

OCENA STANU POWIERZCHNI STARZONYCH KLIMATYCZNIE POWŁOK LAKIERNICZYCH

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań stanu powierzchni lakierniczych powłok akrylowych, starzonych na stacji klimatycznej w okresie dwu lat. Stwierdzono zwiększenie chropowatości powłok, ocenianej z zastosowaniem parametrów: Ra, Rz, Rt. Uległa zwiększeniu twardość powłok akrylowych od wartości HB dla powłoki niestarzonej, do wartości 4H dla powłoki starzonej. Starzenie wpłynęło również na nieznaczne zwiększenie grubości powłok. Połysk powłok wykazał wysoką stabilność w całym okresie ich starzenia.

WSTĘP

O trwałości eksploatacyjnej lakierniczych powłok polimerowych obiektów technicznych decydują: rodzaj systemu powłokowego, rodzaj materiału podłoża i stopień jego przygotowania [6, 15, 16, 21, 22], a także rodzaj oraz intensywność oddziaływania czynników eksploatacyjnych, powodujących destrukcję powłok.

Procesy zużywania powłok polimerowych pod wpływem czynników klimatycznych i środowiskowych są złożone, bowiem jednocześnie oddziałują na nie zarówno substancje chemiczne, jak również: promieniowanie ultrafioletowe, ciepło, wilgoć, cząstki erozyjne, mikroorganizmy [8, 11÷13, 15÷19, 31].

W wyniku oddziaływania czynników eksploatacyjnych na powłoki polimerowe zachodzą w ich powierzchniowych warstwach procesy starzeniowe, które powodują utratę spójności składników powłok, co w efekcie prowadzi do ich wykruszania. W warunkach podwyższonej wilgotności powłoki polimerowe narażone są ponadto na zużywanie pod wpływem korozji biologicznej, w wyniku rozwoju na powierzchni powłok oraz w ich wnętrzu, a także na podłożu, mikroorganizmów, takich jak: wirusy, bakterie, glony, grzyby. Mikroorganizmy powodują powstawanie w powłokach kraterów lub wytrawień powierzchniowych w postaci rowków. Jeżeli mikroorganizmy osiedliły się na podłożu, to wówczas, na skutek destrukcyjnego oddziaływania produktów ich przemiany materii, dochodzi do przebiccia powłoki i jej odwarstwienia od podłoża. W efekcie korozja biologiczna prowadzi do zmiany topografii powierzchni zaatakowanych przez nią powłok [7, 28], powodując zwiększenie chropowatości ich powierzchni, co wpływa na zmniejszenie połysku oraz utratę pierwotnej barwy powłok.

Jednym z groźniejszych czynników niszczących powłoki polimerowe są media agresywne (kwaśny deszcz, solanka, kwas akumulatorowy), powodujące destrukcję ich struktury chemicznej w wyniku: ługowania, hydrolizy, bądź utleniania [1, 4, 10, 25, 26]. W początkowym etapie destrukcji następuje pogorszenie własności dekoracyjnych powłok (matowienie, zmiana barwy, utrata połysku) [14, 20], zaś w jej etapie końcowym migrujące w głąb powłoki media agresywne powodują zużycie korozyjne podłoża [5, 27]. Na skutek gromadzenia się na powierzchni metalowego podłoża czynników korozyjnych oraz produktów wywołanych przez nie procesów, dochodzi do utraty adhezji pomiędzy powłoką i podłożem [3, 9, 29, 30], w rezultacie czego powłoki polimerowe ulegają odwarstwianiu, jak również pęcherzeniu [14]. Procesom tym sprzyja oddziaływanie

różnorodnych czynników środowiskowych, przyczyniające się do utraty szczelności powłok w wyniku pękania, co upośledza ich funkcję ochronną w stosunku do powierzchni obiektów technicznych [8, 11, 20, 31].

W przypadku oddziaływania na powłokę wodnych roztworów chlorku sodu, pierwszym etapem procesu jej destrukcji jest powstawanie ścieżek przewodzących (kapilar), które umożliwiają bezpośredni dostęp jonom chlorkowym do powierzchni metalowego podłoża [16, 20, 25, 26]. Bezpośredni dostęp agresywnych mediów do podłoża umożliwia również występowanie w powłoce różnego typu głębokich pęknięć i zarysowań.

Szybkość dyfuzji mediów agresywnych w powłokach polimerowych zmniejsza się wraz ze wzrostem liczby ich warstw [16]. Związane jest to z faktem małego prawdopodobieństwa stykania się obszarów hydrofilowych w kolejnych warstwach powłok, co opóźnia proces tworzenia się ścieżek przewodzących. Kapilary w powłokach wielowarstwowych mają skomplikowany kształt, co wydłuża drogę oraz zmniejsza szybkość przenikania mediów do chronionego przez te powłoki podłoża. Wpływa to na opóźnienie rozwoju w nim procesów korozyjnych [1, 4, 20, 25, 26].

