

OCENA STANU DYNAMICZNEGO PRZENOŚNIKA PNEUMATYCZNEGO DO ZIARNA

Streszczenie

Przedstawiono wyniki oceny stanu dynamicznego przenośnika. Stan dynamiczny przenośnika oceniono na podstawie pomiaru wartości skutecznej prędkości drgań mechanicznych mierzonych na korpusie łożysk wentylatora. Wyniki pomiarów otrzymane podczas badań porównano z zalecanymi przez normy krajowe PN lub ISO.

Słowa kluczowe: drgania mechaniczne, maszyna rolnicza, przenośnik pneumatyczny

Wstęp

Stan dynamiczny maszyn możemy ocenić za pomocą generowanych przez nie procesów wibroakustycznych. Procesy wibroakustyczne to ogół zjawisk dynamicznych, mechanoakustycznych, które występują w urządzeniach, maszynach, konstrukcjach. Zjawiska tego rodzaju to hałas, drgania oraz pulsacje medium w przestrzeniach roboczych maszyn. Jednym z podstawowych źródeł informacji o stanie technicznym maszyn wirnikowych są ich charakterystyki drganiowe.

Badanie drgań mechanicznych przenośnika

Przeprowadzono badania drgań mechanicznych innowacyjnego pięciostopniowego przenośnika pneumatycznego ssąco-tłoczącego [6]. Badany przenośnik przedstawiono na rys. 1.



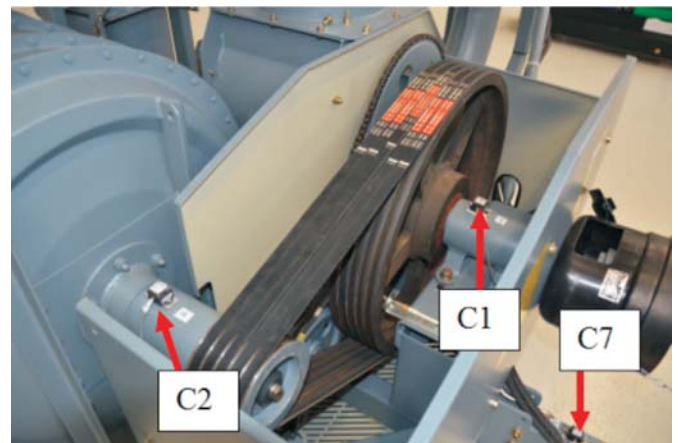
Rys. 1. Widok ogólny pięciostopniowego przenośnika pneumatycznego

Fig. 1. A general view of the five-stage pneumatic conveyor

Na rys. 2 i 3 pokazano rozmieszczenie czujników przyspieszeń na konstrukcji przenośnika pneumatycznego. Czujniki przyspieszeń drgań mechanicznych C1-C7 zostały umieszczone w następujących punktach:

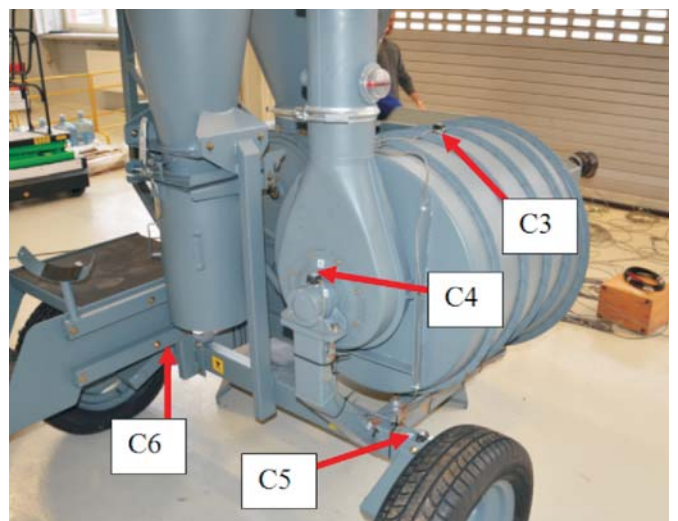
- C1 - korpus łożyska wałka napędowego,
- C2 - korpus łożyska wirnika wentylatora od strony przekazywania napędu,

- C3 - korpus obudowy wentylatora,
- C4 - korpus łożyska wirnika wentylatora od strony wlotu powietrza,
- C5 - rama układu jezdnego obok prawego koła,
- C6 - rama układu jezdnego obok lewego koła,
- C7 - dyszel.



