

Jacek PRZEPIÓRKA^{*}, Witold PIEKOSZEWSKI^{}, Marian SZCZEREK^{**},
Maciej WLAZŁO^{***}**

WPLYW WODY NA WŁAŚCIWOŚCI TARCIOWE PODESZEW OBUWIA

THE INFLUENCE OF WATER ON THE TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF SHOE SOLES

Słowa kluczowe:

współczynnik tarcia, materiał spodowy

Key words:

friction coefficient, functional additives, shoe soles

Streszczenie

W pracy przedstawiono metodykę oraz wyniki badań tarciovych spodowych materiałów obuwniczych, wykonanych ze skóry naturalnej, kauczuku termoplastycznego oraz styrogumu, które współpracowały z próbkami wykonanymi z ceramiki (płytki podłogowe) oraz drewnem surowym. Badania przeprowadzono w warunkach tarcia technicznie suchego oraz w obecności wody. Analiza wyników badań pozwoliła na stwierdzenie, że najodpowiedniejszym materiałem na podeszwy obuwia jest skóra naturalna, która charakteryzuje się zbliżonymi

^{*} Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. K. Pułaskiego, Wydział Materiałoznawstwa, Technologii i Wzornictwa, ul. Chrobrego 45, 26-600 Radom, Polska.

^{**} Instytut Technologii Eksploatacji – PIB, Zakład Tribologii, ul. Pułaskiego 6/10, 26-600 Radom, Polska.

^{***} CT-Service Sp. z o.o., ul. Jedności 9, 05-506 Lesznowola, Polska.

wartościami współczynnika tarcia na sucho i w obecności wody. Pozostałe materiały spodowe wykazywały się znacząco większym współczynnikiem tarcia na sucho, lecz w obecności wody współczynnik ulegał gwałtownemu obniżeniu, co może przyczyniać się do występowania poślizgu. Zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu użytkownika obuwia wymaga stosowania na spody materiałów charakteryzujących się wysokimi i podobnymi współczynnikami tarcia na sucho i w obecności wody.

WPROWADZENIE

Podczas eksploatacji obuwia podeszwa styka się bezpośrednio z podłożem i narażona jest na intensywne zużycie oraz działanie wielu negatywnych czynników takich jak woda, zanieczyszczenia mechaniczne i chemiczne. Oprócz odporności na zużycie istotne znaczenie ma współczynnik tarcia, który zależy od rodzaju materiału, profilowania i szorstkości powierzchni, twardości spodu, zwilżalności, nacisku oraz rodzaju podłoża [L. 1–5]. W przypadku materiałów spodowych pożądana jest wysoka wartość współczynnika tarcia w celu zabezpieczenia obuwia przed poślizgiem. Występowanie zjawiska poślizgu związane z różnymi wartościami współczynnika tarcia statycznego i kinetycznego, przy czym większość spodowych materiałów obuwniczych charakteryzuje się większą wartością współczynnika tarcia statycznego niż kinetycznego w skojarzeniu z typowymi materiałami podłożowymi [L. 6–9]. Oznacza to, że z chwilą wystąpienia poślizgu maleją szanse na uniknięcie upadku będącego przyczyną wielu wypadków. Dodatkowym czynnikiem niekorzystnie wpływającym na charakterystyki tribologiczne podeszwa–podłoże jest obecność wody. Mokre chodniki lub inne ciągi komunikacyjne są przyczyną wielu groźnych wypadków z udziałem pieszych, spowodowanych nagłym i nieoczekiwanym spadkiem przyczepności obuwia do podłoża. Zapewnienie wysokiego współczynnika tarcia układu podeszwa–podłoże w różnych warunkach eksploatacji związane jest z bezpieczeństwem użytkownika obuwia szczególnie w przypadku kontaktu obuwia z podłożami mokrymi.

PRZEDMIOT I METODYKA BADAŃ

Przedmiotem badań były próbki wykonane ze spodowej skóry naturalnej, kauczuku termoplastycznego (TR) oraz styrogumu, wycinane z handlowych spódów obuwniczych. Z odpowiednio dobranych spódów wycinano pierścienie z miejsc posiadających jednakową grubość a następnie przyklejano je do uchwytu próbki badawczej. Przeciwp próbki wykonane z ceramiki i drewna wycinano z typowych materiałów połogowych używanych w budownictwie do wykonywania podłoży.

Badania tribologiczne przeprowadzone na testerze T-15 (**Rys. 1**) polegały na tarcu próbki i przeciwp próbki na określonej drodze tarcia w ustalonych warunkach pracy (obciążenia i prędkości poślizgu) przy tarcu suchym i w obecności wody (smarowanie zanurzeniowe) oraz ciągłej rejestracji oporów ruchu.

Badania przeprowadzane były w temperaturze pokojowej przy następujących parametrach pracy węzła tarcia:

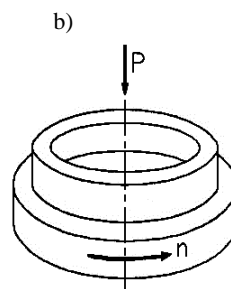
- obciążenie węzła tarcia 44,1 N (0,06 MPa),
- prędkość poślizgu 0,1, 0,2, 0,3 m/s,
- droga tarcia 100 m.

Podczas biegu badawczego rejestrowane były następujące wielkości:

- siła tarcia,
- droga tarcia (czas).

Prędkość poślizgu badanego skojarzenia materiałowego zależy od prędkości obrotowej próbki, która została tak dobrana, aby prędkość liniowa odpowiadała prędkości, z jaką poruszają się osoby z urazami aparatu ruchu (najniższa prędkość poślizgu) oraz osoby spacerujące (najwyższa prędkość poślizgu). Obciążenie węzła tarcia odpowiada typowym naciskom powierzchniowym wywieranym przez człowieka na podłoże.

Dla każdego układu materiałowego w określonych prędkościach poślizgu węzła tarcia wykonano co najmniej po 3 biegi badawcze.



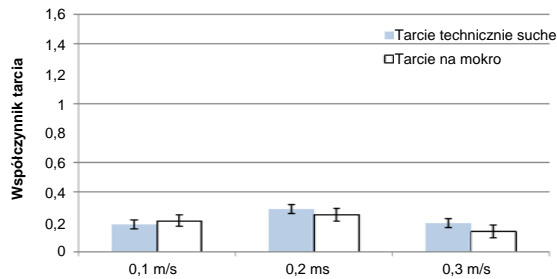
Rys. 1. Stanowisko badawcze: a) widok ogólny T-15, b) węzeł tarcia

Fig. 1. Testing rig: a) T-15 view, b) friction pair

Charakterystyki tarciove skojarzeń materiałowych zostały wyznaczone na podstawie przeprowadzonych badań oraz danych pomiarowych archiwizowanych w pamięci systemu pomiarowego w czasie rzeczywistym.

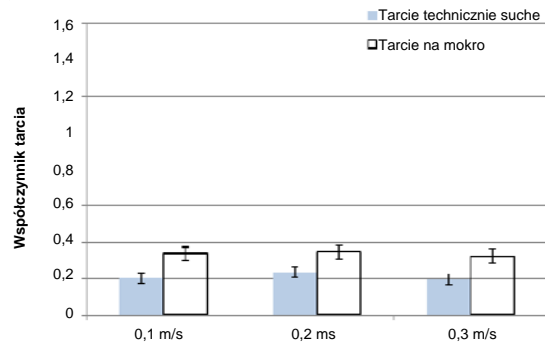
WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Wyniki badań tribologicznych analizowanych skojarzeń materiałowych, przy różnych prędkościach poślizgu przedstawiono na wykresach **Rys. 2÷7**. Najwyższy współczynnik tarcia dla skojarzenia pracującego w warunkach tarcia suchego odnotowano dla styrogumu i kauczuku termoplastycznego w skojarzeniu z przeciwpróbką ceramiczną (**Rys. 4, 6**). Nieco mniejsze wartości współczynnika tarcia odnotowano dla tych materiałów w skojarzeniu z przeciwpróbką



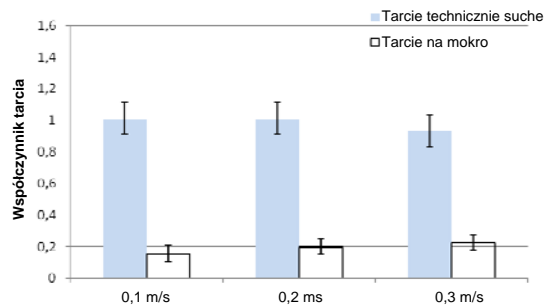
Rys. 2. Średnie wartości współczynnika tarcia skojarzenia spodowa skóra naturalna–ceramika w warunkach tarcia technicznie suchego i w obecności wody dla trzech prędkości poślizgu

Fig. 2. Average values of friction force for dry and wet tested pairs natural leather–ceramics for three sliding speed



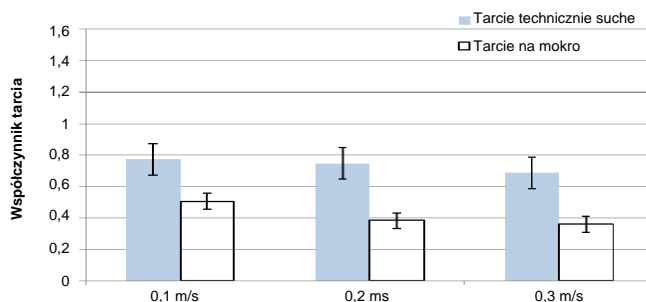
Rys. 3. Średnie wartości współczynnika tarcia skojarzenia spodowa skóra naturalna–drewno w warunkach tarcia technicznie suchego i w obecności wody dla trzech prędkości poślizgu

Fig. 3. Average values of friction force for dry and wet tested pairs natural leather–wood (timber) for three sliding speed



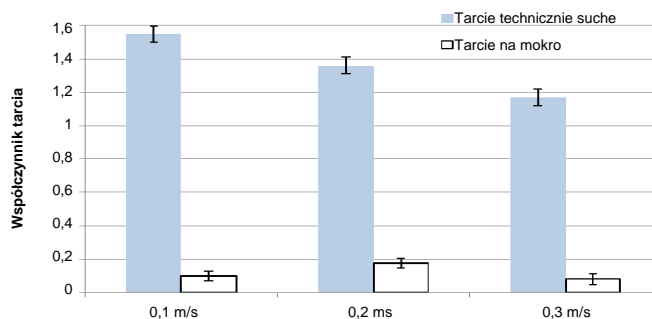
Rys. 4. Średnie wartości współczynnika tarcia skojarzenia kauczuk termoplastyczny–ceramika w warunkach tarcia technicznie suchego i w obecności wody dla trzech prędkości poślizgu

Fig. 4. Average values of friction force for dry and wet tested pairs thermoplastic rubber–ceramics for three sliding speed



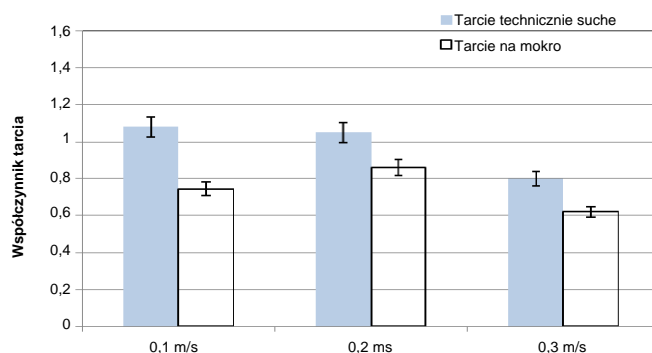
Rys. 5. Średnie wartości współczynnika tarcia skojarzenia kauczuk termoplastyczny–drewno w warunkach tarcia technicznie suchego i w obecności wody dla trzech prędkości poślizgu

Fig. 5. Average values of friction force for dry and wet tested pairs thermoplastic rubber–wood for three sliding speed



Rys. 6. Średnie wartości współczynnika tarcia skojarzenia styrogum–ceramika w warunkach tarcia technicznie suchego i w obecności wody dla trzech prędkości poślizgu

Fig. 6. Average values of friction force for dry and wet tested pairs synthetic rubber–ceramics for three sliding speed



Rys. 7. Średnie wartości współczynnika tarcia skojarzenia styrogum–drewno w warunkach tarcia technicznie suchego i w obecności wody dla trzech prędkości poślizgu

Fig. 7. Average values of friction force for dry and wet tested pairs synthetic rubber–wood for three sliding speed

drewnianą (**Rys. 5, 7**). Natomiast najmniejszy współczynnik tarcia odnotowano dla skojarzeń ze spodową skórą naturalną pracującą w warunkach tarcia technicznie suchego z obydwoma materiałami podłożowymi (**Rys. 2, 3**). W przypadku smarowania wężła tarcia wodą, odnotowano znaczący spadek współczynnika tarcia w stosunku do tarcia na sucho dla wszystkich materiałów spodowych (**Rys. 4, 7**) oprócz skóry naturalnej. Dla tego materiału w skojarzeniu z ceramiką odnotowano niewielki wzrost współczynnika tarcia dla najmniejszej prędkości poślizgu (**Rys. 2**). Natomiast w skojarzeniu z przeciwpróbką drewnianą skóra naturalna w obecności wody wykazała się znacząco większym współczynnikiem tarcia niż na sucho (**Rys. 4**).

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań tribologicznych określono średnie wartości współczynników tarcia spodowych materiałów obuwniczych: skóra naturalna, kauczuk termoplastyczny i styrogum w skojarzeniu z drewnem i ceramiką. Badania przeprowadzono w warunkach tarcia technicznie suchego oraz dla styku smarowanego wodą metodą zanurzeniową dla trzech prędkości poślizgu. Analizując wyniki badań, stwierdzono, że z punktu widzenia możliwości wystąpienia niekontrolowanego poślizgu, spowodowanego niespodziewanym pojawieniem się wody na posadzce, najlepszym materiałem na spody obuwnicze jest skóra naturalna. Skóra jako jedyna z przebadanych materiałów w obecności wody wykazała się podobnym lub nawet większym współczynnikiem tarcia niż na sucho. Jest to właściwość decydująca o bezpieczeństwie eksploatacji obuwia i niezmiernie istotna w przypadku osób starszych lub z urazami aparatu ruchu. Pozostałe przebadane materiały: styrogum i kauczuk termoplastyczny, pomimo charakteryzowania się bardzo wysokim współczynnikiem tarcia na sucho, w obecności wody współczynnik ten był nawet 10-krotnie mniejszy. Jest to bardzo niebezpieczne dla osób wchodzących na mokre płytki podłogowe (rozlana woda w toalecie, umyte podłogi w centrum handlowym itp.). Zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu użytkownikom obuwia wymaga stosowania na spody materiałów charakteryzujących się wysokimi i podobnymi współczynnikami tarcia na sucho i w obecności wody, co w przypadku masowo już stosowanych tworzyw sztucznych wymaga opracowania sposobu zniwelowania wykrytych mankamentów.

LITERATURA

1. Kaszuba Z.: Uwagi do badań nad ślizganiem obuwia, w czasie chodzenia, Przegląd Skórzany, R XXXVI, nr 4/5, 1981.
2. Morioab C. i in.: The influence of footwear on foot motion during walking and running, Journal of Biomechanics Volume 42, 2009.

3. Mileszczak A., Woźniak E., Szmytke A.: Badanie poślizgu obuwia, *Technologia i Jakość Wyrobów* 59/2014.
4. Orendurff M. i in.: Regional Foot Pressure During Running, Cutting, Jumping, and Landing, *Am J Sports Med*, 2008.
5. Grönqvist R., *Walking on the Level: Footwear and the Walking Surface* rozdział w "Understanding and preventing falls", CRC Taylor & Francis, 2006.
6. Wilson M.: Safety critical testing of slip resistance properties of footwear, Konferencja „Research and standardization in the field of development and use of personal protective devices”, Kraków 2005.
7. Abbott S., George M., Investigating slip resistance, *World Footwear* 2002, 16(5).
8. Irzmańska E.: Ocena właściwości ergonomicznych całogumowego obuwia ochronnego, monografia *Obuwie Badania i innowacyjne technologie wytwarzania*, Kraków 2010.
9. Wilhide F.: *Podłogi*. Arkady, Warszawa 1997.

Publikacja została wykonana w ramach projektu pt. „Nowa, polska marka preparatów do antypoślizgowego zabezpieczenia źelówek w różnych warunkach atmosferycznych”, w ramach działania 1.4 Wsparcie projektów celowych Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka na lata 2007–2013”.

Summary

The methodology and the frictional results of shoe soles made of natural leather, thermoplastic rubber and synthetics rubber cooperating with the samples made of ceramics and wood were presented. The tests were performed in conditions of technically dry friction and with the presence of water. The analysis of the test results lead to a conclusion, that the most appropriate material for shoe soles is a natural leather because it has the similar coefficient of friction in conditions of technically dry friction and in the presence of water.