

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 WIRUJĄCEGO WAŁU

1. Wstęp

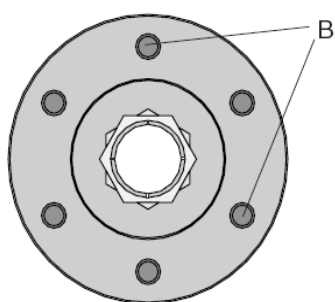
Celem ćwiczenia jest badanie wirującego wału z symulowanym pęknięciem. Diagnostyka wału jest oparta o analizę widma sygnału pomiarowego w postaci przyspieszeń.

Jednostka PT 500.11 – „Zestaw do wykrywania pęknięć obracającego się wału” – umożliwia symulacje tych pęknięć i ich analizę widmową [1]. Pęknięcia związane ze zmęczeniem materiału są bardzo niebezpieczne podczas pracy maszyny a awaria spowodowana zmęczeniem materiału skutkuje zazwyczaj poważnymi konsekwencjami.

Pęknięcia zmęczeniowe wału wywołują większe drgania, ponieważ zmienne ulega jego sztywność. Zmiany te mogą być wykryte za pomocą pomiaru drgań wału.

2. Opis stanowiska

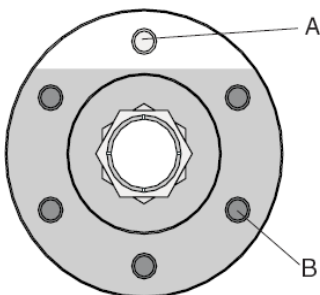
2.1. Symulacja pęknięcia wału



Charakterystyczne zachowanie wału z pęknięciem jest symulowane przez niesymetryczne połączenie śrubowe flanszy z tarczą montażową.

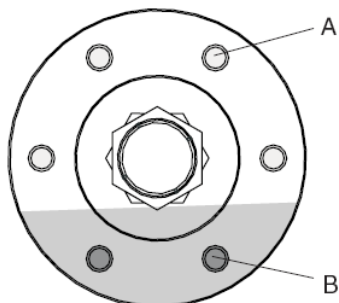
Flansza (kołnierz) połączona sztywno z wałem jest przymocowana do tarczy montażowej za pomocą sześciu symetrycznie rozmieszczonych śrub ze specjalnymi podkładkami. Możliwe jest połączenie flanszy z tarczą na sztywno (rys. 1) lub w sposób, który umożliwia rozchylanie się powierzchni styku symulując w ten sposób pęknięcie (rys. 2).

Rys. 1. Wał bez pęknięć – flansza przymocowana na sztywno sześcioma śrubami



Jeśli przynajmniej jedna śruba nie jest dokręcona na sztywno lub usunięta (A), to wał obracając się jest zginany (rys. 2). Takie połączenie powoduje powstawanie szczeliny między powierzchniami styku w miejscu gdzie śruba nie jest dokręcona. Jest to bardzo podobne do pęknięcia wału. Aby wzmocnić efekt powstania szczeliny w połączeniu, napina się odpowiednio pas przekładni – wywołując zginanie wirującego wału.

Rys. 2. Wał z małym pęknięciem – flansza połączona za pomocą pięciu śrub



Uwaga !

