

تهویه موضعی

راهنمای ارزیابی و کنترل مواجهه با آلاینده‌های هوا بر د محیط کار

مؤلف: مهندس مرتضی ناصری نژاد

m.nasserinejad@gmail.com

www.ketab.ir

ایرانی ECIVS
حامی صنعت شرق
مهندسی و ساخت سیستمهای تهویه صنعتی



سرسناسه	ناصری نژاد، مرتضی، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدیدآور	تهویه موضعی: راهنمای ارزیابی و کنترل مواجهه با آلاینده‌های هوای محیط
مشخصات نشر	کار / مؤلف مرتضی ناصری نژاد.
مشخصات ظاهری	تهران: یزدا، ۱۴۰۰.
شابک	۴۶۸ ص: مصور، جدول، نمودار.
وضعیت فهرست‌نویسی	۹۷۸-۶۰۰-۱۶۵-۹۴۴-۷
عنوان دیگر	قیپا.
موضوع	راهنمای ارزیابی و کنترل مواجهه با آلاینده‌های هوای محیط کار.
	تهویه مطبوع
	Air conditioning
	آلودگی فضای داخلی
	Indoor air pollution
رده‌بندی کنگره	THY۶۸۷
رده‌بندی دیویی	۶۹۷/۹۳
شماره کتابشناسی ملی	۸۷۸۳۳۸۲

تهویه موضعی

راهنمای ارزیابی و کنترل مواجهه با آلاینده‌های هوای محیط کار

مؤلف: مهندس مرتضی ناصری نژاد

ناشر: یزدا / چاپ اول: ۱۴۰۱ / قطع: رحلی / تعداد صفحات: ۴۶۸ صفحه /

مدیر تولید: فاران اتحاد / ویراستار: بنفشه محمودی / طرح جلد: احسان کميجانی /

چاپ و صحافی: یزدا / شمارگان: ۶۰۰ نسخه / بها: ۳۵۰ هزار تومان /

ISBN: 978-600-165-944-7

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۵-۹۴۴-۷

نشر یزدا و گروه نشریات

دفتر نشر و نمایشگاه دائمی: تهران، سیدخندان، خیابان ارسباران، کوچه ستاری، شماره ۲۲، ساختمان یزدا دورنگار: ۲۲۸۸۵۶۵۱ (۰۲۱) تلفن: ۲۲۸۸۵۶۴۷-۵۰ (۰۲۱)

توجه: به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ و همچنین قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی مصوب سال ۱۳۵۰ تمام حقوق این اثر به هر نحو برای مؤلف محفوظ است. نشر و پخش تمام یا قسمتی از این کتاب بدون اجازه از مؤلف و ناشر، باعث پیگرد قانونی خواهد شد.

www.yazdamarket.com

خرید آنلاین:

www.ecivs.co/market

https://www.instagram.com/yazdamarket/

اینستاگرام:

فهرست مطالب

پیشگفتار	۱
فصل ۱: آلاینده‌های هوا بر محیط کار	۳
دوره پنهان	۳
مواجهه حاد و مزمن	۳
عوارض موضعی و سیستماتیک	۴
راه‌های جذب آلاینده‌ی هوا بر	۵
جذب تنفسی	۵
جذب گوارشی	۶
جذب پوستی	۶
مشخصات آلاینده‌های هوا بر	۶
مخاطرات بهداشتی گازها و بخارات	۶
مخاطرات ایمنی گازها و بخارات	۷
حرکت گازها و بخارات	۸
مخاطرات بهداشتی ذرات	۱۰
گردوغبار	۱۰
فیوم	۱۰
دود	۱۰
میست	۱۰
الیاف	۱۱
مخاطرات ایمنی ذرات	۱۱
اندازه ذرات	۱۱
حرکت ذرات	۱۲

