وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

۱۴۰۳

امام علی علیه السلام :

مَنِ اعتَبَرَ أبصَرَ، و من أبصَرَ فَهِم، و مَن فَهِمَ عَلِمَ

هرکه عبرت گیرد، بینش یابد و هرکه بینش یابد فهیم گردد و هرکه فهیم شود، دانا گردد.

(نهج البلاغه : الحکمه ۲۰۸)

وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

۱۴۰۳

فهرست مطالب

مقدمه ۱

پیشگفتار ۲

فصل اول: مرور تحلیلی حوادث صنعت نفت ۳

فصل دوم: حوادث فرایندی

۱- مخازن اتمسفریک

انفجار و آتش سوزی مخزن اتمسفریک سقف ثابت ۱۰

گسترش دومینویی حادثه و آتش سوزی مخزن اتمسفریک ۱۱

آتش سوزی ناحیه نشت بند (Rim Seal) مخزن نفت خام ۱۲

انفجار و آتش سوزی مخزن سقف شناور داخلی ۱۳

پارگی دیواره مخزن ۱۴

آتش سوزی مخزن سقف شناور در ناحیه نشت بند ۱۵

انفجار داخلی مخزن و پرتاب سقف ۱۶

۲- خطوط لوله و انتقال

انفجار و آتش سوزی خط لوله ۴۲ اینچ گاز ۱۷

آتش سوزی خط لوله ۳۶ اینچ نفت ۱۸

انفجار و آتش سوزی خط لوله ۲۰ اینچ گاز ۱۹

انفجار و آتش سوزی در اثر پارگی خط لوله ۲۰

انفجار در تاسیسات ارسال توپک خط لوله انتقال نفت ۲۱

پارگی خط لوله گاز و نشت شدید به محیط ۲۲

نشتی و آتش سوزی در اثر پارگی خط لوله اکسیژن ۲۳

۳- تاسیسات گاز

انفجار هیتر ایستگاه تقلیل فشار گاز ۲۴

آتش سوزی و جدا شدن و پرتاب CAP تفکیک‌گر ایستگاه CGS ۲۵

آتش سوزی ایستگاه گاز ۲۶

انفجار و آتش سوزی در ایستگاه میترینگ ۲۷

۴- تجهیزات فرایندی

آتش سوزی در کانال روباز در یک واحد فرایندی ۲۸

انفجار و آتش سوزی در یک مبدل حرارتی ۲۹

نشت و آتش سوزی در توربین گازی واحد استحصال اتان ۳۰

انفجار و آتش سوزی در واحد آمونیاک ۳۱

انفجار ابر بخار و گسترش دومینویی حادثه ۳۲

خفگی با گاز H_2S در بالای برج عریان ساز واحد آمین ۳۳

آتش سوزی برج جداسازی واحد آیزوماکس پالایشگاه ۳۴

آتش سوزی محوطه در اثر تخلیه مایعات قابل اشتعال ۳۵

انتشار گاز سمی به محوطه واحد در حال راه اندازی ۳۶

انفجار ناشی از انتشار بخارات قابل اشتعال حین خارج کردن پمپ ظرف Closed Drain ۳۷

آتش سوزی در محوطه فرایندی در اثر انتشار بخارات از منهول سیستم پساب ۳۸

خوردگی و آتش سوزی بدنه برج ۳۹

انفجار دیگ بخار در اثر افزایش فشار داخلی ۴۰
انفجار و آتش سوزی سکوی گازی ۴۱
انفجار داخلی هنگام جوشکاری بر روی تیپ فلر ۴۲
پرتاب درپوش چاه در اثر فشار و برخورد به سر فرد ۴۳
۵- تخلیه و بارگیری
انفجار در زمان تخلیه مایعات قابل اشتعال از تانکر ۴۴
آتش سوزی زمان شروع بارگیری حلال در تانکر حمل مایعات ۴۵
فصل سوم: حوادث شغلی
۱- فضای بسته
مسمومیت در اثر استنشاق گاز سمی سولفید هیدروژن (H_2S) ۴۶
انتشار گاز H_2S از حوضچه شیر خط لوله زیرزمینی ۴۷
انفجار داخلی هنگام کار گرم درون ظرف فرایندی ۴۸
گاز زدگی افراد در حال لایروبی درون مخزن ۴۹
آتش سوزی در داخل لوله ۳۲ اینچی GRP ۵۰
کمبود اکسیژن در داخل لوله ۴۸ اینچ انتقال گاز ۵۱
گاز زدگی حین تمیزکاری مش صافی یک برج فرایندی ۵۲
ورود به راکتور ناایمن به منظور تخلیه گرد و غبار کاتالیست ۵۳
۲- حفاری و گودبرداری
ریزش دیواره کانال در حین جوشکاری خط لوله انتقال گاز ۵۴
ریزش دیواره کانال حین گودبرداری ۵۵
فوت در اثر برخورد Bucket بیل مکانیکی ۵۶
ریزش دیواره کانال خط لوله در حال اجرا ۵۷
۳- باربرداری و جابجایی
واژگون شدن ناگهانی قاب دکل حفاری و افتادن آن بر روی اپراتور ۵۸
سقوط بوم کمکی جرثقیل بر روی فرد ۵۹
سقوط قطعه در دکل حفاری ۶۰
سقوط لوله بر روی فرد هنگام باربرداری و جابجایی ۶۱
۴- تمیزکاری تجهیزات
برق گرفتگی هنگام تمیزکاری تابلوی برق ۶۲
جداشدن اتصال شیلنگ از نازل در عملیات Jet Cleaning ۶۳
۵- جوشکاری، برشکاری
آتش سوزی کانال خط لوله حین جوشکاری و برشکاری ۶۴
آتش سوزی درون کانال به دلیل نشت گاز داخلی ۶۵
انفجار و مرگ به دلیل استفاده از بشکه مواد قابل اشتعال به عنوان میز کار ۶۶
۶- نشت یابی / تست فشار
گسیختگی فلنج حین انجام تست هیدرواستاتیک ۶۷
انفجار مبدل سیستم HVAC حین عملیات نشت یابی با گاز تحت فشار ۶۸
واژگونی شیر درون کانال خط لوله ۶۹

مقدمه

صنایع نفت و گاز به‌واسطه نوع و ماهیت خطرناک فرایندها و شرایط عملیاتی پیچیده جزء پرمخاطره ترین صنایع در دنیا تلقی می‌گردد و این مسئله در مرور سوابق حوادث بزرگ و فاجعه آمیز شرکت‌های بزرگ نفتی و پیامدهای جانی، مالی، محیطزیستی و اعتباری ناشی از آن‌ها مشهود است. بی‌تردید بهره‌گیری از تجربیات کسب شده برای پیشگیری از وقوع دوباره و کاهش پیامدهای احتمالی گامی موثر در این زمینه خواهد بود. شرکت‌ها می توانند با بررسی رخدادها، شبه حوادث و رویدادهای مکرر و دارای پیامد ناچیز -که در صورت عدم اصلاح، پتانسیل تبدیل به رویدادهای جدی و حتی فجایع را دارند- نواقص را شناسایی کنند و در این ارتباط تمرکز بر شاخص‌های آینده‌نگر و گذشته نگر دارای اهمیت است.

صنعت نفت با ریسک‌های ایمنی، زیست محیطی، بهداشتی و اعتباری مواجه است و مدیریت این ریسک‌ها، یکی از عوامل اصلی موفقیت بلندمدت کسب و کار این شرکت‌هاست. هدف اصلی نظام مدیریت HSE، پیشگیری و کاهش خسارت و پایداری عملیات است و دستیابی به این هدف نیازمند اتخاذ رویکردها و راهبردهای چند وجهی و میان‌مدت است. بنابراین اگر سازمانی موفق به کنترل نرخ وقوع رویدادها شود تا حدود زیادی موفق به کنترل خسارت شده است و نیل به این مهم مستلزم تمرکز بر مدیریت ریسک و مولفه‌های مهم آن می باشد.

یکی از ابزارهای مهم و موثر در کنترل نرخ وقوع رویدادها، فرایند درس آموزی است. اگر درس های آموخته شده از شبه حوادث و حوادث، به خوبی تدوین و در دانش سازمان، نهادینه شوند، تمام ارکان سازمان می توانند از فواید با ارزش این درس آموخته‌ها در بهبود فرایندها استفاده نموده و سهمی در پیشگیری از رویدادها داشته باشند. نکته دیگر این‌که یادآوری درس آموخته‌ها در فواصل زمانی مناسب، به عنوان یک امر ضروری باید مد نظر قرار گیرد.

نظام HSE در صنعت نفت کشور بر اساس الگوی انجمن بین المللی تولیدکنندگان نفت و گاز (IOGP) در اواخر سال ۱۳۸۱ ابلاغ و در سطح وزارت نفت، شرکت‌های اصلی، فرعی تابعه، مناطق و تاسیسات، سازماندهی شده است. خوشبختانه استقرار این نظام با تلاش متعهدانه و مجدانه همکاران، حاکی از بلوغ نظام مدیریت HSE در صنعت نفت می‌باشد. اما واقعیت آن است که این نظام اگر چه رشد خوبی داشته است، اما تا رسیدن به نقطه مطلوب و در مقایسه با نمونه های موفق جهانی فاصله دارد و مستلزم نهادینه نمودن فرهنگ سازمانی، حمایت ویژه مدیران و اتخاذ راهبردها و رویکردهای موثر HSE برای دستیابی به عملکردی در تراز بین المللی است.

پیشگفتار

درس آموزی از حوادث، به عنوان مهم‌ترین راهبرد نظـام مـدیریت HSE در پیشـگیری از تکـرار حـوادث و ارتقای فرهنگ سازمانی HSE شناخته شده و ابزاری موثر در یادگیری، آموزش و تـرویج فرهنـگ ایمنـی در صنعت نفت است. لازمه این امر، ایجاد فرایند گزارش، بررسی و تحلیـل و تعیـین علـل ریشـه ای حـوادث و اشتراک دانش و تجربیات سازمانی کسب شده به منظور بهبود وضعیت ایمنی می باشد. ایـن فراینـد، ضـمن شناسایی نواقص ساختاری و سیستمی پنهان در تحقق شرایط و اعمال ناایمن منجر به وقوع حادثه، فرصـت یادگیری و درس آموزی از حوادث را فراهم ساخته و اقدامات و تمهیدات کنترلـی و اصـلاحی مـورد نیـاز را مشخص می کند. آنچه مسلم است پیشگیری از وقوع حوادث مستلزم برنامه‌ریزی و توسعه یکپارچه HSE در سراسر فرایندهای سازمان است که دستیابی به آن نیازمند تعهد عمیق و مشهود مدیران ارشد و کارکنان بـه HSE و نهادینه شدن فرهنگ HSE در سازمان است که در صورت تحقق ایـن مهـم شـاهد نهادینـه سـازی رویکرد جامع مدیریت ایمنی و حذف حوادث در صنعت نفت خواهیم بود.

مجموعه حاضر با عنوان « درس آموزی از حوادث صنعت نفت » بر اساس اطلاعات کلیدی منـتج از تحلیـل ریشه ای حوادث شغلی و فرایندی مهم رخ داده در مناطق عملیاتی و تاسیسات نفتی طی سال های اخیر در دو فصل و یازده بخش مشتمل بر ۳۶ حادثه فرایندی و۲۴ حادثه شغلی شامل شرح مختصر هر حادثه و علل ریشه ای وقوع آن در انطباق با ضوابط فنی و استانداردهای معتبر تنظیم شده اسـت و مـی توانـد بـه عنـوان مرجعی مفید جهت مورد کاوی حوادث مرتبط در فرایندهای عملیاتی مشابه و پیشنهاد اقدامات پیشگیرانه بر مبنای دانش به دست آمده، به کار گرفته شود، چرا که بررسی دقیق حوادث سال هـای گذشـته نیـز نشـان می‌دهد که بسیاری از آن‌ها قابل پیشگیری بوده‌اند.

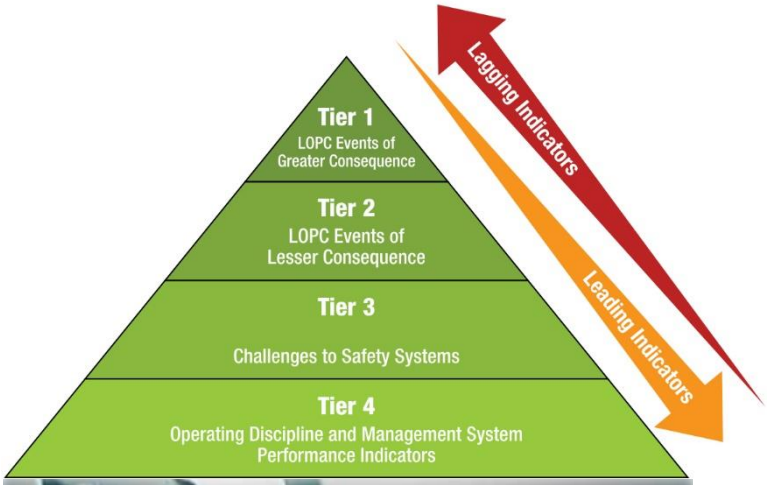
مطالعه این کتاب و بهره‌گیری از تجارب آن برای مدیران و همکاران محترم در واحدهای عملیاتی، فراینـدی و HSE کاربردی و مفید خواهد بود. بی شک درس‌هایی که در این کتاب شرح داده شده اند اغلب به قیمت خون، اشک و احساسات آموخته شده اند و نباید اتفاق می افتادند. در قبال پرداخت بهای حـوادث، فرصـتی نصیب ما شده است که باید از آن استفاده نمود؛ از آن‌ها یاد بگیریم و به خطاها و اشتباهات به عنوان تجارب آموزشی بنگریم. حوادث را نادیده نگیریم، آن‌ها به وقوع پیوسته‌اند و ممکن است باز هم تکرار شوند.

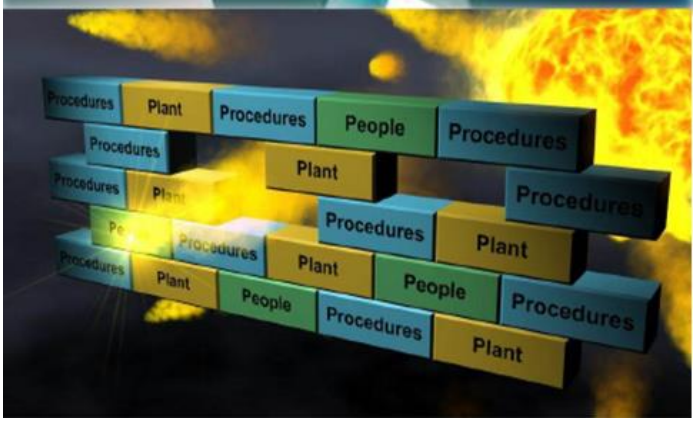
مظاهر انصاری

مدیرکل بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست وزارت نفت

فصل اول

روند کلی حوادث صنعت





حوادث شغلی

حوادث فرایندی

تحلیل علل ریشه ای وقوع حوادث

راهکارهای پیشگیری و پیشنهادها

به طور کلی انواع حوادث در صنعت نفت در دو گروه شغلی و فرایندی قابل طبقه‌بندی است و قریب به ۸۰ درصد حوادث منجر به فوت ناشی از حوادث شغلی و ۲۰ درصد ناشی از حوادث فرایندی بوده است.

فراوانی حوادث منجر به فوت به تفکیک حوزه ماموریت شرکت‌ها/تاسیسات محل وقوع نشان می‌دهد بالاترین درصد وقوع حوادث در شرکت‌هایی با ماموریت عملیاتی (تولید، ذخیره سازی، بارگیری و انتقال) بوده و شرکت‌هایی با ماموریت خدمات / پشتیبانی در رتبه دوم قرار دارند.

حوادث شغلی: هرگونه حادثه پرسنلی که به‌واسطه فعالیت‌های شغلی مرتبط با کار رخ می‌دهد، نظیر سقوط از ارتفاع، برق‌گرفتگی، حوادث مرتبط با گودبرداری، برخورد با اشیا، لغزیدن/ سرخوردن، گیر افتادن داخل/ بین / زیر اشیاء/ تجهیزات، تماس با وسایل تیز/ برنده، سوختگی، تماس با سطوح داغ/ سرد، غرق شدگی، سقوط اجسام، خفگی و... .

عمده حوادث شغلی منجر به فوت ناشی از چهار علت مستقیم به ترتیب (از بیشترین) سقوط از ارتفاع، تصادف، برخورد اشیاء / جسم سخت و برق‌گرفتگی می باشد.

- اغلب حوادث سقوط از ارتفاع در سکوهای کار موقت و دکل‌های حفاری رخ داده است.
- حمل و نقل در صنعت نفت، یک فعالیت ویژه محسوب می شود و نیازمند کنترل عملیاتی دقیق و سخت‌گیرانه است. بیشتر حوادث منجر به فوت ناشی از تصادفات جاده ای، در مسیر تردد بین محل اقامت و محل کار یا در حین ماموریت‌های کاری بوده است. در حال حاضر، بخش عمده عملیات حمل و نقل زمینی کارکنان توسط شرکت‌های پیمانکاری انجام می شود، بررسی حوادث ترافیکی از دو منظر "راننده و وسیله نقلیه" بیانگر این است که رانندگان از تجربه و صلاحیت لازم برخوردار نبوده و نسبت به رعایت قوانین ترافیکی در تاسیسات و یا خارج آن سهل انگاری نموده اند. در مورد وسیله نقلیه نیز نقص فنی خودرو و یا استهلاک ناشی از عمر آن قابل بررسی می‌باشد.
- عمده حوادث برخورد اشیاء/ اجسام سخت، ناشی از جابجایی بار و برخورد با ماشین آلات صنعتی/ عمرانی بوده که غالبا مربوط به فعالیت شرکت‌های پیمانکاری می باشد.
- بیشترین حوادث برق گرفتگی، در مرحله ساختمان و نصب می باشد. عدم استفاده از تجهیزات حفاظتی (مانندکلید محافظجان/ قطع کننده‌های جریان برق)، عدم رعایت دستورالعمل‌های ایمنی برق به‌ویژه در خصوص قطع و وصل کردن مدارهای الکتریکی و خطوط انتقال برق از عوامل اصلی وقوع حوادث برق گرفتگی می باشد.

