

Andrzej Korzeniowski,  
Krzysztof Wienskowski  
Akademia Ekonomiczna w Poznaniu

## Badania odporności opakowań tekturowych na narażenia występujące w transporcie – w świetle norm krajowych i międzynarodowych

W łańcuchach dostaw mogą wystąpić niedobory towarów, określane jako szkody towarowe spowodowane ubytkami naturalnymi i nadzwyczajnymi oraz starzeniem się zapakowanych towarów. Są one nieuniknionym elementem każdej działalności i wynikają z niedoskonałości rozwiązań technicznych, ekonomicznych i organizacyjnych. Orientacyjna wartość szkód towarowych w transporcie, według europejskich danych, szacowana jest jako co najmniej 1,0% wartości produkcji [1].

Spośród czynników wpływających na wielkość szkód towarowych występujących w transporcie duże znaczenie przypisuje się niewłaściwemu opakowaniu oraz narażeniom oddziaływującym na ładunki podczas przewozów. Przedstawione czynniki stanowią około połowy odpowiedzialności za powstałe straty i z tego względu problem badań odporności opakowań transportowych na narażenia mechaniczne występujące w transporcie nabiera szczególnego znaczenia.

Przegląd krajowej literatury wskazuje, że tematyka dotycząca narażeń mechanicznych w transporcie traktowana jest marginalnie, a większość artykułów poświęconych jest zagadnieniom przyspieszenia dostaw i ich opłacalności. Również w krajowej normalizacji w zakresie opakowań transportowych zapanował chaos związany z pospiesznym wdrażaniem nowych norm europejskich i międzynarodowych. Przykładem mogą być zmiany w dziale „kompletne opakowania transportowe z zawartością”, gdzie z pakietu 13 norm europejskich wdrożonych w 2002 r. do norm krajowych (PN-EN), w 2003 r. wycofano już 4 normy i zastąpiono je normami międzynarodowymi (PN-EN ISO). Nowelizacja taka spowodowała zmianę numerów norm oraz treści kolejnych poprawionych wydań norm międzyna-

rodowych ISO. W niniejszym artykule problem narażeń mechanicznych oddziaływujących na opakowania transportowe zawężono jedynie do pudeł tekturowych oraz transportu samochodowego i kolejowego. Aktualnie produkcja tektury falistej i litej wykazuje największą dynamikę wzrostu spośród wszystkich materiałów opakowaniowych, a największa koncentracja narażeń mechanicznych występuje głównie w wyniku korzystania z transportu samochodowego i kolejowego.

Transport samochodowy stanowi najszerzej wykorzystywany środek transportu w przewozie ładunków w logistycznych łańcuchach dostaw. Jego największą zaletą jest możliwość wykonania przewozów w relacji dom – dom bez czasochłonnych i kosztownych operacji przeładunkowych. Natomiast wadą tego systemu dostaw jest zły stan techniczny dróg, który ma proste przełożenie na wzrost oddziaływania narażeń mechanicznych na przewożone towary. Występujące główne narażenia to oddziaływanie w czasie drgań o stałej niskiej częstotliwości, wspomagane siłą nacisku obciążenia wynikającego z zastosowanej wysokości piętrzenia.

Zaletą transportu kolejowego, uwiadczniającą się przy przewozach ładunków na średnie i duże odległości, jest możliwość wykorzystania specjalistycznego taboru, który może być przystosowany do przewozu ładunków o zróżnicowanej podatności transportowej. Natomiast wadą tego transportu jest wydłużony czas dostaw, a przede wszystkim potrzeba dokonywania prac przeładunkowych w połączeniu z innym środkiem transportu. Występujące główne narażenia, to oddziaływanie w czasie drgań o stałej niskiej częstotliwości wspomagane siłą nacisku obciążenia wynikającego z za-

stosowanej wysokości piętrzenia, a także zwiększony udział narażeń wynikających z uderzeń poziomych. W pracach przeładunkowych dodatkowo podstawowego znaczenia nabierają narażenia związane z uderzeniami przy swobodnym spadku.

Wobec różnorodnych narażeń mechanicznych występujących w czasie przewozu ładunków w łańcuchach dostaw, zasadnicza rola przypada trafnemu wyborowi optymalnego opakowania transportowego, gwarantującego zabezpieczenie towarów od uszkodzeń w czasie transportu oraz różnych czynności przeładunkowych. Problem występowania szkód towarowych ma ściśle powiązanie z wyborem optymalnego opakowania transportowego i zależy przede wszystkim od jego funkcji ochronnej. Spełnienie tej funkcji zabezpieczającej jakość zapakowanych towarów zależy od rodzaju materiału, użytych surowców do jego produkcji, technologii wykonania oraz właściwego projektu i konstrukcji opakowania.

