

ENERGETYKA	NORMA BRANŻOWA	BN-76 1388-05
	Wentylatory kotłowe Podstawowe wymagania i badania	
		Grupa katalogowa VI 25

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są podstawowe wymagania dotyczące wentylatorów kotłowych oraz odpowiadające im badania.

1.2. Określenia

1.2.1. Wentylator kotłowy – wentylator przeznaczony do przemieszczania i sprężania powietrza lub spalin w instalacjach kotłów parowych lub wodnych /w zależności od warunków pracy wentylatora, czynnik roboczy może zawierać pył, a temperatura czynnika może być zmienna w czasie/. W skład wentylatora kotłowego wchodzi zespół i elementy od króćca wlotowego /kolanowego/ do króćca wylotowego /za dyfuzorem/, łącznie z urządzeniem regulacyjnym.

1.2.2. Wielkości charakterystyczne pracy wentylatora określają punkt pracy na charakterystyce aerodynamicznej wentylatora. Obejmują one zdefiniowanie wg PN-75/M-43001 następujące wielkości:

- a/ wydajność objętościowa lub masowa,
- b/ ciśnienie całkowite,
- c/ ciśnienie statyczne,
- d/ moc wentylatora,
- e/ sprawność wentylatora,
- f/ użyteczny przyrost energii.

Wielkości charakterystyczne pracy wentylatora są podawane dla określonej temperatury i gęstości czynnika roboczego oraz prędkości obrotowej wirnika wentylatora.

1.2.3. Zredukowana charakterystyka aerodynamiczna wentylatora – zespół następujących zależności/zredukowanych do stałej prędkości obrotowej wirnika wentylatora i stałej gęstości czynnika przepływającego/:

- a/ ciśnienia całkowitego, mocy i sprawności od wydajności objętościowej wentylatora,
- b/ użytecznego przyrostu energii, mocy i sprawności od wydajności masowej wentylatora.

Dla wentylatora z urządzeniem regulacyjnym uzyskuje się charakterystykę dla każdego położenia elementu nastawczego /rys. 1/. Linie łączące punkty pracy o stałej sprawności przy różnym położeniu elementu nastawczego, wyznaczają tzw. krzywą stałych sprawności. Bezwymiarowe charakterystyki aerodynamiczne wentylatora mogą być przedstawione w formie względnych wielkości /względem optymalnego punktu pracy/ lub też jako zespół zależności bezwymiarowych wskaźników: ciśnienia całkowitego, mocy i sprawności całkowitej od bezwymiarowego wskaźnika wydajności.

1.2.4. Zakres roboczy charakterystyki aerodynamicznej – pole charakterystyki /wg załącznika 2/ ograniczone: krzywą stałej sprawności wynoszącej 60% wartości maksymalnej, krzywą ciśnienia odpowiadającą maksymalnemu /względnie uzgodnionemu/ położeniu elementu nastawczego i graniczną krzywą pompowania.

Dla wentylatorów bez urządzenia regulacyjnego, zakres roboczy charakterystyki wyznacza punkt maksymalnego ciśnienia i punkt pracy odpowiadający sprawności 60% wartości maksymalnej.

1.2.5. Statyczny obszar charakterystyki – pole charakterystyki /wg załącznika 2/ na prawo od granicznej krzywej pompowania /lub punktu wierzchołkowego charakterystyki ciśnienia/.

1.2.6. Urządzenie regulacyjne – urządzenie umożliwiające zmianę wielkości charakterystycznych pracy wentylatora w czasie ruchu /wg PN-73/M-43009/.

1.2.7. Zakres regulacji – różnica między wydajnością maksymalną wentylatora, osiąganą przy maksymalnym położeniu elementu nastawczego a wydajnością minimalną, odpowiadającą minimalnemu położeniu /załącznik 2/.

1.2.8. Charakterystyka regulacji – zależność wydajności wentylatora od położenia elementu nastawczego, wyzna-

Zgłoszona przez Instytut Energetyki
Ustanowiona przez Ministra Energetyki i Energii Atomowej dnia 30 listopada 1976 r.
jako norma obowiązująca w zakresie produkcji od dnia 1 lipca 1977 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 1/1977 poz. 4)

czona dla określonego oporu sieci. Charakterystyka regulacji wentylatora może być przedstawiona w wartościach względnych, przyjmując jako wielkości odniesienia: wydajność przy maksymalnym położeniu elementu nastawczego oraz maksymalny zakres zmiany położenia elementu nastawczego /załącznik 1/.

1.2.9. Charakterystyka urządzenia regulacyjnego – zależność kąta ustawienia łopatek urządzenia regulacyjnego od położenia dźwigni siłownika napędzającego urządzenie regulacyjne /załącznik 1/.

Charakterystyka urządzenia regulacyjnego może być przedstawiona w wartościach względnych, przyjmując jako wielkości odniesienia: znamionowy zakres zmiany kąta łopatek oraz maksymalny zakres zmiany położenia dźwigni siłownika /załącznik 1/.

1.2.10. Histereza charakterystyki regulacji wentylatora – maksymalna różnica wydajności przy stałym położeniu elementu nastawczego /np. dźwigni siłownika/, występująca przy wzroście i spadku wydajności wentylatora.