Rys. 2. Położenie czujników przyspieszeń drgań mechanicznych C1, C2 i C7

Fig. 2. Location of mechanical vibration acceleration sensors C1, C2 and C7



Rys. 3. Położenie czujników przyspieszeń drgań mechanicznych C3, C4, C5 i C6

Fig. 3. Location of mechanical vibration acceleration sensors C3, C4, C5 and C6

Uszkodzenia maszyn wirnikowych mają swoje odbicie w drganiach. Stąd też podstawowym sygnałem diagnostycznym dla tego typu maszyn są sygnały drganiowe. W praktyce eksploatacji maszyn wirnikowych najważniejsza jest ocena drgań obiektu na podstawie pomiarów wykonanych na częściach niewirujących. Chodzi tu głównie o pomiary bezwzględnych prędkości drgań na stojakach łożysk oraz w określonych miejscach korpusów. Pomiary tego rodzaju można przeprowadzić bez ingerencji w strukturę maszyny oraz podczas jej ruchu. Badania te dostarczają informacji o uszkodzeniach objawiających się wzrostem drgań korpusów. Pomiar względnych przemieszczeń wału dostarcza informacji o pracy łożysk maszyny, o stanie wyważenia wirnika (a przez to i o ubytkach w elementach wirujących) oraz o stanie wygięcia wału.

Podstawą wibroakustycznej oceny stanu dynamicznego maszyn jest intensywność drgań. Za miarę intensywności drgań najczęściej przyjmuje się wartość przyspieszeń, prędkości lub przemieszczeń drgań mechanicznych.

Dla stałych (nie wirujących) części maszyn można przyjąć, że:

- dla maszyn o małej częstotliwości drgań podstawowych (prędkości obrotowych), w zakresie drgań poniżej 10-30 Hz podstawą oceny intensywności drgań są przemieszczenia drgań,
- dla maszyn pracujących w szerokim i średnim zakresie prędkości obrotowych i częstotliwości drgań podstawowych - od ok. 10 Hz aż do 1500 Hz - podstawą oceny intensywności drgań jest prędkość drgań,
- dla maszyn o wysokich częstotliwościach drgań podstawowych, powyżej 1500 Hz, podstawą oceny intensywności drgań jest przyspieszenie drgań.

Ocena stanu drgań przenośnika

Do oceny stanu dynamicznego maszyn wirnikowych stosuje się najczęściej normę PN-ISO 10816-1:1998 Drgania mechaniczne - Ocena drgań maszyny na podstawie pomiarów na częściach niewirujących - Wytyczne ogólne. Stan dynamiczny maszyn ocenia się na podstawie wartości skutecznej prędkości drgań mechanicznych. Maszyny dzielone są na klasy, w zależności od wielkości, mocy i sposobu posadowienia.

Tab. 1. Klasyfikacja stanu dynamicznego maszyn wirnikowych ze względu na prędkość drgań bezwzględnych [2, 3]
Table 1. Dynamic state classification of the rotary machines with the view of absolute vibrations velocity [2, 3]

V_{RMS} [mm·s ⁻¹]	Klasa I	Klasa II	Klasa III	Klasa IV
0,28	A	A	A	A
0,45				
0,71				
1,12	B	B	B	A
1,8				
2,8	C	C	B	B
4,5	D	D	C	C
7,1				
11,2				
18	D	D	D	D
28				
45				

Określenie stref oceny drgań umożliwia jakościową ocenę drgań danej maszyny i podjęcie odpowiednich środków zaradczych.