Optymalizacja opakowania transportowego wymaga także wprowadzenia aktualnych tendencji uwzględniających właściwości ekologiczne oraz preferencje użytkowników.

W ubiegłym roku na łamach „Logistyki” przedstawiona była ocena poziomu innowacyjności wybranych opakowań z tektury falistej na tle innych opakowań [2]. Przeprowadzona tam analiza porównawcza pomiędzy opakowaniami wykonanymi z tektury falistej i innymi materiałami pełniącymi podobne zastosowania, wykazała wyższość tektury falistej w czterech grupach właściwości opakowań (ochronnych, użytkowych, logistycznych i ekologicznych). Innowacyjność opakowań z tektury falistej była najwyższa i znacznie dystansowała inne opakowania przede wszystkim

w zakresie właściwości logistycznych i ekologicznych. Niższe oceny punktowe otrzymało jedynie pudełko z tektury falistej powlekaną PE w porównaniu z identycznymi pudełkami z tektury litej i z twardego polietylenu w zakresie dwóch parametrów ochronnych: odporności na wilgoć oraz wytrzymałości na przepuklenie. Najniższa ocena uzyskana dla odporności na wilgoć nie stanowi zaskoczenia z uwagi na fakt, że dla opakowań z tektury falistej ta właśnie właściwość stanowi wartość krytyczną. Nawet powleczenie warstwą PE pudełka z tektury falistej nie wpłynęło znacząco na podniesienie oceny tej właściwości.

Podobne wnioski można wyciągnąć z analizy wyników badań certyfikacyjnych, jakimi podzieliło się Laboratorium Badań Opakowań Transportowych COBRO w Warszawie, jedynej jednostki w kraju upoważnionej do prowadzenia badań atestacyjnych opakowań. Wśród opakowań najwyższą jakość osiągają między innymi producenci pudeł tekturowych, gdzie udział negatywnych wyników badań średnio wynosi około 10 % spośród zgłoszonych do atestacji. Szczegółowa analiza wyników negatywnych wskazuje, że dotyczą one przede wszystkim odporności na wsiąkliwość powierzchniową według Cobba. Natomiast negatywne wyniki badań wytrzymałościowych zdarzają się bardzo rzadko [3].

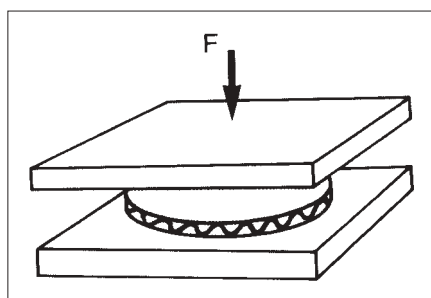
## Badania materiałów

Wsiąkliwość powierzchniowa metodą Cobba stanowi podstawowe badanie papierów i tektur, którego metodyka zapisana jest w normie PN-EN 20535 [4]. Badanie stanowi oznaczenie masy wody absorbowanej przez 1 m<sup>2</sup> papieru lub tektury w określonym znormalizowanym czasie i temperaturze, po zanurzeniu na 1 cm wysokości słupa wody.

Uzyskanie znormalizowanej wartości absorpcji wody przez tektury jest uznawane za jedną z wielkości krytycznych. Wyróżnienie tej właściwości wynika z konieczności spełnienia stałej wartości absorpcji wody i rosnących wymagań innych właściwości dla danej odmiany tektury, zależnych od zmiany jej gramatury. Gdy rośnie gramatura tektury, rosną równocześnie

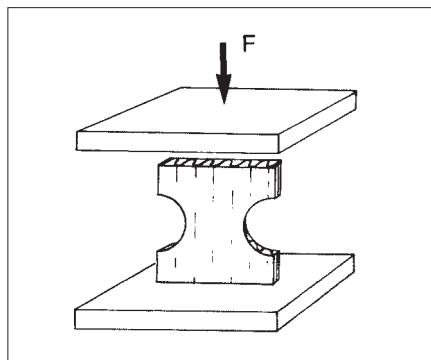
wymagania w stosunku do innych właściwości, jak: wytrzymałość na przepuklenie, odporność na przebicie oraz odporność na zgniatanie krawędziowe ECT (*edgewise crush test*).

