

wykorzystaniem standartowego już inicjatora jakim jest oktenian cyny. Ponadto stwierdzono w wypadku próbek otrzymanych z użyciem związku cyrkonu wzmoczoną produkcję kolagenu przez komórki Saos2 i Baron. W wypadku analogicznych próbek otrzymanych z zastosowaniem oktenianu cyny produkcja ta jest hamowana (w porównaniu do komórek kontrolnych).

Zaden z badanych materiałów nie indukuje wytwarzania IL-6 i TNF α przez makrofagi otrzewnowe mysie.

Na podstawie powyższych badań stwierdzono, iż kopolimery otrzymywane z udziałem inicjatora cyrkonowego wydają się być bardziej biogodne z tkanką łączną (z której wywodzą się komórki Baron i Saos2) niż analogiczne kopolimery otrzymane na drodze kopolimeryzacji inicjowanej oktenianem cyny. Inicjator cyrkonowy może być z powodzeniem stosowany w procesie otrzymywania kopolimerów glikolidu z laktydem do zastosowań w medycynie i pozwala otrzymać kopolimery o nie tylko, w wielu wypadkach lepszych, własnościach mechanicznych, ale również bardziej przyjazne dla organizmu człowieka w porównaniu z kopolimerami otrzymanymi na drodze konwencjonalnej z użyciem związków cyny.

Podziękowania

Badania były finansowane przez projekt grantowy KBN nr. TO B01017

initiator. Moreover, in the case of samples obtained with zirconium compound, intensified production of collagen by Saos2 and Baron cells has been observed. As far as analogous samples achieved with tin octenate are concerned, the production of collagen is inhibited when compared with control cells.

None of the researched materials induces the production of IL-6 and TNF α by mice peritoneal macrophages.

The results of the research indicate that copolymers obtained with zirconium initiators seem to be more biocompatible with connective tissue, which Baron and Saos2 cells originate from, than analogous copolymers obtained via copolymerization initiated by tin octenate. Zirconium initiator can be successfully employed in the process of obtaining copolymers of glycolide with lactide to be applied in medicine. Not only does it allow to obtain copolymers with better mechanical properties but also the copolymers are more friendly to the human body in comparison with the copolymers obtained conventionally with the use of tin compounds.

Acknowledgements

This work was supported by The State Committee for Scientific Research (Grant No. TO B01017)

WŁASNOŚCI MECHANICZNE POLIMERÓW CIEKŁOKRYSTALICZNYCH WZMACNIANYCH WŁÓKNAMI SZKLANYMI W ZASTOSOWANIACH NA ŚRUBY CHIRURGICZNE

JAN CHŁOPEK**, STANISŁAW KUCIEL*,
STANISŁAW MAZURKIEWICZ*, MAGDALENA PROSZE*

*POLITECHNIKA KRAKOWSKA, KRAKÓW

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, KRAKÓW

Wstęp

Polimery ciekłokrystaliczne (PLCs) stanowią nową klasę materiałów polimerowych o korzystnych własnościach. Są one szczególnie użyteczne w zastosowaniach, gdzie wymagana jest wysoka odporność na temperaturę, dokładność odwzorowania kształtu i sztywność oraz niska przewodność cieplna. W porównaniu do polimerów konstrukcyjnych PLCs wykazują wysoką czystość w połączeniu z odpornością chemiczną, niską palność, wysoki moduł i często niezwykłą łatwość wytwarzania. PLCs zawierające sztywne wzmocnienia jakim jest biowłókno szklane w połączeniu z elastyczną matrycą polimerową wytwarzają pierwotne wiązania chemiczne wewnątrz łańcucha kopolimeru. Dotychczas PET był używany jako biomateriał, PHB jako

