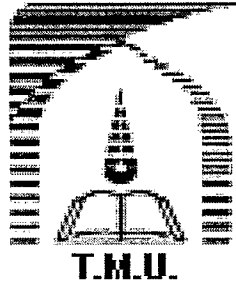


الله الرحمن الرحيم



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - طراحی فرایندها

بررسی جاذب غربال مولکولی کربن (CMS) در جداسازی نیتروژن از هوا با استفاده
از فرایند جذب با تناوب فشار (PSA)

شکوفه حسین زاده

استاد راهنما:

دکتر جعفر توفیقی

استاد مشاور:

دکتر مسعود مفرحی

زمستان ۱۳۸۶

۹۹۱۷۹

اطلاعات درج شده در این سند
مستند است

۱۳۸۷ / ۱۵ / ۲۵

۲۱۸۱۹۴



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان

خانم شکوفه حسین زاده پایان نامه ۹ واحدی خود را با عنوان بررسی جاذب غربال

مولکولی کربن در جداسازی نیتروژن از هوا به روش جذب با تناوب فشار در

تاریخ ۱۳۸۶/۱۲/۲۵ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و

پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - مهندسی شیمی پیشنهاد

می کنند.

اعضا	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیات داوران
	استاد	دکتر جعفر توفیقی داریان	استاد راهنما
	استادیار	دکتر مسعود مفرحی	استاد مشاور
	دانشیار	دکتر حسن پهلوانزاده	استاد ناظر
	استادیار	دکتر سعید پاک سرشت	استاد ناظر
	دانشیار	دکتر حسن پهلوانزاده	مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)

۹۹۱۷۹

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد. تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه / رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.


ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می‌شود.

نام و نام خانوادگی شکره حسینی

امضاء



آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته مهندسی راه است

که در سال ۱۳۸۶ در دانشکده فنی دانشگاه تربیت مدرس به

راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر معبّر ترمیزی مشاور سرکار خانم / جناب آقای دکتر

مسعود مرغی و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر _____ از آن دفاع

شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تادیه کند.

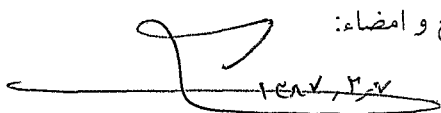
ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالعه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهند به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل و جه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروشو تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب سکندر حسن راه دانشجوی رشته مهندسی راه سید مرا مقطع

کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی سکندر حسن راه

تاریخ و امضاء:


۱۳۸۷/۲/۲۷

پاسداشت

دستانی پرتلاش و چشمانی نگران

به

پدر و مادرم

حرفی برای سپاس و ستایش

سپاسگذارم از او که این فرصت را برایم قرار داد تا بتوانم در محضر اساتیدی دانشمند و دلسوز،

درس چگونه زیستن را بیاموزیم. استادانی که نه تنها اندیشه راه، که اندیشیدن را می‌آموزند.

وظیفه می‌دانم از زحمات و راهنمایی‌های بی‌دریغ استاد بزرگووارم جناب آقای دکتر جعفر توفیقی،

تقدیر و تشکر نموده و از خداوند منان برای ایشان آرزوی نیکیبختی و تندرستی می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر مسعود مفرحی، مشاور پایان‌نامه که با راهنمایی‌های ارزشمندشان یاریم کردند

بی‌نهایت متشکرم.

در پایان از همه عزیزانی که مرا در طی انجام این پایان‌نامه یاری نمودند، کمال سپاسگذاری را

دارم.

چکیده

جداسازی گازها یکی از فرآیندهای مهم و پرهزینه موجود در صنعت می‌باشد. در سال‌های اخیر جذب سطحی به عنوان یک فرایند اقتصادی به ویژه در حجم کم تولید، در مقابل روش‌های پرهزینه مانند تقطیر تبریدی مورد توجه قرار گرفته است. فرایند جذب سطحی با تناوب فشار^۱ به طور وسیعی در جداسازی و خالص‌سازی گازها به کار می‌رود. به منظور توسعه این فرایند یک واحد آزمایشگاهی شامل چهار بستر به طول یک متر و قطر خارجی ۳/۵ سانتی‌متر، مجهز به سیستم‌های کنترل و آنالیز، در دانشگاه تربیت مدرس راه‌اندازی شده است.

