اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

عملیات تقطیر

تهیه کننده:

امید فدوی

بنام خدا

پیشگفتار

این جزوه خلاصه شده و ترجمه چند فصل از کتاب *Distillation Operation* نوشته *H.Z. Kister* می باشد .فصل هایی از این کتاب که بیشترمربوط به عملیات تقطیر است انتخاب شده و در ترجمه سعی شده از توضیح اضافه بر متن لاتین پرهیز شود.امیدوارم در ویرایش های بعدی اشکالاتی را که شما دوستان پیدا می کنید، اصلاح نمایم.بر خود لازم می دانم از آقای مهندس وکیلی که انگیزه تدوین جزوه را در من ایجاد نمودند و آقای مهندس محمودی که در ویرایش مرا یاری کردند تشکر نمایم.

شهریور۸۷

امید فدوی

پست الکترونیکی:*OM.FADAVI@YAHOO.COM*

فهرست مطالب

فصل اول: آزمایش های عملیاتی برج ٦

۱- طغیان ۷

۱- ۱:طغیان ناشی از ماندگی ذرات مایع (*Spray Entrainment Flooding*) ۷

۱-۲ طغیان ناشی از ماندگی کف(*Froth Entrainment Flooding*) ۷

۱-۳ طغیان ناشی از تجمع مایع در ناودان(*DownComer Backup Flooding*) ۷

۱-۴ طغیان ناشی از گرفتگی ناودان (*DownComer Choke Flooding*) ۸

۲- اثر فشار و دبی بخار و مایع بر طغیان ۸

۳-تعیین شرایط طغیان در واحد ۹

افت فشار زیاد ۹

افزایش ناگهانی در افت فشار برج ۹

افت سطح مایع پایین برج ۱۰

افزایش سریع ماندگی ۱۰

افت تفکیک ۱۱

آزمایش طغیان ۱۲

راه حل های مقابله با طغیان ۱۲

کاهش خوراک ۱۲

تغییر بار مبدل پیش گرم کننده یا پیش خنک کننده خوراک ۱۲

تغییر فشار ۱۳

بهبود پایداری ۱۳

کف(*Foaming*) ۱۳

مکانیزم ایجاد کف ۱۳

مواد ضد کف ۱۳
تعیین کف در برجهای تقطیر ۱٤
نشانه های کف در برجهای تقطیر و جذب ۱٤
آزمایش وجود کف ۱٦
روشهای مقابله با کف ۱۷
فصل دوم:آماده سازی برج ۱۹
تخلیه مسیر (*Line Blowing*) ۲۰
فشارگیری و کاهش فشار (*Pressuring and Depressuring*) ۲۱
تخلیه (*Purging*) ۲۱
مسدود و نامسدود سازی(*Blinding and Unblinding*) ۲۲
آزمایش نشتی (*Leak Testing*) ۲۳
شستشو(*Washing*) ۲۳
عملیات آب و بخارآب(*Steam – Water Operations*) ۲۵
بخار دهی(*Steaming*) ۲۷
آب گیری (*Dehydration (Dryout*) ۲۸
گردش مایع(*Liquid Circulation*) ۲۹
آزمایش با حلال(*Solvent testing*) ۳۰
فصل سوم: راه اندازی و بستن برج های تقطیر ۳۱
روشهای راه اندازی و بستن ۳۲
مسیرهای مفید برای راه اندازی و بستن واحد ۳۲
ملاحظات مربوط به راه اندازی و بستن واحد ۳۵
تقطیر با فشار ۳۵

ملاحظات راه اندازی و بستن واحد برای برج های تحت خلاء ۳۸
ملاحظات راه اندازی و بستن، جلوگیری از گرفتگی (Plugging Prevention) ٤١
ملاحظات سرد کردن و گرم کردن ٤١
خنک کردن یا گرم کردن بیش از حد ٤٣
عملیات جریان برگشتی کامل ٤٥
تخلیه مایعات (Liquid drainage) ٤٥
مشکلات آب بندی (Sealing Problems) ٤٧
مشکلات جریان معکوس ٤٧
فصل چهارم: مشکلات عملیات ٥١
سطح مایع در برجها ٥٢
سطح مایع در ظرف انباشته کننده جریان برگشتی ٥٤
مشکلات آب ، منابع و آثار ٥٤
نوسانات فشار که آب القاء کرده (Water Induced Pressure Surges) ٥٥
نوسان فشاری که مواد سبک ایجاد می کند (Lights – Induced Pressure Surges) ٥٧
تجمع مواد با خلوص متوسط ٥٧

فصل اول:

آزمایش های عملیاتی

برج

ظرفیت و راندمان مهمترین ملاکهای تعیین کارایی برج هستند . ظرفیت برج معمولاً با شروع طغیان (Flooding) محدود می شود .

۱- طغیان :

جمع شدن مایع بیش از حد داخل برج را طغیان گویند که با یکی از مکانیزم های زیر رخ می دهد :

۱ - ۱ :طغیان ناشی از ماندگی ذرات مایع (Spray Entrainment Flooding) :

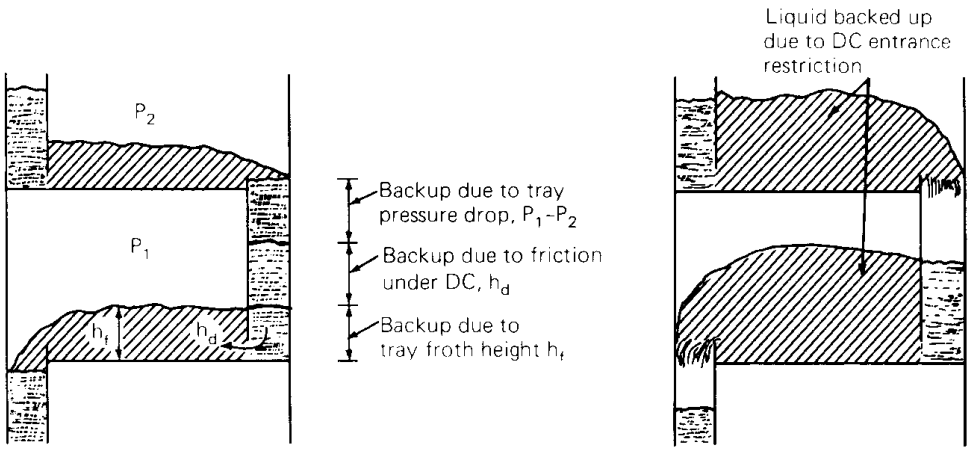
در دبی پایین مایع سینی ها در حالت Spray Regime قرار می گیرند و بیشتر مایع بصورت قطرات پخش در فضای بین دو سینی در می آید ، با افزایش سرعت گاز به شرایطی می رسیم که به جای اینکه مایع به سینی پایین سرازیر شودبا این قطرات به سینی بالایی می روند و روی سینی بالائی جمع می شود.

۱-۲ طغیان ناشی از ماندگی کف (Froth Entrainment Flooding):

در دبی بالاتر مایع ، پراکندگی مایع روی سینی به شکل کف (froth) است و با افزایش دبی حجمی گاز ارتفاع کف بیشتر می شود . وقتی که فاصله بین دو سینی کم باشد سطح بالای کف به زیر سینی فوقانی برخورد کرده ، ماندگی (Entrainment) بیشتر شده و باعث جمع شدن مایع در سینی بالایی می گردد . در برجهایی که فاصله بین دو سینی زیاد است (از ۱۸ تا ۲٤ اینچ) ، سطح بالای کف بندرت به سینی بالایی می رسد. با افزایش سرعت گاز بخشی از کف به اسپری تبدیل شده و طغیان مثل مکانیزم قبلی رخ می دهد .

۱-۳ طغیان ناشی از تجمع مایع در ناودان(DownComer Backup Flooding):

تجمع مایع در ناودان به دلیل افت فشار بین دو سینی ، افت فشار ناشی از Clearance ناودان و ارتفاع کف روی سطح سینی پایین است . با افزایش دبی مایع و بخار این افتها نیز بیشتر شده و در شرایطی که مایع داخل ناودان را پر کند به آن طغیان ناشی از تجمع مایع در ناودان گویند . (شکل ۱)



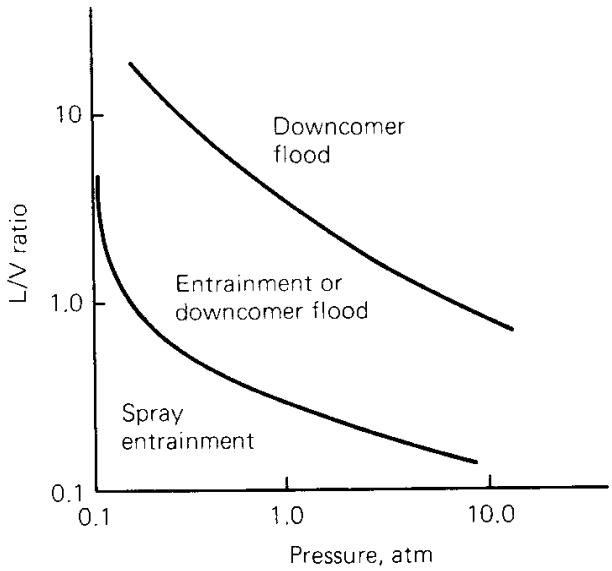
شکل ۱

۱-٤ طغیان ناشی از گرفتگی ناودان (DownComer Choke Flooding):

با افزایش بیشتر دبی مایع و همچنین سرعت مایع گازدار (Areated liquid) افت اصطکاکی در ناودان و ورودی ناودان خیلی زیاد می شود و مخلوط مایع گازدار را نمی توان به سینی پایینی منتقل نمود که این باعث تجمع مایع روی سینی بالایی می شود .(شکل ۱)

۲- اثر فشار و دبی بخار و مایع بر طغیان:

در فشارهای بالا اختلاف غلظت بین بخار و مایع کمتر شده و تفکیک بخار از مایع در ناودان دشوارتر می گردد و مایع گازدار داخل ناودان بیشتر گشته و عمدتاً طغیان ناشی از تجمع مایع رخ می دهد .



شکل ۲

۳-تعیین شرایط طغیان در واحد :

طغیان با تجمع مایع در برج مشخص می شود که این تجمع از نخستین سینی طغیان شده به سمت بالا گسترش می یابد و برج را پر می کند تا به یک نقطه مثل نقطه تزریق خوراک برسد که ممکن است بعد از آن ادامه نیابد . طغیان را با یکی از چند نشانه زیر شناخته می شود :

- افت فشار زیاد در برج
- افزایش ناگهانی در افت فشار برج
- افت سطح مایع پایین برج
- ماندگی از سینی بالایی به سرعت زیاد می شود
- افت تفکیک که با تغییر پروفیل دما یا آنالیز محصول دیده می شود .

در برجهای بسیار بزرگ (اتمسفری و ...) اندازه گیری افت فشار در فواصل مختلف برج ابزار اولیه برای تعیین نقطه شروع طغیان است .

- **افت فشار زیاد** : به طور کلی افت فشار هر سینی اگر بیش از ۵۰ تا ٦۰ درصد فاصله بین سینی ها باشد بیانگر حالت طغیان است . در برجهای آکنده از قاعده زیر تبعیت می شود :

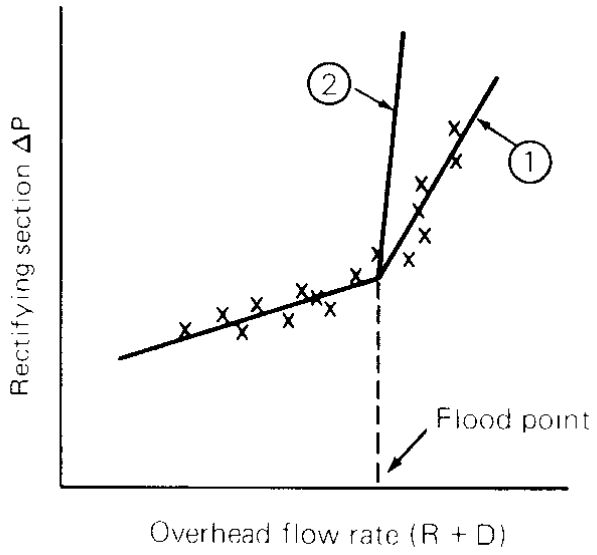
$\Delta p\langle 1 \quad inH_2o / \textbf{foot of bed}$ طغیان وجود ندارد

$\Delta p\rangle 3 \quad inH_2o / \textbf{foot of bed}$ طغیان توسعه یافته

$1\langle \Delta p\langle 3 \quad inH_2o / \textbf{foot of bed}$ طغیان توسعه یافته

- **افزایش ناگهانی در افت فشار برج** :

در تعیین شرایط طغیان یک افزایش ناگهانی افت فشار نسبت به اندازه افت فشار علامت مهمتری است . در برجهای آکنده تعیین نقطه طغیان با افت فشار کار دقیقی نیست و بایستی برای هر بخش برج که دارای آکنده است فشار سنج جداگانه وجود داشته باشد، زیرا فقط یک بخش برج ممکن است طغیان کند و افت فشار در طول برج تغییری ننماید.اگردر تعداد کمی از سینی ها طغیان شود منحنی۱ شکل زیر حاصل می شود و اگرطغیان ناشی از تجمع مایع در ناودان در چندین سینی رخ دهد منحنی ۲ بدست خواهد آمد.



شکل ۳

- **افت سطح مایع پایین برج** :

یکی از عوامل اصلی تعیین طغیان در برج به شمار می رود اما اگر بیشتر خوراک مایع باشد و طغیان در بخش بالای ورودی خوراک رخ دهد بخش پایینی برج بدون افت سطح مایع به کار طبیعی ادامه می دهد. همچنین اگر نقطه طغیان خیلی بالاتر از پایین برج باشد زمان زیادی طول می کشد تا طغیان باعث افت سطح مایع پایین برج شود . در برجهای کوتاه که طغیان بین نقطه تزریق خوراک و پایین برج رخ می دهد ، افت سطح مایع پایین برج نشانه خوبی برای شروع طغیان است و برای برجهایی که تعداد زیادی سینی دارند نشانه اولیه خوبی نمی باشد .

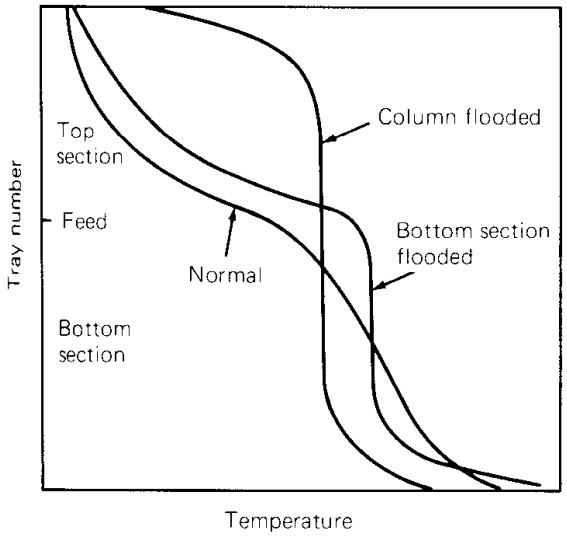
- **افزایش سریع ماندگی**:

یکی دیگر از نشانه های مشترک طغیان است که اغلب با افزایش سریع در مقدار جریان برگشتی یا محصول بالاسری مشاهده می شود (در حالیکه هیچ افزایشی در بار حرارتی جوش آور داده نشده یا تغییر جزئی در بار جوش آور ایجاد نموده ایم) . خروج مایع از **Bleeder** های بالای برج یکی از راههای تعیین ماندگی است ولی اگر طغیان در بخش عاری سازی برج (**Stripping section**) رخ دهد و به بخش غنی سازی **(Rectifying section)** گسترش نیابد از **Bleeder** نمی توان استفاده کرد .

➢ افت تفکیک :

معمولاً راندمان قبل از اینکه برج کاملاً در حالت طغیان وارد شود افت می کند و به این نقطه افت راندمان نقطـه حداکثر ظرفیت عملیاتی می گویند . بهترین روش تعیین افت تفکیک آنالیز آزمایشگاهی محصولات است . نشانه دیگر افت تفکیک در برج پروفیل دمایی برج است .

در استفاده از منحنی های دما باید دقت کرد شرایط **Pinch** به معنانی « تفکیک ضعیف ناشی از جریان برگشتی یا بخار ناکافی » با طغیان اشتباه نشود . به منظور تشخیص این دو حالت، اگربه جریان برگشتی یا بخار برگـشتی از جوش آور**(Reboil)** اضافه شد و تفکیک نیز بهتر شود و ΔT افزایش یابد شرایط **Pinch** بوده ؛ ولـی اگـر منحنی دما تغییری نکرد و تفکیک بهتر نشد شرایط طغیان بوده است .



شکل ٤

از دیگر روشهای تعیین طغیان :

۱- نصب bleeder در فاصله بین دو سینی جهت خروج بخار

۲- استفاده از Gamma ray scanning برای تعیین نواحی که طغیان پدید آمده است.

۳- استفاده از Sight glasses برای مشاهده داخل برج.

آزمایش طغیان:

به منظور تعیین نقطه شروع طغیان دبی جریان بخار یا مایع یا هر دو افزایش می یابد.روش های زیر معمولا بـرای افزایش دبی بخار و مایع حین آزمایش طغیان به کار می رود.

- ✓ افزایش مقدار خوراک و همزمان مقدار جریان برگشتی و بخار برگشتی از جوش آور به نحـوی کـه درصـد ترکیب محصولات ثابت بماند (واحدهای بالادستی یا پایین دستی امکان تأمین خوراک باشد).
- ✓ افزایش جریان برگشتی و بخار برگشتی از جوش آور با خوراک ثابت (بیشترین کاربرد را دارد)
- ✓ تغییر بار حرارتی مبدل پیش گرم کن یا خنک کننده خوراک و تنظیم جریان برگـشتی و و بخـار برگـشتی از جوش آور. این روش محدود به ظرفیت مبدلهای مذکورمی شود و نتایج آن قابل اطمینان نیست

به منظور تعیین دقیق نقطه طغیان باید مراحل متوالی افزایش و بخار برگشتی از جوش آور یا جریان برگشتی بـه مقدار یک تا دو درصد مقدار و زمان کافی جهت پایداری شرایط بین مراحل صورت پذیرد تا از عبـور از نقطـه طغیان پرهیز گردد .

