

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

Prof. dr inż. PIOTR PENCZEK (1930—2008)

W ostatnim dniu marca bieżącego roku odprowadziliśmy do grobu rodzinnego na Cmentarzu Bródnowskim w Warszawie naszego wieloletniego współpracownika i przyjaciela — profesora Piotra Penczka.

Będziemy Go pamiętać jako najaktywniejszego autora (109 publikacji) w długiej już historii miesięcznika „Polimery”. Nie zapomnimy też cennej współpracy z Profesorem w trakcie przygotowywania do druku regularnie ukazujących się z Jego inicjatywy w ciągu kilkudziesięciu lat, w 5-letnich odstępach, obszernych specjalnych zeszytów tematycznych „Polimerów” poświęconych nienasyconym żywicom poliestrowym lub żywicom epoksydowym. Współpraca ta obejmowała zarówno zaplanowanie numerów, jak i nawiązanie kontaktów z potencjalnymi autorami (w dużej mierze zagranicznymi), a także recenzowanie nadesłanych materiałów. Będziemy też pamiętać Jego wieloletnią (bo od roku 1992

niemal do śmierci w dniu 24 marca 2008 r.) owocną działalność w Komitecie Redakcyjnym naszego czasopisma. Nie jest więc tu tylko pustym frazesem często spotykane we wspomnieniach pośmiertnych stwierdzenie „będzie Go nam bardzo brakowało”.

Szczegółową charakterystykę naukowej działalności profesora Piotra Penczka zawiera poświęcone Mu z okazji jubileuszu 75-lecia opracowanie zamieszczone w „Polimerach” tom 50, nr 11—12, str. 799.

Cześć Jego pamięci!

Barbara Witowska-Mocek, Jerzy Fejgin
Redakcja czasopisma „Polimery”



W kolejnym zeszycie ukaza się m.in. następujące artykuły:

- Nowe aromatyczne poliamidoimidy — synteza oraz właściwości termiczne i fotoluminescencyjne
- Synteza blokowych kopolimerów węglan trimetylenu/ ϵ -kapolakton na drodze sprzęgania diizocyanianu i odpowiednich poliestroli
- Asocjacyjne poliuretanowe modyfikatory właściwości reologicznych wodnych dyspersji polimerów. Cz. II. Wpływ wybranych czynników na działanie modyfikatorów
- Kąt zwilżania i swobodna energia powierzchniowa kompozytów poddanych działaniu promieniowania elektronów o dużej energii (*j. ang.*)
- Swobodna energia powierzchniowa i struktura geometryczna powierzchni wybranych kompozytów epoksydowych
- Hydrokoloidalne żele skrobia/polisacharyd (*j. ang.*)
- Aktywność zewnątrzkomórkowej depolimerazy wydzielanej przez szczep *Gliocladium solani* w toku degradacji poliestru „Bionolle®”
- Wybrane właściwości geometrycznej struktury powierzchni wytworów porowatych otrzymanych z polietylenu

SPRAWY NAUKI

FORESIGHT TECHNOLOGICZNY W ZAKRESIE MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

Foresight to „spojrzenie w przyszłość” usystematyzowanym sposobem pozyskiwania informacji, mające na celu stworzenie średnio lub długookresowej wizji rozwoju danej dziedziny techniki lub technologii, stanowiące skuteczne narzędzie wspomagania procesu decyzyjnego dotyczącego rozwoju danej branży lub regionu.

W czerwcu 2006 r. w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego — Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw na lata 2004—2006, którego głównym zadaniem było określenie priorytetów polityki Państwa w zakresie rozwijania przedsiębiorczości i innowacyjności, ze szczególnym uwzględnieniem sektora małych i średnich przedsiębiorstw, rozpoczęto prace nad „*Foresightem* technologicznym w zakresie materiałów polimerowych”. Opracowanie wykonano na zamówienie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Projekt o budżecie 5,2 mln PLN, został sfinansowany w 70 % ze środków Unii Europejskiej, a w 30 % ze środków własnych uczestniczących w nim jednostek. W skład konsorcjum badawczego realizującego projekt weszli przedstawiciele Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach (koordynator projektu), Instytutu Chemii Przemysłowej im. prof. I. Mościckiego w Warszawie, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi, Centrum Chemii Polimerów PAN w Zabrze, Instytutu Włókien Naturalnych w Poznaniu, Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie oraz Politechnik: Krakowskiej, Łódzkiej, Szczecińskiej, Wrocławskiej i Śląskiej.

Techniki wykorzystane w opracowaniu zapożyczono z innych dyscyplin, w szczególności nauk o zarządzaniu i planowaniu. Na podstawie trendów występujących w krajach Unii Europejskiej i na świecie oraz po określeniu możliwości badawczych polskich ośrodków naukowych sformułowano priorytety dotyczące perspektywicznych obszarów badań naukowych w zakresie technologii wytwarzania i przetwarzania materiałów polimerowych, a także ich głównych zastosowań oraz wytypowano najkorzystniejsze ekonomicznie kierunki rozwoju. Duży zakres projektu umożliwił kooperację między placówkami naukowymi, w kilku przypadkach po raz pierwszy w historii ich działania.

Prace realizowano w trzech dużych grupach tematycznych:

- technologie wytwarzania materiałów polimerowych (M)
- procesy przetwórstwa materiałów polimerowych (P)
- obszary wykorzystania materiałów polimerowych (W)

Stworzone w ramach projektu wizje i scenariusze rozwoju powinny służyć krajowym placówkom naukowym jako podstawa wytyczania strategicznych kierunków rozwoju oraz krajowym małym i średnim przedsiębiorstwom związanym z materiałami polimerowymi.

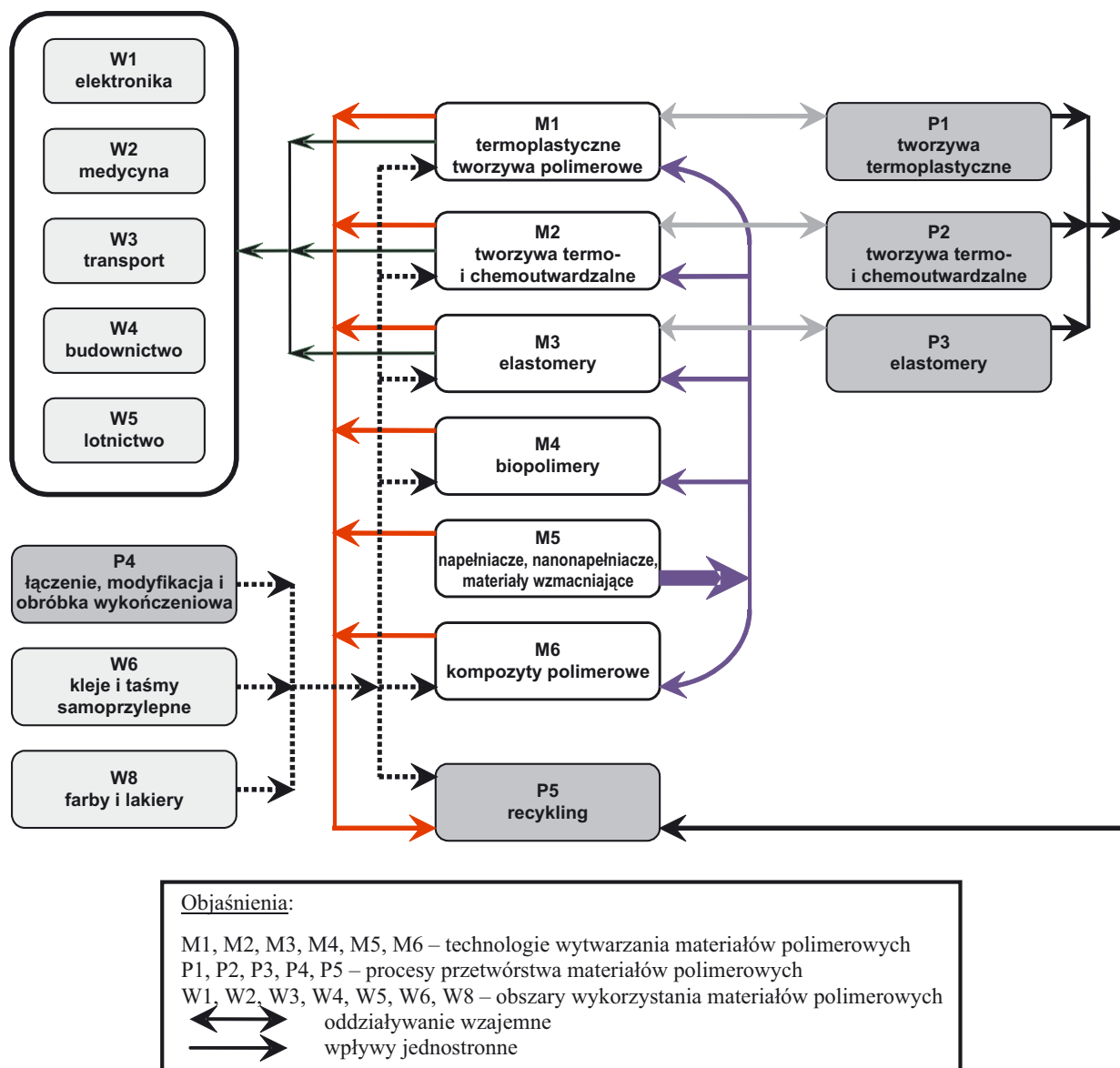
Metodologia — opis zastosowanych metod badawczych

Prace prowadzono w grupach ekspertów, tzw. Panelach Roboczych przedstawionych na rys. 1. Schemat metodologiczny prac zamieszczono na rys. 2.

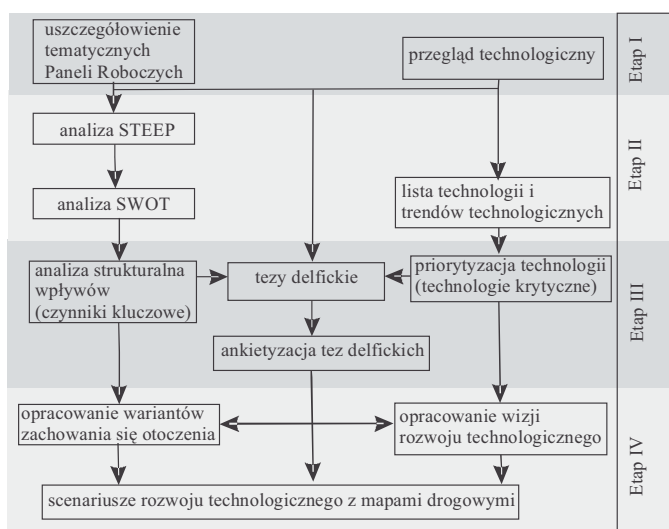
Punkt wyjścia stanowił dokonany przez grupy ekspertów przegląd technologii oraz ich klasyfikacja na: schyłkowe, dojrzałe, prototypowe i przyszłościowe. Metodologicznej analizie poddano jedynie perspektywiczne dojrzałe technologie (głównie technologie prototypowe). Na podstawie kryteriów, które obejmowały aspekty ekonomiczne i społeczne, znaczenie dla środowiska, kreatywność oraz możliwość realizacji, utworzono listę **technologii krytycznych**, która stała się podstawą opracowania **wizji rozwoju technologicznego**; wytypowano grupy technologii krytycznych w ich wzajemnym powiązaniu merytorycznym i przyczynowo-skutkowym. Wizje rozwoju, które w ocenie ekspertów wydawały się możliwe i najbardziej prawdopodobne do zastosowania w Polsce, posłużyły do utworzenia scenariuszy rozwoju technologicznego.

Dzięki analizom STEEP i SWOT wskazano mocne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia mające wpływ na funkcjonowanie i rozwój obszarów badawczych dotyczących polimerów. W celu oceny znaczenia analizowanych czynników przeprowadzono **analizę strukturalną wpływów**. Wyniki badań poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu MicMac, w wyniku której zostały ukazane bezpośrednie i pośrednie powiązania między czynnikami. Wynikiem tych prac było wskazanie **czynników kluczowych**, łączących się oddziaływania z dużym stopniem zależności, uznanych za priorytetowe w procesie opracowywania scenariuszy rozwoju. Na podstawie listy czynników kluczowych opracowano **warianty zachowania się otoczenia**, różniące się między sobą przewidywaną ewolucją czynników w przyszłości.

Warianty, których prawdopodobieństwo wystąpienia do roku 2030 okazało się największe, zostały szczegółowo opisane i wykorzystane w dalszych pracach nad tworzeniem scenariuszy rozwoju w Panelach Roboczych. Ostatnim instrumentem wspomagającym budo-



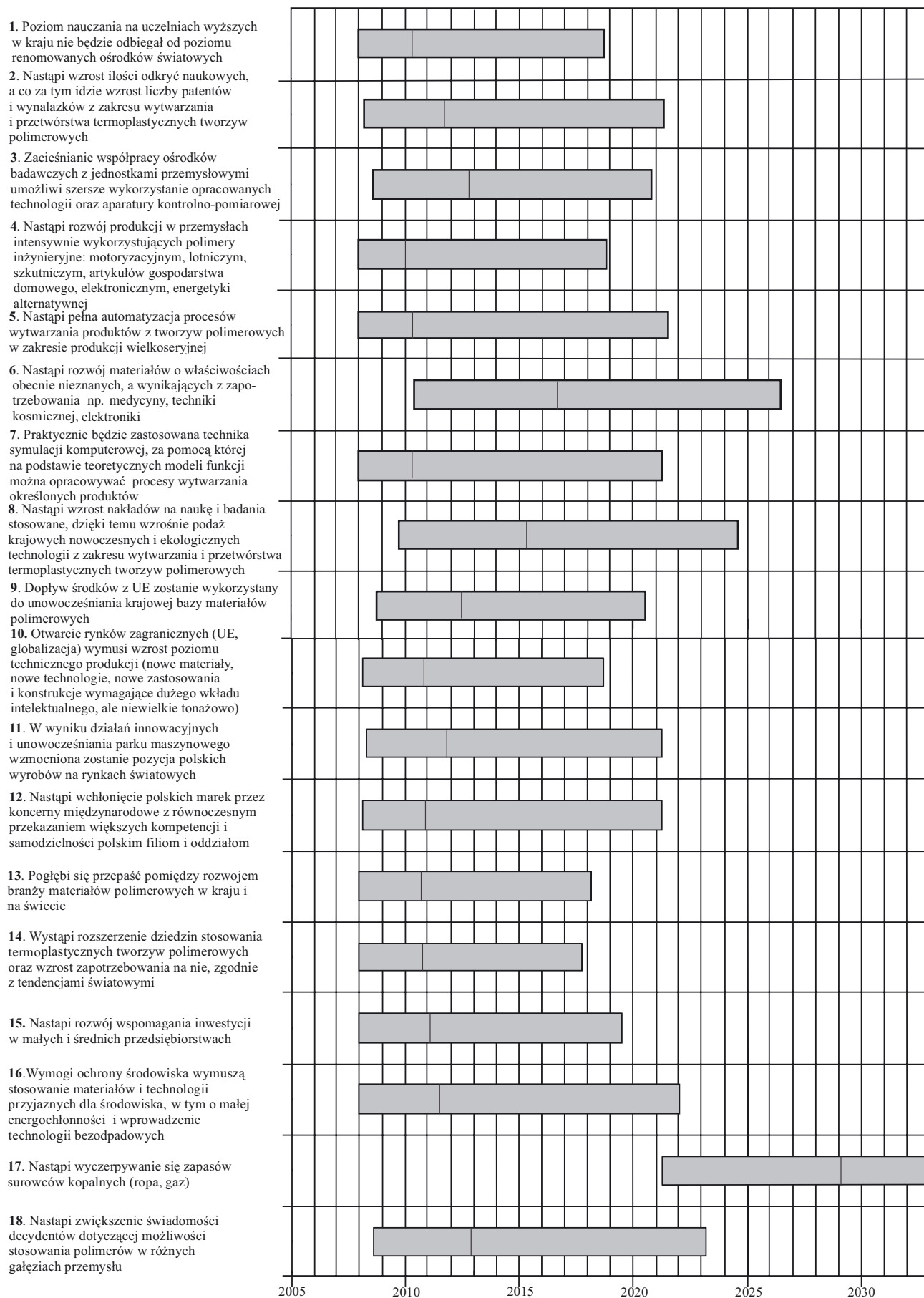
Rys. 1. Schemat organizacyjny obszaru prac paneli roboczych i ich wzajemne powiązania



Rys. 2. Metodologia prac Paneli Roboczych

wę scenariuszy rozwoju technologicznego była ankietyzacja tez delfickich opracowanych przez Panele Robocze, której podstawowym celem było określenie prawdopodobieństwa (i ewentualnego terminu) wystąpienia zdarzeń wytypowanych przez ekspertów. W badaniu wzięło udział łącznie ok. 600 respondentów reprezentujących szeroko rozumiany przemysł. Przygotowana ankietka delficka zawierała zestaw tez ogólnych odnoszących się do całościowego spojrzenia na rozwój materiałów polimerowych i ich przetwórstwo oraz zestaw tez szczegółowych dotyczących poszczególnych obszarów tematycznych.

Tezy ogólne obejmowały zagadnienia związane z uwarunkowaniami politycznymi, ekologicznymi, ekonomicznymi i społecznymi w Polsce do roku 2030, ogólnymi tendencjami rozwoju potencjału naukowo-badawczego i przemysłowego oraz wymaganiami i potrzebami rynkowymi. Analizę statystyczną uzyskanych odpo-



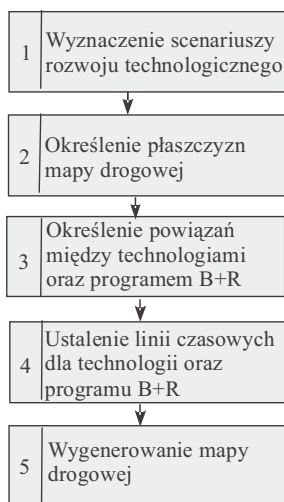
Rys. 3. Wyniki badań delfickich w zakresie tez ogólnych (kreska pionowa w polu prostokąta oznacza „dojrzałość technologiczną”)

wiedzi przeprowadzono pod kątem przewidywanego terminu, w którym nastąpi realizacja zdarzenia opisanego w tezie. Do opracowania tych prognoz wykorzystano zasadę największego prawdopodobieństwa, zgodnie z którą za prognozę punktową przyjęto dominantę (dominanta informuje, który rok realizacji tezy był najczęściej wskazywany przez ekspertów). W celu budowy prognozy przedziałowej wykorzystano teoretyczne rozkłady statystyczne oraz przyjęto poziom wiarygodności 0,7 (prawdopodobieństwo, że teza będzie zrealizowana w zadanym przedziale czasowym).

Na rysunku 3 przedstawiono wyniki analizy obejmujące tezy ogólne.

Wyniki badania stanowiły narzędzie pomocnicze do opracowań **scenariuszy rozwoju technologicznego**. Podstaw dostarczyła ocena prawdopodobieństwa realizacji opracowanych wizji rozwoju technologicznego przy założonych wariantach zachowania się otoczenia w przyjętym okresie (do 2030 r.). Scenariusze, jako najbardziej rozpowszechniona forma badań *foresightowych*, są stosowane w roli narzędzia decyzyjnego, ukazując możliwe wybory i ich potencjalne konsekwencje; umożliwiają badania symulacyjne i mogą być stosowane przez kregi decyzyjne do analizy efektów podjęcia decyzji.

