

Politechnika Warszawska

Wydział Transportu

Zakład Podstaw Budowy Urządzeń Transportowych

Studia stacjonarne I stopnia

Specjalność: inżynieria bezpieczeństwa i ekologia transportu

Przedmiot: diagnostyka techniczna II – laboratorium

Temat ćwiczenia:

DIAGNOSTYKA USZKODZEŃ ŁOŻYSKA TOCZNEGO

1. Wstęp

Celem ćwiczenia jest badanie i identyfikacja na stanowisku diagnostycznym typowych uszkodzeń łożysk tocznych.

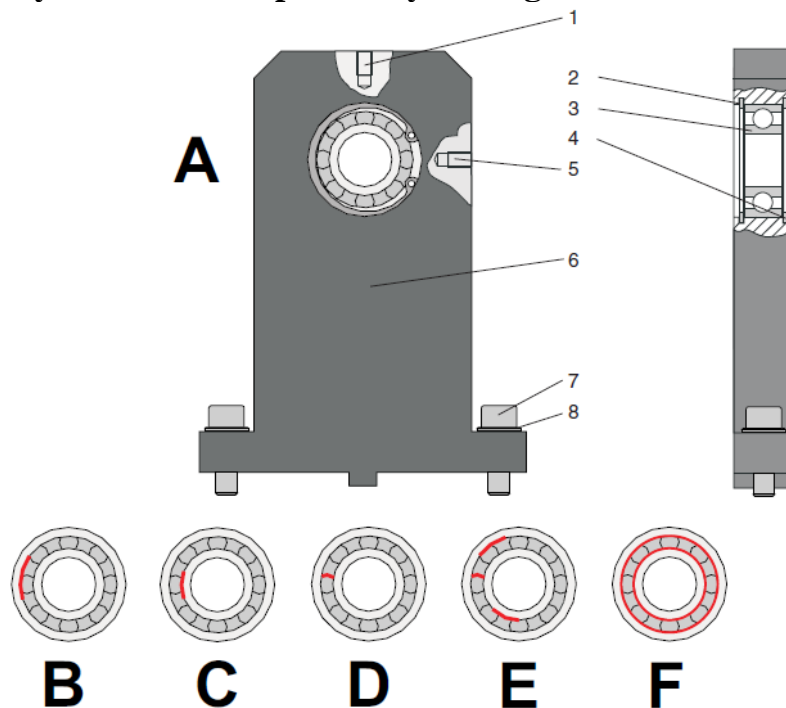
Uszkodzenie łożysk charakteryzuje się zwiększeniem poziomu hałasu oraz drgań maszyn lub urządzeń. W ćwiczeniu, do badania tych uszkodzeń wykorzystano stanowisko diagnostyczne PT 500 firmy GUNT [1] oraz czujniki pomiarowe drgań Brüel & Kjaer.

Badanie łożysk polega na rejestracji sygnałów drgań (np. przyspieszeń w wybranym punkcie maszyny) i poszukiwaniu charakterystycznych częstotliwości tych drgań, które odpowiadają określonym uszkodzeniom łożysk. Takie charakterystyczne częstotliwości nazywamy symptomami uszkodzeń..

2. Badanie uszkodzeń łożysk tocznych

Zestaw do badania uszkodzeń łożysk tocznych składa się z oprawy (korpusu) łożyskowej (rys.1), sześciu łożysk o różnych uszkodzeniach oraz przekładni pasowej. Przed rozpoczęciem eksperymentu należy za pomocą dołączonego do zestawu narzędzia zamontować w oprawie odpowiednie łożysko.

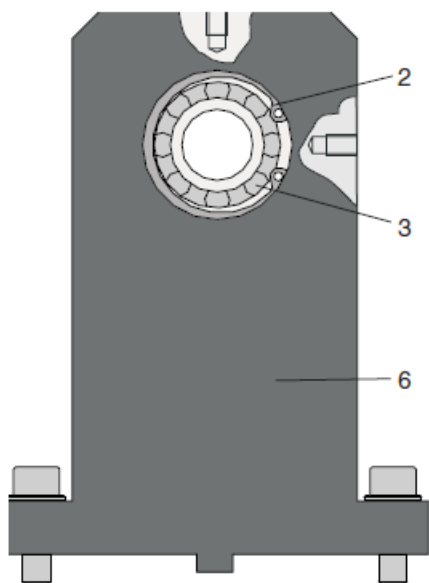
2.1. Elementy składowe korpusu łożyskowego



