

ISME2014-1556

بهبود پمپ جریان برگشتی پالایشگاه شیرین‌سازی گاز شرکت نفت و گاز کارون

بهروز عطاران^۱، یعقوب غفاری^۲

^۱ شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، پالایشگاه شیرین‌سازی گاز کارون، کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، attaranbehrooz@yahoo.com
^۲ شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، پالایشگاه شیرین‌سازی گاز کارون، کارشناس مکانیک واحد تعمیرات، y.ghafare@gmail.com

چکیده

استاندارد، گاز ترش می‌نامند. وجود این دو ماده از این جهت حائز اهمیت است که علاوه بر سمی بودن، در صورت وجود این دو گاز در خطوط لوله انتقال گاز، خوردگی و فرسایش شدیدی در تجهیزات رخ خواهد داد. به منظور زدودن این مواد از گاز ترش از فرآیندی به نام شیرین‌سازی گاز استفاده می‌شود.

با توجه به شکل ۱ نمای کلی پالایشگاه شیرین‌سازی بدین صورت است که گازهای ترش ارسالی از ایستگاه‌های تقویت فشار در ابتدا وارد لخته‌گیرها می‌شوند. در این مخازن میعان‌ات همراه جریان گاز از آن جدا می‌شوند. این مایعات سپس جهت جدا کردن هیدروژن سولفید از آن به واحد شیرین‌سازی مایعات فرستاده می‌شود. در این واحد، مایعات ترش به وسیله گاز شیرین خروجی کارخانه، تصفیه شده و سپس به کارخانجات گاز و گازمایع ارسال می‌شوند.

از سوی دیگر گازهای خروجی لخته‌گیر وارد واحد شیرین‌سازی گاز می‌شود. در این واحد به وسیله محلول دی اتانول آمین (DEA) گازهای اسیدی H_2S و CO_2 موجود در گاز جذب شده، گاز شیرین و به کارخانجات گاز و گازمایع ارسال می‌شود.

جهت احیای آمین نیز از گرمای بخار آب در جوشاننده‌های برج احیاء استفاده می‌شود. واحد تولید بخار وظیفه تأمین بخار آب لازم برای احیاء آمین را بر عهده دارد.

در پالایشگاه‌های شیرین‌سازی گاز (GTP^1)، گاز ترش ورودی با استفاده از دی اتانول آمین، شیرین شده و به کارخانه‌های گاز و گازمایع ارسال می‌شود. همچنین در این پالایشگاه علاوه بر واحد شیرین‌سازی گاز، واحد شیرین‌سازی مایعات، واحد احیای آمین، واحد تولید بخار، واحد گاز سوخت و واحد استخراج هیدروژن سولفید خالص (فاز ۲) نیز وجود دارد. یکی از سمی‌ترین قسمت‌های پالایشگاه، مخزن تفکیک کننده برگشتی^۲ در واحد احیای آمین می‌باشد. که بخارات فوق العاده اسیدی و خطرناک این مخزن به واحد استخراج هیدروژن سولفید رفته و همچنین مایعات اسیدی آن توسط پمپ‌های جریان برگشتی^۳ مجدداً به برج احیای آمین^۴ فرستاده می‌شود. پمپ‌هایی که برای این منظور توسط شرکت سازنده و مجری پالایشگاه استفاده شده، انتخاب صحیحی نبوده است. لذا هدف از این مقاله بهینه‌سازی پمپ مذکور با شرایط موجود می‌باشد.