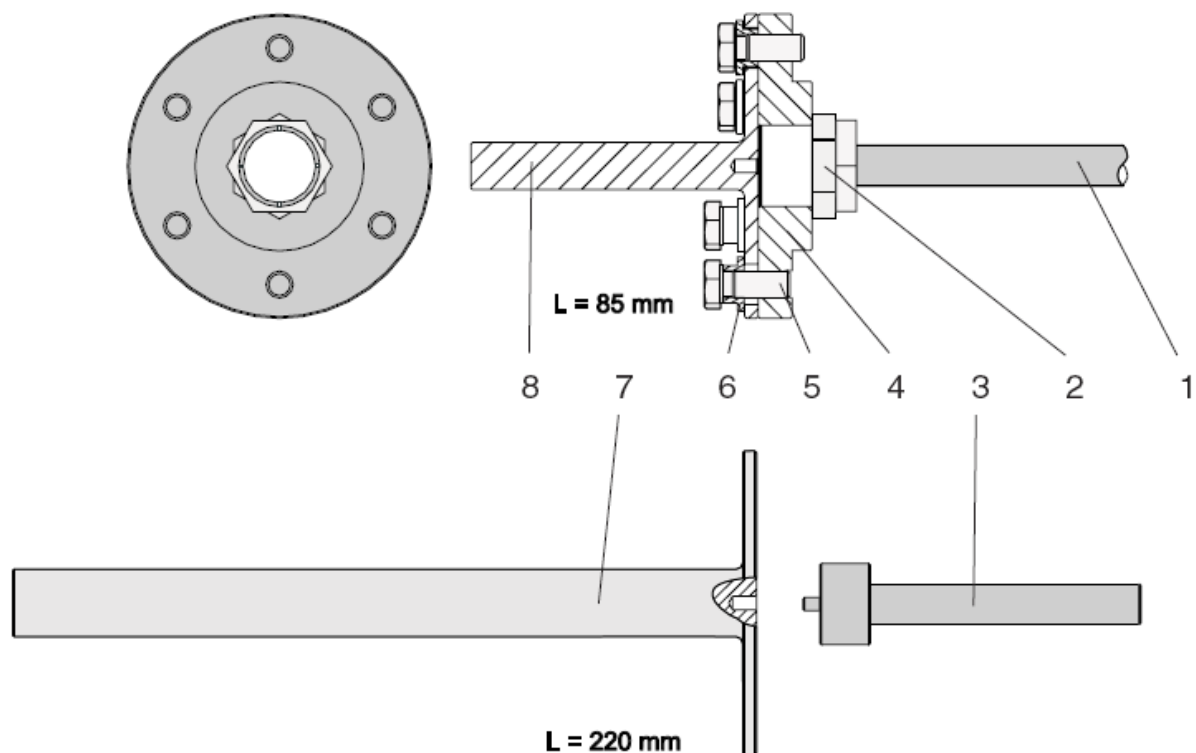
Minimum dwie śruby muszą być odpowiednio dokręcone (bez luzu). Jest to skrajny dopuszczalny przypadek połączenia flanszy z tarczą (rys. 3).

A – luźne połączenie,
B – połączenie na sztywno.

Rys. 3. Wał z największym możliwym do zasymulowania pęknięciem – flansza dokręcona dwiema śrubami

2.2. Elementy składowe połączenia

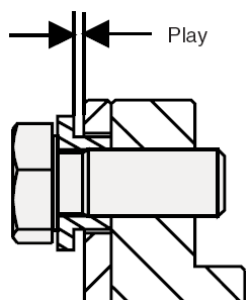
Elementy połączenia flanszy i tarczy pokazano na rys. 4.



- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. wał napędowy | 5. śruby z łbami sześciokątnymi |
| 2. złącze zaciskowe | 6. podkładka |
| 3. przyrząd do centrowania flanszy | 7. flansza z długim wałem (do zamocowania masy) |
| 4. tarcza montażowa | 8. flansza z krótkim wałem (do współpracy z przekładnią pasową) |

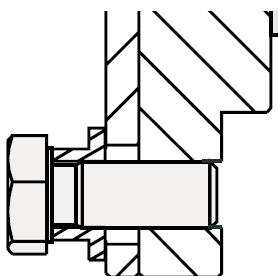
Rys. 4. Schemat stanowiska PT 500.11

2.3. Montaż flanszy i symulacja pęknięcia



- Przyłożyć do siebie flanszę (rys 2.4 nr 7 lub 8) i tarczę montażową (4), następnie wycentrować je za pomocą przyrządu (3), włożyć odpowiednio podkładki i skręcić śrubami (5)
- Sposób ustawienia podkładki zależy od tego czy symulujemy wał sprawny czy pęknięty.
- Ustawienie podkładki do uzyskania luźnego połączenia pokazano na rys. 5. Kiedy zaś odwrócimy ją, połączenie będzie sztywne (rys.6).