MECHANICAL PROPERTIES OF LIQUID CRYSTAL COPOLYMERS REINFORCED BY GLASS FIBERS IN APPLICATION ON ORTHOPEDIC SCREWS

JAN CHŁOPEK**, STANISŁAW KUCIEL*,
STANISŁAW MAZURKIEWICZ*, MAGDALENA PROSZE*

*TECHNICAL UNIVERSITY OF CRACOW

**UNIVERSITY OF MINING AND METALLURGY, CRACOW

Introduction

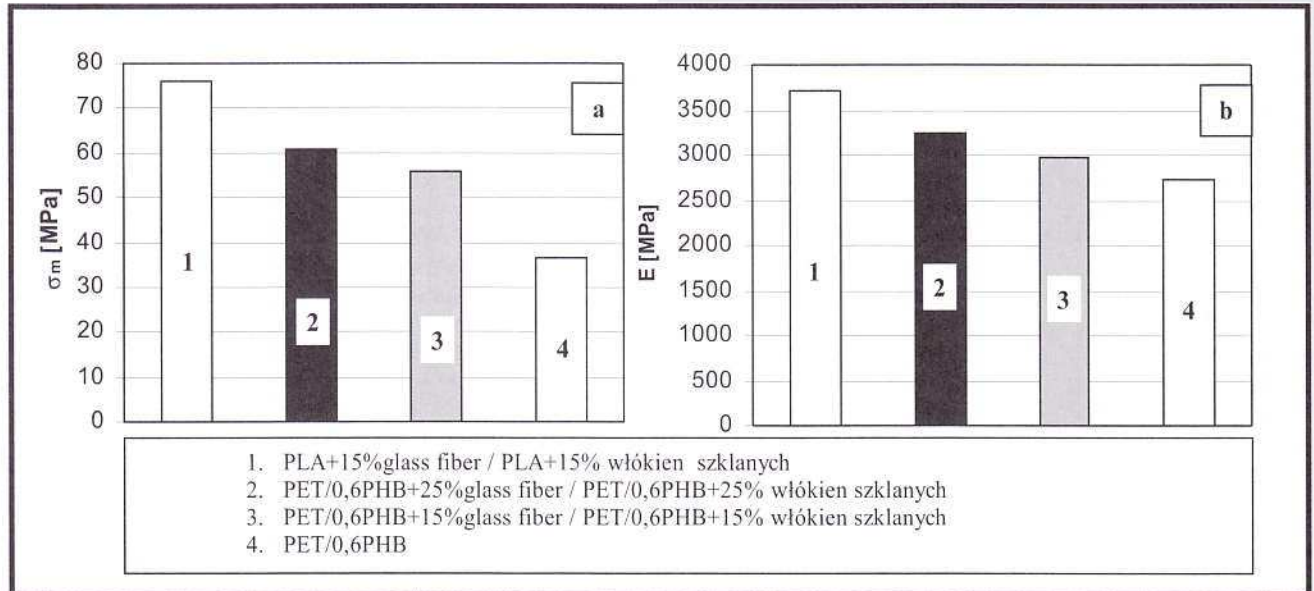
Polymer liquid crystals (PLCs) constitute an important class of polymeric materials with advantageous properties. They are particularly useful in applications in which high service temperatures, high resistance to deformation and low thermal expansivity are required. As compared to engineering plastics, PLCs show clearly superiority with regard to chemical resistance, low flammability, high modulus and often unusual ease of processing. PLCs include a rigid reinforcement connected with a flexible matrix by primary chemical bonds; thus both kinds of sequences appear inside the same PLC copolymer chains. Since PET has been used as a biomaterial and PHB is an inert material, PLC here is tested as promising biomaterial [1,2].

Badania i wyniki

Materiał doświadczalny użyty do badań oznaczany dalej jako PET/0,6PHB to kopolimer politereftalanu etylenu (PET) oraz kwasu hydroksybenzoesowego (PHB) o udziale molowym równym 0,6 PHB. Należy on do ukierunkowanych wzdłużnie termotropowych PLCs otrzymywanych z kulek w wysokoobrotowej wirówce w postaci włókien. Ta włóknista forma PLC była suszona w temperaturze 100°C przez pięć godzin w celu usunięcia nadmiaru wilgoci przed formowaniem. Włókno szklane było dostarczone przez Akademię Górniczo-Hutniczą z Krakowa o przeciętnej średnicy 8 mm