Oddziaływanie czynników środowiska eksploatacji ma istotny wpływ na stan energetyczny powłoki polimerowych. W wyniku adsorpcji substancji agresywnych na powierzchni powłoki obniża się jej energia powierzchniowa i związana z nią wytrzymałość mechaniczna. Natomiast absorpcja mediów agresywnych przez powłoki polimerowe przyczynia się do ich degradacji chemicznej, bądź do pęcznienia. Skutkiem pęcznienia powłok może być rozwój mikro-pęknięć, prowadzący do pęknięcia rozdzielczego. Istotny wpływ na rozwój procesów pękania polimerów ma jednocześnie oddziaływanie aktywnego środowiska i obciążeń mechanicznych [16].

Specyficzne pęknięcie powłok polimerowych, zwane srebrzystym, występuje w wyniku oddziaływania promieniowania ultrafioletowego lub/i pod wpływem niewielkich naprężeń rozciągających. Pęknięcie tego typu jest rezultatem tworzenia się pustych przestrzeni (porów), mikrofibryli lub zdefektowanych makrocząstek – zorientowanych na ogół w kierunku oddziaływania sił odkształcających. Rozwój pęknięć srebrzystych może być zintensyfikowany również oddziaływaniem mediów agresywnych [10, 24].

W przypadku uderzeń twardych cząstek w postaci: pyłu, piasku, kamieni, grudek ziemi, gradu o powierzchnię powłoki, a także pod wpływem uderzeń twardych cząstek zawieszonych w cieczach obserwuje się proces erozyjnego zużywania powłok polimerowych. Podczas uderzania twardych cząstek o powierzchnię

powłoki zachodzi ich intruzja w powierzchniowe warstwy powłoki. Następnie, po przejściu przez tę cząstkę pewnej drogi tarcia, zachodzi (gdy kontakt między powłoką a cząstką erozyjną nie jest czysto sprężysty) zużycie powłoki na skutek jej skrawania. Natomiast, w przypadku sprężystego kontaktu między powłoką a uderzającą w nią cząstką, może również wystąpić odrywanie fragmentów powłoki w wyniku lokalnego zmęczenia jej materiału [60, 71, 80].

Charakter procesu erozyjnego zużywania istotnie zależy od fizykochemicznych właściwości powłoki, a także od: rodzaju materiału oraz kształtu cząstki erozyjnej, jej prędkości, jak również od kąta padania [22, 30, 33, 36, 62, 72, 80, 83, 88, 104, 130]. Szybkość zużywania erozyjnego powłoki stanowi kryterium odporności powłoki na erozyjne oddziaływanie czynników otoczenia [44, 46, 84], a jego szybkość jest wprost proporcjonalna do modułu sprężystości i odwrotnie proporcjonalna do naprężenia, powodującego zerwanie powłoki [72, 98, 125]. Przy plastycznym kontakcie twardej cząstki z powierzchnią powłoki, zwiększenie twardości warstwy polimerowej powoduje obniżenie szybkości jej zużywania [26, 28]. Wraz ze wzrostem prędkości cząstek erozyjnych szybkość zużywania erozyjnego zwiększa się i zależność ta ma charakter nieliniowy [26, 98, 136, 147, 157, 158].

Dominujący wpływ na szybkość zużywania erozyjnego powłok polimerowych ma kąt, pod jakim cząstki te uderzają o powierzchnię powłoki. Kąt padania (α) warunkuje głębokość intruzji cząstki w powierzchniowe warstwy powłoki [62, 72, 89].

Ekstremum charakterystyki szybkości erozyjnego zużywania powłoki polimerowej – w zależności od kąta padania cząstki erozyjnej – uwarunkowane jest twardością powłoki. Dla powłok wykonanych z polimerów, o małym module sprężystości, największą wartość szybkości zużywania obserwuje się dla małych kątów padania. Dla większości powłok największa szybkość zużywania erozyjnego występuje dla kątów padania zawartych w przedziałach $(30 \div 50)^\circ$ [157, 158]. Dla tych kątów dominującym procesem zużywania jest mikroskrawanie, a nie proces zmęczenia materiału. Zwiększenie współczynnika tarcia przesuną maksimum charakterystyki szybkości erozyjnego zużywania powłok polimerowych w kierunku mniejszych kątów padania cząstek erozyjnych [32, 33].

Istotny wpływ na szybkość erozyjnego zużywania ma grubość powłoki (liczba warstw). Jeśli powłoka ma optymalną grubość, nie przekraczającą grubości krytycznej, szybkość erozyjnego zużywania osiąga minimum. Uwarunkowane jest to zmniejszeniem wpływu twardego podłoża, a także zmniejszeniem oddziaływania sił adhezji na podatność materiału powłoki na odkształcanie [76, 77, 80, 164]. Należy podkreślić, że grubość powłoki nie może być dowolnie zwiększana, ponieważ wraz ze wzrostem grubości powłoki rosną w niej naprężenia własne, prowadzące do pęknięcia powłok i lokalnego odwarstwienia od podłoża [76, 77].

Szybkość zużywania erozyjnego powłok zależy również od tych czynników otoczenia, które wpływają pośrednio na zmianę ich właściwości mechanicznych (sprężystych, wytrzymałościowych i tribologicznych) [72, 74, 89, 157].

