Polimery 7-8/2020

*A. Iuliano*, *M. Dębowski*, *A. Plichta*, *S. Kowalczyk*, *Z. Florjańczyk*, *G. Rokicki*, *P. Parzuchowski*, *M. Mazurek-Budzyńska*, *D. Wołosz*, *B. Pilch-Pitera* – Poliuretany z segmentami oligowęglanowymi jako atrakcyjne materiały do produkcji klejów, spoiw i uszczelniaczy (*j. ang.*) …497

P. Turek, G. Budzik, M. Oleksy, K. Bulanda – Materiały polimerowe ­stosowane w medycynie przetwarzane technikami przyrostowymi (*j. ang.*) …510

*R. Salgado-Delgado*, *A.M. Salgado-Delgado*, *A. Olarte-Paredes*, *J.C. Ochoa- -Jaimes*, *Z. Vargas-Galarza*, *A. Vargas-Torres*, *T. López-Lara*, *J.B. Hernández-Zaragoza*, *E. Rubio-Rosas*, *V. M. Castaño* – Aerożele krzemionkowe na bazie polimerowych mieszanin polipirolu i nanorurek węglowych (*j. ang.*) …516

*X.-Y. Yang*, *L.-S. Zhao*, *Y.-H. Cai*, *J. Zhao*, *L. Wang* – Wpływ dihydrazydu kwasu bis(3-fenylopropiono) *N*,*N’*-dodekanodiowego jako promotora krystalizacji na właściwości termiczne i optyczne poli(kwasu L-mlekowego) (*j. ang.*) …523

*A. Drogoń*, *M. Skotnicki*, *M. Pyda* – Proces fizycznego starzenia układów polilaktyd-walsartan badany metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej (*j. ang.*) …233

*A. Vogt*, *J.W. Kaczmar*, *P. Mayer*, *A. Brzostek*, *L. Nowosielski*, *R. Przesmycki* – Właściwości materiałów kompozytowych na bazie kopolimeru styren-butadien-styren napełnionego EMCCO-201 absorbujących fale elektromagnetyczne (*j. ang.*) …542

*M. Lewandowski*, *K. Piszczek*, *M. Pieńkowska*, *K. Lewandowski* – Innowacyjne plastyfikatory oligomeryczne poli(chlorku winylu) do aplikacji specjalistycznych (*j. ang.*) …550

**Komunikaty szybkiego druku**

*K. Bulanda*, *M. Oleksy*, *R. Oliwa*, *G. Budzik*, *M. Gontarz* – Biodegradowalne kompozyty polimerowe na osnowie polilaktydu stosowane w wybranych technologiach 3D (*j. ang.*) …557

*M. Sobolak*, *P. Połowniak*, *M. Cieplak*, *M. Oleksy*, *K. Bulanda* – Zastosowanie materiałów polimerowych do otrzymywania przekładni zębatych o zarysie ewolwentowym i sinusoidalnym (*j. ang.*) …563

*J. Wadas*, *R. Oliwa*, *B. Pilch-Pitera*, *Ł. Byczyński*, *M. Heneczkowski*, *Z. Florjańczyk*, *A. Plichta*, *G. Rokicki* – Synteza i charakterystyka jednoskładnikowych klejów poliuretanowych na osnowie polieterodiolu Rokopol® D2002 (*j. ang.*) …568

*J. Nowak-Grzebyta*, *F. Meijer*, *E. Stachowska* – Badanie nieniszczące połączenia adhezyjnego w laminatach polimerowo-metalowych…572

*R. Oliwa* – Kompozycje żywic epoksydowych z dodatkiem ciekłych uniepalniaczy fosforowych stosowane w technologii infuzji (*j. ang.*)…578

*A. Iuliano*, *M. Dębowski*, *A. Plichta*, *S. Kowalczyk*, *Z. Florjańczyk*, *G. Rokicki*, *P. Parzuchowski*, *M. Mazurek-Budzyńska*, *D. Wołosz*, *B. Pilch-Pitera* – Polycarbonate-based polyurethane – attractive materials for adhesives, binders and sealants production (*in English*)…497

*P. Turek*, *G. Budzik*, *M. Oleksy*, *K. Bulanda* – Polymer materials used in medicine processed by additive techniques (*in English*)…510

*R. Salgado-Delgado*, *A.M. Salgado-Delgado*, *A. Olarte-Paredes*, *J.C. Ochoa--Jaimes*, *Z. Vargas-Galarza*, *A. Vargas-Torres*, *T. López-Lara*, *J.B. Hernández--Zaragoza*, *E. Rubio-Rosas*, *V.M. Castaño* – Aerogels from polypyrrole/carbon nanotubes-based polymeric blends (*in English*)…516

*X.-Y. Yang*, *L.-S. Zhao*, *Y.-H. Cai*, *J. Zhao*, *L. Wang* – Thermal performances and optical property of poly(L-lactic acid) under the influence of *N*,*N’*--dodecanedioic bis(3-phenylpropionic acid) dihydrazide as a crys­tal­lization promoter (*in English*)…523

*A. Drogoń*, *M. Skotnicki*, *M. Pyda* – Physical aging of polylactide-valsartan system investigated by differential scanning calorimetry (*in English*)…533

