

ترجمه و اقتباس: مهندس سید مجتبی طباطبایی

مأخذ: Honeywell Engineering Manual-Automatic Control



محل نصب دمپر

دمپرهایی که در کانال نصب می‌شوند باید به اندازه کافی از وصاله‌هایی مثل زانویی دور باشند. دمپره‌ای خروجی بادزن نباید بدون توجه به تأثیر آشفتگی هوا و لرزش بادزن، مستقیماً در دهانه خروجی بادزن نصب شوند.

تعیین اندازه دمپر

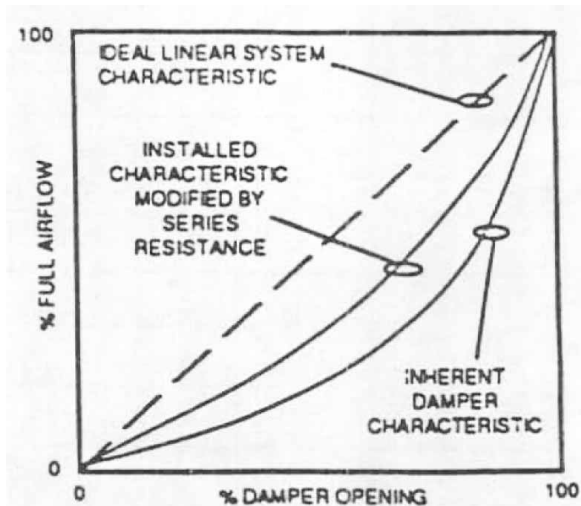
گاهی دمپرها تنها بر اساس ابعاد کانال و راحتی نصب، انتخاب می‌گردند؛ اما این اغلب موجب گزینش دمپره‌ای بزرگ‌تر از اندازه لازم

می‌شود که نتیجه آن نامطلوب شدن کنترل سیستم است.

انتخاب صحیح اندازه دمپر منافع زیر را در بر دارد:

- * هزینه نصب کمتر به دلیل کوچک‌تر بودن ابعاد دمپر و مضافاً کوچک‌تر شدن محرک‌ها با کاهش تعداد آن‌ها؛
- * کاهش هزینه انرژی به دلیل اینکه نشت هوا از دمپر کوچک‌تر، کمتر است؛
- * مشخصه‌های کنترل بهتر؛
- * مشخصه‌های عملکرد بهتر

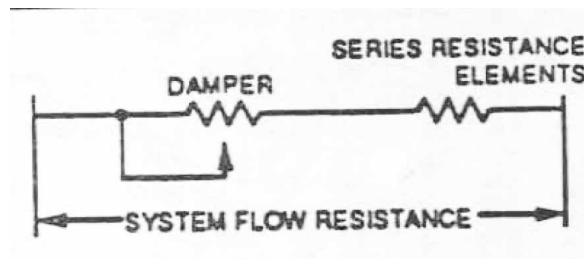
مشخصه نصب توسط نسبت مقاومت عناصر سری به مقاومت دمپر تعیین شده و برای دمپره‌ای تیغه موازی و تیغه متقابل، تغییر می‌کند (شکل ۲۸).



شکل ۲۸: مشخصه‌ی نصب و مشخصه‌ی ذاتی یک دمپر

مقاومت سری، مشخصه جریان هوای دمپر را تغییر می‌دهد. هر چه مقاومت سری بزرگ‌تر باشد، این تغییر نیز بزرگ‌تر است. نسبت مقاومت عناصر سری به مقاومت دمپر را نسبت مشخصه (Characteristic Ratio) می‌گویند.

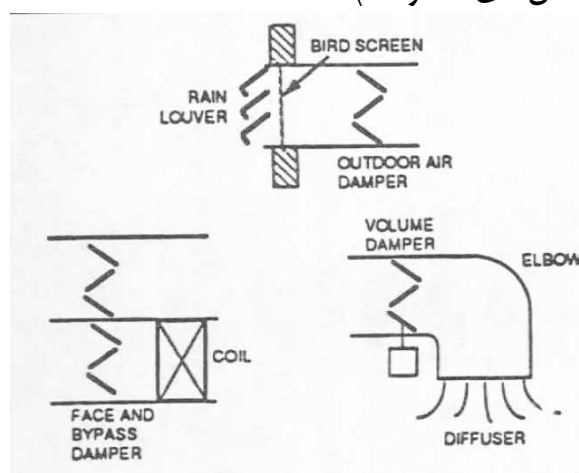
شکل‌های ۲۹ و ۳۰ مشخصه‌های تغییر یافته برای دمپره‌ای تیغه موازی



شکل ۲۶: مقاومت در سر راه جریان هوا در یک سیستم جهت کنترل مطلوب سیستم باید هنگام انتخاب دمپر به مشخصه‌های عملکرد و ظرفیت‌ها توجه شود.

