

نگاه کلی

شیمیدان آلی باتجربه به ندرت واکنش هایی را می یابد که فقط محصول (یا محصولات) مورد نظرش را تولید کند. علت این عمل آن است که در مخلوط واکنش همراه با محصول مورد نظر مقادیر مختلفی از مواد اولیه تغییر نیافته و حلال و محصول واکنشهای جانبی که همزمان با واکنش اصلی انجام می شوند وجود دارد.

شیمیدان نیروی زیادی را صرف می کند تا محصول مورد نظر را از چنین ناخالصی هایی جدا کند. هدف از این تحقیق ارائه روشهای مهمی است که شیمیدان امروزی جهت تفکیک و تخلیص ترکیبات آلی به کار برد.

تقطیر

روشهای مختلفی برای جداسازی مواد اجزای سازنده یک محلول وجود دارد که یکی از این روشها فرایند تقطیر می باشد در روش تقطیر جداکردن اجزاء یک مخلوط، از روی اختلاف نقطه جوش آنها انجام می گیرد. تقطیر، در واقع، جداسازی فیزیکی برشهای نفتی است که اساس آن، اختلاف در نقطه جوش هیدروکربنهای مختلف است. هر چه هیدروکربن سنگینتر باشد، نقطه جوش آن زیاد است و هر چه هیدروکربن سبکتر باشد، زودتر خارج می شود. تقطیر در عمل به دو روش زیر انجام می گیرد. روش اول شامل تولید بخار از طریق جوشاندن یک مخلوط مایع، سپس میعان بخار، بدون اینکه هیچ مایعی مجدداً به محفظه تقطیر بازگردد. در نتیجه هیچ مایع برگشتی وجود ندارد. در روش دوم قسمتی از بخار مایع شده به دستگاه تقطیر باز می گردد و به صورتی که این مایع برگشتی در مجاورت بخاری که به طرف مبرد می رود قرار می گیرد. هر کدام از این روشها می توانند پیوسته یا ناپیوسته باشند.

تقطیر، معمولترین روشی است که برای تخلیص مایعات به کار می رود. در این عمل مایع را به کمک حرارت تبخیر می کنند و بخار مربوطه را در ظرف جداگانه ای متمرکزمی کنند و محصول تقطیر را بدست می آورند. چنانچه ناخالصیهای موجود در مایع اولیه فرار نباشند، در باقی مانده تقطیر به جا می ماند و تقطیر ساده جسم را خالص می کند. در صورتی که ناخالصیها فرار باشند، تقطیر جزء به جزء مورد احتیاج خواهد بود.

چنانچه ناخالصی های موجود در مایع اولیه فرار نباشد در باقیمانده تقطیر به جا می ماند و تقطیر ساده نمونه را خالص می کند. در صورتیکه فرار باشند تقطیر جزء به جزء مورد نیاز خواهد بود. اگر فقط یک ماده فرار بوده و اختلاف نقطه جوش این ماده با ناخالصی های موجود در آن زیاد باشد (حدود 30 درجه) می توان برای جدا کردن این ماده از ناخالصی ها از تقطیر ساده استفاده نمود. از تقطیر ساده معمولاً جداسازی مخلوط مایعاتی استفاده می شود که نقطه جوشی در محدوده 40 تا 150 درجه دارند زیرا در دمای بالاتر از 150 درجه بسیاری از ترکیبات آلی تجزیه می شوند و در دمای جوش کمتر از 40 درجه مقدار زیادی از مایع در ضمن تقطیر هدر می رود.

در تقطیر مخلوطی از دو یا چند جسم فشاربخار کل تابعی از فشار بخار هر یک از اجزا و کسر مولی آنه می باشد. بر اساس قانون رانول فشار بخار جزئی یک ترکیب فرار در یک محلول ایده آل با حاصلضرب فشار بخار در کسر مولی آن برابر است. بنابراین در بخار موجود بر سطح دو یا چند جز محلول فرار ذرات کلیه اجزا شرکت کننده در محلول یافت می شود. رابطه بین فشار بخار کل (Pt) با فشار جزئی (Pi) و کسر مولی اجزا (Xi) به صورت زیر است:

$$P_t = P_a X_a + P_b X_b + P_c X_c + \dots$$

نکته: اگر در محلولی شامل دو ماده شیمیایی فرار یک جز دارای فشار بخار بیشتری از جز دیگر باشد بخار حاصل از آن در مقایسه با مایع دارای درصد بیشتری از جسم فرارتر خواهد بود.

ظروف معمولی در خلل و شکاف های جدار خود دارای بسته های هوای محبوس می باشند. با ریختن مایع در ظرف محفظه بسته ها از بخار پر می شود. وقتی که دمای مایع افزایش می یابد بخار آنقدر به حالت متمرکزمی ماند تا اینکه از فشار بخار روی مایع بیشتر شود. در این حالت بخار به دام افتاده افزایش حجم پیدا می کند و به صورت حباب هایی به سطح مایع رسیده و خارج می گردد. حالت به هم خوردگی حاصل از حباب ها (جوش) حباب های هوای بیشتری را به داخل مایع کشانده و فرایند با تشکیل بخار ادامه می یابد.

با حرارت دادن مایعات در ظروف شیشه ای که دارای سطوحی نسبتاً صاف و یکنواخت می باشند حالت جوش ایجاد نمی شود و اگر درجه حرارت به اندازه کافی افزایش یابد به حالت انفجاری تبخیر می گردند. برای اجتناب از خطرات مربوط به جوش ناگهانی (به صورت ضربه ای) منبعی برای دمیدن حباب ها به درون مایع قبل از حرارت دادن و عمل جوش لازم است. در شرایط معمولی (فشارجو) این منبع سنگ جوش می باشد. سنگ جوش دانه هایی حاوی خلل ریز در خود بوده که در آن مولکولهای هوا حبس شده اند. با قرار گرفتن این دانه ها در حلال حباب ها از سطح آنها تشکیل شده و از جوشیدن انفجاری و تاخیر در جوش جلوگیری می نماید.

در ادامه به معرفی انواع روشهای تقطیر و توضیح اجمالی در ارتباط با آنها پرداخته ایم:

انواع تقطیر:

تقطیر ساده:

به عنوان مثال هنگامیکه 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 می آورد یعنی دیگر تمام مولکولهایی که در سطح مایع موجودند مولکولهای جسم فرار نیستند و بدین ترتیب قابلیت تبخیر مایع کم می شود. نمودار ارائه شده در زیر اثر جز غیر فرار را در فشار بخار مخلوط نشان می دهد:

تقطیر ساده را می توان به دو صورت تعریف کرد: 1- تقطیر ساده غیر مداوم 2- تقطیر ساده مداوم

- تقطیر ساده غیر مداوم: در این روش تقطیر، مخلوط حرارت داده می شود تا بحال جوش در آید بخارهایی که تشکیل می شود غنی از جزء سبک مخلوط می باشد پس از عبور از کندانسورها (میعان کننده ها) تبدیل به مایع شده، از سیستم تقطیر خارج می گردد. به تدریج که غلظت جزء سنگین مخلوط در مایع باقی مانده زیاد می شود، نقطه جوش آن بتدریج بالا می رود. به این ترتیب، هر لحظه از عمل تقطیر، ترکیب فاز بخار حاصل و مایع باقی مانده تغییر می کند.
- تقطیر ساده مداوم: در این روش، مخلوط اولیه (خوراک دستگاه) بطور مداوم با مقدار ثابت در واحد زمان، در گرم کننده گرم می شود تا مقداری از آن بصورت بخار درآید، و به محض ورود در ستون تقطیر، جزء سبک مخلوط بخار از جزء سنگین جدا می شود و از بالای ستون تقطیر خارج می گردد و بعد از عبور از کندانسورها، به صورت مایع در می آید جزء سنگین نیز از ته ستون تقطیر خارج می شود. قابل ذکر است که همیشه جزء سبک مقداری جزء سنگین و جزء سنگین نیز دارای مقداری از جزء سبک است.

