دانشگاه تبریز

دانشکده فنی و مهندسی مکانیک

گروه مهندسی شیمی

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته‌ی مهندسی شیمی

عنوان

بهینه سازی شرایط عملیاتی برج ۱۰۳ پتروشیمی تبریز به منظور جداسازی بیشتر بنزین از نفت کوره

استاد راهنما

دکتر سید حسین حسینی

استاد مشاور اول

دکتر فائزه آقازاده

استاد مشاور دوم

دکتر علی فرضی

پژوهشگر

محمد محمدی

شهریور ۹۱

نام‌خانوادگی دانشجو: محمدی نام: محمد

عنوان پایان‌نامه: بهینه سازی شرایط عملیاتی برج ۱۰۳ پتروشیمی تبریز به منظور جداسازی بیشتر بنزین از نفت کوره

استاد راهنما: دکتر سید حسین حسینی

استاد مشاور اول: دکتر فائزه آقازاده

استاد مشاور دوم: دکتر علی فرضی

مقطع تحصیلی: کارشناسی‌ارشد رشته: مهندسی شیمی گرایش: - دانشگاه: تبریز

دانشکده: مکانیک تاریخ فارغ‌التحصیلی: شهریور ۹۱ تعداد صفحه: ۹۱

کلید واژه‌ها: تقطیر، برج تقطیر، بهینه سازی، شرایط عملیاتی، تابع هدف

چکیده:

نفت به عنوان یکی از مهمترین و ارزشمندترین منابع انرژی امروزه زندگی انسان‌ها را شدیداً تحت تأثیر قرار داده است. با توجه به بالا رفتن قیمت نفت و اهمیت این ماده در بازارهای جهانی بهینه‌سازی شرایط عملیاتی برجهایی که در آنها این ماده به مشتقاتش تفکیک می گردد بسیار حائز اهمیت می‌باشد. بنزین یکی از مشتقات ارزشمند نفت است که از جایگاه ویژه ای در میان سایر سوخت ها برخوردار است. به همین دلیل جداسازی هر چه بیشتر این ماده از سایر مشتقات نفت ضرورت خاصی دارد.

در این پایان‌نامه به بهینه سازی شرایط عملیاتی برج تقطیر در خلأ پتروشیمی تبریز به منظور جداسازی بیشتر بنزین از نفت کوره با استفاده از نرم افزار اسپن پلاس پرداخته شده است. در فصل اول مقدمه‌ای بر عملیات تقطیر و معرفی برج‌های تقطیر ارائه شده‌است. همچنین مروری بر کارهای انجام شده در زمینه‌ی بهینه‌سازی برج‌های تقطیر مد نظر قرار گرفته‌است. در فصل دوم به ارائه‌ی مفاهیم و معادلات برج تقطیر، معرفی نرم‌افزار اسپن پلاس، شرح مختصری راجع به واحد A ی پتروشیمی تبریز و همچنین شرح کلیات بهینه‌سازی و تعریف تابع هدف پرداخته شده‌است. و فصل سوم مربوط به نتایج نرم‌افزاری، بحث و نتیجه‌گیری نهایی و ارائه‌ی پیشنهادات می‌باشد.

متغیرهای عملیاتی شامل نسبت جریان برگشتی، فشار عملیاتی برج، میزان زیرسردسازی جریان برگشتی و موقعیت ورود خوراک مورد بررسی قرار گرفته‌اند و تابع هدف بر مبنای بیشینه‌شدن سود خالص مربوط به واحد تعریف شده‌است. مشاهده می‌شود که با بهینه‌شدن شرایط عملیاتی درصد خلوص بنزین در جریان بالای برج و در نتیجه مقدار سود واحد به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته‌است.

