

Vortex Tubes

dysze chłodzące

Sprężone powietrze schłodzone
do -46°C !

Brak części ruchomych!



Charakterystyka Vortex Tube

To niedrogie, niezawodne niewymagające serwisowania rozwiązanie różnych problemów dotyczących chłodzenia przemysłowego. Z użyciem standardowej ilości sprężonego powietrza jako źródła mocy dysze chłodzące wytwarzają dwa strumienie powietrza, jeden ciepły, drugi zimny. Urządzenie nie ma części ruchomych. Dysze chłodzące mogą wytwarzać:

- Temperatury od -46°C do $+127^{\circ}\text{C}$
- Natężenie przepływu od 28 do 4248 [l/min]
- Chłodzenie nawet do 2571 kcal/godz.

Temperaturę, przepływ i chłodzenie można regulować za pomocą zaworów kontrolnych na wejściu i wyjściu.



Vortex Tube 3225 chłodzi plastikowe części zmywarki do naczyń podczas spawania ultradźwiękowego.

Dlaczego warto używać dysz Vortex Tubes?

Dysze chłodzące firmy EXAIR są wykonywane ze stali nierdzewnej. Odporność stali nierdzewnej na zużycie oraz korozję i utlenianie zapewnia długotrwałą, niezawodną pracę bez konieczności serwisowania.



Urządzenie do chłodzenia o ciężarze 1/4 tony na dłoni.



Specjalne dysze chłodzące do wysokich temperatur chłodzą soczewki horoskopu umieszczone w kotle o temperaturze $648,89^{\circ}\text{C}$.

Zastosowanie

- Chłodzenie sterowników elektr.
- Chłodzenie podczas obróbki
- Chłodzenie kamer CCTV
- Utwardzanie profili
- Chłodzenie części lutowanych
- Chłodzenie próbek gazu
- Chłodzenie komponentów elektr.
- Chłodzenie el. zgrzewanych
- Chłodzenie komór środowiskowych

Zalety

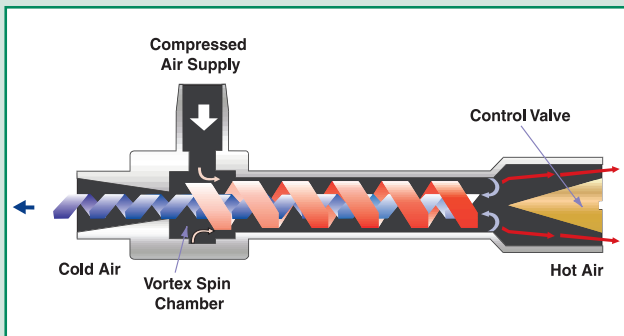
- Brak części ruchomych
- Brak elektryczności i chemii
- Niewielkie wymiary, mały ciężar
- Niskie koszty
- Brak konieczności serwisowania
- Natychmiastowe schładzanie
- Wytrzymałość – stal nierdzewna
- Regulowana temperatura
- Wymienne generatory



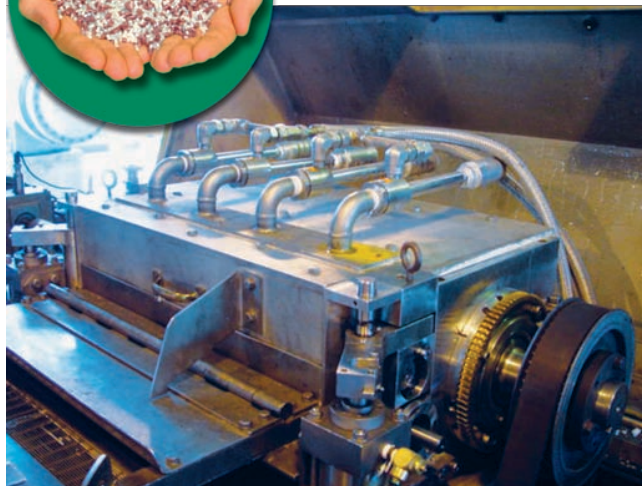
Vortex Tube 3215 chłodzi matrycę na maszynie do formowania rurek medycznych.

Vortex Tubes

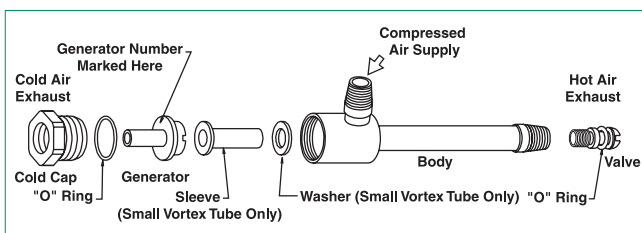
Sposób działania dysz Vortex Tube



Sprężone powietrze, zazwyczaj 5,5-6,9 bar, wstrzykiwane jest stycznie poprzez generator do komory wirowej. Przy 1 000 000 RPM strumień powietrza obraca się w stronę gorącego końca, gdzie część powietrza wydostaje się przez zawór kontrolny. Pozostałe powietrze, nadal wirując, jest wypychane z powrotem poprzez środek wiru zewnętrznego. Strumień wewnętrzny wytwarza energię kinetyczną w postaci ciepła, wydaje ją do strumienia zewnętrznego, a następnie opuszcza dyszę jako zimne powietrze. Strumień zewnętrzny opuszcza koniec przeciwny jako powietrze gorące. Na stronie 119, w tej sekcji, znajduje się szczegółowa dyskusja na temat historii i teorii dysz chłodzących.



