

WPLYW RODZAJU KOPOLIAMIDU NA WŁAŚCIWOŚCI KLEJÓW TOPLIWYCH (HM)

Barbara Gos¹, Małgorzata Piaskiewicz², Teresa Parys²

Katedra Fizykochemicznych Podstaw Technologii Drewna,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie¹
Laboratorium "Labgum", Instytut Przemysłu Gumowego w Piastowie²

Określono przydatność wybranych krajowych kopoliamidów (KPA) do wyrobu klejów HM. Do badań zastosowano: spektroskopię w podczerwieni (IR) oraz termogravimetrię (TG) w warunkach dynamicznych i izotermicznych. Jako kryterium oceny właściwości klejów HM przyjęto: temperaturę mięknięcia (T_m), wytrzymałość spoin na ścinanie (R_t) i odporność termiczną spoin (Q).

Słowa kluczowe: polimer termoplastyczny, kopoliamid, klej topliwy, analiza instrumentalna, wytrzymałość spoiny

WSTĘP

Otrzymanie w latach sześćdziesiątych kopolimeru etylenu i octanu winylu pozwoliło na zastosowanie do produkcji nowego rodzaju klejów bezrozpuszczalnikowych, zwanych topliwymi (Hot Melt).

Obecnie kleje HM to ogromna grupa klejów na bazie różnych polimerów termoplastycznych. Zalicza się do nich przede wszystkim wspomniane kopolimery etylenu i octanu winylu (EVA), poliamidy (PA), poliolefiny (APAO) oraz poliuretany (PU).

W skład klejów HM oprócz podstawowych polimerów termoplastycznych wchodzi wiele komponentów niezbędnych do uzyskania wymaganych właściwości aplikacyjnych. Przez odpowiedni ich dobór można uzyskać klej o optymalnych właściwościach fizyko-chemicznych (Tse i McElrath 1988, Seeliger 1993, Proszyk i Pilarski 1994, Proszyk i Sochański 1995, Eib 1995, Gos 1995, Gos i Fichtel 1997, Gos i inni 1997).

Poliamidy są to polimery termoplastyczne zawierające w swojej budowie grupę amidową $-CO-NH-$. Dzięki tej grupie odznaczają się dobrą polarnością a co za tym idzie dobrą adhezją do podłoża. Kopoliamidy charakteryzują się niższą temperaturą topnienia i większą elastycznością niż poliamidy (Albrecht 1964).

Komponowanie mieszanin kopolimeryzacyjnych z różnego rodzaju komonomerów jak i różna ich ilość w mieszaninie stwarza możliwość otrzymania KPA o bardzo zróżnicowanych temperaturach topnienia z zachowaniem korzystnych właściwości mechanicznych (Rosner i Wójcikiewicz 1969, Eib 1995).

Na bazie kopoliamidów produkowane są w świecie kleje HM w postaci folii. Charakteryzują się one w porównaniu z klejami na bazie EVA zwiększoną temperaturą mięknięcia ($100-200^{\circ}C$) i termoodpornością w zakresie $70-180^{\circ}C$ (Studh 1988). Natomiast do okleinowania wąskich płaszczyzn stosuje się modyfikowane poliamidy (Anonim 1997).

Opracowane przez Instytut Włókien Chemicznych w Łodzi kopolikaproamidy jako jednoskładnikowe termoplastyczne polimery ze względu na właściwości włóknotwórcze przeznaczone są do spajania wyrobów tekstylnych (Śmigieński 1990).

Celem pracy było określenie wpływu wybranych krajowych kopoliamidów (KPA) na właściwości klejów HM.

METODYKA

Do wyrobu klejów HM użyto jako podstawowego środka wiążącego spełniającego funkcję szkieletową czterech kopolikaproamidów (KPA) charakteryzujących się zróżnicowanym składem i różnymi temperaturami mięknięcia (tabela 1). Oprócz głównego środka wiążącego do sporządzania klejów HM wykorzystywano kalafonię, wypełniacz mineralny wapniowo-magnezowy (calfix), antyutleniacz (Irganox 1095 firmy CIBA), wosk polietylenowy (WO/16) oraz substancje modyfikujące. Stapianie składników i ich homogenizację prowadzono w klasyczny sposób w topielniku umieszczonym w elektrycznym płaszczu grzejnym w temperaturze $190-230^{\circ}C$.

