MECHANIKA
CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS
MECHANICS
WYDAWNICTWO POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ
1-M/2009
ZESZYT 3
ROK 106
ISSUE 3
YEAR 106

DYMITRY CAPANIDIS, WOJCIECH WIELEBA*

BADANIA ODPORNOŚCI NA ŚCIERANIE MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH STOSOWANYCH NA OPAKOWANIA TRANSPORTOWE

TESTS OF THE RESISTANCE TO ABRASIVE WEAR OF THE POLYMER MATERIALS USED FOR SHIPPING CONTAINERS

Streszczenie

Odporność na zużywanie badanych materiałów polimerowych podczas tarcia po stali w obecności luźnego ścierniwa zależy zarówno rodzaju materiału polimerowego, jak i ziarnistości ścierniwa. Zaobserwowano, że wzrost wielkości ziaren ścierniwa powoduje zmniejszenie odporności na zużywanie ścierne badanych materiałów. Zauważono także, że tworzywa o większej plastyczności są bardziej odporne na ścieranie w stosunku do tworzyw o większej sztywności.

Słowa kluczowe: polimery, opakowania transportowe, ścieranie

Abstract

The resistance to wear of examined polymer materials during friction on steel in the presence of thin abradant depends on both the polymer type of material, and the granularity of abradant. It was observed that the increase in the size of grains of abradant causes reducing the resistance to abrasive friction of examined materials. It was also noticed, that materials with the greater plasticity were more resistant to abrasion in relation to materials with higher stiffness.

Keywords: polymers, shipping containers, abrasion

* Dr inż. Dymitry Capanidis, dr. hab. inż. Wojciech Wieleba, prof. PWr., Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

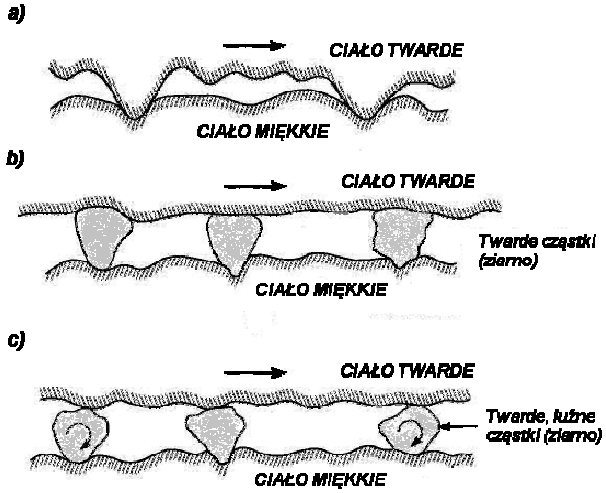
1. Wstęp

Materiały stosowane do produkcji opakowań transportowych powinny wykazywać oprócz odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej także dobrą odporność na ścieranie [1]. Dotyczy to zwłaszcza opakowań wielokrotnego użytku (np. palety, pojemniki, kontenery itp.), od których wymagana jest ich zwiększona trwałość eksploatacyjna.

Najczęstszą przyczyną zużycia tribologicznego (tj. zużycia związanego z procesem tarcia) opakowań transportowych jest ścieranie materiału opakowania podczas manipulacji przeładunkowych oraz transportu towaru. Tego typu zużywanie opakowania wynika między innymi z:

a) tarcia materiału opakowania o podłoże – np. podczas przesuwania opakowań po podłożu takim jak piasek, żwir, asfalt czy beton przyczynia się do niszczenia ich powierzchni zewnętrznej.
b) przewożenie materiału sypkiego - twarde ziarna przewożonego materiału oddziałują ściernie na wewnętrzne powierzchnie opakowania powodując ich niszczenie.

Występujące wówczas zużycie ścierne wynika z ubytku materiału polimerowego w warstwie wierzchniej, który jest spowodowany oddzielaniem cząstek wskutek mikroskrawania, rysowania lub bruzdowania [4]. Zużycie może wynikać z bezpośredniego oddziaływania mikronierówności jednej powierzchni na drugą lub w wyniku oddziaływania ostrych krawędzi twardych cząstek (ziaren) znajdujących się pomiędzy trącymi powierzchniami [3], co schematycznie przedstawiono na rys.1.