- | | |
|---|---|
| A Łożysko sprawne | 1 Otwór gwintowany M8x8 do mocowania czujnika |
| B Łożysko z uszkodzoną zewnętrzną bieżnią | 2 Pierścień zabezpieczający 42x1.75 |
| C Łożysko z uszkodzoną wewnętrzną bieżnią | 3 Łożysko kulkowe |
| D Łożysko z uszkodzoną kulką | 4 Pierścień zabezpieczający 42x1.75 |
| E Łożysko z uszkodzeniami jak w B, C i D | 5 Otwór gwintowany M8x8 do mocowania czujnika |
| F Kompletnie zniszczone łożysko | 6 Oprawa łożyska |
| | 7 Śruba mocująca M8x25 |
| | 8 Podkładka |

Rys. 1. Korpus łożyskowy

2.2. Wymiana łożyska



Kolejność wykonywania czynności

- Wyłączyć silnik elektryczny
- Otworzyć osłonę zabezpieczającą
- Odkręcić oprawę łożyska od podstawy
- Zdjąć oprawę łożyska z wałka
- Zdjąć zabezpieczenie łożyska za pomocą narzędzia będącego w zestawie
- Usunąć łożysko z oprawy
- Zamontować nowe łożysko
- Zamontować zabezpieczenie łożyska
- Zamontować oprawę łożyska

Rys. 4.2. Opis wymiany łożyska

2.3. Eksploatacja

Łożyska muszą być nasmarowane czystym olejem (za wyjątkiem łożyska zniszczonego). Jeśli łożyska narażone są na zanieczyszczenie powinny być okresowo oczyszczane w nafcie a następnie za pomocą sprężonego powietrza i dla uniknięcia korozji nasmarowane.

2.4. Bezpieczeństwo

Zagrożenie dla zdrowia



Uwaga!

Ryzyko uszkodzenia ciała przez obracające się elementy. Używaj urządzenia tylko przy zamkniętej osłonie.

Zagrożenie dla sprzętu



Uwaga!

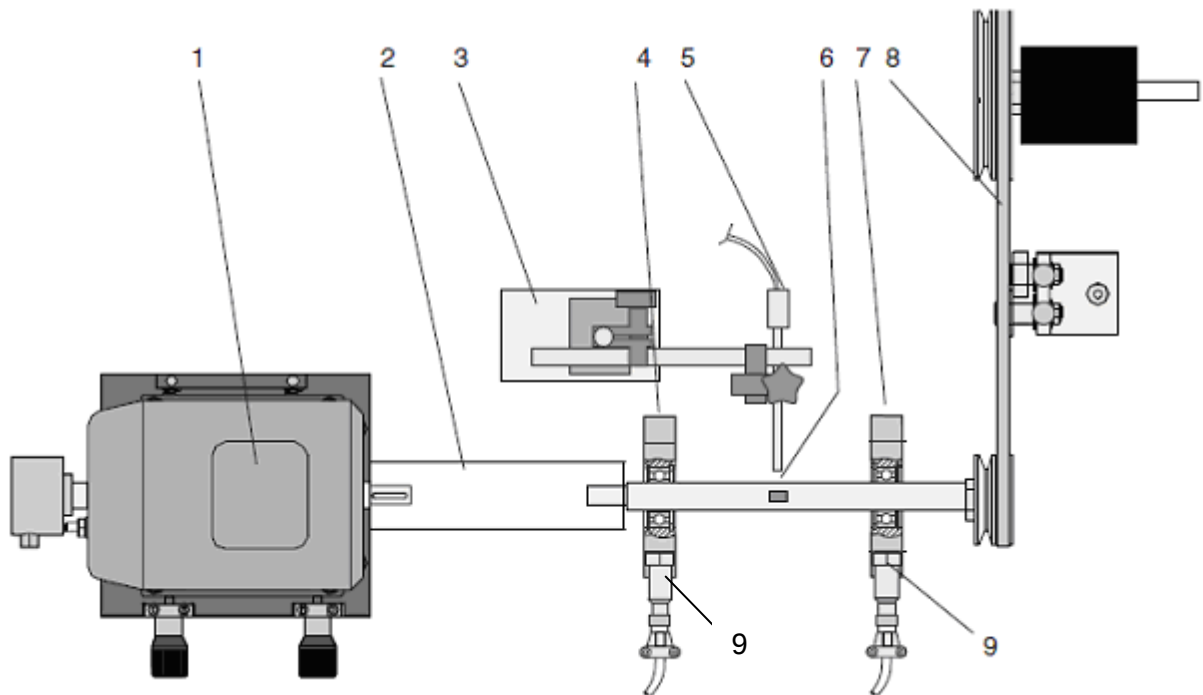
Upewnić się czy łożysko jest poprawnie zamontowane i nasmarowane olejem.

