

Mariusz MAJEWSKI¹

WPLYW PROMIENIOWANIA ULTRAFIOLETOWEGO NA STAN POWIERZCHNI POWŁOK AKRYLOWYCH

W artykule przedstawiono wpływ promieniowania ultrafioletowego na właściwości powłok akrylowych. Przedstawiono wyniki pomiarów: grubości, twardości, wartości parametru Ra chropowatości powierzchni oraz połysku zwierciadlanego powłok dla różnych okresów ich starzenia. Zaobserwowano zmniejszenie grubości i połysku powłok oraz zwiększenie ich twardości i chropowatości.

INFLUENCE OF ULTRAVIOLET RADIATION ON THE SURFACE STATE OF ACRYLIC COATINGS

This article presents the influence of ultraviolet radiation on the features of acrylic coatings. The results of measures of coatings thickness, their hardness, value of Ra surface parameter and bright polish for the different ageing time were shown. The decrease of thickness and bright polish along with the increase of their hardness and roughness were observed.

1. WSTĘP

W naturalnych warunkach eksploatacji powłoki lakiernicze narażone są na degradację, której przyczyną jest destrukcyjne oddziaływanie promieniowania ultrafioletowego (UV), wilgoci, ciepła, mediów agresywnych. Odporność powłok lakierniczych na oddziaływanie promieniowania UV zależy w głównej mierze od rodzaju stosowanych substancji błonotwórczych, oraz od zastosowanych dodatków specjalnych – fotostabilizatorów. Dochodzące do powierzchni ziemi promieniowanie słoneczne składa się z promieniowania podczerwonego, światła widzialnego, promieniowania UV-A (315 ÷ 400 nm), oraz małej ilości promieniowania UV-B (315 nm) [1]. Promieniowanie to powoduje fotodegradację polimerowych powłok ochronnych.

Proces fotodegradacji polimerów, w tym substancji błonotwórczych powłok lakierniczych polega na wzbudzeniu reakcji rodników, prowadzących do skrócenia łańcucha polimerowego. Proces ten jest bezpośrednim efektem absorpcji kwantów promieniowania przez grupy funkcyjne polimeru [2]. Wpływ promieniowania zależy od długości fali świetlnej. Energia wystarczająca do rozerwania wiązań w polimerze jest

¹ Politechnika Radomska, Wydział Mechaniczny; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
tel: + 48 48 361-76-70, 361-76-42, Fax: + 48 48 361-76-44, e-mail:m.majewski@pr.radom.pl

energiją, odpowiadającą promieniowaniu UV o długości fali $\lambda = 254 \text{ nm} \approx 470 \text{ kJ/mol}$. Jednak energia promieniowania widzialnego jest znacznie mniejsza ($< 400 \text{ kJ/mol}$) i powoduje pękanie jedynie najsłabszych wiązań chemicznych w cząsteczkach [2]. Aby przyspieszyć proces starzenia dla dowolnej energii promieniowania, w warunkach laboratoryjnych, do określenia odporności powłok na oddziaływanie promieniowania stosuje się sztuczne wysokoenergetyczne źródła.

2. METODYKA BADAŃ

Do procesu starzenia powłok wykorzystano promieniowanie ultrafioletowe o długości fali w zakresie $300 \div 460 \text{ nm}$. Pochodziło ono z dwóch lamp rtęciowych LRF 250 E40, bez osłony szklanej. Każda z lamp była o mocy 250 W. Próbki powłok akrylowych zostały umieszczone w odległości 300 mm od źródła promieniowania UV.

