



تجزیه و تحلیل حالات نقص تجهیزات فرایندی در یک صنعت شیمیایی

ابوالفضل قهرمانی^۱، جواد عدل^۲، جبرئیل نسل سراجی^۳

چکیده

زمینه و هدف: بمنظور پیشگیری از وقوع حوادث بالقوه و ارتقاء سطح ایمنی در فرایندهای شیمیایی، مدیریت سیستماتیک ایمنی در این فرایندها ضروری است. هدف اصلی این مطالعه تجزیه و تحلیل نقص‌های اجزا و ارزیابی اثرات حالات نقص‌های تجهیزات مهم فرایند جداسازی H_2S و CO_2 از گاز طبیعی بود.

روش بررسی: این مطالعه از نوع کاربردی بوده و به صورت موردنی در بخش شیرین‌سازی واحد تصفیه گاز یکی از پالایشگاه‌های گاز کشور اجرا شد. در این مطالعه به منظور شناسایی نقص‌های تجهیزات فرایندی از روش چگونگی وقوع نقص و تجزیه و تحلیل اثرات آن استفاده شد.

یافته‌ها: تعداد نقص‌های شناسایی و بررسی شده با استفاده از روش چگونگی وقوع نقص و تجزیه و تحلیل اثرات آن ۳۰ مورد بودند. در میان نقص‌های بررسی شده شکستن لبه‌های پروانه پمپ شماره ۱ و سخت شدن حرکت یاتاقان‌های شیر فلکه کنترل فشار گاز ترش دارای بیشترین عدد اولویت ریسک و خوردگی بدنه پمپ شماره یک و افزایش زاویه تحثانی توبی شیر کنترل کننده ارتفاع دی اتانول آمین غنی شده از گازهای H_2S و CO_2 در برج تماس دارای کمترین عدد اولویت ریسک بودند.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد با پیاده سازی یک سیستم مستند سازی برای ثبت نواقص تجهیزات و رویدادها، می‌توان اطلاعات پایه مورد نیاز برای بررسیهای ایمنی بعدی را به نحو مطلوبی حفظ کرده و همچنین با انجام تعمیرات پیشگیرانه احتمال وقوع نواقص و پیامدهای ناشی از آنها را به حداقل رساند.

کلیدواژه‌ها: چگونگی وقوع نقص و تجزیه و تحلیل اثرات آن (FMEA)، ایمنی، شیرین‌سازی گاز طبیعی

داشته باشند.

مدیریت ایمنی فرایند بکارگیری سیستمهای اصول مدیریتی جهت شناسایی، درک و کنترل خطرات فرایندی بمنظور پیشگیری از رویدادها و صدمات ناشی از فرایند می‌باشد [۱]. بمنظور شناسایی خطرات روش‌های متفاوتی وجود دارد که با توجه به مرحله توسعه فرایند در چرخه حیات سیستم، پیچیدگی سیستم، نوع فرایند، موقعیت محل، فرهنگ سازمانی، تجربه پرسنل کارخانه و تخصص اعضای تیم شناسایی خطرات قابل کاربرد است [۲].

برای کاهش احتمال وقوع حوادث و شدت پیامدهای آنها را

مقدمه

در چند دهه اخیر بمنظور پیشگیری از وقوع حوادث بالقوه و ارتقاء سطح ایمنی در فرایندهای شیمیایی پژوهش‌ها و اقدامات زیادی صورت گرفته که نتیجه آنها مدیریت سیستماتیک ایمنی در این فرایندها می‌باشد. یکی از عناصر اصلی سیستم‌های مدیریت ایمنی شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک و کنترل آنها می‌باشد که به متخصصین ایمنی کمک می‌کند تا با انجام بررسی‌های لازم توانایی تصمیم‌گیری منطقی برای کاهش احتمال وقوع حوادث و شدت پیامدهای آنها را

۱- (نویسنده مسئول) عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ارومیه ir.Ghahramani@umsu.ac.ir