1. METODYKA BADAŃ

Celem badań było poznanie wpływu starzenia powłok akrylowych, przebiegającego w naturalnych warunkach klimatycznych, na ich właściwości fizykochemiczne, warunkujące niezawodność, w tym trwałość, elementów urządzeń technicznych chronionych przez te powłoki.

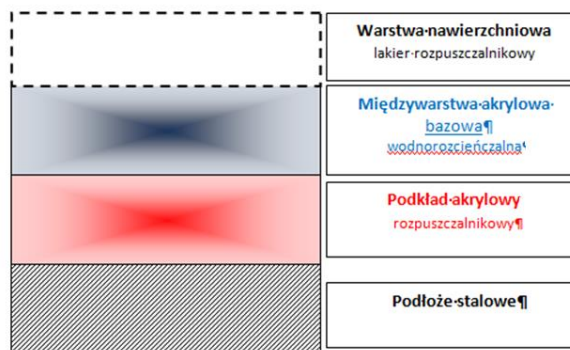
1.1. Materiały i przygotowanie próbek do badań

Objektem starzenia klimatycznego były renowacyjne powłoki akrylowe, nałożone zgodnie z recepturą ich producenta na podłoże stalowe o wymiarach $60 \times 80 \times 2$ mm), oczyszczone uprzednio za pomocą obróbki ścierniej: wstępnie papierem ściernym o gradacji P220, a następnie papierem ściernym o gradacji P 400. Przed nałożeniem powłok metodą natrysku pneumatycznego podłoże odtłuszczone spirytusem etylowym..

Uzyskane w powyższy sposób próbki powłok poddano aklimatyzacji w ciągu 10 dni, w temperaturze $20 \pm 2^\circ\text{C}$ i przy wilgotności $65 \pm 5\%$. Wygląd jednej z przykładowych próbek powłoki akrylowej, będących obiektami badań, przedstawiono na rysunku 1., zaś na rysunku 2. opisano jej strukturę warstwową.



Rys. 1. Próбка stalowa z renowacyjną powłoką akrylową



Rys. 2. Struktura warstwowa renowacyjnych powłok akrylowych

1.2. Starzenie powłok akrylowych na stacji klimatycznej

Starzenie powłok przebiegało w ciągu 24 miesięcy na stacji klimatycznej, usytuowanej na terenie Instytutu Eksploatacji Pojazdów i Maszyn UTH w Radomiu. Próbki powłok akrylowych zostały zamocowane na specjalnych stojakach (rys. 3), po uprzednim poddaniu ich badaniom wstępnym (grubości, twardości oraz chropowatości i połysku).



Rys. 3. Próbki powłok lakierniczych na stojakach umiejscowionych w stacji klimatycznej

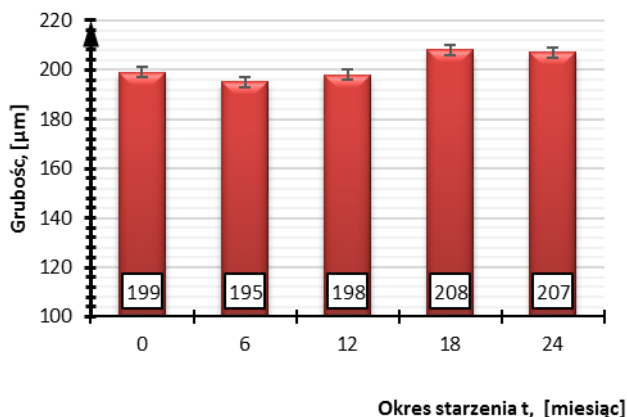
1.3. Rodzaje oraz metody badań własności powłok akrylowych

- Badania grubości
Grubość powłok akrylowych badano za pomocą przyrządu Mega-Check FE firmy List-magnetik (PN-EN ISO 2808:2007);

- Badania twardości
Twardość powłok oceniano metodą ołówkową (PN-EN ISO 15184:2013-04);
- Badania struktury geometrycznej powierzchni
Do pomiaru chropowatości powierzchni badanych powłok akrylowych zastosowano tester Hommel T500. Badania przeprowadzono zgodnie z normami: PN-87/M-04251, PN-EN ISO 8501-1:2007).
- Optyczna ocena destrukcji
Destrukcję powierzchni starzonych powłok akrylowych oceniano na podstawie badań za pomocą optycznego mikroskopu laboratoryjnego Studar Lab Met firmy PZO Mikroskopy i wyroby optyczne Sp. z o.o.;
- Badania połysku zwierciadlanego
Połysk zwierciadlany powłok badano za pomocą połyskomierza NOVO-GLOSS firmy Elcometer dla kątów padania promieniowania świetlnego (20, 60, 85)° (zgodnie z normą PN-EN ISO 2813:2014-11);
- Badania derywatograficzne metodą DSC
Badania derywatograficzne przeprowadzono metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC – Differential Scanning Calorimetry), z zastosowaniem aparatu LABSystem SETARAM TG-DTA/ DSC. Pomiary prowadzono metodą dynamiczną, przy liniowym wzroście temperatury, w atmosferze tlenu
Wykonano badania próbek materiału (w postaci proszku), uzyskanego z powłok akrylowych. Półki o masie 3,0±0,5 mg ogrzewano począwszy od temperatury 20oC, kontynuując badania do 400oC (w badaniach zastosowano tygle platynowe). Szybkość ogrzewania wynosiła 10oC/min, przy wydatku tlenu odpowiadającym 60 ml/min. Wyniki rejestrowano w postaci zmian przepływu ciepła w jednostce czasu, w zależności od temperatury. Na podstawie uzyskanych charakterystyk, wyznaczono temperaturę początku procesu utleniania tworzywa akrylowego