Experimental and results

The experimental material - copolymer of poly(ethylene) terephthalate PET + 0.6 mole fraction of p-hydroxybenzoic acid PHB further in the text denoted as PET/0.6 PHB belongs to longitudinal thermotropic PLCs, the simplest type, with rodlike mesogens in the backbone and oriented along the backbone. The PLC pellets were put through a high-speed thrashing machine and turned into a fibrous mass to avoid pre-aligning. This fibrous form of the PLC was kept in the temperature of 100°C for five hours to remove any excess water in a dessicator, before shaping. Glass fibers was provided by Cracow Academy of Mining with fiber diameter range 7 - 9 mm, average 8 mm, fiber length - 3 mm; data obtained with optical microscope Lanametr. Besides was



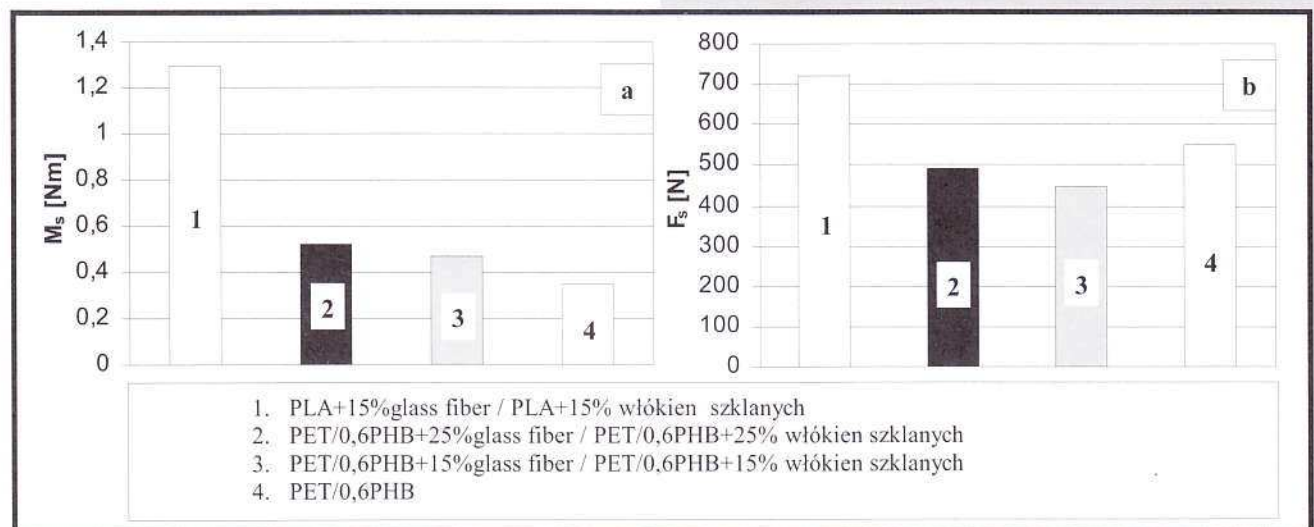
RYS. 1. a) wytrzymałość na rozciąganie i b) moduł sprężystości badanych materiałów
FIG. 1. a) tensile strength and b) tensile modulus for the experimental materials

(od 7 - 9 mm) i długości 3 mm; dane te zostały odczytane z mikroskopu optycznego tzw. Lanametr. Oprócz tego badany był również inny typ PLC - to jest PLA: polilaktyd wyprodukowany w Dow Cargill (USA) i wzmacniany przez 15% dodatek włókna szklanego.

Próbki wiósełkowe o wymiarach 4 x 6,8 mm i 50 mm

tested another type of PLC - PLA: poly(L-lactic acid) produced by DOW-Cargill (USA) and reinforced by 15% of glass fiber.