(4) Vortex Tubes 3250 chłodzą noże urządzenia grudkującego w celu zapobieżenia nieregularnym kształtom.



Vortex Tube – kontrola temperatury i przepływu

Przepływ zimnego powietrza i temperaturę można łatwo kontrolować poprzez regulację zaworu szczelinowego na wyjściu gorącego powietrza. **Otwarcie zaworu redukuje przepływ zimnego powietrza i jego temperaturę.** Zamknięcie zaworu zwiększa przepływ i temperaturę zimnego powietrza. Procent powietrza kierowanego do zimnego wyjścia dyszy chłodzącej zwany jest „zimnym powietrzem”. Dla większości zastosowań zimne powietrze 80% wytwarza kombinację zimnego przepływu i spadku temperatury, który zwiększa wydajność chłodzenia, lub kcal/godz., dyszy. W przypadku niewielkiego procentu (poniżej 50%) wytwarzane są niższe temperatury, a osiąga się je kosztem przepływu zimnego powietrza.

Większość operacji przemysłowych, takich jak chłodzenie, chłodzenie części, chłodzenie komór, wymaga chłodzenia maksymalnego i wykorzystania dysz z serii 3200. Do pewnych operacji „kriogenicznych”, takich jak chłodzenie próbek laboratoryjnych, testowanie układów/obwodów, najbardziej nadają się dysze z serii 3400.

Konfiguracja dyszy chłodzącej jest łatwa. Wystarczy wstawić termometr do wyjścia zimnego powietrza i ustawić temperaturę poprzez regulację zaworu na końcu gorącego powietrza. **Maksymalne chłodzenie (procent zimnego powietrza 80%) osiągnięte jest, kiedy temperatura zimnego powietrza osiąga 28 °C poniżej temperatury sprężonego powietrza.**



EXAIR Cooling Kit – zestaw chłodzący 3930

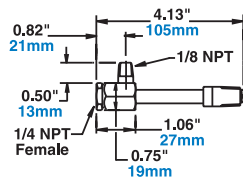
W przypadku braku niepewności wymagań przepływu i temperatur EXAIR zaleca zakupienie **EXAIR Cooling Kit – zestawu chłodzącego**. Zestaw ten zawiera dyszę chłodzącą, tłumik zimnego powietrza, filtr linii powietrza i wszystkie generatory wymagane do eksperymentowania z przepływami powietrza i temperaturami.

Wybór odpowiedniej dyszy

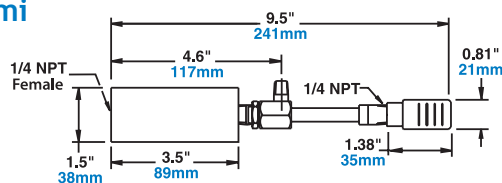
Dysze dostępne są w trzech rozmiarach. Każdy rozmiar może wytworzyć różny przepływ powietrza określone przez niewielką część zwaną **generatorem**. Jeśli znane są wymagania kcal/godz. lub przepływu i temperatury, wystarczy wybrać odpowiednią dyszę zgodnie z informacjami dotyczącymi specyfikacji przedstawionymi poniżej lub tabelami wydajności zamieszczonymi na następnej stronie. Należy pamiętać, że **generatory nie są wymienne**. Jeśli na przykład dysza 3215 chłodzi niewystarczająco, należy wymienić tylko generatory w dyszy, aby zwiększyć przepływ powietrza z 425 do 708, 850 lub 1133 l/min. Numery części generatora zostały przedstawione na liście Akcesoria na s. 120.

