

# WITRYNA

## PRACE HABILITACYJNE

**Temat:** *Materiały hybrydowe i kompozytowe otrzymywane metodą fotopolimeryzacji*

**Autor:** dr inż. Agnieszka Marcinkowska, Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zakład Polimerów

**Skład komisji habilitacyjnej:**

– prof. dr hab. inż. Zbigniew Florjańczyk, Politechnika Warszawska – przewodniczący komisji

– dr hab. inż. Karolina Wieszczycka, Politechnika Poznańska – sekretarz komisji

– prof. dr hab. inż. Krzysztof Pielichowski, Politechnika Krakowska – recenzent

– prof. dr hab. Maria Nowakowska, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie – recenzent

– prof. dr hab. Halina Kaczmarek, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu – recenzent

– dr hab. inż. Lidia Jasińska-Walc, Politechnika Gdańska – członek komisji

– dr hab. inż. Magdalena Regel-Rosocka, Politechnika Poznańska – członek komisji

**Data i miejsce habilitacji:** 15 stycznia 2020 r., Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska.

**Nadany stopień naukowy:** doktor habilitowany w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne.

Podstawę nadania stopnia doktora habilitowanego stanowił monotematyczny cykl publikacji pt. „Materiały hybrydowe i kompozytowe otrzymywane metodą fotopolimeryzacji”, składający się z dziesięciu artykułów naukowych w czasopismach indeksowanych przez JCR opublikowanych w latach 2012–2019. Głównym celem naukowym było zbadanie wpływu modyfikatorów (zarówno stałych jak i ciekłych) na kinetykę reakcji fotopolimeryzacji rodnikowej układów monomer/modyfikator oraz na właściwości otrzymanych materiałów hybrydowych i kompozytowych.

Tematyka badawcza związana jest z nieustannym rozwojem współczesnego świata, który prowadzi do stale rosnącego zapotrzebowania na nowe materiały o specyficznych, niespotykanych dotąd, a także polepszonych właściwościach (np. przewodzących lub optycznych). Jedną z metod uzyskania takich materiałów jest wprowadzenie do polimeru różnego rodzaju modyfikatorów, co prowadzi do otrzymania nanokompozytów oraz materiałów hybrydowych. Otrzymywanie modyfikowanych materiałów polimerowych z wykorzystaniem coraz nowszych napełniaczy/modyfikatorów wymaga zbadania zarówno kinetyki polimeryzacji monomer/modyfikator, w dużym stopniu decydującej o właściwościach produktu, jak i charakterystyki utworzonego materiału. Badania były prowa-

dzone zarówno na układach modelowych jak i rzeczywistych (pod kątem aplikacyjnym). Biorąc pod uwagę rodzaje stosowanych modyfikatorów prace można podzielić na dwie grupy tematyczne. Pierwszą grupę stanowiły prace dotyczące badań materiałów hybrydowych i kompozytowych zawierających poliedryczne oligomeryczne silseskioksany (POSS) zawierające reaktywne i/lub niereaktywne grupy funkcyjne w procesie polimeryzacji. Druga grupa prac dotyczyła badań materiałów hybrydowych i kompozytów polimer/ciecz jonowa (jonożeli).

Najważniejsze osiągnięcia i elementy nowości naukowej, zawarte w monotematycznym cyklu publikacji naukowych:

– określenie wpływu reaktywnych (sieciujących, niesieciujących) i niereaktywnych POSS na kinetykę fotopolimeryzacji kompozycji monomer/modyfikator: wykazanie wpływu POSS na przebieg polimeryzacji – efekt kotwicowy (wpływający na zmniejszenie ruchliwości makrorodników, jak i lokalny wzrost stężenia wiązań podwójnych na skutek zakotwiczenia monomeru z długim podstawnikiem na powierzchni POSS), efekt poślizgu (łagodzenie hamującego wpływu lepkości na dyfuzję makrorodników przez cząstki POSS);

– zbadanie wpływu reaktywnych (sieciujących, niesieciujących) i niereaktywnych POSS na właściwości fizykochemiczne i mechaniczne otrzymanych materiałów hybrydowych i kompozytowych: efekt antyplastyfikacji w układzie sieciującym, uzyskanie lakierów o zwiększonej hydrofobowości i odporności na zarysowanie;

– zbadanie wpływu cieczy jonowych (IL) na kinetykę fotopolimeryzacji liniowej i sieciującej tiol-en: zaproponowanie wpływu rozpuszczalnika na mechanizm reakcji i powiązanie go z efektami polarnymi (stabilizacja stanu przejściowego przez anion IL oraz wpływ kationu IL na ewentualny wpływ stabilizujący podstawników przy wiązaniu nienasyconym monomeru);

– zbadanie wpływu cieczy jonowych na właściwości fizykochemiczne i mechaniczne otrzymanych materiałów: wykazanie stabilizującego wpływu cieczy jonowych na koloidalne cząstki polimeru w polimeryzacji dyspersyjnej, efekt antyplastyfikacji w układzie sieciującym, wykazanie wpływu oddziaływań oraz stopnia kompatybilności cieczy jonowej z matrycą polimeru na przewodność jonową jonożeli (możliwość zastosowania jonożeli jako stałych elektrolitów polimerowych).

W skład osiągnięcia naukowego weszły następujące publikacje:

1. Prządka D., Andrzejewska E., Marcinkowska A.: “Multimethacryloxy-POSS as a crosslinker for hydrogel materials”, *European Polymer Journal* **2015**, 72, 34–49.

2. Marcinkowska A., Prządka D., Andrzejewska E.: "Modification of poly-HEMA with non-reactive POSS derivatives by in situ Photopolymerization", *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* **2019**, 138, 1033–1047.

3. Marcinkowska A., Prządka D., Dudziec B., Szcześniak K., Andrzejewska E.: "Anchor effect in polymerization kinetics: case of monofunctionalized POSS", *Polymers* **2019**, 11, 515.

4. Marcinkowska A., Andrzejewska E., Prządka D., Zgrzeba A.: "Photocurable urethaneacrylatebased octamethacryloxypropyloctasilsesquioxane-containing hybrid materials", *Przemysł Chemiczny* **2012**, 91, 1873–1875.

5. Prządka D., Marcinkowska A., Andrzejewska E.: "POSS-modified UV-curable coatings with improved scratch hardness and hydrophobicity", *Progress in Organic Coatings* **2016**, 100, 165–172.

6. Marcinkowska A., Prządka D., Andrzejewska E.: "POSS functionalized with mixed fluoroalkyl and methacryloxy substituents as modifiers for UV-curable coatings", *Journal of Coatings Technology and Research* **2019**, 16, 167–178.

7. Andrzejewska E., Marcinkowska A., Zgrzeba A.: "Ionogels – materials containing immobilized ionic liquids", *Polimery* **2017**, 62, 344–352.

8. Marcinkowska A., Zgrzeba A., Andrzejewska E.: "Thiol-ene photopolymerization of allyldiene in imidazolium-based ionic liquids", *Przemysł Chemiczny* **2013**, 92, 1630–1632.

9. Zgrzeba A., Andrzejewska E., Marcinkowska A.: "Ionic liquid-containing ionogels by thiolene photopolymerization. Kinetics and solvent effect", *RSC Advances* **2015**, 5, 100354–100361.

10. Marcinkowska A., Zgrzeba A., Lota G., Kopczyński K., Andrzejewska E.: "Ionogels by thiolene photopolymerization in ionic liquids: formation, morphology and properties", *Polymer* **2019**, 160, 272–281.

**Dr hab. inż. Agnieszka Marcinkowska** jest absolwentką Politechniki Poznańskiej (PP). W 2003 r. ukończyła studia magisterskie na Wydziale Technologii Chemicznej PP, kierunek: *Technologia Chemiczna, specjalność: technologia polimerów*. W tym samym roku podjęła studia doktoranckie na Wydziale

*Technologii Chemicznej PP*. W 2007 r. uzyskała stopień naukowy doktora nauk chemicznych w zakresie Technologii Chemicznej, w specjalności technologia polimerów, na podstawie rozprawy pt. „Badanie kinetyki fotopolimeryzacji oraz dynamiki molekularnej układów dwuskładnikowych” (promotor: prof. dr hab. inż. Ewa Andrzejewska).



