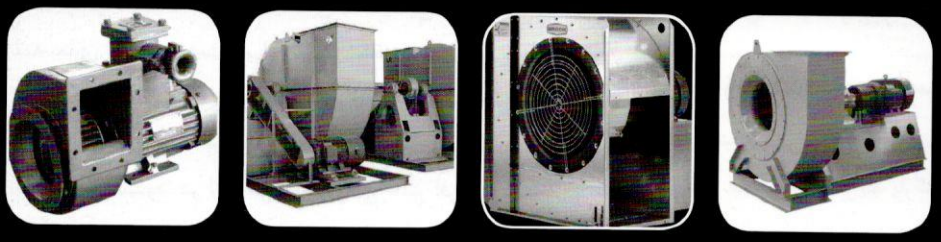


بررسی اثر افزایش تعداد پره روی عملکرد دمنده سانتریفیوژ با پره رو به عقب

نویسنده: محمدعلی صباغی ندوشن
کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، گرایش تبدیل انرژی

www.omranekavir.com
مشاور، طراح و مجری تاسیسات مکانیکی - تهویه مطبوع

چکیده

هدف از انجام این مقاله شبیه‌سازی و تحلیل سه بعدی جریان هوا در داخل یک دمنده سانتریفیوژ با پره‌های رو به عقب و بررسی مشخصه‌های عملکردی دمنده و در نهایت بهینه‌سازی عملکرد دمنده با تغییر پارامتر هندسی پره در جهت افزایش بازده می‌باشد. از میان انواع مختلف دمنده، دمنده‌های سانتریفیوژ به دلیل توانایی در ایجاد هد بالا از کاربرد زیادی برخوردار است. در میان انواع مختلف دمنده‌های سانتریفیوژ دمنده‌های با پره‌های رو به عقب به دلیل مشخصه‌های عملکردی پایدارتر و همچنین بازده نسبی بالاتر مورد توجه خاص قرار گرفته‌اند. در این راستا ابتدا یک دمنده ساخته شده و موجود (با جداول مشخصه معلوم) انتخاب شده است. با در دست داشتن نقشه‌های ساخت این دمنده، مدلی سه بعدی از اجزای دمنده برای تولید شبکه در مجاری جریان وارد نرم‌افزار گمبیت می‌شود. پس از ایجاد شبکه، ناحیه‌های دوار و ساکن شبکه مشخص و نوع شرایط مرزی به مساله تحمیل می‌شود. در این مقاله به بررسی تأثیر افزایش تعداد پره روی عملکرد دمنده پرداخته شده است. افزایش تعداد پره‌ها، نرخ جریان و بازده دمنده را به علت هدایت بهتر جریان و اتلافات کمتر، افزایش می‌دهند.