مشخصه نصب (Installed characteristic)

مشخصه ذاتی دمپر مبتنی بر یک افت فشار ثابت در عبور هوا از دمپر است که این اغلب کاربرد عملی ندارد. عناصر مقاومتی سری مثل کویل‌ها، دریچه‌های کرکره‌ای و مقاومت کانال، همزمان با تغییر حالت دمپر، سبب تغییر افت فشار می‌شوند (شکل‌های ۲۶ و ۲۷).



شکل ۲۷: مثالهایی از مقاومت در سر راه جریان هوا

و تیغه متغیر را بر اساس نسبت مشخصه‌های مختلف نشان می‌دهند. برای دستیابی به عملکردی هر چه نزدیک‌تر به مشخصه خطی ایده‌آل جریان، باید از نسبت مشخصه ۲/۵ برای دمپره‌های تیغه موازی (شکل ۲۹) و ۱۰ برای دمپره‌های تیغه متقابل (شکل ۳۰) استفاده شود. درصد مقاومت کل مورد نیاز برای دمپر به ترتیب زیر تعیین می‌شود:

مقاومت سری + مقاومت دمپر = مقاومت کل (۱۰۰٪)

$$\frac{\text{مقاومت سری}}{\text{مقاومت دمپر}} = \text{نسبت مشخصه (شکل‌های ۲۹ و ۳۰)}$$

با قرار دادن (مقاومت دمپر - مقاومت کل) به جای مقاومت سری:

$$1 = \frac{\text{مقاومت کل}}{\text{مقاومت دمپر}} = \frac{\text{مقاومت دمپر} - \text{مقاومت کل}}{\text{مقاومت دمپر}} = \text{نسبت مشخصه}$$

برای دمپره‌های تیغه موازی:

$$2/5 = \frac{100}{\text{مقاومت دمپر}} - 1$$

۲۹٪ مقاومت کل = مقاومت دمپر

یا:

$$\frac{29}{100-29} = 41\% \text{ مقاومت سری}$$

برای دمپره‌های تیغه متقابل:

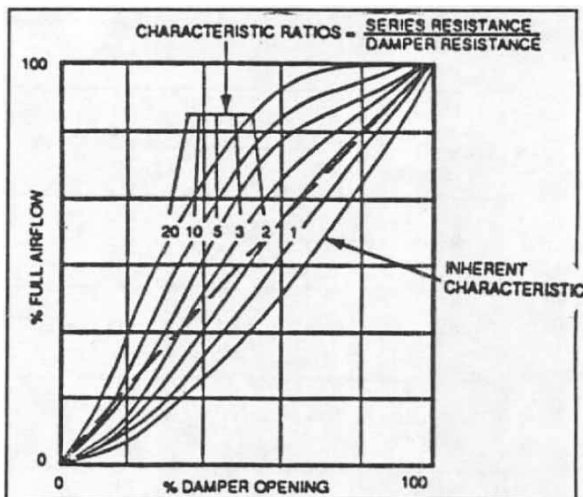
$$10 = \frac{100}{\text{مقاومت دمپر}} - 1$$

۹٪ مقاومت کل = مقاومت دمپر

با:

$$\frac{9}{100-9} = 10\% \text{ مقاومت سری}$$

برای مثال، اگر یک کویل با افت فشار ۰/۱۴۰ kPa به طور سری با یک دمپر تیغه متقابل نصب شود (شکل ۳۱)، دمپر باید افت فشاری برابر ۰/۱۴۰ kPa داشته باشد (ده درصد ۰/۱۴۰ kPa می‌شود ۰/۰۱۴ kPa).



شکل ۲۹: مشخصه‌های سیستم دمپر با دمپره‌های تیغه موازی

مطابق جدول ۲ محاسبه می‌شود. بر اساس محاسبات مندرج در جدول، برای این کاربرد می‌توان دمپری به ابعاد 915×1475 (mm) با مساحت $1/35 \text{ m}^2$ انتخاب کرد.