حوادث فرایندی: به هر واقعه یا شرایط نامطلوب عملیاتی در تاسیسات یا واحدهای فرایندی اطلاق می‌شود که منجر به انتشار برنامه‌ریزی و کنترل نشده سیال از تجهیزات و تاسیسات فرایندی به محیط شده و منجر به پیامدهای انسانی یا خسارت مالی و تجهیزاتی می‌شود.

- بیش از ۹۰ درصد حوادث فرایندی از نوع انفجار و آتش سوزی است که ۶۰ درصد آن ها با انفجار آغاز و با آتش‌سوزی ادامه یافته است.
- بیش از ۹۰ درصد موارد نشت از خطوط لوله و تجهیزات فرایندی، منجر به انفجار و آتش‌سوزی شده است که نشان دهنده درجه ریسک بالای تاسیسات فرایندی از منظر خطر انفجار/آتش‌سوزی است، نشت سیال فرایندی از خطوط لوله ناشی از پارگی یا شکستگی خط (بدون وقوع انفجار/ آتش‌سوزی) به میزان ۵ درصد و نشت از سایر تجهیزات، ۱/۸ درصد حوادث فرایندی را به خود اختصاص داده است.
- ۵۵ درصد مجموع حوادث فرایندی در تاسیسات تولیدی و ۲۶ درصد آن‌ها مربوط به خطوط لوله است. از منظری دیگر، ۳۶ درصد این حوادث در اثر نقص تجهیزات و ۳۱ درصد در اثر نقص در عملیات نگهداری و تعمیرات بوده است.
- بررسی آمار حوادث فرایندی به تفکیک تجهیزات آغازگر حادثه نشان می‌دهد بیشترین فراوانی حوادث فرایندی به ترتیب در خطوط لوله، مخازن ذخیره و سایر تجهیزات فرایندی شامل برج، مبدل، توربین و کمپرسور ثبت شده است.
- شکست/ پارگی خطوط لوله در اثر خوردگی، فرسودگی و عمر بالای خطوط لوله، عامل عمده حوادث بروز نشت، انفجار و آتش‌سوزی در خطوط لوله بوده است.
- اصابت صاعقه، نقص در سیستم‌های ایمنی فرایند مخازن ذخیره مواد هیدروکربنی نظیر سیستم گاز پتویی، اشکال در نشت‌بند سقف‌های شناور خارجی از عوامل اصلی بروز انفجار و آتش سوزی در مخازن ذخیره بوده است.
- تجهیزات فرایندی (برج، مبدل، توربین و کمپرسور): ضعف در یکپارچگی مکانیکی (Mechanical Integrity) نظیر عدم انجام تعمیرات پیشگیرانه موثر و به موقع تجهیزات، نقص در کارکرد سیستم‌های حفاظت ایمنی فرایند و همچنین ضعف در رعایت رویه‌های عملیاتی بهره‌برداری ایمن تجهیزات از علل عمده حوادث در تجهیزات فرایندی بوده است.

تحلیل علل ریشه ای وقوع حوادث

کنترل زنجیره صنعت نفت از استخراج تا پالایش و توزیع، توسط نیروی انسانی انجام می‌شود و بروز خطا در این فرایندها محتمل است. اصولاً حادثه علت واحد ندارد و نتیجه زنجیره ای از عوامل است. در بررسی حوادث به طور کلی دو دسته علل مد نظر قرار می‌گیرد؛ اول- عوامل مستقیم که بی واسطه منجر به وقوع حادثه شده است و دوم- علل ریشه ای که زمینه بروز علت مستقیم را فراهم کرده و در اثر نقص در لایه‌های حفاظتی ایمنی شامل ارزیابی ریسک، طراحی، تضمین کیفیت، دارایی‌های فیزیکی، مدیریت تغییر و رفتار کارکنان شکل می‌گیرد. در تحلیل علل ریشه‌ای حوادث، ردپای نقص در همه این لایه‌ها قابل مشاهده است، البته نقص در یک یا چند لایه بارزتر است.

نتایج بررسی در شرکت شورون، نشان می‌دهد علت اصلی بیش از ۸۰ درصد حوادث، نقص در اجرای رویه‌های ایمن کار (همان فرهنگ ایمنی) و علل شایع بعدی به ترتیب نقص در ارزیابی ریسک، ایمنی پیمانکاران، ضعف در سرپرستی، آموزش و صلاحیت بوده است.

در بررسی دیگر در شرکت توتال، عوامل اصلی وقوع به ترتیب نقص در یکپارچگی عملیاتی (۵۶٪)، تجهیزات (۲۶٪)، طراحی (۱۵٪) و ساختمان و نصب (۳٪) بوده است.

تحلیل علل حوادث منجر به فوت صنعت نفت نیز مؤید همین موارد است و نشان می دهد علل اصلی عمده حوادث، نقص در رعایت رویه‌های عملیاتی و عدم نظارت مؤثر در لایه‌های سرپرستی مستقیم است. به طور کلی علل ریشه‌ای در بروز حوادث منجر به فوت، ناشی از موارد زیر بوده است:

۱- ضعف در کنترل‌های عملیاتی و عدم نظارت و پایش موثر بر اجرای فعالیت‌ها: عدم نظارت وکنترل موثر لایه‌های سرپرستی مستقیم و واحدهای نظارتی بر روند اجرای ایمن فعالیت‌ها و کارکنان به‌ویژه در زمان صدور، تأیید و اجرای پروانه کار، عدم نظارت دقیق بر اجرای صحیح ضوابط و دستورالعمل‌های انجام ایمن فعالیت‌ها، از مهم‌ترین نقاط ضعف منجر به وقوع حوادث بوده است. در بسیاری از حوادث رخ داده در تاسیسات، سرپرستی و نظارت بر انجام فعالیت‌ها توسط مسئول تاسیسات / سرپرست انجام کار- متناسب با حساسیت و اهمیت فعالیت‌های در حال انجام - به درستی انجام نشده و بخشی از مسئولیت‌های سرپرستی به عوامل پیمانکار محول شده است. این موضوع در فعالیت‌هایی نظیر تعمیرات اساسی که تعدد و همزمانی فعالیت‌های پر خطر و با ریسک بالا در آن‌ها بیشتر بوده و همچنین انجام آنها در ساعات غیراداری و روزهای تعطیل صورت گرفته است، بیش از پیش مشهود است.

۲- عدم رعایت دستورالعمل‌های کاری: نقص در اجرای ضوابط کلیدی عملیاتی و ایمنی صنعت نفت به ویژه عدم رعایت ضوابط ایمنی ورود به فضاهای بسته، نظام صدور پروانه های کار و جداسازی (ایزولاسیون) فرایندی، از علل ریشه ای وقوع حوادث صنعت نفت بوده است.

۳- نواقص عمده در اجرای نظام پروانه کار: صدور پروانه کار مغایر با الزامات کنترل عملیات ایمن و عدم اجرای ملاحظات عملیاتی در ایمن‌سازی شرایط و محیط کار، عدم کنترل و نظارت کافی لایه سرپرستی مستقیم بر اجرای ایمن کار، صدور و امضای پروانه کار توسط نفرات فاقد صلاحیت، صدور مجوزهای کاری بدون بررسی میدانی محیط کار توسط سرپرستان مجری و عدم به روزرسانی نظام پروانه کار مطابق ضوابط ابلاغی در برخی شرکت‌ها، از مهم‌ترین عوامل وقوع حوادث بوده است.

۴- ضعف در شناسایی خطرات و مدیریت ریسک: عدم شناسایی دقیق و موثر خطرات شغلی و فرایندی محیط کار به‌ویژه ریسک فعالیت‌های همزمان، عدم تعیین اقدامات موثر کنترلی به منظور کاهش سطح ریسک‌های شناسایی شده و عدم اجرای راهکارهای اصلاحی پیشنهاد شده در فرایند مدیریت ریسک، از مهم‌ترین علل وقوع حوادث بوده است.

۵- ضعف در اجرای الزامات مدیریت HSE پیمانکاران: روند حوادث در سال‌های اخیر نشان می دهد بخش قابل توجه‌ای از حوادث مذکور در برون‌سپاری فعالیت‌های عملیاتی و تعمیراتی – به‌ویژه تعمیرات اساسی- و

در حیطه شرح کار و قرارداد پیمانکاران این حوزه بوده است. در این خصوص، شفاف نبودن نقش / مسئولیت‌های کارفرما و پیمانکار از جمله سطوح سرپرستی / نظارتی کارفرمایان و عدم پیش‌بینی ظرفیت‌های کنترلی و نظارتی لازم متناسب با تعدد پیمان‌ها و تنوع پیمانکاران مجری عملیات، بیش از سایر عوامل در وقوع حوادث، دخیل بوده است.

۶- نقص در آموزش و صلاحیت: عدم برگزاری دوره‌های آموزشی مرتبط با حیطه ریسک‌های شغلی یا اثربخش نبودن دوره‌های آموزشی به‌علت استفاده از افراد فاقد صلاحیت به عنوان مدرس، عدم برگزاری جلسات آموزشی/ توجیهی قبل و در حین کار، عدم اجرای دقیق و اثربخش الزامات HSE توسط پیمانکاران و بکارگیری کارکنان فاقد صلاحیت ازجمله ضعف‌های حوزه آموزش و صلاحیت به‌ویژه در ارتباط با فعالیت‌های واگذار شده به پیمانکاران است.

۷- نقص در تجهیزات و ضعف در پیاده‌سازی رویکردهای یکپارچگی مکانیکی: عدم انجام تعمیرات پیشگیرانه موثر و به موقع تجهیزات، نقص در کارکرد سیستم‌های حفاظت ایمنی فرایند، ضعف در رعایت رویه‌های ایمن تعمیرات تجهیزات از علل مهم دیگر در وقوع حوادث تجهیزات فرایندی بوده است.

راهکارهای پیشگیرانه و پیشنهادها

۱- جایگاه مدیریت بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست

در نگاه سنتی؛ مدیریت HSE به عنوان یک رویکرد عملیاتی- وظیفه‌ای مورد توجه بوده و عمدتاً بر اساس استانداردها پیاده شده است؛ در حالی که رشد روزافزون صنعت نفت و به موازات، حوادث مرتبط نشان داده توجه به این مقوله در چهارچوب عملیاتی با جنبه‌های محدود -که غالبا بر مبنای مسائل تخصصی و فنی استوار است- کفایت نمی‌کند و نگاه راهبردی و متوازن در همه ابعاد می‌تواند راهگشا باشد. در نتیجه موضوع HSE در شرکت‌های صنعت نفت از یک مقوله وظیفه‌ای به مفهوم راهبردی تغییر کرده و شاخص‌های عملکردی این حوزه جزو شاخص‌های کلیدی این سازمان‌هاست. مهم‌ترین ابزار دستیابی به اهداف HSE، نگاه راهبردی به HSE و توسعه متوازن آن در فرایندهای سازمان بوده و این رویکرد نیازمند تعهد عمیق و مشهود مدیران ارشد و کارکنان سازمان به HSE به عنوان یک امر ضروری است که از آن به عنوان فرهنگ HSE یاد می شود.

موضوع دیگر این که مأموریت واحدهای HSE در زمان تولد این نظام در صنعت نفت کشور با انتظارات کنونی از این واحدها قابل قیاس نیست و انتظار می رود این واحدها در جنبه های مختلف از جمله طراحی، ساختمان و نصب، راه اندازی و عملیات نقش جدی ایفا نمایند. بدیهی است، این واحدها نیازمند تخصیص منابع جدید، ارتقاء دانش و مهارت کارشناسی HSE و به‌روز رسانی ساختارهای سازمانی است.

چالش اصلی در مدیریت HSE، توازن این حوزه با تولید است. سنجش هزینهٔ واقعی HSE در اغلب سازمان‌ها مغفول مانده است. سازمان‌ها به طور عموم بر این باورند که اکثر هزینه‌ها تحت پوشش بیمه قرار گرفته یا در صورت عدم پرداخت توسط بیمه، از محل سایر بودجه‌های سازمان، تـأمین می‌گـردد. در حـالی کـه حـوادث می‌توانند هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیمی را بر سازمان تحمیل کنند، بـه نحـوی کـه بعضـی از آن‌هـا را نمی‌توان توسط بیمه جبران کرد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد آن دسته از هزینه‌های حوادث که تحـت پوشش شرکت‌های بیمه قرار نگرفته بودند، بین ۸ تا ۳۶ برابر بیشتر از هزینه‌های ناشی از پرداخت حق بیمه در زمان انجام مطالعات بوده و هزینه‌های غیر مستقیم حدود ۶ تا ۱۰ بار بیش از هزینـه‌های مسـتقیم بـوده است. در نتیجه؛ عملکرد نظام مدیریت HSE یکی از عوامل کلیـدی موفقیـت در صـنعت نفـت مـی باشـد و داشتن برنامه مشخص در این حوزه، یکی از موضوعات کلیدی برای مدیران ارشد است.

در وهله نخست باید نگرش مدیران ارشد صنعت نفت به موضوع HSE از حالت وظیفه‌ای به مقولـه راهبـردی تغییر یابد و سپس اهداف و برنامه های HSE در سطوح مختلف سازمانی تبیین و با اهداف کلان صنعت نفت و هم‌چنین با یکـدیگر مـرتبط گـردد. همچنـین سـازوکارهای لازم بـه منظـور گـزارش پیشـرفت اهـداف و برنامه‌های HSE شرکت‌های عملیاتی صنعت نفت ایجاد و به عنوان یک عملکرد کلیدی در جلسات جهت‌ساز سازمان از جمله مجامع و هیأت مدیره، مورد بررسی قرار گیرد.

۲- ارتقاء فرهنگ HSE

اصولاً کاهش حوادث نیازمند یکپارچگی در به کارگیری همزمان سه رویکرد تکنولـوژی و اسـتانداردها، نظـام اثربخش مدیریت HSE و فرهنگ متعالی HSE اسـت کـه تضـمین کننـده موفقیـت تـلاش‌هـای سـازمان و سرمایه‌گذاری انجام شده در عوامل اول و دوم است. فرهنگ متعالی HSE مبتنی بر رفتار فردی کارکنـان بـر مبنای اهداف، مقاصد مشترک، تعهد رهبری مشهود و پاسخگویی بوده و منجر به تولید یک هنجار رفتاری در سازمان و در نهایت کـاهش چشـمگیر حـوادث مـی شـود کـه در نتیجـه ارتقـاء فرهنـگ HSE مـی باشـد. بنابراین HSE در تمامی لایه ها از ایده تا طراحی و در تمامی مراحل ساخت، بهره‌برداری و عملیات تا مراحل برچیدن، تدارکات، خرید کالا و خدمات، مدیریت تغییر و مدیریت ارتباطات نقشی پیچیده و سرنوشـت سـاز دارد که استقرار همه این عوامل نیازمند مشارکت همگانی و فراگیر همه فرایندهای سازمانی است.
در نتیجه شرکت‌های صنعت نفت باید با به‌کارگیری رویکردهای ارزیابی فرهنگ HSE، ابتـدا سـطح فرهنـگ سازمان را شناسایی و در ادامه با تدوین و اولویت‌بندی برنامه‌هایی جهت بهبود، اقدامات ارتقاء فرهنـگ HSE را اجرایی نمایند.

۳- تقویت آموزش‌های موثر HSE و ارتقاء صلاحیت کارکنان

ایجاد بستر مناسب برای توسعه و ارتقاء دانش HSE کارکنان جهت واگذاری وظایف کلیدی عملیاتی و مسئولیت‌های سرپرستی در تاسیسات فرایندی، در نهادینه سازی فرهنگ و اجرای صحیح الزامات HSE حائز اهمیت می باشد. برنامه‌ریزی و اجرای آموزش‌های اثربخش به منظور تضمین شایستگی کارکنان و پیمانکاران، آموزش واکنش در شرایط اضطراری و نیز مدیریت تغییر به عنوان یکی از مهم‌ترین الزامات نظام مدیریت HSE مورد تأکید است. همچنین شناسایی و ارزیابی مستمر شایستگی‌ها و احراز صلاحیت‌های حرفه ای کارکنان در مشاغل HSE و اجرای برنامه‌های توانمندسازی و تقویت دانش فنی و مهارت‌های تخصصی مورد نیاز افراد مرتبط با مسئولیت‌های HSE در سطح صنعت نفت لازم است در دستور کار قرار گیرد.

۴- رعایت ضوابط، استانداردها و دستورالعمل‌های HSE

امروز صنعت نفت کشور بیش از هر زمان دیگری نیازمند انضباط عملیاتی آهنین است و مدیریت ایمن فعالیت‌ها به ویژه در تاسیسات عملیاتی نیازمند تبعیت دقیق و سخت‌گیرانه از ضوابط و دستورالعمل‌های ایمنی انجام کار به منظور کنترل دقیق عملیاتی با هدف ایجاد انضباط در فعالیت‌ها است.

۵- شناسایی خطرات و مدیریت ریسک

گستردگی، تنوع و تعدد تجهیزات، حجم بالای فعالیت‌ها – به ویژه فعالیت‌های عملیاتی و تعمیراتی، همزمانی انجام فعالیت‌های توسعه ای و بهره برداری در کنار سالخوردگی تاسیسات، مخاطرات عملیاتی و شغلی را دو چندان نموده و مدیریت ریسک‌های ناشی از این وضعیت، امری ضروری است.
در بسیاری از حوادث، ردپای تغییرات انجام شده بر روی سیستم به روشنی مشاهده می شود. تغییراتی که با هدف تسهیل عملیات یا رفع گلوگاه تولید حتی در دوره کوتاه مدت اجرا می شود ولی فرایند مدیریت تغییر به ویژه ارزیابی ریسک‌های جدید ناشی از تغییر مدنظر به درستی اجرا نمی شود.

