محاسبات و طراحی
سیستم‌های تهویه صنعتی

نگارنده

دکتر حسن اصیلیان مهابادی

استاد دانشگاه تربیت مدرس

دکتر کیکاوس ازره

۱۴۰۱

سرشناسه: اصیلیان مهابادی، حسن، ۱۳۳۸ -
عنوان و نام پدیدآور: محاسبات و طراحی سیستم‌های تهویه صنعتی / نگارنده حسن اصیلیان‌مهابادی، کیکاوس ازره.
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه تربیت مدرس، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری: ۶۲۰ ص.: مصور(بخشی رنگی)، نمودار.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۳۴-۳۹-۴
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
موضوع: تهویه مطبوع -- وسایل و تجهیزات -- طرح و ساختمان -- استانداردها
Air conditioning -- Equipment and supplies -- Design and construction -- Standards
ساختمان‌های صنعتی -- گرمایش و تهویه
Industrial buildings -- Heating and ventilation
شناسه افزوده: ازره، کیکاوس،۱۳۶۵ -
شناسه افزوده: دانشگاه تربیت مدرس
شناسه افزوده: Tarbiat Modarres University
رده بندی کنگره: TH۷۶۸۷/۷
رده بندی دیویی: ۶۹۷/۹۳
شماره کتابشناسی ملی: ۸۹۶۳۸۱۰
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

محاسبات و طراحی سیستم‌های تهویه صنعتی

نگارنده: دکتر حسن اصیلیان مهابادی، **دکتر کیکاوس ازره**
ویراستار ادبی و فنی: سید مصطفی فیض‌بخش
طراح جلد: ترنج
صفحه‌آرایی: سمیه زهانی
شماره انتشار: ۲۸۹
شماره پیاپی: ۴۶۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱
شمارگان: ۵۰۰
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۳۴-۳۹-۴ **شابک الکترونیکی:** ۹۷۸-۶۲۲-۸۳۷۶-۲۸-۸
ناشر: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس
نوبت چاپ: اول
کارشناس اجرایی: لیلا نجفی زمان
ناظر نشر: مصطفی جانجانی
لیتوگرافی: ایران گرافیک
چاپ و صحافی: قشقایی
مرکز پخش: تقاطع بزرگراه‌های آل‌احمد و دکتر چمران، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی: ۳۱۸-۱۴۱۱۵
تلفن: ۸۲۸۸۳۰۹۶
دورنگار: ۸۲۸۸۳۰۳۲
آدرس اینترنتی فروش: pub.Modares.ac.ir

مسئولیت صحت مطالب کتاب برعهدهٔ نگارندگان است.

تمام حقوق این اثر برای مرکز نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس محفوظ است و تکثیر کتاب به هر روشی بدون اجازه کتبی ناشر موجب پیگرد قانونی می‌شود.

تقدیم به:

پویندگان ره علم و دانش

فهرست مطالب

پیشگفتار ..... م

۱- کلیات آلودگی هوا و روش‌های کنترلی ۱

۱-۱ کلیات آلودگی هوا ۱

۱-۱-۱ آلودگی هوا و شناسایی عوامل و مخاطرات موجود در محیط‌های شغلی ۲

۱-۱-۱-۱ ویژگی‌های آلاینده‌ها (مواد معلق) ۲

۱-۱-۱-۱-۱ شناخت ویزگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد منتشر شده در محیط کار ۲

