

صنعت کلر - قلیا؛

مبانی الکتروشیمیایی و دیدگاه‌های زیست محیطی

دکتر علی اولاد (استاد دانشکده شیمی - دانشگاه تبریز)

حمید ذبحی (دانشجوی دکتری تخصصی شیمی کاربردی - دانشگاه تبریز)

مراد اسلام‌زاده (دانشجوی دکتری تخصصی شیمی کاربردی - دانشگاه تبریز)

سوانسه	اولاد، علی، ۱۳۵۱-
عنوان و نام پدیدآور	صنعت کالر - قلیا؛ مبانی الکتروشیمیایی و دیدگاه‌های زیست محیطی / علی اولاد، حمید ذبحی، مراد اسلام‌زاده
مشخصات نشر	تبریز: دانشگاه تبریز، انتشارات، ۱۳۹۴
مشخصات ظاهری	۱۶۴ ص.: مصور، جدول، نمودار
فروست	انتشارات دانشگاه تبریز؛ ۶۶۸
شابک	۹-۵۵-۷۲۰۴-۶۰۰-۹۷۸: ۶۵۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	واژه‌نامه
یادداشت	کتاب‌نامه
موضوع	کالر -- صنعت و تجارت
موضوع	کالر -- صنعت و تجارت -- جنبه‌های زیست محیطی
موضوع	قلیایی‌ها -- صنعت و تجارت
موضوع	قلیایی‌ها -- صنعت و تجارت -- جنبه‌های زیست محیطی
شناسه افزودن	ذبحی، حمید، ۱۳۶۷-
شناسه افزوده	اسلام‌زاده، مراد، ۱۳۶۶-
شناسه افزوده	انتشارات:
رده‌بندی کنگره	۴۱۴/۵۶۶۰ HD
رده‌بندی دیوئی	۶۱/۴۱۲
شماره کتابشناسی ملی	۰۲۹۸۵۰:



انتشارات دانشگاه تبریز

صنعت کالر - قلیا مبانی الکتروشیمیایی و دیدگاه‌های زیست محیطی

تدوین و گردآوری:	دکتر علی اولاد - حمید ذبحی - مراد اسلام‌زاده
ویراستاری علمی:	دکتر حبیب رزمی
ویراستار ادبی:	دکتر محمد باقر بهادری
ناشر و فروست:	انتشارات دانشگاه تبریز ۶۶۸
تاریخ و نوبت چاپ:	۱۳۹۴ - اول
شمارگان:	۱۵۰۰ نسخه
شابک:	۹-۵۵-۷۲۰۴-۶۰۰-۹۷۸
قیمت:	-/۶۵۰۰۰ ریال
لیتوگرافی، چاپ و صحافی:	اداره انتشارات دانشگاه تبریز

این اثر مشمول قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

نشانی: تبریز - بلوار ۲۹ بهمن - دانشگاه تبریز - تلفن: ۳۳۳۹۲۶۶۹ نمابر: ۳۳۳۴۲۵۶۲

پیش گفتار

در حال حاضر جوامع بشری نیازهای اساسی خود را با استفاده از صنایع مختلف بر طرف می‌کنند که در این میان صنایع شیمیایی و الکتروشیمیایی نقش بسزایی دارند. صنعت کلر - قلیا از جمله صنایعی است که هم در تولید مواد اولیه به عنوان واحد پایین دستی برای سایر صنایع نقش ایفا می‌کند و هم قادر است محصولات نهایی را برای استفاده روزمره بشر تولید کند. از آنجایی که این صنعت یکی از زمینه‌های مهم فعالیت صنعتی و اقتصادی در دنیا و نیز کشورمان ایران محسوب می‌شود، لذا کسب دانش علمی و فنی بیشتر دربارهٔ اصول الکتروشیمیایی، محصولات تولیدی و همچنین مباحث مربوط به دیدگاه‌های زیست محیطی، برای دانشجویان شیمی و مهندسی شیمی و نیز فعالان این عرصه بسیار حائز اهمیت است. محصولات صنعت کلر - قلیا در بسیاری از صنایع دیگر به عنوان مواد مهم و بسیار ضروری مورد استفاده قرار می‌گیرند. به طوری که برخی از صنایع شیمیایی، تولید کلر و قلیا را در کنار واحد اصلی به منظور تامین نیازهای خود به این مواد اجرا می‌کنند. از طرف دیگر قیمت پایین به کسب سود، سبب کلرید به عنوان ماده اولیه مصرفی در این صنعت و نیز بالا بودن جرم مولی کلر، ارزش افزوده صنعت کلر - قلیا را بالا می‌برد.