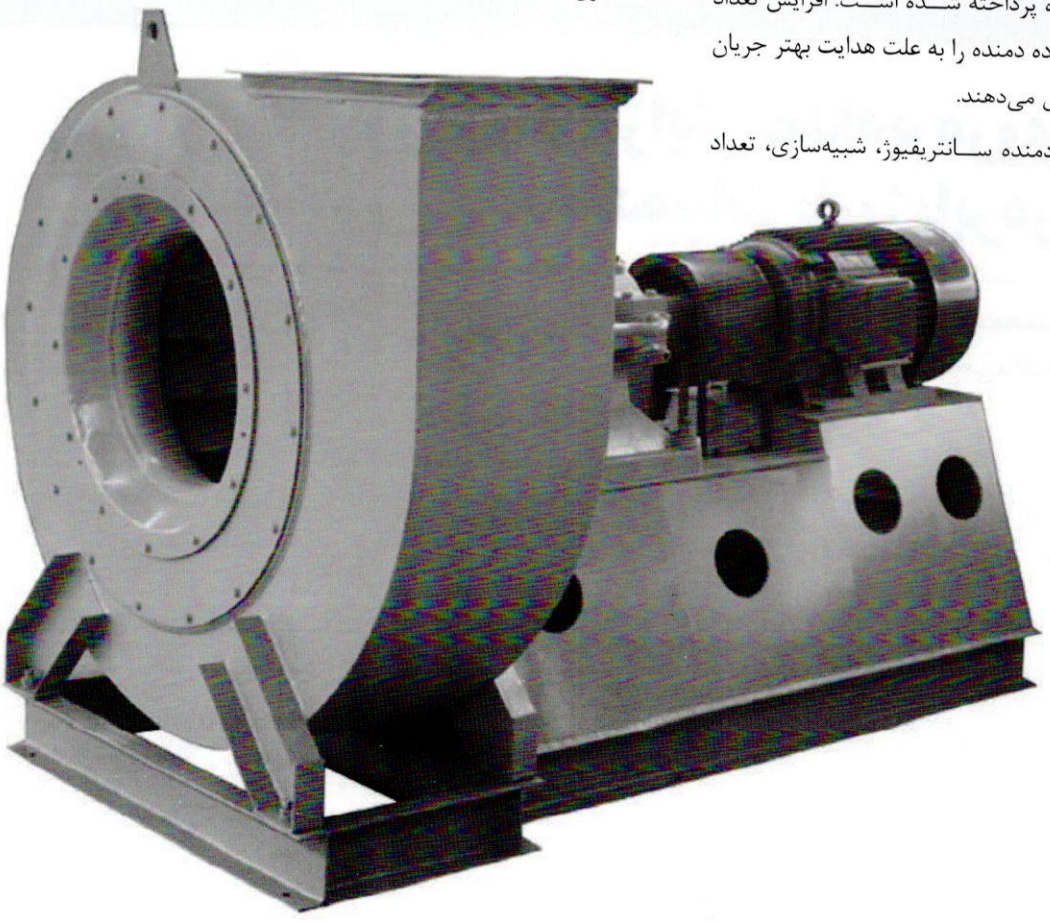
کلمات کلیدی: دمنده سانتریفیوژ، شبیه‌سازی، تعداد پره، بازده

۱- مقدمه

از میان انواع مختلف توربوماشین‌ها، بی‌تردید دمنده‌ها جزء پر مصرف‌ترین آن‌ها به حساب می‌آیند. از کاربردهای صنعتی- تجاری گرفته تا کاربردهای مسکونی، حجم عظیمی از تولید شده در سرتاسر جهان از نظر تعداد به این دسته از ماشین‌های دوار اختصاص دارد. نقش دمنده در صنعت در بسیاری از موارد کاملاً حیاتی است، به‌طوری‌که عدم کارکرد مناسب این تجهیز به معنی خارج شدن کل سامانه از روند عادی می‌باشد. به طور مثال به عنوان سامانه‌های تغذیه هوای دیگ، کارکرد نا مناسب دمنده به متوقف شدن کل فرایند تولید برق می‌انجامد. همچنین در موارد خنک‌کاری تجهیزات، تخلیه هوای ناسالم و بسیاری موارد دیگر، شرایط مشابه است. کاربردهای فراوان و در بسیاری موارد حیاتی دمنده‌ها، انگیزه محققان و طراحان بی‌شماری در جهت تلاش برای طراحی دمنده‌های مناسب با کاربردهای متفاوت و بهبود عملکرد آن‌ها بوده است.

