

Konrad Gauda¹⁾

WPLYW ODDZIAŁYWAŃ SMARU MASZYNOWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE POWŁOK AKRYLOWYCH O ZRÓŻNICOWANEJ ZAWARTOŚCI LOTNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

Streszczenie. W artykule dokonana jest ocena wpływu oddziaływań smaru maszynowego na wybrane właściwości mechaniczne wodorozcieńczalnych i rozpuszczalnikowych powłok akrylowych przeznaczonych dla przemysłu maszynowego. Szerokie zastosowanie środków smarnych w tym sektorze sprawia, że powłoki zastosowane do ochrony poszczególnych elementów maszyn i urządzeń muszą być odporne na niszczące działanie tych mediów. Spośród wielu powłokotwórczych materiałów organicznych wybrano polimery akrylowe, które odznaczają się dobrymi właściwościami fizykochemicznymi oraz dekoracyjnymi. Dodatkowo w badaniach uwzględniono zarówno tradycyjne materiały rozpuszczalnikowe, jak i wodorozcieńczalne charakteryzujące się obniżoną zawartością lotnych związków organicznych. Wymogi Dyrektywy Europejskiej 99/13/EU w sprawie ograniczenia emisji tych związków do atmosfery powodują, że koniecznością staje się coraz szersze wykorzystanie powłok „ekologicznych” szczególnie w przemyśle maszynowym.

Słowa kluczowe: Powłoki organiczne, właściwości mechaniczne, lotne związki organiczne.

WPROWADZENIE

Jednym z najbardziej efektywnych sposobów ochrony powierzchni wyrobów jest stosowanie cienkich powłok organicznych w postaci farb, lakierów i emalii (noszących ogólną nazwę materiałów malarskich). Powszechne stosowanie tego typu ochrony tłumaczy się tym, że nie jest ona uzależniona ani od kształtu, ani od rozmiarów obiektu wymagającego zabezpieczenia, a dodatkowo powłoki malarskie można nanosić na różne podłoża (metale, podłoża mineralne, tworzywa sztuczne). Technika nanoszenia możliwa jest do realizacji zarówno w systemie zakładów produkcyjnych, jak i w warunkach polowych, przy użyciu pistoletu lakierniczego lub tylko zwykłego pędzla. Fakt ten ma istotne znaczenie np. przy zabezpieczaniu antykorozyjnym konstrukcji stalowych, mostów, rurociągów, słupów wysokiego napięcia, czy też malowaniu renowacyjnym wszel-

¹⁾ Katedra Metod i Technik Nauczania, Politechnika Lubelska.

kiego rodzaju maszyn (obrabiarek, dźwignic, przenośników, turbin itp.), których demontaż byłby bardzo uciążliwy i nieekonomiczny [13]. Oprócz licznych i unikalnych zalet omawianych powłok jednym z zasadniczych problemów jest to, że sektor organicznych powłok ochronnych jest źródłem emisji ogromnej ilości lotnych związków organicznych do atmosfery. Emisja nadmiernej ilości tych związków powoduje nie tylko groźne efekty zdrowotne, ale także na skutek reakcji fotochemicznych degradację stratosfery oraz pojawienie się tzw. smogu letniego w troposferze [7, 9, 14].

Działania ustawodawcze na świecie zmierzające do zmniejszenia emisji rozpuszczalników organicznych rozpoczęły się już w 1966 roku i trwają do dzisiaj [4, 12]. W związku z tym tradycyjny rynek ochronnych powłok malarskich musi sprostać coraz surowszym wymaganiom ochrony środowiska. Stąd też pojawia się konieczność zastępowania szeroko rozpowszechnionych w przemyśle maszynowym materiałów rozpuszczalnikowych, materiałami o niskiej szkodliwości dla środowiska. Uzasadnione jest zatem prowadzenie badań nad powłokami uzyskiwanymi z materiałów określanych mianem ekologicznych, a takimi są z pewnością materiały wodorozcieńczalne, które charakteryzują się niską zawartością lotnych związków organicznych [3, 5]. Niestety z powodu braku wystarczających danych w wielu przypadkach występuje obawa przed zastosowaniem powłok z tych materiałów w systemach zabezpieczenia antykorozyjnych stalowych elementów konstrukcji [6]. Związane jest to przede wszystkim z tym, iż problemy powłok tradycyjnych i wodorozcieńczalnych są rozpatrywane oddzielnie. Brakuje bezpośredniego zestawienia i porównania obydwu systemów w kontekście ich zastosowań do ochrony różnorodnych konstrukcji, ze szczególnym naciskiem na analizę właściwości mechanicznych, które decydują w głównej mierze o cechach użytkowych pokrycia. Zmiany tych właściwości w okresie użytkowania świadczą o stopniu destrukcji spoiwa i zmniejszeniu jego właściwości ochronnych [1, 10]. Toteż określenie zakresu zmian właściwości mechanicznych jest bardzo ważne ze względu na bezpieczną eksploatację wodorozcieńczalnych systemów powłokowych [8].