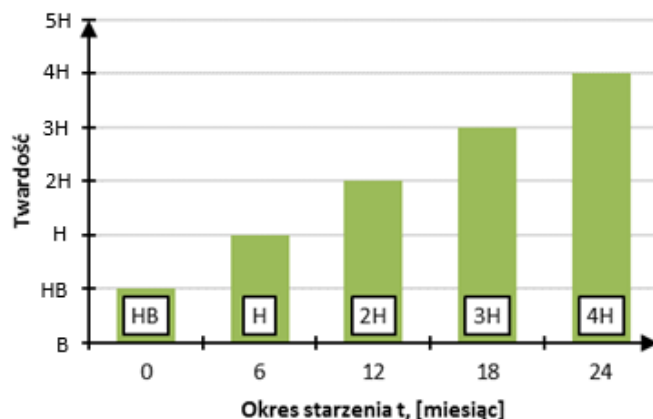
2. WYNIKI BADAŃ

Badania klimatyczne powłok akrylowych ujawniły, że na skutek adsorpcji substancji agresywnych na powierzchni oraz ich absorpcji w głąb powłok akrylowych, a także w wyniku oddziaływania promieniowania ultrafioletowego, wystąpiła intensywna destrukcja chemiczna i fizyczna warstw powierzchniowych tych powłok. Wpłynęła ona wyraźnie niekorzystnie na większość charakterystyk powłok poza charakterystykami opisującymi: grubość, twardość i połysk zwierciadlany.



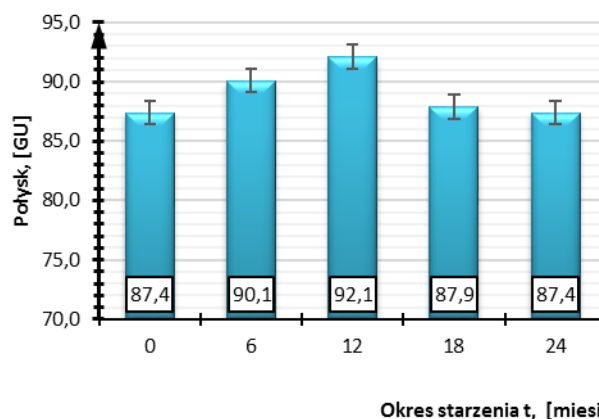
Rys. 4. Wpływ starzenia klimatycznego w ciągu 24 miesięcy na grubość powłok akrylowych (N18)

Starzenie klimatyczne powłok akrylowych spowodowało zwiększenie ich twardości od wartości HB w przypadku powłoki niestarzonej do wartości 4H w przypadku powłoki starzonej w ciągu 24 miesięcy co dokumentuje rysunek 5.



Rys. 5. Wpływ starzenia klimatycznego w ciągu 24 miesięcy na twardość ołówkową powłok akrylowych

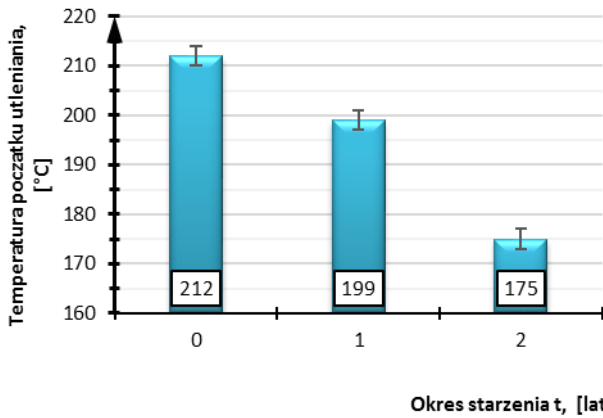
Wyniki pomiaru grubości powłok przedstawiono na rysunku 4. Wynika z nich duża stabilność grubości badanych powłok w trakcie całego okresu badań.



