

SUNON®



Chłodzenie urządzeń

Dobór wentylatora na podstawie materiałów firmy Sunon

Wentylator może być traktowany jak pompa powietrza, która zamienia ruch wirowy i moc napędzającego ją silnika na przepływ strumienia powietrza o określonej prędkości i ciśnieniu. Do konwersji używany jest element wykonawczy w postaci śmigła. Nic bardziej oczywistego. Powstaje pytanie: jak dobrać wielkość wentylatora do ilości odprowadzanego ciepłego powietrza? Kiedy zastosować wentylator a kiedy dmuchawę? Postaramy się odpowiedzieć na to i inne pytania korzystając z materiałów lidera w produkcji wentylatorów, firmy Sunon.

Wentylator a dmuchawa

Wentylator i dmuchawa są pompami powietrza i dlatego charakteryzują się tymi samymi parametrami, co pompy. Ruch obrotowy silnika zamieniany jest na ruch postępowy powietrza przy pomocy śmigła. Na **foto. 1** pokazano typowy wentylator, a na **foto. 2** dmuchawę, produkowane przez firmę Sunon. Główna różnica pomiędzy nimi polega na sposobie przepływu powietrza i charakterystyce wywieranego ciśnienia. Wentylator przemiesz-

cza powietrze w kierunku prostopadłym do płaszczyzny wirowania śmigła. Może przy tym powodować znaczny jego przepływ (**tab. 1**), ale słabo radzi sobie przy dużej różnicy ciśnień, wydychając powietrze „przeciwko” wysokiemu ciśnieniu. Dmuchawa przemieszcza powietrze w kierunku równoległym do płaszczyzny wirowania, przy czym w porównaniu z wentylatorem wywołuje ona mniejszy przepływ (**tab. 2**). Jej zaleta jest taka, że różnica ciśnień może być duża, tzn. dmuchawa, inaczej niż

wentylator, może pracować „przeciwko” dużemu ciśnieniu.

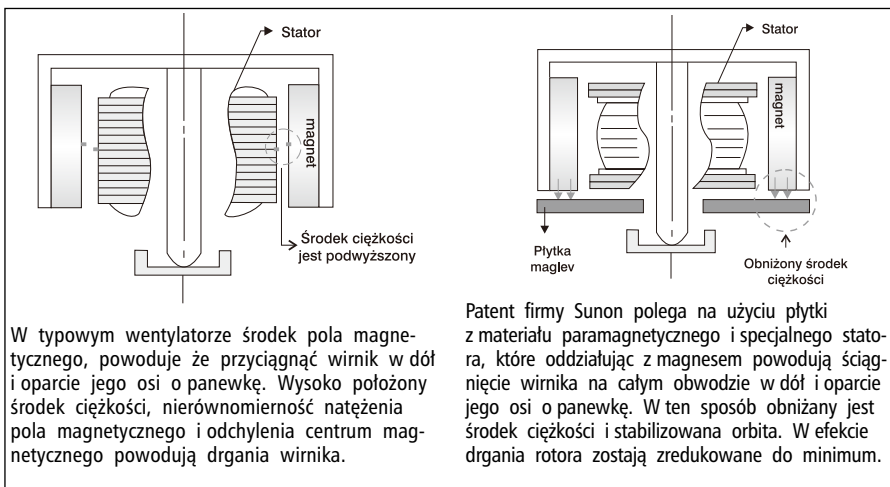
W większości aplikacji stosowany jest wentylator w postaci śmigła przymocowanego do rotora silnika wprawiającego je w ruch wirowy. Śmigło otoczone jest niewielką osłoną, która ma na brzegach od dwóch do kilku otworów na śruby mocujące. Można spotkać również specjalne typy wentylatorów, osłonięte rodzajem tuby lub umieszczone wewnątrz kanału nawiewnego. Osłony te, oprócz mechanicznego zabezpieczenia wentylatora, redukują również wiry powstające na krawędziach łopatek śmigła. Do napędzania wentylatorów i dmuchaw stosowane są silniki indukcyjne zasilane prądem przemiennym lub silniki szczotkowe zasilane prądem stałym. Zarówno wentylatory jak i dmuchawy, produkowane są jako lewoskrętne i prawoskrętne. Oferowane wentylatory produkowane przez Sunon mają minimalne napięcie zasilania 5 VDC, a maksymalne 230 VAC.