راه حل های مقابله با طغیان :

برای غلبه بر طغیان معمولاً بایستی ادوات داخلی برج تعویض شوند ، گاهی نیز بایستی داخل برج تمیز شـود تـا مانع روی سینی یا داخل ناودان رفع گردد . در بعضی موارد تزریق مواد ضـد کـف ، حـلال جهـت حـل مـواد چسبیده به سطوح نیز کمک به رفع طغیان می کند . دیگر روشها به شرح زیر است :

۱- کاهش خوراک:

با کاهش خوراک واحد ، با تغییر درصد ترکیب خوراک ، با حذف یکی از خوراکهای برج یا بخشی از خـوراک به بیرون برج امکان مقابله با طغیان فراهم می شود .

۲- تغییر بار مبدل پیش گرم کننده یا پیش خنک کننده خوراک:

اگر طغیان عامل محدود کننده زیر نقطه خوراک است ، خوراک گرم تر، بار حرارتی جوش آور را کـم نمـوده و باعث کاهش بار بخار و مایع پایین برج می گردد در مقابل به بار بخار و مایع بخش بالای خوراک اضافه خواهد شد . بر عکس کاهش دما بار بالای خوراک را کم کرده و به بار زیر نقطه خوراک می افزاید .

۳- تغییر فشار:

تغییرات فشار برج می تواند باعث افزایش ظرفیت شود ، افزایش فشار باعث کاهش غلظت گاز می شود ؛بنابراین بار بخار بیشتری می توان از برج عبور داد ولی فراریت نسبی کم می شود و برای همان تفکیک قبلی باید جریان برگشتی و و بخار برگشتی از جوش آور بیشتری داشته باشیم . بسته به این که بار مایع یا بار بخار اضافی محدود کننده باشند فشار کم یا زیاد می کنیم تا ظرفیت بیشتر شود .

٤- بهبود پایداری :

اگر برج نزدیک حالت طغیان کار کند هر نوسان کوچک در پارامترهای عملیاتی باعث طغیان برج می شود و تنظیم شرایط کنترلی برج نقش مهمی در دوری از حالت طغیان دارد .

کف(Foaming):

کف در برجهای تقطیر باعث طغیان زودرس ، حمل(Carryover) مایع به بالا و به هدر رفتن حلالها می شود. در برجهای آکنده کف باعث توزیع نادرست نیز خواهد شد .

مکانیزم ایجاد کف :

کف وقتی تشکیل می شود که حبابهایی که به سطح مایع می آیند باقی بمانند و در اثر ترکیدن در فاز بخار با چسبیدن به حبابهای مجاور از بین نروند ، عمر کف از ۵ ثانیه تا ۳ دقیقه متغیر است .

مواد ضد کف :

مواد نامحلولی هستند که روی سطح مایع کف کننده به سرعت توزیع شده و در هر نقطه حباب که قرار گیرند مایع را پس زده و یک لایه نازک از ماده ضد کف را در آن نقطه ایجا د می کنند تا حباب بترکد . مواد ضد کف فراریت کمی دارند ، به سرعت پخش می شوند واستفاده از آنها مقرون به صرفه است . یکی از معروف ترین مواد ضد کف سیلیکونها هستند مانند : دی متیل سیلیکون و تری الکیل و تترا الکیل سیلان (silane) این مواد فرار نیستند ، کشش سطحی کمی دارند، در آب و روغن غیر محلول و از لحاظ شیمیایی خنثی هستند و در غلظت کمتر از ppm ۱۰ استفاده می شوند .

تعیین کف در برجهای تقطیر :

کف در بحضی سیستمها همواره رخ می دهد و در بعضی بندرت ، نکات زیر به تعیین سیستمهایی که پتانسیل تولید کف دارند کمک می کند :

۱. در برجهای جذب و احیائی **(regenerators)** که از فاز مایعی با حلالهایی که جرم ملکولی بالایی دارند استفاده می کنند مانند : **Glycol** ، **Ehanol amine** ، **Potassium carbonate** معمولاً کف رخ می دهد .

۲. در برجهای فوق حضور ترکیباتی مانند هیدروکربنهای مایع و اسیدهای آلی وجود کف را بیشتر می کنند .

۳. مواد ضد خوردگی اغلب مواد فعال سطحی **(Surface–active)** هستند و کف کننده می باشند. در یک مورد آبی که برای تهیه آمین رقیق **(Lean)** استفاده می شده ، حاوی مواد ضد خوردگی مربوط به واحد بخاربوده و ایجاد کف می نموده است .

٤. حلالها ممکن است که با مواد بکار رفته در ساخت فیلتر واکنش دهند یا آنها را حل کرده و مواد حاصل از واکنش کف کننده باشند .

۵. بعضی حلالها یا مواد جاذب خاصی در برجهای جذب ایجاد کف می کنند **(Light Cycle Oil)** که با تعویض سیال جاذب و استفاده از مواد سبک تر مشکل کف حل می شود .

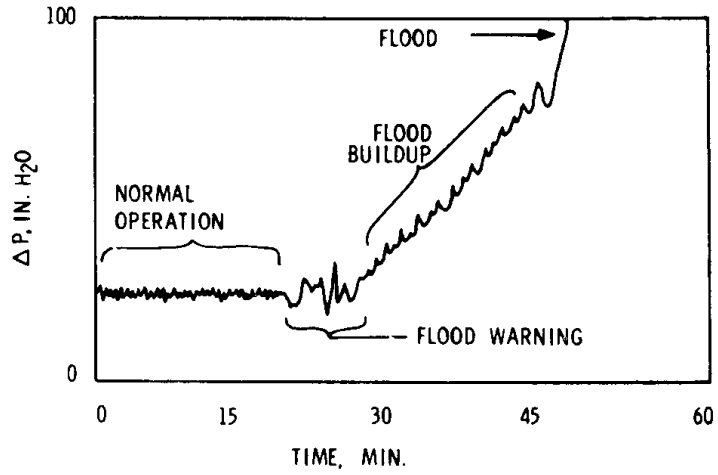
٦. کف در ظرف **(Preflash Tower)**و بخش عاری سازی برجهای تقطیر نیز رخ می دهد .

۷. مقادیر کم آب در برجهای عاری سازکه ترکیبات سبک را از هیدروکربنهای سنگین جدا می کنند باعث کف شده است .

۸. ذرات جامد معلق و پلیمرها معمولاً باعث پایداری کف می شوند مثلاً سولفیدهای آهن در محلولهای آمین .

نشانه های کف در برجهای تقطیر و جذب:

طغیان زودرس **(Premature Flooding)** و ماندگی زیاد ، افزایش ناگهانی و سریع افت فشارو افت فشار نوسانی از نشانه های کف است(شکل ۵) . مشاهده پیوسته و دائمی افت فشار برج بهترین ابزار تشخیص کف است . افت فشاری که بیش از ٤۰ تا ۵۰ درصد فاصله بین دو سینی بوده یا **in Liq/ ft packing** ۱ $\langle \Delta P$ از نشانه های کف می باشد.راهنمایی های زیر به تشخیص کف کمک می کند:



شکل ٥

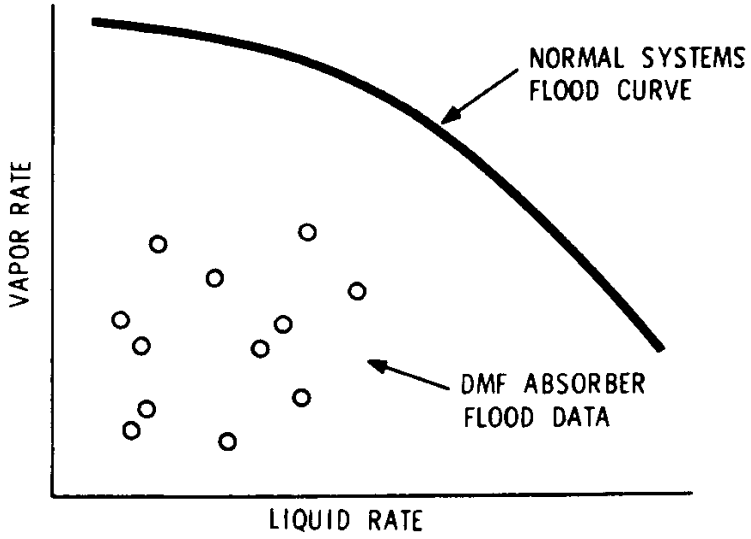
۱. طغیان ناشی از کف در شرایط عادی بدون هیچ علت واضحی رخ می دهد .

۲. طغیان ناشی از کف خیلی به دما حساس است و در دماهای بالا مشکل برطرف می شود .

۳. یک پروفیل دمای غیر طبیعی ، مثلاً در یک برج جذب آمین ، کف باعث واکنش در قسمت بالای برج شده ، محلول غلیظ سردتر شده در حالی که گاز خروجی گرم تر می شود . افت اختلاف دمای بین گـاز ورودی و خروجی همراه با افت دمای بین آمین غلیظ و رقیق بیانگر کف است .

٤. با اضافه نمودن ماده ضد کف خوراک را به طور قابل ملاحظه ای می توان افزایش داد .

٥. داده های طغیان ناشی از کف قابل تکرار نیستند.(شکل ٦)



شکل ٦

آزمایش وجود کف

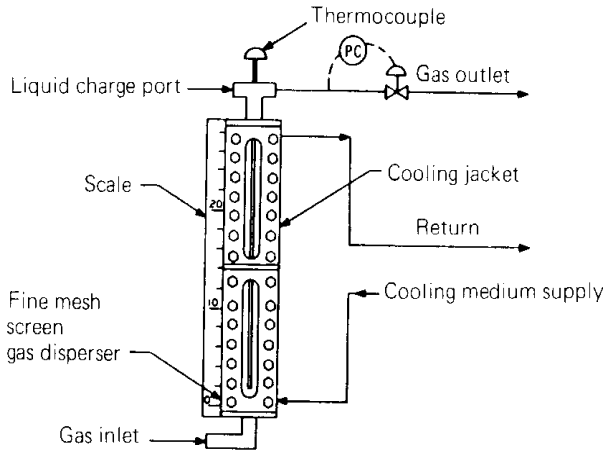
۱. روش « تکان دادن بطری یا (Bottle Shake) :یک بطری تمیز راکه از محلول داخل برج پر شده است را برای مدتی کنار گذاشته تا تمام گازهای محلول در آن خارج شود . درب آن را بسته و به شدت تکان می دهیم . سپس روی یک میز گذاشته ارتفاع کف ایجاد شده و زمان لازم برای از بین رفتن کف را ثبت می نمائیم . اگر بیش از ۵ ثانیه طول بکشد تا کف از بین برود احتمال وجود کف در این محلول در برج وجود دارد . شاید با این روش هم وجود کف مشخص نشود .

۲. هوا یا ازت را داخل محلول نمونه در یک ظرف کوچک پراکنده می کنیم . ارتفاع کف یا زمان از بین رفتن آن را می توان بعنوان ملاکی برای پدیده کف استفاده کرد . این آزمایش بهتر است در دمای فرآیند صورت پذیرد و مواردی بوده که کف با این آزمایش مشخص نشده است .

۳. گاز با یک تکه فیلتر در محلول پراکنده می شود وارتفاع و زمان از بین رفتن کف اندازه گیری می شود .

٤. از یک برج کوچک آزمایشگاهی برای تعیین کف استفاده نمود ، البته نمی توان شرایط دقیق عملیاتی را ایجاد کرد (دما ، فشار و ذرات جامد معلق).

۵. استفاده از یک **Level Glass** که بتوان با آن شرایط دما ، فشار و غلظت واحد را ایجاد نمود .(شکل ۷)



شکل ۷

روشهای مقابله با کف :

ساده ترین روش مقابله با کف تزریق ماده ضد کف است ، بعضی موارد که به مقابله با کف در برجها کمک می کند به شرح زیر است :

۱. انتخاب ماده ضد کف دارای اهمیت زیادی می باشد . انتخاب نادرست باعث افزایش کف می شود .

۲. محل تزریق ماده ضد کف مهم است . تزریق ماده ضد کف در بالا دست یک نقطه با اغتشاش زیاد مثل ورودی پمپ توصیه می شود . همچنین ماده ضد کف بایستی بخوبی در محلول پراکنده شود . بهتر است قبل از تزریق در یک محلول کاملاً مخلوط شود اختلاط ناکافی از تأثیر ماده می کاهد .

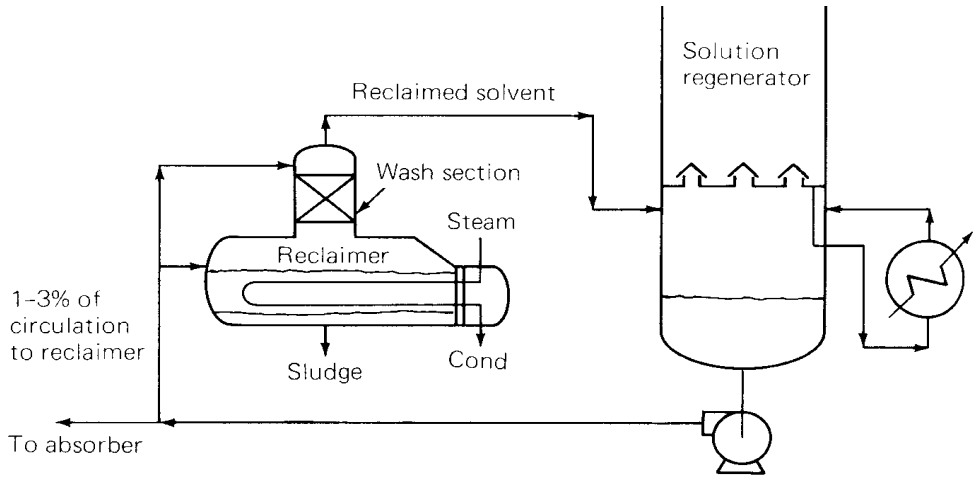
۳. مقدار تزریق مطابق نظر سازنده باشد ، مقدار بیشتر ممکن است باعث افزایش کف یا اثر منفی بر عملکرد سینی ها شود .

٤. بهتر است تزریق ماده ضد کف پیوسته باشد و از تزریق مقطعی پرهیز شود .

۵. به منظور کاهش اثر منفی ماده ضد کف می توان در پایین دست از فیلتر استفاده کرد .

٦. با کربن اکتیو می توان موادی با جرم ملکولی بالا که ایجاد کف می کنند جذب کرد . اگر ۰/۲۵ تا ۰/۵ درصد از محلول رقیق آمین را از کربن اکتیو عبور دهیم ، از مصرف ماده ضد کف خواهد کاست .

۷. در سیستم های جذب و احیاء استفاده از **Reclaiming** برای حذف محصولات ناشی از تجزیه و ذرات جامدی که ایجاد کف می کنند بسیار مؤثر است . (شکل ۸)



شکل ۸

۸. با بزرگ کردن اندازه ناودان می توان از طغیان ناشی از تجمع مایع در ناودان جلوگیری کرد .

۹. هیدروکربنهای سنگین در اثر تماس با مایع سرد مایع شده و ایجاد کف می نمایند . جداسازی مواد سنگین در بالا دست برج یا وارد نمودن محلول رقیق با دمای حداقل ۵ درجه سانتیگرادبالا تر از نقطه شبنم گاز از کف جلوگیری می کند .

۱۰. فیلتراسیون خوراک و محلول رقیق باعث جداسازی ذرات جامدی می شود که به پایداری کف کمک می کند (بویژه در سیستمهای جذب و احیا) .

۱۱. در سیستمهای جذب بدون احیا مانند **Caustic Scrubber** معمولاً بهتر است از یک برج با اندازه بزرگتر استفاده کرد تا از ماده ضد کف .

۱۲. در برجهای جذب **LPG** اگر از روغن جاذب دیگری مانند نفتای سنگین به جای **Light Cycle Oil** استفاده شود از کف کنندگی برج ممانعت به عمل می آید .

۱۳. در مسیرهای منتهی به برج از گریسهایی که پایه صابونی دارند برای شیرهای مسیر استفاده نشود .

۱٤. پس از بارگیری کاتالیست نو ، گرد کاتالیست نو به برج وارد شده و ایجاد کف می کند .

فصل دوم:

آماده سازی برج

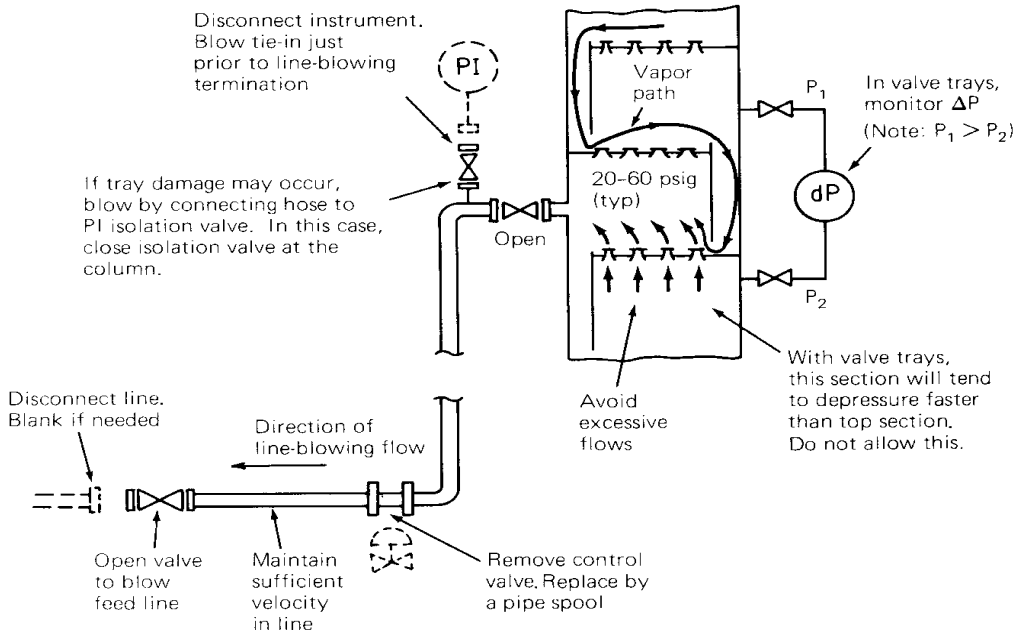
(Column Commissioning)

پس از بستن دریچه های برج کارهایی که انجام می شود تا برج آماده شرایط راه اندازی شود را آماده سازی گویند . هدف اصلی از آماده سازی تمیز کردن سیستم از مواد نامطلوب ، تست برج می باشد .

