

فناوری‌های کاهش ذرات معلق هوا در صنایع

مؤلفان به ترتیب حروف الفبا:

سید شاهو احمدی، مسعود اوایی، محمد علی زاهد،

عباس سمیع و حسن شاه‌رخ

دانشگاه تهران

ویراستار علمی: دکتر محمد علی زاهد

دانشگاه خوارزمی

عنوان و نام پدیدآور	: روش‌های کنترل آلودگی هوا: شناخت فناوری‌های کنترل گازها و ذرات معلق / مولفان شاهو احمدی... او دیگران.
مشخصات نشر	: سنندج: کتابچه، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	: ۱۲۸ ص: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۶۴۳۷-۱۷-۲
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: مولفان شاهو احمدی، مسعود اولیایی، محمد علی زاهد، عباس سمیع، حسن شاهرخی.
موضوع	: هوا -- تصفیه -- وسایل و تجهیزات
موضوع	: Air -- Purification -- Equipment and supplies
موضوع	: هوا -- آلودگی
موضوع	: Air -- Pollution
موضوع	: هوا -- آلودگی -- اندازه‌گیری -- وسایل و تجهیزات
موضوع	: Air -- Pollution -- Measurement -- Equipment and supplies
شناسه افز	: احمدی، سیدشاهو، ۱۳۶۰ -
شناسه افزوده	: Ahmadi, Seyed Shaho
رده بندی کنگره	: TD۸۸۹/۸۷ ۱۳۹۸
رده بندی دیویی	: ۶۲۸/۵۳۰۲۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۶۴۰۱۷۲



انستیتو ملی کتابخانه و اسناد

فناوری‌های کاهش ذرات معلق هوا در صنایع

مؤلفان به ترتیب حروف الفبا:

سید شاهو احمدی، مسعود اولیایی، محمد علی زاهد،

عباس سمیع و حسن شاهرخی

ویراستار علمی: دکتر محمد علی زاهد

ناشر: انتشارات کتابچه

صفحه آرایی و طراحی جلد: شاهو احمدیان

سال چاپ: اول - ۱۳۹۸ / شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان

سنندج، مجتمع تجاری کردستان، واحد ۲۲۳

تلفن: ۰۸۷۳۳۲۲۹۹۶۸

مقدمه	۱۲
-------	----

فصل اول - ذرات و آلودگی هوا

چکیده	۱۵
۱-۱- مقدمه	۱۶
۱-۲-۱- منابع آلاینده‌های هوا	۱۶
۱-۲-۱-۱- منابع طبیعی آلودگی هوا	۱۷
۱-۲-۱-۲- منابع انسان ساخت آلودگی هوا	۱۸
۱-۲-۱-۳-۱- منابع انسان ساخت آلودگی هوا	۱۸
۱-۳-۱-۱- منابع انسان ساخت ثابت	۱۹
۱-۴-۱- انواع آلاینده‌های هوا	۱۹
۱-۵-۱- آلاینده‌های هوا بر اساس منشأ تولید	۲۰
۱-۵-۱-۱- آلاینده‌های اولیه‌ی سوا (شماره ذرات اولیه)	۲۰
۱-۵-۱-۲- آلاینده‌های ثانویه‌ی هوا (شماره ذرات ثانویه)	۲۰
۱-۶-۱- آلاینده‌های هوا بر اساس خواص فیزیکی	۲۱
۱-۷-۱- آلاینده‌های ذره‌ای هوا	۲۱
۱-۷-۱-۱- ذرات	۲۱
۱-۷-۱-۲- آبروسل‌ها	۲۲
۱-۸-۱- اثرات بهداشتی ذرات و آلاینده‌های هوا	۲۳
مراجع فصل اول	۲۵

فصل دوم - سیکلون‌ها

چکیده	۲۷
۱-۲- مقدمه	۲۸
۲-۲- روند کار و اجزای سیکلون‌ها	۲۹
۳-۲- کاربرد سیکلون‌ها در صنایع	۳۰