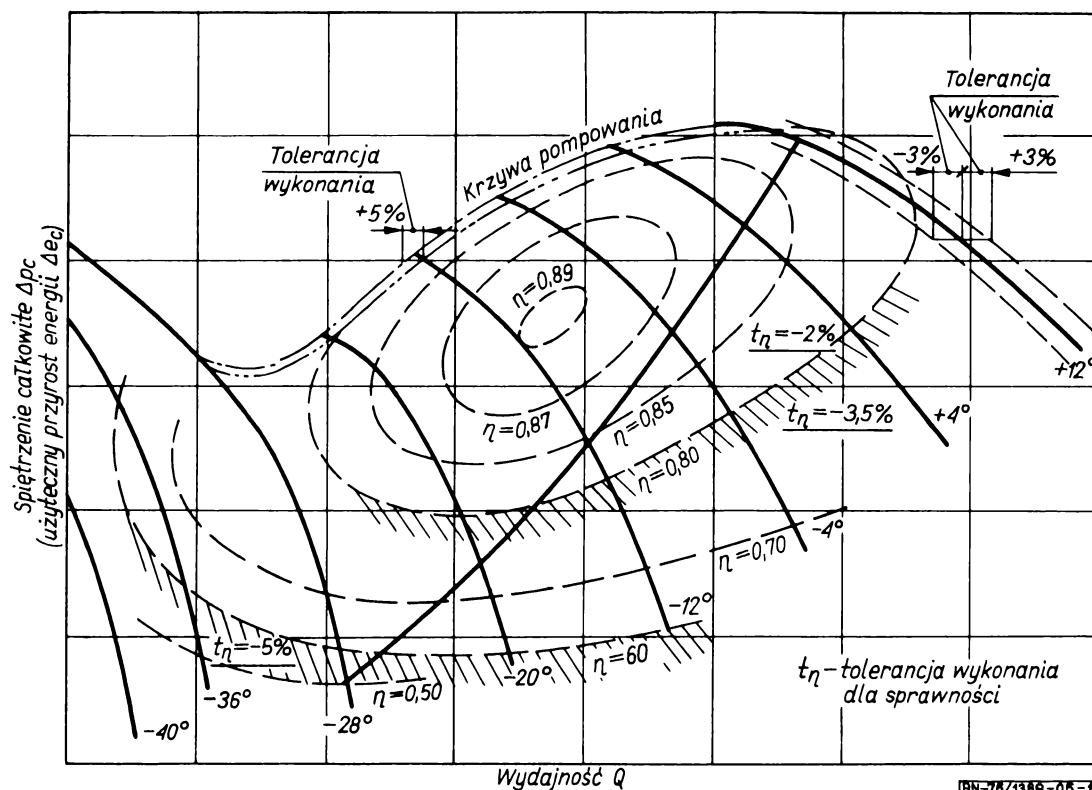
1.2.13. Stężenie zapylenia czynnika roboczego – masa czynnika stałego odniesienia do jednostki objętości czynnika gazowego /wg PN-74/Z-01001/.

2. WYMAGANIA

2.1. Wymagania dotyczące wielkości charakterystycznych pracy wentylatora

2.1.1. Zakres wymagań dla wielkości charakterystycznych pracy wentylatora jest zależny od dwóch rodzajów regulacji, a mianowicie:

a/ Wentylator z regulacją dławieniową /lub za pomocą ciągłej zmiany prędkości obrotowej/ powinien osiągać punkt pracy określony wg 1.2.2. Zaleca się podawanie przebiegu charakterystyki co najmniej w roboczym zakresie /1.2.4/. Punkt pracy wentylatora powinien spełniać zapas /spiętrzenia lub wydajności/ od punktu wierzchołkowego charakterystyki spiętrzenia /załącznik 2/.



Rys. 1. Pole tolerancji wykonania dla wentylatora z urządzeniem regulacyjnym

1.2.11. Luz urządzenia regulacyjnego – maksymalna różnica kąta ustawienia łopatek urządzenia regulacyjnego przy stałym położeniu dźwigni siłownika, występująca przy otwieraniu i zamykaniu łopatek /załącznik 1/. Luz ten może być wyrażony w wartościach względnych zgodnie z 1.3.3.

1.2.12. Poziom mocy akustycznej wentylatora – wg PN-72/M-43120.

b/ Wentylator z urządzeniem regulacyjnym /1.2.6/ powinien osiągać wszystkie uzgodnione między wytwórcą i zamawiającym punkty pracy określone wg 1.2.2, przy czym w całym roboczym zakresie charakterystyki /1.2.4/ sprawności wentylatora nie mogą być niższe od wartości podanych przez wytwórcę. Charakterystyka spiętrzenia dla maksymalnego kąta ustawienia łopatek urządzenia regulacyj-

nego oraz graniczna krzywa pompowania /rys. 1/ powinny być zgodne z danymi wytwórcy. Punkty pracy wentylatora powinny spełniać zapas /spiętrzenia lub wydajności/ do granicznej krzywej pompowania /załącznik 2/.

2.1.2. Tolerancja wykonania. Ze względu na dokładność wykonania wentylatora wymagania wg 2.1.1 powinny być dotrzymane z uwzględnieniem następującej tolerancji wykonania:

a/ Dla wentylatora z regulacją dławieniową /lub za pomocą ciągłej zmiany prędkości obrotowej/ tolerancja mocy t_N wynosi:

- przy mocy pobieranej $N \leq 100 \text{ kW}$ $t_N = +6\%$
- przy mocy pobieranej $100 \text{ kW} < N < 200 \text{ kW}$ $t_N = +5\%$
- przy mocy pobieranej $N \geq 200 \text{ kW}$ $t_N = +4\%$

Wentylator powinien dotrzymać uzgodnioną sprawność bez uwzględnienia tolerancji wykonania, a tolerancja wykonania dla wydajności i spiętrzenia może być jedynie dodatnia. Suma wartości tolerancji wykonania dla wydajności i spiętrzenia powinna być równa lub mniejsza od wyżej podanej tolerancji wykonania dla mocy /rys. 2/.