*A. Vogt*, *J.W. Kaczmar*, *P. Mayer*, *A. Brzostek*, *L. Nowosielski*, *R. Przesmycki* – Properties of composite materials absorbing electromagnetic waves on the styrene-butadiene-styrene copolymer matrix with EMCCO-201 filler (*in English*)…542

*M. Lewandowski*, *K. Piszczek*, *M. Pieńkowska*, *K. Lewandowski* – Innovative oligomeric poly(vinyl chloride) plasticizers for specialized applications (*in English*)…550

**Rapid communication**

*K. Bulanda*, *M. Oleksy*, *R. Oliwa*, *G. Budzik*, *M. Gontarz* – Biodegradable polymer composites based on polylactide used in selected 3D technologies (*in English*) …557

*M. Sobolak*, *P. Połowniak*, *M. Cieplak*, *M. Oleksy*, *K. Bulanda* – Application of polymeric materials for obtaining gears with involute and sinusoidal profile (*in English*) …563

*J. Wadas*, *R. Oliwa*, *B. Pilch-Pitera*, *Ł. Byczyński*, *M. Heneczkowski*, *Z. Florjańczyk*, *A. Plichta*, *G. Rokicki* – Synthesis and characterization of one-component, moisture curing polyurethane adhesive based on Rokopol® D2002 (*in English*)…568

*J. Nowak-Grzebyta*, *F. Meijer*, *E. Stachowska* – Non-destructive holographic vibrometric testing of the adhesive joint in metal-polymer laminates…572

*R. Oliwa* – Epoxy resin compositions containing liquid phosphorus flame retardants used in infusion technology (*in English*)…578

\* \* \*

***Od Redakcji***

*Powierzenie mi funkcji kierownika Zespołu Polimery traktuję jako nobilitację, ale jest to dla mnie również wielkie wyzwanie. Nikt nie wie, jak COVID 19 wpłynie na świat, który do tej pory znaliśmy. Nie ma tu jednoznacznych prognoz. Pandemia zmusza nas do wielu zmian, wyrzeczeń i rezygnacji ze stylu życia do jakiego przywykliśmy. Nieunikniony może być również kryzys gospodarczy i polityczny. Pandemia i konieczność dostosowania się do nowych realiów, szczególnie w zakresie metod i technik komunikowania z uwzględnieniem ograniczonego kontaktu bezpośredniego, przyspieszyły podjęcie decyzji o wdrożeniu systemu OJS (*Open Journal Systems*). Pozwoli to na prowadzenie całego procesu wydawniczego czasopisma „Polimery” poprzez stronę internetową (*on-line*), co umożliwi skrócenie cyklu wydawniczego, ułatwi dostęp do publikowanych prac i przyczyni się do zwiększenia liczby ich cytowań.*

*Obecny kryzys dotknął prawie wszystkie dziedziny życia i gospodarki i z pewnością wpłynie negatywnie na branżę tworzyw polimerowych, o czym świadczą najnowsze dane GUS. Wyjście z kryzysu może być długotrwałe, ale ważne jest, aby proces ten odbył się zgodnie z przyjętymi zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym i aktami prawnymi opartymi na wiedzy naukowej, co pozwoli w pełni docenić znaczenie tworzyw polimerowych w zrównoważonej gospodarce. W okresie pandemii wiele osób przekonało się jak ważne są tworzywa w naszym życiu codziennym, zwłaszcza w zakresie higieny i ochrony zdrowia, a także bezpieczeństwa.*

*Z „Polimerami” jestem związana od początku mojej pracy naukowo-badawczej. Najpierw jako czytelnik, następnie jako autor i recenzent. Byłam także członkiem Komitetu Naukowego (2010–2012) i Rady Naukowej (2013*-*2016) czasopisma. Wspólnie z Zespołem Redakcyjnym będę dalej rozwijać czasopismo „Polimery”, budując jego międzynarodową pozycję na rynku czasopism naukowych obejmujących tematykę tworzyw polimerowych, gumy, lakierów i włókien. Zeszyt 7-8 „Polimerów” został przygotowany przez Zespół Redakcyjny pod kierownictwem mgr inż. Barbary Witowskiej-Mocek, która przez ostatnie 30 lat z ogromnym zaangażowaniem dbała o poziom naukowy czasopisma.*

*Mając na uwadze wspólny cel, jakim jest pomyślny rozwój czasopisma „Polimery”, liczymy na współpracę i wsparcie całego środowiska naukowego oraz branży tworzyw polimerowych.*

*dr hab. inż. Regina Jeziórska*

\* \* \*

Anna Iuliano, Maciej Dębowski, Andrzej Plichta1), Sebastian Kowalczyk, Zbigniew Florjańczyk, Gabriel Rokicki, Paweł Parzuchowski, Magdalena Mazurek-Budzyńska, Dominik Wołosz, Barbara Pilch-Pitera

Polycarbonate-based polyurethane – attractive materials for adhesives, binders and sealants production

Elaborated for the *CARBOPUR* Project (POIR.04.01.01-00-0002/16-01)

Abstract**:** In the last few years, a very wide range of oligocarbonate diols, oligomers of carbonic acid esters terminated on both sides with hydroxyl groups, have appeared on the chemical market. They are mainly used for the production of flexible segments in precious grades of polyurethanes used in biomedical engineering. Poly(carbonate-urethane) due to high resistance to oxidizing and hydrolytic agents is also an attractive material for the production of adhesives and coatings with increased resistance to weather conditions. This paper presents the current state of knowledge on the methods of synthesis and main producers of oligomerols with carbonate groups, methods of poly(carbonate-urethane) synthesis and examples of its commercial applications.