۲- مدل‌سازی دامنه محاسباتی

به منظور اعتبارسنجی نتایج حل عددی و مقایسه با نتایج آزمایشگاهی، دامنه محاسباتی مطابق با شرایط بارگذاری آزمایشگاهی قرار داده شده است (جدول ۱).



www.omranekavir.com
مشاور، طراح و مجری تاسیسات مکانیکی - تهویه مطبوع

www.takban.com
تکبان کنترل انرژی
TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی - شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

شرکت فراسرد
www.farasardco.com
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص

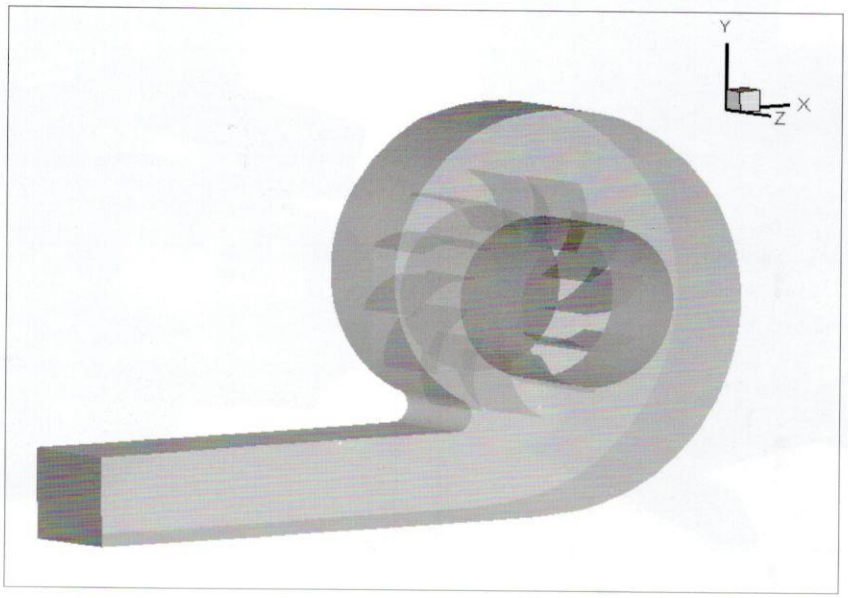
www.omranekavir.com
مشاور، طراح و مجری تاسیسات مکانیکی - تهویه مطبوع

جدول ۱: مدل‌سازی دمنده با شرایط آزمایشگاهی

	NO. of blade	Inlet angle	Outlet angle	ID of fan	OD of fan	Thickness of blade
Fan	12	68	44	90	132	1/6

جدول ۲

	No. of Blades	ID of Fan (mm)	OD of Fan(mm)	Thickness of Blades (mm)
Fan 1	۱۲	۳۸۲/۵	۵۶۱	۶/۸
Fan 2	۱۶	۳۸۲/۵	۵۶۱	۶/۸
Fan 3	۲۰	۳۸۲/۵	۵۶۱	۶/۸



شکل ۱: شرایط مرزی

۳- مدل‌سازی دمنده در این پژوهش

در این پژوهش بنا بر تراکم‌پذیـــر بودن ماهیت جریان، پس از اعتبار ســـنجی داده‌ها ابعاد دمنده مورد نظر به نســـبت ۴/۲۵ برابر بزرگ شده است (جدول ۲).

۴- شرایط مرزی

به دلیل کوپل بودن معادلات سرعت و فشار، جهت حل معادلات حاکم بر مســـاله، بایستی فشار یا ســـرعت سیال روی مرز ورودی و خروجی مشـــخص شده باشد. با توجه به این‌که دمنده مورد نظر در شـــرایط فشـــار جو کار می‌کند، در این‌جا تنها اطلاعات فشار هوای ورودی به دمنده و فشـــار هوای خروجی از آن در دسترس می‌باشد. لذا شرط مرزی برای حل معادلات سرعت و فشار، شرط فشار ثابت (فشار محیط) در ورودی و در خروجی دمنده می‌باشد (شکل ۱).