Rys. 5. Ustawienie podkładki w połączeniu luźnym



- Zastosować podkładkę do połączenia sztywnego tarczy montażowej i flanszy, tak jak na rys. 6. W tym przypadku tarcza montażowa i flansa są połączone śrubą bez luzu.
- Wstawić złącze zaciskowe w otwór w tarczy montażowej.
- Zamontować „wał z pęknięciem” na stanowisku za pomocą złącza zaciskowego (2) pokazanego na rys. 4.

Rys. 6. Ustawienie podkładki w połączeniu sztywnym



Uwaga !

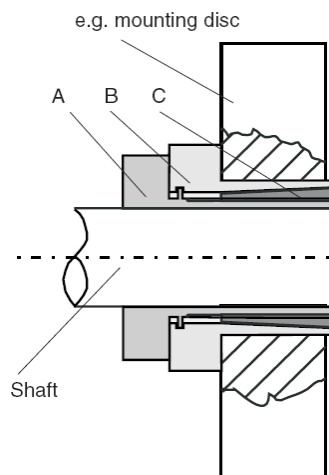
Minimum dwie śruby na obwodzie flanszy muszą być dokręcone na sztywno (bez luzu)

2.4. Mocowanie flanszy oraz tarczy montażowej na wale napędowym.

Aby zabezpieczyć tarczę montażową za pomocą złącza zaciskowego na wale napędowym należy (rys. 7):

- Zluzować połączenie zaciskowe oraz zamontować tarczę montażową na wał napędowy.
- Sprawdzić czy złącze zaciskowe jest dobrze osadzone w otworze tarczy montażowej.
- Dokręcić zewnętrzną śrubę (A), trzymając jednocześnie śrubę wewnętrzną (B). Podczas skręcania stożek (C) jest wciągany pomiędzy wewnętrzną a zewnętrzną śrubę. Powoduje to złączenie wału i tarczy montażowej.

Żeby poluzować połączenie zaciskowe należy trzymać śrubę wewnętrzną (B) i odkręcać śrubę zewnętrzną (A). Gdy pokonamy pierwszy opór odkręcać dalej, aż do kolejnego wzrostu oporu. Zapewni to możliwość łatwego ponownego montażu złącza na wale i w tarczy montażowej.



Rys. 7. Złącze zaciskowe

2.5. Bezpieczeństwo

Zagrożenie dla zdrowia



Uwaga!

Ryzyko uszkodzenia ciała przez obracające się elementy.
Uruchamiać urządzenie tylko przy zamkniętej osłonie.

Zagrożenie dla sprzętu



Uwaga!

Nie przekraczać maksymalnych dopuszczalnych wartości parametrów (patrz dane techniczne)
Minimum dwie z sześciu śrub mocujących flanszę do tarczy montażowej muszą być skręcone na sztywno.
Maksymalne napięcie końca wału flanszy przy badaniu pękniętego wału wynosi 70 N.

3. Eksperyment

3.1. Symulacja z użyciem wału krótkiego

Pęknięcie wału jest w pierwszym przypadku symulowane za pomocą flanszy z krótkim wałem. Stałe obciążenie wału jest generowane za pomocą przekładni pasowej. Podczas próby z wałem bez pęknięć, wszystkie śruby są dokręcone bez luzu (ustawienia podkładek jak na rys. 6). Podczas próby z pękniętym wałem cztery śruby spośród sześciu są dokręcone tak, aby zapewnić luz między flanszą a tarczą montażową. (rys. 5).