Vortex Tube – wymiary

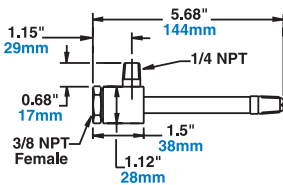
Małe



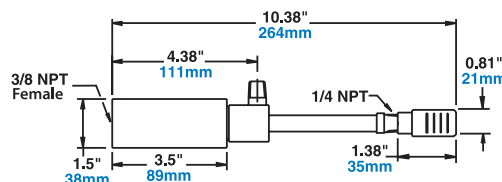
z tłumikami



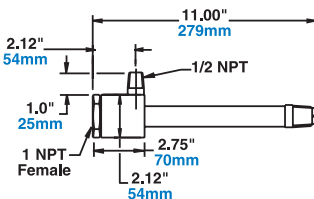
Średnie



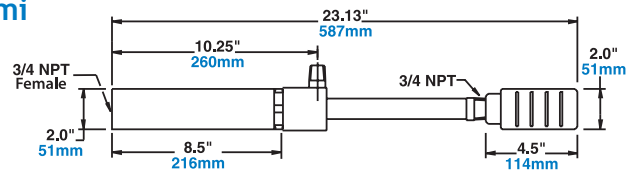
z tłumikami



Duże



z tłumikami



Vortex Tube – dane techniczne

Dysze chłodzące z serii 3200 optymalizują spadek temperatury i przepływu w celu wytworzenia maksymalnej wydajności chłodzenia lub kcal/godz. Nadają się do zastosowań ogólnych.

Vortex Tube 3200 – dane techniczne					
MODEL#	SCFM*	L/MIN*	Btu/g.**	Kcal/g.**	ROZMIAR
3202	2	57	135	34	Małe
3204	4	113	275	69	Małe
3208	8	227	550	139	Małe
3210	10	283	650	164	Średnie
3215	15	425	1,000	252	Średnie
3225	25	708	1,700	428	Średnie
3230	30	850	2,000	504	Średnie
3240	40	1,133	2,800	706	Średnie
3250	50	1,416	3,400	857	Duże
3275	75	2,124	5,100	1,285	Duże
3298	100	2,832	6,800	1,714	Duże
3299	150	4,248	10,200	2,570	Duże

*L/min przy ciśnieniu wlotowym 6,9 BAR

**Zdolność chłodzenia przedstawiona w kcal/godz. przy ciśnieniu 6,9

Dysze chłodzące z serii 3400 wytwarzają najniższe temperatury zimnego powietrza, ale przy niewielkim przepływie (przy procentie zimnego powietrza niższym niż 50%). Nadają się do zastosowań tylko przy temperaturach poniżej -18 °C.

Vortex Tube 3400 – dane techniczne					
MODEL#	SCFM*	L/MIN*	Btu/g.**	Kcal/g.**	ROZMIAR
3402	2	57	----	----	Małe
3404	4	113	----	----	Małe
3408	8	227	----	----	Małe
3410	10	283	----	----	Średnie
3415	15	425	----	----	Średnie
3425	25	708	----	----	Średnie
3430	30	850	----	----	Średnie
3440	40	1,133	----	----	Średnie
3450	50	1,416	----	----	Duże
3475	75	2,124	----	----	Duże
3498	100	2,832	----	----	Duże
3499	150	4,248	----	----	Duże

*L/min przy ciśnieniu wlotowym 6,9 BAR

**Nie dotyczy. Dysze serii 3400 nie są standardowo wykorzystywane do klimatyzacji powietrza

Vortex Tubes

Vortex Tube – wydajność

Poniższe tabele wydajności dysz podają w przybliżeniu spadki (i wzrosty) temperatur od temperatury powietrza wejściowego wytwarzane przez dyszę przy każdym procencie zimnego powietrza. Przy założeniu braku zmian wyjściowych temperatury lub ciśnienia dysza pewnie utrzyma temperaturę w granicach $\pm 17,22^{\circ}\text{C}$ (1°F).

Ciśnienie zasilające	Zimna frakcja %						
	PSIG	20	30	40	50	60	70
20	62	60	56	51	44	36	28
	15	25	36	50	64	83	107
40	88	85	80	73	63	52	38
	21	35	52	71	92	117	147
60	104	100	93	84	73	60	46
	24	40	59	80	104	132	166
80	115	110	102	92	80	66	50
	25	43	63	86	113	143	180
100	123	118	110	100	86	71	54
	26	45	67	90	119	151	191
120	129	124	116	104	91	74	55
	26	46	69	94	123	156	195

Numery **przyciemnione** - spadek temperatury zimnego pow. $^{\circ}\text{F}$.
Numery **białe** - wzrost temperatury gorącego pow. $^{\circ}\text{F}$.

Ciśnienie zasilające	Zimna frakcja % (JEDNOSTKI METRYCZNE)						
	BAR	20	30	40	50	60	70
1.4	34.4	33.3	31.1	28.3	24.4	20.0	15.6
	8.3	13.9	20.0	28.3	35.6	46.1	59.4
2	40.9	39.6	37.1	33.8	29.2	24.0	18.1
	9.8	16.4	24.0	33.3	42.6	54.6	69.5
3	50.4	48.7	45.7	41.6	36.0	29.7	21.9
	12.0	19.9	29.6	40.3	52.3	66.5	83.5
4	56.9	54.7	50.9	46.1	40.0	32.9	25.1
	13.2	21.9	32.4	43.9	57.1	72.5	91.2
5	61.6	59.0	54.8	49.4	43.0	35.4	26.9
	13.7	23.3	34.2	46.5	60.9	77.2	97.1
6	65.4	62.7	58.2	52.7	45.6	37.6	28.6
	14.1	24.3	35.8	48.6	63.9	81.0	102.1
7	68.6	65.8	61.4	55.7	48.0	39.6	30.0
	14.4	25.1	37.3	50.2	66.3	84.2	106.3
8	71.1	68.2	63.8	57.3	50.0	40.8	30.4
	14.4	25.4	38.1	51.8	67.9	86.1	107.9