Od 2007 r. jest zatrudniona w Zakładzie Polimerów Wydziału Technologii Chemicznej PP. Specjalizuje się w syntezie materiałów polimerowych metodą fotopolimeryzacji, badaniu kinetyki polimeryzacji, oddziaływań pomiędzy składnikami kompozycji wyjściowych i materiałów polimerowych oraz ich właściwości fizycznych (w tym termicznych, przewodzących, mechanicznych, reologicznych). Prowadzi wykłady, ćwiczenia, zajęcia projektowe i laboratoryjne zarówno z przedmiotów podstawowych, jak i kierunkowych, na studiach I i II stopnia.

Była promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim oraz doradcą naukowym w dwóch przewodach doktorskich. Była również promotorem 30 prac dyplomowych magisterskich oraz 33 inżynierskich z zakresu technologii materiałów polimerowych. Prowadziła również zajęcia praktyczne z wytwarzania materiałów polimerowych na studiach podyplomowych na Politechnice Poznańskiej.

W ramach pracy doktorskiej realizowała grant promotorski. Brała udział w krajowym projekcie badawczym oraz dwóch finansowanych przez UE projektach badawczych w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013. Zrealizowała 7 prac na rzecz przedsiębiorstw.

Brała aktywny udział w krajowych projektach stażowych współfinansowanych ze środków Europejskiego Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki m.in. „Staż Sukcesem Naukowca” (2007–2013), „Zarządzanie własnością intelektualną – klucz do sukcesu w relacjach nauki z biznesem” (2014).

Jest autorem/współautorem 26 artykułów w czasopiśmie cytowanych w JRC, 27 rozdziałów monografii naukowych, współtwórcą patentu oraz współautorem 69 prac prezentowanych w formie wystąpień ustnych lub posterów na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych, a także recenzentem publikacji w zagranicznych czasopiśmie naukowych.

## Z KRAJU

### TWORZYWA W LICZBACH

Tabele 1–4 zawierają dane dotyczące wielkości produkcji surowców i półproduktów chemicznych (tab. 1)

oraz najważniejszych tworzyw polimerowych i polimerów (tab. 2), a także wybranych wyrobów z tworzyw polimerowych (tab. 3) i gumy (tab. 4) w lutym i marcu 2020 r.

**T a b e l a 1. Produkcja surowców i półproduktów chemicznych w lutym i marcu 2020 r., t**

**T a b l e 1. Production (tons) of raw materials and chemical intermediates in February and March 2020**

Artykuł	Średnia miesięczna w 2019 r.	Luty 2020 r.	Marzec 2020 r.	Razem I–III 2020 r.	% I–III 2020/ I–III 2019
Węgiel kamienny	5 154 700	4 968 469	5 068 232	15 269 792	97,9
Węgiel brunatny	4 195 398	3 710 978	3 308 621	11 117 667	82,2
Ropa naftowa – wydobycie w kraju	69 305	68 953	74 452	214 659	95,3
Gaz ziemny – wydobycie w kraju (tys. m <sup>3</sup> )	461 621	426 723	465 547	1 457 737	100,6
Etylen	39 565	37 947	39 436	120 221	90,0
Propylen	36 821	36 900	35 094	109 463	107,2
1,3-Butadien	5 228	5 761	3 229	14 510	86,3
Fenol	3 726	4 329	4 361	12 816	103,9
Izocyjaniany	2	4	3	8	200,0
ε-Kaprolaktam	13 876	13 926	14 422	42 269	96,3

Wg danych GUS.

**T a b e l a 2. Produkcja najważniejszych tworzyw polimerowych i polimerów w lutym i marcu 2020 r., t**

**T a b l e 2. Production (tons) of major polymer materials and polymers in February and March 2020**

Tworzywo polimerowe/polimer	Średnia miesięczna w 2019 r.	Luty 2020 r.	Marzec 2020 r.	Razem I–III 2020 r.	% I–III 2020/ I–III 2019
Tworzywa polimerowe	290 921	272 718	283 660	839 137	93,6
Polietylen	30 023	26 947	26 729	83 918	82,5
Polimery styrenu	14 494	13 760	13 043	40 398	95,2
Poli(chlorek winylu) niezmieszany z innymi substancjami, w formach podstawowych	19 741	22 815	25 310	74 375	108,4
Poli(chlorek winylu) nieuplastyczniony, zmieszany z dowolną substancją, w formach podstawowych	2 766	2 914	2 163	7 457	78,6
Poli(chlorek winylu) uplastyczniony, zmieszany z dowolną substancją, w formach podstawowych	6 764	6 125	7 623	19 625	91,1
Poliacetale, w formach podstawowych	724	888	830	2 618	131,8
Glikole polietylenowe i alkohole polieterowe, w formach podstawowych	6 487	6 135	6 230	19 093	86,3
Żywice epoksydowe, w formach podstawowych	1 303	1 327	1 505	3 832	87,2
Poliwęglany	2 085	2 188	2 226	6 700	101,1
Żywice alkidowe, w formach podstawowych	2 494	2 819	3 257	8 953	101,0
Poliestry nienasycone, w formach podstawowych	8 223	8 758	9 448	25 901	72,8
Poliestry pozostałe	8 459	3 080	3 618	9 506	122,2
Polipropylen	28 693	31 047	28 762	90 060	108,4
Polimery octanu winylu w dyspersji wodnej	3 790	3 012	2 928	8 223	76,7
Poliamidy 6; 11; 12; 66; 69; 610; 612, w formach podstawowych	15 898	16 779	18 283	50 454	102,1
Aminoplasty	15 314	32 133	39 494	125 375	1 497,2
Poliuretany	1 793	1 080	1 397	3 563	71,6
Kauczuki syntetyczne	23 411	26 196	23 605	73 888	102,7

Wg danych GUS.

**T a b e l a 3. Produkcja wybranych wyrobów z tworzyw polimerowych w lutym i marcu 2020 r. r.****T a b l e 3. Production of some polymer products in February and March 2020**

Wyrób	Jednostka	Średnia miesięczna w 2019 r.	Luty 2020 r.	Marzec 2020 r.	Razem I-III 2020 r.	% I-III 2020/ I-III 2019
Wyroby z tworzyw polimerowych	tys. zł	4 833 071	4 765 179	5 081 781	14 528 353	103,0
Rury, przewody i węże sztywne z tworzyw polimerowych	t	29 047	31 406	31 691	87 598	95,8
w tym: rury, przewody i węże z polimerów etylenu	t	10 249	11 877	11 073	32 806	117,7
rury, przewody i węże z polimerów chlorku winylu	t	10 023	10 826	11 394	30 013	103,6
Wyposażenie z tworzyw polimerowych do rur i przewodów	t	3 327	3 402	3 595	9 735	97,0
Płyty, arkusze, folie, taśmy i pasy z polimerów etylenu, o grubości < 0,125 mm	t	43 034	45 140	51 921	141 336	109,4
Płyty, arkusze, folie, taśmy i pasy z polimerów propylenu, o grubości ≤ 0,10 mm	t	10 544	13 307	14 567	38 329	119,2
Płyty, arkusze, folie, taśmy i pasy z komórkowych polimerów styrenu	t	34 179	27 060	33 942	89 731	109,1
w tym: do zewnętrznego ocieplania ścian	t tys. m <sup>2</sup>	13 600 10 586	11 471 8 845	14 452 10 670	38 086 28 457	117,2 108,3
Worki i torby z polimerów etylenu i innych	t	25 268	23 943	26 711	75 819	99,4
Pudełka, skrzynki, klatki i podobne artykuły z tworzyw polimerowych	t	25 096	26 967	27 025	79 955	108,6
Pokrycia podłogowe (wykładziny), ściennie, sufitowe	t tys. m <sup>2</sup>	3 754 1 216	4 203 1 330	4 617 1 525	12 214 3 876	96,8 100,0
Drzwi, okna, ościeżnice drzwiowe	t tys. szt.	36 998 746	35 306 698	36 819 721	101 684 2 019	107,3 105,7
Okładziny ściennie, zewnętrzne	t tys. m <sup>2</sup>	394 299	267 82	379 138	872 290	84,1 59,7
Kleje na bazie żywic syntetycznych	t	1 640	1 437	1 610	4 777	104,3
Kleje poliuretanowe	t	931	988	1 070	3 028	119,2
Włókna chemiczne	t	3 267	3 170	3 326	9 508	91,9
Tkaniny kordowe (oponowe) z włókien syntetycznych	t tys. m <sup>2</sup>	1 367 4 375	1 544 4 940	1 510 4 833	4 622 14 790	107,2 107,2
Nici do szycia z włókien chemicznych	t	33	34	40	110	104,1

Wg danych GUS.