۲- عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

FMEA استفاده شد. بدین ترتیب که پنج مورد از تجهیزات مهم بخش شیرین سازی بنامهای فیلتر جداسازی ذرات ریز جامد و مایعات گازی همراه گاز ترش (1-FIL)، برج تماس گاز ترش با دی اتانول آمین (1-T)، شیر فلکه کنترل فشار گاز ترش، شیر فلکه کنترل کننده ارتفاع دی اتانول آمین غنی شده از گازهای H2S و CO2 در برج تماس (2-L.C.V) و پمپ سانتریفیوژی شماره ۱۱ (P-1) انتخاب و در مورد تک تک آنها روشن FMEA اجرا گردید. در این مطالعه، شرایط عملیاتی هر یک از اجزاء پس از شناسایی اجزاء تجهیزات مذکور، موقعیت و عملکرد آنها بررسی شدند. منظور شناسایی کامل علل، نواقص و قوع حوادث احتمالی، هر یک از اجزای سیستم های تحت بررسی که دارای فصل مشترک با سیستم های دیگر کارخانه بودند با در نظر گرفتن اعمال انجام شده توسط سیستم ها و شرایط عملیاتی مربوطه شناسایی شده و با جزئیات تجزیه و تحلیل شدند.

در بخش شیرین سازی واحد تصفیه گاز بررسی شده (شکل ۱) عملیات جداسازی گازهای H2S و CO2 موجود در گاز ترش ورودی به واحد با استفاده از دی اتانول آمین انجام می شد. بدین ترتیب که گاز ترش ورودی به واحد بعد از عبور از شیر اضطراری متوقف کننده جریان گاز ترش (1-ESD) و شیر کنترل جریان (F.C.V-1)، جهت جداسازی ذرات ریز جامد و مایعات احتمالی موجود در آن که عمدتاً هیدروکربنهای سنگین هستند، وارد فیلتر شماره یک (1-FIL) شده و پس از فیلتراسیون از قسمت پایین وارد برج تماس (1-T) می شود و ضمن حرکت به سمت بالای برج با محلول دی اتانول آمین (DEA) وارد شده از قسمت بالای برج تماس بیدا کرده و واکنش می دهد. در برج تماس عملیات شیرین سازی گاز ترش بواسیله دی اتانول آمین احیا شده انجام می شود. به منظور افزایش راندمان برج تماس از سینی ها و پکینگها (Packing) استفاده شده که سطح تماس بیشتر راماین گاز ترش و دی اتانول آمین برقرار می کند. انجام واکنش بین گاز ترش و دی اتانول آمین منجر به جداسازی گازهای H2S و CO2 از گاز ترش شده و با محلول DEA غنی شده از H2S و CO2 در قسمت تحتانی برج تماس خارج و گاز شیرین بطرف بالای برج ۱-T حرکت می کند. گاز شیرین در قسمت بالای برج از بخش شستشو دهنده حاوی آب مقطر عبور داده می شود تا به این وسیله از هدر رفتار (DEA) و کم شدن عمر اکسید آلومنیوم فعال درون برجهای نمzdai گاز جلوگیری شود. گاز تصفیه شده پس از خروج از بالای برج مرطوب بوده و حاوی قطرات آب می باشد. به همین منظور گاز خروجی بعد از تفکیک مایعات همراه گاز به بخش نمzdai واحد منتقل می شود.

همانطوری که در شکل شماره ۱ نشان داده شده، علاوه بر تجهیزات بررسی شده از تجهیزات دیگری نظیر شیر فلکه های خودکار، شیر فلکه های مخروطی، پمپ های سانتریفیوژی و غیره برای انجام عملیات شیرین سازی در فرایند استفاده می شد. شیر فلکه های خودکار (E.S.D.1-S.V.1,2-P.C.V.9-F.C.V.1,2-L.C.V.1,2-F.C.V.1,4) شیرهای هستند که با نیرویی غیر نیز از نیروی انسان کار می کنند و جریان، فشار و درجه حرارت یک

کیفی و استقرایی در شناسایی نقصهای اجزاء یک سیستم و ارزشیابی اثرات حالات نقصهای اجزاء مختلف یک سیستم می باشد که به منظور حذف یا کاهش احتمال وقوع نقص و مستند سازی آنها در سیستم تحت بررسی اجرا می شود [۳-۱۰]. هدف FMEA افزایش قابلیت اطمینان فرایند از طریق پیشگیری از بروز نقص های شناسایی شده سیستم و کاهش پیامدهای نامطلوب ناشی از آنهاست. یک روش نسبتاً وقت گیر بوده و نیازمند اطلاعات پر جزئیات در مورد سیستم تحت بررسی است [۱۱-۱۴].

