

۱۶۱۹۵۷

ابن حجر

بررسی عملیات استخراج به روش فوق بحرانی

مؤلف :

کمال مقدمیان طعمی

سرشناسه	: مقدمیان طعمی، کمال، ۱۳۶۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: بررسی عملیات استخراج به روش فوق بحرانی / مولف کمال مقدمیان طعمی.
مشخصات نشر	: تهران: انتشارات راه دکتری: سنجش و دانش، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۱۷۳ ص: ۲۲ × ۲۹ س.م.
شابک	: 978-600-465-566-8
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۶۲ - ۱۷۳.
موضوع	: استخراج (شیمی)
موضوع	: Extraction (Chemistry)
رده بندی کنگ	: ۱۳۹۷ م۷/الف/ QD۶۳
رده بندی یی	: ۵۴۳/۰۸۹۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۲۳۲۴۰۵

بررسی عملیات استخراج به روش فوق بحرانی

مؤلف:

انتهارات راه دکتری (همکار سنجش و دانش)

تیراز:

نوبت چاپ:

شابک:

۱۳۹۷

۹۷۸-۶۰۰-۴۶۵-۵۶۶-۸

۱۸۰۰۰ تومان

*** کیری متن بلای و سوزی این اثر برای دولت محکمی بدست ***

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۱	روش‌های جداسازی
۱	تقطیر
۳	استخراج
۵	استخراج با فاز جامد
۶	دلایل جایگزینی استخراج با فاز جامد با استخراج مایع - مایع
۷	مراحل انجام استخراج با فاز جامد
۸	خصوصیات فاز جامد
۹	انواع فازهای جامد
۱۰	ویژگیهای پلیمرهای قالب موثر
۱۰	مزایای روش
۱۱	کاربردهای استخراج با فاز جامد
۱۱	عوامل موثر بر استخراج با فاز جامد
۱۱	میکرواستخراج با فاز جامد
۱۳	مزایای میکرو استخراج با فاز جامد
۱۴	پارامترهای بهینه‌سازی کردن میکرواستخراج با فاز جامد
۱۶	عوامل موثر بر مقدار ماده‌ی جذب شده
۱۷	انتخاب روش استخراج
۱۸	معایب میکرواستخراج با فاز جامد
۱۸	انواع فایبرها
۲۰	سنسینگ میکرواستخراج با فاز جامد
۲۰	انواع روشهای همزدن در میکرواستخراج با فاز جامد
۲۱	عوامل موثر بر میکرواستخراج با فاز جامد
۲۱	کاربردهای میکرواستخراج با فاز جامد
۲۲	الکترو میکرواستخراج با فاز جامد
۲۳	بهینه سازی و آماده سازی فایبر

۲۴.....	انتخاب نوع فایبر معز مداد.....
۲۷.....	تأثیر نمک در بازده استخراج.....
۲۷.....	تأثیر pH در ضریب استخراج.....
۲۸.....	بهینه سازی سرعت همزدن.....
۲۹.....	بهینه کردن زمان و کاربرد پتانسیل.....
۲۹.....	بهینه کردن دمای واجذب.....
۳۰.....	ارزیابی انتخاب پذیری روش.....
۳۱.....	روش تجزیه ای.....
۳۲.....	نتیجه.....
۳۲.....	میکرواستخراج فاز - آمد با فایبر پلیمرهای قالب مولکولی.....
۳۴.....	کارایی استخراج.....
۳۵.....	مراحل استخراج نقطه ابری.....
۳۶.....	سورفکتانت های یونی.....
۳۷.....	عوامل موثر بر استخراج نقطه ابری.....
۳۸.....	مزایای روش استخراج نقطه ابری.....
۳۸.....	کاربرد استخراج نقطه ابری.....
۳۸.....	میکرواستخراج قطره ای تنها.....
۴۰.....	مزایای میکرواستخراج با قطره.....
۴۰.....	عیب میکرواستخراج با قطره.....
۴۰.....	انواع روشهای میکرواستخراج با قطره.....
۴۰.....	میکرواستخراج قطره ای تنها به صورت مستقیم.....
۴۱.....	میکرواستخراج قطره ای تنها در فضای فوقانی.....
۴۴.....	عوامل موثر در استخراج.....
۴۵.....	میکرواستخراج جریان پیوسته.....
۴۷.....	کاربردهای روش میکرواستخراج با جریان پیوسته.....
۴۸.....	میکرواستخراج قطره ای الی شناور تجمعی.....
۵۰.....	میکرواستخراج فاز مایع با هالوفایبر.....