Ostatnim zadaniem stawianym przed Panelami Roboczymi było przygotowanie graficznej formy scenariuszy — tzw. **mapy drogowej**. Schemat budowy mapy przedstawia rys 4. Zgodnie z podanym schematem wybór scenariuszy rozwoju technologicznego stanowił podstawę opracowania w panelach roboczych technologicznych map drogowych.



Rys. 4. Budowa mapy drogowej

Elementy mapy drogowej — zestaw technologii uwzględnionych w danym scenariuszu — poddano analizie pod kątem określenia wzajemnych powiązań oraz odniesień do programu badawczo-rozwojowego w analizowanym obszarze tematycznym. Następnie określono kiedy w ramach danego scenariusza poszczególne

technologie osiągną dojrzałość (tzn. będą mogły być wdrożone). W trakcie prac wykorzystano wyniki ankietyzacji tez delfickich. Opracowano graficzny obraz powiązań między technologiami z uwzględnieniem skali czasowej. Ostatecznym wynikiem pracy było połączenie elementów cząstkowych w spójny scenariusz rozwoju technologii kluczowych dla całej gospodarki materiałami polimerowymi obejmujący ich wytwarzanie, przetwarzanie i różnorodne wykorzystanie.

Wobec dużej ilości odrębnych elementów, które nie tylko wiązały się ze sobą (np. wytwarzanie elastomerów → przetwarzanie elastomerów → zastosowanie w motoryzacji) lecz w pewnych obszarach wykluczały (np. identyczne możliwości zastosowań tworzyw polimerowych z różnych rodzajów polimerów) konieczne było opracowanie metodyki scalania scenariuszy cząstkowych, uzyskanych jako wynik końcowy w analizowanych obszarach gospodarki materiałami polimerowymi. Liczba technologii kluczowych w poszczególnych obszarach była duża i wynosiła w zakresie wytwarzania — 94, przetwarzania — 51, wykorzystania — 73. Podstawowym zagadnieniem metodycznym był wybór rodzaju scenariusza. Ponieważ na podstawie istniejących planów długoterminowych, strategii itp. nie udało się wyznaczyć jednoznacznych kryteriów rozwoju gospodarki materiałami polimerowymi w Polsce do 2030 roku, o wyborze modelu scenariusza zdecydowało grono ekspertów.

Dane wyjściowe dla określenia podstawowych elementów scenariuszy scalonych stanowiły:

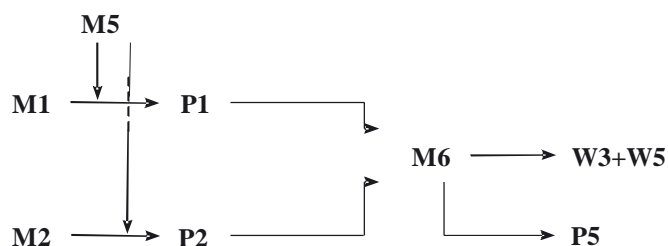
- ♦ Macierz wzajemnych wpływów i oddziaływań paneli, utworzona na podstawie opinii grona ekspertów.
- ♦ Zestawienie wszystkich czynników kluczowych, istotnych dla rozwoju poszczególnych obszarów.
- ♦ Zestawienie schematów wizji technologii kluczowych określonych przez ekspertów w poszczególnych obszarach.
- ♦ Macierze wpływu technologii kluczowych wyznaczonych w danym obszarze na rozwój pozostałych obszarów gospodarki materiałowej.
- ♦ Zestawienie opracowanych w poszczególnych obszarach ocen prawdopodobieństwa realizacji danej wizji technologii w wypadku zaistnienia określonego wariantu zachowania się czynników kluczowych.

W kolejnym etapie, przeprowadzono analizę danych wyjściowych:

♦ Przy pomocy programu MicMac przeprowadzono analizę wpływów i oddziaływań obszarów, określając stopień wzajemnych powiązań.

♦ Dokonano analizy czynników kluczowych z poszczególnych obszarów, uzyskując listę najważniejszych czynników, powtarzających się lub o zbliżonym charakterze.

♦ Na podstawie oceny wpływu technologii kluczowych na inne obszary oraz zestawienia wizji technologicznych określono wskaźniki wpływu tych wizji na pozostałe obszary.



Rys. 5. Schemat podstawowych zależności między obszarami najbardziej od siebie zależnymi (por. str. 398)

♦ Zweryfikowano prawdopodobieństwo realizacji poszczególnych wizji w obszarach.

♦ Spośród wariantów zachowania się czynników kluczowych w obszarach wybrano warianty odpowiadające zachowaniu się scalonych czynników kluczowych w dwóch scenariuszach — optymistycznym i realistycznym.

Ostatnim etapem pracy była budowa scenariuszy scalonych, polegająca na stworzeniu listy wizji technologii z poszczególnych obszarów, o największym prawdopodobieństwie występowania w uwarunkowaniach danego scenariusza. Graficznym obrazem scenariuszy są mapy drogowe.

Przyjęta procedura umożliwiła wskazanie wzajemnych powiązań między obszarami. Harmonijny rozwój całej branży, w pierwszej kolejności będzie wymagał równomiernego rozwoju obszarów najbardziej od siebie zależnych. Analizując pod tym względem opinie ekspertów, sporządzono schemat zależności o największym stopniu wzajemnych wpływów, który zamieszczono na rysunku 5.

Scalone scenariusze rozwoju wytwarzania, przetwórstwa i wykorzystania tworzyw polimerowych w Polsce

Najważniejszym z opracowanych scalonych scenariuszy rozwoju jest *scenariusz optymistyczny*, zakładający stały i stabilny wzrost znaczenia grupy materiałów polimerowych w różnych dziedzinach życia, będący wynikiem założonych, sprzyjających uwarunkowań ekonomicznych oraz społeczno-politycznych. Zakłada się m.in., że:

— w skutek wzrostu PKB i dochodów ludności będzie rosło zapotrzebowanie na różnego rodzaju dobra materialne;

— wejście do strefy euro ułatwi eksport produktów krajowych;

— zwiększy się finansowanie prac badawczych z budżetu oraz programów Unii Europejskiej, dzięki czemu zwiększy się potencjał badawczy zarówno w zakresie wyposażenia w sprzęt jak i w aspekcie poziomu kadry naukowej;

— rozszerzy się też i pogłębi współpraca nauki z przemysłem;

— przepisy prawne będą wspierać wdrażanie nowych energooszczędnych i przyjaznych dla środowiska technologii wytwarzania i przetwarzania materiałów;

— przedsiębiorstwa, zwłaszcza małe i średnie, dzięki konkurencji będą podnosić jakość produktów w oparciu o wiedzę zatrudnionych specjalistów;

— ceny surowców na rynku będą stabilne, co umożliwi realizację planowanych strategii rozwoju.

W zakresie **tworzyw termoplastycznych** będą rozwijane technologie energooszczędne i wodooszczędne, wysokowydajne, realizowane przy maksymalnym wyeliminowaniu jednostajnej, ciężkiej pracy ludzkiej wykonywanej w warunkach eliminujących zagrożenie zdrowia, zapewniające obniżenie kosztów wytwarzania zarówno półproduktów jak i gotowych wyrobów. Technologie te w pierwszym okresie (przed 2010 r.) zostaną zastosowane do wytwarzania tworzyw typu PVC, PE, PP, POM, nieco później do tworzyw ABS, PS, PPU, PPE. Istotnym elementem jest poszukiwanie tanich surowców. Oczekuje się, że źródłem taniego surowca do przetwórstwa staną się produkty z recyklingu. W przetwórstwie rozwijane będą technologie wtryskiwania i wytłaczania.

Zakłada się, że wraz z rozwojem produkcji **tworzyw termoutwardzalnych i chemoutwardzalnych** nastąpi rozwój parku maszynowego i jego unowocześnienie, co umożliwi wzrost wydajności, a przez to znaczne obniżenie kosztów wytwarzania; utrzymanie jakości wytwarzanych tworzyw na najwyższym oczekiwanym przez odbiorców poziomie, gwarantując ochronę środowiska zarówno na etapie wytwarzania tworzyw jak i ich eksploatacji, a następnie utylizacji. Preferowane będą przede wszystkim technologie bezrozpuszczalnikowe oraz technologie z zastosowaniem surowców odnawialnych. W początkowym okresie — do roku 2015 zakładane efekty powinny być uzyskane w przypadku m.in. tworzyw z grupy nienasyconych żywic poliestrowych, fenoplastów, żywic silikonowych i poliuretanów. Po 2015 roku proces ten obejmie poliamidy, aminoplasty, polimery allilowe, żywice akrylowe. Stały rozwój krajowego rynku rozwinie popyt na nowe materiały i technologie budowlane. Należy się spodziewać, że dzięki swym korzystnym właściwościom utwardzalne materiały polimerowe poszerzą swój udział w rynku chemii budowlanej. Jednocześnie w obszarze krajowego zaplecza badawczego podejmowane będą prace nad modyfikacją istniejących i opracowaniem nowych tworzyw reaktywnych, w szczególności przeznaczonych do produkcji powłok ozdobnych i antykorozyjnych, spoiw do polimerobetonów, samopoziomujących mas podłogowych, impregnatów oraz powłok i membran hydroizolacyjnych, materiałów ogniochronnych, klejów i szpachlówek, osnów do prefabrykowanych konstrukcyjnych profili pultrudowanych, materiałów i elementów konstrukcyjnych (pokrycia dachów, zbiorniki, mosty, rury, okładziny, mała architektura). Szczególną rolę w wytwarzaniu konstrukcji inżynierskich będą miały techno-

logie pultruzji i wtryskiwania, których wdrożenie przewiduje się w latach 2010–2015.

W dziedzinie **wytwarzania i przetwórstwa elastomerów** rozwijane będą przede wszystkim ekologiczne technologie wytwarzania wysokosprawnych materiałów dla przemysłu motoryzacyjnego. Pojazdy mechaniczne mają wiele elementów z elastomerów, począwszy od opon pneumatycznych, a skończywszy na wycieraczkach i materiałach wykładzinowych. Wymagania stawiane tym wyrobom są wysokie i zróżnicowane, a do ich spełnienia często konieczne jest zastosowanie zaawansowanych technik wytwarzania. W wielu przypadkach ich wytworzenie wymaga zastosowania wieloskładnikowych mieszanek gumowych, zawierających nawet do 20 wzajemnie na siebie oddziaływujących lub ze sobą reagujących składników. Rozwój motoryzacji wymusza szybki rozwój przemysłu wytwarzania i modyfikacji elastomerów, a opracowane technologie mogą być wykorzystywane do wytwarzania także innych wyrobów spełniających wymagania wielu działów gospodarki. Technologie modyfikacji chemicznej i fizycznej elastomerów oraz produkcji modyfikatorów opracowane w ramach tego scenariusza będą mogły być wdrożone w średnich przedsiębiorstwach, co poprawi ich konkurencyjność na rynku. Po roku 2015 przewiduje się m.in. wdrożenie w skali komercyjnej produkcji elastomerów esto-olefinowych napełnianych nanocząsteczkami *in-situ* i funkcjonalizowanych oleinowych elastomerów termoplastycznych. W tym samym okresie zostaną zastosowane technologie łączenia elastomerów na gorąco, mikronatryskiwanie elastomerów termoplastycznych z nanocząsteczkami oraz mieszanie elastomerów z nanonapełniaczami.

W obszarze **biopolimerów** oczekuje się rozwoju branży naturalnych surowców przeznaczonych do zastosowania w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i medycznym. Kierunek taki oparty jest na przekonaniu, że ze względu na ludzkie zdrowie i życie, konieczne jest wykorzystywanie w wyrobach naturalnych składników. Dlatego też istnieje ciągle potrzeba rozwoju ekologicznych i bezpiecznych technologii wyodrębniania biopolimerów o bardzo wysokim stopniu czystości.

Poliestry alifatyczne takie jak np. PLA, PGA i ich kopolimery znajdują szersze zastosowanie w produkcji resorbowalnych implantów medycznych, nośników leków oraz elementów aparatury i sprzętu medycznego o krótkim czasie życia. Przemysł medyczny i farmaceutyczny wykorzysta również polisacharydy. Dzięki doskonałej biogodności oraz aktywności biologicznej chitozanu i alginianów będą one używane w różnej formie do wytwarzania: opatrunków, membran, plastrów, włókien, plecionek, nośników aktywnych substancji itp. Szerokie możliwości modyfikacji alginianów pozwolą na uzyskiwanie różnorodnych materiałów, począwszy od łatwo resorbowalnego alginianu wapnia, poprzez alginian cynku wykazujący właściwości bakteriostatyczne do przewodzącego prąd elektryczny alginianu miedzi.

Jako nośniki i wypełniacze leków w tabletkach będą stosowane pochodne celulozy i skrobi. Funkcjonalizowana celuloza w formie mikrosfer może być użyteczna podczas immobilizowania enzymów i związków aktywnych biologicznie. Dla celów medycznych będzie produkowana celuloza bakteryjna i nanowłókna (metoda elektroprzędzenia). Zastosowanie medyczne znajdzie też heparyna wyodrębniana z materiału zwierzęcego, która zapobiega krzepliwości krwi, dzięki czemu może być stosowana jako materiał powlekający w probówkach i kapilarach do badań krwi. Przewiduje się, że wiodące technologie (np. odklejanie włókna z roślin łykowatych, elektroprzędzenie, otrzymywanie alginianów, produkcja polilaktydów) zostaną wdrożone w latach 2015–2023.

W zakresie **napełniaczy, nanonapełniaczy i materiałów wzmacniających** jako wiodące uważa się ich zastosowanie w motoryzacji i lotnictwie. Szczególny nacisk należy położyć na wydobycie włókna naturalnego metodą dekortykacji i otrzymywanie modyfikowanych napełniaczy na drodze modyfikacji fizycznej. Obniżenie cen pozyskania surowców lignocelulozowych, zmniejszenie masy kompozytów z surowców lignocelulozowych oraz poprawa warunków ekologicznych użytkowania i recyklingu kompozytów z napełniaczami pochodzenia roślinnego będą stanowić decydujący czynnik sprzyjający wizji rozwoju kompozytów termoplastycznych zawierających dodatki pochodzenia naturalnego.

Druga kluczowa technologia sprzyjająca wizji zarówno rozwoju kompozytów termoplastycznych jak i rozwoju motoryzacji i lotnictwa to otrzymywanie nanonapełniaczy na drodze modyfikacji fizykochemicznej. Ocenia się, że największe szanse mają interkalowane glinokrzemiany, co wynika z dostępności złóż surowcowych w kraju i krajach ościennych oraz wszechstronności ich zastosowania. Modyfikowane glinokrzemiany warstwowe (montmorylonity) spełniają rolę czynnika wzmacniającego (nanokompozyty), poza właściwościami mechanicznymi poprawiają także właściwości barierowe (przemysł opakowań), korzystnie wpływają na uniepalnianie tworzyw polimerowych (bezpieczeństwo). Stosowane są jako środki tiksotropowe w przemyśle żywic i farb, a także determinują właściwości materiałów polimerowych. W opinii ekspertów należy rozwijać badania podstawowe w zakresie oddziaływań międzyfazowych, fizykochemii powierzchni oraz wyjaśnienia mechanizmów zachowania się polimerów w kontakcie z nanonapełniaczami. Istotne są również badania dotyczące wpływu czynników występujących podczas przetwarzania na strukturę i właściwości nanokompozytów. Przewiduje się, że pierwsze wdrożenie technologii może mieć miejsce ok. roku 2011; natomiast pełna komercjalizacja nastąpi ok. 2015 roku.

W obszarze **kompozytów polimerowych** rozwijane będą przede wszystkim technologie przydatne do wytwarzania produktów stosowanych w motoryzacji.

Zwiększa się dostęp do rynku europejskiego, a co za tym idzie dostęp do zaawansowanych technologii i materiałów. Skutkuje to opracowaniem nowych krajowych maszyn i urządzeń, oraz wprowadzeniem nowych technologii wytwarzania i przetwarzania materiałów kompozytowych. Rozwija się również rynek związany z produkcją żywic i wzmocnień. Skutkiem tego jest wzrost konkurencyjności krajowego rynku kompozytów w stosunku do rynku zagranicznego i sprzedaż produkowanych wyrobów nie tylko w kraju, ale przede wszystkim za granicę. Ponadto, korzystne uwarunkowania ekonomiczne i społeczne doprowadzą, w krótkim czasie, do szczególnie intensywnego rozwoju w kraju produkcji pojazdów samochodowych. Stanie się to bodźcem do uruchomienia produkcji kooperacyjnej w zakresie materiałów, części i podzespołów. Jednocześnie zachowany zostanie główny czynnik sterujący rozwojem branży motoryzacyjnej — minimalizacja kosztów wytwarzania. Rozwój nowoczesnych konstrukcji samochodowych, wprowadzenie nowych systemów napędu z zastosowaniem układów hybrydowych i paliwa gazowego oraz konieczność zmniejszenia zużycia paliwa będzie sprzyjać wprowadzaniu nowych technologii i materiałów opartych przede wszystkim na kompozytach. Wizja rozwoju motoryzacji może być zrealizowana z zastosowaniem technologii kompozytów termoplastycznych wzmocnianych matami, włóknem węglowym i włóknem pochodzenia naturalnego. Będzie się też opierać na rozwoju infuzyjnych technik formowania z osnową kompozytów utwardzalnych, wytwarzania i stosowania prefabrykatów pultrudowanych, usprawnienia i wdrożenia nowoczesnych technik przetwarzania preimpregnatów SMC oraz maszyn i narzędzi technologicznych, początkowo importowanych, a następnie produkowanych w kraju. Wizja ta przewiduje rozwój większości technologii z zastosowaniem preimpregnatów. Duży udział w elementach konstrukcji będą odgrywały kompozyty wzmocnione włóknami naturalnymi i węglowymi typu SMC i BMC formowane technologiami wtryskiwania i prasowania. Ten kierunek rozwoju wymusi zmiany zarówno w doborze materiałów na elementy karoserii i wyposażenia pojazdów, technologii ich wytwarzania, jak i ich utylizacji. Nastąpi wzrost zastosowania termoplastów wzmocnianych włóknami (długimi szklanymi) oraz matami z takich włókien, intensyfikacja wykorzystania wzmocnień z włókien naturalnych i bazaltowych, a także preform włóknistych (także 3D) wytwarzanych w różnorodny sposób. W zależności od aktualnego stanu prac pierwsze wdrożenia powinny nastąpić w latach 2011—2015, natomiast zastosowanie w skali masowej nie później niż w roku 2020.

Recykling stanowi w scenariuszu optymistycznym ważne ogniwo gospodarki materiałami polimerowymi. Wytworzone i przetworzone materiały polimerowe znajdują zastosowanie w różnych dziedzinach gospodarki. Recykling materiałów polimerowych obejmuje technologie identyfikacji i sortowania oraz zagospodarowa-

nia. Najpowszechniej stosowaną techniką w technologiach sortowania będą metody analizy spektralnej. Metody spektroskopowe w podczerwieni (FT Raman, X-Ray oraz fotoakustyka) należą do najszerzej stosowanych metod analitycznych służących do identyfikacji różnego typu tworzyw polimerowych, a w niektórych przypadkach również do określenia ich jakości i/lub rodzajów obecnych w nich dodatków. Technika ta pozwala w znacznym stopniu zautomatyzować proces separacji i wyeliminować błędy w identyfikacji. Przewiduje się powszechne zastosowanie tych metod od ok. 2011 roku. Wysoce wydajną i ekologiczną metodą redukcji odpadów z równoczesną korzyścią ekonomiczną jest spalanie odpadów z odzyskiem energii. Opłacalność tej metody, znanej i stosowanej już obecnie można uzyskać w wypadku przetwarzania minimum 150 000 Mg odpadów/rok.