3. Opis stanowiska i przebieg ćwiczenia

Podczas ćwiczenia możliwa jest obserwacja stanu łożyska i zespołu, w którym jest ono zamontowane.

3.1. Wyposażenie i obsługa stanowiska pomiarowego (rys. 3)

- PT 500 - stanowisko do badania uszkodzeń urządzeń
- PT 500.02 (03) - zestaw do rejestracji drgań Brüel & Kjaer
- PT 500.14 - przekładnia pasowa.



- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 silnik elektryczny, | 6 krótki wałek z odblaskową naklejką, |
| 2 sprzęgło, | 7 oprawa łożyska z zestawu PT 500.12 z |
| 3 płyta stalowa z magnetycznym | uszkodzonym łożyskiem, |
| uchwytem, | 8 przekładnia pasowa, |
| 4 oprawa łożyska z zestawu PT 500 z | 9 czujnik przyspieszenia (zamocowany |
| nieuszkodzonym łożyskiem, | poziomo). |
| 5 czujnik prędkości obrotowej, | |

Rys. 3. Schemat stanowiska do badania uszkodzeń łożysk

Kolejność wykonania czynności montażowych

- Zamontować silnik elektryczny (1) do podstawy
- Podłączyć jednostkę sterującą silnikiem
- Zamontować krótki wał (6) z oprawą łożyska z zestawu PT500 oraz oprawę łożyska z uszkodzonym łożyskiem (B). Połączyć wał (6) z silnikiem za pomocą sprzęgła
- Ustawić oprawę z uszkodzonym łożyskiem tak, by możliwe było zamontowanie na końcu wału małego koła pasowego
- Zamocować małe koło pasowe za pomocą mocowania zaciskowego
- Skompletować przekładnię pasową montując duże koło pasowe oraz mechanizm napinający pasek klinowy
- Zamontować czujnik drgań do obudowy uszkodzonego łożyska
- Zamontować płytę stalową oraz uchwyt magnetyczny wraz czujnikiem prędkości obrotowej
- Nakleić taśmę odblaskową na wałek
- Ustawić napięcie paska klinowego.

Uruchomienie pomiarów

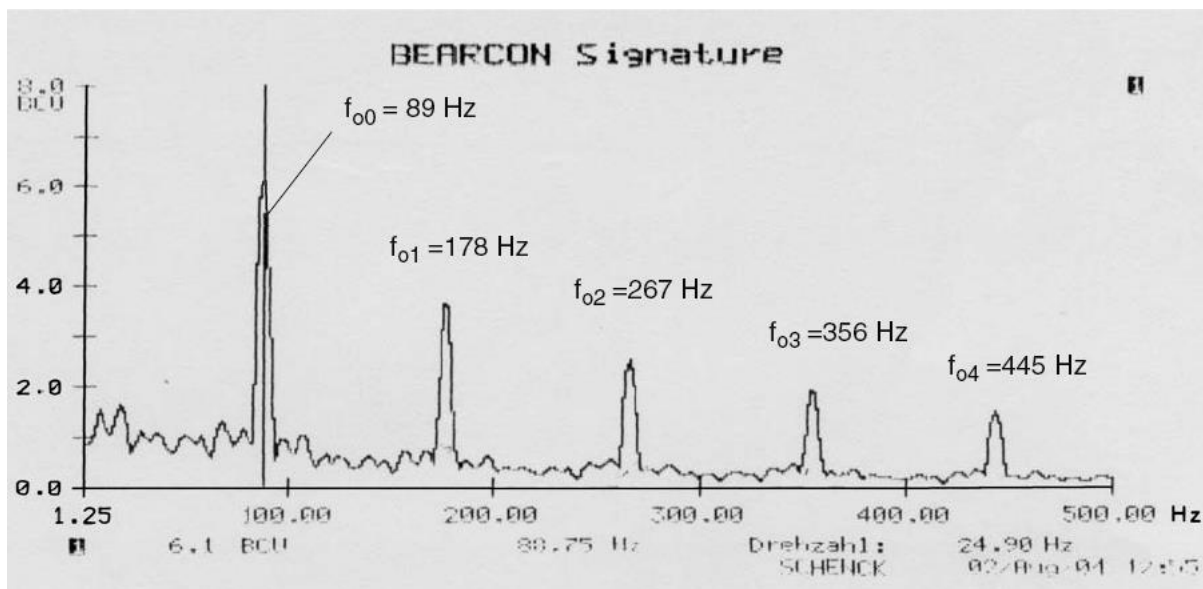
- Podłączyć czujniki drgań do aparatury pomiarowej
- Skonfigurować aparaturę pomiarową jak niżej

