

ازن زنی آب و فاضلاب

راهنمای کاربردی برای شناخت ازن و موارد استفاده آن

مؤلف:

کریستین گاتچاک، جری آن لیب، آدریان ساپ

مترجم:

سپهילה شکرالله زاده

عضو هیات علمی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

سرشناسه	گاتسچاک، کریستین : Gottschalk, C. (Christiane)
عنوان و نام پدیدآور	ازن‌زنی آب و فاضلاب: راهنمای کاربردی برای شناخت ازن و موارد استفاده آن / نویسندگان کریستین گاتسچاک، جودی ا. لیبرا، آدریان ساپ؛ مترجم سهیلا شکرالله‌زاده.
مشخصات نشر	تهران، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۴۶۶ص: مسمور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸ ۶۰۰ ۹۷۲۳۱ ۹ ۵ ریال ۳۸۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	فیا
عنوان اصلی	Ozonation of Water and Waste Water: A Practical Guide to Understanding Ozone and its Applications, 2010.
عنوان دیگر	راهنمای کاربردی برای شناخت ازن و موارد استفاده آن.
موضوع	آب تصفیه ازن‌زنی
موضوع	Water -- Purification -- Ozonation
موضوع	فاضلاب تصفیه ازن‌زنی
موضوع	Waste Water -- Purification -- Ozonation
یادداشت	واژه‌نامه.
شناسه افت	لیبرا، جودی ا. : Libra, J. A. (Judy A)
شناسه افزوده	ساپ، آدریان : Saupe, A. (Adrian)
شناسه افزوده	شکرالله‌زاده، سهیلا، ۱۳۴۲، مترجم
شناسه افزوده	سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
رده بندی کنگره	۱۳۹۷/۵۲:۴۶۱/۴۲ TD۴۶۱/۵۲
رده بندی دیویی	۲۸/۰۶۳
شماره کتاب‌شناسی ملی	۵۵۹۲۶

سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران



ازن‌زنی آب و فاضلاب: راهنمای کاربردی برای شناخت ازن و موارد استفاده آن

مترجم: سهیلا شکرالله‌زاده

ناشر: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

چاپ و صحافی: افست گرافیک

ناظر چاپ و مجری: نشر پرچین

ویراستار: لیلا اجاقلو، زینب اصغری بیرام، حمیرا شکوهی

طراح روی جلد: سمیه عرب‌لو

قیمت: ۳۸۰۰۰۰ ریال

نشانی: تهران، احمدآباد مستوفی، بعد از میدان پارسا، خیابان انقلاب، خیابان شهید احسانی راد، صندوق پستی: ۳۷۵۷۵ ۱۱۵

چندین سال است که ازن به‌عنوان یک اکسندۀ مؤثر در تصفیه آب و فاضلاب شناخته می‌شود. به‌دلیل خواص منحصر به فرد ازن و وضع قوانین سختگیرانه‌تر جهانی در مورد باقی ماندن محصولات جانبی گندزداها، کاربردهای آن طی سال‌های اخیر گسترش یافته است. اگرچه ازن‌زنی در دسته روش‌های متداول تصفیه شیمیایی آب و فاضلاب قرار می‌گیرد، ولی به‌دلیل تولید رادیکال‌های بسیار فعال هیدوکسیل از تجزیه ازن، در فرایندهای اکسایش پیشرفته نیز بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. با وجود اطلاعات گسترده‌ای که در زمینه ازن و کاربرد آن در تصفیه آب و فاضلاب وجود دارد، منابع اندکی به زبان فارسی انتشار یافته است. هدف از ترجمه این کتاب، ارائه اطلاعات کاربردی برای طراحی، انجام آزمایش‌های تجربی، مدل‌سازی و کاربرد ازن‌زنی در صنعت می‌باشد. این کتاب را ارزشمند می‌سازد، دانش وسیعی از اصول پایه ازن‌زنی تا مباحث طراحی فرایند و راکتورها و سینتیک و انتقال جرم است که در آن به‌صورت یک‌جا ارائه شده است. بدین ترتیب، می‌توان تمامی موارد مربوط به طراحی تا انجام آزمون و افزایش مقیاس واحدهای تصفیه آب و فاضلاب با ازن‌زنی را در کنار هم مشاهده نمود. این کتاب می‌تواند به دانشجویان، پژوهشگران و متخصصین صنایع کمک نماید تا در زمینه کاربرد ازن در موارد مورد نظر خود، داده‌های مناسب را به‌دست آورده و یا سامانه‌های موجود را بهینه‌سازی نمایند. ساختار کلی کتاب، در پیش‌گفتار نویسنده مورد اشاره قرار گرفته است.