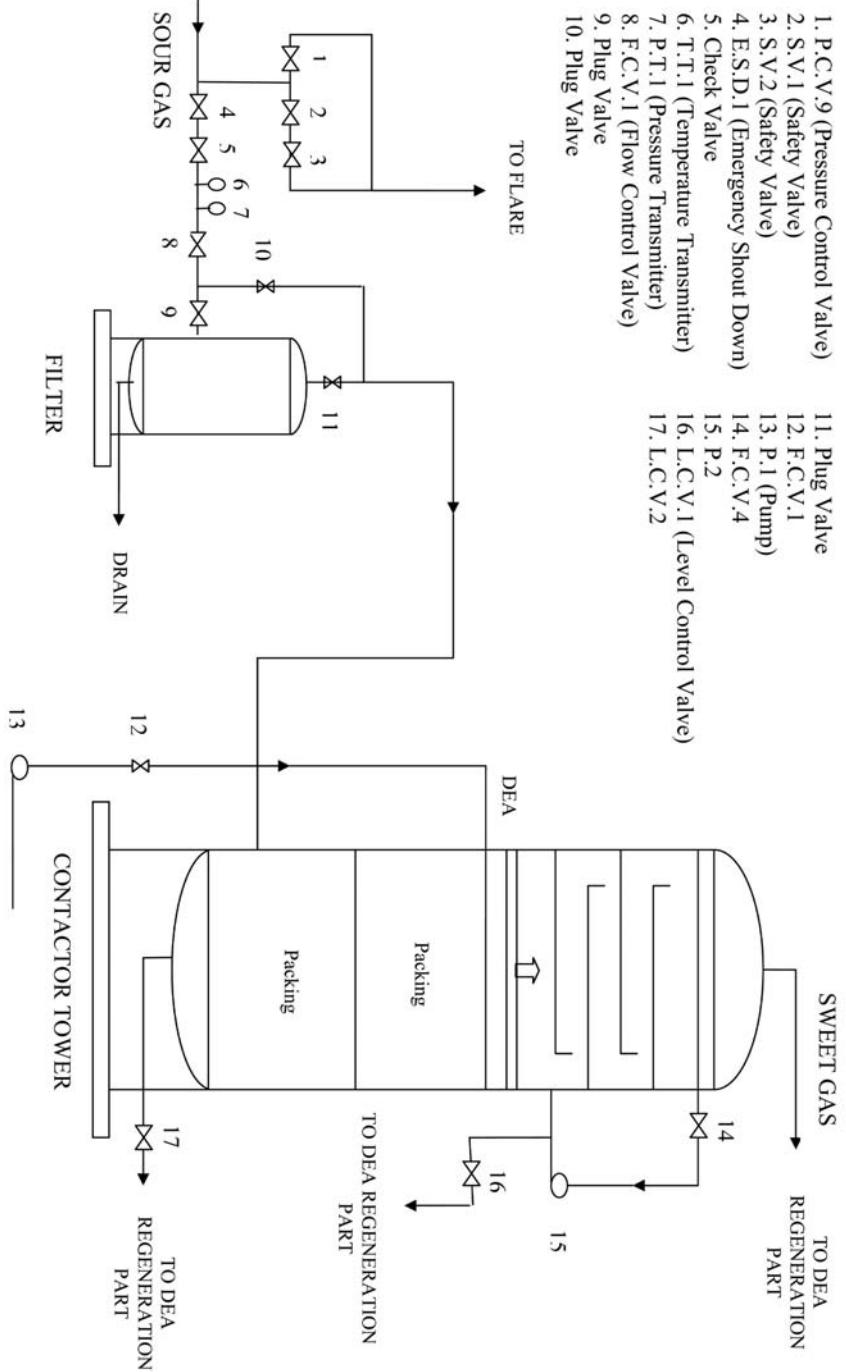
بطور کلی FMEA توسط متخصصان واحدهای مختلف یک سازمان طی جلسات متعدد انجام می شود. بدین ترتیب که اعضای تیم FMEA هر یک از زیر سیستم ها و اجزاء بحرانی آنها را از نظر ایمنی تجزیه و تحلیل کرده و برای هر حالت نقص شناسایی شده، تمام علتهای بالقوه و اثرات احتمالی آنها را بر روی سیستم بررسی می کنند. اعضای تیم تمام اعمال در حال انجام و اعمال جاری برای کشف و پیشگیری از نقص هارا مستند کرده و سپس شدت پیامدها، احتمال وقوع و چگونگی کشف و ردیابی هر یک از حالات نقص را ارزیابی می کنند. نتایج ارزیابی اعدادی بین ۱ تا ۱۰ بوده که از حاصل ضرب این ارقام عدد اولویت ریسک (Risk Priority Number - RPN) بدست می آید. در مرحله بعد ریسکها بر اساس RPN اولویت بندی شده و زیر سیستم ها، سیستم ها و فرایندهای نیازمند بهبود شناسایی می شوند. سازمانهای مختلف با توجه به خط مشی سازمان از معیارهای متفاوتی برای انجام اقدامات استفاده می کنند. بعنوان مثال ممکن است اقدامات اصلاحی برای هر RPN محاسبه شده ضرورت داشته، یا برای یک حد از پیش تعیین شده انجام شود. بعلاوه تیم بایستی شخص / اشخاص یا واحد / واحدهای مسئول انجام اقدامات اصلاحی مورد نیاز را تعیین کرده و تاریخ اجرای هر یک از اقدامات اصلاحی را مشخص کند [۱۵-۱۸].