Pomiar grubości powłok akrylowych starzonych promieniowaniem ultrafioletowym przeprowadzono metodą magnetyczną, zgodnie z normą PN-EN ISO 2808:2000, przy użyciu miernika Mega-Check FE. Twardości powłok badano metodą Buchholza, zgodnie z normą PN-EN ISO 2815:2004. Do określenia chropowatości powierzchni tych powłok wykorzystano tester Hommel T500. Pomiary wykonano zgodnie z normami PN-87/M-042251, PN-ISO 8501-1:1996, PN-ISO 8501-1:1998. Połysk powłok akrylowych został określony za pomocą połyskomierza Novo-Haze. Badania przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN ISO 2813, dla trzech kątów padania: 20° , 60° i 85° .

2.1. Przygotowanie próbek badawczych i wykonanie pomiarów

Badania przeprowadzono na powłoce akrylowej, czerwonej, wykonanej zgodnie z recepturą producenta. Powłoka została nałożona na podłoże stalowe próbek o wymiarach $170 \times 90 \times 1 \text{ mm}$, które uprzednio były czyszczone pod wpływem mechanicznego oddziaływania ścierniwa w bębnie rotacyjnym. Podłoża stalowe poddano odtłuszczeniu. Nałożenie powłoki odbyło się metodą natrysku pneumatycznego. Następnie nastąpiła ich aklimatyzacja w ciągu 10 dni, w temperaturze otoczenia $20 \pm 2^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej $65 \pm 5\%$. Po aklimatyzacji powłoki poddawane były badaniom po czasie starzenia 0, 336, 672, 1008, 1344 h.

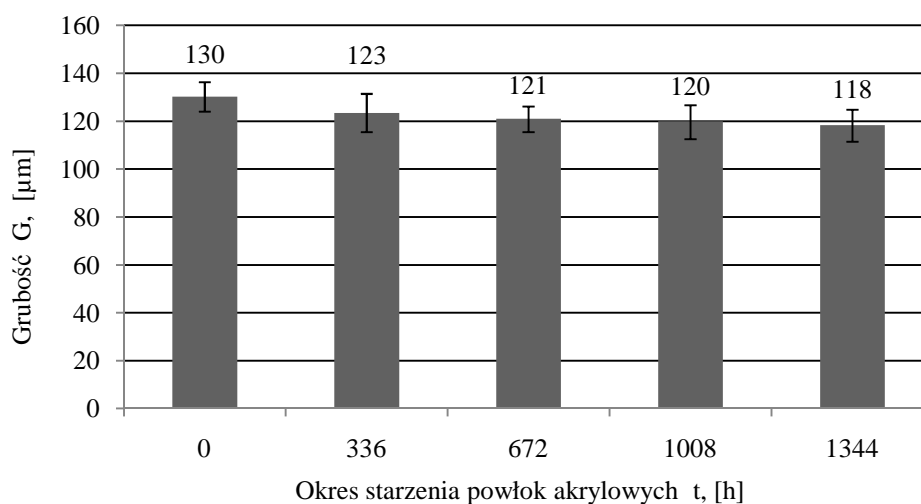
3. WYNIKI BADAŃ

Liczbowe wartości wyników badań właściwości powłok akrylowych, starzonych promieniowaniem ultrafioletowym zostały zamieszczone w tabeli 1.

Na rysunku 1 zaprezentowano w formie graficznej wyniki pomiarów grubości $G \text{ [}\mu\text{m]}$ powłok akrylowych, dla poszczególnych okresów starzenia pod wpływem promieniowania ultrafioletowego. Grubość powłoki ma wpływ na jej właściwości ochronne. Chroni podłoże metalowe przed oddziaływaniem czynników: chemicznych, mechanicznych jak i promieniowania UV, powodującego degradację powłok. Obserwowany spadek grubości powłok akrylowych może być spowodowany wysychaniem powłok podczas przeprowadzanego eksperymentu.