فصل ۲: ارزیابی ریسک مواجهه با آلاینده‌های هوابرد ۱۳

۱۴	ریسک مواجهه بهداشتی
۱۴	اعضای تیم ارزیابی ریسک
۱۵	مراحل ارزیابی ریسک مواجهه بهداشتی
۱۶	جمع‌آوری اطلاعات
۱۶	تعیین واحدکاری
۱۶	نرخ‌گذاری مخاطره
۱۸	نرخ‌گذاری مواجهه
۲۰	نرخ‌گذاری فراوانی مواجهه
۲۰	نرخ‌گذاری مدت مواجهه
۲۱	نرخ‌گذاری فراوانی - مدت
۲۱	نرخ‌گذاری شدت مواجهه
۲۵	نرخ‌گذاری ریسک
۲۶	راهکارهای کنترل مخاطرات بهداشتی
۲۸	ارزیابی کفایت سیستم کنترلی مواجهه
۲۹	نتیجه‌گیری ارزیابی
۳۰	اولویت‌بندی اقدامات اصلاحی

فصل ۳: سایکرومتری ۳۵

۳۵	هوای خشک
۳۶	دمای حباب خشک
۳۶	فشار هوا
۳۸	فشار اتمسفریک بر حسب ارتفاع از سطح دریا
۳۸	هوای مرطوب
۳۹	دمای حباب تر
۳۹	نسبت رطوبت
۴۰	حجم مخصوص
۴۰	انتالپی
۴۰	چگالی هوا
۴۲	فاکتور تصحیح چگالی
۴۲	ضریب تصحیح چگالی ناشی از تغییرات دما مطلق هوا

۴۲	ضریب تصحیح چگالی ناشی از تغییرات ارتفاع هوا از سطح دریا
۴۳	ضریب تصحیح چگالی ناشی از تغییرات رطوبت هوا
۴۳	ضریب تصحیح چگالی ناشی از تغییرات فشار مطلق هوا
۴۴	محاسبه هواگذر در شرایط غیراستاندارد
۴۴	محاسبه فشار در شرایط غیراستاندارد
۴۴	جارت سایکرومتریک
۴۶	تحولات سایکرومتریک
۴۶	افزایش دمای خشک
۴۶	افزایش دمای خشک و رطوبت زنی
۴۷	کاهش دمای خشک با تبخیر آب
۴۷	کاهش دمای خشک بدون تغییر رطوبت
۴۸	کاهش دمای خشک و رطوبت گیری
۴۹	مطبوع سازی هوای جایگزین
۴۹	بار محسوس
۴۹	بار نهان
۵۰	بار کل
۵۰	نسبت گرمای محسوس
۵۲	کویل
۵۲	مشخصات کویل حرارتی
۵۳	مشخصات کویل برودتی
۵۴	آب کندانس
۵۵	سیال عبوری کویل
۵۶	اختلاط جریان هوا
۵۷	فصل ۴: مبانی تهویه موضعی
۵۷	تهویه ترقیقی
۵۷	تهویه موضعی
۵۸	هود
۶۶	کانال کشی
۷۰	تصفیه کننده هوا
۷۴	هواکش

۷۴	دودکش
۷۵	انواع فشار در سیستم تهویه موضعی
۷۵	فشار سرعت
۷۶	فشار استاتیک
۷۶	فشار کل
۷۶	جریان هوا در سیستم تهویه موضعی
۷۸	سرعت در سیستم تهویه موضعی
۷۸	سرعت ربایش
۷۹	سرعت دهانه
۷۹	سرعت اسلات
۷۹	سرعت پلنوم
۸۰	سرعت کانال
۸۱	خطوط هم جریان
۸۱	هود لبه دار
۸۲	جریان حجمی
۸۴	جریان جرمی
۸۵	اثر اصطکاک بر جریان هوا
۸۵	جریان آرام
۸۵	جریان آشفته
۸۷	افت فشار
۸۷	افت فشار شتاب دهی
۸۸	افت فشار ورودی هود
۹۰	فشار استاتیک هود
۹۱	افت فشار کانال مستقیم
۹۳	افت فشار اتصالات زانویی
۹۴	افت فشار اتصال ورودی
۹۵	افت فشار ناشی از افزایش سرعت در اتصال ورودی
۹۵	افت فشار اتصال کاهنده قطر کانال
۹۶	باز یافت فشار اتصال افزایشده قطر کانال
۹۷	افت فشار تصفیه کننده

