

tom 65
9 • 2022
wrzesień
ISSN 0473-7733
e-ISSN 2449-9501
cena 44 zł (w tym 8% VAT)

MIESIĘCZNIK

ochrona przed korozją

**Corrosion
Protection**



WYDAWNICTWO
SIGMA-NOT

PPG PHENGUARD® 985

Fenolowo-epoksydowa powłoka zbiornikowa klasy premium, która zapewnia zwiększoną odporność chemiczną



FARBY PRZEMYSŁOWE
www.grejspol.com.pl www.grejspol.pl



GRUPA FIRM GREJSPOL

GREJSPOL GLIWICE
44-103 Gliwice,
ul. Sikorskiego 101B
Tel.: +48 (32) 332 10 66
Tel. kom. +48 507 021 710
sprzedaz.gliwice@grejspol.com.pl

GREJSPOL KRAK
31-589 Kraków, ul. Sikorki 31
Tel.: +48 (12) 684 25 08
Tel. kom. +48 508 189 144
krakow@grejspol.pl

GREJSPOL KRAK
37-100 Łańcut, Wola Dalsza 530
woj. podkarpackie
Tel. kom. +48 501 568 989
i.babiarz@grejspol.pl

FARBY ANTYKOROZYJNE I OGNIOPHONNE
AUTORYZOWANY DYSTRYBUTOR FIRM:



We protect and
beautify the world™



**SIGMA
COATINGS**
A PPG Brand



**Avenarius
Agro**

ZABEZPIECZENIA OGNIOPHONNE:



STEELGUARD™



**FONTEFIRE
ST 61**



Każdy kolor wg palety: RAL, NCS i innych, na życzenie w 10 minut.

Świadczymy pełen zakres usług doradztwa technicznego, doboru i projektowania systemów antykorozyjnych oraz zabezpieczenia kompleksowych dostaw materiałów malarskich.

Napełniamy w pojemniki „spray” farby, niezbędne do szybkich napraw powłok na budowie.

WODOSZCZELNE GRUBOŚCIOMIERZE

DO POMIARU GRUBOŚCI WARSTWY
POŁOŻONEJ NA PODŁOŻU MAGNETYCZNYM
ORAZ NIEMAGNETYCZNYM

- Pomiar grubości:
 - Lakieru
 - Izolacji
 - Powłoki galwanicznej
 - Powłok z tworzyw sztucznych
- Małe wymiary
- Wysoka dokładność
- Wodoszczelna obudowa
- Zakres pomiaru 0 - 2000 μm
- 24 miesiące gwarancji



ELMETRON

41-814 Zabrze ul. W. Witosa 10
tel. (32) 273 81 06
info@elmetron.com.pl

www.elmetron.com.pl

REDAKCJA / EDITORIAL OFFICE: ul. Chopina 6, pok. 202, 44-100 Gliwice, tel.: 32 231 02 24 • www.ochronaprzedkorozja.pl
e-mail: redakcja@ochronaprzedkorozja.pl

ZESPÓŁ REDAKCYJNY / EDITORIAL STAFF:

Redaktor Naczelna: dr hab. inż. Małgorzata Zubielewicz
Z-ca Red. Naczelnej: mgr Małgorzata Śmieszek-Glanc
Redaktorzy tematyczni: prof. dr hab. inż. Janusz Flis, prof. dr hab. inż. Danuta Kotnarowska, dr inż. Agnieszka Królikowska, dr hab. inż. Ginter Nawrat, dr inż. Wojciech Sokólski, prof. dr hab. inż. Adam Zybura
Redakcja językowa: Expressis Verbis – jęz. pol.
Redaktor językowy: mgr Grzegorz Sosna – jęz. ang.
Redaktor statystyczny: mgr inż. Anna Trams

RADA NAUKOWA / SCIENTIFIC COUNCIL:

Przewodniczący: prof. dr hab. inż. Witold Gnot, Polska
Wiceprzewodniczący: prof. dr hab. Henryk Bała, Polska
prof. Idalina Vieira Aoki, Brazylia
dr inż. Adam Baryłka, Polska
mgr inż. Magdalena Borek-Daruk, Polska
prof. Pier Luigi Bonora, Włochy
dr Henrikas Cesiulis, Litwa
prof. dr rer. nat. Ahmed Abd El-Aziz, Egipt
prof. Lorenzo Fedrizzi, Włochy
prof. João Salvador Fernandes, Portugalia
prof. dr Damien Féron, Francja
prof. dr hab. inż. Janusz Flis, Polska
dr Daniel de la Fuente, Hiszpania
dr hab. inż., prof. PŚ Mariusz Jaśniok, Polska
prof. Andréa Kalendová, Czechy
prof. dr hab. inż. Jacek Kijęński, Polska
prof. Niki Kouloumbi, Grecja
mgr inż. Józef Kozieł, Polska
dr inż. Agnieszka Królikowska, Polska
dr inż. Andrzej Królikowski, Polska
dr Olga Kulikova, Rosja
dr Lech Kwiatkowski, Polska
prof. Vesna B. Mišković-Stanković, Serbia
prof. Roman Nowak, Finlandia
dr hab. inż. Hanna Pokhmurska, Niemcy
dr inż. Tomáš Prošek, Czechy
dr Thadeus Schauer, Niemcy
dr inż. Wojciech Sokólski, Polska
prof. dr hab. inż. Maria Sozańska, Polska
prof. dr hab. inż. Bogdan Szczygieł, Polska
dr Judit Telegdi, Węgry
prof. dr hab. inż. Tadeusz Wierżchoń, Polska
prof. dr hab. inż. Tadeusz Zakroczyński, Polska

Czasopismo „Ochrona przed Korozją” jest indeksowane w: Master Journal List; Emerging Sources Citation Index, Scopus, Baztech, Index Copernicus.

Autor za publikację artykułu w czasopiśmie naukowym „Ochrona przed Korozją” otrzymuje 40 punktów zgodnie z komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

Wersja papierowa czasopisma jest wersją pierwotną (referencyjną).



Czasopismo wydawane we współpracy z Polskim Stowarzyszeniem Korozyjnym



Czasopismo jest na liście czasopism Europejskiej Federacji Korozyjnej (EFC)



WYDAWNICTWO SIGMA-NOT i Książek Technicznych SIGMA-NOT

Spółka z o.o., ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa, tel.: 22 818 09 18, www.sigma-not.pl • Nakład (w tym wersja elektroniczna) do 500 egz.

PRENUMERATA: tel. 22 840 30 86, e-mail: prenumerata@sigma-not.pl

Wskazówki dla Autorów: www.ochronaprzedkorozja.pl

OGŁOSZENIA przyjmują:

- Redakcja: tel. 32 231 02 24, e-mail: redakcja@ochronaprzedkorozja.pl
 - Ewa Sadowska: ochronaprzedkorozja-reklama@sigma-not.pl
 - Dział Reklamy i Marketingu, Warszawa, tel./fax: 22 827 43 65, e-mail: reklama@sigma-not.pl
- Za treść reklam i ogłoszeń redakcja nie odpowiada.

NOWOŚCI

25 największych europejskich producentów farb – ranking 2022	280
Studia podyplomowe „Wyroby lakierowe. Technologia i zastosowanie”	281
Studia podyplomowe „Farby i Lakierzy Proszkowe – Technologia Wytwarzania, Aplikacja, Zastosowanie”	281

ARTYKUŁY NAUKOWE / RESEARCH ARTICLES

Badania kwalifikacyjne ochronnych systemów malarskich na konstrukcje morskie (offshore) według PN-EN ISO 12944-9	282
Qualification tests for protective paint systems for offshore structures according to PN-EN ISO 12944-9 — I. Kunce, A. Królikowska	
Wpływ promieniowania UV na destrukcję powłok akrylowo-epoksydowych nadwozi samochodowych	286
An influence of UV radiation on the destruction of acrylic-epoxy coatings of car bodies — D. Kotnarowska, P. Urban	

OCHRONA PRZED KOROZJĄ W PRAKTYCE / CORROSION PROTECTION IN PRACTICE

Długi okres eksploatacji jest kluczowy dla zrównoważonych budynków – stale GreenCoat® spełniają najwyższe normy dotyczące promieniowania UV i korozji	293
---	-----

ARTYKUŁY PROMOCYJNE / SPONSORED CONTENT

PPG PHENGUARD® 985 – fenolowo-epoksydowa powłoka zbiornikowa klasy premium, która zapewnia odporność chemiczną w rozszerzonym zakresie	294
Kategorie korozyjności jako kluczowy element doboru badań symulacyjnych w ocenie trwałości wyrobów według normy ISO 12944	296
Środkowoeuropejskie Forum Technologiczne	298
Poprawa sprawności pomp i turbin wodnych — R. Masek	299
Farby przeciwdrdzewne i zestawy farb produkowane przez Polifarb Łódź	302
Powłoki malarskie firmy PPG	303
Farby polecane przez VESTOCOR Polska Sp. z o. o.	304

WYDARZENIA

Medale przyznane podczas Kongresu Eurocorr 2022	305
---	-----

Z PRASY TECHNICZNEJ

O farbach antykorozyjnych publikowaliśmy	306
Farby antykorozyjne	307
Wynalazki	310



We protect and beautify the world™

Przyjazne środowisku

ul. Łużycka 8A
81-537 Gdynia
tel. 58 774 99 00
fax 58 774 99 01
customers@ppg.com

25 największych europejskich producentów farb – ranking 2022

Ranking producentów farb w Europie opublikowany przez czasopismo „European Coatings Journal” przynosi w 2022 r. niewielkie zmiany i wskazuje na wyraźny trend wzrostowy sprzedaży. Na liście widnieją wyłącznie firmy z siedzibą w Europie.

Z powodu przejęć i fuzji trzech producentów farb i powłok nie jest już reprezentowanych w tym roku. Francuski producent farb Cromology, który zawsze plasował się w pierwszej dziesiątce firm pod względem sprzedaży, w tym roku nie znalazł się już w zestawieniu. W drugiej połowie roku japońska grupa Nippon Paint ogłosiła plany nabycia tej firmy. Tikkurila i Wörwag również musiały zostać usunięte z listy. W ubiegłym roku fińska firma dotarła na 7. miejsce, a Wörwag na 18. Oba przedsiębiorstwa zostały w ciągu ostatniego roku przejęte przez amerykańską grupę PPG.

Sprzedaż w 2021 r. wzrosła rok do roku w prawie wszystkich firmach. Tylko dwie odnotowały niższą sprzedaż niż w 2020 r. Skumulowana wartość sprzedaży produktów wszystkich 25 producentów farb i powłok wyniosła ponad 24 mld euro (w 2020 r.: 22,36 mld euro). Trzeba jednak wziąć pod uwagę to, że korekty cenowe z pewnością miały wpływ na tegoroczne zestawienie. FFIL Śnieżka, jedyna polska firma w zestawieniu, przesunęła się o jedną pozycję w górę, zajmując 22. miejsce. W rankingu uwzględniono przychody ze sprzedaży farb.

Na podstawie: *European Coatings Newsletter*, 10.06.2022.

Firma	Kraj	Sprzedaż farb (w mln euro)	Sprzedaż farb w ubiegłym roku (w mln euro)	Sprzedaż grupy (w mln euro)
Akzo Nobel	Holandia	9587	8530	9587
BASF	Niemcy	3440	3089	78600
Jotun	Norwegia	2394	1962	2394
Hempel	Dania	1774	1542	1774
DAW	Niemcy	1157	1101	1446
Beckers Group	Niemcy	637	585	637
Brillux	Niemcy	522	468	614
Teknos	Finlandia	419	384	419
Mankiewicz	Niemcy	374	355	374
Meffert AG Farbwerke	Niemcy	372	360	418
CIN – Corporação Industrial do Norte, S.A.	Portugalia	365	324	365
Flügger Group	Dania	330	290	330
IVM Chemicals	Włochy	300	290	335
Tiger Coatings	Austria	299	255	299
Sto	Niemcy	262	240	1433
Remmers	Niemcy	243	215	376
Mipa	Niemcy	230	205	250
Grebe Holding	Niemcy	211	178	211
Yasar	Turcja	184	179	837
Mäder	Francja	182	166	202
Dold Gruppe	Szwajcaria	180	153	180
Śnieżka	Polska	161	169	174
Adler-Werk Lackfabrik	Austria	151	135	151
Briolf Group	Hiszpania	130	106	152
FreiLacke	Niemcy	123		

Studia podyplomowe Wyroby Lakierowe. Technologia i Zastosowanie

Szósta edycja studiów rozpocznie się 22 października 2022 r. o godz. 10.00 na Politechnice Krakowskiej.

Tematyka: chemia i technologia farb, materiały i surowce, urządzenia i instalacje, badania jakościowe, techniki aplikacyjne, antykorozja, BHP, biznes.

Zajęcia odbywają się co drugi tydzień, w sobotę i niedzielę, bezpośrednio na uczelni, w Instytucie Inżynierii Materiałów Poli-merowych i Barwników – Sieć Badawcza Łukasiewicz w Gliwicach, w firmie ICHEMAD Profarb oraz w wybranym zakładzie, gdzie słuchacze poznają także proces produkcyjny wybranej firmy chemicznej. Studia pozwalają zdobyć kompletną, praktyczną i przydatną wiedzę z zakresu najnowszych technologii oraz stosowania wszystkich rodzajów farb i lakierów.

Wykładowcami są naukowcy, specjaliści z instytutów badawczych z kraju i za granicą, oraz praktycy z przemysłu. Absolwent studiów otrzymuje świadectwo Politechniki Krakowskiej.

Studia dedykowane są głównie dla:

- dyrektorów, menadżerów, kierowników i technologów fabryk farb i lakierów,
- pracowników działów marketingu i obsługi klienta,
- specjalistów z działów badań i rozwoju, kontroli jakości,
- specjalistów z instytutów badawczych oraz uczelni,
- innych osób zainteresowanych biznesem farb.

Karta zgłoszenia na studia na stronie:

<https://studiafarby.pk.edu.pl/rejestracja.html>

Bliższe informacje: <https://studiafarby.pk.edu.pl/kontakt.html>

Na podstawie: <https://www.studiafarby.pk.edu.pl/>



Studia podyplomowe Farby i Lakiery Proszkowe – Technologia Wytwarzania, Aplikacja, Zastosowanie



Organizatorem studiów jest Wydział Chemiczny Politechniki Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza. Oferta jest kierowana do absolwentów studiów I lub II stopnia, którzy przygotowują się do pracy, a także do osób pracujących w przemyśle farb proszkowych, pragnących zdobyć praktyczną i przydatną wiedzę z zakresu ochrony antykorozyjnej oraz najnowszych technologii otrzymywania i aplikacji farb proszkowych.

Absolwent studiów podyplomowych uzyska praktyczną i teoretyczną wiedzę z zakresu najnowszych technologii farb i lakierów proszkowych, niezbędną do pracy w jednostkach badawczych i przemyśle farb proszkowych oraz branżach pokrewnych. Pozna również techniki przygotowania różnego rodzaju podłoży pod malowanie proszkowe, technologie wytwarzania surowców, recepturowania farb, metody oceny jakości farb i powłok, a także sposoby rozwiązywania problemów występujących podczas malowania proszkowego. Studia trwają dwa semestry.

Politechnika Rzeszowska udostępnia studentom wiele sal wykładowych z pełnym wyposażeniem multimedialnym oraz wiele laboratoriów specjalistycznych. W ramach zajęć laboratoryjnych studenci będą korzystać: ze stanowisk laboratoryjnych do syntez surowców, z linii technologicznej do wytwarzania i aplikacji farb proszkowych, z laboratorium badań powłok, laboratorium analizy termicznej i badań termomechanicznych (TGA, DSC, DMA), laboratorium badań korozyjnych, laboratorium badawczego materiałów sypkich.

Absolwenci otrzymają świadectwo ukończenia studiów podyplomowych Politechniki Rzeszowskiej według wzoru ustalonego przez MNiSW.

Studia zostały zgłoszone do bazy usług rozwojowych (BUR) w PARP, co daje możliwość ubiegania się o dofinansowanie w ramach BUR.

Na podstawie: <https://wch.prz.edu.pl/kierunki-studiow/studia-podyplomowe/farby-i-lakiery-proszkowe---technologia-wytwarzania--aplikacja--zastosowanie>, *Ochrona przed Korozją*, 2022, nr 5, s. 164–166.



We protect and
beautify the world™

Ekonomiczne

ul. Łużycka 8A
81-537 Gdynia
tel. 58 774 99 00
fax 58 774 99 01
customers@ppg.com

IZABELA KUNCE¹

ORCID: 0000-0002-1578-4771

AGNIESZKA KRÓLIKOWSKA¹

ORCID: 0000-0002-0378-0386

¹Institut Badawczy Dróg i Mostów, ul. Instytutowa 1, 03-302 Warszawa

DOI: 10.15199/40.2022.9.1

Badania kwalifikacyjne ochronnych systemów malarskich na konstrukcje morskie (*offshore*) według PN-EN ISO 12944-9

Qualification tests for protective paint systems for offshore structures according to PN-EN ISO 12944-9

Konstrukcje przybrzeżne i morskie są narażone na oddziaływanie środowiska o kategorii korozyjności CX (na pełnym morzu) lub zanurzenie o kategorii Im4. Norma PN-EN ISO 12944-9 opisuje wymagania dotyczące właściwości ochronnych systemów malarskich na konstrukcje eksploatowane na pełnym morzu i podobne konstrukcje o długim okresie trwałości (według PN-EN ISO 12944-1).

W artykule omówiono badania kwalifikacyjne ochronnych systemów malarskich na konstrukcje morskie. Ocena właściwości tego typu systemów malarskich opiera się na trzech badaniach laboratoryjnych: cyklicznym badaniu starzeniowym (PN-EN ISO 12944-9, załącznik B), zanurzeniu w wodzie morskiej (PN-EN ISO 2812-2) oraz oznaczeniu odporności na odwarstwienie katodowe (PN-EN ISO 15711, metoda A). Skoncentrowano się na przybliżeniu przebiegu badania pozwalającego określić odporność na odwarstwienie katodowe powłok malarskich wystawionych na działanie wody morskiej.

Słowa kluczowe: korozja, badania kwalifikacyjne, powłoki malarskie, offshore, odwarstwienie katodowe

Coastal and offshore structures are exposed to an environment with corrosivity category CX (offshore) or immersion with category Im4. PN-EN ISO 12944-9 standard describes the requirements for the properties of protective paint systems for offshore structures and similar constructions with long service life according to PN-EN ISO 12944-1. Classification tests for protective painting systems for marine structures are discussed. The evaluation of properties of such coating systems is based on three laboratory tests: cyclic ageing test (PN-EN ISO 12944-9, Annex B), immersion in sea water (PN-EN ISO 2812-2) and determination of resistance to cathodic delamination (PN-EN ISO 15711, method A). The paper focuses on presenting the procedure to determine the resistance to cathodic delamination of paint coatings exposed in sea water.

Keywords: corrosion, classification tests, paint coatings, offshore, cathodic delamination

1. Wstęp

Ochrona katodowa jest powszechnie stosowanym zabezpieczeniem antykorozyjnym konstrukcji stalowych, w tym także morskich [1, 2]. Katodowa polaryzacja stali może być uzupełnieniem pasywnych barierowych systemów ochrony antykorozyjnej, np. w postaci powłok malarskich [3, 4]. W wypadku defektu powłoki malarskiej prąd przepływający przez obszar uszkodzenia powłoki powoduje akumulację produktów katodowej reakcji redukcji między powłoką a podłożem, doprowadzając do dalszego odspajania się powłoki. W bezpośrednim sąsiedztwie defektu, na

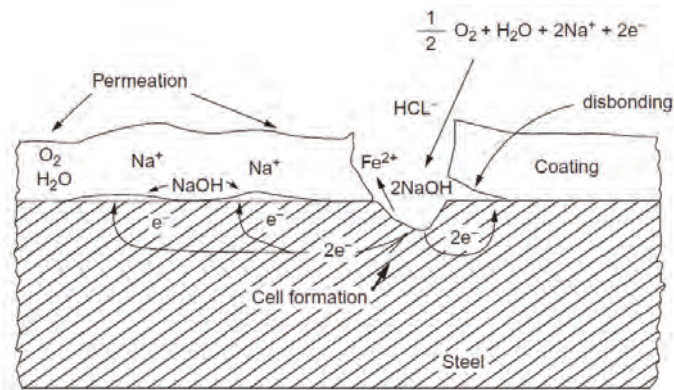
skutek reakcji tlenu z porów powłoki i jonów sodowych, następuje alkalizacja środowiska, powodująca odspajanie katodowe powłoki malarskiej [5]. Schemat przebiegu reakcji katodowej z alkalizacją środowiska i procesu odspajania katodowego powłoki malarskiej przedstawiono na rys. 1.

Wśród innych mechanizmów delaminacji katodowej wymienia się również roztwarzanie warstwy tlenków na powierzchni stali, depolimeryzację powłoki malarskiej i uwalnianie atomów wodoru podczas przepływu prądu przez stal [7]. Brak odporności danego systemu malarskiego na proces delaminacji katodowej jest jednym z czynników, które w myśl normy PN-EN

Mgr inż. Izabela Kunce jest absolwentką inżynierii materiałowej na Wydziale Nowych Technologii i Chemii Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Od 2019 roku pracuje w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów w Zespole Zabezpieczeń Antykorozyjnych Mostów. Zastępczyni Przewodniczącej Komisji ds. Farb Proszkowych Polskiego Stowarzyszenia Korozyjnego.

Dr inż. Agnieszka Królikowska jest absolwentką Wydziału Chemii Politechniki Warszawskiej w dziedzinie syntezy organicznej. Pracę doktorską obroniła na Politechnice Gdańskiej w zakresie badań antykorozyjnych powłok lakierowych metodą elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej. Przez wiele lat była kierownikiem pracowni powłok malarskich w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie, a także kierownikiem Zespołu Zabezpieczeń Antykorozyjnych Mostów w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów. Prezes Polskiego Stowarzyszenia Korozyjnego, zastępczyni kierownika Zespołu Zabezpieczeń Antykorozyjnych Mostów w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów. Kierownik Laboratorium Badań Antykorozyjnych.

■ Otrzymano / Received: 8.06.2022. Przyjęto / Accepted: 8.07.2022



Rys. 1. Schemat procesu odpajania katodowego powłoki malarskiej na podłożu stalowym w miejscu jej uszkodzenia

Objaśnienia: *steel* – stal, *coating* – powłoka, *disbonding* – odpajanie, *cell formation* – tworzenie się ogniwa galwanicznego, *permeation* – przenikanie.

Źródło: [6, s. 118].

Fig. 1. Schematic of the cathodic delamination process of a paint coating on a steel substrate at the site of damage

Source: [6, p. 118].

ISO 12944-9 [8] wykluczają jego zastosowanie na konstrukcjach morskich.