نکته: در تقطیر یک ماده خالص چنانچه مایع زیاده از حد گرم نشود درجه حرارتی که در گرماسنج دیده می شود یعنی درجه حرارت دهانه ی خروجی با درجه حرارت مایع جوشان در ظرف تقطیر یعنی درجه حرارت ظرف یکسان است. درجه حرارت دهانه خروجی که به این ترتیب به نقطه جوش مایع مربوط می شود در طول تقطیر ثابت می ماند.

هرگاه در مایعی تقطیر می شود ناخالصی غیر فراری موجود باشد درجه حرارت دهانه خروجی همان درجه حرارت مایع خالص است زیرا ماده ای که بر روی حباب گرماسنج مترکم می شود به ناخالصی آلوده نیست. ولی درجه حرارت ظرف به علت کاهش فشار بخار محلول بالا می رود. در جریان تقطیر درجه حرارت ظرف نیز افزایش می یابد زیرا که غلظت ناخالصی با تقطیر جز فرار به تدریج زیاد می شود و فشار بخار مایع بیشتر پایین می آید. با وجود این درجه حرارت دهانه خروجی مانند مایع خالص ثابت می ماند. رابطه کمی موجود بین فشار بخار و ترکیب مخلوط همگن مایع (محلول) به قانون راول معروف است و به صورت معادله زیر بیان می شود:

جز مولی R به جزیی اطلاق می شود که تمام مولکولهای موجود در آن مولکولهای R باشند. برای به دست آوردن این جز مولی تعداد مولهای R در مخلوط را بر مجموع تعداد مولهای اجزا سازنده تقسیم می کنند. معادله در زیر آمده است:

باید دانست که در بالای محلول ایده آلی که محتوی R است فشار بخار جز R فقط به جز مولی R بستگی دارد و به هیچ وجه به فشار بخار اجزای دیگر مربوط نیست. چنانچه کلیه اجزا به غیر از R غیر فرار باشند فشار بخار کلی مخلوط برابر با فشار جز R است زیرا می توان فشار بخار ترکیبات غیر فرار را صفر فرض کرد. در نتیجه محصول تقطیر چنین مخلوطی همیشه R خالص است. ولی اگر دو یا چند جز فرار باشند در این صورت فشار بخار کل برابر با مجموع فشار بخارهای جزیی هر یک از اجزای فرار خواهد شد. (قانون دالتون-در اینجا R و S و T فقط به اجزای فرار مربوط می شود:)

چنین مخلوط مایعی که در بالا توضیح داده شد تفاوت زیادی دارد زیرا در اینجا ممکن است محصول تقطیر هر یک از اجزای فرار را در بر داشته باشد. تفکیک در این حالت احتیاج به تقطیر جز به جز دارد. چگونگی انجام تقطیر جز به جز در ادامه آمده است.

- تقطیر تبخیر آبی (ناگهانی): وقتی محلول چند جزئی مانند نفت خام را حرارت می دهیم، اجزای تشکیل دهنده آن بترتیب که سبکتر هستند، زودتر بخار می شود. برعکس وقتی بخارهای این بخارها را سرد و دوباره تبدیل به مایع کنیم، هر کدام که سبکتر باشد دیرتر مایع می گردد. با توجه به این خاصیت، می توانیم نفت خام را به روش دیگری که به آن "تقطیر آبی" گویند، تقطیر نماییم. در این روش، نفت خام را چنان حرارت می دهیم که ناگهان همه اجزای آن تبدیل به بخار گردد و سپس آنها را سرد می کنیم تا مایع شود. در اینجا، بخارها به ترتیب سنگینی، مایع می شوند یعنی هرچه سنگین تر باشند، زودتر مایع می گردند و بدین گونه، اجزای نفت خام را با ترتیب مایع شدن از هم جدا می کنیم.
- تقطیر در خلا: با توجه به اینکه نقطه جوش مواد سنگین نفتی نسبتاً بالاست و نیاز به دما و انرژی بیشتری دارد، و از طرف دیگر، مقاومت این مواد در مقابل حرارت بالا کمتر می باشد و زودتر تجزیه می گردند، لذا برای جدا کردن آنها از خلا نسبی استفاده می شود. در این صورت مواد دمایی پایین تر از نقطه جوش معمولی خود به جوش می آیند. در نتیجه، تقطیر در خلا، دو فایده دارد: اول این که به انرژی و دمای کمتر نیاز است، دوم اینکه مولکولها تجزیه نمی شوند. امروزه در بیشتر موارد در عمل تقطیر، از خلا استفاده می شود یعنی این که: هم تقطیر جزء به جزء و هم تقطیر آبی را در خلا انجام

می‌دهند.

• تقطیر به کمک بخار آب: یکی دیگر از طرق تقطیر آن است که بخار آب را در دستگاه تقطیر وارد می‌کنند در این صورت بی آنکه خلاء ای 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 می‌توان ترکیبات آلی فراری را که با آب مخلوط نمی‌شوند یا تقریباً با آن غیر قابل اختلاط هستند تفکیک و تخلیص کرد. در این روش مخلوط آب و جسم آلی با هم تقطیر می‌شوند. عمل تقطیر یکمخلوط غیر قابل امتزاج در صورتی که یکی از اجزا آب باشد تقطیر با بخار آب نامیده می‌شود. با توجه به اصولی که در تقطیر با بخار آب وجود دارد می‌توان محاسن و محدودیت‌های این روش را به بهترین وجه تشریح کرد. در مخلوطی از مواد فرار و غیر قابل اختلاط فشار جزئی p_i هر جز در یک درجه حرارت معین برابر با فشار بخار p_i ترکیب خالص در همان درجه حرارت است و به جز مولی ترکیب در مخلوط بستگی ندارد یعنی هر یک از اجزای سازنده مخلوط به طور مستقل از اجزای دیگر تبخیر می‌شوند. این حالت با مخلوط مایعات قابل اختلاط اختلاف زیادی دارد زیرا که در این مایعات فشار جزئی هر جز سازنده به جز مولی آن در محلول مربوط است. (قانون راول) در مخلوط ترکیبات فرار و غیر قابل اختلاط بر طبق قانون دالتون فشار کلی P_t محلول (مخلوط) گازها با مجموع فشارهای جزئی گازهای تشکیل دهنده می‌شود و به این ترتیب فشار بخار کلی این مخلوط از معادله زیر به دست می‌آید:

از این عبارت چنین می‌آید که همواره در هر درجه حرارتی فشار بخار کل مخلوط حتی از فشار بخار فرارترین جز در آن درجه حرارت بیشتر است زیرا که فشار بخار اجزای دیگر مخلوط هم دخالت می‌کنند. بنابراین باید درجه جوش مخلوط ترکیب‌های غیر قابل اختلاط کمتر از جزئی باشد که کمترین نقطه جوش را دارد. درجه حرارت تقطیر با بخار آب نسبتاً پایین (100 درجه یا کمتر از آن) است و این تقطیر به خصوص در تخلیص موادی به کار می‌رود که نسبت به حرارت حساسیت دارند و در حرارت‌های بالا تجزیه می‌شوند. همچنین این روش برای جدا کردن ترکیب از مخلوط و واکنشی که محتوی مقدار زیادی از مواد (غیرمانند) باشد مفید است. این مواد غیر فرار و بی مصرف در اغلب واکنش‌های آلی تشکیل می‌شوند. ترکیب درصد محصولی که در تقطیر با بخار آب به دست می‌آید به وزن مولکولی ترکیبات مورد تقطیر و هم چنین به فشار بخار آنها در درجه حرارت تقطیر مخلوط بستگی دارد. مخلوطی از دو جز غیر قابل اختلاط A و B را در نظر بگیرید. چنانچه بخارهای A و B مانند گازهای ایده آل عمل می‌کنند با استفاده از قانون گازهای ایده آل می‌توان دو عبارت زیر را به دست آورد:

از تقسیم معادله اول به دوم چنین به دست می‌آید:

چون فاکتور RT در صورت و مخرج کسر مساوی است و حجم اشغالی گاز برای هر دو یکسان است ($V_A = V_B$) عبارت بالا چنین می‌شود:

فرایند تقطیر با بخار آب در آزمایشگاه و صنعت به طور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال برای جداسازی الفای-ن-آنیلین-نیتروبنزن نوبسیاری از اسانس‌های طبیعی و روغن‌های معطر به کار می‌رود. به طور خلاصه تقطیر با بخار آب روشی را فراهم می‌کند که به کمک آن می‌توان ترکیبات آلی مایع و جامدی را که فرار هستند و در آب حل نمی‌شوند (یا تقریباً در آن نا محلولند) در شرایط نسبتاً ملایم از ترکیبات غیر فرار جدا کرد. مسلماً این روش برای موادی که در اثر تماس زیاد با آب گرم تجزیه می‌شوند یا با آب واکنشی می‌دهند یا در 100 درجه فشار بخارشان 5 میلی متر یا کمتر باشد مناسب نیست.

• تقطیر آزنوتروپی: از این روش تقطیر معمولاً در مواردی که نقطه جوش اجزاء مخلوط بهم نزدیک باشند استفاده می‌شود، جداسازی مخلوط اولیه، با افزایش یک حلال خاص که با یکی از اجزای کلیدی، آزنوتوپ تشکیل می‌دهد امکان‌پذیر است. آزنوتروپ محصول تقطیر یا ته مانده را از ستون تشکیل می‌دهد و بعد حلال و جزء کلیدی را از هم جدا می‌کند. اغلب، ماده افزوده شده آزنوتروپی با نقطه جوش پایین تشکیل می‌دهد که به آن شکننده آزنوتروپ می‌گویند. آزنوتروپ اغلب شامل اجزای خوراک است، اما نسبت اجزای کلیدی به سایر اجزای خوراک خیلی متفاوت بوده و بیشتر است.

مثالی از تقطیر آزنوتروپی استفاده از بنزن برای جداسازی کامل اتانول از آب است، که آزنوتروپی با نقطه جوش پایین با 95/6% وزنی الکل را تشکیل می‌دهد. مخلوط آب-الکل با 95% وزنی الکل به ستون تقطیر آزنوتروپی افزوده می‌شود و جریان جریان غنی از بنزن از قسمت فوقانی وارد می‌شود. محصول ته مانده الکل تقریباً خالص است و بخار بالایی یک آزنوتروپی سه‌گانه است. این بخار مایع شده، به دو فاز تقسیم می‌شود. لایه آلی برگشت داده شده، لایه آلی به ستون بازیافت

بنزن فرستاده می‌شود. همه بنزن و مقدار الکل در بخار بالایی گرفته شده، به ستون اول روانه می‌شوند. جریان انتهایی در ستون سوم تقطیر می‌شود تا آب خالص و مقداری آزوتروپ دوگانه از آن بدست آید.

- تقطیر استخراجی: جداسازی اجزای با نقطه جوش تقریباً یکسان از طریق تقطیر ساده مشکل است حتی اگر مخلوط ایده آل باشد و به دلیل تشکیل آزوتروپ، 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، جداسازی ممکن می‌شود. 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 می‌یابد این فرآیند، تقطیر استخراجی نام دارد.

مثالی از تقطیر استخراجی، استفاده از فور فورال در جداسازی بوتادیان و بوتن است، فورفورال که حلالی به شدت قطبی است، فعالیت بوتادیان را بیش تر از بوتن و بوتان کم می‌کند و غلظت بوتادیان و فورفورال وارد قسمت فوقانی ستون تقطیر استخراجی شود، با انجام تقطیر بوتادیان از فورفورال جدا می‌شود.

- تقطیر جزء به جزء: اجزای سازنده محلول شامل دو یا چند فرار را که از قانون راول پیروی می‌کنند، می‌توان با فرآیند تقطیر جزء به جزء از هم جدا کرد. طبق قانون راول، فشار بخار محلول برابر با مجموع اجزای سازنده آن است و سهم هر جزء برابر با حاصلضرب کسر مولی آن جزء به جزء در فشار بخار آن در حالت خاص است. در تقطیر محلولی از B و A، غلظت A در بخاری که خارج شده و مایع می‌شود، بیش از غلظت آن در مایع باقی مانده است. با ادامه عمل تقطیر، ترکیب درصد اجزا در بخار و مایع دائماً تغییر می‌کند و این در هر نقطه عمومیت دارد. با جمع آوری مایعی که از سرد شدن 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.

از نظر سهولت در اینجا فقط محلولهای ایده آل دو تایی را که محتوی دو جز فرار R و S باشند در نظر می‌گیریم. محلول ایده آل به محلولی اطلاق می‌شود که در آن اثرات بین مولکولهای متجانس مشابه با اثرات بین مولکولهای غیر متجانس باشد. گرچه فقط محلولهای ایده آل به طور کامل از قانون راول پیروی می‌کنند ولی بسیاری از محلولهای آلی به محلولی ایده آل نزدیک هستند.

تقطیر جز به جز محلول های غیر ایده آل

گرچه بیشتر مخلوط های یکنواخت مایع به صورت محلولهای ایده آل عمل می‌کنند ولی نمونه های بسیاری وجود دارد که نحوه عمل آنها ایده آل نیست. در این محلولها مولکولهای غیر متجانس در مجاورت یکدیگر به طور یکسان عمل نمی‌کنند انحراف حاصل از قانون راول به دو روش انجام می‌گیرد:

بعضی از محلولها فشار بخار بیشتری از فشار بخار پیش بینی شده ظاهر می‌سازند و گفته می‌شود که انحراف مثبت دارند. بعضی دیگر فشار بخار کمتری از فشار پیش بینی شده آشکار می‌کنند و می‌گویند که انحراف منفی نشان می‌دهند.

