

کاهش میزان گاز فلر اضطراری فاز ۳ پالایشگاه آبادان با بکارگیری سیستم HIPS

مهرداد یزدان پناهی، کارشناس ارشد فرایند، شرکت طراحی و مهندسی صنایع پتروشیمی PIDEC،

شیراز، خیابان ارم، پلاک ۲۰، صندوق پستی ۶۱۸-۷۱۴۵۵

Yazdanpanahi.mehrdad@pidec.com

*مسعود فرجی، کارشناس فرایند و ایمنی، شرکت طراحی و مهندسی صنایع پتروشیمی PIDEC،

شیراز، خیابان ارم، پلاک ۲۰، صندوق پستی ۶۱۸-۷۱۴۵۵

faraji.masoud@pidec.com

چکیده:

متداول ترین راه برای محافظت از دستگاههای مکانیکی در برابر افزایش فشار استفاده از شیرهای اطمینان مکانیکی می باشد. در یک رویکرد متفاوت می توان از سیستم های ابزار دقیق نیز بدین منظور استفاده کرد. این مقاله به معرفی استفاده از سیستم های حفاظتی با قابلیت اطمینان بالا که به اختصار ^۱HIPS نامیده می شود پرداخته و در پایان مطالعه موردی طراحی شبکه فلرفاز ۳ پالایشگاه آبادان با در نظر گرفتن این سیستم ارائه می گردد.

با اجرای این سیستم شبکه فلر کوچکتر شده، اندازه خطوط و تجهیزات مورد نیاز کاهش یافته و همچنین شعله حاصل از سوختن مواد تخلیه شده کوتاه تر می گردد. این طرح نه تنها از تاثیر منفی تابش شعله بر روی تجهیزات مجاور می کاهد بلکه از هدر رفتن حجم قابل توجهی از هیدروکربن ها که جهت تصفیه آنها مراحل متعدد و پیچیده ای طی شده و یک منبع غنی کربن و انرژی به شمار می آیند جلوگیری می کند. کاهش انتشار آلاینده های SO_x و NO_x به اتمسفر و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای نیز از مزایای غیر قابل انکار اجرای این طرح می باشد.

کلمات کلیدی:

طراحی شبکه فلر، HIPS، کاهش گاز فلر، فاز ۳ پالایشگاه آبادان، بازار کربن

سیستم های حفاظتی با قابلیت اطمینان بالا (HIPS) سیستم های ابزار دقیقی هستند که بر روی دستگاه ها نصب می شوند تا از افزایش فشار بی رویه آنها و به دنبال آن تخلیه ظروف از طریق شیرهای اطمینان به شبکه فلر جلوگیری کنند. در حقیقت این سیستم با مکانسیم های قابل اطمینانی از افزایش بیش از حد فشار جلوگیری کرده و در نتیجه آن باعث می شود که در شرایط اضطراری به وجود آمده از هدر رفت مواد فرایندی جلوگیری شود.

شبکه فلر می توان یک سیستم محافظت در برابر افزایش فشار دستگاه ها و دفع مواد زاید و سمی به وسیله سوزاندن به موادی با ضررهای به مراتب کمتر دانست. نتیجه مستقیم تخلیه گاز های قابل اشتعال به فلر پس از فرایند سوختن تولید انبوه گاز CO₂ بوده که تاثیر مستقیمی بر افزایش اثرات گلخانه ای جو زمین دارد. بدین ترتیب هرگونه کاهش میزان گازهای تخلیه شده به فلر می تواند از تاثیرات حاصل از پدیده گلخانه ای به شدت کاسته و فرایند گرم شدن کره زمین را تا حدودی کنترل کند.

در طراحی شبکه فلراولین مرحله دست یافتن به لیستی از سناریوهای بروز فشار بی رویه تحت شرایط عملیاتی و همچنین شرایط غیر متعارف شامل خطای انسانی، از کار افتادن تجهیزات ابزار دقیق و... می باشد. نحوه و روش شناخت سناریوهای خطرات متفاوت است و در این زمینه تحقیقات فراوانی انجام شده و منابع متعددی وجود دارد.