سایر ملاحظات در انتخاب دمپر

* کنترل دو وضعیتی

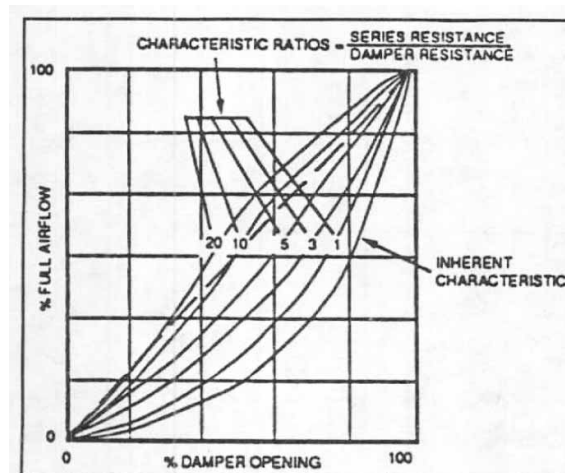
۱- به طور نمونه، دمپرهای تیغه موازی نسبت به دمپرهای تیغه متقابل افت فشار کمتری دارند.

۲- باید بررسی شود که دمپر منتخب، حداکثر فشار استاتیک و نشت مقتضی را تأمین می‌کند.

* کنترل تعادل

۱- مقتضیات کاربردی را تعیین نموده و دمپر تیغه موازی با تیغه متقابل را انتخاب کنید.

۲- باید بررسی شود که دمپر منتخب، حداکثر فشار استاتیک و نشت مقتضی را تأمین می‌کند.



شکل ۳۰: مشخصه‌های سیستم دمپر با دمپرهای تیغه متقابل

تعیین اندازه دمپر

نسبت مطلوب مقاومت دمپر به مقاومت سری که ذکر شد، در تعیین افت فشار مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این افت فشار نیز در تعیین اندازه دمپر، گام به گام مطابق روش مندرج در جدول ۱، به کار می‌رود.

مثال ۱: برای کانالی به ابعاد 1625×915 (mm) با مساحت $1/49 \text{ m}^2$ که شدت جریان هوا در آن 9440 L/s و افت فشار در عبور از دمپر تیغه موازی 15 Pa است، اندازه دمپر

مرحله	روش
۱	محاسبه سرعت تماس (Approach Velocity): $\text{سرعت تماس (m/s)} = \frac{\text{شدت جریان هوا (L/s)}}{\text{مساحت مقطع کانال (m}^2\text{)}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{L}}$
۲	محاسبه ضریب تصحیح با استفاده از سرعت تماس محاسبه شده در مرحله ۱: $\text{ضریب تصحیح} = \frac{25}{(\text{سرعت تماس})^2}$
۳	محاسبه افت فشار در سرعت ۵m/s: ضریب تصحیح (از مرحله ۲) × افت فشار در سرعت تماس = افت فشار در سرعت ۵m/s
۴	محاسبه نسبت سطح آزاد (Free Area Ratio): برای افت فشارهای (از مرحله ۳) بزرگتر یا مساوی ۵۷/۵Pa: $\text{نسبت} = [1 + (0.085 \times \text{افت فشار})]^{-0.3903}$ برای افت فشارهای (از مرحله ۳) کوچکتر از ۵۷/۵Pa: $\text{نسبت} = [1 - (0.319 \times \text{افت فشار})]^{-0.7340}$
۵	محاسبه مساحت دمپر (m ²): برای دمپره‌های تیغه موازی: $\text{مساحت دمپر (m}^2\text{)} = \frac{(\text{مساحت مقطع کانال}) \times (\text{نسبت (از مرحله ۴)}) \times 4188}{1550}$ برای دمپره‌های تیغه متقابل: $\text{مساحت دمپر (m}^2\text{)} = \frac{(\text{مساحت مقطع کانال}) \times (\text{نسبت (از مرحله ۴)}) \times 4068}{1550}$

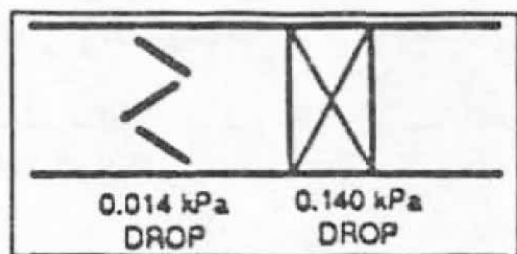
جدول ۱: مراحل تعیین اندازهی دمپر

سطح آزاد دمپر عبارت است از سطح باز دمپر که هوا از آن عبور میکند. نسبت سطح آزاد نیز عبارت است از مساحت سطح باز دمپر تقسیم بر مساحت مقطع کانال.

