

GNIEWOSZ MARSZAŁEK<sup>\*)</sup>, RADOSŁAW MAJCZAK

Basell Orlen Polyolefins Sp. z o.o.  
ul. Padlewskiego 4, 09-402 Płock

## Wosk polietylenowy – otrzymywanie, modyfikacja i zastosowania

**Streszczenie** – W artykule scharakteryzowano szeroką grupę substancji znanych jako woski. Opisano główne metody otrzymywania wosków polietylenowych należących do wosków syntetycznych. Powstają one w procesach degradacji polietylenu oraz w procesach syntezy jako produkt główny lub uboczny przy produkcji polietylenu. Omówiono metody modyfikacji wosków skutkujące poprawą ich właściwości i jakości. Właściwości te decydują o możliwych kierunkach zastosowań. W pracy podano liczne przykłady różnorodnych zastosowań wosków polietylenowych wykazując jak cennym są one materiałem.

**Słowa kluczowe:** wosk polietylenowy, otrzymywanie, modyfikacja właściwości, zastosowanie.

### POLYETHYLENE WAX – PREPARATION, MODIFICATION AND APPLICATIONS

**Summary** – In the paper, a wide range of substances, known as waxes, have been characterized. The main methods of preparation of polyethylene waxes, which belong to the family of synthetic waxes, were described. They are formed in the polyethylene degradation processes and are synthesized as the main product or as a by-product in polyethylene production. The methods of modification of waxes, which result in the improvement of their properties and quality, that determine the possible application areas, have been discussed. The examples of various uses of polyethylene waxes were given, indicating the high value of these materials.

**Keywords:** polyethylene wax, production, modification of properties, application.

### WSTĘP

Nazwa „woski” obejmuje szeroką grupę substancji organicznych pochodzenia naturalnego lub syntetycznego. Do wosków naturalnych zalicza się woski kopalne, takie jak wosk montanowy, ozokeryt oraz makro- i mikrokrystaliczne woski parafinowe, a także woski niekopalne. Woski niekopalne dzielą się na woski pochodzenia zwierzęcego (np.: wosk pszczeli, szelak, wosk wełny owczej) i woski pochodzenia roślinnego (np.: wosk karnauba, wosk kandelila, wosk ryżowy).

Woski syntetyczne dzielą się na woski całkowicie syntetyczne, w tym woski poliolefinowe i woski Fischera-Tropscha oraz woski półsyntetyczne, do których zalicza się estry lub mydła montanowe i woski na bazie amidów kwasów tłuszczowych, np. amidu kwasu erukowego i amidu kwasu behenowego [1, 2]. Pełniejszą klasyfikację wosków przedstawiono na rysunku 1 [3].