**T a b e l a 4. Produkcja wybranych wyrobów z gumy w lutym i marcu 2020 r. r.****T a b l e 4. Production of some rubber products in February and March 2020**

Wyrób	Jednostka	Średnia miesięczna w 2019 r.	Luty 2020 r.	Marzec 2020 r.	Razem I-III 2020 r.	% I-III 2020/ I-III 2019
Wyroby z gumy, produkcja wytworzona	t	89 321	92 773	93 435	273 896	98,0
Opony i dętki z gumy; bieżnikowane i regenerowane opony z gumy	t tys. szt.	47 914 4 751	49 055 4 601	45 298 4 226	143 856 13 357	94,6 87,8
w tym: opony do samochodów osobowych	tys. szt.	2 694	2 901	2 486	8 281	97,5
opony do samochodów ciężarowych i autobusów	tys. szt.	318	302	292	928	89,9
opony do ciągników	tys. szt.	11	14	15	42	104,2
opony do maszyn rolniczych	tys. szt.	41	39	56	118	93,6
Przewody giętkie wzmocnione metalem	t	940	1 304	1 148	3 529	116,6
Taśmy przenośnikowe	t km	4 130 3 165	4 141 3 513	4 845 3 133	11 756 9 383	93,9 93,1

Wg danych GUS.

## ZE ŚWIATA

### Zwiększenie produkcji części zamiennych dzięki metodzie druku 3D

Holenderska grupa Eriks specjalizująca się w komponentach maszyn i usługach technicznych dla różnych sektorów przemysłu, rozszerza możliwości produkcyjne zakładu w Alkmaar. Głównym celem modernizacji jest wytwarzanie części zamiennych oraz, w mniejszym stopniu, oryginalnych części wyposażenia metodą druku 3D.

Umożliwi to szybsze konstruowanie części niż metodą wtryskiwania.

Eriks jest częścią SHV Holding z siedzibą w Utrechcie. Firma produkuje części formowane wtryskowo oraz profile wytłaczane z elastomerów, tworzyw termoplastycznych i termoutwardzalnych, w niektórych przypadkach wzmocnionych włóknami węglowymi i szklanymi. Półprodukty, takie jak: uszczelki, pasy napędowe, arkusze, pręty, folie i profile, wytwarzane są m.in. dla przemysłu motoryzacyjnego, chemicznego, spożywczego i farmaceutycznego. Firma ma 29 zakładów zatrudniających około 7500 pracowników. Roczna sprzedaż produktów wynosi ok. 1,9 mld euro.

[www.plasteurope.com/](http://www.plasteurope.com/)

### Zwiększenie zdolności wytwarzania cyklicznego kopolimeru olefinowego

Firma Mitsui Chemicals Inc. zamierza zbudować fabrykę w Takaishi (Osaka), w której będą produkowane cykliczne kopolimery olefinowe APEL™, stosowane głównie w smartfonach. Dzięki nowemu zakładowi zdolność produkcyjna APEL™ wzrośnie o ok. 50%. Budowę zakładu rozpoczęto w kwietniu 2020 r., planowany termin zakończenia inwestycji – marzec 2022 r.

Kopolimer APEL™, opracowany przez Mitsui Chemicals, ma unikatowy zestaw cech reprezentujących najlepsze właściwości poliolefin i tworzyw amorficznych.

Materiał ma wiele cech charakterystycznych dla poliolefin, takich jak doskonałe właściwości izolacyjne, wyjątkowa odporność na wilgoć, łatwość przetworstwa, dobra przejrzystość i przezroczystość, wysoka temperatura zeszklenia, mała przepuszczalność gazów oraz doskonała odporność chemiczna i cieplna. Jednocześnie jest amorficzny, optycznie izotropowy i niepolarny. W porównaniu z innymi żywicami i tworzywami konstrukcyjnymi ten ma niższą dwójłomność i najwyższy współczynnik załamania światła (1,54) wśród komercyjnie stosowanych polimerów cykloolefinowych, dzięki czemu może być wykorzystany m.in. w soczewkach optycznych cyfrowych aparatów fotograficznych oraz w opakowaniach farmaceutycznych.

Dostępnych jest siedem gatunków kopolimeru APEL™ o dużej przezroczystości, małej przepuszczalności pary wodnej i dużej odporności na odkształcenia cieplne. Wszystkie gatunki wykazują dobre właściwości termiczne, dielektryczne i elektryczne, małe wartości skurczu i absorpcji wilgoci.

<https://jp.mitsuichemicals.com/>

<https://us.mitsuichemicals.com/>

### Negri Bossi rozpoczyna produkcję masek ochronnych

Włoski producent wtryskarek Negri Bossi, z siedzibą w Mediolanie, rozpoczął produkcję masek ochronnych dla pracowników służby zdrowia.

Maska wykonana jest z elastycznej gumy termoplastycznej i można ją ponownie stosować dzięki wymiennej tkaninie filtrującej.

Przy pełnej zdolności produkcyjnej zakład może wytwarzać 500 masek na godzinę.

Maska może zostać ulepszona poprzez włożenie filtra zaworu wydechowego, łatwo je zdezynfekować we wrzącej wodzie z mydłem. Maski są przezroczyste, nie ograniczają pola widzenia użytkownika i nie zaparowują okularów.

[www.sustainableplastics.com/](http://www.sustainableplastics.com/)

### Rozpoczęcie produkcji środków do dezynfekcji rąk

Konsorcjum Dow, światowy producent tworzyw polimerowych i chemikaliów, ogłosił, że pięć zakładów produkcyjnych w Belgii, Brazylii, Niemczech i Stanach Zjednoczonych rozpocznie produkcję środków dezynfekujących (łącznie ok. 180 ton) dla szpitali i osób udzielających pierwszej pomocy w walce z pandemią Covid-19.

Ponadto Dow zobowiązał się przekazać 3 mln USD na sfinansowanie działań pomocowych w walce z pandemią. Obejmą one m.in. pomoc w dystrybucji podstawowych zasobów, takich jak sprzęt ochrony osobistej dla pracowników opieki zdrowotnej oraz darowiznę na rzecz funduszu WHO „Covid-19 Solidarity Response Fund”.

<https://www.plasteurope.com/>

### RWDC Industries zwiększa produkcję polihydroksyalkanianów

RWDC Industries, firma z siedzibą w Atenach produkująca biopolimery zamierza zainwestować 133 mln USD w opracowanie wysokowydajnych technologii produkcji polihydroksyalkanianu (PHA), niezwykle wszechstronnego, biodegradowalnego polimeru. PHA produkowane przez firmę są certyfikowane przez TÜV AUSTRIA jako

całkowicie biodegradowalne w glebie, wodzie i warunkach morskich, bez żadnych toksycznych pozostałości.

Istnieje ponad 115 monomerów, które tworzą różne klasy poliestrów alifatycznych PHA, zawierające od stu do kilku tysięcy reszt hydroksykwasów. Początkowo skupiono się na krótko łańcuchowych PHA połączonych z punktami termodegradacji blisko ich temperatury topnienia. RWDC koncentruje się na średnio łańcuchowych PHA mających szersze zastosowanie. Dążąc do wykorzystania zasobów, które w innym przypadku byłyby odpadami, Firma stosuje jako surowiec użytkowe oleje spożywcze. RWDC przez pierwsze kilka lat pracowała nad projektem, który pozwoliłby na produkcję PHA na dużą skalę. Firma zaprojektowała moduły o pojemności 25 000 ton, które w przyszłości planuje wybudować w pobliżu siedzib klientów w różnych krajach.

RWDC jest już bliski ukończenia budowy demonstracyjnej instalacji w Atenach (5000 t), która ma służyć jako platforma testowa do optymalizacji projektu większych modułów (25 000 t). Budowa pierwszego pełnego modułu rozpocznie się jeszcze w br.

Obecnie szacunkowy poziom zapotrzebowania wynosi ok. pół mln ton PHA/rok.

Najnowsza inwestycja ma być przeznaczona na budowę nowego zakładu produkcyjnego w Atenach oraz na prowadzenie prac badawczo-rozwojowych.

[www.sustainableplastics.com/](http://www.sustainableplastics.com/)

### **Michelin inwestuje w recykling polistyrenu**

Michelin zainwestował w kanadyjską firmę Pyrowave specjalizującą się w recyklingu tworzyw polimerowych. Nie podano szczegółów na temat wielkości inwestycji.