Ustawienia czujników		
	1	2
Wejście	aktywne	aktywne
Typ czujnika	akcelerometr	akcelerometr
Czułość	100 mV/g	100 mV/g
Zakres pomiarowy	20 (zmienny)	20 (zmienny)

Ustawienia dla sygnału odniesienia	
Zewnętrzne	aktywne
Poziom sygnału wyzwalającego	50%
Krawędź sygnału wyzwalającego	dodatnia
Jednostka prędkości obrotowej	obr/min
Prędkość / odniesienie	1 / 1

- Opuścić osłonę
- Włączyć sterownik silnika elektrycznego
- Sprawdzić kierunek obrotów
- Uruchomić silnik
- Ustawić prędkość obrotową na 1500 obr/min
- Odczytać i zapisać charakterystykę widmową.

3.2. Łożysko z uszkodzoną bieżnią zewnętrzną (B)

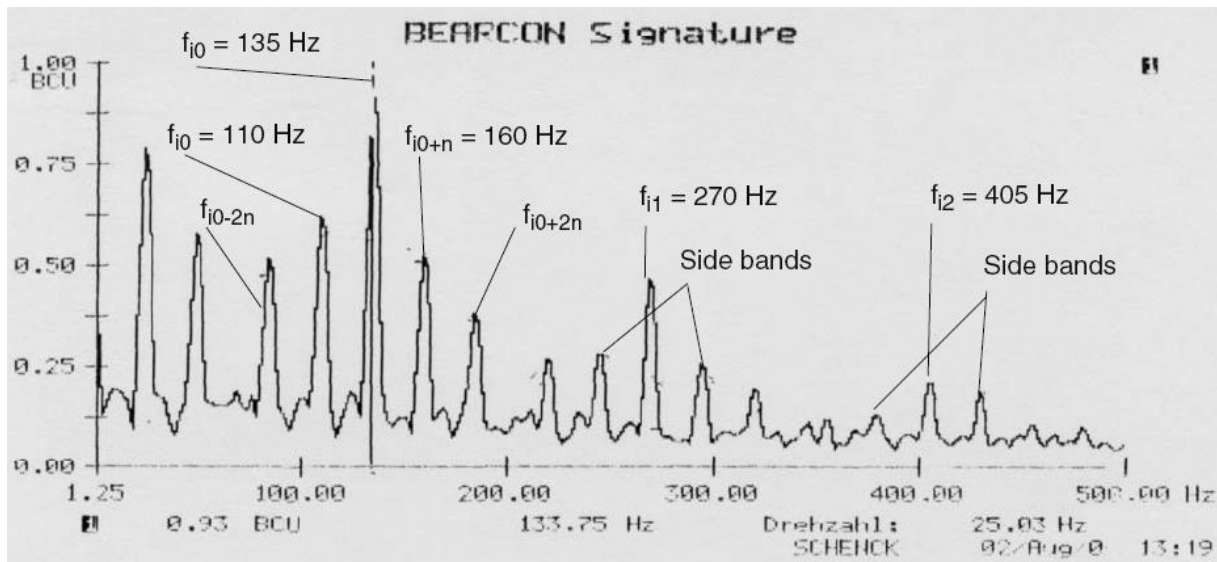


Rys. 4. Charakterystyka widmowa dla łożyska B przy 1500 obr/min

Cechy uszkodzeń bieżni zewnętrznej

Uszkodzenie lokalne bieżni zewnętrznej powoduje, że każda kulka uderza podczas pracy łożyska w to miejsce. To uderzenie jest identyfikowane w postaci częstotliwości charakterystycznej występującej w widmie. Jak wynika z rys. 4, częstotliwość charakterystyczna (podstawowa) uszkodzenia dla łożyska B, to $f_{o0}=89\text{Hz}$. Częstotliwości odpowiadające wielokrotności częstotliwości charakterystycznej uszkodzenia, to kolejne harmoniczne (od f_{o1} do f_{o4}) drgań spowodowane uderzeniami kulek o zewnętrzny pierścień łożyska.

