

TARGI i KONFERENCJE/CONFERENCES and FAIRS

11TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC-TECHNICAL CONFERENCE “ADVANCE IN PETROLEUM AND GAS INDUSTRY AND PETROCHEMISTRY” (APGIP-11)

Ukraine, Lviv, May 16–20, 2022

On February 24, 2022, the life of Ukraine and the whole world has changed forever. Ukraine has begun to live in a new way – in a war state, which greatly affected every area of our lives, including educational and scientific activities. However, despite all the difficulties, Ukrainian scientists do not waste time, but continue to work fruitfully for Ukraine and for the development of education and science.

In spite of the difficult times, the staff of Department of Chemical Technology of Oil and Gas Processing of Lviv Polytechnic National University decided to conduct XI International Scientific-Technical Conference “Advance in Petroleum and Gas Industry and Petrochemistry” on May 16–20, 2022.

XI International Scientific-Technical Conference “Advance in Petroleum and Gas Industry and Petrochemistry” (APGIP-11) is dedicated to the 150th anniversary of chemical and technological education faculty founding

in Lviv Polytechnic, which is now represented at Institute of Chemistry and Chemical Technologies.

The scope of this Conference embraced the state and future trends in petroleum processing and petroleum products use, possibility of technological equipment improvement, gas plants, assortment and quality of existing products.

The Conference’s program included 6 main topics: Oil and Gas Processing; Petrochemistry and Coal Chemistry; Chemmatology of Lubricants and Technical Liquids; Organic Synthesis Products; Polymeric Materials and Composites and ecological aspects of petroleum industry and petrochemistry. About 120 participants from 13 countries (Ukraine, USA, Poland, Spain, France, Slovakia, Brazil, Mexico, Israel, Georgia, Azerbaijan, Kazakhstan and India) attended the meeting. Among the participants there were: professors – 38, DSc. – 40, postgraduate students – 16.



Fig. 1. Participants of the XI International Scientific-Technical Conference “Advance in Petroleum and Gas Industry and Petrochemistry” APGIP-11. 1 – left in the foreground is Dr. Michael Bratychak and the staff of Institute of Chemistry and Chemical Technologies (Lviv Polytechnic National University, Ukraine), 2 – Dr. Igor Trofimov (National Aviation University, Ukraine), 3 – Dr. Eliza Markarashvili (Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia), 4 – Prof. Józef T. Haponiuk (Gdansk University of Technology, Poland), 5 – Dr. Lela Mirtskhulava (Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia)

On May 16, after the opening headed by prof. Volodymyr Skorokhoda, the Director of Institute of Chemistry and Chemical Technology, Lviv Polytechnic National University, 11 lectures were presented: dr. Sergii Boichenko "The priority of the quality in modern conditions of fuel supply for Ukraine's economy" (National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine), prof. Josef Haponiuk "Black to pyrolytic carbon black characterization" (Gdansk University of Technology, Poland), prof. Lela Mirtskhulava "Deriving polymer properties using machine learning techniques" (Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia), prof. Ananiy Kohut "Synthesis, self-assembly, and applications of amphiphilic invertible polymers" (Lviv Polytechnic National University, Ukraine), prof. Iryna Shkilniuk "Microbiological stability of traditional and alternative fuels in the aspect of energy saving" (National Aviation University, Scientific-Technical Union of Chemotologists, Ukraine), prof. Nino Zavrashvili "Hybrid biomimetic polycations containing proteinogenic and non-proteinogenic α -amino acids" (Agricultural University of Georgia, Georgia), prof. Volodymyr Gunka "Obtaining formaldehyde modified resins and road materials based on them" (Lviv Polytechnic National University, Ukraine), prof. Anna Yakovlieva "Advance in technologies of scrap tires utilization: focus on air transport" (Na-

tional Aviation University, Scientific-Technical Union of Chemotologists, Ukraine), prof. Joanna Niesiołbiedzka "Effect of different bio-based raw materials on processing and thermal properties of urethane prepolymers" (Gdansk University of Technology, Poland), prof. Igor Trofimov "Problems with use of rocket fuels in Ukraine" (National Aviation University, Ukraine), prof. Joanna Chudzik "Flexible sandwich structural strain sensor based on silver nanowires" (Lodz University of Technology, Poland).

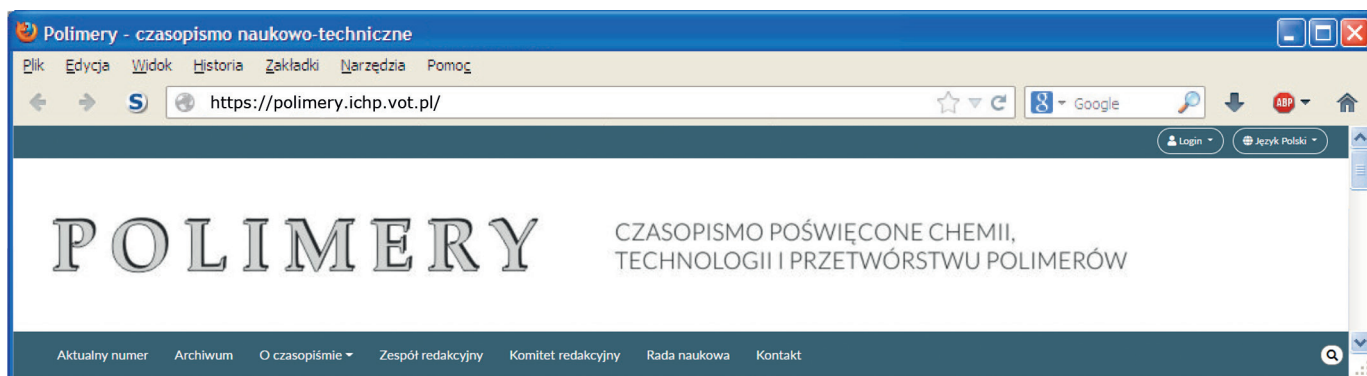
In order to further establishment of contacts between specialists in the fields of refining and petrochemistry, as well as the exchange of modern scientific and technical information and to improve the forms and methods of training highly qualified specialists, APGIP-11 participants approved to hold the next international scientific and technical conference "Advance in Petroleum and Gas Industry and Petrochemistry" (APGIP-12) in the spring of 2024 at the Lviv Polytechnic National University.

Organizing committee sincerely wish peace, good health and new scientific achievements!

More details to be found on the website:

<https://apgip.lviv.ua/en/apgip-11-home/>

Prof. Yuriy Demchuk
Lviv Polytechnic National University, Ukraine



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 2022 r.

T a b e l a 1. Produkcja surowców i półproduktów chemicznych w lutym 2022 r., t

T a b l e 1. Production (tons) of raw materials and chemical intermediates in February 2022

Artykuł	Średnia miesięczna w 2021 r.	Luty 2022 r.	Razem I–II 2022 r.	% II 2022/ II 2021
Węgiel kamienny	4 598 914	4 493 703	8 882 354	98,1
Węgiel brunatny	4 333 022	3 871 026	8 917 759	106,5
Ropa naftowa – wydobycie w kraju	61 837	58 556	122 335	95,8
Gaz ziemny – wydobycie w kraju (tys. m ³)	475 089	456 434	958 403	99,0
Etylen	29 051	38 418	79 512	115,9
Propylen	29 122	35 698	77 686	128,2
1,3-Butadien	3 531	5 782	11 523	122,5
Fenol	3 695	4 008	8 997	132,1
Izocyjaniany	8	3	8	38,1
ε-Kaprolaktam	13 749	13 799	28 480	104,3

Wg danych GUS.

T a b e l a 2. Produkcja najważniejszych tworzyw polimerowych i polimerów w lutym 2022 r., t

T a b l e 2. Production (tons) of major polymer materials and polymers in February 2022

Tworzywo polimerowe/polimer	Średnia miesięczna w 2021 r.	Luty 2022 r.	Razem I–II 2022 r.	% II 2022/ II 2021
Tworzywa polimerowe	280 480	290 694	588 199	108,1
Polietylen	20 141	25 414	52 537	110,7
Polimery styrenu	15 130	14 741	30 189	115,8
Poli(chlorek winylu) niezmięszany z innymi substancjami, w formach podstawowych	18 747	26 005	53 005	121,4
Poli(chlorek winylu) nieuplastyczniony, zmieszany z dowolną substancją, w formach podstawowych	3 499	3 315	6 161	97,7
Poli(chlorek winylu) uplastyczniony, zmieszany z dowolną substancją, w formach podstawowych	6 709	6 954	13 471	104,4
Poliacetale, w formach podstawowych	564	11	17	1,0
Glikole polietylenowe i alkohole polieterowe, w formach podstawowych	7 129	6 462	13 188	99,3
Żywiec epoksydowe, w formach podstawowych	1 614	1 496	3 248	88,2
Poliwęglany	2 000	2 072	4 018	97,0
Żywiec alkidowe, w formach podstawowych	2 742	2 905	5 302	83,1
Poliestry nienasycone, w formach podstawowych	9 947	10 321	20 625	87,5
Poliestry pozostałe	5 234	4 869	9 783	102,3
Polipropylen	25 597	25 240	56 880	109,2
Polimery octanu winylu w dyspersji wodnej	3 086	2 954	5 598	96,2
Poliamidy 6; 11; 12; 66; 69; 610; 612, w formach podstawowych	19 903	20 573	40 935	112,5
Aminoplasty	20 788	16 443	33 717	84,3
Poliuretany	1 610	2 415	4 569	161,8
Kauczuki syntetyczne	23 287	20 812	47 344	111,6

Wg danych GUS.