در انحراف مثبت نیروی جاذبه بین مولکولهای مختلف دو جز سازنده ضعیف تر از نیروی جاذبه بین مولکولهای مشابه یک جز است و در نتیجه در حدود ترکیب درصد معینی فشار بخار مشترک دو جز بزرگتر از فشار بخار جز خالصی می‌شود که فرارتر است. بنابراین مخلوط هایی که ترکیب درصد آنها در این حدود باشد درجه جوش کمتری از هر یک از دو جز خالص دارند. مخلوطی که در این حدود حداقل درجه جوشش را دارد باید به صورت جز سوم در نظر گرفته شود. این مخلوط نقطه جوش ثابتی دارد زیرا ترکیب درصد بخاری که در تعادل با مایع است با ترکیب درصد خود مایع برابر است. چنین مخلوطی را آزوتروپ یا مخلوط آزوتروپ با جوشش مینی می‌نامند. از تقطیر جز به جز این مخلوط ها هر دو جز به حالت خالص به دست نمی‌آید بلکه جزیی که ترکیب درصد آن از ترکیب درصد آزوتروپ بیشتر باشد تولید می‌شود.

در انحراف منفی از قانون راول نیروی جاذبه بین مولکولهای مختلف دو جز قویتر از نیروی جاذبه بین مولکولهای مشابه یک جز است و در نتیجه ترکیب درصد معینی فشار بخار مشترک دو جز کمتر از فشار بخار جز خالص می‌شود که فرارتر است. بنابراین این مخلوط هایی که ترکیب درصد آنها در این حدود باشد حتی نسبت به جز خالصی که نقطه جوش بیشتری دارد در درجه حرارت بالاتری می‌جوشند. در اینجا ترکیب درصد به خصوصی وجود دارد که به آزوتروپ با جوشش ماکسیم مربوط می‌شود. تقطیر جز به جز محلولهایی که ترکیب درصدی غیر از ترکیب درصد آزوتروپ دارند باعث خروج جزیی مخلوط می‌شود که ترکیب درصد آن از آزوتروپ بیشتر باشد.

ستونهای تقطیر جز به جز:

این ستونها انواع متعددی دارد ولی در تمام آنها خصلت های مشابهی وجود دارد. این ستونها مسیر عمودی را به وجود می‌آورند که باید بخار در انتقال از ظرف تقطیر به مبرد از آن بگذرد. این مسیر به مقدار قابل ملاحظه ای از مسیر دستگاه تقطیر ساده طویل تر است. هنگام انتقال بخار از ظرف تقطیر به بالایی ستون مقداری از بخار متراکم می‌شود. چنانچه قسمت پایین این ستون نسبت به قسمت بالایی آن در درجه حرارت بیشتری نگه داری شود مایع متراکم شده و در حالی که به پایین ستون می‌ریزد دوباره به طور جزیی تبخیر می‌شود. بخار متراکم نشده همراه بخاری که از تبخیر مجدد مایع متراکم شده حاصل می‌شود در داخل ستون بالاتر می‌رود و از یک سری تراکم و تبخیر می‌گذرد. این اعمال باعث تقطیر مجدد مایع

می شود و به طوریکه در هر یک از مراحل فاز بخاری که به وجود می آید نسبت به جز فرارتر غنی تر می شود. ماده متراکم شده ای که به پایین ستون می ریزد در مقایسه با بخاری که با آن در تماس است در هر یک از مراحل نسبت جزئی که فراریت کمتری دارد غنی تر می شود.

در شرایط ایده آل بین فازهای مایع و بخار در سراسر ستون تعادل برقرار می شود و فاز بخار بالایی تقریباً به طور کامل از جز فرارتر تشکیل می شود و فاز مایع پایینی نسبت به جزئی که فراریت کمتری دارد غنی تر می شود. مهم ترین شرایطی که برای ایجاد این حالت لازم است عبارتند از:

1- تماس کامل و مداوم بین فازهای بخار و مایع در ستون 2- حفظ افت مناسبی از درجه حرارت در طول ستون 3- طول کافی ستون 4- اختلاف کافی در نقاط جوش اجزای مخلوط مایع.

چنانچه دو شرط اول کاملاً مراعات شود می توان با یک ستون طولی ترکیباتی که اختلاف کمی در نقطه جوش دارند به طور رضایت بخش از هم جدا کرد. زیرا طول ستون مورد لزوم و اختلاف نقاط جوش اجزا با هم نسبت عکس دارند. معمول ترین راه ایجاد تماس لازم در بین فازهای مایع آن است که ستون با مقدارری ماده بی اثر مانند شیشه یا سرامیک یا تکه های فلزی به اشکال مختلف که سطح تماس وسیعی را فراهم می کند پر شود. یکی از راه های بسیار موثر ایجاد این تماس بین مایع و بخار آن است که نوار چرخانی از فلز یا تفلون که با سرعت زیادی در داخل ستون بچرخد به کار رود.

این عمل نسبت به ستون های پر شده ای که قدرت مشابهی دارند این مزیت را دارد که ماده کمی را در داخل ستون نگاه می دارد (منظور از این نگاه داری مقدار مایع و بخاری است که برای حفظ شرایط تعادل در داخل ستون لازم است). تقطیر تبخیر ناگهانی

در این نوع تقطیر، مخلوطی از مواد نفتی که قبلاً در مبدل های حرارتی و یا کوره گرم شده اند، بطور مداوم به ظرف تقطیر وارد می شوند و تحت شرایط ثابت، مقداری از آنها به صورت ناگهانی تبخیر می شوند. بخارات حاصله بعد از میعان و مایع باقیمانده در پایین برج بعد از سرد شدن به صورت محصولات تقطیر جمع آوری می شوند. در این نوع تقطیر، خلوص محصولات چندان زیاد نیست.

تقطیر با مایع برگشتی (تقطیر همراه با تصفیه)

در این روش تقطیر، قسمتی از بخارات حاصله در بالای برج، بعد از میعان به صورت محصول خارج شده و قسمت زیادی به داخل برج برگردانده می شود. این مایع به مایع برگشتی موسوم است. مایع برگشتی با بخارات در حال صعود در تماس قرار داده می شود تا انتقال ماده و انتقال حرارت، صورت گیرد. از آنجا که مایعات در داخل برج در نقطه جوش خود هستند، لذا در هر تماس مقداری از بخار، تبدیل به مایع و قسمتی از مایع نیز تبدیل به بخار می شود.

نتیجه نهایی مجموعه این تماسها، بخاری اشباع از هیدروکربنهای با نقطه جوش کم و مایعی اشباع از مواد نفتی با نقطه جوش زیاد می باشد. در تقطیر با مایع برگشتی با استفاده از تماس بخار و مایع، می توان محصولات مورد نیاز را با هر درجه خلوص تولید کرد، مشروط بر اینکه به مقدار کافی مایع برگشتی و سینی در برج موجود باشد. بوسیله مایع برگشتی یا تعداد سینیهای داخل برج می توانیم درجه خلوص را تغییر دهیم. لازم به توضیح است که از دید مقدار مایع برگشتی باعث افزایش میزان سوخت خواهد شد. چون تمام مایع برگشتی باید دوباره به صورت بخار تبدیل شود.

امروزه به علت گرانی سوخت، سعی می شود برای بدست آوردن خلوص بیشتر محصولات، به جای از دید مایع برگشتی از سینیهای بیشتری در برجهای تقطیر استفاده شود. زیاد شدن مایع برگشتی موجب زیاد شدن انرژی می شود. برای همین، تعداد سینیها را افزایش می دهند. در ابتدا مایع برگشتی را 100 درصد انتخاب کرده و بعد مرتباً این درصد را کم می کنند و به صورت محصول خارج می کنند تا به این ترتیب دستگاه تنظیم شود.