Keywords: aliphatic oligocarbonate diols, isocyanate, polyurethane, mechanical properties, adhesives.

Poliuretany z segmentami oligowęglanowymi jako atrakcyjne materiały do produkcji klejów, spoiw i uszczelniaczy

Streszczenie**:** W ostatnich latach na rynku chemicznym pojawiła się bardzo bogata gama oligowęglanodioli, czyli oligomerycznych estrów kwasu węglowego, zakończonych z obu stron grupami hydroksylowymi. Są one wykorzystywane głównie do wytwarzania segmentów elastycznych w szlachetnych gatunkach poliuretanów stosowanych w inżynierii biomedycznej. Poli(węglano-uretany), dzięki dużej odporności na czynniki utleniające i hydrolityczne, stanowią także atrakcyjny materiał do produkcji klejów i powłok, trwałych w różnych warunkach atmosferycznych. W niniejszej pracy przedstawiono aktualny stan wiedzy dotyczący metod otrzymywania i głównych producentów oligomeroli z segmentami oligowęglanowymi, metod syntezy poliuretanów zawierających te segmenty oraz przykłady komercyjnych zastosowań poli(węglano-uretanów).

Słowa kluczowe: alifatyczne oligowęglanodiole, izocyjaniany, poliuretany, właściwości mechaniczne, kleje.

aiuliano@ch.pw.edu.pl

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.1

\* \* \* \*

Paweł Turek, Grzegorz Budzik, Mariusz Oleksy, Katarzyna Bulanda

Polymer materials used in medicine processed by additive techniques

Abstract**:** The article presents an overview of currently used polymer materials in various areas of medicine. Most often, polymeric materials are used in the production of medical equipment, cardiology, surgery, dentistry. They are mainly used, among others for the production of gloves, surgical sutures, various type of containers, specula or drip. Currently, by using additive manufacturing techniques, anatomical models of bone structures, surgical templates and implants are made of polymer materials. Thanks to their use, it is possible to significantly reduce the duration of the procedure and increase its precision. By using biodegradable polymers, it is possible to regenerate or replace damaged or diseased tissues or organs. Based on the analysis carried out, huge progress was noted in the use of polymeric materials in the field of medicine through the use of additive methods. However, there is a need for further synthesis of new and modification of existing polymers in the aspect of contact with the patient’s body.

Keywords**:** rapid prototyping technologies, polymer materials used in medicine, implants, computed tomography.

Materiały polimerowe stosowane w medycynie przetwarzane technikami przyrostowymi

Streszczenie: Artykuł stanowi przegląd materiałów polimerowych wykorzystywanych obecnie w różnych obszarach medycyny. Najczęściej materiały te znajdują zastosowanie w produkcji sprzętu medycznego, w kardiologii, chirurgii, stomatologii, głównie do produkcji rękawiczek, nici chirurgicznych, różnego rodzaju pojemników, wzierników, kroplówek. Obecnie, dzięki zastosowaniu przyrostowych technik wytwarzania, z materiałów polimerowych są wykonywane modele anatomiczne struktur kostnych, szablony chirurgiczne oraz implanty. Ich użycie umożliwia znaczne zredukowanie czasu przeprowadzania zabiegu oraz zwiększenie jego precyzji. Wykorzystanie polimerów biodegradowalnych pozwala na zregenerowanie albo zastąpienie uszkodzonych lub zmienionych chorobowo tkanek i organów. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono ogromny postęp w zakresie stosowania materiałów polimerowych w obszarze medycyny dzięki wykorzystaniu metod przyrostowych. Nadal jednak istnieje potrzeba opracowywania metod syntezy nowych oraz modyfikacji już istniejących polimerów, predestynowanych do aplikacji, w których mają one styczność z organizmem pacjenta.

Słowa kluczowe**:** technologie szybkiego prototypowania, materiały polimerowe stosowane w medycynie, implanty, tomografia komputerowa.

pturek@prz.edu.pl

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.2

\* \* \*\*

René Salgado-Delgado, Areli M. Salgado-Delgado, Alfredo Olarte-Paredes, Juan Carlos Ochoa-Jaimes, Zully Vargas-Galarza, Apolonio Vargas-Torres, Teresa López-Lara, Juan B. Hernández-Zaragoza, Efraín Rubio-Rosas, Victor M. Castaño

Aerogels from polypyrrole/carbon nanotubes-based polymeric blends

Abstract: Novel silica aerogels were produced from carbon nanotubes/carbon black/polypyrrole (NTC/CB/PPy) blends, and their structure characterized by FT-IR analysis. X-ray diffraction analysis confirms the presence of amorphous silica and a new reflection at 2θ = 13°, which had not been reported before. SEM micrographs of the aerogels reveal the connectivity of the micropores of the material, along with the different fillers (NTC/CB/PPy), which allow to increase the water absorption of the aerogels and to increase thermal stability. The mechanical and thermal properties of the resulting aerogels are significantly better than those of similar materials reported in the literature.

Keywords: aerogels, tetraethyl orthosilicate (TEOS), carbon nanotubes (NTC), polypyrrole (PPy), polymer gels.