T a b e l a 3. Produkcja wybranych wyrobów z tworzyw polimerowych w lutym 2022 r.**T a b l e 3. Production of some polymer products in February 2022**

Wyrób	Jednostka	Średnia miesięczna w 2021 r.	Luty 2022 r.	Razem I–II 2022 r.	% II 2022/ II 2021
Wyroby z tworzyw polimerowych	tys. zł	6 435 319	7 106 779	13 714 615	130,5
Rury, przewody i węże sztywne z tworzyw polimerowych	t	31 317	31 304	59 792	109,2
w tym: rury, przewody i węże z polimerów etylenu	t	11 535	10 955	21 789	102,8
rury, przewody i węże z polimerów chlorku winylu	t	11 187	11 005	20 038	104,0
Wyposażenie z tworzyw polimerowych do rur i przewodów	t	4 795	4 769	9 085	107,6
Płyty, arkusze, folie, taśmy i pasy z polimerów etylenu, o grubości < 0,125 mm	t	46 911	43 360	85 730	93,2
Płyty, arkusze, folie, taśmy i pasy z polimerów propylenu, o grubości ≤ 0,10 mm	t	12 127	11 178	22 963	93,4
Płyty, arkusze, folie, taśmy i pasy z komórkowych polimerów styrenu	t	38 048	32 889	364 067	132,9
w tym: do zewnętrznego ocieplania ścian	t tys. m ²	15 467 11 296	13 127 9 479	25 484 18 248	136,5 134,6
Worki i torby z polimerów etylenu i innych	t	28 482	28 911	58 881	104,3
Pudełka, skrzynki, klatki i podobne artykuły z tworzyw polimerowych	t	27 937	26 113	53 065	92,1
Pokrycia podłogowe (wykładziny), ściennie, sufitowe	t tys. m ²	6 209 1 789	7 595 1 874	13 861 3 315	122,2 95,5
Drzwi, okna, ościeżnice drzwiowe	t tys. szt.	44 075 849	42 683 798	77 282 1 433	109,4 104,6
Okładziny ściennie, zewnętrzne	t tys. m ²	392 146	409 183	612 227	128,8 270,2
Kleje na bazie żywic syntetycznych	t	1 532	1 407	2 491	89,4
Kleje poliuretanowe	t	932	750	1 401	70,3
Włókna chemiczne	t	3 421	3 314	6 948	101,0
Tkaniny kordowe (oponowe) z włókien syntetycznych	t tys. m ²	1 291 4 131	1 251 4 002	2 510 8 032	89,2 89,2
Nici do szycia z włókien chemicznych	t	38	34	69	90,2

Wg danych GUS.

T a b e l a 4. Produkcja wybranych wyrobów z gumy w lutym 2022 r.**T a b l e 4. Production of some rubber products in February 2022**

Wyrób	Jednostka	Średnia miesięczna w 2021 r.	Luty 2022 r.	Razem I-II 2022 r.	% II 2022/ II 2021
Wyroby z gumy, produkcja wytworzona	t	92 152	92 208	183 711	100,0
Opony i dętki z gumy; bieżnikowane i regenerowane opony z gumy	t tys. szt.	49 389 5 554	49 984 5 483	101 945 11 177	102,2 105,6
w tym: opony do samochodów osobowych	tys. szt.	2 723	2 736	5 640	100,2
opony do samochodów ciężarowych i autobusów	tys. szt.	321	306	638	95,8
opony do ciągników	tys. szt.	14	14	29	91,2
opony do maszyn rolniczych	tys. szt.	44	52	100	113,8
Przewody giętkie wzmocnione metalem	t	1 699	1 947	3 571	122,1
Taśmy przenośnikowe	t km	3 412 3 553	3 893 3 131	6 699 5 735	107,8 86,0

Wg danych GUS.

mgr inż. Małgorzata Choroś

Obieg tworzyw polimerowych w Polsce

W tym roku dane europejskie opublikowane przez Plastics Europe w raporcie „*Tworzywa sztuczne w obiegu zamkniętym – analiza sytuacji w Europie*” po raz pierwszy zostały uzupełnione o dane dla 8 kluczowych krajów, w tym Polski. Szczegółowa analiza obiegu tworzyw polimerowych w 2020 r. w Polsce, uwzględniająca produkcję, przetwórstwo, konsumpcję, gospodarkę odpadami, recykling oraz wykorzystanie recyklatów, wskazuje m.in. na ok. 15-proc. udział regranulatów przetwarzanych przez polskich przetwórców, przy czym jedynie 9,3% pochodzi z odpadów pokonsumenckich. Wartości te są zbliżone, ale nieco niższe od europejskich, wynoszących odpowiednio 16,8% i 10%. Z kolei porównując dane dotyczące przetwórstwa oraz użycia w wyrobach, widać wyraźne różnice między Polską a Europą. W Europie ilość przetwarzana w zakładach i obecna w wyrobach na rynku jest zbliżona i wynosi odpowiednio 53,9 mln t oraz 53,6 mln t. W przypadku Polski widać wyraźne dysproporcje – 4,1 mln. t vs 3,4 mln t, co potwierdza, że Polska jest eksporterem netto wyrobów z tworzyw polimerowych. Statystyki europejskie wskazują na dobrą kondycję branży. Po załamaniu spowodowanym pandemią produkcja polimerów, w tym wyrobów z gumy, zaczęła rosnąć już w III kwartale 2020 r., osiągając poziom sprzed kryzysu w końcu roku 2020. W roku 2021 ten wzrost się utrzymywał, a w ostatnich 3 miesiącach był zdecydowanie wyższy niż w poprzednich. Branże powiązane przemysłu tworzyw, do których należą produkcja żywności i napojów, sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz budownictwo i motoryzacja, odnotowały wzrost w roku 2021 w porównaniu z rokiem 2020. Wyjątkiem był europejski przemysł motoryzacyjny, który silnie odczuł braki w zaopatrzeniu w mikroczipy i półprzewodniki, co ponownie spowodowało znaczne opóźnienia w produkcji samochodów. W Polsce w końcu roku 2021 wszystkie te branże osiągnęły poziom sprzed kryzysu (w odniesieniu do grudnia 2019), przy czym również w naszym kraju sektor motoryzacyjny ucierpiał w pandemii najbardziej. Najmniej negatywny wpływ pandemia miała na budownictwo. Ten obraz sytuacji potwierdzają najświeższe dane GUS. Średni wzrost produkcji sprzedanej dla sektora produkcji tworzyw i gumy w I kw. 2022 r. wyniósł ok. 28%, nieco poniżej średniej dla całego przetwórstwa przemysłowego. Również statystyki GUS dotyczące zatrudnienia w branży wskazują na stały wzrost. Plastics Europe jest ogólnoeuropejskim stowarzyszeniem producentów tworzyw polimerowych. Zrzesza ok. 100 firm wytwarzających ponad 90% polimerów w Europie.

<https://plasticseurope.org/pl>

Roman Karkosik sprzedaje Nylonbor

Należący do Romana Karkosika Boryszew S.A. poinformował o zawarciu z Instytutem Technicznym Wojsk Lotniczych (ITWL) przedwstępnej, warunkowej umowy

sprzedaży 100% akcji spółki Nylonbor. Wartość potencjalnej transakcji to 19,9 mln zł. Transakcja ma zostać sfinalizowana w III kw. 2022 r. To kolejna sprzedaż spółki z grupy Boryszew w ciągu ostatnich kilkunastu miesięcy. Transakcja jest wynikiem weryfikacji strategii Boryszewa oraz porządkowania grupy (sprzedaż części aktywów). Według komunikatu zawarcie umowy sprzedaży udziałów zostanie poprzedzone podwyższeniem przez emitenta kapitału zakładowego Nylonbor. Wymagane będzie również m.in. uzyskanie zgody organów nadzorczych ITWL i złożenie odpowiednich oświadczeń. Emitent wskazuje, iż przedmiotowa transakcja nie będzie miała istotnego wpływu na wyniki finansowe oraz płynność grupy kapitałowej Boryszew. Oddział Nylonbor jest wytwórcą tworzyw konstrukcyjnych, stosowanych do produkcji elementów maszyn i urządzeń oraz środków maskujących pole walki w zastosowaniach wojskowych. Oddział Nylonbor w 2021 r. wypracował 12,6 mln zł przychodów ze sprzedaży (w 2020 r. 10,2 mln zł), EBITDA wyniosła 1,1 mln zł (w 2020 r. 0,65 mln zł). Grupa Boryszew jest jedną z największych grup przemysłowych w Polsce. Specjalizuje się w produkcji komponentów do samochodów, przetwórstwie metali nieżelaznych oraz chemii przemysłowej. Zatrudnia ok. 10 tys. pracowników w ponad 30 zakładach zlokalizowanych w 14 krajach, na 4 kontynentach. Boryszew jest notowany na GPW od 1996 r. Skonsolidowane przychody wyniosły 6,26 mld zł w 2021 r.