Opatentowana przez Pyrowave technologia katalizacyjnej depolimeryzacji mikrofalowej jest przeznaczona do recyklingu produktów wykonanych z polistyrenu epoksydowanego (styropianu EPS) i polistyrenu wysokoudarowego (HIPS). Na początkowych etapach procesu usuwane są różnego typu zanieczyszczenia materiału polimerowego, następnie otrzymany polistyren wprowadza się do reaktora, gdzie miesza się go z węglikiem krzemu i poddaje oddziaływaniu promieniowania mikrofalowego o wysokiej energii.

Mikrofale szybko nagrzewają odpady tworzywa do bardzo wysokiej temperatury, co powoduje rozerwanie łańcuchów polimerowych i uwalnianie monomerów.

W ten sposób odpady polistyrenowe są przekształcane w ciecz zawierającą monomery styrenowe, które po oczyszczeniu są identyczne z monomerami pierwotnymi. Technologia Pyrowave w porównaniu z procesem wytwarzania polistyrenu z materiałów kopalnych umożliwia trzykrotne zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych oraz ok. 15-krotne zmniejszenie zużycia energii. Unikatowa technologia pozwala na wielokrotny recykling materiałów polimerowych i uzyskanie półproduktów, które można stosować do wytwarzania pełnowartościowych polimerów.

[www.sustainableplastics.com/](http://www.sustainableplastics.com/)

<https://advancedwastesolutions.ca/>

### **Opakowania do żywności, kosmetyków i farmaceutyków z polietylenu nadającego się do recyklingu**

Szwajcarski producent Hoffmann Neopac wprowadzi na rynek nadające się do recyklingu tubki Polyfoil, a jednocześnie zapewniające doskonałą ochronę pakowanych w nie kosmetyków, żywności i produktów farmaceutycznych. Produkty Polyfoil zawierają ponad 95% polietylenu (PE), pozostałe składniki, m.in. tusze lub kleje, stanowią mniej niż 5%, co pozwala uniknąć zakłóceń w procesach recyklingu. Neopac dąży do zastosowania w materiałach tubek nowych warstw barierowych, w tym orientowanych wysokobarierowych folii PE, cienkich warstw kopolimeru etylen-alkohol winylowy (EVOH), lakierów i ceramicznych folii barierowych. Tubki Polyfoil MMB będą dostępne w wersji metalizowanej, białej i przezroczystej. Ich masa jest o 40% mniejsza niż standardowych tubek z aluminiową warstwą barierową. Wielowarstwowe opakowania zawierające warstwę aluminiową stwarzają problemy podczas recyklingu i generują ogromne ilości odpadów.. Neopac przeprowadza również testy zmierzające do wymiany zamknięć polipropylenowych na polietylenowe.

Firma Neopac produkuje tuby w Szwajcarii, na Węgrzech i w USA, a 3D Neopac w Indiach. Zatrudnia ok. 1250 pracowników i rocznie wytwarza 1,3 mld opakowań.

[www.plasteurope.com/new](http://www.plasteurope.com/new)

**mgr Irena Leszczyńska**

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### MATERIAŁY

Austriacki producent folii opakowaniowych Schur Flexibles opracował nowy typ opakowania do mięsa mielonego stanowiącego alternatywę dla termoformowanych tacek. W „**MonoFlow (re) PXC**” użyto cenniejszej folii polipropylenowej o grubości 60 µm, którą można pokryć drukiem fleksograficznym, wklęsłym lub cyfrowym. W porównaniu z tawkami ten rodzaj opakowania pozwala zmniejszyć zawartość tworzywa o ok. 60% przy identycznej masie netto. Artykuł spożywczy jest chroniony warstwą o wysokiej barierowości, która nie wpływa negatywnie na proces recyklingu, ponieważ stanowi mniej niż 5% masy. Folia nadaje się również do zastosowań w opakowaniach z atmosferą ochronną (Modified Atmosphere Packaging MAP).

[www.plasteurope.com/](http://www.plasteurope.com/)

Carbios, francuska firma zajmująca się biotechnologią, i Toulouse Biotechnology Institute (TBI) opublikowały w czasopiśmie naukowym *Nature* artykuł opisujący **technologię enzymatycznej depolimeryzacji poli(tereftalanu etylenu) (PET)** pochodzącego z recyklingu butelek do napojów. Wydajność procesu w czasie 10 godzin wynosi 90 %. Według autorów publikacji biologicznie przetworzony PET wykazuje te same właściwości, co pierwotny polimer. Technologia ma być przetestowana w zakładzie firmy Carbinos w 2021 r. PET jest jednym z najczęściej używanych polimerów znajdującym zastosowanie w szerokiej gamie produktów, od włókien odzieżowych, pojemników na żywność, opakowań termoformowanych po butelki. Recykling PET jest stosowany w wielu krajach, jednak głównie wykorzystuje się proces termiczny, który powoduje pogorszenie właściwości mechanicznych. Opracowana technologia może być stosowana dla wszystkich rodzajów tworzywa PET (przezroczystych, kolorowych lub wielowarstwowych) oraz włókien. Umożliwia wielokrotny recykling odpadów polimerowych i nie wymaga wysokiej temperatury, ciśnienia ani rozpuszczalników.

[www.sustainableplastics.com/](http://www.sustainableplastics.com/)

**mgr Irena Leszczyńska**

Naukowcy z Uniwersytetu Jagiellońskiego (UJ), prof. Maria Nowakowska i prof. Krzysztof Szczubiałko (Wydział Chemii UJ) oraz prof. Krzysztofa Pyrc i dr Aleksandra Milewska (Małopolskie Centrum Biotechnologii UJ) opracowali, na bazie **chitozanu** – związku otrzymywanego z krewetek lub grzybów, **polimer HTCC** mogący skutecznie **hamować infekcję nowymi koronawirusami**. Polimer ten wiąże się z białkiem Spike tworzącym „koronę”

wirusa i blokuje jego oddziaływanie z receptorem komórkowym, a w konsekwencji wnikanie wirusa do komórki. Badania wykazały, że po podaniu gryzoniom HTCC drogą wziewną nie obserwowano działania toksycznego ani pogorszenia się czynności płuc. Prace były prowadzone z zastosowaniem nie tylko standardowego modelu komórkowego, ale również zaawansowanego systemu modelującego w pełni zróżnicowany nabłonek ludzkiego układu oddechowego (hodowle ALI), jednego z najdoskonalszych modeli pozwalających na analizę zakażenia w naturalnym środowisku organizmu człowieka. Polimer HTCC nie jest jeszcze zatwierdzony do stosowania u ludzi. Badania prowadzone były we współpracy z naukowcami z Uniwersytetu Gdańskiego, Śląskiego Centrum Chorób Serca oraz z zespołami badawczymi z Chin.

[www.dzienniknaukowy.pl](http://www.dzienniknaukowy.pl)

Produkcja oliwy z oliwek generuje znaczne ilości odpadów, także w procesie usuwania pestek. W nowym projekcie **Go-Oliva** uruchomionym przez Spanish Plastics Technology Center AIMPLAS rozważana jest możliwość zastosowania pestek do wytworzenia nowego biopolimeru.

Projekt jest wspólnym przedsięwzięciem AMIPLAS i stowarzyszenia OLIFE - Olivarera Los Pedroches, związku producentów oliwy w hiszpańskiej Andaluzji. Pestki oliwek są obecnie uтиlizowane w Hiszpanii głównie przez spalanie, w celu odzyskiwania energii. Celem projektu Go-Oliva jest znalezienie możliwości zastosowania odpadów do wytwarzania nowego, trwałego materiału opakowaniowego na olej i produkty ropopochodne. Uczestnicy projektu opracowali **Oliplast** nowe, biodegradowalne, kompostowalne tworzywo polimerowe, pochodzące ze źródeł odnawialnych. Materiał jest tworzywem termoplastycznym napełnionym rozdrobionymi pestkami z oliwek, przeznaczonym do formowania metodą wytłaczania lub wtryskiwania takich produktów, jak: tace, pojemniki do przechowywania butelek, a także nakrętki do pojemników na kremy kosmetyczne wykonane z oliwy z oliwek. Planowane jest przeprowadzenie jeszcze badań behawioralnych i badań środowiskowych w celu określenia kompostowalności materiału.