در کار حاضر فرایند جداسازی نیتروژن از هوا توسط جاذب غربال مولکولی کربن^۲ به روش جذب با تناوب فشار، به صورت آزمایشگاهی و تئوری مورد بررسی قرار گرفت. برای این جداسازی، یک سیکل ۷ مرحله‌ای شامل مراحل فشاردهی با خوراک، جذب، تعادل فشار به فشار کمتر، تخلیه، پاکسازی، تعادل فشار به فشار بیشتر و خنثی، استفاده شد.

آزمایشات در زمان سیکل‌های مختلف (۱۰۰ تا ۲۴۰ ثانیه‌ای) و شدت جریان‌های مختلف محصول (۱/۲۵ تا ۱۰ لیتر بر دقیقه) و پاکسازی (۱ تا ۷/۵ لیتر بر دقیقه) انجام گرفت. بیشترین درصد خلوص به دست‌آمده ۹۸/۱۶ با میزان بازیابی ۱۵/۴، و بیشترین میزان بازیابی به دست آمده ۴۸/۲ با خلوص ۸۸/۶ بود.

مدل‌سازی فرایند بر اساس فرض‌های نیروی محرکه خطی برای شدت انتقال جرم، ایزوترم لانگمویر برای جذب تعادلی نیتروژن و اکسیژن و مدل جریان قالبی^۳ پراکنده محوری انجام شد. برای حل معادلات ریاضی از روش Orthogonal Collocation و نرم‌افزار MATLAB استفاده گردید. تأثیر پارامترهای زمان سیکل، شدت جریان پاکسازی، طول بستر و شدت جریان محصول

^۱ . Pressure Swing Adsorption (PSA)

^۲ . Carbon Molecular Sieve (CMS)

^۳ . Plug

به صورت تجربی و با استفاده از مدل‌سازی، بررسی و نتایج حاصل از آزمایشات و مدل‌سازی

مقایسه شدند. نتایج آزمایشگاهی و نتایج حاصل از مدل‌سازی فرایند، تطابق خوبی را نشان دادند.

لغات کلیدی: جذب سطحی با تناوب فشار (PSA)، نیتروژن، غربال مولکولی کربن، مدل‌سازی

ریاضی، اورتوگونال کالوکیشن

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه

- ۱.....مقدمه
- ۱-۱ تئوری جذب سطحی.....۲
- ۱-۱-۱ جذب سطحی فیزیکی یا واندروالس.....۳
- ۱-۱-۲ جذب شیمیایی.....۳
- ۲-۱ دسته بندی فرایندهای جداسازی به روش جذب سطحی بر اساس احیای جاذب.....۴
- ۱-۲-۱ تناوب دما (TSA).....۴
- ۲-۲-۱ تناوب فشار (PSA).....۴
- ۳-۲-۱ استفاده از یک گاز بی اثر.....۵
- ۴-۲-۱ استفاده از یک گاز به منظور جابه جایی با جزء جذب شونده.....۵
- ۳-۱ دسته بندی فرایندهای جداسازی به روش جذب سطحی بر اساس مکانیزم جداسازی.....۵
- ۴-۱ جاذب های صنعتی.....۶
- ۱-۴-۱ طبیعت جاذب ها.....۶
- ۲-۴-۱ انواع جاذب.....۷
- ۱-۲-۴-۱ سیلیکاژل.....۷
- ۲-۲-۴-۱ ژئولیت.....۸
- ۳-۲-۴-۱ غربال مولکولی کربن.....۸
- ۳-۴-۱ معیار انتخاب جاذب.....۹
- ۵-۱ جذب با تناوب فشار.....۱۰
- ۶-۱ جداسازی هوا به روش جذب با تناوب فشار.....۱۳
- ۱-۶-۱ جداسازی اکسیژن از هوا.....۱۳
- ۲-۶-۱ جداسازی نیتروژن از هوا.....۱۳
- ۷-۱ مروری بر کارهای انجام شده.....۱۴