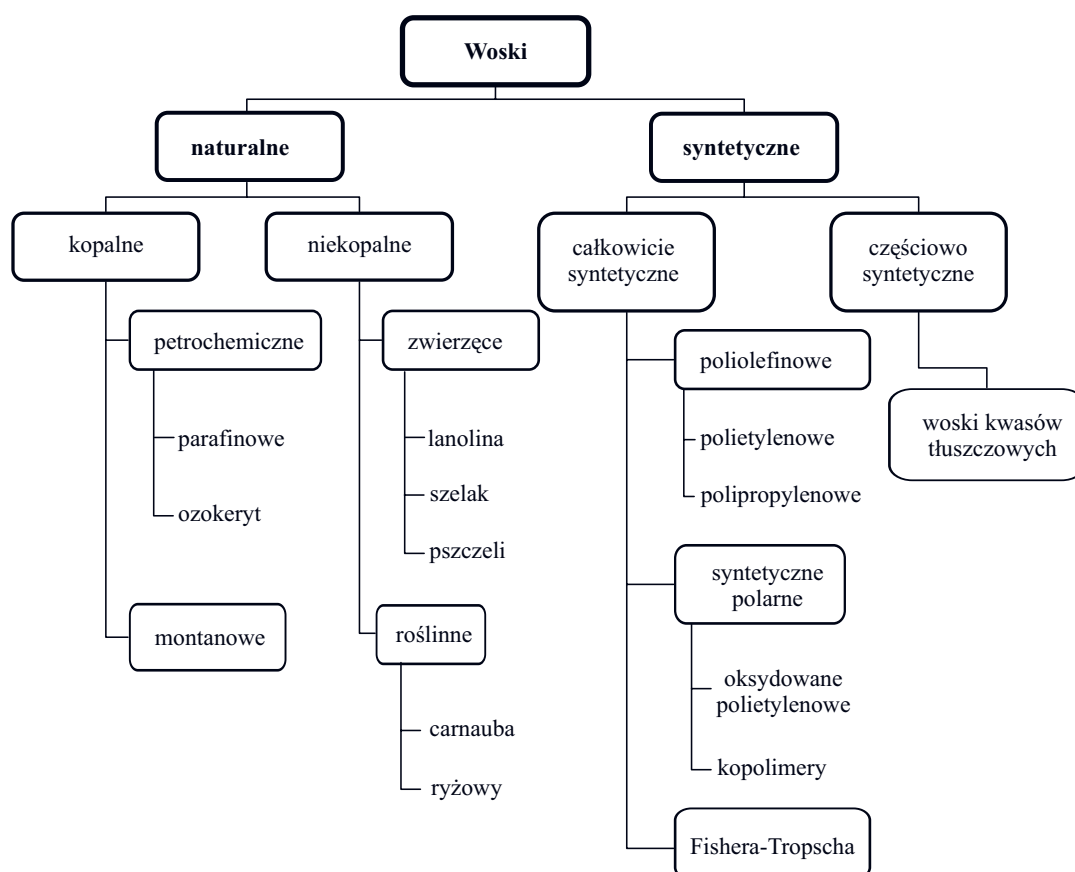
Przykładem wosku syntetycznego jest wosk polietylenowy, który wytwarzany jest jako produkt uboczny w procesie produkcji polimeru o dużym ciężarze cząsteczkowym. Z chemicznego punktu widzenia wosk ten

jest oligomerem etylenu (średni ciężar cząsteczkowy <10 000) powstającym jako produkt uboczny w procesach polimeryzacji niskociśnieniowej lub wolnorodnikowej polimeryzacji wysokociśnieniowej.

Właściwości wosków zależą od warunków procesu, składu monomerów oraz użytego układu katalizacyjnego. Woski otrzymywane z zastosowaniem katalizatorów metaloorganicznych Zieglera-Natty mają łańcuchy słabo rozgałęzione i odznaczają się wysoką stabilnością cieplną. Ich gęstość i temperatura topnienia są większe niż w przypadku tzw. „wosków wysokociśnieniowych”. Stopień krystaliczności i związaną z tym temperaturę topnienia, gęstość oraz twardość można jednak zmieniać przez dodatek odpowiednich komponentów. W procesie przemysłowym woski powstają jako produkt uboczny. Ich obecność w układzie reakcyjnym ma negatywny wpływ na przebieg procesu polimeryzacji oraz na jakość polimeru wielkocząsteczkowego [4]. Powstawanie wosków obniża również znacząco wydajność polimeryzacji. Odpowiednie zagospodarowanie tego materiału może pomóc w zmniejszeniu strat związanych z wartością monomeru użytego do produkcji, który nie został przetworzony na poliolefiny wielkocząsteczkowe.

Celem tej pracy jest analiza możliwości otrzymywania wosków polietylenowych, badania i modyfikacji ich właściwości oraz kierunków zastosowań.

<sup>\*)</sup> Autor do korespondencji; e-mail: gniewosz.marszalek@basell-ornen.pl



Rys. 1. Klasyfikacja wosków  
Fig. 1. Classification of waxes

## OTRZYMYWANIE WOSKÓW POLIETYLENOWYCH

Metody otrzymywania wosków polietylenowych można podzielić na trzy zasadnicze grupy [5, 6]: bezpośrednia synteza z monomeru, degradacja termiczna polietyleny lub wydzielanie wosku jako produktu ubocznego powstającego przy produkcji polietyleny.