Seria norm PN-EN ISO 12944 [8–16] jest poświęcona ochronie przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część dziewięcia normy PN-EN ISO 12944 dotyczy ochrony konstrukcji morskich, które podczas użytkowania są narażone na najbardziej agresywne według PN-EN ISO 12944-2 środowiska korozyjne, takie jak atmosfera morska CX, zanurzenie w słonej wodzie Im4 oraz cyklicznie zmienne warunki CX i Im4 w strefie rozbryzgów i pływów. W tym dokumencie przedstawiono wymagania dotyczące właściwości ochronnych systemów malarskich o długim okresie trwałości (15–25 lat zgodnie z PN-EN ISO 12944-1) na stalowe konstrukcje morskie.

W normie PN-EN ISO 12944-9 opisano m.in. laboratoryjne metody badań przeprowadzanych w celu oceny prawdopodobnej trwałości ochronnych systemów malarskich, a także kryteria stosowane do oceny wyników badań właściwości ochronnych. Badania laboratoryjne stanowią integralną część procesu kwalifikacji systemów malarskich do ochrony konstrukcji stalowych w określonych warunkach korozyjnych. Pełny proces kwalifikacji systemu malarskiego obejmuje: opis systemu, badania aplikacyjne, laboratoryjne badania właściwości i ocenę wyników oraz pełną identyfikację farb.

Początkowe wymagania odnośnie do ochronnych systemów malarskich dotyczą:

- minimalnej liczby powłok,
- minimalnej grubości powłoki gruntującej w zależności od jej rodzaju,
- nominalnej grubości całego systemu malarskiego,
- przyczepności systemu malarskiego do podłoża (określonej minimalną siłą zerwania podczas próby odrywania, zgodnie z PN-EN ISO 4624:2016-05 [17]) z uwzględnieniem rodzaju środowiska korozyjnego i zastosowanego gruntu.

2. Badania kwalifikacyjne systemów malarskich na konstrukcje morskie

2.1. Uwagi wstępne

Norma PN-EN ISO 12944-9 określa listę badań kwalifikacyjnych, jakim należy poddać systemy malarskie przeznaczone do ochrony morskich konstrukcji stalowych. Są to:

- cykliczne badanie starzeniowe (PN-EN ISO 12944-9, załącznik B),
- odwarstwienie katodowe (PN-EN ISO 15711, metoda A [18]),
- zanurzenie w wodzie morskiej (PN-EN ISO 2812-2 [19]).

Dopuszcza się wykonywanie badań dodatkowych, takich jak: badanie odporności chemicznej, odporności na uderzenie, odporności na ścieranie lub odporności grubej powłoki na spękanie, jeśli tak ustalono między zainteresowanymi stronami.

Panele testowe do badań kwalifikacyjnych w zależności od przeprowadzanego badania powinny mieć sztuczne uszkodzenie w postaci linii nacięcia (PN-EN ISO 12944-9, załącznik A) lub w postaci nawierzonego otworu (PN-EN ISO 15711). Czasy poszczególnych badań kwalifikacyjnych, wymagane w wypadku systemów malarskich do zastosowań morskich, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Czasy badań kwalifikacyjnych systemów malarskich w zależności od środowiska korozyjnego według PN-EN ISO 12944-9

Table 1. Qualification test periods for coating systems in relation to the corrosive environment according to EN ISO 12944-9

Środowisko korozyjne	Wymagany czas badań kwalifikacyjnych [h]		
	cykliczne badanie starzeniowe (PN-EN ISO 12944-9, załącznik B)	odwarstwienie katodowe (PN-EN ISO 15711, metoda A)	zanurzenie w wodzie morskiej (PN-EN ISO 2812-2)
CX (atmosfera morska)	4200	–	–
CX + Im4 (atmosfera morska i strefa rozbryzgów lub pływów)	4200	4200	4200
Im4 (zanurzenie)	–	4200	4200

2.2. Cykliczne badanie starzeniowe (PN-EN ISO 12944-9, załącznik B)

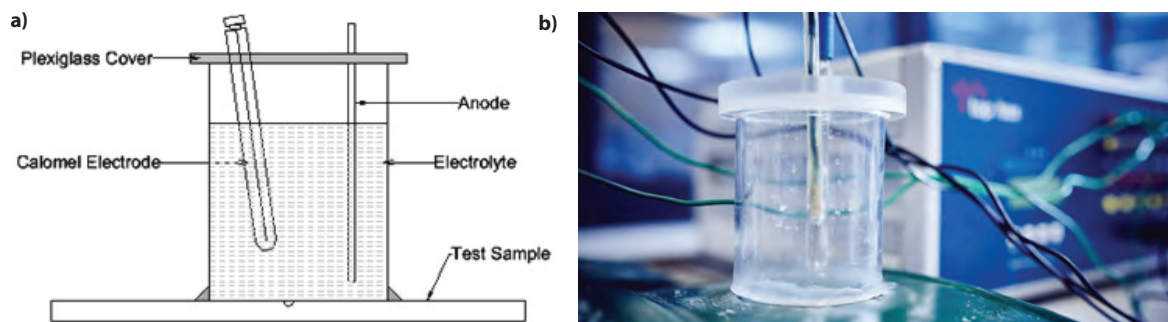
Cykliczne badanie starzeniowe polega na symulowaniu zróżnicowanych narażeń korozyjnych, takich jak: promieniowanie UV, para wodna, mgła solna oraz niska temperatura. Jeden pełen cykl badawczy trwa 7 dni (168 h) i składa się z następujących etapów:

- naprzemiennych okresów ekspozycji na promieniowanie UVA i kondensację pary wodnej (72 h), zgodnie z metodą A i cyklem nr 1 PN-EN ISO 16474-3 [20],
- ekspozycji na rozpyloną neutralną mgłę solną (72 h), zgodnie z PN-EN ISO 9227 [21],
- ekspozycji na temperaturę $-20 \pm 2^\circ\text{C}$ (24 h).

2.3. Oznaczenie odporności na odwarstwianie katodowe powłok eksponowanych w wodzie morskiej (PN-EN ISO 15711, metoda A)

Norma określa dwie metody oznaczania odporności powłok malarskich na podłożu metalowym na odwarstwienie katodowe w wypadku wystąpienia nieciągłości powłoki i oddziaływania wody morskiej. Oznaczanie metodą A przebiega z zastosowaniem prądu zewnętrznego, czyli z zastosowaniem obwodu ochrony katodowej.

Do przeprowadzenia badania niezbędne są aparatura i naczynia laboratoryjne do badań elektrochemicznych. Układ elektrochemiczny składa się z anody (np. grafitowej lub platynowej), elektrody odniesienia i elektrody roboczej, którą stanowi badana próbka. Obwód ochrony katodowej utrzymuje potencjał elektrodowy badanego panelu na poziomie -1050 ± 50 mV względem nasyconej kalomelowej elektrody odniesienia. Trwałe i odporne na korozję połączenie elektryczne próbki i potencjostatu osiąga się dzięki wyprowadzeniu przewodu od podłoża (jeśli panel jest zanurzony) lub zastosowaniu np. śruby samogwintującej z nakrętką (jeśli na panele nakleja się naczynie na elektrolit). Podczas badania należy zapewnić możliwość napowietrzania elektrolitu lub wymieniać go



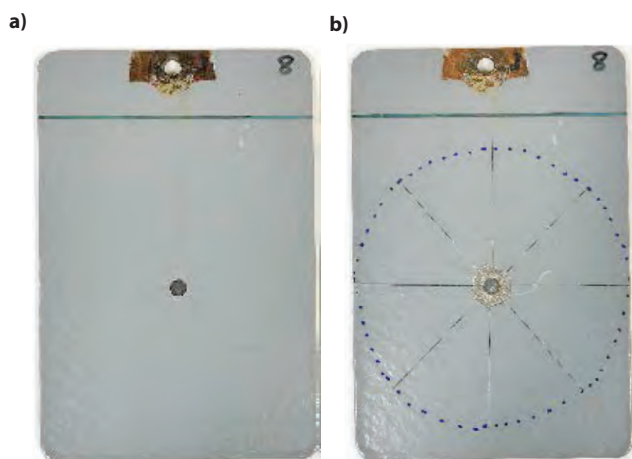
Rys. 2. Możliwy sposób przeprowadzania badania odporności powłok na odwarstwienie katodowe zgodnie z PN-EN ISO 15711: a) schemat układu elektrochemicznego, b) rzeczywisty wygląd układu elektrochemicznego

Objaśnienia: *calomel electrode* – elektroda kalomelowa, *anode* – anoda, *electrolyte* – elektrolit, *test sample* – panel testowy, *plexiglass cover* – przykrywka ze szkła akrylowego.

Źródło: [22, 23].

Fig. 2. Possible way of testing the coating resistance to cathodic delamination according to PN-EN ISO 15711

Source: [22, 23].



Rys. 3. Panel testowy: a) przed badaniem, b) po badaniu według PN-EN ISO 15711 i określeniu przyczepności powłoki wokół uszkodzenia

Źródło: [25, s. A-10].

Fig. 3. Test panel before and after testing according to EN ISO 15711 and determining the adhesion of the coating around the damage

Source: [25, p. A-10].

całkowicie co maksymalnie 7 dni. O ile nie ustalono inaczej, temperatura elektrolitu powinna wynosić $23 \pm 2^\circ\text{C}$. Badanie trwa 26 tygodni. Elektrolit może stanowić naturalna lub sztuczna woda morską, której skład jest ściśle określony. Zawiera następujące sole:

- chlorek sodu (23,0 g/l),
- sześciowodny chlorek magnezu (9,8 g/l),
- dziesięciowodny siarczan sodu (8,9 g/l),
- chlorek wapnia (1,2 g/l).

Schemat przykładowego układu do przeprowadzania badania odporności powłok na odwarstwienie katodowe przedstawiono na rys. 2.

Przed badaniem określa się grubość systemu malarskiego i wykłucza obecność przypadkowych uszkodzeń za pomocą defektoskopu w sposób opisany w normie. Pomalowane płytki do badań uszkadza się, np. przez nawiercenie otworu lub lokalną obróbkę strumieniowo-ścierną. Do badania należy przygotować sześć paneli testowych, trzy z nich nie mają być podłączone do obwodu ochrony katodowej.

Ocenie pośredniej podlega stopień spęcherzenia (PN-EN ISO 4628-2 [24]) i odległość pęcherzy od granicy sztucznego uszkodzenia.

Ocena końcowa poza oceną spęcherzenia obejmuje nacięcie uszkodzenia i określenie pola powierzchni powłoki odspojonej od podłoża. Przykładowy panel testowy ze sztucznym uszkodzeniem powłoki przed badaniem oraz po badaniu (PN-EN ISO 15711) i określeniu przyczepności powłoki wokół uszkodzenia przedstawiono na rys. 3.

2.4. Oznaczenie odporności na ciecze, metoda zanurzenia w wodzie (PN-EN ISO 2812-2)

Badanie odporności na zanurzenie w cieczy przebiega zgodnie z normą PN-EN ISO 2812-2, która określa sposób przygotowania paneli testowych i warunki badania. Przed zanurzeniem paneli testowych określa się grubość systemu malarskiego. Panele zanurza się do $\frac{3}{4}$ wysokości panelu, temperatura cieczy jest utrzymywana na poziomie $40 \pm 2^\circ\text{C}$. Do badania systemów przeznaczonych do zanurzenia w wodzie morskiej stosuje się sztuczną wodę morską, której skład określono w normie PN-EN ISO 15711.

3. Ocena zniszczeń po badaniach kwalifikacyjnych

W tabeli 2 przedstawiono metody oceny i wymagania dotyczące powłok na konstrukcje morskie według PN-EN ISO 12944-9. Wszystkie wyszczególnione oceny należy przeprowadzić bezpośrednio po badaniu kwalifikacyjnym. System malarski przechodzi badanie z wynikiem pozytywnym, kiedy dwa z trzech paneli spełniają wymagania wymienione w tabeli 2.

4. Podsumowanie

Konstrukcje morskie są to obiekty działające w najcięższych warunkach korozyjnych. Systemy malarskie zabezpieczające tego typu konstrukcje w zależności od tego, w jakim środowisku korozyjnym (CX, CX + Im4, Im4) zostaną zastosowane, muszą spełniać określone wymagania dotyczące odporności korozyjnej w zmiennych warunkach klimatycznych, w zanurzeniu w wodzie morskiej lub wykazywać odporność na zjawisko odwarstwienia katodowego. W artykule scharakteryzowano metody badań kwalifikacyjnych systemów malarskich na konstrukcje typu *offshore*, określone w normie PN-EN ISO 12944-9, oraz wymagania stawiane takim systemom. W przeciwieństwie do przyspieszonych testów korozyjnych w zmiennych warunkach klimatycznych (PN-EN ISO 12944-9, załącznik B) i określania odporności powłok na zanurzenie w wodzie (PN-EN ISO 2812-2) badanie odporności na odwarstwienie katodowe nie jest wykonywane rutynowo przez laboratoria badawcze zajmujące się badaniami kwalifikacyjnymi powłok malarskich.

Tabela 2. Metody oceny i wymagania dotyczące powłok na konstrukcje morskie według PN-EN ISO 12944-9
Table 2. Evaluation methods and requirements for coatings for marine structures according to EN ISO 12944-9

Badanie kwalifikacyjne	Metoda oceny	Wymagania
Cykliczne badanie starzeniowe (PN-EN ISO 12944-9, załącznik B)	PN-EN ISO 4628-2 (spęcherzenie) [24]	0 (S0)
	PN-EN ISO 4628-3 (zardzewienie) [26]	Ri 0
	PN-EN ISO 4628-4 (spękanie) [27]	0 (S0)
	PN-EN ISO 4628-5 (złuszczenie) [28]	0 (S0)
	PN-EN ISO 4628-6 (kredowanie) [29]	jeżeli uzgodniono między zainteresowanymi stronami
	PN-EN ISO 12944-9, załącznik A (skorodowanie w nacięciu) [8]	$M \leq 8,0$ mm dla systemów powłokowych na powierzchni o dużym narażeniu (np. w strefie rozbryzgów lub pływów) $M \leq 3,0$ mm dla systemów powłokowych do pozostałych zastosowań CX
Zanurzenie w wodzie morskiej (PN-EN ISO 2812-2)	PN-EN ISO 4628-2 (spęcherzenie) [24]	0 (S0)
	PN-EN ISO 4628-3 (zardzewienie) [26]	Ri 0
	PN-EN ISO 4628-4 (spękanie) [27]	0 (S0)
	PN-EN ISO 4628-5 (złuszczenie) [28]	0 (S0)
	PN-EN ISO 12944-9, załącznik A (skorodowanie w nacięciu) [8]	$M \leq 6,0$ mm
Odwartwienie katodowe (PN-EN ISO 15711, metoda A)	PN-EN ISO 4628-2 (spęcherzenie) [24]	0 (S0)
	PN-EN ISO 4628-3 (zardzewienie) [26]	Ri 0
	PN-EN ISO 4628-4 (spękanie) [27]	0 (S0)
	PN-EN ISO 4628-5 (złuszczenie) [28]	0 (S0)
	PN-EN ISO 15711, metoda A (odwartwienie) [18]	równoważna średnica odwarstwionej powierzchni < 20 mm

W Polsce akredytowane badanie zgodne z PN-EN ISO 15711 (metoda A) można wykonać dopiero od 2021 roku. W artykule opisano przebieg tego badania, pozwalającego określić odporność na odwarstwienie katodowe powłok malarskich wystawionych na działanie wody morskiej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] A. Królikowska, P.L. Bonora. 2014. „Koncepcja zabezpieczeń antykorozyjnych obiektów inżynierskich w Polsce”. *Ochrona przed Korozją* 57 (12): 475–477.
- [2] T. Kaniak, T. Graczyk. 2012. „Ochrona korozyjna obiektów morskich – przegląd problemów”. *Ochrona przed Korozją* 55 (8): 358–360.
- [3] A. Szypilow, A. Dobrzykowski. 2017. „Wykonanie zabezpieczeń przeciwkorozyjnych stalowych elementów konstrukcji hydrotechnicznych portów morskich”. *Ochrona przed Korozją* 60 (3): 69–71. DOI: 10.15199/40.2017.3.4.
- [4] T. Kaniak. 2013. „Ochrona katodowa fundamentów morskich wież energetycznych”. *Ochrona przed Korozją* 56 (8): 358–360.
- [5] F.M. Song, D.W. Kirk, J.W. Graydon, D.E. Cormack, D. Wong. 2003. “Corrosion under Disbonded Coatings Having Cathodic Protection”. *Materials Performance* 42 (9): 24–26.
- [6] R. Singh. 2014. *Corrosion Control for Offshore Structures: Cathodic Protection and High-Efficiency Coating*. Amsterdam–Tokyo: Elsevier.
- [7] M. Xu, C.N.C. Lam, D. Wong, E. Asselin. 2020. “Evaluation of the Cathodic Disbondment Resistance of Pipeline Coatings – A Review”. *Progress in Organic Coatings* 146: 105728. DOI:10.1016/j.porgcoat.2020.105728.
- [8] PN-EN ISO 12944-9:2018-03: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 9: Ochronne systemy malarskie i laboratoryjne metody badań właściwości dla konstrukcji eksploatowanych na pełnym morzu i podobnych konstrukcji.
- [9] PN-EN ISO 12944-1:2018-01: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 1: Ogólne wprowadzenie.
- [10] PN-EN ISO 12944-2:2018-02: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 2: Klasyfikacja środowisk.
- [11] PN-EN ISO 12944-3:2018-02: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów powłokowych – Część 3: Zasady projektowania.
- [12] PN-EN ISO 12944-4:2018-02: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 4: Rodzaje powierzchni i sposoby przygotowania powierzchni.
- [13] PN-EN ISO 12944-5:2020-03: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 5: Ochronne systemy malarskie.
- [14] PN-EN ISO 12944-6:2018-03: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 6: Laboratoryjne metody badań właściwości.
- [15] PN-EN ISO 12944-7:2018-01: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów powłokowych – Część 7: Wykonywanie i nadzór prac malarskich.
- [16] PN-EN ISO 12944-8:2018-01: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów powłokowych – Część 8: Opracowanie dokumentacji dotyczącej nowych prac i renowacji.
- [17] PN-EN ISO 4624:2016-05: Farby i lakiery – Próba odrywania do oceny przyczepności.
- [18] PN-EN ISO 15711:2006: Farby i lakiery – Oznaczenie odporności na odwarstwianie katodowe powłok ekspozycyjnych w wodzie morskiej.
- [19] PN-EN ISO 2812-2:2019-01: Farby i lakiery – Oznaczenie odporności na cieple – Część 2: Metoda zanurzenia w wodzie.
- [20] PN-EN ISO 16474-3:2021-06: Farby i lakiery – Metody ekspozycji na laboratoryjne źródła światła – Część 3: Lamy fluorescencyjne UV.
- [21] PN-EN ISO 9227:2017-06: Badania korozyjne w sztucznych atmosferach – Badania w rozpylonej solance.
- [22] <http://www.paintronicsystems.com/product/CD-16.htm> (dostęp: 30.03.2022).
- [23] <http://www.element.com/energy/coatings-services/cathodic-disbondment-testing> (dostęp: 30.03.2022).
- [24] PN-EN ISO 4628-2:2016-03: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 2: Ocena stopnia spęcherzenia.
- [25] G. Weber. 2019. *Comparison and Evaluation of Cathodic Disbondment Standards*. Research Report No. 8540-2019-29. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Materials and Corrosion Laboratory.
- [26] PN-EN ISO 4628-3:2016-03: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 2: Ocena stopnia zardzewienia.
- [27] PN-EN ISO 4628-4:2016-03: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 2: Ocena stopnia spękania.
- [28] PN-EN ISO 4628-5:2016-03: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 2: Ocena stopnia złuszczenia.
- [29] PN-EN ISO 4628-6:2012: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 2: Ocena stopnia skredowania metodą taśmy.

DANUTA KOTNAROWSKA¹

ORCID: 0000-0001-8790-3381

PAULINA URBAN¹

ORCID: 0000-0002-2529-3132

¹Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu¹University of Technology and Humanities in Radom

DOI: 10.15199/40.2022.9.2

Wpływ promieniowania UV na destrukcję powłok akrylowo-epoksydowych nadwozi samochodowych

An influence of UV radiation on the destruction of acrylic-epoxy coatings of car bodies

W artykule przedstawiono wpływ przyspieszonego starzenia (w okresie 56 dni) pod wpływem promieniowania ultrafioletowego (modelującego słoneczne promieniowanie UV) na zmiany w strukturze chemicznej powłokotwórczego tworzywa akrylowego oraz na destrukcję fizyczną powłok akrylowo-epoksydowych. Starzone powłoki na skutek wzrostu stopnia utlenienia tworzywa akrylowego oraz w wyniku zwiększenia ich twardości wykazywały dużą kruchość, co sprzyjało wykruszaniu fragmentów powłok z ich warstwy nawierzchniowej i pośredniej. Przyczyniło się to do zmniejszenia grubości starzonych powłok. Oddziaływanie promieniowania UV spowodowało różnego typu destrukcję powłok, m.in. powstanie mikropęknięć (w tym pęknięć srebrzystych), kraterów oraz rzadzisz. Defekty te oraz wykruszanie składników powłok doprowadziły do niekorzystnych zmian właściwości powłok, takich jak wzrost chropowatości powierzchni (ocenianej za pomocą parametrów Ra, Rz oraz Rmax), a także do zmiany jej topografii. Wpłynęło to na znaczne zmniejszenie połysku powłok, a także na spadek ich odporności na zginanie.

Słowa kluczowe: korozja, badania kwalifikacyjne, powłoki malarskie, offshore, odwarstwienie katodowe

1. Wprowadzenie

Powszechnie stosowaną i skuteczną metodą ochrony nadwozi samochodowych przed niszczącym oddziaływaniem środowiska eksploatacji jest zabezpieczanie ich powierzchni za pomocą dekoracyjno-ochronnych powłok polimerowych [1–5]. Z uwagi na liczne walory powłok polimerowych ich wykorzystanie rośnie progresywnie, a ich udział wśród wszystkich powłok stanowi ponad 80%. Do głównych zalet powłok polimerowych zalicza się: odporność na korozję elektrochemiczną, dobrą adhezję do ochranianego podłoża, mały ciężar właściwy, korzystne właściwości izolacyjne (cieplne, akustyczne i elektryczne), a także moż-

The article presents an influence of accelerated ageing (for over 56 days) with ultraviolet radiation (modelling UV solar radiation) on the changes in the chemical structure of acrylic coating material and the physical structure of acrylic-epoxy coatings. As a result of an increased degree of oxidation, and increased hardness, the aged coatings showed high brittleness, which favoured chipping of fragments of the top and intermediate coating layers. This contributed to a decrease in the thickness of the aged coatings. UV radiation caused various forms of coating destruction, e.g. microcracks (including silver cracks), craters, and areas of shrinkage. These defects, as well as chipping of the coating components, led to negative changes in the properties of the coatings, such as an increase in the roughness of the surface (assessed with Ra, Rz, and Rmax parameters), and the changes in its topography. This resulted in a significant decrease in the shine and bending resistance of the coatings.

Keywords: corrosion, classification tests, paint coatings, offshore, cathodic delamination

liwość nanoszenia powłok bez względu na rozmiary zabezpieczanego elementu.