Dla oceny właściwości otrzymanych klejów HM wykonano badania przed i po termicznym starzeniu w czasie 4 h ogrzewania w temperaturze aplikacji kształtującej się na poziomie $190-230^{\circ}C$.

Przedmiotem badań były polimery bazowe (tab. 1) i kleje sporządzone na bazie tych polimerów. Zakres pracy obejmował:

- Określenie charakterystycznych ugrupowań chemicznych dla KPA metodą spektroskopii w podczerwieni (IR). Widma otrzymano w spektrofotometrze Specord 75 IR firmy Zeiss. Do badań stosowano próbki w postaci cienkiego filmu otrzymywanego przez rozpuszczenie polimeru w kwasie mrówkowym i odparowaniu rozpuszczalnika (Ewing 1980).

- Badanie termoodporności polimerów bazowych (KPA) jak również klejów HM przy zastosowaniu termograwimetrii (TG) w warunkach dynamicznych - liniowego wzrostu temperatury (Schultze 1974). Skład klejów HM: polimer bazowy, kalafonia

Tabela 1

Table 1

Charakterystyka podstawowych kopoliamidów (KPA)

Characteristics of basic copolyamides (KPA)

Oznaczenie polimeru Type of polymer	Skład kopoliamidu Copolyamides composition	T _m [°C]
KPA-1	- kaprolaktam caprolactam - sól GT (tereftalan heksametylenodiaminy) heksamethylenediamine terephthalate GT salt	203
KPA-2	- kaprolaktam caprolactam - sól AH (adypinian heksametylenodiaminy) heksamethylenediamine adipinate AH salt	197
KPA-3	- kaprolaktam caprolactam - sól GT (tereftalan heksametylenodiaminy) - sól AH (adypinian heksametylenodiaminy) GT salt, AH salt	177
KPA-4	- kaprolaktam caprolactam - sól GT (tereftalan heksametylenodiaminy) - sól SH (sebacynian heksametylenodiaminy) GT salt, SH salt (heksamethylenediamine sabate)	130

oraz wypełniacz. Pomiary termogravimetryczne przeprowadzono w termowadze TGS-1 firmy Perkin-Elmer w atmosferze powietrza. Próbkę o masie 5-10 mg ogrzewano z szybkością 20°C/min do całkowitego ich rozkładu tj. do temperatury ok. 550-600°C. Rejestrowano krzywe ubytku masy TG w funkcji temperatury. Z krzywych TG wyznaczano dla polimerów bazowych i klejów HM wskaźniki stabilności termicznej oraz ubytek masy klejów w temperaturze 180, 200 i 220°C.

- Określenie termoodporności zmodyfikowanych klejów HM przy zastosowaniu termogravimetrii (TG) w warunkach izotermicznych. Skład klejów HM: polimer bazowy, kalafonia, wypełniacz, substancja modyfikująca, воск i antyutleniacz. Termogravimetrię (TG) w warunkach izotermicznych przeprowadzono dla próbek HM o masie ok. 5-20 mg ogrzewając je w atmosferze powietrza w stałej temperaturze (dla kleju na bazie: KPA-1 -230°C, KPA-2 -225°C, KPA-3 -205°C, KPA-4 -190°C) w czasie 210 min. Z krzywych TG obliczono procentowy ubytek masy próbek po czasie ogrzewania: 10,20,30,40,50,60,120,180 i 210 min.

- Jako kryterium oceny właściwości klejów HM przyjęto:

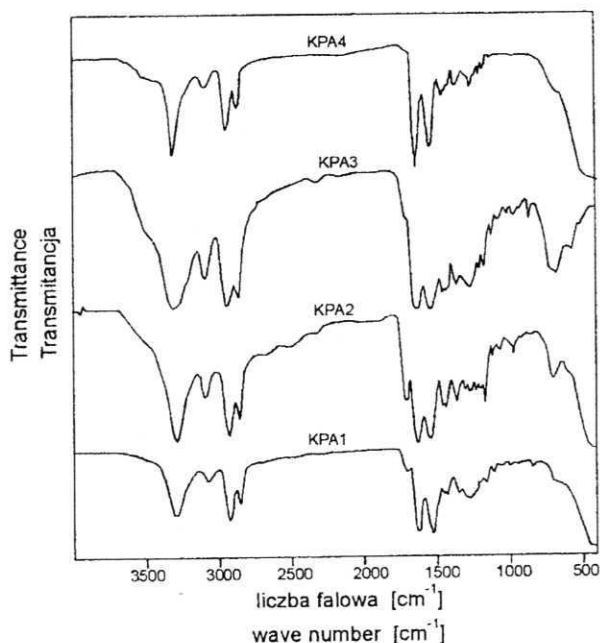
- temperaturę mięknięcia (T_m) którą określono metodą pierścień-kula (wg PN-73/C-04021)

- wytrzymałość spoin na ścinanie (wg ZN-80/MPCh/TF-2809)

- odporność termiczną połączeń klejowych (wg ZN-80/MPCh/TF-2809).

