

tom 64
9•2021
wrzesień

PL ISSN 0473-7733
e-ISSN 2449-9501

cena 44 zł (w tym 8% VAT)

MIESIĘCZNIK

ochrona przed korozją

**Corrosion
Protection**



WYDAWNICTWO
SIGMA-NOT

 **TEKNOS**

WE MAKE THE WORLD LAST LONGER

NAJWYŻSZA JAKOŚĆ

Systemy antykorozyjne
przyjazne środowisku.

www.teknos.pl



**XI edycja Konkursu
im. Stanisława Staszica na najlepsze produkty innowacyjne
„Laur Innowacyjności 2021”**

ORGANIZATOR



Naczelna Organizacja Techniczna
Federacja Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych

Celem Konkursu im. Stanisława Staszica na najlepsze produkty innowacyjne „Laur Innowacyjności” jest promocja nowoczesnych produktów, technologii i usług.

Ideą przyświecającą temu wydarzeniu jest przekonanie, że kluczem do rozwoju polskiej gospodarki jest promowanie produktów innowacyjnych i ich twórców oraz pomoc we wdrażaniu innowacyjnych rozwiązań, które w założeniu mają przyczynić się do rozwoju gospodarczego i konkurencyjności polskiej gospodarki.

Konkurs adresowany jest do firm, które posiadają siedzibę zarejestrowaną w Polsce oraz podmiotów gospodarczych i naukowo-badawczych których innowacyjnymi produktami może być zainteresowana polska gospodarka.

Konkurs obejmuje następujące kategorie nowatorskich produktów i rozwiązań:

- 1) Budownictwo i obiekty użyteczności publicznej, bezpieczeństwo i pożarnictwo
- 2) Ekologia i efektywność energetyczna
- 3) Energetyka, elektrotechnika
- 4) Górnictwo i hutnictwo
- 5) Informatyka, oprogramowanie
- 6) Automatyka
- 7) Mechanika, maszyny i urządzenia
- 8) Technika medyczna, przemysł farmaceutyczny, chemia
- 9) Przemysł spożywczy, gastronomia, rolnictwo, ogrodnictwo, obróbka drewna
- 10) Technika wojskowa
- 11) Logistyka, transport, komunikacja
- 12) Włókiennictwo, inżynieria materiałowa
- 13) Usługi oraz inne rozwiązania i innowacje o charakterze społeczno-gospodarczym

Regulamin konkursu wraz z materiałami zgłoszeniowymi jest dostępny na stronie:

www.laurinnowacyjnosc.pl

REDAKCJA/EDITORIAL OFFICE:

ul. Chopina 6, pok 202, 44-100 Gliwice, tel./fax: 32 231 02 24

e-mail: redakcja@ochronaprzekoroza.pl

www.ochronaprzekoroza.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 Sokółski, prof. dr hab. inż. Adam Zybura

Redaktor językowy: mgr Jacek Leszczyński – jęz. pol.

Redaktor językowy: mgr Grzegorz Sosna – jęz. ang.

Redaktor statystyczny: mgr inż. Anna Trams

RADA NAUKOWA/SCIENTIFIC COUNCIL:

prof. dr hab. inż. Witold Gnot, Polska

prof. dr hab. Henryk Bala, 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

prof. Andrea Kalendová, Czechy

prof. dr hab. inż. Jacek Kijeński, Polska

prof. Niki Kouloumbi, Grecja

dr Olga Kulikova, Rosja

mgr inż. Józef Koziel, Polska

dr inż. Agnieszka Królikowska, Polska

dr inż. Andrzej Królikowski, 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 Sokółski, Polska

prof. dr hab. inż. Maria Sozańska, Polska

prof. dr hab. inż. Bogdan Szczygieł, Polska

dr Judit Telegdi, Węgry

prof. dr hab. inż. Tadeusz Wierchoń, 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 20 punktów zgodnie z komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 9 lutego 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

Wersja papierowa czasopisma jest wersją pierwotną (referencyjną).



POLSKIE
STOWARZYSZENIE
KOROZYJNE

Czasopismo wydawane we współpracy z Polskim Stowarzyszeniem Korozyjnym



Czasopismo jest na liście czasopism Europejskiej Federacji Korozyjnej (EFC)

WYDAWNICTWO
SIGMA-NOT



WYDAWCA: Wydawnictwo Czasopism 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.ochronaprzekoroza.pl

OGŁOSZENIA przyjmują:

• Redakcja: tel./fax 32 231 02 24, e-mail: redakcja@ochronaprzekoroza.pl

• Ewa Sadowska: e-mail: ochronaprzekoroza-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 2021 280

Zabezpieczenie platformy wydobywczej na Bałtyku

materiałem Belzona 5831 281

Studia podyplomowe „Wyroby lakierowe. Technologia i zastosowanie” 281

ARTYKUŁY NAUKOWE / RESEARCH ARTICLES

Zależność właściwości anti-graffiti powłok lakierowych od swobodnej energii powierzchniowej

Dependence of anti-graffiti properties of coatings on free surface energy

— M. Zubielewicz, E. Langer, M. Nowicka-Nowak 282

Wpływ płynu do mycia szyb na destrukcję powłok akrylowych nadwozi samochodowych

The influence of screenwash on the destruction of acrylic coatings of car bodies

— D. Kotnarowska, P. Urban 288

OCHRONA PRZED KOROZJĄ W PRAKTYCE / CORROSION PROTECTION IN PRACTICE

Historyczny zarys ochrony przed korozją. Cz. 1 Farby

— M. Jaczewski 294

ARTYKUŁY PROMOCYJNE / SPONSORED CONTENT

Farby przeciwrzdzewne i zestawy farb produkowane przez Polifarb Łódź 302

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

Naprawy oraz ochrona kompozytami polimerowymi urządzeń HVAC

— R. Masek 305

WYDAWNICTWA

Paint Analysis 308

Microbicides in Coatings 309

Z PRASY TECHNICZNEJ

Farby antykorozyjne 310

O farbach antykorozyjnych publikowaliśmy 316

WYDARZENIA

Konferencje i targi w IV kwartale 2021 roku 314

MATERIAŁY • URZĄDZENIA • TECHNOLOGIE

Wynalazki III okł.



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 2021

Coroczny ranking producentów farb w Europie, opublikowany przez czasopismo *European Coatings* przynosi w 2021 r. niewielkie zmiany na pozycjach wiodących producentów, wskazuje jednak, że pandemia wywołana wirusem Covid-19 miała znaczny wpływ na wielkość sprzedaży w poszczególnych firmach. Pandemia spowodowała wzrost sprzedaży w sektorze DIY, podczas gdy firmy produkujące farby przemysłowe i samochodowe poniosły straty.

Dziesięciu producentów najlepiej sprzedających się farb to te same firmy, co w latach poprzednich. Po raz ostatni na liście znajduje się fiński producent farb Tikkurila i niemiecka firma średniej wielkości Wörwag. Obie firmy zostały wykupione przez amerykańską grupę PPG. Nastąpiła również niewielka zmiana w danych dotyczących sprzedaży: cała sprzedaż 25 firm z listy w roku 2019 wynosiła łącznie 23,53 mld euro, a w tym roku łączna kwota spadła o około 5% – do 22,36 mld euro.

Firma	Sprzedaż farb w mln euro	Sprzedaż farb w ubiegłym roku w mln euro	Zmiany w sprzedaży w mln euro	Zmiany w sprzedaży w proc.
Akzo Nobel	8530	9280	-750	-8,1%
BASF Coatings	3089	3746	-657	-17,5%
Jotun	1962	1670	+292	+17,5%
Hempel	1542	1534	+8	+0,5%
Deutsche Amphibolin-Werke (DAW)	1101	1087	+14	+1,3%
Beckers Group	585	600	-15	-2,5%
Tikkurila	582	564	+18	+3,2%
Brillux	468	545	-77	-14,1%
Cromology	440	415	+25	+6,0%
Teknos	384	400	-16	-4,0%
Meffert AG Farbwerke	360	345	+15	+4,3%
Mankiewicz	355	373	-18	-4,8%
CIN - Corporação Industrial do Norte, S.A.	315	235	+80	+34,0%
IVM Chemicals	290	290	0	0,0%
Flügger Group	286	244	+42	+17,2%
Tiger Coatings	255	300	-45	-15,0%
Sto	240	232	+8	+3,4%
Wörwag	220	250	-30	-12,0%
Remmers	215	207	+8	+3,9%
Mipa	205	190	+15	+7,9%
DYO (Yasar Holding)	184	179	+5	+2,8%
Grebe Holding	178	225	-47	-20,9%
Śnieżka	169	164	+5	+3,0%
Mäder	166	175	-9	-5,1%
Dold Gruppe	153	160	-7	-4,4%

Sprzedaż spadła również w przypadku dwóch najlepszych firm: Akzo Nobel i BASF Coatings. Sprzedaż holenderskiej grupy spadła o 8,1% – do 8,53 mld euro. W BASF było to nawet ponad 17%; sprzedaż spadła do około 3,09 mld euro, głównie z powodu słabnącego sektora motoryzacyjnego.

Sprzedaż w Grebe Holding zmniejszyła się jeszcze bardziej, o ponad 20%. Ten niemały spadek sprzedaży wynikał jednak wyłącznie z wyjścia z chińskiego joint venture pod koniec 2019 r.

Również austriacka firma Tiger Coatings odnotowała o 15% mniejszą sprzedaż niż rok wcześniej.

FFIL Śnieżka, jedyna polska firma w zestawieniu przesunęła się o 1 pozycję w górę, zajmując 23. pozycję.

Ranking sporządzono według obrotów generowanych dzięki sprzedaży farb. W przypadku producentów farb z siedzibą poza strefą euro sprzedaż została przeliczona na euro.

Na podstawie: European Coatings Newsletter, 18.05.2021



Zabezpieczenie platformy wydobywczej na Bałtyku materiałem Belzona 5831

Na skutek ciągłego tarcia przepływającej wody morskiej powstała erozja powłoki wokół słupów nóg kratowych platformy wydobywczej Baltic Beta umieszczonej na Morzu Bałtyckim. W konsekwencji postępującej korozji stali mogło dojść do osłabienia całej konstrukcji. Nie było możliwości przerwania pracy na remont, gdyż platforma nieprzerwanie eksploatuje złożę ropy naftowej B3 na Morzu Bałtyckim.

Zespół inżynierów Belse opracował technologię naprawy w oparciu o materiał kompozytowy Belzona 5831 (ST-Barrier), dzięki czemu naprawę wykonano na miejscu – bez konieczności wyłączenia platformy wydobywczej z eksploatacji i bez dodatkowych kosztów transportu oraz dokowania.

Materiał Belzona 5831 (ST-Barrier) został opracowany specjalnie do zastosowań na powierzchniach mokrych i zaolejonych, których nie można osuszyć przed jego zastosowaniem oraz do zastosowań podwodnych. Powłoka usuwa wodę z powierzchni, zapewniając maksymalne przyleganie do powierzchni. Po utwardzeniu zapewnia powłokę barierową zabezpieczającą wyposażenie eksploatowane



w zanurzeniu lub mające kontakt z roztworami wodnymi, charakteryzuje się doskonałym przyleganiem do powierzchni metalowych i niemetalowych. Może być stosowany także w niskich temperaturach.

Na podstawie: www.belse.com.pl

Studia podyplomowe „Wyroby lakierowe. Technologia i zastosowanie”

Piąta edycja studiów rozpocznie się 25 września 2021 r.

Organizatorami dwusemestralnych Studiów Podyplomowych „Wyroby Lakierowe. Technologia i Zastosowanie” są: Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej oraz firma ICHEMAD Profarb z Gliwic. SITPChem współpracuje tematycznie w sprawach programu.

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

Zajęcia odbywają się co drugi weekend, bezpośrednio na uczelni (w trybie zdalnym w okresie ograniczeń pandemii), w Instytucie Łukasiewicz Materiałów Polimerowych i Barwników w Gliwicach, w firmie ICHEMAD Profarb oraz w wybranym zakładzie gdzie słuchacze zapoznają się także z produkcją wybranej firmy chemicznej. Egzamin końcowy obejmuje prezentację słuchacza studiów oraz zestawy pytań.

Studia przekazują kompletną, praktyczną i przydatną wiedzę z zakresu najnowszych technologii i stosowania wszystkich rodzajów farb i lakierów.

Wykładowcami są naukowcy z Politechniki Krakowskiej, specjaliści z instytutów naukowo-badawczych, doświadczeni praktycy z przemysłu farb i lakierów oraz producenci urządzeń i instalacji do produkcji farb. Wykłady prowadzą także naukowcy i praktycy z Niemiec.

Program i szczegóły organizacyjne można znaleźć na stronie: www.studiafarby.pk.edu.pl

Na podstawie: www.sitpchem.org.pl



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

MAŁGORZATA ZUBIELEWICZ

ORCID: 0000-0003-1487-2494

EWA LANGER

ORCID: 0000-0002-8193-1987

MARZENA NOWICKA-NOWAK

ORCID 0000-0002-1065-5049

Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń

DOI: 10.15199/40.2021.9.1

Zależność właściwości anti-graffiti powłok lakierowych od swobodnej energii powierzchniowej

Dependence of anti-graffiti properties of coatings on free surface energy

Zdolność adhezji między kontaktującymi się fazami, tj. między powłoką anti-graffiti i graffiti, zależy głównie od wielkości powierzchni stykających się faz oraz oddziaływania międzycząsteczkowego powstającego na granicy faz. Wielkość powierzchni stykających się faz zależy od zdolności zwilżania danej powierzchni farbą, w tym przypadku graffiti, oraz stanu i struktury zwilżanej powierzchni. Jedną z miar stanu powierzchni powłok polimerowych, stosowaną głównie do badania zjawisk związanych z adhezją, jest wartość swobodnej energii powierzchniowej γ_s . Zgodnie z powszechnie przyjętym kryterium właściwe zwilżanie powierzchni polimerowych zachodzi wówczas, gdy ich swobodna energia powierzchniowa jest większa o co najmniej 10 mJ/m^2 od napięcia powierzchniowego wyrobu lakierowego. Ważnym czynnikiem wpływającym na oddziaływania międzyfazowe jest również struktura powierzchni danego materiału. Im powierzchnia jest bardziej rozwinięta tym lepsza jest adhezja farby, im mniej rozwinięta powierzchnia tym słabiej graffiti trzyma się zabezpieczonej powierzchni.

Celem badań było określenie przy jakich granicznych wartościach swobodnej energii powierzchniowej powłok otrzymanych z farb o właściwościach anti-graffiti napisy i rysunki są łatwousuwalne

z powłoki bez jej uszkodzenia. Stwierdzono, że wartość swobodnej energii powierzchniowej nie może stanowić kryterium zakwalifikowania farb lub lakierów do grupy wyrobów lakierowych o właściwościach anti-graffiti, ponieważ łatwość usuwania graffiti nie jest od niej bezpośrednio zależna. Podobnie usuwa się graffiti z powłok o dużej, jak i małej swobodnej energii powierzchniowej. Wydaje się, że na usuwanie graffiti większy wpływ ma więc struktura powłoki – jej rozwinięcie, mikroporowatość, itp.

Słowa kluczowe: powłoki lakierowe, anti-graffiti, energia powierzchniowa

The adhesion between the phases to be contacted, i.e. between anti-graffiti and graffiti coatings, depends mainly on the size of the surfaces of the phases to be contacted and the intermolecular interaction formed at the phase boundary. The size of the surfaces of the phases to be contacted depends on the wetting ability of the surface, in this case graffiti, and the condition and structure of the surface to be wetted. One of the measures of the surface condition of polymeric coatings, used mainly to study the phenomena related to adhesion, is the value of surface free energy γ_s . According to the commonly ac-

dr hab. inż. Małgorzata Zubielewicz pracuje w Laboratorium Badań i Technologii Farb i Lakierów Centrum Farb i Tworzyw w Gliwicach Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników. Zajmuje się głównie badaniami właściwości powłok ochronnych w zależności od środowiska i składu wyrobu lakierowego oraz opracowywaniem technologii zabezpieczeń przeciwkorozyjnych obiektów eksploatowanych w różnych środowiskach. Jest autorką/współautorką ponad 100 publikacji w krajowych i zagranicznych czasopismach naukowo-technicznych i ponad 150 referatów. Jest również redaktorem naczelnym miesięcznika „Ochrona przed Korozją” oraz członkiem Zarządu Federation of Associations of Technicians for Industry of Paints in European Countries (FATIPEC).

E-mail: malgorzata.zubielewicz@impib.lukasiewicz.gov.pl

dr inż. Ewa Langer w roku 2005 ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Od 2005 r. pracuje w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytucji Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu, w Centrum Farb i Tworzyw w Gliwicach, w zakładzie technologii wyrobów lakierowych. W roku 2012 obroniła pracę doktorską na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Zainteresowania naukowe: powłoki samorozwarstwiające się, badania właściwości fizykochemicznych wyrobów lakierowych.

E-mail: ewa.langer@impib.lukasiewicz.gov.pl

dr inż. Marzena Nowicka Nowak jest absolwentką Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej. Stopień doktora nauk technicznych uzyskała na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej. Jest wieloletnim pracownikiem naukowym Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Centrum Farb i Tworzyw w Gliwicach, zatrudniona w Grupie Badawczej Farb i Tworzyw na stanowisku Głównego Specjalisty. W swoim dorobku ma wiele prac badawczych, wykonanych ekspertyz i opinii, w tym sądowych z zakresu związanego z tematyką wyrobów lakierowych. Do zainteresowań zawodowych należą: technologia cynkowania zanurzeniowego, ochrona konstrukcji stalowych przed korozją, badania wyrobów lakierowych także ogniochronnych przeznaczonych na różne podłoża w tym stalowe, ocynkowane, czy drewniane.

E-mail: m.nowak@impib.lukasiewicz.gov.pl

■ Otrzymano / Received: 14.05.2021. Przyjęto / Accepted: 15.06.2021

cepted criterion, proper wetting of polymeric surfaces occurs when their surface free energy is at least 10 mJ/m^2 higher than the surface tension of the varnish product. The surface structure of the material is also an important factor influencing the interfacial interaction. The more developed the surface, the better the adhesion of the paint, the less developed the surface the less graffiti adheres to the protected surface.

The aim of this study was to determine at what limits the free surface energy of anti-graffiti coatings are easily removable from the coating without damaging it. It was found that the value of surface free energy cannot be a criterion for qualifying paints or varnishes to the group of paint products with anti-graffiti properties, because the ease of graffiti removal is not directly dependent on it. Similarly, graffiti is removed from coatings with both high and low surface free energy. It seems that graffiti removal is therefore more influenced by the structure of the coating - its development, microporosity, etc.

Keywords: coatings, anti-graffiti, surface energy

1. Wstęp

Napisy i rysunki graffiti [1–3] to proceder, który przybrał w ostatnich latach rozmiar niemalże epidemii. W większości przypadków graffiti jest przejawem wandalizmu i powoduje zniszczenie elewacji budynków, wagonów tramwajowych i kolejowych, instalacji przemysłowych, obiektów historycznych, itd. Jest ono trudne do usunięcia, a pozostające na ścianie graffiti niejednokrotnie powoduje powstawanie w sąsiedztwie kolejnych. Powłoki odporne na graffiti są w związku z tym przedmiotem wielu dyskusji na łamach literatury krajowej i światowej. Jest to zrozumiałe, ponieważ koszty usuwania graffiti są bardzo duże. Przykładowo: w 2000 r. koszty wyniosły w niektórych miastach USA 30 USD na mieszkańca, a do 10 USD na osobę w Australii [4]; w 2007 r. W Australii koszt usunięcia graffiti z taboru kolejowego wyniósł 2 mln USD i 8 mln USD z infrastruktury kolejowej [4]. W 2014 r. we Włoszech koszty usuwania graffiti w Mediolanie wyniosły 100 milionów euro, a w regionie Lombardii ok. 8 milionów euro [5]. Ciągle rośnie w związku z tym zapotrzebowanie na powłoki o właściwościach *anti-graffiti*.

Usuwanie graffiti z powierzchni gładkich i odpornych na rozpuszczalniki (szkło, metal, płytki ceramiczne itp.) nie nastręcza trudności, gdyż farby w sprayu i farby z flamastrów nie wnikają w strukturę podłoża. Nie jest to natomiast możliwe w przypadku porowatych i chłonnych materiałów mineralnych, jak cegła klinkierowa, tynk lub kamień, gdyż graffiti przenika głęboko do podłoża i można je usunąć jedynie z powierzchni. Po oczyszczeniu pozostaje cień, a dalsze doczyszczanie mechaniczne powoduje jedynie intensyfikację tego efektu, uwidaczniając zmianę faktury powierzchni. Graffiti nie można również usunąć z podłoża nieodpornych na rozpuszczalniki, takich jak powłoki malarskie i niektóre okładziny elewacyjne z tworzyw polimerowych, gdyż użycie rozpuszczalnika zawsze spowoduje uszkodzenie podłoża lub jego trwałe odbarwienie.

Zasadniczo dostępne są trzy różne rodzaje systemów powłokowych o właściwościach *anti-graffiti* [2–8]: systemy nietrwałe zapewniające tymczasową ochronę, oparte zwykle na żywicach nieusieciowanych, takich jak dyspersje lub emulsje akrylowe, woski, dyspersje silikonowe, itp., które można zmyć miejscowo wraz z graffiti, a następnie odtworzyć w określonym zakresie; trwałe systemy oparte na chemii siloksanów, usieciowanej żywicy epoksydowej lub poliuretanów oraz systemy półtrwałe, zazwyczaj zawierające warstwę ochronną na powierzchni trwałej powłoki. Do systemów trwałych zalicza się impregnaty i powłoki słabo zwilżalne przez popularne spraye, które są zwykle oparte na żywicach alkidowych uretanowanych lub styrenowanych. Usunięcie z takich systemów graffiti wymaga zastosowania odpowiednich zmywaczy, jednak ich użycie nie powoduje uszkodzenia powłoki, która po zabiegu może pełnić dalej funkcję ochronną.

Impregnacja *anti-graffiti* polega na nałożeniu na zewnętrzną powierzchnię podłoża środka ochronnego, który odkładając się w porach materiału chroni podłoże przed migracją graffiti w głąb. Impregnaty nie tworzą powłoki, a większość zachowuje przy tym właściwości dyfuzyjne budulca [9]. Są więc odpowiednim zabezpieczeniem dla niezbyt chłonnych podłoży mineralnych, np. cegły klinkierowej, granitu czy marmuru [10], lecz mało przydatne do ochrony podłoży bardzo chłonnych, np. piaskowca.

Trwałe powłoki *anti-graffiti* nie wnikają w głąb, lecz tworzą odporną na uszkodzenia mechaniczne i chemiczne powierzchnię warstwę ochronną niepozwalającą na kontakt graffiti z podłożem. Stosuje się je więc na powłokach malarskich lub na tworzywach polimerowych wymagających zabezpieczenia. Powłoki trwałe charakteryzują się małą swobodną energią powierzchniową, dzięki czemu graffiti ma słabą przyczepność do podłoża, z którego powinno się je łatwo usunąć nieagresywnymi środkami czyszczącymi, nieniszczącymi ochrony przed graffiti [11–14]. Stosunkowo nowe jest stosowanie jako powłok *anti-graffiti* farb proszkowych, głównie poliuretanowych [5, 15, 16].

Cała profilaktyka *anti-graffiti* sprowadza się więc do pokrycia podłoża impregnatem lub odpowiednią powłoką, która zapobiega wnikaniu farby w głąb i umożliwia usunięcie graffiti bez narażenia podłoża na uszkodzenie. Środki te chronią dodatkowo przed brudem oraz działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych, zastępując zwykłą impregnację hydrofobową.

Powłoki o właściwościach *anti-graffiti* muszą być słabo zwilżalne przez nakładane na nie wyroby lakierowe, dzięki czemu rysunki lub napisy słabo do nich przylegają. O adhezji między kontaktującymi się powierzchniami decydują głównie takie czynniki jak: geometria i wielkość stykających się powierzchni, ich skład chemiczny, morfologia wytworzonych warstewek konwersyjnych, powierzchniowe defekty strukturalne, oddziaływanie międzycząsteczkowe na granicy faz, a ogólnie stan energetyczny powierzchni [17]. Jedną z miar stanu powierzchni powłok polimerowych, stosowaną głównie do badania zjawisk związanych z adhezją, jest wartość swobodnej energii powierzchniowej γ_s . Zgodnie z powszechnie przyjętym kryterium właściwe zwilżanie powierzchni polimerowych zachodzi wówczas, gdy ich swobodna energia powierzchniowa jest większa o co najmniej 10 mJ/m^2 od napięcia powierzchniowego wyrobu lakierowego. Równie ważnym czynnikiem wpływającym na adhezję jest struktura powierzchni danego materiału lub powłoki. Im powierzchnia jest gładzsza i mniej porowata tym słabiej graffiti trzyma się zabezpieczonej powierzchni.