۵۰	انواع روشهای میکرو استخراج مایع با فایبر نرخیانی
۵۲	فاکتورهایی که بر روی این نوع استخراج تأثیر دارند
۵۳	عملهای شلاتهکنندهی المی
۵۳	کاربردهای روش میکرواستخراج فاز مایع با هالوفایبر
۵۴	میکرواستخراج مایع مایع بخشی
۵۶	عوامل مؤثر بر بازده استخراج
۵۶	کاربردهای میکرواستخراج مایع - مایع بخشی
۵۸	مقایسهی میکرواستخراج مایع مایع بخشی از نظر زمان استخراج
۵۹	میکرواستخراج حجمی با واحد سرما
۶۰	استخراج بر اساس ارجح میکرو
۶۱	مزایای روش استخراج مواج بحر ویر
۶۲	استخراج سیال فوق بحرانی
۶۴	استخراج با مگنت
۶۷	استخراج آب فوق بحرانی
۶۸	روشهای استخراج گاز
۶۸	استخراج فضای فوقانی ساکن
۶۸	فضای فوقانی لایه‌ی نازک
۶۹	استخراج با سیال فوق بحرانی
۷۰	تاریخچه
۷۱	تعریف سیال فوق بحرانی
۷۲	انتخاب حلال فوق بحرانی
۷۵	فشار و دما
۷۷	نمودپذیری و ویسکوزیته سیال فوق بحرانی
۷۹	عوامل مؤثر بر فرایند استخراج فوق بحرانی
۷۹	دما و فشار (دانشیه)
۸۰	تأثیر اصلاح گر بر استخراج با سیال فوق بحرانی
۸۴	دبی سیال فوق بحرانی

۸۵.....	محتوای آب
۸۵.....	حلالیت در فاز فوق بحرانی
۸۷.....	انحلال پذیری در سیال فوق بحرانی
۸۷.....	ایزوترم‌های انحلال پذیری و پدیده تقاض
۸۹.....	ایزوبارهای حلالیت
۹۰.....	روشن شدن سیال فوق بحرانی
۹۱.....	انسطاس سریع سیال فوق بحرانی
۹۳.....	فرایند آبی حلال فوق بحرانی
۹۴.....	عملیات ناپیوسته
۹۴.....	عملیات نیمه پیوسته با پیوسته
۹۵.....	تولید ذره از طریق فرایند محلول اشباع کاری
۹۸.....	کاهش فشار محلول آب به مشط شده
۱۰۲.....	کاربرد فرایندهای فوق بحرانی
۱۰۲.....	توسعه صنعتی و ملاحظات اقتصادی
۱۰۵.....	کاربرد های سیال فوق بحرانی در صنایع مختلف
۱۰۵.....	کاربرد سیالات فوق بحرانی در صنایع شیمیایی
۱۰۵.....	کاربرد سیالات فوق بحرانی در صنایع غذایی
۱۰۷.....	کاربرد سیالات فوق بحرانی در صنایع پلیمر
۱۰۸.....	تولید ذرات در اندازه های میکرو و نانو با استفاده از فناوری سیالات فوق بحرانی
۱۰۸.....	تولید انرژی به وسیله اکسیداسیون زغال سنگ در آب فوق بحرانی
۱۰۹.....	استخراج روغن اسانس نعناع توسط دی اکسید کربن فوق بحرانی
۱۱۰.....	استخراج امگا ۳ از روغن ماهی کلپکا با استفاده از دی اکسید کربن فوق بحرانی
۱۱۱.....	استخراج کلسترول از چربی گاو به وسیله دی اکسید کربن فوق بحرانی
۱۱۱.....	حجیه تبلیخ در آب فوق بحرانی
۱۱۲.....	استخراج مواد شیمیایی به وسیله دی اکسید کربن فوق بحرانی
۱۱۳.....	پودر کردن روغن نارگیل به وسیله دی اکسید کربن فوق بحرانی
۱۱۳.....	استخراج اسیدهای چرب از روغن سویا