فهرست مطالب

۱	بخش اول: مروری بر ازن
۳	فصل اول: سم‌شناسی
۳	۱.۱. پیشینه
۶	۲.۱. ازن در حالت گازی
۶	۱.۲.۱. تنفس
۶	۲.۲.۱. تماس با پوست
۷	۳.۲.۱. تماس با چشم
۸	۳.۱. ازن در حالت مایع
۸	۱.۱. مسولات جانبی
۱۲	منابع
۱۵	فصل دوم: مکانیسم واکنش
۱۵	۱.۲. ازن‌زنی
۱۵	۱.۱.۲. واکنش غیر مستقیم
۱۶	۱.۱.۱.۲. مرحله آغاز
۱۶	۲.۱.۱.۲. واکنش زنجیره‌ای، رادیکال
۱۸	۳.۱.۱.۲. مرحله پایان
۱۸	۴.۱.۱.۲. واکنش کلی
۲۰	۲.۱.۲. واکنش مستقیم
۲۴	۲.۲. فرایندهای اکسایش پیشرفته
۲۴	۱.۲.۲. ازن/هیدروژن پراکسید (O_3/H_2O_2)
۲۵	۲.۲.۲. ازن/تابش UV (O_3/UV)
۲۶	۲.۲.۲. هیدروژن پراکسید/تابش UV (H_2O_2/UV)
۲۹	منابع
۳۳	فصل سوم: کاربردهای ازن
۳۳	۱.۳. روند توسعه
۳۹	۲.۳. مروری بر کاربردهای ازن
۴۱	۱.۲.۳. ازن در فاز گازی
۴۳	۲.۲.۳. ازن در فاز مایع

۴۶	۳.۳.۳. ازن در تصفیه آب آشامیدنی
۴۸	۱.۳.۳. گندزدایی
۵۱	۲.۳.۳. اکسایش ترکیبات معدنی
۵۲	۳.۳.۳. اکسایش ترکیبات آلی
۵۲	۱.۳.۳.۳. ماده آلی طبیعی (NOM)
۵۵	۲.۳.۳.۳. ریزآلاینده‌های آلی
۵۸	۴.۳.۳. فرایندهای حذف ذرات جامد
۵۹	۴.۳. ازن‌زنی در تصفیه فاضلاب
۶۰	۱.۴.۳. گندزدایی
۶۲	۲.۱.۳. اکسایش ترکیبات معدنی
۶۳	۳.۴.۳. اکسایش ترکیبات آلی
۶۷	۱.۳.۱.۳. سیرابه زباله‌های دفن‌شده - معدنی‌سازی جزئی
۶۹	۲.۳.۴.۳. فاضلاب‌های نساجی - حذف رنگ و معدنی‌سازی جزئی
۷۰	۳.۳.۴.۳. بایر کاربرد
۷۱	۴.۴.۳. فرایندهای حذف ذرات
۷۲	۵.۳. جنبه‌های اقتصادی ازن‌زنی
۷۶	منابع
۸۵	بخش دوم: استفاده از ازن
۸۷	فصل چهارم: طراحی آزمایش
۸۸	۱.۴. فرایند طراحی آزمایش
۹۲	۲.۴. گام‌های طراحی آزمایش
۹۲	۱.۲.۴. تعریف اهداف
۹۴	۲.۲.۴. تعریف سامانه
۱۰۱	۳.۲.۴. انتخاب روش‌های آزمون و ارزیابی داده‌ها
۱۰۵	۱.۳.۲.۴. ازن
۱۰۶	۲.۳.۲.۴. ترکیب هدف (M)
۱۰۷	۴.۲.۴. تعیین روش آزمایش
۱۰۸	۵.۲.۴. ارزیابی داده‌ها
۱۱۵	۶.۲.۴. تعیین نتایج

