

کاربرد فناوری غشایی برای

آبایش سمندهای پرتوزا

مترجمان

علیرضا کشتار

مهدی احمدی

مؤلف: IAEA (International Atomic Energy Agency)

مترجمان: علیرضا کشتکار، ۱۳۴۸، مهدی امجدی، ۱۳۶۱.

کاربرد فناوری غشایی برای آمایش پسماند مایع پرتوزا [تألیف: آژانس بین‌المللی انرژی اتمی]

مترجمان: علیرضا کشتکار، مهدی امجدی

تهران: پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، ۱۳۹۳.

۲۳۸ ص: مصور، جدول، نمودار.

ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۷۴۱۴-۰۷-۱

فهرست نویسنده بر اساس اطلاعات فیبا

عنوان اصلی:

۱. کتابخانه ۲. زیاله‌های اتمی

۳. جداسازی غشایی

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

رده بندی کنگره: ۶۲۱/۴۸۳۸

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۴۸۳۸

شماره کتابشناسی ملی: ۳۷۲۵۸۳۰

نام کتاب: کاربرد فناوری غشایی برای آمایش پسماند مایع پرتوزا

ویراستار علمی: اصغر مالکی

ویراستار ادبی و فنی: مهدیه‌السادات عامل ابراهیمی

ناظر فنی: فریبا علی اکبری

ویرایش صفحه بندی: شادی معماری آذر

تهیه و تنظیم جلد: مهرک الهامی

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

چاپ: ۱۳۹۳

نوبت چاپ: اول

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: پیام رسان فردا ایرانیان، تلفن: ۸۸۷۲۸۰۰۲

ناشر: پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، تلفن: ۸۲۰۶۲۳۱۷

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۴۱۴-۰۷-۱



کلیه حقوق چاپ و انتشار این اثر متعلق به پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای می‌باشد.

مقدمه مترجم

فرایندهای غشایی در صنایع مختلف از جمله صنایع هسته‌ای، شیمیایی، بیوشیمیایی، غذایی، دارویی، بهداشتی، آب و پساب کاربرد دارند. تمامی فرایندهای غشایی یک وجه مشترک دارند و آن وجود غشا است. غشا مهم‌ترین نقش را در جداسازی مواد از یکدیگر برعهده دارد. در سال‌های اخیر توسعه‌ی روش‌های غشایی مرهون پیشرفت در زمینه‌ی ساخت غشاهای پلیمری جدید و توان نانو الیاف پلیمری با روش‌های نوین بوده است. نیروی محرکه در فرایندهای غشایی عمدتاً از نوع نیروی محرکه‌ی فشاری یا الکتریکی است.

این کتاب ترجمه اثر

Application of membrane technology for liquid radioactive waste processing, Technical report, IAEA, 2004.

است. هم‌چنین به منظور فهم بهتر مطالب، مباحث مطرح‌شده، بخش‌هایی از فصل‌های ۲۷، ۲۸،

Handbook of membrane separations, J. K. Pabby et.al., CRC press, کتاب ۳۰ و ۲۹

۲۰۰۹ نیز ترجمه و به این اثر افزوده شده است.

در این کتاب علاوه بر تشریح مبانی و اصول انواع فرایندهای غشایی، مثال‌های متعددی نیز از کاربردهای صنعتی فرایندهای غشایی در صنایع هسته‌ای، بهداشت، آمایش پسماندهای مایع پرتوزا ارائه شده است. امید است چاپ این اثر منجر به توسعه هرچه بیشتر استفاده از فرایندهای غشایی در صنایع مختلف کشور و به ویژه صنایع هسته‌ای شود.

در خاتمه لازم می‌دانم از زحمات سرکار خانم فاطمه حاجی‌میرزایی جهت حروف‌چینی و صفحه‌آرایی این اثر تشکر و سپاس‌گزاری نمایم.