۹۸	افت فشار اتصال باران گیر
۹۸	افت فشار ارتفاع سیستم
۹۹	افت فشار اثر سیستم
۱۰۳	محاسبه ضخامت کانال
۱۰۴	برگه محاسبات روش فشار سرعت
۱۰۶	دقت محاسبات تهویه موضعی
۱۰۷	فصل ۵: هودهای آزمایشگاهی
۱۰۸	هود آزمایشگاهی کلاسیک
۱۱۳	هود آزمایشگاهی حجم متغیر
۱۱۵	هود آزمایشگاهی پرکلریک اسید
۱۱۶	الزامات ایمنی و بهداشتی هودهای پرکلریک اسید
۱۱۸	کابینت‌های ایمنی بیولوژیک
۱۱۹	فعالیت سطح ۱ ایمنی بیولوژیک
۱۱۹	فعالیت سطح ۲ ایمنی بیولوژیک
۱۱۹	فعالیت سطح ۳ ایمنی بیولوژیک
۱۱۹	فعالیت سطح ۴ ایمنی بیولوژیک
۱۲۰	انواع آزمایشگاه از نظر سطوح ایمنی بیولوژیک
۱۲۰	آزمایشگاه پایه
۱۲۱	آزمایشگاه محدود
۱۲۱	آزمایشگاه بسیار محدود
۱۲۲	انواع کابینت ایمنی بیولوژیک
۱۲۲	کابینت ایمنی بیولوژیک کلاس ۱
۱۲۳	کابینت‌های ایمنی بیولوژیک کلاس ۲
۱۲۴	کابینت کلاس ۲ سری A1
۱۲۵	کابینت کلاس ۲ سری A2
۱۲۶	کابینت کلاس ۲ سری B1
۱۲۷	کابینت کلاس ۲ سری B2
۱۲۸	کابینت ایمنی بیولوژیک کلاس ۳
۱۳۱	فصل ۶: طراحی و بالانس سیستم تهویه موضعی
۱۳۱	مراحل طراحی سیستم تهویه موضعی

مرحله ۱: جمع آوری اطلاعات اولیه	۱۳۱
مرحله ۲: تعیین شکل هندسی هود	۱۳۱
مرحله ۳: محاسبه هواگذر مورد نیاز	۱۳۱
مرحله ۴: انتخاب حداقل سرعت کانال	۱۳۲
مرحله ۵: تعیین ابعاد کانال	۱۳۲
مرحله ۶: جانمایی مسیر کانال کشی	۱۳۲
مرحله ۷: محاسبه فشار استاتیک تجمعی	۱۳۲
سیستم تهویه موضعی تک شاخه	۱۳۲
سیستم تهویه موضعی چند شاخه	۱۳۴
متعادل سازی سیستم تهویه موضعی	۱۳۵
روش طراحی بالانس شده	۱۳۸
روش تنظیم دریچه	۱۴۱
مشکلات و راه حل های متعادل سازی با روش تنظیم دریچه	۱۵۰
مقایسه روش های متعادل سازی	۱۵۰

فصل ۷: دستگاه های انتقال هوا ۱۵۳

هواکش ها	۱۵۳
هواکش های آکسیال	۱۵۳
هواکش آکسیال دیواری	۱۵۳
هواکش آکسیال درون کانالی	۱۵۳
هواکش آکسیال تیغه دار	۱۵۴
هواکش های سانتریفیوژ	۱۵۴
پروانه پره فوروارد	۱۵۵
پروانه پره بکوارد	۱۵۵
پره تیغه ای	۱۵۵
پره ایرفویل	۱۵۶
پروانه پره رادیال	۱۵۶
محاسبه مشخصات هواکش	۱۵۷
ضریب تصحیح چگالی ناشی از تغییرات فشار مطلق هوا در محاسبات هواکش	۱۵۷
توان	۱۵۸
توان جریان هوا	۱۵۹