در صورتی که FMEA بدرستی انجام شود، مستندات حاصله دانش زیادی در مورد سیستم ها و فرایندهای تولیدی سازمان فراهم خواهد کرد. بنابراین مستندات FMEA یک منبع بالارزش دانستن - چگونگی (Know-How) در مورد سیستم های سازمان هستند [۱۹].

این مقاله نحوه اجرای FMEA در شناسایی حالات نقص اجزاء تجهیزات، چگونگی وقوع و تجزیه و تحلیل اثرات آنها را در بخش شیرین سازی واحد تصفیه گاز یک شرکت پالایش گاز بررسی کرده و روش های مناسب برای کاهش احتمال وقوع نقص ها و پیامدهای آنها را رائه می دهد.

روش بررسی

این پژوهه از نوع کاربردی بوده و بصورت موردي در بخش شیرین سازی واحد تصفیه گاز یکی از پالایشگاههای گاز کشور اجرا شد. در این مطالعه منظور شناسایی نقص های تجهیزات فرایندی از روش چگونگی وقوع نقص و تجزیه و تحلیل اثرات آن



نمودار ۱-بخش شیرین سازی واحد تصفیه گاز

مقدار عددی	عبارت توصیفی
۱۰	وقوع حادثه یا نقص بسیار بسیار محتمل است (هر روز یکبار یا بیشتر)
۹	وقوع حادثه یا نقص بسیار محتمل است (هر ۳ روز یکبار)
۸	احتمال وقوع حادثه یا نقص بسیار بالاست (هر هفته یکبار)
۷	احتمال وقوع حادثه یا نقص بالاست (هر ماه یکبار)
۶	احتمال وقوع حادثه یا نقص متوسط است (هر ۳ ماه یکبار)
۵	احتمال وقوع حادثه یا نقص کم است (هر ۶ ماه تا یکسال یکبار)
۴	احتمال وقوع حادثه یا نقص خیلی کم است (هر سال یکبار)
۳	احتمال وقوع حادثه یا نقص نادر است (هر یک تا ۳ سال یکبار)
۲	احتمال وقوع حادثه یا نقص خیلی نادر است (هر ۳ تا ۵ سال یکبار)
۱	احتمال وقوع حادثه یا نقص بعید بینظر می‌رسد

جدول ۱- احتمال وقوع حادثه

اطلاعات ودادهای مورد نیاز در زمینه احتمال وقوع نقص‌ها، شدت پیامدهای ناشی از بروز نقص‌ها و احتمال ریاضی آنها از طریق بررسی پرونده‌های تعمیراتی تجهیزات و سوابق تعمیراتی موجود در واحد تعمیرات، لیست اقلام تحويل داده شده در انبار و تعمیرات درخواستی در واحد بهره‌برداری و همچنین مصاحبه حضوری با مهندسین و اپراتورهای با تجربه واحد تعمیرات پالایشگاه استخراج شد. با در نظر گرفتن اطلاعات استخراج شده از منابع اشاره شده، مقدار عددی متناسب با آنها از جداول ۱، ۲ و ۳ انتخاب و در برگه‌های کاری FMEA وارد شده و با حاصل ضرب سه فاکتور احتمال وقوع نقص، شدت پیامدها و احتمال ریاضی مقدار عدد اوپریت ریسک برای هر یک از نقص‌های شناسایی شده محاسبه شد.

