

بهبود سیستم اگزاست با قابلیت بازیابی حرارت در سالن بنبوری:

تمرکز بر سیستم ترکیبی مبدل حرارتی صفحه‌ای، فیلتراسیون قوی و فن‌های مجهز به VFD

محمدرضا اسمعیلی-عسکری-محسن سلجوقیان

اداره تعمیرات و نگهداری ناحیه یک تولید لاستیک بارز کرمان



چکیده

در صنایع لاستیک، سالن‌های بنبوری به دلیل فرآیندهای مخلوط‌کردن شدید، با چالش‌های انرژی بالا، هدررفت حرارت و آلودگی گردوغبار مواجه هستند، که این گردوغبار عمدتاً کربن بلک است و می‌تواند فیلتر شده و برای تولید مجدد در فرآیندهای لاستیک بازیافت شود. در این مقاله به بررسی سیستم ترکیبی بهبودیافته اگزاست می‌پردازد که شامل مبدل حرارتی صفحه‌ای برای بازیابی حرارت، فیلتراسیون قوی برای مدیریت گردوغبار و فن‌های مجهز به درایوهای فرکانس متغیر (VFD) است. از حرارت بازیابی‌شده برای گرم کردن آب مورد استفاده در گرمخانه کائوچو در ابتدای فرآیند بنبوری، پیش گرم رول میل‌ها و سایر موارد از این دست استفاده می‌شود. این سیستم می‌تواند تا ۶۰٪ از حرارت خروجی را بازیابی کند، مصرف انرژی را تا ۵۰٪ کاهش دهد و کیفیت هوا را بهبود بخشد. نتایج ذکر شده، نشان‌دهنده بازگشت سریع هزینه‌های انجام شده و مزایای زیست‌محیطی است.