Dzięki wysokiej odporności na oddziaływanie czynników klimatycznych i dobrym właściwościom mechanicznym powłoki akrylowe znalazły zastosowanie jako powłoki dekoracyjno-ochronne nadwozi samochodowych, a także jako zabezpieczenia ochronne użytkowanych w naturalnych warunkach eksploatacji różnego typu konstrukcji stalowych i betonowych. Należy podkreślić, że w ostatnim dziesięcioleciu zastosowanie powłok akrylowych w technice stale rośnie i w 2021 roku stanowiły one 25% wszystkich powłok polimerowych. Prognozuje się, że produkcja farb akrylowych będzie dynamicznie wzrastać, co najmniej do 2030 roku [6].

Prof. dr hab. inż. Danuta Kotnarowska pracuje na Wydziale Mechanicznym Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu. Ukończyła studia na Wydziale Mechaniki Precyzyjnej (obecnie Wydział Mechatroniki) Politechniki Warszawskiej. Zainteresowania zawodowe: stosowanie osiągnięć nanotechnologii w procesie konstituowania powłok polimerowych, prognozowanie trwałości powłok polimerowych, powłoki ochronne (projektowanie, wytwarzanie, eksploatacja).

E-mail: d.kotnarowska@uthrad

Mgr inż. Paulina Urban w 2017 roku ukończyła studia na Wydziale Materiałoznawstwa, Technologii i Wzornictwa Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu (specjalność – chemia i technologia polimerów). Jest doktorantką UTH w Radomiu.

■ Otrzymano / Received: 7.07.2022. Przyjęto / Accepted: 8.08.2022

W celu zwiększenia odporności powłok polimerowych na starzenie, przede wszystkim pod wpływem promieniowania UV, wprowadza się do ich struktury fotostabilizatory ekranujące (ZnO, TiO₂, MgO, sadzę), jak również absorbujące słoneczne promienie UV (ponadto nietworzące wolnych rodników inicjujących reakcje utleniania), do których należy bezotriazol (C₆H₅N₃) [7].

Zawartość napełniaczy w strukturze powłok polimerowych nie może być dowolna, ponieważ uwarunkowana jest możliwością otoczenia każdego ziarna tworzywem powłokotwórczym. Jeżeli ten warunek nie jest spełniony, obserwuje się niedostateczną szczelność powłok, a także pogarszanie się ich właściwości mechanicznych, takich jak: moduł Younga, wydłużenie względne, odporność na uderzenie, zginanie i pękanie [8].

Stosowane w lakiernictwie samochodowym systemy powłok dekoracyjno-ochronnych zwykle składają się z trzech rodzajów warstw powłokowych: nawierzchniowej, pośredniej (popularnie nazywanej bazą) i podkładowej. Zadaniem powłoki podkładowej jest ochrona antykorozyjna na ogół stalowego podłoża. Powłoka pośrednia zapewnia systemowi powłokowemu przede wszystkim szczelność i wymagane właściwości fizykochemiczne, a także zapewnia mu odpowiednią barwę. Powłoka nawierzchniowa (uzyskiwana z przezroczystego oraz bezbarwnego lakieru) nadaje z kolei powłoce połysk i separuje warstwę pośrednią od otoczenia.

Z uwagi na niewystarczający zbiór informacji dotyczących rozwoju procesów destrukcji powłok polimerowych w wyniku oddziaływania narażeń klimatycznych i/lub czynników środowiskowych dotychczas nie opracowano metody prognozowania ich trwałości eksploatacyjnej. Wynika to z faktu, że elementy systemu: środowisko eksploatacji – powłoka – podłoże powłoki, podlegają ciągłym zmianom.

Podczas użytkowania na dekoracyjno-ochronne powłoki polimerowe nadwozi samochodowych mogą synergicznie destrukcyjnie [9] oddziaływać narażenia klimatyczne [9–13], szczególnie słoneczne promieniowanie ultrafioletowe [14–18], a także wilgoć (różnego typu opady) [19–22].

Wśród narażeń klimatycznych dominującym czynnikiem jest słoneczne promieniowanie ultrafioletowe (UV). Ma ono istotny wpływ na intensywność degradacji i destrukcji tworzywa powłokotwórczego, co skutkuje pogorszeniem właściwości ochronnych oraz dekoracyjnych powłok polimerowych [23].

Słońce emituje promieniowanie ultrafioletowe o różnej długości fali elektromagnetycznej: UVA o długości 315–400 nm, UVB o długości 280–315 nm oraz UVC o długości 100–280 nm. Warstwa ozonowa atmosfery ziemskiej całkowicie pochłania promieniowanie z zakresu UVC oraz większość promieniowania z zakresu UVB. Około 97% promieniowania UV docierającego do powierzchni Ziemi stanowi promieniowanie UVA. Przyczynia się ono do fotoutleniania i fotolizy tworzywa powłokotwórczego, przebiegających przede wszystkim w warstwach powierzchniowych powłok. Fotoutlenianie tworzywa powłokotwórczego jest procesem rodnikowym. Proces fotolizy zachodzi natomiast, gdy energia zaabsorbowanego kwantu promieniowania UV przekroczy energię dysocjacji danego wiązania chemicznego – wówczas ulega ono zerwaniu, w następstwie którego cząsteczki tworzywa polimerowego ulegają degradacji. Występowanie defektów strukturalnych w polimerze sprzyja rozpadowi łańcuchów polimerowych na wolne rodniki, inicjujące kolejne etapy degradacji polimeru [24].

Destrukcja struktury chemicznej polimerowego tworzywa powłokotwórczego w wyniku oddziaływania promieniowania UV, polegająca na zwiększaniu jego usieciowania oraz na pękaniu łańcuchów polimerowych, przyczynia się do pogorszenia właściwości mechanicznych powłok w wyniku zmniejszenia ich odporności na oddziaływanie obciążeń mechanicznych, co skutkuje intensyfikacją procesów zużywania powłok: ścierania, pękania, erozji [25].

Zachodzące pod wpływem promieniowania UV zmiany w strukturze chemicznej tworzywa powłokotwórczego warstwy nawierzchniowej oraz pośredniej powodują również pogorszenie właściwości dekoracyjnych powłok: zmianę barwy powłoki pośredniej, utratę połysku oraz przezroczystości warstwy nawierzchniowej. Promieniowanie UV, wywołując dodatkowe sieciowanie polimerowego tworzywa powłokotwórczego, może ponadto spowodować pękanie, a także zwiększenie twardości powłok, skutkujące dodatkowym wzrostem ich kruchości [26].

Negatywne oddziaływanie promieniowania UV można zmniejszyć przez modyfikację powłok nanonapełniaczami (np. ditlenkiem tytanu), których cząstki odbijają to promieniowanie, dzięki czemu ograniczają proces fotodestrukcji tworzywa powłokotwórczego lub nawet całkowicie przed nim chronią [27–32].

Intensyfikacji procesów fotodestrukcji polimeru sprzyja zanikanie warstwy ozonowej, co przyczynia się także do ocieplenia klimatu. Konieczne jest zatem kontynuowanie poszukiwań optymalnego składu powłok odpornych na oddziaływanie promieniowania UV oraz środowiska o podwyższonej temperaturze, tym bardziej że starzenie słonecznym promieniowaniem UV również skutkuje obniżeniem odporności cieplnej powłok [33].

Promieniowanie UV powoduje powstawanie w strukturze powłok mikroporów i kraterów [25], a na powierzchni i w warstwach powierzchniowych – pęknięć srebrzystych [34] oraz ubytków fragmentów powłok w efekcie wzrostu kruchości tworzywa powłokotwórczego [26]. Prowadzi ponadto do zwiększenia podatności powłok na niszczenie pod wpływem mediów agresywnych na skutek nasiąkania nimi porów i obszarów obejmujących powstające pęknięcia, zwłaszcza sięgające w głąb [35–37]. W kolejnych etapach użytkowania dochodzi do powstawania w powłokach ścieżek (w wyniku łączenia się porów, kraterów oraz pęknięć), przewodzących media agresywne do ich podłoża, co powoduje jego korozję elektrochemiczną. W wyniku powstawania na powierzchni podłoża produktów korozji powłoka ulega pęcherzeniu i w rezultacie traci adhezję do podłoża, przestaje spełniać funkcję ochronną.

Destrukcja powłok polimerowych wywołana promieniowaniem UV ma wpływ na obniżenie odporności powłok dekoracyjno-ochronnych nadwozi samochodowych na oddziaływanie cząstek erozyjnych w postaci: pyłu, piasku, kamieni, grudek ziemi oraz gradu. Odporność erozyjna tych powłok zwiększa się w wyniku ich modyfikacji nanonapełniaczami (nanopigmentami) [38].

Oddziaływanie promieniowania UV przyczynia się do znacznego wzrostu chropowatości powierzchni powłok polimerowych [7] na skutek wykruszania napełniaczy i pigmentów z ich powierzchni. Jest to spowodowane utratą spójności cząsteczek tworzywa powłokotwórczego, jak również zanikaniem połączeń adhezyjnych powierzchni ziaren napełniaczy (pigmentów) z żywicą powłokotwórczą. Ponadto w zagłębieniach profilu chropowatości powierzchni wytwarza się środowisko sprzyjające rozwojowi korozji biologicznej powłok polimerowych, co stymuluje powstawanie na ich powierzchni wytrawień oraz kraterów, sięgających nawet do podłoża powłok. Może to skutkować rozwojem korozji podpowłokowej [39].

Z uwagi na dynamiczny rozwój technologii farb i lakierów [40–44], do którego przyczynia się wprowadzanie do składu powłok nanonapełniaczy i nanopigmentów, a także poszukiwanie proekologicznych procesów wytwarzania oraz nanoszenia farb i lakierów, receptury farb w ostatnim dwudziestolecu zmieniają się średnio co pięć lat. W związku z tym prowadzenie badań właściwości fizykochemicznych powłok w naturalnych warunkach eksploatacji nie ma podstaw merytorycznych – trwałyby one 15–20 lat, uzyskane wyniki dotyczyłyby więc powłok niestosowanych (niewytwarzanych) już w technice dekoracyjno-ochronnych zabezpieczeń

powierzchni obiektów technicznych. Zasadne jest zatem prowadzenie przyspieszonych badań właściwości fizykochemicznych powłok polimerowych [45].

W artykule przedstawiono wyniki badań przyspieszonego starzenia powłok akrylowo-epoksydowych pod wpływem promieniowania UV o długości fali zawierającej się w przedziale 300÷460 nm, modelującego słoneczne promieniowanie ultrafioletowe. Maksymalny okres starzenia wyniósł 56 dni (1344 h).

Z przedstawionej analizy wpływu promieniowania UV na właściwości fizykochemiczne powłok polimerowych wynika, że przeprowadzenie obiektywnej oceny w tym zakresie wymaga prowadzenia badań wielokryterialnych, których metodyka została opisana w dalszej części artykułu. Pozwala to na trafną ocenę stopnia destrukcji, umożliwia także ocenę odporności na zginanie badanych powłokowych systemów akrylowo-epoksydowych.

2. Przygotowanie próbek powłok do badań

Badaniom poddano powłoki akrylowo-epoksydowe, które są powszechnie stosowane w zakładach naprawczych podczas renowacji uszkodzonych powłok ochronno-dekoracyjnych nadwozi samochodowych. Badano trójwarstwowe systemy powłok akrylowo-epoksydowych (w artykule skrótowo nazywane powłokami akrylowo-epoksydowymi), składające się z warstw: nawierzchniowej, pośredniej oraz podkładowej.

Epoksydowe powłoki podkładowe zostały naniesione na powierzchnię płytek stalowych o wymiarach 160 × 80 × 2 mm. Płytki wycięto z blachy otrzymanej ze stali konstrukcyjnej (uspokojonej) S 235 JRG 2 (zgodnie z PN-EN 10025-1:2007). Przed naniesieniem warstwy podkładowej powierzchnię płytek stalowych czyszczono ręczną szlifarką oscylacyjną, stosując papier ścierny o gradacji: P120, P150, P240. Następnie próbki stalowe odtłuszczono rozpuszczalnikiem ekstrakcyjnym.

Próbki systemów powłokowych uzyskano metodą natrysku pneumatycznego, nanosząc na powierzchnię płytek stalowych kolejno trzy rodzaje chemoutwardzalnych powłok polimerowych: epoksydową powłokę podkładową (barwy szarej), akrylową powłokę pośrednią (nadającą systemowi powłokowemu barwę czerwoną) oraz przezroczystą (bezbarwną) akrylową powłokę nawierzchniową.

Stosunek objętości lakieru akrylowego (stosowanego do wytworzenia warstwy nawierzchniowej) do objętości utwardzacza wyniósł 2 : 1. Taki sam był stosunek objętości farby akrylowej do objętości utwardzacza w przypadku powłoki pośredniej. Stosunek objętości farby epoksydowej (użytej do uzyskania warstwy podkładowej) do objętości utwardzacza wyniósł z kolei 1 : 1.

Akrylowa powłoka pośrednia o barwie czerwonej była pigmentowana nanocząstkami tritlenku żelaza (Fe₂O₃, tzw. czer-

wieni żelazową). Zawierała ponadto nanonapełniacz w postaci ziaren ditlenku tytanu, który poprawia odporność powłok na oddziaływanie słonecznego promieniowania ultrafioletowego, a także zwiększa ich szczelność. Epoksydowa powłoka podkładowa była modyfikowana cynkiem, zapewniającym jej właściwości antykorozyjne. Średnia grubość całego systemu powłokowego (niestarzonego) wynosiła 127 ± 1 μm. Systemy powłok aplikowano w temperaturze pokojowej przy wilgotności powietrza nieprzekraczającej 80%. Powłoki suszono promiennikiem podczerwieni (MSW Motor Technics, o łącznej mocy 2200 W) przez 40 minut w temperaturze 55°C. Przed rozpoczęciem badań systemy powłokowe aklimatyzowano przez 20 dni w temperaturze 20 ± 2°C (PN-EN 23270:1993).

3. Metodyka badań powłok akrylowo-epoksydowych

Informacje o zastosowanych metodach badań normowych właściwości fizykochemicznych powłok akrylowo-epoksydowych oraz wykorzystanej aparaturze badawczej przedstawiono w tabeli 1. Dane dotyczące niekonwencjonalnych metod badań właściwości fizykochemicznych warstw akrylowych (nawierzchniowej i pośredniej) zawarto w tabeli 2.

4. Ocena destrukcji powłok akrylowo-epoksydowych pod wpływem promieniowania UV

4.1. Uwagi wstępne

Starzenie powłok akrylowo-epoksydowych promieniowaniem UV nie powodowało destrukcji ich warstwy podkładowej. W związku z tym badania niekonwencjonalne dotyczyły oceny skutków starzenia obserwowanego w warstwach akrylowych (nawierzchniowej i pośredniej).

4.2. Analiza widm FTIR powłok akrylowych

Starzenie powłok (warstw) akrylowych promieniowaniem UV wywoływało ich destrukcję chemiczną (degradację), skutkującą z kolei ich destrukcją fizyczną. Na ogół powodowało ono zwiększenie intensywności występujących w widmie FTIR charakterystycz-

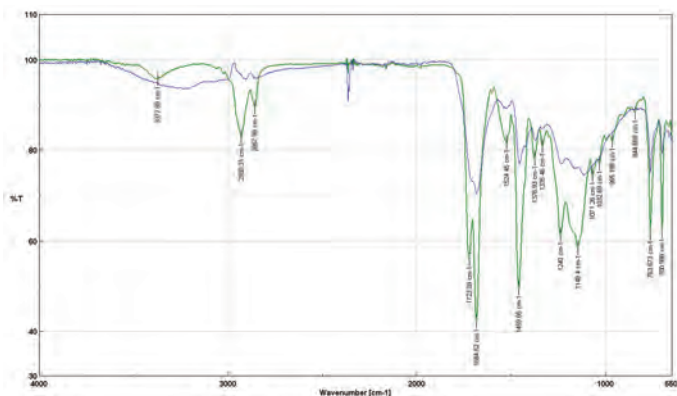
Tabela 1. Metody normowych badań właściwości fizykochemicznych powłok akrylowo-epoksydowych
Table 1. Methods of the standard tests for physical and chemical properties of acrylic-epoxy coatings

Metoda badań (numer normy)	Aparatura
Metoda badania grubości powłok polimerowych (PN-EN ISO 2808:2008)	czujnik Mega-Check FE (firmy List-Magnetik)
Metoda ołówkowa badania twardości powłok polimerowych (PN-EN ISO 15184:2020-07)	zestaw ołówków 6B–9H
Metoda badania twardości powłok polimerowych według Buchholza (PN-EN ISO 2815:2004)	twardościomierz (według Buchholza; firmy Erichsen)
Metoda badania struktury geometrycznej powierzchni powłok (PN-M-04251:1987, PN-EN ISO 8501-1:2008)	tester Hommel T500 (firmy Hommelwerke)
Metoda badania zwierciadlanego połysku powłok polimerowych (PN-EN ISO 2813:2001)	połyskomierz Novo-Gloss (firmy Elcometer)
Badania odporności na zginanie powłok polimerowych (PN-EN ISO 6860:2006)	aparat ze sworzniem stożkowym

Tabela 2. Metody niekonwencjonalnych badań właściwości fizykochemicznych powłok akrylowych
Table 2. Methods of the non-conventional tests for physical and chemical properties of acrylic coatings

Metoda badań	Aparatura
Badania spektroskopowe w podczerwieni FTIR	spektrofotometr FT-IR 6200
Badania z zastosowaniem skaningowej kalorymetrii różnicowej DSC	analizator termiczny LABSystem Setaram TG
Badania mikroskopowe powierzchni powłok	skaningowy mikroskop elektronowy SU-70 z przystawką EDS
Badanie topografii i chropowatości powierzchni powłok	mikroskop interferometryczny Talysurf CCI

nych pasm tworzywa akrylowego (rys. 1). Świadczy to o zmianach jego struktury chemicznej, zachodzących w efekcie rozwoju procesów starzeniowych.



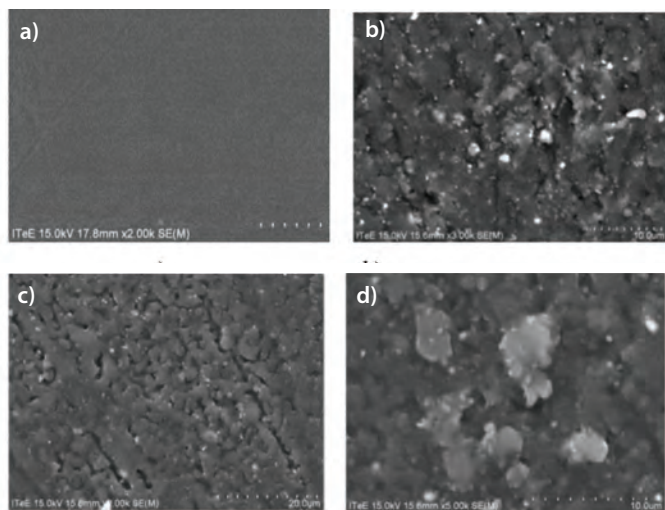
Rys. 1. Widma FTIR powłoki akrylowej (niebieska krzywa – powłoka akrylowa niestarzona, zielona krzywa – powłoka akrylowa starzona promieniowaniem UV przez 1344 h)

Fig. 1. FTIR spectra for acrylic coatings (blue curve – non-aged acrylic coating, green curve – acrylic coating aged with UV radiation for 1344 h)

Pod wpływem starzenia promieniowaniem UV przez 1344 h akrylowe tworzywo powłokotwórcze uległo utlenieniu, o czym świadczy zwiększenie intensywności pasma grup karbonylowych (C=O), o pikie dla liczby falowej wynoszącym $1723,09\text{ cm}^{-1}$, a także wzrost intensywności pasma grup OH (o pikie: $3372,89\text{ cm}^{-1}$). Obserwowane w widmie FTIR zwiększenie zawartości grup CH_2 (o pikie wynoszącym $2857,99\text{ cm}^{-1}$) oraz CH_3 (o pikie: $2930,31\text{ cm}^{-1}$) dowodzi natomiast pęknięcia wiązań chemicznych [25].

4.3. Ocena destrukcji powłok akrylowych na podstawie badań mikroskopowych (SEM)

Starzenie powłok akrylowych promieniowaniem UV spowodowało ich destrukcję fizyczną (rys. 2), której przyczyną był rozwój procesów starzeniowych w strukturze chemicznej na skutek pęknięcia wiązań chemicznych i utleniania akrylowego tworzywa powłokotwórczego (rys. 1). Destrukcja powłok ujawniła się w postaci: kraterów (rys. 2b), wykruszeń (rys. 2b, 2d), mikropęknięć



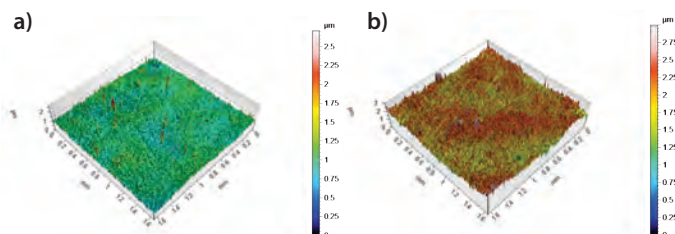
Rys. 2. Stan powierzchni powłok akrylowych: a) powłoka niestarzona, b–d) powłoki starzone promieniowaniem UV przez 1344 h (powiększenie: a) i c) $\times 2000$, b) $\times 3000$, d) $\times 5000$)

Fig. 2. Status of acrylic coatings: a) non-aged, b–d) acrylic coatings aged with UV radiation for 1344 h (magnification : a) and c) $\times 2000$, b) $\times 3000$, d) $\times 5000$)

(rys. 2b, 2c), w tym pęknięć srebrzystych (rys. 2c), oraz w formie rozrzedzeń (rys. 2b–d) struktury fizycznej materiału powłokowego (tzw. rzadzisz).

4.4. Ocena topografii powierzchni powłok akrylowych

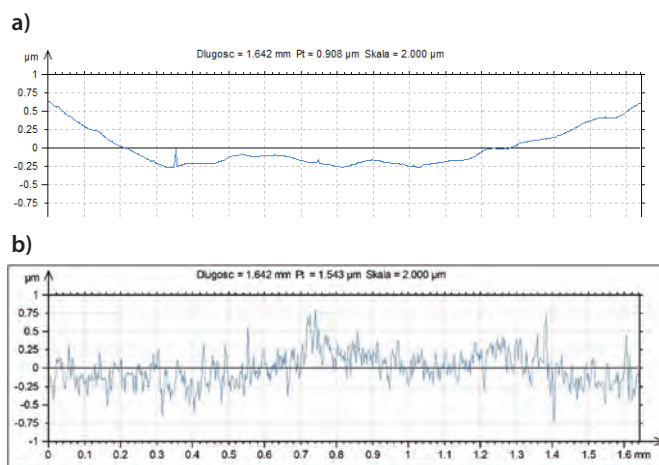
Starzenie powłok akrylowych promieniowaniem UV wywołało istotne zmiany topografii ich powierzchni (rys. 3).



