

Jerzy DOBOSIEWICZ

Zbigniew KRZYWDA

Zakłady Energetyczne Okręgu Południowego

PRZYDATNOŚĆ EKSPLOATACYJNA WENTYLATORÓW BAB 106 I 120

Streszczenie. Wentylatory BAB 106 i 120 pracują w trudnych warunkach, co powoduje ich szybkie zużycie. Podniesienie żywotności wymaga zastosowania wirników o nowej konstrukcji.

1. Wstęp

Kotły energetyczne OP-380k i OP-650k wyposażone są w wentylatory ciągu osiowe jedno- (BAB-120) lub dwustrumieniowe (BAB-106), o profilowanych łopatkach dwupowłokowych. Wysoka ich sprawność, dochodząca do 85%, uzyskiwana jest dzięki właściwej konstrukcji części przepływowej. Warunki pracy natomiast powodują, że część ta jest najbardziej narażona na uszkodzenia.

W ostatnich latach na terenie ZEOPd zostało uszkodzonych w sposób eksplozywny kilka wentylatorów BAB-120, stwarzając tym samym zagrożenie dla życia obsługi oraz całości sąsiednich urządzeń.

2. Konstrukcja części przepływowej

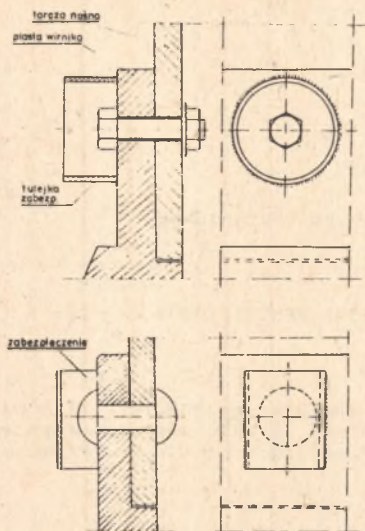
2.1. Łopatki

Łopaska wentylatora jest konstrukcji powłokowej i składa się z 2 blach nośnych wygiętych na odpowiedni profil, połączonych ze sobą oraz z nałożonych na nie nakładek antyerozyjnych (rys. 1).

Nakładki z blach przyspawane są na krawędzi natarcia i na górnej powierzchni łopatki po stronie tarczy nośnej. Dodatkowe zabezpieczenia połączenia łopatki z tarczą nośną stanowi nakładka boczna.

Łopatki wentylatora BAB 120 są dłuższe niż BAB 106 i ich sztywność jest mniejsza, posiadają dlatego wewnętrzne żebra wzmacniające.

W pracujących obecnie wentylatorach tego samego typu występują różnice w konstrukcji łopatek. Poszczególne rozwiązania różnią się głównie grubością blach nośnych i wzmacniających, sposobami napawania antykorozyjnego oraz materiałem konstrukcyjnym. Stosowane są stale: St3S, 15HM i 18G2A a do napawania elektrody EN-21.



Rys. 1. Zabezpieczenie przeciwoerozyjne połączenia tarczy z wirnikiem

Obliczenia wytrzymałościowe łopatkki BAB 120 (bez nakładek) wykazały, że maksymalne naprężenia gnące są bardzo wysokie. W przypadku zastosowania stali 15 HM, leżą one w pobliżu jej granicy plastyczności w temp. 200°C. Zastosowanie innych materiałów, nieprzystosowanych do pracy w podwyższonej temperaturze, a zwłaszcza stali 18G2A, jest niewłaściwe, gdyż ich własności wytrzymałościowe w tych warunkach znacznie maleją.