فصل دوم: واحد آزمایشگاهی جذب با تناوب فشار

مقدمه.....	۱۷
۱-۲ شرح واحد آزمایشگاهی جذب با تناوب فشار.....	۱۸
۱-۱-۲ بخش خوراک.....	۱۹
۲-۱-۲ بسترها.....	۱۹
۳-۱-۲ بخش تنظیم فشار.....	۲۱
۴-۱-۲ بخش کنترل فرایند.....	۲۲
۵-۱-۲ بخش آنالیز.....	۲۲
۲-۲ شرح فرایند.....	۲۲

فصل سوم: مدل سازی ریاضی فرایند

مقدمه.....	۲۶
۱-۳ ایزوترم های جذب سطحی.....	۲۶
۲-۳ تئوری مدل.....	۲۸
۱-۲-۳ فرضیات استفاده شده در مدل سازی.....	۲۸
۲-۲-۳ موازنه جرم.....	۲۹
۱-۲-۲-۳ انتقال جرم در فاز گاز.....	۲۹
۲-۲-۲-۳ انتقال جرم در فاز جامد (ذرات جاذب).....	۳۱
۳-۲-۳ معادلات و شرایط مرزی مراحل.....	۳۲
۳-۳ بدون بعد کردن معادلات.....	۳۷
۴-۳ حل معادلات.....	۴۱
۱-۴-۳ روش اورتوگونال کالوکیشن.....	۴۱
۲-۴-۳ آماده سازی معادلات به روش اورتوگونال کالوکیشن برای حل.....	۴۹

فصل چهارم: نتایج آزمایشات و مدل سازی

مقدمه.....	۵۶
۱-۴ نتایج آزمایشات.....	۵۶

۶۴	۲-۴ نتایج مدل سازی فرایند.....
۶۶	۱-۲-۴ بررسی تغییرات غلظت و سرعت به دست آمده از شبیه سازی فرایند برای کلیه مراحل یک سیکل.....
۷۲	۳-۴ بررسی تأثیر پارامترهای مختلف بر عملکرد فرایند به صورت آزمایشگاهی و مدل سازی
۷۴	۱-۳-۴ بررسی الگوی فشار.....
۷۶	۲-۳-۴ بررسی اثر شدت جریان پاکسازی بر خلوص محصول.....
۷۸	۳-۳-۴ بررسی اثر شدت جریان محصول بر خلوص.....
۸۱	۴-۳-۴ بررسی عملکرد فرایند.....
۸۴	۵-۳-۴ بررسی اثر ارتفاع بستر بر خلوص محصول.....
۸۵	۵-۴ نتیجه گیری.....
۸۶	۶-۴ پیشنهادات.....
۸۷	فهرست مراجع.....

فهرست علائم و نشانه‌ها

علائم اختصاری	عنوان
$A (cm^2)$	سطح مقطع خالی بستر
$A(j, i)$	ضریب گرادیان در روش اورتوگونال کالوکیشن
$b(1/atm)$	پارامتر تعادلی مدل لانگمویر
$B(j, i)$	ضریب لاپلاسیان در روش اورتوگونال کالوکیشن
$C_i (mol / cm^3)$	غلظت جزء i در فاز گاز
$C_i (mol / cm^3)$	غلظت کل در داخل بستر
$D_L (cm^2/sec)$	ضریب نفوذ محوری
$k_i (1/sec)$	ضریب انتقال جرم جزء i
$L (cm)$	طول بستر
n	تعداد ذرات جامد
N	تعداد نقاط کالوکیشن
$N_i (mol / cm^2 \cdot sec)$	شار مولی جزء i
$P_i (bar)$	فشار کل
$P_H (bar)$	فشار بالا در هر مرحله
$P_L (bar)$	فشار پایین در هر مرحله
$q_i (mol / cm^3)$	غلظت جزء i در فاز جامد
$q_i^* (mol / cm^3)$	غلظت جزء i در فاز جامد در حال تعادل با فاز گاز
$q_{is} (mol / cm^3)$	غلظت اشباع جزء i در فاز جامد
$R (J / gm \cdot mol / K)$	ثابت عمومی گازها
$t (sec)$	زمان
$T (K)$	دمای بستر
$V (cm / sec)$	سرعت جریان داخل بستر
$V_{OH} (cm / sec)$	سرعت جریان در ورودی (ابتدای بستر) مرحله جذب
$V_{OL} (cm / sec)$	سرعت جریان در ورودی (انتهای بستر) مرحله پاکسازی
$V_P (cm^3)$	حجم یک ذره جاذب
$V_t (cm^3)$	حجم کل بستر
$z (cm)$	فاصله از نقطه ورودی بستر
\mathcal{E}	ضریب تخلخل