۱۲۲	۳.۴. طراحی راکتور.....
۱۲۲	۱.۳.۴. انواع راکتورها.....
۱۲۳	۱.۱.۳.۴. شرایط عملیاتی.....
۱۲۴	۲.۱.۳.۴. همزدگی.....
۱۲۵	۲.۳.۴. مقایسه انواع راکتور.....
۱۳۰	۳.۳.۴. طراحی راکتورهای اکسایش شیمیایی.....
۱۳۱	۱.۳.۳.۴. سامانه واکنش.....
۱۳۴	۲.۳.۳.۴. سامانه‌های جانبی.....
۱۳۵	۳.۳.۳.۴. یکپارچگی فرایند.....
۱۳۵	۴.۲.۳.۴. قابلیت کنترل.....
۱۳۶	۵.۳.۳.۱. یکپارچگی محل اجرا.....
۱۳۶	۴.۴. فهرست‌های طراحی آزمایش.....
۱۳۶	۱.۴.۴. فهرست هر یک از طراحی آزمایش.....
۱۴۰	۵.۴. برگ‌داده‌های آن.....
۱۴۵	منابع.....
۱۴۷	فصل پنجم: تجهیزات تجربی و شیرهای تله‌لی.....
۱۴۷	۱.۵. جنس مواد در تماس با ازن.....
۱۵۱	۱.۱.۵. مواد ساخت در واحدهای مقیاس بزرگ یا پیش‌تاز.....
۱۵۱	۱.۱.۱.۵. راکتورها.....
۱۵۲	۲.۱.۱.۵. لوله‌کشی.....
۱۵۲	۲.۱.۵. مواد ساخت در واحدهای مقیاس آزمایشگاهی.....
۱۵۳	۱.۲.۱.۵. راکتورها.....
۱۵۴	۲.۲.۱.۵. لوله‌کشی.....
۱۵۴	۲.۵. تولید ازن.....
۱۵۶	۱.۲.۵. ژنراتورهای ازن تخلیه الکتریکی.....
۱۵۹	۱.۱.۲.۵. شیمی.....
۱۶۱	۲.۱.۲.۵. مهندسی و بهره‌برداری.....
۱۶۳	۳.۱.۲.۵. نوع گاز خوراک و تهیه آن.....
۱۶۴	۴.۱.۲.۵. غلظت ازن، ظرفیت تولید و مصرف ویژه انرژی.....