نحوه انتخاب اعداد پارامترهای ریسک بدین ترتیب بود که ابتدا سوابق موجود در زمینه احتمال وقوع حادثه (فرمehای حوادث، دفتر گزارش روزانه واحد بهره‌برداری و تعمیرات درخواست شده) بررسی و اطلاعات لازم برای بعضی از نواقص شناسایی شده بدست آمد. سپس اطلاعات لازم در زمینه شدت پیامدها از سوابق موجود حوادث استخراج و همچنین احتمال ریاضی نقصهای شناسایی شده با بررسی دستورالعمل‌های بهره‌برداری موجود حاصل شد و در مواردی که داده‌های لازم در زمینه پارامترهای ریسک در سوابق یافت نشد از طریق گفتگو با مهندسین، سرپرستان و اپراتوارهای با تجربه واحد بهره‌برداری و تعمیرات بدست آمد.

یافته‌ها

نتایج FMEA معمولاً در برگه‌های کاری از پیش تهیه شده ثبت و ارائه می‌شوند. در این مطالعه تعداد نقصهای شناسایی و بررسی شده ۳۰ مورد بودند که بدلیل کثرت برگه‌های کاری یک مورد از آنها که مربوط به تعدادی از نواقص بررسی شده برج تصفیه گاز ترش (برج شماره یک) می‌باشد در جدول شماره ۴ ارائه می‌شود.

برخی از نقص‌های شناسایی شده خورده‌گی بدن تجهیزات بررسی شده (ناشی از گازهای اسیدی H_2S و CO_2) گاز ترش،

فرایند را مناسب با فرمانهایی که از اتاق کنترل می‌گیرند تنظیم می‌کند. گروه دیگر شیر فلکه‌های موجود در فرایند شیرهای مخروطی (Plug Valves) بودند که برای قطع و وصل کامل جریان مورد استفاده قرار می‌گرفتند. پمپ‌های مورد استفاده در فرایند بررسی شده (P-1 و P-2) از نوع سانتریفیوژی بودند که با ایجاد فشار لازم به کمک عمل گریز از مرکز برای انتقال سیالات از نقطه‌ای به نقطه دیگر استفاده می‌شدند. پمپ مطالعه شده عملیات تقویت فشار دی اتانول آمین احیا شده را انجام می‌داد. این پمپ یک پمپ دو مرحله‌ای بود که در بین دو مرحله یک دیافراگم قرار داشت. بدلیل اهمیت زیاد این پمپ در فرایند تصفیه گاز و بمنظور جلوگیری از توقف عملیات تصفیه گاز، پمپ سانتریفیوژ دیگری نیز در فرایند پیش‌بینی شده بود که در صورت خرابی پمپ قابل راه اندازی بود.

در مطالعه حاضر بمنظور شناسایی نقص‌های احتمالی هر یک از اجزاء تجهیزات مذکور، از طرحها، نقشه‌ها، مستندات موجود در کارخانه استفاده شد و همچنین مصاحبه‌های مختلفی با مهندسین و اپراتورهای واحد بهره‌برداری و تعمیرات انجام شد. پس از شناسایی نقص‌های هر یک از تجهیزات فرایندی بررسی شده، بمنظور محاسبه عدد اوپریت ریسک،

مقدار عددی	عبارت توصیفی
۱۰	از کار افتادن کامل سیستم
۹	خسارت وارد به سیستم شدید است
۸	خسارت وارد به سیستم خیلی زیاد است
۷	خسارت وارد به سیستم زیاد است
۶	خسارت وارد به سیستم متوسط است
۵	خسارت وارد به سیستم کم است
۴	خسارت وارد به سیستم خیلی کم است
۳	خسارت وارد به سیستم جزئی است
۲	خسارت وارد به سیستم خیلی جزئی است
۱	هیچ خسارت سیستمی انتظار نمی‌رود

جدول ۲- شدت پیامدها

مقدار عددی	عبارت توصیفی
۱۰	عدم وجود هر گونه سیستم ردیابی و عدم وجود اپراتور
۹	ردیابی بصورت عینی و اتفاقی
۸	ردیابی بصورت عینی و دوره ای
۷	ردیابی با ابزارهای اندازه گیری بصورت اتفاقی
۶	ردیابی با ابزارهای اندازه گیری بصورت دوره ای
۵	ردیابی با ابزارهای اندازه گیری بصورت دائمی
۴	ردیابی بصورت خودکار همراه آلام دیداری یا شنیداری
۳	ردیابی بصورت خودکار همراه آلام دیداری و شنیداری
۲	ردیابی بصورت خودکار همراه آلام و سیستم کنترل کننده
۱	ردیابی بصورت خودکار همراه آلام و کنترل هم زمان با سیستم کنترل کننده و اپراتور

جدول ۳- احتمال ردیابی

ارتفاع دی اتانول آمین غنی شده از گازهای H_2S و CO_2 در برج تماس دارای کمترین عدد اولویت ریسک بودند.

