

Barbara SIEPRACKA¹⁾, Jerzy SZUMNIAK²⁾, Sylwester STAWARZ¹⁾

¹⁾ Politechnika Radomska

²⁾ WITPiS oraz Politechnika Warszawska

KORELACJA WYNIKÓW UZYSKANYCH Z APARATÓW: AMSLERA I TESTERA T-05

Słowa kluczowe

Zużycie, tarcie, współczynnik tarcia.

Key words

Wear, friction, friction coefficient.

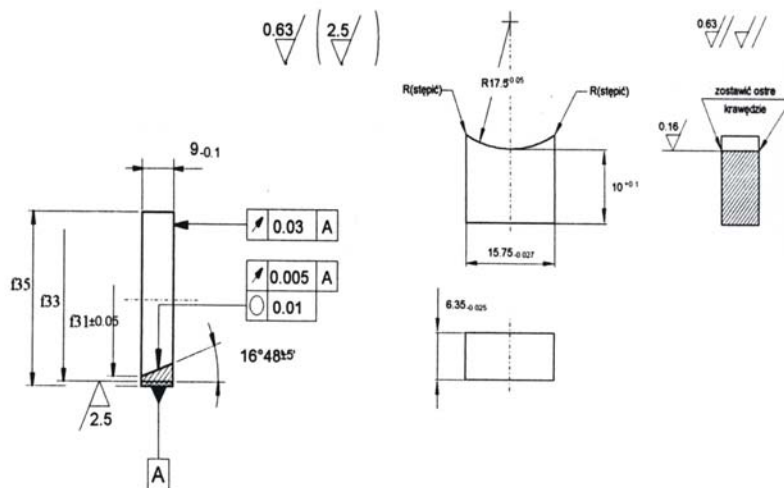
Streszczenie

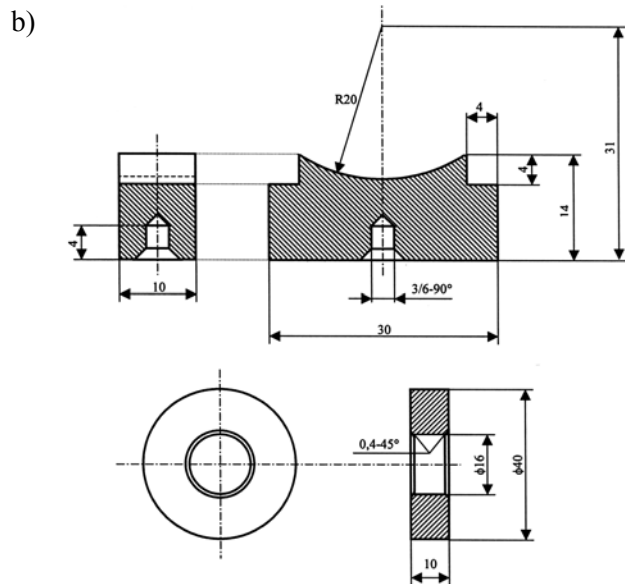
Większość badań polimerowych kompozytów ślizgowych prowadzona była dotychczas na aparacie Amslera. Aparat ten umożliwia obciążenie próbki do 2000 N przy zakresie prędkości ślizgania 0,425 i 0,85 m/s (dla przeciwpróbki Ø40 mm). Tester T-05 umożliwia m.in. prowadzenie badań w szerszym zakresie prędkości oraz komputerową rejestrację w funkcji czasu (drogi tarcia, momentu tarcia i zużycia). Istotna różnica występuje w wielkości powierzchni przykrycia krążka, która dla skojarzenia aparatu Amslera wynosi 16%, a dla testera T-05 - 10%, wpływa to, przy tych samych warunkach obciążeń, na intensywność odprowadzenia ciepła - temperaturę tarcia, od wartości której zależą opory tarcia i intensywność zużycia. W badaniach polimerowych kompozytów ślizgowych (otrzymanych wg własnych receptur) dokonano analizy rozbieżności wartości charakterystyk tarcia.

WPROWADZENIE

Wytwarzany od kilku lat przez Instytut Technologii Eksploatacji tester T-05 (rys. 1a) umożliwia między innymi badania własności tribologicznych na modelu skojarzenia ślizgowego typu czop – panew ze smarowaniem i bez (tarcie technicznie suche). Podobny model skojarzenia może być realizowany na znajdujących się w kraju kilkudziesięciu sztukach maszyn Amslera (rys. 1b).

a)





Rys. 1. Model i wymiary skojarzenia ślizgowego testera T-05 (a) i maszyny Amslera (b)
 Fig. 1. The made and dimensions of sliding units of T-05 tester (a) and Amsler machine (b)