Tab. 1. Wyniki pomiarów grubości G , twardości H , parametru chropowatości powierzchni R_a oraz połysku zwierciadlanego powłok akrylowych starzonych promieniowaniem UV dla poszczególnych okresów starzenia

Okres starzenia promieniowaniem UV [h]	Grubość powłoki G [μm]	Twardość H	Parametr chropowatości powierzchni R_a [μm]	Połysk zwierciadlany powierzchni powłoki akrylowej dla kątów padania		
				20°	60°	85°
0	130	71,9	0,07	76,2	88,5	92,1
336	123	73,5	0,09	41,9	60,8	74,5
672	121	74,4	0,35	11,9	25,6	48,2
1008	120	74,6	0,48	1,2	7,4	30,2
1344	118	73,5	0,55	0,2	1,5	20,6

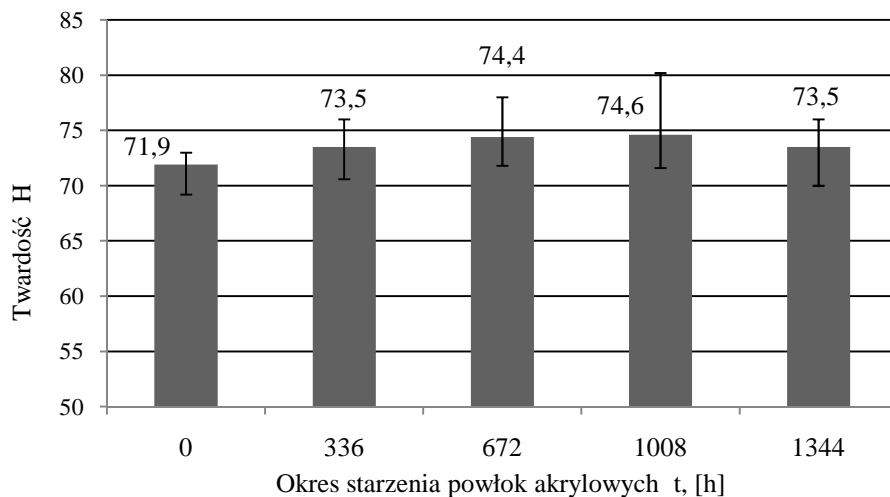


Rys. 1. Wpływ starzenia powłok akrylowych promieniowaniem UV na ich grubość

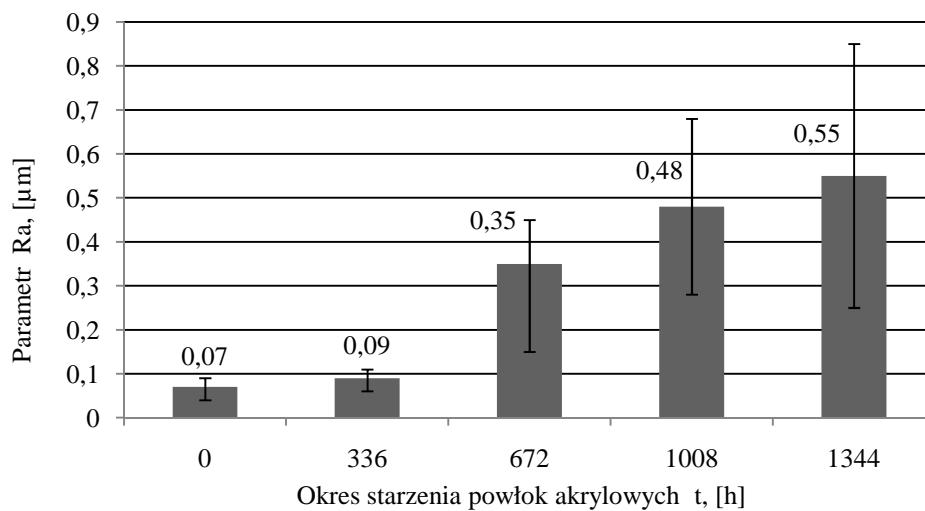
Na rysunku 2 przedstawiono wyniki pomiarów twardości powłok akrylowych starzonych promieniowaniem UV w okresie 0, 336, 672, 1008, 1344 h.