### Bezpośrednia synteza z monomeru

Do otrzymywania wosków polietylenowych bezpośrednio z etylenu najczęściej stosuje się technologie niskociśnieniowe wykorzystujące katalizatory metaloorganiczne oraz procesy wysokociśnieniowe oparte na mechanizmie wolnorodnikowym [1, 7]. Rozwijane są również technologie wykorzystujące katalizatory metalocenowe. Metody nisko- i wysokociśnieniowej polimeryzacji służące otrzymywaniu wosków są podobne do metod produkcji polimeru wielkocząsteczkowego, różnią się jedynie parametrami produkcyjnymi [7]. Polimeryzacja wysokociśnieniowa ze względu na wysokie koszty oraz ostry reżim techniczno-technologiczny jest rzadziej stosowana do otrzymywania wosków.

Woski otrzymywane z monomeru metodą polimeryzacji niskociśnieniowej składają się głównie z cząsteczek liniowych o strukturach łańcuchów zawierających tylko nieliczne i krótkie łańcuchy boczne. Otrzymywane pro-

dukty charakteryzują się wysokim stopniem krystaliczności i gęstością w zakresie  $0,92\text{--}0,97\text{ g/cm}^3$ . Cechują się także dużą stabilnością cieplną, są kruche i twarde, a ich temperatura topnienia może osiągać wartości do  $127\text{ }^\circ\text{C}$ . Lepkość w  $140\text{ }^\circ\text{C}$  wynosi od 10 do  $30\ 000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ . Woski o takich właściwościach można otrzymywać jedynie metodą niskociśnieniową. W procesach polimeryzacji rodnikowej powstają natomiast woski o rozgałęzionej strukturze makrocząsteczek [1, 7].

Zastosowanie katalizatorów metalocenowych pozwala na otrzymanie wosków odznaczających się jednolitą strukturą i wąskim rozrzutem ciężaru cząsteczkowego [1]. Ogromną zaletą tej metody jest możliwość wpływania na właściwości produktu (m.in. ciężar cząsteczkowy, lepkość, twardość) i dostosowanie ich do potrzeb w zależności od planowanych zastosowań [8–10].

### Degradacja termiczna polietyleny

Metoda termicznej degradacji polietyleny prowadzi do otrzymania małych cząsteczkowych polimerów etylenu oraz ciekłych oligomerów o stopniu polimeryzacji poniżej 8 [5].

Stwierdzono, że podczas pirolizy polietyleny prowadzonej w temp.  $375\text{--}465\text{ }^\circ\text{C}$  (np. 20 min,  $437\text{ }^\circ\text{C}$ ) powstają gazowe produkty degradacji zawierające *n*-alkany (głównie o nieparzystej liczbie atomów węgla 3, 7 i 11),

*n*-alkeny (głównie o 3, 6 i 10 atomach węgla) oraz alkadieny [5, 11]. W tabeli 1 przedstawiono wpływ temperatury procesu pirolizy polietylenu na wydajność procesu (według [11]). Wzrost temperatury powoduje spadek ilości uzyskiwanego wosku na rzecz zwiększonej ilości produktów gazowych.

**T a b e l a 1.** Zawartość wosku polietylenowego i produktów gazowych w produktach procesu pirolizy polietylenu (według [11])  
**T a b l e 1.** The content of polyethylene wax and gaseous products in the polyethylene pyrolysis process (according to [11])

Surowiec	Temperatura procesu, °C	Wosk % mas.	Produkty gazowe % mas.
PE-LD	450	80	20
	500	69	31
	550	57	43
	600	51	49
PE-HD	450	80	20
	500	68	32
	550	61	39
	600	49	51

Zaobserwowano również, że temperatura degradacji polietylenu dużej gęstości (PE-HD), otrzymywanego w procesie niskociśnieniowym, jest o ok. 20 °C wyższa od temperatury degradacji polietylenu małej gęstości (PE-LD) powstającego w wyniku syntezy prowadzonej pod wysokim ciśnieniem. Większa stabilność termiczna polietylenu niskociśnieniowego wiąże się z jego większym stopniem krystaliczności [12].