W obszarze **transportu** przewiduje się rozwój kompozytów z udziałem polimerów termoplastycznych. Nastąpi dynamiczny rozwój badań nad nowymi kompozytami i nanokompozytami o polepszonych właściwościach oraz zwiększenie liczby wdrożeń i inwestycji prowadzących do otrzymywania nowych materiałów o coraz lepszych właściwościach, dedykowanych do konkretnych zastosowań w środkach transportu. Do najważniejszych technologii należą: spienianie termoplastów, nanoszenie powłok z folii termoplastycznych, recykling, techniki wytwarzania kompozytów wysokonapełnionych, techniki modułowe, wykorzystanie technologii i surowców odnawialnych, niskociśnieniowe wtryskiwanie z prasowaniem, techniki wytwarzania nanokompozytów. Czynnikiem sprzyjającym rozwojowi tego obszaru są: rozwój metod i technologii recyklingu, wykorzystanie technologii i surowców odnawialnych, poprawa właściwości polimerów termoplastycznych i zastępowanie materiałów tradycyjnych, zwiększenie liczby wytwórców i rosnąca liczba mobilnych małych i średnich przedsiębiorstw wytwarzających kompozyty z udziałem polimerów termoplastycznych. Wdrożenie większości technologii nastąpi bezpośrednio po 2010 r.

W **elektronice** przewiduje się zwiększenie zastosowań, w szczególności w fotonice i optoelektronice, cienkich warstw o dużej powierzchni czynnej wykonanych z polimerów domieszkowanych i wielofunkcyjnych. Rozwój technologii wyświetlaczy ciekłokrystalicznych związany jest z konstrukcją nowego typu oświetlania wyświetlaczy LCD tzw. HSOT-II (ang. highly efficient thin backlight). Wykorzystywany materiał to poli(metakrylan metylu) zawierający sferyczne mikrocząstki silikonu. Najważniejszą zaletą polimerów ciekłokrystalicznych w porównaniu z ciekłymi kryształami zawierającymi związki małowcząsteczkowe jest ich większa odporność mechaniczna. Można z nich formować folie, które nie zmieniają swojego kształtu po przejściu do stanu ciekłokrystalicznego oraz wykonywać nietłukące się wyświetlacze. Najważniejsze polimery ciekłokrystaliczne to aromatyczne kopoliestry, kopoliestroamidy. Można

wytwarzać polimery ciekłokrystaliczne pracujące w zakresie do 400 °C. Inna technologia produkcji wyświetlaczy opiera się na polimerowych diodach emitujących światło (PLED), mogących zastąpić wyświetlacze LCD. Technologię tę można wykorzystać do produkcji ogniw fotowoltaicznych. Jej podstawą jest wykonanie cienkich filmów z polimerów zdolnych emitować światło. Najpopularniejsza zasada wytwarzania paneli wyświetlaczy dotykowych oparta jest na czasowo zmiennej oporności materiału w kontakcie np. z palcem. Wykorzystuje się przy tym poliakrylany, poliwęglany lub szkło naniesione na warstwę giętkiej folii poliestrowej, której druga powierzchnia pokryta jest ITO (tlenek indu modyfikowany tlenkiem cyny). Inne popularne zastosowanie to miniaturowe diody świecące (LED). Technologie przewidywane do produkcji tych wyrobów (m.in. laminowanie fluidyzacyjne, procesy prowadzone w promieniowaniu mikrofalowym i radiacyjnym) zostaną wdrożone w latach 2010—2013.

Wykorzystanie materiałów polimerowych w **medycynie** będzie związane z rozwojem materiałów degradablealnych pochodzenia naturalnego otrzymywanych z udziałem celulozy, chitozanu, kwasu mlekowego oraz nowych polimerów z grupy poliaminokwasów. W warunkach polskich racjonalne wydaje się wykorzystanie materiałów polimerowych, których zasadniczym składnikiem są polimery kwasu mlekowego (polilaktydy) oraz materiały wytwarzane z polisacharydów (skrobi, celulozy, chitozanu). Prowadzenie fermentacji w kierunku otrzymywania kwasu mlekowego otwiera możliwości dostępu do dużych ilości surowców odnawialnych do produkcji polilaktydu. Wdrożenie technologii otrzymywania celulozy bakteryjnej pozwoli na rozwój technologii otrzymywania nowej generacji biodegradablealnych plastrów opatrunkowych oraz nowych materiałów na membrany półprzepuszczalne stosowane w dializoterapii. Zwiększenie środków finansowych na prace badawczo-wdrożeniowe, pozwoli na opracowanie technologii otrzymywania nowoczesnych materiałów polimerowych powstających z zastosowaniem chitozanu lub polimerów z grupy poliaminokwasów, które mogą zostać wykorzystywane w systemach pracujących w środowiskach biologicznych jako nośniki do immobilizowania enzymów, do otrzymywania polielektrolitycznych mikro- i nanokapsulek, do produkcji leków o kontrolowanym uwalnianiu oraz jako nośniki białek lub do wytwarzania wektorów niewiralnych. Opracowanie sposobu tworzenia filmów chitozanowych bezpośrednio na skórze pozwoli stosować je w leczeniu ran i oparzeń. Zostaną też opracowane technologie otrzymywania biodegradablealnych matryc polimerowych, z udziałem poliaminokwasów do zastosowań w Systemach Kontrolowanego Dostarczenia Leków. Szybko rozwijająca się inżynieria tkankowa powoduje zapotrzebowanie na nowe materiały polimerowe, o wymaganiach podobnych do tych, jakie są stawiane polimerom stosowanym w farmacji. Można je będzie wykorzystać w bio-

mimetyce jako podłoża do hodowli komórek. Zastosowanie poliasparaginianów jako nowej grupy w pełni biodegradablealnych podłoży do hodowli komórek spowoduje znacznie większą możliwość jej rozwoju. Preferencje dla rozwoju technologii i produkcji polimerów krajowych na potrzeby rynku usług medycznych, pozwolą na wprowadzenie na rynek celulozy bakteryjnej, nowej generacji włókien chitozanowych oraz włókien alginianowych rozpuszczalnych w wodzie oraz płynach ustrojowych. Przewiduje się wdrażanie tych technologii w latach 2015—2020, natomiast ich powszechne zastosowanie po roku 2025.

Zwiększy się zastosowanie w **budownictwie** polimerów napełnionych naturalnymi włóknami wzmacniającymi ich strukturę i ułatwiający recykling. Zakłada się większe niż to ma miejsce obecnie zastosowanie włókien naturalnych do wzmacniania struktury polimerów. Stosowanie napełniaczy otrzymywanych z naturalnych i biodegradablealnych surowców ma za zadanie zmniejszenie obciążenia środowiska przez wyroby zużyte i wybrakowane oraz produkty ich rozpadu powstające w czasie przetwarzania i składowania. Wiele uwagi poświęca się obecnie ekologicznym materiałom budowlanym, do których należą materiały pochodzenia roślinnego m.in.: łodygi miskantusa, słoma konopna i lniana oraz odpadowe włókna z tych surowców. Mogą one stanowić bardzo cenny surowiec do wytwarzania płyt i innych materiałów izolacyjnych. Przewiduje się, że materiały izolacyjne z surowców naturalnych znajdą zastosowanie przede wszystkim w ekologicznym, lekkim budownictwie jednorodzinym i letniskowym do ocieplania ścian, stropów, dachów i wnęk w murach, a także do wypełniania ścian zewnętrznych pokrywanych warstwą tynku. Ponadto włókna lignocelulozowe mogą zastępować włókno szklane szeroko stosowane do wzmacniania kompozytów, dzięki czemu powstaje nowy produkt — bardziej ekologiczny — biokompozyt. Polimerami najczęściej stosowanymi do wytwarzania biokompozytów są: polipropylen, polistyren, polietylen, poli(chlorek winylu); ich temperatura topnienia i przetwarzania jest niższa niż temperatura początku rozkładu termicznego materiału lignocelulozowego (200—220 °C). Oczekuje się, że opracowane kompozyty spełnią kryteria konstrukcyjne. Początek wdrożenia tej technologii (m.in. formowanie rozrostowe, wytlaczanie powlekające, formowanie polimerizacyjne, prasowanie) nastąpi w latach 2012—2013.

Potrzeba optymalnego wykorzystania tworzyw konstrukcyjnych, współpraca w zakresie podwykonawstwa z zagranicznymi koncernami, a także opracowywanie i wdrażanie własnych nowoczesnych technologii wytwarzania konstrukcji kompozytowych w **przemśle lotniczym** prowadzi do opracowywania nowoczesnych wysokosprawnych materiałów kompozytowych. Dostęp do rynku europejskiego oraz większy dostęp do zaawansowanych technologii i urządzeń pozwalają na przyjęcie wizji rozwoju technologii wytwarzania wyso-

kosprawnych kompozytów oraz kompozytów termoplastycznych. Główny nacisk zostanie położony na rozwój technologii związanych z wytwarzaniem kompozytów z zastosowaniem tworzyw termoplastycznych i utwardzalnych matryc polimerowych w połączeniu z zaawansowanymi włóknami wzmacniającymi oraz specjalnymi modyfikatorami. Nastąpi dalszy rozwój samych metod formowania kompozytów, takich jak technologie RTM, technologie nawijania, pultruzja, *automate fiber placement*, ciśnieniowe formowanie na prasach, technika prepregowa. Bardzo duże znaczenie będzie miało zastosowanie nowych rodzajów włókien wzmacniających takich jak: włókna węglowe i karbonizowane, elastyczne włókna bazaltowe, a także wzmocnień o złożonym ułożeniu najczęściej 3D, wykonanych z włókien o wysokiej wytrzymałości i sztywności. Będzie wymagane równoczesne zastosowanie nanotechnologii w zakresie wprowadzania nanododatków metali i nanorurek węglowych, modyfikujących między innymi przewodność elektryczną, modyfikatorów przetwórstwa (np. związków fosforofluoroorganicznych), a także dodatków poprawiających wytrzymałość i palność kompozytów (montmorylonit, nanokrzemionka, nanopory). Kompozyty te będą wyposażone w inne dodatkowe funkcje (np. samoczyszczące powierzchnie). Jednocześnie dzięki ciąglemu usprawnianiu technologii zwiększy się wydajność z równoczesnym zmniejszeniem ilości odpadów poprodukcyjnych. Opracowanie ekonomicznych metod produkcji wzmocnień i matryc polimerowych pozwoli na stworzenie zaawansowanych kompozytów konkurencyjnych na rynku światowym. Podstawowe technologie stosowane do produkcji nanokompozytów wysokosprawnych to: pultruzja, metoda SMC, metoda ciągłego nawijania oraz metody R-RIM i S-RIM.

Kleje i wyroby samoprzylepne będą się intensywnie rozwijać w związku z dużym zapotrzebowaniem na nie w różnych sektorach gospodarki. Przewidywane w scenariuszu technologie otrzymywania klejów i wyrobów samoprzylepnych z ich udziałem to: polimeryzacja dyspersyjna, technologia bezrozpuszczalnikowa z zastosowaniem nowych monomerów funkcyjnych, technologia klejów reaktywnych LVS, technologia bezrozpuszczalnikowa (*hotmelt*). Należy oczekiwać znacznego postępu w zakresie unowocześnienia technologii klejów, pojawienia się nowych rozwiązań recepturowych i technologicznych, które doprowadzą do otrzymania szerokiego asortymentu klejów charakteryzujących się zwiększoną wytrzymałością spoin klejowych, odpornością spoin na różne media, zwiększoną odpornością spoin na starzenie, odpornością cieplną w szerokim zakresie temperatury oraz specjalnymi właściwościami spoin klejowych np. przewodnością elektryczną, cieplną i biodegradowalnością. Wprowadzenie nowoczesnych technologii przyczyni się więc do zwiększenia konkurencyjności polskich klejów na rynku. Rozwijane będą przede wszystkim technologie już znane z zastosowaniem no-

wych składów recepturowych i nowych surowców niosących specjalne funkcje. Przewiduje się wdrożenie tych technologii w skali komercyjnej w latach 2015–2020.

Podobnie jak w przypadku klejów, wykorzystanie **farb i lakierów** z materiałów polimerowych wiąże się z rozwojem różnych dziedzin gospodarki i działalności człowieka. W tym obszarze oczekuje się rozwoju technologii wytwarzania farb wodorozcieńczalnych (z zastosowaniem nanotechnologii). Wyroby tego rodzaju charakteryzują się zmniejszoną zawartością lotnych związków organicznych, większą odpornością mechaniczną z jednoczesnym zachowaniem elastyczności powłoki oraz odpornością na działanie promieniowania UV/VIS. Można uzyskać powłoki funkcjonalne np. powłoki samoczyszczące się. Przewiduje się od 2010 r. ciągły rozwój i sukcesywne wdrażanie technologii z tego zakresu (m.in. farb dyspersyjnych z wodnych dyspersji biopolimerów akrylowych samosieciujących i typu *core-shell*, farb z nanocząsteczkami SiO₂, TiO₂, farb o projektowanych własnościach powłok).

W *scenariuszu realistycznym* założono niższy wzrost wskaźników ekonomicznych państwa oraz słabsze oddziaływanie czynników determinujących rozwój gospodarki materiałami polimerowymi. Takie założenie w pierwszej kolejności przekłada się na przesunięcie w czasie realizacji wizji w poszczególnych obszarach w kierunku późniejszych terminów wdrożeń lub wykorzystania w skali komercyjnej. W mniejszym stopniu założenia wpłynęły na przewidywanie zaistnienia odmiennej wizji rozwoju. Nie wchodząc w szczegółowy opis tego wariantu zaistniałe różnice można zauważyć na graficznych prezentacjach obu scenariuszy rozwoju gospodarki materiałami polimerowymi.

W opracowaniu zawarto zestawienie najistotniejszych priorytetów badawczych oraz rekomendacje wdrożeń wytypowanych technologii w poszczególnych obszarach przetwórstwa materiałów polimerowych uwzględniające metody monitoringu procesu.

Szczegółowe informacje dotyczące założeń, sposobu prowadzenia prac, metod oceny i analizy wyników *foresightu* zostały zaprezentowane w opracowaniach monograficznych: „Wprowadzenie do *foresightu* technologicznego materiałów polimerowych w Polsce” oraz „*Foresight* technologiczny w zakresie materiałów polimerowych. Analiza stanu zagadnienia” (w opracowaniu). Po zakończeniu wszystkich prac w ramach *foresightu* całość opracowania będzie dostępna na stronie internetowej www.foresightpolimerowy.pl.

Krystyna Czaplicka, Henryk Rydarowski,
Jerzy Świądrowski
Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Stanisław Kuciel
Politechnika Krakowska
Józef Ślężiona, Gabriel Wróbel
Politechnika Śląska

WITRYNA

OBRONY PRAC DOKTORSKICH

Temat pracy — *Analiza właściwości wyprasek wytwarzanych w różnych warunkach wypełniania gniazd formy wtryskowej wielogniazdowej*

Doktorant — Tomasz Jaruga, Politechnika Częstochowska, Instytut Przetwórstwa Polimerów i Zarządzania Produkcją, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki

Promotor — dr hab. inż. Elżbieta Bociąga, Prof. Politechniki Częstochowskiej

Recenzenci:

— prof. dr hab. inż. Tomasz Sterzyński, Politechnika Poznańska

— prof. dr hab. inż. Józef Koszkuł, Politechnika Częstochowska

Data i miejsce obrony — 4 października 2007 r., Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki

Głównym celem pracy było zbadanie oddziaływania warunków przepływu tworzywa w kanałach formy, a zwłaszcza kinetyki przepływu i warunków cieplnych na strukturę, krystaliczność oraz właściwości mechaniczne wyprasek uzyskiwanych z poszczególnych gniazd formy wtryskowej wielogniazdowej. Ponadto celem pracy było określenie odpowiednich metod badania przepływu tworzywa w formach wielogniazdowych, a także ocena wpływu warunków przetwórstwa na równomierność wypełnienia gniazd formy. Celem aplikacyjnym było określenie, jak należy ustalać warunki wtryskiwania, aby uzyskać jednakowe właściwości wyprasek.

Analizowano proces wypełniania tworzywem 16-gniazdowej badawczej formy wtryskowej z równoległym układem gniazd oraz układem kanałów doprowadzających zrównoważonych geometrycznie. Gniazda formy były podzielone na cztery sekcje — w każdej z nich gniazda miały określony kształt geometryczny. Do badań wykorzystano różne tworzywa, zarówno amorficzne (ABS, PS), jak i częściowo krystaliczne (PE-LD, PE-HD, PP, POM) oraz kompozyt (PE-LD napełniony talkiem). Do analizy wypełniania formy wykorzystano metodę krótkich wtrysków. W trakcie realizacji pracy opracowano dwie metody badawcze, umożliwiające badanie przepływu tworzywa w formie: metodę dodawania barwnika do tworzywa oraz uzyskiwania linii przepływu widocznych na powierzchni wyprasek poprzez odpowiedni dobór warunków wtryskiwania. Metody te są tanie i łatwe w realizacji, również w warunkach przemysłowych. Równomierność wypełnienia gniazd oceniano także ilościowo na podstawie pomiarów masy i

powierzchni wyprasek z poszczególnych gniazd. Stwierdzono, że pomimo zastosowania układu kanałów doprowadzających zrównoważonych geometrycznie, gniazda formy nie są wypełniane jednocześnie. Zaobserwowano określoną kolejność ich wypełniania, jednakową w każdej z sekcji oraz powtarzającą się w wypadku różnych warunków wtryskiwania i różnych tworzyw. Najszybciej wypełniane były gniazda znajdujące się w środku formy. Praca obejmowała również symulacje komputerowe przepływu tworzywa w formie.

Analiza wpływu warunków wtryskiwania wykazała, że na powstawanie znaczących różnic masy wyprasek z poszczególnych gniazd największy wpływ mają duże wartości ciśnienia docisku. W celu uniknięcia nadmiernych różnic masy, a w konsekwencji także innych właściwości wyprasek, należy unikać ustawiania nadmiernych wartości ciśnienia docisku.

Wykonano pomiary temperatury formy wtryskowej metodą termowizyjną i za pomocą czujników termoelektrycznych oraz obliczono wartości liczb kryterialnych Camerona i Brinkmana, co umożliwiło określenie charakteru wymiany ciepła podczas wtryskiwania tworzywa do rozpatrywanej formy. Stwierdzono, że wyższa temperatura występuje w środku formy, w okolicy centralnego kanału wtryskowego. Analiza wartości liczb kryterialnych wskazuje jednak na to, że nie ma to decydującego wpływu na wypełnianie formy.

Praca obejmowała również badania mikroskopowe wyprasek i elementów tworzywa zestalonego w kanałach doprowadzających. Określono orientację napełniacza w kompozycie PE-LD napełnionym talkiem, wykorzystując metodę elektronowej mikroskopii skaningowej. Wyniki obserwacji metodą mikroskopii umożliwiły pomiar grubości naskórka w tworzywie z kanałów doprowadzających oraz analizę linii przepływu widocznych w strukturze tworzywa PE-HD z dodatkiem barwnika. Stwierdzono, że na proces niejednoczesnego wypełniania gniazd wpływa kinetyka przepływu, a szczególnie zmiana kierunku przepływu tworzywa w kanałach doprowadzających, powodująca powstawanie asymetrii frontu strumienia tworzywa.