3.3. Łożysko z uszkodzoną bieżnią wewnętrzną (C)



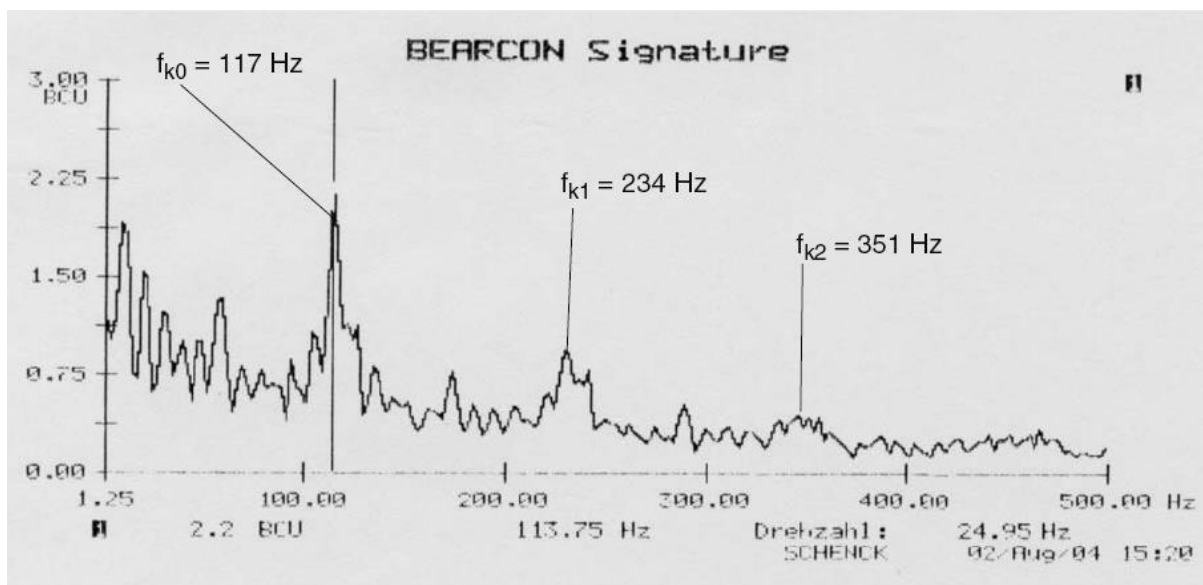
Rys. 5. Charakterystyka widmowa dla łożyska C przy 1500 obr/min

Cechy uszkodzeń bieżni wewnętrznej

Na podstawie pomiaru można ustalić, że częstotliwość charakterystyczna (podstawowa) tego uszkodzenia wynosi $f_{i0}=135\text{Hz}$ (rys. 5), zaś kolejne harmoniczne odpowiednio $f_{i1}=270\text{Hz}$ i $f_{i2}=405\text{Hz}$.

W przedziałach $\pm 25\text{Hz}$ względem harmonicznych f_{i0} , f_{i1} , f_{i2} , można zaobserwować tzw. boczne pasma (side bands) częstotliwości, zaznaczone na rys. 5.

3.4. Łożysko z uszkodzoną kulką (D)