Aerożele krzemionkowe na bazie polimerowych mieszanin polipirolu i nanorurek węglowych

Streszczenie: Otrzymano nowe aerożele krzemionkowe z wykorzystaniem mieszanin nanorurek węglowych, sadzy węglowej i polipirolu (NTC/CB/PPy). Strukturę wytworzonych aerożeli scharakteryzowano na podstawie widm FT-IR. Metodą dyfrakcji rentgenowskiej potwierdzono w nich obecność amorficznej krzemionki, stwierdzono też, wcześniej nieopisywane, odbicie przy 2θ = 13°. Mikrofotografie SEM aerożeli wykazały połączenia mikroporów krzemionki z cząstkami różnych napełniaczy (NTC/CB/PPy), pozwalające zwiększyć absorpcję wody przez aerożele i ich stabilność termiczną. Wykazano, że właściwości mechaniczne i termiczne powstałych aerożeli są znacznie lepsze niż właściwości podobnych materiałów opisanych w literaturze.

Słowa kluczowe**:** aerożele, ortokrzemian tetraetylu (TEOS), nanorurki węglowe (NTC), polipirol (PPy), żele polimerowe.

renesalgado@hotmail.com

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.3

\* \* \*

Xiao-Yu Yang, Li-Sha Zhao, Yan-Hua Cai, Jie Zhao, Lin Wang, Xiao-Li Ma

Thermal performances and optical property of poly(L-lactic acid) under the influence of *N,N’*-dodecanedioic bis(3-phenylpropionic acid) dihydrazide as a crystallization promoter

Abstract**:** Poly(L-lactic acid) (PLLA) as an important biodegradable polymer suffers from slow crystallization rate and poor heat resistance. An organic compound *N,N’*-dodecanedioic bis(3-phenylpropionic acid) dihydrazide (BHADD) was synthesized to evaluate its general influences on the physical properties of PLLA. The melt-crystallization process indicated that BHADD could serve as a heterogeneous nucleating agent for improving the crystallization of PLLA, and PLLA/1%BHADD exhibited the sharpest melt-crystallization peak located at the highest temperature, as well as an increase of cooling rate weakened the crystallization ability of BHADD-nucleated PLLA. And the final melting temperature also displayed the significant effect on the crystallization process of PLLA. For the cold-crystallization process, both BHADD concentration and heating rate affected the cold-crystallization behavior of PLLA/BHADD, the increasing of BHADD concentration caused the cold-crystallization peak to shift to the lower temperature; in contrast, a higher heating rate during heating leaded to the peak’s shift toward the higher temperature because of the thermal inertia. The melting behavior of PLLA/BHADD depended on the crystallization temperatures and heating rates, and the double melting peaks were attributed to the melting-recrystallization. Thermal decomposition experiment showed all PLLA/BHADD samples as the pure PLLA only exhibited one thermal decomposition stage, but PLLA/BHADD had a lower thermal stability than the pure PLLA. Additionally, the addition of BHADD seriously decreased the light transmittance of PLLA.

Keywords: poly(L-lactide), dodecanedioic acid dihydrazide, nucleating agent, crystallization.

Wpływ dihydrazydu kwasu bis(3-fenylopropiono) *N*,*N*’-dodekanodiowego jako promotora krystalizacji na właściwości termiczne i optyczne poli(kwasu L-mlekowego)

Streszczenie: Poli(kwas L-mlekowy) (PLLA) to ważny biodegradowalny polimer charakteryzujący się małą szybkością krystalizacji i słabą odpornością na ciepło. Dihydrazyd kwasu bis(3-fenylopropiono) *N,N’*-dodekanodiowego(BHADD) zsyntetyzowano w celu oceny jego wpływu na właściwości fizyczne PLLA. Przebieg procesu krystalizacji ze stopu świadczy o tym, że BHADD może służyć jako heterogeniczny środek zarodkujący zwiększający szybkość krystalizacji PLLA. Mieszanina PLLA/1% mas. BHADD wykazywała najostrzejszy pik krystalizacji ze stopu zlokalizowany w zakresie najwyższej temperatury, a jednocześnie większą szybkość chłodzenia osłabiającą zdolność krystalizacji PLLA zarodkowanej BHADD. Również końcowa temperatura topnienia w istotnym stopniu wpływała na proces krystalizacji PLLA. W procesie krystalizacji na zimno zarówno stężenie BHADD, jak i szybkość ogrzewania oddziaływały na zachowanie PLLA/BHADD podczas krystalizacji, zwiększenie stężenia BHADD powodowało przesunięcie piku krystalizacji na zimno w kierunku niższej temperatury, natomiast większa szybkość ogrzewania prowadziła do, spowodowanego bezwładnością cieplną, przesunięcia piku krystalizacji na zimno w kierunku wyższej temperatury. Zachowanie PLLA/BHADD podczas topnienia zależało od temperatury krystalizacji i szybkości ogrzewania, a drugi pik topnienia przypisano procesowi rekrystalizacji. Badany przebieg rozkładu termicznego świadczy, że wszystkie próbki PLLA/BHADD, tak jak czysty PLLA, wykazywały tylko jeden etap rozkładu termicznego, mieszanina PLLA/BHADD charakteryzowała się jednak mniejszą stabilnością termiczną niż czysty PLLA. Dodatek BHADD w znacznym stopniu zmniejszył przepuszczalność światła PLLA.