توان شفت هواکش	۱۵۹
توان محرک هواکش	۱۵۹
آرایش سیستم انتقال قدرت	۱۶۰
توان نامی الکتروموتور	۱۶۲
نمودار عملکرد هواکش	۱۶۲
نقطه عملیاتی	۱۶۹
حالت ۱: انطباق اجرا با طراحی	۱۷۰
حالت ۲: انتخاب هواکش نامناسب	۱۷۰
حالت ۳: اجرای نامناسب سیستم تهویه	۱۷۱
حالت ۴: عدم انطباق اجرا با طراحی	۱۷۱
تعیین مشخصات الکتروموتور	۱۷۳
روش‌های راه‌اندازی	۱۷۳
راه‌اندازی مستقیم	۱۷۴
راه‌اندازی ستاره-مثلث	۱۷۴
مدت زمان راه‌اندازی	۱۷۵
تعیین مشخصات کابل	۱۷۶
تعیین مشخصات سامانه انتقال قدرت	۱۷۹
تعیین مشخصات لرزه‌گیر	۱۸۳
اتصال ترکیبی هواکش‌ها	۱۸۷
اتصال موازی	۱۸۹
اتصال سری	۱۸۹
آرایش دهانه خروجی هواکش	۱۹۰
قوانین هواکش‌ها	۱۹۰
اجکتورهای هوا	۱۹۱
فصل ۸: دودکش سیستم تهویه موضعی	۱۹۳
انواع کانال دودکش	۱۹۳
کانال دودکش فرآیندی	۱۹۳
کانال هواخور	۱۹۴
کانال دودکش انتشار موقت	۱۹۴
سرعت طراحی کانال دودکش	۱۹۷