Drugą ważną właściwością w badaniu tektur, oprócz wsiąkliwości (oznaczenia absorpcji wody), jest badanie odporności na zgniatanie płaskie FCT (*flat crush test*), które z uwagi na spełnienie stałej wartości stanowić może również wartość krytyczną. Odporność na zgniatanie płaskie FCT stanowi wartość ciśnienia w kPa wywieranego na zewnętrzne warstwy płaskie tektury falistej, która powoduje trwałe zgniecenie fali [5].



Rys.1. Schemat badania odporności na zgniatanie płaskie FCT

Wymagania dotyczące odporności na zgniatanie krawędziowe ECT, mimo podobnego rozłożenia sił ściskających jak w badaniu na zgniatanie płaskie FCT, są zmienne i zależą od gramatury tektury falistej. Odporność na zgniatanie krawędziowe ECT stanowi siłę wyrażoną w N, powodującą załamanie próbki odniesioną do długości krawędzi próbki tektury falistej, działającej równoległe do kierunku fal [6].



Rys. 2. Schemat badania odporności na zgniatanie krawędziowe ECT

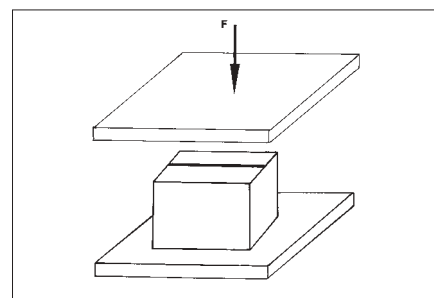
Do podstawowych badań jakości tektury należy oznaczenie wytrzymałości na przepuklenie [7]. Wytrzyma-

łość na przepuklenie stanowi maksymalną wytrzymałość pojedynczego arkusza tektury na jednorodne ciśnienie, działające podczas oznaczania prostopadle do powierzchni arkusza. Oznaczenie polega na działaniu równomiernie wzrastającego ciśnienia na sztywno zaciśniętą na obrzeżach próbkę tektury nad elastyczną okrągłą membraną. Wytrzymałość na przepuklenie stanowi średnią wartość maksymalnego ciśnienia w kPa, powodującego pęknięcie badanej próbki. Wielkość ta zależy od gramatury oraz rodzaju fali.

Tektury faliste, które uzyskały w badaniach najwyższe wielkości parametrów wytrzymałościowych jak odporność na przepuklenie, odporność na przebicie oraz odporność na zgniatanie krawędziowe ECT, przynależą do typu tektury falistej, o najwyższych parametrach, oznaczanej cyfrą „0” [8].

## Badania pudeł

Właściwością określającą wytrzymałość pudła tekturowego i jego przydatność do składowania w stosach jest odporność na ściskanie BCT (*box compression test*), którego schemat przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat badania odporności na ściskanie pudeł BCT

Oznaczenie odporności pudeł na ściskanie zależy od szeregu czynników, jak: typ tektury, konstrukcja pudła, jego wymiary, jakość wykonania, a także zastosowanych w produkcji surowców pomocniczych, np. klejów. Parametry techniczne wykonanych pudeł mogą być obniżone przez zastosowanie tektury falistej o obniżonej jakości na skutek nieprawidłowego kształtu fali lub niewłaściwego sklejenia warstw.

Podstawowe badania odporności pudeł na ściskanie należy połączyć z ogólną metodyką badań opakowań trans-

portowych z zawartością, a szczególnie z metodami odporności na nacisk statyczny [9] oraz odporności na piętrzenie przy statycznym obciążeniu [10]. W praktyce okazuje się bowiem, że nie istnieje proste przełożenie z badań podstawowych właściwości tektur falistych na zachowanie gotowego opakowania transportowego. W badaniach znormalizowanych staramy się zapewnić określone reguły postępowania, a także stałe warunki klimatyczne w czasie kondycjonowania i badania. Zgodnie z PN-EN 20187 znormalizowane warunki wynoszą: temperatura  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  oraz wilgotność względna powietrza  $50 \pm 2\%$  [11]. W rzeczywistych natomiast warunkach przechowywania oraz transportu samochodowego i kolejowego zasadniczy wpływ mają zmienne warunki klimatyczne otoczenia (opad, wilgotność, temperatura) oraz wysokość piętrzenia. Nie można pominąć działania w czasie na ładunki takich czynników, jak: drgania o stałej niskiej częstotliwości [12] dodatkowo zwiększone udziałem narażeń wynikających z uderzeń poziomych [13], narażeń związanych z uderzeniami przy swobodnym spadku [14], względnie odporności na natrysk wodą [15].