۳۰	۲-۴- کارایی سیکلون ها
۳۲	۲-۵- بهره‌برداری بهینه از سیکلون ها
۳۲	۲-۵-۱- جلوگیری از نفوذ هوا از بخش پایین سیکلون
۳۲	۲-۵-۲- تخلیه‌ی مداوم ذرات گردآوری شده در سیکلون
۳۳	۲-۵-۳- به کار بردن سیکلون ها در تجهیزات مکش و دمش
۳۳	۲-۶- مزایای سیکلون ها
۳۳	۲-۷- معایب سیکلون ها
۳۴	۲-۸- نتیجه‌گیری
۳۵	مراجع فصل دوم
	فصل سوم رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی (الکتروفیلترها)
۳۸	چکیده
۳۹	۳-۱- مقدمه
۴۰	۳-۲- اجزای رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی
۴۱	۳-۴- تولید و تکثیر الکترون
۴۲	۳-۵- فرآیند یونیزه شدن منفی مولکول‌های گاز
۴۳	۳-۶- باردار شدن ذرات
۴۴	۳-۷- جمع کردن ذرات
۴۵	۳-۸- زدودن ذرات
۴۵	۳-۹- اقسام گوناگون رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی
۴۶	۳-۹-۱- رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی لوله‌ای
۴۷	۳-۹-۲- رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی صفحه‌ای
۴۸	۳-۹-۳- رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی تک مرحله‌ای
۴۹	۳-۹-۴- رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی دو مرحله‌ای
۵۰	۳-۹-۵- رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی با ورودی سرد
۵۰	۳-۹-۶- رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی با ورودی گرم

۵۲	۳-۹-۷- رسوب دهنده‌های الکترواستاتیک تر
۵۳	۳-۹-۸- رسوب دهنده‌های الکترواستاتیک خشک
۵۴	۳-۱۰-۱- مدل‌های ریاضی جهت محاسبه‌ی کارایی رسوب دهنده‌های الکترواستاتیک
۵۵	۳-۱۰-۱- تخمین بازده
۵۵	۳-۱۰-۲- معادله‌ی دویچ-اندرسون
۵۶	۳-۱۰-۳- معادله‌ی اصلاح شده‌ی دویچ-اندرسون
۵۷	۳-۱۰-۴- معادله‌ی متس-اونفلت
۵۷	۳-۱۰-۵- پارامترهای طراحی
۵۷	۳-۱۰-۶- سرعت-ماجرت ذره
۵۸	۳-۱۱-۱- فرآیند کار-مخرج بهینه‌ی رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی
۵۹	۳-۱۲-۱- مزیت‌های رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی
۵۹	۳-۱۳-۱- معایب رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی
۶۰	۳-۱۴-۱- کاربرد رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی در صنایع مختلف
۶۰	۳-۱۴-۱- رسوب دهنده‌ها در صنعت نساجی
۶۱	۳-۱۴-۲- رسوب دهنده‌ها در صنعت فولاد
۶۲	۳-۱۴-۳- رسوب دهنده‌ها در صنعت تولید کاغذ
۶۲	۳-۱۴-۴- رسوب دهنده‌ها در صنایع مس، سرب و روی
۶۳	۳-۱۵-۱- محدودیت رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی
۶۳	۳-۱۶-۱- نتیجه‌گیری
۶۵	مراجع فصل سوم

فصل چهارم - زیست‌فناوری و زیست‌فیلترها

۶۸	چکیده
۶۹	۴-۱- مقدمه
۶۹	۴-۲- مفهوم بیوفیلتراسیون
۷۰	۴-۳- فرآیند تصفیه‌ی هوا با بیوفیلترها

۴-۴- عوامل تأثیرگذار بر کارکرد بیوفیلترها ۷۱

۴-۴-۱- اسیدیته‌ی بستر متخلل ۷۱

۴-۴-۲- قابلیت تولید مثل باکتری‌ها ۷۲

۴-۴-۳- بار آلاینده بر بیومس (بستر متخلل) ۷۲

۴-۴-۴- حفظ رطوبت بستر متخلل ۷۲

۴-۴-۵- شرایط بهینه برای کارکرد بیوفیلترها ۷۲

۴-۴-۶- مزیت‌های بیوفیلترها ۷۳

۴-۴-۷- معایب بیوفیلترها ۷۳

۴-۴-۸- نتیجه‌گیری ۷۴

مراجع فصل چهارم ۷۵

فصل پنجم - اسکرابرها

چکیده ۷۷

۵-۱- مقدمه ۷۸

۵-۲- انواع روش‌های پاکسازی در اسکرابرها ۷۸

۵-۳- کاربرد اسکرابرها در حذف گازها ۷۹

۵-۴- ملاحظات طراحی اسکرابرها ۸۰

۵-۵- کاربرد اسکرابرهای مرطوب در حذف ذرات ۸۱

۵-۶- مکانیزم‌های جداسازی و جمع‌آوری ۸۲

۵-۶-۱- مرحله‌ی اول: رطوبت‌زنی ۸۳

۵-۶-۲- مرحله‌ی دوم: تماس مایع و گاز و به دام افتادن ذرات ۸۳

۵-۶-۳- مرحله‌ی سوم: جداسازی مایع از گاز ۸۴

۵-۷- انتخاب و طراحی اسکرابرها ۸۶

۵-۸- مزایای اسکرابرها ۸۷

۵-۹- معایب اسکرابرها ۸۷

۵-۱۰- نتیجه‌گیری ۸۷

۸۹مراجع فصل پنجم

فصل ششم - فیلترهای پارچه‌ای

۹۱چکیده

۹۲۱-۶ مقدمه

۹۳۲-۶ توصیف فرآیند غبارگیری توسط فایبر فیلترها (فیلترهای پارچه‌ای)