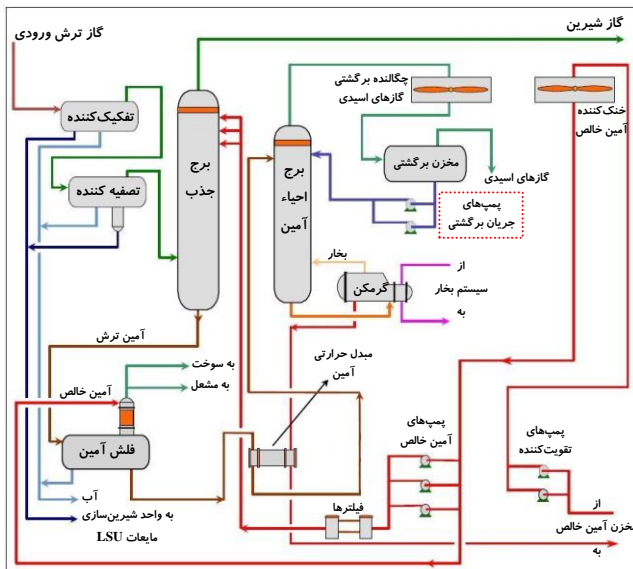
واژه‌های کلیدی

آببندهای مکانیکی^۵، پمپ رینگ، پمپ جریان برگشتی

شرح سیستم صنعتی

در این قسمت ابتدا فرآیندهای شیرین‌سازی گاز و احیای آمین به اختصار شرح داده می‌شود و جایگاه پمپ‌های جریان برگشتی در فرآیند احیای آمین گفته می‌شود. سپس اهمیت، میزان حساسیت و عملکرد این پمپ‌ها بیان شده است. همچنین بعلت اسیدی بودن سیال، قطعات داخلی این پمپ از جمله آببندهای مکانیکی و پمپ رینگ در معرض خوردگی شدیدی قرار می‌گیرند. لذا در خصوص عملکرد آببندهای مکانیکی و پمپ رینگ نیز توضیحاتی آورده شده است.

گاز ترش به نوعی از گاز طبیعی گفته می‌شود که شامل مقداری هیدروژن سولفید (H_2S) و کربن دی اکسید (CO_2) است. به طور معمول گاز شامل ۴ پی‌پی‌ام هیدروژن سولفید را در دما و فشار



شکل ۱: نمای کلی فرآیندهای شیرین‌سازی گاز و احیای آمین

¹ Gas Treatment Plant (GTP)

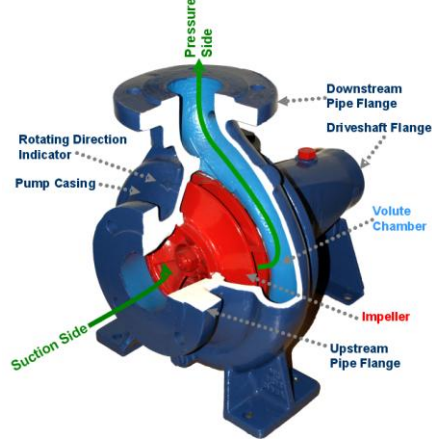
² Stripper Reflux Drum

³ Reflux Pump

⁴ Amine Stripper

⁵ Mechanical Seal

می‌شود. پمپ جریان برگشتی مورد بحث این مقاله نیز یک پمپ جریان شعاعی تک مرحله می‌باشد که سیال آن شامل ۶۰۰ پی‌پی‌ام هیدروژن سولفید و ۸۰۰ پی‌پی‌ام دی‌اکسید کربن است. دمای کارکرد آن در محدوده ۴۵ تا ۵۰ درجه سانتیگراد باید باشد و دور کاری این پمپ ۲۹۵۰ دور در دقیقه است. فشار ورودی ۶،۵/۲،۲/۲ بار و فشار خروجی ۱۱،۲/۶،۸/۶،۷ بار می‌باشد.