Pomijając istotne ułatwienia w testerze T-05 komputerowego sterowania i rejestracji wyników pomiarów niektóre charakterystyczne parametry pracy zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry pracy testera T-05 i maszyny Amslera
 Table 1. Work parameters of T-05 tester and Amsler machine

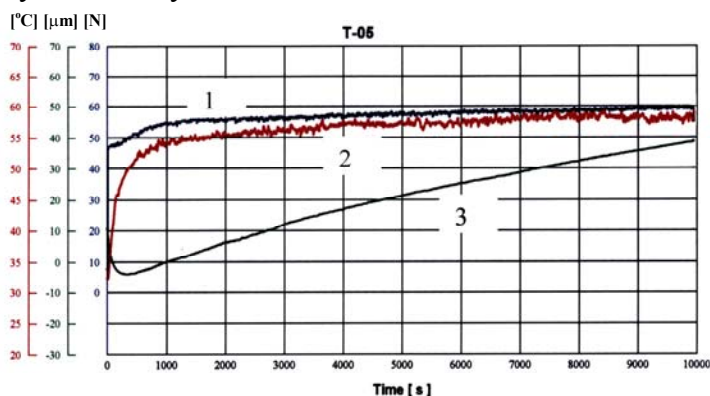
Urządzenie	tester T-05	maszyna Amslera
Parametr		
Obciążenie [MPa]	10	10
Prędkość [m/s]	płynne sterowanie od 0,037 ÷ 5,5	dwa zakresy ~ 0,425 i 0,85
Powierzchnia przykrycia w % powierzchni krążka	~ 10 %	~ 16 %

Pomiar zużycia	zapis liniowy w funkcji drogi (czasu tarcia) wagowy po próbie	wagowy po próbie
Pomiar oporów tarcia	siła tarcia [N] w funkcji drogi (czasu) zapis siły tarcia cyfrowy i analogowy	moment tarcia [Nm] w funkcji tarcia analogowy i odczyt z miernika
Pomiar temperatury tarcia	~ 2 mm pod powierzchnią próbki – termopara zapis cyfrowy i analogowy	~ 2 mm pod powierzchnią próbki – termopara zapis analogowy lub odczyt z miernika

Uwaga: W testerze T-05 wyniki pomiarów gromadzone są w pamięci komputera co umożliwia ich dowolne przetwarzanie i ilustrowanie w zależności od dysponowanego programu. Wyniki badań z maszyny Amslera wymagają żmudnej obróbki. Obróbka komputerowa wyników jest możliwa po uprzednim ich zestawieniu i wprowadzeniu do pamięci komputera.

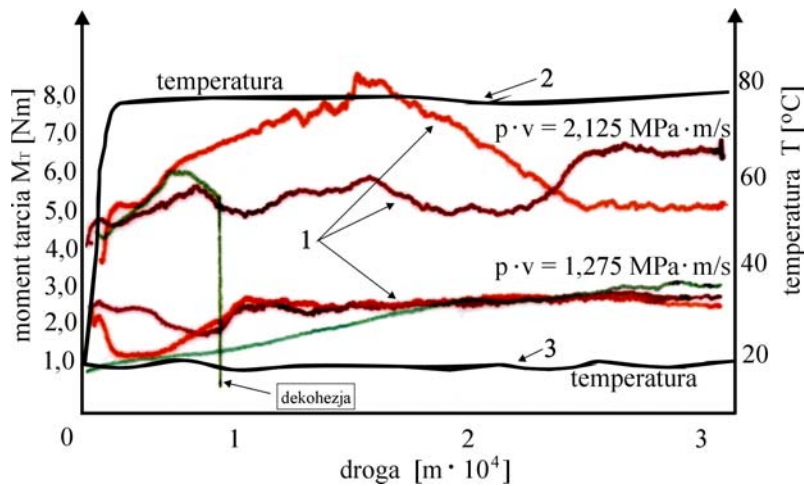
WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Przykład zapisu wyników pomiarów z testera T-05 ilustruje rys. 2 a z maszyny Amslera rys. 3.



Rys. 2. Analogowa jednoczesna rejestracja siły (1) i temperatury (2) tarcia oraz zużycia (3) liniowego (μm) w zależności od czasu (drogi) tarcia otrzymywana z testera T-05.