Woski otrzymywane metodą niskociśnieniową mają złożony skład i dlatego charakteryzują się szerokim przedziałem wartości temperatury topnienia. Rozrzut ciężaru cząsteczkowego jest większy niż w przypadku wosków wysokociśnieniowych. Woski niskociśnieniowe zawierają ciekłe produkty małowcząsteczkowe, nierozłożony polietylen, węglowodory *n*-parafinowe, *izo*-parafinowe (nierregularnie rozgałęzione). Posiadają także znacznie więcej wiązań podwójnych niż woski polietylenowe wysokociśnieniowe. Niektóre produkty mają atomy tlenu związane w postaci mostków tlenowych lub grup hydroksylowych. Średni ciężar cząsteczkowy produktu zależy od czasu reakcji i od wybranej substancji wyjściowej [13, 14]. Po stopieniu woski uzyskują postać cieczy o niskiej lepkości, co jest spowodowane ich małym ciężarem cząsteczkowym [15].

### Wydzielanie wosku jako produktu ubocznego produkcji polietylenu

Sposób wydzielania, obróbki oraz jakość takich wosków są zależne od rodzaju technologii produkcji polietylenu, a także od zastosowanego układu katalitycznego.

W przypadku technologii wysokociśnieniowej opracowano wiele metod wydzielania obejmujących, m.in. wymywanie etylenu z mieszaniny za pomocą ciekłego etylenu w układzie podgrzewaczy i chłodnic, czy wielokrotne rozprężanie strumienia gazów procesowych połączone z ich chłodzeniem. Ta ostatnia metoda jest najczęściej stosowanym sposobem wydzielania wosków w warunkach przemysłowych.

W technologii polimeryzacji niskociśnieniowej proces obróbki wosków jest przede wszystkim zależny od rodzaju procesu polimeryzacji. W przypadku polimeryzacji w fazie gazowej woski wydzielają się razem z polimerem. Jedynie niewielka ich część stanowiąca fazę ciekłą może być wyodrębniona z układu. W przypadku polimeryzacji zawieszinowej strumień wosków jest usuwany z rozpuszczalnika w węźle oczyszczania rozpuszczalnika. W zależności od technologii, węzeł ten może różnić się konfiguracją procesów jednostkowych, ale główne procesy wydzielania wosku pozostają te same. Wosk wyodrębnia się w wyniku odparowania składnika niskowrzącego – rozpuszczalnika.

### MODYFIKACJA WŁAŚCIWOŚCI WOSKÓW POLIETYLENOWYCH

#### Frakcjonowanie

Głównym celem frakcjonowania jest rozdział otrzymanych wosków na kilka frakcji o pożądanych, konkretnych wartościach średniego ciężaru cząsteczkowego. Do najprostszych sposobów rozdziału należy destylacja. Pozwala ona na odbiór konkretnych frakcji wosków charakteryzujących się wartościami temperatur wrzenia z wybranych zakresów. Zastosowanie destylacji pod zmniejszonym ciśnieniem lub destylacji z parą wodną pozwala na jeszcze bardziej selektywny rozdział wosków.

Prowadzone są również badania nad wykorzystaniem do wydzielania określonych frakcji innymi metodami, takimi jak ekstrakcja rozpuszczalnikowa czy nadkrytyczna [16–20].

#### Utlenianie

Utlenianie wosków ma na celu wprowadzenie grup polarnych do struktury łańcucha, co zmienia powinowactwo wosków do związków polarnych. Utlenianie jest etapem wstępnym służącym wytwarzaniu emulsji wodnych znajdujących bardzo szerokie zastosowania [21].

Najprostszą metodą utleniania jest utlenianie powietrzem [22–24]. Proces ten może być prowadzony z dodatkiem różnych katalizatorów [25], w powietrzu wzbogaconym tlenem oraz z dodatkiem nadtlenków.

Utlenianie wosków może być również przeprowadzane równocześnie z degradacją polietylenu. Połączenie tych dwóch procesów pozwala na zmniejszenie kosztów otrzymywania utlenionego wosku w porównaniu

z kosztami ich otrzymywania w wyniku oddzielnych procesów degradacji i utleniania.