پیشگفتار

امروزه با توسعه فناوری اطلاعات و افزایش آگاهی جامعه، پیامدها و عوارض استنشاق گازها، بخارات و ذرات معلق ناشی از فعالیت و عملیات کاری بر همگان آشکار گردیده است. مواجهه شغلی بلند مدت با آلاینده‌های هوابرد به‌طور جدی سلامت نیروی تولید کشور را تهدید می‌کند. آمار بیماری‌های ریوی و سرطانهای ناشی از تنفس مکرر مواد شیمیایی، گواهی بر این موضوع است. سیستم تهویه موضعی به‌عنوان یک راهکار کنترلی کاربردی و اثربخش می‌تواند نقش بسزایی در کاهش مواجهه شغلی پرسنل و پیشگیری از اثرات ناخواسته ایفا کند. فقدان مرجع کامل و کاربردی با تمرکز بر طراحی و محاسبات سیستم تهویه موضعی در زمینه ارزیابی و کنترل مواجهه با آلاینده‌های هوابرد محیط کار، اینجانب را ترغیب به گردآوری اطلاعات و تألیف کتاب حاضر نمود. لازم به ذکر است که برای تدوین ساختار و محتوای فصول کتاب بر اساس تلفیق اطلاعات منابع بین‌المللی با تجربه علمی و عملی مولف، بیش از یک دهه زمان صرف گردیده است. همچنین علاوه بر تشریح جزئیات طراحی و محاسبات تهویه موضعی، مشخصات آلاینده‌های هوابرد و روش ارزیابی ریسک مواجهه شغلی به‌طور جامع بیان شده است. از جمله ویژگی‌های کتاب حاضر می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- تشریح روش ارزیابی ریسک مواجهه با آلاینده‌های هوابرد محیط کار مبتنی بر روش CHRA توصیه‌شده توسط سازمان ایمنی و بهداشت شغلی مالزی
- تشریح مشخصات هوا و کویل حرارتی/برودتی به‌همراه تحولات و پارامترهای کاربردی جهت محاسبات بار سرمایشی/گرمایشی سیستم تأمین هوای جایگزین
- تشریح مشخصات هودهای آزمایشگاهی و کابینت‌های ایمنی بیولوژیک
- تشریح جزئیات محاسبات افت‌های موضعی و سایشی سیستم تهویه موضعی
- تشریح روش بالانس سیستم تهویه موضعی چندشاخه از طریق تنظیم دمپرهای کشویی، علاوه بر روش طراحی بالانس‌شده مطابق راهنمای بهره‌برداری و تعمیرات تهویه صنعتی سازمان ACGIH آمریکا
- ارائه مشخصات انواع پروانه هواکش سانتریفیوژ به‌همراه شیوه انتخاب هواکش و تعیین مشخصات الکتروموتور، پولی و تسمه، لرزه‌گیر و کابل برق‌رسانی
- تشریح ملاحظات و نکات کلیدی در طراحی بهینه سیستم تهویه موضعی
- تشریح کامل مراحل طراحی، محاسبات و متعادل‌سازی یک سیستم تهویه موضعی شامل سه هود مکشی به‌همراه تعیین مشخصات هواکش و ملحقات مربوطه
- تشریح روشهای ارزیابی و پایش عملکردی و عملیاتی اجزای سیستم تهویه موضعی
- ارائه کلیه اطلاعات تکمیلی طراحی و محاسبات در قالب پانزده پیوست شامل حدود مجاز مواجهه شغلی، مشخصات مواد شیمیایی، نمودارهای سایکرومتریک، جداول انتخاب کانال/الکتروموتور/پولی/تسمه و فرمت ثبت مقادیر اندازه‌گیری سرعت دهانه/کانال
- ارائه مشخصات طراحی هودهای استاندارد سازمان ACGIH آمریکا در پیوست شماره ۷ به‌همراه فهرست
- ارائه مشخصات الکتروموتورهای سه فاز صنعتی شرکت موتوژن در پیوست شماره ۱۰

با هدف ارتقای سطح دانش و توانمندی مخاطبان، علاوه بر ارائه روابط جبری و تشریح محاسبات از اشکال، نمودارها و جداول متعددی برای درک بهتر مفاهیم تخصصی استفاده شده است. همچنین با توجه به ملموس بودن هود کلاسیک و محیط آزمایشگاهی، عمده مباحث و محاسبات مبتنی بر فضای آزمایشگاه ارائه گردیده است. قطعاً باوجود تلاش و دقت نظر صورت گرفته، این کتاب عاری از کاستی نیست. بنابراین از کلیه مهندسان و دانشجویان گرامی درخواست می شود، با انعکاس نواقص احتمالی اینجانب را در بهبود سطح کیفی کتاب یاری نمایند. شایان ذکر است که فصل پنجم، هودهای آزمایشگاهی، به پاس قدردانی از آقایان دکتر بابک بهار و دکتر بهروز غریب، آنکولوژیست های فرهیخته کشورمان نگاشته شده است. همچنین لازم می دانم از کلیه بزرگوارانی که در تألیف کتاب حاضر اینجانب را همراهی و حمایت نمودند، تشکر و قدردانی نمایم. خصوصاً مدیران محترم عامل و تولید انتشارات یزدا، آقایان مهندس محمدحسین دهقان و فاران اتحاد، که با حوصله و دقت فراوان زحمت آماده سازی و چاپ را تقبل نمودند. امید است بدین طریق گامی در راستای صیانت از سلامت نیروی کار کشور به ویژه کارگران ارجمند صنعت برداشته باشم.

مرتضی ناصری نژاد

فروردین یک هزار و چهارصد و یک

www.ketab.ir