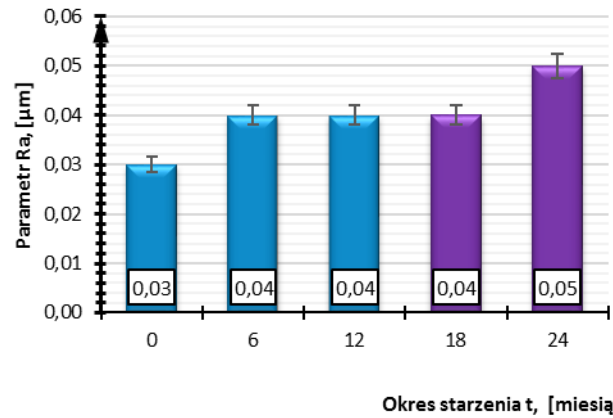
Rys. 6. Wartość połysku powłok akrylowych - dla kąta padania światła $\alpha=85^\circ$ - starzonych klimatycznie w ciągu 24 miesięcy

Pozostałe charakterystyki powłok opisujące zarówno temperaturę początku procesu utleniania materiału powłokowego, jak i strukturę geometryczną powierzchni powłok, a także jej wygląd oceniany za pomocą mikroskopu optycznego, ulegały pogorszeniu w miarę upływu czasu starzenia.

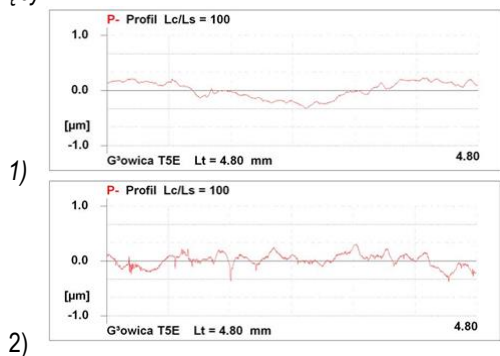
Badania derywatograficzne (przeprowadzone metodą DSC) wykazały, że starzenie powłok akrylowych na stacji klimatycznej spowodowało (widoczne na rysunku 7) obniżenie temperatury początku utleniania materiału powłokowego. Temperatura ta przez okres 24 miesięcy obniżyła się o 37°C, czyli o ponad 17%. Wzrosła tym samym podatność powłok akrylowych na utlenianie i im dłuższy był okres starzenia, tym podatność ta była większa. Dlatego też stopień utlenienia akrylowego tworzywa powłokotwórczego rósł w miarę starzenia, przyczyniając się do utraty adhezji pomiędzy nim a cząstkami napelniaczy i pigmentów, co skutkowało ich wykruszeniem z warstw powierzchniowych. W efekcie spowodowało to wzrost chropowatości powierzchni powłok starzonych klimatycznie, co obrazują przykładowe charakterystyki przedstawione na rysunkach 8, 9 i 10.



Rys. 7. Temperatura początku procesu utleniania materiału powłoki akrylowej niestarzonej oraz starzonej na stacji klimatycznej w ciągu 24 miesięcy

