



POLITECHNIKA
GDAŃSKA



ARTUR OLSZEWSKI

STUDIA NAD CZYNNIKAMI
WPŁYWAJĄCYMI
NA OBCIĄŻALNOŚĆ
I CHARAKTERYSTYKI
TRIBOLOGICZNE POPRZECZNYCH
HYDRODYNAMICZNYCH
ŁOŻYSK ŚLIZGOWYCH
SMAROWANYCH WODĄ

GDAŃSK 2015

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Janusz T. Cieśliński

REDAKTOR PUBLIKACJI NAUKOWYCH

Michał Szydłowski

REDAKTOR SERII

Marek Szkodo

RECENZENCI

Czesław Dymarski

Jarosław Sęp

REDAKCJA JĘZYKOWA

Agnieszka Frankiewicz

PROJEKT OKŁADKI

Jolanta Cieślawska

Wydano za zgodą

Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem

<http://www.pg.edu.pl/wydawnictwo/katalog>

zamówienia prosimy kierować na adres wydaw@pg.gda.pl

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie
i w jakikolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej
Gdańsk 2015

ISBN 978-83-7348-625-6

SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ	5
1. WSTĘP I GENEZA PODJĘTEJ TEMATYKI BADAWCZEJ	7
2. HYDRODYNAMICZNE ŁOŻYSKA POPRZECZNE SMAROWANE WODĄ – STAN WIEDZY	9
2.1. Rys historyczny	9
2.2. Ogólna charakterystyka łożysk smarowanych wodą	12
2.2.1. Wpływ środka smarowego	12
2.2.2. Zalety	13
2.2.3. Problemy montażowo-eksploatacyjne	15
2.2.4. Materiały ślizgowe	18
2.2.5. Inne możliwości zwiększenia nośności	21
2.3. Grupy łożysk ślizgowych smarowanych wodą	23
2.3.1. Łożyska sztywne	24
2.3.2. Łożyska z podatną panewką	28
2.3.3. Łożyska ceramiczne	35
2.4. Modele teoretyczne łożysk ślizgowych smarowanych wodą oraz specyfika filmu wodnego w styku ślizgowym	40
2.4.1. Modele wykorzystujące równanie Reynoldsa	42
2.4.2. CFD – obliczeniowa mechanika płynów	44
2.4.3. FSI – oddziaływanie struktury z przepływem	45
2.5. Podsumowanie stanu wiedzy	47
2.5.1. Wnioski dotyczące istniejących konstrukcji	47
2.5.2. Wady i zalety	48
2.5.3. Specyfika filmu wodnego i możliwości zwiększenia nośności	48
2.5.4. Metodyka projektowania i metody obliczeniowe	49
3. SFORMUŁOWANIE PROBLEMATYKI BADAWCZEJ	51
4. BADANIA TEORETYCZNE	53
4.1. Model łożyska ze sztywną panewką wykorzystujący klasyczne równanie Reynoldsa	53
4.1.1. Model fizyczny	54
4.1.2. Model matematyczny	55
4.1.3. Pre- i post procesor	57
4.1.4. Panewka modelowa	58
4.1.5. Porównanie łożyska smarowanego wodą i olejem	58
4.1.6. Analiza wpływu przyjętego modelu wymiany ciepła	61
4.1.7. Wpływ wartości luzu łożyskowego na nośność i rozkład ciśnienia hydrodynamicznego	62
4.1.8. Wpływ błędów wykonania panwi	66
4.2. Model FSI	67
4.2.1. Model FSI łożyska z panewką sztywną	68

4.2.2. Model FSI łożyska z panewką podatną	75
4.2.3. Wpływ zmiany prędkości obrotowej	78
4.2.4. Wpływ wartości nacisków średnich	83
4.2.5. Wpływ podatności panewki	87
4.2.6. Wpływ wartości luzu łożyskowego	90
4.3. Wnioski z badań teoretycznych	92
5. BADANIA DOŚWIADCZALNE ŁOŻYSK	98
5.1. Cel i obiekty badań doświadczalnych	98
5.2. Stanowisko badawcze	98
5.2.1. Głowica badawcza i sposób przenoszenia obciążeń	100
5.2.2. Układ pomiaru momentu tarcia	101
5.2.3. Zespół napędowy i układ automatycznego sterowania	102
5.2.4. Układy hydrauliczne	103
5.2.5. Dane techniczne	104
5.3. Badania porównawcze łożysk smarowanych wodą	104
5.3.1. Metodyka badań	104
5.3.2. Wał i głowica badawcza	105
5.3.3. Badane łożyska	108
5.3.4. Wyniki badań łożyska sztywnego	111
5.3.5. Wyniki badań łożyska gumowego	121
5.3.6. Wyniki badań łożyska polimerowego	127
5.4. Porównanie wyników badań doświadczalnych i teoretycznych	133
5.5. Podsumowanie i wnioski z wyników badań łożyska metalowego, gumowego i polimerowego	134
6. BUDOWA PROTOTYPÓW	142
6.1. Łożysko foliowe smarowane wodą	142
6.1.1. Koncepcja	142
6.1.2. Optymalizacja geometrii folii sprężystej i ślizgowej	143
6.1.3. Projekt	144
6.1.4. Opracowanie technologii wykonania folii podpierającej	145
6.1.5. Prototypy łożysk foliowych	146
6.1.6. Wnioski z badań pierwszych prototypów łożysk foliowych	151
6.2. Łożyska foliowe drugiej generacji	151
6.2.1. Koncepcja łożyska foliowego drugiej generacji	151
6.2.2. Doświadczalne badania charakterystyk sztywnościowych materiałów przeznaczonych do budowy prototypów łożysk foliowych drugiej generacji	154
6.2.3. Prototypy łożysk foliowych drugiej generacji	155
7. WNIOSKI KOŃCOWE I PODSUMOWANIE	159
7.1. Wnioski z przeprowadzonych badań	159
7.2. Podsumowanie i wnioski dotyczące dalszych badań	164
7.3. Podziękowania	167
BIBLIOGRAFIA	168