- ۵.۱.۲.۵. کاربرد ژنراتورهای ازن تخلیه الکتریکی در آزمون‌های آزمایشگاهی..... ۱۶۵
- ۲.۲.۵. ژنراتورهای ازن الکترولیزی (ELOG)..... ۱۶۷
- ۱.۲.۲.۵. استفاده از ژنراتورهای ازن الکترولیزی در آزمون‌های تجربی..... ۱۶۹
- ۳.۵. راکتورهای استفاده‌شده برای ازن‌زنی..... ۱۷۰
- ۱.۳.۵. مروری بر رفتار هیدرودینامیکی و انتقال جرم..... ۱۷۱
- ۲.۳.۵. راکتورهای گازدهی شده مستقیم..... ۱۷۶
- ۱.۲.۳.۵. ستون‌های حبابی و راکتورهای مشابه..... ۱۷۷
- ۲.۲.۳.۵. راکتورهای همزده..... ۱۷۸
- ۳.۳.۵. راکتورهای بدون گازدهی و غیرمستقیم..... ۱۷۹
- ۱.۳.۳.۵. راکتورهای لوله‌ای..... ۱۸۰
- ۲.۳.۳.۵. راکتورهای غشایی..... ۱۸۳
- ۳.۵. انواع ناس‌دهنده‌های گاز..... ۱۸۶
- ۵.۳.۵. حالت غشایی..... ۱۹۰
- ۶.۳.۵. آزمون تجربی..... ۱۹۱
- ۱.۶.۳.۵. آزمون‌های تجربی جریان ناپیوسته..... ۱۹۱
- ۲.۶.۳.۵. آزمون‌های تجربی جریان پیوسته..... ۱۹۳
- ۳.۶.۳.۵. ترکیب فرایندها..... ۱۹۳
- ۴.۵. اندازه‌گیری ازن..... ۱۹۴
- ۱.۴.۵. شیوه‌ها..... ۱۹۴
- ۱.۱.۴.۵. یدومتری (گاز و مایع)..... ۱۹۴
- ۲.۱.۴.۵. جذب UV (گاز و مایع)..... ۱۹۵
- ۳.۱.۴.۵. جذب نور مرئی (گاز و مایع)..... ۱۹۶
- ۴.۱.۴.۵. ایندیگو (مایع)..... ۱۹۷
- ۵.۱.۴.۵. N_2O دی اتیل - ۴۱ فنیل دی آمونیوم - OPD (مایع)..... ۱۹۷
- ۶.۱.۴.۵. نورتابی شیمیایی (CL) (مایع)..... ۱۹۸
- ۷.۱.۴.۵. الکتروغشایی ازن (مایع)..... ۱۹۹
- ۲.۴.۵. موارد کاربردی اندازه‌گیری ازن..... ۲۰۰
- ۵.۵. موارد ایمنی..... ۲۰۱
- ۱.۵.۵. تشریب گاز ازن خروجی..... ۲۰۱

۲۰۴	ردیابی ازن هوای محیط
۲۰۵	پرسش‌ها، مشکلات و اشکالات معمول
۲۱۱	منابع
۲۱۷	فصل ششم: انتقال جرم
۲۱۷	۱.۶. تئوری انتقال جرم
۲۱۹	۱.۱.۶. انتقال جرم در یک فاز
۲۲۰	۲.۱.۶. انتقال جرم بین دو فاز
۲۲۲	۳.۱.۶. غلظت تعادلی برای ازن
۲۲۷	۴.۱.۶. تئوری دو فیلمی
۲۲۸	۵.۱.۶. پارامترهای مؤثر بر انتقال جرم
۲۳۰	۱.۱.۶. انتقال جرم با واکنش‌های شیمیایی هم‌زمان
۲۳۲	۱.۲.۶. همبستگی انتقال جرم و واکنش شیمیایی
۲۳۷	۱.۱.۲.۶. سینتیک بر تعیین ضرایب انتقال جرم
۲۳۹	۲.۲.۶. پیش‌بینی ضرایب انتقال جرم
۲۴۰	۱.۲.۲.۶. ضریب انتقال جرم برای دما
۲۴۱	۲.۲.۲.۶. ضریب انتقال جرم برای ترکیب آب
۲۴۲	۳.۲.۶. اثر ترکیبات آب در انتقال جرم
۲۴۲	۱.۳.۲.۶. تغییر در انتلاف حباب
۲۴۳	۲.۳.۲.۶. تغییر در کشش سطحی
۲۴۵	۳.۶. تعیین ضرایب انتقال جرم
۲۴۶	۱.۳.۶. انتخاب بین تعیین مستقیم یا غیرمستقیم $k_L(O_2)$
۲۴۷	۲.۳.۶. شرایط کلی آزمایش و روش‌های ارزیابی
۲۴۹	۱.۲.۳.۶. غلظت تعادلی C_1^*
۲۵۰	۳.۳.۶. روش‌های حالت ناپایا بدون افزایش انتقال جرم
۲۵۱	۱.۳.۳.۶. مدل جریان ناپیوسته
۲۵۱	۲.۳.۳.۶. روش تجربی
۲۵۲	۳.۳.۳.۶. مدل جریان پیوسته
۲۵۳	۴.۳.۳.۶. روش تجربی
۲۵۳	۴.۳.۶. روش‌های حالت پایا بدون افزایش انتقال جرم

