

Andrzej SOWA

Centrum Mechanizacji Górnictwa
Komag – Gliwice

WPLYW LICZB ŁOPATEK NA KSZTAŁT WIDMA HAŁASU WENTYLATORA PRZECIWBIEŻNEGO

Streszczenie. Występowanie w widmach hałasu wentylatorów przeciwbieżnych tonalnych składowych spowodowanych oddziaływaniem wieńców wirnikowych zależy od liczb łopatek. W niektórych przypadkach składowe te nie pojawiają się. Ustalenie dokładnych zależności wymaga systematycznych badań.

BLADES NUMBERS INFLUENCE THE SHAPE OF NOISE SPECTRUM IN CONTRA-ROTATING FAN

Summary. The occurrence of discrete tones caused by blades interactions in contra-rotating fans noise spectra depends on numbers of blades. In some cases these tones do not occur. Systematic investigations are required to define exact formulae.

EINFLUSS DER SCHAUFELZAHL AUF DIE GESTALT DES LÄRMSPEKTRUMS EINES GEGENLAUFVENTILATORS

Zusammenfassung. Das Anwesen von **totalen Komponenten** im Lärmspektrum den Gegenlaufventilatoren, die die Folge der Schaufelkränzeinteraktion sind, hängt von der Schaufelzahl ab. In einigen Fällen diese Komponenten erscheinen nicht. Um die Genaue Formeln zu bestimmen die erweiterten Untersuchungen notwendig sind.

Widmo hałasu wentylatora osiowego jest widmem złożonym, w którym są widoczne wyraźnie zaznaczone tonalne składowe. Składowe te, ze względu na swoją intensywność, decydują zazwyczaj o ogólnym poziomie hałasu wentylatora. Główną przyczyną ich powstawania jest niejednorodność strumienia powietrza napływającego na łopatki wirnika lub kierownicy. Częstotliwości

podstawowe tonalnych składowych zależą od liczby łopatek wirnikowych i prędkości obrotowej wentylatora.

W przypadku wentylatora przeciwbieżnego pracującego w układzie dwóch obracających się w przeciwnych kierunkach wirników liczba występujących w widmie tonalnych składowych o różnych częstotliwościach podstawowych jest większa niż w przypadku wentylatora, w którym w skład układu łopatkowego wchodzi wieniec ruchomy i nieruchomy. Wynika to z faktu, że wentylator przeciwbieżny ma dwa wirniki o różnych liczbach łopatek. W widmie hałasu wentylatora przeciwbieżnego o prędkości obrotowej n i liczbach łopatek z_{w1} w pierwszym i z_{w2} w drugim wirniku mogą pojawić się składowe tonalne wynikające z oddziaływania:

1. Pomędzy nieruchomymi elementami układu przepływowego a łopatkami pierwszego wirnika. Częstotliwość podstawowa wyniesie wtedy:

$$f_1 = n \cdot z_{w1} \quad (1)$$

2. Pomędzy nieruchomymi elementami układu przepływowego a łopatkami drugiego wirnika. Częstotliwość podstawowa wyniesie:

$$f_2 = n \cdot z_{w2} \quad (2)$$

3. Pomędzy łopatkami pierwszego a łopatkami drugiego wirnika.

Składowe opisane w pkt. 1 i 2 są znane z widm hałasu wentylatorów pracujących w układzie wirnik – nieruchoma kierownica (lub nieruchoma kierownica – wirnik), natomiast składowe wg pkt. 3 są charakterystyczne dla widma hałasu wentylatora przeciwbieżnego i zazwyczaj przewyższają swym poziomem inne tonalne składowe. Ich częstotliwości podstawowych nie można określić w sposób jednoznaczny, ponieważ mamy tu do czynienia z dwoma wieniecami poruszającymi się łopatek wirnikowych.

W celu poszerzenia wiadomości na temat hałasu wentylatorów przeciwbieżnych przeanalizowano widma hałasu szeregu wentylatorów pod kątem występowania w nich tonalnych składowych spowodowanych oddziaływaniem pomiędzy łopatkami pierwszego i drugiego wirnika [1]. Materiał badawczy obejmuje widma hałasu 11 układów łopatkowych zamontowanych w wentylatorach o średnicach zewnętrznych 500, 540, 630, 680 oraz 700 mm. Podstawowe dane tych układów przedstawiono w tabeli 1.

