به نام آن که جان را فکرت آموخت

۱۴۷۸۲۵۸

اصول طراحی سیستم‌های تهویه صنعتی

مهدی صادقی مقدم اردکانی
(عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی زاهدان)
محمد فریدن
لیلا تاجیک

فدک ایساتیس

www.ketab.ir

سرشناسه : صادقی، مهدی، ۱۳۵۴-
عنوان و نام پدیدآور : اصول طراحی سیستمهای تهویه صنعتی
مشخصات نشر : تهران: فدک ایساتیس، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری : ۴۹۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک : ۸-۲۰۷-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸ : ۲۵۰۰۰۰ریال
وضعیت فهرست نویسی : فیپای مختصر
شناسه افزوده : فریدن، محمد، ۱۳۵۸
شناسه افزوده : تاجیک، لیلا
شماره کتابشناسی ملی : ۳۷۶۹۹۸۲

اصول طراحی سیستم‌های تهویه صنعتی

تالیف و پدیدآوری : مهدی صادقی مالواجردی – محمد فریدن- لیلا تاجیک
مدیر تولید : رضا کرمی‌شاهنده
صفحه‌آرایی : واحد تولید انتشارات فدک ایساتیس (فاطمه نوروزی)
نوبت چاپ : اول-۱۳۹۴
تیراژ : ۵۰۰
قیمت : ۱۱۰۰۰ ریال
شابک : ۸-۲۰۷-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

فروشگاه : تهران- خیابان انقلاب- بین خیابان فروردین و منیری‌جاوید- روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران- کتابفروشی فلاح
تلفن: ۶۶۴۱۰۳۵۴
دفتر انتشارات : تهران- خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت- بین‌لبافی‌نژاد و جمهوری- ساختمان ...
تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱

ایمیل و وب‌سایت: info@fadakbook.ir - www.fadakbook.ir

کلیهٔ حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایساتیس می‌باشد. هرگونه برداشت،تکثیر،کپی‌برداری به هرشکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایساتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایساتیس

www.ketab.ir

پیشگفتار

انسان از دوران پارینه سنگی تا کنون همواره در تلاش برای ایجاد محیطی آسوده و ایمن برای زندگی و فعالیت خود بوده است. این تلاش، جامعه بشری را از انسان‌های نخستین به انسان‌های متمدن امروزی رسانده و شیوه زندگی او را از غارنشینی به زندگی در کلان شهرها تغییر داده است. البته این تلاش منجر به پیشرفت و رشد و پیچیدگی ابزارها و صنعت بشری شده است و این روند همچنان ادامه دارد. تغییر روند تولید از شیوه سنتی و دستی به شکل مدرن و ماشینی اگرچه جذابیت‌هایی را به دنبال داشته و سرعت تولید را برای محصول هرچه بیشتر و البته تسخیر بازار مصرف افزایش داده است، اما با این وجود، این جریان یک جریان منفعت‌طلبانه و یک سویه به یک فرایند طبیعت مدار بوده است. جذابیت‌های ماشینی شدن و البته رسیدن به سود حداکثری اجازه داده است تا نگاهی ژرف به پیرامون خود بیاندازیم و آسیب‌هایی که در این میان به محیط طبیعی زندگیمان وارد کرده‌ایم را بنگریم. اما به یکباره پس از گذشت قرن‌ها استفاده از طبیعت و منابع طبیعی برای آسایش خود و عدم توجه به نیازهای طبیعت به عنوان بستری برای زندگی بشر، اکنون مشاهده می کنیم که محیطی آلوده را برای خود تدارک دیده‌ایم. محیط شهری مدرن اما آلوده و صدای آزار دهنده، آلاینده‌های هوا، خالی از مناظر طبیعی زیبا و محدود به برج های سر به فلک کشیده که حتی سهم ما را از داشتن نور خورشید، این موهبت بی‌بدیل الهی به حداقل رسانده است.

هوای پاک شاید اولین نیاز بشر برای زندگی است اما بشر متمدن یعنی "ما" با دست خود و با رفتار خود حتی این اولین نیاز خود را آلوده کرده‌ایم. بامد این آلودگی قبلاً در بسیاری از شهرهای بزرگ دنیا مشاهده شده و تجربه‌های دردناکی به جای گذاشته است. مرگ و میرهای ناشی از وارونگی، سالهای ۱۹۳۰ دره میوز بلژیک، ۱۹۴۸، پنسیلوانیا، ۱۹۵۲ لندن و ۱۹۵۳، ۱۹۶۲ و ۱۹۶۶ نیویورک و البته وارونگی‌های شدیدی که اخیراً در شهرهای بزرگ ایران از جمله تهران پدید آمده است، همه از عدم توجه همگانی به محیط زیست ناشی شده است.