W celu obniżenia stopnia związania graffiti z podłożem w wyrobach lakierowych o właściwościach *anti-graffiti* stosowane są często odpowiednie środki obniżające swobodną energię powierzchniową powłoki [2, 10, 18–20]. Powłoki niektórych żywic, np. polisiloksanowych lub fluoropolimerowych, odznaczają się małą energią powierzchniową wynikającą z ich budowy chemicznej.

Wartość swobodnej energii powierzchniowej materiałów określa się pośrednio przez pomiar kąta zwilżania wybranych cieczy pomiarowych: wody destylowanej i diiodometanu [18, 21–24].

Metody obliczania wartości γ_s polimerów na podstawie pomiaru kąta zwilżania wywodzą się z równania Younga, wyprowadzonego z warunku równowagi sił napięć powierzchniowych w punkcie kontaktu trzech faz: polimer-ciecz-para (w otaczającym powietrzu) [9, 15–16]. Zmodyfikowana przez Banghama i Razouka nowa, powszechnie stosowana wersja równania Younga ma postać:

$$\gamma_s = \gamma_{SL} + \gamma_L \cos \Theta \quad (1)$$

gdzie:

γ_{SL} – międzyfazowa swobodna energia powierzchniowa układu polimer/ciecz,

γ_L – napięcie powierzchniowe cieczy zwilżającej (pomiarowej),

Θ – kąt zwilżania.

Wyznaczanie wartości γ_s bezpośrednio z równania (1) nie jest możliwe, ze względu na dwie niewiadome: γ_s i γ_{sL} . Opracowano w związku z tym wiele różnych metod wyznaczania γ_s , z których największe zastosowanie znalazła metoda Owensa-Wendta. W metodzie tej przyjmuje się, że swobodna energia powierzchniowa γ_s jest sumą dwóch składowych: dyspersyjnej γ_s^d i polarnej γ_s^p :

$$\gamma_s = \gamma_s^d + \gamma_s^p \quad (2)$$

oraz, że istnieje następująca zależność między wielkościami występującymi w równaniach (1) i (2):

$$\gamma_{sL} = \gamma_s + \gamma_L - 2 \left[(\gamma_s^d \gamma_L^d)^{0,5} + (\gamma_s^p \gamma_L^p)^{0,5} \right] \quad (3)$$

Łącząc równania (1) – (3) otrzymuje się:

$$\gamma_L (1 + \cos \theta) / 2 = (\gamma_s^d \gamma_L^d)^{0,5} - 2(\gamma_s^p \gamma_L^p)^{0,5} \quad (4)$$

Ponieważ w równaniu (4) występują dwie niewiadome: γ_s^d i γ_s^p (pozostałe wielkości są mierzalne) to do ich wyznaczenia należy dokonać pomiarów kąta zwilżania danego polimeru za pomocą dwóch różnych cieczy o znanych wartościach γ_L^d i γ_L^p , z których jedna ma charakter polarny (dużą wartość γ_L^p i małą γ_L^d), a druga ma charakter dyspersyjny (małą wartość γ_L^p i dużą γ_L^d). Ostatecznie otrzymuje się następujący układ równań:

$$(\gamma_s^d)^{0,5} + k_1 (\gamma_s^p)^{0,5} = k_2 \gamma_L (1 + \cos \theta_1) \quad (5a)$$

$$(\gamma_s^d)^{0,5} + k_3 (\gamma_s^p)^{0,5} = k_4 \gamma_L (1 + \cos \theta_2) \quad (5b)$$

gdzie:

k_1, \dots, k_4 – współczynniki zależne od rodzaju cieczy pomiarowej,
 θ_1 i θ_2 – wartości kątów zwilżania cieczy pomiarowych.

Rozwiązanie układu równań (5a i 5b) w połączeniu z zależnością (2) pozwala na wyznaczenie wartości γ_s .

2. Przygotowanie próbek do badań

Do badań zastosowano handlowe wyroby lakierowe o właściwościach *anty-graffiti*, których charakterystykę i podstawowe właściwości w stanie ciekłym podano w tabelach 1 i 2. Lakier o właściwościach *anty-graffiti* nałożono dwuwarstwowo aplikatorem, zgodnie z zaleceniami producenta, na powłoki poliwinylowe (PW), akrylowe (AK) i poliuretanowe (PUR) oraz bezpośrednio na płytki stalowe o wymiarach 150 mm x 70 mm x 0,8 mm – do badania właściwości fizyko-mechanicznych powłok. Farbę proszkową nałożono bezpośrednio na płytki stalowe i utwardzono w czasie 20 min w temp. 190°C. Grubość powłok (tabela 1) mierzono przyrządem MINITEST 4000, Elektro-Physik, wg [25]. Na tak przygotowane powłoki nałożono dwie warstwy *graffiti* farbą o nazwie Dupli-Color (color spray), RAL 6018.

W celach porównawczych w badaniach zastosowano również farby bez zadeklarowanych przez producenta właściwości *anty-*

graffiti: akrylową, epoksydową, wodną poliwinylową, wodną akrylową i proszkową.

3. Metody badań

3.1 Właściwości fizyko-mechaniczne powłok

Przeprowadzono następujące badania fizyko-mechanicznych właściwości powłok:

- przyczepności do powłok stanowiących podkład pod wyroby *anty-graffiti* wg [26] (nóż nr 2),
- giętkości na sworzniu stożkowym wg [27],
- twardości wg [28] (wahadło persozja),
- tłoczności wg [29],
- odporności na uderzenie wg [30].

3.2 Właściwości *anty-graffiti*

Swobodną energię powierzchniową badano metodą pomiaru kąta zwilżania za pomocą goniometru typu G10 firmy Krüss GmbH, stosując jako ciecze pomiarowe wodę destylowaną i diiodometan. Na każdą powłokę naniesiono po 11 kropli i w odniesieniu do każdej z nich mierzono kąt napływu. Objętość kropli cieczy pomiarowych wynosiła 2 μ l. Pomiar swobodnej energii powierzchniowej wykonano wg [31].

Badanie łatwości usuwania powłoki otrzymanej z farby użytej do *graffiti* wykonano wg [32] za pomocą (kolejno, zgodnie z normą): bawełnianego tamponu, umiarkowanie silnego detergentu – płynu do naczyń „ludwik”, alkoholu izopropylowego, benzyny do lakierów, ksylenu i metyloetyloketonu (MEK). *Graffiti* zmywano tamponem zwilżonym w cieczach do całkowitego usunięcia lub do momentu, gdy nie można było już go usunąć.

Połysek powłok *anty-graffiti* przed i po usunięciu *graffiti* oznaczono wg [33]. Badania właściwości *anty-graffiti* wykonano wg [34] przed i po ekspozycji powłok w komorze UV, Q-Panel, z fluorescencyjnymi lampami UV, stosując lampy UVA 340 i cykl: 4 h UV w temp. 60°C; 4 h kondensacji w temp. 40°C; czas trwania: 500 h. Badania starzeniowe wykonano w celu sprawdzenia czy po narażeniu powłok na symulowane warunki atmosferyczne zmieniają się właściwości *anty-graffiti* powłok.

Tabela 1. Wyroby lakierowe o właściwościach *anty-graffiti*

Table 1. Coatings with anti-graffiti properties

Ozn.	Rodzaj	Spoiwo	Średnia grubość powłoki, μ m
A	Lakier bezbarwny do ochrony trwałej	Poliuretanowe wodorocieńczalne	63,5
N	Lakier bezbarwny z wbudowanym zabezpieczeniem <i>anty-graffiti</i>	Poliuretanowe alifatyczne	37,5
TG	Lakier bezbarwny z połyskiem	Poliuretanowe alifatyczne	53,5
TM	Lakier bezbarwny matowy	Poliuretanowe alifatyczne	72,5
IN	Farba proszkowa	Poliuretanowe	71,5

Tabela 2. Właściwości fizyko-mechaniczne powłok *anty-graffiti*

Table 2. Physico-mechanical properties of anti-graffiti coatings

Wyrób lakierowy	Przyczepność met. Siatki naciąg (do powłok PW, AK, PUR i stali), stopień	Giętkość, sworzni stożkowy	Twardość, s	Tłoczność, cm	Odporność na uderzenie, cm spadku ciężarka
A	0 (do wszystkich podłoży)	Wytrzymuje próbę	46	12,2	50
N	0 (do wszystkich podłoży)	Pęknięcie do 3 cm	263	11,6	100
TG	0 (do wszystkich podłoży)	Wytrzymuje próbę	271	10,0	100
TM	0 (do wszystkich podłoży)	Wytrzymuje próbę	195	9,2	100
IN	0 (do wszystkich podłoży)	Pęknięcie do 2,5 cm	207	9,1	100

Tabela 3. Swobodna energia powierzchniowa powłok *anti-graffiti* przed i po badaniach starzeniowych w porównaniu z powłokami bez właściwości *anti-graffiti*
Table 3. Free surface energy of anti-graffiti coatings before and after aging tests compared to coatings without anti-graffiti properties

Wyrób lakierowy	Swobodna energia powierzchniowa, mN/m		Δ sw. energii pow., mN/m
	Przed badaniami starzeniowymi	Po badaniach starzeniowych	
A	47,24	41,03	-6,21
N	40,69	46,23	+5,54
TG	44,05	48,20	+4,15
TM	44,52	43,91	-0,61
IN	33,01	39,30	+6,29
Akrylowa	32,63	–	–
Epoksydowa	34,39	–	–
Wodna poliwinylowa	48,95	–	–
Wodna akrylowa	56,62	–	–
Proszkowa	40,44	–	–

Znak „-” oznacza umownie spadek swobodnej energii powierzchniowej, a „+” – wzrost swobodnej energii powierzchniowej

Tabela 4. Łatwość usuwania powłok *graffiti* z powłok o właściwościach *anti-graffiti* (zmywanie nasączonym tamponem)
Table 4. Ease of graffiti removal from anti-graffiti coatings (washing with a soaked tampon)

Wyrób lakierowy	Metoda usuwania	Wynik	
		Przed badaniami starzeniowymi	Po badaniach starzeniowych
A	bawełniany tampon	bz	bz
	detergent	bz	bz
	benzyna lakowa	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>
	alkohol izopropylowy	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>
	MEK	szybkie rozpuszczenie powłoki <i>graffiti</i> i zmycie	szybkie rozpuszczenie powłoki <i>graffiti</i> i zmycie
	mechanicznie	powłokę <i>graffiti</i> można całkowicie usunąć z podłoża szpachelką	lekką uszkodzona powłoka „odchodzi” od podłoża płåtami
N	bawełniany tampon	bz	bz
	detergent	bz	bz
	benzyna lakowa	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>
	alkohol izopropylowy	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>
	MEK	rozpuszczenie powłoki <i>graffiti</i> i zmycie	rozpuszczenie powłoki <i>graffiti</i> i zmycie
	mechanicznie	powłokę <i>graffiti</i> można całkowicie usunąć z podłoża szpachelką	powłokę <i>graffiti</i> można całkowicie usunąć z podłoża szpachelką
TG	bawełniany tampon	bz	bz
	detergent	bz	bz
	benzyna lakowa	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>
	alkohol izopropylowy	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>
	MEK	rozpuszczenie powłoki <i>graffiti</i> i zmycie	rozpuszczenie powłoki <i>graffiti</i> i zmycie
	mechanicznie	powłoka trudno „odchodzi” od podłoża	powłoka trudno „odchodzi” od podłoża
TM	bawełniany tampon	bz	bz
	detergent	bz	bz
	benzyna lakowa	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>
	alkohol izopropylowy	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>
	MEK	rozpuszczenie powłoki <i>graffiti</i> i zmycie	rozpuszczenie powłoki <i>graffiti</i> i zmycie
	mechanicznie	powłoka trudno „odchodzi” od podłoża	powłoka trudno „odchodzi” od podłoża
IN	bawełniany tampon	bz	bz
	detergent	bz	bz
	benzyna lakowa	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>
	alkohol izopropylowy	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>	minimalna zmiana barwy powłoki <i>graffiti</i>
	MEK	szybkie rozpuszczenie powłoki <i>graffiti</i> i zmycie	szybkie rozpuszczenie powłoki <i>graffiti</i> i zmycie
	mechanicznie	powłokę <i>graffiti</i> można całkowicie usunąć z podłoża szpachelką	powłokę <i>graffiti</i> można całkowicie usunąć z podłoża szpachelką

3. Omówienie wyników badań

3.1 Właściwości fizyko-mechaniczne

Badane powłoki charakteryzują się bardzo dobrą przyczepnością do zastosowanych jako powłoki podkładowe otrzymane z farb PW, AK i PUR oraz do stali (tabela 2). Najmniejszą twardość i odporność na uderzenie wykazuje powłoka lakieru ozn. jako A, odznacza się natomiast bardzo dobrą tłocznością i giętkością. Pozostałe powłoki charakteryzują się podobnymi właściwościami mechanicznymi, za wyjątkiem odporności na zginanie – próbki ozn. jako N i IN wykazują mniejszą giętkość niż ozn. jako A, TG i TM.

3.2 Właściwości *anti-graffiti*

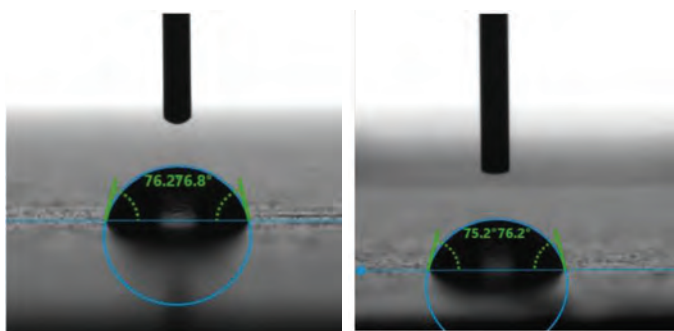
Właściwości *anti-graffiti* oznaczono na podstawie wartości swobodnej energii powierzchniowej, łatwości usuwania *graffiti* metodami zamieszczonymi w [32] oraz wartości zmiany połysku. Badania wykonano po usunięciu *graffiti*, przed i po badaniach starzeniowych imitujących warunki atmosferyczne w komorze z lampami fluorescencyjnymi.

Najmniejszą swobodną energią powierzchniową charakteryzuje się powłoka otrzymana z farby proszkowej IN (33,01 mN/m) o właściwościach *anti-graffiti*, ale podobnie niskie wartości energii wykazują również powłoki bez zadeklarowanych właści-

Tabela 5. Łatwość usuwania powłok graffiti z powłok bez zadeklarowanych właściwości *anti-graffiti*

Table 5. Ease of graffiti removal from coatings without declared *anti-graffiti* properties

Wyrób lakierowy	Metoda usuwania	Wynik
Akrylowa	bawełniany tampon	bz
	detergent	bz
	benzyna lakowa	minimalna zmiana barwy powłoki graffiti
	alkohol izopropylowy	minimalna zmiana barwy powłoki graffiti
	MEK	rozpuszczenie powłoki graffiti i zmycie
Wodna akrylowa	bawełniany tampon	bz
	detergent	bz
	benzyna lakowa	minimalna zmiana barwy powłoki graffiti
	alkohol izopropylowy	minimalna zmiana barwy powłoki graffiti
	MEK	rozpuszczenie powłoki graffiti i zmycie
Epoksydowa	bawełniany tampon	bz
	detergent	bz
	benzyna lakowa	minimalna zmiana barwy powłoki graffiti
	alkohol izopropylowy	minimalna zmiana barwy powłoki graffiti
	MEK	rozpuszczenie powłoki graffiti i zmycie
Wodna poliwinylowa	bawełniany tampon	bz
	detergent	bz
	benzyna lakowa	minimalna zmiana barwy powłoki graffiti
	alkohol izopropylowy	minimalna zmiana barwy powłoki graffiti
	MEK	błyskawiczne rozpuszczenie powłoki graffiti i zmycie
Proszkowa	bawełniany tampon	bz
	detergent	bz
	benzyna lakowa	minimalna zmiana barwy powłoki graffiti
	alkohol izopropylowy	minimalna zmiana barwy powłoki graffiti
	MEK	rozpuszczenie powłoki graffiti i zmycie



Rys. 1. Kąt zwilżania wodą powłoki lakieru matowego TM: a) przed badaniami starzeniowymi, b) po badaniach starzeniowych

Fig. 1. Water contact angle of TM matt coating: a) before aging tests, b) after aging tests

wości *anti-graffiti* – akrylowa rozpuszczalnikowa (32,63 mN/m) i epoksydowa (34,39 mN/m) (tabela 3). Najwyższą energię powierzchniową ma powłoka lakieru A (47,24 mN/m), porównywalną z powłoką wodnej farby akrylowej bez właściwości *anti-graffiti* (48,95 mN/m). Powłoki lakieru N i zastosowanej w celach porównawczych farby proszkowej charakteryzują się podobną swobodną energią powierzchniową, odpowiednio: 40,69 mN/m i 40,44 mN/m. Po badaniach starzeniowych energia powłok ozn. jako A, N, TG i IN zmieniła się w zakresie od ok. 4–6 mN/m (zanotowano spadek lub wzrost energii powierzchniowej), natomiast w przypadku lakieru matowego TM pozostała praktycznie bez zmian; nie zmienił się w związku z tym również kąt zwilżania (rys. 1).

Łatwość zmywania graffiti tamponem nasączonym w środkach podanych w [32] – przed, jak i po starzeniu w komorze

Tabela 6. Połysk powłok *anti-graffiti* przed i po usunięciu graffiti (przed badaniami starzeniowymi)

Table 6. Gloss of *anti-graffiti* coatings before and after graffiti removal (before aging tests)

Wyrób lakierowy	Połysk 20°/60°		Spadek połysku
	Przed usunięciem graffiti	Po usunięciu graffiti	
A	90,6/110,0	33,5/104,0	57,1/6,0
N	96,0/110,0	26,6/94,3	69,4/15,7
TG	73,3/106,0	25,2/69,4	48,1/36,6
TM	5,2/18,1	4,2/17,3	1,0/0,8
IN	46,0/74,7	40,7/71,4	5,3/3,3

Tabela 7. Połysk powłok *anti-graffiti* przed i po usunięciu graffiti (po badaniach starzeniowych)

Table 7. Gloss of *anti-graffiti* coatings before and after graffiti removal (after aging tests)

Wyrób lakierowy	Połysk 20°/60°		Spadek połysku
	Przed usunięciem graffiti	Po usunięciu graffiti	
A	30,2/71,0	13,0/47,6	17,2/23,4
N	74,2/107,0	29,9/83,1	44,3/23,9
TG	74,3/105,0	10,8/39,9	63,5/65,1
TM	3,9/16,6	3,2/12,9	0,7/3,7
IN	43,5/72,4	31,2/61,6	12,3/10,8

QUV – jest niezależna od swobodnej energii powierzchniowej (tabela 4). Powłokę narusza dopiero MEK. Podobny skutek uzyskano również w przypadku graffiti nałożonego na powłoki bez zadeklarowanych właściwości *anti-graffiti* (tabela 5). Niezależnie od tego czy swobodna energia powierzchniowa zmniejszyła się czy zwiększyła po badaniach starzeniowych, łatwość zmywania była podobna do tej przed starzeniem, co jest dodatkowym dowodem, że nie jest bezpośrednio zależna od wartości energii.

Najłatwiej usuwa się graffiti z powłoki otrzymanej z farby proszkowej ozn. IN – powłoka gwałtownie marszczy się i graffiti odpaja się od powłoki stanowiącej podłoże, przy czym powłoka ta pozostaje nienaruszona. Łatwiej, niż w przypadku pozostałych powłok, zmywa się graffiti z powłoki lakieru A, pomimo że ma ona dość wysoką wartość swobodnej energii powierzchniowej (47,24 mN/m). Bardzo łatwo usuwa się również graffiti z powłoki otrzymanej z wodnej farby poliwinylowej, która ma najwyższą, spośród badanych, swobodną energię powierzchniową (48,95 mN/m).

Z powłoki lakieru ozn. A można także łatwo usunąć graffiti mechanicznie, po lekkim uszkodzeniu. Podobnie łatwo można szpachelką usunąć graffiti z powłoki lakieru ozn. N i powłoki otrzymanej z farby proszkowej ozn. IN, które odznaczają się niską energią powierzchniową (tabela 3).

Najmniejszy spadek połysku po usunięciu graffiti – zarówno przed i po starzeniu – stwierdzono w przypadku powłoki matowego lakieru ozn. TM, a także powłoki otrzymanej z farby proszkowej ozn. IN (tabela 6 i 7). Pozostałe trzy powłoki wyrobów o właściwościach *anti-graffiti* tracą połysk po zmyciu graffiti w znacznie większym stopniu, przy czym należy zauważyć, że w przypadku powłoki lakieru ozn. A po badaniach w komorze UV następuje silne zmato-

wienie, przez co spadek połysku w tym przypadku jest mniejszy niż przed starzeniem (tabela 7).

4. Podsumowanie

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań można stwierdzić, że łatwości usuwania *graffiti* z powłok wyrobów lakierowych o właściwościach *anty-graffiti*, jak również z powłok otrzymanych z farb bez zadeklarowanych właściwości *anty-graffiti*, nie da się jednoznacznie powiązać z wielkością swobodnej energii powierzchniowej powłok. Podobnie da się usunąć *graffiti* z powłok o dużej, jak i o małej swobodnej energii powierzchniowej. Wyjątkiem jest powłoka otrzymana z farby proszkowej, oznakowana w badaniach jako IN, która odznacza się jedną z najniższych wartości swobodnej energii powierzchniowej (33,01 mN/m), a jednocześnie najłatwiej z niej zmyć *graffiti* za pomocą MEK. Funkcjonalność powłoki *anty-graffiti* zależy przede wszystkim od jej odporności chemicznej na agresywne środki czyszczące, np. MEK.