Słowa kluczowe: poli(L-laktyd), dihydrazyd kwasu dodekanodiowego, środek zarodkujący, krystalizacja.

imyangxl@163.com

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.4

\* \* \*

Agata Drogoń, Marcin Skotnicki, Marek Pyda

Physical aging of polylactide-valsartan system investigated by differential scanning calorimetry

Abstract: The polylactide-valsartan systems with a mass ratio of 20 : 80, 50 : 50 and 80 : 20 were obtained and characterized by standard Differential Scanning Calorimetry (DSC). The isothermal physical aging process of polylactide-valsartan with a mass ratio of 50 : 50 was investigated at the aging temperature of 50°C and 70°C for different aging times. The enthalpy of relaxation values for each of the aging times and for all investigated components were determined experimentally and fitted to the Kohlrausch-Williams-Watts equation.

Keywords: physical aging, enthalpy relaxation, polylactide, valsartan, Differential Scanning Calorimetry (DSC), Kohlrausch-Williams-Watts equation (KWW).

Proces fizycznego starzenia układów polilaktyd-walsartan badany metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej

Streszczenie: Otrzymane układy polilaktydu z walsartanem w stosunkach masowych 20 : 80, 50 : 50 i 80 : 20 poddano analizie metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC). Scharakteryzowano proces starzenia fizycznego mieszaniny polilaktyd-walsartan w stosunku masowym 50 : 50, prowadzony w temperaturze 50 i 70°C w różnym czasie. Z pomiarów doświadczalnych dla każdego czasu starzenia wyznaczono entalpię relaksacji, a następnie dopasowano otrzymane wielkości do równania Kohlrauscha-Williamsa-Wattsa.

Słowa kluczowe: starzenie fizyczne, entalpia relaksacji, polilaktyd, walsartan, różnicowa kalorymetria skaningowa (DSC), równanie Kohlrauscha-Williamsa-Wattsa (KWW).

agata.drogon@yahoo.pl

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.5

\* \* \*

Andrzej Vogt, Jacek W. Kaczmar, Paulina Mayer, Aleksandra Brzostek, Leszek Nowosielski, Rafał Przesmycki

Properties of composite materials absorbing electromagnetic waves on the styrene-butadiene-styrene copolymer matrix with EMCCO-201 filler

Abstract: In this paper, a manufacturing method for composite materials that absorb electromagnetic waves in the form of blends of EMCCO-201 with SBS (styrene-butadiene-styrene copolymer, trade name Kraton) is shown and the absorption characteristics of the prepared samples are discussed. The materials were manufactured on the basis of extrusion technology. The absorption characteristics of the tested materials were measured as a function of the testing signal angles of incidence. The samples were 300 × 300 mm, made of aluminum alloy sheet and covered with either absorption elements that were spheroids of diameters 1–2 mm and 3–4 mm made of 50 vol. % of EMCCO-201 with SBS (styrene-butadiene-styrene) copolymer or pyramids with a 25 × 25 mm base and height of 50 mm made of epoxy resin covered by spraying with a layer of EMCCO-201 material without SBS copolymer. Absorption measurements were carried out in the frequency range from 3.0 to 11.0 GHz. The largest absorption of 5.5–6.0 dB at the frequency range of 7.0–10.0 GHz was obtained for samples with the epoxy resin pyramids of a square base 25 × 25 mm and height of 50 mm covered with a layer of EMCCO-201 material. The samples with the spheroids showed smaller absorption between 1–3 dB at the same frequency range.

Keywords: electromagnetic waves absorbing materials, absorption measurements, absorbing layers.

Właściwości materiałów kompozytowych na bazie kopolimeru styren-butadien-styren napełnionego EMCCO-201 absorbujących fale elektromagnetyczne

Streszczenie: Przedstawiono metodę wytwarzania kompozytów absorbujących fale elektromagnetyczne w postaci mieszanek materiału absorbującego typu EMCCO-201 z kopolimerem SBS (styren-butadien-syren, nazwa handlowa Kraton). Materiały kompozytowe otrzymywano metodą wytłaczania. Charakterystykę absorpcji badanych materiałów wyznaczano przy użyciu próbek blachy o wymiarach 300 × 300 mm ze stopu aluminium, pokrytej elementami absorbującymi w postaci sferoidów wykonanych z kompozytu kopolimeru SBS zawierającego 50% obj. EMCCO-201, o średnicach 1–2 mm oraz 3–4 mm, a także w postaci ostrosłupów charakteryzujących się podstawą o wymiarach 25 × 25 mm i wysokością 50 mm wykonanych z żywicy epoksydowej, pokrytych warstwą materiału EMCCO-201 bez kopolimeru SBS. Pomiary absorpcji fal elektromagnetycznych przeprowadzono w zakresie częstotliwości od 3.0 do 11.0 GHz. Największą absorbcją 5–6 dB w zakresie 7.0–10.0 GHz charakteryzowały się próbki z elementami tłumiącymi w kształcie ostrosłupów o podstawie kwadratowej 25 × 25 mm i wysokości 50 mm wykonanymi z żywicy epoksydowej i pokrytymi materiałem EMCCO-201. Próbki z elementami tłumiącymi w formie sferoidów charakteryzowały się małą absorbcją o wielkości 1–3 dB w analogicznym zakresie częstotliwości.