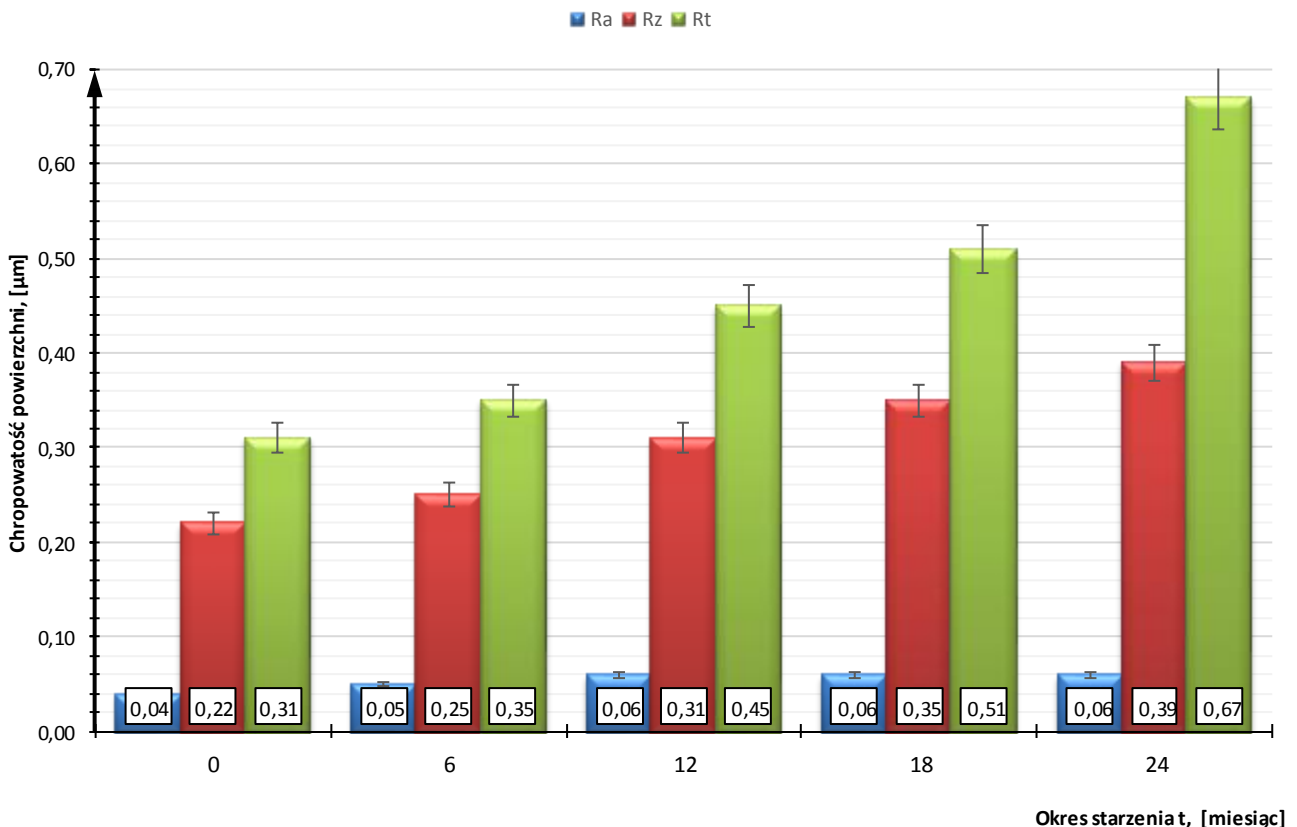


Rys. 9. Parametr chropowatości Ra powierzchni powłoki akrylowej dla różnych okresów starzenia na stacji klimatycznej w ciągu 24 miesięcy

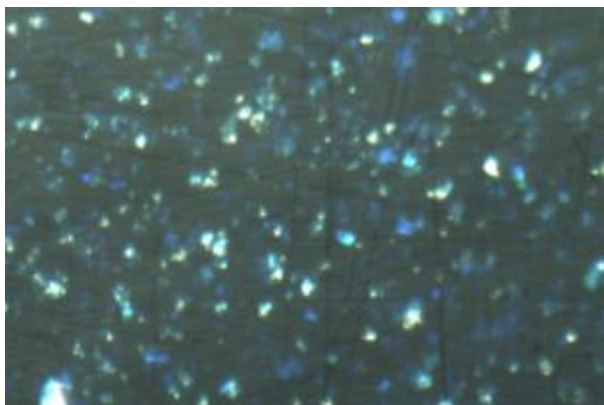


Rys. 8. Profil chropowatości powierzchni powłoki akrylowej niestarzonej (1) oraz starzonej na stacji klimatycznej w ciągu 24 (2) miesięcy

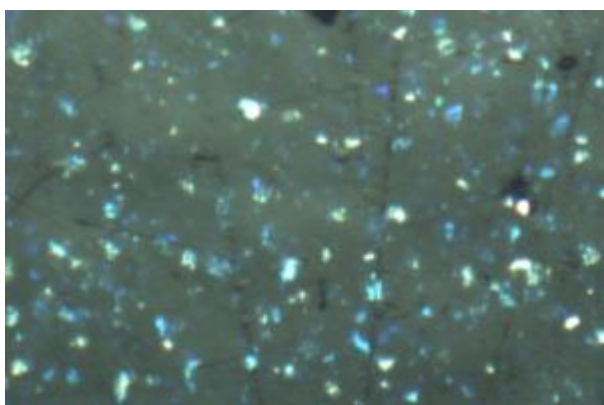
Badania struktury geometrycznej powierzchni profilometryczne ujawniły wzrost wartości analizowanych parametrów chropowatości: Ra, Rt, Rz. W szczególności wartość parametru Ra wzrosła średnio o 40 %, parametru Rt o 72 %, zaś parametru Rz o 32 %. Kolejne rysunki: 11, 12, 13, 14 i 15 dokumentują również pogorszenie w miarę upływu czasu starzenia jakości powłoki akrylowej ocenianej wizualnie za pomocą mikroskopu optycznego.



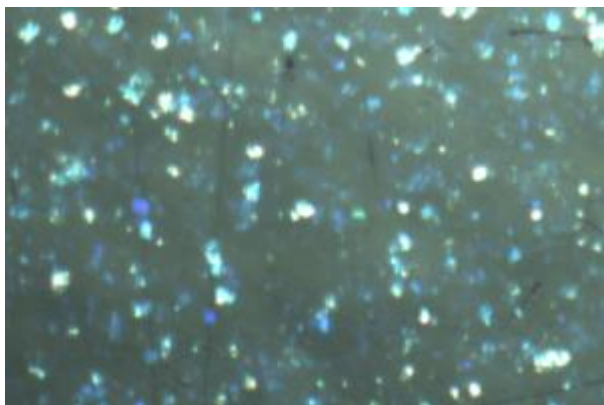
Rys. 10. Wpływ starzenia klimatycznego w ciągu 24 miesięcy na zmianę chropowatości powierzchni powłoki akrylowej (próbka nr N14)



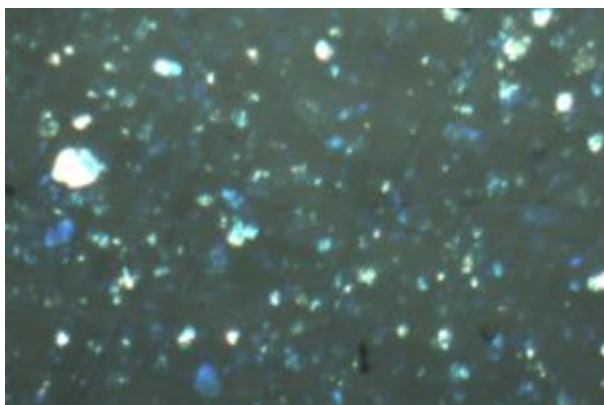
Rys. 11. Stan powierzchni powłoki akrylowej niestarzanej (powiększenie 40x)



