

آلاینده‌های احتراق

چگونه تولید و کنترل می‌شوند؟

www.ketab.ir

تألیف: مهندس سالار ارشادی

شابک	: 978-600-434-271-1
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۲۷۹۲۲۸
عنوان و نام پدیدآور	: آلاینده‌های احتراق چگونه تولید و کنترل می‌شوند/ تالیف سالار ارشادی
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۱۸۰ص:، مصور، جدول، نمودار.
یادداشت	: واژه‌نامه.
موضوع	: Pollutants -- Analysis
رده بندی دیویی	: ۵۷۲/۵۲۲۲
رده بندی کنگره	: QH۵۴۵ /۱۱ ۱۳۹۷
سرشناسه	: ارشادی، سالار، ۱۳۶۷ -
وضعیت فهرست نویسی	: فیا

شناسنامه کتاب

نام کتاب: آلاینده های احتراق چگونه تولید و کنترل می شوند
مؤلف: سالار ارشادی
ناشر: انتشارات دانشیاران ایران
مدیریت انتشارات: روح‌الله گلستانی
چاپ: هنارس
نوبت چاپ: اول/۱۳۹۷
قیمت: ۲۲۰۰۰ تومان
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
شابک: 978-600-434-271-1

مرکز پخش:

نشانی: تهران، میدان بهارستان، خیابان مجاهدین اسلام، جنب روزنامه جمهوری

تلفن: ۰۹۱۲۱۳۸۳۷۱۸ - ۰۳۶۸۳۱۵۲۵ - ۰۵۴۰۰۵۹۰۰۲۱

فروشگاه اینترنتی کتاب پایابوک: www.payabook.com

فهرست

پیشگفتار	۱۳
فصل او : آلاینده NO_x	۱۵
۱-۱- مقدمه	۱۷
۲-۱- دلایل کنترل آلاینده NO_x	۱۷
۳-۱- اکسید نیتروژن	۱۸
۴-۱- منشاء تولید آلاینده NO_x	۲۲
۵-۱- اثرات NO_x روی محیط زیست	۲۳
۶-۱- سایر عوامل مرتبط در تولید آلاینده NO_x	۲۴
۷-۱- اصول و راهکارهای کاهش آلاینده NO_x	۲۵
۸-۱- فناوری های موجود در کاهش NO_x	۳۰
احتراق خارجی	۳۰
۱-۸-۱- احتراق خارجی: روش های پیشگیری از آلودگی	۳۳
۱-۱-۸-۱- کاهش هوای اضافی (LEA)	۳۳
۲-۱-۸-۱- مشعل های خارج از سرویس (BOOS)	۳۳
۶-۱-۸-۱- تزریق آب یا بخار	۳۶
۷-۱-۸-۱- کاهش پیش گرمایش هوا	۳۶
۸-۱-۸-۱- سوزاندن مجدد سوخت (FR)	۳۶
۹-۱-۸-۱- بهینه سازی احتراق	۳۷
۱۰-۱-۸-۱- هوادهی مرحله ای	۳۷
۱۱-۱-۸-۱- سوخت رسانی مرحله ای	۳۷
۱۲-۱-۸-۱- استفاده از اکسیژن به جای هوا برای احتراق	۳۸