### Mieszanie z innymi materiałami

Mieszanie wosków z innymi materiałami, głównie z polimerami, zwykle ma na celu poprawę odporności termicznej. Modyfikacja wosków dodatkiem PE-LD pozwala na zwiększenie twardości mieszanki i podniesienie temperatury mięknięcia oraz kroplenia [26]. Woski mogą być również modyfikowane dodatkami stosowanymi w przetwórstwie poliolefin, np. dodatkami uniepalniaczymi czy antyutleniaczami.

### Główne kierunki zastosowań wosków polietylenowych

Zastosowania wosków są ściśle związane z właściwościami fizykochemicznymi, łatwością modyfikacji, a także z możliwością stosowania w różnych postaciach, m.in. proszków, płatków, emulsji wodnych i rozpuszczalnikowych oraz żeli i past. Woski znajdują zastosowanie jako środki pomocnicze lub dodatki do produktów w wielu gałęziach przemysłu. Od wosków oczekuje się specyficznych właściwości zależnych od aplikacji, tj. twardości, polerowalności lub emulgowalności w wodzie [1, 2, 20].

Ze względu na bardzo dobre właściwości dielektryczne woski polietylenowe stosowane są w przemyśle kablowym i elektrotechnicznym [5]. Doskonałe właściwości izolacyjne wosków, połączone z małą lepkością w stanie stopionym, czynią z nich materiał wykorzystywany do produkcji syciw izolacyjnych, zwłaszcza do kabli o wysokich parametrach przesyłu, a także do produkcji mas do zalewania muf kablowych oraz jako komponent mas izolacyjnych w urządzeniach elektroenergetycznych wysokiej mocy [28]. Niska lepkość oraz właściwości hydrofobowe pozwalają na wykorzystywanie wosków również w izolacji papierowej, jako komponent syciwa niespływającego.

W przemyśle gumowym woski są stosowane przede wszystkim do ochrony gumy przed destrukcyjnym działaniem tlenu [29, 30]. Woski polietylenowe, jako składniki mieszanek gumowych ułatwiają również dyspersję pigmentów oraz wypełniaczy w mieszance surowcowej, poprawiają plastyfikację mieszanki gumowej i zmniejszają ilość nadlewów podczas prasowania. Wosk wprowadzony do mieszanki gumowej spełnia ponadto rolę środka smarnego, który ułatwia oddzielanie odlewów od gorących elementów form. Dodatek wosków pomaga w procesach przetwórstwa i wytłaczania gumy, jak również zmniejsza zużycie energii oraz zużycie części urządzeń formujących [5, 31–33].

Woski można także dodawać podczas przetwarzania polichlorku winylu uzyskując przy tym poprawę jakości gotowych wyrobów. Łatwość migracji wosków polietylenowych z wnętrza mieszaniny oraz niska lepkość spr-

wiają, że wosk działa jako smar w trakcie przetwórstwa, co zwiększa gładkość gotowych wyrobów. Dodatek wosków do koncentratów barwiących poprawia również dyspersję pigmentów oraz polepsza przyjmowanie środków pomocniczych przez przerabiany polimer [5, 32].

Woski w mieszaninach z poliolefinami charakteryzują doskonałą homogeniczność oraz niską lepkość, co powoduje, że dodatek wosku poprawia zarówno strukturę, jak i jakość powierzchni wyrobów. Dodatek ten przyspiesza również proces przetwórczy i ułatwia wyjmowanie gotowych wyrobów z form wtryskowych. Woski pełnią rolę nośnika pigmentów i są wykorzystywane do produkcji koncentratów barwiących. Poprawiają one dyspersję pigmentów w mieszance surowcowej, ułatwiają granulację koncentratów i polepszają przyjmowanie środków pomocniczych przez przerabiany polimer. W przypadku wytwarzania folii dodatek wosków poprawia jej orientację, ułatwia utrzymanie parametrów wytłaczania, jak również poprawia strukturę i wygląd folii [5, 34]. Woski stosowane są także jako środki homogenizujące kompozyty polimerów z napełniaczami naturalnymi [35, 36].