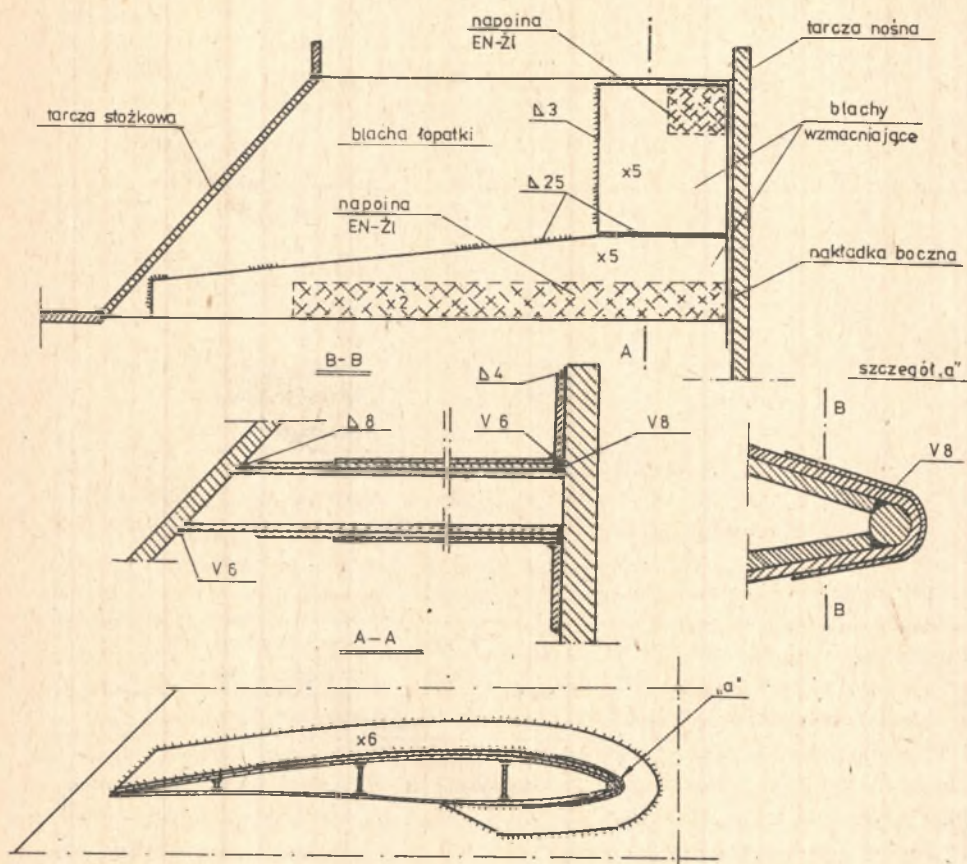
Należy zaznaczyć, że dzięki dobrze dobranym, cienkim nakładkom antyerozyjnym osiąga się nie tylko mniejszą ścieralność, ale również wzrasta wytrzymałość i sztywność łopatek.

2.2. Połączenie tarczy nośnej z piastą

Stosowane są dwa rodzaje połączeń: śrubowe i nitowane. W niektórych wentylatorach stosowane są zabezpieczenia tego połączenia przed erozją od strony przepływu spalin przez przyspawanie osłon w postaci połówek odcinków rur lub krótkich tulejek (rys. 2).

3. Warunki pracy

Z charakteru pracy wentylatora wynika, że w najtrudniejszych warunkach pracują: wirnik, łopatki i łożyska. Ma to zresztą odzwierciedlenie w ilości awarii tych elementów (tablica 1).



Rys. 2. Konstrukcja łopatki wentylatora BAB-120

Wirnik pracuje w atmosferze spalin o temperaturze 160-180°C i dużym zapyleniu. Obecność pyłu powoduje szybkie niszczenie erozyjne materiału elementów wirnika. Postęp erozji zależy od stopnia zapylenia spalin, prędkości przepływu oraz od składników pyłu.

Według WOT-70-210 wentylator powinien pracować bezawaryjnie przy zapyleniu do 0,6 g/m³, producent (FAWENT) zakłada maksymalną koncentrację pyłu w spalinach 1,0 g/m³, natomiast z badań "Energopomiaru" wynika, że okresami zapylenie wynosi 3,0 g/m³, a po wyłączeniu elektrofiltrów dochodzi do 2,0 g/m³.

Wpływ prędkości przepływu spalin na trwałość wirnika, zaznacza się w postaci różnic w ubytkach materiału. Tam, gdzie prędkości względne cząstek pyłu są większe, następuje intensywniejsze ścieranie. Zwiększona erozja występuje ponadto w miejscach uderzeń cząstek pyłu.

Tabela 1

Uszkodzenie wentylatorów ciągu BAB-120

Elektrownia	Lp.	Wentylator	Data awarii	Praca do awarii godz.	Przyczyny awarii
Lagisza	1.	6 A	2.07.72	20 700	łożyska
	2.	6 A	29.09.72	24 500	łożyska
	3.	3 A	23.11.72	22 000	instalacja smarowania łożysk
	4.	7 A	30.03.73	15 100	łożyska
	5.	7 B	26.03.74	22 400	łożyska - obudowa
	6.	2 A	27.01.76	82 500	zerwanie łopatk
	7.	1 B	20.02.76	71 700	zerwanie łopatk
Laziska	8.	1 L	30.07.70	12 300	łożyska
	9.	1 L	7.06.72	26 300	łożyska
	10.	2 P	10.03.76	55 600	zerwanie łopatk
	11.	11 Sr	8.09.72	8 000	zerwanie łopatk
	12.	10 L	4.11.75	21 100	łożyska
Siersza	13.	31	24.12.69	2 900	zerwanie łopatk
	14.	32	16.01.70	3 300	zerwanie łopatk
Rybnik	15	2WS2	13.03.76	21 300	zerwanie łopatk