۲۵۴.....	۱.۴.۳.۶. مدل‌های جریان پیوسته و نیمه پیوسته.....
۲۵۵.....	۲.۴.۳.۶. روش تجربی.....
۲۵۶.....	۳.۴.۳.۶. تعیین هم‌زمان k_{La} و r_L
۲۵۶.....	۵.۳.۶. روش‌های با افزایش انتقال جرم.....
۲۵۸.....	۱.۵.۳.۶. روش تجربی.....
۲۵۸.....	۶.۳.۶. مشکلات تعیین ضرایب انتقال جرم.....
۲۵۹.....	۱.۶.۳.۶. روش حالت ناپایا.....
۲۶۰.....	۲.۶.۳.۶. روش حالت پایا.....
۲۶۲.....	منابع.....
۲۶۷.....	فصل هفتم: سینتیک واکنش.....
۲۶۷.....	۱.۷. درجه واکنش.....
۲۷۱.....	۱.۷. روش تجربی برای تعیین درجه واکنش n
۲۷۲.....	۱.۷.۱. سن مه عمر.....
۲۷۳.....	۲.۷.۱.۷. روش سرعت اولیه واکنش.....
۲۷۳.....	۳.۷.۱.۷. سعی خطا.....
۲۷۵.....	۲.۷. ثابت‌های سرعت و کنش.....
۲۷۶.....	۱.۲.۷. تعیین ثابت‌های سرعت.....
۲۸۰.....	۳.۷. عوامل مؤثر بر سرعت واکنش.....
۲۸۰.....	۱.۳.۷. غلظت اکسنده‌ها.....
۲۸۰.....	۱.۱.۳.۷. واکنش‌های مستقیم.....
۲۸۱.....	۲.۱.۳.۷. واکنش‌های غیرمستقیم یا رادیکالی.....
۲۸۲.....	۲.۳.۷. وابستگی به دما.....
۲۸۲.....	۳.۳.۷. اثر pH.....
۲۸۳.....	۴.۳.۷. اثر کربن معدنی.....
۲۸۴.....	۵.۳.۷. اثر نمک‌های معدنی.....
۲۸۵.....	۶.۳.۷. اثر کربن آلی بر مکانیسم واکنش زنجیردای رادیکالی.....
۲۸۸.....	منابع.....
۲۹۳.....	فصل هشتم: مدل‌سازی فرایندهای ازن‌زنی.....
۲۹۶.....	۱.۸. مدل‌سازی ازن.....