شکل ۴: اجزای پمپ گریز از مرکز شعاعی

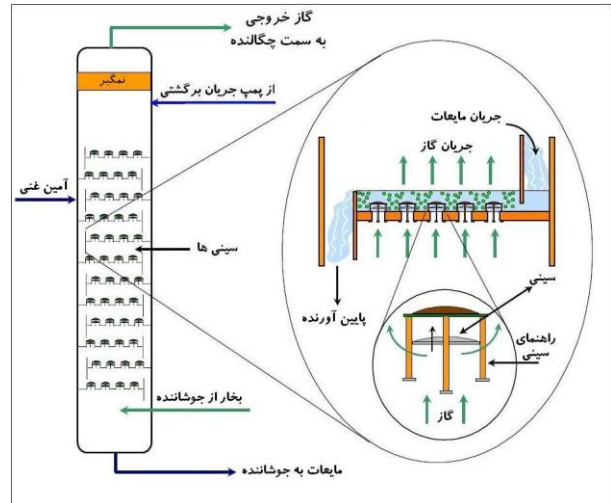
در پمپ جریان شعاعی (گریز از مرکز) مایع از مرکز پروانه وارد شده و در امتداد شعاع یعنی عمود بر محور به طرف محیط پروانه جریان می‌یابد. غالباً این پمپ‌ها برای فشار بالا و ظرفیت کم مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این پمپ‌ها حرکت سریع پروانه موجب گردش مایع می‌گردد، در نتیجه، مایع تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز واقع شده، انرژی جنبشی آن زیاد می‌گردد و فشار آن کاهش می‌یابد یک خلاء نسبی در مرکز پمپ به وجود می‌آید و فشار جو باعث دخول مایع به درون پمپ می‌شود و با تیغه‌های پروانه برخورد کرده، با سرعت زیاد از پیرامون بدنه تلمبه به خارج فرستاده می‌شود. تا زمانی که مایع در داخل تلمبه وجود داشته باشد خروج مایع با یک جریان یکنواخت و پیوسته ادامه خواهد داشت [۲].

در پمپ‌ها به منظور جلوگیری از نشت مایع به محیط، از نشت‌بند استفاده می‌شود. نشت‌بند پمپ‌های گریز از مرکز معمولاً پکینگ و یا نشت‌بند مکانیکی می‌باشد. نشت‌بند مکانیکی شامل دو صفحه کاملاً صیقلی شده (شکل ۵)، که مقابل هم و عمود بر محور نصب می‌شوند یکی از این دو صفحه ثابت و دیگری متحرک و به وسیله یک یا تعدادی فنر در تماس با یکدیگر هستند. از فنرها برای چسباندن رویه‌های صفحه ثابت و صفحه گردنده استفاده می‌شود. برای از بین بردن اصطکاک بین دو صفحه از مایع درون دستگاه و یا مایع ثانویه‌ای استفاده می‌شود تا لایه بسیار نازکی بین آن دو قرار گیرد.



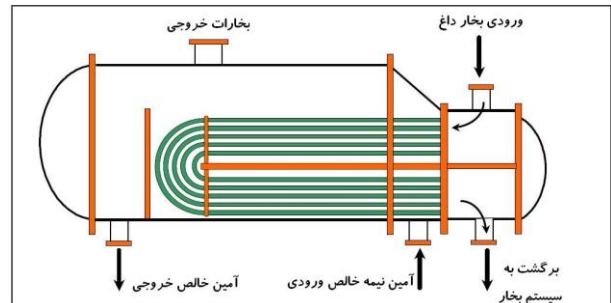
شکل ۵: نمای قسمت‌های ثابت و گردنده نشت‌بند مکانیکی

گازهای اسیدی H_2S و CO_2 موجود در آمین غنی در برج احیای آمین تحت شرایط فشار پایین و دمای بالا از آن جدا می‌شود (با توجه به شکل ۲). برج دارای ۲۴ سینی از نوع Valve Tray می‌باشد.