Słowa kluczowe: materiały absorbujące fale elektromagnetyczne, pomiary absorpcji, warstwy absorbujące.

paulina.mayer@pwr.edu.pl

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.6

\* \* \*

Marek Lewandowski; Kazimierz Piszczek; Marta Pieńkowska; Krzysztof Lewandowski

Innovative oligomeric poly(vinyl chloride) plasticizers for specialized applications

Abstract: The purpose of the work was to determine the properties of poly(vinyl chloride) (PVC) plasticized with a new linear and oligomeric terephthalic acid esters and aliphatic acids in terms of their application as an innovative non-phthalate plasticizers. On the basis of analysis of PVC grain swelling shows that these compounds have plasticizing properties. Plastographometric tests were performed, the glass transition temperature and thermal stability time were analyzed. The mass flow rate (MFR) and mechanical properties of plasticized PVC was determined. Based on the analysis of the results obtained, it can be concluded that both assessed oligoesters can be successfully used for the production of plasticized PVC with utility indicators similar to those of plasticized PVC produced so far.

Keywords: PVC, plasticizers, oligomeric terephthalic acid esters, oligomeric adipic acid esters.

Innowacyjne plastyfikatory oligomeryczne poli(chlorku winylu) do aplikacji specjalistycznych

Streszczenie**:** Zbadano właściwości poli(chlorku winylu) (PVC) plastyfikowanego przy użyciu nowatorskich bezftalanowych plastyfikatorów PVC – liniowych oligomerycznych estrów kwasu tereftalowego i estrów kwasów alifatycznych. Analiza kinetyki pęcznienia ziaren PVC w funkcji temperatury potwierdza, że związki te wykazują właściwości plastyfikujące. Wykonano badania plastografometryczne, oznaczono temperaturę zeszklenia i czas stabilności termicznej. Wyznaczono masowy wskaźnik płynięcia (*MFR*) oraz określono właściwości mechaniczne wytworzonych plastyfikatów. Stwierdzono, że oba oceniane oligoestry można z powodzeniem zastosować do wytwarzania plastyfikatów o wskaźnikach użytkowych podobnych do wskaźników dotychczas wytwarzanych plastyfikatów.

Słowa kluczowe**:** PVC, plastyfikatory, oligomeryczne estry kwasu tereftalowego, oligomeryczne estry kwasu adypinowego.

m.lewandowski@purinova.com

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.7

\* \* \*

Katarzyna Bulanda, Mariusz Oleksy, Rafał Oliwa, Grzegorz Budzik, Małgorzata Gontarz

Biodegradable polymer composites based on polylactide used in selected 3D technologies

(*Rapid communication*)

Abstract: As part of the work, new polymer materials were used in 3D printing, which can be used in three technologies depending on the apparatus used: Fused Filament Fabrication (FFF), Melted and Extruded Manufacturing (MEM), Melt Extrusion Polymers (MEP). As part of the work, the properties of obtained polymer composites were examined. Polylactide (PLA) was used as the matrix, and powdered natural ground fillers were used as fillers: bamboo dust (PB), cork dust (PK) and wood dust (PD). In the first part of the work, filaments were received from the tested composites using the filament preparation line made by METACHEM in Torun for use in 3D printers. Samples for mechanical tests were obtained from the filaments thus received by means of an MEP printer and after granulation by injection molding. In the next part of the work, rheological, mechanical and structural properties of obtained composites were examined. It was found that the addition of natural fillers increased the fluidity of the obtained polymeric materials in the case of composite with addition of PK even by 48.73% compared to unfilled PLA. It was also observed that the composites obtained had lower Charpy impact strength, Rockwell hardness and tensile strength. Observation of the microstructure of the composites using SEM confirmed the even distribution of natural fillers in the polymer matrix, which proves well-chosen parameters of their homogenization in the polymer matrix.

Keywords: 3D printing, MEP, FFF, MEM, polymer composites, natural fillers, processing of polymer materials.

Biodegradowalne kompozyty polimerowe na osnowie polilaktydu stosowane w wybranych technologiach 3D

Streszczenie**:** Otrzymano nowe materiały polimerowe do zastosowań w druku 3D, które można wykorzystywać, zależnie od stosowanego aparatu, w trzech technologiach: *Fused Filament Fabrication* (FFF), *Melted and Extruded Manufacturing* (MEM), *Melt Extrusion Polymers* (MEP). Zbadano właściwości wytworzonych kompozytów polimerowych. Jako osnowę zastosowano polilaktyd (PLA), a w charakterze napełniaczy użyto sproszkowanych w postaci pyłu naturalnych cząstek: bambusa (PB), korka (PK) oraz drzewnych (PD). Z badanych kompozytów otrzymano filamenty z wykorzystaniem zaprojektowanej i wykonanej przez METACHEM w Toruniu linii do wytwarzania filamentu stosowanego w drukarkach 3D. Z tak uzyskanych filamentów wykonano próbki do badań mechanicznych za pomocą drukarki MEP oraz, po zgranulowaniu, metodą wtryskiwania do formy. Zbadano właściwości reologiczne, mechaniczne oraz strukturalne otrzymanych kompozytów. Stwierdzono, że dodatek naturalnych napełniaczy spowodował zwiększenie płynności materiałów polimerowych, w wypadku kompozytu z dodatkiem PK nawet o 48.73% w stosunku do płynności nienapełnionego PLA. Stwierdzono, że otrzymane kompozyty wykazywały mniejsze: udarność według Charpy’ego, twardość według Rockwella oraz wytrzymałość przy rozciąganiu. Obserwację mikrostruktury badanych kompozytów za pomocą SEM potwierdziły równomierny rozkład cząstek naturalnych napełniaczy w osnowie polimerowej, co świadczy o dobrze dobranych parametrach procesu ich homogenizacji.