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۲۰	(۱-۲) مشخصات جاذب استفاده شده در جداسازی نیتروژن از هوا
۲۰	(۲-۲) مقدار جاذب موجود در هر بستر
۲۵	(۳-۲) ترتیب زمانی بسترها
۵۷	(۱-۴) ماتریس آزمایشات انجام شده برای سیکل ۱۰۰ ثانیه ای
۵۸	(۲-۴) نتایج آزمایشات جداسازی نیتروژن از هوا توسط CMS در فشار ۷ بار
۶۵	(۳-۴) پارامترهای استفاده شده در شبیه سازی فرایند
۷۳	(۴-۴) مقایسه درصد خلوص و میزان بازیابی به دست آمده از آزمایشات و شبیه سازی

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۸	(۱-۲) نمایی از واحد آزمایشگاهی.....
۲۱	(۲-۲) نمودار جریان واحد آزمایشگاهی.....
۲۵	(۳-۲) وضعیت بسترها در ۲۵ ثانیه از یک سیکل ۱۰۰ ثانیه ای.....
۲۹	(۱-۳) المان حجمی به صورت استوانه.....
۶۳	(۱-۴) تغییرات فشار بسترها مربوط به سیکل ۲۴۰ ثانیه ای و فشار ۷ بار در دو سیکل متوالی.....
۶۳	(۲-۴) تغییرات دما نسبت به زمان در یک بستر مربوط به سیکل ۲۴۰ ثانیه ای و فشار ۷ بار.....
۶۷	(۳-۴) تغییرات غلظت نیتروژن بدون بعد به دست آمده از مدل سازی، در فاز گاز در طول بستر.....
۶۹	(۴-۴) تغییرات غلظت نیتروژن بدون بعد به دست آمده از مدل سازی، در فاز گاز نسبت به زمان.....
۷۰	(۵-۴) تغییرات سرعت بدون بعد به دست آمده از مدل سازی، در ورودی بستر، نسبت به زمان.....
۷۱	(۶-۴) تغییرات سرعت بدون بعد بدست آمده از مدل سازی، نسبت به زمان در انتهای یک بستر.....
۷۵	(۷-۴) تغییرات فشار آزمایشگاهی نسبت به زمان در یک سیکل ۱۴۰ ثانیه ای.....
۷۵	(۸-۴) تغییرات فشار تئوری نسبت به زمان در یک سیکل ۱۴۰ ثانیه ای.....
۷۶	(۹-۴) تغییرات خلوص محصول بر حسب جریان پاکسازی، در سیکل ۱۴۰ ثانیه ای.....
۷۷	(۱۰-۴) تغییرات خلوص محصول بر حسب جریان پاکسازی در سیکل ۲۴۰ ثانیه ای.....
۷۸	(۱۱-۴) تغییرات خلوص محصول بر حسب جریان پاکسازی در سیکل ۱۶۰ ثانیه ای.....
۷۹	(۱۲-۴) تغییرات خلوص تجربی و تئوری نسبت به شدت جریان محصول در سیکل ۲۴۰ ثانیه ای.....
۷۹	(۱۳-۴) تغییرات خلوص تجربی و تئوری نسبت به شدت جریان محصول در سیکل ۱۶۰ ثانیه ای.....
۸۰	(۱۴-۴) تغییرات خلوص تجربی نسبت به شدت جریان محصول در سه زمان سیکل مختلف.....
۸۱	(۱۵-۴) تغییرات خلوص تجربی نسبت به شدت جریان محصول در زمان سیکل های مختلف.....
۸۲	(۱۶-۴) تغییرات درصد خلوص و میزان بازیابی نسبت به هم در سیکل ۲۴۰ ثانیه ای.....
۸۲	(۱۷-۴) تغییرات درصد خلوص و میزان بازیابی نسبت به هم در سیکل ۲۴۰ ثانیه ای.....
۸۳	(۱۸-۴) تغییرات خلوص با میزان بازیابی در سه زمان سیکل مختلف.....
۸۴	(۱۹-۴) تأثیر ارتفاع بستر بر خلوص محصول، در سیکل ۱۴۰ ثانیه ای.....