با توجه به گسترده بودن مؤلفه‌های مؤثر در صنعت کلر - قلیا؛ اعم از مواد مصرفی و منتشر شده، فرایندهای تولید و نوع فناوری‌های مورد استفاده، بررسی‌های جامعی در مورد کارایی هر کدام از این فناوری‌ها با هدف ارائه اطلاعات مفید و کاملی در مورد این مؤلفه‌ها در کتاب حاضر صورت گرفته است. خواننده پس از مطالعه می‌تواند دید وسیعی در حیطه مواد اولیه، ویژگی‌های محصولات، فناوری‌های بکار رفته و دیدگاه‌های زیست محیطی کسب نموده و توانایی تصمیم‌گیری صحیح درباره انتخاب بهترین فناوری را داشته باشد.

دکتر علی‌اولاد (استاد دانشکده شیمی - دانشگاه تبریز)

حمید ذبحی (دانشجوی دکتری تخصصی شیمی کاربردی - دانشگاه تبریز)

مراد اسلام‌زاده (دانشجوی دکتری تخصصی شیمی کاربردی - دانشگاه تبریز)

شهریور ۹۴

فصل اول: مقدمه‌ای بر صنعت کلر - قلیا

۱-۱- مقدمه.....	۱
۱-۲- تاریخچه صنعت کلر - قلیا.....	۴
۱-۳- فناوری‌های مورد استفاده در صنعت کلر - قلیا.....	۷
۱-۴- صنعت کلر - قلیا و محیط‌زیست.....	۹

فصل دوم: فرایندهای تولید در صنعت کلر - قلیا

۱-۲- سل‌های کلر - قلیا.....	۱۱
۱-۲-۱- جرابند سل جیوه‌ای.....	۱۷
۱-۲-۲- فرایند سل دیافراگمی.....	۲۴
۱-۲-۳- فرایند سل غشایی.....	۲۹
۱-۳-۱-۲- نمایشی از داده‌کننده یون.....	۳۲
۲-۲- فرایندهای کمکی.....	۳۹
۱-۲-۲- تهیه و ذخیره نمک.....	۴۰
۲-۲-۲- تخلیص آب نمک.....	۴۰
۱-۲-۲-۲- تخلیص اولیه.....	۴۱
۲-۲-۲-۲- تخلیص ثانویه (سل غشایی).....	۴۲
۳-۲-۲-۲- کنترل نیتروژن تری کلرید.....	۴۳
۴-۲-۲-۲- کلرزدایی و تغلیظ مجدد آب نمک.....	۴۴
۳-۲-۲- تولید، ذخیره و انتقال کلر.....	۴۵
۱-۳-۲-۲- ناخالصی‌های ممکن.....	۵۰
۲-۳-۲-۲- واحد جذب کلر.....	۵۲
۴-۲-۲- تولید، ذخیره و انتقال سود سوزآور.....	۵۳
۵-۲-۲- تولید، ذخیره و انتقال هیدروژن.....	۵۶

فصل سوم: مواد مصرفی و منتشر شده در صنعت کلر - قلیا

۱-۳- ورودی‌های تغذیه در خط تولید.....	۵۹
۱-۱-۳- سدیم کلرید / پتاسیم کلرید.....	۵۹
۲-۱-۳- آب.....	۶۰
۳-۱-۳- انرژی.....	۶۰