W przemyśle maszynowym dużą rolę odgrywiają polimery akrylowe. Termin ten określa wszystkie polimery wytworzone z kwasu akrylowego i metakrylowego. Jako substancje błonotwórcze najczęściej stosuje się kopolimery estrów, amidów i nityli tych kwasów [11]. Właściwości akrylowych substancji powłokowych można przewidzieć biorąc pod uwagę takie czynniki, jak obecność lub brak podstawnika przy wiązaniu nienasyconym (monomer akrylowy lub metakrylowy), długość i stopień rozgałęzienia podstawnika alkilowego w grupie estrowej monomeru, czy wreszcie obecność grup polarnych w łańcuchu (-COOH, -OH). Obecność tych grup nadaje kopolimerowi błonotwórczemu lepsze właściwości adhezyjne i reaktywny charakter który umożliwia uzyskiwanie materiałów zarówno w postaci dyspersji wodnych, jak i roztworów organicznych. Zmieniając skład i wzajemny stosunek komonomerów można otrzymać kopolimery o odpowiednich, zaplanowanych właściwościach użytkowych.

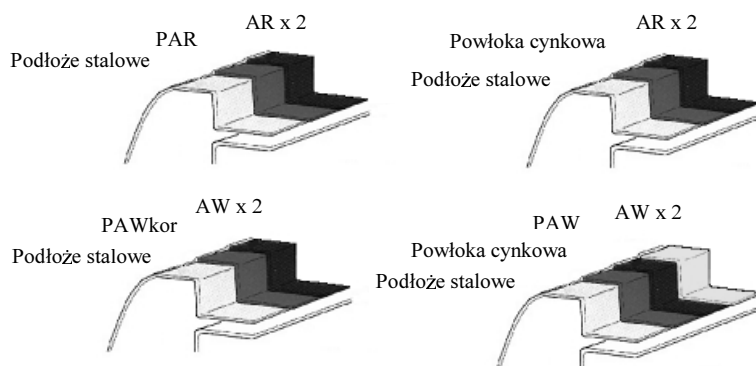
Do najważniejszych cech decydujących o zastosowaniu polimerów akrylowych w przemyśle maszynowym należą: bardzo duża odporność na promieniowanie UV i czynniki atmosferyczne, wysoki połysk, odporność chemiczna, mała aktywność względem

pigmentów, mieszalność z wieloma innymi polimerami powłokotwórczymi oraz dobre właściwości fizykochemiczne. Dzięki temu materiały malarskie na ich podstawie są stosowane do otrzymywania wysokiej jakości powłok antykorozyjnych na pojazdy użytkowe, aparaturę oraz obiekty budowlane, w przypadku których okres użytkowania wynosi do 10 lat [11, 13].

W przypadku ochrony elementów maszyn i urządzeń powłoki są szczególnie narażone na liczne wpływy środowiskowe i korozyjne. Ponadto pokrycia te muszą być odporne na niszczące oddziaływanie czynników mechanicznych oraz różnego rodzaju chemikaliów. Szczególnie często powłoki mogą stykać się ze smarami maszynowymi. W przemyśle maszynowym spełniają one bardzo wiele funkcji, przede wszystkim zmniejszają tarcie w czasie ruchu mechanizmu i tym samym chronią go przed przedwczesnym zużyciem. Dodatkowo smary zabezpieczają współpracujące powierzchnie przed korozją i często odprowadzają ciepło wydzielone w wyniku tarcia bądź procesów spalania [2]. Tak szerokie zastosowanie środków smarnych w tym sektorze sprawia, że powłoki zastosowane do ochrony poszczególnych elementów maszyn muszą być odporne na niszczące działanie tych mediów. Ponieważ w technice smarowania stosuje się cały szereg różnorodnych związków chemicznych, mogą one mieć niekorzystny wpływ na właściwości powłok.

METODYKA BADAŃ

Powłoki przeznaczone na elementy różnorodnych konstrukcji powinny charakteryzować się szeregiem korzystnych właściwości fizykochemicznych i mechanicznych oraz dużą odpornością korozyjną i chemiczną. Wszystkie te właściwości powinny oczywiście iść w parze z niską szkodliwością dla środowiska. Analizując literaturę, normy oraz rynek materiałów malarskich do badań zakwalifikowano systemy powłokowe o określonych przyjętych oznaczeniach i pokazanych na rysunku 1 i w tabeli 1.