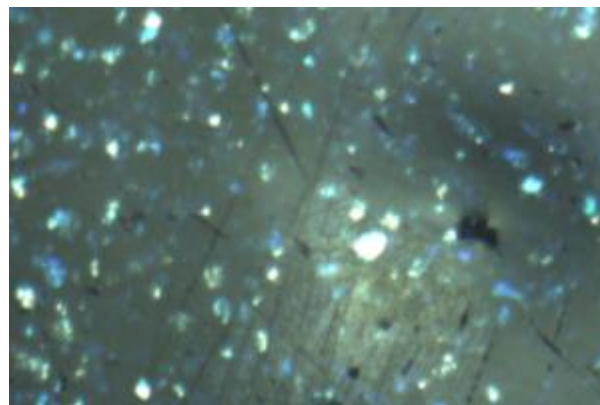
Rys. 12. Stan powierzchni powłoki akrylowej starzonej na stacji klimatycznej w ciągu 6 miesięcy (powiększenie 40x)



Rys. 13. Stan powierzchni powłoki akrylowej starzonej na stacji klimatycznej w ciągu 12 miesięcy (powiększenie 40x)



Rys. 14. Stan powierzchni powłoki akrylowej starzonej na stacji klimatycznej w ciągu 18 miesięcy (powiększenie 40x)



Rys. 15. Stan powierzchni powłoki akrylowej starzonej na stacji klimatycznej w ciągu 24 miesięcy (powiększenie 40x)

PODSUMOWANIE

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań starzonych na stacji klimatycznej powłok akrylowych w okresie 24 miesięcy, stwierdzono zwiększenie stopnia destrukcji powłok, w porównaniu z powłokami niestarzonymi.

Warstwę powierzchniową powłok charakteryzowała skłonność do wykruszania jej składników, wraz z upływem okresu starzenia powłok. Było to spowodowane wzrastającym stopniem utlenienia ich powierzchni.

Starzenie klimatyczne powłok akrylowych wpłynęło na zwiększenie ich twardości ołówkowej - od HB powłoki niestarzanej do 4H powłoki starzonej w ciągu 24 miesięcy. Zbadano twardość powłok akrylowych metodą ołówkową, zgodnie z normą PN-ISO 15184:2001.

Badania topografii powierzchni powłok akrylowych, starzonych pod wpływem czynników klimatycznych w ciągu 24 miesięcy, udowodniły zwiększenie chropowatości ich powierzchni.

Jako kryteria chropowatości powierzchni powłok zastosowano parametry Ra, Rz oraz Rt. Natomiast do pomiaru chropowatości powierzchni badanych powłok akrylowych zastosowano tester Hommel T500. Badania przeprowadzono zgodnie z normami: PN-87/M-04251, PN-ISO8501-1:1996, PN-ISO 8501-1:1998.

Badania połysku zwierciadlanego starzonych klimatycznie powłok akrylowych przeprowadzono dla kątów padania promieniowania świetlnego (20, 60, 85)° (zgodnie z normą PN-EN ISO 2813). Wykonano badania połysku powłok akrylowych, stosując w tym celu połyskomierz Novo-Haze. Powłoki akrylowe wykazały wysoką trwałość połysku, bowiem nie stwierdzono istotnych zmian ich zwierciadlanego połysku, w całym okresie starzenia powłok.

Charakterystyki grubości powłok akrylowych, starzonych klimatycznie w ciągu 24 miesięcy, dokumentują natomiast dużą stabilność ich grubości.

BIBLIOGRAFIA

1. Athey R.D.: *Additives for water borne coatings. Part 6: Plasticizers and cosolvents/coalescents*. European Coatings Journal, 1996, Vol. 10, p. 720-730.
2. Athey R.D.: *Abrasion resistant coatings*. European Coatings Journal 1996, Vol. 12, p. 918-919.
3. Bahdachi J.A.: *Fundamentals of adhesion*. Journal of Coatings Technology 1997, Vol. 69, No. 870, p. 81-85.
4. Bauer D.R.: *Predicting in-service weatherability of automotive coatings; A new approach*. Journal of Coatings Technology 1997, Vol. 69, No. 864, p. 86-96.