Numery **przyciemnione** - spadek temperatury zimnego pow. $^{\circ}\text{C}$.
Numery **białe** - wzrost temperatury gorącego pow. $^{\circ}\text{C}$.

Ciśnienie wsteczne: Wydajność dyszy ulega pogorszeniu za sprawą ciśnienia wstecznego na wylocie zimnego powietrza. Niskie ciśnienie wsteczne (0,1 bar) nie wpłynie na zmianę wydajności. Ciśnienie o wartości 0,3 bar zmieni wydajność o mniej więcej $2,8^{\circ}\text{C}$.

Filtracja: Podstawę stanowi użycie czystego powietrza, a wymagana jest filtracja 25 mikronów lub mniej. Filtry firmy EXAIR zawierają element 5 mikronów, a ich rozmiar jest dopasowany do przepływu.

Wejściowa temperatura powietrza: Dysza powoduje spadek temperatury wobec temperatury powietrza zasilającego (zobacz tabelę wydajności powyżej). Podwyższenie temperatury wejściowej będzie miało wpływ na podwyższenie zimnej temperatury na wylocie.

Tłumiki hałasu: Firma EXAIR oferuje tłumiki zarówno dla emisji gorącego, jak i zimnego powietrza. Zazwyczaj tłumiki nie są wymagane, jeśli zimne powietrze jest podłączone.

Regulacja: Dla najlepszej wydajności należy wykorzystywać ciśnienie liniowe od 5,5 do 7,6 [bar]. Maksymalne ciśnienie znamionowe to 17,2 bar, minimalne – 1,4 bar.

Produkty firmy EXAIR wykorzystujące dysze chłodzące

W przeciągu lat podstawowe dysze chłodzące były wykorzystywane w setkach zastosowań chłodzenia przemysłowego. Zaledwie kilka uległo rozpowszechnieniu jako osobne urządzenie o sprecyzowanym zastosowaniu.

Te produkty to: Adjustable Spot Choler – dysza chłodząca z regulacją temperatury, Mini Choler – dysza chłodząca Mini, Cold Gun – pistolet chłodzący i Gabinet Coolers – systemy chłodzące do skrzynek elektrycznych. Opisy wszystkich tych produktów można znaleźć w tym katalogu.



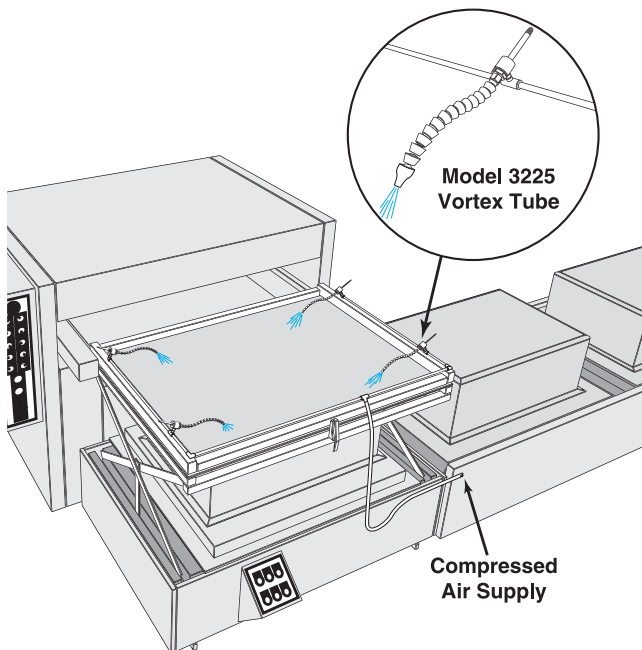
Wysokie temperatury

Dostępne są dysze chłodzące do temperatur otoczenia powyżej 93°C . Szczegóły u dystrybutora, numer telefonu w stopce strony.

Dysze wstępnie regulowane

Dysze firmy EXAIR mogą być wstępnie konfigurowane względem jakiegokolwiek wymaganej kombinacji przepływu i temperatury. W celu uniknięcia niepożądanego zmiany ustawienia można nawiercić otwór zamiast regulowanego zaworu gorącego powietrza. Szczegóły w dziale zaopatrzenia.