Wykonano badania struktury i właściwości wyprasek z PP i POM; zbadano wielkość sferolitów oraz wyznaczono stopień krystaliczności metodą DSC. Określono również dynamiczne właściwości mechaniczne wyprasek metodą DMTA oraz wytrzymałość na rozciąganie i mikrotwardość warstwy wierzchniej. Wykazano, że pomimo zastosowania w formie układu kanałów doprowadzających zrównoważonych geometrycznie, wypras-

ki z poszczególnych gniazd różnią się właściwościami, na co ma wpływ niejednoczesne wypełnianie gniazd oraz zróżnicowanie temperatury ścianki formy.

Temat pracy: *Badanie kinetyki fotopolimeryzacji oraz dynamiki molekularnej układów dwuskładnikowych*

Doktorant — Agnieszka Marcinkowska, Politechnika Poznańska

Promotor — dr hab. inż. Ewa Andrzejewska, prof. Politechniki Poznańskiej

Recenzenci:

— prof. dr hab. inż. Stanisław Kucharski, Politechnika Wroclawska

— prof. dr hab. Jerzy Pączkowski, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Data i miejsce obrony — 11 grudnia 2007 r., Politechnika Poznańska

Miejsce wykonania — Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej

Celem pracy było zbadanie kinetyki fotopolimeryzacji układów dwuskładnikowych monomer/monomer oraz monomer/polimer w zależności od składu kompozycji i temperatury pomiaru oraz określenie dynamiki molekularnej tych układów w funkcji temperatury. Obydwa wątki są ze sobą ściśle związane ze względu na wpływ lepkości zarówno na przebieg fotopolimeryzacji, jak i właściwości lepkoelastyczne badanych kompozycji. Do badań wykorzystano izotermiczną różnicową kalorymetrię skaningową oraz spektroskopię Brillouina.

Zbadano sześć układów monomer/monomer składających się każdy z 5–13 kompozycji różniących się stosunkiem molowym monomerów oraz dwa układy monomer/polimer składające się każdy z 3–11 kompozycji o różnej zawartości procentowej polimeru. Układy monomer/monomer zawierały monomery o dużej i o małej lepkości (w zakresie 0,0023–1000 Pa · s), zdolne lub niezdolne do tworzenia wiązań wodorowych oraz polimeryzujące liniowo lub z sieciowaniem. Badania prowadzono w szerokim zakresie temperatury: w przypadku kinetyki fotopolimeryzacji zakres ten wynosił 20–70 °C (co 10 °C), a w przypadku spektroskopii Brillouina 15–70 °C oraz -50–90 °C (co 2 °C), w zależności od układu.

Badania metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej pozwoliły wyznaczyć szybkość fotopolimeryzacji w funkcji czasu naświetlania i stopnia przereagowania podwójnych wiązań. Na podstawie danych uzyskanych z widm rozpraszania światła metodą Brillouina obliczono prędkość rozchodzenia się fali akustycznej oraz współczynnik ściśliwości adiabatycznej i współczynnik tłumienia fali akustycznej. W wypadku wszystkich badanych układów wyznaczono też średni czas procesu relaksacji, moduły akumulacji i stratności oraz energie aktywacji szybkości polimeryzacji (dla małych stopni przereagowania wiązań podwójnych i w maksimum

szybkości polimeryzacji) i energii aktywacji lepkości, a także energie aktywacji procesu relaksacji wybranych układów.

Analiza otrzymanych wyników wykazała, że kompozycje, w których propagacja już od małych konwersji hamowana jest przez dyfuzję z powodu zbyt dużej lepkości (mierzonej przy małych częstościach), należą również do kompozycji o dużej lepkości z punktu widzenia częstotliwości Brillouina, a więc tworzących uporządkowane struktury molekularne. Można zatem przypuszczać, że procesy relaksacyjne mogą mieć wpływ na kinetykę fotopolimeryzacji.

Temat pracy — *Nanokompozyty kopolimerów blokowych styrenu i izoprenu napełniane cząstkami mikrożelu silseskwioksanowego szczepionego styrenem*

Doktorant — Leszek Jakuczek, Politechnika Wroclawska

Promotor — prof. dr hab. inż. Danuta Żuchowska, Politechnika Wroclawska

Recenzenci:

— prof. dr hab. inż. Zbigniew Roslaniec, Politechnika Szczecińska

— dr hab. inż. Ryszard Steller, prof. Politechniki Wroclawskiej

Data i miejsce obrony — 18 stycznia 2008 r., Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny

Miejsce wykonania — Politechnika Wroclawska, Wydział Chemiczny

Celem pracy było zbadanie struktury oraz właściwości nanokompozytów kopolimerów blokowych styrenu i izoprenu napełnionych cząstkami mikrożelu silseskwioksanowego zaszczipionego polistyrenem.

Mikrożele otrzymano metodą syntezy zol-żel w mikroemulsji. Średnicę nanocząstek oraz ilość immobilizowanego na nich inicjatora polimeryzacji styrenu regulowano odpowiednio za pomocą stężenia surfaktanta i modyfikatorów silanowych. Jako makroinicjatory procesów wolnorodnikowej polimeryzacji kontrolowanej wg mechanizmu ATRP, katalizowanej solami miedzi użyto mikrozele o średnicy 11–25 nm, regularnym kształcie i całkowicie pozbawione aglomeratów. Otrzymano napełniacze o strukturze *core-shell* (ziarno-skorkupa) różniące się ciężarem cząsteczkowym (8300–29500) i gęstością zaszczipienia łańcuchów PS (0,19–0,60 nm⁻²). Strukturę mikrozele oraz cząstek *core-shell* zbadano metodami rozpraszania światła i promieni X (DLS/SLS, SAXS), mikroskopii elektronowej (TEM/SEM), termogravimetrii (TGA), kalorymetrii DSC oraz spektroskopii NMR.

Na podstawie wyników badań nanokompozytów homopolistyrenu i kopolimerów dwublokowych styren-izopren z nanocząstkami *core-shell* wyznaczono zakresy wartości parametrów, takich jak: gęstość zaszczipienia i ciężar cząsteczkowy łańcuchów otoczki oraz sto-

sunek wymiarów geometrycznych nanocząstek i modyfikowanych domen, w wypadku których uzyskane kompozyty miały optymalne właściwości, a napełniacz nie ulegał aglomeracji. Na podstawie tych wyników zaprojektowano nanokompozyty z udziałem kopolimerów trójblokowych styren–izopren–styren (SIS).

Do otrzymania nanokompozytów kopolimerów SIS o cząstkach typu *core-shell* używano dwie matryce, różniące się rozmiarem domen fazy szklistej. Selektywna modyfikacja matrycy kopolimeru SIS zależy od czynników geometrycznych, tj. stosunku wymiarów nanocząstki do modyfikowanej domeny — d/L i zaobserwowano ją w wypadku układów o $d/L \leq 1,0$. Stwierdzono, że optymalna zawartość nanocząstek w matrycy kopolimeru SIS wynosi ok. 2,5 %, co powoduje zwiększenie wytrzymałości doraźnej (do 60 %) oraz wydłużenia przy zerwaniu, przy jednoczesnym zmniejszeniu wartości naprężeń charakterystycznych przy 100 % i 300 % wydłużenia. Strukturę kompozytów zbadano m.in. technikami SAXS, SEM i DSC. Badania właściwości reologicznych metodą reometrii oscylacyjnej dowiodły dużego wpływu ciężaru cząsteczkowego łańcuchów otoczki na przebieg procesów relaksacji segmentalnej i terminalnej matrycy.

Opracowano nowy rodzaj nanokompozytów otrzymanych z blokowych kopolimerów SIS, w których domeny PS są selektywnie modyfikowane za pomocą cząstek o strukturze *core-shell*. O właściwościach mechanicznych (wzmocnieniu) tych nanokompozytów decyduje liczba spletań między blokami PS a łańcuchami otoczki cząstek o strukturze *core-shell*.

Temat pracy — Wpływ zmian w strukturze na właściwości mechaniczne poliamidu z włóknem szklanym w warunkach obciążeń długotrwałych

Doktorant — Aneta Liber-Kneć, Politechnika Krakowska, Katedra Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki

Promotor — prof. dr hab. inż. Stanisław Mazurkiewicz, Politechnika Krakowska

Recenzenci:

— prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski, Politechnika Lubelska

— prof. dr hab. inż. Aleksander Muc, Politechnika Krakowska

Data i miejsce obrony — 31 stycznia 2008 r., Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny

W pracy podjęto próbę oceny wpływu obciążeń zmiennych w czasie na strukturę i właściwości mechaniczne kompozytu poliamidowego z włóknem szklanym (25 % i 50 % masowo włókna w osnowie) produkowanego przez Zakłady Azotowe S.A. w Tarnowie. Wykonano badania pod obciążeniem zmiennym (cztery narastające poziomy obciążenia, różna liczba cykli). Oceniono zmiany modułu sprężystości, odkształcenia

i energii dyssypacji w funkcji liczby cykli obciążenia. Na fotografiach zglądów i przełomów pokazano charakterystyczne przekształcenia struktury i zmiany na granicy osnowa—włókno. Badania rentgenograficzne pozwoliły na zidentyfikowanie faz krystalograficznych występujących w poliamidzie i jego kompozytach oraz ocenę wpływu procesów zmęczeniowych na kierunki ich zmian. Metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej określono stopień krystaliczności na różnych etapach zmęczenia kompozytów. Do oceny zmian parametrów stereologicznych włókna szklanego w kompozycie poliamidowym pod wpływem obciążeń zmiennych w czasie wykorzystano metody komputerowej analizy obrazu. Równoczesna ocena zmian właściwości mechanicznych kojarzona ze zmianami struktury kompozytów poliamidu wzmocnianego włóknem szklanym, zachodzących w wyniku obciążeń zmiennych w czasie, pozwoliła na częściowe wyjaśnienie związków przyczynowo skutkowych pomiędzy zmianami struktury a formami zniszczenia na poszczególnych etapach zmęczenia, co było zasadniczym celem pracy. Poznanie zależności między strukturą i właściwościami umożliwi otrzymanie kompozytów o lepszych właściwościach użytkowych poprzez odpowiedni dobór ich składu. Wybrane wnioski płynące z przeprowadzonych badań i wykonanych obliczeń są następujące:

— W wypadku większej zawartości włókna w kompozycie graniczna liczba cykli, przy której następuje zniszczenie, obniża się w odniesieniu do poziomu siły maksymalnej. Ze wzrostem obciążenia zwiększa się odkształcenie i energia dyssypacji, natomiast zmniejsza się moduł sprężystości w stosunku do modułu wyznaczonego w wypadku obciążeń statycznych.

— Faza krystaliczna jest mieszaniną fazy α i γ , przy czym dominująca jest faza α , natomiast w czystym poliamidzie 6 (Tarnamidzie T-27) dominuje faza γ . Wprowadzenie włókna szklanego do poliamidu powoduje zmianę przebiegu krystalizacji, ze względu na obecność włókna i związane z tym wolniejsze chłodzenie wtryskiwanej kształtki, co sprzyja tworzeniu się fazy α .

— W trakcie działania obciążeń zmiennych w czasie następuje przemiana polimorficzna PA, w skutek czego zmienia się proporcja pomiędzy fazami poliamidu α i γ oraz rozdrobnienie obszarów krystalicznych — sferolitów, co można uznać za jedną z przyczyn dekohezji.

— Zniszczenie kompozytu może następować na skutek: a) wysokiego poziomu siły wymuszającej w zakresie zmęczenia niskocyklowego poprzez kruche pęknięcie osnowy i dekohezję włókien; b) nagrzewanie lepkością osnowy z przemianą faz (towarzyszy temu wyciąganie włókien z osnowy, pęknięcie i rozdrabnianie włókien).

Efektom tych zjawisk jest dominacja przełomu ciągłego na obrazach mikrostruktury kompozytów.

Możliwość kształtowania właściwości mechanicznych poprzez uzyskanie odpowiedniej struktury osnowy na etapie przetwórstwa, odpowiedni dobór ilości

i długości włókna, pozwala poprawiać właściwości mechaniczne materiałów kompozytowych, obniżać ich cenę i wskazywać nowe kierunki zastosowań (co poka-

zono w pracy na dwóch przykładach). Rozprawa doktorska została wydana w formie książkowej ISBN 978-83-917129-8-6.

KONFERENCJE i TARGI

Tworzywa sztuczne na 17. Międzynarodowych Targach Tworzyw Sztucznych i Kauczuku „K 2007” Düsseldorf, 24—31 października 2007 r. — Cz. 2

Środki pomocnicze

W ofercie nowych środków pomocniczych zwracało uwagę duże zainteresowanie nukleantami zwiększającymi przezroczystość polipropylenu. Jest to miarą znaczenia, jakie w ogromnej branży opakowań mógłby stanowić przezroczysty polipropylen, będąc cenowym (i w różnych aspektach jakościowym) konkurentem dla polistyrenu, SAN-u, PET-u i innych tworzyw z natury przezroczystych, a także szkła. Firma Ciba pokazała „Irgaclear XT 386” umożliwiający dodatkowo skrócenie cyklu wtryskiwania wyrobów cienkościennych i stosowanie w produkcji pojemników metodą wytłaczania z rozdmuchiwaniami „przy dwunastokrotnie mniejszym zużyciu w porównaniu z produktami konwencjonalnymi”. „Rikaclear PC 1” firmy Rika „nie jest acetalem sorbitolu, zapewnia stabilność cieplną i dobre wyważenie właściwości mechanicznych (sztywności/udarności)”. Milliken Chemical, tradycyjny pionier produkcji nukleantów do PP zaprezentował „Millad NX 8000”, który w porównaniu z dotychczas stosowanym „Milladem 3988i” ma niższą temperaturę topnienia i łatwiej rozpuszcza się w stopionym polipropylenie, a jednocześnie ma wyższą o 2—3 K temperaturę krystalizacji, dzięki czemu szybciej następuje zestalenie tworzywa w procesie formowania wyrobu. W rezultacie stosowania stężenia 4000 ppm nowy nukleant zapewnia zmniejszenie o połowę szczytkowego zmętnienia w stosunku do tego, które pozostaje przy stosowaniu nukleanta dotychczasowego i to (bardzo ważne!) niezależnie od grubości ścianki wyrobu. Umożliwi to uzyskanie nie tylko przezroczystych pojemników cienkościennych (wtryskiwanych, termoformowanych czy rozdmuchiwanych), ale także grubościennych „szkło podobnych” (np. do opakowań kosmetyków — dotychczas wykonywanych głównie z jonomerów). Można się domyślać, że nowy nukleant ma — podobnie, jak wcześniejszy — budowę chemiczną opartą na sorbitolu. Nieujawnioną budowę chemiczną ma drugi nowy nukleant Millikena — „Hyperform HPN20E”, który może być stosowany w polipropylenie, ale jest także pierwszym nukleantem modyfikującym właściwości użytkowe polietylenów, zwiększając prze-

zroczystość, sztywność i właściwości barierowe wobec pary wodnej. Został on ostatnio dopuszczony do kontaktu (w tworzywach) z żywnością, co otworzyło szerokie perspektywy jego wykorzystania w pakowaniu żywności w polietylenowe pojemniki i folie (jedno- i wielowarstwowe).

Producenci bieli tytanowych pokazali swoje nowe produkty: Huntsman reklamował „Deltio 5X” — proszek niepylący o dobrej sypności, ulegający łatwo dyspersji, o dużej zdolności krycia i świetnej bieli z niebieskawym odcieniem (97,4 % TiO₂, powlekany Al₂O₃ z preparacją organiczną, gęstość pozorna 1,4, powierzchnia właściwa 6,6 m²/g), a firma Tronox zachwalała „Tronox 8400” otrzymywany w procesie chlorkowym, o bardzo dobrej zdolności krycia i jaskrawej bieli z niebieskim odcieniem, przeznaczony do stosowania w poliolefinach (w postaci przedmieszki). Holliday Pigments wystawił ultramarynę o specjalnie dla tworzyw polimerowych zwiększonej odporności na kwasy — „Premier XAR”. Tworzywa barwione tym pigmentem były godzinami wystawione na działanie stężonych kwasów — solnego i siarkowego, bez żadnej zmiany barwy tworzywa. Można stąd przypuszczać, że tworzywo takie wystawione na działanie atmosferyczne nawet z udziałem kwaśnych deszczów nie zmieni zabarwienia w toku użytkowania. Nowe pigmenty organiczne pokazała Ciba: „Cromophthal Yellow 4GV” to żółcień z zielonkawym odcieniem o bardzo dużej intensywności barwy, który w połączeniu z odpowiednim pigmentem niebieskim umożliwia uzyskanie całej gamy odcieni w skali żółty — zielony — niebieski bez narażania wyrobów z poliolefin na wichrowanie i korozję naprężeniową; „Cromophthal DPP RedTFP” jest czerwienią z grupy diketopyrrolopyrroli. Do tej samej grupy należy także czerwień „PV-Echtrot D3GW” wystawiona przez firmę Clariant, która pokazała także drugą nową czerwień — „PV-Echtrot HGR”. Wszystkie te pigmenty charakteryzują się dużą efektywnością barwienia, łatwością dyspergowania, bardzo dobrą wytrzymałością cieplną i światłotrwałością. Specjalnymi barwnikami do barwienia tworzyw sieciujących (szczególnie poliuretanów) są barwniki „Reaktint” firmy Milliken Chemical. Są one związkami chemicznych

mi, w których do grup chromoforowych w cząsteczce dołączone są łańcuchy polioli; mają postać jednorodnej cieczy, która miesza się z poliolami. Wprowadzone w takiej postaci do środowiska reakcji tworzenia poliuretanów czy poliestrów cząsteczki barwnika wbudowują się w strukturę polimerów nadając im intensywne zabarwienie dzięki cząsteczkowemu rozproszeniu. Kilka firm proponuje tzw. pigmenty strukturalne umożliwiające uzyskanie atrakcyjnych efektów dekoracyjnych (np. „XYMARA Nordic” Ciby). Ponieważ jednak propozycje różnych firm są do siebie podobne i często nie stanowią nowości w skali światowej, ograniczę się do tego, co pokazał pionier produkcji i stosowania takich pigmentów — firma Merck. Pigmenty serii „Miraval 532. Scenic” są mikropłytkami z syntetycznego borokrzemianu wapniowo-glinowego o wielkości 10–100 μm , powleczone mikrowarstewkami tlenków krzemu i tytanu o ściśle kontrolowanej grubości (od niej zależą efekty barwne uzyskiwane w wyniku interferencji). Na Targach pokazano efekty barwne Gold, Copper i Turquoise. Firma Ciba wystawiła farbę drukarską „XYMARA Quicksilver SF-02” do płaskiego druku sitowego, dzięki której można uzyskać na wyrobach z tworzyw nadruki o optymalnym poziomie przyczepności i niezakłóconego, lustrzanego efektu metalicznego, będącego alternatywą dla druku na gorąco czy metalizacji. Producenci przedmieszek (tzw. „masterbatch”) i gotowych barwionych granulatów dostosowują swoją ofertę do specyficznych potrzeb wyspecjalizowanych technologii przetwarzania i kierunków wykorzystania wyrobów: biokompatybilnych, do stosowania w medycynie i farmacji (np. „Uni-Colour” — RTP Company), do barwienia PLA, do barwienia kompozytów tworzywo/drewno i in.