Woski mogą być używane do modyfikacji właściwości niższych parafin. Przez dodatek wosków można zmienić temperaturę topnienia, kroplenia i krzepnięcia, oraz poprawić lepkość, połysk, twardość i elastyczność [5].

Do modyfikacji parafin można używać zarówno wosków wydzielanych jako produkt uboczny jak i wosków polietylenowych otrzymywanych w procesach termicznej degradacji polietylenu małej i dużej gęstości.

Dodatek wosków do parafiny używanej do produkcji świec powoduje podniesienie temperatury mięknięcia i topnienia mieszanki, dzięki czemu poprawia się stabilność termiczna takich świec. Użycie wosku polietylenowego pozwala na wyeliminowanie używanej często stearyny, a dodatkowo poprawia się siła blasku oraz wydłuża czas palenia [5].

Z mieszanki wosków polietylenowych i parafin sporządza się kompozycje do impregnacji papieru i kartonu. Zawartość wosku polietylenowego poprawia hydrofobowość i odporność na oleje i smary nasączonych nimi materiałów oraz podnosi ich odporność termiczną. Ponadto zwiększa przyczepność warstwy impregnującej do papieru i poprawia połysk i elastyczność [5].

Dodatek wosku polietylenowego do farb drukarskich poprawia barwę druku, sprawia, że druk staje się równy i gładki, oraz zabezpiecza przed odpryskami podczas drukowania, podnosi odporność druku na ścieranie i uodparnia druk na wilgoć [5].

W przemyśle lakierniczym wykorzystuje się dodatek wosku polietylenowego do poprawy dyspersji pigmentów oraz zwiększenia wytrzymałości mechanicznej farb olejnych, poliestrowych i nitrolaków [5, 37].

Przemysł tekstylny stosuje woski polietylenowe jako środki gładzące i poślizgowe. W procesie przędzalniczym i tkackim, zmniejszają one tarcie między włóknami a osnową oraz między włóknami a częściami maszyn włókienniczych. Za ich pomocą uzupełnia się także braki



naturalnej powłoki ochronnej, niszczonej w procesie przeróbki włókien naturalnych, takich jak wełna, bawełna i jedwab [5].

Niska lepkość, niepolarny charakter oraz hydrofobowość wysoko wykorzystywane są również w przemyśle obróbki drewna. Woski stosuje się do nasycania drewna, dzięki czemu nadawane mu są cechy hydrofobowe. Utrudnia to wchłanianie wody, co zapobiega wypaczaniu i zmianie kształtu wyrobów. Impregnaty woskowe nadają także powierzchni drewna gładkość i połysk. Woski stanowią również składniki różnego rodzaju poliur, lakierów oraz środków wygładzających i wykańczających w przemyśle meblarskim. Stanowią też materiał wypełniający i sklejący prasowanych płyt pilśniowych i sklejek [5].

Właściwości impregnujące, hydrofobowe i antykorozyjne wosków polietylenowych wykorzystuje się także w budownictwie [5].

Woski polietylenowe stanowią czynnik modyfikujący w asfaltach wykorzystywanych przy produkcji nawierzchni drogowych oraz produkcji bitumów [38–41].

Woski znajdują zastosowanie również w rolnictwie, gdzie wykorzystywane są przy produkcji nowoczesnych nawozów sztucznych, jako powłoki ochronne o kontrolowanej przepuszczalności [42] (mikrokapsułkowanie). Pokrycie drobin nawozu woskiem poprawia odporność mechaniczną nawozu a jednocześnie pozwala na kontrolowane jego uwalnianie.

#### PRODUKCJA WOSKÓW POLIETYLENOWYCH W POLSCE

Woski polietylenowe w Polsce są produkowane głównie na drodze degradacji polimeru wielkocząsteczkowego lub wyodrębniane jako produkt uboczny otrzymywany w procesach polimeryzacji zawieszinowej.

Prowadzone pod kierunkiem prof. J. Zielińskiego prace pozwoliły na oznaczenie podstawowych właściwości fizykochemicznych wosków będących produktem ubocznym polimeryzacji. Wykonane badania rozpoznawcze wykazały, że istnieją duże możliwości modyfikacji skutkujące poprawą ich właściwości [43, 44].

#### PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza oraz zebrane dane pozwalają stwierdzić, że woski polietylenowe są cennym, mającym wiele zastosowań materiałem. Wydzielanie wosków podczas produkcji polimerów wielkocząsteczkowych pozwala na generowanie dodatkowych zysków zakładów produkcyjnych. Dodatkowo eliminuje to konieczność składowania wosków i tym samym ogranicza negatywny wpływ zakładu na środowisko.

#### LITERATURA

- Anonim: *Chem. Market Rep.* 2002, 1, 16.
- Czapigo J.: *Chemical Review* 2004, nr 2–3, 54.
- Karabon B.: „Woski naturalne, surowy wosk montanowy i jego przerób”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006.
- Bigger S. W., Watkins P. J., Raymond M. A., Verenich S. S., Scheirs J.: *Eur. Polym. J.* 1996, 32, 487.
- Kepińska-Żerko M., Szychaj T., Grętkiewicz J.: *Polimery* 1992, 37, 62.
- Marszałek G., Zieliński J., Ciesińska W.: *Przem. Chem.* 2011, 90, 1264.
- Umare P. S., Antony R., Gopalakrishnan K., Tembe G. L., Trivedi B.: *J. Mol. Catal. A: Chem.* 2005, 242, 141.
- Anonim: *Chemmanager Europe* 2007, nr 1, 14.
- Anonim: *Additives for Polymers* 2004, nr 10, 4.
- Anonim: *Revista de Plasticos Modernos* 2005, nr 90, 516.
- Aguado R., Olazar M., San José M. J., Gasián B., Bilbao J.: *Energy Fuels* 2002, 16, 1429.
- Igarosi S., Kambe H.: *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 1964, 37, 176.
- Encyklopedia Ullmann's: „Industrial Organic Chemicals: Starting Materials and Intermediates”, Wyd. Wiley-VCHT, Weinheim 1999, vol. 8, str. 4880.
- Majnuś J.: *Rynek Chemiczny* 2005, nr 1, 26.
- Majnuś J.: *Rynek Chemiczny* 2005, nr 6, 40.
- Crause J. C., Nieuwoudt I.: *Ind. Eng. Chem. Res.* 2000, 39, 4871.
- Vla J. C., Braue C. L., Taylor L. T.: *Anal. Chem.* 1994, 66, 603.
- Magdy T. Z., Nermen H. M., Amal S. F.: *Fuel Process. Technol.* 2011, 92, 2024.
- Pat. PL 42681B1* (1960).
- Crause J. C., Nieuwoudt I.: *J. Supercrit. Fluids* 2003, 27, 39.
- Sadłowska M., Nowak D.: *Przem. Chem.* 1994, 73, 384.
- Perchenko A. A., Serov V. V., Ushkalova G. G.: *Chem. Technol. Fuels Oils* 1980, 16, 18.
- Lebedeva N. M., Shafranskii E. L., Perchenko A. A., Nesmelov V. V., Latypov R. Sh., Zigmantovich M. I., Finelonov V. P.: *Chem. Technol. Fuels Oils* 1971, 7, 168.
- Klerk de A.: *Ind. Eng. Chem. Res.* 2003, 42, 6545.
- Perchenko A. A., Goryacheva G. A.: *Chem. Technol. Fuels Oils* 1974, 10, 536.
- Molefia J. A., Luyta A. S., Krupa I.: *Thermochim. Acta* 2010, 500, 88.
- Luyt A. S., Krupa I., Assumption H. J., Ahmad E. E. M., Mofokeng J. P.: *Polym. Test.* 2010, 29, 100.
- Bieniek D.: *Rynek Tworzyw* 2006, nr 9, 12.
- Glijer T., Kopania A., Pyskło L.: *Elastomery* 1999, nr 3, 10.
- Pyskło L., Glijer T., Parys T., Kopania A.: *Elastomery* 1998, nr 1, 12.
- Pat. USA 60 316 401* (2001).
- Pat. USA 6 639 003* (2001).
- Pat. GB 0 020 080* (2000).
- Pat. USA 6 603 496* (2001).
- Mngomezulu M. E., Luyt A. S., Krupa I.: *Polym. Compos.* 2011, 32, 1155.
- Mngomezulu M. E., Luyt A. S., Krupa I.: *J. Appl. Polym. Sci.* 2010, 118, 1541.
- Pat. USA 4 242 143* (1980).