۱- تخلیه مسیر (Line Blowing) :

یکی از کارهای مشترک قبل از راه اندازی برج ، فشار گیری آن با هوا یا ازت است و سپس از برج بعنوان مخزن بخارات جهت تخلیه مسیرهای متصل به برج از مواد زائد باقی مانده استفاده می شود .

- تخلیه مسیر می تواند باعث جریان زیاد بخار و افت فشار بیش از طراحی بر سینی ها شده و نهایتاً به تغییر شکل سینی و پایه های آن منجر گردد . بایستی مقدار جریان عبوری از هر مسیر محاسبه شده و اگر بیش از حد بود از تخلیه مسیر با گازهای برج پرهیز شده یا افت فشار برج کنترل شود.
- برجهایی که دارای **Valve tray** هستند مانع از حرکت آزادانه گاز به سمت پایین می شوند و افت فشار بسیار زیادی را حتی در جریان کم گاز ایجاد می کنند،که باعث آسیب به سینی ها خواهد شد . از تخلیه مسیر پایین برج باید جداً پرهیز کرد وحتی مسیرهایی که به وسط متصلند به علت کاهش سریعتر فشار در سینی های زیر نقطه خروجی ، مشکلاتی پدید می آ ورند .(شکل ۹)



شکل ۹

- از تخلیه مسیرها به سمت برج باید پرهیز شود زیرا مواد زائد ممکن است در توزیع کننده ها و فضاهای تنگ گیرکند ومانع عبور جریان گردد .
- تمام ابزار دقیق متصل به برج باید حین تخلیه برج از برج قطع شوندیا باید حداقل ولوهای اتصال بسته باشند تا مواد نامطلوب وارد مسیرهای اتصال ابزار دقیق به برج نشوند .
- هر کنترل ولویی که در مسیر است برداشته و به جای آن **Spool** قرار داده شود.
- سرعت در مسیرهای برج بهتر است **ft/s** ۲۰۰ یا بیشتر باشد تا تمام آشغالها خارج گردند .
- بهتر است از نزدیکترین ولو به برج جهت تنظیم گاز تخلیه شده استفاده شود .

۲- فشارگیری و کاهش فشار (Pressuring and Depressuring):

فشار گیری و کاهش فشار در حین آماده سازی به منظور پیدا کردن نشتی ، قابلیت نگه داشتن فشار توسط برج ، خارج کردن هوا قبل از راه اندازی انجام می شود :

۱. به منظور جلوگیری از خسارت به سینی ها فشار گیری باید به کندی انجام گیرد .
۲. برجهائی که دارای **Valve tray** هستند برای فشار گیری از پایین برج گاز وارد شده به سمت بالا می رود.
۳. اگر داخل برج مایع باشد حین کاهش فشار خروج گاز با جریان زیاد باعث خارج شدن مایع و آسیب به سینی ها می شود **(Champagne bottle effect)**.
٤. اگر برج بین مراحل کمپرسور قرار دارد،اثر نوسانات فشار**(Surge)** کمپرسور روی ادوات داخلی برج در نظر گرفته شود . حوادث زیادی گزارش شده که **Demisters** یا سینی ها آسیب دیده اند.

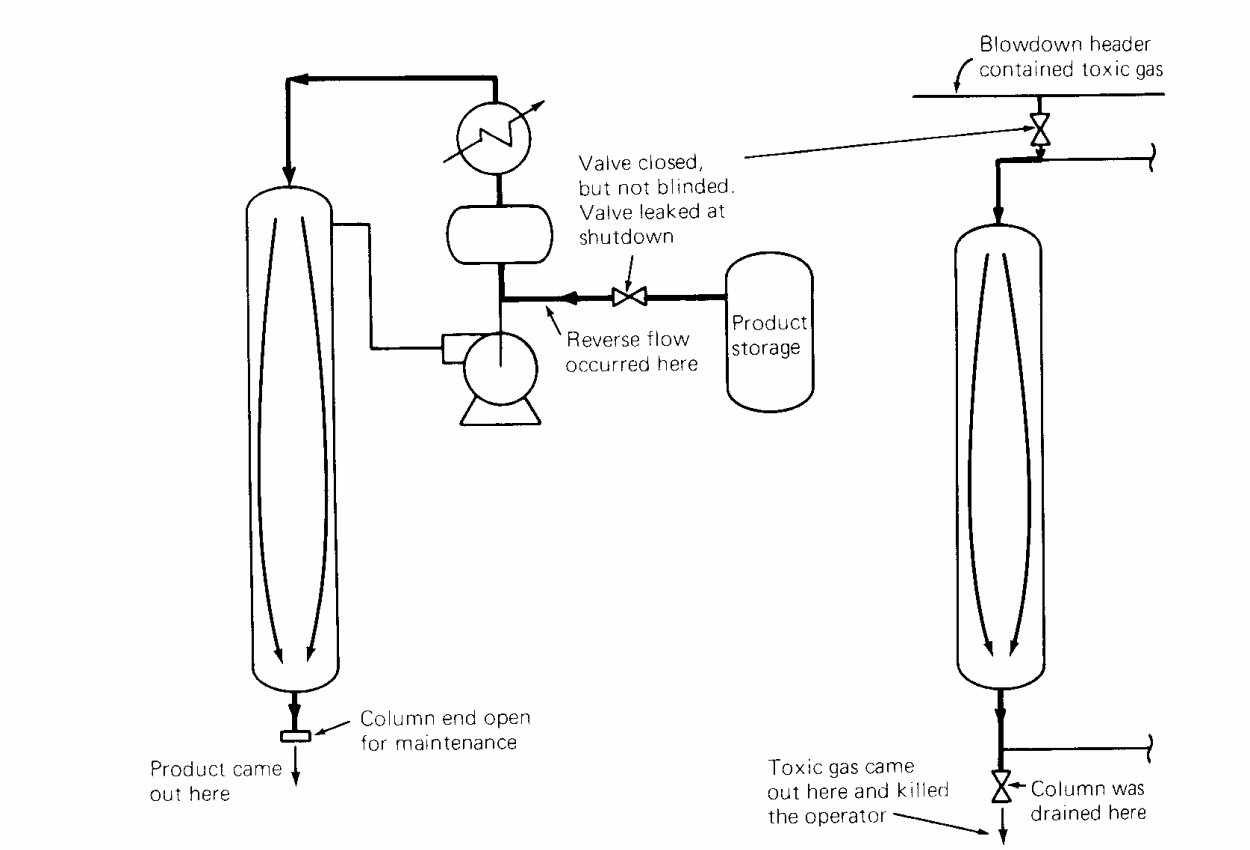
۳- تخلیه (Purging)

اگر مواد داخل برج قابل احتراق یا سمی باشند معمولاً از یک گاز خنثی مثل ازت یا دی اکسید کربن یا بخار آب برای تخلیهٔ برج استفاده می شود .در راه اندازی اگر از بخار آب برای تخلیه استفاده می شود بهتر است بعد از آن بخار آب با ازت تخلیه شود، زیرا میعان بخار آب داخل ظروف باعث افت فشار ظرف و مکش هوا به داخل آن می شود . در هنگام بستن بهتر است ابتدا با ازت پرج کنیم و سپس با بخار آب ازت از ظروف خارج شود . برای تخلیه برج یا از روش **Sweeping** و یا فشار گیری و تخلیه فشار استفاده می شود.

در روش **Sweeping** گاز در ورودی واحد تزریق شده و از یک ظرف به ظرف دیگر جریـان مـی یابـد . در روش فشار گیری و تخلیه فشار ظرف کاملاً جدا شده و چندین بار تخلیه می شود . شـیرهای **drain** و **vent** باید باز باشند تا مایعات یا مواد نامطلوب در مسیرها باقی نمانند .

۴- مسدود و نامسدود سازی(Blinding and Unblinding):

به منظور جدا سازی برج تمام مسیرهای ورودی و خروجی با صفحات مسدود کننده **(Spades)** از واحد تفکیک می شود.



شکل ۱۰

- . باید احتمال جریان معکوس از مخزن محصول به برج (به علت نشتی در شیرها) در نظر گرفته شده و مسیرهای مورد نظر مسدود شوند(شکل ۱۰).
- احتمال جریان معکوس از برج به مسیرهای **Utility** نیز باید در نظر گرفته شود.در یک مورد پروپان لزبرج به مسیر بخار آب نشت می کند.

- مشخصه (Rating)دما و فشار و جنس هر صفحه مسدود کننده باید به دقت تعیین شود تا از خمیدگی یا خوردگی جلوگیری شود.
- وقتی فلنج ها را شل می کنید تا مسدود یا نا مسدود سازی نمایید باید توجه شود که ممکن است مواد در Seat ولو رسوب و ایجاد گرفتگی کرده باشند.به محض شل کردن پیچ های فلنج به بیرون نشت نمایند.

۵- آزمایش نشتی (Leak Testing):

برج را با یک گاز خنثی(ازت) تا حدود psi ۱۰ کمتر از نقطه تنظیم شیر اطمینان ، فشار گیری کرده و سپس با محلول صابون تمام اتصالات برای یافتن نشتی بررسی شده وسرعت افت فشار ملاحظه می گردد.

۶- شستشو (Washing) :

برجها را گاهی بنا به دلایل زیر حین راه اندازی یا بستن واحد شتسشو می دهند:.

۱- برای خارج کردن رسوبات ، لجن ، ذرات جامد و محصولات خوردگی

۲- یافتن نشتی و آزمایش کارایی پمپ

۳- برای سرد کردن برج

٤- برای حل کردن مواد نامطلوب مانند اسید ، کاستیک پلیمر پیش از راه اندازی

۵- برای خارج کردن آب یا سایر مواد نامطلوب پیش از راه اندازی

برای سه دلیل اول شستشو با آب و دو دلیل آخر شستشو با مواد شیمیایی انجام می شود .

راهنمایی های زیر را برای شستن برج ها در نظر بگیرید:

۱. آب مورد استفاده باید عاری از رسوب و مواد جامد باشد همچنین مواد خوردنده مثل کلراید برای فولاد ضد زنگ
۲. پس از شستشو بهتر است با گاز داغ ظرف خشک شود .
۳. آب ابتدا از بالای برج وارد شده (برای برجهایی که خیلی کثیف هستند) برج را پر کرده و از پایین مسیر باز می شود تا آب شفاف خالی شود، سپس آب از پایین وارد می کنیم تا از بالا آب شفاف خارج شود .

این ترتیب **« نباید بر عکس شود زیرا به سینی ها آسیب وارد می گردد »**

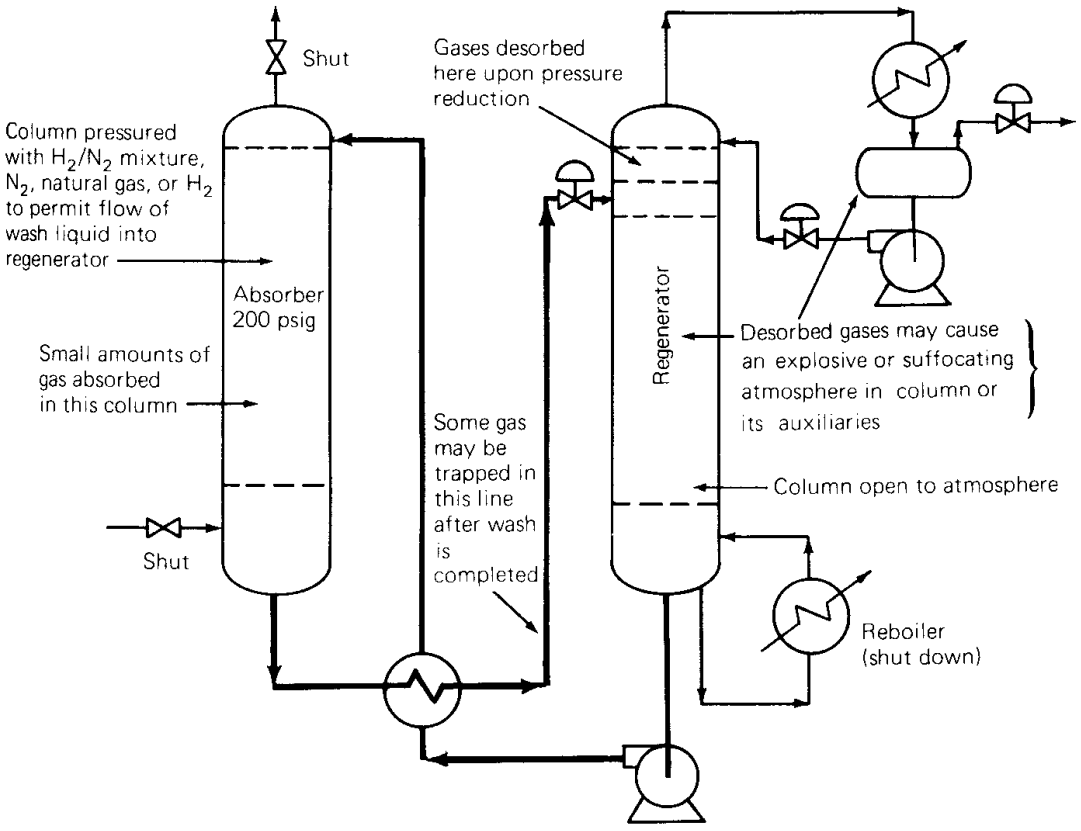
٤. فقط اگر دما کمتراز ^{O}F ۲۰۰باشد می توان از آب برای خنک کردن برج استفاده کرد .

٥. برای برجهای آکنده که تازه پر شده اند شستشو با آب توصیه می شود .

٦. قبل از شستشو با آب، اسید یا کاستیک باید کاملاً از برج خارج شود در غیر اینصورت واکنش شدیدی داده و به ادوات داخل برج آسیب می رساند .

۷. ممکن است همراه آب هوا وارد برج شده و ایجاد انفجار کند .

۸. در بعضی موارد بویژه سیستمهای جذب و احیاء محلول شوینده ظروف ، داخل چندین برج گردش می کنند و مواد را به ظروف پایین دستی منتقل می نماید . حوادث زیادی گزارش شده که آب مقدار کمی گاز راتحت فشار برج جذب در خود حل کرده و بعداً در برج احیاء که فشار کمتری دارد آزاد نموده است . بهتر است بعد از اینکه ظروف با آب شسته شدند پرج شوند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱

۹. احتمال واکنش مواد شیمیایی شوینده با رسوبات داخل برج باید در نظر گرفته شود . بویژه آزاد شدن گازهای سمی ناشی از واکنش را در نظر داشته باشید (H_2S). در یک حادثه اسیدی که برای شستشوی ظروف به کار می رفت با مواد داخل ظرف واکنش داده و گاز H_2S آزاد می کند .

۱۰. بعد از شستن برج عوامل شوینده شیمیایی باید کاملاً از برج خارج شوند . احتمال ماندن این مواد در بعضی نقاط **Dead** و وارد شدن به برج حین راه اندازی باید در نظر گرفته شود . خطر واکنش و ایجاد انفجار بین مواد شیمیایی و خوراک مورد توجه قرار گیرد . در یک حادثه کاستیک کمی پس از شستشو در یک گوشه مانده و وارد برجی که الکل استیلنی تولید می کرد شده و ایجاد انفجار کرده است .

۱۱. احتمال نفوذ مواد شیمیایی به مسیرهای متصل به برج به ویژه مسیرهای بخار در نظر گرفته شود .

۱۲. تخلیه سریع مایع شوینده ایجاد **Vapor gap** می کند .

۱۳. شست و شو باعث جمع آوری آشغال های مسیر و گرفتگی برج می شود. در یک مورد آب تکه پارچه ای را در توزیع کننده جریان برگشتی وارد کرده و مانع از راه اندازی برج گردید.بهترین روش این است که مسیر های ورودی به برج قبل از راه اندازی جدا و با آب شسته و تخلیه گردند.بهتر است از **Strainer** استفاده شود تا در مدار آب گردشی آشغال ها گرفته و وارد برج نشوند.

۱٤. شستن باعث کنده شدن زنگ های چسبیده به بدنه برج شده و هنگام راه اندازی ایجاد گرفتگی می کند.

۱۵. بهتر است آب دارای ماده ضد خوردگی باشد. ولی باید نسبت به کف کنندگی آن توجه داشت.