Specyficznymi dodatkami do tworzyw polimerowych (także lakierów, włókien itp.) są substancje nadające im właściwości antymikrobowe, chroniąc przed rozwojem bakterii, wirusów, grzybów, pleśni, drożdży itp. Rolę czynną spełniają tu jony srebra uwalniające się z nośnika pod wpływem wilgoci. Nośnikami tymi, pokazanymi jako nowe produkty na Targach, były: „HeiQ-Silver AGS-20” firmy HeiQ Materials, zawierający 20 % srebra w postaci nanocząstek wielkości 5–20 nm rozproszonych w mikroziarnach amorficznej krzemionki o wymiarach 0,1–1 μm , mający gęstość pozorną około 0,1, o bardzo dobrej odporności na światło, łatwo dający się rozprowadzić w tworzywach i cieczach, wytrzymujący przetwórstwo nawet w 400 °C, oferowany w postaci czystej (jasnobrązowego proszku), jako przedmieszki w tworzywach, lub jako dyspersje wodne, oraz „Alpha-San” firmy Milliken, będący zawiesiną srebra w żywicy — wymienniczu jonów osadzonej na ceramice opartej na fosforanie cyrkonu. Udział tych dodatków w tworzywie zależy od rodzaju wyrobu, a także od warunków i czasu jego użytkowania (już 1-proc. stężenie może być skuteczne). Biorąc pod uwagę, że stosowanie ich nie tylko zapobiega rozwojowi mikroorganizmów, ale i niepożądanym skutkom ich „działalności” (nieprzyjemnym za-

pachom, zmianom barwy, plamom itp.), nie dziwi wzrastające zainteresowanie producentów tymi dodatkami.

Konieczność stopniowej (do 2015 roku) rezygnacji ze stosowania w przetwórstwie PVC stabilizatorów ołowiwowych zmusiła przetwórców do szukania rozwiązań alternatywnych, a producentom stabilizatorów stworzyła nowe pole do działania. Pokazali stabilizatory nie zawierające ołowiu ani innych ciężkich metali, a niektóre niezawierające nawet cynku. I tak Baerlocher, nie rezygnując na razie z produkcji tradycyjnych stabilizatorów barowo-cynkowych, wapniowo-cynkowych i merkaptydów metylocynowych, oferuje wapniowe stabilizatory „Baeropan SMS” i „Baeropan TX” do wytłaczania powłok kablowych, rur i profili z PVC, a „Baerostab NT 352-IP” nawet do produkcji przezroczystych i pigmentowanych sztywnych folii metodą kalendrowania (dopuszczonych do kontaktu z żywnością). Innovative Kunststoffanbereitung (IKA) — nowy producent stabilizatorów wapniowo-cynkowych w ChemiePark Bitterfeld-Wolfen udowadnia, że jego stabilizatory mają lepsze efekty stabilizacji cieplnej i świetlnej (badanej tradycyjną metodą na krążkach folii) niż typowe układy ze związkami ołowiu.

Katena Additives oferuje stabilizatory „GreenStab” niezawierające metali ciężkich ani cynku, składające się tylko z komponentów organicznych. W zależności od typu mogą mieć postać stałą lub ciekłą i przy odpowiednim doborze spełniają swoją rolę w każdej metodzie przetwórstwa (z plastizolami włącznie). „GreenStab-TEAP” to kostabilizator będący nietoksycznym związkiem organicznym o temperaturze mięknienia 130 °C i topnienia 180 °C, stosowanym w stężeniu 0,1–1 %, który zwiększa efektywność tradycyjnych stabilizatorów zawierających ołów i inne metale, a przez to umożliwia zmniejszenie ich dozowania w procesach, które jeszcze te stabilizatory wykorzystują. Chemtura (największy w świecie producent środków pomocniczych) oferuje „Mark OBS” — stabilizatory oparte na związkach organicznych, których stosowanie w zmięczonym PVC jest bardziej opłacalne, niż używanie do tego celu stabilizatorów wapniowo-cynkowych.

Chemtura pokazała także stabilizator cieplny — antyutleniacz fosfitowy niezawierający nonylofenolu „Weston NPF 705” do polietylenów, PVC i SBR. Jest stosowany obecnie w opakowaniach przemysłowych, ale spodziewane dopuszczenie do kontaktu z żywnością (w tworzywach) otworzy mu nowy rynek zastosowań opakowaniowych. Clariant oferuje antyutleniacz fenolowy „Hostanox O3”. Jest on bardzo efektywny, odporny na hydrolizę i wysoką temperaturę, opóźnia także odbarwienie się polimerów w warunkach ekstremalnych oraz przedłuża żywotność wyrobów (np. rur) podlegających działaniu mediów o właściwościach ekstrakcyjnych (jak woda czy oleje). Polecany jest szczególnie do wyrobów barwionych na żółto (np. rur do gazociągów). Ciba proponuje stosowanie bezfenolowego antyutlenia-

cza „Irgastab FS 533” do stabilizacji polipropylenu przetwarzanego na włókno cięte lub ciągłe. Wytwarzane z tym dodatkiem włókna mają zapewnioną długotrwałą odporność na działanie podwyższonej temperatury i światła w takich zastosowaniach, jak dywany, pokrycia tapicerskie czy geotekstyli. Innym antyutleniaczem zalecanym przez Cibę jest „Irgatec NC66”, który umożliwia pełne wykorzystanie potencjalnych możliwości użytkowych nanokompozytów poliolefinowych dzięki poprawieniu stabilności podczas przetwarzania, umożliwieniu przyspieszenia przetwórstwa, zmniejszeniu żółknięcia w czasie starzenia, zwiększeniu długotrwałej stabilności cieplnej i świetlnej i ograniczeniu wydzielania zapachu podczas przetwarzania.

Nowy absorber ultrafioletu oferuje Clariant — „Hostavin B-CAP”; w odróżnieniu od typowych absorberów nie jest wrażliwy na jony metali z katalizatorów ani innych zanieczyszczeń pochodzących z polimeryzacji. Umożliwia on znaczne opóźnienie (lub nawet eliminację) pojawiania się żółknięcia czy zmiany barwy tworzywa poddanego ekstremalnym warunkom eksploatacyjnym. W kombinacji z innymi stabilizatorami jest predysponowany do długotrwałej stabilizacji świetlnej płyt z przezroczystego poliwęglanu stosowanych w budownictwie. Ciba opracowała „Tinuvin PUR866” — stabilizator świetlny przeznaczony do ochrony termoplastycznych poliuretanów przed zmianami barwy pod działaniem światła. Sam stabilizator nie ma żadnego wpływu na zabarwienie polimeru, nadając się także do stosowania w tworzywie przezroczystym i barwionym na jasne kolory. Także „ClearShield” Millikena jest absorberem ultrafioletu o ściśle określonym przeznaczeniu, dodawany do PET w czasie produkcji opakowań umożliwia nawet 400-proc. przedłużenie czasu ochrony ich zawartości przed ujemnymi skutkami działania ultrafioletu.

Du Pont rozpoczął produkcję antystatyków „Entira Antistat SD100” i „Entira Antistat 500”, które nie mają właściwości dyfuzyjnych i nie migrują na powierzchnię wyrobów, pozostając trwale rozproszone w całej strukturze tworzywa. Nadają się do stosowania w poliolefinach i innych polimerach, nadając im trwale właściwości rozpraszania antystatycznego, zapewniając estetyczny wygląd, zachowanie barwy i ewentualnej przezroczystości tworzywa oraz jego gładkiej powierzchni, która ma dobrą adhezję i nadaje się do drukowania.

Trwały antystyk „Irgastat P” firmy Ciba nadaje się (jak i poprzednie) do stosowania w opakowaniach chroniących elementy elektroniczne przed zniszczeniem oraz produkty łatwopalne i wybuchowe przed pożarem lub eksplozją.

Firma RTP Company (USA) proponuje eliminację ładunków statycznych przez stosowanie tworzyw przewodzących, zawierających nanorurki węglowe. Produkuje ona takie mieszanki z siedmioma różnymi tworzywami.

Firma Clariant rozszerzyła paletę produkowanych antypirenów „Exolit OP” (na fosfinianach metali) niezawierających chlorowców, przeznaczonych do tworzyw konstrukcyjnych.

„Exolit OP1312” sprawdził się w zmniejszaniu palności poliamidów 6 i 6.6 wzmocnionych włóknom szklanym, „Exolit OP1230” natomiast dzięki wyjątkowej stabilności nadaje się także do stosowania w poliamidach wysokotemperaturowych. „Exolit OP1240” — opracowano specjalnie jako dodatek do poliestrów (PBT i PET) stosowanych w elektrotechnice i elektronice, gdzie wymagania ochrony pożarowej i środowiska są szczególnie rygorystyczne. „Exolit OP935” dzięki swej stabilności cieplnej jest stosowany w tej samej branży jako składnik układu antypirenowego w produkcji bezchlorowcowych płyt obwodów drukowanych do lutowania bezołowiowego. Wg opinii producenta, do zmniejszania palności kompozytów poliolefinowych z drewnopochodnymi i włóknami naturalnymi najlepiej nadaje się „Exolit AP422”, który już w przypadku niewielkiego dodatku zapewnia produktom spełnianie wymagań przeciwpożarowych obowiązujących w budownictwie.

Clariant jest także producentem kompatybilizatorów, które ułatwiają mieszalność i zwiększają adhezję powierzchniową poliolefin w tych właśnie kompozytach. Kompatybilizatory są produktami szczepienia bezwodnika maleinowego na polietylenie („Licolene PE MA4351TP”) lub polipropylene („Licolene PP MA6452TP”) i dobiera się je do odpowiednich poliolefin na zasadzie podobieństwa budowy chemicznej. Efektem stosowania kompatybilizatorów są lepsze właściwości mechaniczne (twardość, udarność i sztywność) kompozytów, zmniejszenie ich podatności na rozłupywanie się i łamanie, a także zmniejszenie wodochłonności i dzięki temu poprawienie stabilności wymiarowej.

Wśród specjalnych napełniaczy pokazanych na Targach największe zainteresowanie wzbudziły nanorurki węglowe „Baytubes” (Bayer Material Science). Mają one różną strukturę od jedno- do wielowarstwowej (bez segregacji), są już produkowane w ilości 60 t/rok, w cenie 120—150 Euro/kg. Jeżeli porówna się sytuację w zakresie skali produkcji i ceny z wcześniej obserwowaną historią rozwoju produkcji włókien węglowych, można chyba być optymistą co do dostępności nanorurek w przyszłości (tym bardziej, że ich udział w tworzywach jest znacznie mniejszy, niż włókien węglowych — nie przekracza 5 %).

Innym interesującym napełniaczem są puste mikrokulki ze szkła niskoalkalicznego (borokrzemianowego) — „Performance Additive iM30K” firmy 3M. Mikrokulki (o średnicy 17 µm) wytrzymują ciśnienie izostaticzne 200 MPa, mogą więc być stosowane we wszystkich procesach przetwórstwa tworzyw, całkowicie lub częściowo zastępując wcześniej używane napełniacze nieorganiczne o ziarnistej strukturze. Można w ten sposób uzyskać zmniejszenie do 30 % masy wyrobów bez pogorszenia ich jakości, przy skróceniu cyklu produkcyjnego. Firma Emerson & Cuming z Trelleborga produkująca także puste mikrokulki „Eccospheres” nie jest tu konkurentem,

gdyż jej produkty nie wytrzymują tak wysokiego ciśnienia izostaticznego i mogą być stosowane tylko w niektórych, niskociśnieniowych metodach przetwórstwa tworzyw polimerowych.

Bogusław Misterek
Redakcja czasopisma „Polimery”

20. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren (20. Konferencja „Przetwórstwo i Zastosowanie Polimerów”) Chemnitz, Niemcy, 15—17 listopada 2007 r.

XX. jubileuszowa edycja Konferencji została zorganizowana przez Instytut Budowy Maszyn i Technologii Materiałów Polimerowych Uniwersytetu Technicznego Chemnitz (prof. Michael Gehde), przy współudziale dwóch liczących się jednostek badawczo-rozwojowych w dziedzinie materiałów polimerowych w Saksonii, tj. Centrum Materiałów Polimerowych w Lipsku (dr Peter Bloß) oraz Instytutu Leibniza Badań Polimerów w Dreźnie (prof. Udo Wagenknecht). W przygotowaniu Konferencji aktywnie uczestniczyło konsorcjum naukowo-techniczne: *Sieć Dostawców — Technologie i Techniki Polimerowe dla Przemysłu Motoryzacyjnego w Saksonii* (AMZK), co wskazuje, że jednym z jej istotnych celów była prezentacja rozwiązań już realizowanych w praktyce.

W ceremonii otwarcia Konferencji uczestniczyła Pani Barbara Ludwig — Nadburmistrz miasta Chemnitz, która w swoim wystąpieniu podkreśliła istotną rolę przemysłu materiałów polimerowych w rozwoju gospodarki, w tym przemysłu motoryzacyjnego, zarówno w mieście, jak i w całej Saksonii. Zgodnie z tradycją, inauguracyjny wykład plenarny pt. „Sytuacja niemieckiego przemysłu materiałów polimerowych” wygłosił prezes Stowarzyszenia Przemysłu Przetwórstwa Materiałów Polimerowych (Frankfurt/Main) — dr R. Proske, który podkreślił istotne znaczenie tej gałęzi gospodarki dla całego przemysłu niemieckiego, a w szczególności dla niemieckiego przemysłu motoryzacyjnego (wzrost zużycia materiałów polimerowych w roku 2006 o 10,2 %, a w nowych Landach nawet >15 %). Drugi referat plenarny (mgr inż. Bernd Räckers — Airbus Deutschland) był poświęcony dotychczasowym osiągnięciom tej Firmy w dziedzinie stosowania kompozytów polimerowych do budowy kolejnych typów samolotów Boeing, w tym typu A350, a także zamierzeniom firmy w tym obszarze na przyszłość.

W dniach 15 i 16 listopada Konferencja obradowała w 7 równoległych sekcjach tematycznych:

1. Przygotowanie kompozycji i kompozytów polimerowych (9 referatów i 18 plakatów), z uwzględnieniem nowych metod sporządzania nanokompozytów oraz trudnopalnych kompozycji polimerowych.

2. Technologia i technika elastomerów (10 referatów i 21 plakatów), w tym nowe metody sieciowania, modelowanie płynięcia mieszanek w głowicach wylączarskich oraz nowe metody oceny stopnia dyspersji nanonapełniaczy w mieszkach sporządzanych metodami ciągłymi.

3. Materiały polimerowe wzmacniane włóknami (10 referatów i 1 plakat), z podkreśleniem roli modelowania i projektowania kompozycji polimerowych wzmacnianych włóknami metalowymi.

4. Elementy konstrukcyjne z materiałów polimerowych (9 referatów i 1 plakat); na uwagę zasługują prezentacje na temat kompozycji polimerowych przeznaczonych do kontaktu z produktami spożywczymi, a także na temat możliwości i ograniczeń wytwarzania kół zębatych metodą wtryskiwania.

5. Techniki łączenia materiałów polimerowych (8 referatów i 3 plakaty); na uwagę zasługują prezentacje dotyczące nowych metodach spawania wibracyjnego, ultradźwiękowego i hybrydowego.

6. Folie polimerowe i technologie folii polimerowych (8 referatów i 2 plakaty), w tym prezentacje na temat wytwarzania folii do pakowania żywności z zastosowaniem polimerów bioodnawialnych i/lub biodegradowalnych.

7. Wtryskiwanie termoplastów (18 referatów i 16 plakatów). Na uwagę zasługują prezentacje dotyczące wtryskiwania precyzyjnych wyrobów optycznych, metod sterowania i oceny jakości wtryskiwanych detali oraz hybrydowych elementów tworzywowo-metalowych.

Odbyła się też sesja plakatowa poświęcona metodom i technikom pomiarowym stosowanym w przetwórstwie materiałów polimerowych (6 plakatów).

Trzeci dzień obrad tradycyjnie był poświęcony technikom wytwarzania z materiałów polimerowych elementów stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym. Na uwagę zasługują prezentacje poświęcone nowym materiałom i technologiom wytwarzania elementów w przemyśle budowy pojazdów, w tym aut „smart for two”, wykorzystaniu w budowie pojazdów lekkich konstrukcji tworzywowo-metalowych, a także metodom analizy wad elementów z tworzyw stosowanych w budowie pojazdów oraz sposobom zapobiegania powstawaniu takich wad.

Na podkreślenie zasługuje dobre merytorycznie przygotowanie prezentacji.

W Konferencji wzięła udział rekordowa liczba uczestników (ponad 360 osób), w tym grupa obcokrajowców m.in. z Bułgarii, Ukrainy, Rosji i Polski.

Obradom towarzyszyła wystawa aparatury pomiarowej znanych firm oraz liczących się dostawców ma-

szyn i urządzeń przetwórczych, m.in. Brabender GmbH, Branson Ultraschall GmbH & Co., Coesfeld GmbH, Dohle Extrusionstechnik GmbH, EWIKON Heißkanal-systeme, HAAKE, Instron Deutschland, Klöckner DES-MA Elastomertechnik, Moldflow-Vertriebs, NETZSCH-Gerätebau, Thermo Electron, Zwick Roell) oraz książek i podręczników wydawnictwa Carl Hanser Verlag.

Streszczenia wszystkich prezentacji zostały wydane w formie książkowej (*TECHNOMER 2007, Fachbeiträge: 20. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 15—17 November 2007, Chemnitz*; ISBN 978-3939382-08-09), natomiast pełne teksty wystąpień umieszczono na załączonej do książki płycie CD, stanowiącej integralną część Materiałów Konferencji.

Miłym akcentem Konferencji było spotkanie towarzyskie, którego interesującą częścią była prezentacja zdjęć i innych materiałów archiwalnych z poprzednich

edycji Konferencji TECHNOMER. Okazało się, że autor niniejszego sprawozdania jest jednym z nielicznych obcokrajowców, uczestniczących czynnie w Konferencji TECHNOMER, nieprzerwanie od 1983 roku.

W ocenie uczestników 20. edycja Konferencji była ważną imprezą naukową oraz liczącym się w skali Europy Środkowej przedsięwzięciem naukowym w dziedzinie przetwórstwa i zastosowania materiałów polimerowych. Na podkreślenie zasługuje fakt, że znakomicie zorganizowana Konferencja została przygotowana przez nowy Zespół w większości młodych pracowników Katedry, skompletowany przez kierownika Katedry Technik Materiałów Polimerowych — prof. Michaela Gehde.

Władysław M. Rzymiski

Politechnika Łódzka

Instytut Technologii Polimerów i Barwników

„(BIO)DEGRADABLE POLYMERS FROM RENEWABLE RESOURCES”

(„Polimery (bio)degradowane z odnawialnych surowców”)

Wiedeń, Austria, 18—21 listopada 2007 r.

W ramach działalności Międzynarodowej Sieci *Polimery (bio)degradowane z odnawialnych surowców*, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi we współpracy ze Stacją Polskiej Akademii Nauk w Wiedniu i zespołem prof. Gerharta Braunegga z Politechniki w Grazu zorganizowało wymienioną w tytule konferencję, która odbyła się pod auspicjami Europejskiej Federacji Polimerowej. Przewodniczącymi konferencji byli profesorowie: Stanisław Penczek i Stanisław Słomkowski z CBMiM w Łodzi, natomiast przewodniczącymi komitetu naukowego profesorowie: Ann-Christine Albertsson (Royal Institute of Technology w Sztokholmie) i Gerhart Braunnegg (Technical University w Grazu).