3.2. Przygotowanie i przebieg ćwiczenia

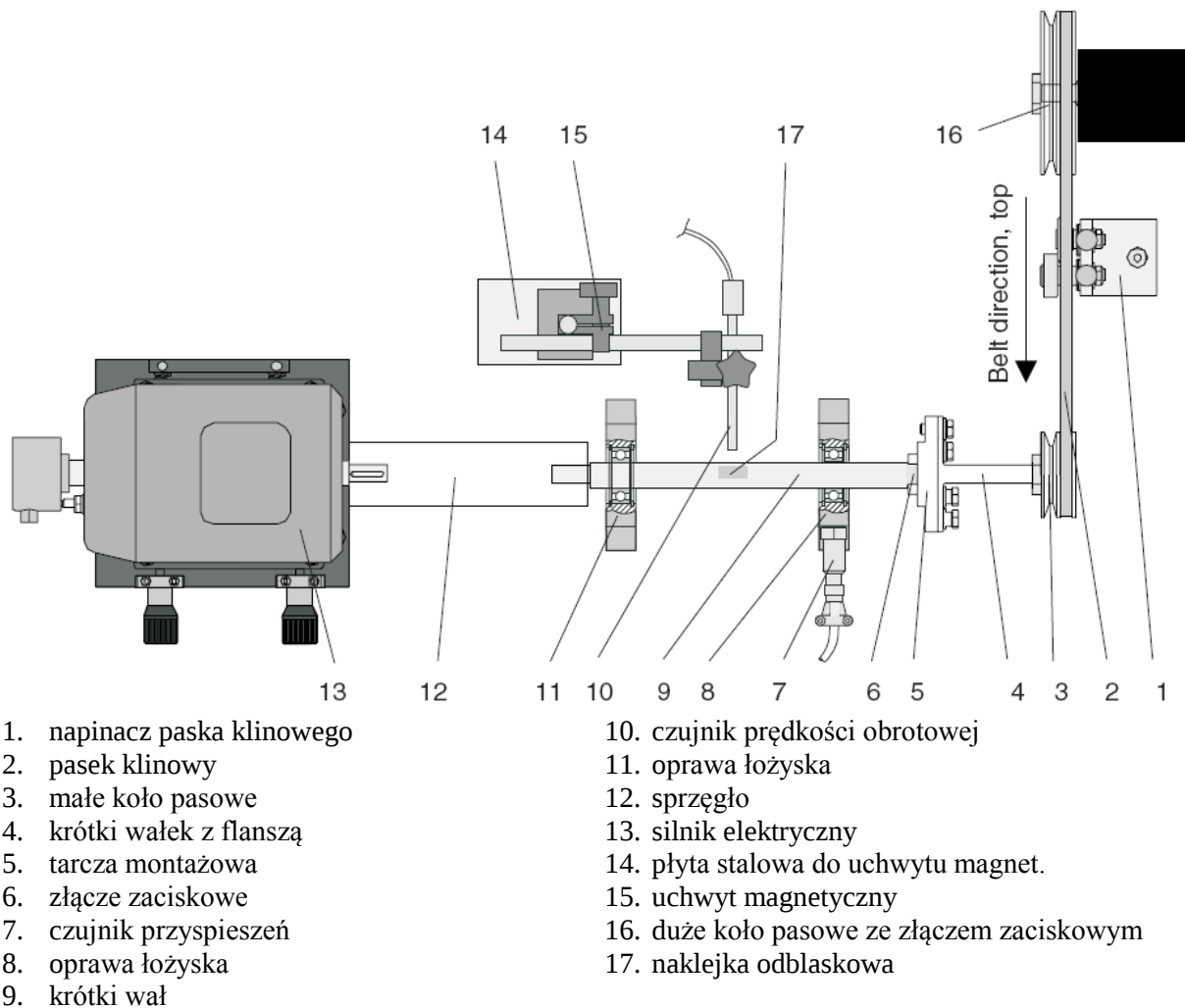
Elementy wyposażenia stanowiska diagnostycznego są następujące:

PT 500 - zestaw do badania uszkodzeń urządzeń

PT 500.02 - zestaw do rejestracji drgań Rubel & Kjaer

PT 500.14 - przekładnia pasowa

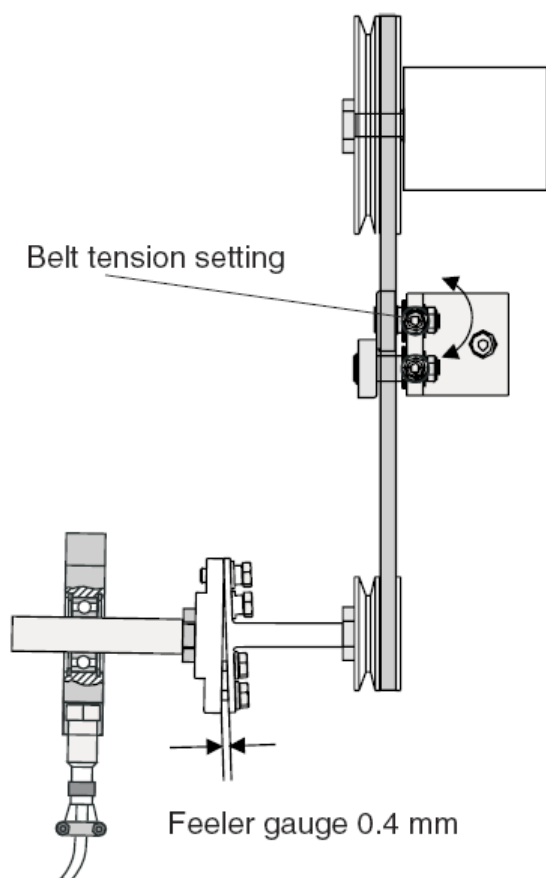
Kompletny zestaw do badania symulowanych pęknięć wirującego wału pokazano na rys. 8.



Rys. 8. Zestaw do badania pęknięć wału.

Kolejność czynności przygotowawczych

- Zamontować silnik elektryczny do podstawy
- Podłączyć silnik elektryczny
- Zamontować krótki wałek (9) oraz dwie oprawy łożyska (11, 8) tak, aby podłączyć krótki wał do silnika elektrycznego za pomocą sprzęgła (12)
- Zabezpieczyć zmontowany zestaw do badania pęknięć wału - skręcając tarczę montażową (5) wraz z flanszą z krótkim wałem (4) za pomocą złącza zaciskowego (6) do końca krótkiego wału (9)
- Zamontować małe koło pasowe (3) za pomocą mechanizmu zaciskowego na końcu wałka flanszy
- Zamontować przekładnię pasową
- Zamontować poziomo czujnik pomiarowy w oprawie łożyska - znajdującego się bliżej miejsca pęknięcia wału.
- Zamontować i ustawić czujnik prędkości obrotowej
- Nakleić kawałek taśmy odbłaskowej na wał (kąt odbicia wiązki światła na wale nie powinien być równy 90^0 ponieważ może to wpływać na odczyt prędkości).



Ustawienie napięcia pasa klinowego podczas badania pękniętego wału

Zwiększać naprężenie pasa klinowego aż przerwa między flanszą a tarczą montażową wyniesie 0,4mm. Pomiar odstępu można wykonać gdy zluźnione śruby flanszy są po przeciwnej stronie niż przekładnia (rys. 9).

Rys. 9. Ustawianie naciągu pasa klinowego

3.3.Przebieg pomiarów

Do pomiaru zastosowano akcelerometr typu AS-020.

Parametry pomiarowe przedstawiono niżej w tabeli.