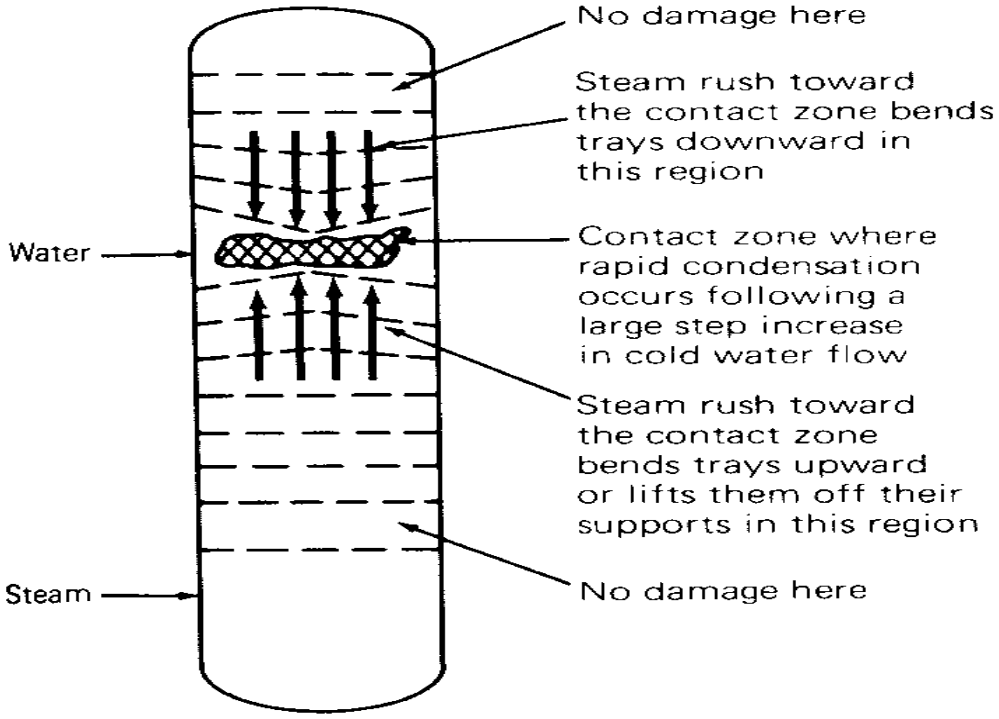
۷- عملیات آب و بخار آب (Steam – Water Operations) :

گاهی برای بررسی کارایی برج ، مبدلهای حرارتی و اینکه مسیرهای خاص (**Gravity line**) درست کار می کنند ، از مخلوط آب و بخار استفاده می کنند .عملیات آب و بخار آب می تواند به دلایل زیر باعث آسیب به ساختار برج شود:

۱. **ایجاد خلاء** : وقتی که آزمایش کامل شده یا قطع می شود ، بخار و آب در برج وجود دارد ، بخار آب به علت افت حرارت به محیط سرد شده و مایع می گردد و ایجاد خلاء می شود . اگر برج مقاومت کافی در برابر خلاء نداشته باشد انحناء می یابد . همچنین باز کردن آب سرد به برج داغی که داخل آن بخار آب

است نتیجه یکسانی می دهد . برای جلوگیری از اتفاق فوق باید پس از پایان عملیات یک **Vent** با اندازه مناسب باز بماند .

۲. **تحمیل افت فشار بسیار زیاد** : وقتی بخار آب با مقدار زیادی آب سرد تماس می یابد به سرعت مایع شده و فشار در نقطه تماس به شدت افت می کند و از بالا یا پایین نقطه تماس بخار آب هجوم می آورد . بنابراین افت فشار بسیار زیادی به سینی ها تحمیل می شود که اگر از حد مجاز نیروی وارد بر سینی تجاوز کند باعث خسارت به سینی می شود . سینی های بالای نقطه تماس به سمت پایین تغییر شکل می دهند و سینی های پایین نقطه تماس به سمت بالا تغییر شکل می دهند . نشانه این پدیده خسارت زیادی به سینی ها نزدیک نقطه تماس است که هر چه از این نقطه دور شویم خسارت کمتر می شود . در **Valve tray** ها خسارت به سمت پایین خیلی شدیدتر است **اگر آب قبل ازبخار آب وارد برج شود یا دبی آب یکباره خیلی زیاد شود نیز پدیده فوق تکرار میشود** . بنابراین لازم است تا بخار آب اول تزریق شود و بعد آب به آهستگی وارد برج گردد همچنین پیش گرم کردن آب نیز می تواند به حذف این مشکل کمک می کند .



شکل ۱۲

۳. **چکش آبی (Water – hammer)** : اختلاف فشار بسیار زیاد در بند قبلی ایجاد سرعت خیلی زیاد در بخار آب کرده و تکه های آب به همراه بخار آب در برخورد ، به سینی ها آسیب می زند .

٤. **تنش حرارتی(Thermal Stresses)** : سرد کردن بسیار سریع برجهای داغ با آب سرد ایجاد تنش حرارتی بسیار بالا ونهایتا **Fatigue** در برج یا سینی ها خواهد شد .

۵. **بیش از حد گرم کردن (Overheating)** : قابلیت برج و ادوات جانبی در برابر انبساط ناشی از دمای بخار آب بررسی شود .

٦. **ظرفیت ناکافی** : قبل ازآزمایش باید ظرفیت برج و ظرفیت تخلیه آن با مقدار بخارآب و آب مورد استفاده مقایسه شود .

۷. به منظور جلوگیری از رسوب گرفتگی مبدلهای جوش آور باید **Blowdown** کافی برقرار شود .

۸. برج و مسیرهای متصل به آن قبل از شروع عملیات آب – بخار آب با بخار آب پیش گرم شوند .

۸- بخار دهی(Steaming) :

بخار دهی برای آماده سازی برج به منظور خارج کردن هوا ، باز کردن مسیرهای بسته ، پیدا کردن نشتی برج ، خارج کردن مواد هیدروکربنی برای ورود نفر ، سرد کردن برجهای خیلی داغ بیش از $^{\circ}F$ ٤۰۰ استفاده می شود.راهنمایی های زیر را برای بخار دهی به برج به کار برید:

۱. بخار آب باید ابتدا خیلی آهسته تزریق شود تا برج به اندازه کافی گرم شده و آسیب ناشی از ایجاد خلاء انبساط ناگهانی به حداقل برسد .

۲. هنگام بستن واحد پس از پایان بخار دهی ، برج باید باز شود تا هوایا گاز خنثی وارد گردد،و در راه اندازی بایستی برج تحت فشار ازت یا سوخت گازی قرار گیرد .

۳. پس از انجام بخاردهی ، تمام اتصالات پایینی **(Low Points)** باید باز و تخلیه گردند تا آب در سیستم نماند و باعث آسیب به برج حین راه اندازی یا خوردگی نماید .

٤. قبل از تمام شدن بخاردهی ، معمولاً با اندازه گیری دما می توان مطمئن شد که بخـار آب در تمـام مـسیرها وارد شده (با لمس سطح خارجی لوله ها) و اگر مسیری سرد باشد یعنی گاز بی اثر مثل هوا یا ازت در آن حبس شده و باید تخلیه شود . باید از تمام خروجی ها ی ظرف به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه بخار خشک خـارج شود .

٥. اگر برج حاوی مخلوط قابل انفجاری است ، نباید از بخـاردهی اسـتفاده کـرد زیـرا احتمـال پدیـد آمـدن الکتریسیته ساکن با بخاردهی وجود دارد و بهتر است با ازت پرج شوند .

٦. اگر پس از میعان بخار آب در برج امکان پدید آمدن محلول اسیدی وجود دارد استفاده از بخاردهی توصـیه نمی شود .

۷. در برجهایی که از جنس فولاد کربنی **Non-Stress-Rlieved** هستند و حاوی محلول قلیایی بـوده انـد انجام بخاردهی به خوردگی از نـوع **Stress Corrosion Cracking** کمـک مـی کنـد . در بـسیاری از برجهای جذب آمین علت خوردگی به روش بستن آن بستگی داشته است . در چنین برجهـایی بهتـر اسـت برج پیش از بخاردهی با آب شسته شود .

۸. اگر برج شامل مواد آتش زا یا رسوبات یا مایعات قابل احتراق باشـد ، نبایـد هنگـام بـستن واحـد پـس از بخاردهی به هوا باز شود . بلکه باید با گاز خنثی ابتدا سرد شده و فقط بعد از آن باز گردد . اگر برج شـامل ادوات داخلی با سطح زیاد مانند آکنـده سـاختمانی، **Mist Eliminator** و **Random packing** و ... باشد ، مقدار زیادی رسوبات مانند کک به سطح ادوات داخلی چسبیده و گرمای زیادی نیز در این رسوبات وجود دارد که ورود هوا ایجاد انفجار می کند ، برای چنین برجهایی تبعیت از روش فوق ضروری است .

۹– آب گیری ((Dryout) Dehydration) :

روش های متداول در آب گیری به شرح زیر می باشند:

۱. روش مایع گردشی : در جائی که دما بالا است ($T>۹۰^{o}C$) با گردش مایع برج را خشک می کنند در دمای کمتر ممکن است آب در مایع گردشی حل شود .

۲. روش جریان برگشتی کامل : با تقطیر با جریان برگشتی کامل آب از فاز مایع جدا می شود باید فشار مثبت باشد تا آ ب از نقاط پایین برج تخلیه شود(۲۰۰°F>T>۱۰۰°F).

۳. روش شست و شو با حلال مانند متانول، استون، گلایکول:

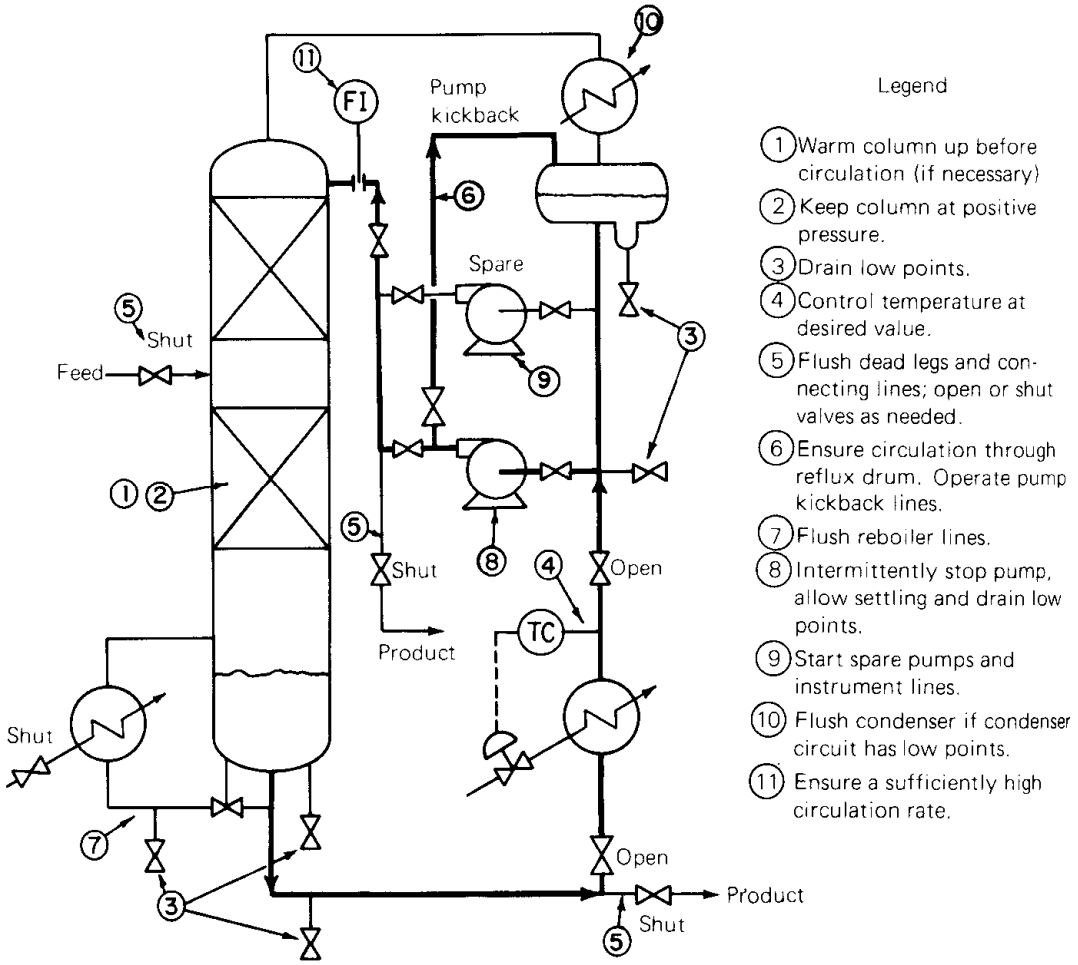
اگر حلال آبگیر باشد این روش مفید است و نسبتاً گران در سیستمهای Cryogenic یا تحت خلاء که دیگر روشها کاربرد ندارد استفاده می شود .

٤. روش تخلیه با گاز داغ: در این روش آب داخل برج تبخیر می شود و گاز باید در بالاترین دمای ممکن باشد. این روش به تنهایی نمی تواند همه آب را از برج خارج کند و هوای داغ ممکن است با هیدروکربنهای جامانده در بستر آکنده واکنش دهد .

۵. روش پرج با گاز خشک: این روش فقط در جایی که خشک کن وجود دارد برای سیستمهای تبرید استفاده می شود . دما و مقدار گاز خشک باید حداکثر باشد .

۱۰- گردش مایع:

گردش مایع به منظور گرم کردن یا تخلیه(Flush) مواد نامطلوب از برج به کار می رود .بایستی از دمای خیلی بالا که باعث جوشش ، تجزیه یا واکنش مایع گردشی می شود ،پرهیز نمود .لزجت مایع گردشی باید کم بوده و در برابر یخ زدگی مقاوم باشد تا در دمای کم به بدنه برج نچسبد.شکل زیر نکات مهم در گردش مایع را نشان داده است.



۱۱- آزمایش با حلال:

سیالی مطئمن که خواص شبیه خوراک دارد و مانند روش آب – بخار آب برای آزمایش مبدل حرارتی ، کـارایی برج و درستی کار کرد مسیرهای خاص به کار می رود .

- حلال باید واکنش ندهد(**Non reactive**) واز سیال فرایند کم خطر تر باشد.
- مقدار حلال مصرفی و هدر رفتگی آن بدرستی محاسبه شود.

فصل سوم:

راه اندازی و بستن

برج های تقطیر

روشهای راه اندازی و بستن

راه اندازی برج معمولاً شامل مراحل زیر است :

۱. آماده سازی : مانندتمیز کردن سیستم از مواد نامطلوب و آزمایش آن قبل از تزریق خوراک .

۲. حذف نهایی همه مواد نامطلوب

۳. فشار برج به مقدار عادی عملیاتی بالا آورده شود

٤. گرم کردن یا خنک کردن برج

۵. وارد کردن خوراک

٦. منابع گرمایی و خنک کننده روشن شوند

۷. افزایش خوراک به مقدار مطلوب

بستن برج معمولاً شامل مراحل زیر است :

۱. کاهش خوراک برج

۲. بستن منابع گرمایی و خنک کننده

۳. قطع خوراک

٤. تخلیه مایعات

۵. گرم کردن یا خنک کردن برج

٦. فشار برج به مقدار فشار اتمسفری رسانده شود .

۷. حذف مواد نامطلوب

۸. آماده سازی برج برای باز کردن آن به اتمسفر

مسیرهای مفید برای راه اندازی و بستن واحد :

مسیرهایی هستند که هدف از آنها حداقل به هدر رفتن مواد و سریعتر راه اندازی یا بستن واحد می باشد . چون این مسیرها در شرایط عادی استفاده نمی شوند باید در شرایط عملیاتی عادی تخلیه و بسته شده باشند . بعضی از مسیرهای مفید عبارتند از :

۱- مسیر های فشارگیری

۲- مسیر کنار گذر برج: به ویژه اگر برج در مسیر کمپرسور بوده و نسبت به Surge حساس باشد.

۳- مسیر های برگشت محصول به تانک خوراک : برای به حداقل رساندن محصولات Off-spec

٤- مسیر برای وارد کردن خوراک به Sump ورودی جوش‌آور:برای جلوگیری از دمای زیاد در پایین برج، اگر گرمای برج فقط با جوش آور تأمین شود،از این مسیرها استفاده می شود.همچنین برای سریعتر گرم شدن برج و جلوگیری از میعان خوراک سرد در پایین برج مفید می باشند.

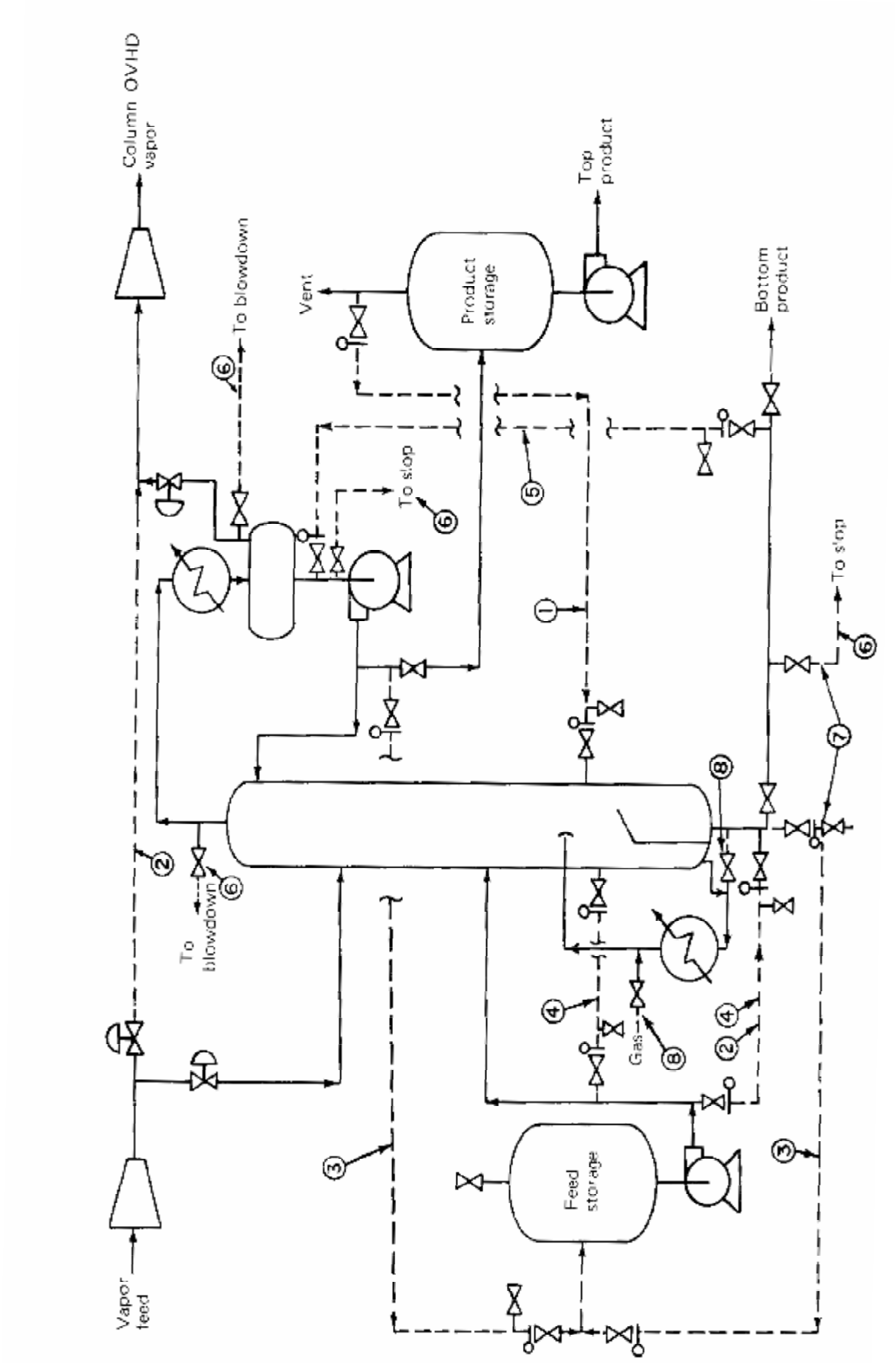
۵- مسیر مایع گردشی: این مسیر که اغلب یک ارتباط (Jumpover) بین پایین برج و جریان برگشتی می باشد، بویژه در راه اندازی استفاده می شود.