Badana twardość jest cechą fizyczną ciał stałych, która świadczy o ich podatności lub odporności na odkształcenia, zginanie lub zarysowanie powierzchni pod wpływem nacisku [3]. Twardość powłok charakteryzuje ich zdolność do nieulegania odkształceniom pod wpływem nacisku lub wgłębiania ciała stałego [PN-EN ISO 971-1]. Jest ona uwarunkowana w znacznym stopniu jakością materiału malarskiego oraz parametrów suszenia powłok. Na rysunku 3 graficznie zaprezentowano wyniki pomiaru parametru chropowatości R_a powłok. Zwiększenie chropowatości powierzchni starzonych powłok

akrylowych jest skutkiem utraty spójności pomiędzy ziarnami napelnacza (pigmentu) a tworzywem powłokotwórczym [4].

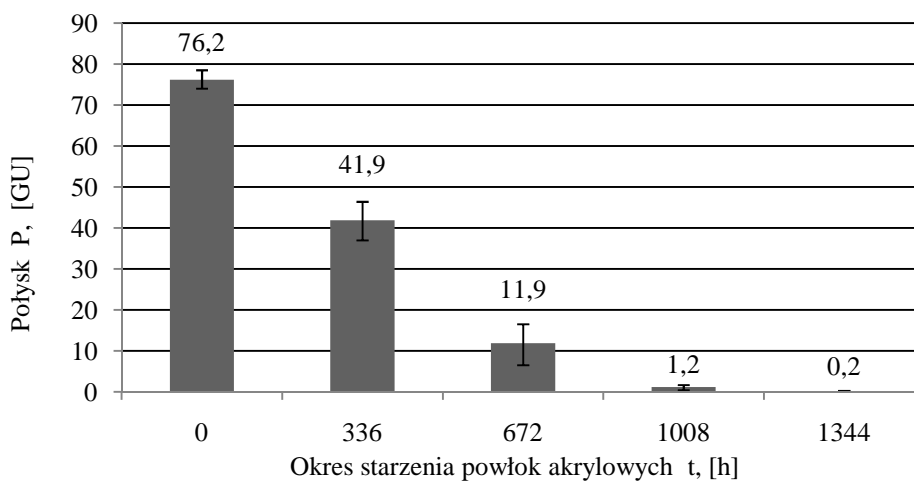


Rys. 2. Wpływ starzenia powłok akrylowych promieniowaniem UV na ich twardość

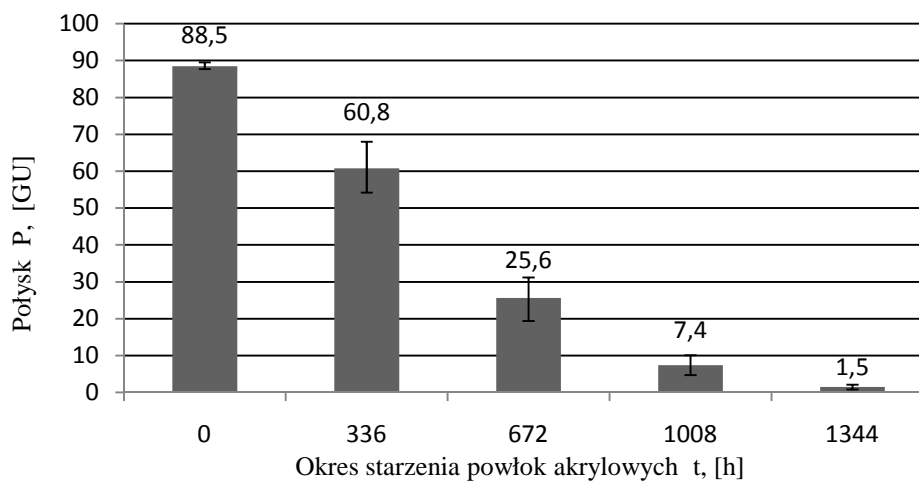


Rys. 3. Wpływ starzenia powłok akrylowych promieniowaniem UV na parametr chropowatości Ra ich powierzchni