فهرست مطالب

۱. مقدمه و مروری بر منابع ۱

۱-۱ انواع روشهای تقطیر ۲

۱-۱-۱ تقطیر ساده..... ۲

۱-۱-۲ تقطیر تعادلی یا تبخیر آنی..... ۵

۱-۱-۳ تقطیر جزء به جزء ۵

۱-۱-۴ تقطیردرخلا ۶

۱-۱-۵ تقطیر به کمک بخار آب..... ۷

۱-۱-۶ تقطیر آزئوتروپی ۷

۱-۱-۷ تقطیر استخراجی ۷

۱-۱-۸ تقطیر غشایی ۸

۱-۱-۹ تقطیر واکنشی ۹

۱-۲ ستون های تقطیر ۹

۱-۲-۱ برجهای سینی دار..... ۱۲

۱-۲-۲ برجهای انباشته(پرشده) ۱۴

۱-۳ مروری بر منابع ۱۶

۲. مواد و روش‌ها..... ۳۷

۲-۱- مفاهیم تقطیر و معادلات ستون تقطیر ۳۸

۲-۲- معرفی نرم افزار اسپن پلاس ۴۸

۲-۲-۱- مدلهای شبیه سازی برجهای تقطیر..... ۵۱

۲-۲-۲- انتخاب صحیح معادله ی ترمودینامیکی ۵۶

۲-۳- معرفی واحد A و برج تقطیر ۱۰۳ پتروشیمی ۵۸

۲-۴- بهینه سازی..... ۶۴

۳. نتایج و بحث..... ۷۵

۳-۱ شبیه‌سازی ۷۶

۳-۱-۱ تعریف داده‌های ورودی..... ۷۶

۳-۱-۲ انتخاب بهترین معادله ترمودینامیکی..... ۷۷

۳-۲ بهینه‌سازی ۷۸

۳-۳ نتیجه‌گیری ۸۵

۳-۴ پیشنهادات ۸۶

مراجع ۸۸

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- فرایند تقطیر ناپیوسته ۳

شکل ۱-۲- فرایند تقطیر پیوسته ۴

شکل ۱-۳- فرایند تقطیر نیمه‌پیوسته ۵

شکل ۱-۴- شکل برج تقطیر استخراجی ۸

شکل ۱-۵- شماتیک برج تقطیر ۱۰

شکل ۱-۶- انواع سینیهای برج تقطیر ۱۱

شکل ۱-۷- نمونه صنعتی برج تقطیر ۱۳

شکل ۱-۸- شماتیک چگالنده های جزئی و کامل ۱۴

شکل ۱-۹- چند نوع پرکن متداول ۱۵

شکل ۱-۱۰- نمودار تغییرات ماکزیمم ظرفیت برج با تغییر فشار در نسبتهای مختلف ایزومر خوراک...
..... ۱۹

شکل ۱-۱۱- نمودار تغییرات ماکزیمم ظرفیت برج با تغییر فشار در درجات مختلف سردسازی جریان برگشتی ۱۹

شکل ۱-۱۲- تغییرات حداکثر ظرفیت برج بدون سابکولینگ کندانسور ۲۰

شکل ۱-۱۳- برجهای دیاباتیک و آدیاباتیک دی‌پنتانایزر ۲۱

شکل ۱-۱۴- برج تقطیر واکنشی ایده ال با خوراک دوگانه ۲۶

شکل ۱-۱۵- نمایی از برج تقطیر واکنشی شبیه‌سازی شده ۲۷

شکل ۱-۱۶- شماتیک واحد تقطیر با یک فلاش تانک برای جداسازی اولیه ۲۸

شکل ۱-۱۷- شماتیک واحد تقطیر با برج سینی دار برای جداسازی اولیه ۲۹

شکل ۱-۱۸- دیاگرام فرایندی برای شبیه‌سازی واحد تقطیر ۳۲

شکل ۱-۱۹- طراحی برج تقطیر واکنشی برای گوگرد زدایی آلکیلاسیونی بنزین ۳۴

شکل ۱-۲۰- محتوای گوگرد محصول برحسب جریان برگشتی ۳۵

شکل ۲-۱- تعادل فازهای مایع و بخار در فشار ثابت ۳۹

شکل ۲-۲- تعادل فازهای مایع و بخار در فشارهای مختلف ۳۹

شکل ۲-۳- نمودار روش مک‌کیب برای یک خوراک دوجزئی ۴۳

شکل ۲-۴- نمودارخط عمل خوراک برای حالتهای مختلف آن ۴۳

شکل ۲-۵- شماتیک روش ترسیمی پونچون ساواریت برای کندانسور جزئی ۴۵

شکل ۲-۶- بررسی موقعیت ورود خوراک، (a) دیاگرام مفهومی ورود با تعجیل و یا تأخیر خوراک،
(b)نمودار تعادلی و آنتالپی برای خوراک سرد ۴۸