38. Zieliński T., Dobrzyńska D., Szałańska M.: *Tworzywa Sztuczne i Chemia* 2004, 4, 56.
39. Edwards Y., Tasdemir Y., Isacson U.: *Energy Fuels* 2005, 19, 2519.
40. *Pat. USA* 4 357 185 (1982).
41. Czaja K.: „Poliolefiny”, WNT, Warszawa 2005, str. 215.
42. Al-Zaharanit S. M.: *Ind. Eng. Chem. Res.* 2000, 39, 367.
43. Zieliński J., Ciesińska W., Osowiecka B., Gurdzińska E.: „Modyfikacja Polimerów Stan i Perspektywy w roku 2007”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007, str. 521.
44. Marszałek G., Ciesińska W., Zieliński J.: *Przem. Chem.*, przyjęto do druku.

Otrzymano 9 I 2012 r.



INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH i BARWNIKÓW w TORUNIU  
ODDZIAŁ ZAMIEJSCOWY FARB i TWORZYW w GLIWICACH

zaprasza do zaprezentowania swoich osiągnięć na X Międzynarodowej Konferencji

**ADVANCES IN COATINGS TECHNOLOGY**  
(POSTĘPY W TECHNOLOGII FARB I LAKIERÓW)

**ACT'12**

która odbędzie się w dniach 9–11 października 2012 r.  
na terenie Centrum EXPO SILESIA w Sosnowcu

Tematyka Konferencji obejmuje:

• **Nowości w zakresie bazy surowcowej dla wyrobów lakierowych:**

- żywice (nowe polimery, organiczno-nieorganiczne systemy hybrydowe, biopolimery, „inteligentne” polimery)
- pigmenty (antykorozyjne, funkcjonalne, o wysokich parametrach jakościowych)
- wypełniacze (w tym funkcjonalne)
- środki pomocnicze i modyfikatory (w tym biocydy)

• **Nowoczesne i przyjazne środowisku technologie wytwarzania wyrobów lakierowych i ich stosowanie:**

- wodorozcieńczalne, *high solids*, proszkowe, utwardzane radiacyjnie (UV/EB), funkcjonalne: przeciwporostowe i antykorozyjne, powłoki „inteligentne”: higieniczne, nanostrukturalne, samoczyszczące, anty-graffiti, biopowłoki, nanotechnologie

• **Analizę i badania wyrobów lakierowych oraz powłok**

• **Aparaturę do produkcji wyrobów lakierowych: laboratoryjną oraz badawczo-pomiarową**

• **Zagadnienia ekologiczne, uwarunkowania legislacyjne**

• **Kierunki rozwojowe rynku**

Językiem konferencji będzie język angielski i polski z simultanicznym tłumaczeniem.

Czas prezentacji referatu wynosi ok. 25 minut wraz z dyskusją.

Opłata konferencyjna dla osoby wygłaszającej referat lub prezentującej plakat wynosi 270 euro (brutto).

**Wszystkie materiały** od osób prezentujących referaty i plakaty naukowe, tj.: skrót referatu lub plakatu (do 120 słów), biografia autora (do 50 słów), pełny tekst referatu lub plakatu (do 10 stron formatu A4), **powinny być dostarczone w języku angielskim w terminie do 31 maja 2012 r. na adres:**

Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników  
Oddział Zamiejscowy Farb i Tworzyw, ul. Chorzowska 50A, 44-100 Gliwice  
Komitet Organizacyjny Konferencji ACT'12 – mgr inż. Anna Pająk  
tel. +48 (32) 231 9043; fax: +48 (32) 231 2674; e-mail: a.pajak@impib.pl

www.impib.pl

Istnieje możliwość promocji firmy w formie wkładki reklamowej do materiałów konferencyjnych, plakatu lub stanowiska promocyjnego.