

TAMPOTECHNIKA

Modyfikacja własności powierzchni detali z tworzyw sztucznych

Artykuł sponsorowany

Przy wykonywaniu nadruków na wyrobach z tworzyw sztucznych, przy lakierowaniu, czy klejeniu tworzyw, natrafiamy na problemy technologiczne, które ujemnie wpływają na jakość wyrobu końcowego. Podstawową przyczyną tych problemów jest zależność pomiędzy wartością energii powierzchniowej tworzyw a napięciem powierzchniowym farb, klejów czy lakierów. Rozwiązać ten problem możemy poprzez oddziaływanie na powierzchnię tworzywa plazmą.

dr inż. Jan Tryburcy

Napięcie powierzchniowe cieczy można traktować jako siłę, która stara się utrzymać razem cząsteczki cieczy. W podobny sposób energia powierzchniowa podłoża odpowiada sile, która stara się przyciągnąć molekuly cieczy do podłoża.

Ciecz w kontakcie z podłożem dąży do zawarcia swojej objętości w bryle o najmniejszej powierzchni styku z tym podłożem.

Jeżeli napięcie powierzchniowe cieczy będzie większe od energii powierzchniowej podłoża, ciecz utworzy krople na powierzchni, podłożo nie zostanie zwilżone. Nie wystąpi adhezja pomiędzy lakierem, klejem, czy farbą drukarską a tworzywem.

Rozwiązaniem problemu jest podwyższenie energii powierzchniowej do poziomu przekraczającego napięcie powierzchniowe stosowanej cieczy. Przyjmuje się, że niezbędny poziom adhezji (związany z dostatecznym zwilżaniem powierzchni) wymaga, aby energia powierzchniowa podłoża (materiału pokrywającego) była większa od napięcia powierzchniowego cieczy (farby, kleju) co najmniej o 2 do 10 mN/m.

Sposobem zwiększenia energii powierzchniowej okazało się oddziaływanie na powierzchnię tworzyw plazmą. Pod wpływem działania plazmy na powierzchni tworzywa powstają rodniki, cząsteczki zawierające niesparowane elektrony, które zapewniają zwilżalność tworzywa.

Określenie energii powierzchniowej podłoża

Powszechnym sposobem określenia energii powierzchniowej podłoża jest zastosowanie cieczy testowych o określonym napięciu powierzchniowym. Ciecze są dostępne w buteleczkach albo jako pisaki.

Procedura testowania przedstawiona jest na filmie: <https://www.youtube.com/watch?v=i1LO2uP7nuQ>. Najwygodniejsze w stosowaniu są nietoksyczne ciecze testowe o długim okresie przechowywania.

Do celów laboratoryjnych stosuje się goniometrię w celu zmierzenia kąta pomiędzy podłożem a ścianką kropli wody destylowanej.

Metody modyfikacji własności powierzchni na podstawie wybranych przykładów

Aktywacja plazmą płomienia gazowego

Plazma powstaje podczas spalania gazu palnego (propan-butan, gaz ziemny) z nadmiarem powietrza. Kształt płomienia i jego części aktywnej zależy od konstrukcji palnika. Prawidłowa konstrukcja palnika zapewnia również oszczędność zużycia gazu palnego. Palniki posiadają automatyczne sterowanie (zapłon i kontrolę obecności płomienia) i osłony zabezpieczające przed pożarem, lub poparzeniem obsługi. Zaletami tej metody jest wysoka skuteczność,

niski koszt w porównaniu z innymi urządzeniami, duży obszar aktywacji.

Jeżeli aktywacji należy poddać elementy o dużych gabarytach, najlepszym rozwiązaniem jest przemieszczenie palnika po zaprogramowanej trajektorii za pomocą robota przemysłowego. Aktywacja zapewnia przyczepność kleju stosowanego przy oklejaniu wyprasek z PP. Zmiana kształtu wyrobu związana jest wyłącznie z przeprogramowaniem robota.

Jeżeli do płomienia wprowadzimy zawiesinę krzemianów (prekursora), efekt aktywacji zostanie radykalnie zwiększony poprzez jednoczesne naniesienie na podłożo nanowarstwy krzemianów (metoda Pyrosil).

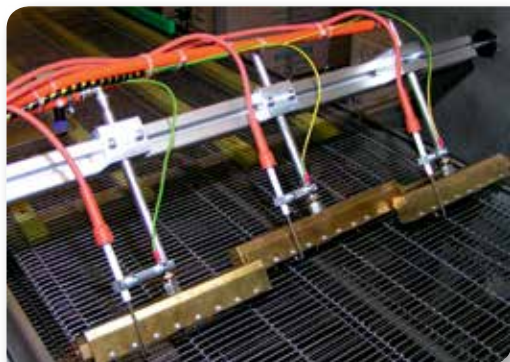
Aktywacja plazmą wyładowania elektrycznego

Elektrody umieszczone w izolowanej obudowie są zasilane prądem wysokiej częstotliwości, pod wysokim napięciem. Wyładowanie łukowe pomiędzy

Tabela 1. Energia powierzchniowa niektórych tworzyw sztucznych a napięcie powierzchniowe cieczy stosowanych do drukowania, lakierowania i klejenia

Energia powierzchniowa podłoża [mN/m]		Napięcie powierzchniowe cieczy [mN/m]	
PTFE	18–20	Farba rozcieńcz. 1 i 2 składnikowa Klej UV Kleje 1 i 2 składnikowe Powłoki lakiernicze Klej na bazie wody Farba drukarska UV Wodna farba drukarska	36-38
PP	29–31		40-50
EPDM	30–33		44-48
PE	30–31		44-48
PS	33–38		44-50
PC	34–46		50-56
PVC	33–39		54-56
ABS	35–46		
PET	41–44		

1 mN/m = 1 Dyna/cm



Rys. 1. Urządzenie do płomieniowej aktywacji arkuszy silikonu; cel – zwiększenie adhezji warstwy klejowej



Rys. 2. Aktywacja płomieniowa powierzchni wiadra z PP przed nadrukiem



Rys. 3. Stanowisko aktywacji pojemników z PP zintegrowane z tamponiarką

elektrodami powoduje silne zjonizowanie powietrza w obszarze łuku, powstanie plazmy. Dmuchawa wbudowana w urządzenie wytwarza strumień powietrza przenoszący plazmę na powierzchnię aktywowaną. Zastępowanie wodoru znajdującego się w wiązaniach molekularnych, tlenem, powoduje wzrost energii powierzchniowej materiału, a przez to zwiększa możliwość jego zwilżania.

Należy pamiętać, że podczas wyładowania elektrycznego powstaje szkodliwy ozon i tlenki azotu (NO_x). Przy przekroczeniu dopuszczalnych stężeń, konieczne jest stosowanie filtrów.

Wadą metody jest ograniczona szerokość aktywacji – do 65 mm przy zastosowaniu pojedynczej głowicy. Przy stosowaniu urządzenia należy również pamiętać o odpowiedniej izolacji przestrzeni pracy i ryzyku uszkodzenia elementów elektronicznych.

Modyfikacja własności powierzchni za pomocą dyszy plazmy atmosferycznej

Pomiędzy elektrodą centralną a obudową dyszy, powstaje wyładowanie łukowe wywołane prądem wysokiej częstotliwości, pod wysokim napięciem (5-15 kV, 10-100 kHz). Bezolejowe powietrze sprężone, domieszkowane substancjami procesowymi, zostaje podczas przepływu przez strefę wyładowania wzbudzone do stanu plazmy

Pod wpływem wysokiego napięcia gaz będący pod ciśnieniem atmosferycznym zostaje zjonizowany. Dynamiczny strumień plazmy może modyfikować lub czyścić powierzchnię przedmiotów. Dzięki konstrukcji dyszy, strumień plazmy jest bezpotencjałowy, nie istnieje więc niebezpieczeństwo uszkodzenia elementów elektronicznych lub zwarcia.

Dodatek gazowych lub ciekłych domieszek (precursorów) pozwala na uzyskanie specjalnych właściwości powierzchni. Poza zapewnieniem znakomitej zwilżalności, można uzyskać np. własności barierowe, hydrofobowe, czy dielektryczne.

Dysze plazmy atmosferycznej mogą być również wykorzystane do czyszczenia wyrobów bez zastosowania rozcieńczalników.

Wadą systemu jest ograniczona do około 15 mm szerokość oddziaływania pojedynczej dyszy. Stosowane są również systemy z obrotową dyszą (szerokość oddziaływania do ok. 130 mm) i systemy wielodyszowe, np. do aktywacji profili uszczelek samochodowych z EPDM (przygotowanie do klejenia i flokowania).

Modyfikacja własności powierzchni za pomocą plazmy niskociśnieniowej

Przedmioty modyfikowane umieszcza się w komorze próżniowej wypełnianej następnie gazem obojętnym np. helem, lub argonem. Gaz zostaje pobudzony elektrycznie prądem wysokiej częstotliwości tworząc

plazmę. Cząstki plazmy poruszają się swobodnie w całej przestrzeni komory docierając do całej powierzchni przygotowywanych przedmiotów oddziałując na nią tak, jak opisano poprzednio. Do komory można wprowadzać prekursor umożliwiające otrzymanie określonych własności powierzchni tworzywa.

Uwagi ogólne

Efektywność przygotowania powierzchni przedmiotów z tworzyw sztucznych jest trudna do oceny.

Zasadniczy wpływ wywiera na nią moment przeprowadzenia operacji.

Im mniej czasu upłynie od chwili przetworzenia tworzywa (wtrysku, rozdmuchu, wytłaczania), tym mniej energii wystarczy do właściwego przygotowania powierzchni i efekt dłużej będzie skuteczny.

Jeżeli od wyprodukowania przedmiotu minęło dużo czasu, jeśli do materiału dodano regranulat, dodatki przeciwutleniające, smarujące, antystatyczne, dostateczne przygotowanie powierzchni może okazać się niemożliwe. ■

TAMPOTECHNIKA Jan Tryburcy

Kleszczowa 17B, 02-485 Warszawa

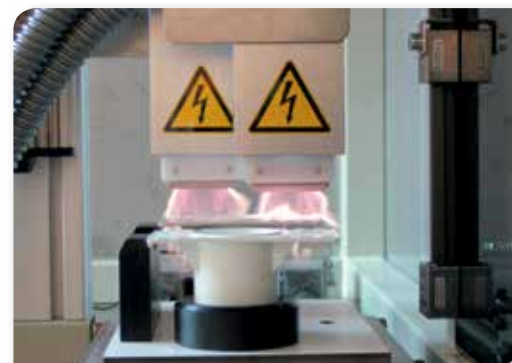
tel./fax: (22) 863 57 13, (22) 863 57 17

www.tampotechnika.com.pl

www.elektrostatyka.com

www.aktywacjapowierzchni.pl

tampo@tampotechnika.com.pl



Rys. 4. Aktywacja części AGD przed klejeniem za pomocą podwójnej głowicy



Rys. 5. Komora próżniowa urządzenia firmy Diener o pojemności 2800l umożliwia modyfikację powierzchni nawet dużych przedmiotów