

## عارضه یابی علل خرابی المان های فیلتر گاز ترش ورودی واحد شیرین سازی یکی از کارخانجات فرآوری گاز

فلاح فرج اله جعب، ■ مهدی شوشتری پوستی، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

### چکیده

فرآوری گازهای ترش هیدروکربوری، یکی از مهم ترین مواردی است که در صنایع نفت و گاز نگرانی ها و مشکلات زیادی برای مهندسی تولید و بهره برداری ایجاد می کند. این گروه از گازهای هیدروکربوری علاوه بر اجزای آلی شامل ترکیبات دی اکسید کربن، سولفید هیدروژن، مرکاپتان ها و ... نیز است که در حضور آب باعث خوردگی تجهیزات و خطوط لوله فرآیندی و انتقال خواهد شد. اگرچه علاوه بر رعایت الزامات استاندارد در حین مراحل ساخت تجهیزات و خطوط لوله فرآیندی گاز ترش، واحدهای شیرین سازی گاز با حذف اجزاء خورنده نیز به تقلیل هزینه های ناشی از خوردگی کمک کرده است، اما فرآوری گازهای ترش همچنان آسیب تجهیزات و هزینه های عملیاتی مربوطه را به دنبال دارد. علی رغم همه تمهیدات در نظر گرفته شده، وجود سولفید هیدروژن و ترکیبات ترش در تجهیزات ابتدایی و بالادستی فرآیند شیرین سازی، به عنوان یک منبع خطر بالقوه برشمرده می شود و جهت حفظ تولید پایدار لازم است این تجهیزات مورد پایش و بررسی دقیق تر قرار گیرند. براین اساس، در نظر گرفتن برخی اقدامات در هنگام تعمیرات یا تعمیرات اساسی واحدهای فرآوری گازهای ترش و استفاده از تجربیات موجود در واحدهای عملیاتی مشابه ضرورت دارد که این موضوع رویکرد اصلی این پژوهش است. مطالعه پیش رو در خصوص عارضه یابی فیلترهای ورودی واحد شیرین سازی گاز همراه یکی از میداین هیدروکربوری کشورمان بوده که جزئیات آن در زمان تعمیرات اساسی دوسالانه بررسی شد.

### اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۶/۱۰/۱۱

تاریخ ارسال به داور: ۹۶/۱۰/۲۴

تاریخ پذیرش داور: ۹۶/۱۲/۰۸

### واژگان کلیدی:

واحد شیرین سازی، سولفید آهن،  
خنثی سازی

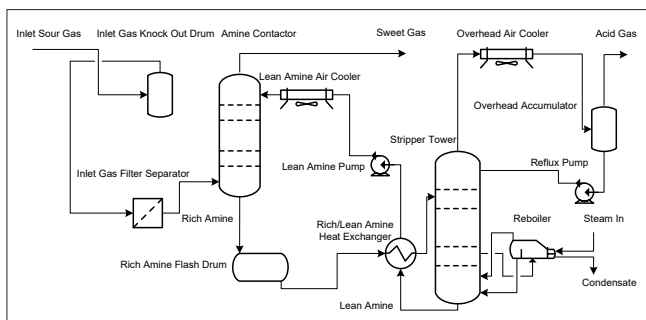
### مقدمه

فشار تشکیل شده است. یک محفظه شامل ۳۸ عدد المان فیلتر برای حذف ذرات جامد و محفظه دوم شامل تیغه هایی برای حذف قطرات مایع است و پوشش المان های فیلتر از ماده پلیمری پلی استر ساخته شده است. این واحد شیرین سازی برای انجام تعمیرات اساسی دوسالانه و بررسی وضعیت درونی تجهیزات از سرویس خارج شد و برخی فعالیت های لازم از جمله تخلیه فشار، مسدودسازی کلی و جزئی، بخارزنی با هدف ایجاد محیط ایمن بازرسی انجام شد. پس از حصول اطمینان از شرایط کارکرد ایمن، درب نفرو تجهیزات از جمله فیلتر گاز ترش ورودی واحد شیرین سازی باز شد. در بررسی وضعیت ظاهری المان های فیلتر (چشمی)، مشاهده شد که پوشش پلی استری در بسیاری از موارد در طول المان های فیلتر دچار سوختگی شده و حلقه های لاستیکی نشت بندی در محل اتصال فیلترها به قسمت بیرونی نگهدارنده، بطور کامل از محل نشیمن گاه خارج شده است. همچنین مقدار زیادی رسوب در کف محفظه فیلتر جمع شده است. بنابراین