Ustawienia dla pojedynczego pomiaru widma (Vibroport 41)		
	1	2
Wejście	aktywne	aktywne
Typ czujnika	akcelerometr	akcelerometr
Czułość	100 mV/g	100mV/g
Jednostka przyspieszenia	m/s ²	m/s ²
Zakres pomiarowy	20 (zmienny)	20 (zmienny)
Zakres częstotliwości	0 – 200Hz	0 – 200Hz
Liczba linii	1600	1600
Okno	Hanninga	Hanninga

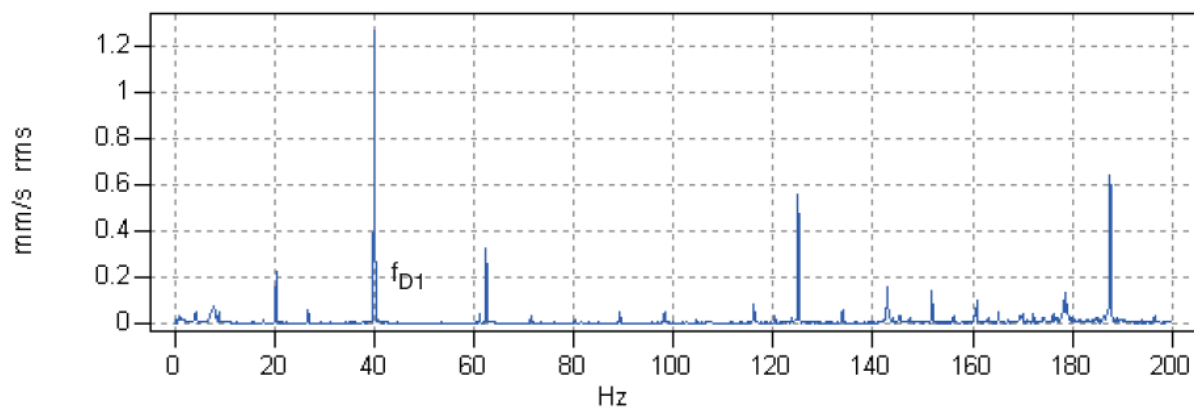
Ustawienia dla sygnału odniesienia	
Zewn. sygnał odniesienia (prędkość)	aktywne
Poziom sygnału wyzwalającego	50%
Krawędź sygnału wyzwalającego	dodatnia
Jednostka prędkości obrotowej	Hz
Prędkość / Odniesienie	1 / 1

Kolejność czynności w czasie pomiarów

- Zamknąć osłonę
- Włączyć sterownik silnika elektrycznego
- Ustawić kierunek obrotów
- Włączyć silnik elektryczny
- Ustawić prędkość obrotową silnika na 2400obr/min
- Zarejestrować widmo dla wału z pęknięciem
- Zmniejszyć prędkość obrotową do zera
- Wyłączyć silnik
- Zamocować flanszę tak, aby wał „nie miał pęknięcia”
- Włączyć silnik elektryczny
- Ustawić prędkość obrotową silnika na 2400obr/min
- Zarejestrować widmo dla wału bez pęknięcia
- Zmniejszyć prędkość obrotową do zera
- Wyłączyć silnik.

3.4. Ocena wyników symulacji z krótkim wałem

Charakterystyczne dla wału z pęknięciem jest pojawianie się podwójnych vibracji widmie. Spowodowane jest to tym, że wałek podczas jednego obrotu przechodzi dwa razy przez obszar małej sztywności oraz dwa razy przez obszar dużej sztywności (w przekroju wału). To powoduje że vibracje mają częstotliwość 2 razy większą niż prędkość obrotowa wału. Najpierw przyjrzyjmy się charakterystyce widmowej dla wałka bez pęknięć (6 śrub sztywno skręconych). Tu najbardziej widoczny jest pik przy 40Hz związany z prędkością obrotową. Inne drgania dla częstotliwości 62Hz, 125Hz i 190Hz pochodzą od przekładni pasowej (rys.10).