۱-۱-۱-۱-۲ جابه‌جایی مواد معلق در هوا ٤

۱-۱-۱-۲ شناخت نحوه انتشار مواد معلق ٦

۱-۱-۱-۲-۱پارامترهای مهم در انتشار آلاینده‌ها ٦

۱-۱-۱-۳ پایش مواجهه ۱۳

۱-۱-۱-٤ راهبردهای کنترل عوامل زیان‌آور شیمیایی در محیط کار ۱۳

۱-۱-۲ کنترل‌های اجرایی و مدیریتی ۱٤

۱-۱-۳ کنترل‌های مهندسی ۱۵

۱-۱-۳-۱ طراحی و جانمایی مناسب ۱٦

۱-۱-۳-۲ حذف یا کاهش آلاینده در محل تولید ۱٦

۱-۱-۳-۳ جداسازی ۱۹

۱-۱-٤ تهویه صنعتی ۲۲

۱-۱-٤-۱ انواع سیستم‌های تهویه صنعتی ۲۲

۱-۱-۵ استفاده از تجهیزات حفاظت فردی ۲٦

۲- مفاهیم مشخصات هوا و فشار در سیستم تهویه ۲۹
۲-۱ هوا و مفهوم فشار هوا ۲۹
۲-۲ شرایط استاندارد در تهویه صنعتی ۳۰
۲-۳ اصل بقای جرم ۳۲
۲-٤ اصل بقای انرژی ۳۳
۲-۵ مشخصات هوا ۳۵
۲-۵-۱ جرم حجمی یا وزن مخصوص هوا (حجم/ وزن) ۳۵
۲-۵-۲ دانسیته (SG) یا چگالی نسبی ۳۵
۲-۵-۳ قوانین گازها ۳٦
۲-۵-۳-۱ کاربرد قوانین گازها ۳۷
۲-۵-۳-۲ قانون گاز ایده‌آل ۳۹
۲-۵-٤ ضریب تصحیح چگالی ٤۰
۲-۵-۵ چگالی هوای آلوده ٤۱
۲-۵-٦ چگالی مؤثر ٤۲
۲-۵-۷ روش محاسبه فاکتور اصلاح چگالی در شرایط بیشتر از یک عامل غیراستاندارد ٤٤
۲-۵-۸ تأثیر رطوبت در هوا ٤۷
۲-۵-۹ رطوبت نسبی (RH) ۵۱
۲-٦ اصول بنیادی حرکت هوا ۵۲
۲-۷ فشار در سیستم تهویه ۵۲
۲-۷-۱ انواع فشار در سیستم تهویه ۵۳
۲-۷-۱-۱ فشار سرعت (VP) ۵٤
۲-۷-۱-۲ فشار استاتیک (SP) ۵۵
۲-۷-۱-۳ فشار کل (TP) ۵۸
۲-۸ جریان در سیستم تهویه ٦۰
۲-۹ طبیعت جریان سیال ٦۲

۳- تهویه صنعتی عمومی ٦۵
۳-۱ مقدمه ٦۵

۳–۲ تهویه ترقیقی ٦٥
۳–۲–۱ طراحی رقیق‌سازی به روش طبیعی ٦٧
۳–۲–۲ طراحی سیستم تهویه ترقیقی به روش مکانیکی ٦٩
۳–۳ تولید آلودگی ۷۰
۳–٤ تخلیه یا زدودن آلودگی ایجاد شده ۷۳
۳–٥ حفظ حالت یکنواخت غلظت ۷٤
۳–٦ اصول تهویه ترقیقی ۷٥
۳–۷ تهویه ترقیقی به‌منظور پیشگیری از اثرهای بهداشتی ۷٦
۳–۸ تهویه ترقیقی به‌منظور کنترل مخاطرات بهداشتی ۸۱
۳–۹ تهویه ترقیقی برای جلوگیری از خطر آتش‌سوزی و انفجار ۸٤
۳–۱۰ تهویه ترقیقی برای مخلوط چند حلال (رقیق‌سازی به‌منظور کنترل بهداشتی) ۸۷
۳–۱۱تهویه فضای بسته (ACGIH, 2016: 83) ۸۸
۳–۱۱–۱ کاهش میزان تولید ۹۰
۳–۱۱–۲ تأمین هوای تمیز ۹۱
۳–۱۱–۳ دمش در برابر مکش در فضایی بسته ۹۳
۳–۱۲ تشخیص ویژگی‌های سمی و احتراق‌پذیری گازها یا بخارات ۹۸
۳–۱۳ احتراق‌پذیری ۹۹