Powyższe zagrożenia występujące w transporcie są zebrane w ogólnych postanowieniach dotyczących programów badań właściwości użytkowych opakowań transportowych z zawartością i ujęte zostały w normie PN-EN 24180-1/2 [16], która ma zastosowanie w dowolnym systemie dystrybucji i dotyczy wykorzystania w różnych rodzajach transportu. W tabelicy 1 zebrano przykładowe zalecenia przeznaczone do wykorzystania dla opakowania o średniej masie 20 kg i wymiarach pudeła 400 x 400 x 400 mm, przy zastosowaniu w warunkach transportu samochodowego i kolejowego.

Powyższe wartości parametrów badań mogą ulec modyfikacji w zależności od zmian wielkości narażeń, czasu działania oraz odległości przewozu.

Tab.1. Podstawowe wartości parametrów badań pudeł tekturowych

Metoda badania	Jednostki	Rodzaj transportu			
		samochodowy		kolejowy	
		Podstawowa wartość	Zakres	Podstawowa wartość	Zakres
Piętrzenie przy statycznym obciążeniu (wysokość piętrzenia)	m	2,5	1,5÷2,5	2,5	1,5 ÷ 2,5
Uderzenia przy swobodnym spadku (wysokość spadku)	mm	500	100÷1200	500	100÷1200
Drgania o stałej niskiej częstotliwości (czas trwania badania)	min	20	10÷60	20	10÷60
Uderzenia poziome (prędkość)	m/s	1,5	1,5÷2,7	1,8	1,3÷5,0

Praktyka wykazała, że jakość produkowanej w kraju tektury jest zróżnicowana. Z tego względu problematyka badań odporności na narażenia występujące w transporcie powinna być uwzględniana przy doborze zarówno samego materiału opakowaniowego, jak i konstrukcji opakowania. Wpływie to zapewne na zmniejszenie strat towarowych, występujących w czasie magazynowania, przeładunków i transportu, a także zmniejszenia obciążeń środowiska naturalnego uszkodzonymi opakowaniami.

#### LITERATURA

1. Jakowski S. Czynniki wpływające na wielkość szkód towarowych w transporcie, *Opakowanie* nr 12/2001.
2. Korzeniowski A., Kubera H. Ocena poziomu innowacyjności opakowań z tektury falistej na tle innych opakowań, *Logistyka* 5/2003.
3. Wałachowski L. Wyniki badań certyfikacyjnych na znak UN przeprowadzonych w COBRO, *Opakowanie* nr 10/2003
4. PN-EN 20535:1996 ISO 535 Papier i tektura. Oznaczenie absorpcji wody. Metoda Cobb..
5. PN-EN 23035:1999 Tektura falista dwuwarstwowa i trójwarstwowa. Oznaczanie odporności na zgniatanie płaskie.
6. PN-EN ISO 3037:2000 Tektura falista. Oznaczanie odporności na zgniatanie krawędziowe Metoda nieparafinowej krawędzi.

7. PN-ISO 2759:1995 Tektura. Oznaczenie wytrzymałości na przepuklenie.
8. PN-90/ P- 50027 Tektura falista.
9. PN-EN ISO 12048:2002 (U) Opakowania. Opakowania transportowe z zawartością. Metody badania odporności na nacisk statyczny.
10. PN-EN ISO 2234:2003 (U) Opakowania transportowe z zawartością. Metody badania odporności na piętrzenie przy statycznym obciążeniu.
11. PN-EN 20187:2000 Papier, tektura i masy włókniste. Znormalizowane warunki się klimatyzowania i badania oraz sposób sprawdzania warunków i klimatyzowania próbek.
12. PN-EN ISO 2247:2003 (U) Opakowania transportowe z zawartością. Metoda badania odporności na drgania o stałej niskiej częstotliwości.
13. PN-EN ISO 2244: 2003 (U) Opakowania transportowe z zawartością. Metody badania odporności na uderzenia poziome (badanie na płaszczyźnie poziomej lub na pochylnej, badanie za pomocą urządzenia wahadłowego).
14. PN-EN 22248:2001 Opakowania. Opakowania transportowe z zawartością. Metoda badania odporności na uderzenia przy swobodnym spadku.
15. PN-EN 22875:2002 (U) Opakowania transportowe z zawartością. Metoda badania odporności na natrysk wodą.
16. PN-EN 24180 -1/2:2002 (U) Opakowania transportowe z zawartością Postanowienia ogólne dotyczące opracowania programów badań właściwości użytkowych. Część 1: Zasady ogólne. Część 2: Dane liczbowe.

# Czasopismo „Logistyka”.

Dołącz do elity.