Skład pyłu wywiera również duży wpływ na zużycie elementów wirnika. Na przykład związki krzemu, które występują zwłaszcza w spalinach węgla odpadowych, powodują szybkie ścieranie materiału, natomiast inne związki chemiczne, zawierające np. wapń, zmniejszają prędkość erozji, powodując jednak obklepienie się łopatek pyłem, zmniejszenie sprawności i niedowagę.

Wentylatory BAB 120 posiadają dwa zakresy prędkości obrotowej: 735 i 570 obr./min, uzyskiwanej przez dwubiegowy silnik elektryczny. Przy tych prędkościach, a zwłaszcza przy prędkości podstawowej (735 obr./min) wszystkie zmiany rozkładu masy wirującej powodują pogarszanie się warunków pracy łożysk. Pogłębia się dynamiczny charakter pracy, wzrastają drgania, następuje grzanie się i zacieranie łożysk.

Wzrost drgań może być również spowodowany skrzywieniem się wału pod wpływem różnic temperatur góra-dół wirnika, co następuje przy postoju wentylatora.

4. Typowe uszkodzenia wentylatorów

4.1. Uszkodzenia łopatek

Wyginięcie się łopatek następuje pod wpływem działania siły odśrodkowej w następujących przypadkach:

- erozyjnego pocienienia łopatki i wzrostu, tak już wysokich, naprężeń w środkowej części łopatki,
- wzrostu ciężaru łopatki spowodowanego zbyt grubą warstwą napawaną w czasie kolejnych napraw,
- wzrostu obrotów wirnika wentylatora (silnika napędzającego).

Trwałe wygięcie się łopatek powoduje:

- uszkodzanie się spoin pachwinowych, łączących łopatkę z tarczą nośną,
- pęknięcie materiału na krawędzi natarcia łopatki,
- wzrost drgań układu wirującego,
- wyrwanie łopatki.

Pod wpływem przepływu spalin o dużym stopniu zapylenia następuje wycieranie się łopatek i spoin. Wytarciu ulegają:

- krawędź natarcia łopatki,
- górna powierzchnia łopatki po stronie tarczy nośnej,
- spoiny pachwinowe pomiędzy łopatką a nakładką wzmacniającą i nakładką a tarczą nośną.

Lokalne wytarcia ww elementów powodują:

- osłabienie łopatek i spoin,
- przedostawanie się pyłu do wnętrza łopatki i jej niewyagę,
- gwałtowny wzrost drgań i urwanie się łopatki.

Oslabienie spoin jest ponadto pogłębione przez ich nieodpowiednią konstrukcję i technologię spawania zwłaszcza łopatki z tarczą nośną (u producenta) oraz przez wady technologiczne.

4.2. Uszkodzenie połączeń tarczy nośnej z piastą wirnika

Niezależnie od sposobu łączenia - skręcane bądź nitowane - następują dwa rodzaje uszkodzeń:

- rozluźnienie się połączenia, powodujące przemieszczenie się tarczy w stosunku do piasty, i zachwianie równowagi kinetycznej,
- ścieranie się łbów lub nitów oraz ścieranie osłon zabezpieczających, co w krańcowym przypadku może spowodować wypadnięcie poszczególnych śrub i doprowadzić do powstania drgań.

4.3. Przyczyny uszkodzeń

Bezpośrednią przyczyną uszkodzeń są nadmierne drgania wirnika, spowodowane niewyagą układu lub niewłaściwym montażem i konserwacją łożysk.

Niedowaga powstaje na skutek:

- nierównomiernego zużycia się poszczególnych łopatek,
- powstawania otworów na krawędziach natarcia i wypełniania się wnętrza łopatek pyłem,
- wyginania się łopatek i tarczy stożkowej,

- odgrywania się łopatek od tarczy nośnej aż do całkowitego urwania wią-
cznie,
- nierównomiernego odblepiania się pyłu na łopatkach,
- skrzywienia się wału wirnika (naprężenia cieplne).