Chłodzenie części formowanych próżniowo



Problem: Producent urządzeń zajmuje się formowaniem próżniowym wewnętrznych plastikowych powłok lodówek. Głębokie tłoczenie plastiku i złożona geometria pozostawiły cztery narożniki niesamowicie cienkie. Istniało zagrożenie,

że narożniki ulegną rozdarciu w trakcie montażu lub wybruzszeniu po wstawieniu izolacji pomiędzy powłokę i zewnętrzną obudowę – w rezultacie produkt zostanie odrzucony.

Rozwiązanie: W celu schłodzenia narożników umieszczono (4) Vortex Tubes – dysze chłodzące 3225 na chwilę przed procesem formowania plastiku. Dzięki chłodzeniu zmniejszone zostaje rozciąganie materiału, a tym samym narożniki pozostają grubsze.

Komentarz: Odrzucone części generują ogromne koszty, szczególnie w przypadku drogich materiałów i zwolnionych procesach. Zimne powietrze wytwarzane przez dysze chłodzące to rozwiązanie tak znacznych problemów. Dysze mogą natychmiast schłodzić zwyczajne sprężone powietrze do -46°C . Wraz z chłodzeniem innych formowanych próżniowo części, takich jak wanny spa, wanny łazienkowe, zbiorniki do przenoszenia części, zużyte puszki, dysze nadają się doskonale do schładzania gorących materiałów wytapianych, zgrzewarek ultradźwiękowych, komór środowiskowych itp.

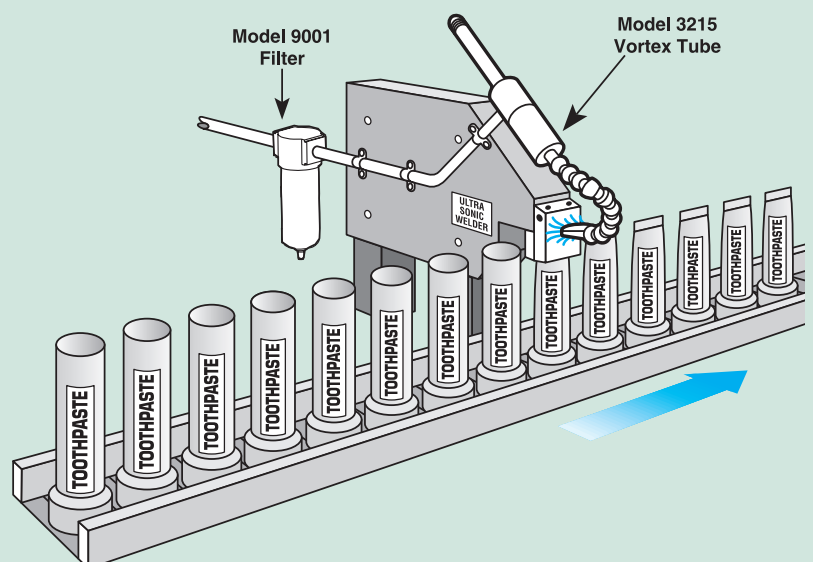
Do tego rodzaju zastosowań doskonale nadaje się EFC firmy EXAIR – elektroniczny kontroler przepływu przedstawiony na stronie 3. Urządzenie to redukuje zużycie sprężonego powietrza poprzez włączenie dopływu sprężonego powietrza na ustawiony wcześniej czas – wtedy, kiedy plastikowy arkusz znajduje się w odpowiednim miejscu.

Chłodzenie elementu zgrzewarki ultradźwiękowej

Problem: Producent pasty do zębów zgrzewa końcówki tubek za pomocą zgrzewarki ultradźwiękowej przed napełnieniem. Wzrastające na elemencie zgrzewającym ciepło powodowało opóźnienie zwolnienia produktu. Tubki niezgrzane nie nadawały się do sprzedaży, co oznaczało duże straty związane z odrzuceniem produktu.

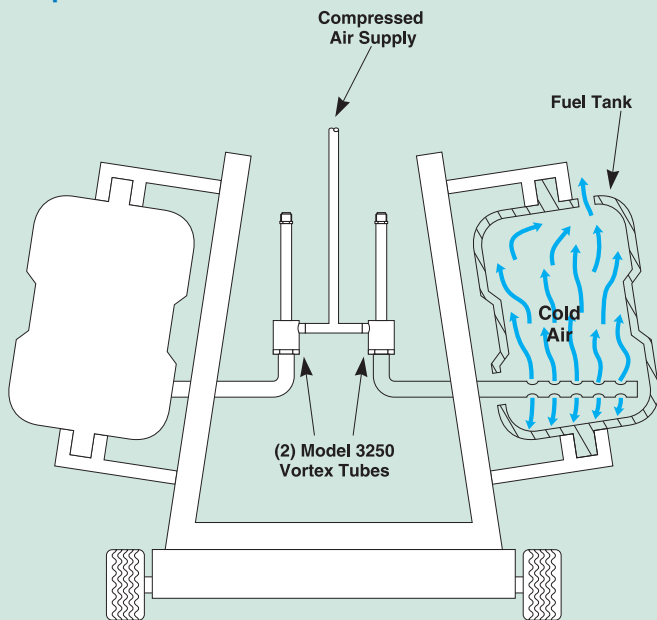
Rozwiązanie: Vortex Tube 3215 została wykorzystana do chłodzenia elementu zgrzewającego zgrzewarki. Zimne powietrze dostarczane było poprzez metalowe szczęki do zgrzewa tubki w chwili w trakcie zaciskania. Skrócono czas trwania procesu i wyeliminowano odrzuty produktów.