WYNIKI BADAŃ

Na rys. 1 przedstawiono widma absorpcyjne w podczerwieni (IR) kopolikaproamidów: KPA-1 i 2 otrzymanych z jedną heksasolą oraz KPA-3 i 4 z dwiema heksasolami (tab. 1). Porównując nałożone na siebie widma KPA-1 odpowiednio z KPA-3 i 4 moż-



Rys. 1. Widma w podczerwieni (IR) podstawowych kopoliamidów: KPA-1; KPA-2; KPA-3; KPA-4 (tab.1)
Fig. 1. Infrared spectra (IR) of basic copolyamides: CPA-1; CPA-2; CPA-3; CPA-4 (tab.1)

na zauważyć, że różnią się one między sobą jedynie intensywnością poszczególnych pasm. Zawierają one bowiem w swym składzie kaprolaktam (amid cykliczny) oraz tereftalan (zawierający pierścień benzenowy). Widoczne pasma w zakresie 1600, 1580, 1500, 1450 i 690 cm^{-1} świadczą o obecności wiązań $\text{C}=\text{C}$ w układzie aromatycznym; brak jest ich na widmie KPA-2. Ponadto na widmach KPA-2, 3 i 4 widoczne jest istotne zmniejszenie intensywności pasma przy zakresie 1700 cm^{-1} odpowiadające adsorpcji grup $\text{C}=\text{O}$ w stosunku do widma KPA-1. Na wszystkich widmach występują pasma odpowiadające obecności grup $\text{N}-\text{H}$ i $\text{C}=\text{O}$ w ugrupowaniach amidowych i aminowych (Silverstein i Bassler 1970). Natomiast nie widoczne są na widmach IR pasma pochodzące od drugiej heksasoli (dla KPA-3 i 4), ponieważ pokrywają się one z pasmem kaprolaktamu i tereftalanu.

Wrażliwość klejów HM na podwyższoną temperaturę idzie w parze z ich charakterem termoplastycznym. Większość klejów topliwych jest stabilizowana w celu przystosowania ich do podwyższonej temperatury podczas przetwórstwa. Możliwości

stabilizowania są jednak ograniczone. Mając na uwadze fakt, iż kleje HM zawierają zwykle inne substancje jak np. kalafonia i wypełniacz, ich odporność na wysoką temperaturę nie może dorównywać odporności czystego polimeru.

Wyniki badań nad termoodpornością polimerów bazowych i wybranych klejów o składzie polimer bazowy, kalafonia, wypełniacz przedstawiono w tabelach 2-5. Dane zawarte w tabelach odczytano z krzywych TG (rys.2).

Wskaźniki stabilności termicznej polimerów bazowych (tab. 2) wskazują, iż początek ubytku masy (T_0) jak również ich 5% ubytek (T_5) zachodzi w wyższej tem-

Tabela 2

Table 2

Wskaźniki stabilności termicznej polimerów określone w warunkach dynamicznych

Thermal stability indices of polymers determined in dynamic conditions

Oznaczenie polimeru Type of polymer	Temperatura [°C] Temperature [°C]	
	T_0	T_5
KPA-1	140	390
KPA-2	140	380
KPA-3	100	270
KPA-4	100	280
T_0 [°C] - początek ubytku masy; T_5 [°C] - 5% ubytek masy		
T_0 [°C] - beginning of the mass loss T_5 [°C] - 5% mass loss		