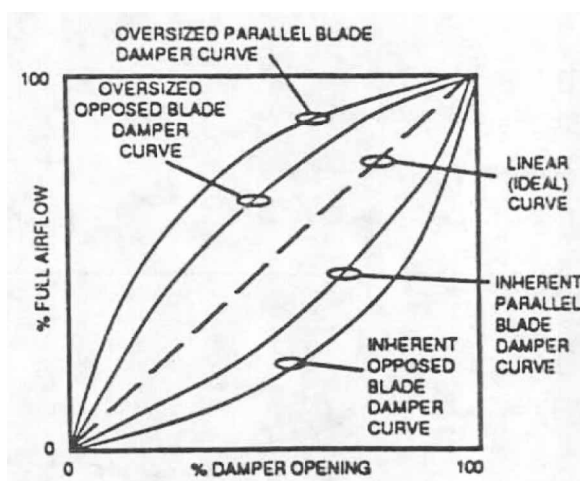
مرحله	مثال
۱	سرعت تماس = $\frac{9440\text{L/s}}{1/49\text{m}^2} \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{L}} = 6/34\text{m/s}$
۲	ضریب تصحیح = $\frac{25}{6/34^2} = 0/62$
۳	افت فشار در سرعت ۵m/s = $15\text{Pa} \times 0/62 = 9/3\text{Pa}$
۴	نسبت سطح آزاد = $[1 + (0.319 \times 9/3)]^{-0.7340} = 3/97^{-0.7340} = 0/724$
۵	مساحت دمپر (تیغه موازی) = $\frac{(1/49\text{m}^2 \times 0/724 \times 4188)}{1550} = 1/35\text{m}^2$

جدول ۲: مراحل تعیین اندازهی دمپر-مثال ۱

بزرگ‌تر از اندازه لازم در قیاس با یک دمپر تیغه متقابل بزرگ‌تر از اندازه لازم، انحراف بیشتری نسبت به منحنی خطی دارد که این عیب را می‌توان با انتخاب یک دمپر کوچک‌تر که افت فشار کلی بیشتری را ایجاد می‌کند، اصلاح نمود.



شکل ۳۱: افت فشار نمونه برای کوئل و دمپر (مقاومت سری)



شکل ۳۲: مقایسه‌ی منحنی دمپره‌ای بزرگ‌تر از اندازه‌ی لازم تیغه موازی و تیغه متقابل با منحنی خطی (حالت مطلوب) و منحنی مشخصه‌ی ذاتی دمپره‌ای تیغه موازی و تیغه متقابل

مشخصه‌های دمپر بزرگ‌تر از اندازه لازم

* عملکرد دمپر

دمپر بزرگ‌تر از اندازه لازم، دمپری است که نسبت مشخصه آن بزرگ‌تر از ۲/۵ برای دمپر تیغه موازی، و بزرگ‌تر از ۱۰ برای دمپر تیغه متقابل باشد. منحنی مشخصه چنین دمپری در مقایسه با منحنی مطلوب (Linear Curve) در شکل‌های ۲۹ و ۳۰ مشاهده می‌شود. نتیجه بزرگ‌تر بودن دمپر از اندازه لازم، این است که فقط با کمی باز شدن دمپر، مقدار بیشتری هوا نسبت به آنچه در نظر بوده است از آن عبور می‌کند.

با استفاده از دمپر کوچک‌تر، درصد افت فشار هوا در عبور از دمپر افزایش می‌یابد. مشخصه دمپر بزرگ‌تر از اندازه لازم بیشتر متأثر از افت فشار هوا در عبور از مقاومت سری است تا از خود دمپر.

در شکل ۳۲، منحنی دمپر بزرگ‌تر از اندازه لازم با منحنی خطی (حالت مطلوب) مقایسه شده است. یک دمپر تیغه موازی

حساسیت سیستم می‌تواند موجب نوسان و تناوب در کار سیستم شده و کیفیت کنترل را تضعیف کند.

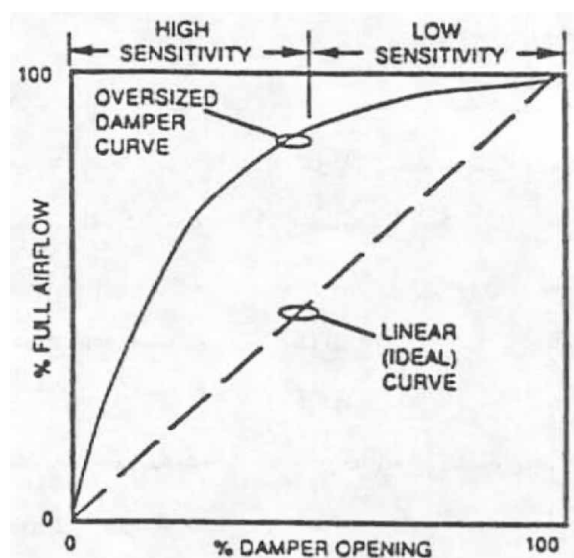
افت فشار دمپر

اگر ابعاد کانال، اندازه دمپر و جریان هوا معلوم باشند، می‌توان از روش مرحله‌ای مندرج در جدول ۳ برای تعیین افت فشار واقعی دمپر استفاده کرد.

مثال ۲: یک دمپر تیغه موازی به مساحت $1/49 \text{ m}^2$ در کانالی به مساحت $1/68 \text{ m}^2$ مقطع قرار دارد و دبی جریان هوا 9440 L/S است. افت فشار این دمپر مطابق جدول ۴ محاسبه می‌شود.

کنترل هوای مخلوط

شکل ۳۴ یک سیستم کنترل هوای مخلوط را نشان می‌دهد. هر سه نوع دمپر (هوای خارج، هوای اخراجی و هوای برگشتی) عوامل اصلی افت فشار در کانال‌های محل استقرار خود هستند. بنابراین جهت حصول یک کنترل خطی، از دمپره‌های تیغه موازی استفاده شده است.



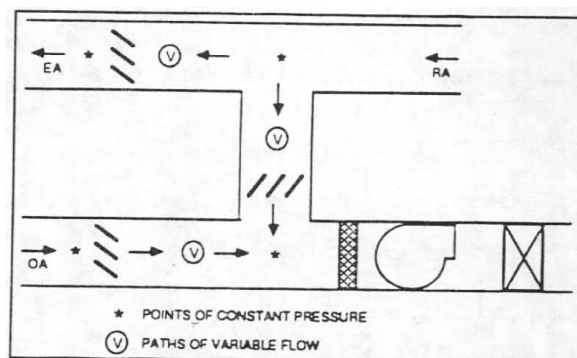
شکل ۳۳: تاثیر انتخاب دمپر بزرگتر از اندازه‌ی لازم روی حساسیت سیستم

* حساسیت سیستم کنترل

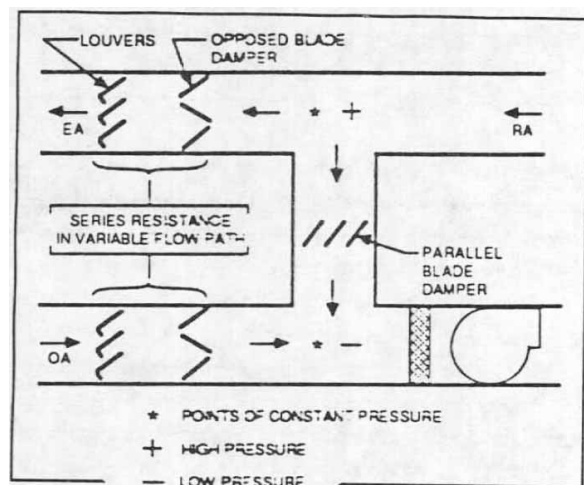
یک دمپر بزرگ‌تر از اندازه لازم با منحنی مشخصه غیرخطی، موجب تغییر حساسیت سیستم کنترل در دامنه عملکرد آن می‌شود. به طوری که در شکل ۳۳ دیده می‌شود، با تغییر درصد باز شدن دمپر، حساسیت سیستم نیز به میزان قابل توجهی تغییر می‌یابد. هر چه منحنی مشخصه دمپر به حالت خطی نزدیک‌تر گردد، حساسیت سیستم نیز پایداری بیشتری یافته موجب ثبات بیشتر کنترل می‌شود. افزایش