علیرضا کشتکار

دانشیار پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

مهرماه ۱۳۹۳

فهرست

۱

۱	مقدمه
۱	۱-۱ پیش‌زمینه
۳	۲-۱ اهداف و چشم‌اندازها
۳	۳-۱ ساختار

۲

۵	فناوری غشایی
۵	۱-۲ کلیات فرایندهای جداسازی غشایی
۹	۱-۲ کاربردها در خصوص آمایش پسماندهای پتروشیمی
۹	۱-۲-۲ فرایندهای غشایی با نیروی محرکه‌ی اختلاف فشار
۱۰	۲-۲-۲ سایر فرایندهای غشایی
۱۱	۳-۲-۲ اهداف کاربردی فرایندهای جداسازی غشایی
۱۲	۴-۲-۲ هزینه‌های فرایندهای جداسازی غشایی
۱۳	۵-۲-۲ طراحی سیستم

۳

۱۵	فرایندهای غشایی با نیروی محرکه‌ی اختلاف فشار
۱۵	۱-۳ کلیات
۱۸	۲-۳ فیلتراسیون عرضی و فیلتراسیون انتها بسته
۱۹	۳-۳ اسمز معکوس
۱۹	۱-۳-۳ فرایند اسمز معکوس

۱۹	۳-۱-۱ اسمز مستقیم
۲۰	۳-۳-۲ اسمز معکوس
۲۰	۳-۳-۲ کاربردی بودن فرایند اسمز معکوس برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا
۲۱	۳-۴ اولترافیلتراسیون
۲۱	۳-۴-۱ فرایند اولترافیلتراسیون
۲۲	۳-۴-۲ کاربردی بودن فرایند اولترافیلتراسیون برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا
۲۳	۳-۵ میکروفلتراسیون
۲۳	۳-۵-۱ فرایند میکروفلتراسیون
۲۳	۳-۵-۲ کاربردی بودن فرایند میکروفلتراسیون برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا
۲۴	۳-۶ نانوفیلتراسیون
۲۴	۳-۶-۱ فرایند نانوفیلتراسیون
۲۴	۳-۶-۲ کاربردی بودن فرایند نانوفیلتراسیون برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا

۴

۲۷	انواع و اشکال
۲۷	۴-۱ غشاهای پلیمری
۲۷	۴-۱-۱ ساختار فیزیکی
۳۰	۴-۱-۲ شکل هندسی
۳۱	۴-۳ محدودیت‌های دمایی
۳۱	۴-۱-۴ توانایی جداسازی
۳۲	۴-۱-۵ مقاومت در برابر اشعه
۳۲	۴-۱-۶ پایداری شیمیایی
۳۲	۴-۱-۶-۱ عوامل اکسیدکننده
۳۳	۴-۱-۶-۲ گستره‌ی pH
۳۳	۴-۱-۷ تخریب‌پذیری زیستی
۳۴	۴-۱-۸ عمر مفید
۳۴	۴-۲ غشاهای غیرآلی
۳۶	۴-۳ شکل مدول‌های غشا

۳۸	۱-۳-۴ مدول‌های غشا لوله‌ای
۴۰	۲-۳-۴ مدول‌های غشایی مارپیچی
۴۲	۳-۳-۴ مدول‌های غشایی فیبر توخالی
۴۴	۴-۳-۴ تجهیزات غشا‌های مسطح
۴۴	۱-۴-۳-۴ تجهیزات غشا‌های مسطح پلیمری
۴۵	۲-۴-۳-۴ تجهیزات غشا‌های مسطح سرامیکی
۴۵	۴-۴ تجهیزات و سیستم‌های غشایی
۴۵	۱-۴-۴ واحدهای پایه‌دار قابل حمل
۴۶	۲-۴-۴ واحدهای ثابت
۴۹	۳-۴-۴ سیستم‌های حرکتی

۵

۵۱	متغیرهای عملیاتی
۵۱	۱-۵ شار
۵۳	۱-۱-۵ شار نرمال شده
۵۴	۲-۱-۵ شار بحرانی
۵۴	۲-۵ ضریب بازیافت
۵۶	۳-۵ ضریب دفع
۵۷	۴-۵ عبور نمک
۵۸	۵-۵ ضریب رفع آلودگی
۵۸	۶-۵ ضریب غلظت

۶

۶۱	جنبه‌های طراحی و عملیاتی
۶۱	۱-۶ کلیات
۶۳	۲-۶ طراحی مقدماتی
۶۳	۱-۲-۶ ملاحظات اولیه‌ی طراحی
۶۳	۲-۲-۶ مشخصات جریان خوراک

۶۵	۳-۲-۶ تأیید طراحی مقدماتی و آزمایش آن
۶۷	۳-۶ طراحی سیستم‌های غشایی
۶۷	۱-۳-۶ انتخاب نوع غشا
۶۷	۲-۳-۶ چیدمان فرایند غشایی
۶۸	۱-۲-۳-۶ چیدمان پیوسته‌ی مستقیم
۷۰	۲-۲-۳-۶ چیدمان چرخشی
۷۲	۳-۲-۳-۶ فرایندهای ناپیوسته در مقابل فرایندهای پیوسته
۷۳	۴-۶ آزمایش خراک
۷۴	۵-۶ طراحی نهایی سیستم
۷۴	۱-۵-۶ تجهیزات اضافی
۷۵	۲-۵-۶ کنترل فرایند
۷۶	۳-۵-۶ ملاحظات رادیولوژی در طراحی سیستم
۷۶	۴-۵-۶ پسماندهای مایع ثانویه
۷۷	۵-۵-۶ پسماندهای جامد ثانویه
۷۷	۶-۶ جنبه‌های عملیاتی فرایند
۷۷	۱-۶-۶ کنترل رسوب
۷۸	۲-۶-۶ کنترل میزان کلر
۷۹	۳-۶-۶ کنترل میزان pH (اسیدی - قلیایی)
۷۹	۴-۶-۶ جلوگیری از گرفتگی غشا
۸۰	۵-۶-۶ تمیزکاری غشاها
۸۲	۶-۶-۶ تعویض غشاها

۷

۸۳	عملکرد و نگهداری غشا
۸۳	۱-۷ به هم فشردگی غشا
۸۵	۲-۷ پلاریزاسیون غلطی
۸۷	۳-۷ گرفتگی غشا
۸۹	۴-۷ علایم گرفتگی غشا

۹۲	۵-۷ تمیز کردن و احیای مجدد غشاها
۹۶	۶-۷ اقدامات پیشگیرانه
۹۶	۶-۷-۱ کلیات
۹۷	۶-۷-۲ جلوگیری از گرفتگی کلوییدی
۹۸	۶-۷-۳ جلوگیری از گرفتگی از طریق مواد آلی
۹۸	۶-۷-۴ جلوگیری از گرفتگی بیولوژیکی
۹۹	۶-۷-۵ تأثیر اسپسرها در شدت جریان محصول و گرفتگی غشا
۱۰۰	۷-۷ پایش عملکرد غشا
۱۰۰	۷-۷-۱ متغیرهای پایش فیزیکی و شیمیایی
۱۰۱	۷-۷-۲ روش‌های پایش عملکرد سیستم

۸

۱۰۳	آمایش پسماندهای پرتوزا
۱۰۳	۸-۱ مقدمه
۱۰۴	۸-۲ دسته‌بندی پسماندهای پرتوزا
۱۰۵	۸-۳ فرایندهای کاربردی برای آمایش پسماندهای پرتوزا
۱۰۶	۸-۳-۱ فرایند تبخیر
۱۰۶	۸-۳-۲ ترسیب شیمیایی
۱۰۷	۸-۳-۳ جذب سطحی و تبادل یون
۱۰۸	۸-۳-۴ فرایندهای غشایی
۱۱۰	۸-۳-۴-۱ انتخاب غشا برای کاربردهای هسته‌ای
۱۱۱	۸-۴ عملیات فرایند - از نقطه‌نظر ملاحظات ایمنی رادیولوژی
۱۱۱	۸-۴-۱ کنترل فرایند
۱۱۲	۸-۴-۱-۱ اتوماسیون
۱۱۲	۸-۴-۲ اقدامات احتیاطی در مواقع افزایش غیرقابل کنترل فشار
۱۱۳	۸-۴-۳ اقدامات احتیاطی در قبال افزایش دما
۱۱۳	۸-۴-۴ اقدامات احتیاطی در قبال سرریز مخزن‌ها
۱۱۳	۸-۴-۵ ضروریات حفاظت در برابر اشعه

