

DOŚWIADCZALNE BADANIE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWYCH WARSTWY WIERZCHNIEJ DNA ŁODZI TYPU AIR-BOAT

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF MECHANICAL PROPERTIES THE MATERIALS FOR TOP LAYER OF THE BOTTOM OF AIRBOAT

Wiesław Barnat, Andrzej Kiczko, Malwina Trzaska – Katedra Mechaniki i Informatyki Stosowanej, Wydział Mechaniczny, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Łodzie płaskodenne typu airboat przeznaczone są do poruszania się po terenach trudno dostępnych, podmokłych łąkach czy akwenach wodnych o nieznanym dnie. Aby uniknąć uszkodzeń konstrukcji dna stosowane są zewnętrzne warstwy ochronne wykonane z polietylenów. Niniejszy artykuł przedstawia badania właściwości materiałowych warstwy wierzchniej wykonanej z PE1000 przy różnych temperaturach pracy.

The flat – bottomed vessel – airboats are designed to move through hard to reach areas, swamps or areas of water, where the bottom is unknown. To avoid damage to the construction of the bottom are used the outer protective layers made of polyethylene. This paper presents the experimental investigation of material properties of the top layer made from PE1000 in the different temperatures.

Wstęp

Łodzie płaskodenne z napędem śmigłowym, nazywane airboatami, są stosowane do przemieszczania się po terenach trudno dostępnych, podmokłych łąkach czy zbiornikach wodnych o nieznanym charakterze dna. Łodzie tego typu służą jako atrakcja turystyczna w Parkach Narodowych, np. Everglades na Florydzie lub jako środek ewakuacyjny dla służb ratowniczych. Łódź ewakuacyjna z napędem śmigłowym jest projektowana przez konsorcjum naukowe, w skład którego wchodzi Wojskowa Akademia Techniczna.

Ze względu na charakter pracy tego typu obiektu bardzo istotną kwestią jest odpowiednie zabezpieczenie aluminiowego kadłuba przed uszkodzeniem, które może powstać w wyniku napłynięcia na podwodną przeszkodę (wystające korzenie, kamienie, itp.). W tym celu stosowane są warstwy wierzchnie wykonane z różnego typu materiałów, które stanowią wymienną warstwę ochronną (rys.1).



Rys. 1. Przykładowy airboat z warstwą ochronną [1]

Do materiałów, z których wykonywana jest warstwa wierzchnia należy polietylen PE 1000. Materiał ten charakteryzuje się ultra wysoką masą molową oraz wysoką odpornością na uderzenia i odpornością na powstawanie pęknięć naprężeniowych [3].

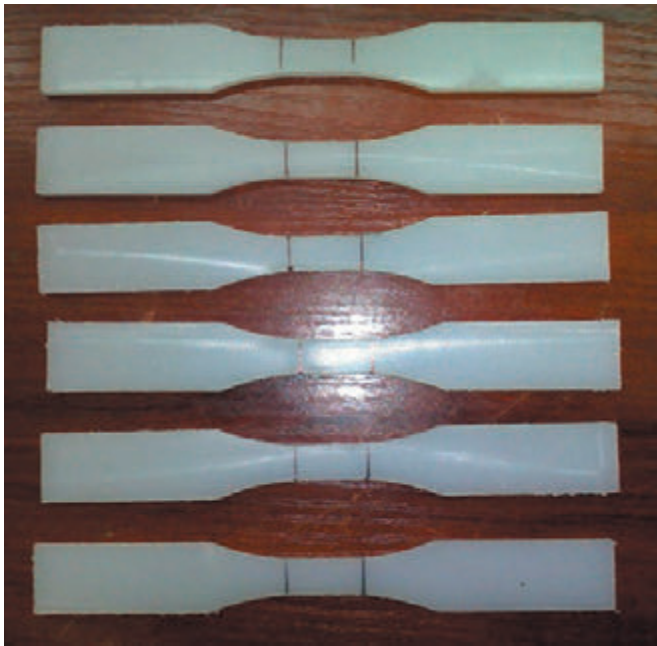
Polietylen PE 1000 poddano próbie rozciągania w różnej temperaturze otoczenia. Badania przeprowadzono w Laboratorium Wytrzymałości Materiałów w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej w Wojskowej Akademii Technicznej.

Obiekt badań

Łodzie płaskodenne typu airboat pełniące funkcje ewakuacyjne narażone są na uszkodzenia dna kadłuba ze względu na możliwość napłynięcia na podwodną przeszkodę. Do takich przeszkód można zaliczyć wystające korzenie czy elementy infrastruktury miejskiej, które zostały podtopione (np. kosze na śmieci, znaki drogowe, krawężniki). W celu dodatkowego zabezpieczenia dna oraz burt łodzi stosowane są warstwy ochronne, które mogą być wymieniane.



Rys. 2. Łódź ewakuacyjna podczas akcji



Rys. 3. Próbkę do badań eksperymentalnych

Ochronne warstwy wierzchnie wykonane są z polietylenów. Producenci łodzi na warstwy ochronne stosują polietylen o ultra wysokiej masie molowej [3]. W projektowanej jednostce ewakuacyjnej na warstwę ochronną na podstawie badań literaturowych wybrano materiał PE 1000, który charakteryzuje się bardzo dużą odpornością na zużycie ścierne oraz bardzo dobrymi właściwościami ślizgowymi oraz tłumieniem drgań [5]. Właściwości materiału nie powinny wpłynąć negatywnie na właściwości ślizgowe projektowanej jednostki.

Badania przeprowadzono na kształtkach 1B [6], jednak długość pomiarowa została zmieniona. Wydłużenie próbek o 300% przekraczało zakresy pomiarowe maszyn i zdecydowano się na zastosowanie próbek o mniejszej długości pomiarowej.

Badania eksperymentalne

Badania eksperymentalne przeprowadzono w Laboratorium Wytrzymałości Materiałów w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej Wojskowej Akademii Technicznej.

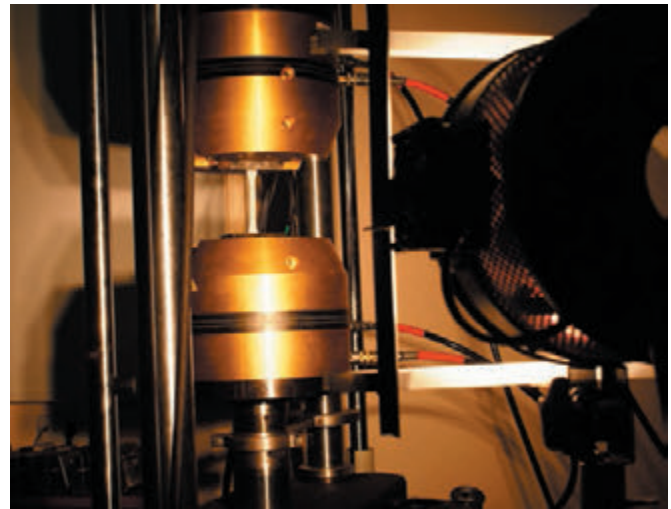
Łódź ewakuacyjna typu airboat ze względu na charakter pracy używana jest w różnych warunkach atmosferycznych, a płaskodenna konstrukcja dna zapewnia właściwości ślizgowe, tym samym pozwala przemieszczać się po różnym typie podłoża.

Badania przeprowadzono w różnych temperaturach otoczenia, które charakteryzują warunki pracy airboata. Wytypowano szereg temperatur charakterystycznych, tj.: -30°C , -15°C , 0°C , 20°C .

Badania eksperymentalne przeprowadzono przy użyciu maszyn uniwersalnych Instron 8802 do badań w temperaturze 0°C oraz Instron 8862 przy użyciu komory termicznej. Przemieszczenia rejestrowano przy użyciu szybkiej kamery Phantom V12.

Wyniki

W wyniku przeprowadzonych badań eksperymentalnych otrzymano krzywe naprężenie – odkształcenie w różnych temperaturach.

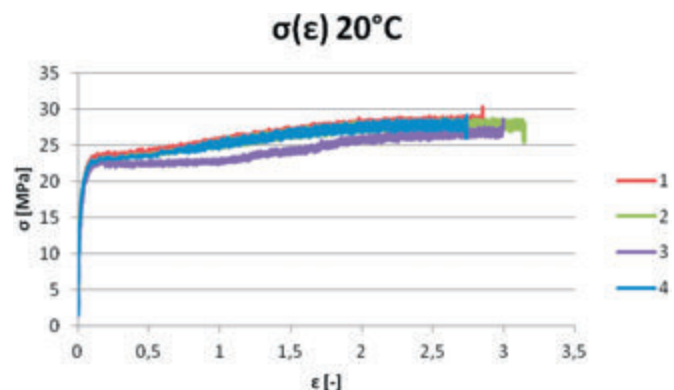
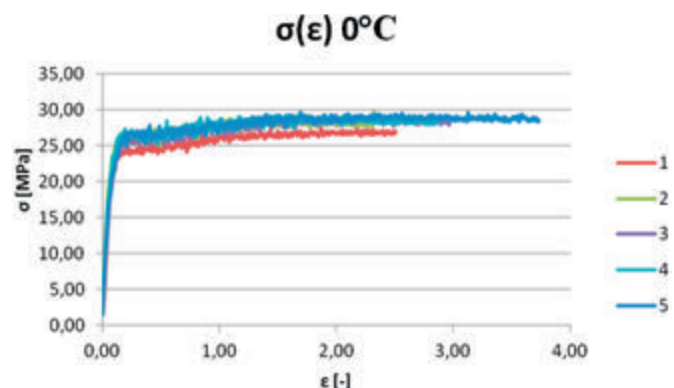


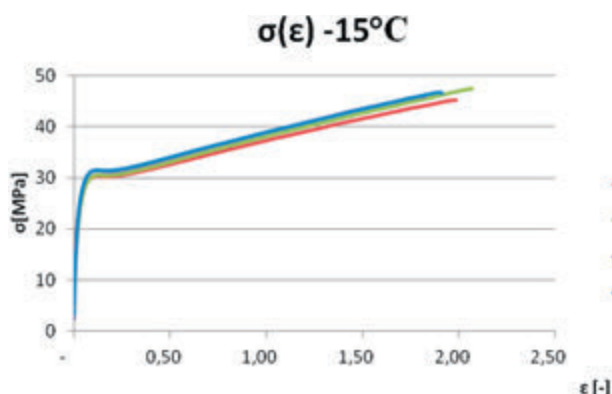
Rys. 4. Stanowisko badawcze

Rysunki 5-8 przedstawiają zmianę naprężeń w funkcji odkształcenia wzdłużnego w poszczególnych temperaturach.

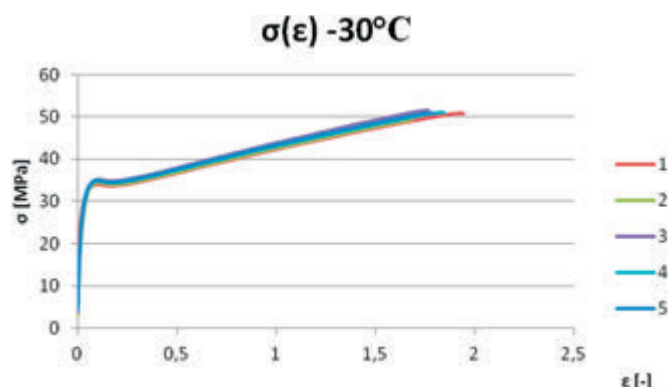
Na podstawie analizy przedstawionych wykresów można stwierdzić, że materiał PE 1000 wykazuje cechy materiału plastycznego ze wzmocnieniem. Materiał jest mocno ciągliwy, w temperaturze -30°C wydłużenie jest równe 180%, a w temperaturze pokojowej wydłużenie wynosi 293%.