[www.bioplasticsnews.com](http://www.bioplasticsnews.com)

Materiały do produkcji motocyklowych zbiorników paliwa muszą spełniać rygorystyczne wymagania: charakteryzować się małą dyfuzją paliw w ściankach zbiornika, dużą wytrzymałością i ciągliwością, co jest szczególnie ważne w przypadku zderzenia oraz umożliwiać zaprojektowanie zbiornika o skomplikowanej geometrii. W przypadku **zgrzewanego zbiornika do**

**motocykli BMW Motorrad F 900 R i F 900 XR** wszystkie te wymagania zostały spełnione dzięki zastosowaniu materiału na bazie poliamidu 6 (PA 6) **Durethan BC550Z 900116 DUSXBL** koncernu LANXESS. Materiał ten spełnia rygorystyczne wymagania amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (EPA) w zakresie dyfuzji paliw. W celu wytworzenia zbiornika z nienapełnionego wysokoudarowego PA 6, formowane wtryskowo są dwie „skorupy”, które są następnie zgrzewane metodą gorącej płyty. Ze względu na łatwość obróbki w procesie formowania wtryskowego nawet skomplikowane kształty geometryczne można uzyskać w ekonomiczny sposób. Zastosowanie PA 6 do produkcji zbiorników umożliwia większą elastyczność konstrukcji w porównaniu z produkowanymi z blachy stalowej lub aluminiowej. Dodatkową zaletą jest, że polimer nie ulega korozji. Nie jest też konieczne wykonywanie kosztownych operacji takich jak formowanie, tłoczenie i łączenie. Zbiorniki wykonane PA 6 są znacznie tańsze niż zbiorniki wielowarstwowe zawierające warstwę zaporową o dużej polaryzacji, zwykle wykonaną z kopolimerów etylen/alkohol winylowy (EVOH). Durethan BC550Z 900116 DUSXBL charakteryzuje się też znacznie mniejszą przenikalnością paliwa niż inne polimery, np. polietylen dużej gęstości (PE-HD). Fluoryzacja może ograniczyć przenikanie paliwa w zbiornikach z PE-HD, ale jest to dodatkowy kosztowny etap produkcji, wymagający stosowania agresywnego chemicznie fluoru. Wartości przenikalności paliwa przez odpowiedniej grubości ścianki jednowarstwowego zbiornika są kilkukrotnie mniejsze od wartości (1,5 g/m<sup>2</sup> powierzchni wewnętrznej dziennie) wymaganej przez Agencję Ochrony Środowiska w kodeksie EPA 40 CFR.

Durethan BC550Z 900116 DUSXBL został pierwotnie opracowany na potrzeby procesu wytłaczania z rozdmuchiwaniem i w ciągu kilku lat sprawdził się w seryjnej produkcji zbiorników paliwa. W procesie formowania wtryskowego możliwe jest uzyskiwanie bardziej skomplikowanych kształtów, a także precyzyjna kontrola rozkładu grubości ścianek, co z kolei ułatwia dokładniejsze zaprojektowanie zbiornika za pomocą narzędzi CAE (Computer Aided Engineering). Durethan BC550Z 900116 DUSXBL charakteryzuje się też bardzo dobrą zgrzewalnością oraz bardzo dużą odpornością na uderzenie. Dzięki temu, nawet w przypadku kolizji, zbiornik paliwowy pozostaje nienaruszony i szczelny. Próby udarności w temperaturze -20 °C i 60 °C na postarzonych zbiornikach nie powodowały powstania nieszczelności. Zbiorniki są wspólnym projektem firm: BMW Motorrad i Röchling Automotive Italia we współpracy z firmą LANXESS. Ze względu na właściwości, Durethan BC550Z 900116 DUSXBL nadaje się również do produkcji zbiorników do małych pojazdów, takich jak quady, skutery śnieżne i kosiarki samojezdne.

[www.lanxess.com](http://www.lanxess.com)

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntez Chemicznych wspólnie z Grupą Azoty – Zakłady

Azotowe Puławy i Zakłady Chemiczne Police przystępują do pracy nad projektem „Przyjazne dla środowiska nawozy o spowolnionym uwalnianiu składników” w ramach konkursu NCBR „Szybka ścieżka”. Głównym celem projektu jest opracowanie biodegradowalnej otoczki polimerowej do nawozów azotowych (mocznika) oraz nawozów wieloskładnikowych (NPK) w celu zapewnienia spowolnionego uwalniania składników pokarmowych do gleby, a tym samym zwiększenia wykorzystania ich przez rośliny. Materiały powlekające będą charakteryzowały się optymalną efektywnością ekonomiczną, co umożliwi wprowadzenie nawozów do masowego stosowania w uprawach rolniczych. Otoczka powinna ulec degradacji w środowisku glebowym w ciągu maksymalnie 48 miesięcy i w zależności od tego jaka będzie to otoczka, będzie można sterować tempem uwalniania składników odżywczych do roztworu glebowego. Nowe nawozy otoczkowane będą służyć minimalizacji negatywnego oddziaływania nawozów mineralnych na środowisko poprzez: zmniejszenie emisji gazowych pochodnych azotu, zmniejszenie wymywania azotanów i innych składników pokarmowych oraz ryzyka akumulacji azotanów w roślinach.

[www.kierunekchemia.pl](http://www.kierunekchemia.pl)

W 2012 roku na Uniwersytecie w Osace opisano enzym LLC, który przerywa w poli(tereftalanie etyleny) (PET) wiązania pomiędzy tereftalanem a glikolem etylenowym. Niestety enzym stawał się nieaktywny po kilku dniach pracy w temperaturze 65°C, niezbędnej do zmiękczenia materiału, w celu umożliwienia wniknięcia LLC. Obecnie naukowcy z firmy Carbios i z Uniwersytetu w Tuluzie postanowili zmodyfikować LLC. Zidentyfikowane zostały miejsca, w których enzym przyłącza się do PET oraz stworzono wiele odmian LLC o zwiększonej stabilności w wysokiej temperaturze. W rezultacie do dalszych badań wytypowano enzym, który 10 000-krotnie efektywniej niż LLC rozkłada PET i jest aktywny w temperaturze 72°C. Próby w małym reaktorze testowym wykazały, że zmodyfikowany LLC jest w stanie rozłożyć w ciągu 10 h ok. 90% PET z ładunku wynoszącego 200 g, przerywając wyłącznie wiązania pomiędzy obydwojoma składnikami PET i przywracając je do formy wyjściowej, nie wpływając przy tym na inne materiały, w tym barwniki i inne tworzywa polimerowe. Uzyskane w ten sposób składniki zostały wykorzystane do ponownej produkcji butelek PET o takich samych właściwościach, jak butelki z materiału pierwotnego.

[www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)

Naukowcy z Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie pracują nad metodą szybszej i tańszej produkcji celulozy bakteryjnej. Biomateriał ma zastosowanie przede wszystkim w medycynie jako opatrunek na trudno gojące się rany i oparzenia. Celuloza bakteryjna jest biopolimerem produkowanym przez niepatogenne bakterie, występujące naturalnie w śro-



dowisku. Pod względem chemicznym jest taka sama jak celuloza roślinna, jednak włókna budujące celulozę bakteryjną są tysiąc razy cieńsze od włókien celulozy roślinnej i ze względu na swoją unikatową nanostrukturę ma inne właściwości niż celuloza roślinna. W warunkach laboratoryjnych nanowłókna celulozy bakteryjnej agregują i tworzą uwodnioną galaretowatą membranę. Po odpowiednim oczyszczeniu, materiał ten może być stosowany w wielu dziedzinach, szczególnie w medycynie, ponieważ najważniejszą cechą biopolimeru jest jego biokompatybilność. Celuloza jest porowata jak gąbka, co zapewnia wymianę gazową pomiędzy raną a środowiskiem zewnętrznym, a uwodniona galaretowata struktura daje efekt kojący w kontakcie ze skórą i zwiększa komfort pacjenta podczas zmiany opatrunku. Ze względu na dużą wytrzymałość mechaniczną, plastyczność i elastyczność celuloza bakteryjna może być również stosowana w medycynie implantacyjnej – jako chrząstki, implanty uszu, nosa lub naczyń krwionośnych. Celuloza bakteryjna znalazła już zastosowanie jako konserwujący dodatek do żywności, membrana do głośników, do izolacji przewodów elektrycznych, a także do rekonstrukcji dzieł sztuki oraz jako filtry powietrza, a także bardzo wytrzymały papier. Niestety koszty produkcji celulozy są obecnie zbyt duże, a efektywność procesu niezadowalająca. Trwające prace mają na celu opracowanie metody pozwalającej na szybką i taną produkcję celulozy bakteryjnej. W tym celu naukowcy skonstruowali bioreaktor z generatorem wirującego pola magnetycznego, który ma stymulować komórki do wzrostu i do większej aktywności metabolicznej.