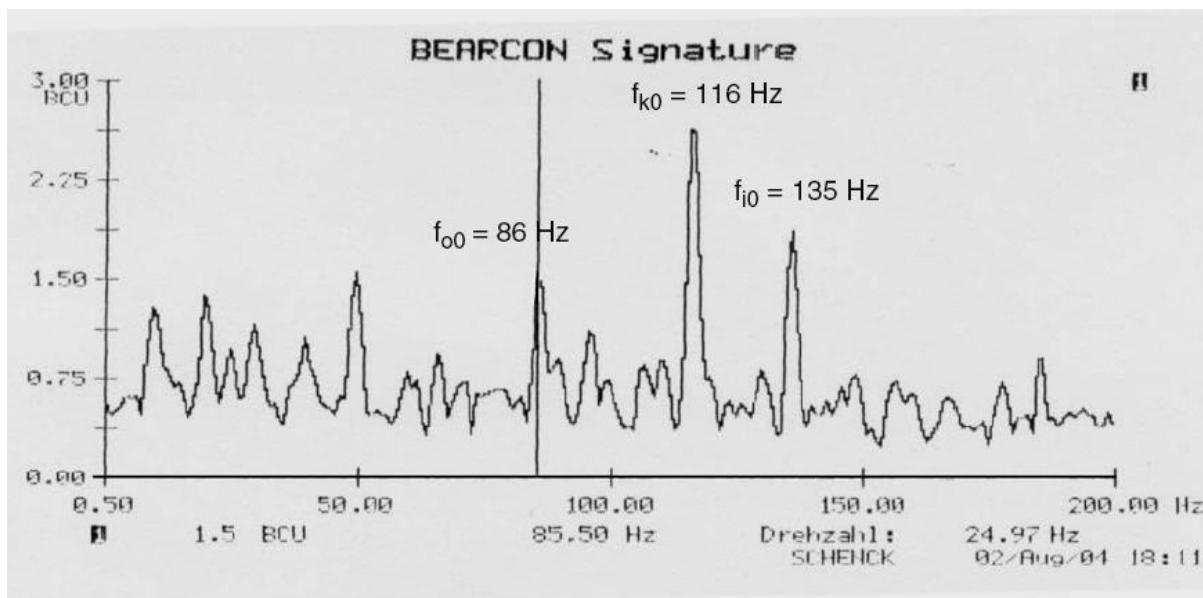


Rys. 6. Widmo częstotliwości dla łożyska D przy 1500 obr/min

Cechy uszkodzeń kulki (kulek) łożyska

Z pomiaru uzyskujemy częstotliwość charakterystyczną uszkodzenia $f_{k0}=117\text{Hz}$ (rys.6). Ponadto mogą być zaobserwowane pierwsza i druga harmoniczna przy 234 i 351Hz. Łożysko z uszkodzoną kulką, nie przy każdym obrocie wywołuje drgania; może to powodować nieregularność wykresu oraz to, że nie w każdym pomiarze będzie on wyglądał tak samo.

3.5.Łożysko z uszkodzonymi bieżniami zewnętrzną i wewnętrzną oraz kulką (E)



Rys. 7. Charakterystyka widmowa dla łożyska E przy 1500 obr/min

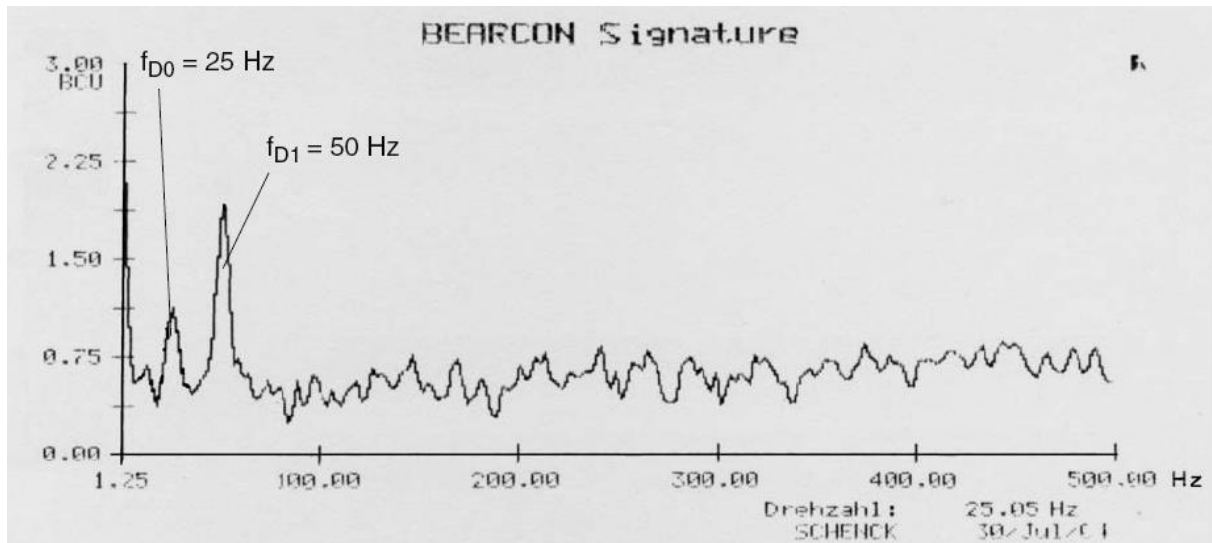
Cechy uszkodzeń obu bieżni i kulki łożyska (rys. 7)

Częstotliwość charakterystyczna uszkodzenia bieżni zewnętrznej: $f_{00}=86\text{Hz}$.

Częstotliwość charakterystyczna uszkodzenia bieżni wewnętrznej: $f_{i0}=135\text{Hz}$.

Częstotliwość charakterystyczna uszkodzenia kulki: $f_{k0}=116\text{Hz}$.