Rys. 3. Topografia powierzchni powłoki akrylowej: a) niestarzonej, b) starzonej promieniowaniem UV przez 1344 h

Fig. 3. Topography of an acrylic coating: a) non-aged, b) aged with UV radiation for 1344 h

Oddziaływanie promieniowania UV przyczyniło się także do znacznych zmian profilu chropowatości powierzchni (rys. 4b) w porównaniu z profilem chropowatości powierzchni powłoki niestarzonej (rys. 4a).



Rys. 4. Profil chropowatości powierzchni powłok akrylowych: a) powłoka niestarzona, b) powłoka starzona promieniowaniem UV przez 1344 h

Fig. 4. Roughness profile of acrylic coatings surfaces : a) non-aged coating, b) coating aged by UV radiation for 1344 h

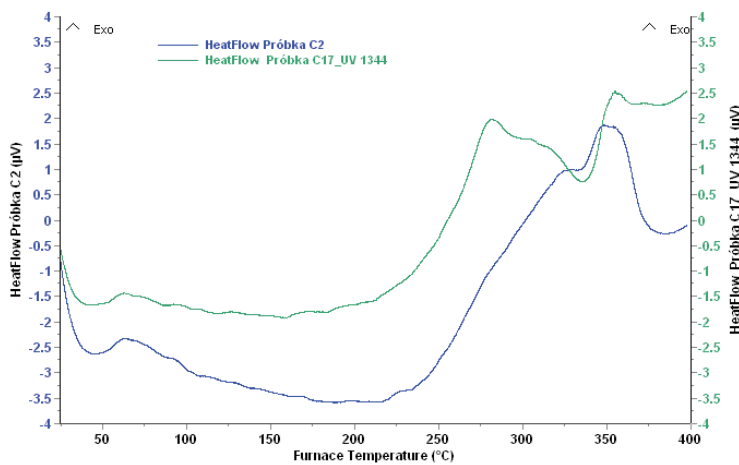
4.5. Ocena odporności cieplnej powłok akrylowych

Do oceny odporności cieplnej starzonych promieniowaniem UV powłok akrylowych zastosowano metodę różnicowej kalymetrii skaningowej DSC, która jest wykorzystywana w analizie termicznej polimerów. Pomiar i wyznaczenie charakterystyk DSC przeprowadzono w atmosferze tlenu przy stałej szybkości wzrostu temperatury, wynoszącej $10^\circ\text{C}/\text{min}$.

W badaniach charakterystyk DSC zastosowano próbki powłok w postaci proszku, otrzymanego w wyniku ścierania warstw akrylowych (nawierzchniowej i pośredniej). Średnia masa próbek używanych w badaniach wynosiła $3,8 \pm 0,1\text{ mg}$.

Wyniki badań odporności cieplnej powłok akrylowych przedstawiono na rys. 5 oraz w tabeli 3. Jako kryterium odporności cieplnej powłok przyjęto temperaturę początku ich utleniania. Starzenie powłok akrylowo-epoksydowych przez 1344 h spowodowało obniżenie tej temperatury o 11°C , ich odporność cieplna uległa zatem zmniejszeniu.

Badania przeprowadzone metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej wykazały wzrastającą (w miarę upływu czasu starzenia) intensywność pików egzotermicznych występujących na charakterystykach DSC warstw akrylowych. Dokumentują one rozwój procesów utleniania tworzywa akrylowego (rys. 5, tabela 3).



Rys. 5. Krzywe DSC powłok akrylowych (niebieska krzywa – powłoka niestarzona, zielona krzywa – powłoka starzona promieniowaniem UV przez 1344 h)

Fig. 5. DSC curves for acrylic coatings (blue curve – non-aged coatings, green curve – coatings aged with UV radiation for 1344 h)

Tabela 3. Charakterystyczne temperatury rozkładu cieplnego tworzywa akrylowego wyznaczone metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC)

Table 3. Characteristic temperatures of the acrylic material thermal decomposition detected with differential scanning calorimetry (DSC)

Okres starzenia t [h]	Temperatura początku procesu utleniania T_p [°C]	Temperatura końca procesu utleniania T_k [°C]	Temperatura pierwszego piksu egzotermicznego T_1 [°C]	Temperatura drugiego piksu egzotermicznego T_2 [°C]
0	227	396	322	354
672	223	396	324	357
1008	220	396	318	355
1344	216	396	281	353

4.6. Ocena właściwości fizykochemicznych powłok akrylowo-epoksydowych na podstawie badań normowych

Oddziaływanie promieniowania ultrafioletowego przez 1344 h przyczyniło się do ubytku grubości systemu powłok akrylowo-epoksydowych o 6%, a także do zwiększenia o 43% ich twardości (według Buchholza). Istotnie

wzrosła również twardość ołówkowa powłok (od wartości F dla powłoki niestarzonej do wartości H w przypadku powłoki starzonej).

W akrylowej warstwie nawierzchniowej starzenie spowodowało: ponad pięciokrotne zwiększenie parametru Ra chropowatości powierzchni, ponad czterokrotne zwiększenie parametru Rz , ponad ośmiokrotne zwiększenie parametru $Rmax$ (tabela 4). Ponadto obserwowano obniżenie zwierciadlanego połysku powierzchni (o 95% przy kącie padania światła $\alpha = 20^\circ$, o 83% przy $\alpha = 60^\circ$ oraz o 48% przy $\alpha = 85^\circ$).

4.7. Ocena odporności na zginanie systemu powłok akrylowo-epoksydowych starzonych promieniowaniem UV

Badania odporności na zginanie systemu powłok akrylowo-epoksydowych przeprowadzono (zgodnie z wytycznymi normy PN-EN ISO 6860:2006) za pomocą aparatu, który jest wyposażony w wałek prowadzący oraz sworznię w kształcie ściętego stożka, o większej średnicy wynoszącej 38 mm i mniejszej: 3,2 mm. Przed przeprowadzeniem próby zginania na powłocę wykonano dochodzące do podłoża nacięcia (w odstępach co 20 mm), przebiegające równoległe do krótszego boku płytki.

Próbę zginania powłok przeprowadzono przez obrócenie walca prowadzącego wokół sworzni o 180° . Jako kryterium odporności powłoki na zginanie przyjęto długość odcinka (mierzonego wzdłuż tworzącej stożka), na którym wystąpiło pęknięcie powłoki.

Po przeprowadzonej próbie zginania powłok starzonych przez 1344 h obserwowano ich pęknięcie na odcinku o długości 5 ± 1 mm. We wszystkich przypadkach pęknięcia rozwinęły się jedynie w warstwach akrylowych (nawierzchniowej i pośredniej), warstwa podkładowa nie została naruszona (rys. 6).



Rys. 6. Pęknięcie w warstwach akrylowych (nawierzchniowej i pośredniej) na skutek zginania powłoki akrylowo-epoksydowej starzonej promieniowaniem UV przez 1344 h

Fig. 6. A crack in acrylic layers (top and intermediate) due to bending an acrylic-epoxy coating aged with UV radiation for 1344 h

Tabela 4. Wpływ starzenia powłok akrylowo-epoksydowych promieniowaniem UV przez 1344 h na ich właściwości fizykochemiczne
Table 4. Influence of 1344 h UV radiation ageing on physical and chemical properties of acrylic-epoxy coatings

Właściwość fizykochemiczna powłoki akrylowej	Powłoka akrylowa niestarzona PA_n	Powłoka akrylowa starzona UV PA_s	Przyrost (+ Δ) lub ubytek (- Δ) wartości danej właściwości: $\Delta = (PA_s - PA_n) 100\% / PA_n$ [%]
Grubość powłoki [μm]	109	102	-6
Twardość powłoki (według Buchholza)	65	93	+43
Twardość ołówkowa powłoki	F	H	przyrost twardości
Parametr Ra chropowatości powierzchni [μm]	0,023	0,134	+483
Parametr Rz chropowatości powierzchni [μm]	0,24	1,05	+338
Parametr $Rmax$ chropowatości powierzchni [μm]	0,35	3,02	+763
Połysk zwierciadlany powłoki dla $\alpha = 20^\circ$ [GU]	83,72	4,21	-95
Połysk zwierciadlany powłoki dla $\alpha = 60^\circ$ [GU]	93,14	16,02	-83
Połysk zwierciadlany powłoki dla $\alpha = 85^\circ$ [GU]	97,51	51,03	-48

5. Wnioski

1. Na skutek oddziaływania promieniowania ultrafioletowego (UV) na powłoki akrylowo-epoksydowe doszło do destrukcji ich warstw akrylowych (nawierzchniowej i pośredniej). Nie stwierdzono jednak destrukcji epoksydowej warstwy podkładowej. Zasadniczą przyczyną destrukcji warstw akrylowych był rozwój zmian starzeniowych w ich strukturze chemicznej. Wśród procesów destrukcji struktury chemicznej akrylowego tworzywa powłokotwórczego dominowało utlenianie, udokumentowane w badaniach spektroskopowych w podczerwieni FTIR. Stwierdzono bowiem, że wraz z upływem czasu starzenia następuje w powłokach wzrost zawartości grup karbonylowych (C=O) oraz grup wodorotlenowych (OH), co jest wskaźnikiem zachodzących w tworzywie powłokotwórczym procesów utleniania.
2. Degradacja struktury chemicznej warstw akrylowych postępująca w wyniku starzenia przyczyniła się do obniżenia temperatury początku utleniania tworzywa powłokotwórczego, co wykazały badania wykonane z zastosowaniem różnicowej kalorymetrii skaningowej DSC. Tym samym uległa zmniejszeniu odporność cieplna powłok.
3. Na podstawie obrazów morfologii powierzchni starzonych promieniowaniem UV warstw akrylowych, uzyskanych z zastosowaniem skaningowej mikroskopii elektronowej, stwierdzono destrukcję powłok: krater, wykruszenia, mikropęknięcia. Zaobserwowano również występowanie obszarów materiału powłokowego o rozrzedzonej strukturze fizycznej. Zauważono także pojawienie się pęknięć srebrzystych, tworzących na powierzchni powłok równoległe pasma.
4. W wyniku utlenienia oraz potwierdzonego badaniami wzrostu twardości (według Buchholza) powierzchni powłok obserwowano zwiększoną kruchość warstw akrylowych (nawierzchniowej i pośredniej) starzonych powłok, z których uwalniane były samoistnie ich fragmenty w postaci drobin materiału powłokowego. Skutkowało to progresywnie postępującym wielokrotnym zwiększaniem chropowatości powierzchni, co miało wpływ na znaczne zmniejszenie ich połysku zwierciadlanego. Destrukcja systemów powłok akrylowo-epoksydowych pod wpływem promieniowania UV przyczyniła się również do obniżenia ich odporności na zginanie.
5. Rezultaty badań rozszerzają zbiór informacji o kinetyce i rodzajach procesów destrukcji systemów powłok akrylowo-epoksydowych starzonych promieniowaniem UV determinujących ich jakość (trwałość eksploatacyjną). Wyniki te mogą stanowić podstawę opracowywania przez projektantów nowych systemów ochronnych powierzchni obiektów technicznych (np. nadwozi samochodowych) oraz nowych powłok dekoracyjno-ochronnych o zwiększonej odporności na oddziaływanie UV.
6. Przedstawiona metodyka przyspieszonych badań powłok dekoracyjno-ochronnych nadwozi samochodowych umożliwia szybką (względną) ocenę ich jakości eksploatacyjnej. Jest to istotne z uwagi na dynamiczny rozwój (zwłaszcza w ostatnim dziesięcioleciu) nanotechnologii w dziedzinie powłok polimerowych, przyczyniając się do tego, że receptury farb zmieniają się średnio co pięć lat.

BIBLIOGRAFIA

- [1] G.P. Bierwagen. 1996. "Reflections on Corrosion Control by Organic Coatings". *Progress in Organic Coatings* 28 (1): 43–48. DOI: 10.1016/0300-9440(95)00588-9.
- [2] G.S. Dhole, G. Gunasekaran, T. Ghorpade, M. Vinjamur. 2017. "Smart Acrylic Coatings for Corrosion Detection". *Progress in Organic Coatings* 110: 140–149. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2017.04.048.
- [3] A.W. Momber, P. Plagemann, V. Stenzel. 2016. "The Adhesion of Corrosion Protection Coating Systems for Offshore Wind Power Constructions after Three Years under Offshore Exposure". *International Journal of Adhesion and Adhesives* 65: 96–101. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.2015.11.011.
- [4] M.F. Montemor. 2014. "Functional and Smart Coatings for Corrosion Protection: A Review of Recent Advances". *Surface and Coatings Technology* 258: 17–37. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2014.06.031.
- [5] W.J. Soer, W. Ming, C.E. Koning, R.A.T.M. van Benthem, J.M.C. Mol, H. Terryn. 2009. "Barrier and Adhesion Properties of Anti-Corrosion Coatings Based on Surfactant-Free Latexes from Anhydride-Containing Polymers". *Progress in Organic Coatings* 65 (1): 94–103. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2008.10.003.
- [6] *Acrylic Protective Coating Market by Type (Thermoplastic Waterborne Acrylic Latex, Thermosetting Acrylic Coating, Waterborne Thermosetting Enamels), by End Use Industry (Building & Construction, Industrial, Automotive, Aerospace, Marine, and Others) and by Region till 2030*. Market Research Report. February 2021. <https://www.marketresearchfuture.com/reports/acrylic-protective-coating-market-4425> (dostęp 1.06.2022)
- [7] T.V. Nguyen, P.H. Dao, K.L. Duong, Q.H. Duong, Q.T. Vu, A.H. Nguyen, V.Ph. Mac, T.L. Le. 2007. "Effect of R-TiO₂ and ZnO Nanoparticles on the UV-Shielding Efficiency of Water-Borne Acrylic Coating". *Progress in Organic Coatings* 110: 114–127. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2017.02.017.
- [8] S.-Y. Fu, X.-Q. Feng, B. Lauke, Y.-W. Mai. 2008. "Effects of Particle Size, Particle/Matrix Interface Adhesion and Particle Loading on Mechanical Properties of Particulate-Polymer Composites". *Composites Part B: Engineering* 39 (6): 933–961. DOI: 10.1016/j.compositesb.2008.01.002.
- [9] D.R. Bauer. 1997. "Predicting In-Service Weatherability of Automotive Coatings: A New Approach". *Journal of Coatings Technology* 69 (864): 85–96. DOI: 10.1007/BF02696095.
- [10] A. Cogulet, P. Blanchet, V. Landry. 2019. "Evaluation of the Impacts of Four Weathering Methods on Two Acrylic Paints: Showcasing Distinctions and Particularities". *Coatings* 9 (2): 121–134. DOI: 10.3390/coatings9020121.
- [11] A.V. Fedorov, R. van Tijing, W.-P. Vellinga, J.Th.M. De Hosson. 2007. "Degradation and Recovery of Adhesion Properties of Deformed Metal-Polymer Interfaces Studied by Laser Induced Delamination". *Progress in Organic Coatings* 58 (2–3): 180–186. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2006.08.025.
- [12] J. Gao, Ch. Li, Z. Lv, R. Wang, D. Wu, X. Li. 2019. "Correlation between the Surface Aging of Acrylic Polyurethane Coatings and Environmental Factors". *Progress in Organic Coatings* 132: 362–369. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2019.04.009.
- [13] B.S. Skerry, C.H. Simpson. 1993. "Accelerated Test Method for Assessing Corrosion and Weathering of Paints for Atmospheric Corrosion Control". *Corrosion* 49 (8): 663–674.
- [14] D.R. Bauer, R.A. Dickie, J.L. Koenig. 1986. "Cure and Photodegradation of Two-Package Acrylic/Urethane Coatings". *Industrial and Engineering Chemistry: Product Research and Development* 25 (2): 289–296. DOI: 10.1021/i300022a028.
- [15] D.R. Bauer, J.L. Gerlock, D.F. Mielewski, M.C. Paputa Peck, R.O. Carter III. 1991. "Photodegradation and Photostabilization of Urethane Crosslinked Coatings". *Industry Engineering and Chemical Research* 30: 2482–2487. DOI: 10.1021/ie00059a019.
- [16] S. Collin, P.-O. Bussiere, J.-L. Gardette, J. Perdereau, R. Gorjup, S. Therias. 2015. "Accelerated Photo-Aging of Organic Coatings Used as Protective Layers for Blu-Ray Discs". *Progress in Organic Coatings* 84: 9–17. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2015.02.010.
- [17] P. Kotlík, K. Doubravová, J. Horálek, L. Kubáč, J. Akerman. 2014. "Acrylic Copolymer Coatings for Protection against UV Rays". *Journal of Cultural Heritage* 15 (1): 44–48. DOI: 10.1016/j.culher.2013.01.002.
- [18] T.V. Nguyen, X.H. Le, P.H. Dao, Ch. Decker, P. Nguyen-Tri. 2018. "Stability of Acrylic Polyurethane Coatings under Accelerated Aging Tests and Natural Outdoor Exposure: The Critical Role of the Used Photo-Stabilizers". *Progress in Organic Coatings* 124: 137–146. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2018.08.013.
- [19] T. Nguyen, D.P. Bentz, E. Byrd. 1995. "Method for Measuring Water Diffusion in a Coating Applied to a Substrate". *Journal of Coatings Technology* 67 (844): 37–46.
- [20] T. Nguyen, J.B. Hubbard, J.M. Pommersheim. 1996. "Unified Model for the Degradation of Organic Coatings on Steel in a Neutral Electrolyte". *Journal of Coatings Technology* 68 (855): 45–56.
- [21] J.M. Pommersheim, T. Nguyen, Z. Zhang, J.B. Hubbard. 1994. "Degradation of Organic Coatings on Steel: Mathematical Models and Predictions". *Progress in Organic Coatings* 25 (1): 23–41. DOI: 10.1016/0300-9440(94)00501-X.
- [22] X.F. Yang, D.E. Tallman, S.G. Croll, G.P. Bierwagen. 2002. "Morphological Changes in Polyurethane Coatings on Exposure to Water". *Polymer Degradation and Stability* 77 (3): 391–396. DOI: 10.1016/S0141-3910(02)00084-8.

- [23] X.F. Yang, J. Li, S.G. Croll, D.E. Tallman, G.P. Bierwagen. 2003. "Degradation of Low Gloss Polyurethane Aircraft Coatings under UV and Prohesion Alternating Exposures". *Polymer Degradation and Stability* 80 (1): 51–58. DOI: 10.1016/S0141-3910(02)00382-8.
- [24] V. Pintus, S. Wei, M. Schreiner. 2016. "Accelerated UV Ageing Studies of Acrylic, Alkyd, and Polyvinyl Acetate Paints: Influence of Inorganic Pigments". *Microchemical Journal* 124: 949–961. DOI: 10.1016/j.microc.2015.07.009.
- [25] D. Kotnarowska. 1999. "Influence of Ultraviolet Radiation and Aggressive Media on Epoxy Coating Degradation". *Progress in Organic Coatings* 37 (3–4): 149–159. DOI: 10.1016/S0300-9440(99)00070-3.
- [26] D. Kotnarowska. 2019. „Destrukcja powłok akrylowych pod wpływem czynników klimatycznych i zanieczyszczeń środowiskowych”. *Ochrona przed Korozją* 62 (12): 399–405. DOI: 10.15199/40.2019.12.2.
- [27] F. Bauer, R. Flyunt, K. Czihal, H. Langguth, R. Mehnert, R. Schubert, M.R. Buchmeiser. 2007. "UV Curing and Matting of Acrylate Coatings Reinforced by Nano-Silica and Micro-Corundum Particles". *Progress in Organic Coatings* 60 (2): 121–126. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2007.07.005.
- [28] S. Das, P. Pandey, S. Mohanty, S.K. Nayak S. 2016. "Effect of Nanosilica on the Physicochemical, Morphological and Curing Characteristics of Transesterified Castor Oil Based Polyurethane Coatings". *Progress in Organic Coatings* 97: 233–243. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2016.04.012.
- [29] F. Deflorian, M. Fedel, S. Dirè, V. Tagliuzucca, R. Bongiovanni, L. Vescovo, M. Minelli, M.G. de Angelis. 2011. "Study of the Effect of Organically Functionalized Silica Nanoparticles on the Properties of UV Curable Acrylic Coatings". *Progress in Organic Coating* 72 (1–2): 44–51. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2011.01.002.
- [30] Baozhong Lin, Shuxue Zhou. 2017. "Poly(Ethylene Glycol)-Grafted Silica Nanoparticles for Highly Hydrophilic Acrylic-Based Polyurethane Coatings". *Progress in Organic Coatings* 106: 145–154. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2017.02.008.
- [31] M. Malaki, Y. Hashemzadeh, M. Karevan. 2016. "Effect of Nano-Silica on the Mechanical Properties of Acrylic Polyurethane Coatings". *Progress in Organic Coatings* 101: 477–485. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2016.09.012.
- [32] M. Xiong, L. Wu, S. Zhou, B. You. 2002. "Preparation and Characterization of Acrylic Latex/Nano-SiO₂ Composites". *Polymer International* 51 (8): 693–698. DOI: 10.1002/pi.968.
- [33] M.H. Daneshifar, S.A. Sajjadi, S.M. Zebarjad, M. Mohammadtaheri, M. Abbasi, K. Mossaddegh. 2019. "The Effects of Fillers on Properties of Automotive Nanocomposite Clear Coats: Type, Content and Surface Functionalization". *Progress in Organic Coatings* 134: 33–39. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2019.05.001.
- [34] Narisawa I. 1987. *Resistance of Polymer Materials*. Moscow: Ed. Chemistry.
- [35] D. Kotnarowska. 2010. "Epoxy Coating Destruction as a Result of Sulphuric Acid Aqueous Solution Action". *Progress in Organic Coatings* 67 (3): 324–328. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2009.10.026.
- [36] D. Kotnarowska, P. Urban. 2021. „Wpływ płynu do mycia szyb na destrukcję powłok akrylowych nadwozi samochodowych”. *Ochrona przed Korozją* 64 (9): 288–293. DOI: 10.15199/40.2021.9.2.
- [37] D. Kotnarowska. 2021. "The Influence of Battery Acid on the Destruction of Acrylic Coatings of Car Bodies". *Coatings* 11 (8): 967–987. DOI: 10.3390/coatings11080967.
- [38] Tracton A.A. (ed.). 2006. *Coating Technology Handbook*. New York: CRC Press.
- [39] B. Zyska, Z. Żakowska (red.). 2005. *Mikrobiologia materiałów*. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.
- [40] A.W. Batchelor, G.W. Stachowiak. 1988. "Predicting Synergism between Corrosion and Abrasive Wear". *Wear* 123 (3): 281–291. DOI: 10.1016/0043-1648(88)90144-5.
- [41] G. Clamen, T. Ferrari, Z. Fu, A. Hejl, G. Larson, L. Procopio, W. Rosano, A. Sheppard, A. Swartz. 2011. "Protection of Metal with a Novel Waterborne Acrylic/Urethane Hybrid Technology". *Progress in Organic Coatings* 72 (1–2): 144–151. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2011.03.002.
- [42] L.G. Ecco, M. Fedel, F. Deflorian, J. Becker, B.B. Iversen, A. Mamakhel. 2016. "Waterborne Acrylic Paint System Based on Nanoceria for Corrosion Protection of Steel". *Progress in Organic Coatings* 96: 19–25. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2016.02.010.
- [43] M. Zubielewicz, E. Kamińska-Tarnawska. 2009. „Powłoki odbijające promieniowanie słoneczne”. *Ochrona przed Korozją* 52 (4–5): 106–109.
- [44] *Automotive Coatings Market by Resin (Polyurethane, Epoxy, Acrylic), Technology (Solvent-Borne, Water-Borne, Powder Coating), Coat (Clearcoat, Basecoat, E-Coat, Primer), Region (North America, Asia Pacific, Europe, South America, Middle East & Africa), Global Trends and Forecast from 2022 to 2029*. Market Research Report. April 2022. <https://exactitudeconsultancy.com/reports/4412/automotive-coatings-market/> (dostęp: 1.06.2022).
- [45] M. Zubielewicz, A. Ślusarczyk, G. Kamińska-Bach, A. Królikowska, L. Komorowski. 2016. „Właściwości ochronne systemów powłokowych w naturalnych i laboratoryjnych warunkach korozyjnych”. *Ochrona przed Korozją* 9: 319–324. DOI: 10.15199/40.2016.9.1.

przemysł chemiczny

WYDAWNICTWO SIGMA-NOT 

www.przemchem.pl

Najstarsze, liczące 105 lat, polskie czasopismo chemiczne notowane na liście filadelfijskiej, adresowane do menedżerów, inżynierów i technologów w przemyśle

- 12 wydań w roku
- 70 pkt na liście MEIN
- Impact Factor 0,490 (za 2021 r.)
- Baza ponad 2800 publikacji jako *open access* z lat 2014–2022 dostępnych na Portalu Informacji Technicznej www.sigma-not.pl

Kontakt: tel. 22 818 51 71
Redakcja: przemyslchemiczny@sigma-not.pl

Prenumerata: prenumerata@sigma-not.pl
Reklama: reklama@sigma-not.pl

Długi okres eksploatacji jest kluczowy dla zrównoważonych budynków – stale GreenCoat® spełniają najwyższe normy dotyczące promieniowania UV i korozji

Powszechnie znane w projektach architektonicznych ze swojej dużej trwałości jako materiał dla dachów, fasad i rynien, powlekane organicznie stale GreenCoat® z SSAB spełniają teraz najwyższe normy w zakresie odporności na promieniowanie UV i korozję (prEN 10169:2022).

Długi okres eksploatacji jest kluczowy dla zrównoważonych budynków

Nasze przyszłe miasta i domy muszą być budowane w zrównoważony sposób. Niedobór surowców oraz przepisy budowlane zmieniają tradycyjną branżę budowlaną w bardziej zrównoważoną. Długi okres użytkowania produktu odgrywa ważną rolę przy specyfikacji materiałów budowlanych. Muszą być odporne na silną korozję i zużycie, jak również na promieniowanie UV, by zapewnić, że budynki przetrwają dziesiątki lat. Nowe klasy korozyjności RC oraz UV gwarantują, że produkty budowlane mają ekstremalnie długą trwałość użytkową, co potwierdziły już gwarancje SSAB GreenCoat®.

Nowe klasy Ruv5 i RC5+ dla wyższych norm UV i korozyjności

Podczas gdy nowe klasy korzystają z tych samych metod badania, co poprzednie, wydłużone zostały czasy badania. Czas badania dla Ruv5 wynosi albo 4 lata w warunkach naturalnych, albo 4000 h przy sztucznym promieniowaniu UV (dla klas Ruv2 do 4 są to odpowiednio 2 lata i 2000 h). Czas badania dla RC5+ wynosi 4 lata w warunkach naturalnych (dla RC3-5 są to 2 lata, a dla RC2 1 rok). Przykładowo, powszechnie znana stal GreenCoat Pural BT, która jest używana głównie do produkcji dachów, spełnia teraz najwyższe normy dotyczące odporności na promieniowanie UV i korozję: Ruv5 (w wersji matowej) i RC5+ (w wersji matowej i z polyskiem).

40 lat testów zewnętrznych w surowych warunkach

Gwarancje GreenCoat® bazują na ponad 40-letnim doświadczeniu SSAB w prowadzeniu badań w akredytowanych lokalizacjach zewnętrznych. Wszystkie produkty GreenCoat® są badane pod względem odporności na promieniowanie UV oraz odporności korozyjnej w rzeczywistych warunkach panujących w przyrodzie. Wszystkie produkty objęte są gwarancją dotyczącą parametrów technicznych i wykończenia. Obejmuje ona zabezpieczenie przed korozją w postaci rdzy lub białej rdzy, jak również przed płowieniem i innymi wadami wykończenia.

Stal SSAB bez paliw kopalnych i bio-powłoki

Już dzisiaj, powlekane organicznie stale GreenCoat® oferują wykonawcom poziom zrównoważonego rozwoju nie mający sobie równego na rynku, dzięki wykorzystaniu w powłoce znacznych ilości szwedzkiego oleju rzepakowego zamiast związków kopalnych. Oprócz tego, począwszy od 2026 roku, SSAB będzie oferować komercyjne ilości



Fot. 1. GreenCoat Pural BT w wersji matowej został użyty na dachu ze względu na możliwość uzyskania ostrych linii dla bardzo graficznego domu. GreenCoat Pural BT oferuje najwyższą klasę korozyjności RC5+ oraz klasę Ruv5, zapewniając długi okres użytkowania produktu.

© Bratex Dachy Poland



Fot. 2. 40 lat testów zewnętrznych w surowych warunkach zapewnia budynkom długi okres eksploatacji

stali bez paliw kopalnych. Produktem ubocznym uzyskiwanym przy produkcji stali SSAB będzie wówczas woda, a nie dwutlenek węgla. Celem GreenCoat® będzie nadal spełnianie i przekraczanie norm zrównoważonego budownictwa. Osiągnięcie najwyższych poziomów norm odporności na promieniowanie UV i korozję jest kolejnym krokiem w realizacji tego celu.

Źródło: informacja prasowa firmy SSAB




PPG PHENGUARD® 985 – fenolowo-epoksydowa powłoka zbiornikowa klasy premium, która zapewnia odporność chemiczną w rozszerzonym zakresie


PPG PHENGUARD 985 to najnowsza propozycja z cieszącej się powodzeniem linii produktów PHENGUARD do zabezpieczania zbiorników, które od ponad 50 lat są wybierane przez profesjonalistów. Opierając się na tym unikatowym dziedzictwie, w PPG PHENGUARD 985 wykorzystano zgłoszoną do opatentowania formułę, dzięki której powłoka może być nakładana w dwóch lub trzech warstwach bez utraty odporności chemicznej.


Ten nowy fenolowo-epoksydowy *premium tank lining*, zaprojektowany, aby zapewnić wyjątkowo wysoką odporność chemiczną na szeroki zakres agresywnych ładunków, w tym większą odporność na temperaturę w wypadku tych substancji, które zawierają kwasy tłuszczowe (takich jak surowce do niektórych biopaliw), wyznacza przełom w technologii powlekania.

W coraz bardziej konkurencyjnym środowisku operacyjnym PPG PHENGUARD 985 daje właścicielom i operatorom możliwość obniżenia kosztów aplikacji i serwisowania zbiorników, a przy tym zwiększa możliwości przechowywania ładunków.

Stosując PPG PHENGUARD 985, wybierasz:

 większą wydajność – wiodącą na rynku ofertę w zakresie odporności na ładunki, w tym te zawierające kwasy tłuszczowe, oraz możliwości przechowywania w szerszym zakresie temperatur;

 elastyczność i trwałość – możliwość nakładania dwóch lub trzech warstw bez utraty efektywności; ulepszoną formułę, dzięki której powłoka jest bardziej wytrzymała i ma doskonałe właściwości aplikacyjne, co pozwala lepiej znosić przegrubienia systemu malarskiego

 zrównoważony rozwój – zwiększenie bezpieczeństwa użytkownika dzięki ograniczeniu stosowania substancji, które mogą być szkodliwe dla ludzi i środowiska.

Szczegółowe informacje na temat odporności na konkretne substancje chemiczne i o maksymalnych temperaturach przechowywania można znaleźć w aplikacji Tank Select: <https://www.ppgpmc.com/tankselect>

Zwiększona efektywność

Wiodąca na rynku oferta w zakresie odporności na całe spektrum ładunków i okna temperaturowego.

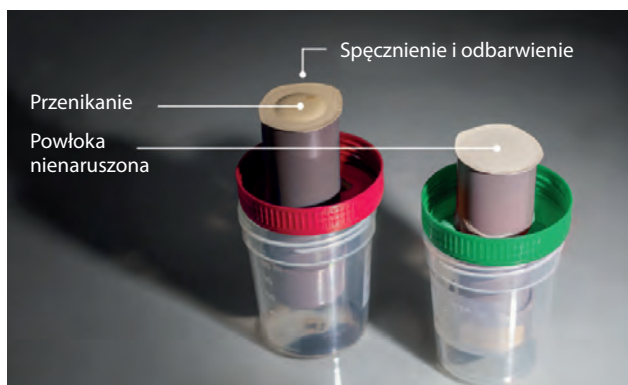
PPG PHENGUARD 985 został opracowany w celu zapewnienia pełnej odporności chemicznej na tysiące substancji chemicznych. Wyjątkową zaletą powłoki jest odporność na ponad 300 różnych ładunków, które są kwasami tłuszczowymi lub zawierają kwasy tłuszczowe, takich jak surowce do produkcji biopaliw (np. zużyte oleje kuchenne).

Takie wysoce agresywne ładunki mogą stanowić problem dla operatorów magazynów ładowych, ponieważ surowiec została się w niższych temperaturach, a zatem by mógł być odpowiednio przechowywany, pompowany i transportowany musi być utrzymywany w podwyższonej temperaturze. Przechowywanie takich ładunków w wyższych temperaturach ma jednak szkodliwy wpływ na właściwości ochronne powłoki zbiornikowej.

Aby rozwiązać ten problem, PPG PHENGUARD 985 opracowano tak, aby dostosować go do rozszerzonego okna temperaturowego, charakterystycznego dla destylatów kwasów tłuszczowych i podobnych ładunków. Operatorzy mogą pozwolić na utrzymywanie w zbiornikach na biodiesel temperatury do 65°C. W razie potrzeby można zezwolić na temperaturę załadunku lub rozładunku sięgającą 70°C w okresie dziesięciu dni przechowywania lub nawet 75°C przez maksymalnie dwa dni.

PPG PHENGUARD 985 – niezrównana ochrona przed kwasami tłuszczowymi

Test odporności na kwasy tłuszczowe



Wynik negatywny

Inna fenolowo-epoksydowa powłoka zbiornikowa po 14 dniach w 70°C.



Wynik pozytywny

PPG PHENGUARD 985 po 14 dniach w 70°C.

Wyjątkowa elastyczność w zakresie nakładania – zwiększona wytrzymałość w dwóch lub trzech warstwach

Unikatowa formuła farby PPG PHENGUARD 985 pozwala właścicielom i wykonawcom na nakładanie dwóch lub trzech warstw przy zachowaniu pełnej gwarancji jakości efektu końcowego.

Klienci wybierający rozwiązanie dwuwarstwowe (do $2 \times 160 \mu\text{m}$) mogą teraz korzystać z wyższego dopuszczalnego limitu grubości warstwy suchej przy odczytach: do $800 \mu\text{m}$ (w wypadku nadmiernej grubości na skomplikowanych powierzchniach). Oprócz tego, że dzięki zastosowaniu rozwiązania dwuwarstwowego można obniżyć koszty aplikacji, ta większa tolerancja grubości sprawia, iż nie są potrzebne kosztowne przeróbki ani dodatkowy czas pracy malarzy.

W testach i podczas próbnych zastosowań zauważono, że dzięki rozwiązaniu dwuwarstwowemu czas aplikacji może być krótszy nawet o 22%, co pozwala na znaczną oszczędność czasu i kosztów.

Ulepszona formuła, która wspomaga zrównoważony rozwój

W PPG bierzemy odpowiedzialność za nasze produkty, minimalizując ich wpływ na środowisko i ludzkie zdrowie. Uwzględniamy przy tym cały cykl życia produktów. W związku z tym podejmujemy skoordynowane działania w zakresie opracowywania zrównoważonych ekologicznie produktów i procesów.

Kluczową kwestią w procesie rozwoju produktu jest dla nas wybór zrównoważonych i bezpiecznych materiałów. Unikamy stosowania w nowych produktach chemikaliów wzbudzających obawy oraz zmieniamy skład już istniejących.

To proaktywne podejście zastosowano także, opracowując PPG PHENGUARD 985. Zawartość substancji wzbudzających obawy została zredukowana lub zostały one całkowicie usunięte, ale nie miało to wpływu na wydajność — np. zminimalizowano zawartość krzemionki krystalicznej w zestawie wypełniaczy.

Dzięki temu, że PPG PHENGUARD 985 jest odporny na wysoką temperaturę, wspieramy również szybko rozwijający się sektor biopaliw, w którym wykorzystuje się przetworzone oleje roślinne do produkcji paliw przyjaznych dla środowiska. Formuła tego produktu sprawia, że idealnie sprawdza się on w podwyższonych temperaturach, których zwykle wymaga się podczas przechowywania tych surowców, mogących stanowić zrównoważone źródła energii.

Takie ulepszenia pomagają naszym klientom zwiększać bezpieczeństwo w miejscu pracy, ograniczać niekorzystny wpływ na środowisko i osiągać ich własne cele w zakresie zrównoważonego rozwoju.



Kategorie korozyjności jako kluczowy element doboru badań symulacyjnych w ocenie trwałości wyrobów według normy ISO 12944

W jednym z poprzednich artykułów wskazano normę ISO 12944 jako narzędzie pomocne w przybliżonym szacowaniu odporności wyrobów na podstawie przyspieszonych badań symulacyjnych w komorach starzeniowych. W normie opisano różne kombinacje cykli, wykonywanych najczęściej w neutralnej komorze solnej, komorze kondensacyjnej oraz komorze UV, stosowane w zależności od założonej klasy korozyjności odpowiadającej warunkom użytkowania wyrobu.

O ile sam dobór odpowiedniego wariantu badań na podstawie ustalonej kategorii korozyjnej dla doświadczanego zespołu laboratorium nie będzie stanowił problemu, o tyle dobór odpowiedniej kategorii korozyjnej jest już nieco trudniejszym zadaniem. Jest to jednak kluczowy element, który finalnie przełoży się na prawidłową ocenę odporności wyrobu w warunkach jego stosowania i pozwoli na przynajmniej szacunkowe określenie jego żywotności. Niedoszacowanie w wypadku nieprawidłowo dobranej klasy korozyjnej może skutkować skróconą żywotnością wyrobu i roszczeniami reklamacyjnymi. Przeszacowanie będzie natomiast prowadzić do wyższej ceny badań laboratoryjnych oraz zastosowania lepszych, a tym samym droższych rozwiązań ochronnych lub ochronno-dekoracyjnych, co będzie miało wpływ na cenę rynkową i konkurencyjność wyrobu.

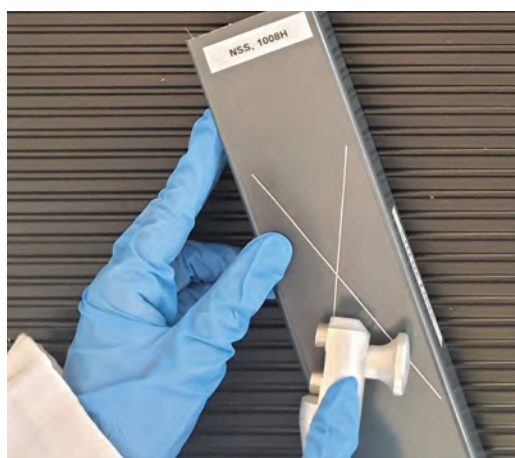
Jeśli odbiorca określi wymagania korozyjne dla wyrobu i wskaże kategorię korozyjności, wystarczy dane te przekazać do laboratorium wykonującego testy korozyjne, gdzie zostaną dobrane odpowiednie warianty badań. W razie konieczności samodzielnego określenia kategorii można posłużyć się uproszczoną charakterystyką kategorii zawartą w normie ISO 12944-2 (tabela 1), która została opracowana na podstawie wieloletnich badań odporności materiałów w różnych warunkach.

Z uwagi na wielość parametrów, które mają wpływ na kategorię korozyjności, warto jednak rozważyć określenie jej na podstawie rzeczywistych badań w środowisku stosowania wyrobu, co rekomenduje norma ISO 12944-2. Możliwe jest zastosowanie dwóch różnych metod:

- przeprowadzenie rzeczywistej ekspozycji paneli wzorcowych w środowisku stosowania wyrobu,



Fot. 1. Badania w zanurzeniu (ISO 2812)



Fot. 2. Testy korozyjne z nacięciem badanego materiału



Fot. 3. Badania korozyjne śrub ocynkowych

– dokonanie oceny kategorii korozyjności na podstawie badań parametrów składowych środowiska stosowania istotnych ze względu na niszczące działanie na materiały (temperatury, wilgotności, zawartości chlorków czy dwutlenku siarki).

Obie metodyki są regulowane odrębnymi dokumentami normatywnymi, opisującymi szczegółowo warunki prowadzenia badań. W obu przypadkach czas zbierania danych wynosi 12 miesięcy z uwagi na dużą zmienność warunków atmosferycznych w ciągu roku, zwłaszcza w klimacie umiarkowanym (w szczególnych przypadkach można skrócić ten okres, np. jeśli chodzi o miejsca o stałych warunkach klimatycznych, takie jak sauny, baseny, instalacje przemysłowe itp.). Oba sposoby wymagają dostępu do specyficznych materiałów wzorcowych oraz zastosowania technik laboratoryjnych umożliwiających analizę czynników środowiskowych.

Ocena kategorii korozyjności jest najważniejszym elementem wstępnej analizy przeprowadzanej przed badaniami symulacyjnymi mającymi na celu określenie trwałości wyrobu w warunkach użytkowania. Laboratorium Corr-Lab posiada odpowiednie zaplecze sprzętowe oraz kadrę mającą doświadczenie w prowadzeniu badań korozyjnych oraz środowiska pod kątem narażenia na zjawiska korozyjne.



Fot. 4. Badania korozyjne stali czarnej



Fot. 5. Pomiar grubości powłok ochronnych certyfikowanym sprzętem

**LABORATORIUM
BADAŃ KOROZYJNYCH**

**Corr-Lab
Corrosion Tests Laboratory**

www.badaniakorozyjne.pl

Oferta:

- **Badania korozyjne m.in NSS, AASS, CASS, PV1210, ISO 12944**
- **Badania mechaniczne: siatka nacięć, BT, impact, Erichsen...etc.**
- **Sprzedaż komór solnych oraz innego sprzętu do badań korozyjnych**
- **Szkolenia korozyjne; szkolenia środowiskowe**
- **Profesjonalne doradztwo techniczne**

e-mail: biuro@badaniakorozyjne.pl • tel.kom.: +48 789 300 638



ŚRODKOWOEUROPEJSKIE FORUM TECHNOLOGICZNE

Wrocław
24-25.10.2022

O FORUM CETEF'22

Dynamiczny rozwój informatyki umożliwił cyfryzację wszystkich dziedzin życia społecznego i gospodarczego. Jednakże jest to warunek niewystarczający. Skuteczne dokonanie transformacji cyfrowej zależy od poziomu technicznego wielu technologii komplementarnych: automatyki, robotyki i mechatroniki, elektroniki i fotoniki inteligentnych sieci energetycznych i komunikacyjnych, cyberbezpieczeństwa. Bez dynamicznego rozwoju tych dziedzin efektywne przeprowadzenie transformacji cyfrowej jest niemożliwe.

Celem Środkowoeuropejskiego Forum Technologicznego CETEF'22, które odbędzie się w Polsce po raz trzeci, jest stworzenie międzynarodowej platformy do dyskusji nad polityką europejską w zakresie rozwoju wyżej wymienionych dziedzin techniki. Uczestnikami obrad będą menedżerowie, technolodzy i naukowcy z 16 krajów Europy Środkowej, a także przedstawiciele instytucji, ministerstw i agencji rządowych dysponujący środkami finansowymi na wsparcie transformacji cyfrowej gospodarki europejskiej, w tym Mariya Gabriel, Europejska Komisarz ds. Innowacji, Badań, Kultury, Edukacji i Młodzieży.

Zarządzaj przyszłością! Wnieś swój wkład do obrad Forum!
Zapraszamy w dniach 24-25.10. 2022 r.
do Centrum Kongresowego Politechniki Wrocławskiej.
Informacje o CETEF'22 i warunki uczestnictwa na stronie Cetef.eu

ORGANIZATORZY



Politechnika Wroclawska

PARTNER STRATEGICZNY



GŁÓWNI PARTNERZY PRZEMYSŁOWI



Ardigen

KUKA

FANUC

**SIEMENS
Healthineers**

WASKO®





Poprawa sprawności pomp i turbin wodnych

W wielu zagadnieniach technologii i eksploatacji maszyn i urządzeń rozważa się szczegółowo kwestię własności warstwy wierzchniej i jej kształtowania. Zewnętrzna warstwa materiału powstała w wyniku procesów fizycznych lub chemicznych, różniąca się właściwościami od jej podłoża determinuje odporność na zużycie i zmęczenie powierzchniowe, czyli na trwałość powierzchni.

Charakterystyczną cechą oddziaływań międzyatomowych jest przyciąganie z większej odległości i odpychanie z odległości mniejszej. To „przeciąganie liny” związane jest z zmianami energii (strata–zysk), jaka jest angażowana przez pozostające w interakcji atomy/cząsteczki powierzchni i jej otoczenia. Przykładem może tu być praca adhezji i kohezji. Praca kohezji związana jest z pokonaniem wiązań kowalencyjnych lub struktur krystalicznych, tj. faktycznie przelaniem spójności wewnętrznej materiału, natomiast dużo ciekawszym zjawiskiem jest adhezja, która polega na połączeniu się dwóch powierzchni różnych ciał (faz), a proces ich rozdziału wymaga nakładu energii równej pracy, zwanej właśnie pracą adhezji.