Doku

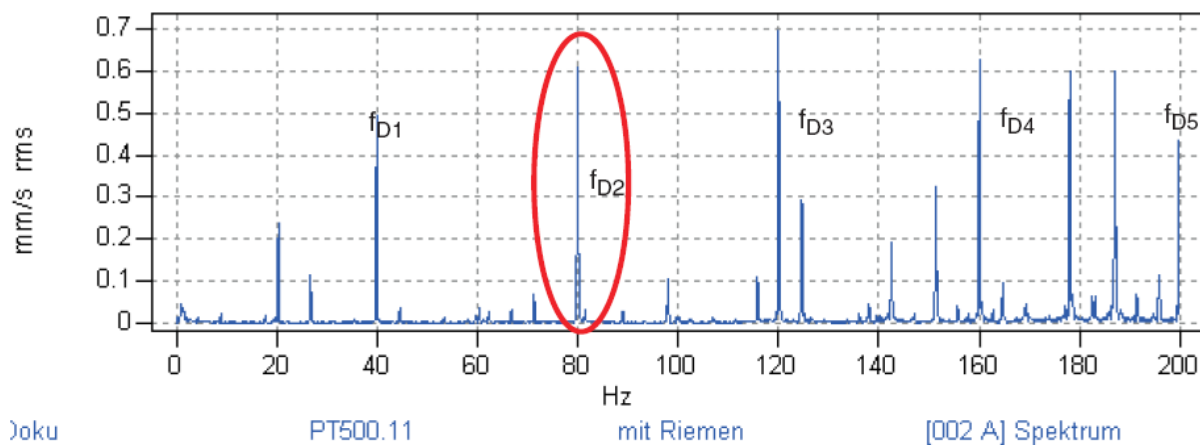
PT500.11

mit Riemen

[001 A] Spektrum

Rys. 10. Widmo częstotliwości dla wału bez pęknięć dla 2400 obr/min (40 Hz)

Na rys. 11 widoczny jest główny pik przy 40 Hz, którego amplituda dla wału z pęknięciem jak i bez pęknięcia wynosi ok. 0,4 – 0,5 mm/s. Wał z pęknięciem generuje również dobrze widoczną pierwszą harmoniczną, która jest znakiem jego pęknięcia (80Hz).



Rys. 11. Widmo częstotliwości dla wału z pęknięciem (poluzowane 4 śruby) dla 2400 obr/min (40Hz)

3.5. Symulacja z użyciem długiego wału

Symulacja pęknięcia z użyciem flanszy z długim wałem (3) oraz ciężką tarczą (16), powoduje, że układ wirujący jest bardziej elastyczny niż w przypadku zastosowania krótkiego wału. Z tego powodu, układ wirujący możemy nazywać elastycznym wirnikiem (rys.12). Opis tego eksperymentu jest potraktowany skrótowo ze względu na podobieństwo do poprzedniego.