We wszystkich widmach hałasu można zidentyfikować tonalne składowe o częstotliwości f_1 i f_2 oraz ich wyższe harmoniczne. Oprócz nich występują również inne składowe, których przyczyną jest, najprawdopodobniej, oddziaływanie opisane w pkt. 3. Ich częstotliwości podstawowe można opisać ogólną zależnością:

Tabela 1

Numer układu łopatkowego	Typ wentylatora	Średnica wierzchołków łopatek D_z mm	Liczba łopatek		Prędkość obrotowa n s^{-1}
			z_{w1}	z_{w2}	
1	WLE-504A	500	13	9	49
2	prototyp		13	7	
3	WM-540	540	12	11	
4	modelowy		13	7	
5	WLE-603A prod. seryjna	630	10	9	
6	WLE-630A prototyp		16	9	
7	WLE-804A prototyp	630	15	9	
8	WLE-804A prototyp		16	9	
9	WLE-1004A	680	12	7	
10	prototyp		13	7	
11	dGAL7-350/350 prod. seryjna Korfmann	700	10	9	

$$f_3 = a \cdot n \cdot z_{w1} + b \cdot n \cdot z_{w2} \quad (3)$$

gdzie:

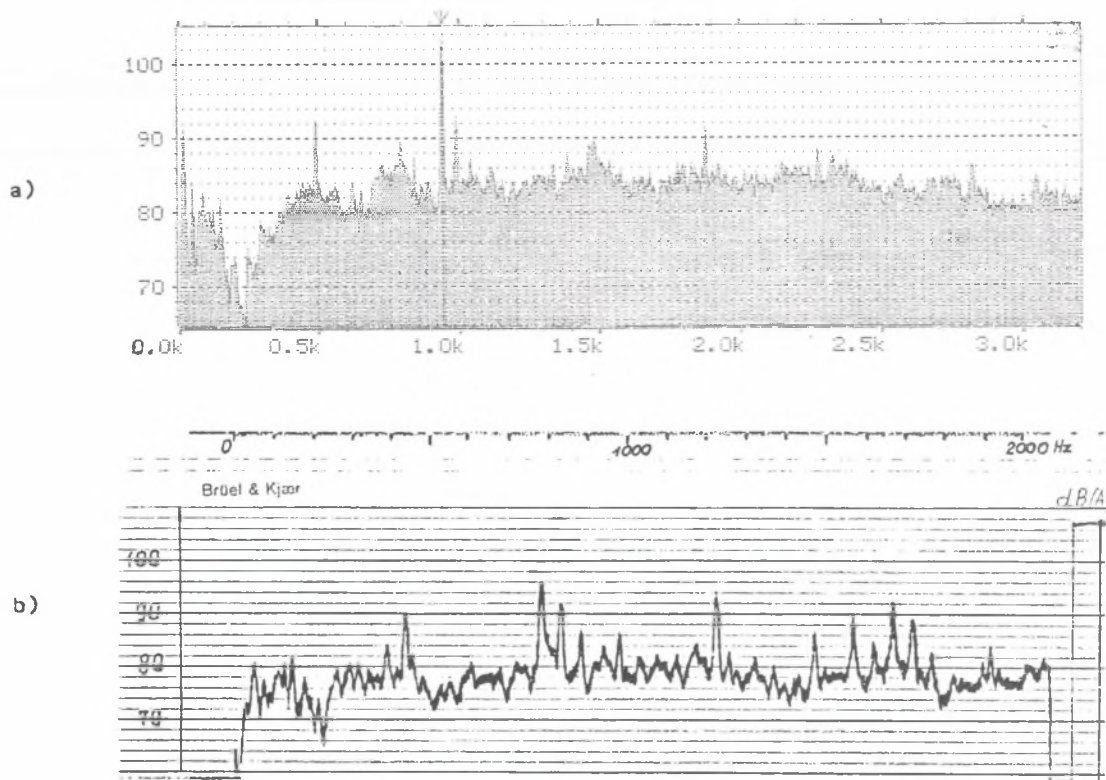
$$a \text{ i } b = 1, 2, 3 \dots$$

Fragmety trzech najbardziej charakterystycznych widm zamieszczono na rys. 1 i 2.

W tabeli 2 przedstawiono częstotliwości podstawowe składowych, które wyraźnie dominują i decydują o ogólnym poziomie hałasu wentylatora. Brak liczby w rubryce oznacza, że dana składowa ma niewielką wartość lub w widmie hałasu w ogóle nie występuje.