Wydaje się, że zdolność powierzchni do usuwania *graffiti* może być zależna w większym stopniu od struktury powłoki – jej rozwinięcia, mikroporowatości – czego potwierdzeniem mógłby być obraz powierzchni i przekroju powłoki otrzymany metodą SEM oraz topografii powierzchni uzyskany za pomocą profilometru.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Antigrffiti Coating, U.S. Patent 5,773,091. June 30, 1998. *Metal Finishing* 96 : 124.
- [2] Vera Gomes, Amélia Dionísio, J. Santiago Pozo-Antonio. 2017. "Conservation strategies against graffiti vandalism on Cultural Heritage stones: Protective coatings and cleaning methods". *Progress in Organic Coatings* 113 : 90–109.
- [3] Hualiang (Harry) Tenga, Anil Puli, Moses Karakouzian, Xuecai Xu. 2012. "Identification of Graffiti Countermeasures for Highway Facilities". *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 43 : 681–691.
- [4] L.H.P. Gommans. Corrosion & Prevention 2000 Paper 072, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.611.5247&rep=rep1&type=pdf>
- [5] Stefano Rossi, Michele Fedel, Simone Petrolli, Flavio Deflorian. 2017. "Characterization of the Anti-Graffiti Properties of Powder Organic Coatings Applied in Train Field". *Coatings* 7 / coatings7050067.
- [6] Malshe, V.C., Nivedita S. Sangaj. 2005. "Fluorinated acrylic copolymers: Part I: Study of clear coatings". *Progress in Organic Coatings* 53 : 207–211.
- [7] http://www.silikony.home.pl/?opt=asortyment&item_id=22
- [8] Norbert Radek, Łukasz Pasięczyński Łukasz. 2015. „Właściwości i aplikacje systemu powłokowego antygraffiti”. *Mechanik* 12 : 29–32.
- [9] Teresa Szymura, Mikołaj Kozak. 2014. „Antygraffiti – badania skuteczności wybranych preparatów do zabezpieczania elewacji i usuwania zabrudzeń”. <http://www.inzynierbudownictwa.pl/drukuj/7102/>
- [10] Dennis Kronlund, Mika Lindén, Jan-Henrik Smått. 2016. "A sprayable protective coating for marble with water-repellent and anti-graffiti properties". *Progress in Organic Coatings* 101 : 359–366.
- [11] Marzena Nowicka-Nowak. 2009. „Lakiery do zabezpieczeń antygraffiti”. *Ochrona przed Korozją* 2 : 39–42.
- [12] Jadwiga Wrzesińska, Agnieszka Królikowska. 2004. „Koniec pobazgranych ścian?”. *Lakiernictwo Przemysłowe* 5 : 13–14.
- [13] Jadwiga Wrzesińska. 2006. „Zabezpieczenia konstrukcji budowlanych przed graffiti”. *Lakiernictwo Przemysłowe* 6 : 9–11.
- [14] Jadwiga Wrzesińska, Agnieszka Królikowska. 2005. „Problem graffiti i walki z nim”. *Ochrona przed Korozją*, 1 : 5–8.
- [15] Stefano Rossi, Michele Fedel, Simone Petrolli, Flavio Deflorian. 2016. "Behaviour of different removers on permanent anti-graffiti organic coatings". *Journal of Building Engineering*, 5 : 104–113
- [16] Stefano Rossi, Michele Fedel, Flavio Deflorian, Andrea Feriotti. 2018. "The Corrosion Behavior of Anti-Graffiti Polyurethane Powder Coatings". *Corrosion Science and Technology* 17 : 257–264.
- [17] Jacek Domińczuk. 2012. „Wpływ stanu energetycznego warstwy wierzchniej na wytrzymałość połączenia adhezyjnego”. *Postępy Nauki i Techniki*, 13 : 30–36.
- [18] Marian Żenkiewicz, Jan Gołębiwski. 2000. *Biuletyn informacyjny*, 3 : 23–30.
- [19] J.S. Pozo-Antonio J.S., T. Rivas, M.P. Fiorucci, A.J. Lopez, A. Ramil. 2016. „Effectiveness and harmfulness evaluation of graffiti cleaning by mechanical, chemical and laser procedures on granite”. *Microchemical Journal*. 125 : 1–9.
- [20] Enrico Ciliberto, Daniela Maria Battaglia, Claudia Capello, Maria Gatto, Salvatore La Delfa, Maurizio Masieri, Giovanni Quart. 2013. *Procedia Chemistry* 8 : 165–174.
- [21] Marian Żenkiewicz, Jan Gołębiwski, Stanisław Lutomirski. 1999. „Doświadczalna weryfikacja niektórych elementów metody van Ossa-Goda”. *Polimery* 44 : 212–217.
- [22] Marian Żenkiewicz. *Adhezja i modyfikowanie warstwy wierzchniej tworzyw wielkocząsteczkowych*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne PWN-WNT 2000, ISBN 83-204-2547-6.
- [23] Anna Rudawska, Elżbieta Jacniacka. 2009. "Analysis for determining surface free energy uncertainty by the Owen-Wendt method". *International Journal of Adhesion and Adhesives* 29 : 451–457.
- [24] Łukasz Pasięczyński, Radek, Norbert, Jolanta Radziszewska-Wolińska. 2018. „Operational properties of anti-graffiti coating systems for rolling stock”. *Advances in Science and Technology Research Journal* 12 : 127–134.
- [25] PN-EN ISO 2808:2008 *Farby i lakiery – Oznaczanie grubości powłoki*
- [26] PN-EN ISO 2409:2013-06 *Farby i lakiery – Badanie metodą siatki nacięć*
- [27] PN-EN ISO 6860:2006 *Farby i lakiery – Próba zginania (sworzeń stożkowy)*
- [28] PN-EN ISO 1522:2008 *Farby i lakiery – Badanie metodą tłumienia wahadła*
- [29] PN-EN ISO 1520:2007 *Farby i lakiery – Badanie tłoczności*
- [30] PN-EN ISO 6272-1:2011 *Farby i lakiery – Badania nagłego odkształcenia (odporność na uderzenie) – Część 1: Badanie za pomocą spadającego ciężarka, wglębniak o dużej powierzchni*
- [31] ISO 19403-2 *Paints and varnishes – Wettability – Part 2: Determination of the surface free energy of solid surfaces by measuring of contact angle*
- [32] ASTM D6578 / D6578M – 13(2018) *Standard Practice for Determination of Graffiti Resistance*
- [33] PN-EN ISO 2813:2014-11 *Farby i lakiery – Oznaczanie wartości połysku pod kątem 20 stopni, 60 stopni i 85 stopni*
- [34] PN-EN ISO 16474-3:2014-02 *Farby i lakiery – Metody ekspozycji na laboratoryjne źródła światła – Część 3: fluorescencyjne lampy UV*

DANUTA KOTNAROWSKA

ORCID 0000-0001-8790-3381

PAULINA URBAN

ORCID 0000-0002-2529-3132

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

DOI: 10.15199/40.2021.9.2

Wpływ płynu do mycia szyb na destrukcję powłok akrylowych nadwozi samochodowych

The influence of screenwash on the destruction of acrylic coatings of car bodies

W artykule przedstawiono wpływ oddziaływania zimowego płynu do mycia szyb samochodowych na destrukcję powłok akrylowych, stosowanych w lakiernictwie renowacyjnym nadwozi samochodowych. Kontakt powierzchni powłok akrylowych z płynem do mycia szyb przyczynił się do ich destrukcji chemicznej oraz fizycznej. Zmiany w strukturze chemicznej zewnętrznych warstw powłok spowodowały zwiększenie ich swobodnej energii powierzchniowej, przede wszystkim jej składowej polarnej. Większą destrukcją fizyczną powłok, w postaci wykruszeń i wytrawień, obserwowano w przypadku powłok, które przed rozpoczęciem badań starzenia pod wpływem płynu do mycia szyb, przebywały na stacji klimatycznej w okresie 2 lat.

Słowa kluczowe: powłoki akrylowe, starzenie klimatyczne, starzenie płynem do mycia szyb, destrukcja

The article concerns the influence of screenwash on the destruction of acrylic coatings used as renovation coatings applied on car bodies.

It was stated that contact of surfaces of acrylic coatings with screenwash led to their chemical and physical destruction. Changes in chemical structure of topcoats contributed to the increase of their surface free energy – first of all its polar component.

Chemical and physical destruction in the form of chippings and etchings was greater in the case of coatings aged at the climatic station for 2 years prior to tests of screenwash influence.

Keywords: acrylic coatings, climatic ageing, screenwash, destruction

1. Wprowadzenie

Na podstawie przeprowadzonego studium literaturowego można stwierdzić, że do obecnej chwili nie zostały rozwiązane problemy efektywnego prognozowania trwałości eksploatacyjnej powłok polimerowych. Spowodowane jest to brakiem teoretycznych mo-

deli, opisujących kinetykę rozwoju procesów destrukcji powłok pod wpływem czynników eksploatacyjnych. Wynika to z faktu wysokiej złożoności systemu ŚRODOWISKO ESPLOATACJI – POWŁOKA – PODŁOŻE POWŁOKI, którego elementy składowe i relacje zachodzące między nimi ulegają ciągłej ewolucji. Zmienne są zarówno czynniki eksploatacyjne, jak i ich natężenie, a także skład materiałów, z których wytwarzane są powłoki polimerowe [1, 4, 6–8, 14, 17–19, 23]. Wprowadzane są również nowe materiały konstrukcyjne (kompozytowe), stosowane jako podłoża powłok polimerowych [2, 23, 30].

W ostatnim dziesięcioleciu znaczną poprawę jakości ochronno-dekoracyjnych powłok nadwozi samochodowych uzyskano dzięki rozwojowi nanotechnologii i jej implementacji w produkcji materiałów malarskich, stosowanych w lakiernictwie samochodowym [2]. Do modyfikacji właściwości fizykochemicznych powłok polimerowych (w tym akrylowych) najczęściej stosowane są nanonapełniacze, takie jak: ditlenek krzemu [3, 15, 16, 24, 29] oraz ditlenek tytanu [5, 21, 25]. Poprawiają one odporność powłok na czynniki klimatyczne [5, 18, 19, 21, 25] oraz czynniki cieplne i mechaniczne [15, 28]. Nanonapełniacze oraz nanopigmenty ograniczają także migrację mediów agresywnych oraz wilgoci do wnętrza powłok, dzięki zwiększeniu ich szczelności i hydrofobowości [18, 19, 22, 27]. Celem uzyskania odporności powłok na oddziaływanie mikroorganizmów do składu powłok wprowadza się nanocząstki srebra [15, 20, 30].

Należy podkreślić, że czynniki eksploatacyjne oddziałujące na ochronno-dekoracyjne powłoki nadwozi samochodowych mają charakter dynamiczny. Ponadto, na powłoki mogą jednocześnie i synergicznie oddziaływać czynniki klimatyczne (promieniowanie słoneczne, wiatr, opady deszczu i gradu), a także czynniki środowiskowe, na przykład, w postaci kwaśnego deszczu, solanki, oraz płynów eksploatacyjnych, takich jak: kwas akumulatorowy, olej napędowy, benzyna, płyn hamulcowy, płyn do mycia szyb, rozważany

Prof. dr. hab. inż. Danuta Kotnarowska – miejsce zatrudnienia: Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Mechaniczny; ukończone studia: Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniki Precyzyjnej (obecnie Mechatroniki); zainteresowania zawodowe: zastosowanie 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 roku 2017 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: 23.07.2021. Przyjęto / Accepted: 13.08.2021

w niniejszym artykule. Wobec powyższych faktów przewidywanie trwałości eksploatacyjnej powłok jest bardzo utrudnione [1, 2, 10–13].

O odporności powłok polimerowych, chroniących powierzchnię obiektów technicznych przed negatywnym oddziaływaniem czynników środowiskowych, w dużym stopniu decyduje hydrofیلowość ich powierzchni, uwarunkowana wartością kąta zwilżania Θ_c . Należy zaznaczyć, że na powierzchni powłok hydrofیلowych krople wody rozplývają się całkowicie i wtedy kąt zwilżania $\Theta_c = 0^\circ$. Natomiast najkorzystniejsze pod względem własności ochronnych są powłoki o niskiej zwilżalności (zwane powłokami hydrofobowymi), charakteryzujące się kątem zwilżania $\Theta_c = 90^\circ \div 180^\circ$. Natomiast w przypadku, gdy kąt $\Theta = 180^\circ$ powłoka polimerowa jest całkowicie niezwilżalna wodą [22, 27].

Stopień zwilżalności powierzchni powłok polimerowych wodą ma wpływ na ich podatność na przenikanie mediów agresywnych (wodnych roztworów: kwasów, zasad, soli) do wnętrza powłok. To znaczy, im mniejszy jest kąt zwilżania Θ_c , tym powierzchnia zwilżania powłok mediami agresywnymi jest większa, co skutkuje większą ich nasiąkliwością. Absorpcja mediów agresywnych do wnętrza powłok przyczynia się do ich pęcznienia oraz do degradacji struktury chemicznej tworzywa powłokotwórczego [11]. W przypadku, gdy $\Theta_c = 45^\circ \div 90^\circ$, wnikanie mediów agresywnych (wody) w powierzchniowe warstwy powłok istotnie zależy od struktury chemicznej polimeru powłokotwórczego i geometrii profilu chropowatości powierzchni powłok [26]. Rozwój procesów destrukcji w powłokach polimerowych pod wpływem czynników klimatycznych przyczynia się do obniżenia kąta zwilżania Θ_c , tym samym powodując zwiększenie nasiąkliwości powłok mediami agresywnymi [8, 9, 12].

Czynnikiem klimatycznym silnie niszczącym powierzchnię powłok polimerowych nadwozi samochodowych jest promieniowanie słoneczne, zwłaszcza promieniowanie ultrafioletowe UV-A, o długości fali 315–400 nm. Przyczynia się ono do fotoutleniania powierzchniowych warstw powłok polimerowych, który to proces ma charakter rodnikowy, intensyfikujący rozwój w strukturze powłok defektów w postaci porów i/lub pęknięć. Utlenianie starzeniowe tworzywa powłokotwórczego znajduje odzwierciedlenie we wzroście intensywności pasma grup karbonylowych (C=O), występujących w jego widmie FTIR [11, 14, 18].

Destrukcja powłok polimerowych poddanych oddziaływaniu promieniowania ultrafioletowego zmniejsza ich odporność na oddziaływanie mediów agresywnych [11], w tym płynów eksploatacyjnych [9]. Ponadto, rozwój procesów starzeniowych w powłokach polimerowych, poddanych oddziaływaniu czynników klimatycznych przyczynia się do obniżenia temperatury początku ich utleniania (wyznaczonej w badaniach DSC), co świadczy o zmniejszeniu odporności cieplnej powłok [8, 14].

Badania wykazały, że utlenione warstwy powierzchniowe powłok charakteryzują się zwiększoną kruchością, co sprzyja wykruszaniu ich fragmentów i wzrostowi chropowatości powierzchni [8, 9, 11, 12, 14]. Na zwiększenie chropowatości powierzchni powłok polimerowych ma również wpływ tworzenie się w ich warstwach powierzchniowych pęknięć srebrzystych, tworzących się pod wpływem promieniowania ultrafioletowego i/lub w wyniku oddziaływania niewielkich naprężeń rozciągających [11].

Podczas użytkowania powłok polimerowych w mikrozagłębieniach na ich powierzchni mogą lokować się zanieczyszczenia organiczne oraz wilgoć, stwarzając tym samym korzystne warunki środowiskowe do rozwoju mikroorganizmów, takich jak: wirusy, bakterie, glony, grzyby pleśniowe. Ich produkty przemiany materii powodują inicjację korozji mikrobiologicznej powłok. Mikroorganizmy, zasiedlające powłoki, przyczyniają się do powstawania w nich wytrawień powierzchniowych, które w kolejnych etapach rozwoju potrafią przeistoczyć się w kratery, sięgające nawet do podłoża. Powłoka traci wówczas własności ochronne względem zabezpie-

czanego nią podłoża. Natomiast mikroorganizmy rozwijające się na podłożu powłok mogą przyczynić się do rozwoju korozji podpowłokowej, powodując utratę adhezji powłok [30].

Destrukcja powłok polimerowych nadwozi samochodowych pod wpływem czynników klimatycznych oraz czynników środowiskowych zwiększa ich podatność na niszczenie w wyniku oddziaływania na ich powierzchnię płynów eksploatacyjnych, stosowanych podczas użytkowania samochodu [9].

W niniejszym artykule zbadano wpływ oddziaływania zimowego płynu do mycia szyb (stosowanego w spryskiwaczach) na destrukcję powłok akrylowych (nadwozi samochodowych) niestarzonych klimatycznie, a także powłok akrylowych uprzednio starzonych na stacji klimatycznej (w okresie 2 lat).

2. Materiały i przygotowanie próbek do badań

Badano skutki oddziaływania zimowego płynu do mycia szyb samochodowych na powierzchnię powłok akrylowych. Powłoki te są powszechnie aplikowane w zakładach naprawczych, podczas renowacji nadwozi samochodowych.

Badano próbki powłok (trójwarstwowych systemów powłokowych) naniesione na powierzchnię płytek stalowych o wymiarach (160 x 80 x 2) mm. Płytki wycięto z blachy, otrzymanej ze stali konstrukcyjnej, uspokojonej S 235 JRG 2 (wg PN-EN 10025-1:2007). Przed naniesieniem warstwy podkładowej, powierzchnię płytek stalowych czyszczono papierem ściernym (o gradacji P80), a następnie odtuszczano rozpuszczalnikiem ekstrakcyjnym.

Próbki systemów powłokowych uzyskano nanosząc na powierzchnię płytek stalowych (metodą natrysku pneumatycznego) kolejno trzy rodzaje powłok akrylowych: powłokę podkładową, powłokę pośrednią (o barwie czerwonej) oraz powłokę nawierzchniową wykonaną z lakieru akrylowego. Powłoka pośrednia była pigmentowana czerwienią żelazową, którą stanowiły nanocząstki tritlenku diżelaza (Fe_2O_3), o rozmiarach ziarna $d \leq 60$ nm.

Po wytworzeniu akrylowe systemy powłokowe poddane zostały aklimatyzacji w okresie 10 dni, w temperaturze $20 \pm 2^\circ\text{C}$, w środowisku o wilgotności względnej $65 \pm 5\%$, zgodnie z normą PN-EN 23270:1993. Po przeprowadzonej aklimatyzacji systemów powłokowych, wykonano badania wstępne ich właściwości fizykochemicznych.

Następnie przeprowadzono badania skutków oddziaływania zimowego płynu do mycia szyb na powierzchnię powłok. W skład płynu do mycia szyb wchodzi: woda destylowana (63%), alkohol etylowy (35%), glikol etylenowy, keton etylowo-metylowy, metanol, propan. W badaniach stosowano płatki bawełniane (o średnicy 50 mm) nasączone płynem do mycia szyb, które następnie nakładano na powierzchnię badanych powłok. Maksymalny okres kontaktu płynu do mycia szyb z powierzchnią powłok akrylowych wynosił 336 h.

Oddziaływaniu płynu do mycia szyb poddano dwa rodzaje powłok (systemów powłokowych): powłoki akrylowe (C0) (niestarzone klimatycznie) oraz powłoki akrylowe (C2), uprzednio starzone (zgodnie z normą PN-EN ISO 2810:2005) na stacji klimatycznej w okresie 2 lat. Stan powierzchni powłok, poddanych oddziaływaniu płynu do mycia szyb, oceniano po upływie: 96, 168, 336 godzin.

3. Metodyka badań powłok akrylowych

Oceny zmian stanu powierzchni powłok akrylowych pod wpływem płynu do mycia szyb dokonano na podstawie wyników badań ich właściwości fizykochemicznych, takich jak: grubość, twardość, chropowatość powierzchni, połysk oraz barwa. Badano również hydrofیلowość powierzchni powłok, ocenianą za pomocą kąta zwilżania Θ_c .

Metodyka badań grubości powłok akrylowych

Grubość powłok badano za pomocą ultrametru Elcometer 456CFN (wg normy PN-EN ISO 2808:2020-01). Średnia grubość powłok odpowiadała $125 \pm 1 \mu\text{m}$.

Metodyka badań twardości powłok akrylowych

Do badań twardości powłok wg Buchholza zastosowano twardościomierz (firmy Erichsen), zgodnie z wytycznymi normy PN-EN ISO 2815:2004.

Metodyka badań chropowatości powierzchni powłok akrylowych

Stan powierzchni powłok analizowano na podstawie parametrów Ra, Rz, Rt profilu ich chropowatości. Chropowatość powierzchni-powłok oceniono za pomocą mikroskopu interferometrycznego Talysurf CCI firmy Taylor Hobson, który umożliwia dokonywanie pomiarów metodą optyczną (wg norm PN-M-04251:1987 oraz PN-EN ISO 8501-1:2008).

Metodyka badań morfologii powierzchni powłok akrylowych

Destrukcyjną fizyczną powierzchnię starzonych powłok akrylowych badano przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego SU-70 firmy Hitachi, z emisją polową.

Metodyka badań kąta zwilżania Θ_c powłok akrylowych

Kąt zwilżania Θ_c wyznaczano korzystając z mikroskopu stereoskopowego, wyposażonego w kamerę, z zastosowaniem oprogramowania MicroScan.

Metodyka badań połysku powłok akrylowych

W badaniach połysku (wg PN-EN ISO 2813:2014-11) użyto połyskościomierza Rhopoint IQ-S (firmy Konica Minolta).

Metodyka badań barwy powłok akrylowych

Barwę powłok oceniano na podstawie wyników badań, przeprowadzonych za pomocą spektrofotometru CM-700d (firmy Konica Minolta).

Metodyka starzenia powłok akrylowych pod wpływem czynników klimatycznych w warunkach naturalnych

Starzenie klimatyczne powłok akrylowych przebiegało na specjalnych stojakach, na których mocowano próbki stalowe z naniesionymi powłokami akrylowymi (wg PN-EN ISO 2810:2021-03), po uprzednim poddaniu ich procesowi aklimatyzacji. Stojaki z próbkami eksponowane były w okresie 2 lat na stacji klimatycznej, usytuowanej na terenie Wydziału Mechanicznego UTH w Radomiu.

Metodyka starzenia powłok akrylowych płynem do mycia szyb

Badano skutki starzenia powłok akrylowych w wyniku oddziaływania na ich powierzchnię zimowego płynu do mycia szyb, stosowanego w spryskiwaczach samochodowych. Maksymalny okres kontaktu płynu do mycia szyb z powierzchnią powłok akrylowych wyniósł 336 h. W tym celu płatki waty, nasączone tym płynem, nałożono na powierzchnię badanych powłok akrylowych. Płyn uzupełniano co 24 godziny w miarę jego wysychania. Po upływie odpowiedniego okresu badań (wynoszącego: 96 h, 168 h, 336 h) dokonywano oceny jakości powierzchni powłok oraz przeprowadzono badania ich właściwości fizykochemicznych.

4. Ocena oddziaływania płynu do mycia szyb samochodowych na destrukcję powłok akrylowych

4.1. Ocena kąta zwilżania Θ_c powierzchni powłok akrylowych

Kontakt powierzchni powłok akrylowych z płynem do mycia szyb przyczynił się do obniżenia kąta zwilżania Θ_c (tabela 1).

Tabela 1. Kąt zwilżania Θ_c powłok akrylowych: C 0 – powłoka (wzorcowa) niestarzona; C 0-PS – powłoka starzona płynem do mycia szyb (PS) w okresie 336 h; C 2 – powłoka starzona klimatycznie w ciągu 2 lat; C 2-PS – powłoka starzona PS w okresie 336 h, po uprzednim starzeniu klimatycznym w ciągu 2 lat

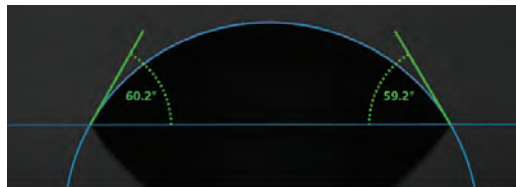

Table 1. Contact angle Θ_c of the acrylic coatings: C0 – unaged (reference coating), C0-PS – unaged subjected to screenwash (PS) action for 336 h, C2-PS – aged climatically for 2 years and then subjected to PS action for 336 h

Symbol powłoki	Okres starzenia klimatycznego [lata]	Okres starzenia płynem do mycia szyb (PS) [h]	Kąt zwilżania Θ_c [°]			
			wodą		dijodometanem	
			Θ_c	δ_θ	Θ_c	δ_θ
C 0	0	0	76,52	6,12	49,83	2,99
C 0-PS	0	336	65,63	7,79	54,77	3,83
C 2	2	0	62,39	3,51	55,80	2,12
C 2-PS	2	336	58,09	8,18	53,46	9,20

Oddziaływanie płynu do mycia szyb w okresie 336 h na powierzchnię niestarzonych klimatycznie powłok akrylowych przyczyniło się do zmniejszenia kąta zwilżania Θ_c powłok akrylowych o 14%. Powłoki starzone klimatycznie i następnie poddane oddziaływaniu płynu do mycia szyb charakteryzowały się najmniejszym kątem zwilżania Θ_c . W porównaniu z powłoką niestarzoną (C0) kąt Θ_c uległ zmniejszeniu o 24%, co ma istotny wpływ na zwiększenie podatności tych powłok na nasiąkanie wodą (tab. 1 i 2).

Tabela 2. Graficzny obraz kąta zwilżania Θ_c powierzchni powłok akrylowych poddanych oddziaływaniu płynu do mycia szyb w okresie 336 h (oznaczenia wg tab. 1)

Table 2. Graphic image of contact angle Θ_c of the acrylic coatings subjected to screenwash action for 360 h (symbols acc. Table 1)

Symbol powłoki	Kąt zwilżania Θ_c [°]
C0-PS	
C2-PS	

4.2. Ocena swobodnej energii powierzchniowej powłok akrylowych

Zastosowane w badaniach swobodnej energii powierzchniowej powłok akrylowych cieczy pomiarowe (woda i diiodometan) charakteryzowały się wartościami swobodnej energii powierzchniowej i jej składowych przedstawionymi w tabeli 3.

Tabela 3. Swobodna energia powierzchniowa (SEP) wody i diiodometanu
Table 3. Surface free energy (SFE) of water and diiodomethane

Rodzaj cieczy pomiarowej	SEP [mJ/m ²]	Składowa polarna [mJ/m ²]	Składowa dyspersyjna [mJ/m ²]
Woda	72,8	51	21,8
Dijodometan	50,8	0	50,8

Oddziaływanie płynu do mycia szyb na badane powłoki akrylowe w okresie 336 h przyczyniło się do zwiększenia swobodnej energii powierzchniowej zarówno powłok niestarczonych klimatycznie, jak i powłok uprzednio starzonych klimatycznie w okresie 2 lat (tabela 4). Swobodna energia powierzchniowa (SEP) powłok akrylowych (CO-PS) niestarczonych klimatycznie wzrosła o 9%, zaś powłok starzonych klimatycznie (C2-PS) o 21% (w porównaniu z powłoką wzorcową CO).

Tabela 4. Swobodna energia powierzchniowa (SEP) powłok akrylowych (oznaczenia wg tabeli 1)

Table 4. Surface free energy (SFE) of acrylic coatings (description acc. table 1)

Symbol powłoki	Okres starzenia [h]	SEP γ_s [mJ/m ²]	Składowa polarna γ_s^p [mJ/m ²]	Składowa dyspersyjna γ_s^d [mJ/m ²]
C0	0	40,35	5,98	34,37
C0-PS	336	44,01	12,43	31,58
C2-0	0	45,58	14,59	30,99
C2-PS	336	48,92	16,60	32,32

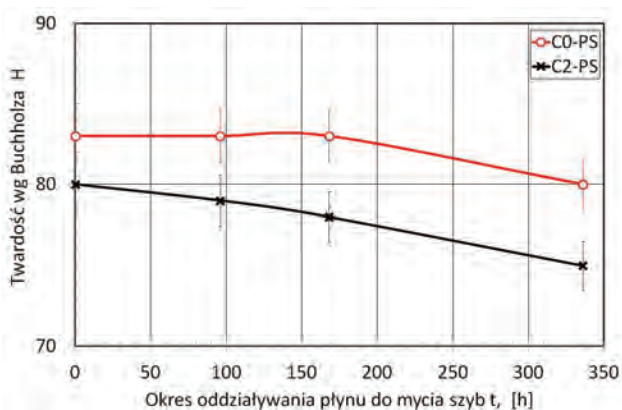
Obserwowano także zwiększenie składowej polarnej SEP powłok akrylowych, co świadczy o zaistnieniu zmian w strukturze chemicznej badanych powłok. W przypadku powłok uprzednio starzonych klimatycznie i następnie poddanych oddziaływaniu płynu do mycia szyb, składowa polarna SEP wzrosła ponad trzykrotnie w porównaniu z powłoką niestarszoną (CO). Natomiast powłoki niestarszone klimatycznie, poddane oddziaływaniu PS w okresie 336 h wykazały ponad dwukrotne zwiększenie składowej polarnej SEP (tab. 4).