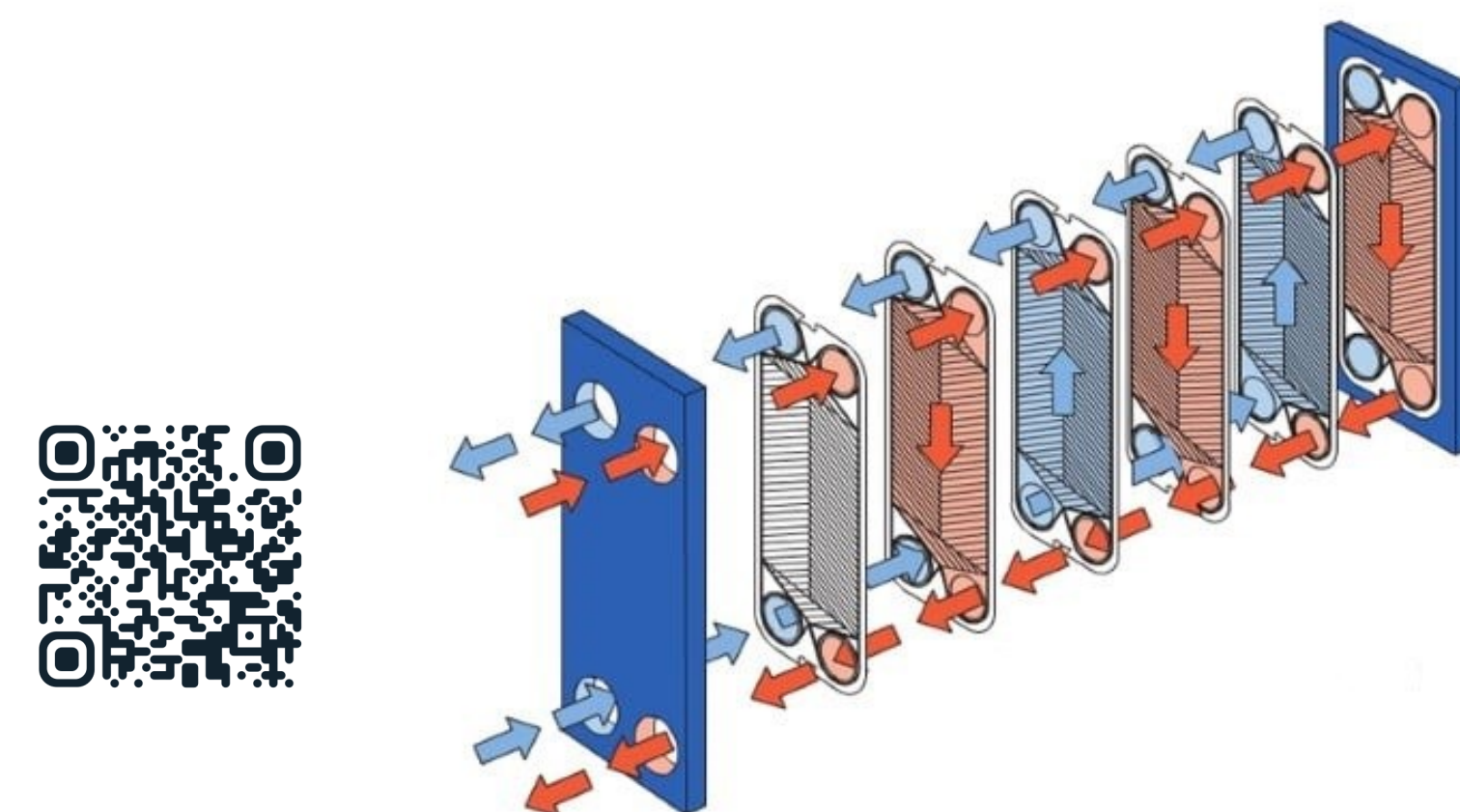
محور مقاله

- پایداری و اقتصاد چرخشی
- مدیریت بهره‌وری/ رهبری در راستای توسعه فناوری و نوآوری

معرفی سیستم

سیستم پیشنهادی شامل سه جزء اصلی است:

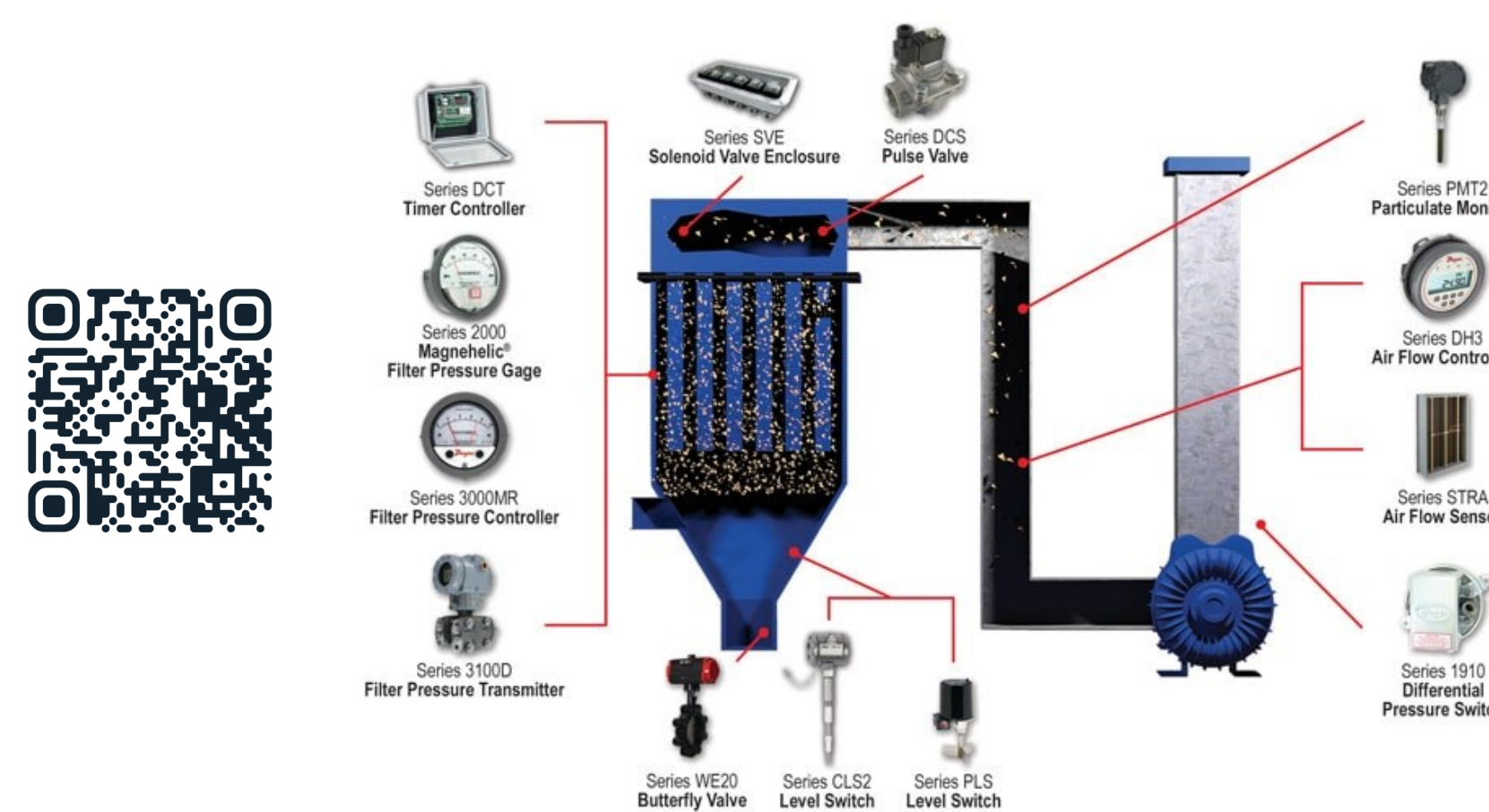
۱- مبدل حرارتی صفحه‌ای: (Plate Heat Exchanger - PHE) این مبدل برای انتقال حرارت از هوای خروجی گرم به هوای ورودی تازه استفاده می‌شود. طراحی صفحه‌ای آن اجازه می‌دهد تا راندمان بازیابی حرارت تا ۷۰-۹۰٪ برسد، بدون اختلاط جریان‌های هوا. در سالن بنبوری، این سیستم حرارت تولیدشده از میکسرهای را برای گرم کردن آب مورد استفاده در گرمخانه کائوچو در ابتدای فرآیند و سایر مصارف بازیافت می‌کند.