٤– طراحی هودها در فرایندهای صنعتی ۱۰۳
٤–۱ مقدمه ۱۰۳
٤–۲ مقررات عمومی در طراحی هودها ۱۰٥
٤–۳ انتخاب هود ۱۰۸
٤–٤ تقسیم‌بندی انواع هودها از نظر شکل ۱۰۸
٤–٤–۱ هودهای محصورشونده یا محفظه‌ای یا ماشینی ۱۰۸
٤–٤–۲ هودهای غیرمحصور یا غیرمحفظه‌ای ۱۰۸
٤–٤–۲–۱ هودهای به دام‌اندازنده ۱۰۹
٤–٤–۲–۲ هودهای دریافت‌کننده ۱۰۹
٤–٤–۳ هودهای ساده ۱۱۱

٤-٤-٤ هود مرکب ١١١
٤-٥ تعبیه شکاف بر روی هود برای توزیع هوا ١١٢
٤-٦ حرکت‌های موضعی هوا و تأثیر وضعیت‌های مختلف ١١٣
٤-٧ تأثیرپذیری دهانه مکش ١١٦
٤-٨ رابطه بین سطح و سرعت دهانه هود ١١٩
٤-٩ میزان جریان هود ١٢١
٤-١٠ اثر شکل کانال پشت دهانه در دهانه هود ١٢٢
٤-١١ لبه‌دار کردن دهانه ١٢٣
٤-١٢ ضریب ورودی یا بازدهی هود و فشار استاتیک در هود ١٢٥
٤-١٣ اصول کلی طراحی و کاربرد هودهای LEV ١٣٤
٤-١٤ طراحی هود برای عملیات مختلف ١٣٥
٤-١٥ طراحی هود سایبانی (کانوپی) ١٣٦
٤-١٥-١ طراحی هود سایبانی برای فرایندهای داغ ١٣٩
٤-١٥-١-١ هود سایبانی گرد مرتفع در فرایندهای داغ ١٣٩
٤-١٥-١-٢ هود سایبانی چهارگوش مرتفع ١٤٢
٤-١٥-١-٣ هود سایبانی گرد کم‌ارتفاع در فرایند داغ ١٤٤
٤-١٦ مخازن با سطح باز ١٤٦
٤-١٦-١ ملاحظات طراحی مخازن ١٥١
٤-١٦-٢ طراحی هود برای مخازن با سطح باز ١٥٣
٤-١٦-٢-١ سیستم با شکاف دمنده و هود مکنده (روش اول) ١٥٧
٤-١٦-٢-١-١ مشخصات شیار پرتاب (شیار دمشی) ١٥٨
٤-١٦-٢-٢ تهویه دمشی-مکشی (روش دوم) ١٦١
٤-١٦-٢-٢-١ هوای دمشی پرفشار ١٦١
٤-١٦-٢-٢-٢ هود مکشی ١٦٤
٤-١٦-٢-٢-٣ طراحی سیستم دمشی-مکشی ١٦٤
٤-١٧ طراحی هود آزمایشگاه ١٦٨
٤-١٧-١ توزیع هوا در هود آزمایشگاهی ١٧٠

٤–١٧–٢ انتخاب سرعت دهانه هود (V_f) ١٧١
٤–١٧–٣ هودهای هوای کمکی ١٧٢
٤–١٧–٤ هودهای آزمایشگاهی با کاربرد عمومی ١٧٣
٤–١٧–٥ ملاحظات کار با هودهای اسید پرکلریک ١٧٥
٤–١٧–٦ شیوه‌های انجام کار با هودهای آزمایشگاهی ١٧٦
٤–١٨ طراحی هود جوشکاری، برش و لحیم‌کاری ١٧٧