این تحقیق به مطالعه موردی علل خرابی فیلترهای ورودی واحد شیرین سازی یکی از کارخانجات فرآوری گاز می پردازد. این کارخانه به منظور فرآوری مقدار ۱۸۰ میلیون فوت مکعب در روز گازهای ترش با شرایط فرآیندی دمای  $33/3^{\circ}\text{C}$  و فشار ۳۸/۶ بار طراحی شده است. خوراک ورودی علاوه بر ترکیبات آلی هیدروکربنی شامل  $13000 \text{ PPM (Mol)}$  سولفید هیدروژن،  $27900 \text{ PPM (Mol)}$  دی اکسید کربن و مرکاپتان ها است. در این واحد پس از دریافت گاز ترش ورودی از واحد تقویت فشار، شیرین سازی گاز صورت گرفته و مایعات گازی پس از استحصال بعنوان بخشی از خوراک پتروشیمی و گاز سبک جهت تزریق در یکی از میداین نفتی ارسال می شود. با توجه به اهداف مورد نظر، واحد شیرین سازی گاز با استفاده از محلول شیرین ساز دی اتانول آمین با غلظت وزنی ۳۰ درصد آمین در محلول برای حذف سولفید هیدروژن و دی اکسید کربن در مدار عملیاتی قرار دارد و غلظت گاز هیدروژن سولفور به  $4 \text{ ppmMOL}$  و غلظت گاز دی اکسید کربن به  $20 \text{ ppmMol}$  تقلیل می یابد. تجهیزات این واحد شامل مخزن مایع گیر گاز ترش ورودی، فیلتر گاز ترش ورودی، برج تماس با آمین، مخزن مایع گیر گاز شیرین خروجی، خنک کننده هوایی آمین، برج احیاء آمین، مبدل حرارتی آمین سبک/غنی و غیره است (شکل ۱-۱) [۱].

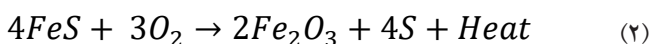
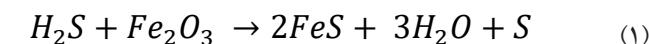
### ۱- شرح موضوع بروز مشکل

فیلتر گاز ترش ورودی در واحد شیرین سازی برای جداسازی قطرات مایع و ذرات جامد از گاز طراحی و نصب شده که از دو محفظه تحت



جانمایی تجهیزات واحد شیرین سازی گاز

مایع تشکیل شده و متعاقب آن تغییر فشار درون محفظه منجر به ورود هوا از برخی اتصالات در نظر گرفته شده برای بخارزنی می‌شود. بنابراین سولفید آهن ضمن خشک شدن با اکسیژن هوا واکنش داده و باعث آزاد شدن مقدار زیادی انرژی به صورت حرارت می‌شود. حرارت ایجاد شده منجر به سوختن پوشش پلی استری المان‌های فیلتر می‌شود. واکنش‌های توصیف کننده شرایط فوق عبارت است [۴]:



همچنین می‌توان نتیجه گرفت که حرارت بالا ناشی از سوختن باعث شده تا حلقه‌های لاستیکی مربوط به نشت‌بندی فیلترها از محل نشیمن گاه خود خارج شود.

#### نتیجه‌گیری

- با توجه به تحلیل موضوع این رویداد متأثر از چهار عامل اساسی است.
- ۱- ذرات جامد نتیجه محصولات خوردگی خطوط لوله انتقال گاز ترش و واحدهای بالادستی است.
  - ۲- تفاوت اندازه حرکت ذرات جامد با اندازه حرکت ذرات گاز به دلیل اختلاف زیاد دانسیته آنها است.
  - ۳- تشکیل سولفید آهن در حضور گاز ترش و سطح آهن است.
  - ۴- حضور اکسیژن به دلیل نفوذ هوا از برخی اتصالات بعد از انجام عملیات بخارزنی است.
- با توجه به موارد بالا، راهکارهای زیر برای جلوگیری از بروز حوادث مشابه توصیه می‌شود.
- ۱- نوع و مقدار تزریق ماده ضد خوردگی در خطوط لوله بالادستی انتقال خوراک و تأثیر آن بر سرعت خوردگی با هدف کاهش تولید محصولات ناشی از خوردگی پایش شود.
  - ۲- بعد از انجام عملیات بخارزنی، تجهیزات با استفاده از یک گاز خنثی تحت فشار مثبت نگهداری شود تا از ورود هوا جلوگیری شود.
  - ۳- عملیات خنثی‌سازی با استفاده از محلول‌های خنثی‌ساز مانند پرمنگنات پتاسیم و یابی کربنات سدیم انجام شود.
  - ۴- در صورت عدم امکان انجام موارد ۲ و ۳، لازم است که ترکیبات شامل سولفید آهن بصورت خیس و یا مرطوب از تجهیز خارج شود. در این حالت محفظه فیلتر را با آب پر کرده و پس از حصول اطمینان از خیس شدن المان‌های فیلتر، اقدام به تخلیه آنها و رسوبات شامل سولفید آهن شود.