۶- مدیریت HSE پیمانکاران

بخش زیادی از حوادث منجر به فوت در صنعت نفت مربوط به بخش پیمانکاری است. در حال حاضر عمده فعالیت‌ها نظیر بهره برداری و عملیات به بخش خصوصی واگذار شده اما با توجه به توسعه گسترده عملیات پیمانکاران در واحدهای صنعت نفت، حوزه HSE شرکت های پیمانکار متناسب با این رشد و در توازن با ریسک ها و حجم عملیات برون سپاری شده، توسعه نیافته است.

موضوع مدیریت HSE پیمانکاران یک امر چند وجهی و مستلزم اقدامات گسترده درون سازمانی و فراسازمانی است. این بخش نیاز به اقدامات فوری و اثربخش نهادهای قانونی از جنبه الزام پیمانکاران به انطباق با مقررات ایمنی کارگاهی در کشور است. لیکن، شرکت‌های کارفرما باید با تدوین ضوابط تخصصی

الزامات HSE پیمانکاران در شرایط عمومی و اختصاصی قراردادها و تقویت ساز و کار مدیریت HSE پیمانکاران به عنوان الزام قانونی (به‌ویژه از ابعاد حقوقی و نظارتی)، بتوانند ریسک ناشی از فعالیت‌های پیمانکاران را تحت مدیریت درآورند.

۷- یکپارچگی دارایی‌های فیزیکی

دستیابی به درجهٔ بالایی از یکپارچگی دارایی‌های فیزیکی، از طریق افزایش قابلیت دسترسی تجهیزات، فعال بودن لایه‌های حفاظت ایمنی و هم‌زمان کاهش هزینه از چالش‌های عمده در صنایع فرایندی است. این موضوع نیازمند یکپارچگی ایمنی تاسیسات و مدیریت دارایی‌های فیزیکی است. شرکت‌های عملیاتی صنعت نفت باید با اتخاذ استراتژی‌های اثربخش در خصوص دارایی‌های فیزیکی، بیشینه نمودن کارایی و قابلیت دسترسی تجهیزات، کاهش نرخ خرابی تجهیزات، اطمینان از عملیات ایمن فرایند و کمینه‌سازی هزینه‌های کلی عملیات فرایندی را محقق نمایند.

صنعت نفت با سالخوردگی تاسیسات روبرو است؛ در این شرایط، اتخاذ تدابیر و راهبردهای کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت در خصوص نگهداری و نوسازی تاسیسات فرسوده اجتناب ناپذیر است.
گستردگی خطوط لوله نفت و گاز در سراسر کشور و قدمت بالای بسیاری از این خطوط از جمله در بخش نفت، نیازمند تمرکز ویژه بر سلامت فنی و یکپارچگی این خطوط است. عمده این خطوط در مقاطعی در مجاورت اماکن مسکونی قرار دارد و در صورت بروز هرگونه رویداد فرایندی می توانند به سرعت و با پیامد بالا، اماکن مسکونی مجاور را متأثر کنند. در نتیجه لازم است موضوع حریم تاسیسات و خطوط لوله و تهیه لوایح قانونی لازم و تصویب توسط قانون گذارمورد مداقه و در دستور کار قرار گیرد.
۸- استقرار نظام مدیریت ایمنی فرایند (PSM)
تمرکز بر رویکرد مدیریت ایمنی فرایند و استقرار آن می‌تواند زمینه ساز بهبودهای مؤثری در خصوص پیشگیری از رویدادهای فرایندی باشد. در این خصوص استقرار نظام مدیریت ایمنی فرایند به عنوان یک راهکار مهم در ارتقای سطح ایمنی عملیات تاسیسات ابلاغ شده است و انتظار می رود با برنامه‌ریزی و زمان‌بندی دقیق به نحو موثری در کلیه شرکت‌ها و تاسیسات عملیاتی استقرار یابد.

۹- درس‌آموزی از حوادث

فرایند درس‌آموزی از حوادث، اقدامی مهم در پیشگیری از وقوع و تکرار حوادث مشابه در بخش‌های مختلف صنعت است. این فرایند دارای ارتباط قوی با عملکرد و فرهنگ سازمانی می باشد؛ چرا که دانش به‌دست آمده در مورد علل حوادث می‌تواند امکان استقرار اقدامات پیشگیرانه و کنترلی را فراهم نموده و با شناخت الگوهای ذهنی افراد نسبت به سیستم، امکان بهبود رفتار ایمنی جهت کاهش حوادث فرایندی و شغلی فراهم شود. همچنین داده‌های قابلیت اطمینان جمع‌آوری شده در مورد نوع شکست و فرکانس رخدادها، ورودی های ضروری در روند تجزیه و تحلیل ریسک و همچنین شاخص‌های عملکرد ایمنی را فراهم می کند.

فصل دوم

حوادث فرایندی

مخازن اتمسفریک

خطوط لوله و انتقال

تأسیسات گاز

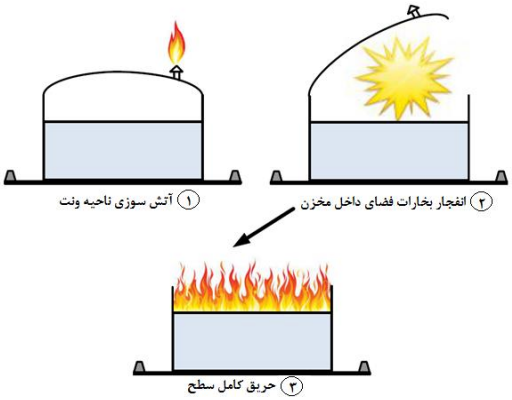
تجهیزات فرایندی

تخلیه و بارگیری

فصل دوم– مخازن اتمسفریک

انفجار و آتش سوزی مخزن اتمسفریک سقف ثابت

درس آموزی از حوادث صنعت نفت



برخورد صاعقه به یک مخزن سقف ثابت موجب ایجاد حریق در مخزن می‌شود. مخزن تا ارتفاع ۱٫۹ متر، حاوی مواد نفتی بوده است. گازهای قابل اشتعال زیر حجم خالی سقف مخزن تجمع و از طریق ونت (VENT) عصایی، به بیرون متصاعد می شده است. برخورد صاعقه ابتدا سبب ایجاد آتش در خروجی ونت روی سقف مخزن گردید و بعد از چند ثانیه، **به دلیل نبود شعله‌پوش (Flame arrestor)**، آتش به زیر سقف سرایت می‌کند و پس از انفجار داخلی و پرتاب شدن سقف مخزن، آتش به‌صورت حریق تمام سطح، روی سطح مایع درون مخزن، ادامه می یابد.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- با توجه به رخداد زیاد صاعقه در ایران و به منظور پیشگیری از انفجار و آتش‌سوزی مخازن در اثر صاعقه، باید الزامات استانداردهای مرتبط حفاظت در برابر صاعقه به طور کامل اجرا شود. (نمونه: بند ۷-۴ استاندارد NFPA ۷۸۰ یا استاندارد API ۲۰۰۳)
- در مخازن با سقف ثابت، از سیستم های گاز پتویی (Gas Blanketing) با تزریق گاز نیتروژن جهت جلوگیری از ایجاد مخلوط قابل اشتعال / انفجار (ترکیب گاز / بخارات با هوا در نسبت کافی) زیر سقف مخزن استفاده شود.
- قسمت‌های باز روی سقف مخزن، مانند دریچه‌های اندازه‌گیری، باید مجهز به درپوش باشند و هیچ موقع نباید باز بمانند.
- در شرایط جوی نامساعد و بارانی، از بازکردن دریچه اندازه‌گیری سطح مایع درون مخزن اجتناب شود.
- برای تمامی ونت‌ها از تجهیزات جلوگیری از برگشت شعله استفاده شود.
- اگر جلوگیری از وجود گازهای قابل اشتعال در اطراف مخازن امکان پذیر نباشد (نظیر مخازن سقف شناور خارجی)، می توان از سیستم‌های صاعقه‌گیر استفاده نمود.

آیا می دانستید:

مخاطرات صاعقه شامل موارد زیر است:

۱- جریان الکتریکی ناشی از صاعقه در اثر برخورد با سطح فلزی تولید جرقه می نماید و اگر نشت گاز در سطح مخزن وجود داشته باشد، منجر به آتش سوزی خواهد شد.

۲- برخورد صاعقه می‌تواند باعث ایجاد اضافه بار و آسیب رساندن به تجهیزات الکتریکی، ابزار دقیق، سیستم‌های کنترلی و سخت افزارهای مرتبط شود.

سیستم گاز پتویی در مخازن سقف ثابت، یک لایه حفاظتی بسیار مهم برای پیشگیری از حریق است.

فصل دوم– مخازن اتمسفریک

گسترش دومینویی حادثه و آتش سوزی مخزن اتمسفریک

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در هنگام تعمیرات بر روی یک عدد شیر در واحد فرایندی، نشت بخارات هیدروکربن از صفحه مسدود کننده مابین فلنج ورودی پمپ"A" ، توسط کارکنان بهره برداری و تعمیرات به اداره آتش‌نشانی اطلاع داده می شود. کارکنان ضمن فاصله گرفتن از کانون نشت، با فعال کردن سیستم‌های ثابت آتش نشانی نسبت به رقیق‌سازی ابر بخار، اقدام می نمایند. پنج دقیقه بعد، ابر بخار در حال توسعه به کوره مجاور می رسد و موجب وقوع انفجار از نوع UVCE می شود. در ادامه حریق به صورت فورانی (JET FIRE) در منبع نشت ادامه می‌یابد. آتش به صورت دومینویی در تاسیسات گسترش می‌یابد ؛ ادامه حریق از منبع اولیه نشت موجب بروز آتش سوزی در یکی از برج‌های عملیاتی می شود و به‌دنبال آن پرتاب گدازه‌های ناشی از آتش سوزی برج به سمت سقف مخزن سقف شناور مجاور موجب بروز آتش سوزی بر روی سقف این مخزن می شود. شروع آتش سوزی در ابتدا در بخش‌هایی از ناحیه نشت بند (Rim seal) گزارش شده است. در روز دوم، سقف شناور غرق و آتش تمام سطح مخزن (Full Surface Fire) را فرا می‌گیرد. با ادامه حریق، بدنه مخزن به تدریج تغییر شکل می دهد و بخشی از دیواره ذوب و آتش استخری در محوطه دایک مخزن، ایجاد می‌شود. در نهایت با تمام شدن محتویات مخزن، آتش خاموش می‌شود.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در جداسازی فرایندی به روش مسدود کردن (Blanking)، باید از صفحات مسدود کننده استاندارد، مطابق کلاس خط و فلنج و دارای تاییدیه بازرسی فنی، استفاده شود.
- هنگام انجام فعالیت تعمیراتی روی شیرها باید ریسک باز شدن کنترل نشده شیر، مد نظر قرار گیرد.
- بر اساس استانداردهای رایج و رویه‌های متداول طراحی واحدهای فرایندی، تجهیزاتی که دارای پتانسیل بالای حریق می‌باشند، باید مجهز به شیرهای قطع اضطراری در اتصالات ورودی و خروجی باشند تا در صورت نشت، امکان بستن سریع آنها فراهم شود.
- در اطفاء آتش روی سقف مخازن از نوع سقف شناور خارجی، باید احتمال غرق شدن سقف در اثر پاشش طولانی مدت آب روی سقف را در نظر گرفت.
- در آتش سوزی تاسیسات فرایندی، اثر توسعه دومینویی حادثه، مورد ارزیابی مستمر قرار گیرد.

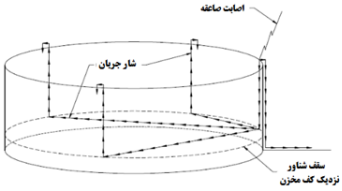
آیا می دانستید:

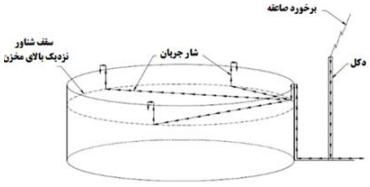
- بیشترین حوادث دومینویی در صنایع فرایندی بر روی مخازن اتمسفریک اتفاق می افتد.
- آتش‌سوزی، آغازگر اولیه بیش از نیمی از حوادث دومینویی است. ٪۴۴ این آتش‌سوزی‌ها از نوع استخری (POOL FIRE) است.

در جداسازی فرایندی از صفحات مسدودکننده مناسب و استاندارد استفاده شود.

آتش سوزی ناحیه نشت بند (Rim Seal) مخزن نفت خام

برخورد مستقیم صاعقه با مخزن سقف شناور خارجی ۵۰۰ هزار بشکه ای نفت خام موجب ایجاد حریق در ناحیه نشت‌بند مخزن می‌شود. در زمان وقوع حادثه، سقف مخزن در بالاترین سطح قرار داشته است. در لحظات اولیه، سیستم اتوماتیک تزریق فوم مخزن در سرویس قرار نگرفته و تیم‌های آتش نشانی در بالای مخزن مستقر شده و پاشش فوم روی سقف آغاز می‌شود. همزمان برای رفع عیب سیستم تزریق فوم اقدام می‌شود و سیستم مذکور پس از ۱۰ دقیقه، عملیاتی می‌شود و تزریق فوم در ناحیه نشت‌بند، با سرعت بیشتری انجام می‌شود. سیستم خنک کننده دیواره مخزن نیز در سرویس قرار می‌گیرد. در نهایت آتش سوزی بعد از ۳۰ دقیقه کنترل می‌شود.





شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- بازرسی ادواری مخازن به منظور حصول اطمینان از صحت عملکرد و یکپارچگی هم‌بندی ها و شانت‌های ارتباطی بین سقف شناور و بدنه مخزن و اتصالات سیستم ارتینگ.
- به مرور زمان خمیدگی‌های جزیی در بدنه مخزن موجب از بین رفتن فاصله بین شانت‌ها و سقف مخزن می‌شود، بنابراین در زمان برخورد صاعقه، بارهای الکتریکی ایجاد شده بر روی سقف مخزن از طریق بدنه به زمین تخلیه نمی‌شود.
- با اندازه‌گیری منظم بخارات قابل اشتعال در بالای ناحیه نشت بند سقف مخزن، از عملکرد مناسب سیستم نشت بند، اطمینان حاصل شود.
- میزان مقاومت کابل های اتصال به صورت مرتب باید اندازه گیری شود.
- سیستم‌های حفاظتی و اعلان و اطفاء حریق مخازن، باید مطابق زمان‌بندی توصیه شده در استانداردها یا مدارک سازنده، تحت بازرسی و تعمیر و نگهداری پیشگیرانه قرار گیرند و با انجام آزمون های عملکردی دوره ای از کارکرد صحیح آنها اطمینان حاصل شود. **در زمان حادثه، فرصتی برای رفع عیب، نخواهید داشت و زمان طلایی را از دست می دهید.**

آیا می دانستید:

برخورد صاعقه می‌تواند مخزن سقف شناور را در حالات زیر در معرض خطر قرار دهد:

۱- برخورد با سقف مخزن

۲- برخورد با بدنه‌ی مخزن

۳- برخورد به تاسیسات/ تجهیزات فلزی مجاور مخزن مانند تیرهای روشنایی

در صورت برخورد صاعقه به مخزن، بار الکتریکی ایجاد شده در مخزن باید از طریق کابل های انتقال جریان به زمین تخلیه شود.

یکپارچگی سیستم های هم بندی الکتریکی و اتصال به زمین در مخازن سقف شناور، ابزار حفاظت از مخزن در مقابل صاعقه است، این سیستم ها را مرتبا بازرسی کنید و از سلامت آن مطمئن شوید.

انفجار و آتش سوزی مخزن سقف شناور داخلی

در مخزن سقف شناور داخلی، محتویات مخزن (مایع برش سبک)، تخلیه و سقف شناور داخلی روی پایه‌ها در ارتفاع ۱٫۸ متر از کف مخزن، قرار می‌گیرد. تخلیه محتویات در فضای زیر سقف شناور ادامه می یابد و مابین سطح مایع و سقف شناور، فضای خالی به وجود می‌آید که با تبخیر محتویات، بخارات برش سبک در این فضا متراکم می شود. بر اساس دستورالعمل تخلیه و آماده سازی مخزن، در طول عملیات تخلیه باید فشار نیتروژن سیستم گاز پتویی $Gas\text{-}N_2$ Blanket مخزن در محدوده ۵ تا ۱۰ میلی بار کنترل شود؛ در حالی که در این مخزن تزریق نیتروژن انجام نمی شده است.

در روز حادثه سقف ثابت مخزن با وزن حدود ۴۰ تن، همراه با یک انفجار مهیب پرتاب‌شده و پس از برخورد به مخزن مجاور- که آن‌هم حاوی مایع برش سبک بوده- در محوطه دیواره‌های اطراف مخازن (دایک وال) در فاصله‌ی دورتری از مخزن سقوط می کند؛ محتویات مخزن دچار آتش سوزی می شود. در بررسی حادثه مشخص شد شروع آتش سوزی به احتمال زیاد ناشی از خود احتراقی سولفید آهن تشکیل شده در فضای داخلی مخزن بوده است. همچنین در بازرسی صورت گرفته قبل از حادثه به مشاهده فاصله ۲ سانتی متری بین ناحیه نشت‌بند و دیواره مخزن در طول ۴ متر و نشت بخارات از این ناحیه و رسوب آنها در بالای سقف شناور اشاره شده بود.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در مخازن سقف ثابت، سیستم گاز خنثی پتویی $Gas\text{-}N_2$ Blanket یکی از مهم ترین لایه های پیشگیری از انفجار و حریق داخلی مخزن بوده و باید از ابتدای راه اندازی تا تخلیه کامل و پاکسازی مخزن، در سرویس باشد.
- نشت‌بند سقف شناور داخلی باید به صورت ادواری بررسی شده و نسبت به تعمیرات لازم و یا تعویض آن اقدام گردد به نحوی که از نشت بخار به بالای سقف شناور جلوگیری شده و یا به حداقل برسد.
- قبل از باز کردن تجهیزات، ظروف و مخازن، احتمال وجود سولفید آهن آتش زا درون آنها بررسی و راهکارهای حذف و خنثی سازی آن مدنظر قرار گیرد.