٥– طراحی کانال‌ها، اتصالات و محاسبه افت‌های سیستم ١٨٣
٥–١ مقدمه ١٨٣
٥–٢ کانال‌های انتقال جریان هوا ١٨٤
٥–٣ حداقل سرعت انتقال در کانال‌ها ١٨٤
٥–٤ جنس و انواع کانال جریان هوا ١٨٦
٥–٥ ساختمان سیستم‌های تهویه مکنده موضعی ١٨٧
٥–٦ محاسبه وزن ورق به‌کار رفته در کانال‌ها ١٩٤
٥–٧ دیگر قسمت‌های یک شبکه تهویه ١٩٥
٥–٧–١ طراحی درپوش‌های انتهایی ١٩٥
٥–٧–٢ دمپر (مانع) ١٩٧
٥–٧–٣ تعدیل‌کننده ١٩٨
٥–٧–٤ کلید ١٩٨
٥–٧–٥ اتصالات فنری ١٩٨
٥–٧–٦ دریچه‌های بازدید ١٩٨
٥–٧–٧ حمایت‌کننده‌ها ١٩٨
٥–٨ اثر اصطکاک بر جریان هوا ١٩٩
٥–٩ افت‌های مربوط به کانال ٢٠٢
٥–٩–١ افت‌های ناشی از اصطکاک ٢٠٢
٥–٩–١–١ افت فشار ناشی از اصطکاک در کانال‌های گرد ٢٠٣
٥–٩–١–٢ افت فشار در کانال‌های انعطاف‌پذیر مستقیم ٢١٥
٥–٩–١–٣ محاسبات در کانال‌های چهارگوش ٢١٨

۵-۹-۲ افت‌های ناشی از اتصالات ۲۲۰
۵-۹-۲-۱ افت فشار در زانویی‌ها ۲۲۲
۵-۹-۲-۲ افت فشار در ورودی به کانال‌ها ۲۲۹
۵-۹-۲-۳ محاسبه افت فشار در تبدیل‌ها ۲۳۱
۵-۹-۲-۳-۱ تبدیل کاهنده (تنگ شدن کانال) ۲۳۱
۵-۹-۲-۳-۲ تبدیل ناگهانی ۲۳۲
۵-۹-۲-۳-۳ تبدیل افزاینده ۲۳۳
۵-۱۰ دودکش‌های مکشی یا کانال رانش ۲۳۷
۵-۱۰-۱ تعیین ارتفاع و موقعیت دودکش ۲۳۸
۵-۱۰-۲ ملاحظات مربوط به انبساط‌های خاص- تخلیه به شکل EVASE ۲٤٦
۵-۱۱ تعیین افت در تله‌ها و محفظه‌های ته‌نشینی ۲٤٦
۵-۱۲ ملاحظات ورودی و خروجی هواکش ۲٤۷

٦- هواکش‌ها و قوانین حاکم بر آنها ۲۵۱

٦-۱ مقدمه ۲۵۱
٦-۲ انواع وسایل حرکت‌دهندهٔ هوا در سیستم‌های تهویه ۲۵۲
٦-۲-۱ اژکتورها (تزریق‌کننده‌ها) ۲۵۲
٦-۲-۲ انواع هواکش‌ها ۲۵٤
٦-۲-۲-۱ هواکش‌های جریان محوری یا آکسیال ۲۵۵
٦-۲-۲-۲ هواکش‌های گریز از مرکز (سانتریفیوژی) ۲٦۰
٦-۲-۲-۳ هواکش با طرح‌های خاص ۲۷۰
٦-۳ خلاصه ملاحظات انتخاب و نصب هواکش ۲۷۳
٦-٤ سازوکار نوع انتقال‌دهنده قدرت (سازوکار به حرکت انداختن) ۲۷۵
٦-۵ جهت چرخش هواکش ۲۷۵
٦-٦ اتصال کانال به هواکش ۲۷٦
٦-۷ نصب هواکش ۲۷٦
٦-۸ تغییر میزان جریان هواکش ۲۷۷
٦-۹ اثر صدا در هواکش ۲۷۷