۹۳۳-۶ مکانیسم‌های جمع‌آوری ذرات گرد و غبار در بگ هاوس

۹۴۴-۶ تقسیم‌بندی فیلترهای کیسه‌ای بر حسب روش تمیز کردن

۹۴۴-۶-۱ هاوس‌های نوع لرزاننده‌ی مکانیکی

۹۵۴-۶-۱-۱ فیلترهای کیسه‌ای از نوع هوای معکوس

۹۵۴-۶-۳-۱ بگ هاوس‌ی نوع جت ضربه‌ای

۹۶۴-۶-۵-۱ مزایای بگ هاوس‌ی نوع لرزاننده‌ی مکانیکی

۹۶۴-۶-۶-۱ معایب بگ هاوس‌ی نوع لرزاننده‌ی مکانیکی

۹۷۴-۶-۷-۱ مزایا و معایب بگ هاوس‌ی نوع هوای معکوس

۹۷۴-۶-۸-۱ مزایای بگ هاوس‌ی نوع جت ضربه‌ای

۹۸۴-۶-۹-۱ معایب بگ هاوس‌ی نوع جت ضربه‌ای

۹۸۴-۶-۱۱-۱ پارامترهای طراحی فیلترهای پارچه‌ای

۹۹۴-۶-۱۱-۱-۱ خواص فیزیکی و شیمیایی ذرات

۹۹۴-۶-۱۱-۲-۱ بیش‌بینی میزان جریان گاز

۹۹۴-۶-۱۱-۳-۱ افت فشار

۱۰۰۴-۶-۱۱-۴-۱ مقاومت فیلتری

۱۰۰۴-۶-۱۱-۵-۱ نسبت هوا به پارچه

۱۰۱۴-۶-۱۱-۶-۱ راندمان دستگاه جمع‌آوری

۱۰۱۴-۶-۱۲-۱ عوامل مخرب فیلترها

۱۰۲۴-۶-۱۳-۱ آماده‌سازی پارچه

۱۰۳۴-۶-۱۴-۱ آزمایش‌های پارچه

۱۰۳	۶-۱۴-۱- قابلیت نفوذ
۱۰۴	۶-۱۴-۲- انعطاف پذیری
۱۰۴	۶-۱۴-۳- مقاومت منقطع
۱۰۴	۶-۱۴-۴- نیروی کششی
۱۰۴	۶-۱۵- نتیجه گیری
۱۰۶	مراجع فصل ششم

فصل هفتم - فناوری نانو و نانو مواد

۱۰۸	چکیده
۱۰۹	۷-۱- مقدمه
۱۱۰	۷-۲- فناوری نانو
۱۱۱	۷-۳- کامپوزیت و پلیمر
۱۱۲	۷-۴- نانو مواد و نانو پلیمرها
۱۱۳	۷-۵- اثر نانو مواد بر کاهش آلودگی هوا
۱۱۴	۷-۶- اثر نانو مواد بر کنترل آلودگی هوای محیط
۱۱۴	۷-۷- اثر نانو کامپوزیت ها بر کنترل آلودگی هوا
۱۱۴	۷-۸- اثر نانو فیبرهای پلیمری بر فیلتراسیون هوای آلوده
۱۱۶	۷-۹- نانو فیبرهای الکتروسیان
۱۱۸	۷-۱۰- نمونه هایی از کاربرد نانو فیبرها
۱۱۸	۷-۱۰-۱- کارتریج های پاک شونده با پالس برای جمع آوری غبار
۱۲۳	۷-۱۱- نتیجه گیری
۱۲۴	مراجع فصل هفتم

مقدمه

بدون شک، دستیابی انسان به رفاه، امنیت، سلامت و سرعت بیشتر، از مهم‌ترین اهداف انقلاب صنعتی بوده است. پر واضح است که بشر در دو قرن اخیر به واسطه ابزارها، مواد، ماشین‌ها و اختراعات حاصل از انقلاب صنعتی، رفاه بیشتری را در قیاس با پیشینیان‌اش تجربه کرده است. به عنوان نمونه، به مدد تولید سیمان، بشر توانسته است پل‌ها و ساختمان‌های بتن مسلح با استحکام بیشتر در مقابل باد، باران و زلزله برای خود بنا کند. همچنین تولید پیرشکل‌های فولادی در کارخانه‌های ذوب آهن، ساخت ساختمان‌های مقاوم فولادی را برای انسان میسر ساخته است. تولید وسایط نقلیه‌ی سنگین با سوخت دیزلی، امکان جابجایی حجم عظیمی از بار و مسافر را در مدتی کوتاه امکان‌پذیر نموده است.