Strefa A - Do strefy tej zalicza się maszyny przekazane do eksploatacji.

Strefa B - Maszyny, których drgania zaliczono do tej strefy mogą pracować długotrwale bez ograniczeń.

Strefa C - Maszyny, których drgania zaliczono do tej strefy, uważa się zwykle za nieprzydatne do długotrwałej ciągłej pracy. W tym stanie maszyna może zasadniczo pracować w ograniczonym okresie czasu, aż będzie odpowiednia sposobność do podjęcia działań zapobiegawczych.

Strefa D - Drgania w tej strefie uważa się zwykle za wystarczająco intensywne, aby spowodować uszkodzenie maszyn.

Maszyny dzielone są na klasy, w zależności od wielkości, mocy i sposobu posadowienia.

Przenośnik może być zaliczony do II klasy jako maszyna średniej wielkości o mocy od 15 do 75 kW bez specjalnych fundamentów.

Norma przewiduje następujące klasy maszyn:

Klasa I: Części składowe silników i maszyn połączone z kompletną maszyną w stanie jej normalnej pracy. Moc maszyn do 15 kW.

Klasa II: Maszyny średniej wielkości o mocy od 15 do 75 kW bez specjalnych fundamentów lub o mocy od 15 do 300 kW przy mocowaniu sztywnym na specjalnych fundamentach.

Klasa III: Duże maszyny z wirującymi masami, ustawione na sztywnych i ciężkich fundamentach.

Klasa IV: Duże silniki napędowe lub inne maszyny z wirującymi masami, ustawione na fundamentach stosunkowo podatnych w kierunku pomiaru drgań (na przykład turbopozpyły i turbiny gazowe o mocy wyjściowej ponad 10 MW).

W celu eliminacji drgań wzbudzanych na kołach i przenoszonych na korpus łożyska wirnika przeprowadzono filtrację sygnału w zakresie niskich częstotliwości.

Tab. 2. Wartości skuteczne prędkości drgań mechanicznych wyznaczone podczas badań przenośnika
Table 2. RMS vibration velocity determined during testing of conveyor

Polożenia czujnika oraz mierzona składowa drgań		Bieg jałowy	Praca
		wartość skuteczna prędkości drgań V_{RMS} [mm·s ⁻¹]	
Korpus łożyska wirnika wentylatora od strony przekazywania napędu (C2)	X	5.9047	14.3678
	Y	4.4533	6.6682
	Z	4.4659	7.5178
Korpus łożyska wirnika wentylatora od strony wlotu powietrza (C4)	X	5.9523	14.2345
	Y	5.8489	26.5895
	Z	4.8808	5.9117

Zgodnie z normą PN-ISO 10816-1:1998 Drgania mechaniczne - Ocena drgań maszyny na podstawie pomiarów na częściach niewirujących maszyna może być zaliczona do II Klasy, tj. maszyny średniej wielkości, o mocy od 15 do 75 kW bez specjalnych fundamentów [5]. Prędkości drgań mechanicznych na korpusach łożysk wentylatora podczas biegu luzem nie przekraczają wartości dopuszczalnych, jednak w tym stanie maszyna może zasadniczo pracować w ograniczonym okresie czasu.

Prędkości drgań mechanicznych na korpusach łożysk wentylatora podczas pracy przekraczają wartości dopuszczalne dla maszyn II klasy, wg normy PN-ISO 10816-1:1998. Wg normy ISO 2372 przenośnik może być zaliczony do V klasy maszyn z niezrównoważonymi siłami bezwładności ustawione na fundamentach, które w kierunku mierzenia drgań są sztywniejsze lub nawet VI klasy, np. jako maszyna z niewyważeniem zmieniającym się w czasie pracy (jak np. wirówki). Norma ISO 2372 nie ustala wartości dopuszczalnych, ale stwierdza, że maszyny klasy V mogą pracować niezawodnie przy wartościach prędkości 20-30 mm·s⁻¹ [3].