Słowa kluczowe**:** druk 3D, MEP, FFF, MEM, kompozyty polimerowe, napełniacze naturalne, przetwórstwo tworzyw polimerowych.

k.bulanda@prz.edu.pl

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.8

\* \* \*

Mariusz Sobolak, Piotr Połowniak, Mariusz Cieplak, Mariusz Oleksy, Katarzyna Bulanda

Application of polymeric materials for obtaining gears with involute and sinusoidal profile

*(Rapid communication)*

Abstract**:** In the article research related to the increasing in the scope of application of additive technologies in the construction of machines for the production of gears with involute and sinusoidal profile from polymeric materials was presented. The designed original research stand and with its use carried out a series of preliminary fatigue tests of the obtained polymer gears with an involute and sinusoidal profile was show. The tested gears were obtained in the technology of rapid prototyping by the FFF (Fused Filament Fabrication) method from polymer composites obtained in the form of an ABS (acrylonitrile/butadiene/styrene) – based filament. Based on the results obtained, it was noticed that the temperature in the meshing zone of the gears with involute profiles is higher than for sinusoidal profiles, regardless of the type of composite from which the gears were made. It should also be noted that in the range of nominal load, the sound intensity level of the meshing zone is also lower for gears with a sinusoidal profile than for gears with an involute profile. Based on the tests carried out, an increase in sound intensity was noticed in the case of gears obtained from selected composites (Table 2) compared to the gear obtained from unfilled ABS. However, in the case of gears obtained from the tested composite materials, we observe a decrease in the gear operating temperature (Table 2). The most favorable results of these tests were obtained for gears with a sinusoidal profile obtained from ABS + P2 composite, which show the lowest operating temperature of the gear. It should also be mentioned that slightly worse results were obtained for involute gears.

Keywords: polymer materials, polymer machine elements, FFF (Fused Filament Fabrication) additive technologies, gears with involute and sinusoidal profile.

Zastosowanie materiałów polimerowych do otrzymywania przekładni zębatych o zarysie ewolwentowym i sinusoidalnym

Streszczenie**:** Przedstawiono badania związane ze zwiększeniem zakresu zastosowania technologii przyrostowych w budowie maszyn do otrzymywania przekładni zębatych o zarysie ewolwentowym i sinusoidalnym, które mogą być wytwarzane z materiałów polimerowych z wykorzystaniem technologii przyrostowych. Opisano zaprojektowane autorskie stanowisko badawcze, na którym przeprowadzono serię wstępnych badań zmęczeniowych przekładni zębatych o zarysie ewolwentowym i sinusoidalnym, otrzymanych z materiałów polimerowych. Badane przekładnie zębate wytworzono za pomocą technologii szybkiego prototypowania (FFF) z kompozytów polimerowych na osnowie z ABS (akrylonitryl/butadien/styren) w postaci filamentów. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że temperatura kół o zarysie ewolwentowym w strefie zazębiania jest wyższa niż kół o zarysie sinusoidalnym, niezależnie od rodzaju kompozytu, z którego wykonano koła zębate, a w zakresie obciążenia nominalnego także poziom natężenia dźwięku emitowanego w strefie zazębiania jest wyższy w wypadku kół o zarysie ewolwentowym niż kół o zarysie sinusoidalnym. Zaobserwowano nieznaczny wzrost natężenia generowanego dźwięku w wypadku przekładni zębatych otrzymanych z wytypowanych kompozytów (tabela 2) w porównaniu z natężeniem dźwięku generowanego przez przekładnię wykonaną z nienapełnionego ABS. W odniesieniu do przekładni otrzymanych z badanych materiałów kompozytowych zaobserwowano spadek temperatury pracy przekładni (tabela 2). Najniższą temperaturę pracy wykazywała przekładnia kół zębatych o zarysie sinusoidalnym otrzymana z kompozytu ABS + P2, a tylko nieznacznie gorsze wyniki uzyskano w wypadku przekładni kół zębatych o zarysie ewolwentowym

Słowa kluczowe: materiały polimerowe, polimerowe elementy maszyn, technologia przyrostowa FFF (*Fused Filament Fabrication*), przekładnie zębate o zarysie ewolwentowym i sinusoidalnym.

msobolak@prz.edu.pl

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.9

\* \* \*

Jadwiga Wadas, Rafał Oliwa, Barbara Pilch-Pitera, Łukasz Byczyński, Maciej Heneczkowski, Zbigniew Florjańczyk, Andrzej Plichta, Gabriel Rokicki

Synthesis and characterization of one-component, moisture curing polyurethane adhesive based on Rokopol® D2002 (*Rapid communication*)

Abstract**:** One-part, moisture curing polyurethane (PUR) adhesives based on poly(oxypropylene)diol Rokopol® and 4,4’-diphenylmethylene diisocyanate (MDI) modified with di-isononyl phthalate and a number of inorganic fillers and additives such as carbon black, thixotropic agent, dispersants and dibutyltin dilaurate as curing catalyst were developed. Adhesive curing was followed using dynamic oscillation rheometry and effect of some components on viscoelastic properties of curing materials was discussed. The cured materials were characterized by means of differential scanning calorimetry (DSC) and water contact angle measurements. The adhesive performance of obtained materials in bonding aluminum was evaluated by tensile shear bond strength tests.