4.3. Ocena grubości powłok akrylowych

Oddziaływanie płynu do mycia szyb nie spowodowało zauważalnej zmiany grubości powłok akrylowych. Średnia grubość powłok akrylowych wynosiła 125±1 μm.

4.4. Ocena twardości powłok akrylowych

Powłoki starzone klimatycznie wykazały mniejszą twardość (badaną metodą Buchholza), niż powłoki niestarszone. Twardość powłok akrylowych niestarczonych klimatycznie wykazała stabilność w okresie 168 h starzenia płynem do mycia szyb. Dopiero po starzeniu w okresie 336 h uległa nieznaczniemu zmniejszeniu (o 4%) (rys. 1).



Rys.1. Wpływ oddziaływania płynu do mycia szyb na twardość (wg Buchholza) powłok akrylowych (oznaczenia wg tab. 1)

Fig. 1. Influence of screenwash (PS) action on hardness acc. Buchholz (H) of acrylic coatings (symbols acc. Table 1)

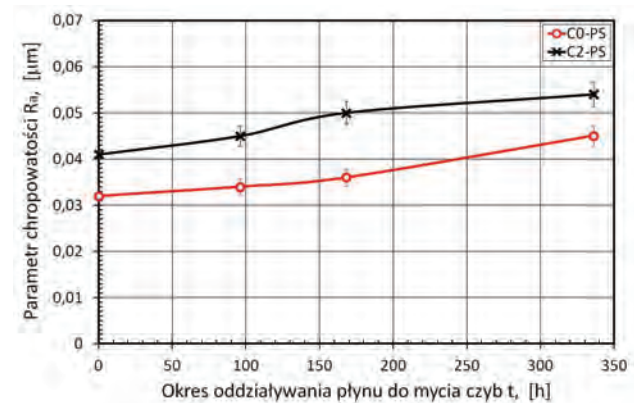
Natomiast powłoki uprzednio starzone klimatycznie charakteryzowały się systematycznym obniżaniem twardości w miarę upływu czasu starzenia płynem do mycia szyb. Po 336 h starzenia tym płynem obserwowano obniżenie twardości o 10%, w porównaniu z powłoką niestarszoną (CO).

4.5. Ocena parametrów chropowatości powierzchni powłok akrylowych

Powłoki akrylowe starzone klimatycznie charakteryzowały się większą chropowatością powierzchni, niż powłoki niestarszone. Stąd porównywalnie większy przyrost parametrów Ra, Rz, Rt powłok starzonych klimatycznie (w porównaniu z powłokami niestarszonymi) po poddaniu ich oddziaływaniu płynu do mycia szyb. Przebieg charakterystyk parametrów chropowatości (Ra, Rz, Rt) powierzchni powłok akrylowych, poddanych oddziaływaniu płynu do mycia szyb, przedstawiono na rysunkach 2-4.

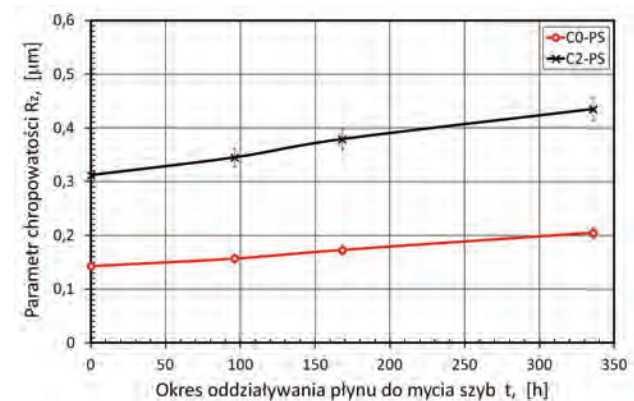
Po kontakcie w okresie 336 h płynu do mycia szyb z powierzchnią powłoki akrylowej niestarszonej klimatycznie parametr Ra wzrósł o 41% (rys. 2), parametr Rz o 43% (rys. 3), natomiast parametr Rt o 117% (rys. 4).

Oddziaływanie w okresie 336 h płynu do mycia szyb na powierzchnię powłok akrylowych uprzednio starzonych klimatycznie (2 lata) spowodowało zwiększenie parametru: Ra o 71% (rys. 2), parametru Rz o 207% (rys. 3), zaś parametru Rt o 231% (rys. 4), w porównaniu z powłoką niestarszoną (CO).



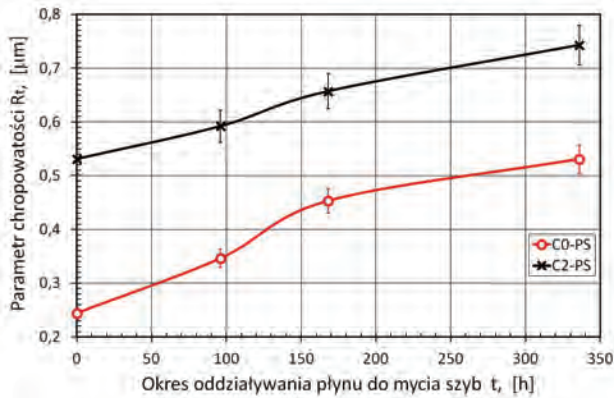
Rys. 2. Wpływ oddziaływania płynu do mycia szyb (PS) na parametr Ra chropowatości powierzchni powłok akrylowych (oznaczenia wg tab. 1)

Fig. 2. Influence of screenwash (PS) action on the values of surface roughness Ra parameter of acrylic coatings (symbols acc. Table 1)



Rys. 3. Wpływ oddziaływania płynu do mycia szyb na wartość parametru Rz chropowatości powierzchni powłok akrylowych (oznaczenia wg tab. 1)

Fig. 3. Influence of screenwash (PS) action on the values of surface roughness Rz parameter of acrylic coatings (symbols acc. Table 1)



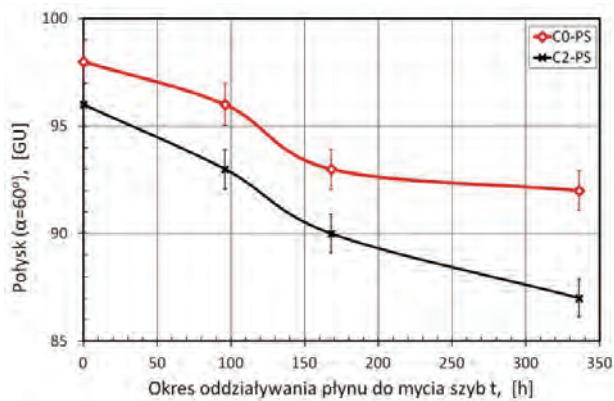
Rys. 4. Wpływ oddziaływania plynu do mycia szyb (PS) na wartości parametru Rt chropowatości powierzchni powłok akrylowych (oznaczenia wg tab. 1)

Fig. 4. Influence of screenwash (PS) action on the values of surface roughness Rt parameter of acrylic coatings (symbols acc. Table 1)

4.6. Ocena połysku powłok akrylowych

Starzenie klimatyczne spowodowało obniżenie połysku powłok akrylowych, co miało wpływ na większe obniżenie połysku po kontakcie ich powierzchni z płynem do mycia szyb, w porównaniu z powłokami niestaryzonymi klimatycznie.

Wpływ oddziaływania plynu do mycia szyb na połysk powłok akrylowych, przy kącie padania światła $\alpha=60^\circ$ opisano charakterystykami przedstawionymi na rysunku 5. Na ich podstawie można stwierdzić, że kontakt plynu do mycia szyb z powierzchnią powłok akrylowych przyczynił się do nieznacznego zmniejszenia ich połysku. Połysk powłok niestaryzowanych klimatycznie po oddziaływaniu na powłoki plynu do mycia szyb (w okresie 336 h) uległ obniżeniu o 6%, zaś powłok uprzednio starzonych klimatycznie w okresie 2 lat zmniejszył się o 11 %, w porównaniu z powłoką niestaryzoną (C0).



Rys. 5. Wpływ oddziaływania plynu do mycia szyb na połysk powłok akrylowych, przy kącie padania światła $\alpha=60^\circ$ (oznaczenia powłok wg tab. 1)

Fig. 5. Influence of screenwash (PS) action on the gloss of acrylic coatings at angle of light incidence $\alpha=60^\circ$ (symbols acc. Table 1)

4.7. Ocena barwy powłok akrylowych

W zakresie przeprowadzonych badań dokonano także oceny zmiany barwy powłok akrylowych pod wpływem plynu do mycia szyb. Zgodnie z przyjętym kryterium ΔE , służącym ocenie stopnia zmiany barwy, powłoki pod wpływem plynu do mycia szyb (PS) wykazały nieznaczne zmiany swej barwy, na ogół niedostrzegalne nieuzbrojonym okiem. Parametr barwy ΔE (każdej z badanych powłok) osiągnął, bowiem, wartość poniżej 1,5 (tab. 5).

Tabela 5. Parametry barwy ΔE powłok akrylowych poddanych oddziaływaniu plynu do mycia szyb (PS) (oznaczenia wg tabeli 1)

Table 5. Colour parameters ΔE of the acrylic coatings subjected to screenwash (PS) action (symbols acc. Table 1)

Symbol powłoki	Okres oddziaływania PS, [h]	ΔE
C0-PS	336	0,99
C2-PS	336	1,30

4.8. Ocena morfologii powierzchni powłok akrylowych

W wyniku kontaktu plynu do mycia szyb z powierzchnią powłok akrylowych, w ich warstwie nawierzchniowej zachodziły procesy destrukcji, przyczyniając się do wykruszania składników (fragmentów) powłok. Obserwowano również powstawanie na powierzchni powłok wytrawień. Powłoki uprzednio starzone klimatycznie w okresie 2 lat wykazały większy stopień destrukcji (wystąpiły głębsze i liczniejsze pasma wytrawień), niż powłoki niestaryzone klimatycznie (tabela 6).

Tabela 6. Morfologia powierzchni powłok akrylowych (oznaczenia wg tab. 1):

- a) poddanych oddziaływaniu plynu do mycia szyb przez okres 336 h (niestaryzowanych klimatycznie);
- b) poddanych oddziaływaniu plynu do mycia szyb przez okres 336 h, po uprzednim ich starzeniu klimatycznym w okresie 2 lat

Table 6. Morphology of the acrylic coating surface:

- a) subjected to screenwash (PS) action for 336 h (unaged climatically)
- b) subjected to screenwash action for 336 h after climatic ageing for 2 years

Symbol powłoki	Morfologia powierzchni powłok akrylowych SEM
C0-PS	<p>a)</p> <p>ITeE-PIB 15.0kV 15.5mm x1.00k SE(M) 50.0um</p>
C2-PS	<p>b)</p> <p>ITeE-PIB 15.0kV 20.6mm x3.00k SE(M) 10.0um</p>

5. Wnioski

1. Oddziaływanie plynu do mycia szyb (PS) na powierzchnię renowacyjnych powłok akrylowych (nadwozi samochodowych) w okresie 336 h spowodowało ich destrukcję chemiczną oraz fizyczną. Należy podkreślić, że powłoki uprzednio starzone klimatycznie (w okresie 2 lat) uległy większej destrukcji fizycznej, niż powłoki niestaryzone przed rozpoczęciem badań oddziaływania plynu PS. W powłokach tych wystąpiły liczniejsze i głębsze mikrowytrawienia.

- Destrukcja chemiczna powłok akrylowych na skutek kontaktu ich powierzchni z płynem do mycia szyb przyczyniła się do wzrostu wartości swobodnej energii powierzchniowej, zwłaszcza jej składowej polarnej. Większe wartości składowej polarnej swobodnej energii powierzchniowej wykazała powłoka uprzednio starzona klimatycznie.
- Rozwój procesów starzeniowych w powłokach pod wpływem PS spowodował również zmniejszenie kąta zwilżania Θ_c powłok wodą. W przypadku powłok niestarzonych klimatycznie kąt zwilżania uległ zmniejszeniu o 14%, zaś w przypadku powłok starzonych klimatycznie o 24%. W związku z tym wzrosła powierzchnia kontaktu powłok z kroplami wody, a tym samym ich nasiąkliwość.
- Zmiany starzeniowe powstałe w powłokach akrylowych pod wpływem płynu PS, wpłynęły również na takie ich właściwości fizykochemiczne, jak twardość (wg Buchholza) i chropowatość powierzchni. Powłoki starzone klimatycznie wykazały mniejszą twardość (badaną metodą Buchholza), niż powłoki niestarzone. Twardość powłok akrylowych niestarzonych klimatycznie wykazała stabilność w okresie 168 h starzenia płynem do mycia szyb. Dopiero po starzeniu w okresie 336 h uległa nieznacznie zmniejszeniu (o 4%). Natomiast powłoki uprzednio starzone klimatycznie charakteryzowały się systematycznym obniżaniem twardości pod wpływem starzenia płynem do mycia szyb. Po 336 h starzenia tym płynem obserwowano obniżenie twardości o 10%, w porównaniu z powłoką niestarzoną (CO).
- Oddziaływanie płynu do mycia szyb na powierzchnię powłok akrylowych spowodowało zwiększenie chropowatości ich powierzchni. Po kontakcie płynu do mycia szyb z powierzchnią powłoki akrylowej niestarzonej klimatycznie w okresie 336 h stwierdzono zwiększenie: parametru Ra o 41%, parametru Rz o 43%, zaś parametru Rt o 117%. Oddziaływanie PS w okresie 336 h na powierzchnię powłok akrylowych uprzednio starzonych klimatycznie (2 lata) spowodowało znacznie większy przyrost wartości parametrów chropowatości ich powierzchni: parametr Ra wzrósł o 71%, parametr Rz o 207%, parametr Rt o 231%, w porównaniu z powłoką niestarzoną (CO).
- Płyn do mycia szyb oddziałujący na powierzchnię powłok akrylowych nie spowodował istotnej zmiany ich połysku. Stwierdzono bowiem, obniżenie połysku powłok (przy kącie padania światła $\alpha=60^\circ$) zaledwie o 6% - w przypadku powłok niestarzonych klimatycznie, zaś o 11% w przypadku powłok starzonych klimatycznie. Ponadto zauważono nieznaczną zmianę barwy ($\Delta E \leq 1,3$) badanych powłok akrylowych, na ogół niewidoczną okiem niezbrojonym.
- Podsumowując należy stwierdzić, że krótkotrwałe oddziaływanie zimowego płynu do mycia szyb samochodowych na powierzchnię renowacyjnych powłok akrylowych powoduje, przede wszystkim, nieznaczną utratę ich właściwości dekoracyjnych. Natomiast długotrwały kontakt powłok z płynem do mycia szyb przyczynia się do powstawania na ich powierzchni mikrowytrawień, zwłaszcza w przypadku powłok użytkowanych wiele lat, co obniża ich skuteczność ochronną.

BIBLIOGRAFIA

- Cogulet A.; P. Blanchet, Véronic Landry. 2019. "Evaluation of the Impacts of Four Weathering Methods on Two Acrylic Paints: Showcasing Distinctions and Particularities". *Coatings* 9 (2): 121–134.
- Daneshifar M. H.; S.A. Sajjadi, S. M. Zebarjad, M. Mohammadtaher, 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.
- Das S.; P. Pandey, S. Mohanty, S. Nayak. 2016. "Effect of nanosilica on the physico-chemical, morphological and curing characteristics of trans esterified castor oil based polyurethane coatings". *Progress in Organic Coatings* 97: 233–243.
- Dhole G. S.; G. Gunasekaran, G. Tanaji, V. Madhu. 2017. "Smart acrylic coatings for corrosion detection". *Progress in Organic Coatings* 110: 140–149.
- Fufa S. M.; B. P. Jelle, P. J. Hovde. 2013. "Weathering performance of spruce coated with water based acrylic paint modified with TiO_2 and clay nanoparticles". *Progress in Organic Coatings* 76: 1543–1548.
- Ji S.; H. Gui, G. Guan, M. Zhou, Q. Guo, M. Y. J. Tan. 2021. "Molecular design and copolymerization to enhance the anti-corrosion performance of waterborne acrylic coating". *Progress in Organic Coatings* 153: 106–140.
- Kotlík P.; K. Doubravová, J. Horálek, L. Kubáč, J. Akrma. 2014. "Acrylic copolymer coatings for protection against UV rays". *Journal of Cultural Heritage* 15: 44–48.
- Kotnarowska D. 2019. "Wpływ starzenia klimatycznego na właściwości powłok akrylowych". *Przemysł Chemiczny* 98 (8): 1335–1340.
- Kotnarowska D., P. Urban. 2020. "Wpływ oleju napędowego na destrukcję powłok akrylowych nadwozi samochodowych". *Przemysł Chemiczny* 99 (12): 1000–1003.
- Kotnarowska D. 2010. "Epoxy coating destruction as a result of sulphuric acid aqueous solution action". *Progress in Organic Coatings* 67: 324–328.
- Kotnarowska D. 1999. "Influence of ultraviolet radiation and aggressive media on epoxy coating degradation". *Progress in Organic Coatings* 37: 149–159.
- Kotnarowska D. 2019. "Destrukcja powłok akrylowych pod wpływem czynników klimatycznych i zanieczyszczeń środowiskowych". *Ochrona przed Korozją* 62 (12): 399–405.
- Kotnarowska D., M. Sirak. 2019. "Wpływ solanki na adhezję powłok akrylowych". *Ochrona przed Korozją* 62 (1): 2–10.
- Kotnarowska D. 2019. "Analysis of polyurethane top-coat destruction on erosion kinetics of polyurethane-epoxy coating system". *Maintenance and Reliability* 21 (1): 103–114.
- Le T. T.; T. V. Nguyen, T. A. Nguyen, T. Thanh, H. Nguye. 2019. "Thermal, mechanical and antibacterial properties of water-based acrylic Polymer/ SiO_2 -Ag nanocomposite coating". *Materials Chemistry and Physics* 232: 362–366.
- Malaki M., Y. Hashemzadeh, A. F. Tehrani. 2018. "Abrasion resistance of acrylic polyurethane coatings reinforced by nano-silica". *Progress in Organic Coatings* 125: 507–515.
- Montemor M.F. 2014. "Functional and smart coatings for corrosion protection: A review". *Surface and Coatings Technology* 258: 17–37.
- Nguyen T., X. Hien, P. H. Dao, C. Decker, P. 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.
- Nguyen T., J. Martin, E. Byrd, N. Embree. 2002. "Relating laboratory and outdoor exposure of coatings: II. Effects of relative humidity on photo degradation and the apparent quantum yield of acrylic-melamine coatings". *Journal of Coatings Technology* 74: 65–80.
- Nguyen T.N. L.; et al. 2019. "Antimicrobial activity of acrylic polyurethane/ Fe_3O_4 -Ag nanocomposite coating". *Progress in Organic Coatings* 132: 15–29.
- Nguyen T.V.; P. H. Dao, K. L. Duong K.L.; et al. 2007. "Effect of R- TiO_2 and ZnO nanoparticles on the UV-shielding efficiency of water-borne acrylic coating". *Progress in Organic Coatings* 2007, 110: 114–127.
- Nguyen-Tri P., Tran Hai Nguyen, C. O. Plamondon et al. 2019. "Recent progress in the preparation, properties and applications of superhydrophobic nano-based coatings and surfaces: A review". *Progress in Organic Coatings* 132: 235–263.
- Pickett J.E., J. R. Sargent. 2009. "Sample Temperatures during Outdoor and Laboratory Weathering Exposures". *Polymer Degradation and Stability* 94 (2): 189–195.
- Romo-Urbe A., J.A. Arcos-Casarrubias, M. Lizbeth Hernandez-Vargas. 2016. "Acrylate hybrid nanocomposite coatings based on SiO_2 nanoparticles by *in-situ* batch emulsion polymerization". *Progress in Organic Coatings* 97: 288–300.
- Scalarone D., M. Lazzar, O. Chiantore. 2012. "Acrylic protective coatings modified with titanium dioxide nanoparticles: Comparative study of Stability under irradiation". *Polymer Degradation and Stability* 97 (11): 2136–2142.
- Selvakumar N., H.C. Barshilia, K.S. Rajam. 2010. "Effect of substrate roughness on the apparent surface free energy of sputter deposited superhydrophobic polytetra-fluoroethylene coatings: A comparison of experimental data with different theoretical models". *Journal of Applied Physics*, 108: 1–10.
- Wahby M.H., A.M. Atta, Y.M. Moustafa, A.O. Ezzat, A.I. Hashem. 2021. "Curing of Functionalized Superhydrophobic Inorganic/Epoxy Nanocomposite and Application as Coatings for Steel". *Coatings* 11 (1): 83–111.
- Yew M. C., N.H.R. Sulong, M.K. Yew, M.A. Amalina. 2013. "The formulation and study of the thermal stability and mechanical properties of an acrylic coating using chicken eggshell as a novel bio-filler". *Progress in Organic Coatings* 76: 1549–1555.
- Zubielewicz M. 2008. "Wpływ nanocząstek SiO_2 na właściwości lakierów i powłok lakierowych". *Ochrona przed Korozją* 51 (12): 462–464.
- Zyska B., Z. Żakowska. 2005. "Mikrobiologia materiałów", Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, Poland pp. 1–618.

MICHAŁ JACZEWSKI

Polskie Stowarzyszenie Korozyjne

Historyczny zarys ochrony przed korozją. Cz. 1 Farby

Historia ochrony przed korozją była tematem webinaru zorganizowanego przez Polskie Stowarzyszenie Korozyjne z okazji Dnia Świadomości Korozyjnej w kwietniu 2021. Ponieważ prezentacja cieszyła się dużym zainteresowaniem i ciepłym przyjęciem powstał ten artykuł. Omówiono w nim, w ujęciu historycznym, trzy dziedziny, które są fundamentem współczesnej ochrony przed korozją:

- farby;
- powłoki metalizacyjne;
- ochronę katodową.

I. FARBY

1. Prehistoria

Farby, czy raczej środki jakimi nasi przodkowie zaznaczali swoją obecność, są prawdopodobnie starsze niż Homo Sapiens. Początkowo żyło na świecie kilka gatunków ludzi, przypomnijmy tylko Pithekanropa, Neandertalczyka czy Denisowianina. Najstarsze ślady pozostawione przez naszych przodków lub ich prehistorycznych kuzynów zostały odkryte w Zambii i są datowane na 350 do 400 tys. lat, czyli jeszcze z dolnego i początków środkowego paleolitu. Prehistoryczne farby robiono z pigmentów uzyskanych z najbliższego otoczenia. Najwcześniejsze barwniki to pozyskane z ziemi – ochra i umbra, węgiel drzewny, krew, osady wapienne, itp. Farby robiono, mieszając te pigmenty z wodą, śliną lub tłuszczem zwierzęcym. Z czasem zaczęto wykorzystywać wyciągi z roślin, sproszkowanych owadów, poddając je obróbce termicznej, gotując w wodzie lub tłuszczu (roślinnym lub zwierzęcym). Rysunki naskalne, w których zastosowano kolorowe barwniki, pochodzą sprzed ok. 30 000 lat. Bardzo dobrze zachowane rysunki z Bhimbetka (fot. 1) w Indiach liczą sobie ponad 12 000 lat. Kolory używane przez mieszkańców tej jaskini były przygotowane z manganu, hematytu, miękkiego czerwonego kamienia i węgla drzewnego.

Odnaleziony w alpejskim lodowcu w 1991 r. Ötzi (fot. 2), którego wiek datowany jest na ponad 3300 lat p.n.e. miał na ciele 61 tatuaży, co świadczy o umiejętności wytwarzania barwników i sposobów wprowadzania ich w skórę.