www.isbnews.pl

Plastpol znowu w maju

W dniach 24–27 maja br. w Kielcach odbyły się Międzynarodowe Targi Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gumy Plastpol. Po dwuletniej przerwie spowodowanej pandemią targi wróciły do kalendarza wydarzeń majowych. Edycja była znacznie większa niż te w roku 2020 i 2021, ale wciąż wyraźnie brakowało jej do tego, co mogliśmy obserwować przed pandemią. Pojawiło się ok. 400 wystawców, podczas gdy w latach największej świetności było ich ponad 800. W ostatnich dwóch latach wystawców było ok. trzy razy mniej. Targi były okazją do porozmawiania o tym, co dzieje się w branży polimerowej. Pomimo pandemii i trwającej wojny ogólne nastroje były dobre, wystawcy zwracali uwagę na rosnącą liczbę zamówień, co odzwierciedlają dane statystyczne, wskazujące na wzrost przetwórstwa tworzyw polimerowych w Polsce. Coraz większa liczba dostawców oferuje oprócz materiałów pierwotnych również materiały pochodzące z recyklingu. Zaciera się istniejący jeszcze kilka lat temu wyraźny podział na dostawców, którzy oferują oryginalny surowiec i tych, którzy sprzedają wyłącznie regranulat, uchodzący za wybór gorszej jakości. Hasło recykling jest obecnie podejmowane przez oferentów niemal przy każdej okazji. Wzrosła również liczba wystawców prezentujących linie do recyklingu tworzyw. Szczególnie interesujące były systemy wspierające sortowanie optycz-

ne. Innym podejmowanym wyzwaniem jest Europejski Zielony Ład. Odwoływała się do tego hasła m.in. Grupa Azoty, która zaprezentowała biopolimerowe kompozycje termoplastyczne, biodegradowalne i kompostowalne. Sytuacja rynkowa, wynikająca najpierw z pandemii, a teraz wojny, jest naznaczona ograniczoną podażą tworzyw, a co za tym idzie wzrostem ich cen, niekiedy nawet o 25%, w zależności od typu tworzywa. Jeszcze większe problemy wynikają z dostępności surowców, zarówno możliwości ich pozyskania, jak i czasu dostawy. Zablokowane zostały niektóre z dotychczasowych kierunków dostaw do dystrybutorów z Europy Środkowej. Na polskim rynku poliolefin swoją obecność wzmacnia intensywnie węgierski MOL. Polska w strategii koncernu zajmuje najważniejsze miejsce po rynku wewnętrznym, a kwestie związane z udziałem MOL w fuzji Orlenu i Lotosu jeszcze bardziej to podkreślają. Z powodu wojny z rynku został usunięty rosyjski Sibur, który miał kierować część produkcji do naszego kraju. To, co najbardziej wszystkich niepokoi to rosnące ceny energii. Szczególnie mocno ten aspekt podkreślali dostawcy maszyn, którzy oprócz tradycyjnych pytań o zalety urządzeń musieli odpowiadać na pytania o możliwości ograniczenia zużycia energii na liniach produkcyjnych. Podsumowując, można pokusić się o ocenę, że polski przemysł tworzyw polimerowych zrobił przez ponad dekadę ogromny krok naprzód. Widać to choćby po aktywach małych i średnich firm, z których wiele wzbogaciło się o własne laboratoria, centra badawcze, magazyny i salony ekspozycji maszyn. Z nierzadko garażowych firm wyrosły na solidne przedsiębiorstwa.

www.chemiaibiznes.pl

PCC zwiększa zyski

W I kw. 2022 r. zarówno przychody, jak i zyski firmy chemicznej PCC Exol osiągnęły rekordowy poziom. Zysk netto wyniósł blisko 40 mln zł, co oznacza wzrost o 243% w stosunku do analogicznego okresu rok wcześniej. Rekordową wartość odnotował również skonsolidowany zysk EBITDA (wynik przed opodatkowaniem, potrąceniem odsetek i amortyzacją). Osiągnął on poziom ponad 53 mln zł, co stanowi 193-proc. wzrost w porównaniu z I kw. 2021 r. Przychody w wysokości ok. 300 mln zł są większe o 60% względem porównywalnego okresu roku ubiegłego. Dzięki uruchomieniu w 2021 r. instalacji do produkcji oksyalkilatów, grupa odnotowała też kilkuprocentowe zwiększenie wolumenu sprzedaży. Wynikami pierwszego kwartału br. grupa PCC Exol pobiła swoje dotychczasowe osiągnięcia. Wyjątkowo dobre rezultaty przełożyły się na rekordową marżę brutto na sprzedaży – 24%. Strategicznym elementem rozwoju spółki są inwestycje. Prowadzono prace w zakresie budowy drugiej linii technologicznej wytwórni Etoksylation II w Płocku oraz rozbudowy bazy magazynowej tej wytwórni. W tej lokalizacji firma zakłada podwojenie zdolności produkcyjnych, a dzięki temu zwiększenie wolumenu oferowa-

nych przez spółkę wyrobów oraz poszerzenie portfela produktowego. Spółka PCC BD, której współnikami są PCC Exol i PCC Rokita, buduje nowy zakład w Brzegu Dolnym. W nowej instalacji będą wytwarzane m.in. etoksylationy oraz poliole polieterowe o mniejszej emisji lotnych związków organicznych, w krótszym, małodopadowym procesie produkcji. Część z nich będzie charakteryzowała się również mniejszym śladem węglowym.

www.wnp.pl

Stena Recycling w Polskim Pakcie Plastikowym

Stena Recycling przystąpiła do Polskiego Paktu Plastikowego, którego celem jest zamknięcie do 2025 r. obiegu opakowań z tworzyw polimerowych w Polsce. Pakt jest częścią światowej sieci Plastics Pact koordynowanej przez Fundację Ellen MacArthur. To pierwsza taka inicjatywa w Europie Środkowo-Wschodniej i ósma na świecie. Projekt zrzesza firmy, organizacje oraz instytucje naukowe, które promują lub podejmują działania na rzecz gospodarki o zamkniętym obiegu tworzyw polimerowych. Strategia Komisji Europejskiej dotycząca odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych zakłada, że do 2025 r. firmy będą poddawać recyklingowi 50% odpadów tworzyw i 77% opakowań po napojach, a butelki PET będą w 25% składać się z surowca wtórnego, zaś do roku 2030 wartości te mają wzrosnąć odpowiednio do 55%, 90% i 30%. Polski Pakt Plastikowy oraz zrzeszone w nim organizacje i firmy chcą do 2025 r. zamknąć obieg opakowań z tworzyw polimerowych w polskiej gospodarce. Aby to osiągnąć wyznaczono sześć wspólnych celów i priorytetowe kierunki działania. Obejmują one m.in. dążenie do zwiększenia udziału surowców wtórnych w opakowaniach z tworzyw polimerowych oraz osiągnięcie na polskim rynku poziomu recyklingu opakowań min. 55%, poprzez wsparcie systemu zbiórki i recyklingu odpadów, a także odpowiednie gospodarowanie tworzywami polimerowymi, również w zakresie wprowadzanych na rynek rozwiązań technologicznych, ekoprojektowanie i promowanie rozwiązań wielokrotnego użytku. Wynikiem zaangażowania Stena Recycling w GOZ jest inwestycja w nowoczesną linię do recyklingu folii LDPE w Centrum Recyklingu we Wschowie. Odpady są tam oczyszczane i przetwarzane w wysokiej jakości granulaty, z którego można wytwarzać nowe produkty i w ten sposób zamknąć obieg folii opakowaniowej w gospodarce. Linia pozwala na recykling ok. 15 tys. t folii opakowaniowej rocznie.

www.chemiaibiznes.pl

Niedostateczny recykling

Poziom recyklingu w Polsce wynosi obecnie 38,7%, zgodnie z unijnymi dyrektywami do 2025 r. powinien on wzrosnąć do co najmniej 55%. Jak wynika z badań zrealizowanych na potrzeby kampanii edukacyjnej #rePE-Tujemy, 66% Polaków deklaruje segregowanie odpadów

w swoich domach. Jednak prawidłowe sortowanie ciągle przysparza problemów. Na tle Unii Europejskiej, gdzie średni wynik wynosi 47,8%, Polska nie wypada najlepiej i zajmuje 15. miejsce w rankingu. Na podium znajdują się Niemcy (67%), Słowenia (59,3%) i Holandia (56,8%). Choć Polacy widzą sens w segregowaniu odpadów (89%), to tylko 66% ankietowanych zadeklarowało ich sortowanie w swoich domach. Dane pokazują także, że 29% segreguje tylko część odpadów, najczęściej jest to szkło (75%), papier (61%) i tworzywa sztuczne (60%). Zużyte butelki po napojach to wartościowy surowiec, który w Polsce mógłby zostać w 100% poddany recyklingowi. Każdego roku na polski rynek trafia ok. 240 tys. t butelek PET, a tylko połowę z nich udaje się ponownie zebrać i poddać recyklingowi. Znacznym usprawnieniem tego procesu ma być system depozytowy, do którego nasz kraj powoli się przygotowuje. System ten z sukcesem działa już w Niemczech, Słowacji i na Litwie. Dane z tych państw pokazują, że sprawna organizacja pozwala na zbiórkę na poziomie powyżej 85%.