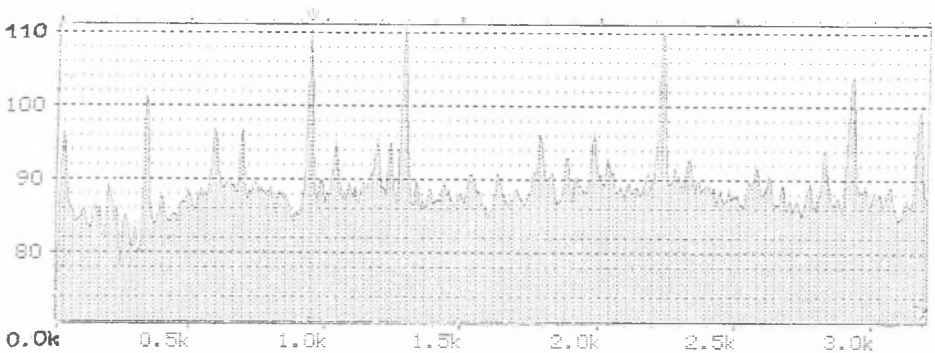
Z tabeli wynika, że w widmach hałasu dwóch układów łopatkowych (układy nr 6 i 8) składowe wg pkt. 3 nie występują, natomiast w innych przypadkach ich częstotliwości są zgodne z zależnością (3), natomiast wartości współczynników a i b są różne dla różnych układów. Nasuwa się wniosek, że występowanie bądź niewystępowanie tonalnych składowych, o których mowa, jak również wartości współczynników a i b są związane z liczbami łopatek w poszczególnych wieńcach wirnikowych wentylatora przeciwbieżnego.

Aby w pełni udokumentować tę tezę, należałoby wykonać szereg układów łopatkowych o tej samej średnicy zewnętrznej, prędkości obrotowej i tych samych parametrach spiętrzenia i wydajności, a różniących się liczbami łopatek wirnikowych i przeprowadzić badania emitowanego przez nie hałasu.



Rys. 1 Fragmenty widm hałasów wentylatorów: a) WLE-603A, układ łopatkowy 5, b) WLE-603A, układ łopatkowy 6

Fig. 1. Parto of fan noise spectrum: a) blade configuration 5, b) blade configuration 6



Rys. 2. Fragment widma hałasu wentylatora WLE-1004A, układ łopatkowy 9

Fig. 2. Part of fan noise spectrum blade configuration 9

Tabela 2

Częstotliwość tonalnej składowej	Numer układu łopatkowego										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$n \cdot z_{w1} + n \cdot z_{w2}$	1088	–	1144	–	940	–	–	–	944	–	944
$n \cdot z_{w1} + 2 \cdot n \cdot z_{w2}$	–	1336	–	1340	–	–	1640	–	1292	1336	–
$n \cdot z_{w1} + 3 \cdot n \cdot z_{w2}$	–	–	–	–	–	–	–	–	2236	–	–

Prace takie, obok waloru poznawczego, miałyby istotne znaczenie praktyczne, ponieważ umożliwiłyby wytypowanie układów łopatkowych o niskim poziomie hałasu tonalnego. Dałyby to podstawy do zmiany obecnego systemu projektowania wentylatorów, który nie zwraca dostatecznej uwagi na stronę akustyczną, co w konsekwencji prowadzi do produkcji wentylatorów o znacznym poziomie hałasu, wymagających stosowania tłumików o dużych wymiarach.

LITERATURA

- [1] Sprawozdanie nr 16/90 BE CMG KOMAG – Gliwice: Poprawa charakterystyk przepływowych wentylatorów; listopad 1990 – praca nie publikowana.

Abstract

The occurrence of discrete tones caused by blades interactions in reverse-rotating fans noise spectra depends on the number of blades.

For the reverse-rotating fan with two opposite-working rotors the number of spectral tone components with different basic frequencies is greater than the components for the fan with the movable and immovable blade-ring. The reason is, that the reverse-rotating fan has two rotors with different number of blades. In the reverse-rotating fan noise spectrum with n -velocity and z_{w1} and z_{w2} blade number may appear due to the following reactions:

1. Between the immovable elements of the flow system and the blades of the first rotor. Basic frequency is: $f_1 = n \cdot z_{w1}$.

2. Between the immovable elements of the flow system and the blades of the second rotor. Basic frequency is: $f_2 = n \cdot z_{w2}$.

3. Between the blades of the first and the second rotor. Basic frequency is: $f_3 = a \cdot n \cdot z_{w1} + b \cdot n \cdot z_{w2}$, $a, b = 1, 2, 3, \dots$

In some cases these tones do not occur. Systematic investigation is required to define the exact formula.