- ۶۲..... ۳-۱-۴- مواد جانبی
- ۶۳..... ۳-۲- خروجی‌های خط تولید
- ۶۴..... ۳-۳- مواد منتشر شده از سل‌های کلر - قلیا
- ۶۴..... ۳-۳-۱- نشر کلر
- ۶۴..... ۳-۳-۲- مواد منتشر شده ناشی از فرایند سل جیوه‌ای
- ۶۷..... ۳-۲-۱- انتشار جیوه به اتمسفر
- ۶۹..... ۳-۳-۲- انتشار جیوه به آب
- ۷۱..... ۳-۳-۲- تولید پسماندها در سل‌های جیوه‌ای
- ۷۵..... ۳-۳-۲- جیوه موجود در محصولات
- ۷۵..... ۳-۳-۳- مواد منتشر شده از فرایند سل دیافراگمی
- ۷۵..... ۳-۳-۱- انتشار آزبست به هوا
- ۷۶..... ۳-۳-۳- انتشار آزبست به آب
- ۷۶..... ۳-۳-۳- تولید پسماندها
- ۷۷..... ۳-۳-۴- مواد منتشر شده ناشی از فرایند سل غشایی
- ۸۳..... ۳-۳-۵- مواد منتشر شده ناشی از تولید، خنک‌سازی، خشک‌کردن، میعان و ذخیره‌گاز کلر
- ۸۶..... ۳-۳-۶- مواد منتشر شده حاصل از فرار ش سدیم و پتاسیم هیدروکسید
- ۸۷..... ۳-۳-۷- فرار ش هیدروژن
- ۸۷..... ۳-۳-۸- آلاینده‌های قدیمی واحدهای کلر - قلیا

فصل چهارم: انتخاب فناوری مناسب در صنعت کلر - قلیا

- ۸۹..... ۴-۱- موارد ایمنی و زیست محیطی
- ۹۳..... ۴-۱-۱- واحد جذب کلر
- ۹۴..... ۴-۱-۲- آندهای فلزی
- ۹۵..... ۴-۱-۳- تغلیظ مجدد سولفوریک اسید در محل
- ۹۶..... ۴-۱-۴- تصفیه فاضلاب حاوی اکسیدان‌های آزاد
- ۹۶..... ۴-۱-۴-۱- احیای شیمیایی
- ۹۷..... ۴-۱-۴-۲- احیای کاتالیزوری
- ۹۸..... ۴-۱-۴-۳- تخریب گرمایی
- ۹۸..... ۴-۱-۴-۴- نوچرخه کردن هیپوکلریت
- ۹۹..... ۴-۱-۴-۵- مقادیر مواد منتشر شده پس از تیمار
- ۹۹..... ۴-۱-۴-۶- آثار واسطه‌ای