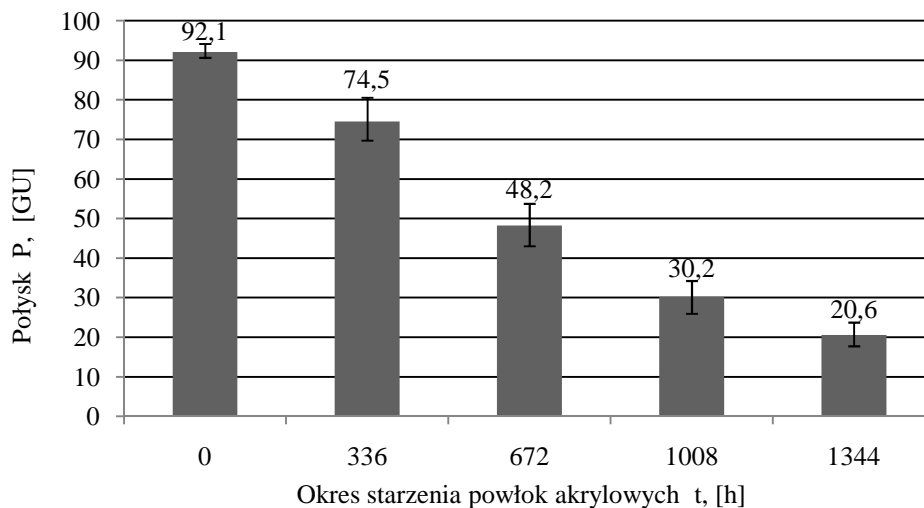
Na rysunkach 4 ÷ 6 przedstawiono interpretację graficzną wyników pomiaru połysku zwierciadlanego powłok akrylowych, dla trzech kątów padania promieni, odpowiednio: 20°, 60° i 85°.



Rys. 4. Wpływ starzenia powłok akrylowych promieniowaniem UV na ich połysk – dla kąta 20°



Rys. 5. Wpływ starzenia powłok akrylowych promieniowaniem UV na ich połysk – dla kąta 60°



Rys. 6. Wpływ starzenia powłok akrylowych promieniowaniem UV na ich połysk – dla kąta 85°

3. WNIOSKI

1. Promieniowanie ultrafioletowe oddziałujące na powłokę akrylową powoduje spadek jej grubości w trakcie całego cyklu starzenia. Przyczyną tego jest wysychanie (utwardzanie) powłoki, co skutkuje wzrostem jej twardości.
2. Starzenie powłoki akrylowej w ciągu 1344 godzin pod wpływem promieniowania UV przyczynia się do ponad siedmiokrotnego wzrostu chropowatości powierzchni, wyrażonej wartościami parametru chropowatości Ra.
3. Destrukcyjne oddziaływanie promieniowania UV prowadzi do obniżenia połysku zwierciadlanego. Przyczyną utraty połysku jest przede wszystkim zwiększenie chropowatości powierzchni powłok akrylowych.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Norma PN-EN ISO 11341:2000 *Farby i lakiery. Sztuczne działanie atmosferyczne i ekspozycja na sztuczne promieniowanie. Ekspozycja na filtrowane promieniowanie lamp ksenonowych.*
- [2] Głuszko M.: *Badania stopnia degradacji powłok lakierowych po narażeniu w komorach klimatycznych o różnej energii napromieniowania UV.* Prace Instytutu Elektrotechniki 2006, z. 228, s. 59÷69.
- [3] Kotnarowska D., Wojtyniak M.: *Metody badań jakościowych powłok ochronnych.* Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2010.
- [4] Kotnarowska D.: *Powłoki ochronne, wytwarzanie, eksploatacja, badania.* Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2010.