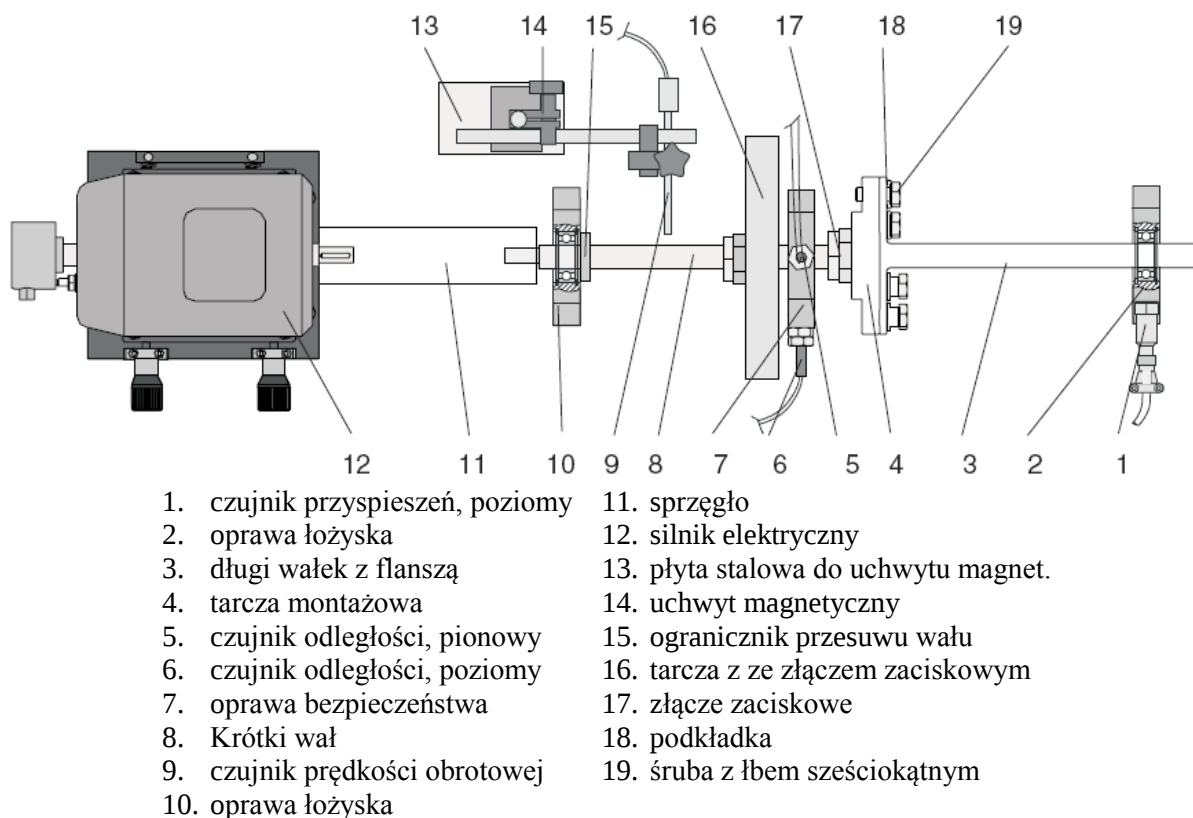
Potrzebne akcesoria

PT 500 Zestaw do badania uszkodzeń urządzeń

PT 500.02 Zestaw do rejestracji drgań Rubel & Kjaer

PT 500.10 Zestaw wirnika elastycznego

Zestaw pomiarowy do symulacji pęknięć wału z elastycznym wirnikiem pokazano na rys. 12.



Rys. 12. Zestaw pomiarowy do symulacji pęknięć wału z elastycznym wirnikiem

Kolejność czynności w czasie pomiarów

- Zamocuj silnik elektryczny (12) do podstawy
- Podłącz silnik elektryczny
- Zamontuj krótki wał (8), jedną oprawę łożyska (10), ogranicznik przesuwu wału (15), tarcze (16), oprawę bezpieczeństwa (7), następnie połącz krótki wał z silnikiem elektrycznym za pomocą sprzęgła (11).
- Przygotuj w pełni zmontowany zestaw wału z pęknięciem oraz zamontuj na stanowisku
- Ogranicznik przesuwu wału powinien być zamontowany tak by uniemożliwić przesuwanie się wału
- Zamontuj poziomo czujnik drgań (1) do oprawy łożyska (2)
- Zamontuj oraz wyreguluj czujnik prędkości obrotowej (9)
- Naklej taśmę odbłaskową na wał krótki

Zakres wykonania symulacji zostanie ustalony z prowadzącym ćwiczenie.

4. Zawartość sprawozdania

- 1) Strona tytułowa (patrz zał. 1)
- 2) Cel i zakres ćwiczenia
- 3) Schemat stanowiska pomiarowego
- 4) Opis przebiegu ćwiczenia
- 5) Opis i porównanie wyników pomiarów dla wału sprawnego i z pęknięciem
- 6) Wnioski

Uwaga!

Sprawozdanie powinno być wykonane w postaci elektronicznej i wydrukowane.

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

1. Literatura

- [1] PT 500 – Machinery fault trainer (PT 500, PT500.02, PT 500.10) , 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 wirującego wału

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)	