- ۳۸ ۱-۸-۱-۱۳- تزریق اکسیدان
- ۳۸ ۱-۸-۱-۱۴- احتراق کاتالیستی
- ۳۹ ۱-۸-۱-۱۵- سوخت‌های با نیتروژن خیلی کم
- ۳۹ ۱-۸-۱-۱۶- پلاسمای غیرحرارتی
- ۳۹ ۱-۸-۲- احتراق خارجی: فناوری کنترل افزونه
- ۴۰ ۱-۸-۲-۱- کاهش کاتالیستی انتخابی (SCR)
- ۴۰ ۱-۸-۲-۲- کاهش غیر کاتالیستی انتخابی (SNCR)
- ۴۱ ۱-۸-۲-۳- جذب -شامل جذب شیمیایی و فیزیکی
- ۴۱ ۱-۸-۲-۴- میکروهای فناوری ترکیبی
- ۴۲ ۱-۸-۳- احتراق داخلی: روش‌های پیشگیری از آلودگی
- ۲۴ ۱-۸-۳-۱- مشعل‌های با NO_x پایین (LNB)
- ۴۳ ۱-۸-۳-۲- تزریق بخار آب
- ۴۳ ۱-۸-۳-۳- احتراق کاتالیستی
- ۴۳ ۱-۸-۳-۴- نسبت هوا-سوخت و اشتعال
- ۴۴ ۱-۸-۳-۵- شارژاز پیش طبقه‌بندی شد (PSC)
- ۴۴ ۱-۸-۳-۶- سوختن فقیر
- ۴۵ ۱-۸-۴- فناوری کنترل افزونه احتراق داخلی
- ۴۵ ۱-۸-۴-۱- کاهش کاتالیستی انتخابی (SCR)
- ۴۵ ۱-۸-۴-۲- کاهش کاتالیستی غیرانتخابی (NSCR)
- ۴۵ ۱-۸-۴-۳- راکتورهای پلاسمای غیرحرارتی
- ۴۵ ۱-۸-۴-۴- تأثیر نوع سوخت و احتراق در کاهش NO_x
- ۴۶ ۱-۸-۴-۴-۱- سوخت‌های جامد
- ۴۷ ۱-۸-۴-۴-۲- سوخت‌های مایع
- ۴۸ ۱-۸-۴-۴-۳- سوخت‌های نیمه جامد
- ۴۸ ۱-۸-۴-۴-۴- سوخت گاز
- ۴۸ ۱-۹- سیستم‌های احتراق
- ۱-۹-۱- دیگ‌های بخار با بستر خشک - حرارت‌دهی دیواره‌ای، حرارت‌دهی از جلو

- یا از جهت مخالف ۴۹
- ۱-۹-۲- دیگ های با بستر خشک - با حرارت دهی مماسی ۵۰
- ۱-۹-۳- دیگ های بخار با بستر مرطوب (تله سرباره) ۵۱
- ۱-۹-۴- بستر سیال ساز ۵۲
- ۱-۹-۵- سوخت رسان با شبکه متحرک ۵۴
- ۱-۹-۶- سوخت رسان دارای پخش کننده ۵۴
- ۱-۹-۷- توربین های گازی ۵۵
- ۱-۹-۸- موتورهای احتراق داخلی رفت و برگشتی ۵۷
- ۱-۹-۱۰- فناوری های پس پالایش کاتالیستی ۵۸
- ۱-۹-۱۱- تعویق زمان بندی تزریق ۶۰
- ۱-۹-۱۲- رخوران گاز آگروز ۶۱
- EGR درونی ۶۱
- EGR بیرونی ۶۱
- ۱-۹-۸-۴- پوشش سرامیکی ۶۲
- ۱-۹-۸-۵- واحد کنترل الکترونیکی موتور ۶۳
- ۱-۹-۸-۶- متناسب کردن تزریق سوخت ۶۳
- ۱-۹-۸-۷- خنک کردن شارژ ورودی، پس - خنک کردن ۶۴
- ۱-۹-۸-۸- توربو شارژر هندسه متغیر یا متناسب ۶۴
- ۱-۹-۸-۹- پس خنک کردن اکسیژن اتمی ۶۵
- ۱-۹-۸-۱۰- تزریق آب ۶۵
- ۱-۹-۸-۱۰- هزینه کنترل و جلوگیری NO_x چقدر است؟ ۶۹
- آیا این روش ها کافی است؟ ۷۲
- ۱-۹-۸-۱۱- آثار بهداشتی آلاینده NO_x ۷۸
- ۱-۹-۸-۱۲- راهکارهای نهایی کاهش آلاینده NO_x ۸۶

فصل دوم: ذرات معلق $\text{PM}_{2.5}$ ۹۸

- ۱-۲- ماهیت پیچیده ذرات معلق ۹۱
- ۲-۲- عوامل مؤثر در انتقال و شکل گیری ذرات معلق ۹۲