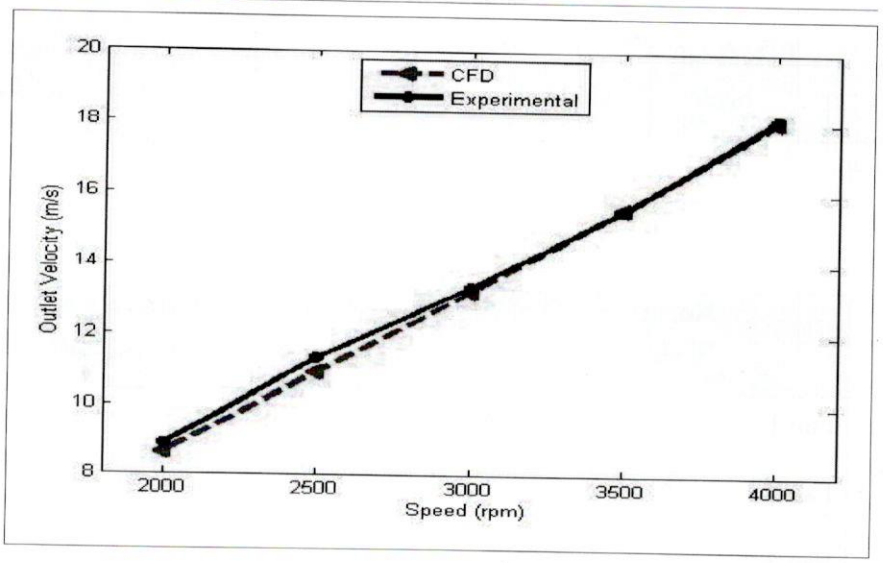
۵- شبکه‌بندی سطوح

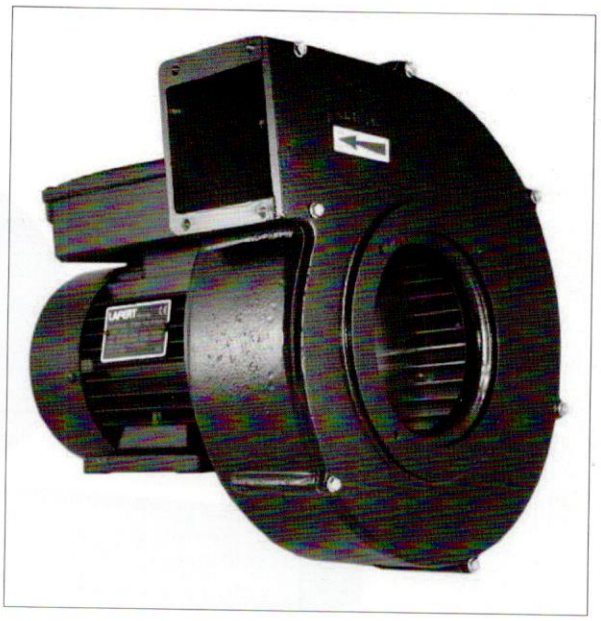
از آن‌جا که شبکه بی‌سازمان[1] قابلیت پوشش سطوح با هندسه

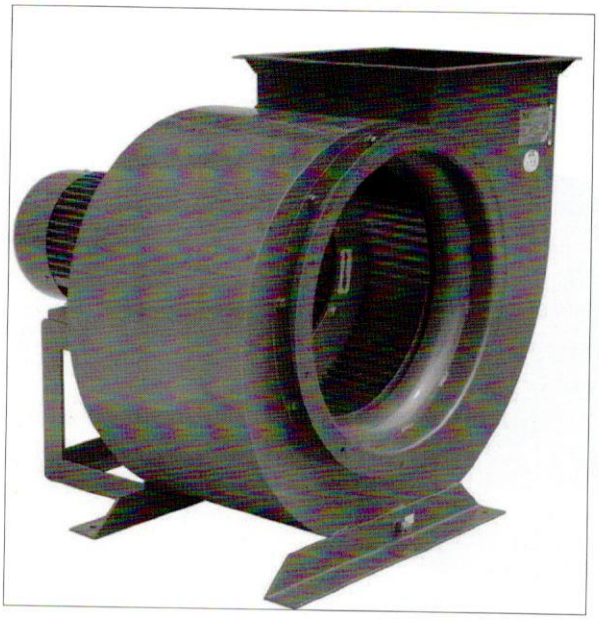
1-unstracture

www.iranjahesh.com
ایران جهش Iran Jahesh
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند
تاسیسات کتاب سال کشور hvac guide book
هر آنچه از صنعت تهویه و تاسیسات می خواهید یکجا بیابید!
سفارش: www.ketabesaal.ir

شکل ۲: مقایسه نتایج عددی و تجربی دمنده سانتریفیوژ







پیچیده را به خوبی داشته و محدودیت خاصی ندارد، این نوع شبکه برای تمام سطوح بکار گرفته شده است. با توجه به این نکته که در نزدیکی نوک پره سرعت زیاد بوده و ضخامت لایه مرزی کم می‌باشد لذا برای در نظر گرفتن اثرات لایه مرزی می‌بایست شبکه محاسباتی در لبه‌های پره ریزتر شود.

۶- اعتبارسنجی نتایج حل عددی

به منظور اعتبارسنجی نتایج به دست آمده، سرعت خروجی هوا به ازای سرعت های چرخش مختلف دمنده با اطلاعات آزمایشگاهی مقایسه شده است. لازم به ذکر است که برای تشابه هندسی، قطرخارجی دمنده ۱۳۲ میلی‌متر، قطر داخلی دمنده ۹۰ میلی‌متر، سطح مقطع خروجی ۲۶۵۰ میلی‌متر مربع و تعداد پره‌ها برابر ۱۲ در نظر گرفته شده است (شکل ۲).

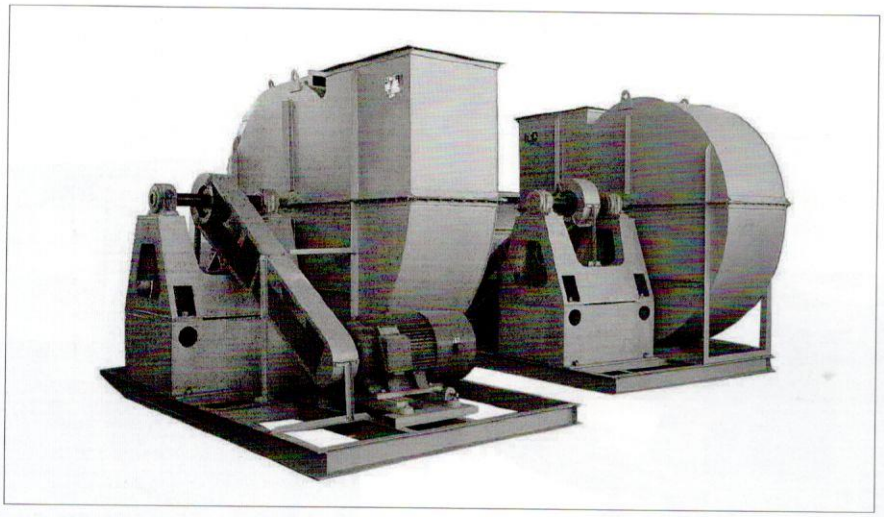
چنان‌که از نمودار سرعت خروجی دمنده مشخص است، مطابقت خوبی بین نتایج عددی و آزمایشگاهی وجود دارد. مقدار متوسط خطا درپیش‌بینی سرعت خروجی ۱/۶ درصد به دست آمده است.