شکل ۲-۷- شماتیک قسمت اولِ واحد ۶۰

شکل ۲-۸- شماتیک قسمت دومِ واحد ۶۱

شکل ۲-۹- شماتیک قسمت سومِ واحد ۶۲

شکل ۲-۱۰- شماتیک اجزا و عملکرد اجکتور ۶۴

شکل ۳-۱- منحنی نقطه جوش خوراک ورودی به برج ۷۷

شکل ۳-۲- مقایسه‌ی معادلات ترمودینامیکی ۷۸

شکل ۳-۳- مقایسه‌ی نتایج منحنی نقطه‌ی جوش جریان بالاسری با استفاده از معادله‌ی BK10 با داده‌های واقعی ۷۹

شکل ۳-۴- نمودار منحنی نقطه جوش برای جریان بالاسری برای حالتی که محدودیت جرم مولی و بارکندانسور اعمال نشود ۸۲

شکل ۳-۵- نمودار منحنی جوش برای جریان بالای برج بعد از انجام بهینه‌سازی..... ۸۵

فهرست جداول

جدول ۲-۱- مختصات قطب های بالا و پایین برج با روش پونچون ساواریت ۴۴

جدول ۲-۲- کاربرد مدلهای اکتیویته و معادلات حالت ۵۷

جدول ۲-۳- ترکیب درصد و خصوصیات فیزیکی اجزای خوراک ۶۹

جدول ۲-۴- تغییر قیمت محصول بر حسب درصد خلوص و جرم مولکولی ۷۱

جدول ۲-۵- پارامترها و مقادیر تابع هدف ۷۲

جدول ۳-۱- شرایط خوراک ورودی به برج ۷۶

جدول ۳-۲- مقایسه‌ی عملکرد برج برای جریان برگشتی مایع اشباع و مادون سرد ۸۰

جدول ۳-۳- بالاترین درصد خلوص و شرایط بهینه‌ی عملیاتی برای سینی‌های مختلف ۸۳

جدول ۳-۴- مقادیر بهینه‌ی عملیاتی برای سینی‌های مختلف برای یک ترکیب درصد مشخص..... ۸۴

جدول ۳-۵- مقایسه‌ی عملکرد برج برای حالت‌های قبل و بعد از بهینه‌سازی ۸۴

۱. مقدمه و مروری بر منابع

امروزه روش تقطیر[1]، یکی از بهترین و کاربردی ترین روش های جداسازی به شمار می‌آید. روش تقطیر، بر اساس توزیع مواد بین فازهای مایع و گاز استوار است. در این روش جداسازی بر اساس اختلاف نقطه جوش اجزای مخلوط انجام می گیرد. تقطیر جزو روشهای مستقیم انتقال جرمی محسوب می‌شود، بنابراین زمانی که محصول خالص مد نظر باشد، استفاده از این روش بسیار مناسب است. از مهمترین کاربردهای تقطیر در پالایش نفت خام و جداسازی اجزای آن است. در این فصل ابتدا به معرفی انواع روش‌های تقطیر و برج‌های تقطیر می‌پردازیم، سپس کارهای انجام شده در زمینه‌ی بهینه‌سازی برج‌های تقطیر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۱ انواع روشهای تقطیر

تقطیر را از لحاظ عملیاتی با یکی از دو روش اصلی زیر می توان انجام داد. روش اول بر مبنای تولید بخار است، که در آن مخلوط مایعی که باید جداسازی شود جوشیده و بخار حاصل چگالیده می‌شود بدون اینکه هیچ مایعی به دستگاه تقطیر برگردانده شود. روش دوم بر مبنای برگشت قسمتی از مایع چگالیده به دستگاه تقطیر است، به طوریکه این مایع برگشتی با بخارهایی که در حال ورود به چگالنده‌اند به خوبی تماس می‌گیرد. هر کدام از این دو روش را می توان به صورت پیوسته یا ناپیوسته انجام داد [۱]. اما روش‌های تقطیر در حالت کلی به شکل زیر تقسیم بندی می‌شوند.