٦-١٠ اصطلاحات علمی دربارهٔ عملکرد هواکش‌ها ٢٧٩
٦-١٠-١ فشار کلی هواکش ٢٧٩
٦-١٠-٢ فشار استاتیک هواکش ٢٨١
٦-١٠-٢-١ توان تئوری جریان هوای هواکش یا اسب بخار هوا ٢٨١
٦-١٠-٢-٢ توان واقعی یا توان پره هواکش یا اسب بخار حقیقی ٢٨٢
٦-١٠-٢-٣ توان اسمی هواکش ٢٨٣
٦-١٠-٢-٤ بازدهی هواکش‌ها ٢٨٣
٦-١١ قوانین هواکش‌ها ٢٨٦
٦-١٢ منحنی‌های هواکش ٢٨٨
٦-١٢-١ رابطه منحنی هواکش و سیستم ٢٩٣
٦-١٢-٢ ملاحظات انتخاب هواکش در شرایط غیراستاندارد ٢٩٦
٦-١٣ روش‌های تعیین توان هواکش ٢٩٨

٧- تجهیزات تمیزکننده هوا ٣٠١
٧-١ تجهیزات تمیزکننده هوا ٣٠١
٧-٢ انواع تجهیزات تمیزکننده هوا ٣٠٢
٧-٢-١ حذف ذرات ٣٠٢
٧-٢-٢ حذف گازها و بخارات ٣١٤
٧-٣ انطباق وسایل تمیزکننده هوا با آلاینده ٣١٨
٧-٣-١ مقدمه ٣١٨
٧-٣-٢ انتخاب وسیله ٣١٩
٧-٤ یکپارچه‌سازی تمیزکننده هوا و سیستم تهویه ٣٢٣
٧-٤-١ وسایل ته‌نشینی گرانش ٣٢٤
٧-٤-٢ جمع‌آوری‌کننده‌های سانتریفیوژی ٣٢٥
٧-٤-٣ فیلترها ٣٢٥
٧-٤-٤ ته‌نشین‌کننده‌های الکترواستاتیک ٣٢٩
٧-٤-٥ شوینده‌ها ٣٣٠
٧-٤-٦ حذف‌کننده‌های بخار و گاز ٣٣١

۸- روش‌ها و محاسبات طراحی سیستم تهویه مکنده موضعی ۳۳۳
۸-۱ مدیریت طراحی سیستم تهویه..... ۳۳۳
۸-۲ خلاصه گام‌های اولیه در طراحی سیستم..... ۳۳٤
۸-۳ حفظ مقادیر اعداد در انجام محاسبات..... ۳۳٦
۸-٤ مؤلفه‌های سیستم..... ۳۳۷
۸-۵ توزیع جریان هوا در کانال‌ها..... ۳٤۰
۸-٦ انواع سیستم تهویه مکنده موضعی ۳٤۱
۸-۷ کانال باریک‌شونده (مخروطی) در مقایسه با طرح پلنوم ۳٤۲
۸-۸ اطلاعات طراحی..... ۳٤۵
۸-۹ روش کار و محاسبات پایه طراحی سیستم ۳٤٦
۸-۱۰ تغییر شرایط هوای درون هود..... ۳٤۹
۸-۱۱ تعیین اندازه کانال..... ۳۵۲
۸-۱۲ روش طراحی برگه محاسباتی..... ۳۵۲
۸-۱۳ استفاده از روش فشار سرعت..... ۳۵۳
۸-۱٤ استفاده از برگه کاری محاسبات..... ۳۵٤
۸-۱۵ ترکیب جریان‌های کانال..... ۳۷۱
۸-۱٦ توزیع جریان هوا در سیستم کانال چند شاخه ۳۷۵
۸-۱٦-۱ استفاده از روش طراحی متوازن (بالانس فشار استاتیک) ۳۷۷
۸-۱٦-۲ استفاده از روش طراحی دریچه تنظیم/ صفحه اوریفیس ۳۸۰
۸-۱۷ سیستم‌های چند هودی ۳۸۱
۸-۱۸ متوازن‌سازی با دمپرها..... ۳۸۳
۸-۱۹ طرح محفظه یکنواخت‌سازی فشار ۳۸٤
۸-۲۰ روش‌های محاسبه و چگالی هوای غیراستاندارد..... ٤۰٦
۸-۲۱ دیگر ملاحظات طراحی سیستم‌های LEV..... ٤۲۰
۸-۲۱-۱ متعادل‌کننده‌ها..... ٤۲۰
۸-۲۱-۲ دریچه‌های تنظیم ٤۲۱
۸-۲۱-۳ خطرهای انفجار و آتش‌سوزی ٤۲۲