Komentarz: Chłodzenie za pomocą niewielkiej dyszy może radykalnie zwiększyć jakość i wydajność. Dysza chłodząca to niedrogie rozwiązanie w przypadku chłodzenia części, komór, gorących zgrzewów i różnych procesów. Dysze są łatwe w obsłudze, mogą być regulowane w celu wytworzenia zimnego powietrza do -46°C . Nie mają części ruchomych, które mogłyby ulec zużyciu.



Vortex Tubes

Chłodzenie rozdmuchiwanych zbiorników na paliwo

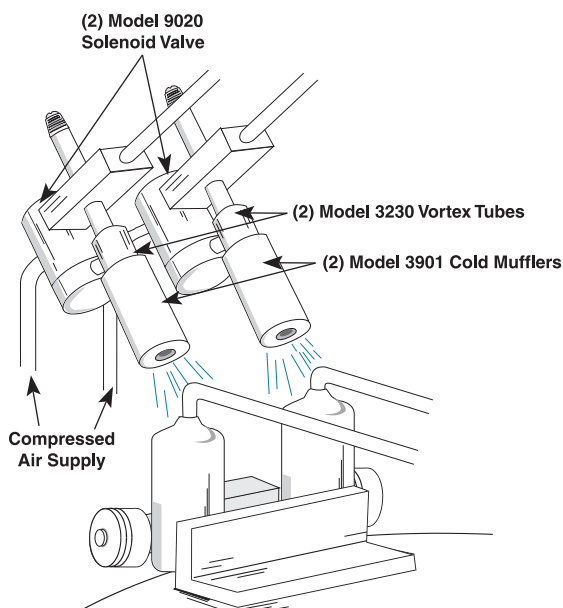


Problem: Samochodowe zbiorniki na paliwo są rozdmuchiwane, a następnie mocowane na uchwyt, aby nie uległy odkształceniu w trakcie procesu chłodzenia. Czas chłodzenia wynoszący ponad 3 minuty potrzebny na każdy zbiornik wytworzył wąskie gardło w procesie wytwórczym.

Rozwiązanie: Do statywu chłodzącego zamocowano (2) Vortex Tube 3250. Dysze podłączono do sieci sprężonego powietrza. Zimne powietrze przez nie wytworzone zostało wtłoczone do zbiorników. Czas chłodzenia skrócono do 2 minut na każdy zbiornik, co zwiększyło produktywność o 33%.

Komentarz: To idealne zastosowanie dysz chłodzących Vortex Tube. Dzięki niewielkim ich rozmiarom i niewielkiemu ciężarowi łatwo było je zamocować do statywu. Brak części ruchomych zapewnił niezawodność i pracę bez konieczności serwisowania we wrogim środowisku. Wreszcie strumień zimnego powietrza został łatwo podłączony do zbiornika poprzez gwintowany otwór wyjściowy. Jeśli problem chłodzenia wymaga prostoty, niezawodności i kompaktowej budowy urządzenia, dysza chłodząca stanowi bardzo często najlepszy wybór.

Chłodzenie niewielkich lutowanych części



Problem: Części klimatyzatora montowane na automatycznej lutownicy do lutowania twardego muszą być chłodzone do odpowiedniej temperatury przed zdjęciem ze statywu. Maszyna była w stanie zlutować do 400 części w ciągu godziny. Jednakże czas wykonania operacji znacznie ograniczył tempo produkcji. Chłodzenie z użyciem wody było nie do przyjęcia z powodu zanieczyszczeń.

Rozwiązanie: Zainstalowano (2) Vortex Tube 3230 (z tłumikami zimnego powietrza) w celu schłodzenia części poddanych lutowaniu. Dysze ustawiono na 80% zimnego powietrza w celu wywołania maksymalnego chłodzenia. Części zostały schłodzone z temperatury lutowania 788°C do temperatury umożliwiającej obsługę materiału 49°C w ciągu 20 sekund, dzięki czemu lutownica mogła pracować w maksymalnym tempie produkcji.

Komentarz: Dysze chłodzące mają przewagę nad konwencjonalnym chłodzeniem lub chłodzeniem wodą: niskie koszty, kompaktowa budowa, niezawodność i czystość. Te atrybuty sprawiają, że dysze stanowią niedrogie narzędzie chłodzenia niewielkich części.