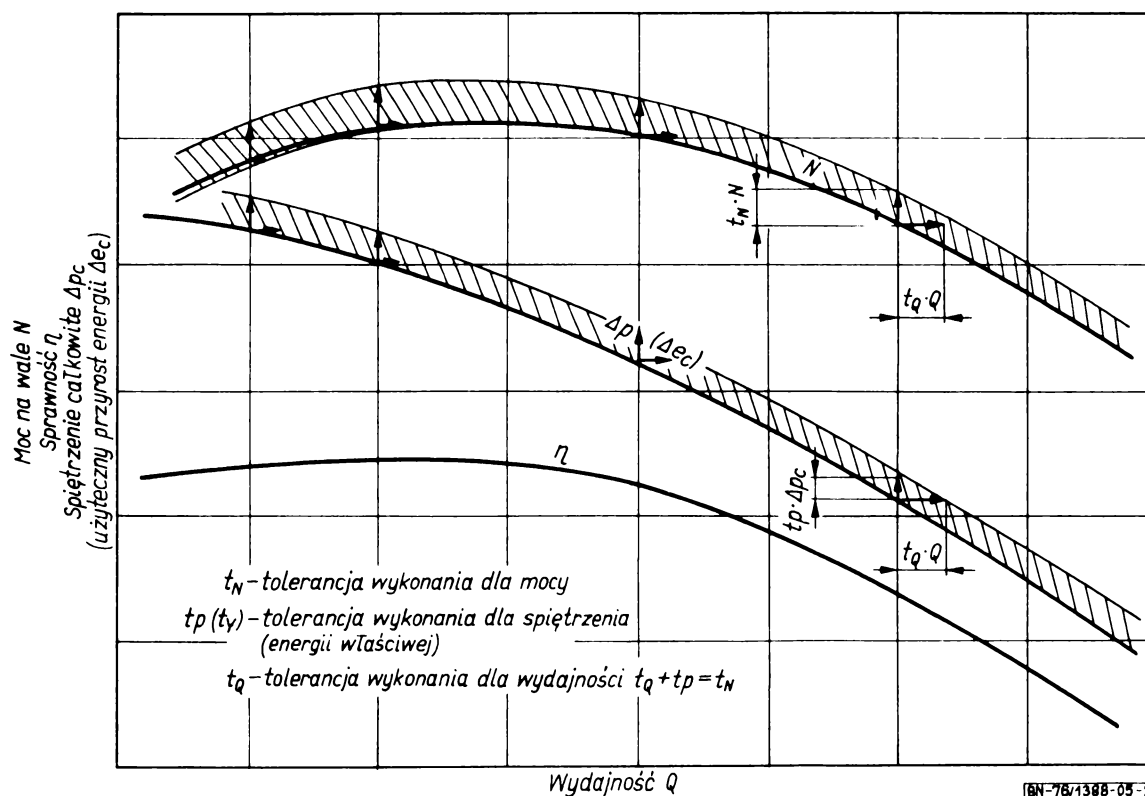
Tolerancja wykonania dla charakterystyki spiętrzenia przy maksymalnym /uzgodnionym/ położeniu kąta ustawienia łopatek może wynosić $\pm 30\%$ dla wydajności /rys. 1/.

Dopuszcza się maksymalne przesunięcie krzywej pompowania w kierunku wielkości wydajności o 5% dla każdego kąta ustawienia łopatek (rys. 1).

2.2. Wymagania dotyczące równoległej pracy wentylatorów. Wentylatory zainstalowane w układzie równoległym powinny pracować z wymaganym zapasem wydajności /lub spiętrzenia/ w stosunku do krzywej pompowania /2.1.1 b/. Warunki załączenia do ruchu drugiego wentylatora /lub więcej wentylatorów/ oraz dopuszczalny czas pracy wentylatora przy zamkniętej zasuwie odcinającej powinny być jednoznacznie określone.

2.3. Poziom hałasu wytwarzanego przez wentylator wyposażony w środki do tłumienia hałasu nie powinien być większy od 85 dB/A /mierzony w odległości 1 m od obudowy wentylatora/.

2.4. Dokumentacja techniczna. Przy odbiorze wentylatora wytwórca powinien przedłożyć dokumentację techniczną zgodnie z BN-70/1380-04 niezbędną do oceny: prawidłowości wykonania i montażu, stosowanych materiałów oraz przeprowadzonych prób i badań. Powinna ona zawierać atesty silników elektrycznych.



Rys. 2. Pole tolerancji wykonania dla wentylatora bez urządzenia regulacyjnego

b/ Dla wentylatora z urządzeniem regulacyjnym dopuszcza się następującą tolerancję wykonania t_η dla sprawności:

- w zakresie sprawności $\eta \geq 80\%$ $t_\eta = 2\%$,
- w zakresie sprawności $60\% \leq \eta < 80\%$ $t_\eta = 3,5\%$,
- w zakresie sprawności $\eta < 60\%$ $t_\eta = 5\%$.

2.5. Wymagania mechaniczne

2.5.1. Materiały. Wszystkie materiały użyte do produkcji wentylatorów powinny być zgodne z dokumentacją techniczną. Dobór materiałów powinien odpowiadać przeznaczeniu wentylatora i warunkom pracy.

Materiały określonych części wentylatora powinny mieć zaświadczenia: jakości materiałów, przeprowadzonych prób wytrzymałościowych składu chemicznego itp. W uzasadnionych przypadkach należy przeprowadzić dodatkowe badania nieniszczące po obróbce mechanicznej i technologicznej.

W przypadku zastosowania nowych, nieznormalizowanych materiałów należy wykonać dodatkowe, szczegółowe badania wytrzymałościowe.

2.5.2. Wykonanie. Każdy wentylator powinien być zmontowany u wytwórcy i poddany kontroli wymiarowej /tolerancja wymiarowa nieruchomych zespołów wentylatora wg BN-70/1380-04/ oraz sprawdzeniu funkcjonowania urządzenia regulacyjnego. Niezależnie od powyższego, należy zastosować kontrolę wymiarową ważniejszych części wentylatora w czasie odbiorów międzyoperacyjnych co najmniej w zakresie części wirującej i współpracującej z nią obudowy.

Wentylator prototypowy oraz uzgodniona z zamawiającym liczba wentylatorów produkcji seryjnej, powinny przejść ruchowe badania przepływowe na stoisku fabrycznym.

Każdy wentylator powinien mieć tabliczkę znamionową i kierunkową /wg BN-70/1388-02/ oraz włączy dla wykonania rewizji oraz kontroli ustawienia łopatek urządzenia regulacyjnego /wymiaru włączów określają normy zakładowe/. Wentylator powinien być przystosowany do uruchamiania bez obsługi z każdego stanu cieplnego.

2.5.3. Szczelność układów olejowych i wodnych. Układy olejowe i wodne zastosowano do: smarowania łożysk, regulacji kątów ustawienia łopatek, chłodzenia itp. powinny być poddane próbie szczelności. Wzrost ciśnienia ponad ciśnienie robocze w czasie próby określa wytwórca. Jeżeli wartość ta nie jest podawana, należy przyjąć ciśnienie próbne równe 1,5 ciśnienia roboczego. Przy tym ciśnieniu układ nie powinien wykazywać nieszczelności w czasie co najmniej 30 min /ciśnienie nie powinno zmniejszać się/.

2.5.4. Pokrycie malarskie wentylatorów - wg PN-64/M-06000.

2.5.5. Wyważenie koła wirnikowego i drgania. Każdy zespół wirujący powinien być wyważony dynamicznie u wytwórcy. Niewyważenie zespołu wirującego nie może być większe od wartości dopuszczalnej tj. 63 gmm/kg.