- یک گروه از مهندسين فرآیند، بازرسی فنی، خوردگی فلزات و عملیات کارخانه برای بررسی موضوع و ریشه‌یابی علل حادثه تشکیل شد.
- بررسی شرایط فرآیندی (دما، فشار و مقدار جریان) گاز ترش ورودی
  - اخذ نمونه از رسوب و ارسال به آزمایشگاه
  - انجام آزمایشات لازم بر روی نمونه
  - تحلیل نتایج حاصل از آزمایش و بررسی‌های انجام شده

#### ۲- نتایج آزمایش نمونه رسوب

- نمونه ارسالی به آزمایشگاه نشان‌دهنده موارد زیر بود:
- وضعیت ظاهری رسوب، پولکی شکل و در اندازه‌های ریز و درشت بوده که عمدتاً جذب آهن‌با می‌شود. رنگ رسوب، سیاه گزارش شد.
  - مواد تشکیل‌دهنده رسوب حدود ۹۹/۵۵ درصد وزنی معدنی بوده که ۴۸/۴۵ درصد وزنی آهن و ۳۸/۴۲ درصد وزنی سولفات تشکیل شده است.
  - مجموع مقادیر کاتیون‌ها شامل سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم حدود یک درصد وزنی بود.
  - مجموع مقادیر آنیون‌ها شامل کربنات، سولفید و سیلیکات حدود ۵ درصد وزنی بود.

#### ۲- تحلیل موضوع

بررسی شرایط فرآیندی گاز ترش ورودی نشان داد که شرایط دما، فشار و مقدار گاز ترش ورودی در حدود شرایط نرمال بوده است. با توجه به عدم تغییر چشمگیر در شرایط فرآیندی، این شرایط نمی‌تواند علت آسیب‌دیدگی پوشش پلی استری المان‌های فیلترها باشد. از طرفی، فازهای سیال با دانسیته‌های متفاوت، اندازه حرکت‌های متفاوت خواهد داشت [۲]. بنابراین با توجه به تفاوت دانسیته محصولات خوردگی انتقالی (از خطوط لوله و واحدهای بالادستی) با دانسیته ذرات گاز، اندازه حرکت ذرات جامد موجود در گاز ترش ورودی با اندازه حرکت ذرات گاز متفاوت است. این تفاوت باعث می‌شود تا ذرات جامد همچون ذرات تیز و برنده عمل کند که می‌تواند به آسیب‌دیدگی پوشش پلی استری المان‌های فیلتر منجر شود. همچنین حضور سولفید هیدروژن در مجاورت زنگ آهن ناشی از محصولات خوردگی، سولفید آهن را تولید می‌کند [۳]. اگرچه سولفید آهن در شرایط نرمال عملیاتی مشکلی را ایجاد نخواهد کرد، اما پتانسیل ایجاد مشکل را دارد. بعد از انجام فرآیند بخارزنی، بخار در محفظه‌ای حاوی ۳۸ عدد المان فیلتر به تله افتاده و با کاهش دمای محیط در طول یک شبانه‌روز، تمایل به میعان خواهد داشت. تغییرات حجم بخار و

#### منابع

- [1] Operating Manual of The Sweetening Unit.  
 [2] GPSA (Gas Processors Suppliers Association).  
 [3] Walker, R.; Steel, A.D.; Morgan, T. D. B. Deactivation of Pyrophoric Iron Sulfides. Ind. Eng. Chem. Res. 1997, 36, 3662-3667.  
 [4] Vella, P. A. Improved Cleaning Method Safely removes Pyrophoric Iron Sulfide. Oil & Gas Journal. 1997, Volume 95, Issue 8, 6568-.