Fizyczne podstawy

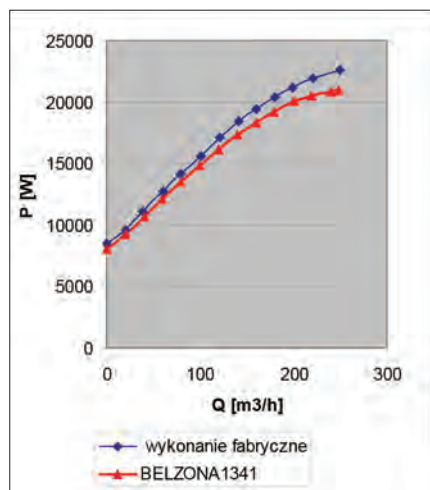
Wartość pracy adhezji jest miarą przyciągania międzycząsteczkowego dwóch różnych substancji i równa się liczbowo różnicy energii swobodnych zwartych siłami adhezji substancji. I tak np. w przepływie cieczy – w szczególności wody przez rurociąg, pompę, czy turbinę, wartość tej pracy wynosi średnio od ok. 150 mJ/m² do 250 mJ/m² w kanałach z powierzchnią stalową, a w kanałach z tworzyw są to wartości poniżej 100 mJ/m². I właśnie na podstawie określonych wielkości makroskopowych, wyznaczanych eksperymentalnie można zaprogramować powierzchnię na określoną interakcję z otoczeniem tak, aby wydatkowana energia na oddziaływania molekularne (a właściwie ich pokonanie) była jak najmniejsza. Jeśli przyjęć przepływ w warunkach normalnych, to energia swobodna wody wynosi ok. 70 mJ/m², wówczas gdy uda się wytworzyć kanał z powierzchnią o energii 70 mJ/m², to teoretycznie adhezja nie wystąpi. Taką hydrofobową powierzchnię można uzyskać nakładając na metal polimerową powłokę kompozytową Belzona® 1341. Znaczne zasoby energii na powierzchni metalu zostają w tym procesie pokrywane przetworzone lub właściwie „wymienione” na adhezję, która akurat tutaj jest korzystna i warunkuje dobrą przy-



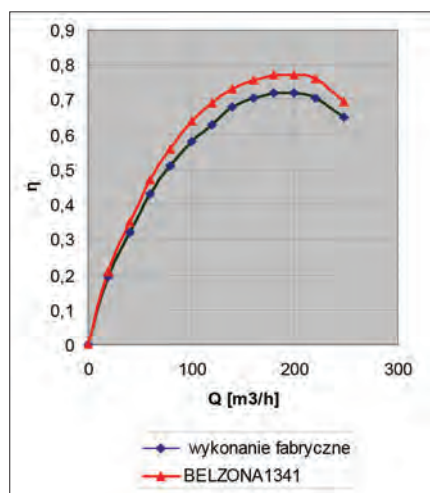
Fot. 1. Pompa z zastosowaną powłoką kompozytową Belzona® 1341

czepność po zestaleniu się kompozytu, z kolei powierzchnia zewnętrzna samej powłoki posiada energię swobodną równą energii wody i dzięki temu między powłoką a wodą nie ma interakcji, a więc i znacznej części strat hydraulicznych w przepływie. Ta strata oznacza zmniejszenie sprawności pomp, turbin czy ogólnie maszyn hydraulicznych, natomiast w rurociągach wpływa na zmniejszenie strumienia energii cieczy. W obu przypadkach trzeba wykonać większą pracę (czyli po prostu zużyć więcej energii) dla przetransportowania tej samej ilości płynu przez kanały metalowe w porównaniu do kanałów z powłoką kompozytową.

Koszt energii elektrycznej, zużywanej przez pompę wirową przez cały jej okres użytkowania, wielokrotnie przewyższa cenę zakupu tej pompy. Przyjmuje się, że po okresie 10 lat eksploatacji spadek sprawności pompy może wynieść ok. 8%, na co zasadniczy wpływ mają opisywane już w artykule, straty hydrauliczne oraz zaburzenia (turbulencje) wynikające z chropowatości powierzchni powiększającej się wraz z upływem czasu eksploatacji. Wcześniejsza analiza przyczyn powstania strat hydraulicznych wskazuje jednoznacznie na dwie właściwości, jakie można optymalizować, tj. wygładzanie powierzchni oraz dobór odpowiedniego materiału powierzchni tak, aby jego napięcie powierzchniowe było równe lub bliskie wartości napięcia wody, które wynosi 70 mN/m. Belzona® 1341 SUPER-METAL-GLIDE, to powłoka, której powierzchnia jest 20 razy bardziej gładka od polerowanej stali kwasoodpornej. Potwierdzeniem tego zjawiska są liczne doświadczenia w eksploatacji pomp z powłoką Belzona® 1341 oraz otrzymane wyniki badań laboratoryjnych.



Rys. 1. Charakterystyka $P - Q$ zespołu pompowego dla wykonania fabrycznego oraz z powłoką kompozytową Belzona® 1341.



Rys. 2. Charakterystyka $\eta - Q$, pompy dla wykonania fabrycznego oraz z powłoką kompozytową Belzona® 1341.

Badania laboratoryjne

W Laboratorium Pomp Instytutu Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej przeprowadzono szczegółowe badania zmian parametrów pompy, porównując charakterystyki najpierw pompy bez powłoki, a następnie z powłoką Belzona®1341. Badano pompę wirową o wydajności $Q = (180-210) \text{ m}^3/\text{h}$. Jednostopniowa monoblokowa pompa napędzana jest silnikiem elektrycznym o mocy 22 kW i osiąga nominalnie wysokość podnoszenia w zakresie $H = (28-26) \text{ m}$ przy stałych obrotach $n = 1400 \text{ obr./min}$. Wirnik pompy wykonany z żeliwa jest zamknięty z łopatkami odciążającymi napór osiowy na tylnej tarczy wirnika. Zdejmowano charakterystyki porównawcze: wysokości podnoszenia, mocy pobieranej i sprawności pompy w funkcji wydajności. Badania przeprowadzono dla pompy w wykonaniu fabrycznym oraz po pokryciu części przepływowych pompy kompozytową powłoką Belzona® 1341.

Pompa z powłoką

Otrzymane wyniki badań pompy wirowej pokrytej powłoką Belzona® 1341 w porównaniu z parametrami wykonania fabrycznego pokazują spadek poboru mocy (rys. 1) oraz zwiększenie sprawności pompy w dość szerokim zakresie wokół punktu optymalnego o około 5 punktów procentowych (rys 2). Zatem zastosowanie odpowiedniej powłoki w pompie może być traktowane jako modernizacja sprawnościowa i przyczynia się do obniżenia energochłonności pompy, co potwierdziły liczne zastosowania tej metody w przemyśle. Kilka lat temu w jednym z polskich zakładów chemicznych wykonano modernizację powłokową trzech pomp pionowych o różnych wydajnościach na układzie wody obiegowej. Celem było obniżenie energochłonności pomp, Pompy te tłoczy wodę w sposób ciągły, a więc konsumpcja energii stanowi znaczący udział w kosztach eksploatacji. W ramach remontu wszystkie elementy pomp tj. lej wlotowy, wirniki, kierownice, króćce redukcyjne, kolana wylotowe zostały pokryte powłoką Belzona®1341. Chodziło o to, aby osiągnąć maksymalny efekt obniżenia strat hydraulicznych przepływu.

Efekty remontu

Pompy po remoncie zainstalowano na tym samym stanowisku, w układzie wody obiegowej i ponownie włączono je do regularnej eksploatacji. Po pewnym czasie dokonano pomiarów parametrów pracy pomp, takich jak wydajność i zużycie energii odniesione do przepompowania 1000 m^3 wody. Ponieważ wcześniej, tj. przed remontem, dokonano dokładnie takiego samego pomiaru parametrów, można było dokonać bardzo szczegółowego porównania zużycia energii potrzebnej do przepompowania określonej ilości wody przez pompę bez powłoki w stosunku do tej samej pompy po modernizacji, a więc

Parametry pompy wirowej po ponad 10 latach eksploatacji:

- wydajność $370 \text{ m}^3/\text{h}$
- wysokość podnoszenia $H=55 \text{ m}$
- obroty $n = 1450 \text{ obr./min}$
- moc silnika 90 kW

Zmierzono (stanowisko badawcze Leszczyńska Fabryka Pomp, rok 2013) następujące parametry:

- ciśnienie ssania p_s [kPa], ciśnienie tłoczenia p_t [kPa]
- przepływ Q [m^3/h]
- moc pobieranego prądu na silniku P [kW]
- wysokość podnoszenia H [m]
- sprawność η [%]

Po nałożeniu powłoki Belzona® 1341 dokonano ponownie pomiaru parametrów i okazało się, że nastąpił spadek poboru mocy o 3,6 kW, a sprawność pompy wzrosła o 13%

Rachunek ekonomiczny:

Obniżenie zapotrzebowania na moc elektryczną o 4 kW powoduje obniżenie kosztów eksploatacyjnych w ciągu roku (8000 h pracy) o:

$(\text{Koszt energii [kW/h]} \times \text{moc [kW]}) \times (\text{czas pracy [h]} \times \text{przyrost sprawności [\%]}) = \text{oszczędności}$

$(0,68 \times 90) \times (8000 \times 0,13) = 63\,648,00 \text{ PLN}$

Koszty wykonania powłoki Belzona® 1341: 14 500 PLN

$63\,648,00 - 14\,500,00 = 49\,148,00 \text{ PLN oszczędności rocznie}$

z powłoką Belzona®1341. Spodziewano się, że pompy po modernizacji będą zużywały mniej energii i tak też się stało. Zestawienia pomiarów na wyk. 3 pokazują wyraźny spadek zużywanej energii przez pompę z powłoką w stosunku do pompy bez powłoki. Określa się w tym miejscu tzw. wskaźnik zużycia energii tj. ilość kWh odniesioną do prze-pompowania 1000 m3 wody. I tak np. dla pompy 50D22 (oznaczenie producenta) dzięki powłoce Belzona® 1341 pompa zużywa o 15 kWh mniej energii w stosunku do tej samej pompy bez powłoki (rys. 3). Dla tej pompy roczny spadek zużycia energii przez pompę z powłoką Belzona® 1341 wyniósł 242 808,0 kWh! Dysponując konkretnymi wartościami zmierzonych poborów energii elektrycznej przed i po remoncie pompy, można w prosty sposób wyliczyć, jakie oszczędności można uzyskać w kwotach pieniężnych tzn. jaką kwotę można zaoszczędzić na zużyciu prądu (rys. 4).

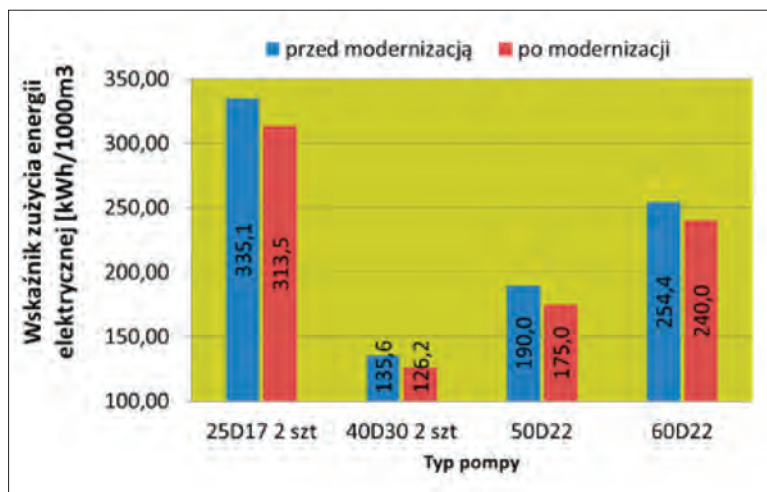
Podsumowanie

Zastosowanie powłok w maszynach przepływowych pozwala oszczędzać energię. Dodatkowo dzięki obniżeniu energii powierzchni kanałów (powierzchnia bardziej pasywna korozyjnie) – zwiększa trwałość elementów (wirników, łopat, kierownic itp.) turbin i pomp, co w obecnym czasie przy ogromnych kłopotach z dostawami części i galopująco rosnącymi cenami stali, zwiększa bezpieczeństwo ciągłości i niezawodności produkcji i eksploatacji. W ogólnym przypadku wyniki badań wskazują, że ok. 95% awarii maszyn jest spowodowane nieodpowiednimi własnościami warstwy wierzchniej ich elementów.

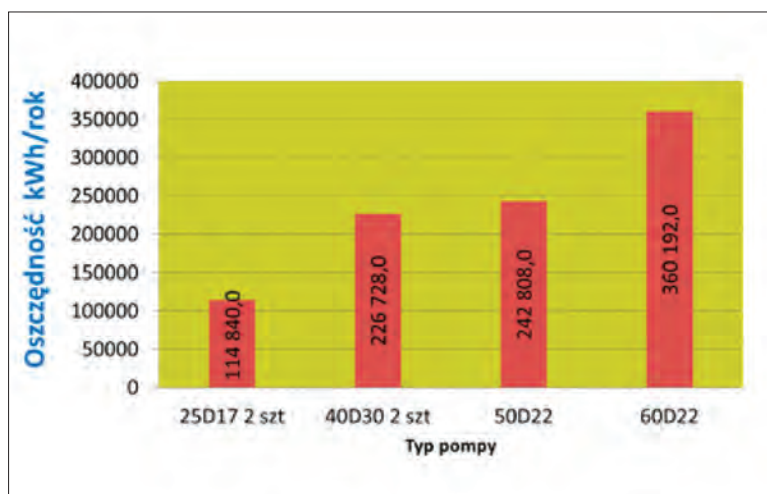
W artykule wykazano, że stan warstwy warunkuje energię swobodną powierzchni, która ma istotny wpływ na energochłonność urządzenia, ale należy również uwzględnić wpływ ww. czynników na żywotność eksploatacyjną elementów maszyn i urządzeń pracujących w różnych środowiskach. Okazuje się, że zmodyfikowana kompozytem polimerowym warstwa metalowej powierzchni poprawia jej obciążalność, zapewnia ciągłość odkształceń w styku z innym współpracującym elementem, hamuje procesy korozyjne, tłumi drgania, słowem – zmienia jakość eksploatacyjną elementów maszyn. To powoduje, że części można z łatwością regenerować poprzez odbudowę oraz wytworzenie nowej, kompozytowej warstwy wierzchniej.

Regeneracja, według badań Instytutu Fraunhofera zmniejsza zużycie energii o 70% w stosunku do energii potrzebnej na wykonanie tej samej, ale nowej części, a ponadto znacząco skraca czas oczekiwania na dostępność czy dostawę danego elementu maszyny. Kompozytami polimerowymi Belzona® można regenerować uszkodzone czopy wałów, wybite oprawy, korpusy, można także obudowywać zużyte przez wycieranie powierzchnie jednocześnie podnosząc ich wytrzymałość (fot.2).

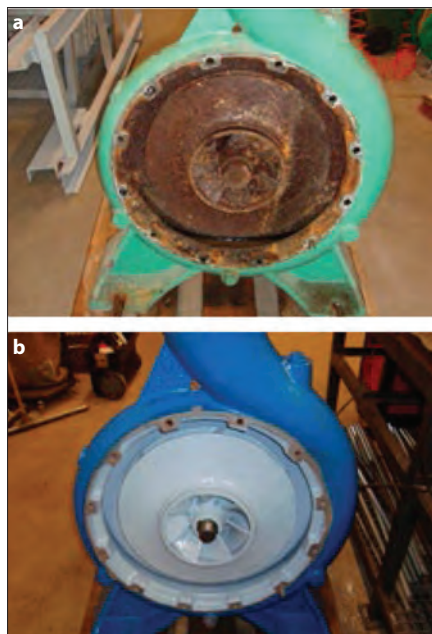
Roman Masek
Dyrektor Techniczny, Belse Sp. z o.o.



Rys. 3. Zestawienie pomiarów wskaźnika zużycia energii dla pomp pionowych w odniesieniu do 1000 m3 przepompowanej wody obiegowej.



Rys. 4. Wartość liczbowa oszczędności wyrażonych w złotych, uzyskanych w wyniku modernizacji powłokowej pomp.



Fot 2. Pompa o mocy 90 kW
a) przed modernizacją
b) po modernizacji z użyciem Belzona® 1341



POLIFARB-ŁÓDŹ Sp. z o.o.
90-646 Łódź, ul. 6 Sierpnia 100/102
tel. 42 633 23 90
www.polifarb.lodz.pl

Farby przeciwrdzewne i zestawy farb produkowane przez Polifarb Łódź

FARBY, EMALIE, GRUNTOEMALIE OCHRONNO-DEKORACYJNE

• poliuretanowe

- **LOWIGRAF-PUR gruntoemalia** poliuretanowa na metale dwuskładnikowa
- **Emalia poliuretanowa** ogólnego stosowania dwuskładnikowa

• epoksydowe

- **FEG-C** Farba epoksydowa grubopowłokowa do gruntowania przeciwrdzewna
- **FEG-B** Farba epoksydowa grubopowłokowa do posadzek

• poliwinylowe

- **TIXOKOR-G3** Farba poliwinylowa do gruntowania przeciwrdzewna cynkowa tiksotropowa
- **TIXOKOR-G2** Farba poliwinylowa do gruntowania przeciwrdzewna tiksotropowa
- **LOWIKOR-2** Farba poliwinylowa do gruntowania przeciwrdzewna
- **LOWICYN (mat) / LOWICYN-Sx (połysk)** Farby do bezpośredniego malowania powierzchni ocynkowanych
- Farba poliwinylowa do gruntowania dla motoryzacji do natrysku elektrostatycznego
- Farba poliwinylowa nawierzchniowa dla motoryzacji do natrysku elektrostatycznego

• wodorocieńczalne

- **eko-LOWICYN** Farba akrylowa do ocynkowanych pokryć dachowych
- **METAMAL** Gruntoemalia wodorocieńczalna
- **METAKOR** Farba wodorocieńczalna do gruntowania na metal (przeciwrdzewna)
- **LOKRYMAL** Farba wodna akrylowa nawierzchniowa ogólnego stosowania
- **eko-Farpos** Farba wodorocieńczalna do posadzek betonowych

• alkidowe

- **LONIKOR** Farba ftalowa do gruntowania przeciwrdzewna (uniwersalna)

• chlorokauczukowe

- **LOKOR-2** Farba chlorokauczukowa do gruntowania przeciwrdzewna
- **LOKMAL** Emalia chlorokauczukowa ogólnego stosowania
- **CHLOROTIX** Farba chlorokauczukowa do gruntowania chemooodporna (grubopowłokowa)
- **LOKCHEM-E** Emalia chlorokauczukowa chemooodporna

• akrylowe

- **STAL-KOR** Gruntoemalia akrylowo-alkidowa na rdzę
- **LOWICYN-tixo** Gruntoemalia grubopowłokowa na powierzchnie metalowe

ZESTAWY NA KONSTRUKCJE STALOWE OCYNKOWANE

wodorocieńczalny

1. **METAKOR** 1 x 40 µm (do zabezpieczenia miejsc oczyszczonych z korozji)
- **eko-LOWICYN** 2÷3 x 40 µm

poliuretanowe

1. **LOWIGRAF-PUR/LOWIGRAF-PUR strukturalny (mat)** 2÷3 x 50 µm
2. **Emalia poliuretanowa ogólnego stosowania (połysk)** 1÷3 x 50 µm

epoksydowo-poliuretanowy

1. **FEG-C** 1 x (80÷150) µm
- **LOWIGRAF-PUR (mat)** lub **Emalia poliuretanowa ogólnego stosowania (połysk)** 1÷2 x (40÷50) µm

akrylowe i poliwinylowo-akrylowe

1. **LOWIKOR-2** 1 x 40 µm (do zabezpieczenia miejsc oczyszczonych z korozji)
- **LOWICYN /LOWICYN-Sx** 2 x (40÷50) µm
2. **LOWICYN-tixo** 1÷2 x (80÷120) µm

ZESTAWY NA KONSTRUKCJE STALOWE

wodorocieńczalne

1. **METAKOR** 1÷2 x 40 µm
- **eko-LOWICYN** 2÷3 x 40 µm

chlorokauczukowe

1. **LOKOR-2** lub **LONIKOR** 1÷2 x 40 µm
- **LOKMAL** 2 x 40 µm

2. chemooodporny:

- **LOKOR-2** 1 x 40 µm
- **CHLOROTIX** 1 x 80÷100 µm
- **LOKCHEM-E** 2 x 30 µm

poliuretanowy (wysoce dekoracyjny)

1. **LOWIGRAF-PUR** 1÷2 x 50 µm
- **LOWIGRAF-PUR strukturalny** 1 x 50 µm

epoksydowo-poliuretanowe

1. **FEG-C** 1 x (80÷150) µm
- **LOWIGRAF-PUR** 2 x 50 µm
2. **FEG-C** 1 x (80÷150) µm
- **Emalia poliuretanowa ogólnego stosowania** 2 x (40÷50) µm

akrylowe i poliwinylowo-akrylowe

1. **LOWIKOR-2** 1÷2 x 40 µm
- **LOWICYN (mat) / LOWICYN-Sx (połysk)** 2 x (40÷50) µm
2. **LOWICYN-tixo** 2 x (160÷240) µm
3. **STAL-KOR Gruntoemalia akrylowo-alkidowa na rdzę** 2÷3 x (60÷120) µm



We protect and beautify the world™

PPG COATINGS POLAND Sp z o.o.
81-537 Gdynia, ul. Łużycka 8A
tel. 58 774 99 00, fax 58 774 99 01
e-mail: customers@ppg.com
www.ppgpmc.com

Powłoki malarskie firmy PPG

PPG Coatings oferuje powłoki malarskie oparte na dwóch znakach towarowych: Sigma Coatings oraz Ameron.

SigmaCover to specjalistyczna grupa farb epoksydowych zapewniających ochronę przed korozją konstrukcji stalowych w warunkach atmosferycznych dużej korozyjności. Farby przeznaczone są zarówno na nowe konstrukcje, jak i do robót konserwacyjnych na wiele podłoży. Główne zalety to łatwość aplikacji, możliwość utwardzania w niskich temperaturach oraz nieograniczony czas przemalowania.

SigmaFast grupa wyrobów epoksydowych i poliuretanowych opracowana specjalnie dla podniesienia wydajności produkcji przez zwiększenie szybkości schnięcia w celu sprostania wymaganiom przemysłu, zarówno co do trwałości powłok jak i kolorystyki. Najnowszej generacji farba, SIGMAFAST 210 HS, przebadana wg ISO 12944-6, jako jednopowłokowy system antykorozyjny w środowiskach do C4 H wg ISO 12944.

SigmaDur tworzą poliuretanowe powłoki ochronne o doskonałej trwałości koloru i połysku. W połączeniu z walorami estetycznymi wykazują wysoką odporność na warunki atmosferyczne, zanieczyszczenia chemiczne oraz oddziaływanie wody i produktów rafinacji ropy naftowej, jednocześnie spełniając i przekraczając wymagania najwyższych międzynarodowych standardów takich jak NORSOK M 501, ACQPA.

SigmaGuard, Novaguard, Phenguard to specjalistyczna grupa wyrobów epoksydowych i nowolakowo-epoksydowych zapewniających znakomitą ochronę przed korozją konstrukcji stalowych wewnętrznych powierzchni zbiorników przeznaczonych do magazynowania paliw i agresywnych chemikaliów. W tej grupie oferowany jest również wyrób dedykowany i certyfikowany dla zbiorników wody pitnej – SigmaGuard CSF 585.

Ponadto oferujemy rozwiązania dopasowane do potrzeb, jak m.in.:

- **SigmaZinc** – cynkowe i wysokocynkowe podkłady epoksydowe i etylokrzemianowe wydłużające ochronę przed korozją w najtrudniejszych warunkach atmosferycznych.

- **SigmaShield** – wyroby kwalifikowane i aprobowane do ochrony konstrukcji eksploatowanych w najtrudniejszych warunkach spotykanych w przemyśle górniczym, petrochemicznym, off-shore itd.