بحث

تجزیه و تحلیل نقصهای تجهیزات با استفاده از روش FMEA این امکان را فراهم کرد که علل مختلف دارای پتانسیل وجود آوردن شرایط حادثه یا امکان متوقف کردن فازهای عملیاتی شناسایی شوند. همچنین از آنجائیکه یکی از اهداف مهم FMEA افزایش قابلیت اطمینان سیستم های بررسی شده می باشد [۲۰]. به این منظور پس از بررسی نقصهای سیستم، توسعه اقدامات اصلاحی در سیستم می تواند به بهبود قابلیت اطمینان سیستم کمک کند. در این مطالعه نیز پس از انجام بررسی های لازم پیشنهاداتی جهت بهبود آرائه شد.

روطوبت و اکسیژن هوا)، گرفتگی پکینگ ها و سینی های برج تماس و همچنین گرفتگی فیلتر شماره ۱ (ناشی از ذرات ریزو و جامدات همراه گاز و دی اتانول آمین) ترک خوردگی و شکستگی میله های ساپورت سینی های برج تماس شماره ۱ (ناشی از فرسودگی و نقایص جوشکاری)، سفت شدن حرکت یاتاقانهای شیر فلکه کنترل فشار گاز ترش (ناشی از عدم گریس کاری و گریس کاری نامرتب)، جام شدن توپی شیر فلکه کنترل فشار گاز ترش در داخل بدنه شیر (ناشی از عدم گریس کاری، گریسکاری نامرتب و سفت شدن بیچ تنظیم) بودند. در میان نقصهای بررسی شده شکستن لبه های پروانه پمپ شماره اوسخت شدن حرکت یاتاقانهای شیر فلکه کنترل فشار گاز ترش دارای بیشترین عدد اولویت ریسک و خوردگی بدنه پمپ شماره یک و افزایش زاویه تحتنانی توپی شیر کنترل کننده

جزء	نوع نقص	علت نقص	اتر نقص	اقدامات کنترلی پیشنهادی	وقوع	احتمال	شدت	احتمال	عدد	ردیابی	ردیابی	ردیابی	ردیابی
پکینگ ها (PULL RINGS)	گرفتگی ذرات ریزو و جامدات همراه گاز و دی اتانول آمین	افزایش جزئی مقاومت (الف) کنترل بموقع مسلکرد فیلتر شماره ۱، (ب) کنترل بموقع عملکرد فیلتر شماره ۲، (ج) بازدید پکینگها در تعییرات اساسی و تعویض بخشی از آنها که دارای گرفتگی زیاد هستند.	از فلکه کنترل فشار گاز ترش	۱- گازهای H_2S و CO_2 از نظر خودگی	۱	۱	۳	۶	۲۴	ردیابی	ردیابی	ردیابی	ردیابی
بدنه برج	خوردگی	کاهش خلی جزئی خامنده از نظر خودگی	(الف) تغییر پک برنا مه زمانبندی برای بازرسی بدنه برج	۱- گازهای اسیدی H_2S و CO_2 در گاز ترش.	۱	۱	۳	۹	۲۷	ردیابی	ردیابی	ردیابی	ردیابی
میله های ساپورت سینی ها	ترک خوردگی و شکستگی	افتدان سینی ها و بخشی از شکستگی در تعییرات اساسی.	(الف) بازدید دقیق ساپورت ها از نظر ترک خوردگی یا زدایی ساپورت ها	۱- خستگی مواد و فرسودگی پکینگ ها که می تواند باعث قسمت انتهاهی میله ها که به بروز اختلال در عملیات تصفیه گاز شود.	۱	۱	۴	۸	۳۲	ردیابی	ردیابی	ردیابی	ردیابی

* برای اندازه گیری میزان اختلاف فشار گاز ورودی و خروجی برج یک فشار سنج وجود دارد.

۱- میزان اختلاف فشار حداقل در زمان قبل از تعییرات اساسی نسبت به زمان بعد از انجام آن 12PSI میباشد که پس از مشورت با کارشناسان صنعت مشخص شد که میزان افت فشار مربوط به پکینگ ها و آن مربوط به قسمت شستشوی گاز با آب میباشد.

جدول شماره ۴- برگه کار FMEA برج تماس (T-1)

سازی یک سیستم مستند سازی جهت حفظ اطلاعات سازمان ضروری است.