Tabela 3

Table 3

Wskaźniki stabilności termicznej klejów HM określone w warunkach dynamicznych

Thermal stability indices of HM glues determined in dynamic conditions

Klej HM na bazie: HM glue on the basis:	Temperatura [°C] Temperature [°C]			
	T_0		T_5	
	Czas termicznego starzenia [h] Thermal ageing time [h]			
	0	4	0	4
KPA-1	180	180	255	265
KPA-2	160	160	250	265
KPA-3	160	140	230	245
KPA-4	175	160	240	260

peraturze dla KPA-1 i 2 niż dla KPA-3 i 4. Świadczy to o ich większej odporności na degradację termiczną. Natomiast dla badanych klejów HM (tab.3) temperatura początku ubytku masy nieznacznie podwyższyła się (ok. 20-75°C), jednakże jej 5% ubytek zachodził już przy niższych temperaturach (40-130°C) w stosunku do polimerów bazowych. Na uwagę zasługuje fakt, iż 5% ubytek masy zachodzi dla wszystkich klejów w przybliżonej temperaturze (230-255°C), a po procesie ich termicznego starzenia temperatura nieznacznie podwyższyła się o 15-20°C. Podobne zależności w ubytku masy obserwuje się dla polimerów bazowych i klejów HM określonych przy temperaturach 180, 200, 220°C (tab.4 i 5).

Tabela 4

Table 4

Ubytek masy KPA w temperaturze 180, 200 i 220 °C

Mass loss of KPA at temperatures 180, 200 and 220 °C

Oznaczenie polimeru Type of polymer	Temperatura [°C] Temperature [°C]		
	180	200	220
	Ubytek masy [% wag.] Mass loss [%]		
KPA-1	1,1	1,6	1,9
KPA-2	0,6	0,9	1,2
KPA-3	2,3	3,2	3,6
KPA-4	2,5	3,1	3,5

Tabela 5

Table 5

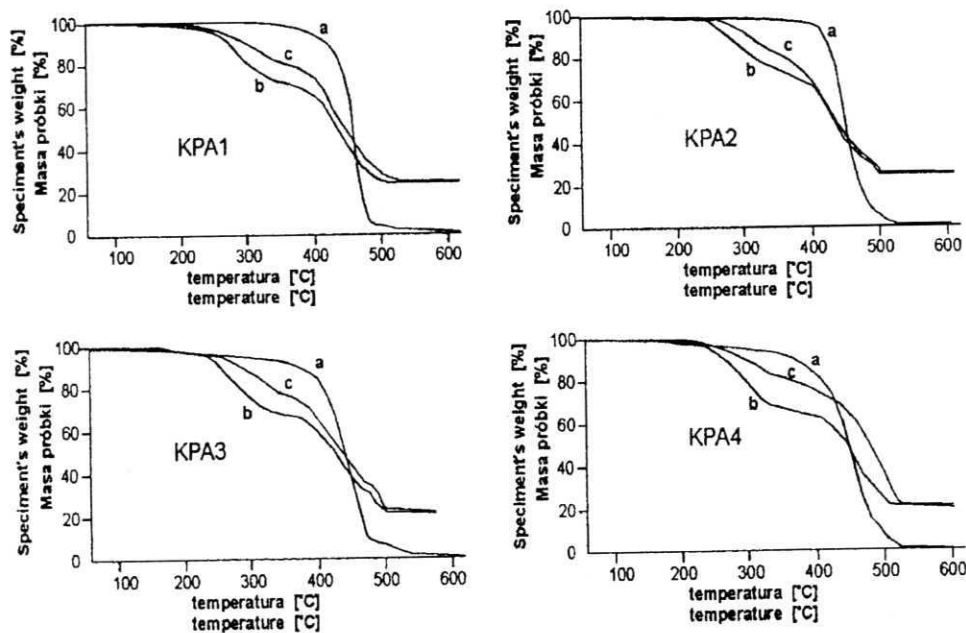
Ubytek masy klejów HM w temperaturze 180, 200 i 220 °C

Mass loss of HM glues at temperature 180, 200 and 220 °C

Klej HM na bazie: HM glue on the basis:	Temperatura [°C] Temperature [°C]					
	180		200		220	
	Czas termicznego starzenia [h] Thermal ageing time [h]					
	0	4	0	4	0	4
	Ubytek masy [% wag.] Mass loss [%]					
KPA-1	0,0	0,0	0,6	0,9	1,2	1,2
KPA-2	0,7	0,6	1,4	1,3	2,1	1,6
KPA-3	1,2	0,7	2,1	1,0	3,1	2,1
KPA-4	0,3	0,6	0,7	0,9	1,4	1,8

Z przeprowadzonych badań wynika, iż kleje HM otrzymane na bazie KPA wykazują w większości przypadków mniejszy ubytek masy w porównaniu z polimerami bazowymi. Świadczy to o tym, iż zmiany zachodzące pod wpływem podwyższonej temperatury uzależnione są nie tylko od polimeru bazowego, ale i od innych substancji wchodzących w skład klejów HM.