Rys. 1. Podział badanych systemów powłokowych
x2 – powłoka dwuwarstwowa (grubość pojedynczej warstwy $25 \pm 5 \mu\text{m}$)

Tabela 1. Charakterystyka poszczególnych materiałów malarskich tworzących warstwy wchodzące w skład badanych systemów powłokowych

Oznaczenie materiału malarskiego	Ogólna charakterystyka	Dane techniczne
PAR	Podkład akrylowy (high solid) dwuskładnikowy schnący na powietrzu, oparty na rozpuszczalnikach organicznych (zawiera octan butylu). Może być nakładany na stal, stal ocynkowaną, aluminium.	<ul style="list-style-type: none"> • proporcje składników-baza: utwardzacz 5:1 wag. • rozcieńczalnik: „multicryl” • czas schnięcia: i stopień – 20 min (20 °C)
AR	Emalia akrylowa oparta na rozpuszczalnikach organicznych. Nie zawiera pigmentów antykorozyjnych. Przeznaczona do malowania różnego rodzaju podłoży.	<ul style="list-style-type: none"> • voc: 450 g/l • rozcieńczalnik: • benzyna lakiernicza • czas schnięcia: i stopień – 1h (20 °C)
PAWkor	Wodorozcieńczalny antykorozyjny podkład akrylowy, przeznaczony do stali oraz powierzchni ocynkowanych.	<ul style="list-style-type: none"> • czas schnięcia: i stopień – 8h (20 °C)
PAW	Wodorozcieńczalny podkład akrylowy. Nie zawiera pigmentów antykorozyjnych. Przeznaczony do gruntowania stali ocynkowanej, drewna, aluminium.	<ul style="list-style-type: none"> • czas schnięcia: i stopień – 2 h (20 °C)
AW	Wodorozcieńczalna emalia akrylowa. Przeznaczona do malowania wszelkich podłoży wewnątrz i na zewnątrz. Odporna na uderzenia, działanie czynników atmosferycznych i żółknięcie.	<ul style="list-style-type: none"> • voc: 40 g/l • czas schnięcia: i stopień – 2 h (20 °C)
Powłoka cynkowa	Powłoka nakładana elektrolitycznie	<ul style="list-style-type: none"> • średnia grubość: 15 µm

Zgodnie z rysunkiem 1 przyjmując za kryterium podziału rodzaj rozpuszczalnika substancji błonotwórczej można wyodrębnić system powłokowy oparty na rozpuszczalnikach organicznych (rozpuszczalnikowy) oraz system wodorozcieńczalny o niskiej zawartości VOC.

Badane systemy powłokowe oznakowano przyjmując symbole powłok nawierzchniowych, czyli AR dla rozpuszczalnikowego akrylowego systemu powłokowego, AW dla wodorozcieńczalnego akrylowego systemu powłokowego. Obydwa systemy powłokowe przyjęte do badań nakładano zarówno na podłoże stalowe, jak i podłoże stalowe ocynkowane. Ze względu na to, że emalie akrylowe nie posiadały właściwości antykorozyjnych zastosowano warstwy pomocnicze – podkłady. W przypadku podłoża stalowego był to podkład akrylowy typu HS (PAR). Natomiast w wodorozcieńczalnym systemie powłokowym zastosowano antykorozyjny podkład akrylowy (PAWkor). W przypadku podłoża ocynkowanego rozpuszczalnikowy system powłokowy nie wymagał pokładu antykorozyjnego, natomiast dla wodorozcieńczalnego systemu powłokowego zgodnie z wymaganiami producenta zastosowano klasyczny podkład akrylowy zwiększający przyczepność warstwy wierzchniej (PAW).

W badaniach jako medium agresywne zastosowano litowy smar plastyczny ŁT 43 o konsystencji mazistej. Jest on powszechnie wykorzystywany podczas eksploatacji

elementów maszyn (smarowanie łożysk tocznych) charakteryzujący się temperaturą pracy w granicach od -30°C do $+130^{\circ}\text{C}$. Smar ten był nakładany na badane systemy powłokowe za pomocą łopatki, przy czym grubość warstewki smaru wynosiła około 1 mm. Czas zetknięcia powłoki z czynnikiem agresywnym wynosił 12 godzin. Po tym okresie smar był usuwany z powierzchni powłok za pomocą tamponów. W następnej kolejności dokonywano oceny właściwości mechanicznych: twardości, odporności na zarysowanie, przyczepności oraz ścieralności powłok (tab. 2).