- **Sigma AquaCover** – wodorozcieńczalne rozwiązania w odpowiedzi na rosnące wymagania ochrony środowiska.

- **SigmaLine** – czołowe na świecie, unikalne farby do zabezpieczenia wewnętrznych i zewnętrznych powierzchni rurociągów przesyłowych gazu, olejów, wody pitnej itd.

- **SigmaTherm** – powłoki odporne na wysokie temperatury zapewniające doskonałą ochronę w warunkach atmosferycznych i pod izolacją; w grupie tych farb oferujemy powłoki **PPG Hi-Temp odporne do temperatury 650°C**, zapewniające możliwość nakładania bez wyłączania pracujących instalacji na podłożu o temperaturze do 316°C, odporne na szoki termiczne i cykliczne zmiany temperatur, odporne na warunki kriogeniczne, umożliwiające uzyskanie powłoki nawierzchniowej o szerokiej gamie kolorystycznej.

- **PSX 700** – unikalny wyrób wykorzystujący opatentowaną technologię, zapewniający doskonałą przyczepność, twardość oraz korozyjną i chemiczną odporność wyrobu epoksydowo-siloksanowego.

STEELGUARD™ – kompletna gama ogniochronnych pęczniących systemów powłokowych do ochrony konstrukcji stalowych przed skutkami pożarów celulozowych w zakresie odporności ogniowej R15 do R120 przy zróżnicowanym narażeniu na warunki klimatyczne. Dostępne wersje wodorozcieńczalne i rozpuszczalnikowe do aplikacji w wytwórni i na budowie. Systemy posiadają Europejskie Oceny Techniczne ETA.

PPG PITT-CHAR® NX – najcieńszy, najlżejszy, najtrwalszy, najbardziej bezpieczny i najszybszy bezrozpuszczalnikowy wyrób epoksydowy do zabezpieczeń ogniochronnych w pożarach węglowodorowych typu pożary rozlewowe „Pool fire” i strumieniowe „Jet fire”. Wyjątkowo elastyczna powłoka odporna na pęknięcie i falę uderzeniową przebadana w najtrudniejszych warunkach atmosferycznych instalacji petrochemicznych, offshore i przemysłowych. Cechuje go wysoka odporność chemiczna.

Nu Kład – gama farb przeznaczona do zabezpieczenia podłoży i posadzek betonowych narażonych na ruch pieszki oraz ruch kołowy o różnej sile natężenia.

Amercoat i Amerlock – produkty linii **AMERON** – szeroka gama specjalistycznych dwuskładnikowych wyrobów epoksydowych, poliuretanowych, etylokrzemianowych itp. zapewniających ochronę przed korozją konstrukcji stalowych w warunkach atmosferycznych, w zanurzeniu w wodzie, w narażeniu na ciekłe chemikalia itd.



We protect and beautify the world™

Łatwo dostępne

ul. Łużycka 8A
81-537 Gdynia
tel. 58 774 99 00
fax 58 774 99 01
customers@ppg.com



VESTOCOR Polska Sp. z o.o.
 ul. 11-go Listopada 1
 41-300 Dąbrowa Górnicza
 tel. +48 32 262 71 30
 biuro@vestocor.pl
 http://vestocor.pl

Farby polecane przez VESTOCOR Polska Sp. z o.o.

Firma **Vestocor Polska Sp. z o.o.**, Dąbrowa Górnicza, poleca wybrane powłoki antykorozyjne i przemysłowe:

Akrylowo-poliuretanowa emalia strukturalna VESTOPUR ZS10

Wysokiej jakości dwuskładnikowa emalia akrylowo-poliuretanowa w połysku do wykonywania powłok o grubej strukturze. Znakomicie maskuje niedoskonałości podłoża tworząc powłokę o wysokich walorach estetycznych, dużej twardości, odporności na ścieranie, warunki atmosferyczne i chemikalia. Nie zawiera silikonu. Szczególnie polecana do lakierowania maszyn i urządzeń.

Dwuskładnikowa emalia epoksydowa VESTOPOX ZT07

System powłok do konstrukcji stalowych wszelkiego rodzaju oraz betonu. Szczególnie polecany do wymalowań wewnętrznych i zewnętrznych w wodnym budownictwie stalowym, oczyszczalniach ścieków, na urządzeniach portowych i śluzowych, w przemyśle stoczniowym do malowania rur, także kładzionych pod ziemią, wież chłodniczych itp. Powłoka jest odporna na temperatury do 230-250°C.

Wilgocioutwardzalny grunt poliuretanowy VESTOPUR FG20

Tolerancyjny i penetrujący, szybko schnący grunt antykorozyjny do słabiej przygotowanych powierzchni stalowych, kotłów, rurociągów, maszyn itp. W specjalnej wersji dostępny także jako gruntoemalia. Produkt można aplikować grubowarstwowo, także w trudnych warunkach (duża wilgotność, niewielkie zatłuszczenie podłoża, ślady korozji). Powłokę można przelakierować w zależności od wymogów produktami alkidowymi, epoksydowymi i poliuretanowymi.

System trójwarstwowy do wykonywania zabezpieczeń antykorozyjnych w strefach zagrożonych wybuchem z certyfikatem ATEX:

Grunt wysokocynkowy epoksydowy VESTOZINK MG46 – dwuskładnikowy grunt epoksydowy o wysokiej zawartości cynku do zabezpieczania przed korozją obiektów w przemyśle petrochemicznym, górniczym oraz budownictwie stalowym. Szybko schnący, wysoka odporność na wodę morską, dobra odporność na warunki atmosferyczne.

Emalia epoksydowa z błyszczem żelaza VESTOPOX ZD60 – warstwa pośrednia do malowania konstrukcji stalowych wszelkiego rodzaju, np. w przemyśle chemicznym, wodnym budownictwie stalowym, petrochemii, górnictwie, przemyśle stoczniowym itp. Trudno zmydlająca się, wysoka odporność na chemikalia, szczególnie o odczynie alkalicznym, dobra odporność na sól drogową, wysoka odporność na ścieranie.

Emalia akrylowo-poliuretanowa VESTOPUR ZD31 ATEX – o dobrej odporności na UV, elastyczna, odporna na chemikalia i obciążenia mechaniczne. Materiał posiada zdolność przewodzenia. Produkt można aplikować grubowarstwowo. W systemie z podkładem MG46 i warstwą pośrednią ZD60 tworzy powłokę, która może być eksploatowana w strefach zagrożonych wybuchem.

Cały system posiada certyfikat ATEX.



Firma **Vestocor Polska Sp. z o.o.** jest przedstawicielem niemieckiego producenta farb antykorozyjnych **Vestocor GmbH Essen** i ma siedzibę na Śląsku w Dąbrowie Górniczej.

Nasze produkty dostarczamy do wielu gałęzi przemysłu. Naszymi odbiorcami są producenci maszyn i urządzeń, pojazdów specjalistycznych, konstrukcji stalowych, firmy branży energetycznej oraz klienci indywidualni, których zaopatrujemy w szeroki asortyment wysokiej jakości powłok malarskich, i którym zapewniamy pełne doradztwo techniczne.

Na miejscu posiadamy automatyczną mieszalnię farb, z której jesteśmy w stanie obsłużyć naszych odbiorców w krótkim czasie:

- gruntami i emaliami/gruntoemaliami alkidowymi
- gruntami epoksydowymi i emaliami gruntoemaliami epoksydowymi
- gruntami poliuretanowymi i emaliami poliuretanowymi
- emaliami poliuretanowymi strukturalnymi
- systemem do stref zagrożonych wybuchem z certyfikatem ATEX

Ponadto dysponujemy powłokami termoodpornymi, gruntami tolerancyjnymi, systemami wilgocioutwardzalnymi, farbami wodorozcieńczalnymi.

W swojej ofercie posiadamy również:

- farby pęczniące ognioochronne
- środki do usuwania lakieru
- środki do przygotowania powierzchni przed lakierowaniem

VESTOCOR Polska Sp. z o.o., ul. 11-go Listopada 1, 41-300 Dąbrowa Górnicza
 +48 32 262 71 30, biuro@vestocor.pl http://vestocor.pl



EURO
CORR
2022

EUROCORR 2022
European Corrosion Congress · Berlin · Germany



Medale przyznane podczas Kongresu Eurocorr 2022

Kongres Eurocorr 2022 odbywał się w dniach 28.08–1.09.2022 w Berlinie, w tym roku pod hasłem przewodnim *Corrosion in a Changing World – Energy, Mobility, Digitalization*. Podczas Kongresu tradycyjnie przyznano nagrody, w tym medale.



Medal European Corrosion otrzymał prof. Arjan Mol.

Arjan Mol jest profesorem w Delft University of Technology (Materials Science and Engineering Department). Od 2017 r. jest profesorem honorowym Uniwersytetu Nauki i Technologii Beijing USTB w Chinach. Od 2010 r. Arjan Mol jest również przedstawicielem w Międzynarodowej Radzie ds. Korozji ICC. Jest także redaktorem naczelnym czasopisma „Corrosion Science” oraz członkiem rad redakcyjnych „Corrosion Engineering, Science and Technology”, „Transactions of the Institute of Metal Finishing” oraz „Materials and Corrosion”. Pełni również funkcję Przewodniczącego Grupy Roboczej EFC „Physico-chemical methods for Corrosion Research”, a w latach 2014–2016 był Przewodniczącym Komitetu Doradczego ds. Nauki i Technologii EFC (STAC). Pełnił funkcję wiceprezesa EFC w latach 2017–2018 oraz prezesa EFC od 2019 do 2020 roku. Szczególne obszary zainteresowań badawczych prof. A. Mola to: lokalna analiza elektrochemiczna mechanizmów korozji, obróbka powierzchni i łączenie międzyfazowe powłok organicznych na powierzchniach metalowych (tlenkowych), wielofunkcyjne i ekologiczne inhibitory korozji oraz ocena aktywnych powłok ochronnych.

Podczas Kongresu Eurocorr prof. A. Mol wygłosił wykład plenarny: *Recent Progress in Development and Advanced Characterization of Corrosion Inhibitors and Active Protective Coatings*.

Celem European Corrosion Medal jest uhonorowanie osiągnięć danego naukowca, lub grupy naukowców, za stosowanie szeroko pojętej wiedzy korozyjnej. Laureat musi pochodzić z kraju będącego członkiem EFC, a jego badania muszą być prowadzone na terenie europejskiego państwa. Nagroda jest przyznawana co roku, najczęściej podczas Kongresu EUROCORR, a Laureat zapraszany jest do wygłoszenia wykładu związanego z pracą, za którą przyznano medal.

Laureaci European Corrosion Medal z lat ubiegłych:

2021: Prof. Dominique Thierry	2013: Prof. Chistopher Leygraf
2020: Prof. Stuart Lyon	2011: Prof. Günther Schmitt
2019: Prof. Maria de Fátima Grilo da CostaMontemor	2009: Prof. Vladimír Číhal
2018: Prof. Kemal Nisancioglu	2007: Prof. Erika Kálmán
2017: Prof. Mario Ferreira	2005: Prof. Dieter Landolt
2016: Prof. Lorenzo Fedrizzi	2003: Prof. Pier-Luigi Bonora
2015: Prof. Philippe Marcus	2001: Prof. Einar Bardal
2014: Prof. Herman Terry	1999: Prof. Graham Charles Wood
	1996: Prof. Redvers N. Parkins



Medal Cavallaro otrzymał prof. Luciano Lazzari.

Medal przyznano za wkład pracy w dziedzinie ochrony katodowej konstrukcji metalowych zakopanych w glebie lub zanurzonych w wodzie morskiej, za dogłębną analizę wpływu zakłóceń elektrycznych prądu stałego i przemiennego, za badania nad naprężeniowym pękaniem korozyjnym i kruchością wodorową stali niskostopowych i nierdzewnych oraz za badania w zakresie trwałości konstrukcji żelbetowych, ze szczególnym uwzględnieniem korozji stalowych prętów zbrojeniowych i jej zapobiegania dzięki zastosowaniu profilaktyki i ochrony katodowej. Większość jego działalności badawczej koncentrowała się na opracowaniu probabilistycznych metod i modeli do przewidywania miejscowej inicjacji korozji oraz zdefiniowaniu modelu do szacowania szybkości korozji stali węglowej.

Podczas Kongresu Eurocorr prof. L. Lazzari wygłosił wykład plenarny: *Engineering Tools for Corrosion*.

Uniwersytet w Ferrarze ustanowił złoty medal, który ma być przyznawany co dwa lata pod auspicjami Europejskiej Federacji Korozji dla uczczenia pamięci i pracy wykonanej przez profesora Leo Cavallaro, założyciela Centrum Badań nad Korozją Aldo Dacco na Uniwersytecie w Ferrarze. Medal Cavallaro przyznawany jest (od 1965 r.) naukowcowi, który szczególnie wyróżnia się swoją działalnością i publikacjami z zakresu badań nad korozją.

Medal jest wręczany zazwyczaj podczas Kongresu EUROCORR. Laureat zapraszany jest do wygłoszenia wykładu związanego z pracą, za którą przyznano medal.

Laureaci Cavallaro Medal z lat ubiegłych:

2020: Prof. Fabrizio Zucchi	2004: H. Graefen	1981: H. J. Engell
2018: Prof. Timothy Burstein	2002: A. Turnbull	1979: E. Mattsson
2014: Prof. Mario Ferreira	2000: D. Landolt	1977: T. P. Hoar
2012: Prof. Y. I. Kuznetsov	1998: Z. Śmiałowska	1975: M. Pourbaix
2010: M. Schütze	1995: F. Mazza	1973: C. Wagner
2008: P. Marcus	1993: J. Mayne	1971: U. R. Evans
2006: G. Thompson	1991: P. Gellings	1969: P. Lacombe
	1989: J. Oudar	1967: H. Fischer
	1987: G. C. Wood	1965: G. Bianchi
	1985: R. N. Parkins	
	1983: G. Trabaneli	



We protect and
beautify the world™

**Innowacyjne rozwiązania
techniczne**

ul. Łużycka 8A
81-537 Gdynia
tel. 58 774 99 00
fax 58 774 99 01
customers@ppg.com

0 farbach antykorozyjnych publikowaliśmy



Nr 7/2022

ARTYKUŁ NAUKOWY

Właściwości ochronne niskotemperaturowych poliuretanowych lakierów proszkowych na bazie żywic akrylowych — K. Pojnar, B. Pilch-Pitera, D. Czachor-Jadacka, Ł. Florczak, s. 222



Nr 5/2022

ARTYKUŁ PROMOCYJNY

Studia podplomowe „Farby i lakiery proszkowe – technologia wytwarzania, aplikacja, zastosowanie”, s. 163



Nr 3/2022

ARTYKUŁ NAUKOWY

Wpływ solanki na destrukcję powłok epoksydowych — D. Kotnarowska, A. Żabińska, s. 88



Nr 2/2022

OCHRONA PRZED KOROZJĄ W PRAKTYCE

Dylemat inspektora malarskiego: Jak nadzorować aplikację pasywnego pęczniającego systemu ogniochronnego — A. Głębowicz, s. 50

ARTYKUŁ PROMOCYJNY

Ocena trwałości wyrobów według normy ISO 12944– kategorie korozyjności oraz okresy trwałości, s. 60



Nr 11/2021

ARTYKUŁ NAUKOWY

Właściwości ochronne niskotemperaturowych poliuretanowych lakierów proszkowych o zwiększonej hydrofobowości — D. Czachor-Jadacka, B. Pilch-Pitera, Ł. Florczak, s. 36



Nr 9/2021

ARTYKUŁY NAUKOWE

Zależność właściwości anti-graffiti powłok lakierowych od swobodnej energii powierzchniowej — M. Zubielewicz, E. Langer, M. Nowicka-Nowak, s. 282

Wpływ płynu do mycia szyb na destrukcję powłok akrylowych nadwozi samochodowych — D. Kotnarowska, P. Urban, s. 288

OCHRONA PRZED KOROZJĄ W PRAKTYCE

Historyczny zarys ochrony przed korozją. Cz. 1 Farby — M. Jaczewski, s. 294

ARTYKUŁY PROMOCYJNE

Farby przeciwdrdzewne i zestawy farb produkowane przez Polifarb Łódź, s. 302

Farby polecane przez VESTOCOR Polska Sp. z o.o., s. 304



Nr 7/2021

ARTYKUŁ NAUKOWY

Kierunki rozwoju farb pęczniających do zabezpieczania konstrukcji stalowych i nowe związane z nimi oczekiwania — M. Zubielewicz, E. Langer, A. Królikowska, s. 121

OCHRONA PRZED KOROZJĄ W PRAKTYCE

Metody kontroli formulacji i właściwości użytkowych ogniochronnych farb pęczniających — Ł. Radoński, R. Havriliv, A. Porębska, M. Rosiński, s. 226

Trwałość systemów ogniochronnych. Deklaracje i rzeczywistość — I. Gajęcka, s. 231

Inżynieria pożarowa z uwzględnieniem powłok pęczniających — S. Gajęcka, s. 236

Powłoki malarskie firmy PPG, s. 238



Nr 4/2021

ARTYKUŁY PROMOCYJNE

Pravidłowość doboru systemów powłokowych w oparciu o wyniki badań laboratoryjnych i doświadczenia polowe, s. 118

Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników – działalność naukowo-badawcza Oddziału Farb i Tworzyw w Gliwicach, s.120



Nr 3/2021

ARTYKUŁY NAUKOWE

Powłoki malarskie z farb proszkowych na wyrobach stalowych ocynkowanych zanurzeniowo – porównanie wymagań jakościowych GSB i Qualisteelcoat w odniesieniu do normy PN-EN ISO 13438, — I. Kuncze, A. Królikowska, s.67

Modyfikacja wodnych farb na pokrycia dachowe pod kątem poprawy estetyki wyma-

lowania i zachowania współczynnika odbicia promieniowania słonecznego — M. Zubielewicz, E. Langer, s. 74

Farby antykorozyjne

Spytaj eksperta

Przesłane do redakcji i omówione w tym numerze pytania dotyczą epoksydowych farb bezrozpuszczalnikowych.

Pytanie: Chciałbym zastosować powłokę epoksydową bezrozpuszczalnikową, jednak wydaje się, że dostępne produkty zawierają w swoim składzie szeroką gamę lotnych związków organicznych. Dlaczego bezrozpuszczalnikowe farby epoksydowe zawierają lotne związki organiczne (LZO) i jaka jest różnica pomiędzy epoksydową farbą bezrozpuszczalnikową i epoksydową farbą zawierającą 100% części stałych?

Odpowiedź: Farby epoksydowe zawierające 100% części stałych nie zawierają rozpuszczalników, a więc i LZO, a grubość ich powłoki jest taka sama po nałożeniu powłoki, jak i po jej wyschnięciu. Obecnie nie ma jednoznacznej definicji epoksydowych farb bezrozpuszczalnikowych. Biorąc pod uwagę ich nazwę, nie powinny zawierać rozpuszczalników, ale nie zawsze tak jest.

Aby farby takie można było natryskiwać przy użyciu urządzeń do natrysku bezwietrznego, ich lepkość powinna być wystarczająco mała bez potrzeby ich rozcieńczania. Częstym rozwiązaniem jest w tym przypadku użycie bisfenolu A lub bisfenolu A/F o małej lepkości, modyfikowanych odpowiednimi rozpuszczalnikami reaktywnymi, a żywica epoksydowa sieciowana jest poliaminą lub poliamidem o niskiej lepkości z dodatkiem alkoholu benzyloвого. W wielu przypadkach w celu uzyskania odpowiednich właściwości aplikacyjnych konieczny jest dalszy dodatek tego alkoholu.

Istnieją odrębne zdania co do traktowania alkoholu benzyloвого przy obliczaniu zawartości lotnych związków organicznych w farbach epoksydowych. Niektórzy uważają, że alkohol benzylovery jest alkoholem aromatycznym o temperaturze wrzenia 205°C, więc powinien być traktowany jako rozpuszczalnik, podczas gdy można znaleźć opinie, że wysoka temperatura wrzenia powoduje, że surowiec ten nie uwalnia się z powłoki, nie odparowuje ani nie dyfunduje. Jest jednak powód, dla którego w ostatnich dwóch dekadach produkcji bezrozpuszczalnikowych farb epoksydowych przeznaczonych do malowania zbiorników wody pitnej skłaniają się do rozwiązań nie zawierających alkoholu benzyloвого, gdyż jak stwierdzono, zawartość tego surowca w powłoce powoduje zmianę zapachu i smaku wody pitnej.

Porównanie zawartości alkoholu benzyloвого w farbach epoksydowych do zabezpieczania zbiorników statków na wodę pitną i zbiorników cargo wykazało, że nie wszyscy producenci farb okrętowych traktują alkohol benzylovery jako rozpuszczalnik, który podwyższa zawartość LZO i obniża zawartość części stałych. Na rynku znajdują się farby bezrozpuszczalnikowe, które powinny zawierać blisko 100% części stałych o zawartości LZO bliskiej 0, a które w rzeczywistości mają 95–100% części stałych i 0–180 g/l LZO. Biorąc pod uwagę, że powłoki epoksydowe o ultra wysokiej zawartości części stałych mogą zawierać do 97% części stałych i do 50 g/l LZO, należy

opracować uniwersalną wspólną definicję farby epoksydowej bezrozpuszczalnikowej, aby użytkownicy mogli wyraźnie odróżnić farby epoksydowe bezrozpuszczalnikowe od farb epoksydowych o ultra wysokiej zawartości części stałych i farb epoksydowych o 100% zawartości części stałych.

Głównymi zaletami bezrozpuszczalnikowych powłok epoksydowych są bardzo niska lub zerowa emisja lotnych związków organicznych, możliwość nakładania grubych warstw powłoki przy niewielkim lub braku skurczu powłoki oraz niższe naprężenia przy tworzeniu się powłoki.

W oparciu o swoje doświadczenie zawodowe autorzy zaproponowali uniwersalną definicję farb epoksydowych bezrozpuszczalnikowych: farba epoksydowa bezrozpuszczalnikowa może być zdefiniowana jako farba epoksydowa, w której wszystkie niereaktywne składniki wykazują początek temperatury wrzenia powyżej 250°C w warunkach ciśnienia atmosferycznego 101,3 kPa. Zgodnie z tą definicją alkohol benzylovery powinien być uważany za rozpuszczalnik zgodnie z dyrektywą EU Paint Directive 2004/42/CE.

Na podstawie: *Corrosion Management* 2021, vol.160, March/April, s. 16

Transparentne i elastyczne powłoki w zastosowaniach antygraffiti

Przezroczyste, trwałe i gładkie powłoki są bardzo pożądane w wielu zastosowaniach, np. w produkcji okien i ekranów dotykowych. Jednak stosowanie większości gładkich powłok jest ograniczone skomplikowanymi warunkami przygotowania i aplikacji, takimi jak synteza w wysokiej temperaturze lub utwardzanie pod wpływem promieniowania ultrafioletowego.