Keywords: PUR, adhesive, moisture-curing, rheometry, DSC, Al/Al bonding.

Synteza i charakterystyka jednoskładnikowych klejów poliuretanowych na osnowie polieterodiolu Rokopol® D2002

Streszczenie**:** Opracowano jednoskładnikowe kleje na osnowie diizocyjanianu 4,4’-metylenodifenylu (MDI) i polioksypropylenodiolu z środkami pomocniczymi (ftalanem diizononylu jako plastyfikatorem, napełniaczami: talkiem, haloizytem, modyfikowanym bentonitem; dyspergatorami, sadzą pigmentową i katalizatorem utwardzania – dilaurynianem dibutylocyny). Proces sieciowania analizowano za pomocą reometru z dynamiczną oscylacją. Metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej wyznaczano temperaturę zeszklenia, ponadto określano kąt zwilżania i właściwości adhezyjne otrzymanych materiałów przeznaczonych do łączenia spoin Al/Al.

Słowa kluczowe: PUR, kleje, szczeliwa, utwardzanie wilgocią, reometria, DSC, Al/Al, klejenie.

mhen@prz.edu.pl

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.10

\* \* \*

Jagoda Nowak-Grzebyta, Frans Meijer, Ewa Stachowska

Non-destructive holographic vibrometric testing of the adhesive joint in metal-polymer laminates

(*Rapid communication*)

Abstract**:** The possibility to detect defects in polyamide-aluminum composites with pure adhesive connection using holographic vibrometric non-destructive testing (NDT) was investigated. Clear differences could be observed in the phase of vibration patterns and amplitudes, registered with nanometric resolution, between a correct and a defective adhesive connection.

Keywords**:** Non-destructive testing, adhesive joint, holography, vibrometry, metal-polymer complex, connection defect.

Badanie nieniszczące połączenia adhezyjnego w laminatach polimerowo-metalowych

Streszczenie**:** Zbadano możliwość wykorzystania cyfrowej holograficznej wibrometrii – nieniszczącej metody testowania (NDT) – do wykrywania defektów połączeń adhezyjnych w kompozytach poliamidowo-aluminiowych. Zaobserwowano istotne różnice między uzyskanymi rozkładami drgań i ich amplitudami, mierzonymi z nanometryczną rozdzielczością, w wypadku próbek z połączeniem adhezyjnym bez defektu oraz z defektem.

Słowa kluczowe**:** badania nieniszczące, adhezja, wibrometria, połączenie metal-polimer, defekt połączenia.

jagoda.pa.nowak@doctorate.put.poznan.pl

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.11

\* \* \*

**Rafał Oliwa**

**Epoxy resin compositions containing liquid phosphorus flame retardants used in infusion technology**

**(*Rapid communication*)**

Abstract**:** This study investigates the impact of the type and amount of liquid phosphorus flame retardant additive on the flammability and mechanical properties of epoxy compositions dedicated to the infusion process. To this purpose, epoxy resin (EP) compositions containing 10 and 20 wt % of liquid ammonium polyphosphate (APPL) and dimethyl methylphosphonate (DMMP) were obtained. Mechanical properties and flame resistance of obtained epoxy compositions were determined in terms of their use as a matrix in laminate infusion technology. Based on the results obtained, it was found, that the flame resistance increases, while the mechanical properties decreases with flame retardant loading. The best flame resistance results were obtained for a composite containing 20 wt % APPL: limiting oxygen index *LOI* = 23.9% instead of 19.8% – EP, peak of heat release rate *pHRR* = 427.3 kW/m2 instead of 1046.3 kW/m2 – EP.

Keywords: composites, epoxy resin, infusion, liquid flame retardants.

**Kompozycje żywic epoksydowych z dodatkiem ciekłych uniepalniaczy fosforowych stosowane w technologii infuzji**

Streszczenie**:** Zbadano wpływ rodzaju i ilości dodatku ciekłych uniepalniaczy fosforowych na palność i właściwości mechaniczne kompozycji epoksydowych przeznaczonych do zastosowania w procesie infuzji. Wytworzono kompozycje żywicy epoksydowej (EP) zawierające 10 i 20% mas. ciekłego poli(fosforanu amonu) (APPL) oraz metylofosfonianu dimetylu (DMMP). Określono właściwości mechaniczne oraz odporność na płomień otrzymanych kompozycji epoksydowych w kontekście ich zastosowania w charakterze osnowy w technologii infuzji laminatów. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wraz ze zwiększaniem zawartości uniepalniaczy zwiększała się odporność na płomień, natomiast pogarszały się właściwości mechaniczne kompozycji. Najlepszą odporność na płomień wykazywał kompozyt z udziałem 20% mas. APPL: graniczny indeks tlenowy *LOI* = 23.9% (w odniesieniu do wartości *LOI* żywicy epoksydowej 19.8%) oraz maksymalna szybkość uwalniania ciepła *pHRR* = 427.3 kW/m2 (w porównaniu do *pHRR* żywicy 1046.3 kW/m2).

Słowa kluczowe: kompozyty, żywica epoksydowa, infuzja, ciekłe uniepalniacze.

oliwa@prz.edu.pl

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2020.7.12