Na podstawie krzywych TG (rys.2) można zauważyć, iż rozkład termiczny bazowych polimerów zachodzi w procesie jednoetapowym w zakresie temperatury 340-550°C. Natomiast termiczny rozpad klejów HM w procesie dwuetapowym, przy czym rozkład ich nie jest całkowity. Sądzić należy, iż w zakresie temperatury do ok. 340°C uległa rozkładowi kalafonia, a w zakresie temperatur 340-550°C polimer bazowy. Otrzymana pozostałość w temperaturze 550-600°C odpowiada zawartości składników mineralnych obecnych w opracowanych klejach.



Rys.2. Termogram (TG):

- a) bazowych kopoliamidów (KPA);
- b) klejów HM przed termicznym starzeniem;
- c) po termicznym starzeniu

Fig.2. Thermograms (TG):

- a) basic copolyamides (CPA);
- b) glues HM before thermal ageing;
- c) after thermal ageing

Średnie wyniki temperatury mięknięcia (T_m) klejów oraz wytrzymałości (R_t) i odporności termicznej (Q) spoin przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6

Table 6

Wpływ rodzaju KPA na temperaturę mięknięcia (T_m), wytrzymałość (R_t) i odporność termiczną (Q) spoin klejów HM (V- współczynnik zmienności)

Influence of CPA type on HM glue softening temperature (T_m), joints strength (R_t) and thermal resistance (Q) (V- variability coefficient)

Klej HM na bazie: HM glue on the basis:	T_m	Q	R_t	V
	°C	°C	MPa	%
KPA-1	197	165	2,4	32
KPA-2	-	165	3,1	19
KPA-3	160	145	2,1	33
KPA-4	-	65	3,6	22
skład klejów HM: KPA - 35,3; kalamonia - 41,2; wypełniacz - 25,3 [%]				
HM glue composition: CPA - 35,3; colophony - 41,2; filler - 25,3 [%]				

Tabela 7

Table 7

Wpływ rodzaju KPA na temperaturę mięknięcia (T_m), odporność termiczną (Q) spoin klejów HM oraz wytrzymałość (R_t) przed i po termicznym starzeniu

Influence of CPA type on HM glue softening temperature (T_m), heat resistance of glue lines and their strength (R_t) before and after thermal ageing

Klej HM na bazie: HM glue on the basis:	T_m	Q	Czas termicznego starzenia [h] Thermal ageing time [h]			
			0	4	0	4
			R_t	V	R_t	V
	°C	°C	MPa	%	MPa	%
KPA-1	191	165	4,9	15	3,1	15
KPA-2	186	160	4,6	16	3,4	19
KPA-3	163	145	4,6	16	3,3	19
KPA-4	133	75	5,3	19	4,7	13
skład klejów HM: KPA - 31,6; kalamonia - 35,8; wypełniacz - 20,1; modyfikator - 10,5; antyutleniacz - 1; воск -1 [%]						
HM glue composition: CPA - 31,6; colophony - 35,8; filler - 20,1; modifier - 10,5; antioxidant -1; wax -1 [%]						

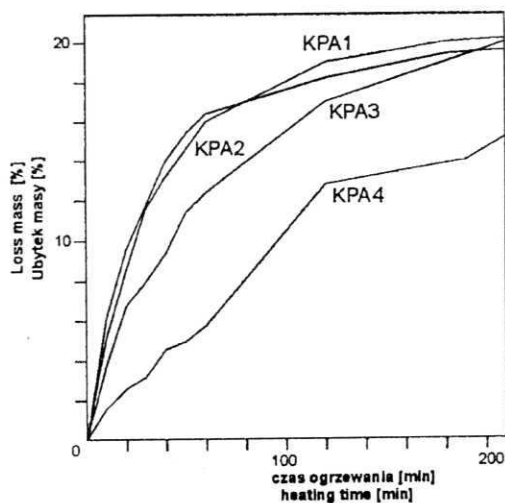
Spoiny klejów HM otrzymane na bazie PA charakteryzują się znacznie większą odpornością termiczną niż spoiny na bazie kopolimeru EVA (Studh 1988, Hackbarth 1989, Eib 1995, Proszyk 1995, Gos i Fichtel 1997).