Tabela 2. Metody badań właściwości mechanicznych powłok

Właściwość	Metoda badań	Przyrząd
Twardość	PN-EN ISO 1522:2002	Wahadło Persoza
Odporność na zarysowanie	PN-EN ISO 1518:2000	Aparat Clemena
Przyczepność	PN-EN ISO 2409:1999	Noże krążkowe
Ścieralność	PN-C-81516:1976	Przyrząd do oznaczania ścieralności za pomocą swobodnie spadającego materiału ściernego

W celu oceny zmienności badanych wielkości wprowadzono współczynnik K , stanowiący w procentach stosunek wartości bieżącej pochodzącej z danego pomiaru y_n do wartości początkowej y_0 opisany zależnością (1):

$$K = \frac{y_n}{y_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

Współczynnik ten pozwala na ocenę stopnia zmian badanych właściwości systemów powłokowych w odniesieniu do wartości początkowej, otrzymanej w chwili rozpoczęcia cyklu badań (powłoki „nowe”). Osiągając wartości mniejsze od 100% współczynnik K wskazuje na zmniejszanie się wartości badanej właściwości w stosunku do wartości początkowej. Wzrost tego współczynnika powyżej 100% oznacza, że wartość badanej właściwości wzrosła na skutek oddziaływania smaru maszynowego. Dodatkowo w pracy zastosowano także graficzną metodę prezentowania danych statystycznych.

WYNIKI BADAŃ

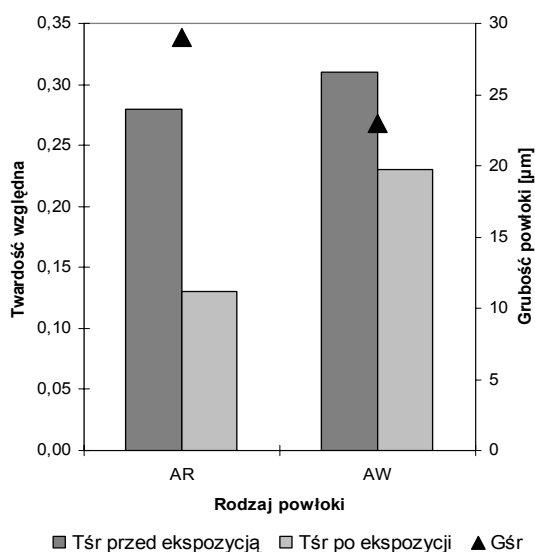
Twardość

W przypadku pomiaru twardości ze względu na specyfikę metody badań ocenie poddano wyłącznie powłoki nawierzchniowe (próba na podłożu szklanym). W wyniku pomiarów i obliczeń uzyskano średnie wartości twardości względnej powłok, które są zebrane w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki pomiarów twardości powłok przed i po ich ekspozycji na działanie smaru maszynowego

Rodzaj powłoki	Twardość – T_{sr}		Grubość – G_{sr} [μm]
	przed ekspozycją	po ekspozycji	
AR	0,28	0,13	29
AW	0,31	0,23	23

Twardość powłok nie poddanych oddziaływaniu medium agresywnego kształtowa się na porównywalnym poziomie w granicach 0,28 – 0,31. Po 12 godzinnej ekspozycji i ponownym pomiarze twardości można zaobserwować iż wyraźnemu obniżeniu uległa średnia twardość powłoki AR (rys. 2).

**Rys. 2.** Twardość powłok przed i po próbie ze smarem maszynowym

Oprócz wartości średniej dodatkowo zostały oznaczone miary dyspersji – wariancja i odchylenie standardowe, 95% przedziały ufności, współczynnik zmienności oraz b³¹d standardowy średniej arytmetycznej.

Analizując współczynnik K można zauważyć iż twardość powłoki AR po ekspozycji na smar maszynowy wyniosła zaledwie 46,4% wartości początkowej (przed cyklem badawczym). Z kolei twardość powłoki AW obniżyła się w stosunku do twardości początkowej o ponad 25% (tab. 4). Na podstawie wstępnych wyników można domniemywać iż powłoka rozpuszczalnikowa AR charakteryzuje się niższą odpornością chemiczną w stosunku do powłoki wodorocieńczalnej.

Tabela 4. Wartości podstawowych wielkości statystycznych

Wielkości statystyczne	Rodzaj powłoki	
	AR	AW
T_{sr}	0,13	0,23
Współczynnik K	46,4	74,2
Przedział ufności – 95%	0,12	0,23
Przedział ufności +95%	0,14	0,24
Wartość minimalna	0,10	0,22
Wartość maksymalna	0,17	0,25
Wariancja	0,00038	0,00011
Odchylenie standardowe twardości	0,019	0,011
Współczynnik zmienności	15	4,7
Błąd standardowy	0,006	0,003
G_{sr} powłoki	29	23
Odchylenie standardowe grubości	3,3	2,9

Odporność na zarysowanie

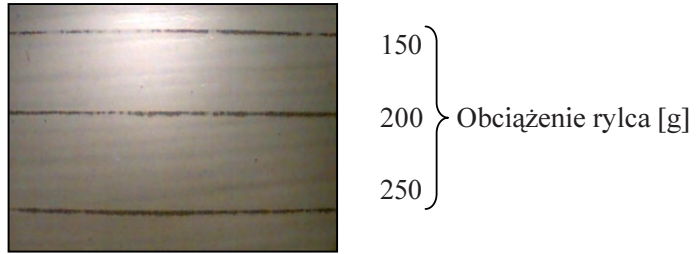
Znaczne obniżenie twardości powłok akrylowych miało wpływ również na niższą odporność akrylowych systemów powłokowych na zarysowanie (twardość zarysową) (tab. 5).

Tabela 5. Wyniki pomiarów odporności systemów powłokowych na zarysowanie

Rodzaj systemu powłokowego	Odporność na zarysowanie – O_{sr} [g]			
	podłoże stalowe		podłoże stalowe ocynkowane	
	przed ekspozycją	po ekspozycji	przed ekspozycją	po ekspozycji
AR	806	706	431	325
AW	350	219	331	213

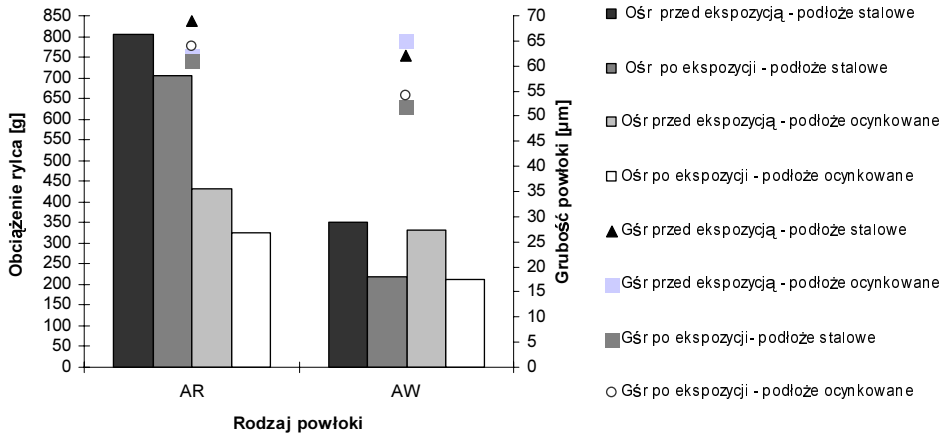
Najniższą odpornością wykazał się wodorozcieńczalny akrylowy system powłokowy, którego wartość odporności na zarysowanie wyniosła nieco ponad 200 g (rys. 3).

Porównując natomiast uzyskane wartości w zależności od rodzaju podłoża, to największa różnica wyników pomiarów dotyczyła systemu powłokowego AR. W przypadku podłoża stalowego średnia odporność na zarysowanie tego systemu wyniosła 706 g, a w przypadku podłoża ocynkowanego zaledwie 325 g, co stanowi około 46% tej wartości. Przyczyna tej różnicy tkwi w tym, że w przypadku podłoża stalowego w skład systemu powłokowego wchodził dwuskładnikowy, chemoutwardzalny podkład



Rys. 3. Ślady zarysowania systemu powłokowego AW na podłożu stalowym (pow. x 10)

akrylowy (system trzywarstwowy), a w przypadku podłoża ocynkowanego na powierzchni znajdowała się wyłącznie emalia AR (system powłokowy dwuwarstwowy) (rys. 4).



Rys. 4. Odporność powłok na zarysowanie przed i po próbie ze smarem maszynowym

Porównując wielkość zmian odporności systemów powłokowych na zarysowanie w stosunku do wartości początkowej należy przeanalizować współczynnik K, a także mieć na względzie grubość powłok, która ma znaczący wpływ na uzyskiwane wartości (tab. 6).

Analizując tabelę 6 można zauważyć, że odporność na zarysowanie systemu powłokowego AW kształtuje się w granicach 62÷66 % wartości początkowej. Wynik ten nie w pełni odzwierciedla rzeczywisty spadek odporności na zarysowanie, ze względu na to, że grubość tego systemu powłokowego jest o około 15% mniejsza w stosunku do grubości oznaczonej podczas badań powłok przed ekspozycją na smar maszynowy. Różnica średniej grubości naniesionych powłok wynika z tego, że badania odporności systemów powłokowych na zarysowanie mają charakter badań niszczących, stąd też każdorazowo przygotowywano nowe próbki do oceny twardości zarysowej.

Tabela 6. Wartości podstawowych wielkości statystycznych

Wielkości statystyczne	Rodzaj systemu powłokowego			
	AR		AW	
	PS	PC	PS	PC
O_{sr}	706	325	219	213
Współczynnik K	87,6	75,4	62,6	66,2
Przedział ufności – 95%	691	303	197	193
Przedział ufności +95%	721	347	240	232
Wartość minimalna	700	300	200	200
Wartość maksymalna	750	350	250	250
Wariancja	312	714	670	536
Odchylenie standardowe twardości zarysowej	18	27	26	23
Współczynnik zmienności	2,6	8,3	11,9	10,8
Błąd standardowy	6	9	9	8
G_{sr} powłoki	61	58	52	54
Odchylenie standardowe grubości	4,7	2,2	3,1	2,6

PS - podłoże stalowe, PC - podłoże stalowe ocynkowane

Przyczepność

Smar maszynowy wpłynął w największym stopniu na przyczepność rozpuszczalnikowego powłokowego systemu akrylowego AR (tab. 7).

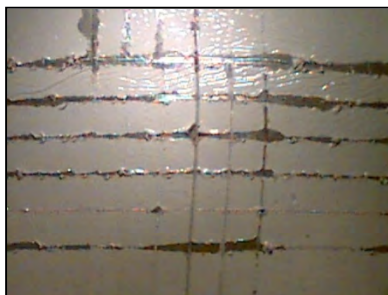
Przyczepność systemu powłokowego AR do podłoża stalowego, dzięki podkładowi PAR była bardzo wysoka, natomiast wyraźnemu obniżeniu uległa przyczepność międzywarstwowa. Stopień przyczepności emalii akrylowej do podkładu PAR wyniósł

Tabela 7. Stopnie przyczepności do podłoża i przyczepności międzywarstwowej poszczególnych systemów powłokowych po próbie ze smarem maszynowym wg normy PN-EN ISO 2409:1999

Rodzaj przyczepności	Rodzaj systemu powłokowego							
	AR				AW			
	PS		PC		PS		PC	
	przed	po	przed	po	przed	po	przed	po
Przyczepność do podłoża	0(1)	0(1)	1(2)	2(2)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)
Przyczepność międzywarstwowa	0(2)	1(2)	–	–	0(1)	0(1)	0(1)	1(1)
Średnia grubość powłok [μm]	68	65	58	58	60	60	62	64

PS - podłoże stalowe, PC - podłoże stalowe ocynkowane.

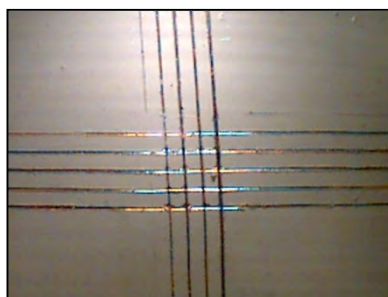
1, a po próbie z taśmą klejącą – 2. Obniżeniu uległa również przyczepność emalii akrylowej do podłoża ocynkowanego (rys. 5).



Rys. 5. Widok siatki nacięć po próbie z taśmą klejącą – system powłokowy AR na podłożu ocynkowanym po próbie ze smarem maszynowym (pow. x 10)

Analizując rysunek 5 można zauważyć, że powłoka jest odpryśnięta wzdłuż krawędzi nacięć, a także w punktach przecięcia linii siatki (odpryśnięta powierzchnia stanowi około 10 % powierzchni siatki).

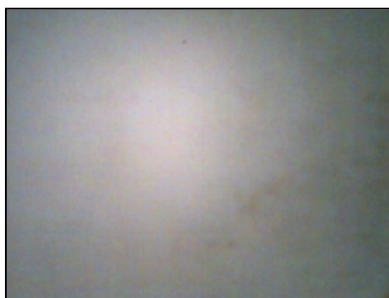
W przypadku analogicznego wodorozcieńczalnego systemu powłokowego przyczepność do obu rodzajów podłoża była bardzo wysoka, natomiast przyczepność emalii AW do podkładu PAW była nieco niższa (rys. 6).



Rys. 6. Widok siatki nacięć po próbie z taśmą klejącą – system powłokowy AW na podłożu ocynkowanym po próbie ze smarem maszynowym (pow. x 10)

Ścieralność

Ocena odporności na ścieranie była dokonana wyłącznie dla próbek na podłożu stalowym. Po próbie ze smarem maszynowym najwyższym współczynnikiem ścieralności odznaczał się rozpuszczalny system powłokowy AR, którego wartość obliczona dla 105 kg materiału ściernego (wartość graniczna) wyniosła 1,62 kg/ μm (system nie uległ przetarciu, rys. 7).



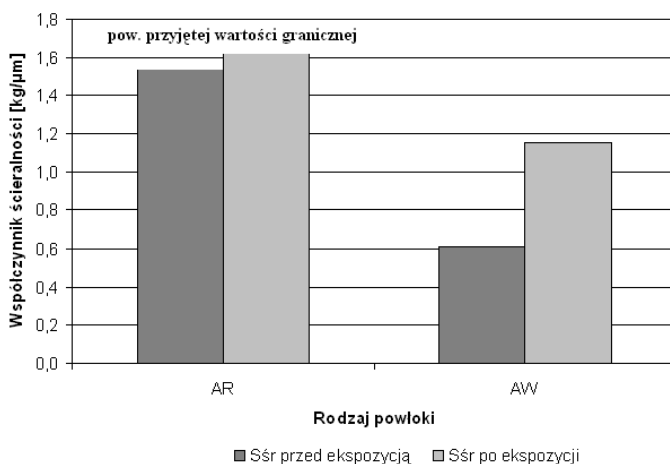
Rys. 7. Widok obszaru oddziaływania materiału ściernego (jaśniejsze pole) - system powłokowy AR po próbie ze smarem maszynowym (pow. x 10)

Na podstawie pomiarów i obliczeń uzyskano wartości współczynnika ścieralności dla poszczególnych systemów powłokowych (tab. 8, rys. 8).

Dla systemu powłokowego AR nie szacowano błędów pomiarów, natomiast w przypadku systemu wodorocieńczalnego wyznaczone zostały wielkości statystyczne przedstawione w tabeli 9.

Tabela 8. Wyniki pomiarów i obliczeń dotyczących ścieralności systemów powłokowych

Rodzaj powłoki	Ścieralność – S_s [kg/ μ m]	
	przed ekspozycją	po ekspozycji
AR	>1,54 (przy grubości 68 μ m)	>1,62 (przy grubości 65 μ m)
AW	0,61 (przy grubości 62 μ m)	1,15 (przy grubości 64 μ m)



Rys. 8. Odporność na ścieranie badanych systemów powłokowych przed i po ekspozycji na smar maszynowy

Tabela 9. Wartości podstawowych wielkości statystycznych

Wielkości statystyczne	Rodzaj systemu powłokowego	
	AR	AW
S_{sr}	>1,62	1,15
Współczynnik K	–	188,5
Przedział ufności – 95%	–	1,11
Przedział ufności +95%	–	1,19
Wartość minimalna	–	1,13
Wartość maksymalna	–	1,21
Wariancja	–	0,0011
Odchylenie standardowe	–	0,033
Współczynnik zmienności	–	2,9
Błąd standardowy	–	0,015

Analizując współczynnik K z tabeli 9 można zauważyć, że odporność na ścieranie wodorocieńczalnego systemu powłokowego uległa znacznemu zwiększeniu o prawie 90% w stosunku do odporności początkowej. Tak istotne zmiany mogły być prawdopodobnie spowodowane tym, że pomimo starannego usunięcia smaru maszynowego z powłoki przed dokonywaniem pomiarów mogła pozostać mikrometryczna warstewka tego związku na powierzchni pokrycia.

WNIOSKI I USTALENIA KOŃCOWE

Na podstawie przeprowadzonych badań wpływu medium agresywnego w postaci smaru maszynowego na powłoki akrylowe można sformułować wnioski końcowe. Mianowicie oddziaływanie smaru maszynowego wpłynęło na:

1. obniżenie twardości, a co za tym idzie odporności na zarysowanie, a także przyczepności powłoki rozpuszczalnikowej AR do podkładu i podłoża ocynkowanego;
2. zmiękczenie wodorocieńczalnej powłoki AW, co wiązało się także z obniżeniem twardości zarysowej całego systemu powłokowego ale nie było przyczyną gorszej przyczepności;
3. zwiększenie odporności na ścieranie badanych systemów powłokowych;

Wyniki uzyskane podczas tych prób pozwalają stwierdzić, że zastosowanie badanych akrylowych systemów powłokowych, szczególnie emalii AR na elementy, które mogą stykać się ze smarem maszynowym powinno być ograniczone. Przyczyną niskiej odporności rozpuszczalnikowej powłoki akrylowej na ten czynnik destrukcyjny jest budowa żywicy na której opiera się ta powłoka. Liniowa nieusieciowana struktura

polimeru, która prawdopodobnie zawiera w swoim składzie głównie akrylany etylu i n-butylu (miękkie i elastyczne) powoduje niską odporność chemiczną emalii AR. Dodatkowo do słabej odporności tej powłoki na smar maszynowy może przyczyniać się mały ciężar cząsteczkowy żywicy oraz brak w składzie akrylonitryli czy akryloamidów. Inaczej prezentuje się powłoka wodorozcieńczalna AW, która również charakteryzuje się liniową strukturą, ale w skład żywicy wchodzi prawdopodobnie dodatkowo takie kopolimery jak: metakrylan metylu, kwas metakrylowy, czy poliakryloamid, który dzięki polarnym grupom amidowym, łatwo rozpuszcza się w wodzie. Zawartość tych kopolimerów wpływa przede wszystkim na większy ciężar cząsteczkowy, a tym samym wyższą twardość, wyższą temperaturę mięknięcia i większą odporność na chemikalia zastosowanej żywicy.

Na podstawie przeprowadzonych badań porównawczych oraz przedstawionych uwag można stwierdzić, że wodorozcieńczalny akrylowy system powłokowy dorównuje, a niekiedy przewyższa właściwościami mechanicznymi system rozpuszczalnikowy. Można więc przewidywać, że tego typu powłoki z roku na rok będą mogły zastępować w określonych obszarach niekorzystne dla środowiska, szczególnie szeroko rozpowszechnione w przemyśle maszynowym powłoki rozpuszczalnikowe. Niemniej jednak, ze względu na większą wrażliwość powłok „ekologicznych” na wodę, celowe jest ciągłe udoskonalanie receptur materiałów malarskich oraz dalsze badania w tym kierunku, tak aby obszar ich stosowania sukcesywnie się powiększał. Może to być jednym ze sposobów redukcji emisji rozpuszczalników organicznych zgodnie z najnowszymi przepisami i wymaganiami odnośnie ochrony środowiska (Dyrektywa 99/13/UE), a z czasem wyeliminowania powłok rozpuszczalnikowych z sektora maszyn i urządzeń.

PIŚMIENNICTWO

1. Broniewski T, Kapko J, Płaczek W, Thomalla J.: Metody badań i ocena właściwości tworzyw sztucznych. WNT, Warszawa 2000.
2. Czarny R.: Smary plastyczne. WNT, Warszawa 2004.
3. D'Antonio C.: Paint formulations with low VOC. Publisher's Cada, Salerno 1998.
4. Gauda K, Zinowicz Z.: Ekologiczne pokrycia lakiernicze – obecny stan techniki. Technologiczne systemy informacyjne w inżynierii produkcji i kształceniu technicznym. LTN, Lublin 2001.
5. Gauda K, Zinowicz Z.: Progress in chemistry of paints and varnishes. Pitture E Vernici - European Coatings, vol. 12-13, 2003: 41-46.
6. Hamela D.: Badania powłok na stali ocynkowanej. Lakiernictwo Przemysłowe, 4, 2002: 21-24.
7. Kamińska G.: Metody obniżania zawartości lotnych związków organicznych w wyrobach lakierowych. Rynek Chemiczny, 10, 2002: 26-27.
8. Lenik K, Gauda K, Lenik Z.: Forecasting of durability of waterborne coatings in machine industry. Archives of Materials Science and Engineering, vol. 37, 2009: 102-109.

9. Lewandowski K.: VOC – lotne zanieczyszczenia organiczne. *Lakiernictwo Przemysłowe*, 6, 2002: 36–39.
10. Marrion A.: *The chemistry and physics of coatings*. Royal Society of Chemistry, London 1988.
11. McMurry J.: *Chemia organiczna*. PWN, Warszawa 2003.
12. Singe T.: *Modern coatings materials and processes –increased productivity in accord with EU’s VOC Directive*. *Advances in Coatings Technology*. Katowice 2002.
13. Zinowicz Z, Gauda K.: *Powłoki organiczne w technice antykorozyjnej*. Wyd. Uczelniane PL, Lublin 2003.
14. Zubielewicz M.: *Dyrektywy europejskie dotyczące zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska spowodowanego produkcją i stosowaniem wyrobów lakierowych*. *Lakiernictwo Przemysłowe*, 4, 2004: 36–41.

INFLUENCE OF MACHINE GREASE ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF ACRYLIC COATINGS WITH DIFFERENT CONTENT OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS

Summary

In the article was assessed the influences of machine grease on selected mechanical properties of waterborne and solventborne acrylic coatings for machine industry. The widespread use of greases in the sector that makes the coating applied to protect the individual components of machinery and equipment must be resistant to the damaging effects of these media. Of the many film-forming organic material was selected acrylic polymers, which have good physicochemical and decorative properties. In addition, the study included the traditional solventborne materials and waterborne characterized by reduced content of volatile organic compounds. The requirements of European Directive 99/13/EU on the limitation of emissions of these compounds into the atmosphere mean that the need to become increasingly use of coatings „ecological” especially in the machine industry.

Keywords: organic coatings, mechanical properties, volatile organic compounds.