Zależność między naprężeniami maksymalnymi a temperaturą otoczenia jest wyraźna. Średnie wartości naprężeń maksymalnych przedstawiono w tabeli 1.

Rys. 5. Krzywa naprężenie – odkształcenie w temperaturze 20°C Rys. 6. Krzywa naprężenie – odkształcenie w temperaturze 0°C



Rys. 7. Krzywa naprężenie – odkształcenie w temperaturze -15°C



Rys. 8. Krzywa naprężenie – odkształcenie w temperaturze -30°C

Jak widać z powyższych rysunków, wraz ze spadkiem temperatury otoczenia maleje maksymalne wydłużenie próbki, a wzrasta wartość naprężeń maksymalnych. Wartości średnie naprężeń i odkształceń zebrano w tabeli 1.

Tab. 1. Zmiana wartości odkształcenia i naprężeń w zależności od temperatury otoczenia

	-30 °C	-15 °C	0 °C	20 °C
$\epsilon_{\max}$ [-]	1,807	1,950	2,933	2,935
$\sigma_{\max}$ [MPa]	50,734	46,411	30,725	29,220

Granice plastyczności dla PE 1000 w zależności od temperatury przedstawiono w tabeli 2. Temperatura ma znaczący wpływ na wartość granicy. Wraz ze spadkiem temperatury materiał przeniesie większe obciążenie przy mniejszym wydłużeniu.

Tab. 2. Granica plastyczności w zależności od temperatury

	-30 °C	-15 °C	0 °C	20 °C
Re [MPa]	35	31	26	23

Moduł sprężystości także zmienia się wraz z temperaturą. Najwyższe wartości modułu sprężystości PE 1000 są w temperaturze -30°C. Wartości modułu sprężystości przedstawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Średnia wartość modułu sprężystości

	-30 °C	-15 °C	0 °C	20 °C
Moduł sprężystości [MPa]	1549	1339	443	779

W temperaturze 0°C uzyskano najniższą wartość modułu sprężystości, a kąt nachylenia części liniowej wykresu naprężenie – odkształcenie jest większy niż dla krzywych uzyskanych w innych temperaturach.

Wnioski

Materiał PE 1000 wykazuje dużą zmienność parametrów opisujących jego właściwości mechaniczne w zależności od temperatury otoczenia. W niskich temperaturach polietylen wykazuje większą wytrzymałość, a w temperaturze pokojowej zachowuje dużą ciągliwość. Jako warstwa wierzchnia łodzi specjalnej, której zadaniem jest ochrona aluminiowego kadłuba, będzie spełniać swoją rolę ze względu na wysoki poziom odkształceń wzdłużnych. W niskich temperaturach polietylen PE 1000 ma wydłużenie wynoszące ponad 180%, natomiast w temperaturze 20°C wydłużenie wynosi ok. 300%. Wartość modułu sprężystości, także zmienia się wraz z temperaturą. Najniższą wartość modułu otrzymano w temperaturze 20°C.

Literatura

- [1] http://canadianairboats.com/?page_id=29#!gallery_img/1/
- [2] Broniewski T., Kapko J., Placzek W., Thomalla J., Metody badań i ocena właściwości tworzyw sztucznych, WNT, Warszawa 2000
- [3] Ward J.M., Mechaniczne właściwości polimerów jako tworzyw konstrukcyjnych, PWN, 1980
- [4] <http://www.gtoairboats.com/>
- [5] <http://www.plastics.pl/produkty/tworzywa-techniczne/polietylen-pe/pe-1000-pe-uhmw->
- [6] PN-EN ISO 3167:2005