3.6. Łożysko niesprawne (F)

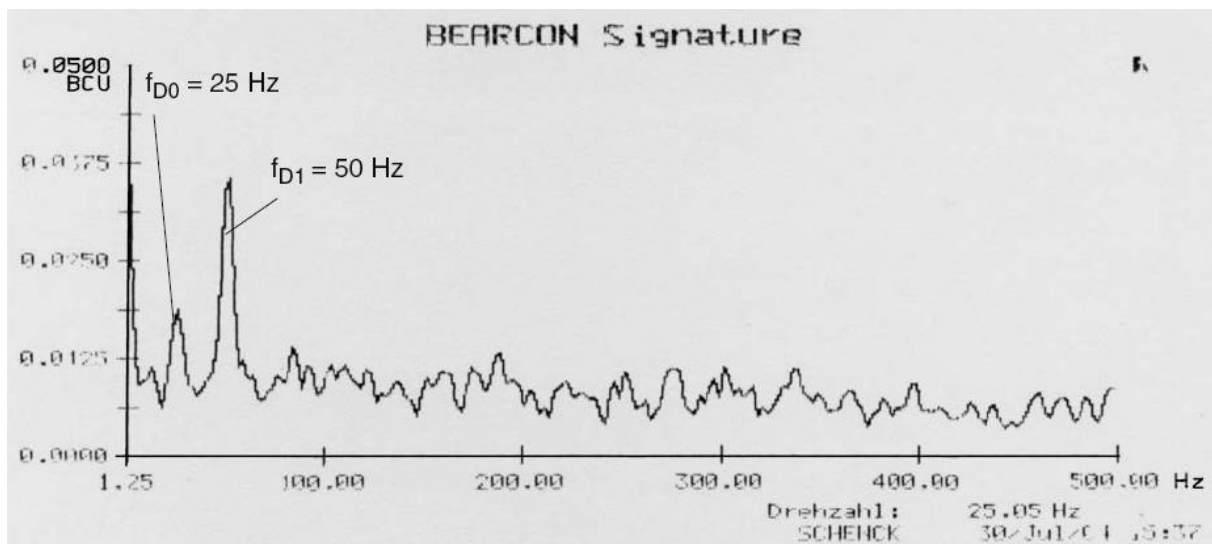


Rys. 8. Charakterystyka widmowa dla łożyska F przy 1500 obr/min

Cechy łożyska niesprawnego

Łożysko niesprawne F charakteryzuje się wyższym hałasem podczas pracy niż łożysko sprawne A bez uszkodzeń. Częstotliwość charakterystyczna pracy łożyska niesprawnego to $f_{D0}=25\text{Hz}$ a pierwsza harmoniczna $f_{D1}=50\text{Hz}$ (rys. 8).

3.7. Łożysko bez uszkodzeń (A)



Rys. 9. Widmo częstotliwości dla łożyska A przy 1500 obr/min.

Cechy łożyska bez uszkodzeń to:

- niski poziom hałasu,
- częstotliwość charakterystyczna łożyska wynosi w tym przypadku $f_{D0}=25\text{Hz}$ a pierwsza harmoniczna $f_{D1}=50\text{Hz}$ (rys. 9).