۸-۲۱-٤ تأمین هوا ٤٢٤
۸-۲۱-۵ نگهداری ٤٢٤
۸-۲۱-٦ تراز صدا ٤٢۵

۹- تهویه معدن ٤٢٧
۹-۱ طرح‌ریزی کلی و اجرای تهویه معدن ٤٢٧
۹-۱-۱ طراحی تهویه معدن ٤٢٧
۹-۱-۲ طراحی شبکه تهویه معدن ٤٢٨
۹-۱-۳ تعیین جهت جریان هوا ٤٢٩
۹-۲ انتخاب نوع و محل تأسیسات هواکش اصلی ٤٣٠
۹-۲-۱ هواکش‌های تقویت‌کننده ٤٣٠
۹-۲-۲ کانال‌کشی، موانع و منحرف‌کننده‌ها ٤٣٢
۹-۳ انتخاب روش مناسب تهویه ٤٣٢
۹-۳-۱ تهویه اولیه ٤٣٢
۹-۳-۱-۱ ورودی اولیه ٤٣۵
۹-۳-۲ تهویه کمکی ٤٣٦
۹-۳-۲-۱ روش‌های تهویه کمکی ٤٣٧
۹-۳-۲-۱-۱ روش براتیک خطی ٤٣٧
۹-۳-۲-۱-۲ هواکش و لوله‌کشی کانال تهویه ٤٣٨
۹-٤ محاسبه میزان هوای لازم برای تهویه معدن ٤٣٨
۹-٤-۱ محاسبه میزان هوای مورد نیاز براساس تعداد نفرات، مقدار گاز، استخراج یا مواد منفجره مصرفی ٤٣٨
۹-٤-۲ میزان هوای لازم برای تهویه براساس میزان گردوغبار تولید شده ٤٤٢
۹-۵ تأثیرات آتش‌سوزی بر روی سیستم تهویه معدن ٤٤٣

۱۰- روش‌های پایش و آزمون سیستم‌های تهویه ٤٤۵
۱۰-۱ روش‌های آزمون سیستم‌های تهویه در کارخانه ٤٤۵
۱۰-۲ دلایل آزمون سیستم تهویه ٤٤۵
۱۰-۳ انواع روش‌های آزمون سیستم تهویه ٤٤٧

۱۰-٤ تعیین محل و هدف آزمون‌های سیستم تهویه ٤٤٨
۱۰-٥ پایش سیستم‌های تهویه مکنده موضعی ٤٥٠
۱۰-٥-۱ وسایل اندازه‌گیری ٤٥٠
۱۰-٥-۲ تعیین فشار استاتیک سیستم ٤٥٤
۱۰-٥-۳ تعیین فشار سرعت با استفاده از لوله پیتو ٤٥٩
۱۰-٥-۳-۱ اندازه‌گیری فشار سرعت در کانال گرد ٤٦٠
۱۰-٥-۳-۲ اندازه‌گیری فشار سرعت در کانال چهارگوش ٤٦١
۱۰-٥-۳-۳ محدودیت‌های لوله پیتو ٤٦٥
۱۰-٥-۳-٤ لوله پیتوی اصلاح شده ٤٦٦
۱۰-٥-٤ سایر ابزارهای تعیین فشار سرعت ٤٦٧
۱۰-٥-٥ برآورد جریان هوا به‌وسیلهٔ مکش در گلوگاه هود ٤٧٣
۱۰-٥-٦ آزمون سیستم‌های تهویه ترقیقی یا سیستم‌های جبرانی هوا ٤٧٤
۱۰-٥-۷ دیگر روش‌های در دسترس برای تست سیستم تهویه ٤٧٥
۱۰-٦ اندازه‌گیری سرعت دورانی هواکش‌ها ٤٧٧
۱۰-٦-۱ سرعت محور هواکش ٤٧٧
۱۰-٦-۲ ابزارهای پذیرفتنی سنجش سرعت ٤٧٧
۱۰-۷ دیگر ملاحظات اندازه‌گیری سیستم‌های تهویه ٤٧٩
۱۰-۷-۱ نکاتی دربارهٔ اندازه‌گیری جریان هوای دودکش‌ها ٤٧٩
۱۰-۷-۲ ضربه‌گیری مانومترها (میرائی) ٤٧٩
۱۰-۷-۳ محاسبات مربوط به محل قرارگیری لوله پیتو ٤٨٠
۱۰-۷-٤ تصحیح در شرایط غیراستاندارد ٤٨٠