۲۹۷	۱.۱.۸. مشکلات مدل سازی ازن
۳۰۰	۲.۱.۸. مدل شیمیایی ازن زنی
۳۰۱	۳.۱.۸. مدل ریاضی ازن زنی
۳۰۲	۱.۳.۱.۸. موازنه های جرم
۳۰۳	۲.۳.۱.۸. معادلات سرعت
۳۰۴	۳.۳.۱.۸. حل مدل
۳۰۶	۴.۱.۸. خلاصه
۳۰۷	۲.۸. مدل سازی اکسایش آب آشامیدنی
۳۰۷	۱.۱.۸. مدل های شیمیایی و ریاضی
۳۱۱	۲.۲. روش های تعیین غلظت رادیکال هیدروکسیل
۳۱۱	۱.۲.۲.۸. اندازه گیری غیر مستقیم
۳۱۴	۲.۲.۸. مکانیسم واکنش زنجیره ای رادیکال کامل
۳۱۵	۲.۲.۲. روش های تعیین پارامترهای قابل مشاهده
۳۱۷	۴.۲.۲.۸. روش نیم تجربی بر مبنای سرعت اولیه رادیکال هیدروکسیل
۳۱۹	۵.۲.۲.۸. گزینش روش های تعیین پارامترها
۳۲۱	۶.۲.۲.۸. خلاصه ای از مدل های شیمیایی و ریاضی برای آب آشامیدنی
۳۲۱	۳.۲.۸. مدل های حاوی فرایندهای فینال
۳۲۳	۳.۸. مدل سازی اکسایش فاضلاب
۳۲۴	۱.۳.۸. مدل های شیمیایی و ریاضی
۳۲۵	۲.۳.۸. مدل های تجربی
۳۲۶	۳.۳.۸. خلاصه
۳۲۷	۴.۸. توضیح آخر در مورد مدل سازی
۳۴۰	منابع
۳۴۳	فصل نهم: کاربرد ازن در فرایندهای ترکیبی
۳۴۴	۱.۹. فرایندهای اکسایش پیشرفته
۳۴۵	۱.۱.۹. فرایندهای اکسایش پیشرفته شیمیایی
۳۴۵	۱.۱.۱.۹. اصول و اهداف
۳۴۶	۲.۱.۱.۹. فرایندهای موجود
۳۴۹	۳.۱.۱.۹. طراحی آزمایش

۳۵۱	۲.۱.۹. ازن زنی کاتالستی
۳۵۲	۱.۲.۱.۹. اصول و اهداف
۳۵۴	۲.۲.۱.۹. فرایندهای موجود و پژوهش های جاری
۳۵۹	۳.۲.۱.۹. طراحی آزمایش
۳۶۱	۲.۹. سامانه های سه فاز
۳۶۲	۱.۲.۹. اصول و اهداف
۳۶۳	۱.۱.۲.۹. سامانه گاز / آب / حلال
۳۶۴	۲.۱.۲.۹. سامانه گاز / آب / جامد
۳۶۵	۲.۲.۹. انتقال جرم در سامانه های سه فاز
۳۶۸	۳.۲.۹. فرایندهای موجود و پژوهش های جاری
۳۶۸	۱.۳.۲.۹. سامانه های گاز / آب / حلال
۳۷۱	۲.۲.۲.۹. سامانه های گاز / آب / جامد
۳۷۱	۳.۲.۹. تغییر در مواد جامد
۳۷۵	۲.۳.۲.۹. تغییر در ترکیبات جذب شده بر روی مواد جامد
۳۷۵	۵.۳.۲.۹. ازن زنی خاک
۳۷۷	۶.۳.۲.۹. احیاء جاذب
۳۷۸	۴.۲.۹. طراحی آزمایش
۳۷۸	۱.۴.۲.۹. تعریف سامانه
۳۷۹	۲.۴.۲.۹. انتخاب روش های اندازه گیری
۳۸۰	۳.۴.۲.۹. تعیین روش آزمایش
۳۸۱	۴.۴.۲.۹. ارزیابی داده ها و بررسی نتایج
۳۸۱	۳.۹. فرایندهای شیمیایی - زیستی (CBP)
۳۸۲	۱.۳.۹. اصول و اهداف
۳۸۷	۲.۳.۹. فرایندهای موجود و پژوهش های جاری
۳۸۸	۱.۲.۳.۹. کاربردهای آب آشامیدنی
۳۹۱	۲.۲.۳.۹. کاربردهای فاضلاب
۴۰۳	۳.۳.۹. طراحی آزمایش
۴۰۶	۱.۳.۳.۹. تعریف سامانه
۴۱۰	۲.۳.۳.۹. انتخاب روش های تحلیلی