در سالهای اخیر بروز آلودگی‌های شدید هوا و از جمله ذرات معلق به ویژه در فصول سرد و به دنبال پدیده وارونگی، افراد را در معرض اثرات نامطلوب ناشی از این آلودگی‌ها قرار داده است؛ در نتیجه تلاش‌هایی برای کاهش و کنترل عناصر و فرایندهای آلاینده هوا شکل گرفته است. البته از سال‌ها پیش قوانینی مبنی بر پیشگیری از آلودگی هوا وضع شده است اما به دلایلی، این قوانین با جدیت پیگیری و اجرا نشده است.

یکی از منابع آلاینده هوا، فرایندهای صنعتی است که بسته به نوعشان، آلاینده‌های متفاوتی را تولید می‌کنند. البته نقش فرایندهای راه‌سازی، صنعت ساختمان و ترافیک شهری را نمی‌توان نادیده گرفت. یکی از راهکارهای کنترل آلاینده‌های صنعتی، به خدمت گرفتن سیستم‌های تهویه صنعتی است. این سیستم‌ها علاوه بر پاکسازی محیط کار و مهیا ساختن شرایط بهداشتی و

www.ketab.ir

بستری مناسب برای فعالیت نیروی کار، اگر مجهز به ابزارهای فیلتراسیون هوا باشند، نقش مفیدی را در کاهش انتشار آلاینده‌های صنعتی بازی می‌کنند. این مجموعه با هدف آموزش و افزایش دانش کارشناسان و دانشجویان مهندسی بهداشت حرفه‌ای و البته کلیه دست اندرکاران حیطه تهویه صنعتی و طراحان و مجریان سیستم‌های تهویه صنعتی فراهم شده است. امید است که تلاشی اثر بخش در جهت برداشتن بخش کوچکی از این بار سنگین اجتماعی و محقق شدن آرمان‌های این کشور اسلامی باشد.

در پایان از مدیریت محترم انتشارات فدک ایساتیس و کلیه پرسنل این مجموعه به خاطر تلاش در پیگیری دقیق فرایند چاپ این کتاب، صمیمانه سپاسگذاریم.

مهدی صادقی مالواجردی، محمد فریدن، لیلا تاجیک

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل ۱ تهویه برای کنترل ۱

۱.۱ گزینه‌های کنترل ۲
۲.۱ تهویه برای کنترل آلاینده‌های هوا ۴
۳.۱ کاربردهای تهویه ۶
۴.۱ مطالعات موردی ۸
۵.۱ خلاصه ۱۱

فصل ۲ اصول جریان هوا ۱۵

۱.۲ جریان هوا ۱۶
۲.۲ دانسیته ۱۷
۳.۲ رابطه همبستگی ۱۸
۴.۲ فشار ۲۰
۵.۲ هد (HEAD) ۲۳
۶.۲ ارتفاع ۲۵
۷.۲ روابط فشار ۲۷
۸.۲ افت‌ها ۳۲
۹.۲ افت مربوط به اتصالات ۳۷
۱۰.۲ خلاصه ۴۶

فصل ۳ تکنیک‌های اندازه‌گیری جریان هوا ۴۹

۱.۳ اندازه‌گیری سرعت بوسیله لوله پیتوت استاتیک ۵۲
۲.۳ وسایل مکانیکی ۶۷

www.ketab.ir

۳.۳ آنمومترهای حرارتی ۷۹
۴.۳ وسایل دیگر ۸۲
۵.۳ روش فشار استاتیک هود ۸۴
۶.۳ کالیبراسیون وسایل ۸۶
۷.۳ مشاهده الگوهای جریان هوا با استفاده از ردیاب‌های مرئی ۸۸

فصل ۴ تهویه مکنده‌ی عمومی (ترقیقی) ۹۵

۱.۴ محدودیت‌های کاربرد ۹۷
۲.۴ معادلات مربوط به تهویه‌ی مکنده‌ی عمومی ۹۸
۳.۴ تغییرات در نرخ تولید ۱۰۶
۴.۴ اختلاط ۱۰۷
۵.۴ موقعیت‌های ورودی و خروجی ۱۰۸
۶.۴ فکتورهای دیگر ۱۱۰
۷.۴ مقایسه‌ی مکنده‌های عمومی و موضعی ۱۱۳

فصل ۵ طراحی هود ۱۱۷

۱.۵ تقسیم‌بندی انواع هودها ۱۱۸
۲.۵ طراحی هودهای محصور ۱۲۶
۳.۵ طراحی هودهای بیرونی ۱۳۰
۴.۵ طراحی هودهای دریافت کننده ۱۴۰
۵.۵ ارزیابی عملکرد هود ۱۵۲