۱۱- هوای جبرانی و چرخه دوبارهٔ هوا ٤٨٧
۱۱-۱ هوای جبرانی و چرخه دوبارهٔ هوا ٤٨٧
۱۱-۲ فراهم‌سازی هوای جبرانی ٤٩١
۱۱-۳ دوباره به جریان انداختن هوای مکش شده ٤٩٣
۱۱-٤ مشکلات معمول دربارهٔ گردش مجدد هوا ٤٩٥
۱۱-٥ دستیابی به هوای تمیز برای گردش مجدد ٤٩٨

۱۱–۵–۱ لزوم پایش هوای گردشی ورودی ٤۹۸
۱۱–۵–۲ آلاینده‌هایی که نباید گردش مجدد شوند..... ٤۹۹
۱۱–٦ دستیابی به چرخه دوبارهٔ هوای مکش شده..... ۵۰۰
۱۱–۷ ملاحظات عمومی در طراحی سیستم گردش مجدد ۵۰۱
۱۱–۸ پیشنهادهایی برای حفظ انرژی استفاده شده..... ۵۰۳

۱۲– ملاحظات انرژی ۵۰۵

۱۲–۱ مقدمه ۵۰۵
۱۲–۲ مصرف انرژی سیستم‌های مکنده ۵۰٦
۱۲–۲–۱ انرژی مورد استفاده برای حرکت هوا ۵۰٦
۱۲–۲–۲ انرژی مورد استفاده برای تصفیه هوای مکشی..... ۵۰۷
۱۲–۲–۳ انرژی مورد استفاده برای تأمین حرارت و جایگزینی هوا ۵۱۱
۱۲–۲–۳–۱ محاسبه انرژی مبتنی بر درجه روزها و اختلاف دما..... ۵۱۱
۱۲–۲–۳–۲ محاسبه انرژی مبتنی بر حجم هوا و دمای تخلیه ۵۱٤
۱۲–۲–٤ انرژی مصرفی برای خنک کردن هوای دمشی..... ۵۱۹
۱۲–۲–۵ هزینه‌های خنک‌سازی جریان هوا ۵۲۰
۱۲–۳ گردش مجدد هوای مکشی ۵۲۳
۱۲–٤ فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی ۵۲۳
۱۲–٤–۱ کاهش نرخ جریان برای صرفه‌جویی در انرژی ۵۲٦
۱۲–٤–۲ هوای متعادل نشده ۵۲۷
۱۲–٤–۳ بازیابی انرژی..... ۵۲۷
۱۲–٤–٤ چرخ‌های بازیابی حرارتی..... ۵۳۰
۱۲–٤–۵ مبدل‌های حرارتی هوا/ هوای صفحه‌ای ثابت..... ۵۳۳
۱۲–٤–٦ مبدل‌های حرارتی لوله گرم ۵۳۵
۱۲–٤–۷ کویل حلقه‌های مارپیچ ۵۳۷
۱۲–٤–۸ حلقه بازیافت آنتالپی ۵۳۸
۱۲–٤–۹ ملاحظات درخصوص جریان‌های گاز آلوده ۵۳۹
۱۲–٤–۱۰ ملاحظات نگهداشت مبدل حرارتی..... ۵٤۰