Fig. 2. Analogues simultaneous registration of load (1) and temperatures (2) of friction and linear wear (μm) (3) in dependence from friction time (way) receiving on T-05 tester

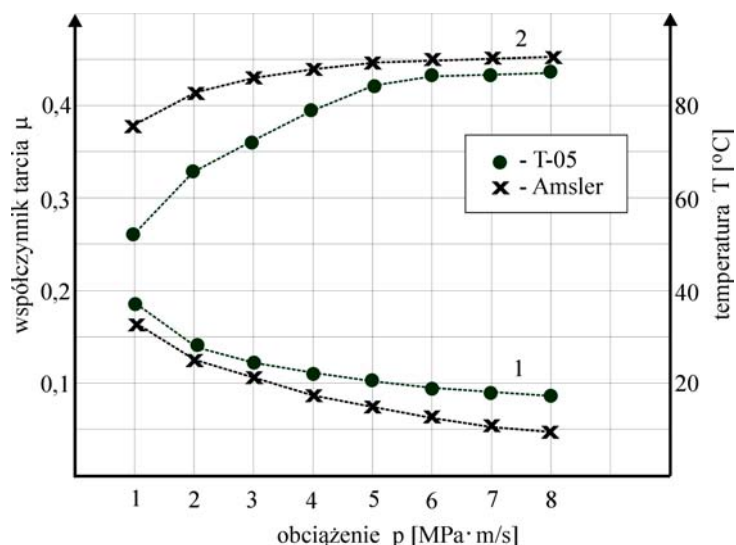


Rys. 3. Analogowa jednoczesna rejestracja (na oddzielnych monogramach) momentu tarcia (1) i temperatury tarcia (2) oraz temperatury otoczenia (3) w zależności od drogi tarcia otrzymana z maszyny Amslera

Fig. 3. Analogues simultaneous registration (on separate homograph) of friction moment (1) and friction temperature (2) and temperature of atmosphere (3) in dependence from friction way receiving on Amsler machine

Bezspornie bardziej dogodną i precyzyjniejszą formą rejestracji danych (dodatkowa rejestracja zużycia) prezentują monogramy z testera T-05. Ponadto tester ten wprowadza do pamięci komputera wartości liczbowe, które mogą być bezpośrednio przetwarzane zgodnie z przyjętym programem. Z maszyny Amslera wartości liczbowe parametrów odczytywane są w ustalonych odstępach czasu wizualnie ze wskaźników przyrządów pomiarowych. W celu oceny przydatności (stopnia zgodności między wynikami badań) ww. aparatury do badań polimerowych kompozytów ślizgowych w warunkach tarcia technicznie suchego przeprowadzono próby pomiaru wybranych własności tribologicznych wykonanego wg własnej receptury i technologii kompozytu o osnowie żywicy fenolowo-formaldehydowej z napełniaczami między innymi PTFE i grafitu. Wykonano przy tych samych parametrach obciążeń ($p \cdot V$) pomiary współczynnika i temperatury tarcia w zależności od skokowo narastającego obciążenia.

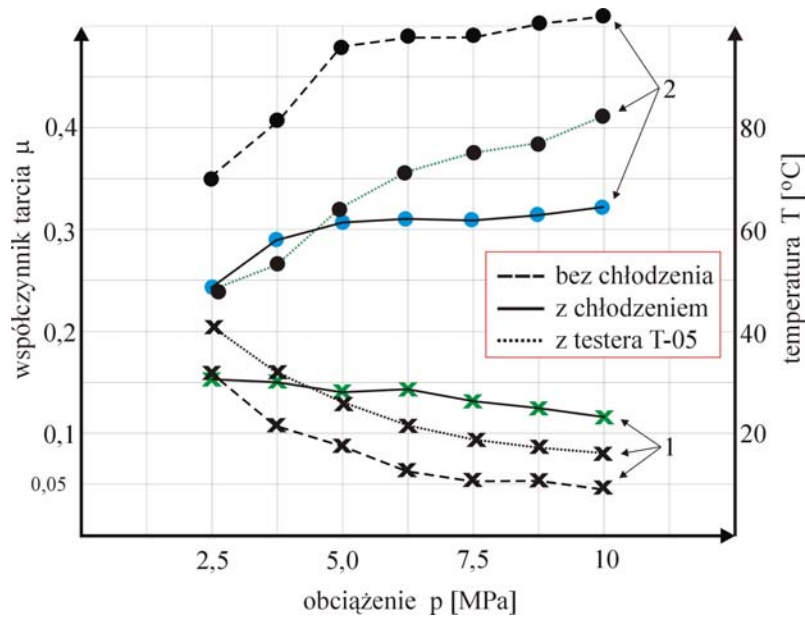
Przedstawione na rys. 4 i 5 wartości uzyskiwano po tarciu, dla przyjętych parametrów obciążeń, na drodze 5000 m.