شکل ۲: نمای کلی برج احیای آمین

آمین غنی پس از پیش گرم شدن در مبدل‌های حرارتی از سینی ۲۱ وارد برج می‌شود. با توجه به شکل ۱ آمین غنی از مخزن فلش آمین به قسمت تیوب‌های مبدل حرارتی وارد شده و آمین خالص از جوشاننده به قسمت پوسته آن می‌آید و با همدیگر تبادل حرارتی انجام می‌دهند. برج احیای آمین دارای دو عدد جوشاننده از نوع Kettle مانند شکل ۳ می‌باشد.



شکل ۳: نمای عملکرد جوشاننده

گاز اسیدی خروجی از بالای برج بوسیله چگالنده‌های هوایی خنک شده و قسمتی از آن میعان می‌کند. گاز بعد از چگالنده‌ها وارد مخزن جریان برگشتی می‌شود. این مخزن یک جدا کننده دو فازی می‌باشد که فاز مایع آن توسط پمپ‌های جریان برگشتی (قسمت خط چین در شکل ۱) به سینی ۲۴ برج احیای آمین برمی‌گردد و فاز گازی آن که گازهای اسیدی می‌باشند به فاز ۲ پالایشگاه ارسال می‌شوند. لازم به ذکر است که فاز مایع این مخزن سیالی خطرناک، اسیدی و بسیار خورنده است [۱].

در صنعت امروزی پمپ‌ها نقش مهمی را در مورد انتقال مایعات انجام می‌دهند. صرف نظر از اختلاف سطح هر مایعی که حرکت دارد، عامل تحرک آن به جز پمپ وسیله دیگری نخواهد بود یا به عبارت دیگر با هیچ وسیله‌ای جز پمپ‌ها به جریان انداختن مایعات امکان‌پذیر نیست. در شکل ۴ یک نمونه پمپ شعاعی تک مرحله ملاحظه

برای این منظور جهت دوران سیال آببند از سوار کردن یک چرخنده^۶ یا صفحه پمپی به شافت یا آببند در داخل محفظه آببندی استفاده می‌گردد [۳].

طرح مسئله و موضوع پژوهشی

همانطور که گفته شد هر آببند مکانیکی شامل دو صفحه می‌باشد که پشت هر کدام یک او رینگ قرار می‌گیرد. در این پمپ از آببند مکانیکی دو تایی استفاده شده است که در شکل ۷ یک مورد آن ملاحظه می‌شود.



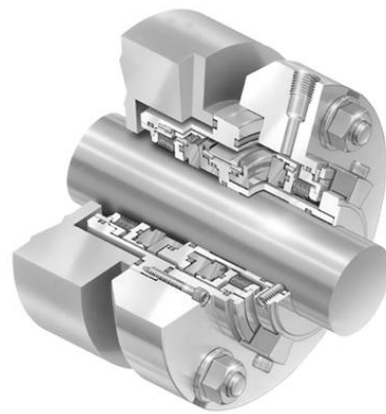
شکل ۷: نمای نشت‌بند مکانیکی

همچنین به دلیل سمی بودن سیال درون آن از آب جهت خنک‌کاری استفاده می‌شود. لذا یک مخزن جداگانه آب تعبیه شده تا آب خنک‌کاری در بین دو آببند در جریان باشد و از پشت صفحه‌های آن به بین دو صفحه رسوخ کرده و محل تماس دو صفحه را که بعلت چرخش روی یکدیگر گرم می‌شوند را خنک می‌کند. جهت به جریان انداختن آب در فضای بین دو آببند مکانیکی از پمپ رینگ (نشان داده شده در شکل ۸) استفاده شده است.