www.chemiaibiznes.pl

Trzy w jednym, czyli Łukasiewicz – LIT

W kwietniu zainaugurował działalność Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny. Powstał z połączenia trzech instytutów należących do Sieci Badawczej Łukasiewicz: Instytutu Biopolimerów i Włókien Chemicznych, Instytutu Przemysłu Skórzanego oraz Instytutu Włókiennictwa. Jego potencjał to 440 pracowników, unikatowa aparatura badawcza i 45 mln złotych pozyskanych na realizację projektów rozwojowych. Zgodnie ze strategią Łukasiewicz stworzenie silnej, rozpoznawalnej marki i wykorzystanie efektu skali umożliwi pozyskanie międzynarodowych grantów naukowo-badawczych, a przedsiębiorcy zyskają dużego partnera w obszarze B+R, który dzięki połączeniu zespołów z różnych dziedzin, będzie mógł realizować skomplikowane i wymagające projekty. Pracami nowej jednostki pokieruje dr Radosław Dziuba, dotychczasowy dyrektor Łukasiewicz – Instytutu Biopolimerów i Włókien Chemicznych oraz Łukasiewicz – Instytutu Włókiennictwa. W nowej strukturze dotychczasowe zakłady i zespoły przekształcą się w grupy badawcze i będą podlegać siedmiu centrom badawczym. Trzy z nich odpowiadają dotychczasowej działalności łódzkich instytutów. Kolejne cztery skoncentrują się na inżynierii biomedycznej, opakowaniach, gospodarce o obiegu zamkniętym oraz cyfryzacji technologii

i rozwiązań prototypowych. Kontynuowane będą prace dotyczące uruchomienia Centrum Badawczo-Rozwojowego BIO-MAS z budżetem na poziomie 11 mln zł. Zadaniem Centrum będzie wytwarzanie biodegradowalnych kompozytów z odpadowych produktów przemysłu skórzanego, drzewnego i włókienniczego w celu ich zastosowania w przemyśle rolno-spożywczym, opakowaniowym i ogrodnictwym. Po połączeniu łódzkich jednostek Sieć Badawcza Łukasiewicz liczy 26 instytutów. Z ponad 7,5 tys. pracowników oraz infrastrukturą badawczą, na którą składa się 440 laboratoriów i ok. 4 tys. urządzeń kluczowej aparatury badawczo-rozwojowej, Łukasiewicz pozostaje trzecią pod względem wielkości siecią badawczą w Europie.

<https://forumakademickie.pl>

Polimery w nowych technologiach

Naukowcy z Politechniki Wrocławskiej opracowują nowej generacji, przyjazne dla środowiska odwracalne ogniwa cynkowo-powietrzne. Projekt o akronimie ZABAT będzie realizowany w Katedrze Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych. W projekcie oprócz Politechniki Wrocławskiej uczestniczą cztery podmioty zagraniczne: Centro Tecnológico Leitat z Barcelony (lider), SINTEF (Norwegia), Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung (Niemcy) i Heraeus Battery Technology GmbH (Niemcy). Konsorcjum zostało wyłonione w ostatnim konkursie sieci M-ERA.NET 3. Do budowy baterii zostaną zastosowane porowate elektrody cynkowe, elektrolity typu hydrożeli na bazie polimerów syntetycznych i naturalnych oraz nowe materiały katodowe z grafenu domieszkowanego azotem i siarką lub na bazie kompozytów z nanocząstkami metali przejściowych, które będą pełniły rolę podłoża i/lub katalizatora reakcji redukcji i wydzielania tlenu. Zostanie również skonstruowany prototyp akumulatora cynkowo-powietrzego. Tego typu ogniwa mogą magazynować znacznie więcej energii niż najczęściej stosowane obecnie ogniwa litowo-jonowe, dlatego wkrótce znajdą zastosowanie w różnych branżach przemysłu i w gospodarstwach domowych. Technologia uwzględnia także aspekt środowiskowy, jakim jest recykling materiałów katodowych. Ogniwa nie będą zawierać metali szlachetnych (platyna, ruten, iryd) i surowców krytycznych (lit, grafit).

<https://forumakademickie.pl>

mgr Ewa Spasówka

ZE ŚWIATA

Wzrost zdolności produkcyjnych w zakresie recyklingu tworzyw sztucznych w Europie

Nowe dane dotyczące istniejących możliwości recyklingu tworzyw polimerowych w Europie wskazują na 13-proc. wzrost. Jak informuje organizacja Plastic Recyclers Europe całkowita zdolność do recyklingu tworzyw polimerowych w UE27+3 (Unia Europejska + Wielka Brytania, Szwajcaria i Norwegia) zwiększyła się w ostatnim analizowanym roku o 1,1 mln t/r (13%) i wynosi 9,6 mln t/r. Obroty europejskiej branży recyklingu tworzyw polimerowych sięgają 7,7 mld euro. Branża pozostaje w tendencji wzrostowej i zmierza w kierunku uczynienia tworzyw zgodnymi z ideą gospodarki o obiegu zamkniętym. Wzrost w sektorze, pomimo trudności wywołanych pandemią, wynika z ożywieniu popytu, który jest efektem m.in. nowych celów legislacyjnych. Największy udział w ogólnej zdolności do recyklingu (prawie 80%) ma PET, elastyczne poliolefiny oraz sztywny HDPE i PP. Sztywne HDPE i PP odnotowały najwyższy wzrost zdolności do recyklingu (ponad 20%), w przypadku elastycznych poliolefin zdolność wzrosła o ok. 10%. Główni recyklerzy to Niemcy, Włochy, Hiszpania, Wielka Brytania i Francja. Kluczowe znaczenie w rozwoju branży mają innowacje technologiczne w zakresie zbierania, sortowania i recyklingu. Kompleksowe wsparcie legislacyjne umożliwiłoby zwiększenie tonażu zbiórki i sortowania odpadów, jednocześnie zachęciło do inwestycji w technologie i infrastrukturę recyklingu, prowadząc do potrojenia zdolności recyklingu tworzyw polimerowych do 2030 r.

www.chemiaibiznes.com.pl

DSM sprzedaje dział Engineering Materials

Koncern Lanxess i Advent International, jeden z największych inwestorów *private equity* o ugruntowanej pozycji w branży chemicznej, w czerwcu br. podpisali umowę o przejęciu od holenderskiego koncernu Royal DSM działu Engineering Materials (DEM). Stanie się on częścią nowoutworzonej spółki *joint venture* zajmującej się polimerami inżynierskimi. DEM jest jednym z głównych światowych dostawców materiałów konstrukcyjnych i specjalistycznych (PA6, PA66, PA46, PA410, PPS, poliestry specjalistyczne), które zaspokajają kluczowe potrzeby rynku elektronicznego, elektrycznego i dóbr konsumpcyjnych. Obroty firmy sięgają 1,5 mld euro, a marża EBITDA 20%. Dział zatrudnia ok. 2100 pracowników w ośmiu zakładach produkcyjnych i siedmiu ośrodkach badawczych na wszystkich głównych rynkach świata. Poza Europą i Stanami Zjednoczonymi przedsiębiorstwo szczególnie mocno zaznacza swoją obecność w Azji. Za-

mknięcie inwestycji spodziewane jest w pierwszej połowie 2023 r. Cena zakupu wynosi ok. 3,7 mld euro – pokryje ją spółka *joint venture* za pomocą kapitału własnego spółki Advent i poprzez zadłużenie zewnętrzne. Firma Advent będzie posiadała co najmniej 60% udziałów w spółce *joint venture*. Lanxess wniesie do nowej spółki jednostkę biznesową High Performance Materials (HPM). HPM jest jednym z głównych producentów wysokosprawnych polimerów konstrukcyjnych (PA6 i PBT), stosowanych przede wszystkim w przemyśle motoryzacyjnym. Roczna wartość sprzedaży wynosi ok. 1,5 mld euro, a EBITDA ok. 210 mln euro. Firma zatrudnia ok. 1900 pracowników w 10 fabrykach i siedmiu ośrodkach badawczych na całym świecie. Główny zakład znajduje się w Antwerpii (Belgia). HPM produkuje tam nie tylko polimery PA6, ale także prekursorzy, takie jak kaprolaktam i włókno szklane. Dzięki innowacyjnym produktom spółka *joint venture* będzie mogła odegrać kluczową rolę w kształtowaniu rynku polimerów specjalistycznych, m.in. w dziedzinie elektromobilności. Asortyment, łańcuchy wartości i pozycja obu przedsiębiorstw doskonale się uzupełniają.

<https://lanxess.com>

Plastic Omnium produkuje zbiorniki do przechowywania wodoru

Plastic Omnium zajmuje się produkcją kompleksowych systemów wodorowych, od przechowywania po moduły ogniw paliwowych. Hyliko zaś dostarcza przevoźnikom i operatorom logistycznym kompleksowe rozwiązanie łączące leasing i konserwację ciężarówek napędzanych wodorem wraz z dostawą wodoru produkowanego z pozostałości biomasy. Dwie francuskie firmy Plastic Omnium i Hyliko ogłosiły współpracę w celu produkcji 315 wysokociśnieniowych zbiorników na wodór, w które ma być do końca 2024 r. wyposażone 45 ciężarówek. Zbiorniki Plastic Omnium to zbiorniki typu IV (kompozyty z włóknem węglowym, głównie na podstawie poliamidowej). Partnerzy planują również współpracować w celu opracowania nowych systemów przechowywania wodoru, które zwiększą zasięg samochodów ciężarowych do ponad 750 km, co oznacza wzrost o prawie 60%. Do 2030 r. Hyliko zamierza zmniejszyć emisję CO₂ o 1,5 mln t, wyposażając 10% europejskiego rynku ciężarówek na wodór (ok. 15 000 pojazdów) oraz rozmieszczając 100 stacji produkcji i magazynowania wodoru w Europie. Plany Omnium to m.in.: budowa międzynarodowego centrum badawczo-rozwojowego w Europie i Chinach poświęconego zbiornikom wodoru, ogniowom paliwowym i zintegrowanym syste-

mom wodorowym; zwiększenie mocy produkcyjnych w Herentals w Belgii do 10 000 zbiorników na wodór rocznie dla ciężarówek, autobusów i pociągów; uruchomienie w 2023 r. w zakładzie w Gyeongju w Korei Południowej linii produkcyjnej zbiorników na wodór dla Hyundai'a o rocznej wydajności 60 000 sztuk; uruchomienie podobnej instalacji w USA; rozruch pod koniec 2022 r. w zakładzie Plastic Omnium w Wels w Austrii linii montażowej instalacji wodorowych o rocznej wydajności przekraczającej 1000 systemów.

www.plasticomnium.com

Rosnący Rynek Biopoliiolefin

Niezależne badania przeprowadzone przez jedną z firm eksperckich – MLT Analytics (MLTA) wskazują na szybki wzrost produkcji polietylenu i polipropylenu pochodzących z zasobów odnawialnych, takich jak np. trzcina cukrowa oraz biogenne tłuszcze i oleje. Firma Braskem, lider rynku biopolietylenu, wyeksportowała w 2021 r. prawie 150 000 t bio-PE (bio-HDPE i bio-LDPE). Wraz ze wzrostem produkcji opartej na bilansie masowym w Europie i Japonii światowy rynek bio-PE wkrótce przekroczy 200 000 t/r. Poliolefiny na bazie biologicznej stają się kluczowymi czynnikami umożliwiającymi zarówno dostawcom tworzyw, jak i właścicielom marek osiągnięcie celów w zakresie zrównoważonego rozwoju. Widoczna jest również presja związana z regulacjami prawnymi. Na przykład japońska strategia zielonego wzrostu zakłada w 2030 r. 2 mln t tworzyw polimerowych z biomasy. Z tego powodu w marcu br. ruszyła w Japonii pierwsza linia produkcyjna bio-polipropylenu. Uruchomiła ją Prime Polymer, spółka zależna Mitsui Chemicals. Surowiec (bio-węglowodory) pochodzi z firmy Neste Corporation i jest produkowany z olejów użytkowych pochodzenia biologicznego. Mitsui Chemicals opracowuje również własną technologię polimeryzacji PP z bioizopropanolu.

<https://jp.mitsuichemicals.com>

www.tworzywa.pl

IsoTruss rozpoczyna produkcję wież komórkowych z włókna węglowego

Firma IsoTruss Inc. (Utah, USA) ogłosiła otwarcie nowego zakładu produkcyjnego na Filipinach, w którym będą wytwarzane opatentowane przez IsoTruss wieże telefonii komórkowej 5G z kompozytów polimerowych z włókna węglowym. Produkcja wież ma rozpocząć się w połowie br. roku, z planami podwojenia siły roboczej

i produkcji przedsiębiorstwa do końca roku. IsoTruss® buduje wieże komórkowe z materiałów kompozytowych (na podstawie głównie żywicy epoksydowej, winyloestrowe lub poliestrowe wzmocnionej ciągłym włókna węglowym), wykorzystując własne, unikatowe struktury kratownicowe, których geometria zapewnia efektywne przenoszenie obciążeń (wytrzymałość dwanaście razy większa niż wież stalowych). Ponieważ taka struktura zużywa mniej materiału do wytworzenia, jest zarówno lżejsza, jak i wymaga niższych kosztów materiałowych w porównaniu z innymi strukturami z włókna węglowego. W porównaniu z tradycyjnymi elementami do wież stalowych konstrukcje IsoTruss® są lekkie, łatwiejsze w transporcie i montażu, odporne na korozję i mają kilkudziesięcioletnią trwałość, co najmniej pięć razy dłużej niż wieże stalowe. Wieże są przystosowane do pracy w regionach podatnych na huragany i tajfuny. Konstrukcje będą wykorzystywane na obszarach przybrzeżnych, gdzie często dochodzi do uszkodzeń spowodowanych solą, a także na obszarach wyspiarskich. Firma IsoTruss może pochwalić się ponad trzydziestoma opatentowanymi lub zgłoszonymi do ochrony projektami materiałów konstrukcyjnych i kompozytowych. Posiadanie strategicznie zlokalizowanego zakładu na Filipinach wzmocni pozycję firmy w regionie i będzie zapobiegać potencjalnym wąskim gardłom w łańcuchu dostaw.

www.compositesworld.com

Arkema zwiększy produkcję TPE

Arkema ogłosiła plany zwiększenia zdolności produkcyjnej elastomerów Pebax o 25%. Zostanie to osiągnięte poprzez inwestycję w fabrykę Serquigny we Francji. Inwestycja ta w szczególności umożliwi zwiększenie produkcji TPE serii Pebax Rnew (surowcem są odnawialne nasiona rącznika pospolitego) i tradycyjnych Pebax. Pebax to kopolimery blokowe zbudowane z segmentów polieterowych i poliamidowych. Ze względu na bardzo dużą wytrzymałość i elastyczność oraz małą gęstość znalazły zastosowanie głównie na rynku artykułów sportowych (podeszwy do butów) i tekstyliów technicznych, w towarach konsumenckich, takich jak smartfony i elastyczne ekrany. W porównaniu z innymi elastomerami dostępnymi na rynku Pebax Rnew mają do 50% mniejszy ślad węglowy. Ponadto w pełni nadają się do recyklingu. Zwiększenie mocy produkcyjnych, mające nastąpić w połowie 2023 r., zmniejszy również zużycie wody na terenie zakładu o 25%, dzięki optymalizacji procesów.

www.arkema.com

mgr Ewa Spasówka

NOWOŚCI TECHNICZNE

Tanie folie barierowe

Pod koniec kwietnia br. Toray Industries Inc. ogłosił, że opracował wysokobarierową folię, która kosztuje co najmniej 80% mniej niż konwencjonalne odpowiedniki. Oszczędność wynika z unikatowej technologii projektowania i formowania materiału. Firma zamierza skomercjalizować wynalazek w 2023 r. Znajdzie on zastosowanie m.in. w ogniwach słonecznych do ochrony wrażliwych na wilgoć komponentów. Inne zastosowania to nadające się do noszenia czujniki biometryczne i elastyczne wyświetlacze oraz opakowania leków i żywności. Folie o bardzo dużej barierowości do enkapsulacji są zwykle wytwarzane przez napyłanie lub chemiczne osadzanie z fazy gazowej. Oba procesy produkcyjne są jednak powolne i kosztowne, co utrudnia rozszerzenie zastosowań. Firma Toray zmodyfikowała i połączyła technologie napyłania i szybkiego osadzania z fazy gazowej. Metoda ta jest ponad 100 razy szybsza niż zwykle napyłaniu, przy ponad 80% niższych kosztach. Otrzymana folia kompozytowa charakteryzuje się dużą gęstością i współczynnikiem przenikania pary wodnej na poziomie 10^{-3} g/m²-dzień. Nowa folia Toray jest również bardzo przezroczysta i elastyczna, dzięki czemu idealnie nadaje się do elastycznych urządzeń i ogniw słonecznych.

www.toray.com

Recycling ciągłych włókien węglowych

Inżynierowie z National Composites Center, brytyjskiego centrum doskonałości w zakresie zaawansowanych materiałów kompozytowych, wraz z brytyjskimi partnerami z sektora MŚP – B&M Longworth i Cygnet Texkimp opracowali metodę odzysku ciągłego włókna węglowe ze zbiornika ciśnieniowego w celu ponownego wykorzystania go do produkcji nowych zbiorników. Opracowanie tanich metod recyklingu ciągłych włókien węglowych bez utraty pierwotnych właściwości ma kluczowe znaczenie dla rozwoju gospodarki wodorowej (zbiorniki ciśnieniowe magazynujące wodór), energetyki wiatrowej oraz przemysłu lotniczego. Do niedawna procesy recyklingu materiałów kompozytowych, takich jak skrzydła samolotów i łopaty turbin wiatrowych, prowadziły do powstawania krótkich włókien o gorszych właściwościach mechanicznych niż włókna pierwotne, nienadających się do ponownego wykorzystania w produktach o wysokiej jakości i wytrzymałości. Do odzysku włókien brytyjscy naukowcy zastosowali nowatorski proces DEECOM, pierwotnie zaprojektowany do usuwania zanieczyszczeń polimerowych z filtrów i urządzeń produkcyjnych. Wykorzystuje on przegrzaną parę

pod ciśnieniem, która wnika w mikroskopijne szczeliny w osnowie polimerowej kompozytu, i tam ulega kondensacji. Podczas dekompresji ciecz wrze i rozszerza się, krusząc polimer. Ten cykl zmiany ciśnienia jest powtarzany, aż cały polimer zostanie oddzielony od włókna. Co najważniejsze proces DEECOM pozostawia włókna w stanie nienaruszonym i nieuszkodzonym, umożliwiając zachowanie ich długości. Możliwy jest również recykling polimeru. Dalsze prace będą miały na celu skalowanie procesu. Oczekuje się, że popyt na włókno węglowe w latach 2025–2030 wzrośnie pięciokrotnie, przekraczając światowe zdolności produkcyjne.

www.compositesworld.com

Nowe tworzywo w portfolio BASF

BASF wprowadził na rynek poli(tereftalan butylenu) o nazwie handlowej Ultradur B4335G3 HR HSP. Jest to uniwersalny materiał do zastosowania w elektronice motoryzacyjnej, np. do ochrony czujników przed działaniem czynników atmosferycznych. W skład tworzywa wchodzi dodatki, które znacznie opóźniają degradację hydrolityczną. Dzięki temu materiał jest odporny na uszkodzenia spowodowane wodą i podwyższoną temperaturą. Jednocześnie charakteryzuje się małą absorpcją wilgoci (0,2%), co sprawia, że jest doskonałym izolatorem elektrycznym i ma dobrą stabilność wymiarów. Polimer jest też odporny na pękanie naprężeniowe pod wpływem czynników o charakterze zasadowym. Jego zaletą jest również mała lepkość w stanie stopionym, co umożliwia wytwarzanie komponentów o cienkich ściankach.

www.basf.com

Czy polimerowy żel rozwiąże problem braku wody?

Naukowcy z University of Texas opracowali żel, który sprawnie wychwytuje wodę z powietrza nawet w najbardziej suchym otoczeniu, np. na pustyni. Materiał kosztuje tylko 2 USD za 1 kg. Taka masa może „wyprodukować” 6 L wody na dobę przy wilgotności względnej 15%, przy 30-proc. wilgotności ilość pochłoniętej wody zwiększa się do 13 L na dobę. Według badaczy optymalizacja urządzenia może znacząco zwiększyć jego sprawność. Żel składa się z hydroksypropylocelulozy (zawierającej zdyspergowany LiCl) i gumy konjac, stosowanej zwykle jako naturalny dodatek zagęszczający do żywności. Wynalazek dotyczy praktycznego pozyskiwania wody. Dzięki niemu osoby bez stałego dostępu do wody mogą mieć do dyspozycji proste w obsłudze urządzenie, które tę wodę będzie dostarczało. Wystarczy wymieszać ze sobą składniki, odczekać 2 minuty i poddać liofilizacji. Aby odzyskać

zaadsorbowaną wodę wystarczy tylko podgrzać termoczuły żel. System pozwala na tworzenie wersji o różnej wielkości oraz łatwą produkcję masową. Żel można przy tym formować w różne kształty, zależnie od potrzeb. Prace zespołu z Teksasu były sponsorowane przez Agencję Zaawansowanych Projektów Badawczych Departamentu Obrony USA (DARPA), a projekt ma na celu głównie opracowanie sposobu dostarczania wody dla żołnierzy.

<https://news.utexas.edu>

<https://www.nature.com>

Skrzydła owadów inspirowane przez producentów opakowań antybakteryjnych

Skrzydła ważki i cykady pokryte są nanowypustkami. Gdy bakterie osiedlają się na skrzydle, układ nanokolejów powoduje ich fizyczne uszkodzenie – rozerwanie błony komórkowej i śmierć. Zainspirowani tym działaniem skrzydeł owadów australijsko-japoński zespół naukowców opracował antybakteryjną strukturę powierzchni opakowań do żywności w celu wydłużenia jej okresu przydatności do spożycia i zmniejszenia ilości odpadów. Wydrukowane na powierzchni tworzywa nanoigły o wysokości ok. 60 nm, w odstępach poniżej 100 nm, zabijają do 70% bakterii. Mają też działanie antyporostowe. Nanostruktury wytworzono na powierzchni folii z poli(tereftalanu etyleny), polipropylenu, poliakrylanu i poliamidów przy użyciu nanolitografii (druk 3D). Najlepsze właściwości biobójcze miały polimery akrylowe i poliamidy, szczególnie w stosunku do bakterii Gram-dodatnich (*Staphylococcus aureus*) i Gram-ujemnych (*Pseudomonas aeruginosa*). Dalsze badania geometrii nanopowierzchni materiałów akrylowych i nylonowych pokazały wyraźnie lepsze właściwości przeciwdrobnoustrojowe i przeciwporostowe folii mających na powierzchni nanokoleje o wysokości 60 nm w odległości od siebie 30 nm. Uzyskane wyniki to duży krok w kierunku biomimetycznego antybakteryjnego rozwiązania dla przemysłu spożywczego, a także medycyny. Oporność na działanie antybiotyków powoduje, że rutynowe leczenie infekcji bakteryjnych staje się coraz trudniejsze. Problem pogarsza tworzenie przez patogeny biofilmu na powierzchniach urządzeń medycznych i dentystycznych. Opracowanie nowych antybakteryjnych powierzchni stwarza doskonałe perspektywy do zastosowania w medycynie jako materiały nowej generacji (implanty, powierzchnie antybakteryjne). Naukowcy poszukują możliwości współpracy z potencjalnymi partnerami przemysłowymi w celu rozwoju technologii i zwiększenia skali. Badania, opu-

blikowane w *ACS Applied Nano Materials*, są wynikiem współpracy między RMIT, Tokyo Metropolitan University i The KAITEKI Institute firmy Mitsubishi Chemical. Projekt był współfinansowany przez Foundation for Australia-Japan Studies w ramach RioTinto Australia-Japan Collaboration Project.

www.rmit.edu.au

<https://pubs.acs.org>

Guma z recyklingu chroni przed promieniowaniem UV

Degradacja dróg asfaltowych pod wpływem temperatury i wilgoci jest dobrze zbadana, natomiast bardzo mało uwagi poświęcono skutkom promieniowania UV. Nowe badania wykazały, że guma ze zużytych opon działa jak filtr przeciwsłoneczny i zmniejsza o połowę stopień uszkodzenia nawierzchni gumowo-bitumicznej. Dodatek 18–22% rozdrobnionej gumy zapewnia odpowiednią równowagę pomiędzy dobrą odpornością na koleiny i zmęczenie a poprawą odporności na starzenie pod wpływem promieniowania UV. W przeciwieństwie do większości elementów infrastruktury zewnętrznej (np. meble ogrodowe) drogi asfaltowe nie są projektowane z osłoną przeciwsłoneczną, co czyni je podatnymi na pęknięcie. Zastosowanie gumy z recyklingu nie tylko zapewni ochronę przed promieniowaniem UV, ale stanowi obiecujące, zrównoważone rozwiązanie problemu wycofanych z eksploatacji opon.

www.rmit.edu.au

www.sciencedirect.com

Tekstylia zawierające teflon

Toray Industries Inc. opracował bardzo wytrzymały materiał tekstylny zawierający Toyoflon™, włókno poli(tetrafluoroetylenowe) (PTFE) o małym współczynniku tarcia. Nowa tkanina ma wyjątkową odporność na tarcie, testy wykazały 25 razy większą wytrzymałość ślizgową niż w przypadku istniejących odpowiedników, a tarcie zmniejszyło się o ponad 50%. PTFE zapewnia także doskonałą odporność termiczną i chemiczną. Tkanina może służyć jako bezsmarowy materiał ślizgowy np. w motoryzacji i maszynach przemysłowych. W 2002 r. grupa Toray kupiła od Du Pont biznes włókien fluorowęglowych Teflon.

www.toray.jp

mgr Ewa Spasówka

WYNAŁAZKI

Sposób wytwarzania materiału krzemionkowego z wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych (Zgłoszenie nr 436205, Politechnika Lubelska)

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania materiału krzemionkowego z wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych. Polega na przygotowaniu mieszaniny, w której skład wchodzi: od 25 do 75% objętościowych wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych, od 25 do 75% objętościowych roztworu wodnego zawierającego bromek heksadecylotrimetyloamoniowy w ilości od 15 do 40 g/l użytego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych. Mieszaninę miesza się i ogrzewa w temperaturze 40–50°C. Następnie dodaje kwas siarkowy(VI) metodą wkraplania do momentu osiągnięcia pH w zakresie od 11,5 do 9. Mieszaninę poddaje się starzeniu w temperaturze do 110°C przez okres 24–170 h. Osad przemywa się, suszy i wypala w piecu w temp. 300–800°C przez okres 5–12 h uzyskując materiał krzemionkowy o typie struktury MCM-41 niezawierający zanieczyszczeń popiołowych (wg Biul. Urz. Pat. 2022, nr 23, 14).

Sposób wytwarzania materiału glinokrzemianowego z grupy Linde A z wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych (Zgłoszenie nr 436206, Politechnika Lubelska)

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania materiału glinokrzemianowego z grupy Linde A z wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych polegający na przygotowaniu mieszaniny, w której skład wchodzi: wodny roztwór odpadowy po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych w ilości od 33 do 67% objętościowych, wodny roztwór wodorotlenku sodu o stężeniu od 2 do 3 M i ilości od 33 do 67% objętościowych, zawierający roztworzony glin w ilości od 10,1 do 30 g/l użytego wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych. Następnie mieszaninę ogrzewa się w temp. 80–100°C w czasie 12–24 h, uzyskując materiał glinokrzemianowy z grupy Linde A niezawierający zanieczyszczeń popiołowych (wg Biul. Urz. Pat. 2022, nr 23, 14).

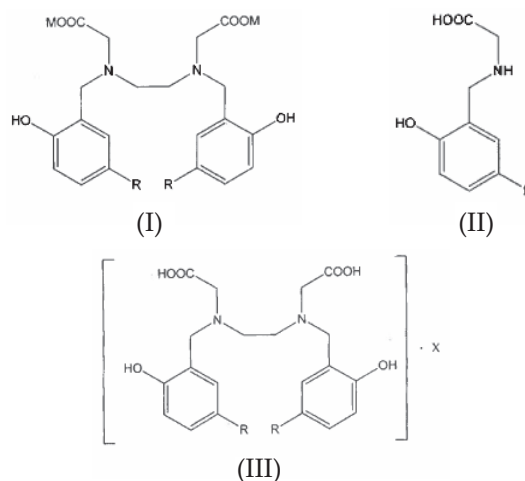
Sposób wytwarzania materiału glinokrzemianowego z grupy sodalitu z wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych (Zgłoszenie nr 436211, Politechnika Lubelska)

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania materiału glinokrzemianowego z grupy sodalitu z wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syn-

tetycznych z popiołów lotnych. Polega na przygotowaniu mieszaniny, w której skład wchodzi: wodny roztwór odpadowy po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych w ilości od 33 do 50% objętościowych, wodny roztwór wodorotlenku sodu o stężeniu 4–5 M i ilości od 50 do 67% objętościowych, zawierający roztworzony glin w ilości 3–6 g/l użytego wodnego roztworu odpadowego po produkcji zeolitów syntetycznych z popiołów lotnych. Następnie mieszaninę ogrzewa się w temp. 110–120°C w czasie 24–48 h, uzyskując materiał glinokrzemianowy z grupy sodalitu niezawierający zanieczyszczeń popiołowych (wg Biul. Urz. Pat. 2022, nr 23, 15).

Sposób wytwarzania soli *N,N'*-dipodstawionych pochodnych kwasu etylenodiamino-*N,N'*-dioctowego i ich zastosowanie (Zgłoszenie nr 436202, Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Consultingowe Adob Sp. z o.o., sp.j., Poznań)

Sposób wytwarzania soli *N,N'*-dipodstawionych pochodnych kwasu etylenodiamino-*N,N'*-dioctowego, które to sole są przedstawione wzorem (I), w którym oba R mają takie samo znaczenie i oznaczają atom wodoru lub grupę CH₃, i oba M mają takie samo znaczenie i oznaczają kation sodu lub potasu, charakteryzujący się tym, że *N*-podstawioną pochodną glicyny o wzorze (II), w którym R ma znaczenie takie jak podano dla wzoru (I), poddaje się reakcji alkilowania 1,2-dichloroetanem w wodzie w obecności wodorotlenku MOH, gdzie M oznacza kation sodu lub potasu, odpowiednio, przy pH od 10 do 12,5, przy czym stosunek molowy związku o wzorze (II) do 1,2-dichloroetanu wynosi od 1:1. Zgłoszenie obejmuje też sposób wytwarzania soli addycyjnych z kwasem *N,N'*-dipodstawionych pochodnych kwasu etylenodiamino-*N,N'*-dioctowego, przedstawionych wzorem (III), w którym oba R mają takie samo znaczenie i oznaczają atom wodoru lub grupę CH₃, a X oznacza HCl lub



H_2SO_4 , charakteryzującym się tym, że związek o wzorze (I) zakwasza się w roztworze wodnym do pH w zakresie 0,5–2,0 kwasem wybranym z grupy składającej się z kwasu chlorowodorowego i kwasu siarkowego(VI), odpowiednio, i ewentualnie wyodrębnia wytrącony osad wspomnianej soli addycyjnej. Przedmiotem zgłoszenia jest również zastosowanie soli N,N' -dipodstawionych pochodnych kwasu etylenodiamino- N,N' -diocetowego o wzorze (I), albo soli addycyjnych z kwasem N,N' -dipodstawionych pochodnych kwasu etylenodiamino- N,N' -diocetowego o wzorze (III) wytworzonych ww. sposobem do wytwarzania chelatów żelaza(III) lub cynku(II) (wg Biul. Urz. Pat. 2022, nr 23, 16).

Farba termochronna do podłoży stalowych oraz sposób wytwarzania farby termochronnej (Zgłoszenie nr 436238, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie)

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania Nanokompozyty CuO-ZnO w postaci nanodrutów tlenku miedzi z nanostrukturami tlenku cynku. Sposób polega na tym, że na pierwszym etapie, w procesie termicznego utleniania podłoża miedzianego w atmosferze powietrza, w temp. 400–600°C, w czasie 30–120 min, otrzymuje się wzrost nanodrutów z tlenku miedzi. Do otrzymywania nanodrutów stosuje się jako podłoże płytki miedziane o czystości $\geq 99,8\%$. Następnie na drugim etapie w procesie fizycznego osadzania z fazy gazowej pręta cynkowego o czystości $\geq 99,9\%$, powstaje warstwa Zn o grubości 5–30 nm pokrywająca nanodrutu CuO. Proces prowadzi się w warunkach próżni dynamicznej o wartości co najmniej 10–3 Pa przy natężeniu prądu płynącego przez źródło 23 A i odległości źródła od podłoża 65 mm. W trzecim etapie warstwę Zn osadzoną na nanodrutach CuO poddaje się termicznemu utlenianiu w wyniku, którego powstaje nanokompozyt w postaci nanodrutów CuO z nanostrukturami ZnO. Proces prowadzi się w atmosferze powietrza, w temperaturze 400–600°C, w czasie 30–120 min (wg Biul. Urz. Pat. 2022, nr 23, 17).

Sposób wytwarzania ochronnej warstwy/powłoki polimerowej z udziałem nanocząstek tlenku cynku, przeciwdziałającej namnażaniu się mikroorganizmów (Zgłoszenie nr 436171, Karton-Pak Cieszyn Zbigniew Pieczonka, Cieszyn)

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania ochronnej warstwy/powłoki polimerowej z udziałem nanocząstek tlenku cynku w obecności prekursora jonów OH- i polimeru wodorocieńczalnego, charakteryzujący się tym, że do wodnego roztworu polimeru w postaci poli(alkoholu winylowego) dodaje się prekursor jonów cynku w ilości 0,01–5% mas., po czym miesza się jednocześnie ogrzewając do temperatury nie wyższej niż 80°C.

Następnie dodaje się stopniowo wodny roztwór zawierający alginian sodu w ilości 2–10% mas. i prekursor jonów OH-. Całość miesza się w temp. nie wyższej niż 80°C, po czym studzi. Wodny roztwór polimeru w postaci polialkoholu winylowego stosuje się w ilości 0,01–1% mas. Jako prekursor jonów cynku stosuje się chlorek cynku (wg Biul. Urz. Pat. 2022, nr 23, 17).

Nowa generacja materiału polimerowego przeznaczona na osłony do samochodowych układów hamulcowych (Zgłoszenie nr 436278, P.P.H.U. Przedsiębiorstwo Tworzyw Sztucznych A.H.A. Tomczak sp.j., Pabianice)

Przedmiotem zgłoszenia jest materiał polimerowy/mieszanka gumowa zawierająca mieszaninę kauczuku etylenowo propylenowego (EPDM) o wysokiej masie cząsteczkowej, kauczuku etylenowo propylenowego (EPDM) amorficznego, kauczuku naturalnego (NR), napełniacze sadzę o powierzchni pomiędzy (FEF) i (HAF), napełniacz o wymiarach cząstek nie przekraczających 100 nm, antyutleniacz 1,2-dihydro-2,2,4-trimetylocholina, sól cynkową, cynk-45-metylo-2-merkaptobenzimidazol, kwas stearynowy, tlenek cynku oraz system sieciujący składający się z 100% triallyl-cyanurate (koagent), 100% triallyl-isocyanurate (koagent), dicumyl peroxide, butyl 4,4-di-(tert-butylperoxy) valerate zawierająca w procentach masowo: 12,5 oleju parafinowego o lepkości kinematycznej 215 mm³/s w 40°C (wg Biul. Urz. Pat. 2022, nr 24, 15).

Sposób otrzymywania materiału konstrukcyjnego ze stopu na osnowie Fe-Al (Zgłoszenie nr 436269, Politechnika Śląska, Gliwice)

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób otrzymywania materiału konstrukcyjnego ze stopu na osnowie fazy Fe-Al, polegający na wytopieniu w piecu próżniowym mieszaniny materiałów wsadowych z aluminium, węgla boru, molibdenu, cyrkonu, chromu i żelaza. Sposób polega na tym, że stop o składzie chemicznym: Al = 45–48% atomowych, Cr = 4,5–5,5% atomowych, Zr = 0,04–0,05% atomowych, B = 0,01–0,02% atomowych, Mo = 0,01–0,26% atomowych, C = 0,01–0,17%, przy czym resztę stanowi Fe i zwykle nieuniknione zanieczyszczenia. Nagrzewa się do temperatury 1490–1550°C i odlewa do form. Otrzymane wlewki wygrzewa się w temperaturze 1000–1550°C w czasie 24–48 godzin, po czym chłodzi grawitacyjnie w piecu w czasie nie krótszym, niż 24 godziny. Następnie otrzymany stop podgrzewa się do temperatury nie mniejszej niż 1170°C i poddaje przeróbce plastycznej na walcierce bruzdowej, korzystnie na trójwalcowej walcierce skośnej stosując odkształcenie przekroju poprzecznego nie mniejsze niż 30% (wg Biul. Urz. Pat. 2022, nr 24, 15).

mgr inż. Małgorzata Choroś

NOWE KSIĄŻKI

RENEWABLE POLYMERS AND POLYMER-METAL OXIDE COMPOSITES

Synthesis, Properties, and Applications

Haider S., Haider A. (Elsevier)

Wyd. 1, 2022, 514 stron, cena 187,43 EUR

ISBN 9780323851558

Synteza, badanie i zastosowanie tlenków metali to szybko rozwijające się dziedziny nauki i techniki. Tlenki metali posiadają pełne spektrum właściwości elektronicznych – od izolatorów przez półprzewodniki do nadprzewodników. Ponadto w tlenkach metali można zaobserwować takie zjawiska, jak efekty termoelektryczne i fotoelektryczne oraz luminescencję i magnetyzm. W związku z tym tlenki metali stały się ważną klasą materiałów, które mają ogromny potencjał w wielu zastosowaniach, m.in. w elektronice, energetyce i ochronie zdrowia (elektrody, tranzystory, czujniki gazu, siłowniki, przetworniki akustyczne, urządzenia fotowoltaiczne i fotoniczne, katalizatory foto- i heterogeniczne, chłodnice półprzewodnikowe, urządzenia wysokiej częstotliwości i mikromechaniczne, urządzenia do gromadzenia i magazynowania energii oraz danych). Możliwość zarówno tworzenia różnorodnych kompozytów, jak i syntezy różnych związków wieloskładnikowych znacznie poszerza zakres właściwości, jakie mogą oferować materiały na bazie tlenku metalu. Książka zawiera przegląd wiedzy z zakresu kompozytów polimerowo-tlenkowych, ich właściwości, budowy, projektowania, syntezy oraz charakterystyki i zastosowania. Nacisk położono na sprzęganie tlenków metali z polimerami ze źródeł odnawialnych (celuloza, chityna, chitozan, alginiany, lignoceluloza, lignina, skrobia, agar, pektyny). Omówiono również najnowsze osiągnięcia w zakresie zależności między mikrostrukturą kompozytu a wynikającą z niej poprawą właściwości materiału. Zastosowania, które zostały opisane, obejmują najnowsze osiągnięcia w dziedzinie uzdatniania wody, inżynierii tkankowej, magazynowania energii (superkondensatory), hybrydowych systemów energetycznych, fotowoltaiki, fotokatalizy oraz w przemyśle rolno-spożywczym (pakowanie żywności). Autorzy odnoszą się także do oceny cyklu życia i aspektów ekonomicznych. Dzięki licznym odniesieniom do aktualnej literatury, książka posłuży jako znaczące i wnikliwe źródło cennych informacji. Publikacja będzie pomocna zarówno dla naukowców pracujących lub planujących pracę w dziedzinie materiałów polimerowo-tlenkowych, tj. badaczy, których działalność związana jest z elektroniką, optoelektroniką, energetyką, katalizą, czujnikami oraz elektrotechniką, jak i dla inżynierów zajmujących się projektowaniem urządzeń na bazie tlenku metalu.

ELASTOMER BLENDS AND COMPOSITES

Principles, Characterization, Advances, and Applications

Rangappa S.M., Parameswaranpillai J., Siengchin S., Ozbakkaloglu T. (Elsevier)

Wyd. 1, 438 stron, cena 196,35 EUR

ISBN 9780323858328

Książka obejmuje najnowsze osiągnięcia w zakresie mieszanek i (nano)kompozytów na bazie kauczuku naturalnego i syntetycznego, ze szczególnym uwzględnieniem aktualnych wyzwań, przyszłych kierunków i najnowocześniejszych zastosowań (motoryzacja, lotnictwo, medycyna i inżynieria). Publikacja zawiera podstawowe informacje dotyczące elastomerów, opisując ich syntezę, wulkanizację, strukturę, właściwości, wyzwania i potencjalne zastosowania. Następnie szczegółowo omówiono składy i formułacje oraz metody wytwarzania i przygotowywania mieszanek, kompozytów i nanokompozytów na bazie elastomerów (wpływ napełniacza, jego rodzaj, kompatybilność). Kolejna część książki skupia się na właściwościach mechanicznych, barierowych, reologicznych i termicznych oraz strukturze mikroskopowej i metodach badań (m.in. spektroskopia NMR, FT-IR, Ramana i fluorescencyjna, dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego WAXD i SAXS). Autorzy omówili również zagadnienia dotyczące starzenia, degradacji, analizy cyklu życia oraz metod recyklingu, dewulkanizacji i rewulkanizacji materiałów na bazie gumy i elastomerów. Poruszono także kwestie związane z modelowaniem teoretycznym i symulacją komputerową mieszanek elastomerów i nanokompozytów. Ostatnie rozdziały zostały poświęcone omówieniu różnych typów mieszanek i kompozytów elastomerowych (na bazie poliuretanu, silikonu, monomeru etylenowo-propylenowo-dienowego (EPDM) i biologicznych żywic fenolowych), a także postępom w zakresie reagujących na bodźce i funkcjonalnych elastomerów termoplastycznych (metody otrzymywania, modelowanie matematyczne, modyfikacja chemiczna i fizyczna oraz zastosowanie). Jest to bardzo cenne źródło informacji dla badaczy i zaawansowanych studentów m.in. materiałoznawstwa, inżynierii materiałowej, a także nauk o gumie i elastomerach oraz mieszaninach polimerów i kompozytach.

NANO-ENHANCED AND NANOSTRUCTURED POLYMER-BASED MEMBRANES FOR ENERGY APPLICATIONS

seria: Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering

Buonomenna M.G. (Elsevier)

Wyd. 1, 2022, 242 strony, cena 204 EUR

ISBN 9780081019856

Przełomowym odkryciem, które przekształciło separację membranową z procesu laboratoryjnego w proces przemysłowy, było opracowanie we wczesnych latach 60. XX w. sposobu wytwarzania wolnych od defektów, wysokowydajnych, anizotropowych membran do odwróconej osmozy (proces Loeba-Sourirajana). Kluczową właściwością membrany jest zdolność do kontrolowania szybkości przenikania substancji przez błonę. W zastosowaniach separacyjnych celem jest umożliwienie swobodnego przenikania jednego składnika mieszaniny, jednocześnie utrudniając przenikanie innych składników. Dziś membrany są używane nie tylko do odsalania wody morskiej, ale także do oczyszczania ścieków przemysłowych, odzyskiwania cennych związków, zagęszczania, frakcjonowania mieszanin w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym oraz do oddzielania gazów i par. Zapotrzebowanie na nowe, wydajne membrany wzrasta szczególnie w zastosowaniach związanych z przetwarzaniem i przechowywaniem energii, a także uzdatnianiem wody. Możliwość formowania tworzyw polimerowych jest ważną cechą użytkową, często ignorowaną we wczesnej fazie odkrywania nowych materiałów, a powinna być jedną z najważniejszych właściwości, którą należy wziąć pod uwagę przy opracowywaniu innowacyjnych materiałów membranowych. Przydatne materiały polimerowe muszą być zdolne do formowania w cienkie membrany (w szczególności do separacji gazów, uzdatniania wody i odsalania), a następnie tworzenia modułów membranowych o dużej powierzchni. Wszystkie membrany do separacji gazów, używane obecnie w handlu, są oparte na polimerach, które można przetwarzać w roztworze. Książka omawia kompozyty, w większości przypadków hybrydowe membrany polimerowe, dla trzech obszarów zastosowań: konwersja energii, magazynowanie energii oraz uzdatnianie i odzyskiwanie wody. Każdy rozdział wyjaśnia w sposób prosty różne procesy membranowe, a następnie szczegółowo omawia stosowane membrany. Logika, która się za tym kryje, polega na tym, że najpierw należy zrozumieć proces, aby opracować nowe, wysokowydajne membrany. Przyjmując takie podejście, autorka ma na celu zmianę istniejącego obecnie braku połączenia między naukowcami zajmującymi się materiałami membranowymi a inżynierami zajmującymi się procesami przemysłowymi. Publikacja jest podzielona na sześć rozdziałów, zaczynając od przeglądu, pierwszego rozdziału, który zawiera krótkie wprowadzenie do stosowanej terminologii, definicji i klasyfika-

cji (różnica między membranami nanostrukturalnymi i nano-wzmocnionymi), przegląd struktur, konfiguracji i procesów membranowych, a także perspektywy rozwoju (kompromis między przepuszczalnością i selektywnością membrany a potrzebą projektowania materiałów w nanoskali). W następnych dwóch rozdziałach książki opisano podstawowe zasady działania osmozy opóźnianej ciśnieniowo (pressure-retarded osmosis, PRO) i odwróconej elektrodializy (reverse electrodialysis, RED), dwóch technologii membranowych wykorzystywanych do pozyskiwania i magazynowania błękitnej energii, a także wymagania stawiane wysokowydajnym membranom stosowanym w tych procesach. Szczególną uwagę poświęcono projektowaniu i inżynierii membran (możliwości i ograniczenia), co jest możliwe tylko wtedy, gdy proces membranowy jest dobrze zrozumiany. Omówiono również hybrydowe systemy RO-PRO (odwrócona osmoza – osmoza opóźniana ciśnieniowo) w celu zmniejszenia energii odsalania wody morskiej i inne elektrochemiczne procesy membranowe, konfiguracje RED – systemy z otwartą i zamkniętą pętlą. Kolejne dwa rozdziały dotyczą nowych membran polimerowych do separacji gazów, w szczególności uszlachetniania gazu ziemnego, membran nanostrukturalnych o dużej objętości swobodnej (rozdział 4) oraz membran z mieszaną osnowa polimerową z nanonapełniaczem (rozdział 5). Ostatni rozdział został poświęcony akumulatorom przepływowym typu redoks (redox flow batteries, RFB), które są bardzo obiecującym narzędziem elektrochemicznego magazynowania energii. Układ membranowy stanowi podstawowy element tego typu akumulatorów. W rozdziale opisano zasady działania i wydajność RFB oraz typy akumulatorów RFB i ich budowę, w tym materiały membranowe i ich przygotowanie. Przedstawiono szczegółowo sposób magazynowania energii, aby uświadomić czytelnikom konieczność holistycznego, nierozdzielonego podejścia łączącego naukę o materiałach z inżynierią procesową w celu zrozumienia wymagań stawianych membranom. Publikacja jest skierowana do pracowników przemysłu i naukowców. Według autorki książka ma być „narzędziem badawczym”, dzięki któremu można łatwo znaleźć najważniejsze informacje na temat membran nano-wzmocnionych i nanostrukturalnych dla PRO, RED i RFB w zastosowaniach energetycznych, także ze względu na bardzo dużą liczbę odnośników literaturowych.

mgr Ewa Spasówka