5. Bautista A.: *Filiform corrosion in polymer-coated metals*. Progress in Organic Coatings 1996, Vol. 28, p. 49÷58.
6. Cordingley I.R.J.: Why surface preparation is important. Protective Coatings Europe 1997, Vol. 2, No. 11, p. 39÷43.
7. Kamiński M., Kamiński J., Wierzchoń T.: *Wpływ chropowatości i składu chemicznego powierzchni adsorbentu na kinetykę adhezji i wzrostu biofilmu bakterii Pseudomonas w środowisku wodnym*. Ochrona przed Korozją. Wydanie specjalne „Korozja '99”, s. 143÷147.
8. Kotnarowska D.: *Wpływ procesu starzenia na trwałość powłoki epoksydowej*. Monografia Nr 12, Wydawnictwo WSI Radom 1994, 206 s.
9. Kotnarowska D.: *Kinetics of wear of epoxide coating modified with glass microspheres and exposed to the impact of aluminum particles*. Progress in Organic Coatings 1997, Vol. 31, p. 325÷330.
10. Kotnarowska D.: *Influence of ultraviolet radiation and aggressive media on epoxy coating degradation*. Progress in Organic Coatings 1999, Vol. 37, p. 149÷159.
11. Kotnarowska D.: *Wpływ czynników otoczenia na własności eksploatacyjne ochronnych powłok epoksydowych urządzeń technicznych*. Monografia Nr 40, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 1999, 232 s.
12. Kotnarowska D.: *Influence of ageing on mechanical properties of epoxide coating*. Materials of conference: Advances in Corrosion Protection by organic Coating, Cambridge 1999, V 2, Extended Abstract 28, p. 1÷9.
13. Kotnarowska D.: *Rodzaje procesów zużywania powłok polimerowych*. Monografia Nr 60, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2003, 212 s.
14. Kotnarowska D.: *Epoxy coating destruction as a result of sulphuric acid aqueous solution action*. Progress in Organic Coatings 2010, Vol. 67, p. 324÷328.
15. Kotnarowska D.: *Powłoki ochronne*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej. Radom 2010, 320 s. (Wydanie III, poprawione i rozszerzone).
16. Kotnarowska D.: *Destrukcja powłok polimerowych pod wpływem czynników eksploatacyjnych*. Monografia, Wydawnictwo Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego, Radom 2013, 212 s.
17. Kotnarowska D., Kotnarowski A., Olszewski W.: *Analiza przyczyn destrukcji powłok lakierniczych nadwozia samochodów*. Logistyka 2015 nr 6, płyta CD.
18. Kotnarowska Danuta: *Powłoki ochronne o zwiększonej trwałości eksploatacyjnej*. Logistyka 2015 nr 4, płyta CD.
19. Kotnarowska D., Kotnarowski A.: *Odporność na zużycie nanopowłok polimerowych*. Przetwórstwo Tworzyw' 2015, nr 3 (ISSN 1429-0472).
20. Kotnarowska D.: *Destruction of Epoxy Coatings under the Influence of Sodium Chloride Water Solutions*. Solid State Phenomena, Pt. B of Diffusion and Defect Data - Solid State Data (ISSN 0377-6883) 220, p. 609-614
21. Kozłowska A., Maślankiewicz E.: *Wpływ przygotowania powierzchni na trwałość powłok malarskich*. Materiały konferencyjne XXI Konwersatorium Korozji Morskiej. Jurata 1995, s. 185÷191.
22. Kurek J.: *Jak otrzymywać optymalną jakość powłok?* Lakiernictwo Przemysłowe 2004, nr 2(28), s. 12÷14.
23. Levy A.V.: *Erosion and erosion-corrosion of metals*. Corrosion 1995, Vol. 51, No. 11, p. 872÷883.
24. Narisava I.: *Resistance of Polymer Materials*. Ed. Chemistry, Moscow 1987 (in Russian).
25. Nguyen T., Bentz D., Byrd E.: *Method for measuring water diffusion in a coating applied to a substrate*. Journal of Coatings Technology 1995, Vol. 67, No. 844, p. 37÷46.
26. Nguyen T., Hubbard J.B., Pommersheim J.M.: *Unified model for the degradation of organic coatings on steel in a neutral electrolyte*. Journal of Coatings Technology 1996, Vol. 68, No. 855, p. 45÷56.
27. Skerry B.S., Simpson C.H.: *Accelerated test method for assessing corrosion and weathering of paints for atmospheric corrosion control*. Corrosion 1993, Vol. 49, No. 8, p. 663 ÷ 674.
28. Zyska B.: *Problemy mikrobiologicznego rozkładu i mikrobiologicznej korozji materiałów*. Ochrona przed Korozją 1994, nr 4, s. 82÷86.
29. Zubielewicz M., Królikowska A.: *The influence of ageing of epoxy coatings on adhesion of polyurethane topcoats and protective properties of coating systems*. Progress in Organic Coatings 2009, vol. 66, p. 129 ÷ 136.
30. Żenkiewicz M.: *Adhezja i modyfikowanie warstwy wierzchniej tworzyw wielkocząsteczkowych*, WNT, Warszawa 2000.
31. Żuchowska D.: *Polimery konstrukcyjne*. WNT, Warszawa 1995, 264 s.

Surface state evaluation of lacquer coatings aged climatically

The paper presents investigation results of surface state of lacquer acrylic coatings aged in a climatic station for two years. It was stated the rise of coating roughness assessed on the basis of Ra, Rz, and Rt parameters. The hardness of the coatings increased from HB value for the unaged coating to 4H value for the aged coating. The ageing caused also slight growth of coating thickness. The gloss of the coatings showed high permanence in the whole ageing period.

Autorzy:
mgr inż. **Michał Sirak** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, doktorant, michals211@gmail.com.