آیا می دانستید:

در خطوط لوله، ظروف و مخازن فرایندی که ترکیبات گوگردی وجود دارد، سولفید آهن آتش‌زا می تواند بدنبال واکنش زنگ آهن با ترکیبات گوگرددار، تشکیل شود؛ سولفید آهن دارای خاصیت احتراق خودبخودی در اثر مجاورت با اکسیژن است و موثرترین روش خنثی‌سازی سولفید آهن، شستشو و خیس نمودن آن قبل از مواجهه با هوا می باشد.

قبل از بازکردن ظروف، مخازن و تجهیزات فرایندی، احتمال تشکیل سولفید آهن درون آن را بررسی کنید.

فصل دوم– مخازن اتمسفریک

پارگی دیواره مخزن

عصر یک روز کاری در آغاز به کار شیفت جدید و در هنگام راه اندازی واحدهای عملیاتی پالایشگاه (پس از اتمام تعمیرات اضطراری روی خطوط آب خنک کننده)، مخزن سقف شناور خارجی با سرویس Cold Slops ، از ناحیه کورس دوم بدنه، دچار پارگی و نشت، می شود. نشت، به‌دنبال شکست اولیه دیواره مخزن، آغاز (شکل ۱) و پس از گذشت ۱۵ دقیقه با ایجاد شکاف عمودی از کورس اول تا زیر سقف، محتویات مخزن به طور ناگهانی به محوطه دایک، تخلیه و بلافاصله مشتعل می‌شود. به دلیل عدم تجهیز مخزن و محوطه دایک به سیستم آشکارساز (F&G)، نشت مایعات و بخارات قابل اشتعال در زمان ریزش به محوطه دایک، شناسایی نمی شود. ظرف مورد نظر با کاربری نفت خام طراحی و ساخته شده است در حالی که پس از تغییرات در کارخانه، Slops خروجی تعدادی از واحدهای بهره برداری با میزان خورندگی بالا وارد این مخزن می شده است.

آتش به سایر مخازن مجاور سرایت می نماید و به دلیل ریزش محتویات مخزن آسیب دیده و سر ریز شدن به خارج از دایک، حجم زیادی از مایعات نفتی از طریق کانال‌های سطح الارضی در محوطه زیر مخازن کروی مجاور و Pipe Rack ، منتشر شده و آتش به سرعت به سایر قسمت‌های پالایشگاه گسترش می یابد (شکل ۲). در بررسی حادثه، مشخص شد مخزن حادثه دیده از ۱۴ سال قبل ، ضخامت سنجی نشده و دچار خوردگی شدید در ناحیه کورس دوم بوده و ضخامت دیواره تا ۳ میلی متر کاهش یافته است.

شکل۱- بروز نشتی اولیه در مخزن

شکل۲- گسترش آتش به محوطه اطراف مخازن

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- بر اساس استاندارد API 653، انجام بازرسی و ضخامت سنجی دوره‌ای مخازن الزامی می باشد و نتایج حاصل از این بازرسی ها باید مبنای کار تعمیرات اساسی قرار گیرد.
- تغییرات عملیاتی در واحدهای بهره برداری می‌تواند عامل ایجاد نواقص پنهان در تجهیزات شود که در نهایت به شکست تجهیز و بروز حادثه منجر شود.
- دایک مخازن به عنوان یک سیستم حفاظت غیرفعال (Passive) نقش بسیار مهمی در پیشگیری از سرریز محتویات مخازن به بیرون از محوطه مخزن دارد. لذا حفظ ارتفاع دیواره ها و گنجایش دایک ضروری می باشد.
- با توجه به میزان خوردگی آب به خصوص در مخازن و ظروف عملیاتی، ضروری است نسبت به تخلیه مستمر آب جدا شده در مخازن و ظروف عملیاتی اقدام شود.

آیا می دانستید:

- خوردگی تجهیزات فرایندی، پتانسیل ایجاد نشت، پارگی، انفجار و آتش‌سوزی بزرگ با پیامدهای بزرگ را دارد.
- هرگونه تغییر در عملیات و فرایند که منجر به افزایش نرخ خوردگی می شود باید با دقت شناسایی و کنترل شود.

مخازن با سرویس سیال فرایندی موسوم به SLOPS در معرض خوردگی قرار دارند و تغییرات عملیاتی می تواند خوردگی را تشدید کند.

فصل دوم– مخازن اتمسفریک

آتش سوزی مخزن سقف شناور در ناحیه نشت بند

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در زمان راه اندازی کمپرسور فرایندی در تاسیسات یک واحد پتروشیمی، تخلیه حجم زیادی از گاز به سمت فلر موجب افزایش طول شعله فلر شده و با شعله ور شدن فلر، مقادیری (کک) که در دهانه فلر انباشته شده است به صورت گداخته از دهانه فلر خارج و به اطراف از جمله به سوی سقف مخازن پایین دست فلر پرتاب می شود. فاصله مخازن از فلر در حدود ۱۵۵ متر بوده و در زمان وقوع این رویداد سرعت باد بیش از ۲۰ کیلومتر بر ساعت از سوی فلر به سمت مخازن گزارش شده است. فرود گدازه های کک روی سقف شناور یکی از مخازن، منجر به وقوع آتش سوزی بر روی سقف مخزن می شود. این مخزن روزانه، حاوی GASOLINE بوده است. پس از اطلاع رسانی به واحد آتش نشانی، ضمن تخلیه محتویات مخزن به مخازن دیگر، نسبت به اطفا مخزن و خنک کاری مخازن مجاور اقدام می گردد.

شکل۱- فلر نزدیک مخزن

شکل۲- جانمایی فلر و مخزن حادثه دیده

شکل۳- وضعیت سقف شناور پس از آتش سوزی

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- فلرها به عنوان یک سیستم شعله باز باید دارای فاصله ایمن از تاسیسات و مخازن باشند. همچنین در این طراحی جهت وزش بادهای غالب در نظر گرفته شود، به طوریکه در اکثر روزهای سال جهت وزش باد، شعله فلر را از تاسیسات دور نماید.
- انجام بازدیدهای دوره ای و گازسنجی مستمر به منظور اطمینان از عدم وجود بخارات قابل اشتعال در بالای سقف شناور ضروری می باشد. در صورت مشاهده نشتی از ناحیه نشت‌بند، اقدامات لازم برای رفع نشتی انجام شود.
- بررسی سیستم ارت و همبندسازی سقف به بدنه و اطمینان از عملکرد موثر شانت جهت تخلیه الکتریسیته ساکن جمع شده بر روی سقف مخزن.
- بر اساس استانداردهای طبقه بندی نواحی خطر در تاسیسات فرایندی، ناحیه روی سقف شناور در مخازن سقف شناور خارجی، زون صفر خطر طبقه بندی می شود.

آیا می دانستید:

جانمایی و فواصل بین تجهیزات و تاسیسات فرایندی، مخازن و فلرها یک لایه حفاظتی بسیار مهم در ایمنی فرایند است. در زمان طراحی سایت از استانداردهای معتبر برای جانمایی اولیه استفاده کنید و با مطالعات مدلسازی پیامد، آن را دقیق تر بررسی نمایید.

جانمایی صحیح و فاصله ایمن بین تجهیزات و تاسیسات یک لایه مهم حفاظتی در افزایش ایمنی فرایند و پیشگیری از حوادث است.

فصل دوم– مخازن اتمسفریک

انفجار داخلی مخزن و پرتاب سقف

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

به منظور انجام بازرسی فنی از داخل مخزنی که جهت نگهداری میعانات گازی استفاده می شده است، مخزن از سرویس خارج، محتویات آن تخلیه و پاکسازی می شود. پس از بازرسی داخل مخزن، در ساعت ۱۷ دو روز قبل از حادثه، اتصالات و درب مخزن بسته و جهت راه اندازی، Box up می شود. متعاقب آن در ساعت ۰۰:۵۰ بامداد روز حادثه (۳۲ ساعت پس ازBox up)، مخزن دچار انفجار داخلی شده و سقف آن به فاصله حدود ۶۰ متری پرتاب می گردد.

ماهیت این حادثه و محل وقوع آن به گونه ای بود که می توانست خسارات بسیار جدی تری در پی داشته باشد به ویژه با توجه به شدت انفجار و پرتاب سقف مخزن با وزن و سرعت بالا، در صورتی که بر روی تاسیسات فرایندی فرود می آمد، قطعا خسارات و هزینه های وارده بسیار زیاد و توقف تولید بسیار طولانی را در پی داشت. پس از بررسی حادثه مشخص شد مسیر خروجی سیستم گاز پتویی مخزن پس از عبور از Seal Pot از یک Flame Arrestor که حدود ۲۰ سال بازرسی و تعمیر نشده است، عبور می‌کرده و به گودال سوخت تخلیه می‌شده است که در لحظه حادثه فاقد ستون آب بوده است. همچنین در انشعابات متصل به مخزن بقایای اکسید آهن مشهود بوده است. در این حادثه، ناایمن بودن شناور مکانیکی داخل مخزن بدلیل عدم همبندی موثر به بدنه بعنوان یکی از منابع اصلی ایجاد جرقه، شناسایی شده است.

شناور مکانیکی موجود

Flame Arrestor

سقف مخزن پس از پرتاب

تصویر مخزن بعد حادثه

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- پس از Box up تجهیزات، هوا زدایی بوسیله گاز خنثی (ازت و ...) ضمن تخلیه اکسیژن، از تشکیل مخلوط قابل انفجار (در صورت نشت و ورود گاز قابل اشتعال) ممانعت بعمل می آورد.
- در زمان از سرویس خارج کردن مخزن و قبل از بازکردن آن، بستن شیرهای مرتبط به مخزن کفایت نمی کند و باید کلیه اتصالات و خطوط لوله منتهی به مخزن بطور کامل تخلیه و پاکسازی شود، از جمله خطوط ورودی، مسیرهای Minimum Flow و PSV پمپ ارسال مایعات، مسیر Drain و دیگر انشعابات متصل به مخزن (Level Glass و ...) که بصورت Dead End درآمده است.
- توجه ویژه به تجهیزات پیشگیری از برگشت شعله بعنوان منبع اشتعال و انجام تعمیر و نگهداری برای اطمینان از کارکرد صحیح آنها، الزامی است.
- با توجه به نوع سیال درون ظروف و تجهیزات، توجه به خطر وجود سولفید آهن درون آنها و پاکسازی، الزامی است. سولفید آهن در صورت تماس با هوا دچار آتش سوزی خودبخودی می شود.
- تجهیزات شناور مکانیکی درون مخازن حاوی سیالات کم /غیر رسانا، می تواند یکی از منابع ایجاد جرقه به دلیل تجمع و تخلیه الکتریسته ساکن باشد. انجام اصلاحات مورد نیاز و یا تعویض آن با نوع ایمن تر، بسیار مهم است.

آیا می دانستید:

MIE:Minimum Ignition Energy

حداقل میزان انرژی گرمایی آزاد شده در یک نقطه از مخلوط قابل انفجارکه می‌تواند در فاصه نامعین از آن نقطه، شعله ایجاد نماید.

به‌عنوان مثال انرژی ایجاد شده از سقوط یک سکه از فاصله چند میلی متری برروی زمین، بیش از ۲۰ میلی ژول است، در صورتیکه MIE جهت مشتعل نمودن گاز متان، ۰٫۲۸ میلی ژول و هیدروژن، ۰٫۰۱۸ میلی ژول می باشد.

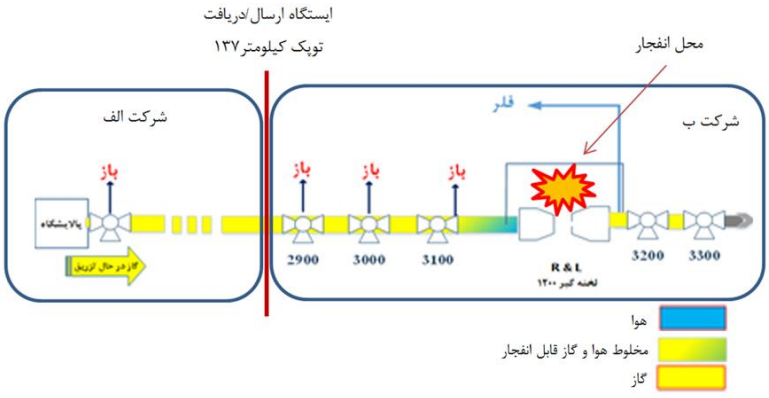
پس از Box up تجهیزات فرایندی، باید هوا زدایی توسط گاز خنثی (ازت و ...) انجام شود.

فصل دوم– خطوط لوله و انتقال

انفجار و آتش سوزی خط لوله ۴۲ اینچ گاز

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

یک رشته خط لوله با قطر ۴۲ اینچ و طول ۲۷۹ کیلومتر در حال انتقال گاز از پالایشگاه گازی (شرکت الف) برای تزریق به میادین نفتی (شرکت ب) در سرویس عملیاتی قرار داشته است. دو هفته پیش از وقوع حادثه، به منظور نصب تجهیزات توپکرانی (Pig Launcher) در ایستگاه انتهایی شرکت الف درکیلومتر ۱۳۷، ارسال گاز متوقف و خط لوله تخلیه می گردد. پس از انجام فعالیت‌های تعمیراتی مورد نیاز بر روی خط لوله، راه اندازی مجدد خط لوله و ارسال گاز به سمت شرکت ب ، در دستور کار قرار می‌گیرد. پس از هماهنگی های انجام شده با شرکت ب (دریافت کننده گاز)، از حدود ساعت ۱۱ صبح، عملیات اکسیژن زدایی و متعاقب آن فشار افزایی خط لوله ۴۲ اینچ در دستور کار پالایشگاه ارسال کننده، قرار می‌گیرد؛ به طوریکه فشار خط طی ساعت های ۱۲،۲۱ و۲۴ در ایستگاه موسوم به ۱۲۰۰(محل حادثه- متعلق به شرکت ب) به ترتیب ۲۴، ۳۹ و ۵۱ بار بوده است. حدود ساعت ۰۰:۳۰ بامداد روز بعد، ناگهان در ایستگاه ۱۲۰۰، انفجار و آتش سوزی مهیبی رخ می‌دهد. به نظر می رسد عدم تخلیه کامل اکسیژن و تشکیل اتمسفر قابل اشتعال در خط لوله در ورودی ایستگاه ۱۲۰۰، علت انفجار و آتش سوزی بوده است. قدرت انفجار علاوه بر تخریب ایستگاه ۱۲۰۰، سبب شده حدود ۳۰۰ متر از خط لوله ورودی به آن به صورت طولی به طور کامل پاره گردد.



شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- پس از انجام تعمیرات اساسی و قبل از شروع عملیات راه اندازی، رعایت الزامات مندرج در راهنمای ایمنی پیش راه اندازی (PSSR) الزامی است.
- عملیات Purging و اکسیژن زدایی تاسیسات و خطوط لوله قبل از تزریق سیال قابل اشتعال و فشار افزایی مطابق دستورالعمل از پیش تعیین شده، اولین و مهمترین اقدام جهت جلوگیری از بروز انفجار داخلی خطوط لوله می باشد.
- در خطوط انتقال لوله که مابین دو شرکت مشترک می باشد، پس از اکسیژن زدایی هر یک از مقاطع خط (در هر یک از ایستگاه های شیر بین راهی)، تست میزان اکسیژن با حضور نمایندگان هر دو شرکت انجام و مکتوب گردد به نحویکه میزان اکسیژن به کمتر از ۲٪ برسد.
- عملیات فشار افزایی نیز باید بر طبق دستورالعمل مربوطه و با Rate مناسب صورت پذیرد و از افزایش سریع فشار در خط جدا خودداری شود.

آیا می دانستید:

در خطوط لوله مابین دو شرکت، مدیریت فصول مشترک (Battery Limit) بسیار مهم است و در صورت عدم تبادل اطلاعات عملیاتی به‌ویژه در زمان راه اندازی، می‌تواند منشاء حوادث با شدت بالا باشد.

وقوع انفجار داخلی در راه اندازی و تزریق گاز به خطوط انتقال، می تواند ناشی از انجام ناقص عملیات اکسیژن زدایی و نحوه تزریق گاز به خط، باشد.

فصل دوم– خطوط لوله و انتقال

آتش سوزی خط لوله ۳۶ اینچ نفت

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

به منظور بررسی میزان خوردگی و ایمن سازی نقاط حادثه خیز در یک رشته خط لوله زیر زمینی ۴۲ اینچ انتقال میعانات گازی، ماشین آلات راه سازی در محل مستقر می شوند و پس از دریافت پروانه کار و بدون داشتن اطلاعات لازم مانند عمق دفن خط لوله، اقدام به اجرای خاکبرداری بدون سونداژ دستی می نمایند. لحظاتی پس از شروع کار، بدلیل برخورد پاکت بیل مکانیکی با Casing محافظ انشعاب و ضربه به انشعاب مذکور، قسمتی از خط لوله اصلی جدا شده و نفت شروع به فوران می کند. حدود ۴۰ دقیقه پس از شکست اولیه خط، بر اثر تشکیل بخارات قابل اشتعال و وجود منبع جرقه (احتمالاً بیل مکانیکی) آتش سوزی رخ می دهد. در ادامه و با گسترش آتش تا شعاع حدود ۳۰۰ متری، خط لوله ۱۲ اینچ NGL که در مجاورت خط ۳۶ اینچ و به صورت رو زمینی قرار داشته، نیز دچار حریق می‌شود.

به نظر می رسد عدم اطلاع از شیرهای جداسازی خطوط و تصور اشتباه از قطع جریان در خط لوله مذکور از علل غیر مستقیم وقوع حادثه بوده است.

با استقرار خودروهای راهسازی و ایجاد سدهای خاکی، نسبت به کنترل نفت ریزی و از طریق شیرهای پایین دست و بالادست نقطه حادثه دیده، عملیات ایزولاسیون سایر خطوط انجام شد و عملیات اطفاء حریق آغاز گردید و در نهایت، حریق به طور کامل اطفاء و نفت خام به‌وسیله تانکر به محل های از پیش تعیین شده منتقل شد.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- نقشه های خطوط زیر زمینی باید به عنوان اصلی ترین مدرک در گود برداری‌ها مورد استفاده قرار گیرد.
- دستورالعمل حفاری و گودبرداری با استفاده از ماشین آلات تهیه و در این نوع عملیات مورد استفاده قرار گیرد.
- محل شیرهای جداسازی و مشخصات آنها باید به نحو مناسبی علامت‌گذاری و برچسب گذاری شود تا در شرایط اضطراری به سرعت شناسایی شود.

آیا می دانستید:

قبل از شروع عملیات گودبرداری، خطرات ناشناخته مانند تاسیسات احتمالی زیرزمینی مشخص و اقدامات زیر انجام شود:

- تعیین محل تاسیسات
- هماهنگی با مالک تاسیسات
- توجیه کارکنان و اپراتورهای دستگاه های حفاری و گودبرداری
- اجرای دقیق رویه های صدور پروانه کار
- انجام گودبرداری با احتیاط کامل، ابتدا گود برداری دستی و سپس مشخص کردن دقیق عوارض زیر زمینی

قبل از عملیات گودبرداری، خطرات ناشناخته مانند تاسیسات احتمالی زیرزمینی، به دقت بررسی شود.

فصل دوم– خطوط لوله و انتقال

انفجار و آتش سوزی خط لوله ۲۰ اینچ گاز

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

حدود ساعت ۹:۳۰ صبح روز حادثه، در کیلومتر ۶ خط لوله ۲۰ اینچ، مجاورِ یک جاده دسترسی عملیاتی، نشت شدید گاز از خط لوله به همراه پاشش خاک از سطح زمین مشاهده می‌شود. در اثر نشت گاز از محل پارگی خط لوله ، توده ابر بخار شکل می گیرد و این توده در اثر وزش باد تا سطح جاده گسترش می یابد. ابر بخار شکل گرفته در جاده بر اثر جرقه اگزوز خودروهای عبوری مشتعل و آتش سوزی به شکل فورانی (Jet Fire) به محل نشتی سرایت می نماید. بدنبال اطلاع رسانی توسط شاهدان حادثه، عوامل آتش نشانی در محل حاضر و اقدام به مسدود کردن جاده می نمایند. نیروهای عملیاتی پس از بستن شیرها و قطع جریان تزریق گاز ایستگاه های تقویت فشار به خط مذکور، جریان گاز پایین دست را تخلیه می نمایند. در نهایت آتش سوزی پس از دو ساعت، مهار می شود. این حادثه منجر به فوت پنج نفر و آتش گرفتن پنج دستگاه خودروی عبوری گردید. بر اساس اظهارات عوامل عملیاتی محلی، از مدتی قبل از حادثه تردد خودروهای سنگین حمل مصالح از این محل در حال انجام بوده است.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

۱- **پایش مستمر خطوط لوله** و توپکرانی هوشمند به منظور تشخیص نقاط خوردگی/ انجام ضخامت سنجی خطوط لوله/ بررسی نقاط جوش و اتصالات، در مدیریت **یکپارچگی مکانیکی خط لوله** بسیار حیاتی است. در محل های تقاطع خطوط لوله با جاده ها، حفاظت خط لوله از بارهای وارده در اثر عبور خودروها بایستی مدنظر قرار گیرد.

۲– اطمینان از سلامت پوشش بیرونی خط لوله مانند رنگ و پوشش های Wraping و تزریق مواد شیمیایی ضد خوردگی در خطوط زیرزمینی، نقش کلیدی **در پیشگیری از خوردگی خطوط لوله،** دارد.

۳- شیرهای قطع اضطراری جریان (LBV) در خطوط لوله، مهم ترین تجهیز ایمنی فرایند برای کنترل نشت و شرایط اضطراری خطوط لوله است. بر اساس استانداردهای IPS:E-PI-140 و ASME B31.8 نصب شیرهای قطع کننده جریان در مجاورت مناطق مسکونی، جاده ها و کریدورها الزامی می باشد.

آیا می دانستید:

تاسیسات فرایندی و خطوط لوله دارای دو حریم شامل محدوده محصور (Restricted Area) و محدوده تحت تاثیر (impacted area) می باشند. حریم ایمنی خطوط لوله متناسب با نوع سیال و ترکیبات آن، قطر، فشار و ضریب طراحی خط لوله، محاسبه و تعیین می‌گردد.

شیرهای قطع اضطراری جریان (LBV) در خطوط لوله، مهم ترین تجهیز ایمنی فرایند برای کنترل نشت در شرایط اضطراری محسوب می شود.

فصل دوم– خطوط لوله و انتقال

انفجار و آتش سوزی در اثر پارگی خط لوله

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در انتهای یک طرح ساخت خط لوله ۴۲ اینچ انتقال گاز ترش، زمانی که آخرین مرحله آن یعنی اتصال یک هدر گازهای ترش کم فشار NGL به خط لوله جدید با وقفه روبرو می شود، از یک خط لوله ارتباطی ۱۶ اینچ برای اتصال موقت آن به یک خط لوله بدون استفاده و به جای مانده از سال های قبل استفاده می شود. بعد از تکمیل طرح، این خط لوله ارتباطی، ایمن نگردیده و طی سه سال تا زمان وقوع حادثه، به صورت محبوس، تحت فشار باقی می ماند. در روز حادثه، خط لوله ارتباطی به علت خوردگی شدید خارجی دچار گسست می گردد (شکل۲) و نشت شدید گاز به محوطه رخ داده که به انفجار شدید و آتش سوزی می انجامد (شکل۱) که منجر به تخریب تجهیزات و ساختمان حراست موجود در محدوده فنس (Restricted Area) و فوت نگهبان مستقر در آن می شود. پارگی خط از زیر آن در موقعیت ساعت۶ خط رخ داد و ضخامت محل گسستگی تا حدود ۰/۷ میلی متر کاهش یافته بود.

شکل۱- آتش سوزی پس از بروز انفجار

شکل۲- پارگی خط لوله

شکل۳- جانمایی اتاق حراست در محدوده تاسیسات

شکل۴-اتاق حراست پس از انفجار

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- **تغییرات موقت** بویژه در راه اندازی پروژه های جدید باید مورد ارزیابی ریسک قرار گیرد.
- **مسیرهای راکد و محبوس** (**Dead Leg**) که برای مدت طولانی در آنها جریان سیال وجود نداشته یا به ندرت از آن ها استفاده می شود، باید شناسایی شده و تحت پایش ویژه قرار گیرد.
- برای پایش سلامت خطوط لوله برنامه جامع مدیریت ریسک خوردگی در نظر گرفته شود و آزمون‌های مورد نیاز مطابق استاندارد بر روی خط لوله صورت پذیرد.

آیا می دانستید:

جانمایی و فاصله گذاری تجهیزات و ساختمان‌ها در تاسیسات فرایندی، بر مبنای استانداردها و رویه های عمل بین المللی انجام می شود. در جانمایی ساختمان ها در تاسیسات، الزامات استاندارد API RP 752 می تواند راهنمای مناسبی برای حفاظت ساختمان های صنعتی در برابر انفجار باشد.

مسیرهای راکد و محبوس (Dead Leg) در خطوط لوله، باید شناسایی شده و تحت پایش ویژه قرار گیرد و اگر نیاز عملیاتی به این مسیرها نیست، جمع آوری گردد.

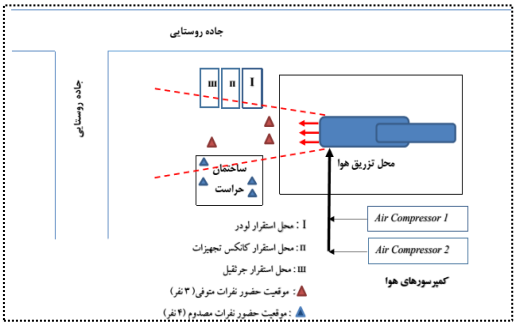
وزارت نفت
اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

فصل دوم– خطوط لوله و انتقال

انفجار در تاسیسات ارسال توپک خط لوله انتقال نفت

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

پس از انجام توپکرانی هوشمند خط لوله و به منظور تعمیرات نقاط دارای خوردگی، خط لوله از سرویس خارج شده و تمیزکاری آن در دستور کار قرار می گیرد. به این منظور ابتدا محتویات آن بصورت ثقلی تخلیه مـی شـود و در ادامـه از توپـک تمیزکـاری بـرای تخلیه باقیمانده محتویات استفاده می شود. در روز حادثه حوالی ساعت ۱۳:۲۰، توپک (تصویر۳) در محفظه ارسال توپک (ایستگاه A) قرار داده شده و به وسیله ۲ دستگاه کمپرسور هوا با فشار عملیاتی ۱۵۰ psi، رانده مـی شـود. حـدود سـاعت ۱۶:۱۰ ، مجـری توپکرانی نزدیک شدن و رسیدن توپک را به ایستگاه دریافت توپک (ایستگاه B) اعلام نموده و یکی از کمپرسورها خـاموش گردیـد. در ساعت ۱۶:۳۰ انفجار از نوع DDT (Deflagration To Detonation) در ایستگاه ارسال توپک رخ می دهـد. انفجـار فاقـد شـعله بوده و سبب خروج شدید هوا و محتویات درون خط به بیرون آن شده است و شدت آن به حدی بوده کـه برخـورد درب محفظـه و موج ناشی از این انفجار موجب فوت ۳ نفر و مصدومیت ۴ نفر شده است.



شکل۱-وضعیت استقرار افراد و تجهیزات در محل حادثه (ایستگاه A)

شکل۲- محفظه ارسال توپک منفجر شده (ایستگاه A)

شکل۳- توپک مورد استفاده

شکل۴-پرتاب درب محفظه ارسال توپک به فاصله ۲۵۰ متری

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در خطوط حاوی گاز یا مایعات قابل اشتعال، تزریق هوای فشرده پشت توپک بدلیل امکان تماس و اختلاط مستقیم هوا با سیال و ایجاد اتمسفر قابل اشتعال / انفجار، ممنوع است.
- احداث / استقرار هرگونه تاسیسات و تجهیزات دائمی نظیر ساختمان، کانکس، تجهیزات و ماشین آلات درمحدوده خطر تاسیسات ارسال و دریافت توپک مقابل درب محفظه (Barrel) ممنوع بوده و این گونه تاسیسات و تجهیزات باید در طرفین (خارج از زاویه پرتاب شدن احتمالی درب محفظه دریافت / ارسال توپک) و در فاصله ایمن، بر اساس استانداردها و ضوابط جاری طبقه بندی نواحی خطر استقرار یابند.
- در حین عملیات توپکرانی، محدوده ایمن به منظور حضور نفرات، مسیر های تردد و نقاط تجمع در محدوده تاسیسات ارسال و دریافت، تعیین و به نحو مناسبی در محل مشخص شود. حضور افراد در مقابل درب محفظه، حتی برای چند لحظه کوتاه، اکیدا ممنوع است.

آیا می دانستید:

وقـوع پدیـده DDT (انفجـار درون خـط لوله)، باتوجـه بـه سـرعت بـیش ازسـرعت صوت (330m/s)؛ حرکـت مـوج حاصـل از انفجار درون خط لوله، انرژی بسیار زیادی تولید می‌کند و می تواند تبعـات شـدیدی داشته باشد.

به خطرات عملیات توپکرانی و تبعات استفاده از هوا جهت تامین نیروی رانش توپک در خطوط لوله حاوی سیال قابل اشتعال توجه شود.

فصل دوم– خطوط لوله و انتقال

پارگی خط لوله و نشت شدید به محیط

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در یک خط لوله زیرزمینی انتقال فراورده نفتی از ایستگاه A به B از طریق خط لوله۳۶ اینچ با استفاده از دو دستگاه پمپ با فشارتقریبی 1700 psi در حال انجام بوده است. در ساعت ۲۱:۵۵ ناگهان فشار خط به شدت کاهش و شدت جریان افزایش می یابد و سیستم کنترلی با بروز آلارم Low Suction پمپ های ارسال را متوقف می کند. نشت شدید فراورده موجب حرکت رودخانه ای فراورده در جاده پیرامونی آن در جهت شیب طبیعی زمین شده و در اثر عبور یک خودروی عملیاتی دچار آتش سوزی می شود. پس از پاکسازی محوطه و خاکبرداری از روی خط لوله مشخص شد که خوردگی خارجی سبب ایجاد پارگی به طول یک متر در مقطع زیرین خط در ساعت ۶ آن شده است (شکل۱). به نظر می رسد تداخل جریانی ناشی از ترانس رکتیفایر که در فاصله ۱۰ متری خط لوله قرار داشته و همچنین خاک نامناسب اطراف خط لوله و وجود سنگ های لاشه ای در آن، باعث تخریب پوشش خارجی خط و خوردگی آن شده است.

شکل۱- نصب ترانس در فاصله ۱۰متری خط

شکل۲- پارگی خط لوله

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- بالا بودن سطح آب زیرزمینی در منطقه موجب ایجاد محیط خورنده اطراف خط لوله مدفون می‌شود.
- اعمال پوشش متناسب از جمله سیستم Wrapping بصورت صحیح روی خطوط لوله فلزی، سپس پرکردن اطراف لوله با خاک نرم (Backfill) و اعمال جریان حفاظت کاتدی با رعایت فواصل، جریان و ولتاژ مناسب با توجه به تاسیسات مجاور و تاثیر آن بر جریان حفاظت کاتدی، از اهمیت بسزائی برخوردار است؛ ترانس رکتیفایر در فاصله مناسب از خط باید نصب شود.
- قبل از بهره برداری عملیاتی، باید از بکارگیری خط لوله با ضخامت مناسب و منطبق با نقشه های به روز با توجه به پروفایل آن، اطمینان حاصل شود.
- توپکرانی هوشمند بر اساس برنامه ریزی از پیش تعیین شده به منظور تعیین نقاط احتمالی دارای کاهش ضخامت ناشی از خوردگی داخلی یا خارجی، انجام شود و تعمیرات پیشگیرانه احتمالی صورت گیرد.
- درخطوط لوله با طول زیاد و دارای اختلاف ارتفاع (Elevation)، نصب شیر یکطرفه یا شیرهای LBV در مقاطع مختلف جهت کنترل و کاهش مایعات قابل نشت به محیط، توصیه می شود.

آیا می دانستید:

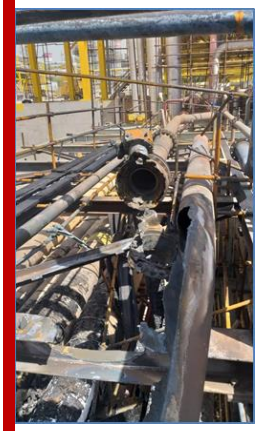
نقص در سیستم حفاظتی و ایراد در پوشش خارجی لوله موجب خوردگی خارجی در خطوط لوله می شود. در خصوص پیشگیری از خوردگی داخلی نیز حتی الامکان کاهش عوامل خورنده مانند آب و نمک و H_2S، تزریق ضد خورنده ها به سیال داخلی خط لوله، ظروف و مخازن با توجه به جنس آنها، توصیه می گردد.

بازرسی، کنترل و اطمینان از سلامت فنی پوشش خارجی خطوط لوله، از بروز خوردگی خارجی در خطوط پیشگیری می کند.

فصل دوم– خطوط لوله و انتقال

نشتی و آتش سوزی در اثر پارگی خط لوله اکسیژن

درس آموزی از حوادث صنعت نفت



به منظور تامین خوراک مورد نیاز برای راه اندازی یک واحد پتروشیمی در فاز دو، یک انشعاب موقت برای انتقال اکسیژن از هدر موجود در فاز یک به هدر فاز دو، ایجاد می شود. در این اتصال از دو شیر مرزی استفاده می شود و درصد بازشدگی یک شیر توپی برای تنظیم جریان مورد توافق، بر روی ۱۰ درصد تنظیم و در همان موقعیت قفل و زنجیر می شود. در زمان حادثه با از سرویس خارج شدن یکی از تولیدکنندگان اکسیژن در هدر فاز دو، افت فشار شدید در این هدر ایجاد می شود. پس از لحظاتی خط لوله اکسیژن بعد از شیر توپی دچار سوختگی شدید و گسست شده و آتش سوزی پس از آن، موجب فوت دو نفر و سوختگی یک نفر دیگر که در فاصله ۱۰۰ متری از محل گسست، منتظر تکمیل فرایند پروانه کار بوده اند، می شود. بررسی حادثه نشان می دهد، ارزیابی ریسک برای این تغییر موقت انجام نشده و استانداردهای طراحی مرتبط به درستی مورد توجه قرار نگرفته است.

شیر توپی

نمایی از پارگی خط لوله

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- محدودیت سرعت جریان به عنوان یکی از مهمترین عوامل ایمنی خطوط اکسیژن گرم، به منظور جلوگیری از وقوع پدیده‌های مخرب داخلی (نظیر سوختگی فلز :metal burning) می‌باشد. سرعت اکسیژن در خط لوله باید متناسب با پارامتر فشار، تامین و کنترل گردد.
- استفاده از شیر توپی در خط لوله اکسیژن، فقط بعنوان شیر ایزوله مجاز بوده و جهت تنظیم و کنترل جریان بدلیل ایجاد آشفتگی شدید و افزایش سرعت در خروجی شیر، اکیدا ممنوع می باشد.
- میزان فشار مجاز خط لوله اکسیژن با توجه به جنس، ضخامت و قطر خط لوله در محدوده مشخصی می باشد. لذا از انطباق خط لوله‌های موجود با فشار عملیاتی اطمینان حاصل گردد و در صورت مغایرت با استاندارد، اقدام اصلاحی مورد نیاز صورت پذیرد.
- بررسی ریسک‌های فرایندی بر روی خط لوله اکسیژن که به واحدهای فرایندی متصل است الزامی است.
- انجام هرگونه تغییر موقت بویژه ایجاد اتصال یا انشعابات موقت بین خطوط فرایندی، مستلزم انجام کامل فرایند مدیریت تغییر و مدیریت ریسک تغییرات است. **موقت بودن تغییرات، دلیل موجهی بر نادیده انگاری فرایند مدیریت تغییر نمی باشد.**

آیا می دانستید:

- جهت اطمینان از طراحی، اجرا و بهره برداری از خطوط لوله حاوی اکسیژن، می توان با استناد و رجوع به استاندارد CGA G-4.4-2012 Oxygen Pipeline And Piping System ، اشکالات احتمالی را تعیین و نسبت به انجام اقدامات اصلاحی مورد نیاز اقدام کرد.
- جهت جلوگیری از خوردگی داخلی مطابق این استاندارد و بر اساس فشار، حداکثر سرعت مجاز محاسبه و به هیچ عنوان نباید سرعت اکسیژن درون خط بیش از مقدار مجاز تعیین شده باشد.

بر اساس الزامات مدیریت تغییر، در تغییرات موقت عملیاتی نیز باید تحلیل مخاطرات و ارزیابی ریسک فرایندی انجام شود. تغییرات موقت، منشاء حوادث ویرانگری در صنعت نفت بوده است.

وزارت نفت
اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

فصل دوم – تاسیسات گاز

انفجار هیتر ایستگاه تقلیل فشار گاز

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

دو نفر از کارکنان پیمانکار اداره گاز جهت بازدید روزانه به محل ایستگاه تقلیل فشار گازی شهری (CGS) مراجعه می‌نمایند. در حین بازدید مشاهده می‌کنند که مشعل هیتر شماره یک خاموش شده است. یکی از کارکنان مقابل درب هیتر شماره یک قرار گرفته و به همکار دیگر خود اعلام می‌کند که دکمه برقی شمعک هیتر را فشار دهد. پس از فعال شدن دکمه شمعک، به علت تجمع گاز درون محفظه هیتر، انفجار رخ داده و درب هیتر بر اثر انفجار، پرتاب و با متوفی (صورت و سینه) برخورد می کند. بلافاصله با اورژانس تماس گرفته شده و مصدوم به بیمارستان منتقل می گردد. به دلیل شدت صدمات وارده، کارمند آسیب دیده در بیمارستان فوت می‌نماید. بررسی نشان داد به علت در سرویس نبودن سیستم کنترل قطع جریان گاز مشعل و روشن نمودن مشعل هیتر، بدون رعایت پیش بینی های لازم و عدم تخلیه و گاززدایی محفظه احتراق هیتر، انفجار رخ داده است.

محل افتادن متوفی در اثر انفجار

سیستم کنترل هیتر حادثه دیده

محل افتادن درب هیتر در اثر انفجار

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- با برنامه‌ریزی و اجرای بازدیدهای دوره‌ای بازرسی فنی و تعمیرات پیشگیرانه، از عملکرد موثر و به موقع سیستم‌های کنترلی اطمینان حاصل شود.
- جهت راه اندازی مجدد مشعل هیتر در صورت خاموش شدن آن، به جزئیات نحوه تخلیه و گاززدایی محفظه احتراق قبل از راه اندازی، توجه شود.
- به درس آموخته های حوادث مشابه توجه شود. سه سال پیش از این حادثه، حادثه مشابه دیگری در هیتر ایستگاه دیگری رخ داده که در دستورالعمل «راه اندازی، نگهداری و بهره برداری از هیترها»، به نحوه اقدام در صورت خاموش بودن شعله پایلوت و مشعل اشاره شده بود.

آیا می دانستید:

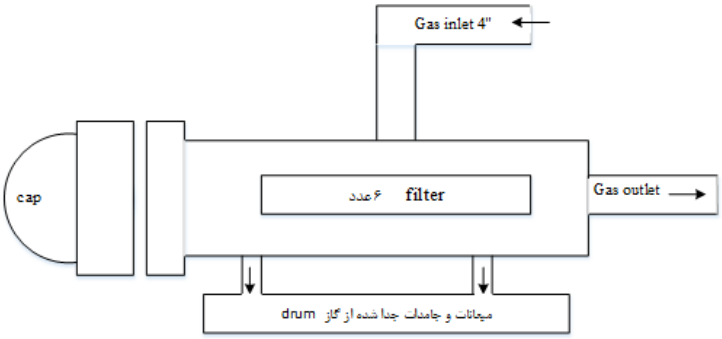
- در تاسیسات فرایندی سیستم های کنترل ایمنی مشعل های هیتر، با قطع فوری گاز پس از خاموش شدن مشعل، از تجمع گاز در محفظه احتراق جلوگیری می کنند.
- برای راه اندازی مجدد مشعل، هرگز سیستم های ایمنی فرایند را از سرویس خارج نکنید.

در تجهیزات احتراق داخلی، قبل از راه اندازی مجدد مشعل ، از تخلیه و گاززدایی محفظه احتراق اطمینان حاصل کنید.

آتش سوزی و جدا شدن و پرتاب CAP تفکیک‌گر ایستگاه CGS

در یک ایستگاه CGS با ظرفیت ۲۰۰۰۰ متر مکعب در ساعت، خط لوله گاز ورودی ابتدا از یک شیر قطع اضطراری LBV عبور می‌نماید و وارد دو عدد تفکیک گر می‌گردد که بوسیله ۶ عدد فیلتر در داخل آن، وظیفه جداسازی میعانات و جامدات را دارند. آلودگی‌ها پس از جداسازی توسط فیلترها به چاله جمع آوری، تخلیه می شود. اختلاف فشار ورودی و خروجی فیلترها نشان دهنده اشباع شدن آنها از آلودگی ها است که در این زمان باید نسبت به تمیزکاری و یا تعویض آنها اقدام نمود.

در روز حادثه، یکی از کارکنان پیمانکار طبق برنامه کاری مشخص شده، اقدام به باز کردن Cap و خارج کردن ۶ عدد فیلتر و سپس نصب ۶ عدد فیلتر جدید در داخل این تفکیک گر می‌نماید. با اتمام این عمل، Cap را در جای آن قرار داده و اقدام به بستن بست‌های آن می کند. پس از بازکردن شیرهای ایزوله و راه اندازی مجدد آن، نشتی گاز از سمت پایین Cap اتفاق افتاده که حین سفت کردن پیچ‌های نگهدارنده آن، پیچ ها بریده و Cap جدا شده و به دیوار پشت LBV برخورد می کند و به دنبال آن آتش سوزی به صورت آتش فورانی (Jet Fire) رخ می‌دهد؛ دو نفر از کارکنان در اثر آتش‌سوزی و برخورد Cap و بست‌های آن مصدوم شده و فوت می کنند.



شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- از صحت عملکرد شیرهای LBV در مسیر انتقال خط لوله به عنوان اصلی ترین تجهیز ایمنی خط لوله جهت قطع جریان در شرایط اضطراری، اطمینان حاصل شود.
- از سفت کردن پیچ‌های نگهدارنده و فلنج ها، زمانی که تجهیز تحت فشار دچار نشت گاز می شود، باید پرهیز نمود.

آیا می دانستید:

ارزیابی ریسک بر روی فعالیت‌ها به شکل‌های مختلفی انجام می‌شود که مهمترین آن انجام ارزیابی ریسک قبل از شروع فعالیت می‌باشد. اهمیت این موضوع به این دلیل است که تمامی فرایندها به مرور در حال تغییر هستند و ریسک هر فعالیت را باید قبل از انجام آن شناسایی و کنترل نمود. این موضوع در مواردی که کارهای پر ریسک به صورت روتین در می آیند از اهمیت فراوانی برخوردار است.

از سفت کردن پیچ های نگهدارنده و فلنج ها، زمانی که تجهیز تحت فشار دچار نشت گاز می شود، باید پرهیز نمود.

آتش سوزی ایستگاه گاز

در روز حادثه، در زمان راه اندازی یکی از ردیفهای یک ایستگاه تقلیل فشار گاز، پس از حدود ۳۰ ثانیه، نشت گاز در ردیف در حال راه اندازی و انفجار توده گاز محبوس در زیر سایبان رخ می دهد و با برگشت شعله به محل نشت، آتش به صورت فورانی (Jet Fire) ادامه می‌یابد. همچنین به علت عمل کردن شیر ایمنی فشار (PSV) مربوط به یکی از خطوط تقلیل فشار، آتش در محل خروجی شیر اطمینان مذکور نیز مشاهده می‌شود که با گذشت کمتر از ۵ دقیقه با بسته شدن خودکار شیر ایمنی، آتش در این محل خاموش شده ولی در زیر سایبان ادامه می یابد. به منظور کنترل آتش سوزی، شیر گاز ورودی اصلی به ایستگاه بسته می شود و در نتیجه گاز خروجی از تاسیسات که تامین کننده سوخت نیروگاه بوده است دچار افت فشار شده و ۲۰ دقیقه پس از وقوع آتش سوزی، قطع سوخت نیروگاه و قطع برق، منجر به وقوع توقف اضطراری کلی Total Black Shut Down در کلیه مجتمع های دریافت کننده سرویسهای جانبی می‌گردد. آتش بدلیل برگشت گاز از شبکه توزیع پایین دست به محل نشت تا ۷ ساعت بعد ادامه می یابد. این حادثه منجر به سوختگی سطحی ۴ نفر از کارکنان بهره برداری حاضر در محل می شود. همچنین تجهیزات تاسیسات تقلیل فشار گاز شامل خطوط لوله، شیرهای تنظیم فشار، شیرهای قطع جریان و همچنین بخشی از سازه فلزی دچار آسیب کلی می‌شوند.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- رعایت ملاحظات و رویه‌های عملیاتی و ایمنی در مراحل پیش راه اندازی و راه اندازی و انجام برنامه بازبینی ایمنی راه اندازی (PSSR) ضروری است.
- در زمان تغییر شرایط عملیاتی در شبکه های توزیع، باید اطلاع رسانی لازم به ذینفعان از جمله دریافت کنندگان متصل به شبکه، صورت گیرد.
- به منظور حفاظت از حریق، لازم است شبکه آب آتش نشانی و تجهیزات ثابت و سیار اعلام و اطفا حریق در تاسیسات پیش بینی شود.
- مدیریت شرایط اضطراری باید از طریق فرماندهی واحد و با اشراف کامل به کلیه اطلاعات عملیاتی انجام گردد.

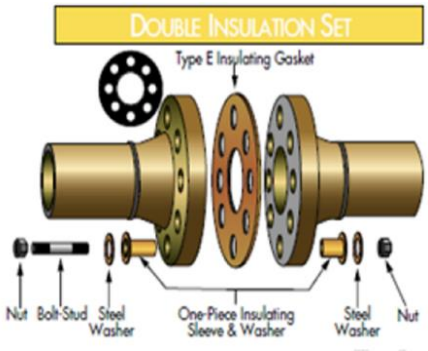
آیا می دانستید:

پس از مرحله تکمیل مکانیکی در طرحها و پروژه‌ها یا انجام تغییرات و اصلاحات، انجام بازبینی ایمنی پیش راه‌اندازی و بررسی نهایی وضعیت ایمنی سیستم، ضروری است.

بازبینی ایمنی پیش از راه اندازی (PSSR) یکی از مراحل مهم پیش از عملیات راه اندازی، برای اطمینان از یکپارچگی ایمنی تاسیسات فرایندی می باشد.

انفجار و آتش سوزی در ایستگاه میترینگ

در روز حادثه، ابر بخار در حال توسعه به همراه صدای شدید در محوطه میترینگ ورودی به یک مجتمع پتروشیمی، مشاهده می‌شود. محل نشت در فاصله کمی از یک ایستگاه آتش نشانی فرعی، قرار داشته است. آتش نشانان این ایستگاه به منظور رقیق سازی ابر بخار وارد محوطه می شوند. با رسیدن ابر گاز در حال توسعه به منبع جرقه/ حرارت ناشی از یک تانکر که در فاصله حدود ۷۰ متری از منبع نشت، وارد محوطه شده بود، انفجار ابر گاز رخ داده و شعله به سمت منبع نشت حرکت نموده و حریق ادامه می یابد. ادامه حریق باعث پارگی سایر خطوط موجود در محوطه میترینگ، می‌شود. حدود سه ساعت پس از وقوع انفجار اولیه، دامنه حریق کاهش یافته و نهایتا در عصر روز بعد، آتش به طور کامل اطفا می گردد. پس از بررسی حادثه مشخص شد نقص واشر عایق (Insulating Gasket) فلنج بالادست شیر Shut Off خط NGL-"14 در مقطع تغییر خط از زیر زمینی به رو زمینی، ورودی به ایستگاه میترینگ که به تازگی مراحل ساختمان و نصب آن به پایان رسیده و در سرویس قرار گرفته بود، عامل شروع نشت اولیه بوده است. به علت فشار و جریان بالای خط ورودی و ترکیبات پروپان، بوتان و پنتان موجود در NGL ، ابر گاز قابل انفجار تشکیل و در جهت وزش باد توسعه می یابد.
در این حادثه، در اثر حرارت ناشی از Flash Fire ایجاد شده در انفجار اولیه، آتش نشانان حاضر در محل دچار سوختگی شدید شده که متاسفانه منجر به درگذشت هشت نفر از آنان می شود. ایستگاه آتش نشانی مجاور محل حادثه نیز به طور کامل تخریب می گردد.



شماتیک نصب صحیح واشرهای عایقی

فلنج ایجاد کننده نشت اولیه

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- بستن پیچ فلنج هایی که واشر عایق (Insulating Gasket) در آن قرار دارد، تابع دستورالعمل خاصی است. در صورتی که این دستورالعمل رعایت نشود، واشر عایقی دچار آسیب و در نهایت شکست می شود.
- در نقاط مرزی (BATTERY LIMIT) خطوط ورودی و خروجی تاسیسات تعداد زیادی اتصالات قرار دارند که همواره از ریسک نشت بالایی برخوردار هستند. موقعیت سایر تاسیسات اطراف این محل، بویژه ایستگاه های آتش نشانی باید بر اساس اصول جانمایی تاسیسات فرایندی، مد نظر قرار گیرد.

آیا می دانستید:

انفجار ابر بخار در حال توسعه در محوطه آزاد به عنوان UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion) شناخته می شود. در این نوع انفجار آتش آنی با شدت و حرارت بسیار بالا تولید می شود. در صورت مشاهده ابر بخار در حال توسعه باید فاصله ایمن را رعایت نمود. حضور در پایین دست جهت باد غالب، مخاطرات جدی به دنبال دارد.

نقاط مرزی (BATTERY LIMIT) خطوط ورودی و خروجی تاسیسات همواره از ریسک نشت بالایی برخوردار هستند. به استانداردهای جانمایی در این محل ها به دقت توجه کنید.

آتش سوزی در کانال روباز در یک واحد فرایندی

در روز قبل از حادثه در یک مجتمع فرایندی، برای تعمیرات اساسی برج جدید پروپان و تبدیل برج پروپان فعلی به برج بوتان و بازرسی هر دو برج، واحد L.P.G از سرویس خارج می‌گردد. در روز حادثه، به منظور تخلیه آب شستشوی برج، از مسیر زهکشی ۳/۴ اینچ سیستم بسته (Closed Drain) استفاده می‌شود. با توجه به طولانی شدن زمان تخلیه، آب از طریق خروجی پایین برج، روی زمین تخلیه و به جوی آبی که در فاصله حدود ۴ متری برج قرار داشت، جاری می شود و بعد از گذشت مدتی مواد هیدروکربنی (Lean oil) نیز به همراه آب به روی زمین و سپس جوی آب تخلیه می‌گردد. همزمان با فعالیت شستشو و تخلیه برج، چهار نفر از کارکنان در بالای برج در حال داربست بندی بودند.

همزمان با فعالیت شستشو و تخلیه برج، روی یک مبدل نیز پروانه کار گرم جهت انجام جوشکاری و برشکاری بر روی Plate مبدل، صادر شده بود.

در عصر روز حادثه، پاشش مواد مذاب ناشی از عملیات گرم در محل مبدل در حال جوشکاری **که در فاصله حدود ۳۰ متری از برج در حال شستشو قرار داشته**، موجب بروز آتش سوزی درون کانال آب مجاور مبدل که حاوی مواد نفتی بوده می گردد و آتش از طریق کانال به سمت برج در حال شستشو، گسترش می یابد؛ آتش کل محوطه برج را فرا می گیرد و کارکنان داربست‌بندی در بالای برج، اقدام به پریدن از ارتفاع می نمایند. دو نفر با پرش روی سکوی برج کناری، موفق به فرار می شود. نفر سوم در حین پرش به برج مجاور از ارتفاع حدود ۱۰ متری سقوط نموده و فوت می‌نماید. نفر چهارم از نردبان برج که در محاصره آتش بوده، پایین می آید و به شدت دچار سوختگی می‌گردد.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- شستشوی تجهیزات فرایندی باید مطابق با دستورالعمل‌های مرتبط و از طریق مسیرهای بسته جمع آوری، انجام شود. تخلیه محتویات شستشو به محوطه واحد می تواند خطرات رهایش ناخواسته مواد قابل اشتعال به واحدهای مجاور را داشته باشد.
- در زمانی که تعدد فعالیتهای کاری برنامه ریزی شده است، باید ریسک فعالیت‌های همزمان SIMOPS ارزیابی شوند و ترتیب انجام فعالیت ها اولویت بندی شود.
- در هنگام صدور پروانه کار به دقت کنترل شود تا شعاع حداقل ۱۲ متر از محل انجام کار گرم، محل های چاهک ها و کانال های روباز پوشانده شوند.

آیا می دانستید:

SIMOPS (Simoltaneous Operations) به مفهوم انجام چندین فعالیت مستقل از یکدیگر در یک محوطه کاری است، به نحوی که خطرات هر یک از فعالیت‌ها، می‌تواند بر ایمنی فعالیت دیگر تاثیرگذاشته و سبب بروز حادثه گردد.

مطابق الزامات استاندارد NFPA 51B، باید تا شعاع حداقل ۱۲ متر از محل انجام کار گرم، محل های چاهک ها و کانال های روباز پوشانده شوند.

انفجار و آتش سوزی در یک مبدل حرارتی

در یک واحد پالایشگاهی، در یک مبدل حرارتی از نوع الکتریکی، انفجار و آتش سوزی رخ داد. در این واحد، آب و رطوبت از خوراک طی عبور از بستر جاذب جدا شده تا سبب کاهش راندمان فرایند نگردد. به منظور جداسازی آب و رطوبت به جای مانده در برج جاذب، عملیات احیاء با عبور سیال از برج جاذب انجام می شود. این سیال پس از عبور از مبدل حرارتی الکتریکی و افزایش دما، وارد برج شده و با جذب آب و رطوبت بستر، سبب احیاء برج می گردد.

در صبح روز حادثه، **صرفا با بستن شیر و بدون استفاده از اسپید و دیگر روش‌های ایمن کردن**، ناحیه‌ای از فرایند واحد، ایزوله و عملیات احیاء آن آغاز می شود. پس از ۳ ساعت و رفع مشکلات فنی، مبدل حرارتی الکتریکی استارت زده می‌شود. حوالی ظهر روز حادثه، بدلیل افزایش گاز خروجی به فلر (Flare)، از کارمند محوطه خواسته می‌شود ناحیه احیاء را بررسی نماید. پس از بررسی مشخص می‌شود که شیر ایمنی رهایش فشار (PRV) خروجی مبدل فعال شده است، به همین دلیل از وی خواسته می‌شود که شیر ایزوله PRV به صورت دستی بسته و از سرویس خارج شود. در این زمان، مشاهده می شود شیر ایمنی رهایش فشار (PRV) ورودی مبدل نیز فعال شده است و با هماهنگی اتاق کنترل، شیر ایزوله PRV ورودی مبدل نیز بسته می‌شود. لحظاتی پس از بستن این شیر، فشار مبدل حرارتی افزایش یافته و انفجار و آتش‌سوزی در مبدل الکتریکی رخ داده و سبب سوختگی و فوت کارمند محوطه حاضر در محل، می شود.

مبدل حرارتی سالم

مبدل حرارتی منفجر شده

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- شیرهای ایمنی رهایش فشار (PRV) به عنوان یکی از مهمترین لایه‌های ایمنی تاسیسات فرایندی، برای تخلیه فشار مازاد بکار رفته و باید همیشه در سرویس باشند و از بستن شیر ایزوله آن به جز در موارد تعمیرات، خودداری گردد.
- توجه به اخطارهای سیستم کنترلی و اقدام عاجل و موثر جهت بررسی اخطارهای رویت شده و رفع مشکل آنها در حین انجام عملیات الزامی می‌باشد.
- در دستورالعمل‌های عملیاتی، ضمن توجه به ارزیابی ریسک و خطرات واحدهای فرایندی، کلیه الزامات مرتبط با ایمنی فرایند به دقت تعیین و درج گردد و فعالیت مورد نظر منطبق با دستورالعمل اجرا شود.

آیا می دانستید:

Independent Protection Layer: تجهیز، سیستم یا عملی که قابلیت پیشگیری از وقوع یک سناریوی ناخواسته و عواقب ناشی از آن بدون تاثیرگذاری بر سایر لایه های حفاظتی در فرایند را دارد."شیرهای ایمنی رهایش فشار (PRV) یکی از لایه های مستقل حفاظتی در ایمنی فرایند هستند".

از بستن شیرهای ایزوله مربوط به شیرهای ایمنی رهایش فشار(PRV) در زمانی که تاسیسات در سرویس می باشند، خودداری شود.

نشت و آتش سوزی در توربین گازی واحد استحصال اتان

در روز حادثه، هنگامی‌که چهار دستگاه توربین گازی یک واحد استحصال اتان با ظرفیت کامل در سرویس عملیاتی بوده است، نشت گاز از محل فلنج خروجی صافی مسیر ورودی، موجب تشکیل ابر بخار شده و در اثر حرارت ناشی از یکی از توربین ها، ابتدا انفجار از نوع UVCE و حریق از نوع Flash Fire رخ داده و در ادامه حریق به‌صورت Jet Fire در محل نشت ادامه می‌یابد. شیرMOV مربوط به ورودی توربین گازی شماره ۳ (منبع نشت)، به علت قرار گرفتن در معرضFlash fire و سوخته شدن کابل‌ها، از سرویس خارج و عملیات بستن شیر مذکور به‌صورت دستی و با پوشش مناسب تیم اطفا حریق از طریق ایجاد اسپری آب انجام شد. عملیات کنترل و اطفاء حریق ادامه و بعد از حدود دو ساعت، خاتمه می‌یابد. بررسی علت حادثه نشان داد نشت از محل فلنج ورودی توربین گازی شماره ۳ به علت شکست گسکت نوع Spiral Wound بوده است که مدتی قبل از حادثه با نوع ساخته شده توسط یک سازنده دیگر (غیر از تامین کننده اصلی پروژه) تعویض شده بود. در حالی که آزمونهای کنترل کیفیت و تایید و آزمون نهایی از لحاظ ساختار مکانیکی و متالوژیکی بر اساس استانداردهای مرتبط به درستی انجام نشده بود. در این حادثه سازه فلزی Pipe Rack در معرض آتش فورانی قرار داشت که با اقدام به موقع یکی از کارکنان بهره برداری و باز کردن اسپری آب، از خطر گسیختگی و ریزش سازه و خطوط لوله روی آن، جلوگیری شد.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- با توجه به اهمیت بالای شیرهای ایزوله در کنترل نشت و حریق، ضروری است مشخصه‌ها و نیازمندی‌های فنی شیرهای مذکور از لحاظ حداقل فاصله از منبع احتمالی نشت، نحوه فعال‌سازی، مسیرکابل‌های برقی ابزار دقیقی، ضرورت Fire proofing و ... مطابق استانداردهای مربوطه در نظر گرفته شود.
- در خطوط ورودی و خروجی با فشار بالا و سیالات دارای خطر انفجار یا سمیت بالا، استفاده از فلنج های با قابلیت اطمینان بالاتر در مقابل نشت (نظیر اتصالات RTG:Ring Type Joints) می تواند نقش مهمی در ارتقاء ایمنی تاسیسات، داشته باشد.
- سازه‌های فلزی که در نواحی حریق (fire zone) قرار می گیرند، باید با استفاده از پوشش های ضد حریق (Fire proofing) تحت حفاظت، قرار گیرد.

آیا می دانستید:

فلنج ها یکی از نقاط دارای پتانسیل بروز نشت هستند. انتخاب نوع فلنج و نشت بند (Gasket) نقش مهمی در ایمنی تاسیسات دارد.

استانداردهای رایج در رابطه با فلنج و گسکت به شرح زیر است:

ASME B16.5 استاندارد فلنج تا سایز ۲۴ اینچ

ASME B16.47 استاندارد فلنج سایز ۲۶ تا ۶۰ اینچ

ASME B16.20 گسکت های فلزی برای فلنج

ASME 16.21 گسکت های غیرفلزی برای فلنج

جایگزینی قطعات یدکی از لحاظ نوع، سازنده یا استاندارد ساخت، یک تغییر فرایندی مهم است. اطمینان از انطباق با استانداردهای ساخت (مکانیکی، متالوژیکی و ...) نقش مهمی در ایمنی تاسیسات دارد.

انفجار و آتش سوزی در واحد آمونیاک

در روز حادثه، حین انجام عملیات سنگ زنی جهت برداشتن BOX موقت نصب شده بر روی خط ۳۲ اینچ ورودی ماده a-MDEA به برج جذب یک واحد پتروشیمی که در سرویس عملیاتی بوده است، ناگهان یک شکاف بزرگ در محل سنگ زنی ایجاد شده و خط لوله ۳۲ اینچ دچار پارگی می شود که باعث تخلیه محتویات خط، از سرویس خارج شدن پمپ a-MDEA و متعاقب آن برگشت گاز فرایند (متشکل از ٪۶۱ هیدروژن، ٪۲۰ ازت، ٪۱۷ CO_2 و مابقی گازهای دیگر) از برج به خط ۳۲ اینچ و در نهایت خروج از محل پارگی شده است. پس از انتشار حجم قابل توجه گاز فرایند در محوطه واحد و وجود منابع جرقه (کولرهای گازی اتاق آنالایزر مجاور محل نشت) انفجار بزرگی رخ داده و به دنبال آن منابع قابل اشتعال در محوطه همانند الوارهای چوبی، عایق‌های خطوط لوله و کابل‌های برق و ابزار دقیق، دچار حریق شدند. چهار ساعت پس از وقوع حادثه، حریق اطفاء می‌شود.

محل Rapture و نحوه گسیختگی در کنار خط جوش

12"-BOX تهیه شده جهت نصب در محل نشت MDEA در خط 32"

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- جهت انجام فعالیت‌های تعمیراتی غیر روتین در زمان در سرویس بودن تجهیزات، تدوین دستورالعمل ویژه شامل ارزیابی ریسک و کنترل عملیات، الزامی است.
- برای انجام کار گرم بر روی خطوط و تجهیزات در حال سرویس، الزامات ویژه مندرج در استاندارد API RP 2201 – **بویژه ملاحظات مربوط به ضخامت فلز پایه، نوع سیال درون سیستم و سیستم های خلاء**– باید به دقت مد نظر قرار گیرد.
- خطرات فرایندی باقی مانده در سیستم با انجام بازبینی دوره ای تحلیل مخاطرات فرایندی، شناسایی و اقدام های کنترل ریسک، پیش بینی شود.
- بر روی خطوط و تجهیزاتی که امکان برگشت جریان معکوس در آنها وجود دارد، شیرهای Non-Return Valves یا Check Valves پیش بینی شود.

آیا می دانستید:

استاندارد API RP 2201 الزامات و راهکارهای عملیاتی لازم برای انجام کار گرم (جوشکاری و برشکاری) ایمن بر روی خطوط و تجهیزات فرایندی در حال سرویس را تشریح می نماید. بر اساس الزامات این استاندارد:

- حداقل ضخامت فلز پایه برای انجام کار گرم باید ۴٫۸ میلی متر باشد.
- انجام کار گرم بر روی خطوط و تجهیزات حاوی برخی سیالات خاص نظیر سیکل آمین، اتیلن، خطوط هیدروژن، ممنوع است.

برای انجام کار گرم بر روی تجهیزات و خط لوله در سرویس، الزامات استاندارد API RP 2201 را به دقت مدنظر قرار دهید.

انفجار ابر بخار و گسترش دومینویی حادثه

در یک واحد تولید LPG، کشیک ارشد نوبتکاری شیفت شب، متوجه نشت از اطراف فلنج مسیر ورودی به یک مبدل شده و بوسیله بی سیم، موضوع را سریعاً به اطلاع اتاق کنترل بهره برداری اطلاع می دهد. سه نفر از کارکنان محوطه واحد به همراه سرپرست ناحیه جهت ایزوله نمودن مبدل و بستن شیرهای ورودی و خروجی ریبویلر به محل نشت، مراجعه می‌کنند. در هنگام تلاش تیم برای ایزوله کردن مبدل، ناگهان دبی جریان نشتی افزایش می‌یابد و ابر بخار تشکیل شده با رسیدن به منبع حرارتی (احتمالاً دودکش Stack توربوکمپرسور واحد مجاور) منفجر می‌شود. بر اثر موج این انفجار، سرپرست ناحیه و کشیک ارشد که در فاصله حدود ۱۰ متری از محل نشت حضور داشتند، پرتاب می‌شوند. با ادامه نشت از فلنج و آتش فورانی، تجهیزات و خطوط لوله اطراف در مواجهه با حریق قرار می‌گیرند و موجب تخریب پایه برج مجاور (skirt) که فاقد پوشش ضد حریق بوده است و واژگونی آن بر روی پایپ رک مجاور می گردد. پس از گذشت چند دقیقه جداره خط لوله از درز جوش پاره شده و منجر به شکل گیری آتش کروی (Fireball) به ارتفاع ۸۰ متر می‌شود. در اثر این حادثه ۴ نفر از کارکنان واحد بهره برداری، جان خود را از دست دادند.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

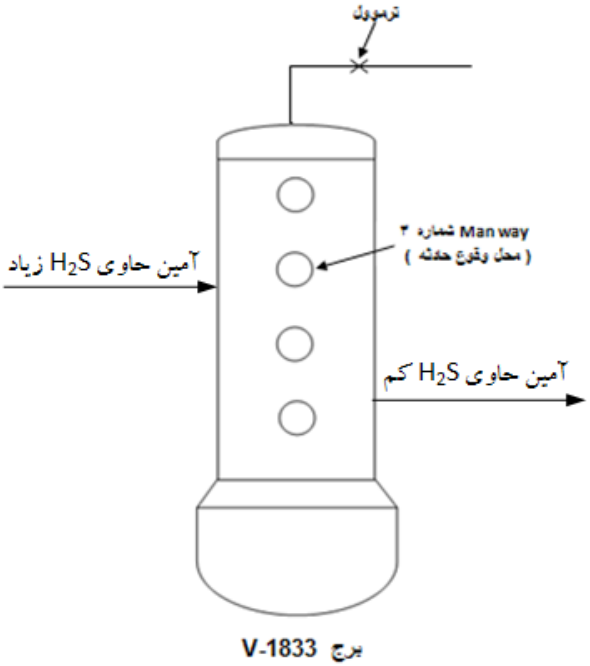
- سازه‌ها و پایه برج‌هایی که در ناحیه آتش (Fire zone) در تاسیسات فرایندی قرار دارند باید براساس استاندارد API 2218 ضدحریق (fire proof) شوند.
- در واحدهای حاوی سیالات با خطر انفجار و اشتعال بالا، عملکرد صحیح و به موقع سیستم کاشف گاز و حریق (F&G) برای شناسایی زود هنگام نشت، تاثیر بسیار مهمی بر ایمنی فرایند دارد.
- دودکش (Stack) تجهیزات احتراق داخلی (نظیر توربین های گازی) می تواند یکی از عوامل ایجاد کننده جرقه و حرارت برای انفجار ابر بخار، باشد. این دودکش ها باید بیرون از ناحیه طبقه بندی نواحی خطر واحدهای فرایندی جانمایی شوند و مجهز به سیستم شعله پوش (flame arrestor) باشند.

آیا می دانستید:

- ۷۰ درصد حوادث مربوط به گاز مایع پروپان و بوتان با پدیده دومینو همراه هستند و باعث گسترش حریق به تاسیسات مجاور می شوند.
- گاز مایع هنگام تغییر فاز ۲۵۰ برابر حجم مایع خود، فضا را اشغال می کند و حداقل انرژی لازم برای اشتعال آن ۰/۱ ژول است.
- گاز مایع از هوا سنگین تر است و تمایل به تجمع در نقاط پست و فضاهای محصور دارد.

ضد حریق نمودن سازه های فرایندی، اثرات دومینوی تشدیدکننده حوادث فرایندی را به شدت کاهش می دهد.

خفگی با گاز H_2S در بالای برج عریان ساز واحد آمین



پروانه کار برای باز کردن ابزار سنجش دما در بالای یک برج کـه حـاوی گاز H_2S بوده است، صادر می شود. دو نفر از کارکنان پیمانکار اقـدام بـه بالا رفتن از برج می نمایند که نشـت گـاز در مقابـل دریچـه سـوم بـرج موجب گاز گرفتگی و بیهوش شدن آنها می گردد. اقدام نفـر سـوم بـرای کمک رسانی به آنها منجر به گاز گرفتگی وی نیـز مـی شـود. نیروهـای آتش نشان پس از رسیدن به محل حادثه، نسبت به انتقـال مصـدومین(سه نفر) به پایین برج اقدام می نمایند که در این هنگام، سه تن از آتـش نشانان نیز با استنشاق گاز مسموم مـی شـوند. پـس از انتقـال افـراد بـه بیمارستان، دو نفر از آنها مرخص می‌شوند و یک نفر در اورژانـس تحـت درمان با اکسیژن قرار گرفته و بهبود می یابد، ولی متاسفانه سه نفر دیگر فوت می نمایند.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- بر طبق برنامه ریزی قبلی، تمامی اتصالات مربوط به تجهیزات فرایندی بررسی و از عدم نشت آنها اطمینان حاصل شود.
- ارزیابی مخاطرات و تشکیل جلسات توجیهی روزانه قبل از شروع کار در واحدهای پر ریسک.
- استفاده از دستگاه های تنفسی هوای فشرده SCBA و Air Cascade System در محل هایی که احتمال نشت گاز وجود دارد ضروری می باشد.
- اجرای مانورهای مقابله با شرایط اضطراری(ERP) جهت ارتقاء سطح آمادگی آتش نشانان برای کمک رسانی ایمن در زمان مواجهه با حادثه، به خصوص حمل مصدوم از ارتفاع
- قبل از صدور پروانه کار از ایمن بودن شرایط محیطی محل کار اطمینان حاصل شود.
- در زمان اجرای عملیات امداد و نجات ناشی از نشت گاز و آتش سوزی، استفاده از دستگاه تنفسی هوای فشرده ضروری می باشد.
- در تاسیسات حاوی گازهای سمی نظیر H_2S، کارکنان باید مجهز به دستگاه های گازسنج فردی باشند.