W konferencji udział wzięło 110 uczestników z 22 krajów (Austria, Belgia, Chorwacja, Czechy, Dania, Finlandia, Francja, Hiszpania, Holandia, Indie, Litwa, Niemcy, Polska, Rumunia, Serbia, Słowenia, Szwecja, Szwajcaria, Tajwan, USA, Wielka Brytania, Włochy).

Wygłoszono następujące referaty:

— Ann-Christine Albertsson [Royal Institute of Technology (KTH), Szwecja]: „Renewable and/or Degradable Polymers and their Interaction with the Environment”;

— **G. Braunegg**, A. Atlic, R. Bona, P. Hesse, M. Koller, C. Kutschera (Graz University of Technology, Austria): „Polyhydroxyalkanoates (PHAs): Biodegradable Polyesters from Agricultural Waste and Surplus Materials”;

— Emo Chiellini (University of Pisa, Włochy): „Hydro- and Oxo-Biodegradable Polymers from Fossil Feedstock vs. Their Counterparts from Renewable Resources”;

— **Francesco Ciardelli**, Simona Bronco, Giovanni Zampano, Monica Bertoldo, Elisa Passaglia (University of Pisa, Włochy): „Modification of Biorelated Macromo-

lecules Through Grafting of Short and Long Side Chains”;

— Philippe Dubois (University of Mons-Hainaut, Belgia): „Polylactide-based Materials: from Micro- to nanocompositions”;

— Andrzej Duda (CBMiM PAN w Łodzi, Polska): „Controlled Polymerization of Cyclic Esters”;

— Jan Feijen (University of Twente, Holandia): „Biodegradable Hydrogels”;

— **Andrzej Galeski**, Ewa Piorkowska, and Mirosław Pluta (CBMiM PAN w Łodzi, Polska): „Physical Modification of Polylactide”;

— Yves Gnanou (ENSCP-CNRS-University Bordeaux 1, Bordeaux, Francja): „Dextran Based Block Copolymers — Synthesis and Self Assembly”;

— Andreas Greiner (Philipps University in Marburg, Niemcy): „Novel Biodegradable Polymers for Tissue Engineering”;

— Richard A. Gross (NSF Center for Biocatalysis and Bioprocessing of Macromolecules, USA): „Enzyme-Catalyzed Routes to Biodegradable Polymers”;

— Piet Lemstra (Eindhoven University of Technology, Holandia): „Green Polymer Composites”;

— Marek Kowalczyk (Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN w Zabrze, Polska): „(Bio)degradation of Polymeric Materials Containing PHA and their Synthetic Analogues”;

— Ramani Narayan (Michigan Biotechnology Institute, USA): „Principles, Concepts, and Technology Exemplars of Biobased Materials”;

— **M. Nowakowska**, K. Szczubialka, S. Zapotoczny, L. Moczek (Uniwersytet Jagielloński, Polska): „Novel Photosensitizers Based on Polysaccharides”;

— Martin Möller, **Helmut Keul** (Institut für Technische und Makromolekulare Chemie, Niemcy): „Polyether — Polyester Conjugates for Biodegradable Hydrophilic Microgels and Hyperbranched Polymers”;

— Anna Konieczny-Molenda, Maciej Fiedorowicz, **Piotr Tomasik** (Akademia Rolnicza w Krakowie, Polska): „The Polarized Light-Induced Enzymatic Formation and Degradation of Biopolymers”;

W sesji plakatowej przedstawiono 76 prezentacji.

Odbyło się również posiedzenie członków Międzynarodowej Sieci „*Polimery (bio)degradowane z odnawialnych surowców*”, poświęcone możliwości dalszej współpracy w nadchodzących latach.

Stanisław Słomkowski, Stanisław Penczek
Centrum Badań Molekularnych
i Makromolekularnych PAN, Łódź

Konferencja techniczna
„MONTAGESPRITZGIESSEN — STAND, ENTWICKLUNG, PERSPEKTIVEN”
(„Wtryskiwanie z montażem w formie — stan, rozwój, perspektywy”)
Fürth k/Norymbergii, 21—22 listopada 2008 r.

Organizatorem Konferencji dedykowanej prof. dr. inż. Gotfriedowi Ehrensteinowi z okazji jubileuszu Jego 70-lecia była Katedra Techniki Tworzyw Sztucznych Uniwersytetu Erlangen-Norymberga, obecnie kierowana przez prof. dr. inż. E. Schmachtenberga.

Wzięło w niej udział ok. 300 osób, w znacznej części przedstawicieli przemysłu.

Wygłoszono 17 następujących referatów plenarnych (w języku niemieckim):

◆ E. Schmachtenberg (Universität Erlangen): „Wtryskiwanie z montażem w formie — podstawy technologii i definicje”;

◆ T. Osswald (University of Wisconsin): „Symulacja komputerowa w przetwórstwie tworzyw polimerowych”;

◆ P. Michel i in. (REHAU AG): „Wtryskiwanie z montażem w formie hybrydów tworzywo polimerowo-metal”;

◆ J. Schray (ARBURG Spritzgiessmaschinen): „Efekty synergii przez łączenie materiałów”;

◆ K. Kuhmann i in. (Evonik Degussa GmbH): „Termoplast + kauczuk — kompozyty bez środków proadhezyjnych”;

◆ R. Künkel i in. (EJOT, Bad Berleburg): „Złącze typu 2-K”;

◆ I. Kühnert, E. Schmachtenberg (Universität Erlangen): „Stan ochrony patentowej w zakresie wtryskiwania z montażem w formie”;

◆ U. Bodmer (FOBOHA, Haslach): „Wtryskiwanie z montażem w formie przy pomocy techniki z użyciem podwójnych sześciątów”;

◆ W. Michaeli i inni (RWTH Aachen): „Kombinacja wtryskiwania wielokomponentowego z techniką fluidalną (z cieczą)”;

◆ G. Steinbichler (ENGEL Austria GmbH): „Technika Dolphin: łączenie termoplastów z zastosowaniem powierzchni zanurzanych”;

◆ V. Zippmann (BUSS-Werkstofftechnik GmbH): „Wtryskiwanie z montażem w formie dla technologii MID”;

◆ S. Amesöder, E. Schmachtenberg (Universität Erlangen): „Wtryskiwanie z montażem w formie wysokonapełnionych polimerów dla lokalnej integracji funkcjonalnej”;

◆ G. Jüttner, S. Jacob (Kunststoffzentrum Leipzig): „Mikrowtryskiwanie dwukomponentowe”;

◆ V. Piottter i inni (Forschungszentrum Karlsruhe GmbH): „Wielokomponentowe wtryskiwanie do wytwarzania mikroelementów metalowych i ceramicznych”;

◆ W. Müller (Jenoptik Polymer Systems GmbH): „Wytwarzanie funkcjonalnych optycznych elementów za pomocą wtryskiwania z montażem w formie”;

◆ M. Thornagel, J. Haspel (SIGMA Engineering GmbH): „Symulacja wtryskiwania z montażem w formie”;

◆ M. Schuck, E. Schmachtenberg (Universität Erlangen): „Zasady kompatybilizacji składników wtryskiwanych techniką montażową”.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że aż 11 referatów było wygłoszonych przez przedstawicieli przemysłu i badawczych centrów przemysłowych.

Konferencji towarzyszyła wystawa osiągnięć Katedry, urządzeń do wtryskiwania oraz publikacji wydawnictwa Hanser z dziedziny polimerów.

Referaty wygłoszone podczas Konferencji zostały wydane drukiem w postaci zwartego bogato ilustrowanego tomu o objętości 262 stron.

Materiały powinny zainteresować krajowych producentów wyrobów wtryskiwanych z tworzyw polimerowych. Mogą być też wykorzystane do wykładów specjalistycznych w zakresie technik wtryskiwania dla studentów uczelni technicznych oraz w pracach badawczych i rozwojowych. Materiały te można uzyskać zwracając się do: Lehrstuhl für Kunststofftechnik, Prof. Dr Ing. Ernst Schmachtenberg, Universität Erlangen-Nürnberg, Am Weichselgarten 9, D-91058 Erlangen-Tennenlohe, www.lkt.uni-erlangen.de

Wacław Królikowski
Politechnika Szczecińska, Instytut Polimerów

Z KRAJU

TWORZYWA W LICZBACH

Załączone tabele zawierają dane dotyczące wielkości produkcji tworzyw w listopadzie i grudniu 2007 r. Tabela 1 zawiera dane dotyczące niektórych surowców, tabela 2 — polimerów, tabela 3 — niektórych wyrobów z tworzyw, tabela 4 — niektórych wyrobów z gumy. Jest

nieźle, większość pozycji wykazuje wzrost w stosunku do 2006 r. Interesujące jest, że znacznie wzrasta produkcja wyrobów związanych z budownictwem.

Według danych GUS w 2007 r. wyprodukowano 1803 maszyny do przetwórstwa tworzyw i gumy (180 % w stosunku do 2006 r.) oraz 6079 szt. form (130 % w stosunku do 2006 r.).

T a b e l a 1. Produkcja surowców i półproduktów chemicznych w listopadzie i grudniu 2007 r., t

T a b l e 1. Production (tons) of raw materials and chemical intermediates in November and December 2007

Artykuł	Średnia miesięczna w 2006 r.	Listopad 2007 r.	Grudzień 2007 r.	Razem I—XII 2007 r.	% 2007/2006
Węgiel kamienny	7 738 027	7 313 965	5 922 243	86 097 832	92,7
Węgiel brunatny	5 063 509	4 858 334	5 589 898	57 471 177	94,6
Ropa naftowa i oleje mineralne — wydobycie w kraju	66 452	63 650	67 882	715 545	90,7
Gaz ziemny — wydobycie w kraju (tys. m ³)	468 450	480 235	492 254	5 625 309	99,6
Etylen	49 398	52 956	56 530	610 934	103,1
Propylen	34 383	36 405	37 817	404 472	98,0
1,3-Butadien	5108	5120	5184	59 296	96,7
Fenol	3711	4392	4134	49 726	111,7
Izocyjaniany	5055	6104	5721	65 012	107,2
ε-Kaprolaktam	13 309	13 664	13 817	160 599	100,6

Wg danych GUS.

T a b e l a 2. Produkcja najważniejszych polimerów i prepolimerów w listopadzie i grudniu 2007 r., t

T a b l e 2. Production (tons) of major polymers and prepolymers in November and December 2007

Polimer	Średnia miesięczna w 2006 r.	Listopad 2007 r.	Grudzień 2007 r.	Razem I—XII 2007 r.	% 2007/2006
1	2	3	4	5	6
Tworzywa sztuczne: polimeryzacyjne	102 854	116 665	108 158	1 378 158	111,6
kondensacyjne	66 194	72 120	65 788	845 424	106,4
Polietylen	30 756	34 777	35 034	392 985	106,5
Polimery etylenu	64	120	96	902	117,9
Polimery styrenu	8500	8587	7416	107 370	107,3
w tym: polistyren do spienienia	6033	3921	4490	63 948	90,8
polistyreny inne	1003	2261	1835	21 237	176,4
Poli(chlorek winylu) niez mies zany z innymi substancjami	23 149	27 467	22 339	302 716	109,0
Poli(chlorek winylu) nieuplastyczniony, zmieszany	2339	3030	1903	36 496	130,0
Poli(chlorek winylu) uplastyczniony, zmieszany	7429	8259	5176	100 644	112,9
Politetrafluoroetylen	—	0	0	213	—
Poliacetale	—	1200	1000	11 248	—
Żywice epoksydowe (łącznie z tłoczywami)	1767	1860	805	19 193	90,5
Żywice alkidowe	—	1367	463	26 456	—
Poliestry nienasycone, ciekłe	—	2584	1860	28 973	—
Poliestry nienasycone, inne	—	0	0	376	—

cd. Tabeli 2.

1	2	3	4	5	6
Poliestry pozostałe	—	1082	989	13 968	—
Polimery propylenu i innych olefin	27 273	31 529	32 299	382 524	116,9
w tym: polipropylen	27 019	27 909	22 581	255 853	120,6
kopolimery etylen-propylen	45	3441	2630	124 653	110,6
Polimery octanu winylu w dyspersji wodnej	1127	799	718	13 562	100,3
Polimery octanu winylu w innych postaciach	590	347	138	5250	74,0
Polimery akrylowe	379	227	101	5887	129,4
Poliamid 6; 11; 12; 66; 69; 610; 612	5016	3321	3009	49 662	82,5
Aminoplasty	40 233	55 811	52 295	828 192	171,5
w tym: żywice mocznikowe, tiomocznikowe	35 613	46 845	41 902	710 426	—
żywice melaminowe	4465	8612	10 198	115 416	215,4
żywice aminowe	154	354	195	2350	126,9
Poliuretany	644	549	242	6634	85,8
Kauczuki syntetyczne	10 226	10 448	9789	125 741	102,5
w tym: lateks syntetyczny	954	963	635	10 496	91,7
kauczuk butadienowo-styrenowy (SBR)	8847	8073	8993	108 514	102,2
kauczuki syntetyczne pozostałe	425	1412	161	6731	131,7

Wg danych GUS.

T a b e l a 3. Produkcja niektórych wyrobów z tworzyw sztucznych w listopadzie i grudniu 2007 r.**T a b l e 3. Production of some polymer articles in November and December 2007**

Wyrób	Jedno- stka	Średnia miesięczna w 2006 r.	Listopad 2007 r.	Grudzień 2007 r.	Razem I—XII 2007 r.	% 2007/2006
1	2	3	4	5	6	7
Wyroby z tworzyw sztucznych, produkcja sprzedana	tys. zł	1 362 843	1 713 251	1 247 978	19 907 388	121,7
Rury, przewody, węże sztywne z polimerów etylenu	t	5620	6364	4612	73 816	109,5
Rury, przewody, węże sztywne z polimerów propylenu	t	2423	2630	1664	37 765	129,9
Rury, przewody, węże sztywne z polimerów chlorku winylu	t	8992	8211	4206	113 697	105,4
Rury, przewody, węże sztywne z innych tworzyw sztucznych	t	2564	3015	2799	35 171	114,3
Wyposażenie z tworzyw sztucznych do rur, przewodów i węży	t	1488	1420	1038	20 990	117,6
Folie z polietylenu grubości <0,1 mm	t	7465	8275	7226	102 931	114,9
Płyty, arkusze, folie z polipropylenu grubości <0,1 mm	tys. m ²	1746	1846	2203	22 624	108,0
		42 290	38 492	54 335	525 868	103,6
Worki i torby z polietylenu	t	8915	10 282	8023	113 894	106,5
Worki i torby z innych polimerów	t	1970	1782	1494	22 175	93,8
Pudełka, skrzynki i podobne artykuły z tworzyw sztucznych	t	6542	9631	8108	107 841	137,4
Produkty ze spienionego polistyrenu stosowane do izolacji termicznej	t	9224	8955	6974	128 587	116,7
Produkty ze spienionego polistyrenu stosowane do izolacji akustycznej	t	10	13	8	135	108,9
Wykładziny podłogowe, ściennie i sufitowe	tys. m ²	3128	3164	2519	40 050	106,7
		1315	1288	973	16 057	101,7
w tym: wykładziny podłogowe z polimerów chlorku winylu	tys. m ²	1768	1983	1499	21 416	100,9
		841	908	667	10 009	99,1

cd. Tabeli 3.

1	2	3	4	5	6	7
płytki podłogowe z polimerów chlorku winylu	t	154	160	225	1949	105,4
	tys. m ²	44	46	65	557	105,0
Drzwi, okna, ościeżnice drzwiowe z tworzyw sztucznych	t	15 938	20 214	12 604	223 070	116,7
	tys. szt.	345	449	276	5020	121,0
Okładziny ścienne zewnętrzne z tworzyw sztucznych	t	1231	1604	767	19 988	135,3
	tys. m ²	—	1046	546	13 729	120,8
Okładziny ścienne wewnętrzne z tworzyw sztucznych	t	67	108	17	1724	214,2
	tys. m ²	—	77	64	1486	148,7
Farby i lakiery na podstawie polimerów akrylowych i winylo- wych w środowisku wodnym	t	22 867	16 523	10 336	291 938	106,4
Farby i lakiery na podstawie poliestrów, polimerów akrylo- wych i winylo- wch w środowisku niewodnym	t	5018	4332	2024	66 331	—
Farby i lakiery chlorokauczukowe, epoksydowe, poliureta- nowe, chemoutwardzalne	t	884	766	541	10 102	95,2
Farby i lakiery na podstawie innych polimerów syntetycznych	t	1301	817	351	16 285	104,3
Kleje na podstawie polimerów lub kauczuków syntetycznych	t	—	3906	2771	47 513	109,1
w tym: kleje na podstawie pochodnych celulozy	t	13	19	5	151	96,8
kleje na podstawie żywic syntetycznych	t	1234	1325	1162	15 760	106,4
kleje poliuretanowe	t	433	509	370	5662	108,9
Włókna chemiczne	t	7574	5154	5085	72 994	80,3
w tym: włókna syntetyczne	t	7530	5092	5045	72 429	80,2
włókna syntetyczne cięte z poliestru	t	3689	1913	2188	34 847	78,7
włókna przetworzone celulozowe	t	42	62	40	565	111,2

Wg danych GUS.

T a b e l a 4. Produkcja niektórych wyrobów z gumy w listopadzie i grudniu 2007 r.

T a b l e 4. Production of some rubber articles in November and December 2007

Wyrób	Jednostka	Średnia miesięczna w 2006 r.	Listopad 2007 r.	Grudzień 2007 r.	Razem I—XII 2007 r.	% 2007/2006
Wyroby z gumy produkcja wytworzona	t	48 101	55 088	46 742	634 223	109,8
Opony ogółem (bez rowerowych i motocyklowych)	tys. szt.	3039	3579	3226	40 087	109,9
	t	27 760	31 924	28 775	370 533	111,2
w tym: opony do samochodów osobowych	tys. szt.	2262	2432	2196	28 246	104,1
opony do samochodów ciężarowych	tys. szt.	148	127	221	2726	153,0
opony ciągnikowe	tys. szt.	37	30	26	392	87,3
opony do maszyn i urządzeń rolniczych	tys. szt.	16	16	14	213	110,9
opony do maszyn stosowanych w budownictwie i przemyśle	tys. szt.	15	23	17	244	136,3
Przewody, rury, węże	t	824	1118	1006	13 164	133,1
Pasy pędne	t	244	263	263	3329	113,4
Taśmy przenośnikowe	t	3160	3331	3057	38 209	100,7
	km	7541	5760	5723	77 178	85,3
Tkaniny kordowe (oponowe) z włókien syntetycznych	t	1313	1195	965	15 176	88,0
	tys. m ²	4202	3824	3088	48 564	88,0
Tkaniny gumowane (poza tkaniną kordową na opony)	t	27	139	95	1353	413,1

Wg danych GUS.

B. K.

ZE ŚWIATA

NIEMCY

Biopolimery firmy DuPont

Firma DuPont kontynuuje opracowywanie polimerów z surowców odnawialnych. Celem firmy jest osiągnięcie ze sprzedaży takich polimerów przychodu co najmniej 8 miliardów USD w 2015 r. Polimery z surowców odnawialnych powinny mieć podobne lub lepsze właściwości w porównaniu z polimerami z surowców petrochemicznych i powinny je zastępować przede wszystkim w przemyśle motoryzacyjnym, elektrotechnicznym i w przemyśle opakowań. W nowej ofercie firmy DuPont znajdują się polimery termoplastyczne Sorona[®] EP, elastomery termoplastyczne Hytrel[®] RS, polimery opakowaniowe Biomax[®] RS i folie „oddychające” Selar[®] VP.