2. Starożytność

2.1. Obszar Mezopotamii

Początek tego okresu nie jest ściśle określony. Tradycyjnie przyjmuje się powstanie cywilizacji, które posługiwały się pismem (czyli schyłek IV tysiąclecia p.n.e.), kiedy to Sumerowie zaczęli stosować pismo klinowe. Najstarsze znane nam cywilizacje pochodzące z ob-



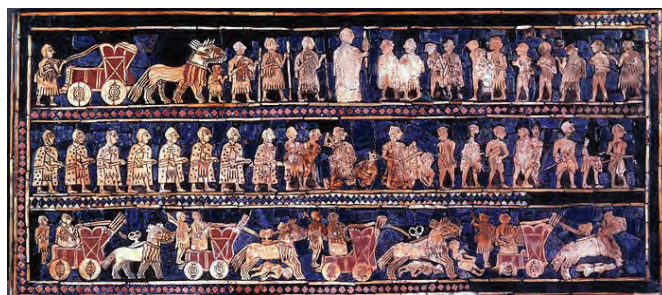
Fot. 1. Rysunek naskalny z Bhimbetka

Źródło: Raveesh Vyas, CC BY-SA 2.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>>, via Wikimedia Commons



Fot. 2. Ötzi – prehistoryczny mieszkaniec Alp

Źródło: <https://www.o2.pl/artykul/wyjasnili-smierc-sprzed-5000-lat-wiemy-jak-zginal-czlowiek-lodu-6206845266925185a>



Fot. 3. Sztandar z UR

Źródło: Unknown author, Public domain, via Wikimedia Commons

szaru Mezopotamii powstały znacznie wcześniej, ponad 8000 lat p.n.e. Mimo że zachowało się bardzo niewiele świadectw materialnych z tego okresu, to wiemy, że rolnictwo, hodowla, budownictwo i sztuka rozwijały się na tym obszarze niezwykle dynamicznie.

W największym mieście – Babilonie, w czasach jego świetności mieszkało ok. pół miliona mieszkańców. Do legendy przeszły słynne ogrody Semiramidy. Niestety, niewiele wiadomo na temat farb używanych w starożytnej Mezopotamii, ale na pewno malowano ściany pałaców i domów zamożniejszych mieszkańców, a kobiety czerniły brwi i rzęsy. Materialnym przykładem umiejętności tej cywilizacji jest sztandar z Ur (fot. 3). Nie jest to malowidło, a rodzaj mozaiki wykonanej w drewnie. Było to zdobienie, najprawdopodobniej, pudła rezonansowego harfy.

2.2. Starożytny Egipt

Znacznie więcej wiadomo o barwnikach i farbach używanych w starożytnym Egipcie. Zawdzięczmy to liczным zachowanym znaleziskom. Już ponad 3000 lat przed Chrystusem używano farb na bazie wosku pszczelego, żelatyny, białek z jaj ptasich i gliny. Z czasem zaczęto używać smoły i balsamów do zabezpieczania łądzi. Ok. 1000 lat p.n.e. zaczęto wytwarzać farby na bazie gumy arabskiej. O różnorodności stosowanych pigmentów świadczą barwy na freskach grobowców, świątyń (fot. 4) i innych cennych znaleziskach chociażby takich, jak pośmiertna złota maska faraona Tutanchamona (fot. 5). Niebieski pochodził z kopalń lapis lazuli (główny składnik lazuryt) z terenów obecnego Afganistanu, dlatego był niezwykle drogi. Zielony, zwany malachitem, pochodził z minerałów zawierających miedź. Z czasem Egipcjanie zaczęli otrzymywać niebieski, wytwarzając go w sposób „syntetyczny” z miedzi. Pigment zyskał nazwę „błękit egipski”, a sposób jego wytwarzania jest do dzisiaj nieznanym. Udało im się też stworzyć intensywny czerwony barwnik nazwany karminem. Egipcjanie opanowali sztukę wytapiania ołowiu, który w tamtych czasach był traktowany jako metal szlachetny. Z uzyskanego sztucznie siarczku ołowiu wyrabiano czernidło do barwienia brwi i rzęs.

2.3. Biblia

Powstanie najstarszych części biblii oceniane jest na 1400 lat przed Chrystusem. Stary Testament to święta księga trzech religii (judaizmu, chrześcijaństwa i muzułmanów), znalazł się tam zapis dotyczący farb: „Nie będzie porównana z nakrapianiami farbami Indyjskimi, ani z kamieniem Sardonychem najdroższym, albo z Saphirem” – Księga Hioba rozdział XXVIII (Biblia w tłumaczeniu księdza Wujka).

2.4. Starożytne Chiny

Najstarsze lakiery pochodzące z terenów dzisiejszych Chin datowane są na ok. 7000 lat. Uzyskiwano je z żywic drzew. Zachowała się trumna z grobowca Fu Hao (fot. 6), małżonki cesarza z dynastii Shang, która była lakierowana. Przetrwała ok. 3200 lat, mimo że grobowiec ulegał zalaniu.

Znacznie później, w okresie panowania dynastii Tang (ok. r. 700), odkryto w Chinach cynober (fot. 7), z którego otrzymywano pigment zwany też smoczą krwią. Kolor ten był zarezerwowany wyłącznie dla rodziny cesarskiej. Smoczą krwią do dzisiaj nazywa się czerwony barwnik pozyskiwany z drzew takich jak czarciuk smoczy, dracena smocza, czy *Dracaena cinnabari*.



Fot. 4. Malowidła w Świątyni Hatszepsut zachowały świeżość barw mimo upływu ponad 3500 lat, a oglądać je możemy dzięki pracy polskich archeologów

Fot. ze zbiorów Autora



Fot. 5. Maska faraona Tutanchamona

Źródło: mask.a en>User:MykReeve, CC BY-SA 3.0 <<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons



Fot. 6. Grobowiec FU Hao

Źródło: Chris Gyford, CC BY-SA 3.0 <<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons

2.5. Ameryka prekolumbijska

Majowie używali farb do ozdabiania swych budowli. Sławę zyskał barwnik określany w literaturze jako „Maya Blue” (fot. 8), który pochodzi sprzed ponad 2000 lat. Składa się zarówno z substancji nieorganicznych (glinek), jak i organicznych, np. indygo (pochodzenia roślinnego). Cechuje go znaczna odporność na wilgoć oraz związki chemiczne, w tym rozpuszczalniki, kwasy i zasady.

2.6. Grecja i Rzym

Grecy, a później Rzymianie najprawdopodobniej stosunkowo niewiele wnieśli do historii powstania farb. Stosowane przez nich metody wytwarzania barwników i łączących je żywic znane były już w Egipcie faraonów. Wykorzystywali farby, w których najczęściej spoiwem dla barwnika był wosk pszczeli oraz rzadziej używane, schnące oleje roślinne. Płynne farby nakładano podgrzewanymi szpательkami lub pędzlami. Stosowano je na podłożach drewnianych, jak i mineralnych – ścianach budowli; tam używano długo gotowanego wosku z morską wodą. Tak otrzymany materiał, znany jako wosk punicki, lepiej łączył się z podłożem, a polerowany uzyskiwał głębię i połysk. Grecy rozwinęli ceramikę, opanowali niemalże do perfekcji sztukę barwienia glinianych naczyń i wykonywania mozaik.

W Grecji, a później w Rzymie wytwarzano też pierwsze farby olejne. Zachował się opis Theophilusa, podający przepis na przygotowanie lakieru z bursztynu gotowanego w oleju lnianym. Rzymianie, mimo iż większość kultury i religii przejęli od Greków, wnieśli też własne odkrycia. Zaczęli powszechnie stosować ołów, którego związki wykorzystywali między innymi do produkcji farb i kosmetyków. Rzymianie umieli barwić tkaniny na wiele żywych kolorów, malowali też sprzęty codziennego użytku. Grecy i Rzymianie podróżowali po znacznych obszarach rejonu Morza Śródziemnego i północno-zachodniej Europy. Dzięki nim tajemnice produkcji farb znacznie się rozpowszechniły. Była to jednak wiedza tajemna, bo przynosząca znaczne dochody rodzinom, które ją posiadały i przez to pilnie strzeżona.

Malarstwo czarnofigurowe

Jest to jedna z technik stosowanych w malarstwie wazowym starożytnej Grecji. Polega na zdobieniu naczyń scenami figuralnymi (ludzie, zwierzęta, rośliny, przedmioty, budowle) przy pomocy firnisu. Postacie malowano na nim rylcem z zaznaczeniem szczegółów anatomicznych (np. muskulatury) i dekoracyjnych (np. strojów). Malowidła retuszowano czerwono-fioletową farbą nakładaną na firnis, niekiedy białą farbą malowano odsłonięte partie kobiecego ciała. Po wypaleniu, te części malowidła, które pokryto firnisem, nabrały czarnego koloru, odcinając się od czerwonej barwy reszty naczynia (fot. 9).

Rzymskie freski

Rzymianie odkryli naturalny cement. Uzyskiwali go, mieszając wapno z pyłami wulkanicznym (pucolana). Rzymianie tynkowali wiele budynków, a na części z nich malowali freski (fot. 10). Fresk to rzymska technika malowania na świeżym tynku, stosowana do dzisiaj.

2.7. Druidzi

O druidach wiemy stosunkowo niewiele. Wspominali o nich niektórzy historycy greccy i rzymscy (Pliniusz, Cezar). Była to awangarda ludów celtyckich – po części kapłani, po części magowie i filozofowie, znani z okrutnych tortur i mordów rytualnych. Nie stworzyli pisma, swoją wiedzę przekazywali sobie wyłącznie ustnie, stąd tak niewiele o nich wiemy. Ostatni druidzi zostali pokonani przez chrześcijan na terenie Irlandii.

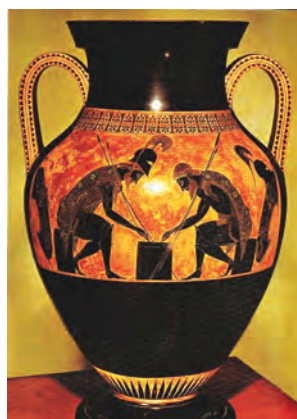


Fot. 7. Cynober



Fot. 8. Rysunek Majów, którego tło stanowi „Maya Blue”

Źródło: Constantino Reyes, Public domain, via Wikimedia Commons



Fot. 9. Przykład malarstwa czarnofigurowego



Fot. 10. Fresk z domu Wettiuszów w Pompejach

Z przekazów wiadomo, że do wykonywania powłok malarskich używali krwi i wapna.

3. Od średniowiecza do rewolucji przemysłowej

W średniowieczu rozwinęło się bardzo malarstwo, głównie sakralne. Malowidła wykonywano na ścianach, drewnie, tynkach, a w późniejszym okresie na płótnie. W tym czasie ponownie odkryto możliwość wykorzystywania jaj jako żywicy. Ta technika malowania zyskała nazwę tempera. Pigmenty mieszano z jajami i wodą. Taka mieszanina miała bardzo krótką przydatność do użytku. Z czasem dodawano też pigmenty rozpuszczone w oleju – tzw. faza tłusta. Żółtko kurze pełniło rolę emulgatora pozwalającego łączyć fazę wodną z fazą tłuszczą. Dodatek fazy tłuszczowej wydłużył żywotność farb, dając większe możliwości wykonawcom. Istnieją setki, jeśli nie tysiące przepisów na przygotowywanie farb temperowych. Dodatkami były najróżniejsze oleje roślinne, a nawet mleko. Farby nakładano bardzo cienko w wielu warstwach, aby zapobiec ich pękaniu, dzięki czemu uzyskiwano wysoki połysk powłok (fot. 11).

Zastosowanie farb olejnych do malowania przedmiotów użytkowych datuje się na początek XII w. Były to farby na bazie wysychających olejów roślinnych i każdy warsztat produkujący przedmioty metalowe lub drewniane miał swoje sekretne przepisy wytwarzania i nakładania farb. Do produkcji farb używano różnych olejów roślinnych i zwierzęcych, głównie rybich. Najbardziej powszechne były farby na bazie oleju lnianego, słonecznikowego, z orzechów włoskich, makowego, perilla (z pachnotki) i wielu innych.

Karety ozdabiano podobnymi farbami do tych, które używali artyści. Zabezpieczano je przed wpływem środowiska lakierami (fot. 12).

Lakier

Słowo lakier wywodzi się od pluskwiaków równoskrzydłych z gatunku *Kerria lacca* (syn. *Tachardia lacca*, *Coccus lacca*, *Laccifer lacca*), żyjących najliczniej w Indiach, południowo-wschodniej Azji i Ameryce Południowej, których wydzielina była, a w niektórych krajach jest nadal podstawowym surowcem do produkcji lakierów, tzw. szelaku (rys. 1). W Polsce żyje kilka gatunków z tego rzędu owadów, zwanych czerwcami. Czerwce służyły do wyrobu czerwonego barwnika – koszenili. Część historyków uważa, że od tych owadów wywodzi się nazwa miesiąca czerwiec i powiązana z nim nazwa koloru – czerwień.

Mimo ciągłych eksperymentów, do czasu rewolucji przemysłowej nie odnotowano znaczących postępów w metodach wytwarzania farb użytkowych. Były one zapewne wyrabiane z tańszych surowców niż te używane przez artystów, ale podstawowe metody otrzymywania farb były dość zbliżone.

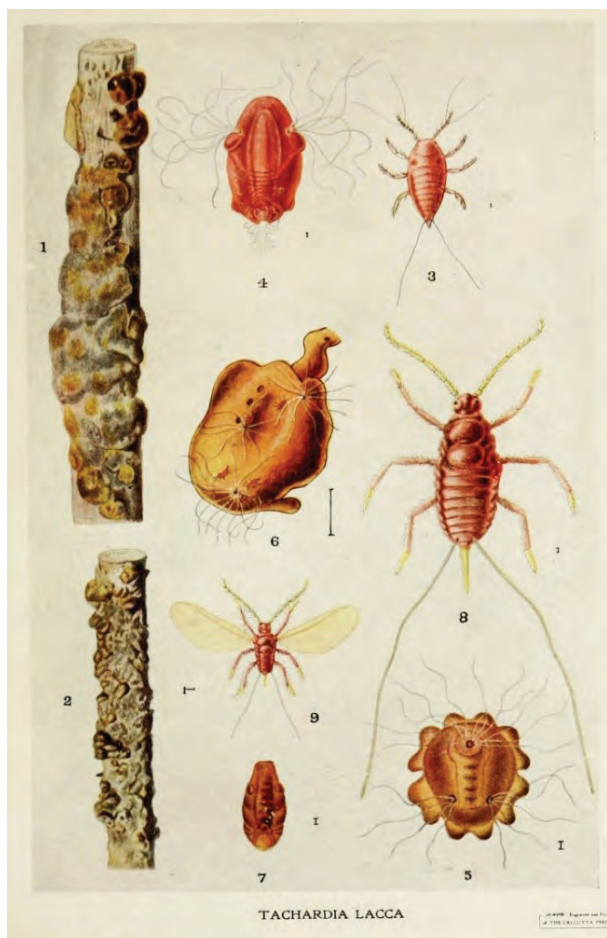
3.1. Rewolucja przemysłowa

Rewolucja przemysłowa zaczęła się co prawda jeszcze w XVIII w., kiedy to w największych miastach Anglii i Szkocji zaczęły maso-



Fot. 11. Obraz z przełomu średniowiecza i renesansu. Hieronim Bosch „Leczenie głupoty”.

Źródło: Hieronymus Bosch, Public domain, via Wikimedia Commons



Rys. 1. Owady, których wydzielina pozostawiana na gałązkach roślin, na których żerują, w niektórych krajach do dzisiaj służy do wytwarzania lakieru

Źródło: Harold Maxwell-Lefroy, CC0, via Wikimedia Commons

wo powstawać kopalnie i zakłady włókiennicze, jednak jej rozkwit nastąpił z chwilą wynalezienia przez Jamesa Watta silnika parowego. Uniezależniło to produkcję od położenia zakładów w pobliżu rzek lub konieczności wykorzystywania siły zwierząt, a czasem ludzi do napędu maszyn. Szybki rozwój konstrukcji sil-

nika parowego spowodował, że już w 1802 r. wykorzystano go do napędu statków, równolegle trwały próby z wykorzystaniem napędu parowego do pojazdów lądowych. Prawdziwa rewolucja w transporcie nastąpiła dopiero w 1830 r., tj. rok po wygranej w zawodach parowozów przez lokomotywę Rocket (fot.13) konstrukcji George'a Stephensona, kiedy to powstała pierwsza linia łącząca Liverpool z Manchesterem, na której wykorzystywano wyłącznie napęd parowy. Piętnaście lat później, w 1845 r. Wielka Brytania i Irlandia posiadały już 4082 km linii kolejowych, Niemcy 2043 km, Austro-Węgry 1058 km.

Okres rewolucji przemysłowej nie wpłynął znacząco na receptury farb, ale wpłynął na znaczny wzrost zapotrzebowania na farby. Gwałtownie wzrosła liczba olejarni (fot. 14) produkujących oleje jako półprodukty do wytwarzania farb. Oleje z różnymi dodatkami stosowano również jako impregnaty do drewna, głównie na potrzeby rozrastającej się sieci kolejowej.

Niezwykle szybki rozwój przemysłu i transportu pochłaniał ogromne ilości metali. W 1735 r. Abraham Darby wytopił surówkę, stosując koks, dzięki czemu żelazo stało się materiałem tanim i ogólnie dostępnym. Niestety, proces przerabiania żelaza na stal nadal był powolny, pracochłonny i przez to drogi. Pod koniec XVIII w. Henry Cort nieco usprawnił wytapianie stali, stosując tzw. metodę pudlingowania, ale stal nadal była materiałem bardzo drogim. Brak dostatecznej ilości stali utrudniał rozwój kolei żelaznych.

W 1856 r. Henry Bessemer opatentował metodę produkcji stali bezpośrednio z rozgrzanego żelaza poprzez przedmuchiwanie surówki i zamienianie jej na stal bezpośrednio w konwertorze (Gruszcze Bessemera). Ta metoda została później udoskonalona przez francuskich metalurgów, ojca i syna François'a i Pierre'a Martinów. Konstrukcje stalowe miały mnóstwo zalet, ale ich istotną wadą była szybko postępująca korozja. Farby produkowane i nakładane w tradycyjny sposób oparte głównie na naturalnych olejach i żywicach ograniczały produkcję. Na przykład, pierwsze samochody pokrywano kilkunastoma warstwami farby w celu ich odpowiedniego zabezpieczenia i uzyskania odpowiedniej jakości powłoki, a proces malowania jednego pojazdu zajmował kilka tygodni (fot. 15).

Malowanie pod koniec XIX i na początku XX w. było bardzo pracochłonne, zarówno ze względu na brak odpowiednich farb, jak i narzędzi do szybkiej aplikacji. Początek XX w. to czasy powstawania wielkich transatlantyków (fot. 16), z których najszlachetniejszym był chyba Titanic. Jak malowano te wielkie statki? Farby wytwarzano z reguły na terenie stoczni. Żywice stanowiły naturalne oleje roślinne, wśród których dominował olej lniany. Były one poddawane obróbce termicznej i mieszane z pigmentami. Pigmentami były najczęściej związki ołowiu oraz cynku, takie jak biel ołowiowa $[2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2]$, czerwień ołowiowa [tlenek dioksiu(II) ołowiu(IV)], minia ołowiowa, Pb_3O_4 , biel cynkowa (ZnO) oraz rzadziej stosowane pigmenty barwiące uzyskiwane z surowców naturalnych. Typowe przepisy na farby okrętowe z tego okresu wyglądały następująco:

Farba biała do wymalowań, która okazała się wielce przydatna na statkach i okrętach:



Fot. 12. Karetka koronacyjna portugalskiej rodziny królewskiej. Muzeum w Lizbonie



Fot. 13. Rakietka (Science Museum w Londynie)

Źródło: <https://lab.sciencemuseum.org.uk/scanning-stephensons-rocket-40916fdb4d20>



Fot. 14. Tłocznia oleju w miejscowości Vantaa w Finlandii zbudowana ok. 1862 r., z której wywodzi się znany producent farb Tikkurila. Budynek nieco przebudowany przetrwał do dziś.

Źródło: /150 lat Tikkurila OY/

Biel ołowiowa	5 funtów	Terpentyna	3 gille ¹
Biel cynkowa	9 funtów	Sykatywy	7 uncji
Olej bazowy	3 pinty ²		

¹ 1 gill – 118,3 ml

² 1 pinta – 473,2 ml



Fot. 15. Oryginalny lakier na tym samochodzie pochodzącym z 1903 r. nakładany był podobnie jak na powozy konne w 15 – 20 warstwach /MJ/

Fot. ze zbiorów Autora

Czarna farba do malowania kadłubów może być przygotowana z czerwieni ołowiowej według poniższej receptury służącej do otrzymania około 1 galona:

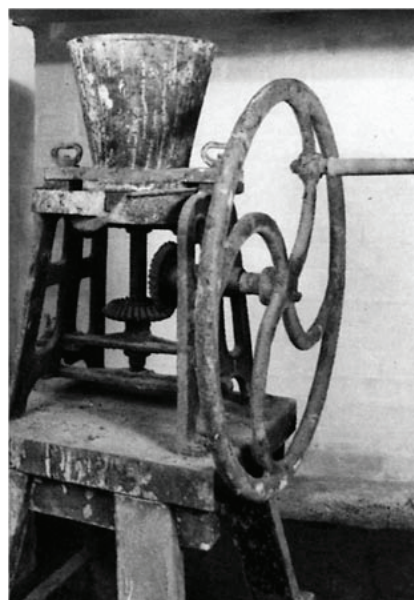
Pasta z czerwonego ołowiu przygotowana	4,25 funta	Bazowy olej lniany	0,375 galona
Czernidło węglowe w oleju rozpuszczone	0,327 galona	Terpentyna	0,058 galona
Pruski błękit w oleju rozpuszczony	0,085 galona	Sykatywy	0,058 galona

Historia polimerów sięga połowy XIX w., jednak do przełomu w produkcji farb doszło dopiero po zakończeniu Pierwszej Wojny Światowej. Zanim przejdziemy do rewolucyjnych zmian w produkcji farb, przypomnijmy najważniejsze wynalazki, które stworzyły podwaliny pod produkcję farb opartych na żywicach syntetycznych:

- 1844 – Charles Goodyear odkrywa, że w wyniku ogrzewania siarki z kauczukiem naturalnym powstaje bardzo elastyczny materiał. Zjawisko zwane wulkanizacją doprowadziło do powstania pierwszego usieciowanego polimeru.
- 1846 – Christian Friedrich Schönbein opatentował odkrytą rok wcześniej bawełnę strzelniczą – nitrocelulozę. Niektóre źródła podają, że nitrocelulozę odkrył Henri Braconnot już w 1832 r.
- 1865 – Aleksander Parks łączy nitrocelulozę z innymi materiałami (plastyfikatorami) i otrzymuje parkezyne. Wynalazek został podpatrzony i opatentowany przez panów Hyatt w 1869 roku w USA jako celuloid – pierwsze sztuczne tworzywo.
- 1867 – W USA pojawia się pierwsza farba sprzedawana jako gotowy wyrób.
- 1905 – Rozpoczynają się pierwsze badania farb i powłok ochronnych na rolniczej uczelni w Północnej Dakocie znanej dzisiaj jako Uniwersytet Stanowy Północnej Dakoty.



Fot. 16. Malowanie statku na początku XX w. [9]



Fot. 17. Ręczny mikser-młyn do otrzymywania farb [9]



Fot. 18. Jeden z pierwszych aparatów do niskociśnieniowego, bezpowietrznego natrysku farb i impregnatów [9]

- 1907 – Leo Hendrik Baekeland uzyskuje żywice fenolowo-formaldehadowe (nowolakowe) znane do dzisiaj jako bakelit.
- 1912 – Kurt Gottlob patentuje polimeryzację dyspersji izoprenu. Jako emulgatora używał albumin otrzymanych z kurzych jaj lub skrobi. Tak powstała pierwsza żywica akrylowa.
- 1914 – Fritz Klatte i Adolf Rollet opatentowują octan winylu.

Po zakończeniu I Wojny Światowej pozostają ogromne ilości nitrocelulozy. Część przetwarzana jest na celuloid służący do produkcji taśm filmowych. Poszukiwane są też inne możliwości zagospodarowania zbędnego nadmiaru materiałów wybuchowych. I tu zaczyna się przełom w produkcji farb, który postaramy się prześledzić chronologicznie:

- 1920 – W laboratoriach firmy DuPont powstaje pierwszy szybko schnący lakier na bazie nitrocelulozy, który zostaje opatentowany w 1922 r.
- W wyniku estryfikacji gliceryny bezwodnikiem ftalowym udało się doprowadzić do powstania żywic, które zastąpiły schnące oleje. Stosując w tej reakcji bezwodnik ftalowy i glicerynę, otrzymuje się żywicę alkidową, którą wprowadzono do produkcji w roku 1926.
- 1920 – 1923 – DuPont rozpoczyna produkcję lakieru o nazwie „Duco” na potrzeby przemysłu samochodowego. Lakierowanie samochodu trwa tylko 15 godzin i można je jeszcze skrócić, susząc powierzchnię ciepłym powietrzem. Lakier był matowy, a połysk uzyskiwano przez polerowanie.
- 1923 – Pierwszy znormalizowany test do badania powłok – stosowany do dzisiaj test twardości ołówkowej.

Lakiery nitrocelulozowe ze względu na swoje właściwości nie bardzo nadawały się do nakładania pędzlem, dlatego w telegraficznym skrócie warto przypomnieć historię natryskowego nakładania farb.

Pierwsze narzędzia do natryskiwania farb pojawiły się wprawdzie już pod koniec XIX wieku, ale ponieważ malowały metodą polewania, nie nadawały się do aplikacji większości ówczesnych farb. Używano ich głównie w budownictwie i do impregnacji drewna.