3.8. Dane techniczne badanego łożyska tocznego

Łożyska: toczne kulkowe jednorzędowe typu 6004

Wymiary: $d = 20 \text{ mm}$, $D = 42 \text{ mm}$, $B = 12 \text{ mm}$

Średnica odniesienia: 31 mm

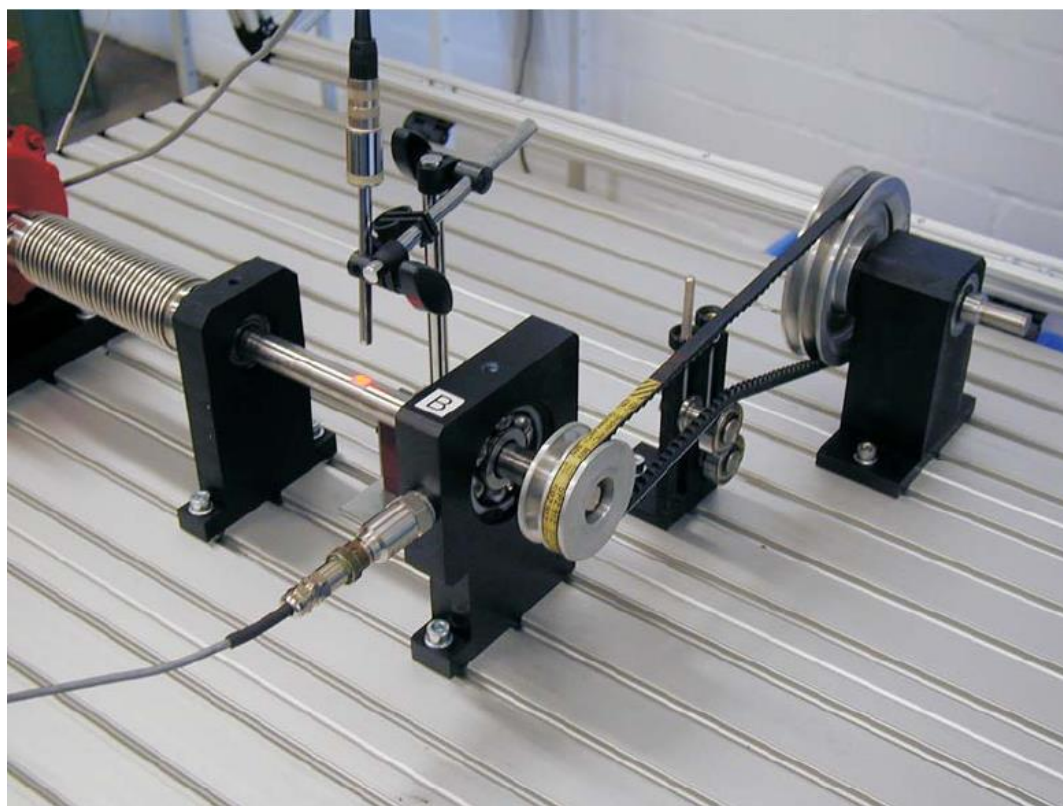
Średnica kulki: 6,35 mm

Liczba kulek: 9.

Prędkość obrotowa n [obr/min] wału wywołuje częstotliwości charakterystyczne drgań opisanych wzorami w tabeli 1.

Tabela 1. Wzory na częstotliwości charakterystyczne drgań układu z badanym łożyskiem tocznym

Parametr	Wzór na częstotliwość
częstotliwość obrotów bieżni wewnętrznej	$f_{Ri} [Hz] = 1,0 \cdot \frac{n[obr / min]}{60}$
częstotliwość charakterystyczna dla uszkodzenia wewnętrznej bieżni	$f_i [Hz] = 5,42 \cdot \frac{n[obr / min]}{60}$
częstotliwość charakterystyczna dla uszkodzenia zewnętrznej bieżni	$f_o [Hz] = 3,58 \cdot \frac{n[obr / min]}{60}$
częstotliwość charakterystyczna dla uszkodzenia kulki	$f_r [Hz] = 4,68 \cdot \frac{n[obr / min]}{60}$
częstotliwość obrotów kosza kulek	$f_c [Hz] = 0,398 \cdot \frac{n[obr / min]}{60}$
częstotliwość obrotów kulek	$f_K [Hz] = 2,34 \cdot \frac{n[obr / min]}{60}$



Rys. 10. Stanowisko pomiarowe. Obciążenie łożyska jest realizowane za pomocą przekładni pasowej.

4. Zawartość sprawozdania

- 1) Strona tytułowa (patrz zał. 1)
- 2) Cel i zakres ćwiczenia
- 3) Schemat stanowiska pomiarowego
- 4) Opis przebiegu ćwiczenia
- 5) Opis wyników pomiarów dla poszczególnych rodzajów uszkodzeń łożysk. Obliczenie częstotliwości charakterystycznych dla zadanej prędkości obrotowej wału i porównanie z wykresem pomiarowym
- 6) Wnioski

Uwaga!

Sprawozdanie powinno być wykonane w postaci elektronicznej i wydrukowane.

Wszystkie strony sprawozdania zszyć w jednym miejscu (lewy górny róg strony)

5. Literatura

- [1] PT 500 – Machinery fault trainer, Experiment instruction. GUNT Gerätebau GmbH, Barsbüttel, Germany, 10/2004.

Politechnika Warszawska
Wydział Transportu

Studia stacjonarne I stopnia
Specjalność: inżynieria bezpieczeństwa i ekologia transportu

Przedmiot: diagnostyka techniczna II - laboratorium

Sprawozdanie z ćwiczenia:

Diagnostyka uszkodzeń łożyska tocznego

Zespół nr		Ocena		
Lp.	Nazwisko Imię	Sprawozdanie	Sprawdzian	Końcowa
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Data wykonania ćwiczenia (dd.mm.rrrr)	
Data oddania sprawozdania (dd.mm.rrrr)	