia problemów z degradacją powłoki w miejscach połączeń skręcanych, przyjąć w tym zakresie rozwiązania z normy PN-EN 1090-2. Częstym błędem jest brak odpowiedniego systemu powłokowego pod śruby i płaszczyzny ulegające ściskaniu przy skręcaniu. „Zwykłe" systemy, zastosowane na konstrukcji, są zbyt grube i nie mają dostatecznej wytrzymałości, aby wytrzymać takie naciski i w miejscach połączeń skręcanych ulegają deformacji, a czasem zniszczeniu.
Wymagania dotyczące przygotowania powierzchni powinny być szczegółowo opisane w oparciu o dostępne normy, uwzględniające możliwości wykonania takich prac, tj. dostęp oraz miejsce, gdzie wykonywane będą prace (warsztat czy plac budowy). Do najważniejszych parametrów opisujących stan powierzchni należy zaliczyć:

- stopień przygotowania spawów, krawędzi oraz innych niedoskonałości podłoża wg PN-EN ISO 8501-3 (patrz rozdz. 6.2.),
- stopień przygotowania podłoża wg PN-EN ISO 8501-1(patrz rozdz. 6.4.),
- w uzasadnionych przypadkach chropowatość, rozmiar i typ wg PN-ISO 8503-2 (np. dla metalizacji natryskowej, gruntów etylokrzemianowych czy powłok zbiornikowych) (patrz rozdz. 6.6.2.),
- czystość jonową powierzchni wg PN-EN ISO 8502-6, PN-EN ISO 8502-6 (szczególnie w przypadkach eksploatacji w zanurzeniu lub agresywnej atmosferze korozyjnej).

Wybór konkretnego zestawu powłokowego – zarówno rodzaju farb, jak i grubości powłok – należy poprzedzić analizą możliwych czynników, jakie mogą oddziaływać na zabezpieczaną powierzchnię w trakcie normalnej eksploatacji oraz w przewidywalnych sytuacjach awaryjnych (np. chwilowe zachlapanie agresywnym medium czy zmiany temperatury). W szczególności należy określić:

- środowisko korozyjne, zdefiniowane wg PN-EN ISO 12944-2,
- możliwość oddziaływania podwyższonej temperatury,
- dodatkowe zagrożenia korozyjne w trakcie transportu, składowania i montażu,
- możliwe zagrożenia chemiczne,
- możliwe obciążenia mechaniczne.

Kolejnym czynnikiem determinującym wybór powłok jest oczekiwany czas trwałości, czyli czas do pierwszej renowacji powłoki.
Mając powyższe dane ,tj. warunki pracy oraz oczekiwaną trwałość, można zaproponować zestaw powłok ochronnych. Przydatnym narzędziem na tym etapie projektu są tabele z załącznika A normy PN-EN ISO 12944-5. Każde środowisko korozyjne ma kilka propozycji zestawów powłokowych wraz z podaną trwałością.

13. Kontrola procesu malowania

13.1. Postępowanie inspektora nadzoru w procesie malowania

Celem prowadzenia nadzoru inspektorskiego jest zapewnienie zgodności prowadzonych prac związanych z powłokową ochroną powierzchni ze specyfikacją. Jest praktycznie niemożliwe, żeby inspektor patrząc na gotową powłokę, był w stanie ocenić stopień i jakość przygotowania podłoża znajdującego się pod farbą. Rzadko jest możliwy nadzór przez cały czas prowadzenia różnorodnych prac, a brak wiedzy i nieodpowiednie procedury zastosowane przez wykonawców mogą prowadzić do bardzo słabych rezultatów końcowych.
Częścią obowiązków inspektora nadzoru jest omówienie wymagań specyfikacji malowania z wykonawcami jeszcze przed rozpoczęciem prac, co powinno zapewnić zrozumienie przez nich stawianych wymagań oraz dostosowanie się do tych wymagań w czasie realizacji zlecenia.
Na różnych etapach realizacji zlecenia inspektor nadzoru będzie musiał podejmować decyzje o zaakceptowaniu, bądź odrzuceniu wykonanego etapu prac. Następujące rady mogą być użyteczne:

- Omów wymagania z wykonawcami przed rozpoczęciem prac,
- Narzuć swoje wymagania i trzymaj się ich przez cały czas realizacji projektu,
- Pamiętaj o zasadzie sędziego: To, co nie jest udowodnione, nie jest prawdą.

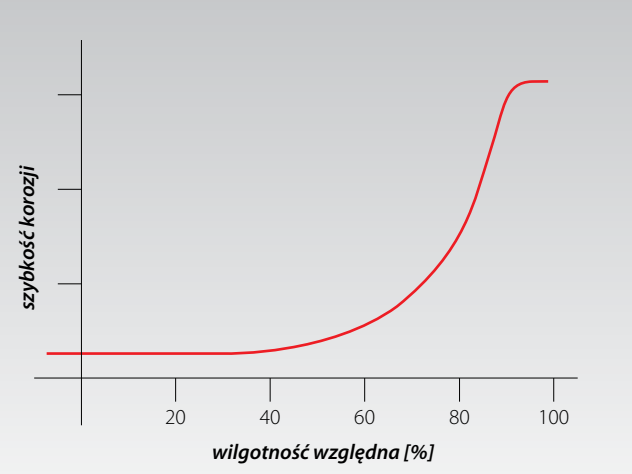
Przed rozpoczęciem prac należy szczegółowo przeanalizować konstrukcję z punktu widzenia całego procesu: przygotowania, czyszczenia i malowania. Trzeba sprawdzić, czy wszystkie powierzchnie są dostępne dla procesu czyszczenia, czy będzie możliwe właściwe oświetlenie powierzchni w trakcie prowadzenia prac itd.
Konstrukcja może być dopuszczona do malowania po spełnieniu wszystkich wymagań związanych z przygotowaniem powierzchni założonych w projekcie (specyfikacji), które zostały opisane w rozdziale 6.10.

13.2. Kontrola warunków aplikacji

Należy pamiętać, że zarówno procesy czyszczenia strumieniowo-ściernego, jak i procesy malowania nie mogą być prowadzone w nieodpowiednich warunkach klimatycznych.
Kluczowymi parametrami są:

- wilgotność względna powietrza (Rh),
- temperatura podłoża (Ts),
- temperatura powietrza (Ta),
- punkt rosy (Td) – wartość obliczana na podstawie pomiaru Rh i Ta,
- różnica między temp. podłoża a punktem rosy (Ts – Td = TΔ),
- temperatura farby.

Szybkość korozji znacznie wzrasta powyżej wilgotności względnej około 40%. Poniżej tej wartości procesy korozyjne są wolniejsze, a przy około 20% Rh prawie w ogóle nie zachodzą.



Rys. 28. Poglądowy wykres zależności: szybkość korozji-wilgotność względna.

13.2.1. Ocena warunków klimatycznych

Pomiar warunków klimatycznych powinien być wykonywany zarówno przed obróbką strumieniowo-ścierną, jak i przed aplikacją każdej warstwy.
Aby uniknąć kondensacji pary wodnej zawartej w powietrzu na powierzchnię malowanej konstrukcji, należy zadbać, by temperatura konstrukcji nie spadła poniżej temperatury punktu rosy, czyli temperatury, w której zachodzi kondensacja pary wodnej do postaci ciekłej. Dla bezpieczeństwa przyjmuje się, że ostateczne czyszczenie strumieniowo-ścierne oraz aplikacja powłok malarskich nie powinny być prowadzone, gdy temperatura podłoża jest niższa niż 30°C powyżej punktu rosy (TΔ >3°C) oraz gdy wilgotność względna powietrza jest większa niż 85%.
Do oceny warunków klimatycznych najczęściej stosowane są elektroniczne termohigrometry wyznaczające od razu temperaturę punktu rosy i różnicę między temperaturami podłoża i punktu rosy. Urządzenia te najczęściej są automatycznie ustawione na generowanie sygnału dźwiękowego w przypadku gdy Ts<Td+3.

Należy pamiętać, że tego typu przyrządy wymagają kilkunastu minut kondycjonowania po wyciągnięciu z pokrowca lub walizki. Dopiero w przypadku osiągnięcia stanu bliskiego do stanu równowagi termodynamicznej z otoczeniem, przyrząd będzie wskazywał poprawne wartości.

Fot. 30. Pomiar warunków klimatycznych wraz z temperaturą konstrukcji i wyznaczeniem punktu rosy.

13.2.2. Przygotowanie farb do malowania

Należy pamiętać, że farba jako produkt o określonej nazwie jest oznakowana również numerem przypisanym do danej szarży produkcyjnej. Jest to podstawowy numer, który umożliwia identyfikację wyrobu i jego szersze zbadanie w przypadku wystąpienia wad spowodowanych jakością farby lub w przypadku roszczeń reklamacyjnych.

Fot. 31. Numer szarży oraz data ważności produktu.

Oprócz numeru szarży z danej partii na puszce znajdziemy również numer BB (best before). Jest to data przydatności produktu do użycia. Nie należy używać produktu po tym terminie.
Na każdym hoboku farby marki Tikkurila znajdują się również przydatne piktogramy. Informują one użytkownika o:

- numerze utwardzacza, jaki należy dodać do bazy oraz jego proporcji w przypadku stosowania wyrobów dwuskładnikowych,
- o rodzaju rozcieńczalnika, jaki powinien zostać użyty do mycia sprzętu oraz do rozcieńczania wyrobu,
- o czasie „życia" mieszaniny w temperaturze 23°C, czyli czasie przydatności wyrobu dwuskładnikowego od momentu zmieszania składników.

Fot. 32. Piktogramy na hobokach farb marki Tikkurila.

13.2.3. Mieszanie farby

Staranne wymieszanie farby jest bardzo ważne. Farba źle wymieszana będzie zatykała dyszę w pistolecie, a w skrajnych przypadkach wytworzy niejednorodną powłokę. W przypadku wyrobów dwuskładnikowych najpierw starannie mieszamy bazę, aż do uzyskania jednorodnej konsystencji, potem dodajemy utwardzacz i mieszamy całość około 5 min. Niektóre produkty wymagają osobnego wymieszania utwardzacza przed zmieszaniem obu składników (np. Tikkurila Temabond ST 200 i 300), informacja ta jest podana w karcie technicznej wyrobu.

13.2.4. Proporcje mieszania

W przypadku wyrobów dwuskładnikowych należy odmierzyć proporcje mieszanych składników. Trzeba pamiętać, że podane w karcie technicznej proporcje mieszania dotyczą bazy i utwardzacza. W przypadku baz zakolorowanych te proporcje mogą się zmieniać. Dotyczy to szczególnie farb zakolorowanych na tzw. kolory intensywne (czerwony, żółty, pomarańczowy, zielony, niebieski). W przypadku mieszania całych kompletów nie ma to znaczenia, ponieważ mieszamy puszkę bazy z puszką utwardzacza. Problem pojawia się, gdy malujemy sprzętem 2K, gdzie trzeba ustawić proporcje mieszania, uwzględniając wszystkie dodane komponenty (koloranty i rozcieńczalniki) lub gdy potrzebujemy niewielkiej ilości farby do wykonania poprawek lub napraw. Najlepiej zapytać dostawcę o właściwe proporcje mieszania dla używanego aktualnie koloru.

Nie można mieszać składników farby „na oko". Do zmierzenia proporcji służą odpowiednie listwy pomiarowe, kubki z podziałkami lub zwykła taśma miernicza. Pojemnik do odmierzania proporcji powinien mieć równoległe ściany.

13.2.5. Wpływ temperatury na żywotność farb dwuskładnikowych

Ważny jest pomiar temperatury farby. Szczególnie jeżeli w malarni mamy problemy z utrzymaniem zalecanej temperatury, farba powinna być ogrzana do temperatury ok. 25°C. W przypadku wyrobów dwuskładnikowych utwardzanych na zasadzie reakcji chemicznej, należy pamiętać, że szybkość reakcji

chemicznej zależy od temperatury. Jeżeli żywotność danego produktu wynosi 6 godz. w 23°C, to przy 33°C już tylko ok. 3 godz.

Fot. 33. Pomiar temperatury farby.

13.2.6. Kontrola lepkości farby

W przypadku aplikacji farb metodą elektrostatyczną lub natryskiem pneumatycznym, gdy stawiane są wysokie wymagania co do walorów estetycznych nakładanej powłoki nawierzchniowej, korzystnie jest zmierzyć lepkość farby przed aplikacją. Pomiar lepkości dokonywany jest za pomocą kubka wypływowego, najczęściej stosuje się kubek Forda z dyszą o średnicy 4 mm. Pomiar polega na zmierzeniu czasu wypływu całej farby zawartej w kubku (100 ml) przez dyszę. Czas przepływu cieczy jest wprost proporcjonalny do jej lepkości.

Fot. 34. Pomiar lepkości kubkiem wypływowym Forda.

Do wykończenia dekoracyjnego zaleca się ustawić lepkość farby nawierzchniowej od 25 do 40 sekund. Szczegółowe informacje znajdują się w kartach technicznych wyrobów.

13.2.7. Kontrola czystości sprężonego powietrza

Sprężone powietrze używane jest podczas prac malarskich w wielu procesach:

- obróbka strumieniowo-ścierna,
- zdmuchiwanie zanieczyszczeń przed malowaniem,
- jako nośnik farby przy natrysku pneumatycznym,
- jako osłona przy malowaniu z pomocniczym strumieniem powietrza,
- do napędu pomp malarskich, mieszadeł itp.

Tylko w ostatniej z wymienionych funkcji zanieczyszczenie powietrza może mieć znikomy wpływ na zanieczyszczenie malowanych powierzchni, choć i tu kurz, olej czy woda mogą przedostawać się do farby. Natomiast we wszystkich operacjach wymienionych wcześniej zanieczyszczenie powietrza może stać się przyczyną wielu istotnych problemów.
Istnieje test zaczerpnięty z amerykańskiej normy ASTM D 4258 na jakość sprężonego powietrza. Metoda służy do oceny zawartości oleju lub wody w sprężonym powietrzu używanym do obróbki strumieniowo-ściernej lub aplikacji farby natryskiem powietrznym.

Fot. 35. Test na jakość sprężonego powietrza (Blotter Test).

13.2.8. Kontrola grubości mokrej powłoki

Malowanie jest procesem żmudnym, dlatego prawie każdy malarz wraz z upływem czasu podświadomie zmienia prędkość przesuwu pistoletu. Kontrola grubości mokrej powłoki pozwala na samokontrolę malarza, co z kolej powoduje, że można oczekiwać, iż grubość powłoki suchej będzie zbliżona do grubości powłoki specyfikowanej (NDFT). Informacje o szczegółach związanych z wyliczaniem relacji i sposobem pomiaru grubości mokrej warstwy zamieściliśmy w rozdz. 11.3.

13.3. Kontrola suszenia i utwardzenia

Niezależnie od mechanizmu utwardzania się powłok malarskich, sam proces utwardzania zależny jest od temperatury. Czasy schnięcia i ponownego malowania zależą już jednak nie tylko od temperatury, ale też od grubości warstwy, wilgotności względnej i wentylacji. Powłoka sucha niekoniecznie musi być już utwardzona, co w przypadku niektórych wyrobów (np. farb etylokrzemianowych) wymaga wykonania dodatkowych testów sprawdzających ich utwardzenie.
Powłoki epoksydowe czy poliuretanowe na ogół nie wymagają tego typu testów. Kontrola utwardzenia odbywa się w sposób organoleptyczny. Jeżeli pod paznokciem powłoka dalej jest miękka, oznacza to, że podczas transportu zostanie uszkodzona i najlepiej jest dać jej trochę czasu na dalsze utwardzenie.