- ۳-۲- منابع ذرات معلق ۹۴
- ۴-۲- آثار اکوسیستمی ۹۶
- ۵-۲- اثر بر روی میدان دید و واداشت تابشی ۹۶
- ۶-۲- استانداردهای انتشار ۹۹
- ۷-۲- فناوری‌های کنترل ذرات معلق در موتورهای احتراقی ۹۷
- ۱-۷-۲- تنظیم موتور ۹۷
- ۲-۷-۲- ترکیب سوخت ۹۸
- ۳-۷-۲- لراچی محفظه احتراق ۹۸
- ۴-۷-۲- نزن سوخت ۹۸
- ۵-۷-۲- نله‌های ذرات ۹۹
- ۶-۷-۲- کاتالیزورها، اکسیداسیون ۹۹
- ۸-۲- آثار بهداشتی و سلامتی ذرات معلق ۹۹
- فصل سوم: آلاینده CO** ۱۰۷
- ۱-۳- تشکیل مونوکسید کربن ۱۰۹
- ۲-۳- تأثیر طراحی بر روی آلاینده ها ۱۱۰
- ۳-۳- نرخ انتشار ۱۱۱
- ۴-۳- تکنیک‌های کنترلی ۱۱۱
- ۱-۴-۳- دستورالعمل مناسب ۱۱۲
- ۲-۴-۳- جایگزینی منبع سوخت ۱۱۷
- ۵-۳- صنعت کاغذ و خمیر کاغذ ۱۱۸
- ۱-۵-۳- کوره های بازیابی کارخانجات خمیر کاغذ کرافت ۱۱۸
- ۲-۵-۳- کوره های سنگ آهک ۱۱۹
- فصل چهارم: آلاینده SO_x** ۱۲۱
- ۱-۴- تکنولوژی های کاهش آلودگی SO_x ۱۲۳
- ۲-۴- کنترل انتشار SO_x و H₂SO₄ ۱۲۴
- ۱-۲-۴- تکنیک های جذب ۱۲۶

۱۲۹	۲-۲-۴- تکنیک جذب سطحی
۱۳۰	۳-۴- سوخت های جایگزین
۱۳۱	فصل پنجم: آلاینده VOCs
۱۳۳	۱-۵- ترکیبات آلی فرار (VOCs)
۱۳۳	۲-۵- تکنولوژی تخریب
۱۳۳	۱-۲-۵- اکسایش حرارتی
۱۳۵	۲-۲-۵- اکسایش کاتالیزوری
۱۳۸	۳-۲-۵- بسته های سیستم جذب
۱۴۰	۱-۲-۵- تراکم، تبرید و کرایوژنیک
۱۴۰	۵-۲-۵- اکسایش بولارژیکی
۱۴۱	۶-۲-۵- دستورالعمل عمومی سیستم های کنترل VOC
۱۴۳	فصل ششم: آلاینده POP
۱۴۵	۱-۶- POPs و آلاینده های آلی سایر دار
۱۴۷	۲-۶- POP های تولید غیر عمد و آلودگی ها
۱۴۸	۳-۶- تشکیل دی اکسین
۱۵۰	۴-۶- VOC کلرین دار و سایر آلاینده های هالوژن دار
۱۵۱	۵-۶- جلوگیری از تشکیل PCDD/F در حین کوره سوزنی
۱۵۳	۶-۶- پیشگیری انتهای لوله و تکنیک های حذف
۱۵۶	۷-۶- امحاء شیمیایی POPs و انتشار آلاینده های کلرین دار
۱۶۲	منابع
۱۷۷	فهرست علائم و نشانه ها

موضوع محیط زیست در سال های اخیر جزء مباحث مهم جوامع انسانی می باشد. امروزه با پیشرفت صنایع، خطراتی برای پاکیزگی محیط زیست بوجود آمده و آلودگی های خاک، آب، هوا و زندگی موجودات زنده را تحت تأثیر قرار داده است. سال هاست که در جوامع مختلف جهت کاهش آلودگی هوای شهرها قوانینی مبتنی بر دور بودن کارخانجات از حریم مناطق مسکونی وضع شده است. اما جدا از این که این قوانین تا چه حد رعایت می شود بخش عظیمی از تولید کنندگان آلاینده ها یعنی خودروها در قلب شهرها در ترددند.

آلودگی هوا نمایش خوبی از اصول عمومی مهندسی محیط زیست فراهم می کند که تاریخچه آن به خوبی مستند شده است. شاه ادوارد اول در سال ۱۲۷۳ م. برای پاک سازی هوای لندن، که در آن زمان عمدتاً با بوی بد بیومس و احتراق زغال سنگ آلوده شد، بود. سوزاندن زغال سنگ را ممنوع کرد و دستور داد «... هر کس به خاطر سوزاندن زغال سنگ محرم شناخته شود باید به بهای از دست دادن سرش مجازات شود». این یک مثال روشن از یک «قانون زیست محیطی» قدیمی است. باین حال، این قضیه احتمالاً نومیسی یک حاکم از در اختیار نداشتن ابزار کافی برای کنترل آلودگی را نشان می دهد.

