

WPŁYW PEŁZANIA I RELAKSACJI LAMINATU POLIESTROWO-SZKLANEGO NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE W WARUNKACH DŁUGOTRWAŁYCH OBCIĄŻEŃ KADŁUBA JACHTU REGATOWEGO

Damian Markuszewski¹, Rafał Chatys², Robert Wielgat³

damian.markuszewski@pw.edu.pl

¹Zakład Podstaw Budowy Maszyn, Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych, Politechnika Warszawska, ul. Narbutta 84, 02-524 Warszawa

²Katedra Mechatroniki i Uzbrojenia, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, Politechnika Świętokrzyska, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7,25-314 Kielce

³Katedra Elektroniki i Technologii Inteligentnych, Wydział Nauk Technicznych, Akademia Tarnowska, ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów

Streszczenie

W prezentacji przedstawiono badania pełzania kadłuba jachtu regatowego klasy Optimist, wykonanego z kompozytu szklanego o osnowie poliestrowej (laminatu), zaprojektowanego z myślą o najmłodszych adeptach żeglarstwa. Przeprowadzona analiza eksploatacji monotypowego kadłuba w różnych warunkach atmosferycznych wykazała zmienność właściwości wytrzymałościowych konstrukcji kompozytowej.

Procesy pełzania i relaksacji w laminacie o osnowie polimerowej prowadzą do wzrostu odkształceń struktury oraz wpływają na stabilność wymiarową kadłuba. Stałe obciążenie kompozytu warstwowe powoduje w początkowej fazie powolny wzrost odkształcenia ma-

teriału w czasie, mimo że działające naprężenie pozostaje stałe [1,2,3].

Autorzy przeprowadzili badania polegające na obciążeniu próbki kompozytu szklano-poliestrowego o wymiarach $200 \times 15 \times 5$ mm, zamocowanej w układzie wspornikowym (zamocowanie typu „zamurowanie”), przy stałej sile przyłożonej w postaci obciążnika. W pierwszej fazie zaobserwowano szybki przyrost odkształcenia bezpośrednio po obciążeniu (pełzanie pierwotne), natomiast w kolejnej fazie odkształcenie rosło ze stałą, mniejszą prędkością (pełzanie wtórne). Pomiar odkształceń wykonywano co jedną godzinę.

Równocześnie rejestrowano drgania mechaniczne wzbudzone

impulsem siły przy użyciu aparatury firmy Brüel & Kjær: młotka modalnego typu 8202 oraz jednoosiowego akcelerometru piezoelektrycznego typu 4514. Analiza zebranych danych umożliwiła okre-

ślenie zmienności wybranych właściwości mechanicznych badanego kadłuba jachtu regatowego wykonanego z kompozytu warstwowego o osnowie polimerowej.

Słowa kluczowe: kompozyt warstwowy, wytrzymałość, pełzanie, relaksacja, warunki atmosferyczne

Keywords: layered composite, strength, creep, relaxation, atmospheric conditions

Bibliografia / References

Findley, William N., James S. Lai, and Kasif Onaran. *Creep and Relaxation of Nonlinear Viscoelastic Materials: With an Introduction to Linear Viscoelasticity*. Amsterdam–New York–Oxford: North-Holland Publishing Company, 1976.

Alhayek, Abdulrahman, Agusril Syamsir, Abu Bakar Mohd Supian, Fathoni Usman, Muhammad Rizal Muhammad Asyraf, and Mohd Afdzaluddin Atiqah. "Flexural Creep Behaviour of Pultruded

GFRP Composites Cross-Arm: A Comparative Study on the Effects of Stacking Sequence." *Polymers* 14, no. 7 (2022): 1330. <https://doi.org/10.3390/Polym14071330>

Lal, H. Mayookh, G. Xian, S. Thomas, L. Zhang, Z. Zhang, and H. Wang. "Experimental Study on the Flexural Creep Behaviors of Pultruded Unidirectional Carbon/Glass Fiber-Reinforced Hybrid Bars." *Materials* 13, no. 4 (2020): 976. <https://doi.org/10.3390/ma13040976>

THE EFFECT OF CREEP AND RELAXATION OF POLYESTER–GLASS LAMINATE ON SELECTED MECHANICAL PROPERTIES UNDER LONG-TERM LOADING OF A RACING YACHT HULL

Abstract

This presentation focuses on the creep behavior of an Optimist-class racing yacht hull made of a glass-fiber-reinforced polyester matrix composite (laminate), designed for young sailing trainees. The conducted analysis of the operation of a one-design hull under various atmospheric conditions revealed variability in the strength properties of the composite structure.

Creep and relaxation processes in polymer matrix laminates lead to an increase in structural deformation and affect the dimensional stability of the hull. Under constant loading, the layered composite exhibits a gradual increase in deformation over time, despite constant stress [1,2,3].

The authors conducted experiments involving loading a glass-polyester composite specimen with dimensions of 200 × 15 × 5 mm,

fixed in a cantilever configuration (built-in support), and subjected to a constant force applied via a weight. In the initial phase, a rapid increase in deformation was observed immediately after loading (primary creep), followed by a phase in which deformation increased at a constant, lower rate (secondary creep). Deformation measurements were recorded at one-hour intervals.

Simultaneously, mechanical vibrations induced by an impulse force were recorded using Brüel & Kjær instrumentation: a type 8202 modal hammer and a type 4514 uniaxial piezoelectric accelerometer. Analysis of the collected data enabled the determination of variability in selected mechanical properties of the investigated racing yacht hull made of a polymer matrix layered composite.