۱۱۴.....	بودن کردن پلی اتیلن کلبکول به وسیله دی اکسیدکربن فوق بحرانی
۱۱۴.....	مدل سازی
۱۱۶.....	مدل های تجربی
۱۱۶.....	مدل ها براساس موازنه جرم دیفرانسیلی
۱۱۸.....	مدل سلول های شکسته و سالم
۱۲۳.....	فرضیات کلی
۱۲۴.....	شرح مدل
۱۲۶.....	تب: موازنه جرم برای باز جامد
۱۲۸.....	پی بعد سازی روابط
۱۳۰.....	ارزیابی پارامترهای مربوط در مدل
۱۳۱.....	خصوصیات فیزیکی
۱۳۷.....	ضریب نفوذ مولکولی
۱۳۸.....	ضریب انتقال جرم فیلمی
۱۳۹.....	ضریب پراکنندگی محوری
۱۴۰.....	شرایط تعادلی
۱۴۱.....	حل دستگاه معادلات دیفرانسیل جزئی
۱۴۷.....	مدل هسته کوچک شونده
۱۵۵.....	مدل سلول های شکسته و سالم
۱۶۲.....	منابع فارسی

استحصال یک گونه‌ی شیمیایی از نمونه‌های طبیعی یا آزمایشگاهی به منظور آنالیز یا کاربرد دارویی، خوراکی و صنعتی آنها مستلزم حذف سایر گونه‌های شیمیایی همراه در داخل نمونه است. به بیان دیگر همواره لازم است که گونه‌ی شیمیایی مورد نیاز خالص سازی شده سپس برای اهداف نامبرده مورد استفاده قرار گیرد. کلیه‌ی اعمال و فرایندهای فیزیکی یا شیمیایی که در این راستا به کار می‌روند، به نام روش‌های جداسازی نامیده می‌شوند. از روش‌های جداسازی می‌توان ته‌نشینی، نوبلورسازی، انجماد، تبخیر، تقطیر، استخراج مایع-مایع، استخراج فاز جامد، استخراج قطره‌ای، میکرواستخراج با فاز جامد، استخراج با گاز، مبادله‌ی یونی، جذب سطحی، کروماتوگرافی، الکتروکروماتوگرافی، الکترودیالیز، دیالیز و ... نام برد.

روش‌های جداسازی

در میان فرایندهای شناخته شده برای انجام عملیات جداسازی، فرایند تقطیر و استخراج اهمیت فراوانی داشته و از معمول‌ترین روش‌هایی می‌باشند که از دیرباز شناخته شده و به کار رفته‌اند. در زیر به طور خلاصه این روش‌ها توضیح داده خواهند شد.

تقطیر

تقطیر یک از مهم‌ترین و متداول‌ترین روش‌های جداسازی است. اساس آن بر توزیع اجزاء بین دو فاز بنیان گذاشته شده است. در واقع تقطیر یکی از متداول‌ترین راه‌های جداسازی مواد از یکدیگر به علت تفاوت نقطه جوش می‌باشد و یک فرایند فیزیکی برای جداسازی مواد با دمای جوش متفاوت است. تقطیر بر چند نوع است:

۱- تقطیر در فشار محیط

در این روش نمونه را داخل بالن قرار داده و سپس با افزودن آب و حرارت دادن مخلوط و خنک کردن بخار حاصل، تقطیر انجام می شود. قابل ذکر است روش کلونجر که در ادامه به توضیح آن خواهیم پرداخت در این دسته قرار می گیرد.