مطابق استاندارد¹ API 521 که اغلب در صنایع نفت مورد استناد قرار می گیرد، افزایش فشار بی رویه تجهیزات را می بایست در حالات زیر مورد بررسی قرار داد:

- ۱- از دست دادن سرویسهای جانبی مثل برق، آب، بخار و ...
- ۲- واکنشهای کنترل نشده و ناخواسته
- ۳- قرار گرفتن در معرض آتش
- ۴- خطاهای عملیاتی
- ۵- خطاهای حین تعمیرات
- ۶- بسته شدن خروجی جریانها
- ۷- بد عمل کردن تجهیزات ابزار دقیق

در همه سناریوهای بالا خطرات افزایش فشار و نتایج و عواقب آن ارزیابی و مکتوب می گردد. ارزیابی پیامد خطرات می بایست بدون در نظر گرفتن عوامل حفاظتی در نظر گرفته شود. بعنوان مثال ممکن است جهت جلوگیری از افزایش فشار و رسیدن آن تا ماگزیمم فشار مجاز عملیاتی^۲ (MAWP) یک سیستم ابزار دقیق کنترل فشار وجود داشته باشد. اگر این سیستم از کار بیفتد فشار از ماگزیمم فشار مجاز عملیاتی بالاتر خواهد رفت. با افزایش فشار احتمال ترکیدن دستگاه و آزاد شدن مواد آتش زا و یا سمی به محیط وجود دارد.

در بعضی از این سناریوها با طراحی یک سیستم ایمن تر و یا استفاده از تجهیزات ابزار دقیق می توان احتمال افزایش فشار را به طور قابل ملاحظه ای کاهش داد. به عنوان مثال می توان دستگاهی را که در بالا دست یک پمپ قرار دارد طوری طراحی نمود که MAWP دستگاه از بالاترین فشار کارکرد خروجی پمپ بیشتر باشد و دیگر نیازی به محافظت دستگاه در برابر افزایش فشار ناشی از عملکرد پمپ نباشد. یکی دیگر از مهم ترین عوامل افزایش فشار در برج های تقطیر میزان حرارت ورودی بیش از حد به برج و یا قطع سیستم خنک کننده می باشد که با استفاده از سیستمهای ابزار دقیق قابل اطمینان می توان با قطع منبع حرارتی برج از افزایش بی رویه فشار آن جلوگیری کرد.

به هر حال باید همه خطرات ناشی از افزایش فشار بوسیله عامل، درجه تکرار و پیامد به طور کامل ارزیابی گردند. سپس با تعبیه لایه های حفاظتی این خطرات و عواقب آنها تعدیل شوند. لازم به توضیح است که در این بررسی نصب شیر اطمینان روی تجهیزات را به عنوان عامل تعدیل و کاهش خطر به حساب نمی آوریم. اینکار با نصب و تعبیه تجهیزات ابزار دقیق اضافی امکان پذیر می شود و شیرهای اطمینان بدون در نظر گرفتن تجهیزات ابزار دقیق طراحی می شوند. بدین ترتیب از تخلیه هم زمان چند دستگاه که با تجهیزات ابزار دقیق محافظت شده اند به شبکه فلر جلو گیری شده و اندازه مسیرهای اصلی و مشعل کاهش می یابد. سطح قابلیت اطمینان سیستم براساس شدت پیامد و احتمال وقوع تعیین می شود. برای پیامد های سنگین از SIL¹ بالا و برای پیامدهای سبکتر می توان SIL با درجات پایین تر انتخاب نمود.

البته سعی خواهد شد که سیستم های ابزار دقیق استفاده شده از قابلیت اطمینانی معادل و یا بیشتر از شیر های اطمینان مکانیکی برخوردار باشند.