ولیکن دستیابی انسان به رفاه، امنیت و سرعت بیشتر، به بهای گزاف از دست دادن سلامت‌اش تبدیل شده است. به عنوان نمونه، تولید سیمان از یک طرف، ساخت سازه‌های ایمن بتن مسلح را سبب شده است از طرف دیگر منجر به انتشار ذرات معلق سیمان در محیط اطراف کارخانجات سیمان شد که عامل بیماری ریوی سیلیکوزیس است. پس انتشار گازهای آلاینده و ذرات معلق از صنایع مختلف یکی از پیامدهای نامطلوب انقلاب صنعتی بوده و هست. به همین جهت از اوایل قرن بیستم میلادی، مهندسان اروپایی و آمریکایی متعددی در تلاش برای اختراع ابزارهایی بودند که بتوانند گازها و ذرات آلاینده را در منبع تولیدشان یعنی از کارخانجات و صنایع مختلف حذف یا امکان کاهش داده و از انتشار گازها و ذرات به هوای آزاد جلوگیری کنند.

لازم به توضیح است که در یک تقسیم‌بندی می‌توان آلاینده‌های هوا را در دو گروه آلاینده‌های شیمیایی و آلاینده‌های فیزیکی مورد بررسی قرار داد. امواج صوتی، امواج الکترومغناطیس و تشعشعات رادیواکتیو از جمله آلاینده‌های فیزیکی هوا به شمار می‌روند. اما آلاینده‌های شیمیایی هوا در دو گروه گازها و ذرات معلق مورد مطالعه قرار می‌گیرند که عمدتاً به دلیل بوی نامطلوب و قابل رؤیت بودن از حساسیت بیشتری برای انسان‌ها برخوردار هستند و همان‌طور که پیشتر اشاره شد از اوایل دهه‌ی ۱۹۰۰ میلادی به بعد،

تلاش‌هایی برای کنترل، کاهش و حتی بازیافت ذرات و گازهای آلاینده، صورت پذیرفت. به عنوان نمونه در دهه‌ی ۱۹۷۰ میلادی، شیرها، لوله‌ها و تجهیزاتی برای بازیافت بخارات بنزین در ایستگاه‌های پمپ بنزین لس آنجلس آمریکا، ابداع و نصب شدند. یا اینکه در سال ۱۹۰۷، دستگاهی موسوم به رسوب‌دهنده‌ی الکترواستاتیک برای جمع‌آوری میست‌های صنایع تولید اسید سولفوریک و فیوم‌های اکسید سرب، طراحی و به کار گرفته شد. تصویب اصلاحیه‌های قانون هوای پاک در ایالات متحده در سال ۱۹۷۰، همه‌ی کارخانجات آمریکا را مجبور به نصب دستگاه‌های کنترل و بازیافت ذرات و گازهای آلاینده کرد.

امروزه این گونه دستگاه‌ها در اکثر صنایع کشورمان نصب شده و مورد بهره‌برداری هستند. لذا با توجه به نبود کما اثر جامع به زبان فارسی در زمینه‌ی شناخت و طراحی دستگاه‌های کنترل گازها و ذرات، به همین جهت، گروه مؤلفان کتاب مزبور بر آن شدند تا این خلأ را جبران نموده و به معرفی ابزارهای کنترل آلودگی هوا در صنایع مختلف که منابع ساکن تولید آلاینده‌ها هستند، بپردازند. مطالب این کتاب در هفت فصل تنظیم شده است. در فصل اول در خصوص ذرات و آلودگی هوا و اثرات نامطلوبشان بحث شده است. فصل دوم به معرفی سیکلون‌ها اختصاص داده شده است. در فصل سوم شناخت رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیکی یا همان الکتروفیلترها در دستور کار قرار گرفته است. فصل چهارم را مباحث مربوط به زیست‌فناوری و زیست‌فیلترها تشکیل می‌دهد. فصل پنجم به اسکرابرها اختصاص یافته است. در فصل ششم فایبر فیلترها یا همان پارچه‌ای بررسی شده‌اند. سرانجام در فصل هفتم نانو مواد و نانو پلیمرها مورد بحث قرار گرفته‌اند.

مطالب این کتاب می‌تواند برای دانشجویان و دانش‌آموختگان رشته‌های مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مهندسی مکانیک، مهندسی بهداشت محیط و مهندسی محیط زیست سودمند باشد و امید است که این عزیزان با ارسال نقطه نظرات و پیشنهادات سازنده‌ی خود، ما را در بهبود کیفیت مطالب این اثر در چاپ‌های بعدی مساعدت نمایند.