Fenomen fizyki

Dwa najczęściej zadawane pytania dotyczące dysz chłodzących to: „Jak długo istnieją one w przemyśle?” i „Jak one działają?”.

Poniżej krótka historia tych urządzeń i kilka teorii na ich temat.

Dysza chłodząca została wynaleziona całkiem przypadkiem w 1928 r. George Ranque, francuski student fizyki, eksperymentował z pompą wirową własnego projektu, kiedy zauważył, że z jednego jej końca wydostaje się ciepłe powietrze, a z drugiego – zimne. Ranque szybko zapomniał o swojej pompie i otworzył małą firmę, aby wykorzystać komercyjny potencjał swojego urządzenia służącego do wytwarzania zimnego i ciepłego powietrza bez części ruchomych. Jednakże nie udało mu się rozwinąć projektu. Zapomniano o dyszy chłodzącej do czasu, aż w 1945 r. niemiecki fizyk Rudolph Hilsch opublikował chętnie czytana rozprawę naukową dotyczącą tego urządzenia.

O wiele wcześniej wielki dziewiętnastowieczny fizyk James Clerk Maxwell zauważył, że skoro ciepło powoduje ruch cząsteczek, być może będzie można kiedyś wytworzyć w tym samym urządzeniu zarówno ciepłe, jak i zimne powietrze z pomocą „małego przyjaznego demona”, który zająłby się oddzielaniem cząsteczek.

Dysza chłodząca znana była jako „rurka wirowa Ranque’a”, „rurka wirowa Hilscha”, „rurka Hilscha”, „rurka Ranque’a-Hilscha”, „Demon Maxwella”. Niezależnie od nazwy w ostatnich latach dysza zyskała popularność jako prosta i niezawodna odpowiedź na przeróżne problemy związane z chłodzeniem.

Dysza chłodząca wykorzystuje sprężone powietrze jako źródła energii, nie ma części ruchomych i wytwarza ciepłe powietrze z jednego otworu wylotowego, a zimne – z drugiego. Objętość i temperaturę tych dwóch strumieni powietrza można regulować za pomocą zaworu wbudowanego do wylotu ciepłego powietrza.

Możliwe jest osiągnięcie temperatur o wartości nawet do -46°C i $+127^{\circ}\text{C}$.

Istnieje wiele teorii dotyczących dynamiki dyszy chłodzącej.

Oto jedno z powszechnie przyjętych wyjaśnień tego fenomenu:

Do dyszy wtłaczane jest sprężone powietrze, które następnie przechodzi przez dysze styczne do wewnętrznego pogłębienia walcowego. Dysze te wprawiają powietrze w ruch wirowy. Obracający się strumień powietrza zakreśla 90 st. i wędruje do rury z gorącym powietrzem w formie obracającej się muszli podobnej do tornado. Zawór na jednym końcu rurki pozwala wydostać się pewnej ilości ogrzanego powietrza. Pozostała część przekazywana jest dalej jako drugi wir wewnątrz obszaru o niskim ciśnieniu większego wiru. Ten wewnętrzny wir traci ciepło i wydostaje się z drugiego końca jako zimne powietrze.

Jeden strumień wędruje w górę rurki, a drugi w dół, ale oba wirują w tym samym kierunku z tą samą prędkością obrotową. Oznacza to, że cząsteczki znajdujące się w jednym strumieniu wykonują obrót w tym samym czasie co cząsteczki zewnętrznego. Jednakże prędkość obrotowa mniejszego wiru może ulec zwiększeniu zgodnie z zasadą zachowania momentu pędu. (Zasada jest przedstawiana na przykładzie wirujących tyżwiarzy, którzy potrafią zwolnić lub przyspieszyć obrót poprzez wyciągnięcie lub przyciągnięcie rąk.) Ale w przypadku dyszy chłodzącej prędkość wewnętrznego wiru pozostaje niezmienna. Moment pędu został utracony z wewnętrznego wiru. Utracona energia pojawia się w postaci ciepła w zewnętrznym wirze. Dlatego właśnie wir zewnętrzny zostaje ogrzany, a wewnętrzny – schłodzony.

Vortex Tubes

EXAIR Cooling Kits – zestawy chłodzące

Zestawy zawierają dyszę chłodzącą, wszystkie generatory, chłodny tłumik, złącze, przewód i zaciski do poprowadzenia zimnego powietrza, a także filtr-separator.

Model #	Opis
3908	Zestaw chłodzący do 139 kcal/godz., mały rozmiar
3930	Zestaw chłodzący do 706 kcal/godz., średni rozmiar
3998	Zestaw chłodzący do 2570 kcal/godz., duży rozmiar

Vortex Tube – dysze chłodzące

Model #	Opis
3202	Vortex Tube, 57 l/min, do maks. chłodzenia, 34 kcal/godz., mały rozmiar
3204	Vortex Tube, 113 l/min, do maks. chłodzenia, 69 kcal/godz., mały rozmiar
3208	Vortex Tube, 227 l/min, do maks. chłodzenia, 139 kcal/godz., mały rozmiar
3210	Vortex Tube, 283 l/min, do maks. chłodzenia, 164 kcal/godz., mały rozmiar
3215	Vortex Tube, 425 l/min, do maks. chłodzenia, 252 kcal/godz., średni rozmiar
3225	Vortex Tube, 708 l/min, do maks. chłodzenia, 428 kcal/godz., średni rozmiar
3230	Vortex Tube, 850 l/min, do maks. chłodzenia, 504 kcal/godz., średni rozmiar
3240	Vortex Tube, 1133 l/min, do maks. chłodzenia, 706 kcal/godz., średni rozmiar
3250	Vortex Tube, 1416 l/min, do maks. chłodzenia, 857 kcal/godz., duży rozmiar
3275	Vortex Tube, 2124 l/min, do maks. chłodzenia, 1285 kcal/godz., duży rozmiar
3298	Vortex Tube, 2832 l/min, do maks. chłodzenia, 1714 kcal/godz., duży rozmiar
3299	Vortex Tube, 4248 l/min, do maks. chłodzenia, 2570 kcal/godz., duży rozmiar
3402	Vortex Tube, 57 l/min, do maks. niskiej temperatury, mały rozmiar
3404	Vortex Tube, 113 l/min, do maks. niskiej temperatury, mały rozmiar
3408	Vortex Tube, 227 l/min, do maks. niskiej temperatury, mały rozmiar
3410	Vortex Tube, 283 l/min, do maks. niskiej temperatury, średni rozmiar
3415	Vortex Tube, 425 l/min, do maks. niskiej temperatury, średni rozmiar
3425	Vortex Tube, 708 l/min, do maks. niskiej temperatury, średni rozmiar
3430	Vortex Tube, 850 l/min, do maks. niskiej temperatury, średni rozmiar
3440	Vortex Tube, 1133 l/min, do maks. niskiej temperatury, średni rozmiar
3450	Vortex Tube, 1416 l/min, do maks. niskiej temperatury, duży rozmiar
3475	Vortex Tube, 2124 l/min, do maks. niskiej temperatury, duży rozmiar
3498	Vortex Tube, 2832 l/min, do maks. niskiej temperatury, duży rozmiar
3499	Vortex Tube, 4248 l/min, do maks. niskiej temperatury, duży rozmiar

Vortex Tube – akcesoria i komponenty

Model #	Opis
3905	Chłodny tłumik do Vortex Tube 57-227 l/min, mały rozmiar
3901	Chłodny tłumik do Vortex Tube 283-1133 l/min, średni rozmiar
3906	Chłodny tłumik do Vortex Tube 1416-4248 l/min, duży rozmiar
3903	Gorący tłumik do Vortex Tube 57-1133 l/min, mały i średni rozmiary
3907	Gorący tłumik do Vortex Tube 1416-4248 l/min, duży rozmiar
3909	Zestaw generatora do Vortex Tube 57-227 l/min, mały rozmiar
3902	Zestaw generatora do Vortex Tube 283-1133 l/min, średni rozmiar
3910	Zestaw generatora do Vortex Tube 1416-4248 l/min, duży rozmiar

Zestawy generatorów zamówione z dyszą chłodzącą zawierają wszystkie generatory dla określonej dyszy. Możliwa jest konfiguracja dyszy względem każdej wydajności i stylu.

Generator – określ wydajność (SCFM lub l/min) i styl ("R" oznacza maks. chłodzenie, "C" – maks. chłodną temperaturę).

Przykład:

15-R = 15 SCFM Generator do maks. chłodzenia

50-C = 50 SCFM Generator do maks. niskiej temperatury.

Akcesoria

Model #	Opis
9001	Filtr-separator ze spustem automat., 1841 l/min
9032	Filtr-separator ze spustem automat., 2547 l/min
9002	Filtr-separator ze spustem automat., 6230 l/min
9005	Filtr oleju, 3/8 NPT, 425-1048 l/min
9006	Filtr oleju, 1415-4248 l/min
9015	Zestaw zaworu z termostatem, (120 V, 50/60 Hz), 1/4 NPT, 1133 l/min

Dostępne są inne elektrozawory i termostaty. Informacje u dystrybutora.

Uwaga: Przedstawione natężenie przepływu (SCFM lub l/min) szacowane są przy ciśnieniu wlotowym 100 PSIG (6,9 BAR). Należy pamiętać, że wartość przepływu jest wprost proporcjonalna do wartości ciśnienia wlotowego.

Potrzebna kontrola?



EFC to elektroniczny kontroler przepływu ograniczający zużycie sprężonego powietrza. Szczegóły na s. 3.