نتیجه گیری

به نظر می‌رسد با پیاده‌سازی یک سیستم مستند سازی برای ثبت نواقص تجهیزات و رویدادها اطلاعات پایه مورد نیاز برای بررسیهای اینمی بعدی را بنحو مطلوبی حفظ کرده و همچنین با انجام تعمیرات پیشگیرانه احتمال وقوع نواقص تجهیزات و پیامدهای ناشی از آنها را به حداقل رساند.

منابع

1. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). Management of Process Safety Management Systems Audits, 2000, 1-2.
2. Greenberg Harris R., Cramer Joseph J. Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Industry, First Edition, New York, Van Nostrand Reinhold, 1991, 2-3.
3. Goble W. M, Brombacher A. C., Using a failure modes, effects and diagnostic analysis (FMEDA) to measure diagnostic coverage in programmable electronic systems, Journal of Reliability Engineering and System Safety, 1999, 145-148.
4. International SEMATECH Inc. Failure Mode and Effects Analysis (FMEA): A Guide for Continuous Improvement for the Semiconductor Equipment Industry, 1992, 13.
5. Blackburn Bill, Fromm Sandra. California Energy Commission, Failure Modes and Effects Analysis for Hydrogen Fueling Options, 2004, 29.
6. Kaiser Permanente. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Team Instruction Guide, 2002, 2.
7. FAA (Federal Aviation Administration) System Safety Handbook. Failure Modes and Effects Analysis, lesson 5, 2000, 2.
8. Alejandro D. Garcia D, Kassakian J. G, Joel E. S., Reliability evaluation of the power supply of an electrical power net for safety-relevant applications, Reliability Engineering and System Safety, 2006, 91:5, 505-514.
9. Goble W. M, Brombacher A. C., Using a Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis (FMEDA) to Measure Diagnostic Coverage in Programmable Electronic Systems, Reliability Engineering & System Safety, 1999, 66:2, 145-148.
10. Baydar C. M, Saitou K., Prediction and Diagnosis of Propagated Errors in Assembly Systems Using Virtual Factories, Journal of Computing and Information Science in Engineering, 2001, 1:3, 261-265.
11. Waterland L.R, Venkatesh S, Unnasch S. National Renewable Energy Laboratory, Safety and Performance Assessment of Ethanol/Diesel Blends, 2003, 11.

بررسی برگه‌های کاری FMEA نشان داد که علت تعداد زیادی از نواقص شناسایی شده تجهیزات عدم وجود یک برنامه تعمیر و نگهداری مناسب برای پیشگیری از وقوع آنها می‌باشد. از این‌رو بمنظور کاهش عدد اولویت ریسک نواقص شناسایی شده، پیاده‌سازی یک برنامه تعمیر و نگهداری پیشگیرانه در صنعت ضروری است. بدین منظور بایستی تمام تجهیزات موجود در کارخانه با استفاده از روش FMEA تحت بررسی قرار گیرند تا از این طریق زمان دقیق انجام تعمیرات و نگهداری‌های لازم قبل از وقوع نواقص در تجهیزات مختلف مشخص و اجرا شود. برای دستیابی به این مهم، وجود یک برنامه زمانبندی شده برای بازارسی بموقع و پایش عملکرد تجهیزات و انجام فعالیتهای تعمیر و نگهداری در کارخانه ضرورت دارد.

یکی از نقصهای مهم شناسایی شده خودگی بدن تجهیزات ناشی از گازهای اسیدی H_2S و CO_2 گاز ترش، رطوبت و اکسیژن هوا در تجهیزات بود که با گذشت زمان می‌تواند منجر به کم شدن ضخامت تجهیزات شده و امکان نشتنی مواد شیمیایی را از آنها فراهم کرده و احتمال بروز حوادث آتش سوزی و انفجار را در واحد افزایش دهد. وجود برنامه منظم بازارسی فنی تجهیزات، اندازه گیری دقیق میزان ضخامت آنها و انجام اقدامات اصلاحی لازم در کنترل بموضع خطرات و کاهش میزان ریسک موثر خواهد بود.

معتقد است که فرایند تجزیه و تحلیل خطرات باستی در بهترین حالت بصورت تیمی و با حضور متخصصین رشته‌های مهندسی و عملیات فرایند و همچنین حداقل یک نفر از کارگران دارای تخصص و دانش کافی در مورد فرایند تحت بررسی انجام شود. همچنین یکی از اعضای تیم باستی دانش کافی در زمینه روش مورد استفاده برای شناسایی خطرات داشته باشد [۲۱]. انجام این پژوهش نیز بیانگر این نکته بود که بدین منظور از مشاورت مهندسین کارخانه و اپراتورهای با تجربه در فرایند شناسایی خطرات استفاده شد.

