

Badanie relaksacji i pełzania wybranych papierów pakowych

Stress relaxation and creep of selected packaging papers

KAROLINA SZMIDT, ANNASTANISŁAWSKA

DOI: 10.15199/54.2021.12.1

Celem pracy było opracowanie metody testowej umożliwiającej badanie pełzania i relaksacji naprężeń oraz zastosowanie tej metody do oceny właściwości reologicznych papierów pakowych. Wyznaczono zależność reologiczną obciążenie-odkształcenie, a także obciążenie zrywające i wydłużenie w momencie zerwania. Podczas badań relaksacji naprężeń i pełzania, zadane odkształcenia i obciążenia stanowiły 60% tych wartości dla granicy wytrzymałości danego materiału. Dla wszystkich przebadanych papierów relaksacja naprężeń była wyższa dla kierunku maszynowego (MD), a pełzanie było na ogół większe dla kierunku poprzecznego (CD). Najwyższą relaksacją naprężeń charakteryzował się liner-MD, a najniższą – dupak-CD. Z kolei najwyższe pełzanie zaobserwowano dla papieru dupak-CD, a najniższe dla papieru natron-MD. Najmniejszą anizotropię relaksacji naprężeń i pełzania zaobserwowano dla papieru dupak. Uzyskane wyniki pozwoliły na przeprowadzenie analizy zachowania się wybranych papierów pakowych podczas wystawienia ich na działanie obciążeń nieniszczących.

Słowa kluczowe: papier, właściwości wytrzymałościowe, pełzanie, relaksacja naprężeń, reologia papieru

The objective of the presented work was to develop a test method that enables the study of creep and stress relaxation and the use of this method to assess the rheological properties of packaging papers. The rheological dependence load – elongation, breaking load and elongation at break were determined. During the stress relaxation and creep experiments, the set elongation and load were equal to 60% of these values at break. For all tested papers, the stress relaxation was higher for the machine direction (MD), and the creep was generally greater for the cross direction (CD). The highest stress relaxation was found for the liner-MD, and the lowest – for the dupack-CD. The highest creep was observed for dupack-CD paper, and the lowest for natron-MD paper. The lowest anisotropy of stress relaxation and creep was for the dupack paper. The applied method made it possible to analyze the behavior of selected packaging papers when subjected to non-destructive loads.

Keywords: paper, mechanical properties, creep, stress relaxation, paper rheology

Mgr inż. K. Szmidt, dr inż. A. Stanisławska (anna.stanislawski@p.lodz.pl),
Centrum Papiernictwa i Poligrafii Politechniki Łódzkiej, Wólczarska 221,
93-005 Łódź

Wprowadzenie

Każdy materiał na opakowania musi być odpowiednio dobrany, aby spełniał powierzoną mu rolę, czyli przede wszystkim ochraniał pakowany produkt. Szczególną uwagę należy zwrócić na papiery pakowe, które w trakcie użytkowania poddawane są działaniu obciążenia i wydłużenia. Takie warunki powodują stałe zmiany w strukturze papieru. Istotne są zatem badania zmian obciążenia i wydłużenia papieru w czasie [9, 11, 14]. Znajomość parametrów reologicznych pozwala na określenie, czy dany papier wytrzyma w określonym czasie zadane mu obciążenie lub wydłużenie, a więc czy spełni swoją rolę ochronną produktu. Gotowe opakowania, przed wykorzystaniem do produkcji, są składowane w magazynach, ułożone jedno na drugim. Badania reologiczne dostarczają również wiedzy, czy takie składowanie nie wpłynie negatywnie na późniejsze użycie tych opakowań do produkcji [3]. W przemyśle opakowaniowym papier jest jednym z kluczowych surowców. Papiery pakowe stosowane są do pakowania różnych artykułów lub do wyrobu toreb [2]. Produkowane są w odmianach: bezdrzewnej, półdrzewnej i mieszanej. Najczęściej papiery pakowe są siarczanowe lub makulaturowe.

Reologia jest nauką, która zajmuje się odkształcaniem materii występującym pod wpływem działania sił zewnętrznych. Istotą reologii jest badanie zmian i przemieszczeń poszczególnych elementów ciała przy uwzględnieniu czynnika czasu [1, 15].

Pod pojęciem odkształcenie rozumie się zmianę wzajemnego położenia elementów ciała (jest to fizyczna cecha ciała). Można wyróżnić trzy podstawowe rodzaje odkształceń: sprężyste, plastyczne, przepływ. W rzeczywistości nie istnieją ciała/materiały, które odkształcają się tylko i wyłącznie na jeden z trzech wymienionych sposobów. Jedno z praw reologii głosi, że każde ciało rzeczywiste ma wszystkie możliwe własności reologiczne, ale przejawia je w różnym stopniu, zależnie od panujących warunków.

Rozwój reologii papieru wynika z potrzeby szerszego poznania właściwości mechanicznych papieru, które nie są możliwe do opisanego przy wykorzystaniu standardowych „niszczących” badań wytrzymałościowych. Reologiczne badania właściwości