شکل ۸: پمپ رینگ جدید از جنس برنز

پمپ رینگ یک رینگ شیاردار است که با دور خود شفت پمپ جریان برگشتی، دوران کرده و به آب درون آن انرژی جنبشی وارد می‌کند. روی پوسته پمپ در قسمت بین دو آببند دو سوراخ یکی در بالا و دیگری در پایین، جهت ورودی و خروجی آب خنک‌کاری وجود دارد. حال اگر جریان آب خنک‌کاری بین دو آببند و یا دبی آب ورودی دچار مشکل شود باعث خواهد شد که دمای دو صفحه آببندهای مکانیکی بالا رفته و باعث شود که دو صفحه با وجود جنس سختی که دارند از بین رفته و آلیاژ روی سطوح آن ساییده شود و از حالت صیقلی خود خارج شوند. عاملی که باعث می‌شود



شکل ۶: نمای کلی نشت‌بند مکانیکی

چگونگی کارکرد یک نشت‌بند مکانیکی (شکل ۶) بستگی کامل به وجود لایه سیال بین سطوح آببندی دارد. چنانچه بعلتی این لایه سیال از بین برود. گردش دو صفحه آببندی (صفحه‌های ثابت و گردنده) به روی هم باعث اصطکاک و گرمای بسیار زیادی بر اثر اصطکاک گردیده و آببند را تقریباً بلافاصله از کار خواهد انداخت.

در پمپ جریان برگشتی مذکور به دلیل خطرناک بودن سیال درون آن جهت جلوگیری از نشت این سیال به محیط از نشت‌بند مکانیکی دو تایی استفاده شده است. نشت‌بندهای دوتایی به طوریکه از نامشان برمی‌آید از دو آببند که پشت به پشت سوار شده‌اند و در یک محفظه آببندی قرار دارند تشکیل می‌گردند. تنها آببند داخلی با سیال تحت آببندی در تماس است. روغن (یا سیال آببند) از یک منبع خارجی که فشارش از فشار سیال تحت آببندی بالاتر است به محلی که دو آببند با هم تماس دارند وارد می‌شود. اگر چه منظور اصلی از بکار بردن روغن، روغنکاری دستگاه می‌باشد ولی در ضمن این روغن مقابله‌ای با سیال داخل پمپ نشان داده و به آببندی کمک می‌نماید.

مزیت قابل توجه آببندهای دوتایی در این است که بعلت وجود روغن امکان هیچ‌گونه نشت سیال پمپ شده به محیط خارج وجود ندارد. عیب مهم آببندهای دوگانه بالا بودن بهای آنها است علاوه بر اینکه سوار کردن آنها مشکل بوده و تأسیسات اضافی به بهای تمام شده دستگاه اضافه خواهند نمود. لذا از اینگونه آببندها فقط در مواردی که سیالات سمی یا خطرناک است استفاده می‌شود.

فشار لازم برای ایجاد یک لایه سیال بین دو آببند باید حداقل ۱۰ تا ۱۵ پوند بر اینچ مربع بالاتر از فشار سیال تحت آببندی باشد. آببندهای دوتایی در شرایط سخت کاری و مواردی که سیال ذرات جامد و خورنده با خود دارند باید به کار برده شود (مخصوصاً اگر مقدار ذرات جامد بیش از ۴۰ درصد باشد).

سیستم دوران سیال آببندهای دوتایی باید مشخصات زیر را داشته باشد:

- ۱- فشار دستگاه آببند را زیاد کند.
- ۲- سیال آببند را دوران دهد.
- ۳- برای جبران مقادیر نشت شده سیال اضافی تأمین نماید.
- ۴- گرمای تولید شده داخل آببند را به خارج هدایت کند.

⁶ Pump ring



شکل ۱۰: نمای دو پمپ رینگ برنزی و استیل

نتایج

پس از آزمایش یک نمونه پمپ رینگ استیل، ملاحظه شد که پس از یک سال هنوز قابل استفاده بوده و فقط یک لایه روی آن به جهت انجام واکنش‌های شیمیایی بین استیل پمپ رینگ و سیال پمپ، ایجاد شده است که در روند تولید جریان آب خنک‌کاری نیز تأثیر قابل توجهی ندارد. در شکل ۱۱ پمپ رینگ استیل پس از گذشت یک سال مشاهده می‌شود.



شکل ۱۱: پمپ رینگ استیل پس از یک سال

بنابراین با این اصلاح کلیه هزینه‌های تعمیرات تا حدود یک به ۱۵ کاهش داده و از خطرات جانی و مشکلات فرآیندی جلوگیری به عمل آمده است.

تشکر و قدردانی

در این بخش از حامی این مقاله، شرکت نفت و گاز کارون کمال تشکر و قدردانی را داریم. همچنین از زحمات آقایان فریدون خواجه‌زاده و اصغر فرهادی، رئیس و سرپرست تعمیرات مکانیک پالایشگاه شیرین‌سازی گاز کارون نیز تقدیر و تشکر می‌کنیم.

مراجع

- [۱] کتاب آموزشی فرآیند پالایشگاه شیرین‌سازی گاز، آموزش شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب
- [۲] کتاب آموزشی اصول کار و تعمیرات پمپ‌های صنعتی، آموزش شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب
- [۳] کتاب آموزشی اصول کار و تعمیرات آب‌بندهای مکانیکی، آموزش شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

[4] Plant equipment and material manual, AMAK, Mechanical and Process, Volume 1

جریان دچار مشکل شود این است که پمپ رینگ به هر نحوی معیوب شود و یا شیارهای آن خورده شده باشند. کارخانه سازنده جنس این پمپ رینگ را برنز در نظر گرفته لذا در صورت کوچکترین نشستی سیال پمپ جریان برگشتی که سیالی فوق‌العاده سمی و خورنده است به درون فضای بین دو آب‌بند و مخلوط شدن با آب خنک‌کاری باعث خورده شدن شیارهای پمپ رینگ شده و در نهایت جریان آب دچار مشکل خواهد شد. در شکل ۹ یک نمونه از پمپ رینگ خورده شده ملاحظه می‌شود.



شکل ۹: پمپ رینگ برنزی خورده شده پس از یک ماه

لذا بعد از خرابی پمپ رینگ، جریان آب خنک‌کاری و سپس صفحات دو آب‌بند مکانیکی معیوب می‌شود. پس از خرابی آب‌بندهای مکانیکی، دیگر دو صفحه، عمل آب‌بندی را بخوبی انجام نداده باعث نشت سیال از پمپ می‌شود. همانطور که گفته شد سیال این پمپ نیز بسیار خطرناک بوده که در صورت نشستی آن هوای آن قسمت پالایشگاه آلوده شده و خطرات جانی در پی داشته (چند تنفس از این گازها باعث از دست دادن جان انسان خواهد شد) و پرسنل باید با تجهیزات تنفسی کامل برای تعمیر آن ارسال شوند. همچنین فرآیند نیز دچار مشکل خواهد شد.

مراحل کار و پژوهش پیشنهادی

لازم به ذکر است که پمپ رینگ با جنس برنز در عرض یک ماه خورده شده و به آب‌بندهای مکانیکی آسیب می‌زند. بنابراین در صورت استفاده از پمپ رینگ با جنس برنز لازم است هر ماه قبل از خراب شدن آب‌بندهای مکانیکی پمپ رینگ را تعویض کرده تا به آب‌بندهای مکانیکی آسیب نرسد. همچنین علاوه بر هزینه‌های تعویض پمپ رینگ، تعویض احتمالی آب‌بندهای مکانیکی، ساعت کار پرسنل تعمیرات مکانیک هزینه‌های ماهیانه از دست رفت سیال و متوقف شدن فرآیند نیز اضافه خواهد شد.

بنابراین طبق مطالعه‌ای که در پالایشگاه شیرین‌سازی گاز شرکت کارون صورت گرفت و با شناسایی عیوب اولیه و ثانویه آن، به این نتیجه رسیده شد که به جای پمپ رینگ با جنس برنز از پمپ رینگ استیل استفاده شود. در شکل ۱۰ پمپ رینگ‌های برنزی و استیل مشاهده می‌شوند.