Fot. 1. Wentylator firmy Sunon



Fot. 2. Dmuchawa firmy Sunon



Rys. 3. Porównanie rozwiązania MagLev opatentowanego przez firmę Sunon z tradycyjnie stosowanym

Dla trwałości wentylatora kluczowe znaczenie ma sposób łożyskowania wirnika, ponieważ od jego jakości i trwałości w największym stopniu zależy czas „życia” wentylatora w aplikacji. Pod tym

względem należy wyróżnić firmę Sunon za opracowanie magnetycznego łożyskowania wirnika o nazwie MagLev, opatentowanego i wprowadzonego do jej wyrobów (rys. 3). Różnica pomiędzy

rozwiązaniem tradycyjnym, a stosowanym przez Sunon, polega na obniżeniu środka ciężkości rotora oraz stabilizację orbity wirnika przez zastosowanie odpowiednio ukształtowanego statora i płytki MagLev oddziałującej z magnesem stałym. W ten sposób uzyskuje się redukcję drgań rotora, co przekłada się wprost na znaczną redukcję hałasu.

Podstawy aerodynamiki śmigła

Na rys. 4 przedstawiono przekrój łopatki śmigła. Cięciwa (linia przerywana) przechodzi przez najwyższy położony punkt na krawędzi natarcia i najwyższy punkt krawędzi spływu. Kąt natarcia łopatki mierzony jest pomiędzy cięciwą a względnym kierunkiem ruchu powietrza. W związku z tym, że ten kierunek zawiera się w płaszczyźnie wirowania, to kąt będzie mierzony pomiędzy nią a cięciwą łopatki.

Jeśli kąt natarcia jest mały, to ciśnienie różnicowe (mierzone po obu stronach płaszczyzny wirowania) jest również małe. Wraz ze wzrostem kąta natarcia zwiększa się grubość wentylatora, zwiększa się ciśnienie oraz maleje przepływ powietrza po obu stronach łopatki śmigła. Przepływ może się zmniejszyć prawie do zera. Punkt ten nazywa się punktem odcięcia.

Najczęściej stosowane w elektronice wentylatory i dmuchawy mają łopatki o stałym kącie natarcia. Przy stałej, najczęściej stabilizowanej prędkości obrotowej, mają swoją, ściśle określoną zdolność do przemieszczania pewnej ilości powietrza, zwaną wydajnością. Wydajność wentylatora zmienia się przy zmianie gęstości powietrza, a więc wentylator przeznaczony do pracy na dużej wysokości musi mieć większą wydajność, niż ten przeznaczony do pracy na poziomie morza.