انواع مایع برگشتی

• مایع برگشتی سرد: این نوع مایع برگشتی با درجه حرارتی کمتر از دمای بالای برج تقطیر برگردانده می شود. مقدار گرمای گرفته شده، برابر با مجموع گرمای نهان و گرمای مخصوص مورد نیاز برای رساندن دمای مایع به دمای بالای برج است.

• مایع برگشتی گرم: مایع برگشتی گرم با درجه حرارتی برابر با دمای بخارات خروجی برج مورد استفاده قرار می گیرد.

• مایع برگشتی داخلی: مجموع تمام مایعهای برگشتی داخل برج را که از سینیهای بالا تا پایین در حرکت است، مایع برگشتی داخلی گویند. مایع برگشتی داخلی و گرم فقط قادر به جذب گرمای نهان می باشد. چون اصولاً طبق تعریف اختلاف دمایی بین بخارات و مایعات در حال تماس وجود ندارد.

• مایع برگشت دورانی: این نوع مایع برگشتی، تبخیر نمی شود. بلکه فقط گرمای مخصوص معادل با اختلاف دمای حاصل از دوران خود را از برج خارج می کند. این مایع برگشتی با دمای زیاد از برج خارج شده و بعد از سرد شدن با درجه حرارتی کمتر به برج برمی گردد. معمولاً این نوع مایع برگشتی در قسمتهای میانی یا درونی برج بکار گرفته می شود و مایع برگشتی جانبی هم خوانده می شود. اثر عمده این روش، تقلیل حجم بخارات موجود در برج است.

نسبت مایع برگشتی

نسبت حجم مایع برگشتی به داخلی و محصول بالایی برج را نسبت مایع برگشتی گویند. از آنجا که محاسبه مایع برگشتی

داخلی نیاز به محاسبات دقیق دارد، لذا در پالایشگاهها ، عملاً نسبت مایع برگشتی بالای برج به محصول بالایی را به عنوان نسبت مایع برگشتی بکار می‌برند.

تقطیر نوبتی

این نوع تقطیرها در قدیم بسیار متداول بوده، ولی امروزه بعلمت نیاز نیروی انسانی و ضرورت ظرفیت زیاد ، این روش کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. امروزه تقطیر نوبتی ، صرفاً در صنایع دارویی و رنگ و مواد آرایشی و موارد مشابه بکار برده می‌شود و در صنایع پالایش نفت در موارد محدودی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین در موارد زیر ، تقطیر نوبتی از نظر اقتصادی قابل توجه می‌باشد.

• تقطیر در مقیاس کم

• ضرورت تغییرات زیاد در شرایط خوراک و محصولات مورد نیاز

• استفاده نامنظم از دستگاه

• تفکیک چند محصولی

• عملیات تولید متوالی با فرآیندهای مختلف

تقطیر مداوم

امروزه بعلمت اقتصادی بودن مداوم در تمام عملیات پالایش نفت از این روش استفاده می‌شود. در تقطیر مداوم برای یک نوع خوراک مشخص و برشهای تعیین شده شرایط عملیاتی ثابت بکار گرفته می‌شود. بعلمت ثابت بودن شرایط عملیاتی در مقایسه با تقطیر نوبتی به مراقبت و نیروی انسانی کمتری احتیاج است. با استفاده از تقطیر مداوم در پالایشگاهها مواد زیر تولید می‌شود:

گاز اتان و متان بعنوان سوخت پالایشگاه ، گاز پروپان و بوتان بعنوان گاز مایع و خوراک واحدهای پتروشیمی ، بنزین موتور و نفتهای سنگین بعنوان خوراک واحدهای تبدیلی کاتالیستی برای تهیه بنزین با درجه آروماتیسیته بالاتر ، حلالها ، نفت سفید ، سوخت جت سبک و سنگین ، نفت گاز ، خوراک واحدهای هیدروکراکینگ و واحدهای روغن سازی ، نفت کوره و انواع آسفالتها.

تقطیر ساده:

شکل دستگاه تقطیر ساده:

1- شعله 2- بالن ته گرد 3- سه راهی تقطیر 4- دماسنج 5- سرد کننده 6- ورودی آب 7- خروجی آب 8- بالن 9- خروج هوا و بخار 10- رابط خلاء

بخش عملی

الف) تقطیر ساده تتراکلریدکربن

20 میلی لیتر تتراکلرید کربن را در بالن تقطیر 50 میلی لیتری بریزید (احتیاط: هرگز از بالنی که بیش از نصف آن از ماده پر شده است استفاده نکنید) دستگاه تقطیر ساده را مطابق شکل سوار کنید و توجه نمائید که حباب دماسنج یا مخزن جیوه ای درست زیر بازوی جانبی بالن تقطیر (محل خروج بخار از بالن) باشد. قطعه کوچکی از سنگ جوش اضافه کنید تا امکان تاخیر در جوش که سبب میشود مایع ناگهانی بالا آید و یا به طور غیر منتظره بداخل میرد پرت شود، از بین برود . بالن را با شعله کم حرارت دهید و طوری شعله را تنظیم کنید که سرعت ریختن مایع حاصل از سرد شدن که از مبرد به داخل ظرف جمع آوری می ریزد حدود یک قطره در ثانیه باشد. نموداری از تغییرات درجه حرارت نسبت به حجم مایع جمع آوری شده رسم نمائید و درجه حرارتی که مایع بیشتری تقطیر میشود به عنوان نقطه جوش یادداشت نمائید. تقطیر را در حالی که 2-3 میلی لیتر مایع در بالن تقطیر مانده است قطع کنید . نقطه جوشی که به دست آورده اید با نقطه جوش کربن تتراکلرید که در کتاب یا مقالات ذکر شده است مقایسه نمائید.

ب) تقطیر ساده متانول و آب

در یک بالن 100 میلی لیتری مخلوطی از 25 میلی لیتر متانول و 25 میلی لیتر آب بریزید. دو عدد سنگ جوش کوچک در بالن ببندازید و به آرامی بالن را حرارت دهید. درجه حرارتی که اولین قطره مایع از نوک ترمومتر به داخل بالن میچکد (میعان) یادداشت کنید و به عنوان شروع تقطیر در نظر بگیرید. در همین لحظه بخارات داخل لوله جانبی شده و مایع میشود و سرازیر شده از دهانه خروجی میرد وارد ظرف جمع آوری میشود. در ابتدای شروع تقطیر حرارت را به گونه ای تنظیم کنید که سرعت تقطیر یک قطره در ثانیه باشد. دمای ترمومتر را بر حسب حجم تقطیر شده یادداشت کنید و منحنی آنرا رسم کنید .

در فشار 760 mmHg متانول در 64/7 درجه سانتیگراد و آب در 100 oC می جوشد. توجه داشته باشید که در فشار آزمایشگاه در دمای پایین تری تقطیر متانول شروع خواهد شد. هنگامی که 2-3 میلی لیتر مایع در ته بالن باقی مانده است تقطیر را متوقف کنید.

تقطیر جزء به جزء:

برای جدا کردن موادی که نقطه جوش آنها خیلی به هم نزدیک باشد از تقطیر جزء به جزء استفاده میکنند. اختلاف این روش با تقطیر ساده آن است که در این حالت از یک ستون تقطیر جزء به جزء استفاده میشود.