Natrysk powietrzny zapoczątkował prowincjonalny lekarz z miasteczka Toledo w stanie Ohio – dr Allen DeVilbiss. Do leczenia chorób gardła wymyślił aparat złożony z gumowej gruszki pompującej powietrze do dyszy zasysającej płynny lek z butelki i rozpylającej go w pompowanym powietrzu. Metoda była na tyle unikalna, że doktor uzyskał patent na swój wynalazek. W 1890 r. dr DeVilbiss rozpoczął seryjną produkcję swoich atomizerów. W 1905 r. do firmy dołączył syn Tom, który zaczął szukać innych zastosowań dla wynalazku ojca. Pierwszy pomysł polegał na wykorzystaniu urządzenia do rozpylania perfum, mimo sprzeciwów doktora, który uważał, że jest to niepoważne. Tom wdrożył do produkcji atomizery do perfum montowane w korkach, pasujących do butelek z popularnymi perfumami i wodami kolońskimi. Z czasem zaczęto produkować urządzenia wyposażone w piękne butle, które są dzisiaj cennym trofeum dla kolekcjonerów. W 1907 r. Tom rozpoczął próby z urządzeniami o zastosowaniu przemysłowym. Okazało się, że do nakładania farb potrzeba znacznie więcej powietrza niż daje gumowa gruszka. Owocem wielu prób był pierwszy pistolet lakierniczy.



Fot. 19. i 20. Pistolety lakiernicze z pierwszej połowy XX w. [9]



Fot. 22. Malowanie rurociągu Morgan-Whyalla

Źródło: <https://www.flickr.com/photos/sawater/6262343683>

Wróćmy jednak do farb:

- 1924 – Wprowadzenie bieli tytanowej – najważniejszego pigmentu umożliwiającego tworzenie powłok kryjących zarówno białych, jak i różnobarwnych.
- 1924 – Powstają modyfikowane żywice fenolowe – pierwsze w pełni syntetyczne żywice, dostępne komercyjnie. Szereg dostępnych typów zależy od rodzajów i proporcji stosowanych fenoli i aldehydów.
- 1925 – BASF (Glaserit-Werke) wprowadza lakiery nitrocelulozowe do Europy.
- 1925 – R. H. Kienle uzyskuje nienasycone żywice alkidowe.
- 1926 – W Wielkiej Brytanii powstaje stacja badająca farby.
- 1925 – General Electric wprowadza żywicę o nazwie Glyptal® (patrz rok 1920).
- 1927 – R. H. Kienle z General Electric uzyskuje patent na żywice alkidowe, ale patent zostaje odebrany w roku 1935. Kienle jest uważany za autora nazwy alkid powstałej ze zlepków słów angielskich alkohol i acid.
- 1929 – Użycie żywic mocznikowo-formaldehadowych do modyfikacji alkidów.
- 1930 – Początek produkcji żywic chlorokauczkowych.
- 1931 – DuPont nadaje nazwę „Dulux” linii produktów alkidowych. Nazwa ta dopiero w 1952 r., na skutek licznych przekształceń, staje się własnością firmy ICI.

- 1931 – Commission internationale de l'éclairage, CIE na konferencji w Cambridge definiuje kolory jako światło o określonej długości fali: czerwony (700 nm), zielony (546,1 nm) i niebieski (435,8 nm). Zdefiniowane zostają też źródła światła i pierwsza norma dotycząca zasad obserwacji.
- 1932 – Luther i Hück uzyskują patent na żywicę lateksową SBR.
- 1933 – Wprowadzenie żywic na kopolimerach winylowych.
- 1930 – 35 – Pojawiają się żywice mocznikowo-formaldehadowe łączone z żywicami alkidowymi. Chlorek winylu do kompozycji powłokowych jest wykorzystywany przez kopolimeryzację octanu winylu. Ford i Chrysler używa emalii alkidowych jako farb nawierzchniowych.
- 1936 – Epichlorydryna powstała już w 1927 r. ale większość źródeł uznaje rok 1936 za datę narodzin żywicy epoksydowej, kiedy Dr. Pierre Castan (Szwajcar) i Dr. S.O. Greenlee (USA) przeprowadzili udaną syntezę żywicy epoksydowej. Pierwszy patent na epoksyd uzyskał Schlack na etery diglicydylowe uzyskiwane z epichlorydyny i bisfenolu.
- 1937 – Otto Bayer odkrył reakcje chemiczną prowadzącą do powstania poliuretanów; dziś żywice te są m.in. składnikiem odpornych na UV farb nawierzchniowych.
- 1939 – D. E. Strain opatentowuje termoutwardzalne żywice akrylowe.
- 1939 – 41 – Pojawiają się żywice melaminowo-formaldehadowe. Sherwin-Williams zaczyna sprzedaż Kemtone® – pierwszej farby wodorozcieńczalnej złożonej między innymi z kazeiny, białka z kukurydzy, kalafonii i niewielkiej ilości oleju lnianego w emulsji z TiO₂, kredą, gliną i mika.
- 1942–44 – Pierwsze zabezpieczenie nieorganicznym gruntem cynkowym (rurociągi Morgan-Whyalla w południowej Australii – fot 22).
- 1943 – P. Castan (Switzerland) i S. Greenlee (USA) uzyskują patent na żywice epoksydowe.
- 1944 – Pojawiają się żywice silikonowe oparte na łańcuchach krzemowych, odporne na znacznie wyższe temperatury niż żywice z łańcuchami węglowymi.
- 1947 – Między rokiem 1947 a 1950 rozpoczyna się produkcja żywic epoksydowych do celów komercyjnych.
- 1957 – Na rynku pojawiają się farby lateksowe odporne na mycie.
- 1994 – Pojawienie się na rynku pierwszego polisiloksanu Ameron PSX.

Historia farb jest znacznie bogatsza niż przedstawione kalendarium. Właściwie każdy jej element zasługuje na osobną opowieść, a niektóre mogłyby posłużyć do napisania co najmniej sporego reportażu lub opowiadania, chociażby historia nieorganicznych gruntów cynkowych. W warunkach laboratoryjnych nieorganiczne grunty cynkowe powstały w latach 30. XX w. Na zabezpieczoną powierzchnię nakładano zawieszinę pyłu cynkowego w zmodyfikowanym szkle wodnym, a następnie powłokę wygrzewano w temperaturze 450°F (232°C). Według tej technologii wykonano pierwsze zabezpieczenie komercyjne na rurociągu Morgan-Whyalla w południowej Australii. Rurociąg malowano pędzlami, co jest dzisiaj nie do pomyślenia w przypadku nieorganicznych gruntów cynkowych, a następnie wygrzewano. Jak przebiegał proces wygrzewania niestety nie udało mi się ustalić. Rurociąg Morgan-Whyalla służy do dzisiaj do transportu wody na odcinku 359 km. Jego zabezpieczenia antykorozyjnego nie poddawano do tej pory renowacji. Utwardzające się w warunkach otoczenia nieorganiczne grunty cynkowe wykorzystywało NASA już na przełomie lat 40. i 50. XX w. Było to na owe czasy „rozwiązanie kosmiczne” – uzyskiwane w warunkach otoczenia powłoki miały bardzo zbliżone właściwości do powłok cynkowych nakładanych ogniowo. Założona w 1947 r. przez Stanley'a Lopata firma Carboline wprowadziła do produkcji pierwszą farbę etylokrzemianowo-cynkową o nazwie Carbozinc 11. Nie udało mi się ustalić czy Carboline kupiło patent na tę farbę od NASA czy też Carboline pracowało dla NASA do czasu odtajnienia technologii. Dzisiaj każdy liczący się na rynku producent farb ma w swojej ofercie nieorganiczne grunty cynkowe, jest to jednak nadal jedna z najlepszych, chociaż dość trudnych w aplikacji farb.

NAJWAŻNIEJSZE ŹRÓDŁA:

- [1] Anonymous. "The history of automotive painting". Broszura Standox GmbH.
- [2] Stuart Croll. 2009. "History of Paint Science and Technology". <https://www.ndsu.edu/fileadmin/croll/HistoryofPaintSGC.pdf>
- [3] <http://www.corrosion-club.com/historycoatings.htm>
- [4] <http://www.cyberlipid.org/perox/oxid0011.htm>
- [5] <https://cynkownia-gajecki.pl/>
- [6] <http://mocomi.com/history-of-paint/>
- [7] [https://pl.wikipedia.org/wiki/-](https://pl.wikipedia.org/wiki/)
- [8] Michał Jaczewski. 2015. „Zarys historii farb”. *Lakiernictwo Przemysłowe* 1 (93).
- [9] Michał Jaczewski. 2015. Zarys historii farb. Cz. II”. *Lakiernictwo Przemysłowe* 2 (94).
- [10] Andrzej Kubacki. 2012. „Farby – jak zaczęła się historia i dokąd zmierza ich rozwój”? Materiały VI dorocznej konferencji PSK.



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

• wodorozcieńczalne

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

• poliwinylowo-akrylowe

- **LOWISTAL** Farba nawierzchniowa tiksotropowa

ZESTAWY NA KONSTRUKCJE STALOWE OCYNKOWANE:

wodorozcieńczalny

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. **TIXOKOR-G2** 1 x (80÷100) µm
- **LOWISTAL** 1x (80÷120) µm
3. **TIXOKOR G-3** 1x 70 µm

LOWISTAL 1 x (80÷100) µm

4. **LOWICYN-tixo** 1÷2 x (80÷120) µm

ZESTAWY NA KONSTRUKCJE STALOWE:

wodorozcieńczalne

1. **METAKOR** 1÷2 x 40 µm
- **LOKRYMAL** 2÷3 x 40 µm
2. **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
4. **TIXOKOR-G2** 1 x (80÷100) µm
- **LOWISTAL** 1 x (80÷100) µm
5. **TIXOKOR-G3** 1 x 70 µm
- **LOWISTAL** 1 x (80÷100) µm

METAMAL

GRUNTOEMALIA WODOROZCIĘCZALNA

Nowoczesna, ekologiczna gruntoemalia o doskonałych właściwościach dekoracyjno-ochronnych,

nie wymaga gruntowania!

Łódź ul. 6 Sierpnia 100/102 www.polifarb.lodz.pl

POLIFARB-ŁÓDŹ Sp. z o.o.

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, fax (32) 273 81 14
info@elmetron.com.pl

www.elmetron.com.pl

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

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



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 połyku 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 wodorocieńczalnymi.

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



Naprawy oraz ochrona kompozytami polimerowymi urządzeń HVAC

Komfort klimatyczny w tym komfort cieplny i jakość powietrza w pomieszczeniach są kształtowane przez systemy ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji w skrócie HVAC (ang. Heating, Ventilation and Air Conditioning). Dzięki tym systemom możemy utrzymywać optymalne warunki tj. temperaturę, czystość i wilgotność powietrza pomieszczeń, w których przebywamy, niezależnie od warunków pogodowych panujących na zewnątrz. Obecnie system HVAC jest jednym z najważniejszych elementów technicznego wyposażenia budynków i hal.

Rozwój budowy i struktury systemów HVAC w sposób bezpośredni zależy od wymagań komfortowych i energetycznych. Według polskich wymagań obowiązujących od 2008 roku, maksymalne roczne zużycie energii w budynkach dla celów ogrzewania i wentylacji wynosi 58105 kWh/(m²a) a od 1 stycznia 2021 w Polsce obowiązuje przepis wprowadzający udział energii nieodnawialnej na poziomie 45 kWh/m² uwzględniający także przygotowanie CWU (Ciepłej Wody Użytkowej) dla budynków użyteczności publicznej.

Składniki komfortu klimatycznego, w tym komfortu cieplnego zależą od temperatury, wilgotności względnej i prędkości powietrza, stopnia aktywności ludzi przebywających w danym pomieszczeniu oraz izolacyjności ich odzieży (np. współczynnik przewodzenia ciepła przy wymianie ciała ludzkie w ubraniu/otoczenie, dla klasycznego garnituru wynosi 0,233 m²K/W). Najprostsza metoda wentylacji pomieszczeń polegająca na ich przewietrzaniu lub wywołaniu niechcianego przeciągu, to już dziś zdecydowanie za mało! Wymagania dotyczące komfortu cieplnego i jakości powietrza w ostatnich latach bardzo się zmieniły a formuły pozwalające opisać parametry komfortu są coraz bardziej precyzyjne. Wprawdzie stworzenie klimatu, który zadowoliliby wszystkich nie jest możliwe, ale rzecz w tym, aby niezadowolonych z klimatu w danym obiekcie było jak najmniej.

Znaczący wkład w kreowaniu klimatu pomieszczeń wniósł prof. P. O. Fanger, którego prace wykorzystano do stworzenia norm. Fanger, jak niegdyś Ludwik Boltzman tworząc podstawy teorii w termodynamice, wprowadził do praktyki formuły statystyczne komfortu cieplnego tj. przewidywaną średnią ocenę, przewidywany odsetek niezadowolonych oraz wskaźnik przeciągu. Odsetek niezadowolonych Fanger wyznacza z następującej zależności określając ją jako PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied):

$$PPD = (t_b - t_i)(w - 0,05)^{0,6223} (3,143 + 0,369wT_u) \quad (1)$$

PPD – odsetek niezadowolonych

t_i – temperatura powietrza w pomieszczeniu [°C]

t_b – temperatura powierzchni skóry [°C]

w – średnia prędkość powietrza [m/s]

T_u – stopień turbulencji [%]

Komfort cieplny na odpowiednim poziomie wywołuje zadowolenie i syntetycznie można to (ilościowo) wyrazić wzorem:

$$T_{i0} = a T_{e,r} + b \quad (2)$$

T_{i0} – operacyjna wewnętrzna temperatura komfortu

$T_{e,r}$ – temperatura zewnętrzna

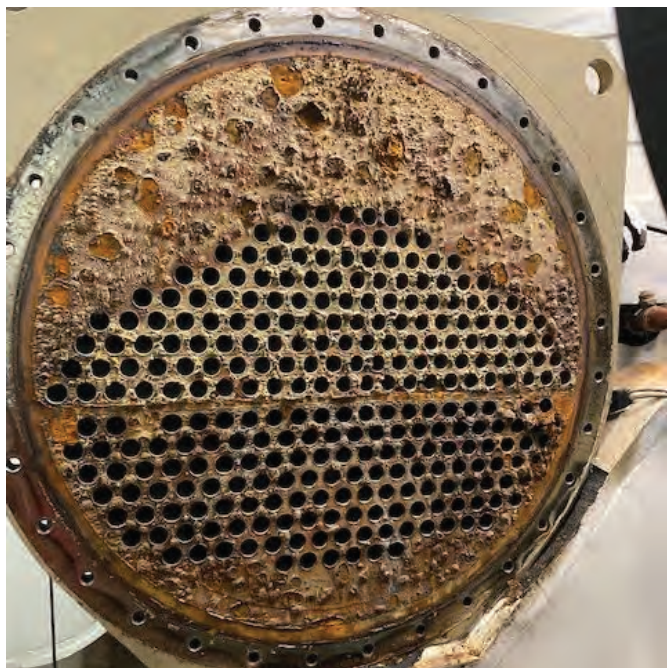
a, b – współczynniki wyznaczone w oparciu o dane statystyczne

Oprócz odpowiedniej temperatury w pomieszczeniu dla zapewnienia komfortu adaptacyjnego konieczne jest także zagwarantowanie czystości powietrza, czyli odpowiedniego składu chemicznego maksymalnie zbliżonego do czystego powietrza zewnętrznego. Źródłem zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach mogą być urządzenia, nieszczelności instalacji, otwarte procesy produkcyjne ale także ludzie (emisja CO₂, różne zanieczyszczenia zapachowe itp.). W czasach pandemii szczególnie ważne staje się również oczyszczanie powietrza z mikroorganizmów chorobotwórczych tj. bakterii i wirusów. Jednym ze sposobów jest zastosowanie w centralach wentylacyjnych jonizatorów oczyszczających powietrze. Jonizacja powietrza polega na wytwarzaniu jonów, które gromadząc się na powierzchni mikroorganizmów powodują ich unicestwienie. Oprócz tego jonizatory przyczyniają się do usuwania pyłów z powietrza (PM 2,5 i PM 10) oraz innych zanieczyszczeń w tym różnych alergenów, pleśni i grzybów. Dla pełnego oczyszczenia powietrza konieczne jest zastosowanie filtrów, które wyłapują zanieczyszczenia stałe tym skuteczniej im wyższej klasy filtry zastosujemy (wstępne, medium i dokładne).

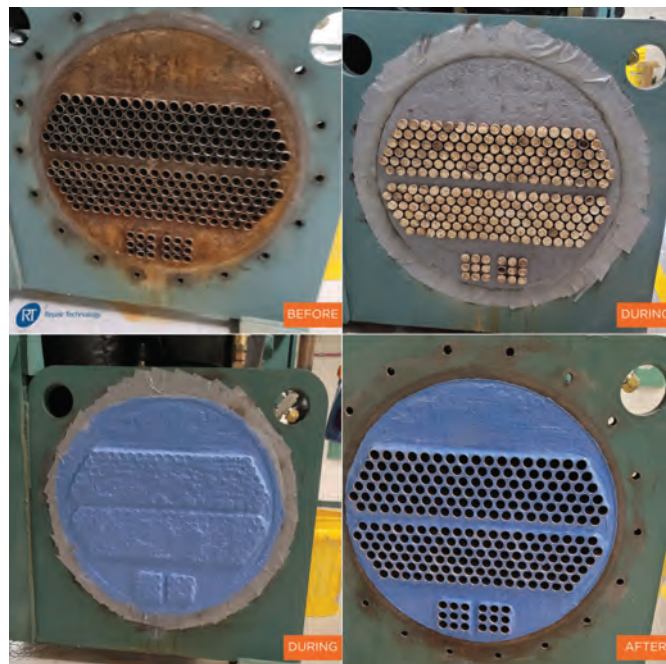
Rekomendacje, wymagania oraz przepisy zawarte w dyrektywach i normach zawarto poglądowo w tabeli 1 oraz w tabeli 2, zawierających dane z normy PN-EN 13779.

Tabela 1. Wymagane strumienie powietrza dla uzyskania jakości powietrza

Jakość powietrza w pomieszczeniach	Udział niezadowolonych	Jakość powietrza [zawartość zanieczyszczeń]	Wymagany strumień powietrza [m ³ /h]
Wysoka	15	1,0	36,0
Standardowa	20	1,4	25,2
Minimum	30	2,5	14,4



Fot. 1. Korozja dna sitowego wymiennika ciepła chillera



Fot. 2. Technika obudowy i zabezpieczenia przeciwkorozyjnego dna sitowego kompozytami Belzona

Tabela 2. Klasyfikacja jakości klimatu wewnętrznego

Kategoria jakości powietrza	Opis jakości powietrza IAQ	Poziom CO ₂ ponad poziom w pow. zew. [ppm]	Ilość powietrza zewnętrznego [m ³ /h osobę]
IDA 1	Wysokie	≤400	>54
IDA 2	Średnie	400-600	36-54
IDA 3	Umiarkowane	600-1000	22-36
IDA 4	Niskie	>1000	<22

Komfort klimatyczny dla człowieka przebywającego w pomieszczeniu zapewniony, ale jaka jest tego cena? Paradoksalnie im większy tworzymy komfort klimatu dla jednego człowieka, tym bardziej utrudniamy zadanie innym ludziom! Mowa tu oczywiście o projektantach i konstruktorach systemów HVAC, ale także o pracownikach serwisów i służb utrzymania ruchu urządzeń wchodzących w skład systemów. Zmienne warunki pracy urządzeń, temperatura i wilgotność oraz agresywność chemiczna to idealne środowisko do rozwoju procesów korozyjnych powodujących niszczenie materiałów, (głównie metali, w tym także nierdzewnych), powodujących skrócenie okresu eksploatacji lub nawet wyłączenie systemów z powodu awarii. Aby utrzymywać temperaturę w pomieszczeniach na stałym żądanym poziomie konieczna jest systematyczna wymiana ciepła pomiędzy pomieszczeniem/budynkiem/obiektem a jego otoczeniem.

Transfer ciepła możliwy jest dzięki zastosowaniu odpowiednich czynników termodynamicznych takich jak: freon (najczęściej stosowany w klimatyzacjach), ale ze względów ekologicznych coraz częściej, a zwłaszcza w instalacjach dużych obiektów, stosuje się jako czynnik chłodniczy tzw. wodę lodową. Jest to zwykła woda, jednak bardzo często z różnymi domieszkami jak glikol czy sole, dodawanymi do wody po to, aby obniżyć jej temperaturę zamarza-

nia. Duża koncentracja chlorków pochodzących z rozpuszczonych soli w wodzie chłodzącej oraz zróżnicowane natlenienie powodują zwiększenie aktywności korozyjnej elementów instalacji, zwłaszcza metalowych. Skutki procesów korozyjnych zachodzących w takim środowisku najbardziej widoczne są w miejscach bezpośredniego styku metali różnoimiennych i na powierzchniach ścian/blach wykonanych ze stali nierdzewnych. Wprawdzie stale nierdzewne (głównie chromowe) odporne są na korozję ogólną, ale ich „piętą achillesową” jest wrażliwość na korozję punktową (wżerową) wywołwaną właśnie głównie przez obecność chlorków w środowisku.

Inny mechanizm korozyjny występuje w wymiennikach ciepła, które są podstawowym urządzeniem w niemal wszystkich układach HVAC. Tzw. chiller to węzeł cieplny, w którym głównym urządzeniem jest wymiennik ciepła, a właściwie co najmniej dwa wymienniki tj. parownik i skraplacz. Jeszcze więcej wymienników stosuje się w agregatach absorpcyjnych wykorzystujących energię cieplną do produkcji chłodu. W tych agregatach można produkować chłód (wodę lodową) wykorzystując ciepło dotychczas uwalniane w otoczenie z innych układów. Agregaty te wykorzystują proces wrzenia i odparowania czynnika chłodniczego oraz zależność temperatury wrzenia od ciśnienia. Przy ciśnieniu atmosferycznym (ok. 1000 hPa) woda wrze w temperaturze 100°C, jednak przy obniżeniu ciśnienia temperatura wrzenia będzie niższa. Przy ciśnieniu 860 Pa woda wrze już w temperaturze +5°C. Ciągłemu procesowi skraplania i parowania czynnika towarzyszy przekazywanie ciepła a woda staje się czynnikiem chłodniczym. W wyniku zraszania rur wymiennika wodą destylowaną (czynnik chłodniczy) dochodzi do odbioru ciepła doprowadzonego obiegiem powrotnym wody lodowej, które zostaje wykorzystane do odparowania zraszanego czynnika chłodniczego, w wyniku czego dochodzi do schłodzenia obiegu powrotnego wody lodowej z 12°C do 7°C (chiller).



Fot. 3. Wieża chłodnicza z korozją blach poszycia



Fot. 4. Wanna ociekowa (basen) wieży chłodniczej zabezpieczonej powłoką Belzona5811

Głównym procesem korozyjnym występującym w wymiennikach ciepła układu chillera jest korozja elektrochemiczna wywoływana, jak już wspomniano wcześniej, przez styk rurek z dnem sitowym wymiennika ciepła. Skutkiem przyspieszonej korozji jest powstanie znacznych ubytków w dnie sitowym w miejscach wokół styku z rurą (fot. 1). Dłuższa eksploatacja wymienników bez zabezpieczenia przeciwkorozyjnego może doprowadzić do rozszczelnienia rurek i niekontrolowanego mieszania się czynników wymieniających ciepło, co ostatecznie pogarsza sprawność wymiennika. Podczas remontu zaleca się wypełnienie powstałych ubytków korozyjnych kompozytem polimerowym Belzona®1311 Ceramic R Metal, a następnie pokrycie całości dna sitowego powłoką Belzona®1321 lub Belzona®1381 (fot. 2). Opisane zabezpieczenie całkowicie odcina kontakt wody stanowiącej elektrolit od powierzchni metalowych (rurka/dno sitowe) a więc korozja zostaje zahamowana!

Obniżanie temperatury czynnika poprzez odparowanie wykorzystywane jest również (zwłaszcza w warunkach polskiego klimatu) w urządzeniach zwanych wieżami chłodniczymi (fot. 3). Woda, którą należy schłodzić jest tutaj rozprowadzana po wkładzie (system rusztów) o znacznej powierzchni umożliwiającej dobrą wymianę ciepła ze strumieniem napływającego powietrza tłoczonego przez wentylator. Schłodzona woda spada do basenu i jest pompowana z powrotem do systemu klimatyzacyjnego. Mokre środowisko, zmienna temperatura, obecność chlorków w wodzie i osadzie basenowym oraz zróżnicowane natlenienie występujące

podczas pracy wieży chłodniczej, to idealne warunki do rozwoju procesów korozyjnych. Korodują metalowe elementy wieży (poszycie) oraz wanna basenu (fot. 4). Przedostawanie się produktów korozji do obiegu wody chłodzącej obniża efektywność wymiany ciepła i sprawność systemu, a skutki korozji bezpośrednio związane z ubytkami powierzchni metalowych mogą doprowadzić do rozszczelnienia i awarii układów HVAC. Aby skutecznie wyeliminować problemy powodowane korozją wystarczy zastosować specjalne powłoki ochronne o wysokiej odporności na przenikanie chlorków Cl⁻ oraz praktycznie o zerowej nasiąkliwości wodą. Takie wymagania spełnia powłoka kompozytowa Belzona®5811 przeznaczona do permanentnego zanurzenia w wodzie o dużym zasoleniu oraz niskoprocentowych chemicznie agresywnych roztworach wodnych. Dla wyższych temperatur rekomenduje się zastosowanie powłoki kompozytowej Belzona®5892.