Rys. 4. Współczynnik tarcia (1) i temperatura tarcia (2) kompozytu PTFE + grafit (BS-11) z lepikiem z żywicy fenolowo – formaldehydowej w zależności od obciążenia (iloczyn p·V)

Fig. 4. Friction coefficient (1) and friction temperature (2) of composite PTFE + graphite (BS-11) with binder with phenol-formaldehyde resin in dependence from load (product p·V)

Analiza wyników (rys. 4) wskazuje w całym przedziale przyjętych obciążeń niższą wartość współczynnika i wyższą temperaturę tarcia dla maszyny Amslera. Zdaniem autorów różnice te wynikają z gorszych warunków odprowadzania ciepła z powierzchni tarcia próbek Amslera spowodowanych głównie większą o ok. 6% powierzchnią przykrycia przeciwpróbki przez kompozytową próbkę. Współczynnik tarcia polimerowych kompozytów jest ściśle zależny od temperatury [3]. W celu sprawdzenia wpływu intensywności odprowadzania ciepła na współczynnik i temperaturę tarcia przeprowadzono na maszynie Amslera próbę cierności tego samego kompozytu w warunkach swobodnego odprowadzania ciepła i chłodzenia przez nawiew na skojarzenie trące powietrza z otoczenia (z prędkością ~ 4 m/s) rys. 5.



Rys. 5. Współczynnik (1) i temperatura (2) tarcia w zależności od nacisku kompozytu (BS-11) przy swobodnym i wymuszonym chłodzeniu uzyskane na maszynie Amslera oraz wyniki uzyskane z testera T-05

Fig. 5. Coefficient (1) and temperature (2) of friction in dependence from pressure of composite (BS-11) by privilege and forced cooling receiving on Amsler machine and on T-05 tester

Wyniki (rys. 5) potwierdziły istotny wpływ intensywności odprowadzania ciepła na współczynnik tarcia i co jest oczywiste – na temperaturę tarcia. Wprowadzenie wymuszonego chłodzenia skojarzenia (na maszynie Amslera) zwiększyły zgodność wyników pomiarów z testerem T-05.

WNIOSKI

Z porównania przydatności testera T-05 i maszyny Amslera oraz zgodności uzyskanych przykładowo ilustrowanych (rys. 4 i 5) wyników badań z ww. kompozytu można wnioskować:

1. Bezwzględne wartości mierzonych na ww. aparaturze wielkości różnią się. Wynika to, zdaniem autorów, z różnicy w intensywności odprowadzania ciepła ze skojarzenia tarcowego spowodowanej różnicą w powierzchni przykrycia przeciwpróbki próbką.
2. Przez wprowadzenie wymuszonego chłodzenia (nawiewu powietrza z otoczenia) do skojarzenia tarcowego maszyny Amslera można zbliżyć wartości do uzyskanych na testerze T-05.
3. Tendencje zmian mierzonych wielkości w zależności od zmian parametrów wymuszeń dla obydwu testerów nie różnią się istotnie.
4. Przewaga testera T-05 nad maszyną Amslera wynika głównie z:
 - szerszego zakresu wyężenia skojarzenia – dla Amslera $p \cdot V = \max 10$ [MPa·m/s] dla testera T-05 $\max 55$ [MPa·m/s];
 - możliwość płynnej zmiany prędkości;
 - sprzęgnięcia z komputerem, co istotnie ułatwia rejestrację i analizę wyników pomiarów.

Uwzględniając jednak znaczną liczbę maszyn Amslera znajdujących się w kraju, duży stopień zgodności wyników obu testerów a także zgromadzona znaczna liczba wyników odniesienia uzyskiwanych od kilkudziesięciu lat w badaniach w różnych krajach ośrodkach, przydatność maszyny Amslera do badań polimerowych kompozytów ślizgowych jest duża, szczególnie do badań wstępnych, badań w ramach prac dydaktycznych a także przy odpowiednim oprzyrządowaniu peryferyjnym do badań weryfikacyjnych.

LITERATURA

1. Szczerek M.: Metodologiczne problemy systematyzacji eksperymentalnych badań tribologicznych. ITeE, Radom, 1997.
1. PN 88/H: Badania wytrzymałości metali. Próba odporności na zatarcie na maszynie Amslera
2. Rymuza Z.: Tribologia polimerów ślizgowych. WNT, Warszawa, 1986.
3. Instrukcja obsługi T-05. Tester typu rolka-klocek. ITE, Zakład Tribologii, Radom.

Correlation of results received from apparatus: amsler and t-05 tester

Summary

The most investigations of the slicking polymers composites were carried out, up today, on Amsler apparatus. This apparatus make possible to loading of specimen to 2000 N by the sliding speed range 0,425 and 0,85 m/s (for counter-specimen Ø 40 mm). T-05 tester enables among others conducting the investigations in wide speed range and computer registration in function of time (friction way, friction moment and wear). The essential difference is observed in the size of covered surface of the role, which for the Amsler Apparatus receive 16%, and for T-05 tester – 10%, what influent, by the same load conditions, for in tensing of head transfer – friction temperature, from value of which are dependent friction resistance and wear intensity. In investigation of sliding polymer composites (receiving from own recipes) there are made the analysis of divergence of the values of friction characteristics.