Podstawowym składnikiem polimerów Sorona[®] EP jest Bio-PDO[™], tj. 1,3-propandiol z surowców odnawialnych, którego produkcję rozpoczęła firma DuPont Tate&Lyle Bio Products w miejscowości Loudon (Tenn., USA). Początkowo będą wytwarzane dwa gatunki polimerów Sorona[®] EP, w których Bio-PDO[™] zastąpi surowce petrochemiczne 1,3-propandiol (PDO) i/lub 1,4-butandiol (BDO). Gatunki te wykazują lepsze właściwości niż poli(tereftalan butylenu) (PBT), zwłaszcza lepszą stabilność wymiarów i jakość powierzchni. Obecnie są dostępne próbne partie tych materiałów, a w większych ilościach znajdują się one na rynku w 2008 r.

Elastomery termoplastyczne Hytrel[®] RS zawierają Cerenol[™] otrzymywany z Bio-PDO[™] (a więc również z surowców odnawialnych), który zastępuje poliole petrochemiczne. Początkowo gatunki Hytrel[®] RS będą zawierać 25–50 % materiału z surowców odnawialnych i ich właściwości będą porównywalne z właściwościami gatunków standardowych. Będą one dostępne na rynku również w 2008 r.

Gatunek Biomax[®] RS 1001 jest poli(tereftalanem trimetylu) (PTT) otrzymywanym z surowców odnawialnych i zawiera 35 % Bio-PDO[™]. Może być stosowany na sztywne opakowania, jak np. pojemniki (kontenery) otrzymywane metodą wtryskiwania, kapsle i pudełka na płyty CD, gdzie może zastępować polipropylen. Początkowo przewiduje się zastosowanie na opakowania kosmetyków i żywności.

Folie „oddychające” Selar[®] VP zawierają do 40 % materiału z surowców odnawialnych z dodatkiem roślinnych kwasów tłuszczowych. Przeznaczone są przede wszystkim na opakowania żywności, która musi oddychać, jak np. świeże ryby. Zapewnia szczelnie zamknięte opakowanie żywności, w przeciwieństwie do obecnie

stosowanych otwartych lub perforowanych torebek polietylenowych.

News Release, Bad Homburg, November 2007.

TRYNIDAD i TOBAGO

Kompleks produkcyjny polipropylenu

Cztery firmy — Basell, the National Gas Company of Trinidad and Tobago (NGC), the National Energy Corporation of Trinidad and Tobago (NEC) oraz Lurgi — podpisały porozumienie o budowie kompleksu produkcyjnego polipropylenu (PP). Kompleks będzie zawierać instalację metanolu oraz propylenu z metanolu wg projektu firmy Lurgi, a także instalację polipropylenu z wykorzystaniem technologii *Spherizone* firmy Basell. Instalacja będzie mieć zdolność produkcyjną 450 tys. t/r. Przewiduje się, że jej uruchomienie nastąpi w 2012 r.

Joint Press Release, 17 grudnia 2007.

ŚWIAT

Produkcja poli(chlorku winylu)

Przewiduje się, że w ciągu najbliższych pięciu lat światowe zapotrzebowanie na poli(chlorek winylu) (PVC) będzie się zwiększać o ok. 4 %/r., przy czym w krajach rozwijających się wzrost ten będzie większy. W Ameryce Północnej zapotrzebowanie na PVC nie wzrasta ze względu na zmniejszone zapotrzebowanie budownictwa i nie zmieni się w 2008 r.

Wzrasta natomiast światowa zdolność produkcyjna instalacji PVC, w latach 2004–2007 zwiększyła się o 5,5 miliona t/r. i w 2007 r. wynosiła 44 miliony t/r. Ok. 90 % nowych instalacji PVC wybudowano w Chinach co spowodowało, że kraje eksportujące PVC do Chin, jak Japonia, Korea i Taiwan, muszą szukać innych rynków zbytu. W USA będą zbudowane nowe instalacje PVC w latach 2008–2009. Firma Shintech uruchomi w swoim zakładzie w Plaquemine (LA) dodatkową instalację PVC o zdolności produkcyjnej 300 tys. t/r. Firma Georgia Gulf uruchomi instalację o zdolności produkcyjnej 200 tys. t/r., ale zatrzyma chwilowo, w celu usprawnienia produkcji, najsłabiej pracujące instalacje o zdolności produkcyjnej 317 tys. t/r. (nie podano lokalizacji). Firma Westlake Polymers zainwestowała 90 milionów USD, żeby zwiększyć o 136 tys. t/r. w 2009 r. zdolność produkcyjną PVC w swoim zakładzie w Calvert City (KY).

W tabeli 1 podano producentów PVC (dane niekompletne), a w tabeli 2 rozmieszczenie światowej produkcji w regionach.

Tabela 1. Producenci PVC
Table 1. PVC producers

Region	Kraj	Firma	Zdolność produkcyjna, tys. t/r.	
			firmy	kraju
Ameryka Północna	USA	Shintech ¹⁾	2040	6820
		OxyVinyls	1400	
		Georgia Gulf ²⁾	1225	
		Formosa Plastics	1520	
		Westlake Polymers ³⁾	635	
	Kanada	OxyVinyls	280	460
		Georgia Gulf	180	
Razem Ameryka Północna				7280
Ameryka Południowa	Brazylia	Braskem	515	985
		Solvay Indupa	470	
	Kolumbia	Petco	300	300
Razem Ameryka Południowa				1285
Europa Zachodnia	Belgia	Solvin	400	400
	Finlandia	Finnplast	100	190
		Shin-Etsu	90	
	Francja	Arkema	270	525
		LVM	255	
	Niemcy	Vinnolit	650	1010
		Ineos	280	
		Solvin	80	
	Włochy	—	—	415
	Holandia	Shin-Etsu PVC	450	675
		LVM	225	
	Norwegia	—	—	200
	Portugalia	Cires	200	200
	Hiszpania	Aiscondel	150	150
	Szwecja	Hydro Polymers ⁴⁾	260	260
Wielka Brytania	Hydro Polymers ⁴⁾	370	370	
Razem Europa Zachodnia				4395
Europa Wschodnia	Rep. Czeska	Spolana	135	135
	Węgry	Borsodchem	400	400
	Polska	Anwil	300	300
	Rumunia	Oltchim	250	250
	Rosja	Sibur-Neftekim	42	560
		Inne	518	
	Słowacja	NCHZ	70	70
	Turcja	Aliaga	150	150
	Ukraina	—	—	350
	Razem Europa Wschodnia			

Bliski Wschód i Afryka	Pakistan	Engro Asahi Polymer & Chemical	100	100
	Arabia Saud.	Sabir	400	400
Razem Bliski Wschód i Afryka				500
Azja i Strefa Pacyfiku	Chiny	—	—	14400
	India	Reliance Industries	585	725
		Finolex	140	
	Indonezja	P.T. Asahimas Chemical	285	365
		Tosoh	80	
	Japonia	Tosoh	700	1250
		Shin-Etsu	550	
	Korea	Hanwha	590	930
		LG Chemical	340	
	Filipiny	Tosoh	100	100
	Taiwan	Formosa Plastics	1351	1351
	Tajlandia	Vinythai	330	330
	Wietnam	Phy My Plastics & Chemicals ⁵⁾	100	100
Razem Azja i Strefa Pacyfiku				19551

Objaśnienia do Tabeli 1:

¹⁾ Dodatkowo 300 tys. t/r. w pierwszym kwartale 2008 r.

²⁾ Zatrzymana będzie produkcja rzędu 317 tys. t/r. w Ameryce Północnej, a na początku roku 2008 będzie uruchomiona nowa instalacja o zdolności produkcyjnej 200 tys. t/r.

³⁾ Dodatkowo 136 tys. t/r. w drugiej połowie 2008 r.

⁴⁾ Wykupione przez Ineos.

⁵⁾ Spółka 50 % Petronas, 43 % Thai Plastic and Chemical oraz 7 % Tramatsuco.

Tabela 2. Rozmieszczenie światowej produkcji PVC w regionach w 2007 r.

Table 2. Distribution of 2007 PVC global capacity by regions

Region	Zdolność produkcyjna, %
Chiny	33
Ameryka Północna	20
Europa Zachodnia	15
Azja Północno-Wschodnia	13
Europa Wschodnia	5
Ameryka Południowa	3
Inne regiony	11
Razem	100

Chemical Week 2007, November 14, p. 29.

Rozwój polimerów konstrukcyjnych

Polimery konstrukcyjne, jak poliwęglan (PC), poliamid (PA), poliactal (POM), kopolimery akrylonitryl-butadien-styren (ABS), polisiarczek fenylenu (PPS) i in-

ne, stosuje się przeważnie w przemyśle samochodowym oraz w budownictwie mieszkaniowym.

Poliwęglan (PC) znajduje największe zastosowanie w postaci wyrobów wtryskiwanych oraz specjalnych wyrobów wytłaczanych, takich jak optyczne nośniki informacji (dyski CD i DVD) i butelki na wodę. Czołowi producenci PC na świecie, m.in. firma Bayer Materials Science (BMS), szczególną uwagę zwracają na poszukiwania nowych zastosowań wyrobów wtryskiwanych. Obecnie światowe zapotrzebowanie na PC zwiększa się średnio o 5–6 %/r., a w Azji o 10 %/r. Stanowi to bodziec do budowy nowych instalacji produkcyjnych. I tak firma Sabc Kayan, filia firmy Sabc, buduje w miejscowości Al Jubail w Arabii Saudyjskiej instalację PC o zdolności produkcyjnej 260 tys. t/r., która będzie uruchomiona w roku 2009.

Światowe zapotrzebowanie na poliamid (PA) jest również duże, a jego wskaźnik wzrostu wynosi 4–6 %/r. Tworzywo to zastępuje metal zwłaszcza w pojazdach trakcji elektrycznej. Jednym z światowych producentów konstrukcyjnych poliamidów jest firma DuPont, która ostatnio zwiększyła o 20 tys. t/r. zdolność produkcyjną kompozycji PA w swojej instalacji w Ulsan w Korei Pd. Również firma BASF zwiększyła produkcję PA, uruchamiając w miejscowości Freeport (TX, USA) nową instalację PA6 o zdolności produkcyjnej 120 tys. t/r., chociaż zatrzymała instalację w miejscowości Enka (NC, USA).

Poliacetale (POM) znajdują zastosowanie w pojazdach jako lekkie elementy konstrukcyjne, a także w wyrobach „konsumpcyjnych”, np. zabawki. Jednym ze światowych producentów jest firma Ticona, filia firmy Celanese, której produkcja Celstranu — tworzywa ter-

moplastycznego wzmocnionego długimi włóknami — ciągle się zwiększa. Ostatnio firma Ticona przenosi swoje instalacje polimerów konstrukcyjnych z miejscowości Kelsterbach (Niemcy) do Höchst Industrial Park w miejscowości Höchst (Niemcy). Tam właśnie będzie wybudowana największa na świecie instalacja POM o zdolności produkcyjnej 140 tys. t/r. Przewiduje się zakończenie budowy w roku 2010. Również w 2010 r. zostanie ukończona budowa instalacji produkcyjnej tworzywa Celstran, która zastąpi instalację w Kelsterbach o zdolności produkcyjnej 20 tys. t/r.

Zapotrzebowanie na tworzywo ABS (kopolimer akrylonitryl-butadien-styren) jest niewielkie ze względu na wzrost kosztów surowców i energii. Producenci próbują się ratować przez reorganizację i konsolidację. Np. firma Ineos, która wytwarza własne surowce do ABS, tworzy w firmą Lustran Polymers (oddział ABS firmy Lanxess) spółkę o nazwie Ineos ABS. Kosztem 35 milionów euro (47,7 miliona USD) firma Ineos będzie mieć 51 % udziałów. Pozostałe 49 % planuje wykupić w roku 2009.

Korzystne perspektywy rozwoju mają polimery konstrukcyjne odporne na wysoką temperaturę, np. polisiarczek fenylenu (PPS). Producent PPS — firma Fortron Industries (Wilmington, NC, USA), spółka firmy Ticona i firmy japońskiej Kureha Chemical Industry (Tokio), pod koniec roku 2007 kosztem 65 milionów USD podwoiła zdolność produkcyjną swojej instalacji w Wilmington do 15 tys. t/r. Jest to największa na świecie instalacja produkcyjna liniowego PPS.

Chemical Week 2007, October 10–17, p. 29.

Z. D.

NOWOŚCI TECHNICZNE

TWORZYWA POLIMEROWE

MATERIAŁY

Firma DSM opracowała nowy **termoplastyczny polimer konstrukcyjny wysokiej jakości „PA4T”** charakteryzujący się bardzo dobrą stabilnością wymiarów, przydatnością do lutowania bezołowiowego, bardzo dużą sztywnością i wytrzymałością w wysokiej temperaturze, bardzo wysoką temperaturą topnienia i dobrą przetwarzalnością (dobrym płynięciem oraz dużym „oknem przetwórczym”). Właściwościami tymi nowy materiał odpowiada na potrzeby i tendencje rozwojowe rynku, który domaga się materiałów umożliwiających miniaturyzację sprzętu elektrycznego i elektronicznego, a także powszechnemu w motoryzacji dążeniu do zmniejszenia masy pojazdów. Produkcja polimeru roz-

poczęła się w skali doświadczalnej w pierwszym kwartale 2008 roku.

Plastics Engineering 2007, 63, nr 11, 10.

Firma Solvay proponuje **termoplastyczny polimer olefinowy o zwiększonej stabilności wymiarowej „Sequel 1828”**, który ma zastąpić w wielu przypadkach droższe tworzywa konstrukcyjne, takie jak ASA, PC/ASA czy PC/PBT. Ma on współczynnik rozszerzalności liniowej $3,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}$, ma więc w zakresie temperatury użytkowania wymiary bardziej stabilne, niż którykolwiek inny TPO tego producenta. Stosunkowo mały (0,4 %) skurcz prasowniczy tworzywa oraz 0,5-proc. skurcz po wygrzewaniu w piecu (po malowaniu) oznacza, że może być ono wykorzystane do produkcji elementów karoserii samochodów takich jak błotniki, wykładziny lub kształtki bezpośrednio współpracujące

z elementami metalowymi karoserii tym bardziej, że tworzywo ma dobrą płynność (MFR = 12 g/10 min). W niektórych sytuacjach „*Sequel 1828*” może zastąpić termoplastyczne poliureanty z 30 % włókna szklanego, a nawet poliamidy z włóknem szklanym, których skurcz i rozszerzalność liniowa mają charakter bardziej anizotropowy. Poza tym te ostatnie mają także bardziej erozyjne działanie na formy i technologiczne elementy wtryska- rek.

Plastics Technology 2007, 53, nr 10, 32.

Firma Shin-Etsu Silicones oferuje **ciekłe kauczuki silikonowe o dużej lepkości i dobrej odporności na rozdzieranie**, a jednocześnie małej twardości. I tak „*KE2004-20*” ma twardość 20° ShoreA (na smoczki, elementy kate- terów i in.), „*KE2004-5*” i „*KE2004-10*” mają twardość jeszcze mniejszą (odpowiednio 5 i 10° ShoreA) i są stosowane do produkcji wkładek podeszwowych, elementów ortopedycznych i uchwytów żelopodobnych.

Drugą grupę ciekłych kauczuków silikonowych stanowią surowce do formowania wyrobów dwuskładni- kowych, które muszą się wykazać dobrą adhezją do in- nych tworzyw (co nie jest typową cechą silikonów) w dużym zakresie wilgotności i temperatury. Nie ma tu kauczuku uniwersalnego, dlatego producent proponuje „*KE2090*” do współpracy z PC, PBT i PPO, a „*KE2095*” — z PA6 i 66 oraz PPA. Twardości tych kauczuków wy- pełniają zakres 30—70° ShoreA.

Plastics Technology 2007, 53, nr 11, 29.

Firma DuPont opracowała **nowy gatunek polimeru ciekłokrystalicznego „Zenite ZE5520I”** o znikomej po- datności na zniekształcanie się wyrobów podczas for- mowania. Dotychczas gatunki „Zenite” mogły wykazy- wać taką cechę przy wtryskiwaniu wyrobów o grub- szych ściankach, jednak w przypadku nowych wyro- bów o ściankach bardzo cienkich (wprowadzanych w związku z powszechną miniaturyzacją elektroniki) niedopuszczalne stały się zwichrowania i zmiany wy- miarów wyrobów spowodowane trudnymi warunkami napełnienia gniazd formy i anizotropią skurczu (co jest cechą szczególną polimerów ciekłokrystalicznych). No- wy „*Zenite 5520IBK0IO*” ma zmniejszoną anizotropię skurczu dzięki dodatkowi 50 % włókien szklanych i na- pełniaczy mineralnych. Jest on oferowany wyłącznie w kolorze czarnym, a jego właściwości mechaniczne i płynność odpowiadają innym wysokonapełnionym tworzywom krystalicznym.

Informacja prasowa firmy DuPont.

Firma SABIC Innovative Plastics (dawny GE Plastics) oferuje nowe **tworzywa oparte na poli(tereftalanie bu- tyleny)**:

— „*Valox Super High Flow*” to cała rodzina bardzo dobrze płynących PBT z włóknem szklanym opracowa- na, by pomóc motoryzacji w uzyskiwaniu cieńszych, a większych elementów z wiernym odwzorowaniem

powierzchni, wtryskiwanych pod niższym ciśnieniem, ale bez pogorszenia jakości. Są oferowane jako trudno- palne lub zwykłe.

— „*Valox ENH*” to rodzina PBT nastawionych na ochronę środowiska (bez chlorowców). Te produkty cha- rakteryzują się większą odkształcalnością i wytrzyma- łością niż inne nastawione ekologicznie PBT o zmniej- szonej palności i lepszymi właściwościami dielektrycz- nymi niż typowe PBT o zmniejszonej palności. Dzięki tej rodzinie tworzyw przemysł elektryczno-elektroniczny może działać zgodnie z wymogami dotyczącymi uży- wania i usuwania substancji niebezpiecznych.

— „*Valox iQ*” i „*Xenoy iQ*” to PBT uzyskiwane w unikatowym procesie, który redukuje emisję CO₂ i zużycie energii o 60 %. Poza motoryzacją materiały te mogą znaleźć zastosowanie w produkcji elektroniki użytkowej i środków transportu.

Informacja prasowa firmy SABIC Innovative Plastics.

Firma Eastman Chemical poinformowała wstępnie o opracowaniu **nowego kopoliestru PET o wyższej od- porności cieplnej**. Otrzymywanie tego tworzywa odby- wa się na podstawie nowej technologii polimeryzacji „*IntegRex*” opracowanej przez Eastmana. Produkcję tworzywa w skali ok. 350 tys. ton/rok uruchomiono w Columbia (Południowa Karolina).

Plastics Technology 2007, 53, nr 11, 31.

Firma Ciba opracowała **środek pomocniczy „Irga- surf SR100”** do polipropylenów, poliolefin i elastome- rów termoplastycznych, którego dodatek zwiększa od- porność powierzchni wyrobów na zarysowania, popra- wia udarność tworzyw, umożliwia (w poszczególnych sytuacjach) zastępowanie „poprawionymi” tworzywami droższych polimerów i nie stwarza kłopotów po- wierzchniowych wyrobom (jak migracja czy kleistość). Natura chemiczna, dozowanie ani mechanizm działania nie zostały ujawnione.