[www.naukawpolsce.pap.pl](http://www.naukawpolsce.pap.pl)

## PRZETWÓRSTWO

Firma Wittmann wprowadziła do oferty suszarek suchego powietrza nowe **suszarki kompresorowe CARD** (Compressed Air Resin Dryer) przeznaczone do

suszenia tworzyw termoplastycznych. Urządzenia oferowane są ze zbiornikami pojemności 1–3500 l, a w zależności od preferencji użytkownika i wielkości zbiornika suszącego urządzenia są montowane bezpośrednio na wtryskarce lub ustawiane obok maszyny. Proces suszenia z wykorzystaniem suszarki kompresorowej można podzielić na 4 etapy. Na pierwszym etapie urządzenie zasysa powietrze z otoczenia, które jest następnie sprężane do ciśnienia 0,8 MPa, co powoduje wydzielenie znajdującej się w nim wilgoci. Na kolejnym etapie sprężone powietrze przepływa przez agregat chłodniczy, co pozwala na wydzielenie z powietrza pozostałej jeszcze wilgoci. Osuszone powietrze jest ponownie ogrzewane do temperatury pokojowej. Uzyskane w ten sposób powietrze suszące o punkcie rosy  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  jest kierowane do zbiornika suszarki i nadaje się do suszenia dowolnego tworzywa termoplastycznego. Przygotowanych zostało kilka rozwiązań konstrukcyjnych suszarek kompresorowych CARD, różniących się wielkością zbiorników suszących i systemem sterowania. Suszarki **CARD G** z grupy CARD charakteryzują się wydajnością suszenia od 0,16 do 2,0 kg/h, posiadają zbiorniki suszące o pojemności 1–6 l i przeznaczone są do bezpośredniej zabudowy na małych wtryskarkach. Wszystkie konstrukcje charakteryzują się bardzo prostą obsługą i łatwym utrzymaniem w eksploatacji. Suszarki kompresorowe CARD, dzięki niskiej cenie, stanowią dobrą alternatywę dla tradycyjnych suszarek. Posiadają bogaty zestaw wyposażenia opcjonalnego, w tym przyłącza do łączenia suszarek CARD z wtryskarką, czujniki poziomu rosy, sygnalizację alarmową, zegar pracy tygodniowej, różne filtry do zasysanego powietrza wraz z możliwością ich automatycznego czyszczenia. Wyposażenie to umożliwia łatwy montaż suszarki, a także dostosowanie jej do potrzeb bardziej wymagających klientów.

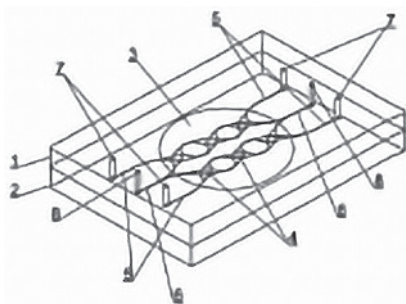
[www.wittmann-group.com](http://www.wittmann-group.com)

**dr Anna Łukszo-Bieńkowska**

## WYNAŁAZKI

**Mikrosystem przepływowy do trójwymiarowej hodowli komórek** (Zgłoszenie nr 427667, Politechnika Warszawska)

Przedmiotem zgłoszenia jest mikrosystem przepływowy do trójwymiarowej hodowli komórek, zawierający dwie płytki polimerowe z poli(dimetylosiloksanu) zaopatrzone w sieć mikrokanałów, komory hodowlane oraz otwory wlotowe i wylotowe. Mikrosystem ten charakteryzuje się tym, że pomiędzy płytką górną (1) a płytką dolną (2) znajduje się porowata membrana polimerowa, a płytki, górna (1) i dolna (3) są wyposażone w analogiczne mikrostruktury, przy czym te mikrostruktury są obrócone wobec siebie o 180° w poziomie. Każda z mikrostruktur składa się z sześciu podłużnych mikrokanałów (4) połączonych siecią symetrycznych, sinusoidalnych mikrokanałów z dwoma kanałami doprowadzającymi (5) i jednym kanałem odprowadzającym (6), a ponadto otwory doprowadzające (7) i otwory odprowadzające (8) znajdują się w górnej płytce polimerowej (1) (wg Biul. Urz. Pat. 2020, nr 11, 32).



**Sposób wytwarzania katody węglanowego ogniwa paliwowego o wysokiej porowatości otwartej** (Zgłoszenie nr 427754, Politechnika Warszawska)

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania katody węglanowego ogniwa paliwowego o wysokiej porowatości otwartej polegający na:

- formowaniu gęstwy, w której skład wchodzi: rozpuszczalniki nieorganiczne, spoiwa polimerowe, plastyfikatory, antyspianiacze, dyspergatory, porogeny oraz proszek niklu,
- mieszanii składników do otrzymania jednorodnej gęstwy,
- wylaniu gęstwy na płaskie podłoże,
- rozprowadzeniu gęstwy specjalnym ostrzem, formując w ten sposób taśmę,
- suszeniu taśmy w temperaturze pokojowej lub podwyższonej, a następnie jej wyżarzaniu oraz spiekaniu w atmosferze gazów redukujących zawierających wodór.

Stosuje się porogeny w postaci mieszaniny mikrosfer polimerowych o średniej wielkości 15–25 μm i mikrosfer polimerowych o średniej wielkości 80–120 μm użytych

w stosunku 25 : 75 do 75 : 25, w ilości 39–56% obj. w stosunku do objętości proszku niklu, przy czym mikrosfery polimerowe wewnątrz wypełnione są gazem z grupy węglowodorów (wg Biul. Urz. Pat. 2020, nr 11, 32).

**Kompozycja adhezyjna do laminacji lub sklejanania** (Zgłoszenie nr 427667, Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”, Łódź)

Przedmiotem zgłoszenia jest polimerowa kompozycja do laminacji lub sklejanania, zwłaszcza płaskich materiałów włókienniczych, przeznaczonych na wyroby o charakterze ochronnym, charakteryzujące się znaczną absorpcją energii uderzenia. Kompozycję stanowi zhomogenizowana mieszanina zawierająca związki polimerowe, środek reologiczny z udziałem grafenu oraz wypełniacz, o składzie ogólnym: 100 cz. mas. bromowanego kopolimeru izobutylenowo-izoprenowego, 10–20 cz. mas. 2-metylopropenu w postaci ciekłej, 60–70 cz. mas. cykloalifatycznej żywicy węglowodorowej, 10–15 cz. mas. środka reologicznego z udziałem grafenu, o lepkości 740–790 Pa · s., 30–33 cz. mas. węglanu wapnia lub sodu (wg Biul. Urz. Pat. 2020, nr 11, 32).

**Sposób przetwarzania odpadowych folii laminowanych zawierających polietylen, poliamid lub poli(tereftalan etylenu)** (Zgłoszenie nr 427905, Politechnika Śląska, Gliwice)

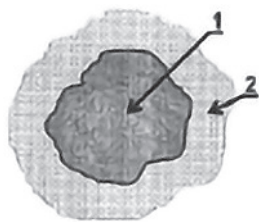
Przedmiotem zgłoszenia jest sposób przetwarzania odpadowych folii laminowanych zawierających polietylen, poliamid lub poli(tereftalan etylenu), w którym polietylen zawarty w laminacie ogrzewa się i rozpuszcza w rozpuszczalniku, a następnie separuje z nierozpuszczalnego składnika laminatu. Proces charakteryzuje się tym, że po ogrzaniu, rozpuszczeniu i separacji nierozpuszczalnego składnika laminatu, roztwór chłodzi się z szybkością 1–15°C/min, od temp. 120 do 70°C, przy ciągłym mieszaniu całej objętości cieczy.

Jako rozpuszczalnik stosuje się octan i-amylu, octan n-amylu, i-butynian i-butylu, propanian n-propylu, propanian n-butylu lub heptan-2onie. Proszek polietylenowy wydziela się z rozpuszczalnika poprzez sączenie, filtrację lub wirowanie (wg Biul. Urz. Pat. 2020, nr 12, 32).