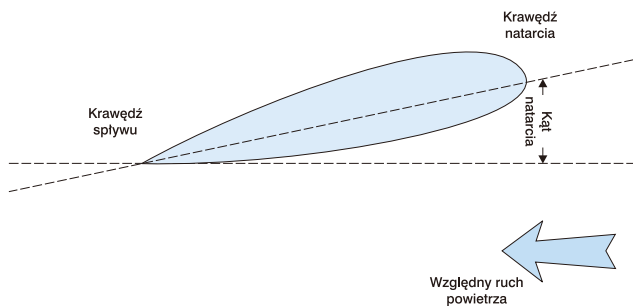
Krzywa pracy wentylatora

Zamieszczone wyżej wyjaśnienie podstawowych zasad aerodynamiki łopatki wentylatora jest niezbędne do zrozumienia danych katalogowych prezentowanych przez producentów wentylatorów. W związku z tym, że większość producentów wentylatorów podaje ich parametry w jednostkach obowiązujących w Stanach Zjednoczonych i Azji, to w katalogach spotkamy się z przepływami podawanym w CFM, tj. *Cubic Feet per Minute* (stopa sześcienna na minutę) oraz ciśnieniem w *Inches of Water*, tj. calach słupa wody. Na szczęście zależność pomiędzy stopami czy calami a metrami jest liniowa i w razie potrzeby łatwo jest zamienić jednostki. Na stronie internetowej firmy TME dostępna jest dokumentacja techniczna produktów Sunon, w której krzywe wentylatorów wyskalowane są w jednostkach imperialnych oraz SI.

Wszystkie aerodynamiczne aspekty pracy wentylatora obrazuje krzywa zwana krzywą wentylatora. Pokazana na rys. 5 analizę jej rozpoczyna się od prawej strony do lewej, to jest od największego przepływu powietrza do punktu odcięcia. Łopatka wentylatora pracująca w pobliżu punktu odcięcia nadal może dostarczać powietrze, jednak przypomina to głośne jego „milenie” przy jednocześnie, dużym wydatku energetycznym.

Wymiary (mm)	Przepływ (CFM)	Wymiary (mm)	Przepływ (CFM)	Wymiary (mm)	Przepływ (CFM)
17×17×8	0,7...0,9	40×40×10	7,0...8,0	60×60×60	67,0
20×20×8	1,3...1,6	40×40×15	14,0	70×70×15	19,0...27,0
20×20×10	1,5...1,9	40×40×20	6,3...10,8	70×70×20	23,5...43,0
25×25×6	2,2...3,0	40×40×24	21,6	70×70×25	24,0...49,0
25×25×10	3,0...3,5	40×40×28	23,4	80×80×15	32,0...40,0
25×25×15	2,2...3,1	40×40×56	26,7	80×80×20	29,0...53,0
30×30×6	3,7...4,9	45×45×10	9,2...11,0	80×80×25	33,0...60,0
30×30×10	4,6...5,5	50×50×10	11,0...13,0	80×80×32	61,9
30×30×15	4,8...6,0	50×50×15	10,2...17,0	80×80×38	59,5...84,1
35×35×6	4,3...5,5	55×55×15	21,1	92×92×25	39,5...77,0
35×35×10	6,5...7,0	60×60×15	15,0...21,0	92×92×32	79,0
38×38×20	10,6...13,5	60×60×20	19,0...30,5	92×92×38	91,7...120,2
38×38×28	12,6...19,0	60×60×25	19,3...40,0	120×120×25	75,0...150,0
40×40×6	5,5...5,9	60×60×38	41,5...56,5	120×120×38	93,0...190,0

Wymiary (mm)	Przepływ (CFM)	Wymiary (mm)	Przepływ (CFM)	Wymiary (mm)	Przepływ (CFM)
35×35×7	0,9	50×50×20	4,8...5,7	75×75×30	7,5...13,6
45×45×20	4,6	60×60×15	3,5...5,2	97×94×33	22,4...30,5
50×50×15	2,3...4,7	60×60×25	7,3	120×120×32	31,4...35,9



Rys. 4. Przekrój łopatki śmigła z zaznaczonymi podstawowymi parametrami

Pole powierzchni pod krzywą reprezentuje energię wydatkowaną na działanie wentylatora. W punkcie odcięcia wirnik ma największą energię potencjalną, natomiast w osi rzędnych – największą energię kinetyczną. Aczkolwiek nie są to zakreślone użyteczne w zastosowaniach praktycznych, to mogą być zastosowane przy porównywaniu wentylatorów.

Wybór odpowiedniego wentylatora

Szacowanie przepływu powietrza

Firma Sunon podaje w danych katalogowych krzywe dla każdego typu wentylatora. Pozwala to łatwo dobrać wentylator do aplikacji. W praktyce konstruktorskiej, przy projektowaniu prostych systemów, wystarczające będą podane niżej wskazówki. Jeśli chłodzony system jest bardzo złożony, to niestety może okazać się, że niezbędne jest wykonanie serii pomiarów, symulacji komputerowych lub dobór wentylatora metodą prób i błędów.