۲- تقطیر با آب یا بخار آب

وقتی که تقطیر در مجاورت بخار ماده مخلوط شدنی صورت می گیرد، فشار بخار آنها تحت تاثیر یکدیگر قرار نداشته و مخلوط در دمایی که مجموع فشارهای جزئی آنها برابر فشار محیط است تقطیر می شود. این روش شامل تقطیر دو مایع امتزاج ناپذیر در جریانی از بخار آب است که جهت استخراج اسانس از گیاهان تازه بکار می رود. گیاه را پس از جمع آوری و آماده کردن آن داخل محفظه محصور گیاه در دستگاه تقطیر قرار می دهیم، بخار با فشار مناسب از میان گیاه عبور کرده و در اثر حرارت، دیواره‌ی سلول‌های گیاه پاره می شود. ذرات اسانس همراه بخار جوشیده و به صورت بخار در می آیند. از آنجا که اسانس در آب حل نمی شود، به صورت فاز جداگانه با بخار از ستون استخراج می شود. در نتیجه تحت این شرایط اسانس در دمای پایین تر از نقطه جوش نرمال خود می ماند و اسانس همراه با بخار در قسمت سرد کننده‌ی دستگاه جمع می شود.

۳- تقطیر در خلاء

در این روش فرآیند تقطیر در خلاء (در فشار ۴۰ میلیمتر جیوه) صورت می گیرد.

۴- تقطیر در خلاء و بخار

این روش با انتقال گرما توسط بخار آب و با استفاده‌ی همزمان از پمپ خلاء جهت کاهش فشار کلی صورت می گیرد. بطور کلی این روش دارای اشکالاتی بوده و از آن زیاد استفاده نمی شود.

این روش برعکس تقطیر در خلاء بوده و باعث می شود که فرآیند تقطیر در دمای بیشتری نسبت به زمانی که در فشار محیط قرار دارد، صورت گیرد و دمای بالاتر باعث گسسته شدن مولکول های بزرگ (مانند مولکول های نفت) گردیده و ترکیب آنها را تغییر می دهد. البته روش های جدید تقطیر شامل یک یا دو مرحله تقطیر در فشار محیط بوده، که توسط تقطیر با بخار همراه می شود.

استخراج

استخراج روشی است که برای جداسازی که مستلزم انتقال ماده ای از یک فاز به فاز دیگر می باشد و بر چند نوع است.

۱. استخراج مایع - جامد: که به استخراج از یک مایع با مایع غیر امتزاج دیگر گفته می شود.
۲. استخراج فاز جامد: که به استخراج از یک مایع توسط یک بستر جامد اطلاق می شود.
۳. استخراج مایع - جامد: که به استخراج از جامد توسط مایع گفته می شود.

برای جدا کردن برخی از مواد از مخلوطها می توان روش های معمول تقطیر و استخراج را عمدتاً به لحاظ اقتصادی به کار گرفت، زیرا خواص فیزیکی و شیمیایی مواد و نیز شرایط مورد نیاز به گونه ای است که امکانات لازم جهت استفاده و کاربرد روش های معمول موجود را به طور رضایت بخش و با کیفیت بالا فراهم نمی سازد. اهم این موارد شامل بالا بودن نقطه جوش، نزدیک بودن نقطه جوش مواد مورد نظر، حساسیت مواد به دمای بالا، تأمین و بازیابی حلال می باشد. در اوایل دهه ۷۰، قیمت انرژی بر اثر اتفاقات جهانی به طور غیر قابل پیش بینی افزایش پیدا کرد که این مشکل بزرگی برای کشورهای صنعتی بود. در نتیجه اکثر مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی به جایگزینی فرآیندهایی با مصرف انرژی کمتر توجه کردند. در فرآیند استخراج با سیال فوق بحرانی بر خلاف عملیات استخراج مایع-مایع، بازیابی حلال با انبساط