W niniejszej pracy, dwa rodzaje siloksanów zostały usieciowane w celu utworzenia wysoce przezroczystych powłok, które mogą być szybko nakładane na różnego rodzaju podłoża dzięki łatwemu nakładaniu pędzlem w temperaturze pokojowej. Powłoka ma doskonałe właściwości antygraffiti, jest odporna na działanie cieczy o złożonych składnikach, takich jak farby wodne i olejne, ponadto wykazuje dobrą elastyczność, właściwości antyrefleksyjne i antykorozyjne. Badania trwałości wykazały, że właściwości powłoki pozostają niezmienione w różnych trudnych warunkach środowiskowych.

W badaniach zastosowano dwa różne siloksany do wzajemnego sieciowania i utwardzenia: kopolimery (25%–35% metylohydro-siloksan)-dimetylosiloksanowe zakończone grupą trimetylosiloksanową (PHMS) i polidimetylosiloksan zakończony grupą winylową (PDMS-V). Morfologię powierzchni 11 powłok badano za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego z emisją polową, a analizę metodą spektroskopii energo-dyspersyjnej (EDS) oraz mapowanie pierwiastków przeprowadzono, stosując system EDAX połączony z mikroskopem elektronowym. Strukturę chemiczną



We protect and
beautify the world™

Doskonałe powłoki
antykorozyjne i ogniochronne

ul. Łużycka 8A
81-537 Gdynia
tel. 58 774 99 00
fax 58 774 99 01
customers@ppg.com

próbek zbadano za pomocą spektrometru podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR). Widma absorpcyjne UV-VIS uzyskano za pomocą spektrofotometru UV-VIS.

Podsumowując, przedstawiono strategię otrzymywania powłok – elastycznych i szybko utwardzalnych w temperaturze pokojowej. Przygotowanie roztworu prekursora trwa 3 min, a utwardzenie prekursora do wytworzenia powłoki antygraffiti – kolejne 3 min. Dzięki reakcji wiązań Si-H z grupami winylowymi, dwa siloksany są wzajemnie usieciowane, tworząc matrycę powłoki, która utrzymuje współczynnik załamania światła pomiędzy szkłem a powietrzem, dzięki czemu powlekane szkło ma wyższą przepuszczalność światła.

Wyniki badań odpornościowych wykazały, że właściwości powłok nie ulegają zmianie w różnych trudnych warunkach środowiska. Ponadto metoda ta nie wymaga stosowania skomplikowanych procesów lub warunków nakładania powłok (np. wysokiej temperatury itp.) i powinna zainspirować do wykorzystania tej prostej zasady w praktyce. Otrzymana powłoka charakteryzowała się dobrą stabilnością, dobrą przepuszczalnością światła (92,5–93%) oraz doskonałymi właściwościami antygraffiti zarówno w przypadku farb wodnych, jak i olejnych w różnych trudnych warunkach środowiska.

Praca ta wyznaczy drogę do opracowania trwałej i gładkiej powłoki, która ze względu na prostą zasadę działania i szybki sposób przygotowania będzie mogła zostać łatwo zastosowana w praktyce.

Na podstawie: P. Gao i in., *Progress in Organic Coatings* 2021, vol. 161, 106476, s. 1–10

Zrozumienie przyczyn powstawania wgnieceń, zarysowań i zużycia wyrobów lakierowych na drewno utwardzanych promieniami UV

W przemyśle produkującym meble i podłogi drewniane właściwości ochronne i estetyczne produktu końcowego często zależą, przynajmniej częściowo, od powłok nałożonych na powierzchnię drewna. W przypadku powierzchni płaskich często preferowane są powłoki utwardzane promieniami UV ze względu na ich liczne zalety, takie jak szybki czas utwardzania, niska emisja lotnych związków organicznych (VOC), małe zużycie energii i duża gęstość usieciowania. Aby poprawić trwałość produktów drewnianych wewnątrz pomieszczeń, należy wyjaśnić zachowanie się powłok ochronnych pod wpływem zużycia i zniszczenia. W zależności od rodzaju oddziaływania na powłokę mogą powstawać wgłębienia, zarysowania lub wgniecenia, które wpływają na pogorszenie wyglądu powłoki.

W artykule omówiono przygotowanie i poddanie fotopolimeryzacji preparatów opartych na różnych parach monomer–oligomer w celu zbadania ich właściwości użytkowych. Badaniom poddano produkty reakcji czterech oligomerów, siedmiu rozcieńczalników reaktywnych oraz produktu odniesienia. Aby wyjaśnić wpływ udziału obu składników w sieci polimerowej powstającej po utwardzeniu promieniami UV określono temperaturę zeszklenia

i gęstość usieciowania. Następnie przeprowadzono badania twardości, odporności na ścieranie, zarysowanie i zużycie.

Uzyskane wyniki wskazywały na znaczenie struktury monomeru i oligomeru, ich funkcjonalności i głównych właściwości fizycznych. W badaniach odporności na zarysowanie twarde i kruche powłoki ulegały zniszczeniu przy mniejszych obciążeniach niż powłoki miękkie i plastyczne. Tarcie powodowało podpowierzchniowe rozerwanie i pęknięcia w miękkich powłokach oraz generowały pęknięcia w powłokach twardszych. Najlepszą ogólną odporność mechaniczną uzyskano dla par monomer–oligomer o dużej gęstości usieciowania; stwierdzono również korelację między gęstością usieciowania a twardością powłok utwardzanych UV. Stwierdzono, że badanie śladów po uszkodzeniach powłok w postaci zarysowania i zużycia ujawniło znaczną ilość informacji o zachowaniu się powłok wielowarstwowych pod wpływem różnych obciążeń mechanicznych.

Na podstawie: A. Hermann i in., *Progress in Organic Coatings* 2021, vol. 161, 106504, s. 1–13

Właściwości antykorozyjne powłoki epoksydowej modyfikowanej hydrofobową nanokrzemionką na fosforanowanej stali węglowej

W artykule przedstawiono otrzymywanie powłok epoksydowych modyfikowanych hydrofobową oraz hydrofilową nanokrzemionką w celu zapewnienia ochrony antykorozyjnej stali węglowej Q235 z powłoką fosforanową. Tradycyjną powłokę epoksydową otrzymuje się w wyniku polimeryzacji triglicydylowego eteru trimetylolopropanu i dietylenotriaminy. Modyfikowaną powłokę epoksydową wytworzono w wyniku polimeryzacji i mieszania triglicydylowego eteru trimetylolopropanu, dietylenotriaminy i nanokrzemionki.

Zbadano morfologię różnych powłok epoksydowych przy użyciu skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Zwilżalność powłok epoksydowych zmierzono za pomocą statycznego przyrządu do pomiaru kąta zwilżania. Stabilność termiczną badano za pomocą analizatora termogravimetrycznego. Odporność na korozję badano za pomocą elektrochemicznego stanowiska badawczego. Przyczepność oceniano za pomocą próby nacinania powłoki i próby odrywania. Zgodnie z wynikami eksperymentu, modyfikowane powłoki epoksydowe charakteryzują się dobrą hydrofobowością, dobrą stabilnością termiczną w temperaturze 250°C z zaledwie ok. 3% ubytkiem masy. Stwierdzono, że najlepsze właściwości antykorozyjne wykazuje modyfikowana powłoka epoksydowa o grubości ok. 10 μm z dodatkiem najbardziej hydrofobowej nanokrzemionki. Odporność antykorozyjna powłoki epoksydowej ulega znacznej poprawie po dodaniu hydrofobowej nanokrzemionki do matrycy epoksydowej. Dodatek hydrofobowej nanokrzemionki może skutecznie wydłużyć drogę dyfuzji rozpuszczalnych w wodzie czynników korozyjnych, a hydrofobowość jest w stanie opóźnić dyfuzję wody.

Na podstawie: Y. Xu i in., *Progress in Organic Coatings*, vol. 152, nr 106051, s. 1–14

Samorozwarstwiające się farby proszkowe na bazie przyjaznej dla środowiska bezrozpuszczalnikowej technologii epoksydowo-silikonowej

Opisano łatwą w stosowaniu, przyjazną dla środowiska i korzystną z punktu widzenia przemysłu metodę wytwarzania powłok samorozwarstwiających się na bazie mieszanek silikonowo-epoksydowych.

Proszkowe formy żywic silikonowych i epoksydowych mieszano metodą mieszania na sucho lub współmieszania w stanie stopionym (co-melt mixing). Następnie mieszanki nanoszono elektrostatycznie na blachy stalowe i utwardzono. Utwardzone powłoki o grubości $100 \pm 30 \mu\text{m}$ ulegały samorozwarstwieniu, co zbadano za pomocą przyjętej metody ATR-FTIR (spektroskopia osłabionego całkowitego odbicia w podczerwieni) oraz połączenia spektroskopii SEM-EDX (spektrometrii dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego) i rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronowej XPS, a także dokonano obliczenia względnych współczynników rozwarstwienia, które nadają się do scharakteryzowania różnych typów rozdziału faz w powłokach binarnych. Metoda XPS dostarczyła informacji o składzie najbardziej zewnętrznych powierzchni próbek.

Przeprowadzono i szczegółowo przedyskutowano wyniki badań podstawowych parametrów wpływających na rozdział faz i rozwarstwienie w powłokach, takich jak napięcie powierzchniowe, stosunek masowy żywic silikonowych do żywic epoksydowych, reakcja sieciowania oraz proces wytwarzania. Potwierdzono, że mieszanie na sucho żywicy silikonowej z podstawnikiem metylowym z żywicami epoksydowymi o dużym i średnim ciężarze cząsteczkowym w stosunku masowym 1/3 (żywica silikonowa/epoksydowa) prowadzi do powstania pełnej struktury warstwowej (typ I), w której faza silikonowa znajduje się w górnej części powłoki, a faza epoksydowa przy powierzchni stali, co skutkuje dobrą przyczepnością. Stosunek masowy 3/1 mieszaniny żywic S/E prowadził do dyspersji kropelek epoksydowych w matrycy silikonowej (Typ IV). Przy stosunku masowym 1/1S/E składniki dążyły do osiągnięcia najniższej międzyfazowej energii swobodnej, w związku z czym nastąpiło boczne rozdzielanie faz.

W procesie współwytapiania uzyskano cienką jednorodną warstwę fazy silikonowej na górnej powierzchni powłoki oraz mieszaninę dużych i małych kropelek żywicy silikonowej rozproszonych w matrycy epoksydowej (Typ I-Typ III). Na koniec oceniono właściwości ochronne silikonowo-epoksydowych powłok samorozwarstwiających się o różnej strukturze. Na właściwości ochronne silikonowo-epoksydowych powłok samorozwarstwiających się przed działaniem promieniowania UV i przed wpływem czynników atmosferycznych ma wpływ lokalizacja fazy silikonowej, a także temperatura utwardzania powłok. Powłoki otrzymane w procesie współmieszania i utwardzania w temperaturze 230 °C wykazały większą stabilność barwy podczas badania w komorze kondensacyjnej połączonej z oddziaływaniem promieniowania UVA.

Na podstawie: N. Kargarfarid i in., *Progress in Organic Coatings* 2021, vol. 161, 106443, s. 1–17

Nowy sposób otrzymywania farb proszkowych o stabilnej barwie z efektem metalicznym pigmentowanych aluminium metodą *bondingu* (łączenie cząstek farby proszkowej z pigmentem metalicznym) mikrofalowego

Omówiono otrzymywanie powłok proszkowych o wysokiej stabilności barwy, pigmentowanych metalami przy użyciu zaprojektowanego nowego urządzenia do *bondingu* mikrofalowego. Wraz z coraz ostrzejszymi regulacjami środowiskowymi dotyczącymi stosowania tradycyjnych farb metalicznych pojawiło się zainteresowanie farbami proszkowymi pigmentowanymi metalami – ze względu na zerową emisję lotnych związków organicznych, dobre właściwości ochronne, jak również efektowne walory estetyczne.

Farby proszkowe z efektem metalicznym składają się głównie z dwóch niekompatybilnych składników: bazowej farby proszkowej i pigmentu metalicznego. Połączenie tych dwóch rodzajów materiałów jest skutecznym podejściem do wyeliminowania problemów występujących podczas natrysku elektrostatycznego tych produktów, uzyskania powtarzalnych wyników oraz zapewnienia stabilności barwy i efektu dekoracyjnego.

Przedstawiono zaprojektowane urządzenie do *bondingu* oparte na ogrzewaniu mikrofalowym, przeznaczone do łączenia farb proszkowych i pigmentów metalicznych (Al). Ponadto po raz pierwszy do potwierdzenia jakości wiązania farba proszkowa-metal została użyta bezpośrednia i ilościowa metoda charakterystyki poprzez analizę procentowej masy pigmentu metalicznego w farbie proszkowej. Jako próbkę kontrolną zastosowano farbę proszkową zawierającą niezwiązany ze spoiwem pigment Al, otrzymaną przez zmieszanie na sucho farby proszkowej i pigmentu. Próbkę farby, w której pigment Al został związany z farbą przy użyciu opracowanego urządzenia zostały przygotowane w różnych temperaturach i przy różnych prędkościach obrotowych, a następnie ocenione m.in. za pomocą testu popiołu. Po obróbce mikrofalowej skuteczne połączenie bazowej powłoki proszkowej i pigmentu metalicznego zostały potwierdzone metodami takimi jak: test popiołu, skaningowa mikroskopia elektronowa SEM, spektroskopia z wykorzystaniem rozproszonej energii EDS, ocena optyczna i analiza wielkości cząstek pigmentu.

Metoda *bondingu* mikrofalowego umożliwia przewyższenie większości problemów związanych z przygotowaniem mieszaniny farby proszkowej i pigmentu metalicznego metodą termiczną, takich jak nieprawidłowe wiązanie, przedwczesne sieciowanie i zginanie płatków metalicznych bez zmniejszenia skuteczności wiązania. Przewiduje się, że metoda *bondingu* mikrofalowego jest obiecującą technologią poprawy stabilności barwy i wydajności łączenia farby proszkowej i pigmentu metalicznego przy produkcji farb proszkowych.

Na podstawie: W. Liu i in., *Progress in Organic Coatings* vol. 147, 105787, s. 1–8



We protect and
beautify the world™

**Piękno, trwałość,
bezpieczeństwo**

ul. Łużycka 8A
81-537 Gdynia
tel. 58 774 99 00
fax 58 774 99 01
customers@ppg.com

Wynalazki

Biuletyn Urzędu Patentowego nr 16/2022

Sposób nanoszenia metodą magnetronową powłok tlenkowych na podłoża oraz powłoki otrzymane tym sposobem

Twórcy: Doros Wiesław; Ząbek Przemysław · Firma: D.A. SEPT sp. z o.o., Głogów Małopolski · Zgłoszenie 435709, s. 17

Sposób elektrochemicznego wytwarzania powłok niklowych

Twórcy: Rudzik Radosław; Nurczyk Piotr; Urbanik Włodzimierz · Firma: RUMET WACŁAW RUDZIK I WSPÓLNICY SJ, Ostrołęka · Zgłoszenie 435674, s. 17

Biuletyn Urzędu Patentowego nr 17/2022

Sposób otrzymywania materiału kompozytowego oraz materiał kompozytowy

Twórcy: Jakubas Adam; Suchecki Łukasz · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgłoszenie 439466, s. 10

Sposób otrzymywania ekranującego materiału kompozytowego oraz ekranujący materiał kompozytowy

Twórcy: Jakubas Adam; Suchecki Łukasz · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgłoszenie 439467, s. 10

Mata ochronna i sposób jej wykonania

Twórcy: Koza Andrzej · Firma: KOFARB sp.z o.o., Częstochowa · Zgłoszenie 435760, s. 10

Dwufazowy stop magnetokaloryczny

Twórcy: Gębara Piotr · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgł. 439259, s. 12

Nanokrystaliczny magnetycznie miękki stop żelaza

Twórcy: Nabiałek Marcin; Jeż Bartłomiej; Jeż Kinga · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgłoszenie 439401, s. 12

Biuletyn Urzędu Patentowego nr 18/2022

Sposób wytwarzania elementów stalowych malowanych proszkowo

Twórcy: Prylewski Zbigniew Adam; Zaprzalski Przemysław · Firma: ZMS SYSTEMY MAGAZYNOWE sp. z o.o., Krobica · Zgłoszenie 435778, s. 12

Sposób warstwowego wzmocnienia powierzchni elementów narażonych na działanie kwi-tacyjne, w szczególności śrub okrętowych

Twórcy: Klyus Oleh; Waliszyn Aleksandr · Firma: Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin · Zgłoszenie 435794, s. 12

Sposób wytwarzania wielkogabarytowych konstrukcji stalowych

Twórcy: Jung Szymon; Sobkowiak Dariusz · Firma: Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowo-Usługowe SPAWSTAL sp. z o.o., Środa Wielkopolska · Zgłoszenie 435829, s. 12–13

Sposób wykonywania konstrukcji stalowych oraz stanowisko do realizacji tego sposobu

Twórcy: Domżański Rafał · Firma: KONTER sp. z o.o., Kurzętnik · Zgłoszenie 435819, s. 13

Sposób spawania rur z płytami sitowymi, zwłaszcza ze stali nierdzewnych

Twórcy: Krupnik Grzegorz; Urbańczyk Michał Paweł · Firma: PROTECH sp. z o.o., Zator; SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - Instytut Spawalnictwa, Gliwice · Zgłoszenie 435834, s. 13

Kompozycja materiałowa do wytwarzania armatury

Twórcy: Kadac Kornelia; Sznajder Tomasz; Sznajder Marcin; Ossowski Jarosław · Firma: PRIMAGRAN sp. z o.o., Żuławki · Zgłoszenie 435796, s. 18

Kompozycja łatwospiekalnego proszku na bazie żelaza i sposób jej wytwarzania

Twórcy: Romański Andrzej · Firma: MC DIAM sp. z o.o., Warszawa · Zgłoszenie 435828, s. 18

Biuletyn Urzędu Patentowego nr 19/2022

Forma odlewnicza hybrydowa i sposób wykonania formy odlewniczej hybrydowej zwłaszcza do wytwarzania odlewów ze stopów metali

Twórcy: Thoni Lothar, CH · Firma: THONI LOTHAR, Jakobsbad, CH · Zgłoszenie 435853, s. 14

Sposób hybrydowy wytwarzania odlewów z wykorzystaniem hybrydowych form odlewniczych

Twórcy: Thoni Lothar, CH · Firma: THONI LOTHAR, Jakobsbad, CH · Zgłoszenie 435920, s. 14–15

Nowy materiał polimerowy przeznaczony do produkcji membran (diafragm) dla nowej generacji tandem serwowymiarów w samochodowych układach hamulcowych

Twórcy: Tomczak Andrzej; Tomczak Henryk; Tomczak Arkadiusz · Firma: P.P.H.U. PRZEDSIĘBIORSTWO TWORZYW SZTUCZNYCH A.H.A. TOMCZAK SJ, Pabianice · Zgłoszenie 435915, s. 19

Kompozycja polimerowa na bazie termoplastycznego polimeru biodegradowalnego

Twórcy: Latos-Brzozio Małgorzata; Masek Anna · Firma: Politechnika Łódzka, Łódź · Zgłoszenie 435891, s. 19

Biuletyn Urzędu Patentowego nr 20/2022

Sposób łączenia stopów aluminium z materiałami kompozytowymi na osnowie grafitu metodą lutowania miękkiego

Twórcy: Wojdat Tomasz; Sokołowski Paweł; Łatka Leszek; Piatkowska Dominika · Firma: Politechnika Wroclawska, Wrocław · Zgłoszenie 435930, s. 8

Sposób wytwarzania nanocząstek koloidalnych metali przejściowych oraz zastosowanie żeli metali przejściowych

Twórcy: Akbari Somaye, IR · Firma: Przedsiębiorstwo Innowacyjno Wdrożeniowe DELTA sp. z o.o., Dolsk · Zgłoszenie 435970, s. 11–12

Sposób wytwarzania nanokompozytu CuO-ZnO w postaci nanodrutów tlenku miedzi z nanostrukturami tlenku cynku

Twórcy: Rymarczyk Joanna; Stępińska Izabela · Firma: SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - Instytut Tele- i Radiotechniczny, Warszawa · Zgłoszenie 435802, s. 13

Biuletyn Urzędu Patentowego nr 21/2022

Kompozyt ceramiczno-metaliczny do napawania łukowego lub przetapiania piecowego

Twórcy: Czupryński Artur; Stawarz Marcin · Firma: Politechnika Śląska, Gliwice · Zgłoszenie 435997, s. 10

Proszek kompozytowy oraz narzędzie wiertnicze z powłoką kompozytową otrzymaną z tego proszku metodą przyrostową w procesie laserowego osadzania metali

Twórcy: Burkot Marek; Szpak Mateusz · Firma: Narzędzia i Urządzenia Wiertnicze GLINIK sp. z o.o., Gorlice · Zgłoszenie 436887, s. 10

Proszek kompozytowy oraz element narzędzia wiertniczego z powierzchnią roboczą pokrytą powłoką kompozytową otrzymaną z tego proszku metodą przyrostową w procesie laserowego osadzania metali

Twórcy: Burkot Marek; Szpak Mateusz · Firma: Narzędzia i Urządzenia Wiertnicze GLINIK sp. z o.o., Gorlice · Zgłoszenie 436889, s. 10

Sposób wytwarzania hybrydowych materiałów oraz nanomateriałów węglowych

Twórcy: Janas Dawid; Wasiak Tomasz · Firma: Politechnika Śląska, Gliwice · Zgłoszenie 435987, s. 14

Sposób wytwarzania taśm z nanorurek węglowych

Twórcy: Janas Dawid; Taborowska Patrycja · Firma: Politechnika Śląska, Gliwice · Zgłoszenie 435986, s. 14



Od 1927 r.

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego

Organizacja naukowo-techniczna

- 1 Zrzesza specjalistów, naukowców i praktyków
- 2 Dysponuje kadrami ekspercką i szkoleniową
- 3 Nadaje uprawnienia zawodowe
- 4 Współpracuje z organizacjami krajowymi i międzynarodowymi
- 5 Tworzy platformy kooperacji nauki z przemysłem
- 6 Konsultuje projekty legislacyjne
- 7 Współpracuje z administracją państwową i samorządową
- 8 Wydaje trzy czasopisma fachowe
- 9 Organizuje kursy, wykłady, konferencje, sympozja i kongresy
- 10 Oferuje usługi rzeczoznawstwa, projektowe, audyty energetyczne, tłumaczenia tekstów technicznych
- 11 Współpracuje ze Stowarzyszeniami w ramach FSNT-NOT

Zapraszamy do wspólnego działania!

KONTAKT

Zarząd Główny SITPChem, ul. Czackiego 3/5, 00-950 Warszawa, tel. 22 826 78 96

✉ sekretariat@sitpchem.org.pl 🌐 sitpchem.org.pl 📘 FB 📷 Instagram

www.sitpchem.org.pl

CHEMIK

*przemysł
chemiczny*

ochrona
przed korozją

PEWNOŚĆ W EKSTREMALNYCH WARUNKACH



BELSE

Technologie kompozytowe



BELZONA[®]

Ulepszenie • Naprawa • Ochrona

Organizujemy seminaria
techniczne on-line

- szczegóły na www.belse.com.pl/szkolenia