وقتی که از کرکره (Louver) یا شبکه مانع ورود پرندگان به طور سری با دمپره‌ای هوای خارج و هوای اخراجی استفاده شود (شکل ۳۵)، همچنان که دمپر بسته می‌شود افت فشار استاتیک از شبکه با کرکره به دمپر منتقل می‌شود. برای چنین سیستم‌هایی استفاده از دمپره‌ای تیغه متقابل در سر راه هوای خارج و هوای اخراجی، منحنی مشخصه را به حالت خطی (مطلوب) نزدیک‌تر می‌کند. دمپر برگشت عامل اصلی افت فشار در کانال محل استقرارش است و لذا یک دمپر تیغه موازی، حداقل افت فشار را داشته و منحنی مشخصه را خطی نگه خواهد داشت.

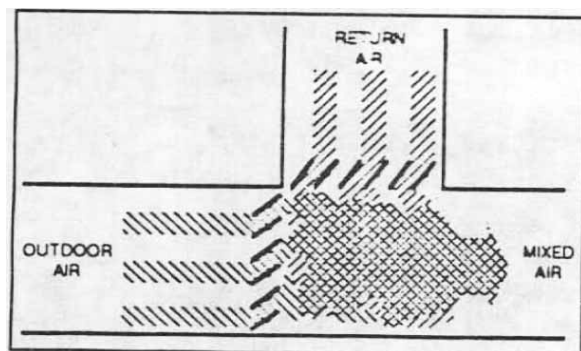
شکل ۳۶ تنظیم صحیح جهت تیغه‌های موازی دمپره‌ای هوای خارج و هوای برگشت را برای تخلیط مؤثر این دو هوا نشان می‌دهد. تنظیم صحیح جهت تیغه‌ها به جلوگیری از ایجاد سطوح سرد در جریان هوای مخلوط که می‌تواند



شکل ۳۴: سیستم کنترل هوای مخلوط (دمپره‌ای تیغه موازی)



شکل ۳۵: سیستم هوای مخلوط با کرکره‌ها



شکل ۳۶: تنظیم صحیح جهت تیغه‌های موازی دمپرها برای تخلیط مؤثر هوای خارج و هوای برگشت

در عبور هوا از دمپر مقابل کوئل، همچنان که این دمپر بسته می‌شود، افت فشار سیستم از کوئل به دمپر منتقل می‌گردد، و لذا استفاده از یک دمپر تیغه متقابل، کنترل خطی‌تری را عاید می‌کند.

کنترل خفقان (کاهش شدید فشار)

در این کاربرد از هر دو نوع دمپر (تیغه موازی و تیغه متقابل) می‌توان استفاده کرد. اگر عامل اصلی مقاومت سیستم دمپر باشد، دمپره‌ای تیغه موازی مرجح‌اند.

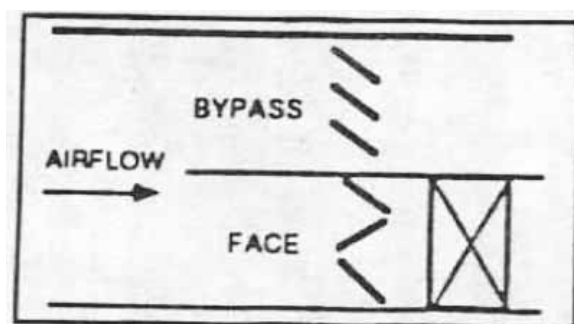
اما اگر مقاومت قابل توجهی مانند کوئل نیز وجود داشته باشد، باید از دمپره‌ای تیغه متقابل استفاده شود.

سبب یخ‌زدگی کوئل‌ها شود، کمک می‌کند.

کاربرد دمپرها

جدول ۵ کاربرد انواع دمپرها را نشان می‌دهد.

کنترل جریان کنارگذر و جریان عبوری از روی کوئل



شکل ۳۷: کاربرد دمپر کنارگذر و دمپر مقابل کوئل

شکل ۳۷ کاربرد دمپر کنارگذر و دمپر مقابل کوئل را نشان می‌دهد. به لحاظ استفاده از دمپر تیغه موازی در کنارگذر (Bypass)، افت فشار سیستم در عبور هوا از این دمپر نسبتاً ثابت است.

جدول ۳: تعیین گام به گام افت فشار دمپر
 **سطح آزاد دمپر عبارت است از سطح باز دمپر که هوا از آن عبور می‌کند. نسبت سطح آزاد نیز عبارت است از مساحت سطح باز دمپر تقسیم بر مساحت مقطع کانال.