Dla urządzeń składających się z zasilacza i komponentów zamkniętych we wspólnej obudowie można założyć, że cała dostarczana energia zamieniana jest na ciepło. Po zmierzeniu lub wyliczeniu potrzeb urządzenia związanych z zasilaniem, można oszacować moc, którą musi odprowadzić system chłodzenia. Uśredniona pojemność termiczna powietrza jest równa 0,569 W minutę×°C/ft³. Oznacza to, że każda ft³ powietrza przepływającego przez system w czasie jednej minuty może odprowadzić 0,569 W i wywołać zmianę temperatury o 1°C. Można to wyrazić również

w inny sposób: aby starty mocy 1 W nie spowodowały wzrostu temperatury o 1°C, aby przez system chłodzenia musi w ciągu jednej minuty przepłynąć 1,757 ft³.

Po oszacowaniu strat mocy w watach i określeniu dopuszczalnego wzrostu temperatury, można przystąpić do wyboru wentylatora. I tu niestety potrzebna jest znajomość różnicowego

ciśnienia powietrza, to jest panującego wewnątrz i na zewnątrz obudowy. Jest to parametr bardzo istotny, ponieważ jak pamiętamy wentylator kieszonko radzi sobie z pracą „przeciwko” ciśnieniu. Dla przykładu manometr może wskazywać ciśnienia różnicowe 0,2 do 0,25” słupa wody, jeśli wylot wentylatora wyposażony jest w gęsty filtr przeciwpyłowy. Po naniesieniu tej wielkości na wykresie typowego wentylatora powodującego przepływ około 100 CFM (np. PMD4809PMB1A z oferty Sunon, rys. 6) okazuje się, że ta wartość ciśnienia różnicowego redukuje przepływ aż o blisko 50%! Wymagany przepływ wylicza się jako $m = k \times P / (T_0 - T)$, gdzie: $k = 1,757 \text{ CFM} \times \text{°C/W}$, P to rozpraszana moc w W, $T_0 - T$ to różnica temperatury w °C.

Przykład doboru wentylatora

W prostych kalkulacjach przyjmuje się, że system używa 70% mocy źródła napięcia zasilania. Typowo zasilacz AC/DC pracuje ze sprawnością 75%, co oznacza, że zasilacz zamienia 25% pobranej mocy na ciepło. Wentylator musi rozproszyć właśnie to ciepło. Prześledźmy to na przykładzie.

Zgodnie z tym, co napisano wcześniej, zasilacz o mocy 400 W i sprawności 75%, aby dostarczyć 400 W musi pobrać o 25% więcej mocy, tj. 500 W. Zasilany system pobierze 500 W×70%=350 W. Załóżmy, że będzie pracował w otoczeniu, o temperaturze w najgorszym przypadku równej 35°C, a temperatura powietrza wewnątrz urządzenia nie może przekroczyć 50°C. Zgodnie z podanym wyżej wyrażeniem $m = 1,757 \times 350 / (50 - 35) = 40,99 \text{ CFM}$.

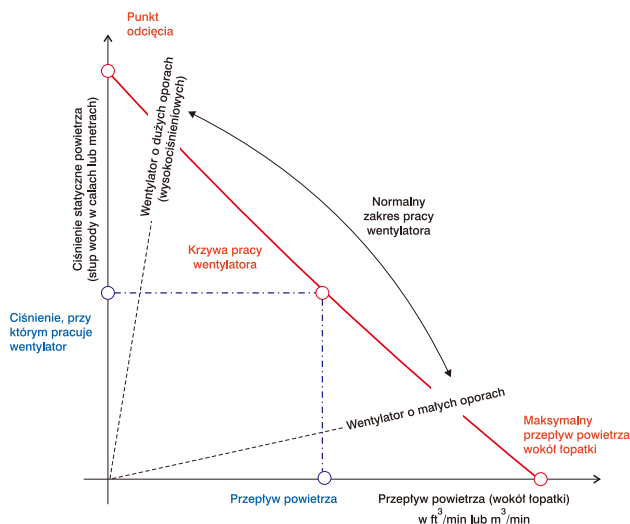
Teraz należy wybrać wentylator o wymaganych parametrach i zaznaczyć wyliczony przepływ na osi

odciętych. Następnie określić, czy dany wentylator będzie mógł pracować przy znanym ciśnieniu różnicowym pamiętając o tym, że każda przeszkoda na drodze powietrza może je zwiększyć. I tak siatka zabezpieczająca wentylator przed drobnymi obiektami powoduje powstanie ciśnienia różnicowego o wartości 0,1...0,15”, gęsty filtr przeciwpyłowy 0,2...0,3”, natomiast kratka osłaniająca wentylator wykonana z drutu będzie powodowała ciśnienie różnicowe bliskie 0” słupa wody.

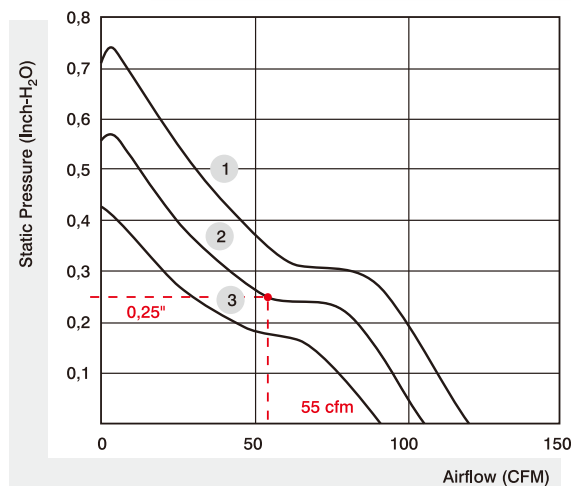
Wentylatory firmy Sunon

W systemie, który jest chłodzony za pomocą wymuszonego obiegu powietrza, wentylator jest niezmiernie ważnym elementem, ponieważ jego awaria może za sobą pociągnąć trudny do przewidzenia ciąg zdarzeń. Dlatego istotne jest, aby stosować wyroby pewnych i sprawdzonych producentów. Do takich należy firma Sunon, która od przeszło 30 lat produkuje wentylatory przeznaczone do chłodzenia urządzeń elektronicznych. W jej ofercie można znaleźć wentylator praktycznie do każdej aplikacji: począwszy od miniaturowych o wymiarach 17×17×8 mm, aż do całkiem sporych, zapewniających przepływ blisko 200 CFM. Specjalny, opatentowany sposób łożyskowania jest gwarancją, że wentylator nie zawiedzie nawet w trudnych warunkach. Opisane wcześniej zasady doboru i tabele pozwolą łatwo wybrać odpowiedni wentylator do aplikacji, natomiast możliwość ich zakupu w internetowym sklepie firmy TME (www.tme.pl) jest gwarancją, że wybrany towar zostanie dostarczony szybko i niezawodnie pod wskazany adres. Jakość wyrobu, dobra cena i gwarantowana uznana marką firmy TME dostawa, są wystarczającymi przesłankami do wyboru tego właśnie produktu.

Jacek Bogusz, EP
jacek.bogusz@ep.com.pl



Rys. 5. Krzywa pracy wentylatora



Rys. 6. Krzywa pracy wentylatora PMD4809PMB1A firmy Sunon

Dodatkowe informacje:
Transfer Multisort Elektronik, 93-350 Łódź,
ul. Ustronna 41, tel.: 042 645 54 54,
fax: 042 645 55 00, e-mail: sunon@tme.pl,
www.tme.pl