

Maciej MATUSZEWSKI, Janusz MUSIAŁ, Michał STYP-REKOWSKI
Zakład Obrabiarek i Robotów
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

SPECJALNE TOCZNE PARY KINEMATYCZNE

WPROWADZENIE

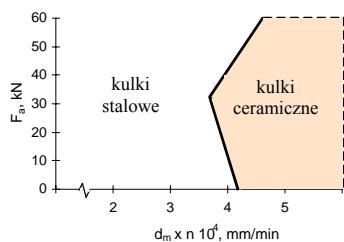
W niniejszej pracy przeprowadzono analizę cech: konstrukcyjnych (materiałowych i geometrycznych) oraz funkcjonalnych łożysk. Porównano je dla łożysk typowych i specjalnych. Znajomość tych relacji jest niezbędna już na etapach projektowania i konstruowania każdej maszyny gdyż w nich podejmowane są decyzje odnośnie ok. 85% kosztów niezbędnych do realizacji całych działań związanych z zaspokojeniem potrzeby przy zaledwie 15% poniesionych kosztów.

PORÓWNANIE CECH KONSTRUKCYJNYCH ŁOŻYSK TYPOWYCH I SPECJALNYCH

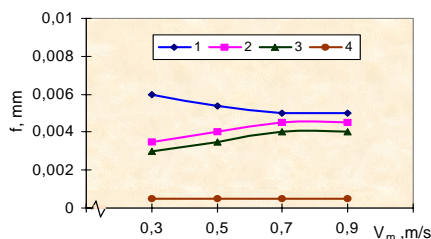
Wymagania stawiane współczesnym maszynom generują sytuacje, w których konieczne jest stosowanie węzłów kinematycznych z nowymi, często niekonwencjonalnymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi. Coraz częściej dotyczy to tocznych węzłów łożyskowych, mimo tego, że stosowane w nich łożyska to elementy w dużym stopniu znormalizowane. Aby sprostać rosnącym wymaganiom stosuje się w nich specjalne łożyska toczne o odmiennych od typowych cechach konstrukcyjnych. Najczęściej różnice występują w zakresie materiałowych cech konstrukcyjnych (MCK) [1,3], lecz bywają także różnice w zakresie cech geometrycznych (GCK) [2].

Typowym materiałem stosowanym w produkcji elementów łożysk tocznych jest stal stopowa, np. o symbolu ŁH15. Łożyska, których elementy wykonano z innego materiału niż powyższy można uznać za specjalne ze względu na MCK.

Gdy łożyska mają funkcjonować w trudnych warunkach (duże obciążenie, temperatura lub prędkość obrotowa) niezbędne staje się stosowanie łożysk z elementami ceramicznymi. Techniczne kryteria doboru takich łożysk mogą być różne. Jeden z przykładów wyznaczenia obszaru stosowania łożysk z kulkami stalowymi bądź ceramicznymi przedstawiono na rys. 1. Do tego celu użyto dwie wielkości określające warunki pracy: obciążenie osiowe (F_a) i szybkobieżność (współczynnik $d_m \cdot n$).



Rys. 1. Obszary stosowania łożysk z kulkami stalowymi i ceramicznymi [1]



Rys. 2. Zależność współczynnika tarcia tocznego i prędkości liniowej kulek dla różnych skojarzeń materiałów (bieżnia/kulka): 1 – PPS/ŁH15, 2 – PPS/POM, 3 – PEEM/POM, 4 – ŁH15/ŁH15 [3]

Gdy warunki pracy są zdecydowanie łżejsze od przeciętnych istnieje możliwość stosowania materiałów charakteryzujących się gorszymi parametrami wytrzymałościowymi niż stal łożyskowa. W literaturze podano przykład zastosowania na kulki i bieżnie polimerowych tworzyw sztucznych: polisiarczku fenylenu (PPS), poliacetalu (POM) oraz polieteroeteroketonu (PEEM). Łożyska, których elementy wykonane były z takich tworzyw pracowały pod obciążeniem 49 N przez założoną liczbę cykli (w tym przypadku - $1,5 \cdot 10^6$ obrotów), przy tarcu nieco większym niż łożyska stalowe – rys. 2.

Pomimo tego, że omówione wyżej tworzywa konstrukcyjne łożysk różnią się znacznie między sobą, każde z nich może dobrze spełniać nałożone funkcje. Koniecznym warunkiem prawidłowego funkcjonowania tych łożysk jest dobór materiału przy wieloaspektowym uwzględnieniu warunków, w jakich mają one pracować.

Geometryczne cechy konstrukcyjne

Drugą grupę cech konstrukcyjnych, ze względu na które łożyska uznaje się za specjalne są GCK. Szczególnie istotne dla funkcjonalnych cech konstrukcyjnych łożysk tocznych są wymiary opisujące strefę kontaktu elementów tocznych i bieżni na pierścieniach zewnętrznym i wewnętrznym. Determinują one bezpośrednio rozkład obciążenia w łożysku a pośrednio jego trwałość i opory ruchu, jakie towarzyszą jego pracy. Istotne są także relacje między poszczególnymi GCK. W wielu przypadkach dla łożysk standardowych są one znormalizowane lub przyjmowane zwyczajowo.

Znane są przykłady przyjmowania innych wartości GCK [2]. Trzeba jednak mieć świadomość, że w konsekwencji zmianie mogą ulec inne cechy funkcjonalne łożysk.

PODSUMOWANIE

Łożyska toczne, które są reprezentatywnymi przedstawicielami złożonych tocznych par kinematycznych można uznać za specjalne z kilku powodów, lecz podstawowymi są ich cechy konstrukcyjne. Przedstawione powyżej porównanie z konieczności ograniczono do przykładów fragmentarycznych. Zbiór łożysk specjalnych jest przy tym zbiorem otwartym: jedne odmiany konstrukcyjne z tego zbioru są usuwane, a jednocześnie inne – dodawane do niego. Przyczynami tego zjawiska bywają zazwyczaj względy konstrukcyjne lub technologiczne.

LITERATURA

- [1] Barylski A.: Technologiczne problemy docierania powierzchni ceramicznych łożysk tocznych. Materiały konferencji „*Postęp w rozwoju łożysk tocznych – ISKRA 100*”. Kielce 1996, s. 235-250.
- [2] Raczyński A.: Podstawy teoretyczne i metodyka konstruowania promieniowych wałeczkowych łożysk tocznych. Zeszyty Naukowe PŁ nr 668, seria Rozprawy naukowe z. 195. Łódź 1993.
- [3] Tsukamoto N., Kiura Y.: Frictional Properties of Various Kinds of Plastics as Rolling Bearings Material. Proc. of 1st World Tribology Congress. London 1997, p.812.

SPECIAL ROLLING KINEMATIC PAIRS

Summary: The paper presents the analysis of constructional, i.e. material and geometric, as well as functional features of rolling bearings. They were compared for standard and special bearings. It also discusses the conventional kinematical pairs with rolling friction which find non-conventional applications. The comparison of these features and knowledge of relations between characteristic quantities of bearings in traditional and special constructional solutions are very useful already at the stage of machine design because at this stage one can decide about ca. 85% of the costs necessary to carry out all activities connected with meeting the demand at only 15% of costs.