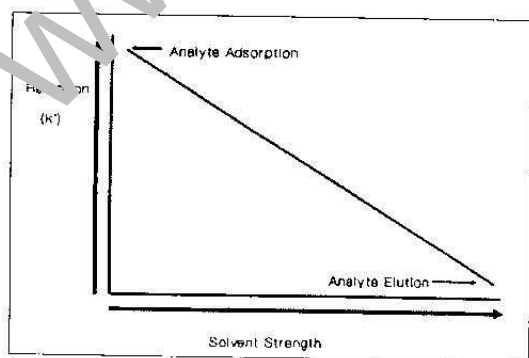
ناگهانی انجام می‌شود و برای بازیابی حلال نیازی به عملیات تقطیر نیست. این موضوع باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود. دلیل دیگر گسترش سیالات فوق بحرانی این است که فرایندهای غذایی، آرایشی، دارویی و غیره نیازمند رسیدن به درجه خلوص در حد استاندارد هستند. برای مثال بازیابی کامل حلال در صنایع دارویی و غذایی ضروری است. در حالی که در روش‌های معمول مانند تقطیر و استخراج مایع-مایع، بازیابی کامل حلال میسر نیست. از دلایل دیگر گسترش سیالات فوق بحرانی این است که حلال‌های آلی مخصوصاً حلال‌های کلردار که در روش‌های قدیمی جداسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند، برای محیط زیست مضر هستند. به طوری که گروه ثابت شده حلال‌های کلردار و بعضی از حلال‌های آلی مورد مصرف در صنایع، از قبیل کلروفلوئوروکربن، برای لایه‌ی ازن زیان‌آور بوده و از نظر دیدگاه شیمی سبز مردود می‌باشد. لذا جایگزینی گاز دی‌اکسید کربن به عنوان حلال در فرایندهای فوق بحرانی این مشکل برطرف شده است. زیرا گاز دی‌اکسید کربن دارای خواص بی‌اثر بر روی محیط زیست است. استفاده از حلال‌های آلی در مقیاس گسترده توسط طیف متنوعی از صنایع در سراسر جهان، یک خطر جدی برای محیط زیست به شمار می‌رود. از همین رو، پروتکل مونترال در سال ۱۹۸۷ با هدف اولیه‌ی محدود کردن و از بین بردن تولید و استفاده از حلال‌های مخرب لایه‌ی ازن، مانند کلروفلوئوروکربن‌ها شکل گرفت. در نتیجه سال‌ها مذاکرات صورت گرفته توسط برنامه محیط زیست سازمان ملل، هم‌اکنون بیش از ۱۷۰ کشور پروتکل مونترال و متمم‌های آنرا در لندن (۱۹۹۰)، کپنهاگ (۱۹۹۲) و پاریس (۱۹۹۹) امضا کرده‌اند. هم‌اکنون صنایع در سراسر جهان موظفند تا فرایندهای خود را به گونه‌ای طراحی کنند که نیاز به استفاده از حلال‌های آلی مخرب محیط زیست نداشته باشد.

در موارد ذکر شده و مشابه که از ملاحظات اقتصادی و محدودیت‌های عملی ناشی شده است، بایستی از روشی برای انجام عمل جداسازی استفاده نمود و یا امکان بهره‌گیری از آن را

بررسی کرد که آن روش حتی الامکان بتواند اکثر شرایط مورد نیاز و مخصوصاً شرایط عمده و غالب را تأمین کند و این روش استفاده از سیال فوق بحرانی در فرآیندهای جداسازی می‌باشد. بنا به دلایل یاد شده، با وجود آنکه مدت زمان زیادی از مطرح شدن سیالات فوق بحرانی و کاربردهای آنها در چرخه‌ی صنعت نمی‌گذرد، اما تحقیقات گسترده در این زمینه صورت گرفته و مقالات متعددی در کنفرانس‌ها، همایش‌ها و نشریات مهندسی پیرامون آنها به چاپ رسیده است.

استخراج با فاز جامد

این روش برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ برای آنالیز آنالیت‌های آلی در آب انجام شد که در این روش از کریستال‌های جاذب و از حلال‌های آلی به عنوان فاز شوینشی استفاده شده است. شکل ۱ تغییرات بارگذاری آنالیت بر نیروی یونی حلال را نشان می‌دهد. مکانیسم استخراج با فاز جامد همانند استخراج مایع-مایع می‌باشد. استفاده‌ی ستون‌های تجارتي استخراج با فاز جامد در سال ۱۹۷۰ معرفی شد، که سمایی از آن در شکل ۲ نشان داده شده است. از آن زمان این روش به سرعت رشد کرده و به طور موفقیت‌آمیزی از فازهای سیلیکاژل پیوندی نیز به عنوان جاذب استفاده شده است. این روش یکی از محبوب‌ترین روش‌های پیش‌تخلیظ نمونه می‌باشد.



شکل ۱- تصویر کشش یونی برای میکرواستخراج با فاز جامد.