یکی از عناصر مهم در پیشگیری از وقوع نواقص اجزاء تجهیزات و متوقف شدن تولید در صنعت، وجود مواد و وسائل مورد نیاز در حد کافی و با کیفیت مطلوب می‌باشد که باید در زمان‌های از قبل تعیین شده مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به اظهارات کارشناسان با تجربه واحد تعمیر و نگهداری، مواد و وسائل مورد نیاز در حد کافی در صنعت موجود نبوده و یا کیفیت مناسبی ندارند که این عامل احتمال وقوع نواقص اجزاء تجهیزات را در صنعت افزایش داده و بارامتر بسیار تاثیرگذار در پیاده‌سازی یک سیستم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه در صنعت می‌باشد که باستی مورد توجه قرار گیرد.

وجود یک سیستم ثبت و نگهداری خوب برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز برای اجرای FMEA و مشخص کردن زمان متوسط بروز نقص هادر قطعات هر یک از سیستم‌ها ضروری است که در طول انجام این مطالعه نیز مشکلاتی در این زمینه وجود داشت که با استفاده از مشاورت مهندسین و اپراتورهای واحدهای بهره‌برداری و تعمیرات برطرف گردید. بنابر این پیاده



12. Pillay A, Wang J., Modified failure mode and effects analysis using approximate reasoning, Reliability Engineering and System Safety, 2003, 79:1, 69-85.
13. Scipioni A, Saccarola G, Centazzo A, Arena F., FMEA methodology design, implementation and integration with HACCP system in a food company, Food Control, 2002, 13:8, 495-501.
14. Zhou J, Stalhane T., Using FMEA for early robustness analysis of Web-based systems, Proceedings of the 28th Annual International Computer Software and Applications Conference, 2004, 2, 28-29.
15. Senders J. W., FMEA and RCA: the mantras; of modern risk management, Qual Saf Health Care, 2004, 13, 249-250.
16. Pinna T, Caporali R, Cambi G, Burgazzi L, Poucet A, M. Porfiri T., Failure Mode and Effect Analysis on ITER Heat Transfer Systems, Journal of Fusion Engineering and Design, 1998, 42:1, 431-436.
17. Derosier J, Stalhandske E, Bagian J. P, Nudell T., Using Health Care Failure Mode and Effect Analysis, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, 28:5, 2002, 248-267.
18. Kmenta S, Ishii K., Scenario-Based FMEA: A LIFE CYCLE COST PERSPECTIVE, Proceedings of ASME DETC (Design Engineering Technical Conferences), Baltimore, Maryland, September 2000, 10 - 14.
19. Michael C. Signor., A Failure Analysis Matrix, 2006. Available online at: <http://members.cox.net/mikesignor/ideapape.htm>
20. Wirth Rudiger, Berthold Bernd, Anita Kramer, Gerhard Peter. Knowledge - based Support of System Analysis for the Analysis of Failure Modes and Effects, Elsevier Science, 1996, 219-229.
21. U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Process Safety Management, 2000, 10.



Process equipment failure mode analysis in a chemical industry

Abolfazl Ghahremani,^۱

Javad Adl^۲

Jebraeil Nasl-Seraji^۳

Abstract:

Background and aims: Prevention of potential accidents and safety promotion in chemical processes requires systematic safety management in them. The main objective of this study was analysis of important process equipment components failure modes and effects in H₂S and CO₂ isolation from extracted natural gas process.

Methods: This study was done in sweetening unit of an Iranian gas refinery. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) used for identification of process equipments failures.

Results: Totally 30 failures identified and evaluated using FMEA. P-1 blower's blade breaking and sour gas pressure control valve bearing tight moving had maximum risk Priority number (RPN), P-1 body corrosion and increasing plug lower side angle of reach DEA level control valve in tower - 1 were minimum calculated RPN.

Conclusion: By providing a reliable documentation system for equipment failures and incidents recording, maintaining of basic information for later safety assessments would be possible. Also, the probability of failures and effects could be minimized by conducting preventive maintenance.

Keywords

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Safety, Risk, Natural gas sweetening

1. (Corresponding author) Faculty Member of Occupational Health Group, Faculty of Health, Uremia Medical Science University (UMSU). Email: Ghahramani@umsu.ac.ir
2&3. Faculty Member of Tehran University of Medical Sciences.