مبدل حرارتی صفحه‌ای

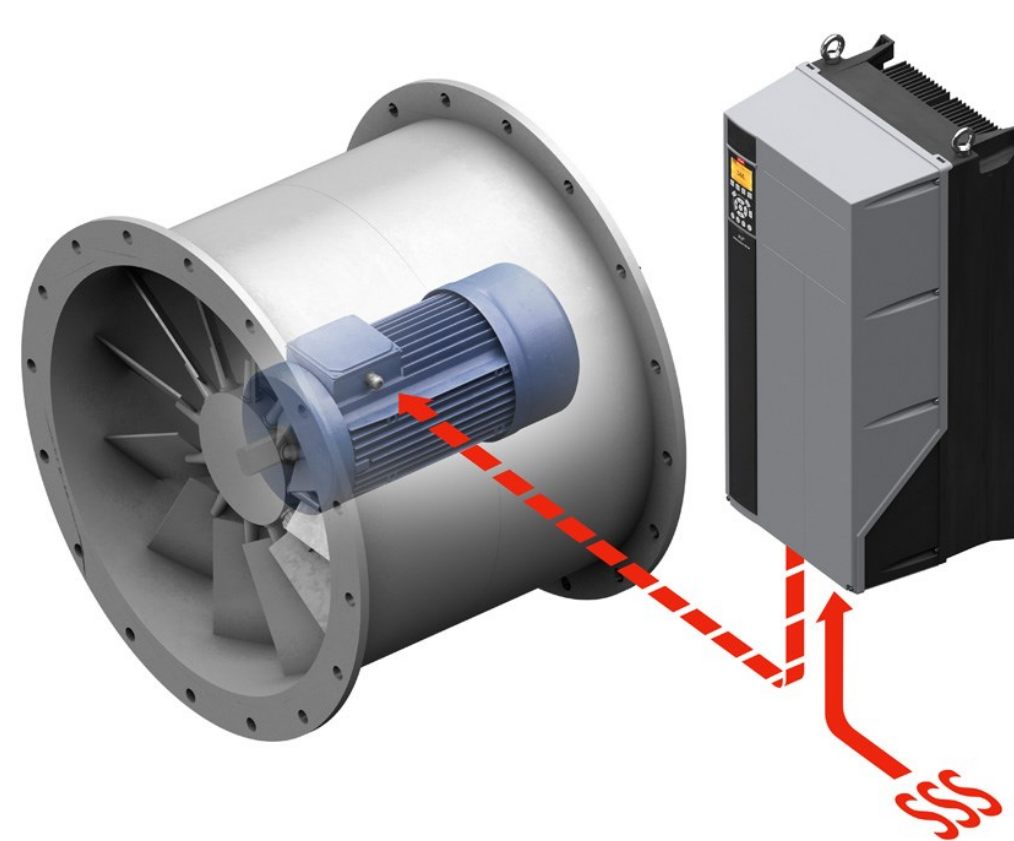


معرفی سیستم



مجموعه داستکالکتور

۳- فن‌های مجهز به VFD: درایوهای فرکانس متغیر سرعت فن‌ها را بر اساس نیاز واقعی تهویه تنظیم می‌کنند، که منجر به کاهش مصرف انرژی فن‌ها تا ۵۰٪ می‌شود. این فن‌ها با انواع axial و centrifugal سازگار هستند و برای جریان‌های متغیر در سالن بنبوری ایده‌آل‌اند.



فن‌های مجهز به VFD

نحوه عملکرد

عملکرد سیستم به این صورت است: هوای گرم و آلوده از سالن خارج شده، ابتدا از فیلترهای قوی عبور می‌کند تا گردوغبار (عمدتاً کربن بلک) حذف و در سیلوهای جداگانه جمع‌آوری شود، که این مواد برای تولید مجدد استفاده می‌گردد. سپس، در مبدل حرارتی صفحه‌ای، حرارت به هوای ورودی تازه منتقل می‌شود و حرارت بازیابی‌شده برای گرم کردن آب گرمخانه کائوچو در ابتدای فرآیند بنبوری و یا سایر مصارف استفاده می‌گردد. فن‌های VFD جریان هوا را بهینه می‌کنند، که قدرت فن متناسب با مکعب سرعت است ($P \propto V^3$), بنابراین کاهش ۲۰٪ سرعت، ۴۸٪ صرفه‌جویی انرژی ایجاد می‌کند.

ضرورت اجرا

- اقتصادی: هزینه اولیه بالا برای PHE و VFD با بازگشت سرمایه ۱-۳ سال جبران می‌شود، به دلیل صرفه‌جویی در قبوض انرژی و استفاده از حرارت برای گرم کردن آب گرمخانه کائوچو.
- زیست‌محیطی: کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود کیفیت هوا با حذف ذرات معلق، که سلامت کارکنان را افزایش می‌دهد. همچنین، بازیافت گردوغبار کربن بلک در سیلوهای جداگانه، ضایعات را کاهش می‌دهد.
- عملیاتی: در سالن‌های بنبوری، مدیریت گردوغبار از انسداد تجهیزات جلوگیری کرده و عمر سیستم را افزایش می‌دهد. بدون این سیستم، هدررفت حرارت می‌تواند بخش قابل توجهی از انرژی را تلف کند.
- رعایت استانداردها: همخوانی با استانداردهای ASHRAE و ISO برای تهویه و انرژی.

در صنایع لاستیک، جایی که انرژی بخش مهمی از هزینه‌ها را تشکیل می‌دهد، این سیستم می‌تواند رقابت‌پذیری را افزایش دهد.

نتیجه‌گیری

سیستم ترکیبی مبدل حرارتی صفحه‌ای، فیلتراسیون قوی و فن‌های VFD راهکاری کارآمد برای بهبود اگزاست در سالن بنبوری با تمرکز بر استفاده از حرارت بازیابی‌شده و بازیافت گردوغبار کربن بلک در سیلوهای جداگانه برای تولید مجدد. این رویکرد نه تنها انرژی را بهینه می‌کند بلکه مزایای زیست‌محیطی و عملیاتی ارائه می‌دهد. با اجرای آن، صنایع می‌توانند به صرفه‌جویی قابل توجهی دست یابند و به سمت پایداری حرکت کنند.

منابع

۱- کتاب ASHRAE - HVAC Applications (فصل مربوط به تهویه صنعتی)

۲-تبدیل انرژی و مدیریت آن ۲۰۲۲ Wang, L., et al. "A review of heat recovery technologies for industrial applications."