Jak wynika z danych przedstawionych w tab.6 odporność termiczna spoin klejów HM na bazie KPA była bardzo zróżnicowana (65-165°C); najwyższą charakteryzowały się kleje na bazie KPA-1 i 2 (165°C), a najniższą na bazie KPA-4 (65°C). Wyniki wytrzymałości spoin charakteryzują się dużym rozrzutem, co z pewnością ma związek z właściwościami polimerów bazowych i dobranego składu kleju HM.

Ważnym czynnikiem decydującym o jakości spoiny jest zdolność do klejenia w okresie przechodzenia kleju ze stanu ciekłego do stałego. Właściwość ta uzależniona jest od polimeru bazowego; kleje HM na bazie kopolimeru EVA wykazują dobrą kleistość do temperatury ok. 100°C, natomiast na bazie PA do ok. 140°C, a proces przechodzenia w stan stopu następuje gwałtownie (Hackbarth 1989).

W celu polepszenia zakresu kleistości wprowadzono do klejów HM ok. 10% substancji modyfikującej. W tabeli 7 przedstawiono właściwości spoin klejowych. Jak wynika z danych przedstawionych w tej tabeli po wprowadzeniu modyfikatora istotnie obniżył się rozrzut wyników a zwiększyła się wytrzymałość spoin, natomiast nie obniżyła się ani T_m kleju ani Q spoin,

Na rys. 3 przedstawiono określony przez termogravimetrię izotermiczną ubytek masy próbek HM z udziałem modyfikatora ogrzewanych w temperaturach roboczych. Jak można zauważyć w funkcji czasu ogrzewania ubytek masy klejów zwiększał się dla wszystkich klejów, jednakże mało istotne różnice zaobserwowano w ubytku masy klejów na bazie KPA-1, 2 i 3. Zaobserwowane zmiany w klejach określone przez TG przed i po procesie termicznego starzenia wykazały wpływ na obniżenie wytrzymałości spoin, jednakże otrzymane wyniki odpowiadały ogólnie przyjętym wymaganiom (ok. 3MPa).



Rys.3. Zależność ubytku masy klejów HM (tab.7) od czasu i temperatury wygrzewania: KPA-1 - 230°C; KPA-2 - 225°C; KPA-3 - 205°C; KPA-4 - 190°C

Fig.3. The glues HM (tab.7) weight loss in relation to time and temperature of heating: CPA-1 - 230°C; CPA-2 - 225°C; CPA-3 - 205°C; CPA-4 - 190°C

WNIOSKI

1. Na wszystkich widmach IR występują pasma odpowiadające obecności w próbkach KPA grup N-H i C=O w ugrupowaniach amidowych i aminowych. Nie widoczne są pasma pochodzące od drugiej heksasoli (KPA-3 i 4), ponieważ pokrywają się one z pasmami kaprolaktamu i tereftalanu.
2. Badania TG wykazały, iż w wyższej temperaturze (dla KPA-1 i 2 niż dla KPA-3 i 4) zachodzi początek ubytku masy (T_0) jak również ich 5% ubytek (T_5).
3. Kleje HM pod wpływem temperatury 180, 200 i 220°C wykazują w większości przypadków mniejszy ubytek masy w porównaniu z polimerami bazowymi (KPA).
4. Rozkład termiczny bazowych polimerów zachodzi w procesie jednoetapowym w zakresie temperatury 340-550°C; natomiast rozkład klejów w procesie dwuetapowym.
5. Istotnie wyższą wytrzymałością, charakteryzowały się spoiny klejów HM z udziałem modyfikatora (4,6-5,3 MPa) niż bez jego udziału (2,1-3,6 MPa).
6. Zmiany zachodzące w klejach HM określone za pomocą TG przed i po procesie termicznego starzenia wykazały wpływ na obniżenie wytrzymałości spoin, jednakże wyniki ich odpowiadały ogólnie przyjętym wymaganiom (ok. 3 MPa).
7. Na bazie wykorzystywanych KPA przy udziale modyfikatora, można otrzymać HM charakteryzujące się dobrymi lecz zróżnicowanymi właściwościami fizyko-mechanicznymi jak również dobrymi właściwościami aplikacji.

Praca wpłynęła do Redakcji w kwietniu 1998

LITERATURA

- Anonim (1997): Auf dem Weg ins Jahr 2000. Bau-u. Möbelschr 1: 65-66,68.
- Albrecht W. (1964): Poliamidy. WNT Warszawa.
- Eib W. (1995): Was leisten Schmelzkleber. Möglichkeiten und Grenzen im Klebverbund. HK 7-8: 974-978.
- Ewing W. G. (1980): Metody instrumentalne w analizie chemicznej. PWN Warszawa.
- Gos B. (1995): Wpływ rodzaju i udziału wosku na właściwości kleju topliwego. XII Sympozjum nt. Pokroky vo výrobe a použití lepidiel v drevárskom priemysle. Zborník referátov. Zvolen: 384-391.
- Gos B., Fichtel M., Kozakiewicz P. (1997): Wpływ udziału antyutleniaacza na proekologiczne właściwości klejów topliwych na bazie poliamidów. XI Konferencja Naukowa WTD SGGW pt.: Drewno - Materiał Ekologiczny. Warszawa: 235-242.
- Gos B., Fichtel M. (1997): Investigations on using the copoliamides for the production of the hot melt glues. Proceeding book of the 3rd ICFWST'97 Belgrad: 408-412.
- Hackbarth W. (1989): Into the melting pot. Timber Trades Journal 22/29: 22-23.
- Proszek S., Pilarski S. (1994): Ocena przydatności politereftalanu etylenu i żywicy maleinowej modyfikowanej kalafonią do wyrobu meblowych klejów topliwych. Mat. VI Sesji Naukowej nt. Badania dla meblarstwa. Wyd. AR w Poznaniu: 115-124.

- Proszyk S., Sochański Z. (1995): Ocena przydatności kalafonii i wybranych jej pochodnych do produkcji meblarskich klejów topliwych. *Mat. VII Sesji Naukowej nt. Badania dla meblarstwa*. Wyd. AR w Poznaniu: 71-79.
- Proszyk S. (1995): Postęp w wyrobie i stosowaniu klejów do drewna. *Materiały Sesji Naukowej pt.: Perspektywy integracji badań w drzewnictwie*. Zielonka k/Poznań. WTD AR Poznań: I 1-10.
- Rosner T., Wójcikiewicz H. (1969): Włókna syntetyczne. WNT Warszawa.
- Seelinger B. (1993): EVA-Polyamid-Polyolefine-Polyurethane. *Aktuelle anwendungstechnische Information für die Schmal-flächenbelegung und Profilmantelung*. Bau-u. Möbelschr. 3: 65-67.
- Schultze D. (1974): Termiczna analiza różnicowa. PWN Warszawa.
- Silverstein R. M., Bassler G. C. (1970): Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych. PWN Warszawa.
- Studh H. J. (1988): Schmelzklebefolien oder Hotmelts in Bestrom. *Adhäsion* 12: 17-20.
- Śmigieński J. (1990): Włókna chemiczne. *Instytut Włókien Chemicznych, Łódź* 3: 286-291.
- Tse M. F., Mc Elrath K. O. (1988): Relating adhesive performance to copolymer / Tackifier Blend. *Adhesives Age* 31 (9): 32-39.

INFLUENCE OF COPOLYAMIDE'S TYPE ON THE PROPERTIES OF HOT MELT ADHESIVES (HM)

Summary

For the production of HM glues four copolyamides as basic binding agents having a skeleton functions were used. They had different composition and softening temperature (T_m). Investigations of TG showed that in the temperatures of 340-550°C thermal decomposition of polymers goes in one step process but at the same time decomposition of glues goes in two steps. Changes in HM glues determined by TG analysis before and after thermal ageing caused lowering of the glue lines strength but the results obtained met the standard requirements. Using copolyamides and modifying agent it is possible to get HM glues with good but at the same time differentiated physico-mechanical properties.

Adresy autorów:

Prof. dr hab. Barbara Gos
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Katedra Fizykochemicznych Podstaw Technologii Drewna
02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30
Mgr inż. Małgorzata Piaskiewicz
Mgr inż. Teresa Parys
Laboratorium Badawcze "LABGUM"
Instytut Przemysłu Gumowego
Laboratorium Badawcze "LABGUM"
05-820 Piastów k/Warszawy, ul. Harcerska 30
POLAND