**Lekkie kruszywo kompozytowe** (Zgłoszenie nr 428025, Politechnika Częstochowska)

Zgłoszenie dotyczy lekkiego kruszywa kompozytowego, na bazie odpadów z recyklingu tworzyw polimerowych, mającego zastosowanie w budownictwie jako składnik betonu, zapraw lub jako materiał izolacyjny, w drogownictwie jako materiał do wykonania stabilizacji i podbudów, w geotechnice do warstw filtracyjnych i wzmocnień gruntu, a także jako napełniacz do żywic

i innych materiałów konstrukcyjnych i powłokowych. Kruszywo sporządzone z odpadów z tworzyw polimerowych i innych odpadowych materiałów charakteryzuje się tym, że jest złożone z ziaren w postaci granulatu o uziarnieniu 0,1–30 mm i budowie warstwowej. Każde ziarno ma polimerowy rdzeń (1) szczelnie otoczony co najmniej jedną zewnętrzną powłoką (2) wytworzoną z materiałów sypkich o uziarnieniu 0,005–5 mm, korzystnie 0,005–2 mm. Zewnętrzna powłoka (2) jest jednorodnie połączona z polimerowym rdzeniem (1) (wg Biul. Urz. Pat. 2020, nr 13, 22).



**Termoizolacyjna masa cienkowarstwowa z mikrosferami szklanymi na bazie żywic syntetycznych, akrylowych i silikonowych oraz sposób jej uzyskania** (Zgłoszenie nr 428055, Kowalik Henryk, Katowice)

Przedmiotem wynalazku jest termoizolacyjna masa cienkowarstwowa z mikrosferami szklanymi na bazie żywic syntetycznych i silikonowych oraz sposób jej uzyskania. Masa składa się z mieszaniny 15–20% wody demineralizowanej, 0,25–0,50% zmiękczacza wody, 0,25–0,50% środka antyzbrylającego, 0,25–0,50% środka zagęszczającego, 0,25–0,50% środka dyspergującego, 0,25–0,50% zwilżacza, 0,15–0,35% wody amoniakalnej, 3,5–6,0% koalescentów, 7,0–8,5% bieli tytanowej, 40–50% wodnej dyspersji styrenowo-akrylowej, 3,5–6,0% czynnika wiążącego, 0,25–0,50% środka antypiennego, 0,15–0,35% środka antybakteryjnego i fungicydu i 12–15% mikrosfer szklanych i jest przeznaczona do wykonywania termoizolacyjnych pokryć w budownictwie i w przemyśle (wg Biul. Urz. Pat. 2020, nr 13, 22).

**Sposób wytwarzania poliamidu PA69 o regulowanym ciężarze cząsteczkowym** (Zgłoszenie nr 4281085, Instytut Biopolimerów i Włókien Chemicznych, Łódź)

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania poliamidu PA69 o regulowanym ciężarze cząsteczkowym na drodze syntezy soli kwasu azelainowego i heksametylenodiaminy w obecności wody destylowanej i regulatora ciężaru cząsteczkowego, przebiegającej w procesie ciśnieniowo-bezciśnieniowym lub ciśnieniowo-prożniowym, przy maksymalnym ciśnieniu 0,2–1,0 MPa, minimalnej próżni 0,05–0,01 MPa, maksymalnej temperaturze procesu wynoszącej 220–280°C. Sposób wg wynalazku polega na tym, że jako regulator ciężaru cząsteczkowego wytwarzanego poliamidu PA69 stosuje się kwas orto-, meta- lub para ftalowy w ilości 0,05–10% mas., korzystnie 0,1–5% mas. w stosunku do soli kwasu

azelainowego i heksametylenodiaminy (wg Biul. Urz. Pat. 2020, nr 13, 27).

**Sposób wytwarzania elementów ze spienionego polistyrenu** (Zgłoszenie nr 428012, ARSANIT Sp. z o.o., Siemianowice Śląskie)

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania elementów, zwłaszcza płyt, ze spienionego polistyrenu, w którym na uformowany element natryskuje się koloid o działaniu bakteriobójczym, grzybobójczym i pleśniobójczym. Sposób jest znamieny tym, że stosuje się koloid zawierający nanocząstki miedzi o wymiarach 10–100 nm, w ilości 0,1–0,25% mas. otrzymane metodą elektrochemiczną; sulforokanol w ilości 0,1–0,5% mas. oraz rozpuszczalnik w uzupełnieniu do 100% mas. Koloid ten natryskuje się na element w ilości 5–12 ml/m<sup>2</sup> elementu. Ilość i skład natryskiwanego koloidu dobiera się w zależności od pożądanego stopnia właściwości bakteriobójczych, grzybobójczych lub pleśniobójczych w danym obszarze elementu, a następnie suszy się płytę do odparowania rozpuszczalnika (wg Biul. Urz. Pat. 2020, nr 13, 27).

**Kompozycja do wytwarzania folii polimerowej i sposób wytwarzania folii polimerowej** (Zgłoszenie nr 428141, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie)

Przedmiotem zgłoszenia jest kompozycja do wytwarzania folii polimerowej, zawierająca kompozycję polimerową z żywicą epoksydową i środek sieciujący. Sposób wg wynalazku charakteryzuje się tym, że kompozycję polimerową stanowi 37–60% mas. samoprzylepnego kleju silikonowego, 30–60% mas. żywicy epoksydowej oraz 3–10% mas. mieszaniny sieciującej termicznie w temperaturze 120–160°C. Całkowite stężenie wszystkich komponentów mieszaniny wynosi 100% mas. Na udział mieszaniny sieciującej w kompozycji składa się 1–6% mas. nadtlenku benzoilu (BPO), 1–6% mas. dichloronadtlenku benzoilu (DCIBPO) oraz od 1–6% mas. poliamidoaminy. Przedmiotem zgłoszenia jest też sposób wytwarzania folii polimerowej, który polega na sieciowaniu termicznym, powleczonej na wybranym nośniku kompozycji polimerowej zawierającej żywicę epoksydową i środek sieciujący. Istota sposobu polega na tym, że w kompozycji polimerowej stosuje się 37–60% mas. samoprzylepnego kleju silikonowego, 30–60% mas. żywicy epoksydowej oraz 3–10% mas. mieszaniny sieciującej termicznie. Całkowite stężenie wszystkich komponentów mieszaniny wynosi 100% mas. Jako mieszaninę sieciującą termicznie stosuje się mieszaninę 1–6% mas. nadtlenku benzoilu (BPO), 1–6% mas. dichloronadtlenku benzoilu (DCIBPO) oraz 1–6% mas. poliamidoaminy. Sieciowanie kompozycji prowadzi się w temperaturze 120–160°C (wg Biul. Urz. Pat. 2020, nr 13, 27).

**mgr inż. Małgorzata Choroś**

## NOWE KSIĄŻKI

### DEVELOPMENT OF PACKAGING AND PRODUCTS FOR USE IN MICROWAVE OVENS

U. Erle, P. Pesheck, M. Lorence (Elsevier)

Wyd. 2, 2020, 580 stron, cena 212 €

ISBN 9780081027134

Drugie wydanie publikacji zawiera przegląd najnowszych osiągnięć i najnowocześniejszych technologii wytwarzania nowych materiałów opakowaniowych do zastosowań w kuchenkach mikrofalowych, pomysłów na rozwój tego typu produktów oraz informacji na temat techniki mikrofalowej. Opisano m. in. podstawy elektromagnetyczne ogrzewania mikrofalowego, teorię i metody eksperymentalne wyznaczania jednorodności ogrzewania mikrofalowego, rodzaje kuchenek mikrofalowych, sposoby pomiaru właściwości dielektrycznych żywności, rodzaje stosowanych opakowań, zastosowanie tygli przewodzących, ekranowania i modyfikacje pola elektromagnetycznego w kuchenkach, testy opakowań i produktów odgrzewanych w kuchence mikrofalowej, problemy związane z bezpieczeństwem żywności, zagadnienia prawne dotyczące opakowań przeznaczonych do stosowania w kuchenkach mikrofalowych oraz specjalne systemy modelowania pieców zasilanych ze źródeł półprzewodnikowych.

### ADVANCES IN POLYMER REACTION ENGINEERING

D. Moscatelli, M. Sponchioni (Elsevier)

Wyd. 1, 2020, 318 stron, cena 185 €

ISBN 9780128206454

Książka jest podzielona na dwie części. W części pierwszej opisano najnowsze osiągnięcia w dziedzinie syntezy polimerów, postępy w monitorowaniu procesów polimeryzacji, strategię kontroli składu i rozkładu łańcucha polimerowego, a także nowe dostępne konfiguracje reaktorów. W części drugiej przedstawiono nowatorskie podejścia do szacowania stałych szybkości reakcji i modelowania reakcji polimeryzacji, które są obecnie fundamentalne dla prawidłowego projektowania eksperymentów.