Jeżeli w czasie pracy wentylatora lub po jego naprawie następuje wzrost niewyważenia koła wirnikowego, należy wentylator wyważyć w łożyskach własnych. Warunki rozłożenia masy równoważnej określa wytwórca. Dopuszczalna wartość prędkości drgań wentylatorów kotłowych nie może być wyższa od 4 mm/s.

Dla kontroli amplitudy drgań łożysk wentylatorów podano w tabl. 1 pojedyncze amplitudy drgań wyznaczone na podstawie ww. wartości prędkości drgań. Dotyczą one sztywnego mocowania wentylatora na fundamencie. W czasie ba-

dań wentylatora na stoisku próbnym dopuszcza się wzrost amplitudy drgań określonej w tabl. 1 o około 40%.

Tablica 1

Prędkość obrotowa /min ⁻¹ /	500	600	750	1000	1500
Amplituda drgań /μm/	90	65	50	35	25

2.5.6. Temperatura łożysk. Dopuszczalną temperaturę łożysk określa wytwórca.

Zgodnie z EN-70/1380-04 zaleca się, aby temperatura nowozałożonych łożysk tocznych /przy pomiarze temperatury oleju/ nie przekroczyła 70°C. Zaleca się stosować, jako dokładniejszy, pomiar temperatury metalu /pierścienia zewnętrznego łożyska tocznego lub panwi łożyska ślizgowego/.

Wentylator kotłowy o zapotrzebowaniu mocy powyżej 200 kW powinien być wyposażony w zdolną sygnalizację przekroczenia dopuszczalnej temperatury łożysk.

2.5.7. Maksymalna temperatura czynnika. Temperatura czynnika roboczego nie powinna przekroczyć wartości maksymalnej podanej przez wytwórcę. Konstrukcja wentylatora powinna umożliwić nagłą zmianę temperatury czynnika w zakresie określonym przez zamawiającego.

2.5.8. Remonty i cykle remontowe. Przy uzgodnionych z zamawiającym warunkach pracy wentylatora dotyczących stężenia zapylenia, aktywności chemicznej czynnika, maksymalnej temperatury oraz szybkozmiennego obciążenia, wentylator powinien pracować bez remontu co najmniej 2 lata /tj. około 150000 godz/. W przypadkach uzasadnionych dopuszcza się krótszy okres pracy wentylatora bez remontu.

2.5.9. Erozja wentylatora. Dla osiągnięcia określonych w 2.4.9 okresów zużycia części narażonych na erozyjne działanie pyłu wnoszonego w spalinach, zamawiający jest obowiązany do przekazania wytwórcy wentylatora danych dotyczących pyłu, jak np.:

- a/ stężenie zapylenia czynnika roboczego, g/m³,
- b/ zawartość dwutlenku krzemu /SiO₂/ w pyłe lub analizę chemiczną pyłu,
- c/ maksymalny udział ziarna w pyłe o średnicy większej lub równej 25 μm lub analizę frakcyjną pyłu.

W uzasadnionych przypadkach zamawiający powinien również przekazać dokumentację techniczną kanałów przyłączonych do króćca ssawnego wentylatora w celu sprawdzenia ułożenia się strug pyłu w kanałach i podania środków zaradczych dla zmniejszenia erozji w wentylatorze /np. przez zainstalowanie odpowiednich kierownic/.

2.5.10. Urządzenie regulacyjne powinno umożliwiać równomierną zmianę wydajności wentylatora w całym zakresie regulacji. Powinno ono odpowiadać następującym wymaganiom:

a/ maksymalna różnica kątów ustawienia kierownic po obu stronach wentylatora dwustrumieniowego nie może przekroczyć 5° ,

b/ przebieg charakterystyki regulacji wentylatora powinien być zgodny z zamówieniem i jej histereza nie powinna przekraczać 2,5%,

c/ luz urządzenia regulacyjnego nie może być większy od wartości powodującej histerezę charakterystyki regulacji podaną w poz. b/,

d/ maksymalny moment powstający w urządzeniu regulacyjnym na skutek działania sił mechanicznych i aerodynamicznych nie powinien być większy od wartości podanej przez wytwórcę /z tolerancją $\pm 10\%$ /,

e/ wydajność przy minimalnym ustawieniu kąta łopatek urządzenia regulacyjnego nie powinna przekraczać uzgodnionej,

f/ pozostałe wymagania wg BN-70/1380-04.

2, 5, 11. Odwirowanie koła wirnikowego - wg BN-70/1380-04.

3. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

Pakowanie, przechowywanie i transport - wg BN-70/1380-04.

4. BADANIA

4.1. Program badań. Rozróżnia się dwa rodzaje badań /wg BN-70/1380-04/

a/ badania pełne przeprowadzane dla prototypu wentylatora oraz dla uzgodnionej liczby wentylatorów produkcji seryjnej /p. 2, 4, 3/, jak również w przypadku wprowadzenia zmian konstrukcyjnych lub technologicznych mogących mieć wpływ na wyniki badań przepływowych,

b/ badania niepełne przeprowadzane dla wszystkich sztuk wentylatorów.

Zestawienie wymagań i opis badań podano w tabl. 2.

4.2. Miejsce badań. Badania pełne i niepełne należy wykonać u wytwórcy. Jeżeli warunki techniczne u wytwórcy nie pozwalają na wykonanie badań zgodnie z programem /4.1/, można część badań przeprowadzać w miejscu stałego zainstalowania wentylatora /tj. przy kotle/, lub też na stanowisku badawczym. Miejsce badań wielkości charakterystycznych powinno odpowiadać wymaganiom odpowiednich norm.

Sprawdzenie wymagań wg rozdz. 2 może nastąpić tylko na wentylatorze oryginalnym, a nie na modelu.

Gdyby badanie wielkości charakterystycznych pracy wentylatora u wytwórcy przy znamionowej prędkości obrotowej spowodowało niedopuszczalne przekroczenie mocy silnika napędowego lub mocy dysponowanej, można przeprowadzić badania przy niższej prędkości obrotowej. W tym przypadku należy przeprowadzić korekty wartości sprawności wenty-

Tablica 2

Lp.	Badania	Wymagania wg punktu	Rodzaje badań		Opis badań wg punktu
			pełne	niepełne	
1	2	3	4	5	6
1	Sprawdzenie dokumentów	2, 4.	+	+	4, 6, 1
2	Sprawdzenie zaświadczeń jakości materiałów	2, 5, 1	+	+	4, 6, 2
3	Oględziny wentylatora i jego elementów oraz sprawdzenie wymiarów	2, 5, 2	+	+	4, 6, 3
4	Sprawdzenie szczelności układów olejowych i wodnych	2, 5, 3	+	+	4, 6, 4
5	Sprawdzenie pokryć malarskich	2, 5, 4	+	+	4, 6, 5
6	Wyważenie koła wirnikowego	2, 5, 5	+	+	4, 6, 6
7	Badanie urządzenia regulacyjnego	2, 5, 10 a/, c/, d/	+	+	4, 6, 7
8	Próba ruchowa	2, 2	+	+	4, 6, 8
9	Pomiar wielkości charakterystycznych pracy	2, 1	+	-	4, 6, 9
10	Pomiar wielkości charakterystycznych urządzenia regulacyjnego	2, 5, 10 b/, c/	+	-	4, 6, 10
11	Pomiar poziomu hałasu	2, 3	+	-	4, 6, 11
12	Sprawdzenie okresów zużycia ważniejszych części wentylatora	2, 5, 9	+	-	4, 6, 12
13	Pomiar stężenia zapylenia	2, 5, 10	+	-	4, 6, 13
14	Próba odwirowania koła wirnikowego ¹⁾	2, 5, 11	+	-	4, 6, 14
¹⁾ Próba zalecana.					

latorów z uwzględnieniem zmiany liczby Reynoldsa /zróżnicowanie liczb Reynolds'a nie powinno być większe niż 50%/. Korekty należy wykonać zgodnie z PN/M-43010- -Projekt.

4.3. Termin i wykonawca badań. Wszystkie badania przewidziane programem /4.1/ należy wykonać najpóźniej w ciągu 12 miesięcy od chwili uruchomienia wentylatora.

Badania u wytwórcy powinny być wykonane przy udziale przedstawiciela zamawiającego. W przypadku przeprowadzania badań poza zakładem wytwórcy, wykonawcą badań mo-

że być wyspecjalizowana jednostka przy udziale przedstawiciela wytwórcy.

Badania powinny być wykonane dopiero po zgłoszeniu, które powinno zawierać typ i liczbę przedstawionych do odbioru wentylatorów. Zgłoszenie powinno wyprzedzać odbiór o 7 dni. Celowym jest uzgodnienie programu i zakresu przed przystąpieniem do badań.

4.4. Dokumenty obowiązujące przy odbiorze wentylatora – wg BN-70/1380-04.

4.5. Przygotowanie wentylatora do badań. Wentylator powinien być przedstawiony do odbioru końcowego w stanie zmontowanym. Odrębnemu odbiorowi podlegają ważniejsze podzespoły i części wentylatora według uzgodnienia z zamawiającym /2.4/.

Wytwórca może przeprowadzić we własnym zakresie badania wstępne i usunąć usterki i wady ujawnione w wyniku tych badań.

4.6. Opis badań

4.6.1. Sprawdzenie dokumentów polega na ich porównaniu z: zamówieniem, normami, technicznymi warunkami wytwarzania, katalogami i warunkami odbioru technicznego /WOT/. Ponadto należy sprawdzić kompletność dokumentów wysyłanych razem z wentylatorem.

4.6.2. Sprawdzenie zaświadczeń jakości materiałów. Należy sprawdzić zgodność użytych materiałów z dokumentacją techniczną oraz z odpowiednimi normami. Sprawdzeniu podlegają również wyniki dodatkowych badań wytrzymałościowych.

4.6.3. Oględziny wentylatora i jego elementów oraz sprawdzenie wymiarów – wg BN-70/1380-04.

4.6.4. Sprawdzenie szczelności układów olejowych i wodnych należy wykonać za pomocą pompy ręcznej lub prasy hydraulicznej i manometru kontrolnego zgodnie z 2.5.3.

4.6.5. Sprawdzenie pokryć malarskich – wg PN-64/M-06000.

4.6.6. Sprawdzenie wyważenia koła wirnikowego należy wykonać na wyważarce. Badanie stopnia wyważenia polega na sprawdzeniu zgodności protokółów wyważania z 2.5.5.

4.6.7. Badanie urządzenia regulacyjnego polega na:

- a/ wyznaczeniu charakterystyki urządzenia regulacyjnego /1.3.9/,
- b/ sprawdzeniu kątów ustawienia kierownic /wg 2.5.10 a/,
- c/ wyznaczeniu luzu urządzenia regulacyjnego w całym zakresie regulacji /wg BN-70/1380-04/,
- d/ sprawdzeniu ciągłości kątów ustawienia łopatek urządzenia regulacyjnego.

Badanie kątów ustawienia należy wykonać kątomierzem z podziałką elementarną 1° .

4.6.8. Próba ruchowa. Próbę należy wykonać zgodnie z BN-70/1380-04.

4.6.9. Pomiar wielkości charakterystycznych pracy wentylatora. Pomiar charakterystyki aerodynamicznej wentylatora należy wykonać zgodnie z BN-76/1388-06.

4.6.10. Pomiar wielkości charakterystycznych urządzenia regulacyjnego należy wykonać w następującym zakresie:

a/ Wyznaczenie charakterystyki regulacji przy malejącej i rosnącej wydajności /załącznik 1/ dla określenia przebiegu charakterystyki, jej histerezy /2.4.11b/ oraz wydajności minimalnej /2.4.11e/. W tym celu należy uruchomić wentylator i ustawić zasuwę dławicą ewentualnie przepustnicę, tak aby wydajność odpowiadała punktowi pracy wentylatora. Następnie przy nie zmienionym położeniu kłapy dławiczej przestawiać stopniowo element nastawczy, określając jego położenie i mierząc stopniowo przestawić element nastawczy do pełnego otwarcia, określając jego położenie i mierząc wydajność wentylatora.

b/ Określenie momentu powstającego w urządzeniu regulacyjnym. Moment ten należy wyznaczyć w zakresie wydajności, jak w poz. a/, na podstawie pomiaru siły ściskającej lub rozciągającej w drążku regulacyjnym za pomocą dynamometru sprężynowego lub tensometrycznego.