W przypadku przyspieszenia procesu suszenia/utwardzania powłok w komorach grzewczych, z pomocą promienników cieplnych itp., należy pozwolić na wstępne odparowanie rozpuszczalnika (flash off). Czas ten jest zależny od grubości warstwy oraz temperatury otoczenia, ale można przyjąć, że wynosi on około 30 min.
Należy pamiętać, że na szybkość suszenia, oprócz temperatury, bardzo duży wpływ ma wentylacja, a w przypadku farb wodnych wilgotność względna powietrza.

Fot. 36. Szmatka nasączona metylo-etylo-ketonem, test na utwardzenie etylokrzemianu.

14. Wady powłok i metody ich naprawy

Wady powłok mogą powstać w wyniku prowadzenia prac aplikacyjnych w sposób niezgodny z wymaganiami zawartymi w karcie technicznej wyrobu. Najcięższymi defektami są te powstałe wskutek:

- niedostatecznego przygotowania podłoża,
- aplikacji w warunkach klimatycznych niezgodnych z wymaganiami producenta,
- aplikacji na grubość nieprzewidzianą przez producenta,
- aplikacji metodami niezalecanymi przez producenta farb,
- łączenia ze sobą niekompatybilnych farb,
- używania rozpuszczalników nieprzeznaczonych dla danego wyrobu.

Poniżej przedstawiono kilka typowych, najczęściej występujących wad powłok antykorozyjnych oraz ich możliwych przyczyn. Analiza powstania defektu bywa trudna i wymaga dużego doświadczenia, dlatego też należy ją powierzyć wykwalifikowanemu personelowi.

Zacieki

Możliwe przyczyny:

- aplikacja na zbyt dużą grubość (powyżej zakresu przewidzianego przez producenta),
- za mała odległość pistoletu od powierzchni natryskiwanej,
- za duże rozcieńczenie farby.

Sposób naprawy:

- poczekać do wyschnięcia, przeszlifować i nanieść cienką warstwę tego samego produktu.

Fot. 37. Zacieki.

Skredowanie

Możliwe przyczyny:

- zastosowanie farby o niedostatecznej odporności na UV.

Sposób naprawy:

- omiecenie drobnym niemetalicznym ścierniwem lub wodą pod wysokim ciśnieniem z dodatkiem ścierniwem i przemalowanie farbą nawierzchniową odporna na promieniowanie UV.

Fot. 38. Skredowanie.

Pomarańczowa skórka (orange peel)

Możliwe przyczyny:

- słaba atomizacja mgły lakierniczej,
- za duża lepkość farby.

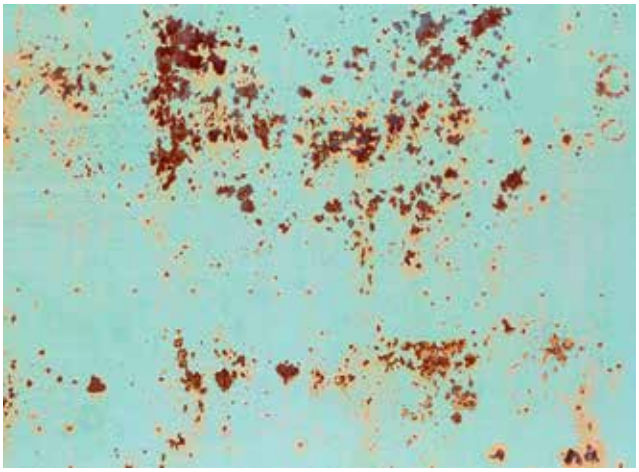
Fot. 39. Skórka pomarańczowa.

Sposób naprawy:
- przeszlifować, a następnie przemalować cienką warstwą rozcieńczonej farby.

Skorodowanie

Możliwe przyczyny:
- niedostateczne przygotowanie podłoża,
- zbyt mała grubość farby w stosunku do agresywności korozyjnej środowiska.

Sposób naprawy:
- usunąć powłokę w miejscach przekorodowań i ponownie pomalować.

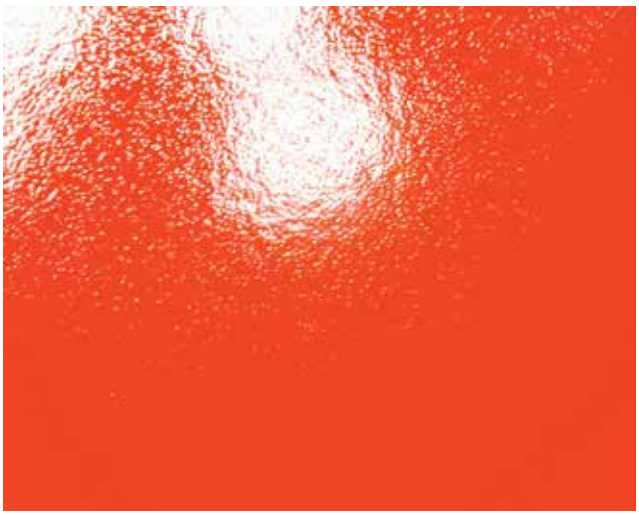


Fot. 40. Skorodowanie.

Pinholing

Możliwe przyczyny:
- za wolne odparowanie rozpuszczalnika,
- za krótki czas wstępnego odparowania przed grzaniem,
- porowata powierzchnia nie została dostatecznie uszczelniona.

Sposób naprawy:
- usunąć powłokę poprzez szlifowanie i ponownie przemalować.



Fot. 41. Pinholing (zgazowanie).

Brak przyczepności, delaminacja

Możliwe przyczyny:
- zanieczyszczenia hydrofobowe na podłożu,
- przekroczony punkt rosy podczas malowania,
- brak odpowiedniej chropowatości (problem z przyczepnością do podłoża),
- zbyt długi czas między kolejnymi warstwami (brak przyczepności do podkładów epoksydowych).

Sposób naprawy:
- usunięcie przyczyny braku przyczepności i ponowne naniesienie kolejnych warstw.

Fot. 42. Brak przyczepności.

Marszczenie się powłoki

Możliwe przyczyny:
- dodanie nieodpowiednich rozpuszczalników,
- łączenie niekompatybilnych ze sobą farb.

Sposób naprawy:
- całkowite usunięcie powłoki i ponowne przemalowanie.

Fot. 43. Marszczenie się powłoki.

Pęcherze

Możliwe przyczyny:

- zanieczyszczenia jonowe na powierzchni przed malowaniem (pęcherze osmotyczne),
- uwięziony rozpuszczalnik lub powietrze pod powłoką.

Sposób naprawy:

- całkowite usunięcie powłoki i kontrola zanieczyszczeń jonowych przed ponownym pomalowaniem.

Fot. 44. Pęcherze (blistering).

Wypacanie się utwardzacza w produktach epoksydowych (amine blushing/sweating)

Możliwe przyczyny:

- źle dobrany utwardzacz;
- malowanie w warunkach zbyt dużej wilgotności i/lub za niskiej temperaturze powietrza,
- zbyt dużo utwardzacza (niezachowanie proporcji mieszania),
- niedokładne lub zbyt krótkie wymieszanie bazy i utwardzacza.

Sposób naprawy:

- usunięcie produktów wypocenia przy pomocy specjalnych substancji,
- przemalowanie cienką warstwą w tym samym kolorze.

Fot. 45. Żółknięcie epoksydów.

Wtrącenia ciał obcych

Możliwe przyczyny:

- malowanie lub suszenie powłoki w warunkach sprzyjających wklejaniu się brudu do powłoki,
- słabe odpylenie powierzchni przed malowaniem.

Sposób naprawy:

- mechaniczne usunięcie wtrąceń i w razie potrzeby ponowne przemalowanie.

Fot. 46. Wtrącenia ciał obcych.

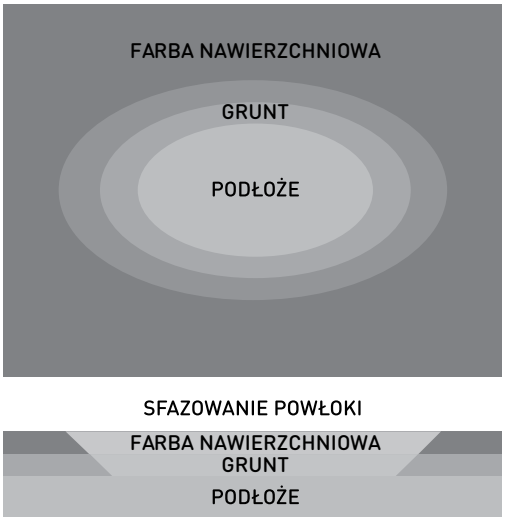
15. Malowanie poprawkowe

Malowanie poprawkowe jest nieuniknioną czynnością w procesie wykonawstwa powłok ochronnych na nowych konstrukcjach. Konieczność wykonywania poprawek wynika z powstania uszkodzeń powłok podczas:

- transportu konstrukcji z malarni na plac budowy,
- składowania konstrukcji na budowie,
- montażu konstrukcji,
- działania ekip wykonawczych z innych branż (np. wentylacje, elektryka),
- błędów projektowych ujawnionych na gotowych elementach.

Dobrą praktyką jest stosowanie systemu naprawczego identycznego jak system pierwotny. W przypadku gdy pierwsza warstwa systemu pierwotnego była gruntem wysokocynkowym, wtórne przygotowanie podłoża wymaga oczyszczenia strumieniowo-ściernego (np. PSa 2½). Uzyskanie takiego stopnia czystości na gotowej, zmontowanej konstrukcji jest kłopotliwe – wiąże się z dużym zanieczyszczaniem gotowej konstrukcji oraz rykoszetami ścierniwa. Możliwe w takim przypadku jest zastosowanie oczyszczarki bezpyłowej (z recyrkulacją ścierniwa). Rozwiązanie takie jest jednak kosztowne sprzętowo i nie jest możliwe oczyszczenie w ten sposób każdej płaszczyzny.

Inną możliwością jest modyfikacja zestawu naprawczego tak, aby zawierał podkład tolerujący gorsze przygotowanie powierzchni. Dobrą alternatywą dla gruntów wysokocynkowych są mastyki epoksydowe Temabond ST200 i Temabond ST300, które mogą być aplikowane na podłoża przygotowane do PMa lub PSt3 zgodnie z PN-EN ISO 8501-2. Należy zwrócić uwagę, aby powierzchnia, gdzie zaczyna się dobra, nienaruszona powłoka, miała łagodne przejście (zfazowanie).



Rys. 29. Przygotowanie pod malowanie poprawkowe – sfazowane przejścia.

Szczególnej uwagi wymagają miejsca, gdzie pomalowana powierzchnia jest termicznie cięta. Miejsce cięcia jest przetwardzone i ciężko uzyskać tam chropowatość poprzez obróbkę mechaniczną. Powłoka poddana działaniu wysokiej temperatury jest zdegradowana , mimo że nie widać na niej zmian, dlatego też należy usunąć powłokę z dodatkowym marginesem 10-15 cm od miejsca działania wysokiej temperatury.

W celu zachowania walorów estetycznych wykonywanego malowania poprawkowego miejsca takie powinny być obklejane w regularny kształt, a jeszcze lepiej, kiedy kończą się na załamaniu płaszczyzny lub szwie spawu.

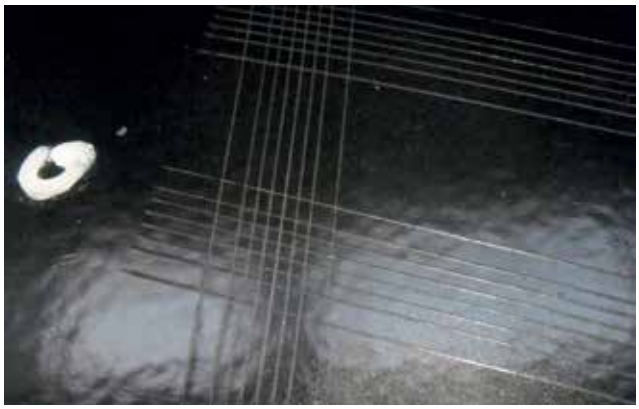
16. Końcowa kontrola i odbiór powłok malarskich

Końcowa kontrola powłok malarskich związana z odbiorem może mieć różny zakres. Podstawowa kontrola sprowadza się do sprawdzenia:

- Wyglądu powłok w celu stwierdzenia, że są one estetyczne i nie posiadają istotnych wad opisanych w rozdz. 14,
- Pomiarów grubości suchej warstwy, zgodnie z metodologią opisaną poniżej.

Na konstrukcjach bardziej odpowiedzialnych, np. pracujących w środowisku C5I, C5M, Im1, Im2, Im3 lub jeśli inwestor (projektant) postawi takie wymaganie, są przeprowadzane dodatkowe kontrole, takie jak:

- Sprawdzenie przyczepności powłok (siatka nacięć, nacięcie w kształcie „X" lub badanie odrywowe),



Fot. 47. Siatka nacięć.

Fot. 48. Nacięcie w kształcie „X".

- Sprawdzenie szczelności powłok (metoda nisko- lub wysokonapięciowa),
- Porównanie koloru ze wzorcem,
- Sprawdzenie połysku.

16.1. Ocena wyglądu powłoki

Ocena wyglądu powłoki jest z założenia subiektywna, dlatego na początku kontraktu warto określić pewne założenia, np. wymienić wady dopuszczalne i ich maksymalną powierzchnię i wady niedopuszczalne, np. stosując zapis „dopuszcza się niewielkie zacieki, o ile ich ilość nie przekracza 3 na 1 m^2, wtrącenia ciał obcych większych niż 10 µm są niedopuszczalne itp." Zalecanym rozwiązaniem jest przygotowanie na początku prac powierzchni referencyjnej, która będzie wzorcem porównawczym do oceny końcowej.

16.2. Pomiar grubości suchej powłoki

Ogólne zasady pomiaru grubości suchej powłoki zostały zdefiniowane w rozdz. 5.4. normy PN-EN ISO 12944-5. Ponieważ w tym względzie odwołuje się ona do wielu innych norm, postaramy się zagadnienie pomiaru opisać dokładniej. Na ogół powłoki malarskie nakładamy na powierzchnie obrobione strumieniowo-ściernie. Metoda i procedura sprawdzania suchych powłok powinna być zgodna z PN-EN ISO 19840, a dla powierzchni gładkich i ocynkowanych zanurzeniowo – zgodna z PN-EN ISO 2808. Jeżeli nie uzgodniono inaczej, należy stosować następujące kryteria przyjęte dla podłoży gładkich:

- Średnia arytmetyczna wszystkich pojedynczych grubości suchej powłoki powinna być równa lub większa od nominalnej grubości suchej powłoki (NDFT),
- Wszystkie pojedyncze grubości suchej powłoki powinny być równe lub większe niż 80% NDFT,
- Przyjmuje się pojedyncze grubości z przedziału od 80% NDFT do 100% NDFT, pod warunkiem, że ich liczba jest mniejsza od 20% całkowitej liczby pojedynczych pomiarów,
- Wszystkie pojedyncze grubości (DFT) powinny być mniejsze lub równe maksymalnej grubości powłoki podanej w specyfikacji,
- Zaleca się, żeby maksymalna grubość suchej powłoki (pojedyncza wartość) nie była większa niż 3-krotna NDFT,
- W przypadku przekroczenia maksymalnej grubości suchej powłoki należy zasięgnąć opinii eksperta lub producenta farb, co do sposobu dalszego postępowania,
- Trzeba pamiętać, że istnieją powłoki, które są bardzo wrażliwe na przegrubienie, a ich grubość maksymalna może tylko nieznacznie przewyższać grubość nominalną, np. powłoki z farb etylokrzemianowo-cynkowych (Temasil 90). Dla tych farb nie można stosować zasady 3-krotnego przegrubienia NDFT, a trzeba ściśle przestrzegać zaleceń producenta.

Dla podłoży po obróbce strumieniowo-ściernej należy stosować się do dodatkowych zaleceń wynikających z normy PN-EN ISO 19840. Ponieważ przyrządy pomiarowe kalibruje się na powierzchniach gładkich, norma zaleca uwzględnianie przy pomiarach dodatkowej poprawki na chropowatość, o którą należy zmniejszyć wartość pomiaru odczytaną z przyrządu. Wartości poprawek na chropowatość zestawiono w tabeli 14.

Profil powierzchni zgodnie z PN-EN ISO 8503-2	**Wartość korygująca** [µm]
Drobnoziarnisty	10
Pośredni	25
Gruboziarnisty	40

Tab. 14. Wartość korygująca dla poszczególnych profilów chropowatości.

W uzasadnionych wypadkach, np. przy profilach chropowatości przekraczających zakresy podane w normie PN-EN ISO 8503-2 może zaistnieć konieczność oszacowania wartości korygującej. Metodykę wyznaczania tej wartości podano w załączniku D do normy PN-EN ISO 19840.

Uwaga, jeżeli wykonującemu pomiary nieznany jest profil podłoża, zaleca się przyjęcie wartości korygującej 25 µm.

Norma PN-EN ISO 19840 podaje też zalecenia dotyczące minimalnej ilości pomiarów w zależności od wielkości powierzchni mierzonej konstrukcji lub elementu (tab. 15). W tabeli zamieszczono też ilość dopuszczalnych powtórzeń pomiaru, pod warunkiem, że to powtórzenie zostanie wykonane w miejscu nie dalszym niż 10 mm od miejsca pomiaru, którego wynik może budzić wątpliwości.

Wielkość powierzchni (m^2 lub mb)	**Minimalna ilość pomiarów**	**Maksymalna ilość powtórzeń**
Do 1	5	1
1-3	10	2
3-10	15	3
10-30	20	4
30-100	30	6
powyżej 100	Po 10 na każde dodatkowe 100 m^2	

Tab. 15. Minimalne ilości pomiaru grubości w zależnosci od wielkości malowanej powierzchni.

Przykładowo, w przypadku gdy NDFT systemu malarskiego określono na 200 µm, to minimalna grubość pojedynczego pomiaru nie powinna być mniejsza niż 160 µm, a maksymalna 600 µm. Oczywiście musimy pamiętać o podanych zastrzeżeniach, czyli tylko 20% wyników pomiarów może być z przedziału 160-200 µm, średnia arytmetyczna ze wszystkich pomiarów ≥200 µm i należy się upewnić, że nie ma dodatkowych zastrzeżeń producenta co do maksymalnych grubości powłok lub całego systemu. Jest to poprawne, ale tylko w przypadku powłok nanoszonych na gładkie podłoże, w przypadku podłoży po obróbce strumieniowo-ściernej musimy uwzględnić poprawki na chropowatość podane w normie PN-EN ISO 19840 (tab. 14).

17. Dokumentacja prac malarskich (specyfikacje, protokoły kontrolne, gwarancje)

Norma PN-EN ISO 12944-8 zaleca, żeby dokumentacja prac antykorozyjnych, w tym ochrony powłokowej, zawierała następujące grupy dokumentów:
- Dokumentację projektową,
- Dokumentację ochronnego systemu malarskiego,
- Dokumentację prac malarskich,
- Dokumentację kontroli i oceny prac malarskich.

Zaleca się też wykonywanie udokumentowanych powierzchni referencyjnych. O poszczególnych elementach niezbędnych do sporządzenia dokumentacji pisaliśmy już wcześniej.

17.1. Dokumentacja projektowa

Zasady projektowania zabezpieczeń antykorozyjnych za pomocą powłokowych systemów malarskich omówiliśmy w rozdz. 12. Szczegółowe informacje na temat zawartości projektowej zamieszczono w tabeli 1 normy PN-EN ISO 12944-8. Powinna ona zawierać między innymi:
- informację ogólną i szczegółową na temat obiektu,
- szczegółowy opis narażeń korozyjnych konstrukcji, a w razie potrzeby jej elementów składowych,
- powierzchnię ogólną i powierzchnie narażone na poszczególne rodzaje zagrożeń,
- założony okres trwałości zabezpieczeń,
- wymagania dotyczące przygotowania powierzchni, w zależności od rodzaju narażeń,
- wymagania stawiane powłokom malarskim,
- wymagania dotyczące prac malarskich (lokalizacja, warunki, technologia),
- inne wymagania, np. kolorystyka, połysk itp.,
- wymagania dotyczące kontroli i oceny prac,
- zalecenia dotyczące powierzchni referencyjnych i ich funkcji,
- wymagania dotyczące BHP i ochrony środowiska.

17.2. Dokumentacja ochronnego systemu malarskiego

Dokumentacja systemu malarskiego, zwana też specyfikacją, wynika z zaleceń dokumentacji projektowej (wymagań stawianych powłokom malarskim). Jest jednak bardziej szczegółowa, bo dotyczy już wybranych, zgodnie z postawionymi wymaganiami, wyrobów. Może zawierać dodatkowe zalecenia wynikające z wymagań stawianych przez producenta wybranych wyrobów, np. dotyczące przygotowania powierzchni, profilu chropowatości, czasów schnięcia, przemalowań itd. Wskazane jest, aby załącznikami do tej dokumentacji były:
- karty techniczne wymienionych w dokumentacji farb,
- karty bezpieczeństwa tych farb,
- inne dokumenty dostarczone przez producenta farb, np. zalecenia technologiczne dotyczące aplikacji poszczególnych farb.

Szczegółowe informacje na temat zawartości dokumentacji ochronnego systemu malarskiego są zawarte w tabeli 2 normy PN-EN ISO 12944-8.

17.3. Dokumentacja prac malarskich

Powinna zawierać informacje dotyczące:
- kwalifikacji personelu wykonującego prace związane z przygotowaniem powierzchni i aplikacją farb,
- stosowanego sprzętu,
- ilości powierzchni referencyjnych, ich lokalizacji i sposobu ich oznakowania,
- osób odpowiedzialnych za nadzór i kontrolę prac,
- procedur postepowania przy wykonywaniu prac,
- procedur postępowania w przypadku stwierdzenia niezgodności wykonanych prac z postawionymi wymaganiami.

17.4. Dokumentacja kontroli i oceny prac malarskich

W zależności od wymagań inwestora oraz obowiązujących w danej branży przepisów lub zaleceń zakresy kontroli i parametrów powłok poddawanych ocenie mogą się znacznie różnić. Znacznie ostrzejsze są wymagania stawiane zabezpieczeniom na platformie wiertniczej niż konstrukcji wiaty magazynowej przeznaczonej do postawienia w gospodarstwie rolnym. Istnieje pewien minimalny zakres podlegający kontroli na zgodność ze stawianymi wymaganiami, obejmujący sprawdzenie:

- przygotowania powierzchni,
- zgodności farb ze specyfikacją,
- warunków termiczno-wilgotnościowych,
- grubości powłok,
- ogólnego wyglądu (koloru, połysku, braku istotnych wad).

Im wymagania stawiane konstrukcjom są wyższe, tym więcej elementów podlega kontroli i tym wyższe są wymagania dotyczące kwalifikacji personelu kontrolującego. Przykładem może być norweska norma Norsok M 501, stawiająca wysokie wymagania dotyczące całego procesu zabezpieczeń urządzeń w przemyśle petrochemicznym, w tym platform wiertniczych, która do kontroli dopuszcza jedynie wysoko wykwalifikowanych inspektorów, posiadających jeden z wymienionych certyfikatów:

- Frosio Inspector Level III,
- NACE Inspector Level III,
- ICorr Inspector Level III.

17.5. Powierzchnie referencyjne

Powierzchnie referencyjne to wybrane fragmenty konstrukcji służące do określenia minimalnego dopuszczalnego poziomu prac, sprawdzenia, czy oferowane przez dostawcę farb i wykonawcę malowania parametry powłoki się potwierdzają. Dobrą praktyką jest wykonanie powłok na tych powierzchniach na początku prac, bo mogą one posłużyć jako wzorzec do oceny jakości prac przy końcowym odbiorze robót. Powierzchnie referencyjne nie służą do celów gwarancyjnych, ale mogą być w tym celu stosowane, jeżeli wyrażą na to zgodę zainteresowane strony. Szczegółowy opis wymagań dotyczących powierzchni referencyjnych zamieszczony jest w normie PN-EN ISO 12944-7. Zgodnie z tą normą, w zależności od powierzchni konstrukcji zalecane są odpowiednie ilości tych powierzchni (tab. 16).

Powierzchnia do pomalowania (m^2)	**Maks. ilość pow. referencyjnych** (szt.)	**Zalecany % udział pow. referencyjnych w całkowitej pow. do malowania**	**Maksymalna łączna wielkość pow. referencyjnych** (m^2)
Poniżej 2000	3	3	12
2000-5000	5	5	25
5000-10000	7	7	50
10000-25000	7	7	75
25000-50000	9	9	100
powyżej 50000	9	9	200

Tab. 16. Zalecana ilość i wielkość powierzchni referencyjnych.

Z kolei w normie PN-EN ISO 12944-8 znajduje się wzór protokołu z wymalowania powierzchni referencyjnych, na podstawie którego opracowano formularz stosowany w firmie Tikkurila.

18. Zasady udzielania gwarancji na zabezpieczenie ochronnymi powłokami malarskimi

W rozdziale 4 zdefiniowaliśmy pojęcie trwałości, jest ono często mylone z gwarancją. Producenci farb nie produkują powłok ochronnych, a jedynie dostarczają półprodukt do ich wytworzenia, którym jest farba. Na poprawne zastosowanie farb producent ma niewielki wpływ, bo nawet najlepsza farba nałożona w złych warunkach na nieprzygotowaną powierzchnię nie wytworzy właściwej powłoki ochronnej. Może być też sytuacja odwrotna, nawet najstaranniej wykonane prace malarskie nie zapewnią oczekiwanej trwałości, jeżeli farba była źle dobrana lub była wadliwa. Zatem gwarancja na powłoki ochronne nie powinna być udzielana wyłącznie przez producenta farb lub wyłącznie przez firmę wykonawczą. Na ogół realizowane jest to tak, że producent lub dostawca udziela gwarancji wykonawcy i na tej podstawie wykonawca udziela gwarancji generalnemu wykonawcy lub inwestorowi. Każda gwarancja to indywidualna umowa pomiędzy zainteresowanymi stronami, np. producentem farb i wykonawcą powłok. W zabezpieczeniach antykorozyjnych nie udziela się gwarancji automatycznie, tak jak w przypadku gotowych wyrobów (samochodów, telewizorów itp.), bo każda konstrukcja jest wykonywana i eksploatowana w nieco innych warunkach i ani systemy zabezpieczeń, ani technologia ich wykonania nie są dokładnie powtarzane w kolejnych inwestycjach, nawet jeżeli z pozoru są do siebie podobne. Warunki gwarancji określa producent farb, a kontroluje ich

realizację w oparciu o nadzór nad wymalowaniem powierzchni referencyjnych (rozdz. 17.5.). Gwarancji udziela się z reguły na systemy wymienione w normie PN-EN ISO 12944-5, dla okresów trwałości średniego i długiego. Okres objęty gwarancją jest zawsze krótszy od okresu trwałości i wynosi od 3 do 5 lat, a na szczególnych zasadach może być nieco dłuższy. Należy pamiętać, że gwarancja to dodatkowa usługa dająca zabezpieczenie inwestorowi, ale związana z dodatkowymi kosztami (nadzory nad powierzchniami referencyjnymi, szkolenia itp.).

19. BPH – transport, przechowywanie farb i gospodarka odpadami

19.1. BHP

Prace malarskie są związane z całym szeregiem zagrożeń, z których najważniejsze to:

- niebezpieczeństwo pożaru,
- niebezpieczeństwo wybuchu,
- porażenie prądem,
- niebezpieczeństwo zatrucia,
- niebezpieczeństwo urazu.

19.1.1. Zagrożenie pożarem i wybuchem przy pracach malarskich

Prawie wszystkie farby, nawet wodorozcieńczalne, zawierają pewne ilości lotnych związków organicznych, które są palne. Opary tych związków mogą gromadzić się i w przypadku kontaktu ze źródłem ognia grożą zapaleniem lub wybuchem. Dlatego w malarniach i w pobliżu miejsc, gdzie trwają prace malarskie, nawet na wolnym powietrzu, niedopuszczalne jest używanie źródeł otwartego ognia, palenie tytoniu lub wykonywanie prac, które mogą doprowadzić do zapłonu (spawanie, zgrzewanie, szlifowanie itp.).
Niestety, mimo tych oczywistych stwierdzeń w naszym kraju co roku dochodzi do kilku pożarów i wybuchów w malarniach i przy pracach lakierniczych. Szczególne niebezpieczeństwo występuje przy wciąż dość rozpowszechnionym odtłuszczaniu za pomocą rozpuszczalników, w tym łatwo zapalnej benzyny ekstrakcyjnej.

19.1.2. Zagrożenia spowodowane prądem i ładunkami elektrostatycznymi

W profesjonalnych malarniach nie stosuje się gniazd elektrycznych, a wyłączniki oświetlenia i wentylacji znajdują się poza malarnią. Bywa, że prace malarskie prowadzone są poza malarnią, wtedy należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączeń, a najlepiej wyłączać prąd na czas malowania. Szczególnie narażeni na porażenie prądem, ze źle zabezpieczonych gniazd, połączeń i wyłączników, są malarze malujący farbami wodnymi.
Należy pamiętać, że przy malowaniu natryskowym, zwłaszcza wysokociśnieniowym należy uziemić pompę malarską i malowany przedmiot, aby uniknąć powstawania ładunków elektrycznych, które wywołują iskry pomiędzy pistoletem i malowanym obiektem. Takie ładunki są powodem porażeń elektrycznych, które mogą być groźne dla osób z chorobami układu krążenia.
Zagrożenie porażeniem i iskrzeniem może wystąpić przy pracach ze sprzętem do malowania elektrostatycznego. Tu należy zwrócić szczególną uwagę na sprawność sprzętu, połączeń i uziemień. Nigdy nie należy dopuszczać do napraw pistoletu, generatora i kabli przez osoby niepowołane.

19.1.3. Niebezpieczeństwo zatrucia

Do zatrucia może dojść poprzez drogi oddechowe, spożycie i poprzez skórę. Spożycie farb lub rozpuszczalników jest raczej rzadkie, ale zdarza się, kiedy są one przechowywane w opakowaniach po napojach, dżemach lub konserwach. Najczęściej do zatruć dochodzi, kiedy nie jest stosowany lub stosowany jest niewłaściwie sprzęt ochrony osobistej. Niestety, nadal dość powszechne jest usuwanie zabrudzeń skóry poprzez mycie rozcieńczalnikami. W przypadku zatrucia niezbędne jest jak najszybsze udzielenie właściwej pomocy. Lekarz musi wiedzieć, które substancje w farbie są niebezpieczne, dlatego zawsze powinny być dostępne karty bezpieczeństwa (ang. MSDS).

19.1.4. Niebezpieczeństwo urazu

Niebezpieczeństwo urazu w trakcie prac malarskich może być spowodowane przez wiele przyczyn. Zagrożeniem może stać się malowany przedmiot (ostre krawędzie, wystające elementy). Bywa, że malowane są ciężkie podwieszone przedmioty, dlatego niezwykle ważna jest dbałość o stan zawiesi, pasów i łańcuchów. Nierzadkie są urazy głowy w trakcie przechodzenia pod zawieszonymi elementami. Kolejne potencjalne niebezpieczeństwo to praca na wysokości. Praca z lin, rusztowań czy podnośników wymaga odpowiedniej sprawności fizycznej, potwierdzonej badaniami lekarskimi. Należy pamiętać, że malarz ma ograniczoną widoczność – nawet najlepsze okulary bardzo szybko pokrywają się warstwą farby i właściwa ocena przeszkód staje się utrudniona.

Fot. 49. Odpowiedni strój powinien chronić drogi oddechowe i skórę.

Najwięcej prac malarskich wykonuje się aparatami do natrysku farb pod wysokim ciśnieniem (z pomocniczym strumieniem powietrza lub bez). Ciśnienie farby wtryskiwanej przez pistolet wynosi w dyszy od 120 do ponad 500 bar. W razie przypadkowego wtryśnięcia farby wchodzi ona głęboko pod skórę w tkankę. Tylko szybka interwencja chirurgiczna może zlikwidować lub przynajmniej znacznie ograniczyć skutki takiego wypadku. W przypadku zwlekania z pomocą chirurga dość szybko dochodzi do martwicy tkanek, co może skończyć się nawet amputacją palca lub całej dłoni.
Do takiej sytuacji może dojść w przypadku nieuwagi, np. przy czyszczeniu dyszy „pod ciśnieniem", malowania niesprawnym sprzętem lub założenia pistoletu przeznaczonego do malowania na niższych ciśnieniach od tych, które jest w stanie wytworzyć pompa. W razie jakiejkolwiek awarii, konieczności naprawy, czy wypadku pierwszą czynnością powinno być rozprężenie układu wysokiego ciśnienia.
Uwaga: Nigdy nie kierujmy pistoletu malarskiego w swoją stronę lub w kierunku znajdujących się w pobliżu ludzi!

19.2. Informacja o zagrożeniach

Karty bezpieczeństwa wyrobu i oznaczenia na etykietach podają informację o substancjach, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka. Na podstawie tej informacji użytkownicy wyrobów podejmują decyzję, czy w czasie użytkowania wyrobu wymagane są specjalne środki ostrożności i na jakie zagrożenia mogą być narażeni.

19.2.1. Oznaczenia na etykietach

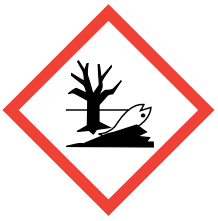
Znaki ostrzegawcze na etykietach zapewniają informacje o wszystkich zagrożeniach związanych z wyrobem. Reaktywność, zagrożenia dla zdrowia człowieka i dla środowiska naturalnego są oznaczone symbolami i tekstem, który opisuje wszelkie zagrożenia (R) oraz środki zapobiegawcze (S). Nowe unijne przepisy CLP nakazują odpowiednie klasyfikowanie, znakowanie i pakowanie substancji chemicznych i ich mieszanin. Przepisy CLP wprowadzają wśród Narodów Zjednoczonych globalny, zharmonizowany system (GHS) klasyfikacji i oznakowań chemikaliów w Europie i nowe oznakowania (piktogramy) zagrożeń oraz wyrazy ostrzegawcze „Danger" (niebezpieczeństwo) i „Warning" (ostrzeżenie), które będą używane na oznakowaniach ostrzegawczych. Oznakowania R i S zostały zastąpione przez symbole zagrożeń (oznakowania H) i symbole ostrzegawcze (oznakowania P). Substancje chemiczne (tj. rozcieńczalniki i niektóre utwardzacze) muszą być zaklasyfikowane i oznaczane zgodnie z wymogami CLP od 1 grudnia 2010 r. lub 1 grudnia 2012 r., jeżeli substancje te są już na rynku i odpowiednio mieszaniny (np. farby) od 1 czerwca 2015 r. lub 1 czerwca 2017 r.

19.2.2. Karty bezpieczeństwa

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, karty bezpieczeństwa powinny być dostępne dla wszystkich farb i zawierać dane wyspecyfikowane poniżej:
1. Dane identyfikacyjne: wyrobu/produktu; firmy/wytwórcy,
2. Identyfikacja zagrożeń,
3. Skład,
4. Instrukcja pierwszej pomocy,
5. Instrukcja na wypadek pożaru,
6. Instrukcja postępowania w przypadku skażenia środowiska,
7. Instrukcje składowania i transportu,
8. Kontrola narażeń/sprzęt ochrony osobistej,
9. Własności fizyko-chemiczne,
10. Stabilność i reaktywność,
11. Informacja toksykologiczna,
12. Informacja ekologiczna,
13. Postępowanie z odpadami,
14. Informacja o sposobie transportu,
15. Informacja o przepisach dotyczących produktu,
16. Informacje dodatkowe.

Wykonawca wymalowań musi posiadać powyższe dane dla wszystkich stosowanych farb i substancji chemicznych oraz zapewnić, aby karty bezpieczeństwa dla wszystkich wyrobów były łatwo dostępne dla wszystkich pracujących w miejscu wykonywania prac malarskich.
Karty bezpieczeństwa dla wyrobów Tikkurila są dostępne w Internecie pod adresem: www.tikkurila.com

Piktogram	Klasa i kategoria zagrożenia
	Niestabilne materiały wybuchowe Materiały wybuchowe z podklas 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 Substancje i mieszaniny samoreaktywne, typy A, B Nadtlenki organiczne, typy A, B
	Gazy łatwopalne, kategoria zagrożenia 1 Wyroby aerozolowe łatwopalne, kategorie zagrożeń 1, 2 Ciecze łatwopalne, kategorie zagrożeń 1, 2, 3 Ciała stałe łatwopalne, kategorie zagrożeń 1, 2 Substancje i mieszaniny samoreaktywne, typy B, C, D, E, F Ciecze piroforyczne, kategoria zagrożenia 1 Ciała stałe piroforyczne, kategoria zagrożenia 1 Substancje i mieszaniny samonagrzewające się, kategorie zagrożeń 1, 2 Substancje i mieszaniny, które w kontakcie z wodą wydzielają gazy łatwopalne, kategorie zagrożeń 1, 2, 3 Nadtlenki organiczne, typy B, C, D, E, F
	Gazy utleniające, kategoria zagrożenia 1 Ciecze utleniające, kategorie zagrożeń 1, 2, 3 Ciała stałe utleniające, kategorie zagrożeń 1, 2, 3
	Gazy pod ciśnieniem: • Gazy sprężone • Gazy skroplone • Gazy skroplone schłodzone • Gazy rozpuszczone
	Działanie korodujące na metale, kategoria zagrożenia 1 Działanie żrące na skórę, kategorie zagrożeń 1A, 1B, 1C Poważne uszkodzenie oczu, kategoria zagrożenia 1
	Toksyczność ostra (droga pokarmowa, po naniesieniu na skórę, po narażeniu inhalacyjnym), kategorie zagrożeń 1, 2, 3
	Toksyczność ostra (droga pokarmowa, po naniesieniu na skórę, po narażeniu inhalacyjnym), kategoria zagrożenia 4 Działanie drażniące na skórę, kategoria zagrożenia 2 Działanie drażniące na oczy, kategoria zagrożenia 2 Działanie uczulające na skórę, kategoria zagrożenia 1 Działanie toksyczne na narządy docelowe – narażenie jednorazowe, kategoria zagrożenia 3 • Działanie drażniące na drogi oddechowe • Skutek narkotyczny

Piktogram	Klasa i kategoria zagrożenia
	Działanie uczulające na drogi oddechowe, kategoria zagrożenia 1 **Działanie mutagenne na komórki rozrodcze, kategorie zagrożeń 1A, 1B, 2** **Rakotwórczość, kategorie zagrożeń 1A, 1B, 2** **Działanie szkodliwe na rozrodczość, kategorie zagrożeń 1A, 1B, 2** **Działanie toksyczne na narządy docelowe – narażenie jednorazowe, kategorie zagrożeń 1, 2** **Działanie toksyczne na narządy docelowe – narażenie powtarzane, kategorie zagrożeń 1, 2** **Zagrożenie spowodowane aspiracją, kategoria zagrożenia 1**
	**Stwarzające zagrożenie dla środowiska wodnego** **Toksyczność ostra, kategoria 1** **Toksyczność przewlekła, kategorie 1, 2**

Tab. 17. Piktogramy i ich znaczenie.

19.3. Ustawodawstwo

Wytwarzanie, składowanie i transport chemikaliów są regulowane w obrębie UE zestawem aktów prawnych. Ustawodawstwo obejmuje bezpieczeństwo pracy i obchodzenie się z chemikaliami, np. poprzez wymagania stosowania znaków ostrzegawczych i zawartości informacji w kartach bezpieczeństwa.

Więcej informacji można znaleźć pod adresem:
www.eurunion.org

19.4. Ochrona środowiska naturalnego – limity i pozwolenia

Wiele współczesnych procesów przemysłowych ograniczona jest limitami i koniecznością uzyskiwania pozwoleń dla zapewnienia, że będą spełniały ostre wymagania kontroli zagrożeń środowiskowych. Limity te zazwyczaj odnoszą się do emisji różnych związków chemicznych do powietrza i wody oraz do sposobu obchodzenia się z odpadami. Limity i wymogi odnośnie uzyskiwania pozwoleń, ustalone dla procesów malowania, różnią się w poszczególnych krajach i w każdym przypadku powinny być sprawdzone pod kątem zgodności z lokalnymi przepisami.

19.5. Emisja rozpuszczalników i rozcieńczalników

Podczas wymalowań przemysłowych rozpuszczalniki są głównym zagrożeniem dla ludzi i środowiska naturalnego. Emisja rozpuszczalników do środowiska podlega ścisłej kontroli, mającej na celu jej zminimalizowanie, co spowodowało wiele zmian w procesach malowania i stosowanych materiałach. Rozpuszczalniki mogą niszczyć atmosferę na trzy główne sposoby:

- stymulują one wytwarzanie ozonu przy powierzchni ziemi, co jest szkodliwe dla roślinności i ludzi,
- niektóre rozpuszczalniki obniżają zawartość ozonu w górnych warstwach atmosfery, obniżając jej zdolność do filtrowania i ochrony przed szkodliwym promieniowaniem UV,
- emisja rozpuszczalników wspomaga globalne ocieplenie, czyli tzw. „efekt cieplarniany".

Rozpuszczalniki mogą także wywołać problemy zapachowe w otoczeniu dużych malarni, co może stać się uciążliwe dla okolicznych mieszkańców.

Na bazie przepisów UE odnoszących się do LZO (Lotnych Związków Organicznych), przyjętych wiosną 1999 r., w krajach członkowskich wprowadzono przepisy prawa, mające na celu dalsze obniżenie emisji rozpuszczalników pochodzących z działalności przemysłowej. Limity zależą od globalnej ilości rozpuszczalników zużywanych przez użytkowników farb, wliczając w to rozcieńczalniki i środki myjące na bazie węglowodorów.

Przepisy te, po wstępnym okresie przejściowym, odnoszą się do przemysłowych procesów malowania, tam gdzie całkowite ilości zużywanych rozpuszczalników lotnych wynoszą:

- malowanie powierzchni metalowych i innych – powyżej 5 ton/rok
- malowanie pojazdów transportowych – w każdym przypadku
- przemysłowe malowanie drewna – powyżej 15 ton/rok.

Limity zawartości rozpuszczalników w powietrzu wyrzucanym do atmosfery i dla tzw. emisji rozproszonej są wyspecyfikowane w odpowiednich przepisach. W praktyce narzucone limity oznaczają, że użytkownicy farb, którzy stosują wyroby rozpuszczalnikowe, muszą zapobiegać ich emisji lub alternatywnie, obniżać ich emisję poprzez zmianę sposobu malowania i stosowanych materiałów. Do obliczeń niezbędnej redukcji bierze się pod uwagę dodatki i zawartość rozcieńczalników we wszystkich stosowanych w danym procesie materiałach. Wykonawcy, którzy używają głównie wyrobów wodorozcieńczalnych lub wyrobów bezrozpuszczalnikowych, mogą, jeżeli zajdzie taka potrzeba, używać wyrobów o wysokiej zawartości rozcieńczalników i wtedy również podlegają przepisom o ich emisji.

Dokładniejsza informacja o przepisach dotyczących LZO jest podawana przez lokalne organizacje i w ustawodawstwie dotyczącym ochrony środowiska.
Podstawową metodą unikania zagrożeń pochodzących od substancji wchodzących w skład rozpuszczalników i zagrożeń związanych z ich emisją jest używanie wyrobów, które zawierają niewiele lub nie zawierają rozpuszczalników. Wyrobami tego typu, opracowanymi pod kątem malowania powierzchni metalowych, są głównie:

- wyroby wodorozcieńczalne,
- wyroby bezrozpuszczalnikowe (epoksydy itp.),
- powłoki proszkowe,
- wyroby, które zawierają reaktywne żywice lub rozpuszczalniki.

Farby nie mogą być wybierane jedynie na podstawie zawartości rozpuszczalników – ich zalety techniczne, cena oraz ich wpływ na zdrowie i bezpieczeństwo są równie ważne. Trzeba jednak sobie uświadomić, że obecnie zagrożeń powodowanych przez rozpuszczalniki pochodzące z procesu malowania nie usunie się jedynie poprzez poprawę wentylacji.

Ustawodawstwo Unii Europejskiej w sprawie LZO (VOC):
http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/stationary/paints/paints_legis

19.6. Odpady farb

Ogólne zasady postępowania z odpadami farb umieszczone są na etykietach oraz w kartach bezpieczeństwa farb. Ilość powstających odpadów może być zazwyczaj zminimalizowana poprzez staranną organizację prac malarskich i optymalizację parametrów technicznych natrysku, jak np. właściwy dobór dysz itp.

Jest wiele lokalnych i ogólnokrajowych przepisów dotyczących gospodarki odpadami farb i zawsze konieczne jest w tej kwestii uzyskanie odpowiednich informacji i zaleceń od lokalnych władz.
Między innymi, należy wziąć pod uwagę takie aspekty:

- W niektórych przypadkach warto zwrócić się do specjalistycznej organizacji o pisemną ekspertyzę na temat sposobu utylizacji niektórych rodzajów odpadów.
- Obecność w odpadach metali ciężkich i rozpuszczalników może być przyczyną problemów.
- Pyły z farb alkidowych i olejnych, pył po obróbce strumieniowo-ściernej i inne drobne pyły odpadowe mogą tworzyć mieszankę wybuchową, stwarzając ryzyko nieprzewidywalnego zapłonu lub wybuchu. Taki rodzaj odpadów powinien być zmyty wodą, suszony na zewnątrz i w odpowiedni sposób zutylizowany.
- Utylizacja wody, która była użyta do czyszczenia w malarni jest także problemem, który powinien być rozstrzygnięty przez władze lokalne.
- Zasady postępowania z odpadami zmieniają się bardzo często, a ich głównym celem jest zminimalizowanie ilości powstających odpadów.

19.7. Zużyte opakowania

Istnieją przepisy UE regulujące gospodarkę zużytymi opakowaniami, a ich głównym celem jest zminimalizowanie ilości odpadów przyjmowanych przez składowiska.

Więcej informacji na stronach:
http://ec.europa.eu/environment/waste/packaging/legis
https://www.mos.gov.pl/srodowisko/odpady/odpady-pouzytkowe/odpady-opakowaniowe

20. Wykaz norm związanych z ochroną przed korozją (stan na 20.11.2015 r.)

20.1. Przygotowanie podłoża

PN-EN ISO 8501-1:2008
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wzrokowa ocena czystości powierzchni – Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niepokrytych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok.

PN-EN ISO 8501-2:2011
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wzrokowa ocena czystości powierzchni – Część 2: Stopnie przygotowania wcześniej pokrytych powłokami podłoży stalowych po miejscowym usunięciu tych powłok.

PN-EN ISO 8501-3:2008
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wzrokowa ocena czystości powierzchni – Część 3: Stopnie przygotowania spoin, krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni.

PN-EN ISO 8501-4:2008
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wzrokowa ocena czystości powierzchni

– Część 4: Stany wyjściowe powierzchni, stopnie przygotowania i stopnie rdzy nalotowej związane z czyszczeniem strumieniem wody pod wysokim ciśnieniem.

PN-EN ISO 8502-2:2006
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Badania służące do oceny czystości powierzchni – Część 2: Laboratoryjne oznaczanie chlorków na oczyszczonych powierzchniach.

PN-EN ISO 8502-3:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów -- Badania służące do oceny czystości powierzchni – Ocena pozostałości kurzu na powierzchniach stalowych przygotowanych do malowania (metoda z taśmą samoprzylepną).

PN-EN ISO 8502-4:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Badania służące do oceny czystości powierzchni – Wytyczne dotyczące oceny prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej przed nakładaniem farby.

PN-EN ISO 8502-5:2005
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Badania służące do oceny czystości powierzchni – Część 5: Oznaczanie chlorków na powierzchniach stalowych przygotowanych do malowania (metoda rurki do oznaczania jonów).

PN-EN ISO 8502-6:2007
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Badania służące do oceny czystości powierzchni – Część 6: Ekstrakcja rozpuszczalnych zanieczyszczeń do analizy – Metoda Bresle'a.

PN-EN ISO 8502-8:2006
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Badania służące do oceny czystości powierzchni – Część 8: Terenowa metoda refraktometrycznego oznaczania wilgoci.

PN-EN ISO 8502-9:2002
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Badania służące do oceny czystości powierzchni – Część 9: Terenowa metoda konduktometrycznego oznaczania soli rozpuszczalnych w wodzie.

PN-EN ISO 8502-11:2007
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Badania służące do oceny czystości powierzchni – Część 11: Terenowa metoda turbidymetrycznego oznaczania siarczanów rozpuszczalnych w wodzie.

PN-EN ISO 8502-12:2006
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Badania służące do oceny czystości powierzchni – Część 12: Terenowa metoda miareczkowego oznaczania rozpuszczalnych w wodzie jonów żelaza (II).

PN-EN ISO 8503-1:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej – Część 1: Wyszczególnienie i definicje wzorców ISO profilu powierzchni do oceny powierzchni po obróbce strumieniowo-ściernej.

PN-EN ISO 8503-2:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej – Część 2: Metoda stopniowania profilu powierzchni stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej – Sposób postępowania z użyciem wzorca.

PN-EN ISO 8503-3:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej – Część 3: Metoda kalibrowania wzorców ISO profilu powierzchni do określania profilu powierzchni – Sposób postępowania z użyciem mikroskopu.

PN-EN ISO 8503-4:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej – Część 4: Metoda kalibrowania wzorców ISO profilu powierzchni do określania profilu powierzchni -- Sposób postępowania z użyciem przyrządu stykowego.

PN-EN ISO 8503-5:2006
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Charakterystyka chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej – Część 5: Metoda oznaczania profilu powierzchni taśmą replikacyjną .

PN-EN ISO 8504-1:2002
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody przygotowania powierzchni – Część 1: Zasady ogólne.

PN-EN ISO 8504-2:2002
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody przygotowania powierzchni – Część 2: Obróbka strumieniowo-ścierna.

PN-EN ISO 8504-3:2004
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody przygotowania powierzchni – Część 3: Czyszczenie narzędziem ręcznym i narzędziem z napędem mechanicznym.

PN-EN ISO 11124-1:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Ogólne wprowadzenie i klasyfikacja.

PN-EN ISO 11124-2:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Ostrokątny śrut z żeliwa utwardzonego.

PN-EN ISO 11124-3:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Kulisty i ostrokątny śrut z wysokowęglowego staliwa.

PN-EN ISO 11124-4:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Kulisty śrut z niskowęglowego staliwa.

PN-EN ISO 11125-1:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Pobieranie próbek.

PN-EN ISO 11125-2:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Oznaczanie składu ziarnowego.

PN-EN ISO 11125-3:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Oznaczanie twardości.

PN-EN ISO 11125-4:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Oznaczanie gęstości właściwej.

PN-EN ISO 11125-5:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Oznaczanie procentowej zawartości wadliwych ziaren ściernych i ich mikrostruktury.

PN-EN ISO 11125-6:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Oznaczanie zawartości ciał obcych.

PN-EN ISO 11125-7:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Oznaczanie zawartości wilgoci.

PN-EN ISO 11126-1:2001
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 1: Ogólne wprowadzenie i klasyfikacja.

PN-EN ISO 11126-3:2000
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Żużel pomiedziowy.

PN-EN ISO 11126-4:2002
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 4: Żużel paleniskowy.

PN-EN ISO 11126-5:2002
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 5: Żużel poniklowy.

PN-EN ISO 11126-6:2002
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 6: Żużel wielkopiecowy.

PN-EN ISO 11126-7:2001
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 7: Elektrokorund.

PN-EN ISO 11126-8:2002
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 8: Piasek oliwinowy.

PN-EN ISO 11126-9:2006
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 9: Staurolit.

PN-EN ISO 11126-10:2006
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 10: Almandyn.

PN-EN ISO 11127-1:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 1: Pobieranie próbek.

PN-EN ISO 11127-2:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 2: Oznaczanie składu ziarnowego.

PN-EN ISO 11127-3:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 3: Oznaczanie gęstości właściwej.

PN-EN ISO 11127-4:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 4: Ocena twardości metodą szkiełek mikroskopowych.

PN-EN ISO 11127-5:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 5: Oznaczanie zawartości wilgoci.

PN-EN ISO 11127-6:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 6: Oznaczanie zanieczyszczeń rozpuszczalnych w wodzie metodą pomiaru przewodnictwa.

PN-EN ISO 11127-7:2012
Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej – Część 7: Oznaczanie chlorków rozpuszczalnych w wodzie.

20.2. Malowanie proszkowe

PN-EN ISO 8130-14:2005
Farby proszkowe – Część 14: Terminologia.

PN-EN 12206-1:2005
Farby i lakiery – Powłoki na aluminium i na stopy aluminium dla budownictwa – Część 1: Powłoki z farb proszkowych.

PN-EN 13438:2013-10
Farby i lakiery – Organiczne powłoki z farb proszkowych do ocynkowanych zanurzeniowo lub szerardyzowanych wyrobów stalowych do celów konstrukcyjnych.

PN-EN 15773:2009
Przemysłowe nakładanie organicznych farb proszkowych na wyroby ze stali ocynkowanej zanurzeniowo lub szerardyzowanej (systemy duplex) – Specyfikacje, zalecenia i wskazówki.

20.3. Malowanie metodą powlekania

PN-EN 13523-0:2014-07
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 0: Wprowadzenie ogólne.

PN-EN 13523-1:2010
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 1: Grubość powłoki.

PN-EN 13523-2:2014-07
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 2: Połysk.

PN-EN 13523-3:2014-07
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 3: Różnica barwy – Porównanie.

PN-EN 13523-4:2014-09
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 4: Twardość ołówkowa.

PN-EN 13523-5:2014-07
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 5: Odporność na gwałtowne odkształcenie (próba uderzenia).

PN-EN 13523-6:2003
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 6: Przyczepność po wgnieceniu (próba tłoczności).

PN-EN 13523-7:2014-07
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 7: Odporność na spękanie przy zginaniu (próba zginania w T).

PN-EN 13523-8:2010
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 8: Odporność na rozpyloną solankę (mgłę).

PN-EN 13523-9:2014-07
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 9: Odporność na zanurzenie w wodzie.

PN-EN 13523-10:2010
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 10: Odporność na promieniowanie fluorescencyjne UV i kondensację wody.

PN-EN 3523-11:2011
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 11: Odporność na rozpuszczalniki (próba pocierania).

PN-EN 13523-12:2006
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 12: Odporność na zarysowanie.

PN-EN 13523-13:2014-07
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 13: Odporność na przyspieszone starzenie pod wpływem ciepła.

PN-EN 13523-14:2014-07
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 14: Kredowanie (metoda Helmena).

PN-EN 13523-15:2003
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 15: Metameryzm.

PN-EN 13523-16:2006
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 16: Odporność na ścieranie.

PN-EN 13523-17:2011
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 17: Przyczepność folii usuwalnych.

PN-EN 13523-18:2003
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 18: Odporność na plamienie.

PN-EN 13523-19:2011
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 19: Modele płytek i metoda ekspozycji w warunkach atmosferycznych.

PN-EN 13523-20:2011
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 20: Przyczepność pianki.

PN-EN 13523-21:2010
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 21: Ocena płytek do badań eksponowanych w naturalnych warunkach atmosferycznych.

PN-EN 13523-22:2010
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 22: Różnica barwy – Porównywanie wizualne.

PN-EN 13523-23:2003
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 23: Trwałość barwy w wilgotnych atmosferach zawierających ditlenek siarki.

PN-EN 13523-24:2006
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 24: Odporność na przywieranie i układanie w stosy.

PN-EN 13523-25:2014-07
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 25: Odporność na wilgoć.

PN-EN 13523-26:2014-07
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 26: Odporność na wodę kondensacyjną.

PN-EN 13523-27:2010
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 27: Odporność na wilgotny okład (test kataplazmy).

PN-EN 13523-29:2010
Metale powlekane metodą ciągłą – Metody badań – Część 29: Odporność na zabrudzenie przez środowisko (wchłanianie brudu i tworzenie pasków).

20.4. Wykładziny i powłoki do ochrony instalacji przemysłowych

PN-EN 14879-1:2006
Organiczne systemy powłokowe i wykładziny do ochrony aparatury i instalacji przemysłowych przed korozją, powodowaną przez agresywne środowiska – Część 1: Terminologia, projektowanie i przygotowanie podłoża.

PN-EN 14879-2:2008
Organiczne systemy powłokowe i wykładziny do ochrony aparatury i instalacji przemysłowych przed korozją, powodowaną przez agresywne środowiska – Część 2: Powłoki na elementy metalowe.

PN-EN 14879-3:2008
Organiczne systemy powłokowe i wykładziny do ochrony aparatury i instalacji przemysłowych przed korozją, powodowaną przez agresywne środowiska – Część 3: Powłoki na elementy betonowe.

PN-EN 14879-4:2009
Organiczne systemy powłokowe i wykładziny do ochrony aparatury i instalacji przemysłowych przed korozją, powodowaną przez agresywne środowiska – Część 4: Wykładziny na elementy metalowe.

PN-EN 14879-5:2009
Organiczne systemy powłokowe i wykładziny do ochrony aparatury i instalacji przemysłowych przed korozją, powodowaną przez agresywne środowiska – Część 5: Wykładziny na elementy betonowe.

PN-EN 14879-6:2010
Organiczne systemy powłokowe i wykładziny do ochrony aparatury i instalacji przemysłowych przed korozją, powodowaną przez agresywne środowiska – Część 6: Złożone wykładziny z warstwami płytek i cegieł

20.5. Malowanie ciekłe i jego kontrola

PN-EN ISO 2409:2013-06
Farby i lakiery – Badanie metodą siatki nacięć.

PN-EN ISO 2431:2012
Farby i lakiery – Oznaczanie czasu wypływu za pomocą kubków wypływowych.

PN-EN ISO 2808:2008
Farby i lakiery – Oznaczanie grubości powłoki.

PN-EN ISO 2813:2014-11
Farby i lakiery – Oznaczanie wartości połysku pod kątem 20°, 60° i 85°.

PN-EN ISO 2814:2006
Farby i lakiery – Porównanie współczynnika kontrastu (krycia) farb tego samego typu i o tej samej barwie.

PN-EN ISO 3233-1:2013-06
Farby i lakiery – Oznaczanie objętości substancji nielotnych, w procentach – Część 1: Metoda z zastosowaniem pomalowanych płytek do badań do oznaczania substancji nielotnych i oznaczania gęstości suchej powłoki na podstawie zasady Archimedesa.

PN-EN ISO 3233-2:2014-10
Farby i lakiery – Oznaczanie objętości substancji nielotnych w procentach – Część 2: Metoda z zastosowaniem pomalowanych płytek do badań do oznaczania zawartości substancji nielotnych zgodnie z ISO 3251 i oznaczania gęstości suchej powłoki na podstawie zasady Archimedesa.

PN-EN ISO 3251:2008
Farby, lakiery i tworzywa sztuczne – Oznaczanie zawartości substancji nielotnych.

PN-EN ISO 3668:2002
Farby i lakiery – Wzrokowe porównywanie barwy farb.

PN-EN ISO 3678:1999
Farby i lakiery – Badanie odporności na wgniecenie.

PN-EN ISO 4624:2004
Farby i lakiery – Próba odrywania do oceny przyczepności.

PN-EN ISO 4628-1:2005
Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 1: Wprowadzenie ogólne i system określania.

PN-EN ISO 4628-2:2005
Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 2: Ocena stopnia spęcherzenia.

PN-EN ISO 4628-3:2005
Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 3: Ocena stopnia zardzewienia.

PN-EN ISO 4628-4:2005
Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 4: Ocena stopnia spękania.

PN-EN ISO 4628-5:2005
Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 5: Ocena stopnia złuszczenia.

PN-EN ISO 4628-6:2012
Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 6: Ocena stopnia skredowania metodą taśmy.

PN-EN ISO 4628-7:2005
Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 7: Ocena stopnia skredowania metodą aksamitu.
Wprowadza: EN ISO 4628-7:2003 [IDT].
Zastępuje: PN-EN ISO 4628-7:2004

PN-EN ISO 4628-8:2013-05
Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 8: Ocena stopnia odwarstwienia i skorodowania wokół rysy lub innego sztucznego uszkodzenia.

PN-EN ISO 4628-10:2005
Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 10: Ocena stopnia korozji nitkowej.

PN-EN ISO 6272-1:2011
Farby i lakiery – Badania nagłego odkształcenia (odporność na uderzenie) – Część 1: Badanie za pomocą spadającego ciężarka, wgłębnik o dużej powierzchni.

PN-EN ISO 6272-2:2011
Farby i lakiery – Badania nagłego odkształcenia (odporność na uderzenie) – Część 2: Badanie za pomocą spadającego ciężarka, wgłębnik o małej powierzchni.

PN-EN ISO 12944-1:2001
Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 1: Ogólne wprowadzenie.

PN-EN ISO 12944-2:2001
Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 2: Klasyfikacja środowisk.

PN-EN ISO 12944-3:2001
Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 3: Zasady projektowania.

PN-EN ISO 12944-5:2009
Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 5: Ochronne systemy malarskie.
Wprowadza: EN ISO 12944-5:2007.

PN-EN ISO 12944-6:2001
Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 6: Laboratoryjne metody badań właściwości.

PN-EN ISO 12944-7:2001
Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 7: Wykonywanie i nadzór prac malarskich .

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

PN-EN ISO 15184:2013-04
Farby i lakiery – Oznaczanie twardości powłoki metodą ołówkową.

PN-EN ISO 16276-1:2008
Ochrona konstrukcji stalowych przed korozją za pomocą ochronnych systemów malarskich – Ocena i kryteria przyjęcia adhezji/kohezji (wytrzymałości na odrywanie) powłoki – Część 1: Badanie metodą odrywania.

PN-EN ISO 16276-2:2008
Ochrona konstrukcji stalowych przed korozją za pomocą ochronnych systemów malarskich – Ocena i kryteria przyjęcia adhezji/kohezji (wytrzymałości na odrywanie) powłoki – Część 2: Badanie metodą siatki nacięć i metodą nacięcia w kształcie X.

PN-ISO 19840:2009
Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Pomiar i kryteria przyjęcia grubości suchych powłok na chropowatych powierzchniach.

20.6. Farby do specjalnych zastosowań

PN-EN 16623:2015-03
Farby i lakiery – Powłoki reaktywne do ochrony podłoży metalowych przed ogniem – Definicje, wymagania, właściwości i znakowanie.

20.7. Inne normy

ASTM D 4285
Compressed Air Blotter Test for Rubber Lining and Painting.

DIN 67530
Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich- und Kunststoff-Oberflächen.

Norsok M 501
Przygotowanie powierzchni i powłoki ochronne.

PN-EN ISO 13788
Cieplno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku – Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa – Metody obliczania.

PN-EN 1090-1+A1:2012
Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych – Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych.

PN-EN 1090-2+A1:2012
Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych – Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.

21. Leksykon

21.1. Powłoki ochronne, terminologia i słownictwo

Dla poprawnego opisania procesu malowania w normach używanych jest szereg specyficznych dla tej branży terminów i słów. Dotyczy to instrukcji warsztatowych, kart technicznych wyrobów, etykiet na opakowaniach itd.
Intencją zebrania terminów i definicji w poniższym podręcznym słowniku jest ułatwienie ich zrozumienia. Zdefiniowanie i ujednolicenie terminologii ułatwia komunikowanie się. Jest to także rodzaj podręcznego banku danych, który ułatwi znajdywanie niezbędnych informacji (odwołania do norm i innych dokumentów). Ze względu na to, że większość dokumentów i norm międzynarodowych napisana jest w języku angielskim, zachowano tę terminologię, uzupełniając ją o tłumaczenie terminów na język polski. Brzmienie polskich zwrotów oparto na oficjalnych tłumaczeniach norm.

Atmosfera lokalna – mikro. Warunki panujące w najbliższym otoczeniu budowli. Warunki te decydują o kategorii korozyjności i obejmują czynniki atmosferyczne wraz z zanieczyszczeniami (EN ISO 12944-2).

Atmosfera miejska. Zanieczyszczona atmosfera w rejonach gęsto zaludnionych, o niewielkim nasyceniu zakładami przemysłowymi. Nasycenie tlenkami siarki i/lub chlorkami jest umiarkowane (EN ISO 12944-2).

Atmosfera przemysłowa. Otaczająca atmosfera zawierająca głównie dwutlenek siarki pochodzący z lokalnego i regionalnego przemysłu (EN ISO 12944-2).

Be. Oznaczenie procesu trawienia kwasowego.

Biała rdza. Wytwory korozji cynku na powierzchniach ocynkowanych lub pomalowanych farbami z wysoką zawartością cynku. Kolor jest zmienny, od białego do ciemnoszarego (EN ISO 12944-4).

Budowla stalowa – (np. most, fabryka, zbiornik, platforma wiertnicza), składająca się z więcej niż jednego elementu konstrukcyjnego. Projekt (przedsięwzięcie) może obejmować jedną lub kilka budowli (EN ISO 12944-8).

Certyfikacja. Potwierdzenie spełnienia określonych wymagań lub parametrów produktu przez autoryzowaną instytucję, np. instytut badawczo-naukowy. Potwierdzony certyfikatem system jakości zapewniany przez producenta.

Cynkowanie ogniowe. Proces pokrywania stali cienką warstwą cynku (od kilkunastu do ponad 100 µm), w wyniku zanurzenia elementu w wannie z roztopionym cynkiem. Powłoka cynkowa charakteryzuje się gładką powierzchnią, wymagającą odpowiednich zabiegów przed nałożeniem dedykowanych na ocynk farb.

Cynkowanie natryskowe. Proces nanoszenia roztopionego cynku, w postaci drobinek przenoszonych z pistoletu, na zabezpieczaną powierzchnię przy pomocy sprężonego powietrza. Powłoka ocynku natryskowego jest bardzo porowata i wymaga szybkiego doszczelnienia tzw. sealerem przed naniesieniem właściwych powłok malarskich.

Czas odparowania. Patrz: Odparowanie wstępne.

Czas przydatności. Czas przydatności definiuje okres, wyrażony w jednostkach czasu, w którym możliwa jest aplikacja farby dwuskładnikowej po wymieszaniu jej składników.

Czas składowania. Okres czasu, w którym farba zachowuje swoje własności i zdolność do aplikacji. Określamy go przy założeniu, że farba składowana jest w oryginalnych opakowaniach, w normalnych, zalecanych przez producenta warunkach, w temperaturze od +3°C do +30°C (EN ISO 12944-5).

Czas wysychania. Czasy wysychania są podawane, jeśli nie jest to jednoznacznie wyszczególnione, dla temperatury +23°C, wilgotności względnej 50% i dostatecznej wentylacji. Niższa temperatura, zbyt gruba warstwa farby, słaba wentylacja i zbyt wysoka wilgotność powietrza wydłużają czas wysychania. Czasy schnięcia i możliwości nakładania kolejnej warstwy mogą być skrócone poprzez podniesienie temperatury. W większości kart technicznych farb podawane są następujące czasy wysychania: suchość pyłowa, suchość dotykowa, czas kolejnego malowania, pełnej stabilizacji farby (ISO 1517).

Czyszczenie ogniowe. Metoda czyszczenia termicznego, gdzie stare powłoki malarskie, zgorzelina walcownicza i rdza są usuwane z powierzchni stalowych przy pomocy płomienia

acetylenowo-tlenowego. Po czyszczeniu ogniowym powierzchnia musi być dodatkowo obrobiona poprzez szczotkowanie (ISO 8501).

Czyszczenie strumieniowo-ścierne. Czyszczenie strumieniowo-ścierne (czyszczenie śrutem staliwnym ostro krawędziowym, piaskowanie, czyszczenie śrutem kulistym). Metoda czyszczenia, w której ścierniwo jest wyrzucane z dużą szybkością na powierzchnię czyszczoną (szybkość nadawana przez sprężone powietrze, rzutniki mechaniczne). Tą metodą możemy uzyskać stopnie czystości opisane jako Sa w normie PN-EN ISO 8501-1).

Emalia piecowa. Emaliami piecowymi nazywamy farby, które wysychają i formują powłokę w temperaturach powyżej 80°C. Zazwyczaj wymagane są temperatury w granicach 120°C-180°C, w zależności od rodzaju farby.

Farba. Barwiony płyn, pasta lub materiał w postaci proszkowej, który, nałożony na powierzchnie podłoża, tworzy kryjącą, kolorową powłokę o własnościach ochronnych, estetycznych, bądź innych, specjalnych właściwościach (EN 971-1).

Farba antykorozyjna. Farba zawierająca aktywne pigmenty, np. fosforan cynku, które zapobiegają korozji.

Farby bezrozpuszczalnikowe. Farby nie zawierające rozpuszczalników, np. farby proszkowe oraz bezrozpuszczalnikowe powłoki epoksydowe i poliuretanowe.

Farba dwuskładnikowa. Farba, do której dodaje się drugi składnik dla zainicjowania procesu stabilizacji (wiązania). Dwa składniki reagują chemicznie ze sobą, budując powłokę. Farby dwuskładnikowe mogą występować jako rozpuszczalnikowe, wodorozcieńczalne i bezrozpuszczalnikowe. Przykładowo, farby epoksydowe, poliuretanowe i oxirano-estrowe są farbami dwuskładnikowymi.

Farba jednoskładnikowa. Farba, która nie potrzebuje żadnego dodatku dla rozpoczęcia procesu schnięcia i stabilizacji. Do farb jednoskładnikowych należą m.in. farby alkidowe, chlorokauczukowe i poliwinylowe.

Farba nawierzchniowa. Ostatnia warstwa w systemie malarskim. Dla niej specyfikowane są zazwyczaj kolor i połysk, zgodnie z wymaganiami dla obiektu malowanego.

Farba międzywarstwa. Farba nakładana między warstwę farby podkładowej i nawierzchniowej w celu zwiększenia całkowitej grubości systemu powłokowego. Generalnie, do tego celu używamy farb podkładowych lub nawierzchniowych, występujących w systemie.

Farby o wysokiej zawartości części stałych. Farby o zawartości objętościowej części stałych w granicach 70-98% są często nazywane farbami „solventless". Farbami takimi mogą być np. farby epoksydowe i poliuretanowe.

Farby wodorozcieńczalne. W antykorozyjnych farbach wodorozcieńczalnych polimery tworzą zawiesinę, emulsję lub roztwór w wodzie. Typowymi żywicami używanymi w tego rodzaju farbach są żywice alkidowe, poliestrowe, akrylowe, poliuretanowe i epoksydowe oraz ich modyfikacje.

Farba wysokocynkowa. Farba wysokocynkowa powinna zawierać co najmniej 80% wagowych aktywnego pyłu cynkowego w całkowitej zawartości części stałych farby (EN ISO 12944-5). Farby wysokocynkowe mogą być jedno- lub dwuskładnikowe, bazowane na żywicach epoksydowych, etylu krzemianu oraz żywicach wysychających fizycznie.

FI. Patrz: Czyszczenie ogniowe.

FINNCORR. Organizacja zajmująca się zagadnieniami ochrony przeciwkorozyjnej w Finlandii.

Fosforanowanie. Rodzaj obróbki powierzchniowej, gdzie fosforan w postaci płynnej nakładany jest na oczyszczoną powierzchnię poprzez zanurzenie, natrysk lub przy pomocy pędzla. W ten sposób tworzy się cienka, krystaliczna warstwa, dobrze przylegająca do podłoża. Fosforanowanie jest najczęściej używane jako obróbka wstępna blach cienkich.

Gęstość (Gęstość właściwa). Waga 1 litra farby w temperaturze 23°C. Dla farb dwuskładnikowych wartość podawana jest dla mieszaniny składników.

Gorący natrysk. Bezpowietrzna metoda natrysku, w której temperatura farby jest wyższa od normalnie przyjętej. Powszechnie stosujemy tu temperatury w zakresie 30°C-60°C, w zależności od rodzaju farby lub sprzętu aplikacyjnego.

Inhibitor. Jest to materiał, który spowalnia szybkość procesu korozyjnego metali. Występuje kilka rodzajów inhibitorów korozji.

Inspektor nadzorujący. Osoba odpowiedzialna za zapewnienie zgodności działań z wymaganiami zawartymi w dokumentacji projektu (EN ISO 12944-2).

Instrukcja technologiczna. (Patrz także: Specyfikacja). Specyfikacja określająca zasady aplikacji, system malarski, nadzór inspektorski i ocenę wyników (EN ISO 12944-8).

ISO 9000. Norma dotycząca zarządzania jakością i jej weryfikacją. Instrukcje o sposobie wyboru i stosowania znajdują się w ISO 9000, 9001, 9002, 9003 i 9004.

Jakość. Obejmuje wszystkie własności wyrobu i usług, które są niezbędne dla spełnienia zaprojektowanych lub oczekiwanych wymagań (EN ISO 8402).

Kontrola jakości. Kontrola jakości w zespole działań zapobiegających korozji sprowadza się do nadzoru i sprawdzania

metod, materiałów, wyposażenia i warunków aplikacji. Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonanych prac malarskich, prowadząc kontrole jakości. Zleceniodawca może, oprócz działań kontrolnych prowadzonych przez wykonawcę, przeprowadzać swoje własne czynności kontrolne, jeśli uzna to za konieczne (EN ISO 12944-7).

Klimat. Pogoda przeważająca w danym miejscu lub na danym obszarze, jaką określono statystycznie meteorologicznymi parametrami zarejestrowanymi w dłuższym okresie czasu (PN-EN ISO 12944-2).

Klimat morski. Warunki atmosferyczne w rejonie morza i wybrzeża. Klimat morski sięga na pewną odległość w głąb lądu, w zależności od konfiguracji krajobrazu i panujących wiatrów. Zasolenie, głównie chlorkami, jest wysokie (EN ISO 12944-2).

Kolor. Odczucie estetyczne powodowane odbiciem światła od powierzchni. Kolor może być określony trzema czynnikami: Barwa, chromatyczność i jasność.

Konserwacja. Komplet wszystkich czynników ujętych w normie EN ISO 12944, które gwarantują, że system ochrony przed korozją konstrukcji stalowej może być utrzymany we właściwym stanie.

Korozja. Fizyko-chemiczna reakcja między metalem i otoczeniem, która zmienia własności metalu, najczęściej powodując uszkodzenie metalu, jego otoczenia i systemu technicznego (ISO 8044).

Korozja atmosferyczna. Proces korozyjny wywołany warunkami atmosferycznymi (ISO 8044).

Kredowanie. Cienka warstwa pyłu na powierzchni farby, o wyglądzie sproszkowanej kredy, spowodowana oddziaływaniem promieniowania UV.

Lepkość aplikacyjna. Lepkość, którą powinna mieć farba w czasie nakładania, po ewentualnym dodaniu niezbędnego rozcieńczalnika. Na ogół lepkość określana jest jako czas, w sekundach, który potrzebny jest do wypływu farby z kubka pomiarowego o średnicy 4 lub 6 mm. Ponieważ oprócz kubków wypływowych objętych normą ISO 2431 jest na rynku wiele innych kubków, np. dostarczanych przez producentów sprzętu malarskiego, przy porównywaniu lepkości trzeba się upewnić, czy lepkość, do której się odnosimy, była określana na przyrządzie tego samego typu.

LZO/VOC. Lotne Związki Organiczne (np. rozpuszczalniki).

Malowanie. Obróbka powierzchniowa, w której jednym z występujących czynników jest farba.

Malowanie metodą polewania. Metoda malowania odpowiednia do stosowania na liniach produkcyjnych, gdzie przedmiot malowany polewany jest strumieniem farby. Wielkość i kształt obiektu malowanego oraz jakość farby warunkują możliwość stosowania tej metody.

Maksymalna grubość warstwy suchej. Największa grubość warstwy suchej, która może być zaakceptowana. Jeśli jest ona przekroczona, możliwym jest, że własności farby lub systemu malarskiego mogą ulec pogorszeniu (EN ISO 12944-5).

Mikroklimat. Warunki atmosferyczne w bezpośrednim otoczeniu powierzchni konstrukcji. Mikroklimat jest ważnym czynnikiem, kiedy określamy obciążenia korozyjne (EN ISO 12944-2).

Mycie emulsyjne. Metoda czyszczenia przy pomocy roztworu zawierającego rozpuszczalniki organiczne, wodę i detergenty, które neutralizują smary i oleje, usuwając je z powierzchni w czasie spłukiwania wodą.

Nadzór (kontrola, inspekcja). Pomiary, badanie, testowanie, ocena jednego lub większej ilości parametrów technicznych lub wykonawczych i ocena, w jakim stopniu spełniają one wymagania specyfikacji lub innych uzgodnionych wymagań.

Natrysk bezpowietrzny. Metoda natrysku, w której farba pod wysokim ciśnieniem, bez udziału powietrza, po przejściu przez dyszę jest rozpylana na malowanej powierzchni.

Nominalna wartość warstwy suchej (NDFT). Grubość warstwy suchej, która jest specyfikowana dla jednej warstwy w systemie lub dla całego systemu malarskiego. Grubość warstwy suchej gwarantuje uzyskanie trwałości systemu malarskiego, zgodnie z oczekiwaniami (EN ISO 12944-5).

Norma klasyfikująca środowisko atmosferyczne. W normie PN-EN ISO 12944-2 środowisko atmosferyczne sklasyfikowane jest w sześciu kategoriach korozyjności:
C1 – bardzo mała,
C2 – mała,
C3 – średnia,
C4 – duża,
C5-I – bardzo duża (przemysłowa),
C5-M – bardzo duża (morska).
Dla obiektów zanurzonych/podziemnych podział ma trzy kategorie:
Im1 – woda słodka,
Im2 – woda morska lub lekko zasolona,
Im3 – grunt.

Obciążenie korozyjne. Wszystkie otaczające czynniki, które wywołują korozję (EN ISO 12944-1).

Obróbka powierzchniowa. Generalny termin używany do określenia zmian na powierzchni, np. przygotowanie powierzchni i jej malowanie. Termin ten jest także używany w ograniczonym znaczeniu, nieobejmującym pokrywania powierzchni przy pomocy powłok metalicznych (ISO 2079).

Ochronny system malarski. Pełna powłoka utworzona z farb lub podobnych wyrobów, które nałożone są na określone podłoża.

Ochronny system powłokowy. Jest to pełna powłoka, tworzona przez metaliczne/lakierowe lub innego typu materiały, które są nakładane na powierzchnię dla jej ochrony przed procesami korozji (EN ISO 12944-1).

Odcień. Zmienna właściwość koloru, uzależniona od przebiegu fal świetlnych.

Oddziaływanie korozyjne. Korozja wywołująca określone skutki w systemie ochrony przeciwkorozyjnej, spowodowana przez otaczającą atmosferę (ISO 8044).

Odparowanie wstępne. Jest to pierwszy okres czasu po nałożeniu powłoki malarskiej, kiedy z nałożonej warstwy odparowuje większość części lotnych, przed okresem dalszej stabilizacji warstwy. Czas odparowania wstępnego zależy od rodzaju farby, rodzaju i składu rozpuszczalników, grubości warstwy farby, temperatury i wentylacji.

Odtłuszczanie. Proces usuwania smarów, olejów i innych zanieczyszczeń, które wpływają ujemnie na proces usuwania korozji i malowania.

Okres kondensacji. Czas, w którym powierzchnia metalowa jest pokryta elektrolitem, mogącym wywołać proces korozyjny. Okres kondensacji może występować w momencie, gdy wilgotność względna przewyższa 80%, a temperatura jest powyżej 0°C (EN ISO 12944-2).

Okularowa metoda oceny. Metoda mówiąca o okularowym sposobie oceny systemu malarskiego, zgodnie z niektórymi częściami normy ISO 4628.

Omywanie piaskiem. Patrz: Omywanie strumieniowo-ścierne.

Omywanie strumieniowo-ścierne. W Finlandii oznaczamy je symbolem SaS (SFS 5873). Delikatna obróbka strumieniowa powierzchni w celu oczyszczenia lub lekkiego schropowacenia pokrycia metalicznego, bądź organicznego na powierzchni, bez spowodowania widocznych uszkodzeń warstwy pokrywającej (EN ISO 12944-8).

Oznaczenie przygotowania powierzchni. Składa się z chemicznego symbolu metalu podłoża, możliwego oznaczenia podkładu fabrykacyjnego (skrót) i stopnia przygotowania podłoża.

Oznaczenie systemu malarskiego. Zaleca się, aby oznaczenia były zgodne z instrukcjami zawartymi w normie EN ISO 12944-5. Zaleca się, aby w składzie oznaczenia ujęte były: rodzaj farby, nominalna grubość DFT, ilość warstw, rodzaj materiału podłoża i oznaczenie stopnia przygotowania powierzchni. Oznaczenie rodzaju farby zgodnie z EN ISO 12944 część 5, oznaczenie stopnia przygotowania powierzchni zgodnie z częścią 4, a nominalna grubość systemu w mikrometrach. W metodyce oznaczeń systemów malarskich przyjętej w Tikkurila Polska S.A. dodano symbol wyrobu. Jeśli system malarski nie występuje w wyżej wspomnianej normie, numer normy EN ISO i numer systemu malarskiego nie występują.
Przykładowo: TP20-EN ISO12944-5/3.17 (EPPUR160/2-FeSa2½) lub TE4-EP500/2-FeSa2½.

Pasy powierzchni. Uzupełniająca warstwa nakładana na trudne obszary, takie jak zakończenia, spawy itp. (EN ISO 12944-5 dla bycia pewnym jednolitości powierzchni).

Pigment. Pigmenty są roztartymi na proszek substancjami barwiącymi, które nadają farbom siłę krycia i kolor. Ponadto pigmenty chronią farbę i podłoże przed promieniowaniem UV. Pigmenty antykorozyjne mogą zapobiegać lub przerywać procesy korozyjne.

Podkład. Jest to pierwsza warstwa farby w systemie malarskim, określająca wymagania jakościowe w odniesieniu do czyszczenia wstępnego i stopnia przygotowania.

Podkład fabrykacyjny. Zapewnia czasową ochronę oczyszczonej powierzchni stalowej. Podkład nakładany jest w postaci cienkiej warstwy 15-20 µm. Istnieje kilka rodzajów podkładów fabrykacyjnych.

Podłoże. Powierzchnia, na którą jest lub była nałożona powłoka malarska (EN 971-1).

Połysk/liczba połyskowa, grupa, stopień. Stopień połyskowości jest względnym połyskiem powierzchni farby lub zdolnością tej powierzchni do odbijania światła. Połyskowość względna jest zazwyczaj podawana dla kąta padania wiązki światła 60° (EN ISO 2813). Ze względu na zdolność do odbijania światła, farby dzielimy na grupy połyskowości.

Oznakowanie	Poziom połysku
Pełny połysk	≥90
Wysoki połysk	80-90
Połysk	60-80
Półpołysk	35-60
Półmat	10-35
Mat	5-10
Pełny mat	<5

Potwierdzenie jakości. Potwierdzenie jakości obejmuje wszystkie planowane i systematyczne kontrole i pomiary, które są niezbędne dla uzyskania założonych własności przez wyrób lub usługę. Potwierdzenie jakości jest metodą zarządzania organizacją lub przedsiębiorstwem (EN ISO 8402).

Powłoka. Warstwa materiałów bazowanych na żywicach, nałożona na powierzchnię przedmiotu w celach ochronnych lub dekoracyjnych.

Powłoka grubowarstwowa. Własność materiału pozwalająca na nakładanie na grubość większą, niż to jest ogólnie przyjęte dla danej grupy farb. Wg normy EN ISO 12944 oznacza to zdolność do uzyskiwania warstwy powyżej 80 µm.

Powłoka poprawiająca przyczepność. Warstwa przeznaczona do poprawy przyczepności międzywarstwowej i/lub do uniknięcia niektórych wad podczas nakładania.

Projekt. Rozumiemy przez to kompletny i szczegółowy opis przedsięwzięcia, dla którego wykonujemy specyfikację. Projekt może obejmować jedną lub kilka budowli (EN ISO 12944-8).

Projektowanie konstrukcji. Charakter konstrukcji pokazany w postaci szczegółowych rysunków, gdzie ujęte są zagadnienia ochrony przeciw wpływom procesów korozyjnych.

Przygotowanie powierzchni. Jakakolwiek technika lub metoda użyta do przygotowania powierzchni przed jej pokryciem systemem powłokowym (EN ISO 12944-2).

Przygotowanie wstępne. Usuwanie zanieczyszczeń i wad powierzchni oraz poprawa kształtów spawów i krawędzi przed czyszczeniem zasadniczym, np. obróbką strumieniowo-ścierną.

Punkt rosy. Temperatura, przy której para wodna z powietrza wykrapla się na powierzchni (ISO 8502-4).

Pył. Drobnoziarnisty proszek generowany w czasie czyszczenia strumieniowego, w czasie innych prac przygotowawczych, a także docierający z sąsiedztwa, osadzający się na powierzchniach, które mają być malowane (ISO 8502-3).

Rdza. Widoczne efekty procesów korozyjnych (stali, żeliwa), składające się głównie z tlenków żelaza.

Rdza nalotowa. Cienka warstwa tlenków, tworząca się na powierzchni tuż po operacji czyszczenia powierzchni (EN ISO 12944-2).

Reprezentatywna część budowli. Część budowli poddana konkretnym obciążeniom korozyjnym, wymagająca zastosowania specjalnego systemu ochrony przeciwkorozyjnej. Przykładowo, w dużych zbiornikach na wyroby ropopochodne mamy kilka części reprezentatywnych, gdyż występują tam powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne, pracujące przy różnych obciążeniach korozyjnych, wymagające różnych systemów ochronnych (EN ISO 12944-8).

Rodzaj farby. Farby można podzielić na różne grupy, w zależności od sposobu ich stabilizacji (wysychania) lub od rodzaju żywicy bazowej. Przykładowo: alkidowe, epoksydowe, poliuretanowe.

Rodzaj otaczającej atmosfery. Klasyfikacja dokonywana zazwyczaj w zależności od rodzaju i ilości występujących składników wywołujących zjawisko korozji. Związkami o największym znaczeniu są gazy (w szczególności tlenki siarki) i sole (głównie chlorki i sulfaty). (EN ISO 12944-2).

Rozcieńczalnik. Parująca substancja organiczna lub woda, która jest dodawana do farby dla obniżenia jej lepkości. Rozcieńczalnik bywa często substancją identyczną, jak rozpuszczalnik zawarty w farbie.

Rozpuszczalnik. Składnik farb rozpuszczalnikowych, który rozpuszcza żywice i polimery, obniżając ich lepkość.

Skuteczność ochronna. Zdolność powłoki do ochrony powierzchni, ochrony przed korozją.

SKY. Fińskie stowarzyszenie zajmujące się zagadnieniami zapobiegania korozji.

Stosunek mieszania. Informacja o stosunku mieszania podawana jest w kartach technicznych wyrobu i na etykiecie znajdującej się na pojemniku. Stosunek mieszania jest relacją pomiędzy bazą i utwardzaczem. Zazwyczaj podawany jest jako stosunek objętościowy, a w wyjątkowych przypadkach jako stosunek wagowy.

Specyfikacja. Dokument, w którym zdefiniowane są wymagania w odniesieniu do zakresu prac i usług. Dokument powinien podawać metody i kryteria zapewniające spełnienie wymagań (EN ISO 8402). Może także być szczegółowym wykazem, obejmującym metody pracy i materiały, które powinny być użyte. Przestrzegając tych zasad w działaniach produkcyjnych i usługowych, zapewnimy realizację ustaleń zawartych w specyfikacji lub kontrakcie.

Specyfikacja ochronnego systemu malarskiego. W specyfikacji podane jest, jak ma być przygotowana powierzchnia i który ochronny system malarski powinien być zastosowany, zgodnie ze specyfikacją projektu. Autorem tej specyfikacji może być np. dostawca farb.

Specyfikacja projektu. Specyfikacja opisuje projekt i specjalne wymagania, które są w nim zawarte. Autorem specyfikacji może być inwestor lub generalny wykonawca (EN ISO 12944-8).

Stopnie jakości przygotowania powierzchni (ISO 8501-3). Stopnie jakości używane są do określenia stanu mechanicznego przygotowania powierzchni stali obrobionej strumieniowo przed procesem malowania. W tym przypadku przygotowanie powierzchni stali poprzez odtłuszczanie, usuwanie rdzy i stosowanie podkładu fabrykacyjnego do różnych stopni. Różne stopnie (P1-P3) specyfikowane są w formie opisowej

i fotograficznej, pokazując typowe przykłady danego stopnia jakości.

Stopnie przygotowania. W normie ISO 8501-1 specyfikowanych jest kilka stopni przygotowania powierzchni. Określone są sposoby usuwania rdzy i ich klasyfikacja. Stopnie przygotowania zilustrowane są fotografiami, pokazującymi wygląd powierzchni po przeprowadzeniu procesu czyszczenia. Każdy stopień przygotowania oznaczony jest symbolem wskazującym na metodę przygotowania: „Sa", „St" lub „Fl". Liczby umieszczone za symbolem wskazują na stopień doczyszczenia (usunięcie zgorzeliny walcowniczej, rdzy i starych powłok malarskich).

Stopnie skorodowania. W normie ISO 8501-1 są opisane stopnie skorodowania niemalowanej stali walcowanej na gorąco, wraz z ilustracją fotograficzną reprezentatywnych przypadków. Mamy cztery stopnie skorodowania: A, B, C i D.
Stopień skorodowania A: Powierzchnia stali pokryta dobrze przylegającą zgorzeliną z nielicznymi wykwitami, bądź bez wykwitów korozji.
Stopień skorodowania B: Powierzchnia stali, która zaczęła rdzewieć i zgorzelina zaczyna się złuszczać.
Stopień skorodowania C: Powierzchnia stali, z której na skutek procesu korozyjnego odpadła zgorzelina, bądź jest łatwa do usunięcia poprzez zeskrobanie. Wżery korozyjne nie są widoczne nieuzbrojonym okiem lub są bardzo słabo widoczne.
Stopień skorodowania D: Powierzchnia stali, z której na skutek korozji odpadła zgorzelina walcownicza i widoczne są gołym okiem wyraźne wżery.
Stopnie skorodowania powierzchni malowanych podane są w normie ISO 4628, do której dołączone są ilustrujące fotografie. Na zdjęciach pokazane są przykłady korodowania powierzchni malowanych w różny sposób. Stopnie oznaczone są symbolami Ri0 – Ri5 i korespondują do udziału procentowego powierzchni skorodowanej: 0%-40/50%.

Sucha pozostałość objętościowa. Części stałe podane jako procentowy udział w jednostce objętości farby. Zawartość części stałych jest zazwyczaj kalkulowana zgodnie z normą ISO 3233.

Sucha pozostałość wagowa. Zawartość części stałych w farbie podana jako udział procentowy w gęstości właściwej farby (ISO 3251).

System barwienia. Ekonomiczna, dokładna i szybka metoda produkcji kolorowych farb. Nadaje się on do niemal wszystkich typów farb. System składa się generalnie z past barwiących (kolorantów), farb bazowych, receptur dla poszczególnych kolorów, dozownika kolorantów i urządzenia mieszającego.

System jakości. System jakości obejmuje swym zakresem struktury organizacyjne, odpowiedzialność, kierunki działań, procesy produkcyjne i zaopatrzenie, czyli wszystkie elementy, które są wymagane dla realizacji zarządzania jakością.

System korozyjny. System składający się z jednego lub kilku metali i kompleksu czynników otaczających, które w zespole tworzą obciążenie korozyjne.

System malarski. System malarski obejmuje przygotowanie podłoża i warstwę ochronną, utworzoną przez użyte farby. System malarski może się składać z jednej tylko farby, nałożonej jeden raz lub wielokrotnie. Zazwyczaj system malarski składa się z kilku rodzajów farb, o wzajemnie uzupełniających się własnościach.

System obróbki. System odnoszący się do zespołu działań dotyczących konkretnego obiektu, na co składa się sposób przygotowania powierzchni i proces malowania, z włączeniem stosowanych materiałów.

Szybkość malowania. Patrz: Wydajność.

Szkody korozyjne. Skutki korozji, które są funkcjonalnie szkodliwe dla metalu, środowiska lub systemu technicznego (ISO 8044).

Środowisko wiejskie. Powietrze atmosferyczne w okolicy wiejskiej i małych miasteczek nie zawiera znaczących ilości substancji zanieczyszczających, które mogą wywoływać korozję, np. dwutlenku siarki lub chlorków (EN ISO 12944-2).

Śrut. Ścierniwo metaliczne lub mineralne używane do strumieniowo-ściernego czyszczenia powierzchni.
Grit – śrut ostrokrawędziowy, używany zazwyczaj do czyszczenia metodą pneumatyczną.
Shot – śrut kulisty, używany zazwyczaj do czyszczenia metodą rzutową, w komorach automatycznych (PN-EN ISO 11124-1; PN-EN ISO 11126-1).

Śrut kulisty. Ziarna ścierniwa metalicznego, w większości kuliste, nie posiadają ostrych krawędzi i wierzchołków (ISO 11124-1; ISO 11126-1).

Śrut ostrokrawędziowy. Ziarna śrutu, które są głównie nieregularne, mające sterczące z powierzchni wzniesienia i ostre krawędzie. Generalny kształt zbliżony do owalu (ISO 11124-1; ISO 11126-1).

Śrutowanie w komorach automatycznych. Mechaniczna metoda czyszczenia, z reguły śrutem kulistym, w której ścierniwo rzucane jest na powierzchnię czyszczoną przy pomocy kół rzutowych. Materiał czyszczony przemieszczany jest przez komorę czyszczącą na przenośniku.

Trawienie. Chemiczna metoda usuwania zgorzeliny walcowniczej i rdzy z powierzchni poprzez zanurzenie metalu w odpowiedniej kąpieli trawiącej. Po operacji trawienia powinniśmy uzyskać czystą, metaliczną powierzchnię.

Trwałość. Przewidywany czas żywotności systemu ochronnego do czasu pierwszego, gruntownego malowania renowacyjnego. Ważne informacje na temat trwałości i klasyfikacji trwałości podane są w normie EN ISO 12944-1.

TVT. Skrót używany przez producenta farb Tikkurila dla określania kodów kolorów w firmowym systemie kolorystycznym.

Utwardzacz. Jeden ze składników farb dwukomponentowych, który po dodaniu do bazy inicjuje proces utwardzania faby. Poprzez dobór rodzaju utwardzacza jesteśmy w stanie modyfikować własności farb.

Warstwa jednorodna. Warstwa metalu lub jednorodnej powłoki farby, która została uzyskana w czasie jednokrotnego nałożenia (EN ISO 12944-1).

Warstwa nawierzchniowa. Patrz: Farba nawierzchniowa.

Warstwa równomierna. Warstwa farby, uzyskana w czasie jednokrotnej aplikacji materiału na powierzchni malowanej (EN ISO 12944-1).

Wilgotność względna. Wilgotność względna określa ilość wody, która zawarta jest w powietrzu, w odniesieniu do maksymalnej ilości, którą powietrze może wchłonąć w danej temperaturze.

Wydajność.
1. Wydajność praktyczna:
Wydajność praktyczna zależy od sposobu i warunków aplikacji, kształtu konstrukcji, chropowatości powierzchni i umiejętności malarza.
2. Wydajność teoretyczna:
Wydajność teoretyczna (TC) nominowana jest w m^2/litr i może być wyliczona na podstawie zawartości części stałych (VS-%) i specyfikowanej grubości warstwy suchej (DFT-µm).
TC = 10 x VS % /DFT

Wykładzina, wyłożenie. Powłoka ochronna dla wewnętrznych powierzchni zbiorników (cystern magazynowych) (EN ISO 12944-1).

Wymagania. Wartości, jakie system powłokowy musi spełnić w testach, aby zapewnić oczekiwane własności ochronne przeciw korozji.

Zapobieganie korozji. Zmiana warunków dla działania procesu korozyjnego, np. poprzez pomalowanie powierzchni dla zmniejszenia szkód wyrządzanych procesem korozji (SFS 8044).

Zapobieganie rdzewieniu. Patrz: Zapobieganie korozji.

Zgodność.
Wyroby w systemie malarskim:
Możliwość użycia dwóch lub więcej wyrobów w jednym systemie malarskim bez wystąpienia problemów.
Wyrób i podłoże: Własności wyrobu powinny być takie, aby po nałożeniu na podłoże nie wystąpiły żadne wady.

Zgorzelina walcownicza. Gruba warstwa tlenków żelaza na stali walcowanej na gorąco lub stali, która była poddana obróbce termicznej.

Żywica. Tworzy warstwę, która przylega do podłoża. W warstwie tej zawarte są pigmenty. Żywica charakteryzuje własności powłoki, takie jak przyczepność do podłoża, przyczepność międzypowłokowa (kohezja) oraz odporność chemiczna.

21.2. Słowniczek terminów angielskich związanych z malowaniem

A
abrasive shot blasting – obróbka strumieniowo-ścierna (śrutowanie)
abrasive blast cleaning – czyszczenie strumieniowo-ścierne
acrylic paint (AY) – farba akrylowa
adhesion – przyczepność
airless spray – natrysk bezpowietrzny
alkyd paint (AK) – farba alkidowa
antifouling paint – farba przeciwporostowa
application viscosity – lepkość aplikacyjna
artificial ageing test – test symulacyjny starzenia (powłok)
anti-corrosive paint – farba antykorozyjna
atmospheric corrosion – korozja atmosferyczna
B
Be – symbol oznaczający obróbkę chemiczną trawienie
binder – spoiwo
bituminous paints – farby bitumiczne
blasting – śrutowanie
blister – pęcherz
brush – pędzel
C
chalking – kredowanie
chlorinated rubber paint (CR) – farba chlorokauczukowa
climate – klimat
coat – powłoka (warstwa; patrz: layer)
coating thickness gauge – warstwomierz (przyrząd do pomiaru grubości powłok)
colour – kolor
compatibility – zgodność
confirmation of quality – potwierdzenie jakości
construction – budowla, konstrukcja
conventional spray – natrysk konwencjonalny (powietrzny)
corrosion – korozja
corrosion cell – ogniwo korozyjne
corrosion damage – uszkodzenie korozyjne
corrosion prevention – zapobieganie korozji
corrosion strain (stress) – czynniki narażające na korozję (obciążenie korozyjne)

coverage – wydajność (dla farb) – dosłownie: pokrycie
cracking – pęknięcia powłoki
cratering – kraterowanie
cross cut test – próba przyczepności metodą siatki nacięć
curing agent – utwardzacz (patrz: hardener)
curtain coating (flow coating) – malowanie metodą polewania

D

degreasing – odtłuszczanie
density – gęstość
dew point – punkt rosy
dip coating – malowanie zanurzeniowe
dolly – popularne określenie stempla do badań odrywowych (pull-off)
dry film thickness (DFT) – grubość suchej powłoki (GPS)
dry film thickness gauge – warstwomierz (patrz: coating thickness gauge)
drying time – czas schnięcia
dry spray – suchy natrysk
durability – trwałość
dust – kurz

E

electrostatic painting – malowanie elektrostatyczne
emulsion – emulsja
emulsion wash – mycie przy użyciu emulsji
environment – środowisko
environmental protection – ochrona środowiska
epoxy paint (EP) – farba epoksydowa
ethyl zinc silicate (ESI) – cynkowa farba etylokrzemianowa
evaporating time – czas odparowywania (patrz: flash-off time)

F

filiform corrosion – korozja nitkowa
film – jednorodna warstwa (błona)
finishing paint – warstwa wykańczająca, nawierzchniowa (patrz: topcoat)
fish eyes – „rybie oczka"
FI – symbol czyszczenia płomieniowego
flaming – łuszczenie
flame cleaning – czyszczenie płomieniowe
flash-off (time) – czas niezbędny na odparowanie wstępne, np. przed włożeniem pomalowanego przedmiotu do suszarni
flash point – punkt zapłonu
flash rust – rdza nalotowa

G

gloss – połysk
grade of pretreatment – stopień przygotowania powierzchni
grit – ścierniwo ostrokrawędziowe

H

hardener – utwardzacz
high-build coat – powłoka grubowarstwowa
high-solids paint – farba o wysokiej zawartości części stałych
hot spraying – natrysk na gorąco

I

industrial environment – środowisko (korozyjne) przemysłowe
inhibitor – inhibitor
intermediate coat – powłoka międzywarstwowa
inspection – inspekcja, nadzór

J

jetting (water jetting) – czyszczenie wodą pod wysokim ciśnieniem

K

keep dry – przechowywać suche

L

label – etykieta, naklejka
layer – warstwa
lining – powłoka (wyłożenie) wewnątrz zbiornika

M

maintenance – utrzymanie, konserwacja
maritime environment – klimat morski
maximum dry film thickness – maksymalna grubość suchej powłoki
micaceous iron oxide – mika żelazowa
micro environment – mikroklimat
mill scale – zgorzelina walcownicza, zendra
mist coat – mgiełka, przyprószenie farbą
mixing ratio – proporcja mieszania
mud cracking – pękanie farby przypominające pękanie błota

N

nominal dry film thickness (NDFT) – nominalna grubość suchej powłoki
nozzle – dysza (pistoletu malarskiego)

O

one-component paint – farba jednoskładnikowa
orange peel – powłoka o wyglądzie skórki pomarańczy
overspray – farba wylatująca poza malowany przedmiot

P

paint – farba
painting - malowanie
paint inspector – inspektor prac malarskich (potocznie)
paint system – system malarski
phosphating (phosphatising) – fosforanowanie
pickling – trawienie
pit – wżer
pitting corrosion – korozja wżerowa
pigment – pigment
pinholes – przebicia powłoki przypominające nakłucia igłą
polyurethane paint (PUR) – farba poliuretanowa
polyvinyl butyral paint (PVB) – farba poliwinylowo-butyralowa
pot-life – żywotność (farby dwuskładnikowej), przydatność do użycia
powder paint – farba proszkowa
pressure – ciśnienie
prefabrication primer – grunt warsztatowy
pretreatment – czynności związane z przygotowaniem powierzchni do malowania
primer – grunt
project specification – specyfikacja projektowa
protective coating system (protective paint system) – system powłok malarskich
pull-off test – odrywowy test przyczepności powłok

Q

quality – jakość
quality control – kontrola jakości

quality grade of pretreatment – stopień jakości przygotowania podłoża, np. P2 wg PN-EN ISO 8501-3

R

relative humidity – wilgotność względna
resin – żywica
reversible nozzle – dysza rewersyjna
roller – wałek malarski
roughness – chropowatość
round grit – śrut kulisty – patrz: shot
rural environment – środowisko (korozyjne) wiejskie
rust – rdza (korozja)
rust grades – stopnie skorodowania, np. C wg PN-EN ISO 8501-1

S

Sa – symbol obróbki strumieniowo-ściernej
safety data sheet – karta bezpieczeństwa
sagging – zwisanie, firankowanie
sags – zasieki
sandblasting – piaskowanie, obróbka strumieniowo-ścierna, w której ścierniwem jest piasek (obecnie zabroniona w układach otwartych)
sand sweeping – omiecenie piaskiem – patrz: sweep blasting
SaS – symbol oznaczający omiecenie ścierniwem
shade – odcień
sharp grit – ścierniwo ostrokrawędziowe
shop primer – grunt ochrony czasowej – patrz: prefabrication primer
silicone paint (SI) – farba silikonowa
solids contents – zawartość części stałych
solids by weight – wagowa zawartość części stałych
solids by volume – objętościowa zawartość części stałych
solvent – rozpuszczalnik
solvent-free – bezrozpuszczalnikowy (-wa)
specific gravity – gęstość
spray gun – pistolet malarski
stamp – stempel (do badań odrywowych)
standard – norma
storage time – czas przydatności po wyprodukowaniu (dosłownie: czas magazynowania)
stoving enamel – farba piecowa (utwardzana temperaturą)
strip coat – powłoka wyprawkowa
substrate – podłoże
supervision – nadzór
sweep blast cleaning – omiatanie powierzchni ścierniwem

T

thinner – rozcieńczalnik
tinting system – system kolorowania
topcoat – warstwa nawierzchniowa
touch up painting – drobne poprawki malarskie
trigger – spust pistoletu (malarskiego)
two-component paint – farba dwuskładnikowa
two component spraying equipment – zestaw do aplikacji materiałów dwuskładnikowych

U

urban environment – środowisko (korozyjne) wielkomiejskie

V

vinyl paint (PVC) – farba winylowa
viscosity – lepkość
volatile organic compounds (VOC) – lotne związki organiczne (LZO)

W

water-borne paints – farby wodne
wet thickness gauge – grzebień malarski (pomiar grubości farby na mokro)
wet time – czas, kiedy powierzchnia jest zbyt wilgotna do malowania
weld spatter – odprysk spawalniczy
white rust – biała rdza (produkt korozji cynku)

Z

zinc – cynk
zinc-rich primer – grunt wysokocynkowy
zinc-rich epoxy paint – wysokocynkowa farba epoksydowa
zinc-rich silicate paint (ESIZn) – wysokocynkowa farba krzemianowa

22. Literatura źródłowa

Niniejsze opracowanie oparto na wiedzy i doświadczeniu autorów. Skorzystano z następujących źródeł informacji:

1. *Przemysłowe powłoki malarskie na powierzchnie metalowe*. – opracowanie firmy Tikkurila Polska S.A. wydanie I.
2. Normy wymienione w rozdziale 20.
3. Wybrane artykuły z czasopism „*Lakiernictwo przemysłowe*" i „*Ochrona przed korozją*".

Pomagamy naszym klientom dokonać wyboru przyjaznego dla środowiska

Tikkurila dostarcza konsumentom profesjonalnych, przemysłowych, przyjaznych dla użytkowników oraz dla środowiska rozwiązań do ochrony i dekoracji powierzchni. Prowadzimy działalność w zrównoważonym kierunku, mając na uwadze nasz personel oraz środowisko.

Podstawą odpowiedzialności marki Tikkurila jest podejście do konsumentów. Rozwój polityki przyjaznej środowisku jest wspierany w czterech kluczowych obszarach: pracownicy, środowisko, gospodarka oraz społeczeństwo.

Odpowiedzialność Korporacyjna Grupy Tikkurila obejmuje cały cykl życia produktu – od źródła do wsparcia konsumenta finalnego. Odpowiedzialność Grupy Tikkurila sprawdzana jest na bazie programu Odpowiedzialności Korporacyjnej Tikkurila oraz międzynarodowych wytycznych GRI.

Więcej informacji na temat Odpowiedzialności Korporacyjnej Grupy Tikkurila znajduje się na stronie internetowej www.tikkurilagroup.com/responsibility/

ISO 9001 ISO 14001
OHSAS 18001
DNV
CERTIFIED
ORGANISATION

Responsible Care

Tikkurila Polska S.A.
ul. Ignacego Mościckiego 23, 39-200 Dębica
www.tikkurila.pl
Infolinia: 801 88 99 65, +48 22 310 95 55

Temaspeed jest najwyższej jakości usługą dla użytkowników farb przemysłowych. Poprzez europejską sieć dystrybutorów, Tikkurila zapewnia profesjonalne malowanie wysokiej jakości produktami, niezawodny serwis oraz szybkie dostawy.
www.temaspeed.com