فصل اول

مقدمه

مقدمه

فرایند جذب با تناوب فشار^۱ به طور وسیعی برای جداسازی گازها مورد استفاده قرار می‌گیرد. از اصلی‌ترین کاربردهای جذب با تناوب فشار می‌توان بازیابی و خالص‌سازی هیدروژن، جداسازی هوا به منظور تولید اکسیژن یا نیتروژن، جداسازی نرمال و ایزو پارافین‌ها و انواع عملیات خشک کردن را نام برد [۱]. جذب با تناوب فشار یک فرایند سیکلی برای جداسازی مخلوط‌های گازی توسط جذب سطحی است. برای فرایند جداسازی توسط جذب سطحی اصلی‌ترین چیزی که مورد نیاز است جاذبی است که یک یا چند جزء را به صورت انتخابی از یک جریان خوراک مخلوط جذب نماید. تمام فرایندهای جداسازی با جذب سطحی از دو مرحله اصلی تشکیل شده‌اند: جذب سطحی^۲، که در طی آن اجزاء انتخابی از خوراک جدا می‌شوند؛ احیاء^۳ یا دفع^۴، که در آن اجزائی که در مرحله جذب سطحی جذب جاذب شده‌اند از سطح جاذب جدا می‌شوند تا جاذب برای سیکل بعدی قابل استفاده باشد. جذب با تناوب فشار فرایند جذب سطحی‌ای است که در آن، جاذب با کاهش فشار جزئی احیاء می‌شود. عملکرد مناسب و مؤثر یک واحد PSA به دستیابی به ترکیبی درست از متغیرهای فرایند مانند شدت جریان پاکسازی، شدت جریان خوراک یا محصول، فشار عملیاتی، مدت زمان سیکل و طول بستر، بستگی دارد. ترکیب این متغیرها و پارامترهای تعادلی و سینتیکی رسیدن به یک نقطه بهینه را بسیار سخت و پیچیده می‌کند، بنابراین نیاز به

^۱ . Pressure Swing Adsorption (PSA)

^۲ . Adsorption

^۳ . Regeneration

^۴ . Desorption

شبيهه‌سازى فرايند جذب با تناوب فشار، احساس مى‌گردد. در هر مرحله از يك سيكل PSA، براى توضيح رفتار ديناميكي سيستم PSA از معادلات ديفرانسيل جزئى و معمولى استفاده مى‌شود. موضوع اين پروژه انجام آزمايشات مربوط به جداسازى نيتروژن از هوا توسط جاذب غربال مولكولى (CMS)، مدل‌سازى فرايند با استفاده از روش اورتوگونال كالوكيشن¹ و نرم افزار MATLAB، بررسى اثر متغيرهاى عملياتى به صورت تجربى و نيز با استفاده از مدل‌سازى و در نهايت مقايسه نتايج تجربى و مدل‌سازى است.

۱-۱ تئورى جذب سطحى

جداسازى گازها يكي از مهم‌ترين فرايندهاى موجود در صنعت است. فرايندهاى جداسازى كه اغلب استفاده مى‌شوند عبارتند از: تقطير تبريدى، جذب، جذب سطحى و غشاءها. در تمامى فرايندهاى جذب سطحى دو فاز وجود دارد، فاز سيال كه شامل مواد جذب شونده است و فاز جامد كه عبارت است از جاذب متخلخل [۲]. در عمليات جذب سطحى از توانايى جامدهاى مخصوص براى جدا كردن اجزاء مشخصى از محلول و جمع كردن اين اجزاء بر روى سطح جامد استفاده مى‌شود. و به اين ترتيب اجزاء محلول‌هاى مايع يا گازى شكل از هم جدا مى‌شوند [۳]. معمولاً ذرات كوچك جامد (جذب كننده سطحى) در بسترى ثابت نگه داشته مى‌شوند و گاز به طور پيوسته از آن عبور مى‌كند تا اينكه جامد تقريباً اشباع شود و جداسازى مورد نظر ديگر قابل انجام نباشد. در اين زمان، جريان به بستر دوم انتقال مى‌يابد تا اينكه جاذب اشباع شده، تعويض يا احياء شود.