W publikacji szczegółowo opisano m.in.: inżynierię reakcji polimerów, metody kontroli składu kopolimerów wolnorodnikowych, monitorowanie *on-line* procesu wolnorodnikowej polimeryzacji emulsyjnej, wykorzystanie pulsacyjnej polimeryzacji laserowej w celu uzyskania odpowiednich parametrów kinetycznych podczas polimeryzacji rodnikowej, zastosowanie druku 3D w inżynierii chemicznej, wykorzystanie monomerów ze źródeł odnawialnych w wodnych dyspersjach polimerowych, znaczenie modelowania w inżynierii reakcji polimerów, postępy w modelowaniu reakcji polimeryzacji oraz perspektywy przemysłowej produkcji polimerów.

### GREEN SUSTAINABLE PROCESS FOR CHEMICAL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND SCIENCE Sonochemical Organic Synthesis

Dr. Inamuddin, R. Boddula, A. Asiri, (Elsevier)

Wyd. 1, 2020, 462 strony, cena 180 €

ISBN 9780128195406

W książce przedstawiono zastosowanie ultradźwięków w syntezie organicznej oraz oczyszczaniu i ekstrakcji związków organicznych, opisano parametry, które wpływają na proces sonochemiczny, stosowane rozpuszczalniki, odczynniki i katalizatory oraz zalety i wady technologii sonochemicznej. Szczegółowo scharakteryzowano możliwości wykorzystania ultradźwięków w reakcjach utleniania, redukcji, addycji, kondensacji, alkilowania, sprzęgania, stereoselektywnej syntezy organicznej, stereospecyficznej syntezy organicznej, reakcji Grignarda, reakcji aktywacji wiązania C-H oraz reakcji tworzenia wiązania C-N. Opisano zastosowanie sonochemii do syntezy związków fenolowych, heterocyklicznych, fluoroorganicznych, związków funkcjonalizowanych, biologicznie aktywnych, polimerów i do produkcji biopaliw. Przedstawiono możliwości wykorzystania ultradźwięków m. in. w syntezie organicznej w środowisku wodnym, w układzie dwufazowym, w syntezie bezrozpuszczalnikowej i bez obecności katalizatora. Końcowe rozdziały dotyczą stanu techniki i perspektyw zastosowań technologii sonochemicznej w przemyśle chemicznym, biotechnologii, farmacji i medycynie.

### MOLECULAR CHARACTERIZATION OF POLYMERS

M.I. Malik, J. Mays, M.R. Shah, (Elsevier)

Wyd. 1, 2020, 450 stron, cena 186 €

ISBN 9780128197684

W publikacji przedstawiono najnowocześniejsze metody charakterystyki materiałów polimerowych umożliwiające m.in. oznaczenie składu, masy cząsteczkowej, polidispersyjności, rozgałęzień i taktyczności. W poszczególnych rozdziałach opisano teorię, oprzyrządowanie i zastosowania danej metody, co umożliwi czytelnikowi wdrożenie wybranej metody analitycznej w celu poprawy właściwości materiału polimerowego i efektywnego wyboru materiału. Szczegółowo scharakteryzowano metody: chromatografii żelowej GPC (*ang. Gel Permeation Chromatography*), chromatografii rozdziału w zależności od wymiarów cząsteczek SEC (*Size Exclusion Chromatography*), chromatografii oddziaływań gradientu temperatury TGIC (*Thermal Gradient Interaction Chromatography*), frakcjonowania przepływowego polimerów FF (*Field-Flow Fractionation*), analitycznego ultra-

wirowania AUC (*Analytical Ultracentrifugation*), pomiaru lepkości rozcieńczonego roztworu polimeru, spektrometrii masowej, spektroskopii wibracyjnej, magnetycznego rezonansu jądrowego, rozpraszania światła lasera w sposób dynamiczny DLS (*Dynamic Light Scattering*) oraz statyczny SLS (*Static Light Scattering*), rozpraszania światła pod wieloma kątami MALS (*Multiangle Light Scattering*), rozpraszania promieni rentgenowskich i neutronowych oraz metody mikroskopowe. Opisano zastosowanie wybranych metod analitycznych m.in. do charakterystyki poliolefin i rozgałęzień o długim łańcuchu.

#### LIGNIN

Sharma S., Kumar A. (Springer)

Wyd. 1, 2020, 298 stron, cena 135 €

ISBN 9783030406639

W książce opisano pochodzenie, strukturę, właściwości, sposoby modyfikacji i zastosowania biopolimerów na bazie ligniny. W poszczególnych rozdziałach szczegółowo omówiono sposoby otrzymywania i procesy degradacji ligniny, metody analizy jakościowej i ilościowej materiałów ligninowych, chemiczną modyfikację ligniny w procesie polimeryzacji i depolimeryzacji, kompozyty na bazie ligniny, postępy w sposobach syntezy nanocząstek ligniny, wytwarzanie i zastosowania hydrożeli na bazie pochodnych ligniny oraz zastosowanie kompozytów ligninowych w medycynie, przemyśle rolno-spożywczym i chemicznym.

#### SYNTHETIC POLYMERIC MEMBRANES FOR ADVANCED WATER TREATMENT, GAS SEPARATION, AND ENERGY SUSTAINABILITY

A.F. Ismail, W.N. W. Salleh, N. Yusof, (Elsevier)

Wyd. 1, 2020, 472 strony, cena 170 €

ISBN 9780128184851

W książce przedyskutowano projektowanie, przygotowanie, charakterystykę fizykochemiczną i zastosowania membran na bazie polimerów syntetycznych. W części pierwszej opisano zastosowanie membran polimerowych w procesach: uzdatniania wody, oczyszczania ścieków oleistych, odsalania, usuwania barwników i pigmentów, fotodegradacji niebezpiecznych materiałów organicznych, usuwania metali ciężkich, usuwania i odzyskiwania składników pokarmowych ze ścieków, usuwania lotnych związków organicznych z wody i oczyszczania wody pitnej. W części drugiej przedstawiono zastosowanie membran polimerowych do: rozdzielania gazów, usuwania kwaśnych składników gazu, wzbogacania

w tlen, separacji gazów i par, oddzielania wodoru oraz wykorzystanie polimerowych membran kompozytowych z napełniaczami 2D do separacji gazów. W części trzeciej scharakteryzowano m.in. membrany na bazie polimerów stosowane w mikrobiologicznych ogniwach paliwowych, akumulatorach litowo-jonowych, ogniwach paliwowych zasilanych bezpośrednio metanolem DMFC (*Direct-Methanol Fuel Cell*). Opisano również membrany osmotyczne, membrany do wymiany protonów PEMFC (*Proton Exchange Membrane Fuel Cell*) oraz polimerowe membrany kompozytowe stosowane w ogniwach paliwowych z membraną anionowymienną.

#### ADVANCES IN SUSTAINABLE POLYMERS

Katiyar V., Kumar A., Mulchandani N., (Springer)

Wyd. 1, 2020, 404 strony, cena 146 €

ISBN 9789811512513

W publikacji przedstawiono metody syntezy, charakterystyki, przetwarzania i zastosowania tworzyw polimerowych na bazie surowców naturalnych stanowiących alternatywę dla polimerów wytwarzanych z ropy naftowej. Przedyskutowano możliwości i wyzwania związane z wykorzystywaniem polimerów w zrównoważonym rozwoju. Dokładnie opisano m.in.: metody syntezy i analizy polimerów biomedycznych, biokompatybilnych polimerów termoreaktywnych, poli( $\epsilon$ -kapolaktonu); zastosowanie ditlenku węgla jako surowca do produkcji polimerów; wytwarzanie, właściwości i zastosowania polihydroksyalkanianów i kopolimerów na bazie aminokwasów oraz peptydów; sposoby otrzymywania polimerów reagujących na bodźce środowiska; otrzymywanie cieczy jonowych w procesie polimeryzacji z odwracalnym addycyjno-fragmentacyjnym przeniesieniem łańcucha RAFT (*ang. Reversible Addition-Fragmentation Chain Transfer*); syntezę elektrycznie i optycznie funkcjonalnych materiałów z pochodnych celulozy oraz biokompatybilnych anizotropowych cząsteczek; zastosowanie nanokryształów celulozy pochodzących z biomasy i jej kompozytów; przetwarzanie, strukturę i właściwości biodegradowalnych pianek nanokompozytowych; właściwości mechaniczne, strukturę i degradację biodegradowalnych naturalnych włókien na bazie kompozytów kopoliestrowych; analizę metodami DSC i SWAXS wpływu nanokryształów jedwabiu na krystalizację poli(kwasu L-mlekowego); ocenę cyklu życia chitozanu oraz najnowsze kierunki i postępy w biodegradacji konwencjonalnych tworzyw polimerowych.

mgr Irena Leszczyńska