۱-۱-۱ تقطیر ساده

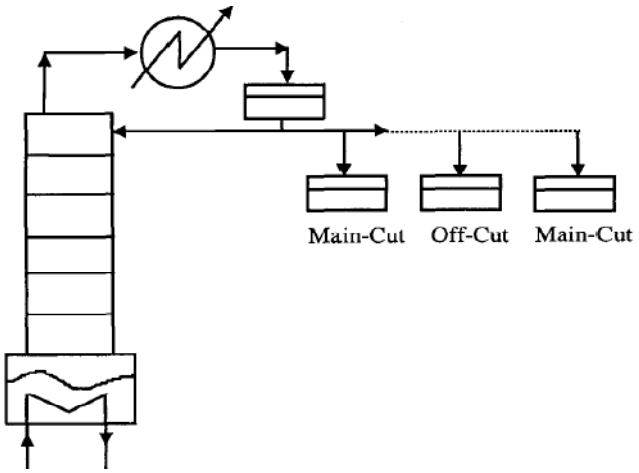
اجزای سازنده محلولی از یک ماده حل شده غیر فرار را می‌توان با تقطیر ساده از هم جدا کرد. برای این کار محلول جوشانده می‌شود تا حلال فرار ، تبخیر و از ماده حل شده جدا شود. با سرد کردن بخار حلال، میعان صورت گرفته و مایع جمع‌آوری می‌شود و ماده حل شده به صورت باقی مانده

[1] distillation

تقطیر باقی می‌ماند. به عنوان مثال هنگامی که ناخالصی غیر فراری مانند شکر به مایع خالصی اضافه می شود، فشار بخار مایع تنزل می یابد. علت این عمل آن است که وجود جز غیر فرار به مقدار زیادی غلظت جز اصلی فرار را پایین می‌آورد، یعنی دیگر تمام مولکولهایی که در سطح مایع موجودند مولکولهای جسم فرار نیستند و بدین ترتیب قابلیت تبخیر مایع کم می شود [۲-۴].

۱- تقطیر ساده ناپیوسته[1]

در این روش، مخلوط حرارت داده می‌شود تا بحال جوش درآید. بخارهایی که تشکیل می‌شود غنی از جزء سبک مخلوط می‌باشد که پس از عبور از کندانسورها (میعان کننده ها) تبدیل به مایع شده و از سیستم تقطیر خارج می‌گردد. به تدریج که غلظت جزء سنگین مخلوط در مایع باقی مانده زیاد می‌شود، نقطه جوش آن به تدریج بالا می‌رود. به این ترتیب ، هر لحظه از عمل تقطیر ، ترکیب فاز بخار حاصل و مایع باقی مانده تغییر می‌کند. شکل ۱-۱ فرایند تقطیر ناپیوسته را نشان می‌دهد [۲-۴].

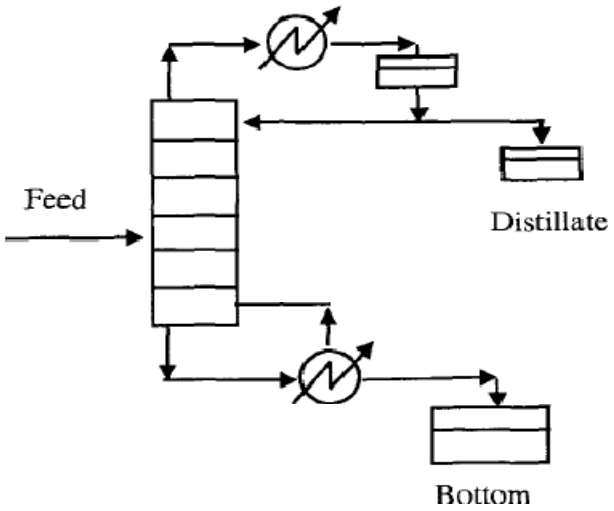


شکل ۱-۱- فرایند تقطیر ناپیوسته[۳]

[1] batch

۲- تقطیر ساده مداوم[1] (پیوسته)

در این روش ، ستون تقطیر به طور مداوم با خوراک شارژ می‌شود، و جزء سبک مخلوط در اثر انتقال جرم بین فاز مایع و بخار از جزء سنگین جدا می شود و از بالای ستون تقطیر خارج می‌گردد و بعد از عبور از کندانسورها ، به صورت مایع در می‌آید جزء سنگین نیز از ته ستون تقطیر خارج می‌شود. شکل ۱-۲ فرایند تقطیر پیوسته را نشان می‌دهد [۲-۴].



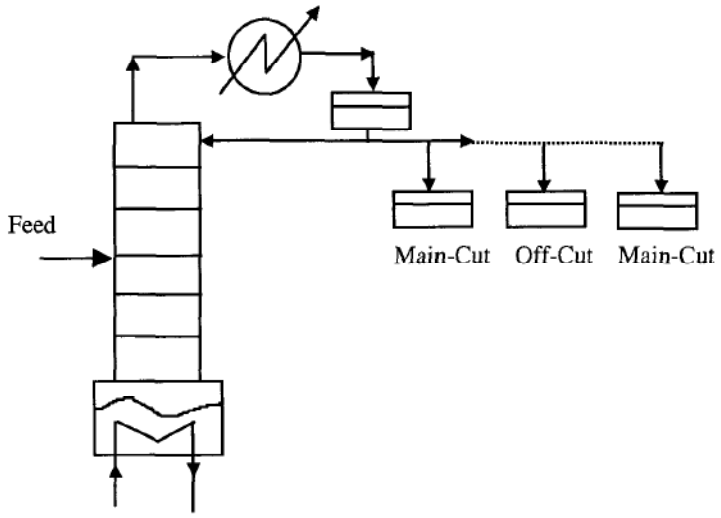
شکل ۱-۲- فرایند تقطیر پیوسته [۳]

۳- تقطیر ساده نیمه‌پیوسته[2]

شکل ۱-۳ فرایند تقطیر نیمه‌پیوسته را نشان می‌دهد. این فرایند تا حد زیادی شبیه فرایند ناپیوسته است، با این تفاوت که خوراک به صورت پیوسته و یا نیمه‌پیوسته به برج معرفی می‌شود. این نوع فرایند برای عملیات تقطیر استخراجی و تقطیر واکنشی مناسب است [۳].

[1] continuous

[2] Semi-continuous



شکل ۱-۳- فرایند تقطیر نیمه‌پیوسته [۳]

۱-۱-۲ تقطیر تعادلی[۱] یا تبخیر آنی[۲]

تبخیر آنی که گاهی تقطیر تعادلی نیز گفته می شود، یک فرایند تک مرحله ای است که در آن جزئی از یک مخلوط تبخیر می شود و بخار حاصل به حالت تعادل با مایع باقی مانده می رسد و سپس فازهای بخار و مایع از یکدیگر جدا شده و از دستگاه خارج می شوند. این فرایند ممکن است به صورت ناپیوسته و مداوم انجام شود [۶].

۱-۱-۳ تقطیر جزء به جزء[۳]

اگر کلیه سازنده های یک سیستم در حال تعادل، بین دو فاز توزیع شوند، عمل را تقطیر جزء به جزء (و یا فقط تقطیر) می نامند. اجزای سازنده یک محلول شامل دو یا چند جزء فرار را که از قانون رائول پیروی می‌کنند، می‌توان با فرایند تقطیر جزء به جزء از هم جدا کرد.

[1] Equilibrium distillation

[2] Flash vaporization

[3] Fractional distillation

طبق قانون رائول ، فشار بخار محلول برابر با مجموع اجزای سازنده آن است و سهم هر جزء برابر با حاصلضرب کسر مولی آن جزء در فاز مایع در فشار بخار آن در حالت خالص است. در عمل تقطیر ، ترکیب درصد اجزا در بخار و مایع دائما تغییر می‌کند و این در هر نقطه عمومیت دارد. با جمع آوری مایعی که از سردشدن بخار حاصل می‌شود، و از تقطیر مجدد آن و با تکراری پی در پی این عمل ، سرانجام می‌توان اجزای سازنده مخلوط اصلی را به صورتی واقعا خالص بدست آورد.

اگرچه بیشتر مخلوط های یکنواخت مایع به صورت محلول های ایده ال عمل می‌کنند ولی نمونه‌های بسیاری وجود دارد، که نحوه عمل آنها ایده‌ال نیست. در این محلولها مولکولهای غیرمتجانس در مجاورت یکدیگربه طور یکسان عمل نمی کنند. انحراف حاصل از قانون رائول به دو صورت می باشد. بعضی از محلولها فشار بخاری بیشتر از فشار بخار ایده ال نشان می دهند که این محلول ها انحراف مثبت دارند. بعضی دیگر فشار بخاری کمتر از حالت ایده ال نشان می دهند که انحراف منفی گفته می‌شود[۶].

۱-۱-۴ تقطیردرخلا

با توجه به اینکه نقطه جوش مواد سنگین نفتی نسبتا بالاست و نیاز به دما و انرژی بیشتری دارد و از طرف دیگر، مقاومت این مواد در مقابل حرارت بالا کم می‌باشد و زود تجزیه می‌گردند، لذا برای جداکردن آنها از خلأ نسبی استفاده می‌شود. در این صورت مواد در دمای پایین‌تر از نقطه جوش معمولی خود به جوش می‌آیند. در نتیجه ، تقطیر در خلا ، دو فایده دارد: اول این که به انرژی و دمای کمتر نیاز است، دوم اینکه مولکولها تجزیه نمی‌شوند. امروزه در بیشتر موارد در عمل تقطیر ، از خلا استفاده می‌شود. یعنی این که هم تقطیر جزء به جزء و هم تقطیر آنی را در خلا انجام می‌دهند [۲ و ۵].

۱-۱-۵ تقطیر به کمک بخار آب

عمل تقطیر یک مخلوط غیر قابل امتزاج در صورتی که یکی از اجزا آب باشد تقطیر با بخار آب نامیده می شود. در این روش بخار آب را در دستگاه تقطیر وارد می‌کنند در این صورت بی آنکه خلاءای ایجاد گردد، اجزای نفت خام در درجه حرارت کمتری تبخیر می‌شوند. این مورد معمولاً در زمانی انجام می‌شود که در نقطه جوش آب ، فشار بخار اجزای جدا شونده بالا باشد تا به همراه بخار آب از مخلوط جدا گردند. غالباً به کمک تقطیر با بخار آب می توان ترکیبات آلی فراری را که با آب مخلوط نمی شوند یا تقریباً درآن غیر قابل اختلاط هستند تفکیک و تخلیص کرد. در این روش مخلوط آب وجسم آلی با هم تقطیر می شوند [۲ و ۵].

۱-۱-۶ تقطیر آزئوتروپی [1]

هنگامی که انحراف از قانون رائول زیاد باشد و فشارهای بخار سازندگان مخلوط اختلاف چندانی نداشته باشند یعنی نقطه جوش اجزا به هم نزدیک باشد، از این روش استفاده می شود، بدین صورت که جداسازی مخلوط اولیه ، با افزودن یک حلال خاص که با یکی از اجزای کلیدی ، آزئوتوپ تشکیل می‌دهد امکان‌پذیر است. مثالی از تقطیر آزئوتروپی استفاده از بنزن برای جداسازی کامل اتانول از آب است [۳-۵].

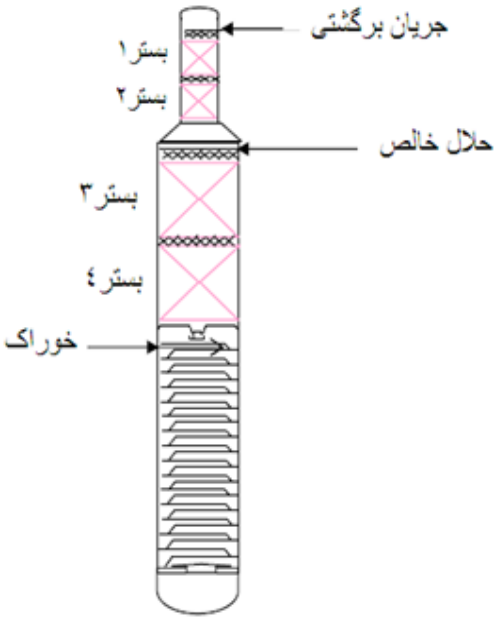
۱-۱-۷ تقطیر استخراجی [2]

جداسازی اجزای با نقطه جوش تقریباً یکسان از طریق تقطیر ساده مشکل است حتی اگر مخلوط ایده آل باشد و به دلیل تشکیل آزئوتروپ ، جداسازی کامل آنها غیر ممکن است. برای چنین سیستم هایی با افزایش یک جزء سوم به مخلوط که باعث تغییر فراریت نسبی ترکیبات اولیه می‌شود،

[1] Azeotropic distillation

[2] Extractive distillation

جداسازی ممکن می‌گردد. جزء افزوده شده باید مایعی با نقطه جوش بالا باشد، قابلیت حل شدن در هر دو جزء کلیدی را داشته باشد و از لحاظ شیمیایی به یکی از آنها شبیه باشد. جزء کلیدی که به حلال بیشتر شبیه است ضریب فعالیت پایین تری از جزء دیگر محلول دارد، در نتیجه جداسازی بهبود می یابد این فرآیند ، تقطیر استخراجی نام دارد [۵ و ۶].



شکل ۱-۴- شکل برج تقطیر استخراجی [۷]

مثالی از تقطیر استخراجی، استفاده از فور فورال در جداسازی بوتادین و بوتن است. فورفورال که حلالی به شدت قطبی است، فعالیت بوتا دی ان را بیش تر از بوتن و بوتان کم می‌کند و بوتادین وفورفورال وارد قسمت فوقانی ستون تقطیر استخراجی می شوند که با انجام تقطیر بوتادین از فورفورال جدا می‌شود.

۱-۱-۸ تقطیر غشایی

این روش از روشهای جدید جداسازی می باشد که جدیداً مورد توجه قرار گرفته است. در این فرایند از یک غشاء آب‌گریز در تماس با محلول خوراک ورودی استفاده می‌شود. اساس کار بر تعادل

گاز مایع استوار است و ابتدا مایع در طرف غشاء تبخیر شده و با عبور از غشاء در طرف دیگر چگالیده می‌شود. مهمترین مزیت این روش استفاده از منبع انرژی پایین و به دست آوردن خلوص بالا می‌باشد[۸].

۱-۱-۹ تقطیر واکنشی

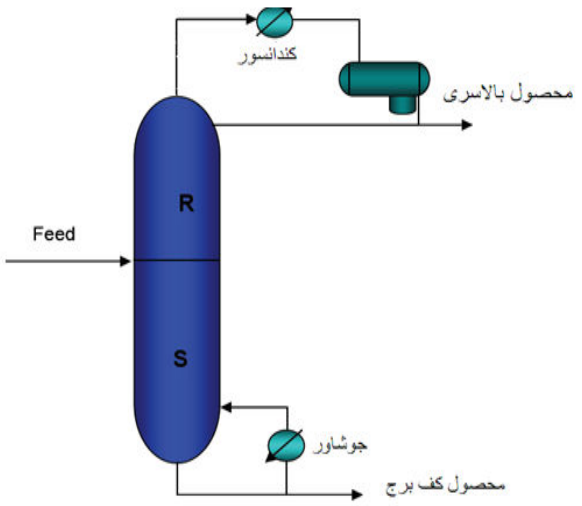
این نوع تقطیر ترکیبی از واکنش و تقطیر می باشد که برای حصول مزیت هایی که با عملیات‌های متداول تقطیر نمی توان به آنها دست یافت انجام می گیرد. بهبود انتخابگری، افزایش درصد تبدیل، کنترل گرمای بهتر، استفاده مؤثر از گرمای واکنش، آزادی عمل در جداسازی های مشکل و اجتناب از آزئوتروپ از مزایای استفاده از این نوع تقطیر به شمار می آید [۳].

۱-۲ ستون های تقطیر

در برج‌های تقطیر، ریبویلر در قسمت پایین برج مایعی را که به آن وارد می‌شود بخار می‌کند و کندانسور در قسمت بالای برج بخار را به مایع تبدیل می‌کند. فازهای مایع و بخار در داخل برج در تماس با همدیگر قرار می‌گیرند و بر روی سینی‌ها به تعادل می‌رسند. در قسمت بالای برج (بالاتر از محل ورود خوراک) اجزای سنگین و غیر فرار بخار توسط مایع جذب شده و مایع به سمت پایین برج جاری می‌شود که این قسمت را قسمت جذب می‌گویند. در بخش پایینی (پایین‌تر از محل ورود خوراک) اجزای فرار مایع به داخل فاز بخار دفع می‌شوند که این قسمت را بخش دفع می‌نامند.

ستون ها یا برجهای تقطیر از لحاظ عملیاتی به دو دسته ناپیوسته و مداوم تقسیم می شوند. که در ستون ناپیوسته، جریان مشخصی از مواد وارد ستون شده، و عمل جداسازی انجام می گیرد و دوباره جریان مواد به ستون وارد می شود. در ستونهای مداوم، جریان مواد به صورت پیوسته به برج وارد می‌شود و هیچگونه وقفه‌ای در عملیات وجود ندارد مگراینکه مشکلی در ستون یا واحدهای اطراف پیش بیاید. در این فرایند ستون تحت شرایط پایا عمل می کند، به طوری‌که ترکیب درصد

مواد در یک موقعیت خاص از برج با زمان تغییر نمی کند. ترکیب درصد مواد به موقعیت مواد در برج بستگی خواهد داشت بنابراین می توان جریانهای محصولات جانبی را از نقاطی از برج با ارتفاع متفاوت به دست آورد وهر سینی ترکیب درصد متفاوتی از مخلوط را دارا می باشد.