٦- مسیر های تخلیه (Vents,Draines)

۷- مسیر های تخلیه مایع (Dump lines)

۸- مسیر های راه اندازی جوش آور

مسیر های فوق با همان شماره در شکل صفحه بعد آمده اند.


Column OVHD vapor
To blowdown
Vent
Product storage
Top product
Bottom product
To stop
To stop
To blowdown
To blowdown
Gas
Feed storage
Vapor feed

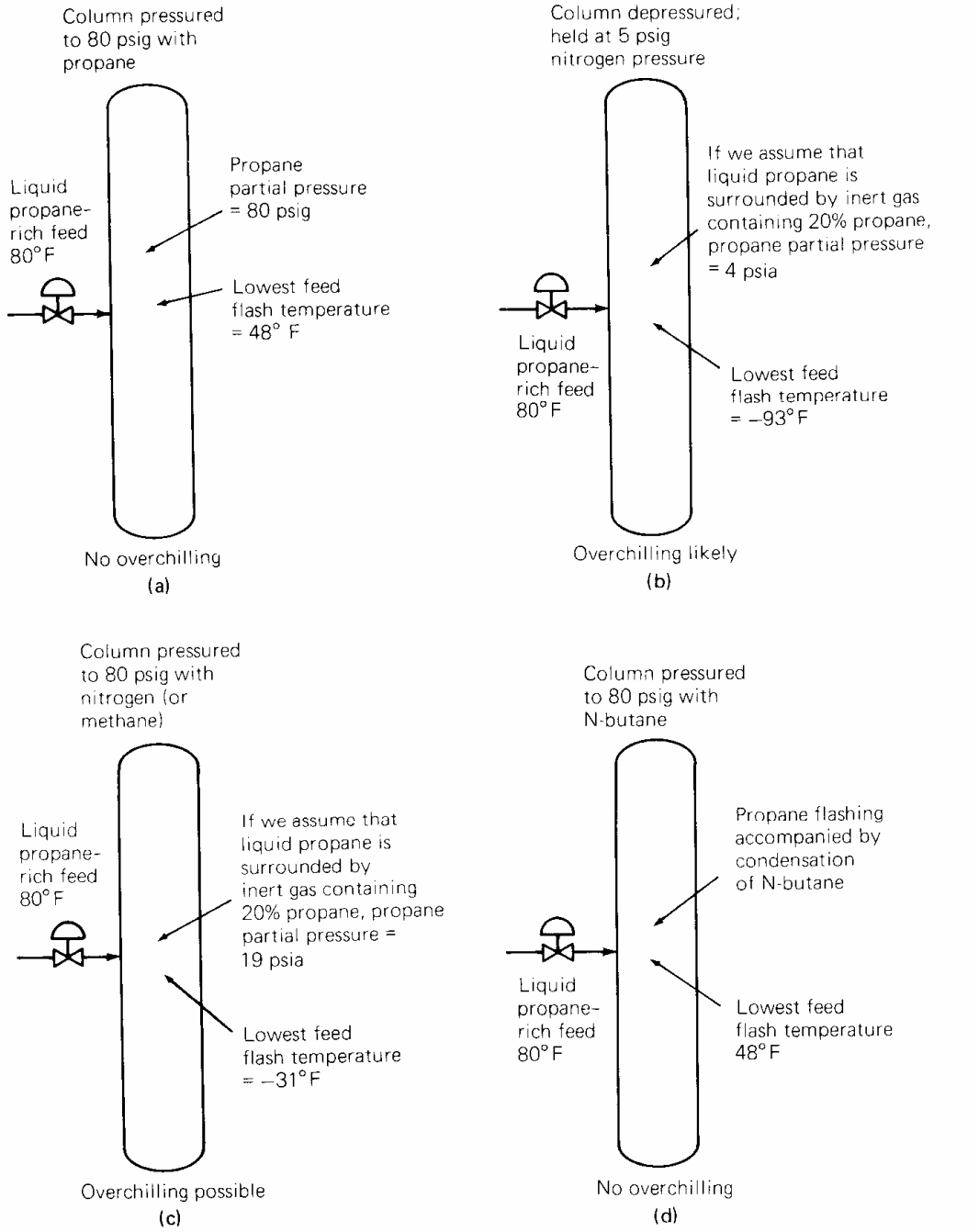
شکل ۱۳

ملاحظات مربوط به راه اندازی و بستن واحد

تقطیر با فشار :

یک مایع تحت فشار که دمایش از نقطه جوش آن در فشار اتمسفری بیشتر است پس از افت فشار ناگهانی و رسیدن به فشار اتمسفر سرد خواهد شد(حالت b) . اگر دمای تبخیر ناگهانی (Flash) کمتر از دمای حداقل ایمن کاری(Minimum Safe Working) برج باشد فلز بدنه برج ترک می خورد . بالا بردن فشار برج پیش از وارد کردن خوراک مایع دمای تبخیر ناگهانی را بالا می برد . همچنین بالا بردن فشار برج باعث حذف تنش گرمایی ناشی از تبخیر ناگهانی مایع می گردد . چنین تنشهای گرمایی باعث نشتی، Metal fatigue و کوتاه شدن عمر برج خواهد شد . اگر خوراک پس از ورود خیلی تبخیر شود باعث سرعت زیاد در ناحیه ورودی خوراک و فرسایش ادوات داخلی برج خواهد شد . بهترین ماده برای افزایش فشار برج یکی یا چند تا از اجزاء قابل میعان مخلوط خوراک است(حالت a) یا گازی با فراریت مشابه خوراک ، نسبت به یک گاز خنثی که خیلی فرارتر از مخلوط خوراک می باشد .

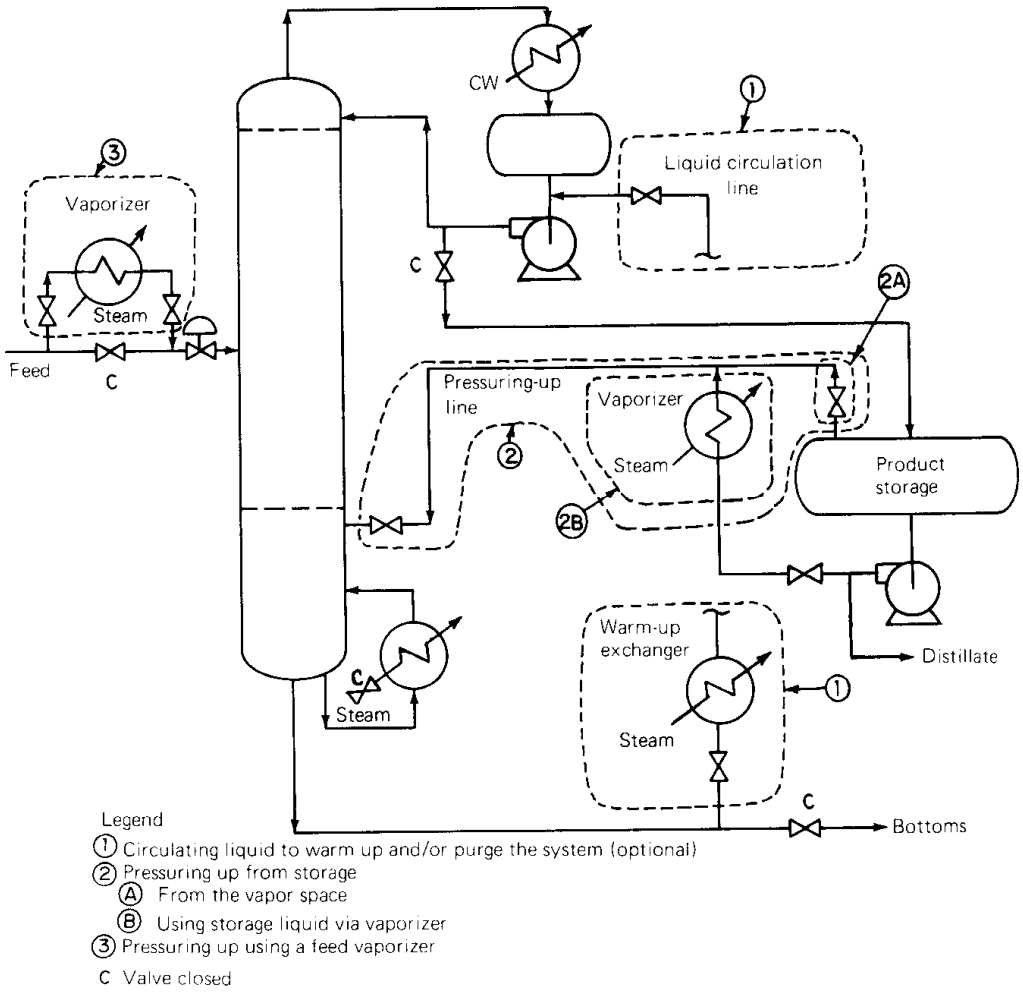
بالا بردن فشار برج با یک گاز خنثی باعث دمای سردتر شده و آسیب بیشتری به فلز در برابرسرمای زیاد (Overchilling) وارد می شود(حالت c) . مایع به تبخیر وسرد شدن ادامه می دهد تا مایع در حال جوش با بخار در حال میعان به تعادل برسند . وقتی برج حاوی گاز خنثی است تعادل فقط وقتی ایجاد می شود که فشار جزئی مایع کافی در فضای گاز ایجاد شود . تا آن زمان ، دمای تبخیر ناگهانی از نقطه جوش خوراک کمتر است (مقایسه a و c).وقتی که برج ابتدا حاوی گاز خنثی است و فشار گرفته، دمای تبخیر ناگهانی خیلی بیشتر از حالتی است که برج با فشارکمتر فشار گرفته است(مقایسه b و c). سرمای زیاد (OverChilling) در یک فشار بالا برای فلز خیلی حساس تر است تا فشار اتمسفری ، زیرا حداقل دمای ایمن کاری فلز با افزایش فشار بیشتر می شود . اگر فقط گاز خنثی در دسترس است بهتر است که برای ظرف فشار گرفته شود ، ولی مایع خیلی کند تزریق شود ، تا فشار جزئی کافی اجزاء خوراک در فضای گاز جمع شود . تنها محافظ در برابر سرمای زیاد انتقال گرما از گاز و فلز بدنه برج به مایع در حال تبخیر می باشد.



اگر مایع سریع تزریق شود علاوه بر ایجاد سرمای زیاددر برجی که حاوی گاز خنثی است، فشار برج به سرعت بالا رفته و باعث باز شدن شیر اطمینان می شود .

فشار کل برابر فشار جزئی گاز خنثی (فشار اولیه برج در لحظه تزریق خوراک) به علاوه فشار بخار خوراک مایع است . این فشار کلی ممکن است از تنظیم شیر اطمینان بیشتر باشد . این فشار بالا قبل از اینکه فلز برج گرم شود برای فلز خیلی تعیین کننده است . هر چه مایع آهسته تر وارد شود امکان تخلیه گاز خنثی با افزایش تدریجی فشار را فراهم می آورد .

فشار گیری برج با بخارات سنگین که نقطه جوش بالاتری نسبت به مخلوط خوراک دارد ، از سرمای زیاد فلز جلوگیری می کند . گاز سنگین به مجرد تزریق خوراک مایع می شود و مانع افت دمای تبخیر مایع می گردد(حالت **d**) ، ولیکن نقطه جوش مخلوط نهایی برای راه اندازی جوش آور زیاد خواهد بود . وقتی ΔT جوش آور وکندانسورکم باشد این مشکل حادتر می گردد و تخلیه مکرر مایعات از برج به حل مشکل کمک می کند .



شکل ١٤

بنابراین بهترین روش راه اندازی برجهای تحت فشار که خوراک مایع دارند این است که پیش از آنکه خوراک وارد برج گردد فشار برج با بخار یکی از اجزاء کلیدی خوراک بالا آورده شود. یک مسیر فشار گیری از فضای بخار مخزن محصول یا یک تبخیر کننده مخصوص راه اندازی می تواند مفید باشد . اگر از مخزن فشار گیری شود دمای مخزن افت خواهد کرد.

به منظور جلوگیری از سرمای زیاد بویژه در هوای سرد می توان از مایع گردشی استفاده کـرد تـا بـرج و ادوات داخلی آن گرم شود . البته مایع گردشی باید غیر فرار باشد پس خوراک برج برای این کار مناسب نیـست . بایـد توجه کرد انداختن فشار برجی که حاوی مایعی با نقطه جوش کمتر از صفر درجه سانتی گراد در فشار اتمسفری است کار نادرستی می باشد و باید مایعات قبل از افت فشار تخلیه شوند .

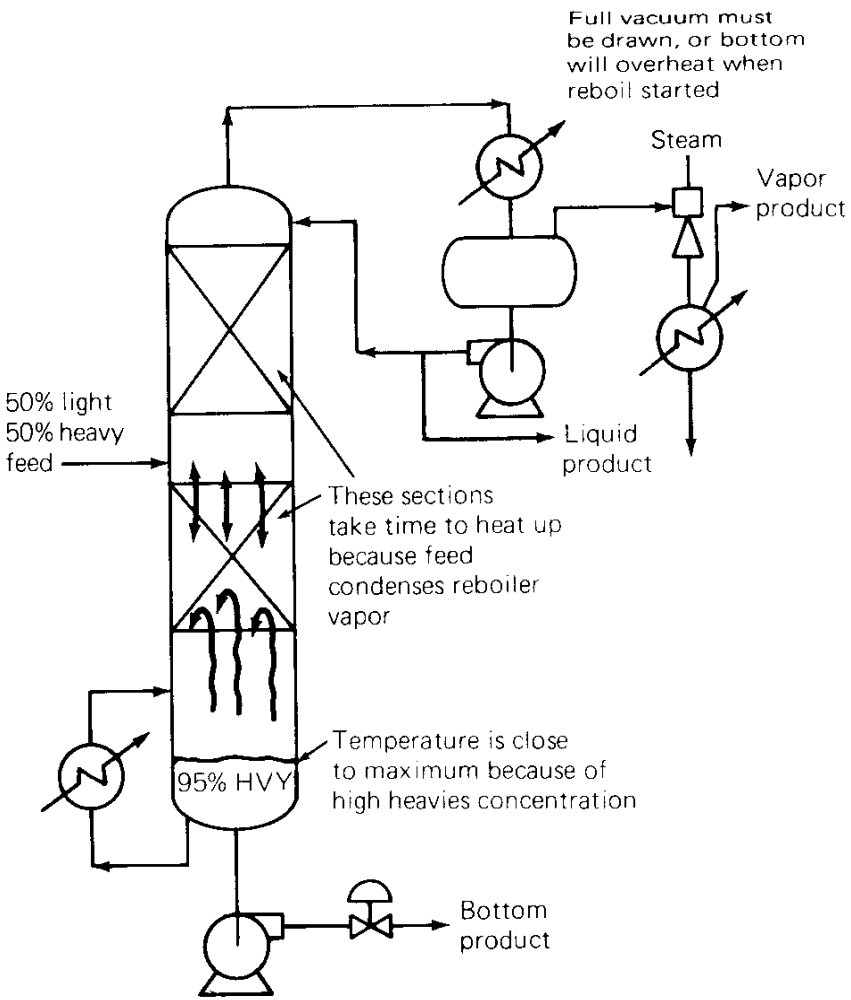
ملاحظات راه اندازی و بستن واحد برای برج های تحت خلاء :

در سرویسهای خلاء بهتر است قبل از وارد کردن خوراک فشار منفی در برج ایجاد شـود . اگـر پـیش از ایجـاد کامل خلاء خوراک وارد شود به منظور جلوگیری از تجمع مایع در برج باید جوش آور در سرویس قـرار گیـرد که خود منجر به دمای بالای پایین برج ، تجزیه مواد ، تشکیل مواد پلیمری و کک خواهد شد . اگر تجزیـه مـواد شیمیایی گرما زا باشد ، دمای بسیار بالا در پایین برج منجر به واکنش **Runaway** مـی شـود . در یـک حادثـه خرابی سیستم خلاء باعث افزایش دمای پایین برج و انفجارگردید .