Informacja prasowa firmy Ciba.

Firma AOC (USA) stosuje **winyłowy ester bisfenolu A do osłony balistycznej** pojazdów wojskowych. Mate- riał osłonowy „*Vipel K018*” jest laminatem zawierają- cym 35—50 % włókna szklanego; może być formowany ręcznie, metodą natryskową, metodą nawijania lub w procesie pultruzji. Dzięki reaktywnemu modyfikatoro- wi elastomerowemu gotowy laminat ma odkształcal- ność 12 % (typowe estry winylowe tylko 5 %), co można uznać za niezwykle dla tego laminatu o HDT 102 °C.

Plastics Technology 2007, 53, nr 11, 23.

Firma Borealis Borouge oferuje **szereg nowych poli- olefin**:

— „*Borsafe HE3490-LS-H*” — polietylen do wytła- czania rur klasy PE 100 o wyjątkowej odporności na pro- pagację powolnego pęknięcia, przewyższający w tym za- kresie 100-krotnie wymagania normy.

— „*Borsafe HE3490-IM*” jest odmianą poprzedniego produktu przeznaczoną do wtryskiwania łączników do rur klasy PE 100. Specjalne dostosowanie materiału do formowania wtryskowego umożliwia uzyskanie wyrobów o mniejszych naprężeniach własnych, mniejszych zwichrowaniach i lepszym wyglądzie powierzchni.

Obydwa polimery są polietylenami multimodalnymi otrzymanymi w procesie polimeryzacji „*Borstar PE 2G*”. Informacja prasowa firmy Borstar Bourouge.

PRZETWÓRSTWO

Firma Battenfeld opracowała nową **metodę przetwarzania PET na folię do termoformowania**. Surowcem może być granulaty pierwotny lub umyte i wysuszone płatki z recyklingu (zawartość wilgoci ≤ 3000 ppm). Do wytłaczania tworzywa stosowana jest wytłaczarka planetarna z odgazowaniem próżniowym (0,5 kPa). Dzięki intensywnemu mieszaniu tworzywa i jego rozwiniętej powierzchni, przez duży otwór odgazowujący zostaje odessana szczątkowa wilgoć i wszystkie ewentualne lotne zanieczyszczenia materiału. W końcowej części maszyny (tak samo, jak w części początkowej drogi materiału) mamy fragment zwykłej wytłaczarki jednoślismakowej w celu sprężenia strumienia tworzywa, który zostaje skierowany do pompy stopu, a przez nią do głowicy. Podobno proponowane rozwiązanie jest najbardziej korzystne w przypadku zamierzonej skali produkcji

800—1000 kg/godz., szczególnie wtedy, gdy przetwórca chce zachować możliwość wykorzystania urządzenia do przetwarzania także innych tworzyw — np. PS czy PP. Wprawdzie koszty inwestycyjne są porównywalne z wytłaczarką jednoślismakową wyposażoną specjalnie do wytłaczania PET, ale znacznie niższe są koszty eksploatacyjne proponowanego rozwiązania oraz znacznie mniejszy pobór energii.

Informacja prasowa firmy Battenfeld.

W Instytucie Polymer-Institut Kunststofftechnik w Hilbronn opracowano **metodę szybkiego, przemienne-go ogrzewania i chłodzenia formy wtryskowej**. Jako źródło ciepła zastosowano płytkę ceramiczną oporową, umieszczoną w bezpośrednim sąsiedztwie gniazd(a) formy. Płytkę grzejną po włączeniu prądu może podnieść w ciągu kilku sekund temperaturę gniazd(a) formy o kilkadziesiąt K, co wystarcza, by umożliwić tworzywu dobre wypełnienie formy i odwzorowanie powierzchni gniazd(a). Chłodzenie trwa wprawdzie dłużej, niż ogrzewanie, ale można je przyspieszyć instalując kanały chłodzące np. w płytkach grzejnych. Stosując przemienne, intensywne ogrzewanie i chłodzenie formy można osiągnąć sytuację, w której wyroby będą miały prawidłowy kształt i wymaganą fakturę powierzchni, a produkcja będzie się odbywała z opłacalną wydajnością.

Kunststoffe 2007, 97, nr 10, 210.

B. M.

WYNAŁAZKI

Głowica wytłaczarska (Zgłoszenie nr 379 855, Instytut Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych Metalchem, Toruń)

Dolna część kanału przepływowego, korzystnie w pobliżu wypływu uplastycznionego tworzywa polimerowego, jest wyposażona w mieszadło statyczne z elementami mieszającymi. W segmencie formującym znajdują się rozłącznie mocowane tulejki formujące, których lejkowate otwory przechodzą w otwór o zarysie zbliżonym do kołowego o stosunku L/D z przedziału 0,1—10,0. Mieszadło statyczne składa się z naprzemienne przeciwnie skierowanych względem siebie płytek.

(Biul. Urz. Pat. 2007, nr 25, 8; tamże schemat głowicy).

Urządzenie do wytwarzania granulatu z termoplastycznych tworzyw polimerowych (Zgłoszenie nr 379 899, Instytut Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych Metalchem, Toruń)

Urządzenie jest przeznaczone w szczególności do wytwarzania granulatu z nanokompozytów polimerowych zawierających nanonapełniacze płytkowe. Wanna chłodząca urządzenia zawiera komorę, na której są

umieszczone wahliwe rolki prowadzące zespół natryskowy (I) i zespół nadmuchiwy (II), a na komorze i w jej wnętrzu usytuowany jest taśmociąg, korzystnie wykonany z perforowanej taśmy bezkońcowej. Między wanną a granulatorem znajduje się stół dosuszający z rolkami prowadzącymi. I składa się z pompy połączonej poprzez instalację z kolektorem zbiorczym wyposażonym w zawory z dyszami rozpylającymi. II ma co najmniej 2 komplety obrotowych dysz szczelinowych, pomiędzy którymi są usytuowane szczotki zgarniające (wg Biul. Urz. Pat. 2007, nr 25, 8; tamże schemat urządzenia).

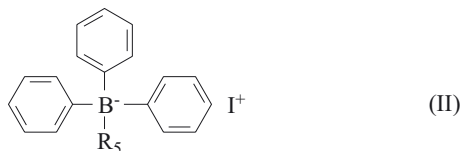
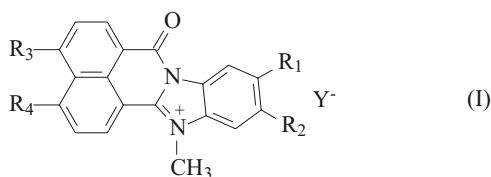
Sposób wytwarzania kształtek ceramicznych (Zgłoszenie nr 379 803, Politechnika Warszawska)

Sposób polega na polimeryzacji *in situ* w masie ceramicznej zawierającej proszek ceramiczny, organiczny monomer sieciowy, upłynniacz, inicjator, aktywator oraz, ewentualnie, dodatkowy środek sieciujący. Proszek ceramiczny miesza się z roztworem monomeru, ewentualnie z dodatkowym środkiem sieciującym oraz z upłynniaczem, aktywatorem i środkiem powierzchniowo czynnym, odpowietrza, wprowadza inicjator, for-

muje, suszy i wypala kształtki po wyjęciu z formy. Sposób charakteryzuje się tym, że monomer stanowi monoakrylan glicerolu dodawany w ilości 0,5—10 cz. mas. w postaci roztworu w 10—50 cz. mas. wody, proszek ceramiczny stosuje się w ilości 70—85 cz. mas., upłynniacz 0,1—10 cz. mas., inicjator 1—15 cz. mas., aktywator i środek powierzchniowo czynny 0,01—0,1 cz. mas., a polimeryzację prowadzi się w temp. 10—50 °C do uzyskania sztywności i wytrzymałości mechanicznej kształtki pozwalającej na swobodne, bez uszkodzeń wyjęcie jej z formy (wg Biul. Urz. Pat. 2007, nr 25, 12).

Kompozycja fotopolimeryzująca (Zgłoszenie nr 379 856, Politechnika Łódzka)

Kompozycja zawiera monomer lub oligomer, związek naftoilenobenzimidazolony o wzorze (I), w którym R_1 lub R_2 oznaczają razem lub niezależnie od siebie atom H, Cl, Br, grupę alkilową bądź grupę alkoksylową, R_3 i R_4 oznaczają razem lub niezależnie od siebie atom H, Cl, Br lub grupę nitrową oraz Y^- oznacza anion wodorosiarczanowy albo anion związku o wzorze (II), w którym R_5 oznacza grupę fenylovą, *n*-butylową, *sec*-butylową lub *tert*-butylową, a I^+ oznacza kation sodowy lub tetrametyloamoniowy, oraz, ewentualnie, związek



o wzorze (III), w którym Q oznacza atom S, O lub grupę iminową. Kompozycja ta znajduje zastosowanie w stomatologii, poligrafii oraz w produkcji kolorowych lakierów i klejów fotoutwardzalnych (wg Biul. Urz. Pat. 2007, nr 25, 13)

Kompaktowe systemy i formułacje tworzyw przeznaczonych do spieniania i tworzyw spienionych oraz sposób otrzymywania takich tworzyw (Zgłoszenie nr 379 891, Wiesław Zadecki, Labne)

Wynalazek dotyczy tworzyw, zwłaszcza poliuretanowych opartych na polioliach i izocyjanianach, spienionego polistyrenu lub kopolimerów, lub prepolimerów, lub kauczuków i/lub krzemionki, i/lub krzemianów, które wg wynalazku zawierają też poliolefiny (PE, PP), i/lub żywic fenolowo-formaldehydowych, i/lub halofosforanu wapnia, i/lub poli(chlorku winylu)

w postaci pasty. Przedmiotem wynalazku jest też sposób wytwarzania takich kompaktowych systemów i formułacji tworzyw polegający na tym, że przed zmieszaniem ciekłych składników (np. polioli i izocyjanianów ze znanymi dodatkami) wprowadza się modyfikatory i środki zubożniające, po czym całość miesza się w temperaturze otoczenia przez okres technologiczny i tak utworzoną mieszaninę przenosi do żądanej formy (wg Biul. Urz. Pat. 2007, nr 25, 13—14).

Sposób wytwarzania wodnych dyspersji kopolimerów (met)akrylowych (Zgłoszenie nr 379 961, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Kauczuków i Tworzyw Winiolowych, Oświęcim)

Mieszając wodną emulsję monomerów (A) zawierającą emulgator niejonowy i anionowy, bufor i środek sieciujący oraz — jednocześnie — wodny roztwór inicjatora dozuje się do wodnego roztworu środków pomocniczych (B) zawierającego takie same emulgatory jak A, regulator lepkości i inicjator. W przeliczeniu na 100 cz. mas. monomerów łączna ilość emulgatorów wynosi 1,6—2,4 cz. mas., przy czym są one obecne w B i A w proporcji B:A = od 1:7,5 do 1:22, a w roztworze B emulgatory niejonowy i anionowy występują w stosunku 1:1,17—1:4,7, w A zaś w stosunku 1:0,18—1:0,42 (wg Biul. Urz. Pat. 2007, nr 26, 14).

Sposób wytwarzania stałych elektrolitów polimerowych zawierających ciecz jonową na drodze polimeryzacji (Zgłoszenie nr 380 029, Politechnika Poznańska)

Do zainicjowania polimeryzacji kompozycji monomer (lub mieszanina monomerów)/ciecz jonowa stosuje się światło nadfioletowe i/lub widzialne, przy czym zawartość cieczy jonowej w kompozycji wynosi 1—90 % mas. (wg Biul. Urz. Pat. 2008, nr 1, 10)

Sposób preparacji neutralizacyjnej tworzyw spienialnych i spienionych oraz tak spreparowane tworzywa spienialne i spienione (Zgłoszenie nr 380 124, Termo Organika Sp. z o.o., Kraków)

Sposób odnosi się zwłaszcza do tworzyw polistyrenowych i pozwala na poprawę odporności (m. in. termicznej na działania UV i ozonu). Polega on na tym, że sporządza się aktywowaną mocznikiem z dodatkiem środków powierzchniowo czynnych wodną zawiesinę i/lub roztwór związku azowego, po czym tym roztworem bądź tą zawiesiną preparuje się tworzywo na drodze nanoszenia w obecności pary wodnej i sprężonego powietrza bezpośrednio na granulat przeznaczony do spienienia i/lub po wstępnym spienieniu tego granulatu. Przedmiotem wynalazku są również tak spreparowane tworzywa spienialne i spienione (zwłaszcza PS) stosowane m. in. do izolacji cieplnych, przegród termizolacyjnych, ekranów wibroakustycznych itp. wykorzystywanych przede wszystkim w budownictwie (wg Biul. Urz. Pat. 2008, nr 1, 10).

Sposób wytwarzania nienasyconych żywic poliestrowych (Zgłoszenie nr 380 117, Instytut Chemii Przemysłowej, Warszawa)

Ogrzewa się w temp. 180—230 °C bezwodnik maleinowy (I) lub kwas fumarowy (II) bądź ich mieszaniny z alkoholem diwodrotlenowym oraz aromatycznymi albo alifatycznymi nasyconymi kwasami dikarboksyłowymi (III) lub ich bezwodnikami, lub ich estrami i ewentualnie z dicyklopentadienem i/lub olejem roślinnym, a następnie rozpuszcza się uzyskany nienasycony poliestr w monomerze sieciującym. Sposób charakteryzuje się tym, że stosuje się mieszaninę alkoholu di- i triwodo-

rotlenowego w stosunku molowym odpowiednio od 1:1 do 10:1, I lub II, lub I+II wprowadza się w stosunku molowym do III lub do ich bezwodników, lub do ich estrów bądź poliestrów, lub do ich mieszanin wynoszącym od 1:1,5 do 2:1, przy czym stosunek molowy grup OH do grup COOH mieści się w przedziale 1:1—1,3:1, a mieszaninę reakcyjną ogrzewa się z oddestylowaniem małowcząsteczkowych produktów kondensacji aż do uzyskania nienasyconego poliestru o liczbie kwasowej <50 mg KOH/g (wg Biul. Urz. Pat. 2008, nr 1, 10).

J. F.

RECENZJE

REGINA JEZIÓRSKA: „STUDIUM PROCESU WYTŁACZANIA REAKTYWNEGO”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2005 r. 194 str.

Recenzowana książka stanowiąca przedmiot rozprawy habilitacyjnej jest pierwszą w kraju monografią przedstawiającą w sposób nowoczesny i szeroki bardzo ważne problemy wytłaczania reaktywnego. Składa się z pięciu rozdziałów.

W rozdziale pierwszym przedstawiono zagadnienia dotyczące przebiegu różnych procesów zachodzących w wytłaczarce dwuślimakowej podczas wytłaczania reaktywnego. Oprócz klasycznych procesów związanych z wytłaczaniem tworzyw polimerowych, zachodzą w niej złożone procesy chemiczne, takie jak polimeryzacja, modyfikacja i degradacja wytłaczanego tworzywa.

Omówiono zwięźle problemy przenoszenia ciepła w wytłaczarce, procesy reologiczne, chemiczne oraz główne czynniki warunkujące proces wytłaczania reaktywnego, w tym rolę modyfikatorów i inicjatorów tego procesu. Dokonano także syntetycznego przeglądu literatury oraz przejrzyste sformułowano tezy i cele badawcze. Głównym celem badań było opracowanie nowych elementów teorii wytłaczania reaktywnego, umożliwiających badanie i ocenę wpływu warunków procesu wytłaczania reaktywnego na zjawiska cieplne, reologiczne i chemiczne oraz na właściwości i strukturę wytłocznin.

W rozdziale drugim przedstawiono wyniki badań własnych procesu funkcjonalizacji polietylenu małej gęstości (PE-LD) i poli(tereftalanu etylenu) (PET). W przypadku PE-LD przeprowadzono szczepienie tego polimeru używając jako inicjatora nadtlenu dikumylu (DCP), a jako modyfikatora metylomaleinianu rycynolo-2-oksazoliny (MRO). Funkcjonalizacja PET polegała na przedłużaniu łańcucha tego polimeru za pomocą modyfikatora w postaci 2,2'-(1,3-fenyleno)-bis(2-oksazoliny) (PBO).

W pierwszym przypadku zbadano wpływ stężenia inicjatora i modyfikatora, a w drugim modyfikatora, oraz zmiennych warunków wytłaczania na właściwości tak wytłaczanych materiałów. W badaniach stwierdzono wpływ zarówno stężenia inicjatora, jak i modyfikatorów na właściwości reologiczne modyfikowanych polimerów, a także wpływ warunków, w jakich był prowadzony proces wytłaczania reaktywnego (temperatura, ciśnienie, czas reakcji, częstość obrotów ślimaka) na przebieg i efektywność procesu wytłaczania.

Rozdział trzeci poświęcono sprzężeniu reaktywnemu tworzyw polimerowych zwanemu także kompatybilizacją. Omówiono w nim krótko warunki stabilizowania struktury mieszaniny polimerowej na poziomie mikrofazowym, w tym mieszanin poli-amidu 6 (PA) i PE-LD. Szczegółowym badaniom poddano mie-

szaniny PA i PE-LD oraz PA i PET. W pierwszym przypadku jako środek sprzęgający zastosowano MRO, a w drugim PBO.

W rozdziale czwartym zaprezentowano wyniki badań niektórych właściwości wytłocznin z mieszanin PA/PE-LD/MRO i PA/PET/PBO, m.in. badań struktury nadcząsteczkowej wytłocznin, wykonane za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego, badań stopnia ich krystaliczności przeprowadzone metodą kalorymetrii różnicowej (DSC) oraz stężenia modyfikatora i czasu reakcji na wymienione wyżej właściwości, zachowując stałe pozostałe warunki wytłaczania.

Rozdział piąty zawiera krótkie podsumowanie wyników przeprowadzonych badań i wynikające z nich wnioski.

Recenzowana książka jest pozycją wyjątkową na naszym rynku wydawniczym. Zawiera oryginalne w skali światowej wyniki badań Autorki oraz nowe oryginalne elementy teorii wytłaczania reaktywnego, umożliwiające lepsze poznanie procesu, w szczególności pozwalające na poznanie wpływu różnych czynników fizycznych i chemicznych, występujących podczas tego procesu, na zjawiska cieplne, reologiczne i chemiczne, zachodzące w cylindrze wytłaczarki dwuślimakowej. Cenne jest także stwierdzenie ścisłych współzależności między temperaturą, czasem reakcji, stężeniem inicjatora i modyfikatora oraz częstością obrotów ślimaków wytłaczarki.

Na uznanie zasługuje jasny i przejrzysty sposób przedstawienia przez Autorkę tych trudnych zagadnień, starannie wykonane rysunki i wykresy, w znakomity sposób ułatwiające zrozumienie treści tej książki, a także bogaty przegląd literatury przedmiotu (257 pozycji literaturowych).

Ta wartościowa monografia będzie dobrze służyć zarówno pracownikom naukowym jak i studentom kierunków: przetwórstwo tworzyw polimerowych, technologia i inżynieria chemiczna oraz inżynieria materiałowa. Będzie także cenną pomocą dla pracowników naukowych i projektantów nowych technologii, zatrudnionych w jednostkach badawczo rozwojowych, a także dla technologów pracujących w firmach zajmujących się przetwórstwem tworzyw polimerowych.

Marian Żenkiewicz
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