ستونهای تقطیر جزء به جزء انواع متعددی دارند ولی در تمام آنها چند خصالت کلی مشاهده میشود. این ستونها مسیر عمودی را به وجود می آورند که باید بخار در انتقال از ظرف تقطیر به مبرد از آن بگذرد، این مسیر به مقدار قابل ملاحظه ای از مسیر دستگاه تقطیر ساده طولتر است. هنگام انتقال بخار از ظرف تقطیر به بالای ستون مقداری از بخار متراکم میشود. مایع متراکم شده، در حالی که به پایین ستون می ریزد دوباره در تماس با بخاری که از پایین به بالا در جریان است به طور جزئی تبخیر میشود و به سمت بالا میرود و طی این میعان و تبخیر شدنهای متوالی بخار از جزء فرار تر غنی تر میشود، یعنی هرچه به سمت بالای ستون پیش میرویم غلظت جزء فرار تر بیشتر و هر چه به سمت پایین می آیم غلظت جزء غیر فرار بیشتر میشود.

از نقطه نظر تئوری، جدا کردن دو ترکیب فرار به طور کامل، بوسیله تقطیر حتی زمانی که اختلاف در نقطه جوش آنها زیاد باشد امکان پذیر نیست زیرا همیشه جزء دارای نقطه جوش پایین تر فشار بخارش را بر روی نقطه جوش جزء دیگر اعمال نموده و پاره ای از مولکولهای با نقطه جوش بالاتر نیز تقطیر میگردند. اما بهر حال در امور تجربی، بوسیله تقطیر جزء به جزء میتوان مخلوط اینگونه مایعات را در حد مطلوبی جدا نمود.

تقطیر جزء به جزء مخلوطهای دو جزئی و چند جزئی

هدف از تقطیر، جداسازی خوراک به بخارهایی از محصولات تقریباً خالص است در تقطیر سیستم های دو جزئی، درجه خلوص با کسر مولی جزء سبک در محصول تقطیر XO و در محصول ته مانده XB بیان می شود. در سیستم های دو جزئی از یک مرحله به مرحله دیگر، به جزء در نقطه آزنوتروپ، دما و منحنی تعادل تغییر می کنند و یک جزء در تمام ستون فرارتر است. اما در سیستم های چند جزئی یک جزء ممکن است در یک قسمت ستون فرارتر و در قسمت دیگر فراریت کمتری داشته باشد، که ماهیت پیچیده غلظت اجزا را نشان می دهد. تعادل فازی سیستم های چند جزئی نسبت به دو جزئی بسیار پیچیده است، به دلیل اینکه تعداد اجزاء زیاد است و تعادل به دما بستگی دارد و دما از یک مرحله به مرحله دیگر تغییر می کند.

شکل دستگاه تقطیر جزء به جزء:

1- سنگ جوش 2- مخلوط دو یا چند ماده 3- گرم کننده 4- ظرف تقطیر (بالن) 5- ستون تقطیر 6- دماسنج 7- خروجی آب 8- ورودی آب 9- سرد کننده 10- رابط خمیده ساده 11- ظرف گیرنده (استوانه مدرج) 12- محصول تقطیر
مخلوط دو ماده با هم در برخی مواد تولید آزنوتروپ میکنند، یعنی مخلوط با درصد معینی تا آخرین قطره تقطیر میشود. در اینگونه موارد نمیتوان مخلوط را بوسیله تقطیر جزء به جزء از یکدیگر جدا کرد. برای از بین بردن این حالت یا ماده دیگری به مخلوط اضافه میکنند تا آزنوتروپ دیگری که مطلوب باشد بدست آید و یا فشار را تغییر میدهند. مثلاً الکل 95 درصد تشکیل آزنوتروپ میدهد که برای از بین بردن نقطه آزنوتروپ، بنزن به آن اضافه میکنند که در نتیجه نقطه آزنوتروپ دیگری با درصد آب بیشتر ایجاد میشود که بدین ترتیب آب خارج شده، الکل و بنزن باقی میماند که بوسیله تقطیر جزء به جزء به راحتی جدا میشود

بخش عملی

الف) تقطیر جزء به جزء متانول و آب

در یک بالن ته گرد 100 میلی لیتری مقدار 30 میلی لیتر متانول و 30 میلی لیتر آب بریزید و برای اطمینان از جوشش آرام (جلوگیری از غلیان محلول)، چند عدد سنگ جوش اضافه کنید دستگاه تقطیر جزء به جزء را مطابق شکل سوار کنید. از ابتدای شروع تقطیر حرارت را به گونه ای تنظیم کنید که سرعت تقطیر 10 الی 20 قطره در دقیقه باشد. درجه حرارتی که اولین قطره مایع از نوک دماسنج میچکد را یادداشت کنید. اگر ستون مایع طغیان میکند سرعت تقطیر را کم کنید. محصول تقطیر (مقطره) را در سه ظرف جدا در محدوده دمایی زیر جمع آوری نمایید.

تا دمای 68 درجه مقطره را در ظرف (الف) ذخیره کنید.

از 68 درجه تا 90 درجه مقطره را در ظرف (ب) جمع آوری نمایید.

از 90 درجه به بعد، آنرا در ظرف (ج) ذخیره کنید.

تقطیر را ادامه دهید تا 2-3 میلی لیتر مایع در ظرف تقطیر باقی بماند و سپس شعله را خاموش کنید.

حجم مایعات جمع آوری شده در هر ظرف را اندازه گیری کرده و یادداشت کنید. حجم مایع باقی مانده در ظرف تقطیر را نیز اندازه گیری نموده و یادداشت کنید.

ب) تقطیر جزء به جزء بنزن و تولوئن

در یک ظرف ته گرد 100 میلی لیتری 30 میلی لیتر بنزن و 30 میلی لیتر تولوئن ریخته و برای اطمینان از جوشش آرام،

چند عدد سنگ جوش به آن اضافه کنید. دستگاه تقطیر جزء به جزء را آماده کنید .
 در این دستگاه محل حباب دماسنج اهمیت ویژه ای دارد، به محل آن نسبت به لوله جانبی سر دستگاه تقطیر توجه کنید (شکل دستگاه تقطیر). سه ظرف 50 میلی لیتری به عنوان ظرف گیرنده با برچسب (الف)، (ب) و (ج) آماده کنید. در عمل باید نوک رابط خلأ تا داخل گردن این ظرف امتداد داشته باشد، بین رابط و ظرف گیرنده یک فضای عمودی باقی نگذارید زیرا این فضا باعث سهولت فرار بخارهای قابل اشتعال میشود .
 ظرف تقطیر را با چراغ گاز حرارت دهید. چراغ را طوری قرار دهید که نوک شعله با توری سیمی تماس پیدا کند یا درست زیر آن باشد، و شعله را از جریان باد محفوظ نگه دارید به نحوی که بتوانید حرارت را تا حد ممکن به دقت تنظیم کنید. به مجردی که محلول شروع به جوشیدن کرد و بخارهای رفلاکس شده به گرما سنج رسید، شعله را طوری میزان کنید که تقطیر فقط با سرعتی در حدود یک قطره مایع مقطر در هر یک یا دو ثانیه به طور یکنواخت ادامه یابد. اولین مایع مقطر را در ظرف گیرنده (الف) جمع آوری کنید. وقتی که درجه حرارت دهانه خروجی به 80 درجه رسید، ظرف گیرنده (الف) را با ظرف گیرنده (ب) و در 105 درجه آن را با ظرف گیرنده (ج) عوض کنید. تقطیر را ادامه دهید تا حدود 2 میلی لیتر مایع در ظرف تقطیر باقی بماند و بعد شعله را خاموش کنید. حجم اجزاء تقطیر شده در ظرف گیرنده (الف)، (ب) و (ج) را به کمک استوانه مدرج اندازه بگیرید و یادداشت کنید. اجازه دهید تا مایع موجود در ستون تقطیر به داخل ظرف تقطیر برگردد، حجم باقی مانده را اندازه گرفته و یادداشت کنید.
 تقطیر با بخار آب:

غالباً به کمک تقطیر با بخار آب میتوان ترکیبات آلی فراری را که با آب مخلوط نمیشوند یا تقریباً با آن غیر قابل اختلاط هستند تفکیک و تخلیص کرد. در این روش مخلوط آب و جسم آلی با هم تقطیر میشوند. که به دو صورت امکان پذیر است :
 (1) روش مستقیم: که مخلوط آب و ماده آلی با همدیگر حرارت داده میشوند (تقطیر بوسیله آب).
 (2) روش غیر مستقیم: که بخار آب را در ظرف دیگری ایجاد کرده و از داخل ماده آلی عبور میدهند .
 در تقطیر با بخار آب طبق قانون دالتون فشار بخارهای حاصله در درجه حرارت معین، برابر با مجموع فشارهای جزئی همان بخارها است :

$$PT = P1 + P2 + P3 + \dots$$

از این عبارت چنین بر می آید که همواره در هر درجه حرارتی فشار بخار کل مخلوط حتی از فشار بخار فرار ترین جزء در آن درجه حرارت بیشتر است، زیرا که فشار بخار اجزای دیگر مخلوط هم دخالت میکنند. بنابر این باید درجه جوش مخلوط ترکیبهای غیر قابل اختلاط کمتر از جزئی باشد که کمترین نقطه جوش را دارد .
 آب (با نقطه جوش 100 درجه) و برومبزن (با نقطه جوش 156 درجه) در یکدیگر نامحلولند. این مخلوط در حدود 95 درجه سانتیگراد میجوشد. در این درجه، فشار بخار کل مخلوط برابر با فشار اتمسفر است. همانگونه که طبق نظریه دالتون پیش بینی میشود این درجه کمتر از نقطه جوش هر یک از این دو ماده به صورت خالص است .
 مزیت استفاده از تقطیر با بخار آب در این است که در چه حرارت در این تقطیر نسبتاً پایین است (کمتر از 100 درجه) و این روش برای خالص سازی موادی به کار میرود که نسبت به حرارت حساسند و در حرارتهای بالا تجزیه میشوند . همچنین این روش برای جدا کردن ترکیب، از مخلوط واکنشی که محتوی مقدار زیادی از مواد غیر مانند باشد مفید است .
 برج تقطیر

برجهای تقطیر با سینی کلاهکدار ، تعداد سینیها در مسیر برج به نوع انتقال ماده و شدت تفکیک بستگی دارد. قطر برج و فاصله میان سینیها به مقدار مایع و گاز که در واحد زمان از یک سینی میگذرد، وابسته است. هر یک از سینیهای برج ، یک مرحله تفکیک است. زیرا روی این سینیها ، فاز گاز و مایع در کنار هم قرار میگیرند و کار انتقال ماده از فاز گازی به فاز مایع یا برعکس در هر یک از سینیها انجام میشود. برای اینکه بازدهی انتقال ماده در هر سینی به بیشترین حد برسد، باید زمان تماس میان دو فاز و سطح مشترک آنها به بیشترین حد ممکن برسد.

بخشهای مختلف برج تقطیر با سینی کلاهکدار

- بدنه و سینیها: جنس بدنه معمولاً از فولاد ریخته است. جنس سینیها معمولاً از چدن است. فاصله سینیها را معمولاً با توجه به شرایط طراحی ، درجه خلوص و بازدهی کار جداسازی بر میگزینند. در بیشتر پالایشگاههای نفت ، برای برجهای تقطیر به قطر 4 ft فاصله میان 50 - 18 سانتیمتر قرار می دهند. با بیشتر شدن قطر برج ، فاصله بیشتری نیز برای سینیها در نظر گرفته میشود.
- سرپوشها یا کلاهکها: جنس کلاهکها از چدن می باشد. نوع کلاهکها با توجه به نوع تقطیر انتخاب می شود و تعدادشان در هر سینی به بیشترین حد سرعت مجاز عبور گاز از سینی بستگی دارد.
- موانع یا سدها: برای کنترل بلندی سطح مایع روی سینی ، به هر سینی سدی به نام "ویبر (Wier)" قرار می دهند تا از پایین رفتن سطح مایع از حد معنی جلوگیری کند. بلندی سطح مایع در روی سینی باید چنان باشد که گازهای بیرون آمده از شکافهای سرپوشها بتوانند از درون آن گذشته و زمان گذشتن هر حباب به بیشترین حد ممکن برسد. بر اثر افزایش زمان

گذشتن حباب از مایع ، زمان تماس گاز و مایع زیاد شده ، بازدهی سینی‌ها بالا می‌رود .

برجهای تقطیر با سینی‌های مشبک

در برجهای با سینی مشبک ، اندازه مجراها یا شبکه‌ها باید چنان برگزیده شوند که فشار گاز بتواند گاز را از فاز مایع با سرعتی مناسب عبور دهد . عامل مهمی که در بازدهی این سینیها موثر است، شیوه کارگذاری آنها در برج است. اگر این سینیها کاملاً افقی قرار نداشته باشند، بلندی مایع در سطح سینی یکنواخت نبوده و گذر گاز از همه مجراها یکسان نخواهد بود.

خوردگی فلز سینیها هم در این نوع سینیها اهمیت بسیار دارد. زیرا بر اثر خوردگی ، قطر سوراخها زیاد می‌شود که در نتیجه مقدار زیادی بخار با سرعت کم از درون آن مجاری خورده شده گذر خواهد کرد. و می‌دانیم که اگر سرعت گذشتن گاز از حد معینی کمتر گردد، مایع از مجرا به سوی پایین حرکت کرده بازدهی کار تفکیک کاهش خواهد یافت.

برجهای تقطیر با سینی‌های دریچه‌ای

این نوع سینیها مانند سینیهای مشبک هستند. با این اختلاف که دریچه‌ای متحرک روی هر مجرا قرار گرفته است. در صنعت نفت ، دو نوع از این سینیها بکار می‌روند:

1. انعطاف پذیر: همانطور که از نام آن برمی‌آید، دریچه‌ها می‌توانند بین دو حالت خیلی باز یا خیلی بسته حرکت کنند.

2. صفحات اضافی: در این نوع سینیها ، دو دریچه یکی سبک که در کف سینی قرار می‌گیرد و دیگری سنگین که بر روی سه پایه‌ای قرار گرفته ، تعبیه شده است . هنگامی که بخار کم باشد، تنها سرپوش سبک به حرکت در می‌آید. اگر مقدار بخار از حد معینی بیشتر باشد، هر دو دریچه حرکت می‌کنند .

مقایسه انواع گوناگون سینی‌ها

در صنعت نفت ، انواع گوناگون سینی‌ها در برجهای تقطیر ، تفکیک و جذب بکار برده می‌شوند. ویژگیهایی که در گزینش نوع سینی برای کار معینی مورد توجه قرار می‌گیرد، عبارت است از: بازدهی تماس بخار و مایع ، ظرفیت سینی ، افت بخار در هنگام گذشتن از سینی ، زمان ماندن مایع بر روی سینی ، مشخصات مایع و چون در صنعت بیشتر سینی‌های کلاهدار بکار برده می‌شوند، برای مقایسه مشخصات سینی‌های دیگر ، آنها را نسبت به سینی‌های کلاهدار ارزیابی می‌کنند.

برجهای انباشته

در برجهای انباشته ، بجای سینی‌ها از تکه‌ها یا حلقه‌های انباشتی استفاده می‌شود. در برجهای انباشته حلقه‌ها یا تکه‌های انباشتی باید به گونه‌ای برگزیده و در برج ریخته شوند که هدفهای زیر عملی گردد.

1. ایجاد بیشترین سطح تماس میان مایع و بخار

2. ایجاد فضا مناسب برای گذشتن سیال از بستر انباشته

جنس مواد انباشتی

این مواد باید چنان باشند که با سیال درون برج ، میل ترکیبی نداشته باشند .

استحکام مواد انباشتی

جنس مواد انباشتی باید به اندازه کافی محکم باشد تا بر اثر استفاده شکسته نشده و تغییر شکل ندهد .

شیوه قرار دادن مواد انباشتی

مواد انباشتی به دو صورت منظم و نامنظم درون برج قرار می‌گیرند.

1. پر کردن منظم: از مزایای این نوع پر کردن، کمتر بودن افت فشار است که در نتیجه می‌شود حجم بیشتر مایع را از آن گذراند.

2. پر کردن نامنظم: از مزایای این نوع پر کردن ، می‌توان به کم هزینه بودن آن اشاره کرد. ولی افت فشار بخار در گذر از برج زیاد خواهد بود .

مقایسه برجهای انباشته با برجهای سینی‌دار

در برجهای انباشته ، معمولاً افت فشار نسبت به برجهای سینی‌دار کمتر است. ولی اگر در مایع ورودی برج ، ذرات معلق باشد، برجهای سینی‌دار بهتر عمل می‌کنند. زیرا در برجهای انباشته ، مواد معلق ته‌نشین شده و سبب گرفتگی و برهم خوردن جریان مایع می‌گردد. اگر برج بیش از حد متوسط باشد، برج سینی‌دار بهتر است. زیرا اگر در برجهای انباشته قطر

برج زیاد باشد، تقسیم مایع در هنگام حرکت از بستر انباشته شده یکنواخت نخواهد بود.

در برجهای سینی‌دار می‌توان مقداری از محلول را به شکل فرایندهای کناری از برج بیرون کشید، ولی در برجهای انباشته این کار ، شدنی نیست. کارهای تعمیراتی در درون برجهای سینی‌دار ، آسانتر انجام می‌گیرد. تمیز کردن برجهای انباشته ، از آنجا که باید پیش از هر چیز آنها را خالی کرده و بعد آنها را تمیز نمایم، بسیار پرهزینه خواهد بود.

نکات مهم در انجام عمل تقطیر:

- 1- از دستگاه تقطیری که رابط های آن شل باشند ممکن است بخارهای قابل اشتعالی که با چراغ بونزن مجاور مشتعل شود (نشت کند). دستگاهی که گیره های آن سفت بسته شده باشند ممکن است ضمن کار آزمایشگاهی در اثر فشار به نقطه ی شکست خود برسد و علاوه بر خطرات فیزیکی که شیشه شکسته دارد باعث پخش مواد قابل اشتعال یا سوزان شود.
- 2- در بستن گیره باید دهانه گیره با قطعه شیشه ای که به آن بسته می شود به صورت موازی قرار گیرد. این حالت باعث می شود که گیره بدون کج کردن شیشه بسته شود و موجب شکستن شیشه یا شل کردن رابط دیگری نشود. قبل از اطمینان از وضعیت درست قطعه ی شیشه ای و همترازی صحیح گیره آن را سفت نکنید.
- 3- در تقطیر ساده دستگاهی که به کار می رود در انتهای گیره خنک کننده به هوا راه دارد و از این راه تعادل فشار برقرار می شود. در آزمایشگاه هیچگاه نباید یک دستگاه بسته را حرارت داد. چنان جهت تعادل فشار برقرار نشود انبساط مواد در دستگاه فشار را زیاد می کند و این عمل ممکن است باعث انفجار دستگاه شود.
- 4- در این آزمایشات باید توجه داشت که موادی مثل بنزن و تولوئن باید خشک باشند. چنان چه از خشک بودن آنها اطمینان ندارید برای خشک کردن هر یک می توانید 50 میلی لیتر از آن را در دستگاه تقطیر ساده ای بریزید و تقطیر کنید تا مایع مقطر کورتی را نشان ندهد. تقطیر را قطع کنید و باقی مانده تقطیر (نه مایع مقطر) را در آزمایش تقطیر جز به جز به کار برید. این روش برای خشک کردن حلال های مرطوبی مناسب است که با آب از تو تروپ با جوشش مینی می دهند.
- 5- هنگامیکه مایع قابل اشتعالی را در حالت تقطیر یا رفلکس حرارت می دهید اطمینان حاصل کنید که تمام رابط ها محکم و عاری از فشار باشند. در موقعی که مایع بسیار فراری را گرم می کنید بهتر است که یک لوله لاستیکی را به دهانه باز دستگاهی متصل می کنید و لوله را از لبه بالایی میز کار بگذرانید و آن را از چرا گاز خود دور کنید.
- 6- هرگز نگذارید که یک محصول تقطیر قابل اشتعال به خصوص آگه نزدیک به شعله نفر پهلویی شما باشد آزادانه از خنک کننده به ظرف گیرنده ای که چند اینچ پایین تر از آن است بچکد. برای هدایت محصول تقطیر به ظرف گیرنده از یک مبدل استفاده کنید.

ضمیمه:

حلالهای قابل اشتعال که معمولا با آنها زیاد سرو کار داریم به ترتیب در زیر آورده شده است:

- 1- اتیل اتر
- 2- استرها (اتیل استات)
- 3- الکلها (متانول- اتانول- 2- پروپانول)
- 4- کتون ها (استون و بوتانول)
- 5- کربن دی سولفید
- 6- هیدروکربن ها (پنتان - هگزان - بنزن - تولوئن و ...)

منبع:

کتاب شیمی آلی تجربی نوین-جلد اول و جلد دوم-نام نویسندگان:رابرتس-گیلبرت-ردوالد-وینگر-نام مترجم: هوشنگ پیر الهی

کتاب شیمی عملی و آلی-مولفین: آقایان جلیلیان-وارسته مرادی-احمدی گلسفیدی(2)

3) technique of chemistry/A. Weissberger

سایت های مرتبط:

1) <http://www.daneshnamehroshd.com/>

2) <http://chemlab.mihanblog.com/>

3) <http://www.distillationgroup.com/distill.htm>

4) <http://orgchem.colorado.edu/hndbksupport/dist/dist.html>