Wnioski

Prędkości drgań mechanicznych na korpusach łożysk wentylatora podczas biegu luzem nie przekraczają wartości dopuszczalnych wg PN-ISO 10816-1:1998, jednak w tym stanie maszyna może zasadniczo pracować w ograniczonym okresie czasu.

Przełożenie podczas pracy może być zaliczone do V klasy maszyn - maszyny z niezrównoważonymi siłami bezwładności ustawione na fundamentach, które w kierunku mierzenia drgań są sztywniejsze lub nawet VI klasy, np. jako maszyna z niewyważeniem zmieniającym się w czasie pracy (jak np. wirówki) wg normy ISO 2372. Norma ISO 2372 nie ustala wartości dopuszczalnych, ale stwierdza że maszyny klasy V mogą pracować niezawodnie przy wartościach prędkości 20-30 mm·s⁻¹. Wyznaczona podczas pracy wartość skuteczna prędkości drgań na łożyskach dmuchawy przenośnika wynosi do 26,6 mm·s⁻¹.

Bibliografia

[1] Bingen Yang: Stress, Strain, and Structural Dynamics, An Interactive Handbook of Formulas, Solutions, and MATLAB Toolboxes, Elsevier, 2005.

- [2] Cempel C.: Podstawy wibroakustycznej diagnostyki maszyn. WNT, Warszawa, 1982.
- [3] Łączkowski R.: Wibroakustyka maszyn i urządzeń. WNT, Warszawa, 1983.
- [4] Lyons R. G.: Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Sp. z o.o, Warszawa, 1999.
- [5] Norma PN-ISO-10816-1 (1998) Drgania mechaniczne. Ocena drgań maszyny na podstawie pomiarów na częściach niewirujących.
- [6] Wąchalski G., Spychała W., Frąckowiak P., Adamczyk F.: Opracowanie i wdrożenie innowacyjnego 5-stopniowego przenośnika pneumatycznego ssąco-tłoczącego. Zadanie 5: Przeprowadzenie symulacji komputerowych w celu wyznaczenia funkcji wymuszeń kinematycznych i dynamicznych zespołu wentylatora, dozownika łopatkowego, zestawu transportowego zestawu załadunkowego przenośnika pneumatycznego, na opracowanym modelu wirtualnym, niepublikowane opracowanie wewnętrzne nr 40/2011/BG/CE, Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, Poznań, 2012.

ESTIMATION OF DYNAMIC CONDITION OF PNEUMATIC CONVEYOR FOR SEED

Summary

The results of evaluation of the dynamic state of the conveyor were presented. Dynamic state of the conveyor assessed by measuring the effective velocity of mechanical vibrations measured on the body of the fan bearings. The results of measurements obtained during the tests were compared with national standards recommended by the PN or ISO.

Key words: vibration, agricultural machine, pneumatic conveyor.



Podręcznik pt. **MASZYNY ROLNICZE** adresowany jest do szerokiego grona pracowników dydaktycznych i słuchaczy uczelni przyrodniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawarto w nim podstawowe informacje z przedmiotu "Technika rolnicza i eksploatacja maszyn rolniczych" wykładanego na ww. Uczelniach. Problematyka wykładów tego przedmiotu obejmuje charakterystykę szerokiego i niezwykle różnorodnego asortymentu maszyn i urządzeń technicznych. Wyczerpujące omówienie czy opisanie całości materiału jest niemożliwe. Z tych też względów w podręczniku przedstawiono ściśle wyselekcjonowane partie materiału - informacje podstawowe oraz te, które są dziełem autorów lub powstały przy znaczącym ich udziale. Stąd też, pomimo że podręcznik ma charakter pozycji dydaktycznej, nosi znamiona pracy monograficznej. Materiał uzupełniający stanowi literatura zamieszczona na końcu każdego z rozdziałów.

Wydawca:

Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Ekonomicznej i Normalizacyjnej

Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31

tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;

e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet:

http://www.pimr.poznan.pl