Rys. 1. Odmiany procesu zużywania ściernego: a) poprzez oddziaływanie mikronierówności jednej powierzchni na drugą, b) poprzez oddziaływanie ostrych krawędzi ziaren osadzonych na jednej z powierzchni, c) poprzez oddziaływanie ostrych krawędzi luźnych ziaren („trzecie ciało")

Fig. 1. Variety of abrasion wear: a) by having an influence of the microinequality of one area to second, b) by having an influence of keen edges of grains planted on one of areas, c) by having an influence of keen edges of thin grains ("the third body")

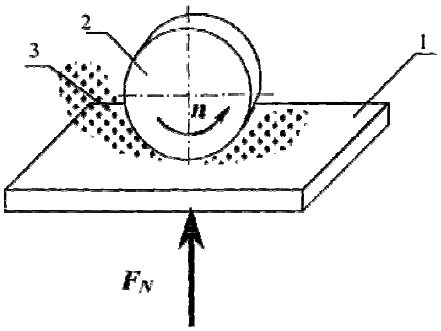
BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

W artykule przedstawiono porównanie odporności na ścieranie wybranych materiałów polimerowych stosowanych na opakowania transportowe, takie jak: PS-HI, PE-LD, PE-HD i PP, przy zastosowaniu różnych rodzajów ścierniwa elektrokorundowego o coraz większej granulacji wynoszącej: F50, F90, F180 i F320 (wg PN ISO 8486:1998).

2. Metoda badań

Badanie odporności na ścieranie prowadzono w ramach na stanowisku badawczym Tester T-07. Stanowisko to przeznaczone jest do badania odporności na ścieranie różnych materiałów i powłok. Metoda badawcza realizowana na omawianym testerze polega na tym, że w obecności luźnego ścierniwa przeprowadza się proces ścierania próbek wykonanych z badanych materiałów oraz próbki wzorcowej przy zachowaniu jednakowych warunków pracy tj. prędkości ślizgania **v** i obciążenia $\boldsymbol{F_N}$. Zalecanym w tej metodzie ścierniwem jest elektrokorund F90 (wg PN ISO 8486:1998), natomiast próbka wzorcowa powinna być wykonana ze stali C45 w stanie znormalizowanym, o twardości ok. 200 HB.

Schemat metody ścierania badanych materiałów, o styku trących elementów typu walec płaszczyzna [2], przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat metody wykorzystanej do badania odporności na zużywanie ścierne
1- próbka z badanego materiału, 2- rolka gumowa, 3 - ścierniwo

Fig. 2. Scheme of the method used for examination the resistance to abrasive wear
1 - sample of studied material, 2 - rubber roll, 3 – abradant

Podczas badań próbka (1) jest dociskana z określoną siłą ($\boldsymbol{F_N}$) do obracającego się z ustaloną prędkością obrotową ($\boldsymbol{n}$) krążka gumowego (2) o średnicy $\boldsymbol{d}$ = 50 mm. Pomiędzy krążek i próbkę dostarczany jest proszek kwarcowy (3) powodujący ścieranie próbki. Wynikiem doświadczenia jest wagowe zużycie próbki $\boldsymbol{Z_{wb}}$ (różnica ciężaru przed i po badaniach), jakie wystąpiło po określonym czasie tarcia (określonej liczbie obrotów gumowej rolki).

Na podstawie pomiarów zużycia wagowego wyznaczono dla badanych materiałów wskaźniki odporności na ścieranie $\boldsymbol{K_b}$ (względną odporność na zużycie). Wskaźnik ten jest określany, jako stosunek objętościowego zużycia próbki wzorcowej $\boldsymbol{Z_{Vw}}$ do objętościowego zużycia badanych materiałów $\boldsymbol{Z_{Vb}}$ uzyskanych w takich samych warunkach badań. Wskaźnik ten oblicza się korzystając ze wzoru:

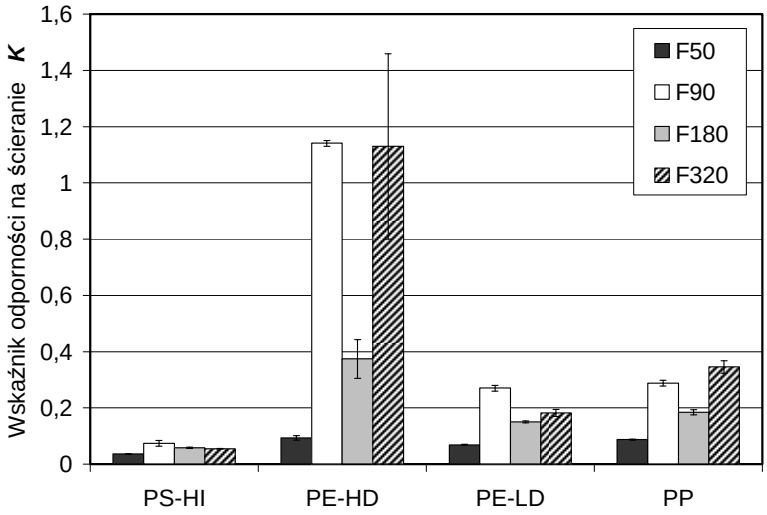
BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

$$K_b = \frac{Zv_w / N_w}{Zv_b / N_b} = \frac{Z_{ww} \cdot \rho_b \cdot N_b}{\rho_w \cdot Z_{wb} \cdot N_w} \quad (1)$$

gdzie:
Z_{ww} - zużycie wagowe podczas badania próbki wzorcowej (stali C45),
Z_{wb} - zużycie wagowe podczas badania badanego materiału,
ρ_w - gęstość materiału próbki wzorcowej,
ρ_b - gęstość materiału próbki badanej,
N_w - liczba obrotów drogi tarcia próbki wzorcowej,
N_b - liczba obrotów drogi tarcia próbki badanej.

3. Wyniki badań ścierania

Wyznaczone wskaźniki odporności na ścieranie K_b badanych materiałów (ich względną odporność na zużycie) przy zastosowaniu ścierniw o różnej ziarnistości przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Wskaźniki odporności na ścieranie badanych materiałów przy różnej ziarnistości ścierniw

Fig. 3. Rates of the wear resistance of studied materials at the different granularity of abradants

4. Podsumowanie

Największą odpornością na ścieranie spośród badanych materiałów charakteryzował się PE-HD, a najmniejszą wykazywał PS-HI. Na takie zachowanie badanych polimerów mają wpływ ich własności reologiczne. Polimery o większej plastyczności, jak PE czy PP są

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

bardziej odporne na ścieranie, niż polimery o większej sztywności jak PS. Spowodowane jest to tym, że podczas tarcia luźne cząstki ścierniwa powodują wykruszanie „kruchego" materiału warstwy wierzchniej polimeru o większej sztywności. W polimerach o większej plastyczności zachodzi natomiast odkształcenie sprężysto-plastyczne w styku pomiędzy twardymi ziarnami ścierniwa i polimerem nie powodując wykruszania materiału tworzywa. Zaobserwowano także istotny wpływ wielkości ziaren ścierniwa na odporność na ścieranie badanych polimerów, przejawiający się mniejszą odpornością na zużywanie ścierne wraz ze wzrostem wielkości cząstek ścierniwa.

Literatura

[1] Broniewski T. i in., *Metody badań i ocean właściwości tworzyw sztucznych*, WNT, Warszawa 2000.

[2] Capanidis D., *Selected aspects of the methodology of tribological investigations of polymer materials*. Archives of Civil and Mechanical Engineering, vol. 7, nr 4, 2007, 39-55.

[3] Czichos H., *Tribology*. Elsevier, 1978.

[4] Wieleba W., *The mechanism of tribological wear of thermoplastic materials*. Archives of Civil and Mechanical Engineering, vol. 7, nr 4, 2007, 185-199.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