۱۳- اقتصاد تهویه ٥٤١
۱۳-۱ مقدمه ٥٤١
۱۳-۲ هزینه‌های سرمایه‌ای ٥٤٣
۱۳-۲-۱ روش‌های تعیین بزرگی قیمت ٥٤٣
۱۳-۲-۲ روش قیمت‌گذاری ضریب تجهیزات ٥٤٦
۱۳-۲-۳ روش برآورد هزینه کتابی ٥٤٧
۱۳-۳ روش‌های هزینه بهره‌برداری (عملیاتی) ٥٥٠
۱۳-۳-۱ اجزای هزینه‌های سالیانه بهره‌برداری ٥٥١
۱۳-۳-۲ برآورد کل هزینه سالیانه ٥٥٣
۱۳-۳-۳ روش‌های فاکتور شده برای تعیین هزینه‌های سالیانه ٥٥٥
۱۳-۳-٤ هزینه سرمایه‌ای یک پروژه باید سالیانه محاسبه شود. ٥٥٥
۱۳-٤ روش‌های مقایسه هزینه ٥٥٧
۱۳-٤-۱ روش دوره بازگشت سرمایه ساده ٥٥٩
۱۳-٤-۲ روش هزینه چرخه عمر خلاصه شده ٥٦٠
۱۳-٤-۳ روش دوره بازگشت سرمایه چرخ عمر ٥٦١
۱۳-٤-٤ هزینه چرخه عمر با در نظر گرفتن مالیات‌ها ٥٦٤
پیوست‌ها ٥٦٧
پیوست الف ٥٦٨
پیوست ب ٥٧٥
پیوست ج ٥٧٦
منابع ٥٧٧
واژه‌نامه فارسی به انگلیسی ٥٨١
واژه‌نامه انگلیسی به فارسی ٥٨٩
نمایه ٥٩٧

پیشگفتار

در سال‌های اخیر شاهد رشد و توسعه صنعت در نقاط مختلف کشور عزیزمان ایران هستیم که در شرایط حساس کشور توانسته است گام‌های رو به جلویی را به‌منظور قطع وابستگی‌های کشور بردارد. بی‌شک دوام و استمرار توسعه‌یافتگی در کنار سایر برنامه‌ریزی‌ها، نیازمند برنامه‌ریزی برای حفظ و صیانت نیروی کار فعال در صنایع و در نهایت حفاظت از محیط‌زیست است.

از دیدگاه مهندسان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، فراهم آوردن محیطی ایمن و سالم مستلزم رعایت حداقل سه اصل: ۱- آگاهی از مخاطرات بالقوه (شناسایی) ۲- ارزیابی مخاطرات و ۳- کاهش مخاطرات (کنترل) است.

براساس مطالعات انجام شده و برآوردهای به عمل آمده، بسیاری از صنایع فعال کشور فاقد سیستم‌های تهویه صنعتی (کنترل) هستند و سیستم‌های تهویه موجود نیز عموماً بر مبنای طراحی ضعیف، عدم استقرار براساس طرح و نگهداری ضعیف فعالیت می‌کنند.

ازاین‌رو براساس تلاش‌های صورت گرفته، در این کتاب سعی شده است که برای نخستین بار اطلاعات جامعی دربارهٔ اصول زیربنایی، طراحی، نصب و سایر جنبه‌های کاربردی سیستم‌های تهویه صنعتی اعم از تهویه ترقیقی، تهویه مکش موضعی و تهویه معدن هم به‌صورت تئوریکی و هم عملی در اختیار متخصصان مربوط، به‌ویژه مهندسان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار قرار گیرد تا با آگاهی از اصل مقدماتی اشاره شده در بالا بتوان برای کنترل و کاهش عوامل مخاطره‌آمیز محیط‌های کاری گام‌های مؤثری برداشت تا خلأ حاکم در این زمینه به نحو مطلوب پر شود.

امید است صاحب‌نظران این حیطه تخصصی پس از مطالعه کتاب، اینجانب را از کاستی‌ها و نقایص موجود مطلع کنند تا در فعالیت‌های آتی این حوزه در نظر قرار گیرد.

دکتر حسن اصیلیان مهابادی

استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار