

Raport No 504 =3630 =26 =TK/KK -28

Karta danych

Raport zawiera 7 stron

Numer zamówienia: SR/mH/1764 dd 06.03.96

Nazwa i adres klienta: **MATHYS S.A.B – 3545 ZALEM (Belgium)**

Przeprowadzone testy:

Pomiary cech fizyczno- mechanicznych: grubość, udarność, odporność na zarysowanie, przyleganie, przyczepność, tłoczność, elastyczność, twardość względna, odporność na ścieranie. Pomiary absorpcji wody i odporności korozyjnej.

Data otrzymania próbek: 22.04.1996

Data przeprowadzenia testów: 06.05.96 – 31.08.96

Miejsce badań: TK/KK Laboratory

Nazwiska badaczy: Dr Eng. Marian Głuszko
Dr Eng. Wojciech Szymański

Kierownik laboratorium: Prof. dr. Zbigniew Cymbrykiewicz

Raport No 504 –3630 –26 –TK/KK -28

Spis treści

1. Wstęp

- 1.1. Wprowadzenie
- 1.2. Zakres
- 1.3. Próbkki testowe

2. Badanie własności fizyczno – mechanicznych

- 2.1. Metody badawcze i kryteria
 - 2.1.1. Pomiar grubości filmu
 - 2.1.2. Określenie udarności
 - 2.1.3. Pomiar odporności na zarysowanie
 - 2.1.4. Określenie siły przylegania powłoki
 - 2.1.5. Określenie przyczepności
 - 2.1.6. Pomiar tłoczności
 - 2.1.7. Określenie elastyczności
 - 2.1.8. Pomiar twardości względnej
 - 2.1.9. Oszacowanie odporności na ścieranie
- 2.2. Rezultaty

3. Badanie odporności korozyjnej powłoki NOXYDE

- 3.1. Kryteria i rezultaty szacunków
- 3.2. Metody badawcze i rezultaty
 - 3.2.1. Badania w komorze klimatycznej z promieniowaniem UV
 - 3.2.2. Odporność w komorze solnej
 - 3.2.3. Uszkodzenia powłoki przy ekspozycji na wilgoć i SO_2
 - 3.2.4. Test korozyjny w komorze „Prohesion”

4. Pomiary absorpcji wody

Metody badawcze i rezultaty

5. Wnioski

Ocena powłoki NOXYDE.

Raport No 504 –3630 –26 –TK/KK –28

1. Wstęp

1.1. Wprowadzenie

Nowe technologie i wymagania ochrony środowiska wymuszają ekspansję stosowania polimerów wodorozcieńczalnych, szczególnie wodnych polimerów akrylowych do ochrony stali przed korozją atmosferyczną.

Niniejszy Raport dotyczy oceny własności fizyko – mechanicznych i odporności korozyjnej oraz absorpcji wody przez powłokę wodorozcieńczalnej farby akrylowej NOXYDE.

1.2. Zakres

Raport zawiera opis metod badawczych, obliczenia, wyniki badań i oceny własności fizyko – mechanicznych Farby NOXYDE i jej odporności korozyjnej oraz absorpcji wody.

Zmierzono następujące własności fizyko- chemiczne powłoki NOXYDE:

grubość, udarność, odporność na zarysowanie, przyleganie, przyczepność, tłoczność, elastyczność, twardość względna, odporność na ścieranie. Odporność korozyjną określono za pomocą badań z użyciem komory klimatycznej i radiacją UV, komory solnej, komory wilgotnego SO₂ i komory atmosferycznej „Prohesion”. Zmierzono także absorpcję wody.

1.3. Próbkki testowe

Pomiary odporności korozyjnej i własności fizyko – mechaniczne powłoki NOXYDE przeprowadzono z użyciem dwóch zestawów próbek.

a) płytki o wymiarach 160x 90x 1 mm dostarczone przez zlecniodawcę

b) płytki przygotowane przez IEL/OW według procedury:

płytki o wymiarach j.w. ze stali St3 zimno walcowanej zgodnie z PN –70 /H –97050, a następnie piaskowana zgodnie z wymaganiami PN- 70/H-97050 (SIS – 05900, DIN- 55928/4), później malowane pędzlem dwoma warstwami farby o łącznej grubości filmu 250- 350 µm. Po wyschnięciu próbki bryły kondycjonowane w temp. 25± 5°C przy wilgotności 65 ± 5% przez 240 godzin zgodnie z wymaganiami PN –86/C ≈81510.

Przyspieszone badania korozyjne przeprowadzono dla próbek nieuszkodzonych i próbek zarysowanych liniami równoległymi i krzyżowymi.

2. Badania własności fizyko – mechanicznych powłoki.

2.1. Metody badawcze i kryteria

2.1.1. Pomiar grubości filmu

pomiar grubości filmu przeprowadzono zgodnie z PN – 69/H- 97050 dla pięciu losowo wybranych płytek za pomocą ultrametru elektromagnetycznego A- 91.

Raport No 504 -3630 -26 -TK/KK -28

2.1.8. Pomiar twardości względnej

Pomiar twardości względnej prowadzono zgodnie z PN -79/C -81530 używając zestawu Persos. Pomiar oparty jest na porównaniu czasu drgań gasnących wahadła umieszczonego na badanej płytce i wzorcowej płytce szklanej. Twardość względną określamy z zależności:

$$x = \frac{a}{b}$$

gdzie: a- czas [s] zaniku drgań wahadła dla próbki
b- czas [s] zaniku drgań wahadła dla szkła

2.1.9. Ocena odporności na ścieranie

Ocenę odporności na ścieranie przeprowadzono zgodnie z PN -76/C -81516 dla 4 próbek. Pomiar oparty jest na określeniu masy materiału ściernego, który powoduje powstanie w badanej powłoce eliptycznej dziury o dłuższej osi 3,5 - 3,7 mm. Wartość odporności na ścieranie określono z zależności:

$$x = \frac{m}{s} \left[\frac{\text{kg}}{\mu\text{m}} \right]$$

gdzie: m.- masa materiału ściernego użytego do pomiarów [kg]
s - średnia grubość powłoki [μm]

2.2. Zestawienie wyników

Wyniki pomiarów grubości zestawiono w Tablicy 1. Wyniki innych pomiarów własności fizyko-mechanicznych powłoki NOXYDE zestawiono w Tablicy 2.

3. Badania odporności korozyjnej powłoki NOXYDE

3.1. Kryteria i rezultaty szacunków

Korozyjność, pęcherzenie, kredowanie i matowienie było określone zgodnie z PN -86/C 81553 (ISO -4628 -82) w 5- cio stopniowej skali. Korozyjność określono jako procentowy udział powierzchni skorodowanej do całej powierzchni próbki.

STOPIEŃ USZKODZENIA	PROCENT SKORODOWANEJ POWIERZCHNI PRÓBK
K-1	0,1 - 1,0
K-2	1,0 - 5,0
K-3	5,0 - 15
K-4	15 - 50
K-5	Ponad 50

Raport No 504 –3630 –26 –TK/KK –28

Ocena spęcherzenia próbki dokonana poprzez obliczanie skupisk pęcherzy (A,B,C,D) i wielkości pęcherzy (w skali 4 stopniowej). Kredowanie i matowienie powierzchni oceniono w 5 stopniowej skali, zgodnie z przytoczoną normą.

3.2. *Metody badawcze i rezultaty*

3.2.1. *Badania w komorze klimatycznej z promieniowaniem UV (Sa test)*

Test Sa (sunshine resistance -odporność na światło słoneczne) przeprowadzono zgodnie z ISO –4892 –1981 /E i Fiat 50451 standard używając przyrządu Weather –Ometer Ci 65 firmy Atlas. Na promieniowanie UV narażono próbki nieuszkodzone i zarysowane stosując dodatkowo natrysk wodą przy kontrolowanej temperaturze i wilgotności.

Specyfikacja programu:

Źródło światła:

Lampa ksenonowa z wewnętrznymi i zewnętrznymi filtrami borosilikonowymi o mocy 6000 Watt zapewniająca ciągłą radiację $0,35 \text{ W/ m}^2$ dla 340 nm w zakresie 300 –800 nm.

Temperatura: $63 \pm 3^\circ\text{C}$

Wilgotność względna: $35 \pm 5\%$

Cykle natrysku:

Cykl oroszenia wodą zdejonizowaną : 18 min

Cykl suszenia : 102 min

Czas trwania testu :1000 h

Stopień degradacji powłoki był oceniany co 250 godzin.

Przeprowadzony test dowiódł, że NOXYDE ma dobrą odporność na światło słoneczne. Pod koniec testu (po 1000 godzin ekspozycji) pojawiło się lekkie, odpowiadające 1- 2 stopniom uszkodzenie wg PB –86 /C- 81513, skredowanie i zmatowienie. W przypadku próbek zarysowanych nie stwierdzono korozji podpowłokowej.

3.2.2. *Odporność w komorze solnej*

Badanie przeprowadzono zgodnie z PN –78/C 81523 (ISO –7253 –84) standard „A” w komorze typu „AEROSOL”. Cykl dzienny składał się z 6 godzin natrysku 3% roztworem chlorku sodu w zamkniętej komorze i 18 godzin suszenia w komorze otwartej. Temperatura natrysku wynosiła $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Koncentracja mgły solnej odpowiadała wykraplaniu 3 ml roztworu NaCl na powierzchni poziomej 80 cm^2 w ciągu 1 godziny. Test obejmował 56 dni. Stan powierzchni oceniono po 1, 3 7, 14, 28, 42 i 56 dniach.

Raport No 504 –3630 –26 –TK/KK –28

Na próbkach nie zarysowanych nie stwierdzono żadnych zmian. Próbki zachowały oryginalny połysk i barwę do samego końca cyklu badań. Na próbkach zarysowanych zaobserwowano lekką korozję podpowłokową sięgającą 5 mm od rysy. Powyższe zachowanie dotyczyło zarówno próbek dostosowanych przez zleceniodawcę jak i wykonanych w laboratorium IEL/OW.

3.2.3. Uszkodzenia powłoki przy ekspozycji na wilgoć i SO₂

Ekspozycję na rdze SO₂ przeprowadzono zgodnie z PN –84/C –81552 metoda "B" (ISO –6989 –85) za pomocą aparatu Heraus – Votsch HSK –1000. Dzienna dawka dwutlenku siarki wprowadzona do aparatu o pojemności 1000 dm³ wynosiła 5 dm³ (0,5% obj.). Temperatura i wilgotność względna w komorze wynosiła $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ i $95 \pm 5\%$. Czas ekspozycji na SO₂ wynosił 6 godzin dziennie. Przez pozostałe 18 godzin próbki przebywały poza komorą w warunkach otoczenia. Test składał się z 56 dni. Stopień uszkodzenia powłoki oceniono po 1, 3, 7, 14, 28, 42 i 56 dniach badań.

Nie stwierdzono uszkodzeń zarówno na nie uszkodzonych jak i zarysowanych próbkach. Próbki zachowały oryginalny połysk i barwę do samego końca badań. Powyższe dane dotyczyły zarówno próbek dostarczonych przez Klienta jak i wykonanych w IEL/OW.

3.2.4. Test korozyjny w komorze „Prohesion”.

Test korozyjny typu „Prohesion” przeprowadzono w aparacie Heraus –Votsch HSK –1000 z pełną automatyczną kontrolą parametrów. Badania przeprowadzono zgodnie z metodyką opisaną w artykule John F. Montle, Yuly Korobov „Recent iadvances in accelerated testing of protective coating” Corrosion 429, 1991 p.1 –10.

Cykl składał się z 1 godzinowego natrysku roztworem 3,25 % (NH₄)₂S + 0,25% NaCl i 1 godzinowego suszenia. Temperatura komory wynosiła $35 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Próbki poddano badaniom w sposób ciągły przez okres 1000 godzin co odpowiadało 500 dwugodzinnym cyklom. Stopień uszkodzenia powłoki oceniano co 200 godzin. Pierwsze uszkodzenia korozyjne zaobserwowano po 600 godzinach ekspozycji.

Po 600 godzinach:

Próbki dostarczone przez Zleceniodawcę (a):

- Nie zarysowane: nie stwierdzono zmian
- Zarysowane: zmiany korozyjne na odległości 2,5 mm od rysy

Próbki wykonane w IEL/OW (b):

- Nie zarysowane: „ślady korozji na krawędziach
- Zarysowane: zmiany korozyjne w odległości 3mm od rysy.

Raport No 504 –3630 –26 –TK/KK –28

Po 800 godzinach:

Próbki (a):

- = Nie zarysowane: bez żadnych zmian
- Zarysowane: korozja podpowłokowa na odległość 4 mm od rysy

Próbki (b):

- Nie zarysowane: korozja stali na odległość 5 mm od krawędzi (2A według PN –86/C- 81553)
- Zarysowane: korozja podpowłokowa na odległość 10mm od rysy

Po 1000 godzinach:

Próbki (a):

- Nie zarysowane: pojedyncze, małe pęcherzyki (1A) i pojedyncze ślady korozji
- Zarysowane: korozja podpowłokowa na odległość 6,0 mm od rysy

Próbki (b):

- Nie zarysowane: pęcherzyki (1A) obejmują ok. 10% powierzchni, przy krawędziach ślady korozji (k-3)
- Zarysowane: pęcherzenie (2A) i korozja podpowłokowa na odległość 15,0 mm od rysy

4. Pomiary absorpcji wody.

Metody badawcze i rezultaty

Badania absorpcji wody przeprowadzono dla 6 próbek (a,b) metodą zanurzeniową zgodnie z PN –76/C –81521. Próbki ważono z dokładnością 0,0001 g na wadze analitycznej i zanurzano w wodzie destylowanej na 56 dni. Przyrost masy określono okresowo (po 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 16, 21, 34, 42 i 56 dniach zanurzania). W tym celu próbki wyjmowano z wody, osuszano papierem i po 5 godzinach kondycjonowania w temperaturze $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej $65 \pm 5\%$ ważono. Uśredniony przyrost masy (dla 6 próbek) przeliczony na przyrost masy 1m^2 powłoki przedstawiono na Rys. 1.

Pomiary szybkości suszenia powłoki przeprowadzono dla 3 próbek. Próbki suszono w temp. $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ i przy wilgotności względnej $65 \pm 5\%$. Ważenie prowadzono po 5, 20, 32, 44 i 68 godzinach suszenia. Początkowa maksymalność zawartości wody w powłoce wynosiła $25 - 27 \text{ g/m}^2$. Uzyskane rezultaty przedstawiono na Rys. 2.

Raport No 504 –3630 –26 –TK/KK –28

5. Wnioski

Ocena powłoki NOXYDE

Przeprowadzone testy powłoki z farby NOXYDE dowiodły:

- bardzo dobrej (maksymalnej) odporności na uderzenia (1), przyczepności (1) i elastyczności (3);
- dobrej adhezyjności (2,8 Mpa) i tłoczności (11,5)

Testy powłoki wskazały na niższą wartość twardości względnej (0,112) i odporności na ścieranie (0,89) i dlatego powłokę należy stosować tam, gdzie własności te nie są zbyt ważne.

Powłoka NOXYDE ma wysoką odporność na światło słoneczne, SO₂ i mgłę solną. Ale musi być powiedziane, że w komorze „Prohesion” odporność korozyjna powłoki NOXYDE była mniej satysfakcjonująca.

Odnosząc się do absorpcyjności wody, po 12- 16 dniach zanurzania powłoka osiągnęła stałą, relatywnie niską saturację na poziomie 24- 26 g/m². Pomiary szybkości suszenia wykazały, że w krótkim czasie próbki wracały do pierwotnej wagi. Wyniki tych testów klasyfikują farbę NOXYDE jako materiał wodoodporny.

Reasumując, na podstawie przedstawionych powyżej wyników można stwierdzić, że powłoka z jednej strony jest miękka i łatwa do zarysowania. Z drugiej strony charakteryzuje się wysoką elastycznością i przyczepnością, bardzo dobrą odpornością na uderzenia i relatywnie dobrym przyleganiem i tłocznością.

Z powodu wysokiej odporności na promieniowanie słoneczne i skażenie środowiska (SO₂, NaCl i wysoka wilgotność) powłoka NOXYDE o grubości 350 µm. jest zadowalającym zabezpieczeniem antykorozyjnym konstrukcji stalowych i urządzeń pracujących w różnych agresywnych atmosferach. Biorąc pod uwagę zależności między przyspieszonymi badaniami laboratoryjnymi i rzeczywistym oddziaływaniem atmosfery według oszacowań laboratorium IEL/OW powłoka NOXYDE powinna wytrzymywać co najmniej 6- 10 lat, w zależności od agresywności środowiska.

Uwaga:

Wyniki wyszczególnione powyżej dotyczą próbek dostarczonych do badań.

Badający:	Kierownik Laboratorium :	Dyrektor Laboratorium:
PODPISY	PODPIS <i>Kierownik Pracowni Badań Korozyjnych dr inż. Marian Głuszko</i>	PODPIS
Data: 11.10. 1996 r.	Data: 15.10.1996 r.	Data: 17.10.1996 r.

Raport No 504-3630-26-TK/KK-28

Tabela 2. Własności fizyko-mechaniczne powłoki NOXYDE

Wielkość	Jednostka	Wartość
Udarność	kgxcm	50
Odporność na zarysowanie	g	550 - 600
Stopień przylegania	1 ⁰ - maksymal 4 ⁰ - minimal	1
Adhezyjność	Mpa	2,8 - 3,0
Tłoczność	mm	11,5
Elastyczność	mm	3
Twardość względna	-	0,113
Odporność na ścieranie	kg/μ	0,89