Dumbbell samples (4 mm x 6.8 mm in crosssection and 50 mm length) were injected (injection temperature 180-200°C). Tensile was carried out with ratio $V_r = 5$ mm/min



RYS. 2 a) maksymalny niszczący moment skręcający i b) siła ścinająca gwint
FIG. 2 a) the ultimate torque moment for bone - screw junction and b) shear with the direction along thread

długości były wtryskiwane w temperaturze 180-200°C. Próba rozciągania była wykonywana z prędkością $V_f = 5$ mm/min na maszynie typu Instron. Badania Ph oraz przewodnictwa cieplnego przeprowadzono w destylowanej wodzie. Śruby ortopedyczne o gwincie MWII były wtryskiwane z opisanych materiałów w temperaturze 185°C. Pomiar siły ścinającej gwint był wykonywany na maszynie typu Instron z prędkością $V_f = 2$ mm/min na śrubie wkręconej do ludzkiej kości jako przeciwpróbki. Maksymalny moment skręcający był określony jako moment niszczący, przy którym śruba ulega zniszczeniu przez skręcenie. Badanie to przeprowadzono na specjalnie wykonanym w tym celu stanowisku wykonanym na Politechnice Krakowskiej [3].

Wnioski

Uzyskane wyniki badań wskazują na potrzebą wzmocnienia ciekłokrystalicznych polimerów bazowych (PLA i PET/0,6PHB) włóknami szklanymi dla uzyskania lepszej sztywności i wytrzymałości.

Badania skręcania i ścinania wytworzonych śrub potwierdzają, iż PLA jest materiałem bardziej nadającym się na zastosowania w chirurgii (wyraźnie największy M_s i F_s).

Dąży się do uzyskania materiału, którego własności będą zbliżone do własności ludzkiej kości.

Podziękowania

Praca finansowana w ramach projektu badawczego PB-1372/T08/2000/18 (7 T08E 008 18).

Piśmiennictwo

- [1] M. Hess and B. L. Lopez: Mechanical Properties in Mechanical and Thermophysical Properties of Polymer Liquid Crystals ed. W. Brostow, Chapman & Hall 1998 pp253-302 [chapter 3]
 [2] J. Chłopek, S. Kuciel, S. Mazurkiewicz: Wpływ modyfikacji wypełniaczami szklanymi na właściwości polimeru ciekłokrystalicznego PET/0.6PHB, VII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Rydzyna 2001

using Instron universal testing. Conductivity test was carried out in distil water. The orthopedic screws (thread MW II) were injected from experimental material at the temperature of 185°C. Shear tests was carried out with ratio $V_f = 2$ mm/min using Instron universal testing machine. After screws were planted into the bone, test was repeated with human bone as a counter-sample what simulated implantation case. Moment of torsion was obtained as a moment when the screw was destroyed. This test was done with using a special stand constructed on Technical University of Cracow [3].

Concluding remarks

Results obtained during the tests point at necessary reinforce matrix LPC polymers (PLA and PET/0,6PHB) by bioglass fibers that to get a better straight and modulus.

Tests of the ultimate torment momentum for bone - screw junction and shear with the direction along thread show that PLA is material which can be more using in application on orthopedic screws (better values of M_s and F_s).

It tries to make a material for orthopedic screws, which will have proprieties much similar to the bone.

Acknowledgements

This study was supported by Polish Science Committee, grant 7 T08E 008 18.

References

- [3] J. Chłopek, S. Kuciel, S. Mazurkiewicz: Ocena przydatności polimeru ciekłokrystalicznego PET/0,6PHB w zastosowaniach medycznych, X Konferencja Naukowa "Biomateriały w medycynie i weterynarii", Ryto 2000.

POLIMERY TERMOPLASTYCZNE WZMACNIANE WŁÓKNAMI WĘGLOWYMI DO ZASTOSOWAŃ MEDYCZNYCH

BOŻENA KONIECZNA, ELŻBIETA PAMUŁA

KATEDRA CERAMIKI SPECJALNEJ,
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, KRAKÓW

Streszczenie

Polimery termoplastyczne stanowią dużą grupę nowoczesnych materiałów, których główną cechą jest ich zmiana kształtu pod wpływem działania temperatury. Zakres

CARBON FIBRE REINFORCED THERMOPLASTIC POLYMERS FOR MEDICAL APPLICATIONS

BOŻENA KONIECZNA, ELŻBIETA PAMUŁA

DEPARTMENT OF ADVANCED CERAMICS,
UNIVERSITY OF MINING AND METALLURGY, CRACOW

Abstract

Thermoplastic polymers belong to a wide group of modern materials, which behave in a plastic manner at elevated temperatures. Its transition temperature usually does not