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



Roger Dietrich
Paint Analysis
2nd Revised Edition

Wyd.: Vincentz Network

Rok: 2021

Stron: 275

ISBN 3-7486-0425-4

ISBN 978-3-7486-0425-

Wersja drukowana: 179,00 €

E-Book: 179,00 €

Rynek wymaga nowoczesnych, skutecznych farb o określonych właściwościach. W przypadku wystąpienia odchyłań od zadanych właściwości należy zbadać przyczynę odstępstwa i usunąć błąd. Obecnie dostępnych jest wiele metod analitycznych do badania surowców, półproduktów, farb i powłok. Do efektywnego wykorzystania poszczególnych metod konieczna jest szczegółowa wiedza na temat możliwości i ograniczeń każdej metody.

Autor przedstawia w swojej książce nowoczesne techniki analityczne i ich zastosowanie w przemyśle wyrobów lakierowych, odpowiadając na pytania: „Czego nie ujawniają standardowe metody badań?” i „Dlaczego dany wyrób lakierowy spełnia lub nie spełnia wymagań?” Zamieszczone w książce informacje mogą być przydatne przy wykonywaniu badań w celu stwierdzenia przyczyn wystąpienia wad, w kontroli produkcji i jakości. Książka stanowi doskonale połączenie teorii z praktyką i będzie pomocą dla osób zajmujących się formułowaniem receptur, produkcją i badaniem wyrobów lakierowych, poszukujących solidnego wprowadzenia do analizy instrumentalnej i konkretnych odpowiedzi na codzienne problemy.

Prezentowana książka to drugie wydanie – pierwsze ukazało się w 2009 roku. Zawiera wiele nowych ciekawych spostrzeżeń dotyczących badań terenowych i prac laboratoryjnych związanych z wyrobami lakierowymi i powłokami. W porównaniu z pierwszą edycją znajdują się w nim nowe techniki, dodatkowe zaawansowane metody przygotowania i pobierania próbek oraz wiele bardziej praktycznych przykładów. Zamiarem Autora było podzielenie się doświadczeniami, które zdobył w ciągu ostatnich 30 lat w laboratorium i w terenie w zakresie analizy farb i powłok. W Przedmowie Autor pisze: „Jestem chemikiem i moje podejście do scharakteryzowania materiału powłokowego, surowca i wad powłoki jest zatem przede wszystkim oparte na dowodach naukowych. Uważam, że bardzo ważne jest posiadanie głębokiego wglądu w podstawowe, fizyczne uwarunkowania i ograniczenia metod analitycznych, aby zrozumieć ich możliwości i ograniczenia”.

W drugim wydaniu dodano sekcję o metodach pobierania próbek i reprezentatywności, co w dużym stopniu wpływa na wiarygodność wyników. Ponadto przedstawiono szereg metod analitycznych, które istnieją od wielu lat, ale nie znalazły jeszcze szerokiego zastosowania w przemyśle farb.

Książka składa się z następujących rozdziałów:

Część I: Ogólne informacje dotyczące analizy farb

1. Powierzchnia
2. Dlaczego analiza farb?
3. Związek nowoczesnych technik analitycznych z analizą farby
4. Rozważania ogólne
5. Mapowanie chemiczne, w tym za pomocą mikroskopii w podczerwieni, obrazy TOF-SIMS, SEM-EDS
6. Profilowanie
7. Aparatura

Część II: Analiza uszkodzeń powłok

1. Wyboista droga do wiedzy
2. Procedura analityczna
3. Pobieranie próbek, w tym: rola pobierania próbek w procedurze analitycznej, dobór losowy i reprezentatywność, ukierunkowane pobieranie próbek, nieniszczące pobieranie próbek, typowe błędy w pobieraniu próbek (niewłaściwe pobranie próbki, próbki niereprezentatywne, wybór niewłaściwej ilości próbki, zastosowanie niewłaściwej procedury pobierania próbki, nieodpowiednie narzędzia i pojemniki do pobierania próbek, nieprawidłowe przechowywanie i wysyłka próbek), pobieranie mikropróbki
4. Uszkodzenie powłok i podejście analityczne, w tym: przyczyny uszkodzeń, niewłaściwe przygotowanie powierzchni, warunki nakładania, środowisko i klimat, badanie utraty adhezji, odwarstwienie spowodowane zanieczyszczeniem podłoża, odwarstwienie spowodowane błędami w nakładaniu, kraterowanie i „rybie oczka”, kraterowanie spowodowane zanieczyszczeniem wyrobu lakierowego, zanieczyszczeniem podłoża, aglomeracją składników farby i warunkami nakładania, pęcherzenie, przebarwienia, zamglenie i plamy, skórka pomarańczowa

Część III: Kontrola jakości i analiza procesów

1. Kontrola jakości surowców (spoiwa, rozpuszczalniki, pigment i wypełniacze, wykrywanie zanieczyszczeń)
2. Kontrola jakości i produkcji farb, w tym analiza pozostałości po filtracji (SEM/EDS, FTIR), sprawdzanie półproduktu i gotowego produktu (ATR-FT-IR, TOF-SIMS, GC-MS)
3. Badania terenowe, w tym: analiza procesu malowania w lakierach, analiza aerozolu, monitorowanie etapów obróbki wstępnej, badanie stopnia usieciowania w farbach dwuskładnikowych, badanie migracji środków pomocniczych, inspekcja powłok okrętowych i lotniczych, urządzenia podręczne i przenośne

Część IV: Metody analizy powłok

1. Optyczna analiza mikroskopowa
2. Mikroskopia fluorescencyjna
3. Spektroskopia w podczerwieni
4. Powierzchniowa spektroskopia w podczerwieni, w tym: spektroskopia powierzchniowa ATR-FT-IR, spektroskopia odbiciowa, spektroskopia odbicia rozproszonego
5. Mikroskopia w podczerwieni, w tym: aparatura, przygotowanie próbek, tryb transmisji, tryb odbicia, tryb ATR

6. Spektroskopia Ramana
7. Spektrometria mas jonów wtórnych z analizatorem czasu przelotu jonów, w tym: podstawy fizyczne, aparatura, kalibracja i rozdzielczość masy, przygotowanie próbki, ocena widma, tryb obrazowania, kwantyfikacja, zastosowania
8. Skaningowa mikroskopia elektronowa, w tym podstawy fizyczne, kwantyfikacja, granice wykrywalności, EDS, zastosowania
9. Mikroanaliza elektronowa
10. Rentgenowska spektroskopia fotoelektronów
11. GC-MS (chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas)

12. Chromatografia cienkowarstwowa TLC-ATR-FT-IR, w tym: zasada ogólna, procedura separacji, identyfikacja, parametry wydajności wybranych metod

E-book

Plik do pobrania zostanie dostarczony w formacie EPUB po zakończeniu procesu zakupu. Pliki EPUB można otwierać w większości czytników e-booków, a także na smartfonie, tablecie lub komputerze stacjonarnym (może być wymagane zainstalowanie dodatkowego oprogramowania lub aplikacji).



Frank Sauer Microbicides in Coatings

Wyd.: Vincentz Network
Rok: 2017
Stron: 156
ISBN: 9783866308978

Wersja drukowana: 169,00 €
E-Book: 169,00 €

W przypadku ochrony wyrobów lakierowych i powłok przed mikroorganizmami ważne jest zachowanie równowagi między zwalczaniem drobnoustrojów, aby uniknąć szkód ekonomicznych, a tolerowaniem ich życia tam, gdzie jest to konieczne i użyteczne. Nowa książka Franka Sauera zawiera kompleksowy przegląd mechanizmów działania i możliwych zastosowań środków przeciwbakteryjnych w farbach.

Autor w Przedmowie cytuje Franka Clarka (1860–1936) „Každy próbuje osiągnąć coś wielkiego, nie zdając sobie sprawy, że życie składa się z małych rzeczy”. Mikroorganizmy są częścią naszej biosfery od miliardów lat, podczas których odniosły ogromne sukcesy ze względu na ich zdolność przystosowania się do najtrudniejszych warunków. Środki biobójcze to substancje, które pomagają zwalczać mikroorganizmy odpowiedzialne za niszczenie materiałów i związane z tym straty ekonomiczne wynoszące miliardy euro rocznie. Są one jednak traktowane z podejrzliwością, ponieważ ich działanie może mieć skutki uboczne dla ludzi i/lub dla środowiska. Środki biobójcze należy stosować tylko wtedy, gdy mikroorganizmy wyrządzają szkodę ludziom, z powodów medycznych lub z potrzeby ochrony materiału.

Autor omówił w książce świat mikroorganizmów, właściwości środków biobójczych, stan wiedzy na temat mechanizmów i skuteczności ich działania, jak również zagadnienia legislacyjne. Książka jest nieocenionym źródłem informacji dla osób, które zajmują się opracowywaniem wyrobów lakierowych, a także dla innych osób z podstawową wiedzą z zakresu chemii i biologii.

Książka składa się z następujących rozdziałów:

1. Wprowadzenie do środków przeciwbakteryjnych, w tym: klasyfikacja mikroorganizmów (archeony, bakterie, eukarionty), środki przeciwbakteryjne, sposób działania substancji przeciwbakteryjnych
2. Ochrona farb i powłok, w tym: ochrona w puszkach (formaldehyd i związki uwalniające formaldehyd (FA-R), pochodne izotiazolinonu, związki z aktywowanymi halogenami, podsumowanie właściwości związanych z ochroną w puszkach), ochrona w powłokach (fungicydy do ochrony powłok, algicydy do ochrony powłok, przegląd preparatów grzybobójczych/glonobójczych, dziesięciopunktowy program dezynfekcji obiektów operacyjnych)
3. Aspekty dotyczące stosowania, w tym: okres trwałości środków biobójczych, optymalizacja dozowania, zagadnienia dotyczące recepturowania, nowe osiągnięcia – technologie powolnego uwalniania, środki bakterioobójcze na bazie związków srebra
4. Metody badań właściwości mikrobiologicznych i użytkowych, w tym: minimalne stężenie, oznaczenie liczby drobnoustrojów, badanie w puszcze, test dyfuzji agarowej, laboratoryjne testy wymywania, półpolowe próby wymywania, normy międzynarodowe
5. Zagadnienia legislacyjne, w tym: przepisy dotyczące produktów biobójczych (BPR), ogólne zasady procesu udzielania zezwoleń, Artykuł 95: Lista substancji czynnych i dostawców, powiązania BPR z innymi przepisami
6. Podsumowanie i perspektywy
7. Bibliografia.



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

Farby antykorozyjne

Lepsze właściwości ochronne w silnie korozyjnych warunkach powłok wodorozcieńczalnych zawierających mikropojemniki

Korozja generuje niezwykle wysokie koszty na całym świecie, konieczne jest więc wdrażanie skutecznych systemów przeciwkorozyjnych, przy jednoczesnym uniknięciu niekorzystnego wpływu na środowisko. Powłoki wodorozcieńczalne uważa się za rozwiązanie przyjazne dla środowiska, które potencjalnie może sprostać wyzwaniu odnośnie ograniczenia zawartości lotnych związków organicznych. Powszechne przemysłowe stosowanie farb wodorozcieńczalnych jest jednak nadal ograniczone ze względu na potencjalnie mniejszą odporność powłok na agresywne media korozyjne.

W celu poprawy właściwości antykorozyjnych można do jednej z warstw systemu powłokowego wprowadzić inhibitory korozji. Biorąc pod uwagę specyficzne właściwości fizyko-chemiczne stosowanych w takich przypadkach inhibitorów oraz ich oddziaływanie z innymi składnikami systemu powłokowego, takie bezpośrednie podejście może skutkować szeregiem niepożądanych zjawisk, w tym słabą aktywnością i spontanicznym wymywaniem się inhibitora, powstawaniem pęcherzy, a nawet odwarstwianiem powłoki od podłoża. Rozwiązaniem tych problemów mogą być wyroby lakierowe, których powłoki mają zdolność do samonaprawiania się.

Obecnie rozwój technologiczny w zakresie powłok zmierza do wprowadzania na rynek tzw. systemów inteligentnych, które jednocześnie zapewniają ochronę pasywną (tworzenie bariery) i aktywną (reagowanie na bodźce zewnętrzne). W tym celu inhibitory korozji zamyka się w mikropojemnikach, skąd są uwalniane w razie potrzeby, aby naprawić uszkodzoną powłokę ochronną.

W pracy jako inhibitory korozji zastosowano oleinian cynku i 8-hydroksychinolinę. Zamknięte w mikrokapsułkach inhibitory wprowadzono w różnych stężeniach do matrycy polimerowej. Otrzymane kompozyty nałożono na podłoża ze stali niskowęglowej. Właściwości powierzchniowe, wymiary i zdyspergowanie mikropojemników zbadano za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej, metodą dynamicznego rozpraszania światła oraz metodą termogravimetrii. Przebadano również kinetykę uwalniania się

inhibitorów z mikropojemników rozproszonych swobodnie w środowisku wodnym. Elektrochemiczną spektroskopię impedancyjną zastosowano do określenia właściwości antykorozyjnych próbek w sposób ciągły narażonych na działanie mgły solnej, wilgoci i roztworu NaCl. W czasie ekspozycji w komorach korozyjnych okresowo sprawdzano wygląd i przyczepność powłok. Stwierdzono poprawę odporności powłok na korozję, silnie zależną od inhibitora, stężenia mikropojemników oraz środowiska korozyjnego. Najlepszą skuteczność osiągnięto przy zastosowaniu jako inhibitora oleianu cynku przy najniższym stężeniu mikropojemników wynoszącym 0,5% mas. Takie powłoki kompozytowe wykazały doskonałą trwałość w silnie agresywnym środowisku korozyjnym.

Na podstawie: I. Stojanović, B. Židov, O. Travkova, D. Grigoriev, Progress in Organic Coatings 157 (2021) 106273

Duży potencjał higienicznych powłok antybakteryjnych

Grecki producent farb Vitex opracował funkcjonalną farbę do malowania ścian. Jak stwierdził Aristoteles Nikolakopoulos, dyrektor działu badawczo-rozwojowego producenta, nowa farba skutecznie zapobiega transmisji ludzkich koronawirusów, w tym także SARS-CoV2, po czterech godzinach kontaktu.

W wywiadzie przeprowadzonym przez Damira Gagro przedstawiciel firmy Aristoteles Nikolakopoulos przedstawił właściwości nowej farby, metody badań jej skuteczności w zwalczaniu transmisji wirusów i namnażania się bakterii oraz możliwości rozszerzenia tej nowej technologii na inne rodzaje powłok.

Technologia nazwana Vairo Healthcare Technology opiera się na kompozytach, w których w matrycy nieorganicznej są zakapsułkowane jony srebra i inne składniki wspomagające kontrolowane uwalnianie nie tylko w wilgotnych warunkach, ale także w suchych. Powłoka posiada hydrofilowo modyfikowaną śliską powierzchnię, na której nie zagnieżdżają się bakterie i wirusy, co dodatkowo zwiększa skuteczność działania przeciwbakteryjnego i przeciwwirusowego. Skuteczność aktywności przeciwwirusowej i przeciwbakteryjnej badano zgodnie z ISO 21702, ISO 22196 oraz zaleceniami OECD (ENV/JM/MONO (2018) 20:2019). Poziom skuteczności działania antywirusowego i antybakteryjnego pozostaje bez zmian tak długo, jak długo zachowana jest integralność powłoki.



2+1

Wakacyjna Promocja
na Portalu Informacji Technicznej
www.sigma-not.pl

Za każde dwa zakupione artykuły, trzeci dostaną Państwo gratis. Wystarczy przesłać na adres: portal@sigma-not.pl numer zamówienia wraz z linkiem do artykułu jaki chcemy otrzymać, w odpowiedzi otrzymają Państwo wybrany artykuł dodany w Państwa panelu klienta. Promocja trwa do 30.09.2021.

Powłoka jest półmatowa, trwała, łatwa do czyszczenia i mycia, odporna na szorowanie na mokro i działanie typowych środków myjących, detergentów i środków dezynfekcyjnych.

Dzięki właściwościom nowej farby można wydłużyć czas pomiędzy renowacją ścian pomieszczeń szpitalnych, takich jak sale operacyjne i oddziały intensywnej opieki medycznej, które zazwyczaj są odnawiane corocznie, a nowa technologia pozwala na ich renowację co dwa lata. Obecnie w dziale badawczo-rozwojowym greckiego producenta prowadzone są prace zmierzające do wykorzystania opracowanej technologii do wyprodukowania farb wewnętrznych na inne rodzaje podłoża.

Na podstawie: European Coatings Newsletter, 28.04. 2021

Projektowanie perfekcyjnej powłoki nawierzchniowej

Wymagania dotyczące jakości powłok nawierzchniowych superjachtów są unikalne. Powłoki jachtów wymagają większej kontroli wizualnej i badań instrumentalnych. Całkowita grubość powłok na jachtach może wynosić nawet kilkadziesiąt milimetrów, jednak to ostatnie 50 mikrometrów powłoki klient ocenia i akceptuje (lub nie). Zanim na podłoże zostanie nałożona ostatnia warstwa wymalowania, wykonawcy muszą wykonać żmudne prace oczyszczania i szlifowania powłok gruntowych i wypełniaczy, aby po nałożeniu ostatniej warstwy otrzymać wymaganą jakość powłoki.

Na jakość ostatniej warstwy wymalowania wpływa pięć czynników: czynniki środowiskowe, czynnik ludzki (wykonawcy), proces, materiał i urządzenia do nakładania powłok. Jest wiele zmiennych dotyczących pistoletów do nakładania powłok, które wpływają na jakość uzyskanej powłoki nawierzchniowej, wiele z nich wymaga znajomości specjalistycznej literatury technicznej. W artykule omówiono wpływ rodzaju zastosowanych pistoletów do natrysku powłok nawierzchniowych na jachty na jej jakość. Wielu wykonawców nakładających powłoki na jachty posiada doświadczenie nabyte podczas malowania samochodów i przenosi tę wiedzę do nowej pracy w stocznich jachtowych.

W ostatnim czasie można zaobserwować spadek liczby dedykowanych dla pracowników stoczni jachtowych szkoleń sprzętowych prowadzonych przez producentów pistoletów natryskowych, warto jednak zwrócić uwagę na najlepszy sposób dopasowania sprzętu do malowania jachtów.

Malowanie jachtów jest specjalistyczną i unikalną dziedziną wiedzy, ale jest to tylko jeden z wielu rynków, na które producenci pistoletów natryskowych sprzedają swoje produkty. Większość producentów nie podejmuje specjalnych wysiłków w celu opracowania specyficznej technologii dla potrzeb stoczni jachtowych i łatwo jest sprzedać urządzenie, które jest zoptymalizowane dla innego procesu. Dystrybutorzy nie są zazwyczaj ekspertami w jednej branży i mogą nie posiadać specjalistycznej wiedzy, aby rozwiązywać specyficzne problemy w sektorze malowania jachtów, ale mają kontakty z producentem, które należy wykorzystać w razie potrzeby. Malowanie jachtów nie podlega tym samym regulacjom

i naciskom prawnym, co ogólne lakiernictwo przemysłowe czy renowacja samochodów, a przy odrobinie badań i czasu poświęconego na określenie, co jest odpowiednie dla danego procesu, kupujący mogą uzyskać to, czego chcą, a może nawet to, czego potrzebują.

Na podstawie: S. Downie, Prot. Coat. Eur. 2020, vol.12, nr 4, s.26-31

Ewolucja powłok przeciwporostowych

Powłoki przeciwporostowe ewoluowały znacznie z biegiem lat wraz z rozwojem nowych technologii i obecnie na rynek wprowadzane są nowe rozwiązania, które spełniają zarówno wysokie wymagania związane z ochroną środowiska, jak i wymagania armatorów na całym świecie.

Są trzy podstawowe technologie stosowane do zwalczania porostania kadłubów: farby przeciwporostowe zawierające biocydy, farby o niskiej energii powierzchniowej i gładkiej powierzchni zapobiegające osadzaniu się mikroorganizmów, nie zawierające biocydów oraz farby zapewniające optymalną ochronę przez połączenie ultra gładkiego podłoża ze zoptymalizowaną, ale obniżoną zawartością biocydu.

Opatentowana przez firmę Hempel technologia nanoakrylanów jest zaawansowanym procesem zapewniającym efekt samopolerowania. Technologia składa się z rozdzielonych aktywnych i inertnych monomerów z utworzeniem dwóch różnych polimerów akrylowych. Te dwa produkty są w postaci nanosfer (nanokapsuły) o strukturze rdzeń-powłoka. Polimer rdzenia składa się z wysoko-reaktywnego polimeru akrylowego zawierającego grupy ulegające hydrolizie – odpowiada on za efekt samopolerowania w powłoce. Polimer rdzenia jest hydrofobowym polimerem akrylowym regulującym szybkość penetracji wody morskiej do wnętrza rdzenia. Podczas kontaktu nanokapsuły z wodą morską następuje penetracja hydrofobowej zewnętrznej powłoki, co powoduje kontrolowane polerowanie powłoki.

Innowacja ta stanowi podstawę technologii Globic firmy Hempel, a farbami z tej linii produktów od chwili jej wprowadzenia w roku 2002 zostało zabezpieczone 10 000 statków. Powłoka nadaje kadłubowi bardzo niską chropowatość, zmniejsza opory tarcia i zwiększa oszczędność paliwa. Farby Globic są dodatkowo wzmocnione opatentowanymi mikrowłóknami, co zwiększa wytrzymałość mechaniczną powłoki. Dzięki wprowadzeniu technologii nanoakrylanów powłoka natychmiast po zanurzeniu w wodzie zaczyna chronić kadłub przez porostaniem, a rozwiązanie to sprawdza się w przypadku długich przerw w eksploatacji lub ograniczenia prędkości.

Zwalczanie porostania kadłubów statków ulega ciągłemu rozwojowi i inwestowanie w badania i rozwój jest kluczowe w celu wprowadzania na rynek produktów zapewniających optymalną ochronę kadłubów, które równocześnie są wszechstronne i nieszkodliwe dla środowiska.

Na podstawie: M. Sioni, Prot. Coat. Eur. 2020, vol. vol.12, nr 4, s.22-25



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

Zakaz stosowania farb zawierających ołów

Ósmy międzynarodowy tydzień zapobiegania zatruciom ołowiem zorganizowany został z inicjatywy Global Alliance to Eliminate Lead Paint (Globalny sojusz na rzecz wyeliminowania farb zawierających ołów) prowadzony wspólnie przez Światową Organizację Zdrowia i Program Środowiskowy ONZ w celu zwrócenia uwagi na stosowanie farb zawierające ołów oraz innych źródeł ołowiu.

Jedną z pierwszych firm, które zakończyły produkcję i sprzedaż pigmentów zawierających ołów już w połowie lat osiemdziesiątych była firma Hoechst AG (obecnie Clariant). Firma Clariant wspiera kampanię zmierzającą do wyeliminowania farb zawierających ołów i wykluczenia tych farb na skalę globalną za pomocą środków prawnych i regulacyjnych. Aby ten cel zrealizować, Clariant wspiera Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM- Strategiczne podejście do międzynarodowego zarządzania chemikaliami) w ramach polityki globalnej dotyczącej ochrony zdrowia środowiska i dzięki wczesnemu planowaniu stanowiącemu wsparcie dla zarządzania chemikaliami zawartego w programie Agenda 2030 – globalnego planu środowiskowego powiązanego ze zrównoważonym rozwojem. Tylko 77 państw przeprowadza prawnie wiążące kontrole wytwarzania, importu i sprzedaży farb zawierających ołów, które stanowią stałe źródło narażenia na ołów.

Na podstawie: Prot. Coat. Eur. 2020, vol. vol.12, nr 4, s.70

Renowacja konstrukcji przybrzeżnych

Brytyjski przemysł wydobywczy ropy i gazu jest rozwinięty, więc jego infrastruktura osiąga zaplanowany przy jej budowie okres trwałości, a zarządzanie tym starzejącym się majątkiem staje się coraz większym wyzwaniem. Pierwotne projekty i technologie inżynierskie z lat 60. i 70. ubiegłego wieku zakładały znacznie mniejszą trwałość infrastruktury, jednak dzięki udoskonaleniu procesów wytwarzania ponownie określono ich trwałość i oceniono, że ta starzejąca się infrastruktura nadal ma znaczną wartość użytkową. Dlatego też wydłużenie okresu eksploatacji złóż oraz potrzeba utrzymania konstrukcji służących wydobywaniu ropy i gazu stały się priorytetem, tak aby umożliwić tym starzejącym się aktywom wydajne funkcjonowanie przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa i spełnianiu wszystkich wymagań ekologicznych przez pozostały, wydłużony okres eksploatacji. Funkcja zarządzania integralnością aktywów (Asset Integrity Management) pozwala na utrzymanie integralności infrastruktury przy wykorzystaniu systematycznego procesu zapewnienia bezpieczeństwa za pomocą programu inspekcji opartego na analizie ryzyka.