اساسى‌ترين كاربردهاى عملى جذب سطحى عبارتند از [۴]:

- جداسازى و خالص‌سازى مخلوط‌هاى مايع و گازى شكل
- خشك كردن گازها و مايعات قبل از اينكه وارد سيستم‌هاى صنعتى شوند

¹. Orthogonal Collocation

- بازیابی مواد شیمیایی زائد در سیستم‌های صنعتی
- تصفیه آب

در عملیات جذب سطحی دو نوع جداسازی وجود دارد:

۱. جذب سطحی فیزیکی یا واندروالس
۲. جذب سطحی شیمیایی

۱-۱-۱ جذب سطحی فیزیکی یا واندروالس:

این نوع جذب از طریق نیروهای بین مولکولی جامد و جزء جذب شونده صورت می‌گیرد و یک پدیده برگشت پذیر است. جزء جذب شده به داخل ساختارها نفوذ نمی‌کند و در آن حل نمی‌شود، بلکه بر روی سطح آن باقی می‌ماند، هر چند که اگر جامد بسیار متخلخل بوده و حاوی حفره‌های ریز زیادی باشد امکان ورود اجزاء جذب شده به داخل این حفره‌ها وجود خواهد داشت. زمانی که تعادل برقرار است فشار جزئی ماده جذب شده با فشار جزئی فاز گاز در تماس با آن مساوی است. با پایین آوردن فشار فاز گازی یا افزایش دما، اجزای جذب شده دفع می‌شوند و در نتیجه جاذب احیاء می‌شود [۳].

۲-۱-۱ جذب شیمیایی:

جذب سطحی شیمیایی نتیجه واکنش بین جامد و ماده جذب سطحی شده، است. در این نوع جذب پیوندهای قوی تری نسبت به جذب فیزیکی صورت می‌گیرند. این فرایند برگشت ناپذیر است. همان موادی که در یک دمای پایین به صورت فیزیکی جذب سطحی جامد شدند، ممکن است در دمای بالاتر به صورت شیمیایی جذب جامد شوند و حتی ممکن است که هر دو نوع جذب فیزیکی و شیمیایی همزمان انجام شوند [۳].

۲-۱ دسته‌بندی فرایندهای جداسازی به روش جذب سطحی بر اساس احیای

جاذب

پس از گذشت مدتی از انجام عملیات جذب سطحی، در اثر جذب مولکول‌های جاذب شونده درخلل و فرج جاذب، ظرفیت جذب جاذب تمام می‌شود و از نقطه نظر تعادل دینامیکی غیر فعال می‌شود و برای استفاده مجدد از جاذب لازم است که با بیرون راندن جزء سنگین، احیاء شود. برای احیاء جاذب چندین روش وجود دارد که هر کدام مناسب شرایط خاص عملیاتی و فرآیندی می‌باشند. در برخی موارد نیز می‌توان از ترکیبی از این روش‌ها استفاده می‌شود. روش‌های رایج احیای جاذب عبارتند از:

۱-۲-۱ تناوب دما (TSA)

در این روش جاذب با افزایش درجه حرارت احیاء می‌شود. درجه حرارت معمولاً با استفاده از عبور یک گاز پیش‌گرم شده افزایش می‌یابد. روش تناوب دما نسبتاً کند است و معمولاً در خالص‌سازی-ها استفاده می‌شود [۲].

۲-۲-۱ تناوب فشار (PSA)

روش تناوب فشار رایج‌ترین روش احیاء جاذب است. در این روش احیای جاذب با کم کردن فشار انجام می‌شود. مزیت استفاده از تناوب فشار نسبت به تناوب دما، این است که تغییر فشار بسیار سریعتر از دما ایجاد می‌شود، و در نتیجه این امکان وجود دارد که از زمان سیکل کوتاه تری استفاده کنیم و بنابراین میزان خوارک‌دهی به ازای واحد حجم بستر جاذب افزایش می‌یابد [۱].