- ۸-۴-۲ کنترل غشا..... ۱۱۴
- ۸-۴-۱ مسئله‌ی گرفتگی در آمایش پسماندهای پرتوزا..... ۱۱۴
- ۸-۴-۲ کنترل رسوب..... ۱۱۵
- ۸-۵ انواع فرایندهای غشایی استفاده‌شده برای آمایش LRW..... ۱۱۶
- ۸-۵-۱ فرایند اسمز معکوس برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا..... ۱۱۶
- ۸-۵-۱-۱ اسمز معکوس سه مرحله‌ای برای آمایش پسماندهای با میزان پرتوایی کم و متوسط..... ۱۱۷
- ۸-۵-۲ فرایند نانوفیلتراسیون برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا..... ۱۲۱
- ۸-۵-۳ فرایند رتروفیلتراسیون برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا..... ۱۲۱
- ۸-۵-۴ فرایند رتروفیلتراسیون - ترسیب برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا..... ۱۲۲
- ۸-۵-۵ فرایند اورتوفیلتراسیون - پلکس‌سازی برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا..... ۱۲۳
- ۸-۵-۶ فرایند میکروویتراسیون برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا..... ۱۲۷
- ۸-۵-۷ فرایند تغلیظ‌کننده‌ی اسمزی برای آمایش پسماندهای مایع پرتوزا..... ۱۲۸
- ۸-۶ منابع پسماند، انواع و مشخصات..... ۱۲۸
- ۸-۶-۱ نیروگاه‌های هسته‌ای..... ۱۲۹
- ۸-۶-۱-۱ رآکتورهای آب تحت فشار (PWR)..... ۱۲۹
- ۸-۶-۱-۲ رآکتورهای آب جوشان..... ۱۲۹
- ۸-۶-۱-۳ رآکتورهای آب سنگین..... ۱۲۹
- ۸-۶-۲ فعالیت‌های مراکز پژوهشی..... ۱۳۰
- ۸-۶-۳ سایر منابع..... ۱۳۰
- ۸-۷ فناوری غشایی در صنعت هسته‌ای..... ۱۳۰
- ۸-۷-۱ اسمز معکوس..... ۱۳۴
- ۸-۷-۱-۱ بازیافت اسید بوریک از آب خنک‌کننده‌ی رآکتور (انرژی اتمی کانادا AECCL)..... ۱۳۴
- ۸-۷-۲ فرایند اسمز معکوس همراه با پیش‌آمایش متداول..... ۱۳۵
- ۸-۷-۲-۱ زه‌آب‌های نیروگاه هسته‌ای و سایر پسماندهای مختلف..... ۱۳۵
- ۸-۷-۲-۲ زه‌آب‌های کف و سایر پسماندهای BWR (نیروگاه هسته‌ای Pilgrim آمریکا)..... ۱۳۸
- ۸-۷-۳ فرایند اسمز معکوس به همراه پیش‌آمایش با اولترافیلتراسیون..... ۱۴۰
- ۸-۷-۳-۱ زه‌آب PWR، پسماندهای خروجی رآکتور، پسماند رزین‌های مستعمل و سایر جریان‌های متفرقه..... ۱۴۰
- ۸-۷-۳-۲ آمایش پسماندهای حاصل از شستشوی شیمیایی مولدهای بخار..... ۱۴۲

۱۴۴	۴-۷-۸ فرایند اسمز معکوس به همراه میکروفیلتراسیون
۱۴۴	۱-۴-۷-۸ پسماندهای صنایع دفاعی
۱۴۵	۲-۴-۷-۸ پسماند حاصل از مراکز پژوهشی هسته‌ای
۱۴۷	۵-۷-۸ اولترافیلتراسیون
۱۴۷	۱-۵-۷-۸ مایعات انتقالی حاصل از محیط‌های مستعمل نیروگاه هسته‌ای
۱۴۷	۲-۵-۷-۸ پسماندهای پرتوزای حاصل از رخت‌شوی‌خانه
۱۴۸	۶-۷-۸ میکروفیلتراسیون
۱۴۸	۱-۶-۷-۸ آب‌های سطحی آلوده
۱۴۹	۲-۶-۷-۸ آب‌های سطحی آلوده

۹

۱۵۱	جمع بندی
-----	----------

ضمیمه ی الف

۱۵۵	مثال‌هایی از واحدهای صنعتی فناوری‌های غشایی و نتایج عملیاتی آن‌ها
-----	---

ضمیمه ی ب

۱۷۷	معرفی سایر فرایندهای جداسازی غشایی
-----	------------------------------------

۲۰۹	مراجع
-----	-------