Od wielkości drgań oraz czasu ich trwania zależny jest zakres awarii. Jeżeli przyczyny nadmiernych drgań nie zostaną usunięte w porę, może nastąpić zniszczenie łopatek, stojaków łożyskowych, obudowy łożysk i sprzęgła. W przypadku nagłego wzrostu drgań (urwanie się łopatki) przebieg awarii jest ten sam, lecz uszkodzenia następują bardzo szybko.

5. Ocena przydatności wentylatorów, wnioski i zalecenia

Warunki, w jakich pracują wentylatory ciągu, stawiają cały szereg wymagań, które muszą być spełnione, by uzyskać odpowiednią dyspozycyjność i jednocześnie usunąć potencjalne przyczyny awarii. Wymagania te, zwłaszcza w odniesieniu do wentylatorów BAB 120, są trudne do spełnienia.

Wysoka zawartość pyłu w spalinach powoduje mniej lub bardziej równomierną erozję łopatek. Stosowane napawanie antyerozyjne zwiększa jednocześnie ciężar. W obydwóch przypadkach, na skutek siły odśrodkowej, może nastąpić przekroczenie naprężeń dopuszczalnych. Stosowanie stali 18G2A w celu zwiększenia wytrzymałości łopatek wentylatorów jest niewłaściwe ze względu na temperaturę pracy i małą odporność tej stali na obciążenia dynamiczne. Intensywne ścieranie się łopatek jest nieuniknione w istniejących warunkach pracy. Wymaga to z jednej strony częstych odstawień w celu kontroli i naprawy, a z drugiej - może spowodować niespodziewane uszkodzenia. Złuszczanie w przypadku równomiernego wycierania się łopatek, gdy wypadnięcie ich nie będzie poprzedzone wzrostem drgań. Wyrwanie jednej łopatki powoduje często zniszczenie całego wirnika i układu łożyskowego wentylatorów.

Dlatego też analiza konstrukcji wentylatorów, zwłaszcza BAB 120, w powiązaniu z ich niską dyspozycyjnością i ciągłym zagrożeniem awaryjnym pozwala na stwierdzenie, że wentylatory te nie nadają się do pracy w istniejących warunkach.

Ponieważ w obecnej sytuacji nie ma możliwości poprawy warunków pracy wentylatorów BAB 120 (konieczność spalania paliwa pogorszonej jakości, niemożliwość zapewnienia wysokiej dyspozycyjności układu odpylania) należy zmienić konstrukcję wirnika w taki sposób, aby była dostosowana do nowych wymagań. Powinien to być wirnik jednopowłokowy, mogący pracować minimum jeden rok bez remontu przy zapyleniu spalin do 3 g/m^3 . Podobne wirniki pracują na kotłach OP-415 Steint Rouboix w El. Siersza są trwałe, łatwo remontowalne, nie ulegają eksplozywnym uszkodzeniom - mimo pracy w gorszych warunkach niż wirniki BAB 120.

Należy nadmienić, że FAWENT i BAROWENT wyszli naprzeciw wymaganiom energetyki, podejmując opracowanie modernizacji wentylatorów BAB 120, po-

legającej na zmianie konstrukcji wirnika, z zastosowaniem łopatek jednowłokowych.

LITERATURA

- [1] Dobosiewicz J., Krzywda Zb., Prochaska N., Rauszer A.: Typowe uszkodzenia wentylatorów ciągu typu BAB-106 i BAB-120. Biuletyn Postępu Techniczno-Ekonomicznego, Ministerstwo Energetyki i Energii Atomowej 1977 r.
- [2] Ekspertyza naprawy wirnika i wytyczne eksploatacji wentylatorów spalin typu BAB-120 EC Siekierki. Energopomiar, Gliwice 1976 (materiały nie opublikowane).
- [3] Protokół z narady w ZEOPd Katowice z dnia 20.06.1977 r., dotyczącej "Przydatności eksploatacyjnej wentylatorów BAB-120 i BAB-106 na terenie ZEOPd" (materiały nie opublikowane).

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРИГОДНОСТЬ ВЕНТИЛЯТОРОВ ВAB 106 И 120

Р е з ю м е

Вентиляторы ВAB 106 и 120 работают в трудных условиях, что вызывает их быстрый износ. Повышение их долговечности требует применения рабочих колёс новой конструкции.

В статье обсуждены типичные повреждения вентиляторов и представлены рекомендации конструкционных изменений.

APPLICATION OF BAB 106 AND 120 FANS

S u m m a r y

The fans type BAB 106 and 120 can operate in difficult conditions causing especially quick wearing. Prolongation of their lifetime is possible due to the rotor reconstruction. The paper discusses typical changes of fans and presents suggestions of the design alterations.