وقتی درجه قابلیت اطمینان سیستم مشخص گردید سیستمهای ابزار دقیقی محافظ طراحی می گردند. طراحی این سیستمها می تواند شامل حسگرهای مضاعف باشند که به کارتهای I/O متصل می شوند و خروجی آنها به نقاط و تجهیزات نهایی جدا کننده جریان ها مثل پمپ ها و شیرها فرستاده می شوند. قابلیت اطمینان به فرایند تاثیر مستقیم بر مقدار تجهیزات مضاعف بکار برده شده دارد، بنابراین ساختاری که انتخاب می شود منتهی به تعیین درجه قابلیت اطمینان سیستم می شود و از آنجا تجهیزات مورد نیاز جهت حفاظت از سیستم تعیین می گردند.

بعد از اینکه طراحی انجام شد قابلیت اطمینان کل سیستم ایمنی باید ارزیابی گردد (هم از لحاظ کیفی و هم از لحاظ کمی). کیفیت و کمیت باید مطابق استاندارد ANSI/ISA 84.01 باشد.

در پایان پس از اینکه تجهیزات به سیستمهای ابزار دقیقی مجهز گردید امکان همزمانی تخلیه دستگاه ها به شدت کاهش می یابد در نتیجه شبکه فلر کلی برای حجم جریانی بسیار کمتر از حالت بدون در نظر گرفتن سیستم های حفاظتی در مقابل افزایش فشار طراحی خواهد شد. البته تجهیزات ابزار دقیق استفاده شده می بایست تحت مراقبت های مداوم و دوره ای قرار گیرند و از کارکرد مناسب آنها اطمینان کامل وجود داشته باشد.

سیستم HIPS در طراحی شبکه فلر فاز ۳ پالایشگاه آبادان

پس از انجام مطالعه اولیه میزان گاز تخلیه به فلر از واحدهای فرایندی 1800 ton/hr برآورد گردیده بود. با توجه به اینکه برای سوزاندن این مقدار بالای گازهای قابل اشتعال با در نظر گرفتن فضای محدود اختصاص یافته به محوطه مشعل نیاز به یک مشعل بسیار بلند و تقریباً غیر قابل اجرا می باشد انجام مطالعات HIPS از طرف کارفرما درخواست گردیده و خلاصه ای از بررسی های انجام شده در ادامه آورده شده است.

در اینجا سعی شده است تا بهره گیری از HIPS و تاثیر آن بر کاهش حجم گازها و هیدروکربنهای تخلیه شده به فلر نشان داده شود.

در بین سناریوهای مختلف ارائه شده قطع آب خنک کننده و قطع برق بیشترین حجم تخلیه به فلر را داشتند. از این رو این عوامل به عنوان مبنای محاسبات جهت بدست آوردن حجم گاز تخلیه به فلر و از آنجا سائز شبکه تشخیص داده شده است.

در حالت قطع کلی برق تمامی موتورهای برقی از کار می افتند که در نتیجه آن جریان رفلاکس و پمپ جانبی برج ها قطع می گردد. همچنین تمامی فن های هوایی نیز از کار می افتند.

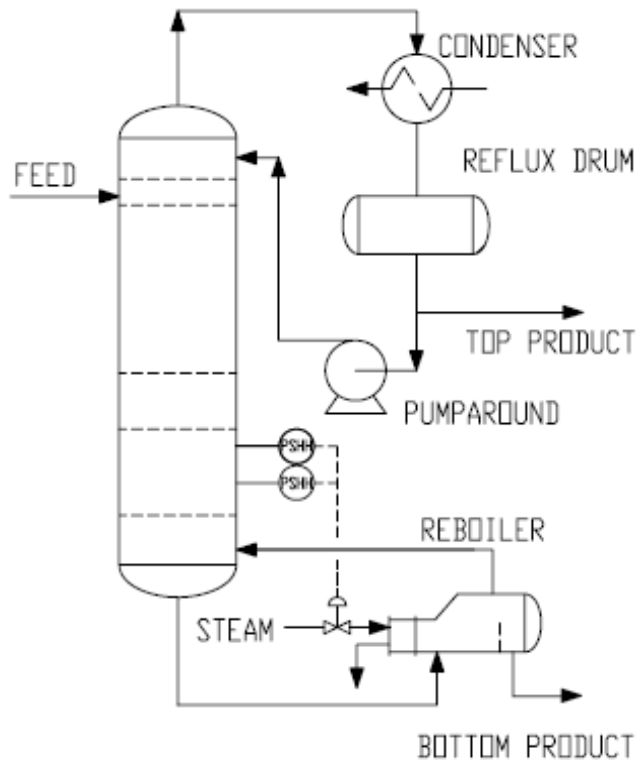
از کار افتادن کلی آب خنک کننده پالایشگاه باعث قطع آب خنک کننده به تمام مصرف کننده ها می شود. این مصرف کننده ها شامل کندانسورهای بالای برجها، مبدل های میانی کمپرسورها و همچنین مبدل های اصلی مسیر پمپ جانبی می باشند.