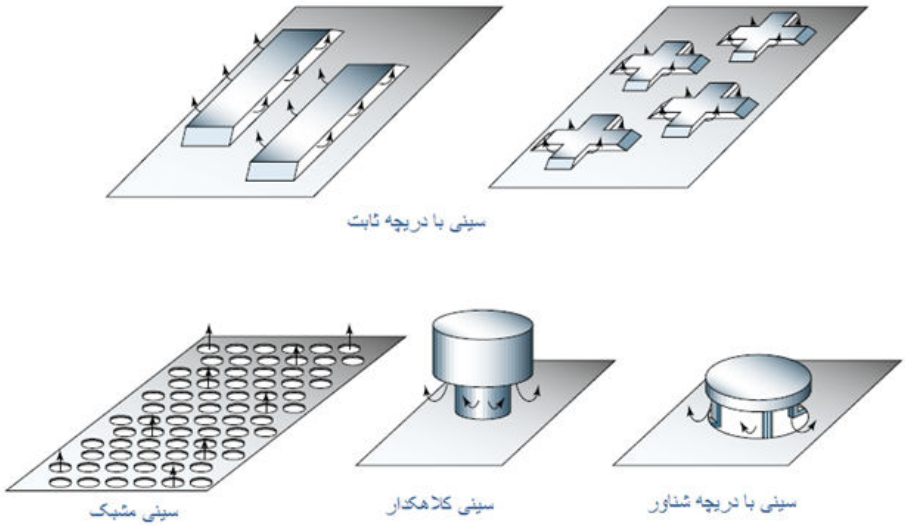


شکل ۱-۵- شماتیک برج تقطیر [۷]

دو نوع اصلی برجهای مداوم که در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند، برجهای سینی دار و آکنده می‌باشند، که برجهای سینی دار بر حسب نوع سینی که در آنها استفاده می شود خود به چند دسته تقسیم می‌گردند. سینی ها را می توان به سه دسته کلی زیر تقسیم بندی کرد:

سینی‌های مشبک (غربالی) : سینی غربالی عبارت است از یک صفحه مشبک که در اثر عبور گاز از سوراخ های آن حباب های گاز تولید و پس از گذشتن از لایه مایع روی سینی، به سمت بالا حرکت می کند. از مزایای این سینی ها می توان به قیمت ارزان آنها و همچنین ظرفیت بالا در مقایسه با انواع دریچه ای و فنجانی اشاره کرد. مزیت دیگر این سینی ها افت فشار کم آنها است که مجموعاً باعث شده که در طراحی ها در صورتی که مشکل عمده ای در میان نباشد به عنوان اولین انتخاب در نظر گرفته شود.

سینی‌های دریچه‌ای: این نوع از سینی عبارت است از یک صفحه سوراخ‌دار که هر سوراخ مجهز به یک صفحه کوچک (دیسک) متحرک است. سوراخ ها و صفحه ممکن است مدور و یا مستطیل شکل باشند. در دبی کم بخار، صفحه بر روی سوراخ مستقر شده و آنرا به نحوی می پوشاند که مایع چکه نکند. با افزایش دبیِ بخار دریچه در امتداد قائم به طرف بالا حرکت کرده و مجرا را برای عبور بخار باز می کند. حرکت قائم صفحه توسط یک قفس یا پایه های نگه دارنده محدود می شود. بعلاوه پایه ها و قفس مانع از حرکت افقی دریچه می شوند. از مزایای این سینی ها می توان به قیمت مناسب آن در مقایسه با نوع کلاهکی اشاره کرد. یکی دیگر از مزایای این سینی انعطاف پذیری این سینی به تغییرات دبی بخار ورودی است.



شکل ۱-۶- انواع سینی‌های برج تقطیر [۹]

سینی‌های کلاهکی (فنجانی) : در این سینی‌ها دودکش یا مجراهایی گاز را وارد کلاهک ها می‌نمایند که در اطراف این کلاهک‌ها منافذی وجود دارد که گاز پس از عبور از آنها به صورت حبابهایی درآمده و در فاز مایع پراکنده می‌شود. عمق مایع بر روی سینی به نحوی است که کلاهک ها تقریباً در آن فرو می‌روند. آرایش فنجان ها معمولاً به نحوی است که در رئوس یک مثلث متساوی