فصل ۶ طراحی هود برای فرآیندهای خاص ۱۵۹

۱.۶ آبکاری ۱۶۱
۲.۶ فرآیند رنگ‌کاری ۱۷۰
۳.۶ فرآوری و انتقال مواد گرانولی ۱۷۸
۴.۶ جوشکاری، لحیم‌کاری و جوشکاری برنج ۱۸۴
۵.۶ فرآوری شیمیایی ۱۹۵
۶.۶ کابین‌های گاز در صنایع نیمه‌هادی ۲۰۶
۷.۶ سیستم‌های تهویهٔ حجم پایین/ سرعت بالا برای ابزار و ماشینهای پرتابل ۲۱۱

فصل ۷ تهویه‌ی آزمایشگاه‌های شیمیایی ۲۲۷

www.ketab.ir

۱.۷ طراحی هودهای آزمایشگاه شیمیایی ۲۲۸
۲.۷ سرعت دهانه برای هودهای آزمایشگاهی ۲۳۸
۳.۷ هودهای آزمایشگاهی ویژه ۲۴۲
۴.۷ ساختارهای سیستم مکنده آزمایشگاهی ۲۴۳
۵.۷ فاکتورهای اثرگذار بر عملکرد هود ۲۴۷
۶.۷ صرفه‌جویی در انرژی ۲۵۳
۷.۷ عملکرد هودهای آزمایشگاهی ۲۵۸
۸.۷ تهویه عمومی آزمایشگاه ۲۵۹

فصل ۸ **طراحی سیستم‌های تک هودی ۲۶۳**

۱.۸ روند طراحی ۲۶۵
۲.۸ طراحی یک سیستم ساده‌ی تک هودی (هود میکسر بمبوری) ۲۶۶
۳.۸ طراحی یک هود شکافدار برای یک مخزن چربی‌گیر ۲۷۴
۴.۸ نمودار فشار برای یک سیستم تک‌هودی ۲۷۹

فصل ۹ **تکنیک طراحی برای هودهای چندگانه ۲۸۹**

۱.۹ کاربرد سیستم‌های چندهودی ۲۹۰
۲.۹ رویکرد طرح بالانس شده ۲۹۱
۳.۹ روش موازنه‌ی فشار استاتیک ۲۹۶
۴.۹ روش موازنه‌ی دریچه‌ی تنظیم ۳۰۲
۵.۹ دیگر روش‌های محاسباتی ۳۰۲

فصل ۱۰ **فن‌ها و بادبزن‌ها ۳۲۱**

۱.۱۰ انواع جابجا کننده‌های هوا ۳۲۲
۲.۱۰ منحنی‌های مربوط به فن ۳۲۸
۳.۱۰ استفاده از فن‌ها در سیستم‌های تهویه ۳۴۲
۴.۱۰ فرآیند انتخاب فن ۳۴۷

فصل ۱۱ **وسایل پاک‌کننده هوا ۳۵۳**

۱.۱۱ دسته‌بندی وسایل پاک‌کننده هوا ۳۵۴
۲.۱۱ انطباق وسیله پاک‌کننده با آلاینده هوا ۳۷۱
۳.۱۱ یکپارچه‌سازی وسیله پاک‌کننده هوا و سیستم تهویه ۳۷۴

www.ketab.ir

فصل ۱۲ سیستم‌های جایگزینی هوا ۳۸۷

۱.۱۲ انواع واحدهای هوای جایگزین ۳۸۹
۲.۱۲ نیاز به هوای جایگزین ۳۹۱
۳.۱۲ مقدار هوای جایگزین ۳۹۳
۴.۱۲ ارسال هوای جایگزین ۳۹۸
۵.۱۲ هوای جایگزین برای گرمایش ۴۰۵
۶.۱۲ صرفه‌جویی انرژی و هوای جایگزین ۴۰۶
۷.۱۲ خلاصه ۴۱۰

فصل ۱۳ کمی سازی عملکرد هود ۴۱۱

۱.۱۳ اندازه‌گیری جریان هوای هود ۴۱۳
۲.۱۳ راندمان ربایش هود ۴۱۴
۳.۱۳ استفاده از راندمان ربایش در طراحی هود ۴۲۷

فصل ۱۴ کاربرد دینامیک سیالات محاسباتی (cfd) در طراحی سیستم تهویه ۴۲۹

۱.۱۴ مقدمه ۴۳۰
۲.۱۴ روش‌ها ۴۳۲
۳.۱۴ کاربردها ۴۳۶
۴.۱۴ مباحثی در خصوص استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی ۴۴۴
۵.۱۴ کدهای تجاری حوزه اطلاعات عمومی ۴۴۵

فصل ۱۵ ورود مجدد ۴۴۹

۱.۱۵ جریان هوا در اطراف ساختمان ۴۵۳
۲.۱۵ اندازه‌گیری ورود مجدد ۴۵۶
۳.۱۵ محاسبه رقیق‌سازی مکنده ۴۶۲
۴.۱۵ سنجش مدل مقیاس ۴۶۵
۵.۱۵ طراحی به منظور پیشگیری از ورود مجدد ۴۶۷

فهرست الفبایی ۴۸۱

www.ketab.ir