- ۱-۴-۷- بررسی‌های اقتصادی ۱۰۰
- ۱-۴-۵- تتراکلرید کربن آزاد شده از میعان و تخلیص کلر ۱۰۰
- ۲-۴-۲- کارخانجات سل جیوه‌ای ۱۰۱
- ۱-۲-۴-۱- انتشار جیوه به هوا ۱۰۱
- ۱-۲-۴-۱-۱- اثر "حافظه جیوه" در محفظه سل ۱۰۲
- ۲-۲-۴-۱- حذف جیوه از خروجی‌های فرایند ۱۰۳
- ۲-۲-۴-۲- انتشار جیوه به درون آب ۱۰۴
- ۱-۲-۲-۴-۱- حذف جیوه از سود سوزآور ۱۰۵
- ۲-۲-۴-۲-۱- فناوری و تصفیه فاضلاب‌های حاوی جیوه به منظور بازیافت جیوه ۱۰۶
- ۲-۲-۴-۲-۲- تعیین واحدهای سل‌های جیوه‌ای به فناوری غشایی ۱۰۹
- ۱-۲-۲-۴-۱-۱- محلول آب نمک ۱۱۰
- ۲-۲-۴-۳-۲- حفظ سل ۱۱۱
- ۲-۲-۴-۳-۳- سل‌های رترو ۱۱۱
- ۲-۲-۴-۳-۴- منابع انرژی ۱۱۲
- ۲-۲-۴-۳-۵- تجهیزات تیمار گاز ۱۱۲
- ۲-۲-۴-۳-۶- تیمار سود سوزآور ۱۱۲
- ۲-۲-۴-۳-۷- لوله‌کشی فرایند ۱۱۳
- ۲-۲-۴-۳-۸- از کار انداختن سیستم ۱۱۳
- ۳-۴-۳- کارخانجات سل‌های دیافراگمی ۱۱۵
- ۱-۳-۴-۱- کاهش انتشار و هدر رفت آزبست ۱۱۵
- ۱-۳-۴-۱-۱- جلوگیری از فساد و نابودی دیافراگم ۱۱۶
- ۲-۳-۴-۱-۲- جلوگیری از انتشار به هوا ۱۱۶
- ۳-۳-۴-۱-۳- جلوگیری از خشک شدن آزبست و تبدیل شدن آن به آلوده کننده هوا ۱۱۷
- ۴-۳-۴-۱-۴- آب آلوده شده ۱۱۸
- ۵-۳-۴-۱-۵- تیمار کردن پسماندها ۱۱۸
- ۲-۳-۴-۲- کاربرد دیافراگم غیر آزبستی ۱۱۸
- ۱-۳-۴-۲-۱- عملکرد و قابلیت اجرایی دیافراگم‌های غیر آزبستی ۱۲۰
- ۳-۳-۴-۳- تبدیل سل‌های دیافراگمی آزبستی به غیر آزبستی یا سل‌های با فناوری غشایی ۱۲۱
- ۱-۳-۴-۳-۱- مقایسه تبدیل یک سیستم به حالت غشایی با حالت دیافراگم غیر آزبستی ۱۲۲
- ۴-۳-۴-۳-۴- دیافراگم‌های حاوی پیش کاتد ۱۲۳

- ۴-۴- کارخانجات با سل‌های غشایی ۱۲۶
- ۴-۴-۱- غشاهای ایزوتروپیک ۱۲۷
- ۴-۴-۱-۱- غشاهای میکرو حفره ۱۲۷
- ۴-۴-۱-۲- غشاهای چگال غیر حفره‌ای ۱۲۷
- ۴-۴-۱-۳- غشاهای باردار شده با الکتریسیته ۱۲۸
- ۴-۴-۲- غشاهای آنیزوتروپیک ۱۲۸
- ۴-۴-۳- غشاهای سرامیکی، فلزی و مایع ۱۲۹
- ۴-۴-۴- فرایندهای ساخت غشا ۱۲۹
- ۴-۴-۴-۱- غشاهای غیر حفره‌ای ایزوتروپیک ۱۲۹
- ۴-۴-۴-۲- غشاهای میکرو حفره‌دار ایزوتروپیک ۱۳۲
- ۴-۴-۴-۳- غشاهای آنیزوتروپیک ۱۳۵
- ۴-۴-۴-۴- غشاهای حلزی ۱۳۵
- ۴-۴-۴-۵- غشاهای سرامیکی ۱۳۶
- ۴-۴-۴-۶- غشاهای مار ۱۳۶
- ۴-۴-۴-۷- غشاهای الیاف نخی ۱۳۷
- ۴-۴-۴-۸- غشاهای مبادله کننده یون ۱۳۸
- ۴-۴-۴-۹- غشاهای تعویض یون نامرئی ۱۳۹
- ۴-۴-۵- غشاهای با کارایی بالا ۱۳۹
- ۴-۴-۶- کاتدهای قطبی نشده اکسیژن در سل‌های غشایی اصلاح شده ۱۴۱
- ۴-۴-۷- توسعه غشاهایی برای تولید مستقیم سود سوزآور ۵۰٪ ۱۴۵
- منابع ۱۴۷