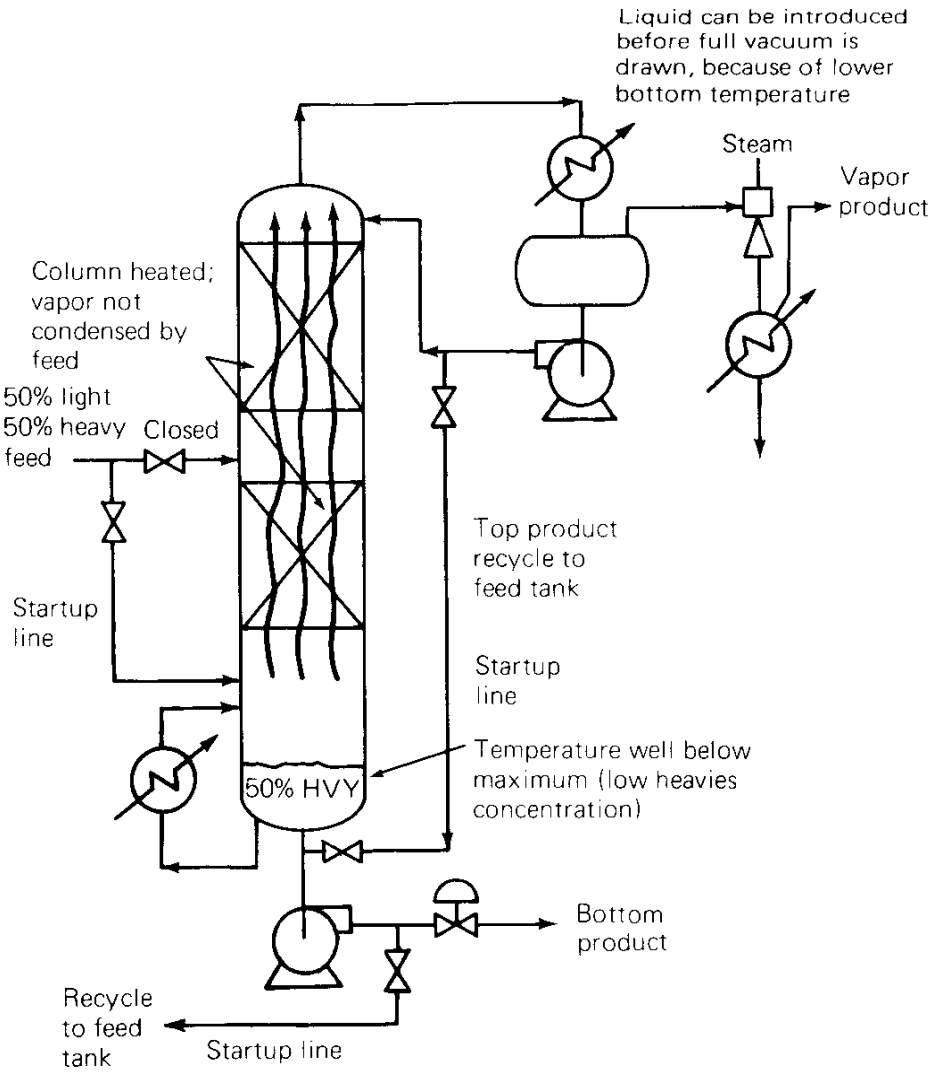
- به دلیل مشابه بهتر است ابتدا جوش آور بسته شود و مایعات تخلیه شوند پیش از آنکه هنگـام بـستن واحـد برای برج فشار گیری شود . این روش برای برجهایی که حاوی مایعات داغ ، قابل احتراق هـستند و امکـان نفوذ هوا حین فشار گیری وجود دارد الزامی می باشد. در یک حادثه ورود هوا به برج در حین بستن واحـد باعث انفجار شدیدی شده است . این کار قابل قبولی است که قبل و هنگامی که خلاء پدیـد آیـد از مـایع گردشی (حتی خوراک گردشی) استفاده شود تا دما به اندازه کافی پـایین نگـه داشـته شـود و از تجزیـه جلوگیری گردد .
- اگر از یک مخلوط سبک (مانند محصول بالاسری ، محصول سـبک **Off-spec** یـا خـوراک بـدون مـواد سنگین) برای راه اندازی استفاده شود ، احتمال دمای زیاد در پایین برج نمی باشد و باعث کم شدن زمـان راه اندازی خواهد شد .
- اگر خوراک را مستقیماً به ورودی جوش آور شود می توان جـوش آور را قبـل از ایجـاد خـلاء کامـل راه اندازی کرد ، این روش ایجاد مقدار زیادی محصول **Off–spec** از پایین برج می نماید ، در صـورتی کـه محصول بالا و پایین برج به تانک خوراک تزریق شود امکان به هدر رفتن کمتر می شود(شکل۱۵) .

- **قطع سیستم خلا منجر به نوسان فشار در برج و نهایتا آسیب به سینی ها خواهد شد.گازهای ورودی در کندانسور تجمع پیدا کرده و فشار برج بالا می رود.با شروع مجدد سیستم خلا این گازهابه سرعت از سیستم خارج می شوند و ایجاد افت فشار ناگهانی در برج می کنند. افت ناگهانی فشار بعلاوه گرمای ذخیره شده (در اثرافزایش دما)در عملیات با فشار بالای برج باعث تبخیر سریع مایع می شود.این تبخیرسریع یک نوسان رانشی(Impulsive Surge) در فشار ایجاد نموده و به سینی ها آسیب می زند.با کنترل دستی خلا می توان فشار برج را به آهستگی کاهش داد و از چنین آسیب هایی جلوگیری کرد.**

شکل ۱۵


Full vacuum must be drawn, or bottom will overheat when reboil started
Steam
Vapor product
Liquid product
50% light
50% heavy
feed
These sections take time to heat up because feed condenses reboiler vapor
95% HVY
Temperature is close to maximum because of high heavies concentration
Bottom product

(a)


Liquid can be introduced before full vacuum is drawn, because of lower bottom temperature
Steam
Vapor product
Column heated; vapor not condensed by feed
50% light
50% heavy
feed
Closed
Startup line
Top product recycle to feed tank
Startup line
50% HVY
Temperature well below maximum (low heavies concentration)
Bottom product
Recycle to feed tank
Startup line

(b)

ملاحظات راه اندازی و بستن، جلوگیری از گرفتگی (Plugging Prevention) :

در طی عملیات عادی حرکت به پایین مایع ذرات جامد را به پایین می راند و گاز در حرکت به بالا مانع از رسوب مواد جامد روی ولوها می شود . در راه اندازی که دبی بخار و مایع در برج کم است ، گرفتگی سینی های دریچه ای بیشتر رخ می دهد . ملاحظات زیر ته نشینی رسوبات را به حداقل می رساند :

۱. وقتی جامد شدن ماده به دما بستگی دارد (مثل مایعات نزدیک نقطه انجماد) بهتر است خوراک و برج پیش گرم شوند .
۲. در صورت ممکن برج در حالت جریان برگشتی کامل و سیال عاری از مواد جامد راه اندازی شود .
۳. خارج کردن خوراک از نقاط بالاتر تانک خوراک ، فیلتراسیون خوراک و یا عبور از صافی به کاهش ذرات جامد خوراک کمک می کند .
٤. در صورت امکان استفاده از دبی بالای بخار و مایع نیز مفیداست . اگر ناودانها مستعد گرفتگی هستند لازم است تادبی مایع بالا نگه داشته شود (مثل گردش مایع) . اگر گرفتگی سینی مسئله است باید دبی بخار را بالا نگه داشت.
۵. به منظور تجزیه مواد ناشی از نقاط داغ داخل برج یا جوش آور بهتر است حین راه اندازی دمای بخار آب کاهش یابد .

ملاحظات سرد کردن و گرم کردن :

۱- برجهایی که حاوی مواد داغ و قابل میعان هستند باید حین بستن به کندی خنک شوند زیرا سرد شدن سریع ایجاد میعانات زیاد و خلاء در برج خواهد نمود ، همچنین در سرویسهای خلاء باعث پاره شدنBursting disk و نشتی زیاد هوا به داخل برج و نهایتاً انفجار خواهد شد . در یک حادثه با باز کردن ورودی(Manhole) یک برج خلاء مایعات داخل برج آتش گرفت .

۲- سرعت خنک کردن باید به اندازه کافی کند باشد تا گرمای مایعات داغلی که بدلیل گرفتگی قابل تخلیه نیستند فرو نشاند . نقاط گرمایی (Heat Pocket) که سرد نشده اند به مجرد تماس با هوا آتش می گیرند یا ایجاد نوسان فشار در اثر تماس باآب خواهند نمود. در یک حادثه سینی ها در اثر تماس هوا و آب با نقاط

گرمایی از بین رفتند .

۳-هنگام خنک کردن برج اغلب می توان از یک گاز خنثی برای نگه داشتن فشار و جلوگیری از خلاء استفاده کرد .

٤- قبل یا حین سرد کردن بیشترین مقدار مایع از برج داغ باید تخلیه شود ، بویژه برای مایعاتی که حین سرد شدن جامد یا خیلی سفت می شوند .

٥- مواد داغ باید از برج به مسیرها یا ظرف هایی که قابلیت حمل مواد داغ را دارند تخلیه شوند .

٦- به روشهای زیر می توان با سرعت بیشتری برج را خنک کرد مثلاً : تخلیه برج با گاز خنثی سرد یا گازهای فرآیندی (بخار آب ، ازت ، سوخت گازی) ، مایع گردشی و تزریق آب (در دمای کمتر از ^{O}C ۹۳)

۷- اگر برج شامل مواد یا رسوبات قابل احتراق و آتش گیر باشد باید تا دمای محیط سرد شود . اگر برج دارای ادوات داخلی با سطح زیاد باشد مانند آکنده ساختمانی رعایت این مورد بسیار اهمیت خواهد داشت و بهترین روش استفاده از گاز خنثی می باشد .

۸- اگر خوراک برج حاوی موادی باشد که در دمای محیط چسبنده یا سفت شوند گرم کردن آن پیش از راه اندازی لازم است، همچنین دربرجهای جذبی که میعان اجزاء سنگین نیز در آنها نامطلوب است پیش گرم سازی برج اجباری خواهد بود .

۹- گرم کردن برج معمولاً با بخاردهی یا گردش مایع یا دمنده های هوای داغ انجام می شود . درآب و هوای بسیار سرد دمنده های هوای داغ پیش از بخاردهی استفاده می شود .

۱۰- گرم کردن جوش آور حین راه اندازی باید به کندی انجام پذیرد تا هم از تنشهای حرارتی بیش از حد و هم از طغیان زودرس جلوگیری شود .

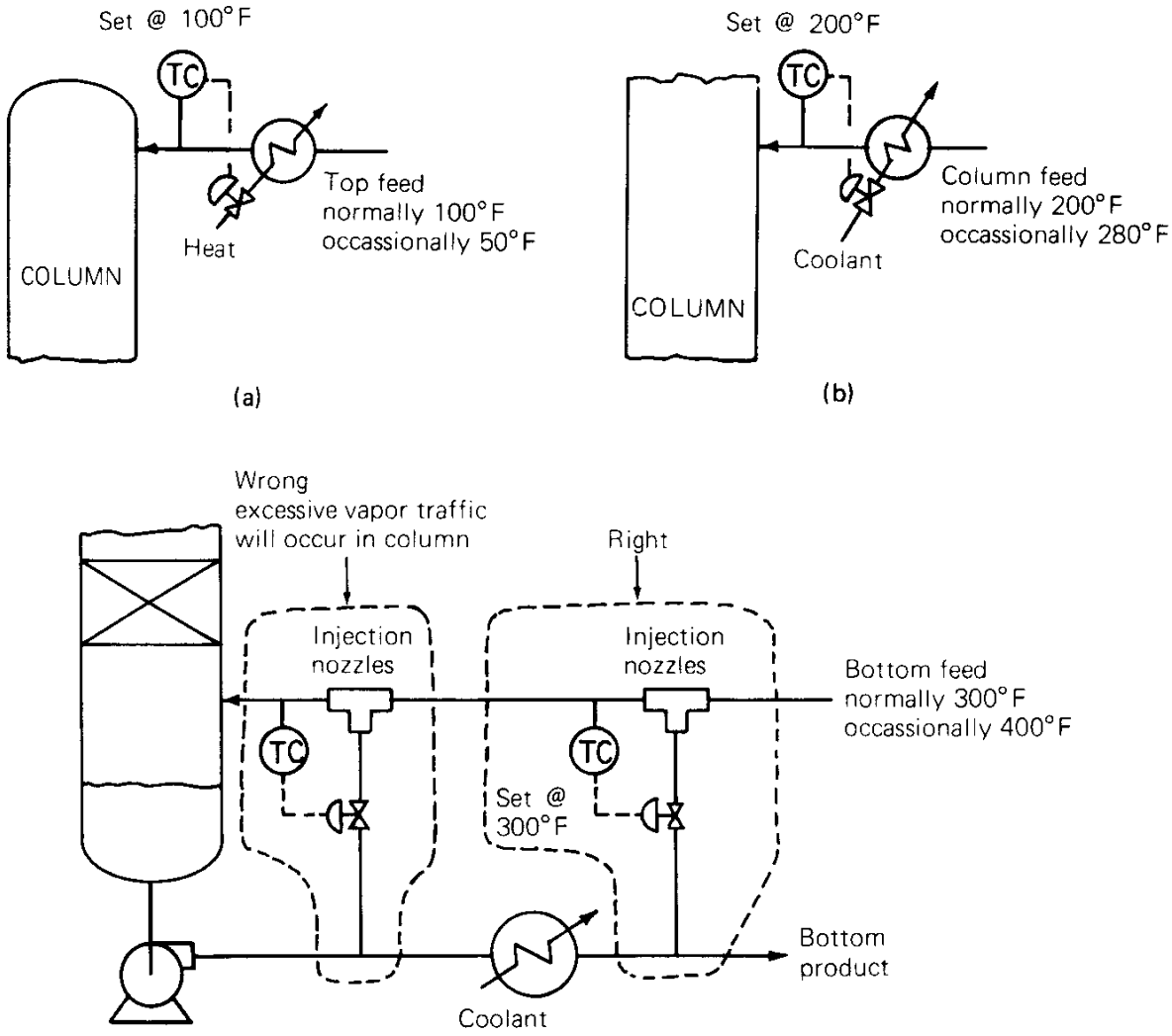
۱۱-بعضی از بازرسی های مکانیکی که باید حین سرد کردن و گرم کردن برج انجام پذیرد :

اثر انبساط و انقباض حرارتی روی پایه ها (Supports) ، Bellows و مسیرهای متصل کننده باید بررسی شود. در یک حادثه، که مسیر جریان برگشتی به برج جوش داده شده بود، بعلت سردی مسیر و گرمای برج از جا کنده شد . پایه های لغزنده Sliding Support باید آزادانه حرکت کنند در غیر این صورت آسیب مکانیکی وارد می شودو مسیرهای اتصال بین ظروف نباید دارای خم(Bow) باشند .

خنک کردن یا گرم کردن بیش از حد:

خنک کردن خوراک باعث اضافه شدن به میعان و بار مایع برج می شود . با کاهش جریان برگشتی و بار حرارتی کندانسور این کار جبران شده و اثر کمی روی بار بخار و مایع برج خواهد داشت . اگر نتوان جریان برگشتی را کم کرد به بار جوش آور باید اضافه کرد . ولی اگر بار جوش خیلی زیاد شود طغیان زودرس رخ خواهد داد . (در پایین برج که بار مایع و بخار افزوده شده) و نهایتاً شاید لازم شود تا خوراک(حالت**a**)یا جریان برگشتی پیش گرم شود تا مشکل حل شود .

اگر خوراک بیش از حدپیش گرم شود ، در صورتی که بتوان بار جوش آور را کم کرد اثر کمی روی برج دارد . ولی اگر بار جوش آور توسط سیال داغ دیگری تأمین شود ، بار بخار و مایع بالای نقطه خوراک بالا خواهد رفت و ظرفیت خوراک برج به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته و طغیان زودرس رخ می دهد . در این صورت یا باید از خوراک کم کرد . یا بار کندانسور را بیشتر کرد ، در غیر این صورت باید گرمای اضافی خوراک حذف شود. به این منظور باید در یک مبدل(حالت**b**) خوراک خنک شود یا با تزریق مایع **(Quench)**زیر نقطه جوش **(Subcooled)**به خوراک آنرا خنک کرد(حالت**c**) . مایعی که برای خنک کردن خوراک تزریق می شود باید به اندازه کافی سرد باشد تا از تبخیر بیش از حد در ناحیه خوراک جلوگیری شود .



شکل ۱۶

ملاحظات مربوط به شرایط غیر عادی:

۱) اگر خوراک خیلی سرد وارد برج گرم در راه اندازی شود باعث میعان سریع بخارات خواهد شد ، بهتر است یا خوراک پیش گرم شود یا برج با جریان برگشتی کامل راه اندازی شود و خوراک به تدریج وارد شود (این روش برای برجهایی که مواد آن حساس به گرما ، دارای لزجت زیاد یا دمای نزدیک به نقطه انجماد است مفید می باشد).

۲) اگر برج مواد حساس به گرما را جدا می کند یا ادوات داخلی حساس به گرما دارد(آکنده پلاستیکی) بهتر است در راه اندازی یا بستن با بخار آب (**Desuperheated**) پیش گرم شود (در یک حادثه بخار آب داغ آکنده های پلاستیکی را ذوب کرد).

۳) در بعضی سیستمها قطع امکانات جانبی (Utility) ممکن است باعث وارد شدن خوراک داغ به برج شود . در این سیستمها ادوات داخلی برج باید در برابر حرارت مقاوم باشند و اگر شامل موادی مثل آکنده پلاستیکی هستند باید ابزار دقیق مناسب جهت هدایت خوراک به بیرون برج در نظر گرفته شود .

عملیات جریان برگشتی کامل :

یکی از روشهای راه اندازی با کمترین مشکل، عملیات با جریان برگشتی کامل است ، زیرا :

- ارتباطی با واحدهای بالا دست نیست
- محصولات با مشخصه مطلوب در نسبت بالای جریان برگشتی راحت بدست می آید
- نیازی به روشهای بحرانی راه اندازی نیست
- در زمان صرفه جویی شده ، محصول نامرغوب کمتری تولید می شود.

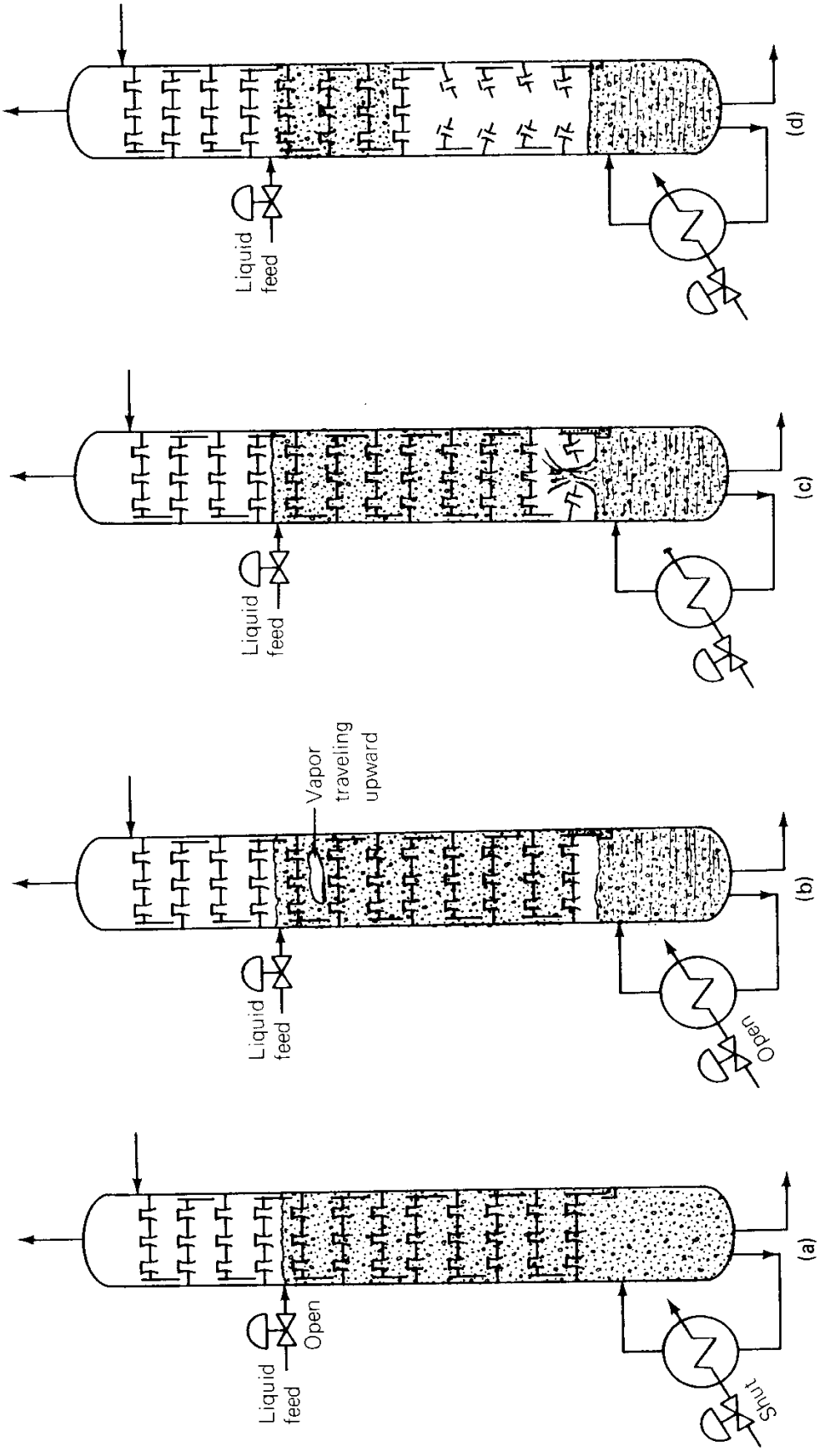
دو مورد در عملیات رفلاکس کامل باید در نظر گرفت :

واکنشهای شیمیایی نامطلوب ، بویژه در پایین برج (دما و زمان اقامت بیشتر است) و ایجاد موادی که بعداً به سختی قابل تفکیک هستند و نشتی ها که عملیات جریان برگشتی کامل را به تقطیر ناپیوسته تبدیل کرده ، مثلاً اگر نشتی در نزدیکی بالای برج باشد مواد سنگین خوراک در پایین برج تغلیظ می شوند . اگر تغلیظ هر ماده ای باعث واکنش شیمیایی ، گرفتگی یا خوردگی شود باید از عملیات تقطیر با رفلاکس کامل صرف نظر کرد .

تخلیه مایعات (Liquid drainage) :

معمولاً مایعات پس از بستن ، راه اندازی یا حین شستشو بدون ملاحظه خاصی تخلیه می شود ولی در بعضی موقعیتها تخلیه سریع مایع ایجاد **Vapor gap** یا فشار گیری یا افت فشار سریع می شود .

- اگر سینی های پایین برج از مایع پر شده باشند (طغیان) و سرعت تخلیه مایع از برج بیش از سرعت پایین آمدن مایع از سینی ها و ناودانها باشد ، تحت این شرایط **Vapor gap** پدید می آید (در زیر سینی پایینی) و وزن تمام مایعات روی پایین ترین سینی بر روی این سینی فشار می آورد و باعث شکست این سینی و سینی های متوالی شود .


(d)
Liquid feed
(c)
Liquid feed
Vapor traveling upward
(b)
Liquid feed
Open
(a)
Liquid feed
Open
Shut

شکل ۱۷

- Valve tray بیشترین آسیب پذیری را نسبت به مشکل Vapor gap دارند زیرا به مقدار کمی مایع اجـازه عبور به سمت پایین را می دهند و تقریباً همه مایع باید از ناودان پایین آید .در یک حادثه برج خلاء با ۱۰ فـوت قطر و۳۰ سینی، پس از راه اندازی جوش آور در برج طغیان شده، تجمع بخار زیر سینی یـک(حالـتb) باعـث شکستن سینی ها شد(حالت d).در چنین شرایطی باید از تخلیه سریع مایع ته برج به صورت دستی پرهیز شود.

- تخلیه بسیار سریع مایع از سینی های کلاهکی و مشبک می تواند باعث آسیب به ناودان شود . مایع از سینی بـا سرعت بیشتری نسبت ناودان خالی می شود و مایع داخل ناودان ، با وزن خود مایل به خم کردن نـاودان سـمت سینی دارد « بویژه در محلهایی که نزدیک به ورودی(Manhole) است و فاصله بین دو سینی خیلی بیـشتر مـی باشد این اتفاق رخ می دهد »

- وقتی خوراک گازی از پایین برج وارد شده و روی آن یک سطح مایع وجود دارد تخلیـه سـریع مـایع باعـث ایجاد فـشارگیری یـا کـاهش فـشار در بـرج خواهـد شـد . مـایع روی ورودی خـوراک ایجـاد یـک فـشار معکوس(Back Pressure) برای واحد بالادستی می کند ، با تخلیه مایع فشار از بین رفته و ظرف یا واحد بالا دستی در برج تخلیه می شود . حتی گاز مایعات واحد بالادستی را به برج وارد می کند .

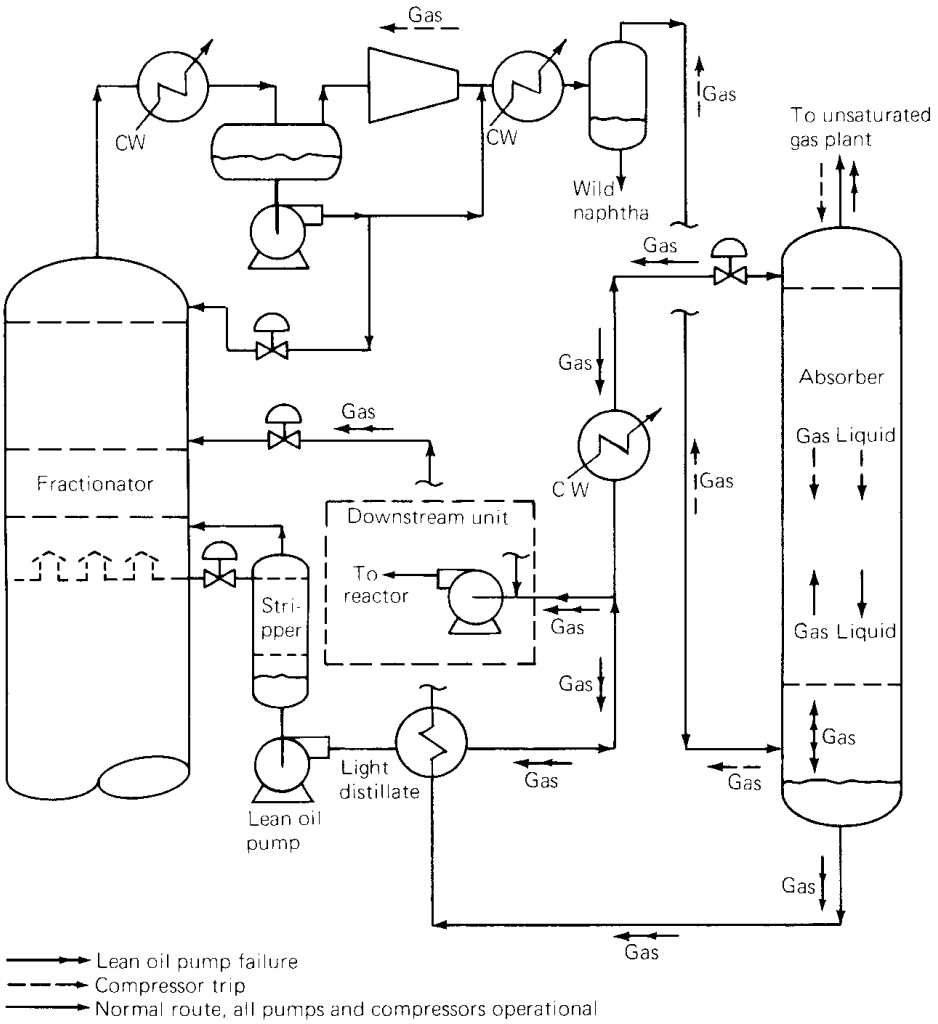
مشکلات آب بندی (Sealing Problems) :

در جاهائیکه دبی حجمی مایع کم است ،حین راه اندازی حفظ سطح مایع داخل ناودان دشوارمی باشد حتـی در شرایط عادی عملیات هم تفکیک ضعیف با افت فشار کم از نشانه های ماندگی مایع در گاز و آب بنـدی نـاقص ناودان است . گاهی افزایش فشار باعث گسترش دامنه عملیاتی برج و راه اندازی آسان تـر شـده اسـت . بـرای برجهای با سینی کلاهکی گاهی باید گاز قطع شود تا سطح مایع در ناودان بماند .

مشکلات جریان معکوس :

پیامدهای جریان معکوس مسیرهای متصل به برج باید بررسی شود ، چه در شرایط عادی عملیات و چه در راه اندازی و بستن واحد . توجه خاصی به قطع عملیات دستگاههای دوار شود، تحت این شرایط جریان معکوس به احتمال زیاد رخ می دهد.مطابق شکل ۱۸ جریان معکوس در صورتی که کمپرسور یا پمپ محلول رقیق

(LeanOil) از سرویس خارج شود ، نمایش داده شده است . مثلاً در یک مورد خرابی شیر یک طرفه (Check valve) پمپ محلول رقیق باعث نشت گاز به واحد پایین دستی و انفجار راکتورشده است .



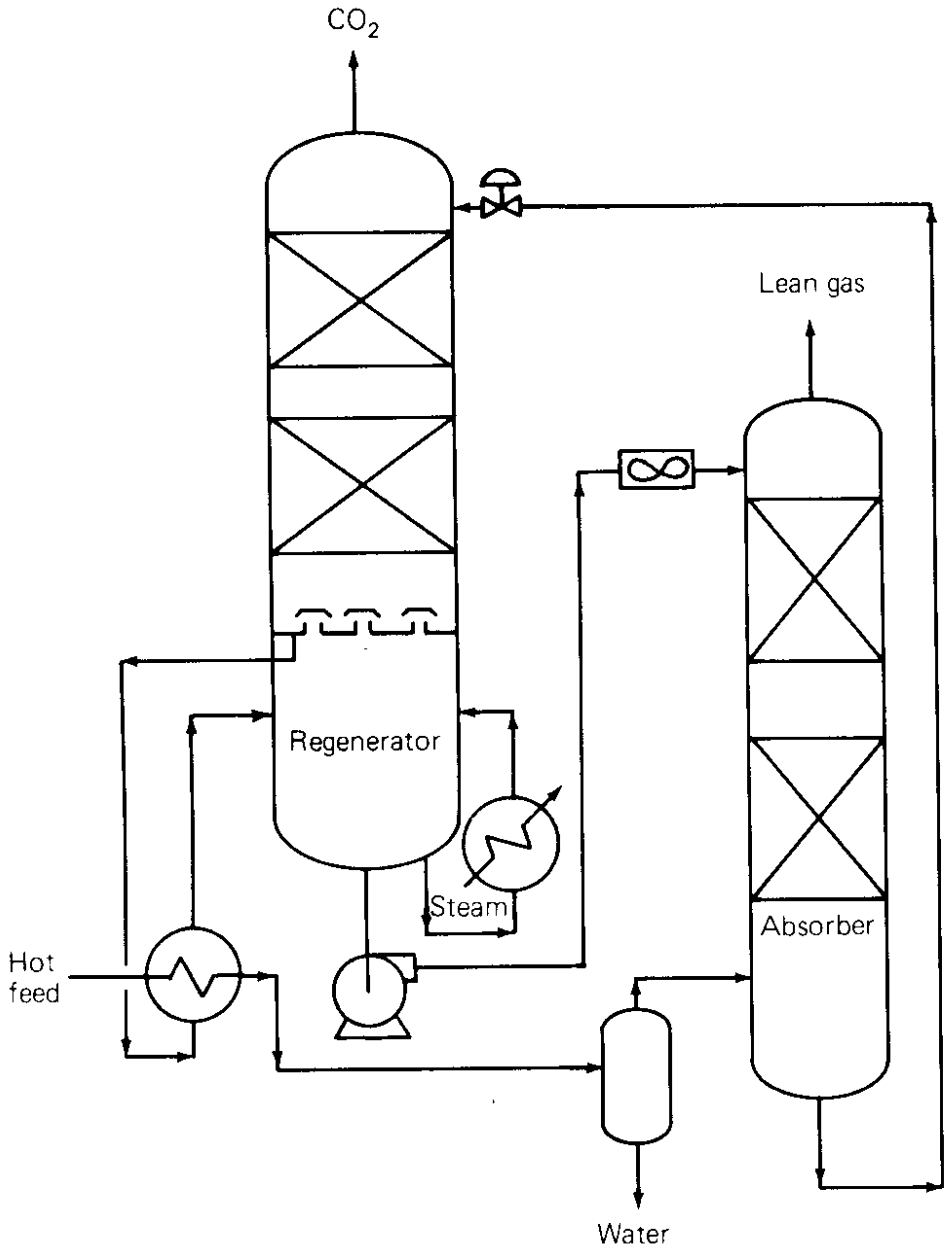
شکل ۱۸

برای این مسیر نصب FSLL مانع از تکرار حادثه می شود . در یک حادثه دیگر در حین راه اندازی، وارد شدن کاستیک از برج شستشو به بخش دیگری از واحد به صورت جریان معکوس باعث خوردگی مبدل آلومینیومی و آتش سوزی می شود. بخش دیگر واحد در شرایط عادی فشار بالاتری از کاستیک داشته ولی در راه اندازی فشار پایین تر بوده است

- در یک سیستم شامل برج جذب و دفع جریان معکوس ایجاد آتش سوزی و آسیب به واحد کرد:

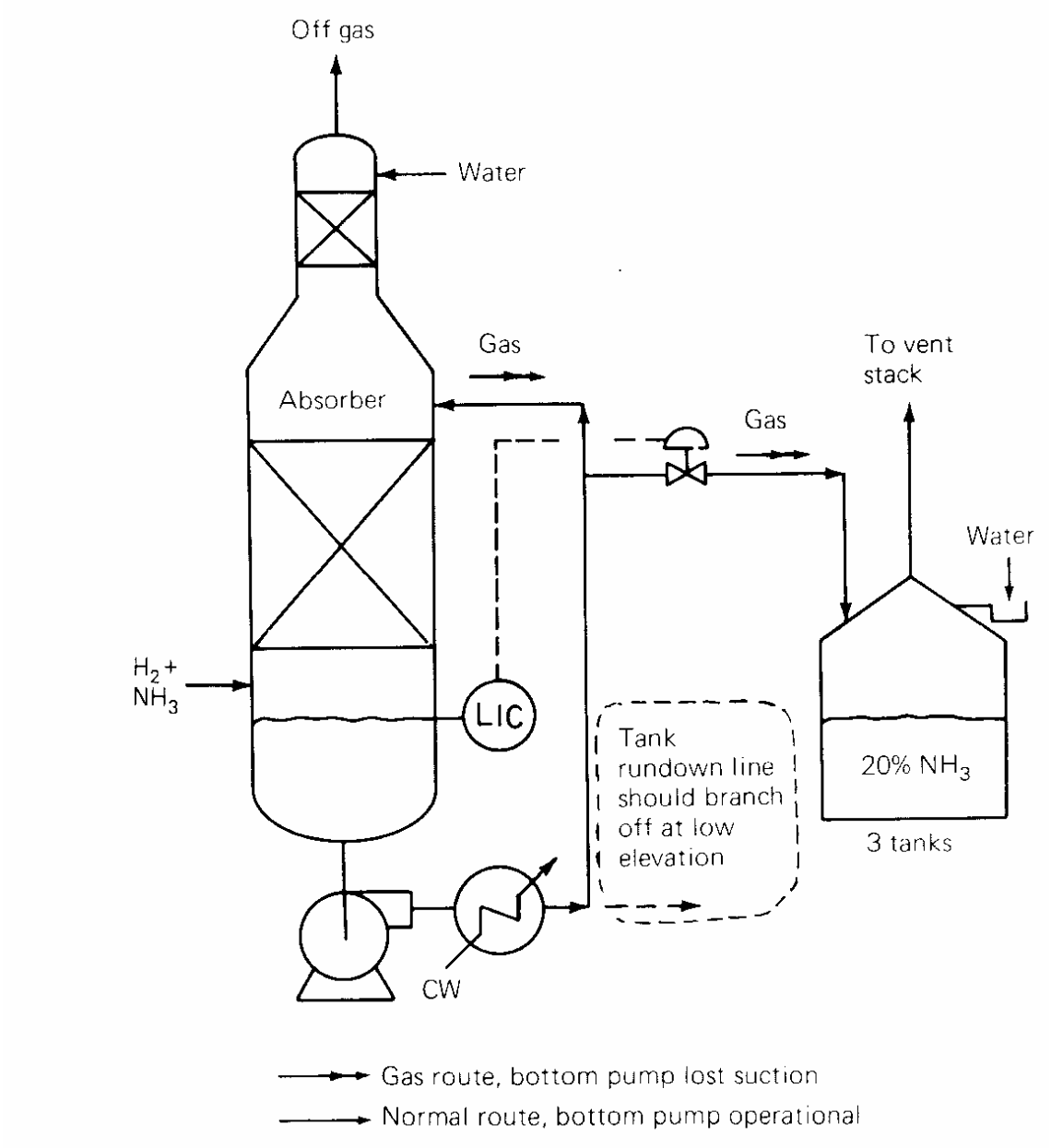
پمپ اصلی آمین برای تعمیرات از سرویس خارج می شود و پمپ یدکی (spare) در سرویس قرار می گیرد.به دلیل خرابی شیر یک طرفه دو سوم جریان آمین از پمپ اصلی برمیگشته و فقط یک سوم آمین به سمت برج

جذب پمپ می شده است.این امر باعث جذب ناکافی و بستن واحد می شود.پس از بستن پمپ یدکی گاز حاوی هیدروژن به صورت معکوس از برج جذب به سمت پمپ اصلی جریان یافته و با عبور از شیر یک طرفه معیوب وارد پمپ شده از **Seal** پمپ خارج شده ایجاد آتش سوزی می نماید.