پس از بررسی واحدهای فرایندی فاز ۳ پالایشگاه آبادان مشخص گردید که با استفاده از سیستم HIPS در تعدادی از برج های جدا کننده می توان حجم گاز تخلیه به شبکه فلر را به اندازه قابل توجهی کاهش داد. بدین منظور استفاده از دو سیستم HIPS جزئی و HIPS کامل جهت کاهش میزان گاز فلر مورد مطالعه قرار گرفت.

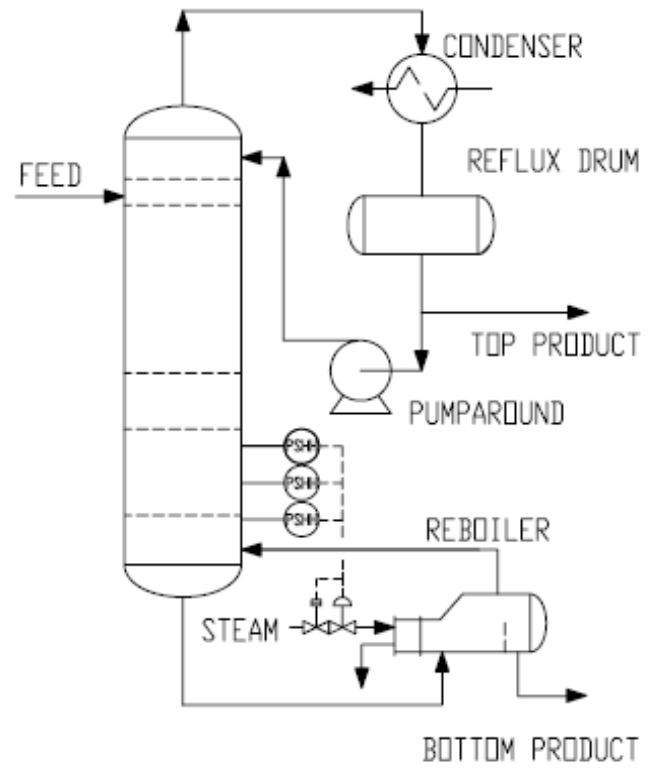
سیستم HIPS جزئی بدین صورت است که افزایش فشار توسط دو سوئیچ فشار اندازه گیری و بخار ورودی به مبدل حرارتی برج توسط یک شیر کنترل قطع می گردد. در این سیستم اگر یکی از سوئیچ های فشار عمل کند فرمان بسته شدن شیر کنترل ارسال و حرارت ورودی به برج قطع خواهد شد. این سیستم معادل SIL-2 بوده و احتمال در دسترس نبودن آن در هنگام نیاز ۱٪ می باشد. ولی برای اطمینان بیشتر طراحی شبکه با فرض HIPS جزئی حداقل دو مورد خطا در عملکرد هر ۱۰ مورد در نظر گرفته شده است.

در HIPS کامل افزایش فشار توسط سه عدد سوئیچ فشار اندازه گیری و بخار ورودی به برج توسط دو شیر کنترل می گردد. در این سیستم مخزن افزایش فشار پس از عملکرد حداقل دو سوئیچ از سه سوئیچ فشار به دو شیر کنترل ارسال و دو شیر که بصورت سری نصب شده اند همزمان بخار ورودی به برج را قطع می کنند. این سیستم معادل SIL-3 بوده و احتمال در دسترس نبودن آن در هنگام نیاز ۰,۱٪ می باشد. در این حالت عملکرد صحیح سیستم در هر ۱۰ مورد صحیح فرض می شود.

TYPICAL ARRANGEMENT FOR PARTIAL HIPS



TYPICAL ARRANGEMENT FOR FULL HIPS



نتایج حاصل از محاسبه حجم تخلیه هیدروکربن ها به فلر برای دو حالت اشاره شده در بالا در جدول ۱ آمده است.

دستگاه	عنوان	قطع کلی برق Kg/h			قطع کلی آب خنک کننده kg/h		
		HIPS بدون	HIPS جزئی	HIPS کامل	HIPS بدون	HIPS جزئی	HIPS کامل
FCC UNIT							
V-670	Main fractionator	۰	۰	۰	۳۴۲۸۰۷	۳۴۲۸۰۷	۳۴۲۸۰۷
C-610	Wet gas compressor	۶۱۰۰۰	۶۱۰۰۰	۶۱۰۰۰	۰	۰	۰
V-612	Primary absorber	۳۲۵۳۸	۳۲۵۳۸	۳۲۵۳۸	۳۲۵۳۸	۳۲۵۳۸	۳۲۵۳۸
V-615	Stripper	۰	۰	۰	۰	۰	۰
V-655	Debutanizer	۱۰۲۰۹۶	۰	۰	۱۰۲,۹۶	۰	۰
V-680	Debutanizer	۶۱۵۹۱	۰	۰	۶۱۵۹۱	۰	۰
AMINE UNIT							
V-852	Absorber gas contactor	۹۲۱۱	۹۲۱۱	۹۲۱۱	۹۲۱۱	۹۲۱۱	۹۲۱۱
V-855	Amine regenerator	۱۳۰۹۹	۱۳۰۹۹	۱۳۰۹۹	۰	۰	۰
SOUR WATER TREATMENT							
V-871	Sour water stripper	۹۰۴۵	۹۰۴۵	۹۰۴۵	۰	۰	۰
ALKYLATION UNIT							
	Regeneration system	۰	۰	۰	۲۶۴۵۸۴	۰	۰
V-14145	IBF No.1	۲۱۱۵۰۷	۲۱۱۵۰۷	۰	۲۱۱۵۰۷	۲۱۱۵۰۷	۰
V-14150	IBF No.2	۲۱۱۵۰۶	۲۱۱۵۰۶	۰	۲۱۱۵۰۶	۲۱۱۵۰۶	۰
V-14140	RIF	۲۰۵۱۱۷	۰	۰	۲۰۵۱۱۷	۰	۰
V-14155	Depropaniser	۷۲۷۶۹	۰	۰	۷۲۷۶۹	۰	۰
V-14160	New Depropaniser	۱۰۲۰۰۸	۰	۰	۱۰۲۰۰۸	۰	۰
V-14170	Debutaniser	۱۱۹۰۹۸	۰	۰	۱۱۹۰۹۸	۰	۰
V-14175	Depentaniser	۶۳۲۸۰	۰	۰	۶۳۲۸۰	۰	۰
C4 ISOMERISATION UNIT							
	Stabilizer	۳۲۶۳۷	۳۲۶۳۷	۳۲۶۳۷	۰	۰	۰
	Dryer	۲۷۱۵	۲۷۱۵	۲۷۱۵	۰	۰	۰
	Total load to flare	۱۳۰۹۲۱۷	۵۸۳۲۵۸	۱۶۰۲۴۵	۱۷۹۸۱۱۲	۸۰۷۵۶۹	۳۸۴۵۵۶

جدول ۱: خروجی ها به فلر برای دو حالت قطع برق و قطع آب خنک کننده

همانگونه که مشاهده می شود بدون در نظر گرفتن سیستم HIPS برای حالت قطع کلی آب خنک کننده مقدار 1798 ton/hr گاز به شبکه فلر تخلیه خواهد شد.

بکار گیری HIPS بصورت جزئی حجم گاز تخلیه به شبکه فلر را به 807 ton/hr کاهش خواهد داد.

بکار بردن HIPS بصورت کامل باعث می شود که مقدار گاز تخلیه به شبکه فلر در این حالت 384 ton/hr محاسبه شود که نسبت به حالت های قبلی کاهش قابل ملاحظه ای داشته است.

در حقیقت استفاده از این سیستم موجب خواهد شد که علاوه بر صرفه جویی های حاصل از جلوگیری از هدر رفت مواد نفتی، کاهش قابل توجه اندازه لوله های اصلی شبکه فلر، کاهش اندازه مشعل و کاهش قابل توجه تاثیر شعله بر تجهیزات و اپراتورهای عملیاتی را به دنبال خواهد داشت .

مطالعه تاثیر اجرای HIPS بر طراحی مشعل فاز ۳ پالایشگاه آبادان

پس از انجام مطالعات مربوط به طراحی شبکه فلر، مشعل برای بیشترین مقدار گاز قابل تخلیه به فلر طراحی خواهد شد. بدین منظور برای محاسبه ارتفاع مشعل میزان تابش مجاز 1580 W/m² برای مکان های عمومی، 4730 W/m² برای نواحی که کارهای اضطراری ممکن است بوسیله افراد بدون محافظ ولی با لباس مناسب چند دقیقه طول بکشد، 6310 W/m² برای نواحی که کارهای اضطراری ممکن است بوسیله افراد بدون محافظ ولی با لباس مناسب حد اکثریک دقیقه طول بکشد و 9460 W/m² مقدار ماکزیمم برای نواحی که فقط برای کار های اضطراری با تجهیزات محافظ امکان حضور فراهم می شود در نظر گرفته شده است.

در جدول شماره ۲ نتایج تاثیر اجرای HIPS روی ارتفاع مشعل و تابش حرارتی قابل اعمال بر محوطه پالایشگاه در زمان قطع کلی آب خنک کننده ارائه شده است.

سطح SIL	میزان گاز تخلیه Kg/h	مشعل			فاصله از مشعل و روی زمین			
		عدد ماخ	قطر m	ارتفاع m	۱۵۸۰ W/m ²	۴۷۳۰ W/m ²	۶۳۱۰ W/m ²	۹۴۶۰ W/m ²
حداکثر فاصله مجاز در محوطه فلر برای تابش روی زمین					۳۳۹	۱۲۰	۸۵	۰
بدون HIPS	۱۷۹۸۱۱۲	۰,۴۲۸	۱,۸۳	۱۴۰	۵۱۳	۲۸۵	۲۳۵	۱۶۴
HIPS جزئی	۸۰۷۵۶۹	۰,۴۲۶	۱,۲۲	۱۱۵	۳۲۷	۱۶۶	۱۲۶	۰
HIPS کامل	۳۸۴۵۵۶	۰,۴۶۱	۰,۸۱	۷۵	۲۱۴	۱۰۸	۸۱	۰

جدول ۲: ارتفاع مشعل و میزان تابش حرارتی بدون تابش خورشیدی

به وضوح قابل مشاهده است که بدون در نظر گرفتن سیستم HIPS حتی با وجود یک مشعل ۱۴۰ متری مقدار قابل ملاحظه ای از فضای پالایشگاه به دلیل تابش بالای مشعل تحت تاثیر قرار می گیرد.

استفاده از سیستم HIPS بصورت جزئی تا اندازه ای وضعیت بهتری به وجود می آورد اما تنها در صورت استفاده از سیستم HIPS بصورت کلی است که فضای اختصاص یافته به مشعل قابل استفاده گردیده و در نتیجه آن کمترین تابش ممکن را به همراه خواهد داشت. بنابراین سیستم HIPS کامل مبنای طراحی قرار گرفت و از تجهیزات ابزار دقیق، شبکه فلر و مشعل متناسب با آن استفاده گردید.

نتیجه گیری

همان گونه که ملاحظه گردید استفاده از سیستم HIPS چه به صورت جزئی و چه به صورت کامل موجب کاهش قابل توجهی در میزان گاز تخلیه شده به شبکه فلر خواهد شد. با توجه به اینکه گاز های تخلیه شده به فلر معمولاً هیدروکربنی هستند استفاده از این سیستم تاثیر مستقیمی بر کاهش میزان گازهای گلخانه ای و گرم شدن تدریجی کره زمین خواهد داشت.

نکته قابل توجه دیگر جلوگیری از هدر رفت میزان قابل توجهی از منابع هیدروکربنی در شرایط اضطراری است که با توجه به قیمت بالای این مواد هزینه های اضافی استفاده از سیستم HIPS را به میزان قابل توجهی پوشش داده و در دراز مدت ضامن سود بیشتری نیز می باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه استفاده از سیستم HIPS تخلیه همزمان چند دستگاه به شبکه فلر را غیر محتمل می کند موجب کاهش قابل ملاحظه اندازه لوله های اصلی، ظروف، پمپ ها و مشعل خواهد شد که به نوبه خود می تواند هزینه استفاده از سیستم HIPS را جبران نماید.

کاهش میزان گاز تخلیه شده به مشعل موجب کاهش طول شعله حاصل از سوختن گردیده و به میزان قابل توجهی از تابش شعله کاسته خواهد شد. بدین ترتیب با استفاده از سیستم HIPS تابش حرارتی بسیار کمتری به محیط اعمال خواهد شد.

در پایان استفاده از سیستم HIPS در پروژه های جدید پالایشگاهی و همچنین امکان استفاده از این سیستم با انجام تغییرات لازم در پالایشگاه های در حال کار پیشنهاد می گردد تا بدین وسیله از حجم گاز تخلیه شده به فلر به میزان قابل توجهی کاسته شود و در نتیجه ما سهم بیشتری از بازار کربن داشته باشیم.

منابع

- ۱- API-521, Pressure-Relieving and Depressuring System, fifth edition, January 2007
- ۲- ISA S84.01, Application of Safety Instrumented Systems for the Process Industries, 1996
- ۳- Basic Engineering Design Package of Abadan Oil Refinery Renovation Project Phase III, AORC/Stone & Webster/UOP/PIDEC

Emergency Flare Load Reduction by Implementing HIPS in Abadan Oil Refinery Phase III

Yazdanpanahi Mehrdad, Process Engineer (M.Sc), Petrochemical Industries Design Engineering Company PIDEC

No. 20, Bagh-e-Eram Blvd., Shiraz-Iran
Yazdanpanahi.mehrdad@pidec.com

*Faraji Masoud, Process Safety Engineer, Petrochemical Industries Design Engineering Company PIDEC

No. 20, Bagh-e-Eram Blvd., Shiraz-Iran
faraji.masoud@pidec.com

ABSTRACT

Safety valves are the most common means to protect mechanical equipments against over pressure. In a different approach instrument devices can be used for protection purpose. This essay introduces using High Integrity Protection System (HIPS) and at the end HIPS design for flare system in Abadan Refinery, phase 3 has been studied.

By implementing HIPS, flare headers are getting smaller, pipes and vessels sizes are reduced and flare height resulting from flammable gas relief to flare is shortened. This plan not only minimizes negative effects of radiation on neighboring equipments but also prevents wasting considerable amounts of hydrocarbons which have been undergone different and sophisticated processes and are precious sources of rich carbon. Decreasing emissions including SO_x and NO_x pollutants to atmosphere and reducing green house effects are also of undeniable advantages of this system.

KEY WORDS

Flare network design, HIPS, flare gas reduction, Abadan refinery phase III, carbon market