Zarządzanie integralnością aktywów (AI) oraz inspekcje oparte na analizie ryzyka to proces ciągły, począwszy od projektu, poprzez budowę, instalację, aż po operacyjny cykl życia obiektu. Główną funkcją AI jest zapobieganie utracie szczelności i uwolnienia energii lub łagodzenie skutków awarii sprzętu i komponentów. W ramach funkcji pomocniczej dla AI działań utrzymania obiektów planuje prewencyjne działania konserwacyjne w celu naprawy, a w niektórych przypadkach wymiany powłok ochronnych lub wyposażenia.

Jednym z zakresów odpowiedzialności działu utrzymania obiektów jest pasywna (bierna) ochrona przeciwpożarowa, która ma na celu zwiększenie bezpieczeństwa, utrzymanie stabilności strukturalnej oraz minimalizację strat na wypadek pożaru.

Nie istnieją krajowe ani międzynarodowe normy dotyczące oceny trwałości systemów pasywnej ochrony przeciwpożarowej w trakcie eksploatacji lub przed pożarem, ale istnieją publikacje z wytycznymi, które mogą być wykorzystane jako informacje pomocnicze przy ocenie tych systemów w trakcie eksploatacji. Interpretacja tych dokumentów powinna być obowiązkiem inżyniera posiadającego udokumentowane doświadczenie w zakresie integralności aktywów, jak również zrozumienie zastosowania i kontroli systemów pasywnej ochrony przeciwpożarowej.

Poniższa lista stanowi przykład dostępnej literatury w celu wsparcia oceny pasywnej ochrony przeciwpożarowej w trakcie pracy:

- NACE Standard RP0198-2004 (Item No 21084): The Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials – A Systems Approach.
- HSE Offshore Information Sheet No 12/2007: Advice on acceptance criteria for damaged Passive Fire Protection (PFP) Coatings.
- MMI Sponsor Group MMU013-P2-R-01: Acceptance Criteria for Damaged Passive Fire Protection Coatings.
- The Institution of Chemical Engineers: Fire resistance of passive fire protection coatings after long-term weathering.

Na podstawie: Ch. Fyfe, Prot. Coat. Eur. 2021, vol.13 (1), s. 33–39

Wytwarzanie całkowicie organicznych powłok superhydrofobowych z sadzy ze świec i wosku carnauba

Zastosowanie handlowe powłok superhydrofobowych hamowane jest przez niewystarczającą trwałość i wysoki koszt surowców o ograniczonej dostępności. W artykule przedstawiono superhydrofobową powłokę całkowicie organiczną, o dużej odporności na wodę, którą otrzymuje się z taniej dyspersji koloidalnej uzyskanej z wosku carnauba i sadzy ze świec. Dyspersja koloidalna jest stabilna i może być nakładana na niemal każde podłoże. Pokryta powierzchnia jest superhydrofobowa, kąt zwilżania wodą wynosi 172°, a superhydrofobowość utrzymuje się nawet po 400 cyklach ciągłego natrysku wody o ciśnieniu 7,4 kPa.

Efekt synergiczny sadzy ze świec i wosku carnauba, metoda osadzania, rozpuszczalniki użyte do zdyspergowania surowców oraz odległość od natryskiwanego podłoża są krytycznymi czynnikami wpływającymi na superhydrofobowość powłoki i jej mechaniczną trwałość. Odporność powłoki wynika z dwupoziomowej hierarchicznej struktury suchych cząstek, które powstają przez odparowanie indukowanego samoorganizowania się cząsteczek wosku i nanocząstek sadzy ze świec.

Prezentowano zastosowanie tej metody do otrzymywania powłok samoczyszczących się oraz przy separacji oleju i wody, gdzie powlekana membrana może pracować w sposób ciągły, napędzana jedynie siłą grawitacji i może oddzielać popularne rozpuszczalniki organiczne takie jak heksan i toluen od wody z wydajnością separacji ponad 90% i przy wysokim strumieniu 1061 l / (m² h).

Na podstawie: N. Celik i in., Progr. Org. Coat. 2021, vol.153, 106169

Kolejna generacja poliuretanów sieciowanych wilgocią atmosferyczną

Przed dwoma laty w czasopiśmie *Protective Coatings Europe* opublikowano informacje na temat innowacyjnych rozwiązań w przemyśle farb i lakierów, a wśród nich nowych farb poliuretanowych sieciowanych wilgocią atmosferyczną opracowanych przez niemiecką firmę Steelpaint. Firma unowocześniła tę technologię i wprowadziła ją na rynek brytyjski.

Zalety stosowania technologii jednoskładnikowych farb poliuretanowych, które do sieciowania wykorzystują wilgoć z otoczenia są szeroko znane: są to większa trwałość przy mniejszej grubości zabezpieczenia, możliwość nakładania w temperaturze do -5°C i wilgotności do 98%; powłoki są elastyczne, odporne na pękanie, a także tolerują nakładanie na niedokładnie oczyszczone podłoże. Jak wszystkie powłoki poliuretanowe zawierają także izocyjaniany. Izocyjaniany, podobnie jak bisfenol i epichlorohydryna w przypadku farb epoksydowych, są pod ścisłym nadzorem i można się spodziewać, że za jakiś czas ich stosowanie zostanie zakazane.

Dzięki wprowadzeniu surowca Stelcatek, który nie zawiera izocyjanianów i ma małą zawartość VOC, firma Steelpaint ma przewagę nad innymi producentami farb. Wspomniane zalety farb poliuretanowych sieciowanych wilgocią powietrza w przypadku zastosowania farb firmy Steelpaint uzupełnia znacznie skrócony czas sieciowania nawet przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych. Gdy jest to wymagane, poszczególne warstwy wymalowania mogą być nakładane „mokro na mokro” już po 15 minutach, co oznacza, że pełny trójwarstwowy system może być nałożony w ciągu jednej godziny i usieciowany po 130 minutach w temperaturze 10°C. W przypadku nakładania farby wałkiem lub pędzlem minimalny czas nakładania kolejnych warw wymalowania wynosi 40 minut.

Wkrótce po wprowadzeniu na rynek tych farb przeprowadzono pokaz ich zastosowania dla UK Environment Agency mający na celu zaprezentowanie innowacyjnej i pozwalającej oszczędzić czas opłacalnej procedury całkowitej renowacji konstrukcji stalowych. Podczas pokazu istniejący na konstrukcji standardowy system epoksydowy całkowicie usunięto przy wykorzystaniu indukcyjnej metody usuwania powłok i rdzy (RPR Heat Induction), a następnie oczyszczono powierzchnię do stopnia przygotowania St3. Powłoka Stelcatec nałożona pędzlem/wałkiem została usieciowana przed zakończeniem pokazu, a cała operacja trwała mniej niż sześć godzin.

Na podstawie wyników pokazu, w celu przeprowadzenia pełnej oceny tego systemu i jego zalet, firma dostała zlecenie na zabezpieczenie czterech śluz. Renowację śluz rzecznych mogą być przeprowadzane poza sezonem – jesienią i zimą. Inspekcje wykonanych zabezpieczeń przeprowadzała firma zewnętrzna, a wszystkie uczestniczące strony monitorowały i oceniały program, jakość, koszty i ryzyko przedsięwzięcia. Po dwóch latach finalizowana jest umowa na renowację już czternastej śluzy. W artykule zamieszczono tabelarycznie studium przypadku zabezpieczenia śluzy w Irthlingborough.

Na podstawie: P. Poppelaars, Prot. Coat. Eur. 2021, vol.13 (1), s. 20–24

Przechodzenie do systemów powłok przeciwporostowych niezawierających biocydów

Autor, członek Grupy Safinah skupiającej niezależnych konsultantów w dziedzinie farb i lakierów, przedstawił ewolucję w technologiach przeciwporostowych oraz ocenę najnowszych rozwiązań w tej dziedzinie.

Kontrolowanie porostania podwodnych części kadłubów wymagane było już od czasu, gdy statki na szeroką skalę zaczęto używać jako środki transportu. Pierwszymi zabezpieczeniami przed porastaniem były powłoki zawierające takie „biocydy” jak rtęć, arsen, ołów, smoła i miedź. Na kolejne rozwiązania składało się obijanie kadłubów drewnianych statków płytami miedzianymi, a następnie, gdy zaczęto budować statki z kadłubami stalowymi, zaczęto stosować farby przeciwporostowe zawierające biocydy. We wczesnych latach 70. zaszły dwie znaczące zmiany w zwalczaniu porostania kadłubów: opracowano samopolerujące kopolimery (SPC) zawierające tributylcyne (TBT) oraz wprowadzono na rynek elastomery silikonowe, które zapobiegały osadzaniu się porostów na kadłubach (Foul Release Coatings – FRC). Powłoki samopolerujące zawierające związki cyny zostały potraktowane jako standard w tym przemyśle, gdyż były łatwe do nakładania, miały relatywnie niską cenę i pozwalały na wydłużenie czasu pomiędzy dokowaniem statków.

Negatywny wpływ TBT na organizmy morskie doprowadził jednak do wprowadzenia w roku 2008 zakazu stosowania powłok zawierających TBT, zgodnie z konwencją o kontroli szkodliwych systemów przeciwporostowych na statkach zwaną Konwencją AFC. TBT zastąpiły wówczas technologie powłok samopolerujących się, opartych na akrylanie silylu lub akrylanach metalu (miedź lub cynk). Obecnie jest tylko kilka biocydów, które mogą być stosowane w powłokach przeciwporostowych; stanowią one około 90–95% rynku farb przeciwporostowych, jednak widoczny jest wzrost nacisku na redukcję stosowania biocydów w powłokach.

Ze względu na ogólny koszt i czas rejestracji niewiele nowych produktów biobójczych zostało wprowadzonych na rynek. Do tych, które zostały wprowadzone, należą DCOIT w kapsułce (Sea-Nine Ultra), Medetomidyna (Selektepe) i Tralopyril (Econea). Biocydy te zazwyczaj nie zawierają miedzi lub wykorzystują technologię enkapsulacji do kontroli uwalniania biocydu, aby zmaksymalizować jego działanie i zmniejszyć ryzyko dla ludzi i środowiska.

Zaniepokojenie akumulacją metali ciężkich w środowisku wymusiło konieczność prowadzenia badań zmierzających do opracowania skutecznych farb przeciwporostowych niezawierających miedzi, a kolejnym krokiem w rozwoju farb przeciwporostowych są farby nie zawierające biocydów. Technologia ta już istnieje, a innowacje w tej dziedzinie są nadal wprowadzane, jednak wybór dla armatorów jest na razie ograniczony. Dostępne na rynku opcje obejmują powłoki zapobiegające osadzaniu organizmów morskich na kadłubach (FRC), twarde powłoki, a także inne innowacyjne rozwiązania, w tym technologie wykorzystujące ultradźwięki, promieniowanie ultrafioletowe oraz napowietrzanie kadłubów.

Na podstawie: C. Barnes, Prot. Coat. Eur. 2021, vol.13 (1), s. 26–3



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

Konferencje i targi w IV kwartale 2021 roku



**POLSKI KOMITET ELEKTROCHEMICZNEJ
OCHRONY PRZED KOROZJĄ
STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH**

POMIARY KOROZYJNE W OCHRONIE ELEKTROCHEMICZNEJ

11 do 13 października 2021 roku
Hotel DOM ZDROJOWY RESORT & SPA
w Jastarni

Więcej informacji oraz formularz zgłoszenia:
<https://sep.com.pl/aktualnosci/xvi-krajowa-konferencja-pomiary-korozyjne-w-ochronie-elektrochemicznej.html>



Targi ochrony powierzchni zapraszają jesienią

Kolejna okazja do satysfakcjonujących spotkań branżowych nadarzy się już od **19 do 21 października 2021 r.** w Targach Kielce za sprawą kolejnej edycji Targów EXPO-SURFACE. Wydarzenie to jest niewątpliwie jednym z najważniejszych poświęconych tej tematyce w Europie Środkowo-Wschodniej. Nie mniej ciekawie zapowiadają się pozostałe wydarzenia przemysłowego cyklu: STOM-TOOL, STOM-BLECH&CUTTING, STOM-LASER, STOM-ROBOTICS, STOM-FIX, KIELCE FLUID-POWER, CONTROL-STOM, SPAWALNICTWO, DNI DRUKU 3D, TARGI TEiA oraz WIRTOPROCESY.



Organizator: Polskie Stowarzyszenie Korozyjne.

Zapisy wyłącznie na stronie: <https://psk.org.pl/konferencje-psk2/konferencja-psk-stare-jablonki-2021-liczba-osob-ograniczona>



Warsaw Industry Week 2021

V edycja Międzynarodowych Targów Innowacyjnych Rozwiązań Przemysłowych – Warsaw Industry Week odbędzie się w dniach **8–10 listopada 2021 r.** w Centrum Targowo-Kongresowym w Nadarzynie pod Warszawą. Wydarzenie cechuje umiejętne łączenie tradycyjnej formuły targowej z nowoczesnym, indywidualnym podejściem do wystawców i zwiedzających. Dodatkową wartość wnosi możliwość skorzystania z programu Hosted Buyers.

Fire Safety Strategy Starts Here

FireCORR 2021 Virtual Conference

FireCORR 2021, 16–17.11.2021 konferencja wirtualna

Pierwsza konferencja organizowana wspólnie przez Polskie Stowarzyszenie Korozyjne i AMPP (The Association for Materials Protection and Performance) **FireCORR 2021** odbędzie się w dniach 16-17.11.2021r., *on-line*.



Tematyka spotkania obejmuje:

- Rozwój materiałów do zastosowań PFP (Passive Fire Protection)
- Trwałość PFP
- Normy i ich implementacja
- Systemy powłokowe

Kontakt dla zainteresowanych: reylie.deborja@nace.org

Zapisy i więcej informacji na stronie:

<https://www.nace.org/events/firecorr>



www.anticorr.pl www.anticorr.com.pl www.laboratorium.anticorr.pl

Agencja Anticorr Gdańsk Sp. z o.o.

u. Tarcice 11, 80-718 Gdańsk

Tel. 58 342 24 15

E-mail: biuro@anticorr.pl

LIDER POLSKIEGO RYNKU DOSTAWCÓW TECHNOLOGII I URZĄDZEŃ DO OCHRONY PRZED KOROZJĄ

OERUJEMY:

Akcesoria do malowania, piaskowania i metalizacji

Urządzenia do obróbki strumieniowo-ściernej

Komory malarskie, lakiernicze i śrutownicze

Urządzenia do piaskowania i śrutowania

Urządzenia do odzysku ścierniwa

Sprzęt kontrolno-pomiarowy

Urządzenia do metalizacji

Myjki wysokociśnieniowe

Agregaty malarskie

Ściany lakiernicze



LABORATORIUM pomiarowe Anticorr

Badania powłok i materiałów.

Akredytacja na komorę solną,
grubość, termometry i higrometry.

Wzorcowania i sprawdzenia urządzeń
pomiarowych.

Badania odporności na działanie warunków
klimatycznych w komorach solnych i starzeniowych

0 farbach antykorozyjnych publikowaliśmy:



Nr 7/2021

ARTYKUŁY NAUKOWE

Kierunki rozwoju farb pęczniących do zabezpieczania konstrukcji stalowych i nowe związane z nimi oczekiwania — M. Zubielewicz, E. Langer, A. Królikowska, s. 212

OCHRONA PRZED KOROZJĄ W PRAKTYCE

Metody kontroli formulacji i właściwości użytkowych ogniochronnych farb pęczniących — Ł. Radosiński, R. Havriliv, A. Porębska,

M. Rosiński, s. 226

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

Inżynieria pożarowa z uwzględnieniem powłok pęczniących — S. Gajeczka, s. 236



Nr 4/2021

ARTYKUŁY PROMOCYJNE

Prawidłowość 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, s.67

Modyfikacja wodnych farb na pokrycia dachowe pod kątem poprawy estetyki wymalowania i zachowania współczynnika odbicia promieniowania słonecznego — M. Zubielewicz, E. Langer, s.74



Nr 2/2021

ARTYKUŁ PROMOCYJNY

Zapewnianie bezpieczeństwa i wartości w całym łańcuchu dostaw — P. Scott, s.50



Nr 9/2020

OD REDAKCJI

Nowelizacja normy ISO 12944 — M. Zubielewicz, s. 274

ARTYKUŁY NAUKOWE

Skuteczność mechaniczna i antykorozyjna powłok organicznych z pigmentami modyfikowanymi fosforem polianiliny i fosforem polipirolu— A. Kalendová, M. Kohl, s. 278

Problemy wykonawcze w zabezpieczeniach ogniochronnych — L. Komorowski, I. Kunce, D. Wojda, A. Królikowska, s. 290

ARTYKUŁY PROMOCYJNE

Podstawowe badania do kontroli powłok antykorozyjnych, s. 300

Wyniki badań korozyjnych i starzeniowych, a gwarancja jakościowa produktów, s. 308



Nr 7/2020

ARTYKUŁ NAUKOWY

Porównanie metod oceny zanieczyszczeń jonowych na powierzchniach metalowych przed aplikacją powłok — A. Królikowska, K. Zacharuk, s.220



Nr 6/2020

ARTYKUŁ PROMOCYJNY

Ochrona przed korozją, pigmenty antykorozyjne – chromiany i fosforan cynku. Czy jest inna droga?, s.197



Nr 4/2020

ARTYKUŁ NAUKOWY

Jak wybierać barwę konstrukcji, aby była trwała — D. Wojda, I. Kunce, s.118

OCHRONA PRZED KOROZJĄ W PRAKTYCE

Powłoki ochronne stosowane w produkcji maszyn rolniczych — B. Zubrzycki, N. Roguska, s.122



Nr 1/2020

ARTYKUŁ NAUKOWY

Nowości w zakresie wyrobów lakierowych — M. Zubielewicz, E. Langer, s. 4



Nr 12/2019

ARTYKUŁ NAUKOWY

Destrukcja powłok akrylowych pod wpływem czynników klimatycznych i zanieczyszczeń środowiskowych — D. Kotnarowska, s. 399

Wynalazki

Biuletyn Urzędu Patentowego Nr 13/2021

Żywica uretanowo-dimetakrylanowa, zwłaszcza do spoiw stomatologicznych, kompozytowych materiałów rekonstrukcyjnych, sposób jej otrzymywania i zastosowanie

Twórcy: Barszczewska-Rybarek Izabela; Chrószcz Marta · Firma: Politechnika Śląska, Gliwice · Zgłoszenie 432299, s. 40

Kompozycja wodorocieńczalnego tuszu do cyfrowego druku na tekstyliach, sposób jego otrzymywania oraz sposób wykonywania nadruku tą kompozycją
Twórcy: Prejzner Józef; Pilch-Pitera Barbara; Byczyński Łukasz · Firma: Prejzner Józef Open, Rzeszów · Zgł. 432366, s. 41

Sposób wytwarzania powłoki o podwyższonej odporności trybologicznej

Twórcy: Jonda Ewa; Krzemiński Łukasz; Łatka Leszek; Tański Tomasz; Drygała Aleksander · Firma: Politechnika Śląska, Gliwice · Zgłoszenie 432411, s. 41

Układ ciągłego nadzoru konstrukcji metalowych w zakresie uszkodzeń wytrzymałościowych, zmęzeniowych oraz korozyjnych, wraz z funkcją powiadamiania o stanach przed awaryjnych i potencjalnych zagrożeniach

Twórcy: Jurczak Wojciech · Firma: Akademia Marynarki Wojennej Im. Bohaterów Westerplatte, Gdynia · Zgłoszenie 432300, s. 61

Nr 14/2021

Maszyna do obróbki strumieniowo-ściernej powierzchni przedmiotów roboczych wielkogabarytowych

Twórcy: Kehiaian Armand; Jago-

dziński Kamil · Firma: Sciteex sp. z o.o., Warszawa · Zgł. 432500, s. 17

Biuletyn Urzędu Patentowego Nr 15/2021

System i sposób pokrywania produktów warstwą zewnętrzną
Twórcy: Gąsiorowski Marek · Firma: Gąsiorowski Marek, Głusków · Zgł. 432533, s. 10 - 11

Sposób przygotowania próbek farb malarskich do identyfikacji pigmentów metodami spektroskopowymi, a zwłaszcza metodą spektroskopii ramanowskiej

Twórcy: Wagner Barbara; Mazur Maciej; Wojciechowski Jarosław; Imińska Ewa; Cichowicz Grzegorz · Firma: Uniwersytet Warszawski, Warszawa · Zgł. 432502, s. 15

Nr 16/2021

Sposób syntezy hybrydowego materiału na bazie wielościennych nanorurek węglowych

Twórcy: Chrobok Anna; Szewicka Anna; Boncel Sławomir; Kolanowska Anna · Firma: Politechnika Śląska, Gliwice · Zgłoszenie 432570, s. 10

Sposób wytwarzania powłoki funkcyjnej i powłoka funkcyjna wykonana na podłożu epoksydowego kompozytu włóknistego

Twórcy: Golewski Przemysław; Wit-Rusiecki Albin · Firma: Politechnika Lubelska, Lublin; Wit-Rusiecki Albin Michał, Krasienin Kolonia · Zgł. 435718, s. 13

Beton o podwyższonych parametrach wytrzymałości z dodatkami

Twórcy: Nowak Łukasz · Firma: Styrobud B.T.K. Radomscy Spółka Jawna, Trzeboś · Zgłoszenie 432569, s. 16 - 17

Sposób wytwarzania kompozytów ceramika-metal

Twórcy: Falkowski Paweł; Ajdys Leszek; Kędzińska-Sar Aleksandra; Starzonek Szymon; Kukielski Michał; Ziemkowska Wanda; Szafrań Mikołaj · Firma: Politechnika Warszawska, Warszawa · Zgłoszenie 432607, s. 17

Sposób otrzymywania folii na bazie komponentów z nanosrebrem

Twórcy: Zabochnicka-Świątek Magdalena; Szota Michał · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgł. 436903, s. 19

Sposób otrzymywania folii na bazie komponentów z nanozłotem

Twórcy: Zabochnicka-Świątek Magdalena; Szota Michał · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgł. 436904, s. 19

Sposób otrzymywania folii na bazie komponentów z nanomiedzią

Twórcy: Zabochnicka-Świątek Magdalena; Szota Michał · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgł. 436905, s. 19

Fotoutwardzalna kompozycja lakieru do drewna na bazie akrylanów

Twórcy: Czech Zbigniew; Bednarczyk Paulina; Nowak Małgorzata · Firma: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin · Zgłoszenie 432534, s. 20

Sposób wytwarzania układów hybrydowych włóknina – nanocząstki kompozytowe

Twórcy: Czelej Kamil; Cwieka Karol; Jabłczyńska Katarzyna; Werner Łukasz; Gradoń Leon; Colmenares Juan Carlos · Firma: Politechnika Warszawska, Warszawa · Zgłoszenie 432594, s. 21

Siatka podtynkowa o zwiększonej wytrzymałości, sposób jej wytwarzania oraz układ do realizacji tego sposobu

Twórcy: Latosiński Michał; Łagowski Maciej · Firma: HALICO sp. z o.o., Pogwizdów Nowy · Zgłoszenie 432582, s. 32

Nr 17/2021

Urządzenie i sposób wytwarzania nanocząstek in situ do powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana, w mobilnej stacji pomiarowej

Twórcy: Wróbel Maciej; Karpieńko Katarzyna; Markiewicz Natalia; Andrzejewski Damian · Firma: Rambox sp. z o.o., Wrocław · Zgłoszenie 432671, s. 8 - 9

Sposób łączenia polimerowych materiałów termoplastycznych

Twórcy: Kluczyński Janusz; Śnieżek Lucjan; Grzelak Krzysztof; Szachogłuchowicz Ireneusz · Firma: Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa · Zgłoszenie 432635, s. 10

Kompozycja do wytwarzania sztywnej pianki poliuretanowej o właściwościach antybakteryjnych i jednocześnie o dobrych właściwościach mechanicznych
Twórcy: Członka Sylwia; Strąkowska Anna; Strzelec Krzysztof · Firma: Politechnika Łódzka, Łódź · Zgłoszenie 432596, s. 12

Kompozycja do wytwarzania sztywnej pianki poliuretanowej o właściwościach antybakteryjnych i jednocześnie o dobrych właściwościach mechanicznych oraz termicznych

Twórcy: Członka Sylwia; Strąkowska Anna; Strzelec Krzysztof · Firma: Politechnika Łódzka, Łódź · Zgłoszenie 432597, s. 13



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

PEWNOŚĆ W EKSTREMALNYCH WARUNKACH



BELSE

Technologie kompozytowe



BELZONA[®]

Ulepszenie • Naprawa • Ochrona

Organizujemy seminaria
techniczne on-line

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