روش های مختلفی برای کاهش تأثیر آلاینده ها وجود دارد، اما مقرون به صرفه ترین روش، کنترل آلاینده ها در منبع تولید آنها است. این حوزه هدف اصلی مطالعه تلاش بین رشته ای دانشمندان است که اغلب به عنوان مهندسی محیط زیست خوانده می شود. بطور کلی، مطالعه آلودگی زیست محیطی همان کاری است که به وضوح باهم مرتبط اما تا حدی مجزا هم می باشند، تقسیم بندی کرد:

الف) شناسایی، پایش، و کنترل آلاینده ها در منبع تولید آنها. این حوزه اول شامل همه مواردی است که قبل از اینکه آلاینده خارج شود رخ می دهد.

ب) حمل و نقل، پخش، تبدیل شیمیایی و حذف گونه ها از محیط زیست. این حوزه شامل همه فرایندهای فیزیکی و شیمیایی بین نقطه انتشار و حذف نهایی از اتمسفر است.

ج) تأثیر آلاینده ها روی انسان، حیوانات، مواد، گیاهان، غلات، جنگل و اکوسیستم های آبی، غیره.

آلاینده های طبیعی در نتیجه فرایندهای بیوشیمیایی سیکنی در بیوسفر حاصل

می‌شوند - تبدیل باکتریایی ماده، فعالیت آتش فشانی و زمین‌گرمایی، فتوسنتز و زندگی حیوانات، غیره. سهم انسانی عمدتاً نتیجه فعالیت انسان برای تولید و استفاده از انرژی، بهره‌برداری برای تولید مواد خام، تبدیل صنعتی مواد خام به محصولات مفید و از این قبیل است. مهم‌ترین منابع آلودگی انسانی به فعالیت‌های مهندسی، مانند استخراج و فراوری مواد خام، نیروگاه، حمل‌ونقل، و غیره مرتبط است.

سه موضوع اول به انواع تکنیک‌های موجود برای کمینه‌سازی آلودگی می‌پردازند. فناوری‌های در این حوزه به سرعت در حال توسعه است. تکنیک‌های کنترل ذرات معلق شامل جمع‌کننده‌های سیکلونی و اسکرابرهای مرطوب، فیلترهای کیسه‌ای و بگ‌هاووس، رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک، و غیره است. آلاینده‌های گازی طی فرآیندهایی مانند تقطیر، جذب مکانیکی، جذب شیمیایی، و غیره از جریان هوای خنثی جدا می‌شوند. در این بین علم احتراق کاربردی هم نتایج چشمگیری در مدیریت انتشارات احتراق داشته است. سه موضوع اول تقریباً مقدار مهمی از اساس مهندسی شیمی و مکانیک که برای فهم بهتر اصولی که فناوری‌های مختلف کنترل بر مبنای آن ساخته و لازم است را پوشش می‌دهند.

از اینرو، این کتاب در شش فصل، ابتدا شرحی از دلایل اهمیت آلاینده‌های NO_x ، $\text{PM}_{2.5}$ ، CO ، SO_x ، VOC ، POPs در ادامه ارائه می‌دهد و در ادامه چگونگی تشکیل و واکنش این ترکیبات در اتمسفر، اصول و روش‌های کنترل را مورد بحث قرار می‌دهد. همچنین فناوری‌های پیشگیری از آلودگی و موجود برای منابع مختلف احتراق و عملکرد و هزینه این فناوری‌ها بحث می‌کند.

در پایان علاقمندم تا سپاسگزاری خود را به محضر استاد خانواد و پدر و مادر عزیزم؛ به خاطر همه‌ی تلاش‌های محبت‌آمیزی که در دوران مختلف زندگی‌ام انجام داده‌اند و این اثر که از مرحمت لطفشان به ثمر نشسته صمیمانه تشکر نمایم. به پاس قدردانی لازم می‌دانم از سرکار خانم رخساره عظیمی و مهدیه دالوند دانشجویان محترم دکتری آلودگی محیط زیست دانشگاه تهران که در تدوین این اثر مرا یاری نمودند کمال تشکر را بکنیم و توفیق این عزیزان را در کسب درجات عالی تر از خداوند سبحان خواستارم. یقیناً هر اثری توأم با خطایی است لذا از تمامی صاحب نظران تقاضا دارم نظرات و پیشنهادات خود را به آدرس الکترونیکی arshadi.salar67@gmail.com ارسال و از ایده‌های خود ما را بهره‌مند سازند در آرزای مدیریت محترم انتشارات کمال تشکر و قدردانی را دارم.

سalar ارشادی

دانشجوی دکتری مهندسی سیستم‌های انرژی