۷- افزایش تعداد پره

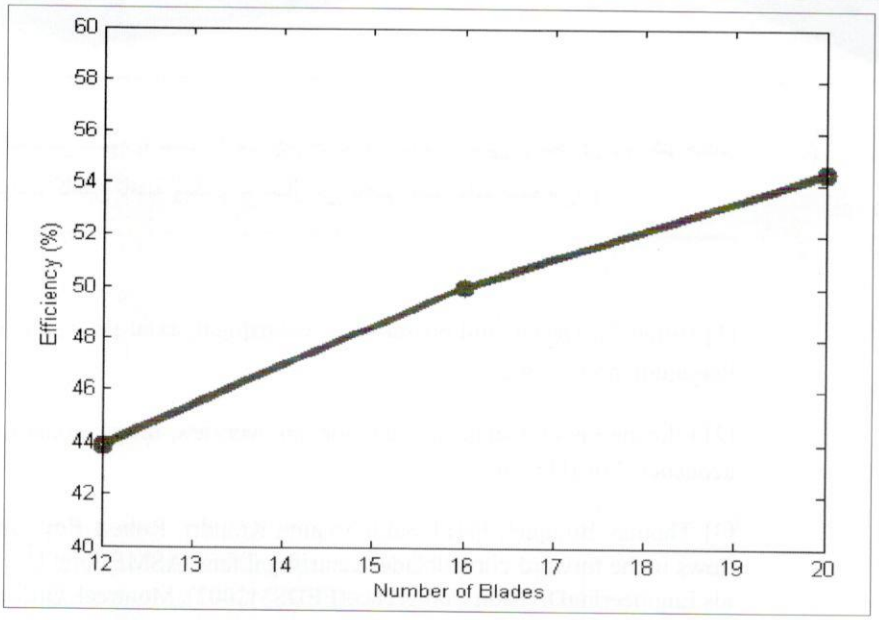
اثر تعداد پره،Nb. بر طبق نظر Bruno [۱] تعداد پره‌های دمنده را نمی‌توان به صورت تئوری تعیین کرد. تعیین تعداد پره به صورت آزمایشگاهی کاری زمان‌بر و پر هزینه و نیازمند تعداد زیادی نمونه‌های اولیه دمنده است که بایستی ساخته شود.CFD ابزار

www.omranekavir.com
مشاور، طراح و مجری تاسیسات مکانیکی - تهویه مطبوع
www.takban.com
تکبان کنترل انرژی
TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران
شرکت فراسرد
www.farasardco.com
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص

www.omranekavir.com
مشاور، طراح و مجری تاسیسات مکانیکی - تهویه مطبوع



شکل ۳: بازده عملکرد دمنده سانتریفیوژ به ازای تعداد پره‌های مختلف

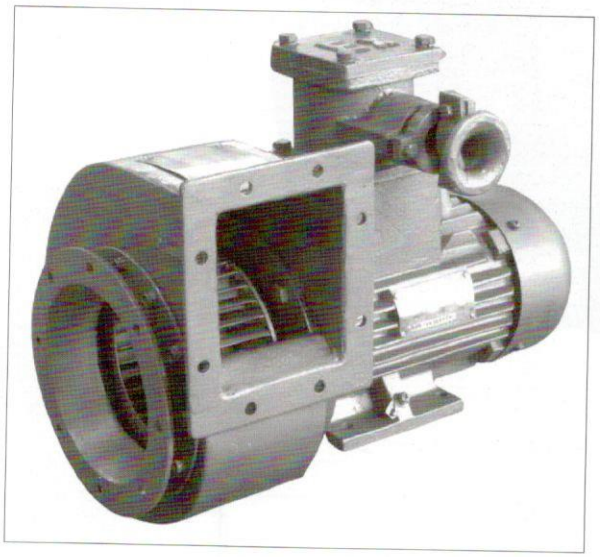


کارآمدی برای بررسی اینچنین مسائلی است. مشخصه‌های عملکرد دمنده‌های با پره‌های رو به عقب برای Nb=۱۶،۱۲،۲۰ بررسی شده است. پارامترهای دیگر دمنده ثابت حفظ شده است. این مدل‌سازی در محیط نرم افزار GAMBIT 2.3 انجام شده است. هدف اصلی این کار فراهـــم آوردن اطلاعاتی دربـــاره درصد تغییر در عملکرد دمنده به علت تعداد پره‌های دمنده اســـت. بهبود عملکرد از ۱۲ به ۲۰ پره از میدان ســـرعت نسبی دریافت می‌شـــود، بدین‌صورت که سرعت نسبی در مجاری پره همان‌طورکه تعداد پره‌ها افزایش پیدا می‌کند، به علت هدایت مناســـب، یکنواخت‌تر می‌شـــود که نتیجه آن ناحیه ویک کوچک‌تر می‌شود که این امر می‌تواند نویز تولید شده به علت تشـــکیل ناحیه ویک را کاهش دهد [4-2]. تشکیل ناحیه ویک یکی از عوامل مهم در اتلاف دمنده اســـت.[6-5] افزایش بیشتر تعداد پره می‌تواند عملکرد دمنده را نامساعد کند و اثرات لایه مرزی بر مساله غالب شود (شکل ۳).

۸- نتایج

در ایـــن مطالعـــه تاثیر افزایـــش تعداد پره بـــر عملکرد دمنده سانتریفیوژ، با اســـتفاده از روش دینامیک سیالات محاسباتی مورد بررســـی قرار گرفت. نتایج نشـــان‌دهنده این بود که بازده دمنده با افزایش تعداد پره‌ها افزایش یافته اســـت. بـــا افزایش تعداد پره‌های دمنده، اختلاف فشار کل دو طرف دمنده افزایش می‌یابد، درحالی‌که پارامترهای دیگر تغییرات محسوســـی ندارند، که این موضوع باعث افزایش بازده دمنده می‌شـــود. افزایش تعداد پره، نرخ جریان و بازده را بـــه علت هدایت بهتـــر جریان و اتلافات کمتـــر افزایش می‌دهد.

هر آنچه از صنعت تهویه و تاسیسات می خواهید یکجا بیابید!
سفارش: www.ketabesaal.ir
کتاب سال تاسیسات کشور
hvac guide book
ایران جهش Iran Jahesh
www.iranjahesh.com
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند



افزایش تعداد پره باعث می‌شـود به علت هدایت بهتر جریان، سـرعت نسبی در مجاری پره یکنواخت‌تر شود که این امر موجب کاهش ناحیه ویک و به دنبال آن کاهش نویز تولید شده می‌شود.

منابع

[1] Bruno E., Design and operation of centrifugal, axial-flow and cross flow fans, Pergamon press, 1962.

[2] Edmane Envia, Fan noise reduction: an overview, International Journal of Aeroacoustics, Vol.1(1), 2002.

[3] Thomas Bouquet, Farid Bakir,Smaïne Kouidri, Robert Rey, Study of the 3D flows in the forward-curvedblades centrifugal fans, ASME Joint U.S.European Fluids EngineeringDivision Conference(FEDSM2002), Montreal, Quebec, Canada, Paper no. FEDSM2002-31102 pp. 1019-1025, doi:10.1115/FEDSM2002-31102, 2002.

[4] Nashimoto, A., Measurement of aerodynamics noise and wake flow field in cooling fan with winglets,Journal of visualization, 7(1), pp. 85-92, 2004.

[5] Rafael Ballesteros-Tajadura, Sandra Velarde-Suárez, Juan Pablo Hurtado-Cruz, and Carlos Santolaria-Morros , Numerical calculation of pressure fluctuations in the volute of a centrifugal fan, J. Fluids Eng.,Vol. 128, Issue 2, 359, doi:10.1115/1.2170121, 2006.

[6] M. Younsi, F. Bakir, S. Kouidri, R. Rey, Influence of design parameters on the unsteady flow in a centrifugal fan, ASME/JSME 5th Joint Fluids Engineering Conference (FEDSM2007), San Diego, California, USA, Paper no. FEDSM2007-37609,

pp.1011-1022, doi: 10.1115/FEDSM2007-37609, 2007.

www.omranekavir.com
مشاور، طراح و مجری تاسیسات مکانیکی - تهویه مطبوع

www.takban.com
نگهان کنترل درگی
TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

شرکت فراسرد
www.farasardco.com
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص