

Rafał LEWANDOWSKI¹, Bogusław CZUPRYŃSKI², Joanna PACIOREK-SADOWSKA², Joanna LISZKOWSKA²

e-mail: rafal.lewandowski1@wp.pl

¹PURINOVA Sp. z o.o., Oddział Produkcyjny, Bydgoszcz²Katedra Chemii i Technologii Poliuretanów, Instytut Techniki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

Badania wytrzymałości na ścinanie modyfikowanych dwuskładnikowych bezrozpuszczalnikowych spoin klejowych PUR

Wprowadzenie

Stosowanie w przemyśle budowlanym, mechanicznym, drzewnym różnorodnych materiałów powoduje konieczność ich łączenia [1]. O wyborze kleju decyduje rodzaj klejonych powierzchni, warunki fizyczne procesu klejenia, jakość klejonych powierzchni oraz charakterystyka pracy spoiny [2]. Kleje poliuretanowe są tym rodzajem klejów, których właściwości mechaniczne można modyfikować w bardzo szerokim zakresie [3]. Można to uzyskać poprzez zmianę rodzaju oligomerolu, zmianę rodzaju lub parametrów utwardzacza, modyfikację utwardzacza, dodatek modyfikatorów ciekłych i stałych czy też materiałów recyklingowych [4, 5].

Celem pracy jest zbadanie wytrzymałości dwuskładnikowych klejów poliuretanowych wykorzystywanych zarówno w przemyśle budowlanym jak również drzewnym. Podobieństwo bazy surowcowej klejów oraz metody otrzymywania spoiny do litych elastomerów poliuretanowych skutkuje przenikaniem się ich zastosowań, a niektóre modyfikacje klejów poliuretanowych mogą okazać się pomocne także dla elastomerów PUR.

Charakterystyka surowców

Zbadano wytrzymałość na ścinanie próbek drewnianych dwuskładnikowych klejów poliuretanowych otrzymanych na bazie żywicy poliestrowej o handlowej nazwie *Polios 420* produkcji *Purinova sp. z o.o.* Żywica poliestrowa *Polios 420* to nasycony, rozgałęziony poliester o masie cząsteczkowej ok. 500, liczbie hydroksylowej 400–440 mg KOH/g i funkcyjności ok. 2, *Petol 400-5G* – oligoeterol o m.c. 700,

liczbie hydroksylowej 400–450 mg KOH/g i funkcyjności 5, *Petol 250-2* – oligoeterol o m.c. 400, liczbie hydroksylowej 220–280 mg KOH/g i funkcyjności 2. Wytrzymałość na ścinanie zbadano na urządzeniu *Instron 1114*. Do modyfikacji przedmieszek zastosowano: *Cabosil M5* – syntetyczny, bezkształtny materiał na bazie dwutlenku krzemu (99,8% SiO₂); *Roflam P* – fosforan(V) tri(2-chloro-1-metyloetylowy) C₉H₁₈Cl₃O₄P; polichlorek winylu (*Vinolit E 70G*); *Petol 36-3BR-triol* o liczbie hydroksylowej 35 mgKOH/g, masie cząsteczkowej 4700, sита molekularne *NK10 AP* (zeolit o stężeniu 100%), prepolimer o liczbie NCO 16,3% otrzymany w wyniku poliaddycji MDI i żywicy poliestrowej *Polios 55/20* produkcji *Purinova sp. z o.o.* Przedmieszki katalizowano N,N – dimetylcyclohexylaminą. W związku z zastosowaniem tych surowców w przedmieszkach klejowych prowadzi się badania nad wytrzymałością spoiny kleju na ścinanie i zastosowaniem kleju do łączenia materiałów w przemyśle budowlanym.

Otrzymywanie dwuskładnikowych klejów poliuretanowych

Kleje otrzymano w skali laboratoryjnej metodą jednostopniową z układu dwuskładnikowego w stosunku równoważnikowym –NCO do –OH równym 1:1. Składnik A otrzymano w wyniku wymieszania (mieszadło 100 min⁻¹, czas mieszania 180 s) składników zawartych w tab. 1 zgodnie z recepturami poszczególnych przedmieszek. Utwardzaczem było polimeryczne MDI firmy *Bayer* o liczbie NCO (31–33)%. Oba składniki w stosunku masowym 1:1 mieszano za pomocą mieszadła przez 60 s. Po wymieszaniu składników pozostawiono klej do momentu zaobserwowania czasu otwarcia i następnie sklejono próbki drewniane

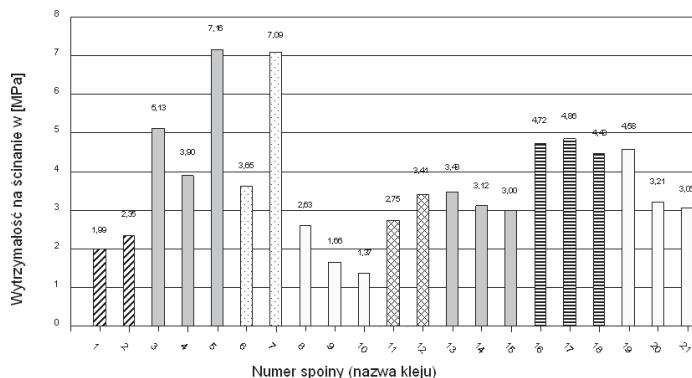
Tab. 1. Skład przedmieszek dwuskładnikowych klejów PUR (Ilości poszczególnych surowców podano w gramach)

Nr spoiny	Nazwa surowca										Prepolimer	PMDI firmy Bayer
	<i>Polios 420</i>	<i>Petol 400-5G</i>	<i>Petol 250-2</i>	<i>Tegoamin DMCHA</i>	<i>Cabosil M5</i>	<i>Vinolit PVC</i>	<i>Petol 36-3BR</i>	<i>Roflam P</i>	Sita molekularne A3			
1.	100			0,05							1:1	
2.	100			0,10								
3.	100			0,05	1							
4.	100			0,05	2							
5.	100			0,05	3							
6.			100	0,05				20				
7.		100		0,05				20				
8.	100			0,05		5						
9.	100			0,05		10						
10.	100			0,05		15						
11.	100			0,05						1:1		
12.	100			0,10								
13.				0,05			10			1:1		
14.				0,05			20					
15.				0,05			30					
16.				0,05				10				
17.				0,05				20				
18.				0,05				30				
19.				0,05					1			
20.				0,10					2			
21.				0,05					3			

zgodnie z normą PN-C-89354-3. Zmierzono czasy przetwórcze klejów. Próbki po sklejeniu sezonowano przez 72 godz.

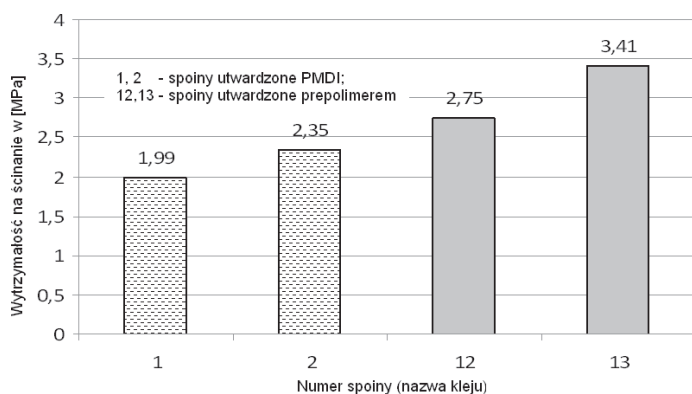
Wyniki badań i ich omówienie

Wyniki wytrzymałości spoiny na ścinanie zamieszczone na rys. 1 są średnią arytmetyczną pięciu pomiarów.



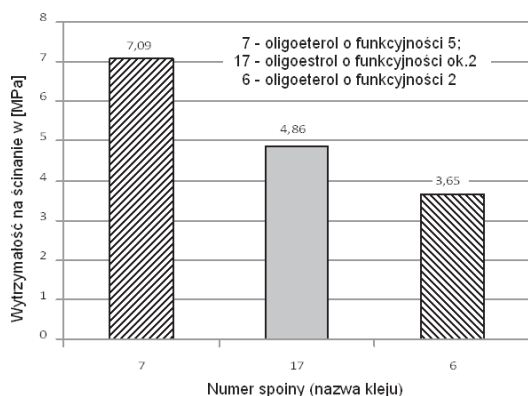
Rys. 1. Zestawienie wyników wytrzymałości na ścinanie spoin klejowych PUR

Na rys. 2 przedstawiono wyniki badań wytrzymałości na ścinanie w zależności od rodzaju utwardzacza



Rys. 2. Porównanie wytrzymałości na ścinanie w zależności od rodzaju utwardzacza

Na rys. 3 przedstawiono wyniki badań wytrzymałości na ścinanie w zależności od funkcyjności oraz rodzaju zastosowanego oligomerolu.



Rys. 3. Porównanie wytrzymałości na ścinanie w zależności od funkcyjności oraz rodzaju zastosowanego oligomerolu

Wyniki pomiarów twardości poszczególnych spoin zawarto w tab. 2 i 3.

Największą wytrzymałość na ścinanie 7,16 MPa uzyskano dla spoiny nr 5 wykonanej z *Poliosu 420* zmodyfikowanej 3% *Cabosilu M5*. Rów-

Tab. 2. Twardość spoin klejowych w skali A Shore'a

Nazwa kleju	6	11	12
Twardość	22	68	79

Tab. 3. Twardość spoin klejowych w skali D Shore'a

Nazwa kleju	1	2	3	4	5	7	8	9	10
Twardość	50	54	65	65	62	39	48	51	54
Nazwa kleju	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Twardość	52	50	73	52	50	49	40	40	39

nie wysoką wytrzymałość 7,09 MPa uzyskano dla kleju nr 7 wykonanego z *Petolu 400-5G* zmodyfikowanego 20% dodatkiem niepalniacza *Roflam P*. Porównując wpływ funkcyjności zastosowanego oligomerolu stwierdzono większą wytrzymałość kleju dla wyższej funkcyjności zastosowanego oligomerolu. Różnica wytrzymałości wynosiła 3,44 MPa. Badając rodzaj zastosowanego oligomerolu stwierdzono, że dla takiej samej funkcyjności większą wytrzymałość 4,86 MPa miał klej oligoesterolowy nr 17. Spoina oligoeterolowa nr 6 miała wytrzymałość 3,65 MPa. Różnica wytrzymałości spoin wynosiła 1,21 MPa. Najniższą wytrzymałość kleju 1,37 MPa otrzymano dla próbki nr 10 z 15% dodatkiem PVC. Stwierdzono w tym przypadku spadek wytrzymałości o 0,62 MPa w stosunku do próbki bazowej 1. Zmniejszenie dodatku PVC do poziomu 5% zwiększyło wytrzymałość spoiny do wartości 2,63 MPa – próbka nr 8. Był to wynik lepszy o 0,64 MPa od próbki bazowej 1. Zwiększanie dodatku PVC powodowało pogorszenie wytrzymałości spoiny. W toku badań określono wpływ rodzaju utwardzacza na wytrzymałość spoiny na ścinanie. Próbki 1 i 2 utwardzane były PMDI, natomiast 11 i 12 prepolimerem. Taki sam skład miały odpowiednio przedmieszki 1 i 11 oraz 2 i 12. Zastosowanie prepolimeru znacznie zwiększyło wytrzymałość spoin. Spoina 11 miała wytrzymałość większą o 0,76 MPa od 1, a 12 od 2 o 1,06 MPa. Dla przedmieszek 1 i 2 oraz 11 i 12 określono wpływ ilości katalizatora na wytrzymałość kleju. Zwiększenie katalizatora z 0,05 do 0,1 g spowodowało wzrost wytrzymałości ścinanej spoiny niezależnie od rodzaju utwardzacza. Kleje 13, 14 i 15 modyfikowano odpowiednio (10, 20 i 30)% dodatkiem oligoeterolu o masie cząsteczkowej 4700. Największą wytrzymałość 3,48 MPa uzyskano dla 10% dodatku oligoeterolu. Zwiększanie ilości modyfikatora powodowało pogorszenie wytrzymałości spoiny od wartości 3,48 do 3,0 MPa. Ostatnim zastosowanym modyfikatorem były sита molekularne A3. Przedmieszki 19, 20 i 21 posiadały odpowiednio 1, 2 i 3% modyfikatora. Największą wytrzymałość 4,58 MPa uzyskano dla 1% dodatku sit. Był to rezultat lepszy od kleju bazowego 1 o 2,59 MPa (130%). Dla 2 i 3% modyfikatora zaobserwowano znaczny spadek wytrzymałości spoiny.

Wnioski

- dla tego samego rodzaju przedmieszki polioliowej jej wyższa funkcyjność skutkuje większą wytrzymałością na ścinanie spoiny klejowej, (Rys. 3),
- dla różnych rodzajów przedmieszek (oligoesterolowej i oligoeterolowej) wyższą wytrzymałość na ścinanie otrzymano dla kleju wykonanego na bazie oligoestrolu, (Rys. 3),
- zastosowanie jako utwardzacza prepolimeru poskutkowało zwiększeniem wytrzymałości ścinanej spoiny, (Rys. 2),
- zwiększenie ilości katalizatora w przedmieszce polioliowej spowodowało wzrost wytrzymałości spoiny na ścinanie, (Rys. 1 i 2),
- nie stwierdzono zależności pomiędzy twardością spoiny a jej wytrzymałością na ścinanie.

LITERATURA

- [1] J. Czaplicki, J. Ćwikliński, J. Godzimirski, P. Konar: Klejenie tworzyw konstrukcyjnych, Warszawa, WKiŁ, 1987.
- [2] T. Spychaj, S. T. Spychaj: Farby i kleje wodorozcieńczalne, Warszawa, WNT, 1996.
- [3] W. Zielecki: Konstrukcje Stalowe, nr 5, 451 (2003).
- [4] J. Pieluchowski, A. Puszyński: Technologia tworzyw sztucznych, Warszawa, WNT, 1992.
- [5] W. Zielecki: Tech. i automatyzacja montażu, nr 2–3, 108 (2007).