مرحله	روش
۱	الف - تعیین تعداد بخشهای مورد نیاز : مساحت دمپر نباید از حداکثر اندازه‌ی یک بخش منفرد تجاوز کند. اگر مساحت دمپر از مساحت یک بخش منفرد بیشتر شد، آنوقت : ب - مساحت دمپر، مساحت مقطع کانال، و جریان هوا را بر تعداد بخشهای دمپر تقسیم کنید. ج - از رقم بدست آمده برای مساحت یا جریان هوا (در قسمت ب)، در مراحل بعدی استفاده کنید.
۲	محاسبه‌ی نسبت سطح آزاد : ○ برای دمپرهای تیغه موازی : $\frac{(m^2) \text{ مساحت دمپر}}{(m^2) \text{ مساحت مقطع کانال}} \times \frac{1}{1007} \times (m^2) \text{ مساحت دمپر} \times 0.080 = \text{نسبت سطح آزاد}$ ○ برای دمپرهای تیغه متقابل : $\frac{(m^2) \text{ مساحت دمپر}}{(m^2) \text{ مساحت مقطع کانال}} \times \frac{1}{1049} \times (m^2) \text{ مساحت دمپر} \times 0.081 = \text{نسبت سطح آزاد}$
۳	محاسبه‌ی افت فشار در سرعت ۵m/s با استفاده از نسبت سطح آزاد محاسبه شده در مرحله ۲ : برای نسبت سطح آزاد کوچکتر یا مساوی ۰/۵ : $[1 - (\text{نسبت سطح آزاد})^{2/562}] \times 11/72 = \text{افت فشار (Pa)}$ برای نسبت سطح آزاد بزرگتر از ۰/۵ : $[1 - (\text{نسبت سطح آزاد})^{4/274}] \times 3/14 = \text{افت فشار (Pa)}$
۴	محاسبه‌ی سرعت تماس : $\frac{(m^3/s) \text{ دبی جریان هوا}}{(m^2) \text{ مساحت مقطع کانال}} = \text{سرعت تماس (m/s)}$
۵	محاسبه‌ی ضریب تصحیح با استفاده از سرعت تماس محاسبه شده در مرحله ۴ : $\frac{25}{(\text{سرعت تماس})^2} = \text{ضریب تصحیح}$
۶	محاسبه‌ی افت فشار دمپر : $\text{افت فشار در سرعت ۵m/s (مرحله ۲)} \times \frac{\text{افت فشار دمپر}}{\text{ضریب تصحیح (مرحله ۵)}} = \text{افت فشار دمپر (Pa)}$

انتخاب و تعیین اندازه‌ی دمپرها-بخش پایانی

مرحله	مثال
۱	نسبت سطح آزاد (تیغه موازی): $\frac{1/49}{1/68} \times (0/080 \times 1/49)^{0/1007} = 0/8072 \times 0/8869 = 0/716$
۲	افت فشار در 5m/s: $-3/14 \times (1 - 0/716^{-4/274}) = -3/14 \times -3/092 = 9/709$
۳	سرعت تماس: $\frac{9440L/s}{1/68m^2} \times \frac{1m^3}{1000L} = 5/62m/s$
۴	ضریب تصحیح: $\frac{25}{5/62} = 0/792$
۵	افت فشار دمپر: $\frac{9/709}{0/792} = 12/26Pa$

جدول ۴: مراحل محاسبه‌ی افت فشار دمپر - مثال ۲

اگر مساحت کانال برابر مساحت دمپر یعنی $1/49m^2$ بود، افت فشار دمپر ۷/۲۵ Pa میشد.

نوع دمپر	کاربرد (کنترل)
تیغه موازی	○ هوای برگشتی ○ هوای خارج یا هوای اخراجی:
تیغه متقابل	با شبکه مانع ورود پرندگان یا کرکره (Louver)
تیغه موازی	بدون شبکه مانع ورود پرندگان یا کرکره
تیغه متقابل	○ مقابل کوئل (Coil Face) ○ کنارگذر (Bypass):
تیغه متقابل	با دیواره مشبک
تیغه موازی	بدون دیواره مشبک
تیغه موازی	○ دووضعیتی (Two-Position)

جدول ۵: کاربرد انواع دمپر

تمام حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به آموزشگاه کاشانه می‌باشد و هر گونه کپی، برداشت و انتشار آن پیگرد قانونی دارد.