شکل ۱۹

- در یک اتفاق دیگر، مخازن بازیافت و نگهداری آمونیاک در اثر افزایش فشار آسیب دیدند، کـه علـت ، ورود گاز به مسیر مایع بوده است.در راه اندازی پس از قطع پمپ، گاز از شاخه بالایی مایع گردشی جریـان معکـوس را به سمت مخزن طی می کند.برای جلوگیری از تکرار شاخه جریان سمت مخزن از نزدیک به زمین گرفته شد.



شکل ۱۹

فصل چهارم:

مشکلات عملیات

مروری بر آسیب به سینی ها :

بنا بر یک آمار گیری از حوادث برجها علت حوادث به شرح زیر بوده:

۱- سطح بیش از حد مایع در پایین برج ٪۵۵

۲- ایجاد خلاء در یک بخش برج ٪۱۷

۳- نصب نادرست ٪۱٤

٤- خوردگی ، سرعت بالای بخار ، شکست فلزات ٪۱٤

طبق نظر **Kister** علت اصلی آسیب به سینی ها به شرح زیر است :

۱. در فرآیندهای دما بالا ^{O}F ۳۰۰-۲۰۰ که مواد نامحلول در آب (روغنهای سنگین) وجود دارد، فشار نوسانی بوجود آمده توسط آب دلیل اصلی آسیب به سینی ها است.
۲. در فرآیندهای ناپایدار با واکنشهای شیمیایی گرما زا : انفجارها و واکنشهای **Runaway**
۳. در فرآیندها با سیال خورنده : خوردگی علت اصلی آسیب به سینی می باشد.

سطح مایع در برجها

اگر سطح مایع در پایین برج از خروجی جوش آور بالاتر بیاید ، بخار خروجی جوش آور باید از میان یک لایه مایع عبور کند. اگر این لایه کم عمق باشد ، بخار می تواند از داخل آن بصورت حباب عبور کرده و مایع را به شکل قطرات حمل نموده ،به پایین ترین سینی برخورد کند.این پدیده باعث طغیان زودرس واختلال در کنترل سطح مایع می شود .اگر سطح مایع عمیق باشد ، سینی های پایینی طغیان کرده و بخار از میان مایع به شکل تکه (**Slugs**) عبور می کند . این حرکت بخار باعث شل شدن پیچ و مهره ها و دیگر بستهای سینی ، از جاکنده شدن سینی ها ، ارتعاش برج و آسیب به ساختار برج خواهد شد .

- اگر اختلاف دمای جوش آور کم باشد ، تکه های بخارکمترین خسارت را وارد می کند ، زیرا ارتفاع مایع روی جوش آور مانع از تبخیر و ایجاد حباب می شود .
- اگر اختلاف دمای جوش آور زیاد باشد یا بخار از یک منبع فشار بالا(**LPS**) حاصل شود ، عمق زیاد مایع نمی تواند جلوی تولید بخار را بگیرد و تکه های بخار بیشترین آسیب را می زنند . در یک حادثه خرابی

کنترل کننده سطح باعث عبور و تبخیر ناگهانی پروپیلن سرد و مایع به مسیر **Flare** و شکسته شـدن مـسیر شده است . بنابراین یک نشان دهنده سطح مایع پایین برج در راه اندازی اجباری است و اگر سطح مایع بـه **Tapping** بالایی برسد دیگر دقت درستی نخواهد داشت .

- در بعضی موارد نصب یک **Shutoff trip** روی مسیر بخار آب به برج خلاء جلوی آسیب به سینی هـا را گرفته است .
- سطح مایع اگر خیلی پایین باشد نیز ایجاد مشکل می کند : خارج شدن بخار از پایین برج ، و انفجار مخزن محصول ، کاویتاسیون و داغ شدن پمپ پایین ، تغلیظ بعضی مـواد شـیمیایی در پـایین بـرج و واکنـشهای نامطلوب ، بنابراین بهتر است یک **Alarm** روی سطح مایع پایین نصب شود تا دبی حجمـی خروجـی از پایین برج کم شود یا یک جریان خنثی به برج وارد شود .
- وقتی تکه های بخار از میان مایع عبور می کنند و به سینی برخورد می کنند فضای اشغال شده توسـط تکـه های بخار به **Vapor Gap** تبدیل می شوند.و زیر سینی پایینی این مجموعه **Vapor Gap** ماننـد حالـت تخلیه سریع مایع باعث شکستن سینی ها می شوند.در یک حادثه یک برج جذب تا بالای بـرج از مـایع پـر شده و از طریق مسیر ظرف جریان برگشتی مایعات وارد سیستم سوخت شده و ایجاد آتش سـوزی مـی نماید.

برای جلوگیری از آسیب به سینی ها مواردزیر پیشنهاد میشود(در اثر سطح مایع بیش ازحد):

۱. تلاش برای خارج کردن مایع به جای اینکه برای تبخیر مایع اقدام شود.
۲. سینی های پایین برج از نظر مکانیکی تقویت شوند.
۳. برای سینی های پایین برج نیز **LI** نصب شود.

در جاییکه خوراک یا برگشتی جوش آور یا ورودی بخار آب وارد مایع **(Submerged Sparger)** می شود اگر سطح مایع کاهش یابد باعث داغ شدن**(Overheating)** ادوات داخلی برج میگردد.در یک مورد حادثه ، آکنده های پلاستیکی در چنین برجی به علت از دست دادن سطح مایع ذوب می شوند.

سطح مایع در ظرف انباشته کننده جریان برگشتی

سر رفتن ظرف انباشته کننده باعث تجمع مایع در مبدل کندانسور و کاهش میعان می شود ، همچنین فشار برج بالا می رود و شیر اطمینان باز می شود . اگر دستگاههای پایین دستی نتواند مایع را بپذیرد مثلاً گاز خوراک کمپرسور شود ، مشکل پدپد خواهد آمد. همچنین سطح مایع کم باعث آسیب به پمپ خواهد شد . اگر در ظرف جریان برگشتی دو فاز مایع جدا شوند نیز سطح مایع خیلی کم یا زیاد باعث اختلاف فازها می شود .

مشکلات آب ، منابع و آثار

اثر آب در برجهایی که مواد نامحلول در آب را جدا می کنند (هیدروکربنها) عبارتند از :

نوسانات فشار، طغیان، خوردگی ، تشکیل هیدرات، محصول نامرغوب و Cycling

منبع آب :

منابع آب در واحد های عملیاتی به شرح زیر می باشد:

۱. جریان خوراک ، آب ممکن است از طریق مخزن خوراک یا نشتی در مبدلها یا آبی که در مسیر مانده وارد خوراک شود .
۲. آب تخلیه نشده در مسیرهای بخارهای عاری ساز(Stripping Steam)
۳. واکنش شیمیایی
٤. یک مبدل حرارتی نشتی دار مانند: جوش آوریا کندانسور
۵. شستشوی قبل از راه اندازی ، آمایش نشتی ، یا عملیات آب – بخار آب
٦. سیالی که از قبل در برج مانده
۷. میعاناتی که از عملیات قبلی در برج مانده
۸. یک جریان حاوی آب که راه به برج پیدا کرده است مثل آبی که از شیر اطمینان ظرف نمک زدا به سمت برج تخلیه می شود .

نوسانات فشار که آب القاء کرده (Water Induced Pressure Surges) :

اگر یک تکه آب سرد ناگهان وارد برج داغ حاوی مواد غیر محلول در آب شود ، یا اگر خوراک خیلی داغ ناگهان بایک تکه آب سرد داخل برج تماس پیدا کند ، آب به سرعت تبخیر می شود. با توجه به جرم ملکولی کم ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ برابر حجم بخار آب(نسبت به حالت مایع) بیشتر می شود البته این انبساط در فشار خلاء چندین برابر بیشتر خواهد بود . چنین انبساط حجمی باعث یک نوسان سریع در فشار و آسیب به سینی ها خواهد شد . برای دوری از نوسانات ناشی از القاء آب باید :

۱-خوراک برج را از انتهای مخزن خوراک تأمین نکنید . بهتر است خروجی مخزن حداقل ft ۱ ، ترجیحاً بیشتر از کف تانک فاصله داشته باشد . اغلب از مکش شناور پمپ (Swing Line) برای تغییر ارتفاع مکش پمپ استفاده می شود . آب باید به طور مرتب تخلیه شود .

۲-نصب یک هدایت الکتریکی سنج (Conductivity Probe) روی مسیر خوراک توصیه شده ، آب یا مخلوط آب و هیدروکربن هدایت الکتریکی بالائی داردو از سیگنال برای بستن پمپ استفاده می شود .

۳-تخلیه آب از مسیرهای بخار عریان کننده قبل از برقراری بخار آب به برج ، همچنین توصیه شده tie-in که از هدر اصلی بخار آب گرفته شده از سمت بالا و بخار آب حتماً داغ (Superheated) باشد .

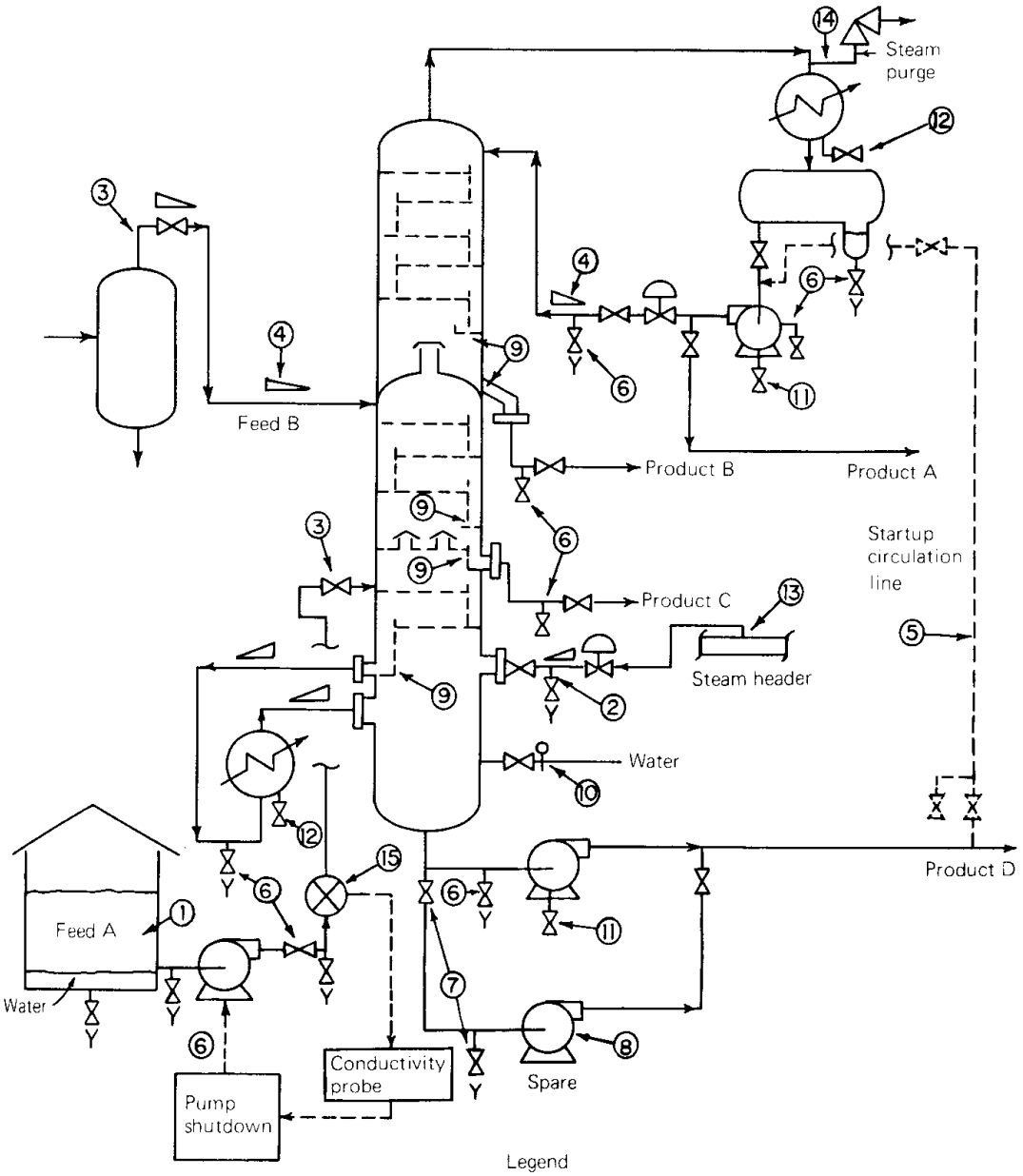
٤-روی مسیر خوراک برج باید حتماً شیر جداکننده ای قرار گیرد که و ولو تخلیه آن در خلاف جهت برج قرار گرفته باشد .

۵- هر میسر خوراکی که بعد از شیر جداکننده یا غیر از آن به برج متصل است باید به سمت برج شیب داشته و هیچ نقطه پایین در مسیر نباشد .

٦- آبهایی که در نقاط پایین کویل کوره مانده باید پیش از راه اندازی تخلیه شوند ، اگر کویلهای کوره به سمت برج تخلیه می شوند باید برج تحمل دریافت آب را داشته باشد . کویلها بایدبه اتمسفر تخلیه شده و گرم نگه داشته شوند تا میعان رخ ندهد .

۷- باز کردن هر ولو به برج خلاء باعث مکش محتویات مسیر به سمت برج می شود و باید مسیر قبل از باز کردن کا ملاً خشک شود.

۸- نشتی از تیوبهای کولر آبی به داخل برج می تواند باعث خرابی سینی ها شود .



Legend

1. Locate outlet above feed tank bottom and drain tank.
2. Drain stripping steam line before startup and following interruption.
3. Locate feed valves correctly.
4. Adequately slope lines.
5. Follow a good dryout procedure.
6. Drain pockets of water prior to startup (following dryout)
7. Drain pockets of water before opening valves and/or starting spare pumps.
8. Start spare pumps slowly.
9. Avoid trapping water in column.
10. Blind/disconnect any water lines.
11. Drain pumps at their lowest points.
12. Drain exchanger channelhead covers.
13. Stripping steam takeoff to be at the top of steam header.
14. Adequately locate steam-purged relief valves.
15. Install a conductivity probe in feed line.

نوسان فشاری که مواد سبک ایجاد می کند (Lights – Induced Pressure Surges) :

وقتی یک تکه از مواد سبک و خنک ناگهان وارد برجی داغ شود مانند آب ایجاد نوسان در فشار می کند که در برجهای خلاء بیشتر حادثه ساز بوده اند.

تجمع مواد با خلوص متوسط:

خوراک برج اغلب شامل موادی است که نقطه جوش آنها بین مواد سبک و سنگین کلیدی است . اگر دمای بالای برج بسیار سرد و پایین آن بسیار گرم باشد و این مواد از برج خارج نمی شوند ، در برج انباشته شده و ایجاد طغیان ، Cycling و Slugging می کنند . اگر مواد میانی آب یا اسیدی باشند که باعث افزایش سرعت خوردگی می شوند . در سیتسمهای تبرید تجمع مواد در برج ایجاد هیدرات می نماید .

یکی از نشانه های مشکل فوق Cyclic Slugging است ، که خود به خود نیز برطرف می شود . ماده با نقطه جوش میانی در طی چند روز در برج جمع شده و یا برج طغیان می کند یا با یکی از محصولات بالا و پایین خارج می شود . که البته قابل پیش بینی نیست که با کدام محصول خارج می شود و مدتی برج به حالت عادی کارکرده و باز تکرار می شود .

اگر ماده میانی آب باشد ، آب مواد با خاصیت اسیدی را در خود حل کرده و گردش آب اسیدی ادوات داخلی را از بین می برد .