4.6.11. Pomiar poziomu hałasu należy wykonać zgodnie z PN-72/M-43120.

4.6.12. Sprawdzenie okresów zużycia. Badania okresu zużycia ważniejszych części /2.5.8/ powinny być wykonane przez wytwórcę za pomocą aparatury specjalnej. Sprawdzenie okresów zużycia w warunkach eksploatacji wentylatora powinno się odbywać na podstawie zapisu czasu pracy wentylatora przez personel eksploatacji. Oględziny części, których zużycie nastąpiło w czasie krótszym od podanego przez wytwórcę, powinno się wykonywać komisyjnie w obecności przedstawiciela wytwórcy.

Przez wykonanie właściwych pomiarów w czasie eksploatacji wentylatora /przynurkami ruchowymi lub specjalnymi/, należy udokumentować warunki pracy wentylatora w okresie zużycia się danej części.

4.6.13. Pomiar stężenia zapylenia należy wykonać zgodnie z PN-72/M-34129.

4.6.14. Próba odwirowania koła wirnikowego powinna być wykonana zgodnie z BN-70/1380-04.

5. OCENA WYNIKÓW BADAŃ

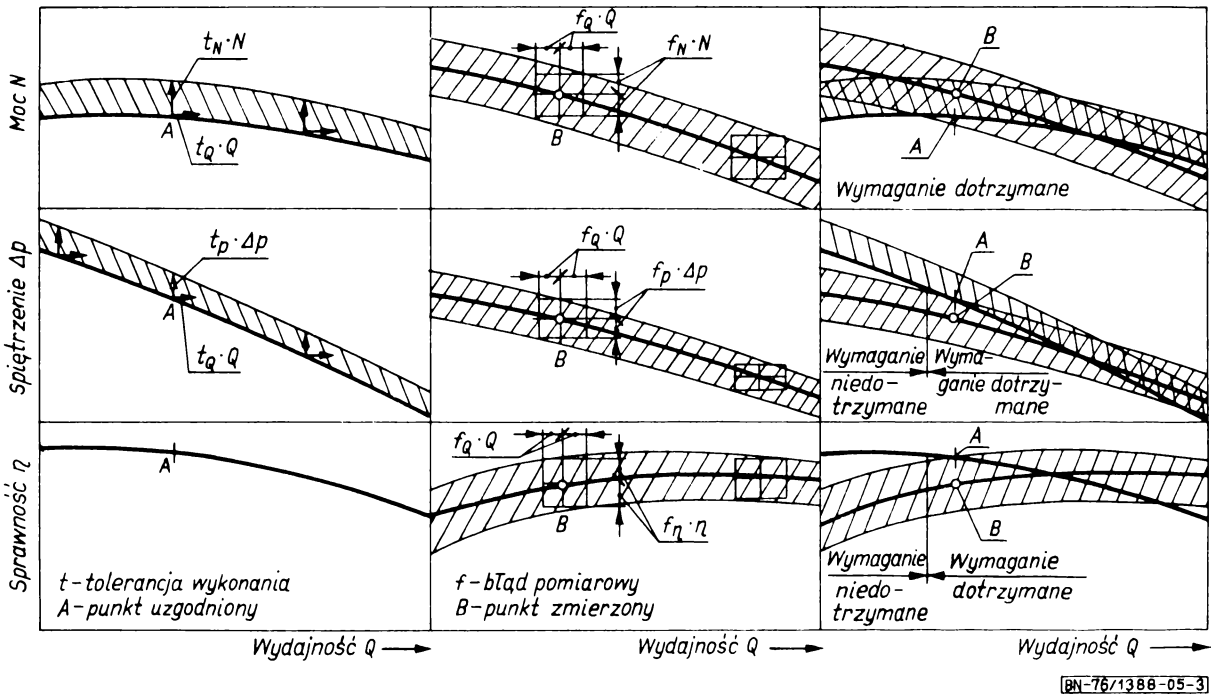
5.1. Ocena wyników badań wielkości charakterystycznych pracy. Zmierzone wielkości charakterystyczne pracy wentylatora należy redukować do jego znamionowej prędkości obrotowej i ciężaru właściwego przepływającego czynnika.

Wynik badań wielkości charakterystycznych pracy wentylatora należy uznać za dodatni, jeżeli zmierzony punkt pracy względnie zmierzona charakterystyka odpowiada uzgodnionym wg 2.1.1 wymaganiom po uwzględnieniu toleran-

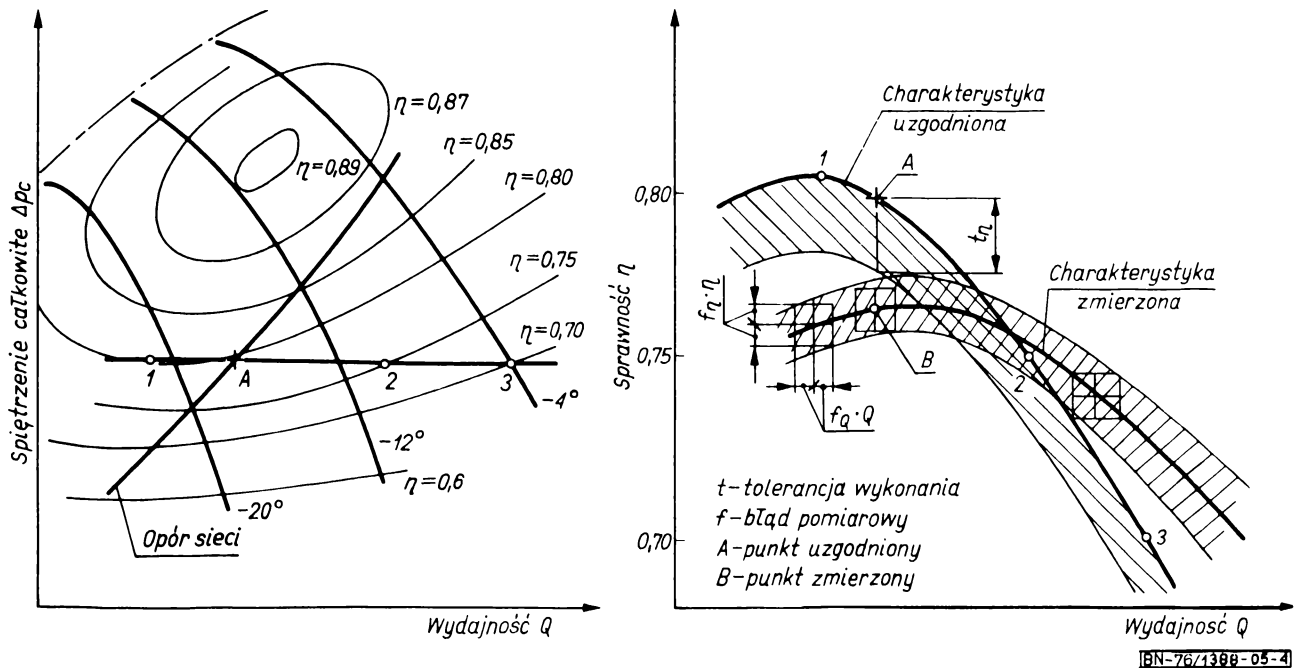
cji wykonania wg 2, 1, 2 oraz błędów pomiarowych. Tok postępowania przy ocenie wyników tych badań jest następujący:

a/ Dla wentylatorów z regulacją dławieniową /lub za pomocą ciągłej zmiany prędkości obrotowej/ należy narysować na wykresie charakterystyk zmierzony przebieg charakterystyki i wykreślić pole błędów pomiarowych /rys.3/. Następnie należy nanieść uzgodniony punkt /lub charakterystykę/ i wykreślić odcinki odpowiadające tolerancji wykonania /rys. 3/. Wymagania są dotrzymane, jeżeli pole tolerancji wykonania pokrywa się lub jest styczne z polem błędów pomiarowych.

b/ Dla wentylatorów z urządzeniem regulacyjnym należy na wykres charakterystyk /2.1.1/ nanieść zmierzony punkt pracy /rys. 4/ i prowadzić przez niego prostą poziomą odpowiadającą stałemu spiętrzeniu całkowitemu. Wydajność wyznaczona przez punkty przecięcia tej prostej z krzywymi stałej sprawności oraz wartości tych sprawności, należy przedstawić na wykresie pomocniczym, sprawność w funkcji wydajności /rys. 4/ i wykreślić tolerancje wykonania dla sprawności. Przedstawiając następnie na wykresie pomocniczym zmierzoną sprawność i pole błędów pomiarowych, należy uznać sprawność za dotrzaną, jeżeli pole tolerancji wykonania pokrywa się lub jest styczne z polem błędów pomiarowych.



Rys. 3. Wyznaczanie pól tolerancji wykonania i błędów pomiaru dla wentylatora bez urządzenia regulacyjnego



Rys. 4. Wyznaczanie pól tolerancji wykonania i błędów pomiaru dla wentylatora z urządzeniem regulacyjnym

Ocenę dotrzymania charakterystyki spiętrzenia i krzywej pompowania przy maksymalnym otwarciu łopatek urządzenia regulacyjnego /2.1.2b/ należy przeprowadzić z uwzględnieniem błędów wykonania jw.

5.2. Ocena wyników badań mechanicznych. Wynik badań pełnych i niepełnych wyszczególnionych w tabl. 2 należy uznać za dodatni, jeżeli wentylator i jego zespoły przeszły wszystkie próby wg 4.1 /wykonywane podczas odbioru międzyoperacyjnego i końcowego/ z wynikiem dodatnim.

5.3. Postępowanie z wentylatorami, które nie spełniają wymagań normy. Wentylator ewentualnie jego elementy składowe, odrzucone na podstawie ujemnych wyników badań mogą być przedstawione do ponownych badań po złożeniu oświadczenia wytwórcy o usunięciu stwierdzonych usterek.

5.4. Protokół z badań. Wyniki badań należy ująć w protokole, który powinien zawierać:

- a/ oznaczenie wentylatora i nazwę wytwórcy,
- b/ miejsce i datę przeprowadzonych badań,

c/ imię i nazwisko upoważnionego przedstawiciela odbiorcy,

d/ imię i nazwisko upoważnionego przedstawiciela wytwórcy,

e/ nazwę zakładu zamawiającego i dane dotyczące zamówienia,

f/ dane wentylatora /dane techniczne, grupa nowoczesności itp./ oraz zakres wymagań,

g/ zakres przeprowadzonych badań,

h/ ocenę wyników badań i konkluzja.

Do protokołu należy załączyć protokoły przeprowadzonych prób.

Jeżeli badania są wykonywane w miejscu zainstalowania wentylatora, w protokole należy uwzględnić dodatkowo następujące punkty:

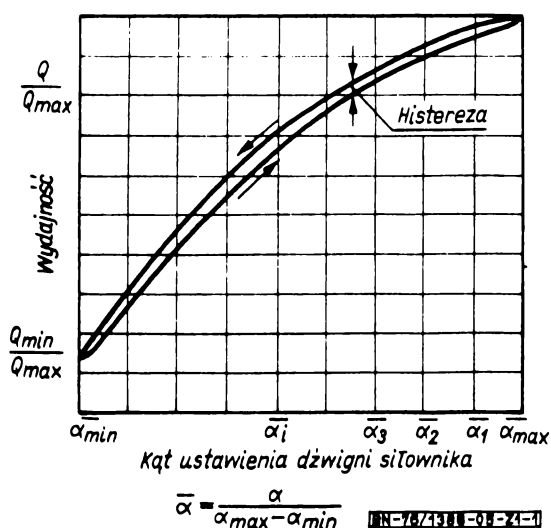
- dane dotyczące stanu wentylatora przed badaniem i czas jego pracy,
- krótki opis instalacji,
- opis przyrządów pomiarowych i schemat pomiarowy,
- opis warunków ruchowych w jakich badania zostały przeprowadzone.

K O N I E C

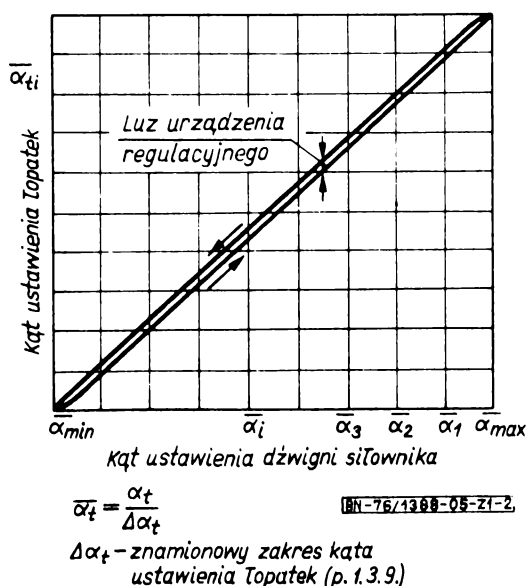
Informacje dodatkowe

ZAŁĄCZNIK 1

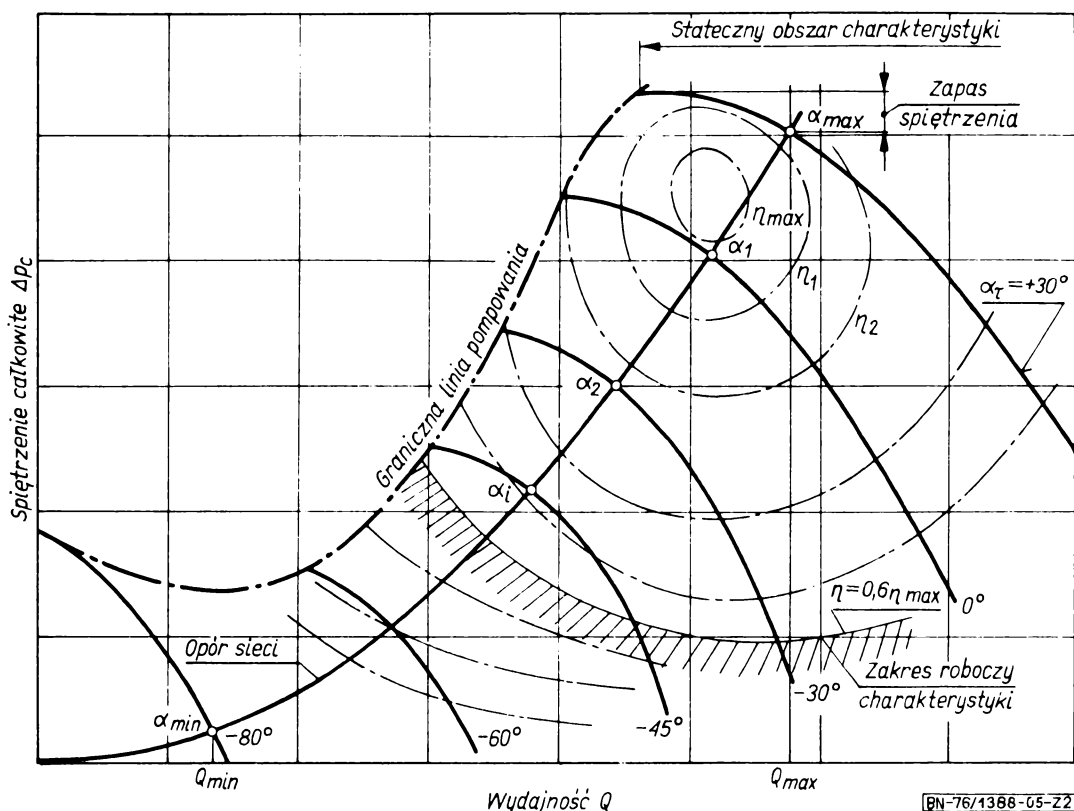
PRZYKŁAD WYZNACZENIA CHARAKTERYSTYKI REGULACJI I URZĄDZENIA REGULACYJNEGO



Rys. 1. Charakterystyka regulacji wentylatora



Rys. 2. Charakterystyka urządzenia regulacyjnego

ZAŁĄCZNIK 2PRZYKŁAD CHARAKTERYSTYKI WENTYLATORA Z URZĄDZENIEM REGULACYJNYM

BN-76/1388-05-Z2

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę – Zakłady Pomiarowo-Badawcze Energetyki ENERGOPOMIAR, Gliwice.

2. Istotne zmiany w stosunku do PN-63/M-34131

a/ przeprowadzono podział ww. normy na niniejszą normę typu przedmiotowego oraz na normę czynnościową dotyczącą pomiarów aerodynamicznych wentylatora,

b/ rozszerzono zakres wymagań i badań uwzględniając specyfikę pracy wentylatorów kotłowych oraz uzgodnione Warunki Odbioru Technicznego /WOT/,

c/ wprowadzono, zgodnie z BN-70/1380-04, podział badań na pełne i niepełne,

d/ wprowadzono nowe określenia dotyczące głównie regulacji wentylatorów,

3. Normy i dokumenty związane

PN-64/M-06000 Pokrycia lakierowe na podłożu żeliwa i stali, Wytyczne ogólne projektowania i oceny wykonania

PN-75/M-43001 Wentylatory. Wielkości charakterystyczne, Nazwy określenia oznaczania i jednostki

PN-73/M-43009 Wentylatory. Zespoły i elementy. Nazwy określenia i podział

PN-72/M-43120 Wentylatory. Metody pomiaru hałasu

PN-72/M-34129 Odpylacze kotłowe. Wymagania i badania odbiorcze

PN- /M-43010 - /Projekt do doświadczalnego stosowania/ Wentylatory. Pomiary charakterystyk na stoiskach

PN-74/Z-01001 Ochrona czystości powietrza. Nazwy określenia i jednostki. Postanowienia ogólne i zakres normy

BN-70/1380-04 Wentylatory. Ogólne wymagania i badania

BN-70/1388-02 Wentylatory. Tabliczki znamionowe i kierunkowe

BN-76/1388-06 Wentylatory. Pomiary aerodynamiczne

4. Normy zagraniczne

VDI 2044 Richtlinien, Abnahme- und Leistungsversuche an Ventilatoren

VDI 2056 Richtlinien Beurteilungsmasstäbe für mechanische Schwingungen von Maschinen

VGB Richtlinien für die Planung, Bestellung und Abnahme von Ventilatoren für Dampferzeuger- Reaktoren, Wyd. II 1974

5. Autor projektu normy – mgr inż. Jan Jagielski – Zakłady Pomiarowo-Badawcze Energetyki ENERGOPOMIAR, Gliwice.