آیا می دانستید:

اجرای عملیات امداد و نجـات در بـرج های مرتفع بسیار دشـوار مـی باشـد و لازم است تیم امـداد و نجـات از قبـل آموزش های مرتبط را مطابق الزامات، کسب نموده و با تهیه تجهیزات کار در ارتفـاع مـورد نیـاز، عملیـات نجـات از ارتفاع به طور مـوثر و بـا پـیش بینـی تمهیدات لازم برای پیشگیری از وقوع حوادث ثانویه صورت پذیرد.

خطر نشت گاز H_2S در مجاورت دریچه ها، فلنج ها و MANWAY تجهیزات فرایندی بسیار محتمل است.

فصل دوم– تجهیزات فرایندی

آتش سوزی برج جداسازی در واحد آیزوماکس پالایشگاه

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در واحد آیزوماکس یک پالایشگاه، یکی از برج ها، برای جدا کردن محصولات واکنش و تفکیک به برش‌هایی با نقطه جوش مطلوب، استفاده می شود. خوراک برج مذکور پس از عبور از کوره توسط پمپ و از طریق یک خط لوله ۱۴ اینچ، وارد می‌شود. اشکال در کمپرسور چرخشی واحد، موجب از سرویس خارج شدن واحد شده و بازرسی برج مذکور نیز در دستور کار قرار می گیرد. شستشوی پاس‌های کوره با بخار زنی انجام و پس از "مسدود نمودن (Blanking) فلنج های برج" بازرسی و تعمیرات آن، شروع می‌شود. در مدت تعمیرات برج، به منظور جلوگیری از ایجاد مشکل در کویل کوره، مشعل pilot کوره روشن نگه داشته می شود و دمای دودکش در ۳۰۰ درجه فارنهایت تنظیم می گردد. پس از انجام تعمیرات برج، پروانه کار سرد با شرح کار برداشتن مسدود کننده‌ها (De-blank) صادر می‌شود. بدین منظور تیم ۷ نفره تعمیرات به همراه یک نفر از واحد بهره برداری در قالب ۳ گروه کاری، اقدام به برداشتن مسدودکننده‌ها می‌نمایند. در حین برداشتن مسدود کننده خط ۱۴ اینچ خروجی کوره- ورودی برج، پس از بازکردن پیچ‌های نیمه بالایی فلنج، ریزش مایع از فلنج مشاهده می شود؛ به گونه ای که مایع خارج شده تا فاصله حدود ۶ متری در سطح زمین پخش شده و در ادامه بخارات خاکستری رنگ نیز از محل فلنج به بیرون نشت پیدا می نماید. با رسیدن این بخارات به منبع جرقه، آتش سوزی از قسمت پایین برج، آغاز می‌شود. پروفایل آتش ابتدا به صورت آتش توپی(Ball Fire) و بعد از مدت کوتاهی به صورت آتش فورانی (Jet Fire) ادامه می یابد. افراد مستقر در بالای برج که در طبقات مختلف در حال برداشتن صفحات مسدودکننده بوده اند، درون شعله ها گرفتار می شوند. پس از مدت حدود ۱۰ دقیقه آتش اطفاء می شود. در این حادثه ۸ نفر از پرسنل تعمیرات مستقر در بالای برج دچار سوختگی شده و فوت می نمایند. پس از بررسی حادثه مشخص شد کویل های کوره به طور کامل پاکسازی نشده بود و محتوی هیدروکربن بوده اند. همچنین همزمان با عملیات برداشتن صفحات مسدودکننده، آماده سازی سایر بخش ها برای راه اندازی نیز در حال انجام بوده است.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در این حادثه به منظور جلوگیری از ایجاد مشکل در تیوب کوره ها، به جای انجام عملیات Caustic wash بر روی کوره، مشعلهای کوره در حالت pilot روشن نگه داشته می‌شود. ریسک تغییرات عملیاتی -هرچند موقت- باید ارزیابی و مدیریت شود.
- برای برداشتن صفحات مسدود کننده Blank باید ابتدا از بسته بودن شیر منتهی به آن و تخلیه کامل مایعات مابین شیر و Blank اطمینان حاصل شود.
- ریسک تداخل فعالیت های راه اندازی و تعمیرات اساسی، باید به درستی تحت کنترل قرار گیرد.

آیا می دانستید:

بسیاری از حوادث مرگبار در مقطع انتهایی فعالیت های تعمیرات اساسی و تداخل با راه اندازی رخ داده است. مدیریت ریسک فعالیت‌های همزمان SIMOPS را در تعمیرات اساسی نهادینه کنید.

قبل از برداشتن Blank از بسته بودن شیر و تحت فشار نبودن محتویات بالادست آن، اطمینان حاصل نمایید.

آتش سوزی محوطه در اثر تخلیه مایعات قابل اشتعال

وضعیت بشکه پلی اتیلنی حاوی گازوئیل

آثار سوختگی تاسیسات ناشی از آتش سوزی

جهت افزایش بهره وری تاسیسات بویلر یک واحد فرایندی، دو کندانسور به کندانسورهای پیش بینی شده در طراحی اولیه اضافه می شود و جهت جذب بخارات باقی مانده از آخرین کندانسور، یک شیلنگ در بشکه حاوی گازوئیل قرار می گیرد. تاسیسات مذکور زیر یک سوله-سایبان، قرار داشته است. در روز حادثه، به دلیل افزایش سطح level برج، سیال فرایندی به داخل کندانسورها تخلیه و از مسیر شیلنگ درون بشکه گازوئیل کندانسور آخر، به محوطه نشت و موجب تشکیل ابر بخار قابل اشتعال در محیط می شود. با رسیدن ابر بخار به منبع جرقه (اجاق گازی و یا کولر گازی موجود در سوله بویلر) آتش سوزی ایجاد می شود. از سه نفر اپراتور حاضر در سوله، دو نفر در خلاف جهت آتش حرکت کرده که منجر به سوختگی مختصر آنها می گردد. اما نفر سوم در جهت آتش و به سمت منبع نشت، حرکت می کند که دچار سوختگی شدید شده و فوت می نماید. فیلم های دوربین مدار بسته، نشان دهنده بروز آتش استخری در محل کندانسورها در اثر Over Flow برج در کندانسورها و ریزش به محیط، بوده است. پس از شروع آتش و جهت پیشگیری از بروز حوادث احتمالی دیگر، سیستم برق محوطه قطع شد و در نتیجه پمپ های آب آتش نشانی که از نوع برقی بوده اند، از سرویس خارج می شوند. به دلیل تحت فشار نبودن رینگ آب آتش نشانی، عملیات اطفاء بوسیله تیم های آتش نشانی برون سازمانی انجام گردید و زمان طلایی برای اقدام زود هنگام اطفا حریق، از دست می رود. در بررسی حادثه مشخص شد هیچ سند و مدرکی مبنی بر انجام فرایند مدیریت تغییر MOC و مطالعات مهندسی برای اضافه شدن دو کندانسور، در سازمان وجود نداشته است!

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در تغییرات فرایندی، محل قرارگیری ونت های جدید می تواند طبقه بندی نواحی خطرناک در اطراف را تغییر دهد! و لازم است فاکتورهای حفاظتی ایمنی (ضد انفجاری) تجهیزات برقی با توجه به تغییر طبقه بندی مناطق خطرناک، کنترل شود.
- قبل از هرگونه تغییر در فرایند، تحلیل مخاطرات فرایندی و کنترل تغییر در طبقه بندی نواحی خطر Hazadous Area Classification الزامی است.
- شبکه آب آتش نشانی شامل پمپ و خطوط، به عنوان یک سیستم فعال حفاظت از حریق جزو لایه های انتهایی حفاظتی است. مطابق استانداردهای مرتبط، پیش بینی دیزل پمپ آتش نشانی با توجه به احتمال قطع برق و از سرویس خارج شدن پمپ های برقی، بسیار مهم است.
- در این حادثه، شبکه آب آتش نشانی به صورت رو زمینی و از جنس پلی اتیلن بوده است که دچار سوختگی شدند. خطوط اصلی شبکه آب آتش نشانی باید به صورت زیرزمینی (UG) اجرا شود و حداقل اتصالات رو زمینی در آن پیش بینی شود. اتصالات و انشعابات رو زمینی باید فلزی باشد.

آیا می دانستید:

طبقه بندی نواحی خطرناک در تاسیسات فرایندی بر اساس استانداردهای زیر تعیین می شود:

-API-RP 505
-IEC 60079-10
-IP-15

یکی از کنترل های مهندسی مهم در تغییرات فرایندی، بررسی طبقه بندی نواحی خطر و ارزیابی مجدد درجه حفاظتی تجهیزات برقی است.

نقاط ونت، همواره می تواند محل نشت سیالات فرایندی باشد. از ایمن بودن محل تخلیه و کفایت درجه حفاظتی تجهیزات برقی اطراف آن، اطمینان حاصل کنید.

فصل دوم– تجهیزات فرایندی

انتشار گاز سمی به محوطه واحد در حال راه اندازی

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

شیر کنترل فشار بالای ظرف رفلاکس

محل تخلیه آب شستشو
(زانویی از این نقطه باز شده است)

در روزهای پایانی تعمیرات اساسی یک واحد شیرین سازی گاز ترش، انجام تمهیدات پیش راه اندازی واحد، در دستور کار قرار می گیرد. مطابق رویه عمل جاری، پیش از راه اندازی، لازم است مسیر فرایندی با آب داغ شستشو شود. در روز حادثه، تیم عملیاتی در حال انجام عملیات شستشوی واحد (A) با آب داغ همزمان با فعالیتهای انتهایی تعمیرات اساسی واحد بوده است. به این منظور، مسیرها با گاز متان فشارگیری شده و سپس از طریق شیرکنترل فشار بالای ظرف رفلاکس که به شبکه فلر متصل بوده است تخلیه و فشار کاهش داده می شد و سپس آب داغ از طریق زانویی پمپ رفلاکس همان ظرف -که جهت تخلیه آب از ظرف رفلاکس باز شده بود- به محیط تخلیه می شد. پس از فشارگیری مسیر با متان و گردش آب داغ و جهت تخلیه فشار مسیر، شیرکنترل فشار از طریق اتاق کنترل، به سمت شبکه فلر باز و تخلیه آب داغ از محل زانوی پمپ رفلاکس، در حال انجام بود. در حین تخلیه آب داغ، واحد فرایندی (B) ناخواسته متوقف می شود و مسیر گاز خوراک آن با غلظت بالای H_2S (>400000 ppm) به شبکه فلر تخلیه می گردد و فشار خط فلر تا ۶ پوند افزایش می‌یابد (شبکه فلر واحد A,B مشترک بوده است). به دلیل آنکه فشار در محل PV-104 واحد (A) بسیار کمتر از ۶ پوند و شیر مذکور در وضعیت باز باقی مانده بوده است، گاز سمی H_2S از طریق شبکه فلر و محل این شیر به داخل واحد (A) برگشت کرده و پس از عبور از درام رفلاکس، از محل زانویی پمپ به محیط منتشر می‌گردد. این حادثه باعث فوت ۲ نفر و گاز زدگی ۶ نفر دیگر از کارکنان در اثر مواجهه با گاز H_2S می‌شود.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در عملیات پیش راه اندازی و راه اندازی، تخلیه آب و دیگر مایعات از تجهیزات فرایندی بصورت کنترل نشده به محیط ممنوع بوده و لازم است از طریق خط لوله، تخلیه به سیستم جمع آوری مایعات منتهی به سیستم Closed drain، صورت پذیرد.
- در زمان انجام عملیات پیش راه اندازی و راه اندازی، حضور مستمر و بدون وقفه اپراتور اتاق کنترل به منظور انجام اقدامات کنترلی مورد نیاز در زمان بروز تغییرات و اشکالات فرایندی و همچنین بروز حوادث احتمالی بسیار مهم می باشد.
- در تاسیساتی که به‌واسطه امکان وجود نشت گازهای سمی مانند H_2S بالاخص در غلظت‌های بالا، پتانسیل آسیب به افراد وجود دارد؛ تامین، تحویل و بکارگیری دستگاه های تنفسی هوای فشرده و همچنین ماسک های تنفسی فرار الزامی است.

آیا می دانستید:

در زمان پیش راه اندازی، باید ریسک هرگونه تغییر در وضعیت عملیاتی سایر واحدها به خصوص در نقاط اتصال و بخش های مشترک، به دقت ارزیابی شود.

در زمان انجام فعالیتهای شستشو و تخلیه در پیش راه اندازی واحد، ریسک برگشت جریان در نقاط اتصال، هدرهای مشترک و شبکه فلر دراثر تغییر در وضعیت عملیاتی سایر واحدها باید به دقت ارزیابی گردد.

انفجار ناشی از انتشار بخارات قابل اشتعال حین خارج کردن پمپ ظرف Closed Drain

در صبح روز کاری در یک پالایشگاه، پروانه کار به منظور خارج نمودن پمپ عمودی ظرف Closed Drain دفنی واحد صادر می شود. بدین منظور، فشار ظرف تخلیه شده و تزریق ازت و گازسنجی از محوطه اطراف انجام می شود. لیکن اجرای فعالیت تعمیراتی بدلیل وجود نشتی داخلی در شیر ایزوله ازت متصل به Seal Pot پمپ تا رفع نشت متوقف می گردد. پس از توقف چند ساعته در عصر همان روز و پس از رفع نشت، مجددا فعالیت خارج نمودن پمپ آغاز و با استقرار یک دستگاه کفی جرثقیل در نزدیکی سامپ ظرف مذکور، پمپ از محل خود باز و از روی ظرف برداشته می‌شود که ناگهان گاز فرایندی از فلنج محل نصب پمپ روی ظرف، به محیط منتشر و با رسیدن بخارات به جرثقیل سبب بروز حریق در محوطه می‌شود. این حادثه باعث مصدومیت ۲ نفر از پرسنل تعمیرات و فوت یک نفر می‌شود.

شکل۱- محل استقرار کفی جرثقیل مجاور سامپ ظرف Closed Drain

شکل۲- ظرف Closed Drain مدفون

شکل۳- پمپ عمودی

شکل۴- فلنج محل نصب پمپ عمودی

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در تاسیسات عملیاتی، پیش از شروع کار بر روی خطوط و انشعابات منتهی به ظروف فرایندی، مسیرهای ورودی و خروجی آن، باید به نحو مناسبی ایزوله و Isolation Tag نصب شود.
- ظروف Closed Drain دارای ورودی و خروجی متعدد بوده و همواره ممکن است دارای فشار و محتوی هیدروکربن های فرایندی باشند. قبل از انجام کار روی این ظروف و باز کردن آن به اتمسفر، باید از تخلیه فشار و محتویات ظرف، اطمینان حاصل شود.
- محل استقرار ماشین آلات تعمیراتی باید مطابق ارزیابی نواحی خطر، پیش بینی شود.
- در صورت وقفه در انجام کار، کنترل مجدد الزامات پروانه کار از جمله انجام گاز سنجی به منظور اطمینان از عدم وجود بخارات قابل اشتعال درون ظرف، قبل از بازکردن اتصالات متصل به ظرف الزامی است.

آیا می دانستید:

در ظروف دفنی سیستم های تخلیه بسته (Closed Drain)، سیال فرایندی از مسیرهای متعدد از جمله خطوط لوله، مخازن، ظروف، برج ها و تجهیزات فرایندی می‌تواند وارد آن شود. عدم جداسازی کامل در زمان انجام فعالیت تعمیراتی روی این ظروف، می تواند موجب نشت و آتش سوزی گردد.

محل استقرار ماشین آلات برای انجام کار تعمیراتی در واحدهای فرایندی، باید مطابق ارزیابی نواحی خطر، پیش بینی شود.

وزارت نفت
ادارہ کل بہداشت، ایمنی و محیط زیست

فصل دوم– تجهیزات فرایندی

آتش سوزی در محوطه فرایندی در اثر انتشار بخارات از منهول سیستم پساب

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

یکی از واحدهای فرایندی یک پالایشگاه دارای دو بخش عملیاتی A , B می باشد. در صبح روز حادثه، بخش عملیاتی A به دلیل انجام تعمیرات در سرویس نبوده و پس از انجام تعمیرات اضطراری مجددا در حال راه اندازی بوده است و بدین منظور یکی از ظروف فرایندی واحد در حال بخار زنی بوده است. بخار زنی برج به دلیل Passing شیر مسیر بخار کم فشار LPS متوقف و شیر مذکور بسته می شود. به منظور تخلیه آب کندانس جمع شده درون برج، یک مسیر موقت تخلیه آب داغ از ظرف به سمت منهول سیستم جمع آوری پساب روغنی واحد (Oily water sump) برقرار و تخلیه آب گرم حاصل از عملیات بخارزنی در حال انجام بود. هم زمان در بخش عملیاتی دیگر همین واحد (B) ، عملیات بازپخت (تنش زدایی PWHT) با استفاده از یک دستگاه دیزل ژنراتور در حال انجام بوده است.

حوالی عصر، بدلیل حجم بالای آب گرم تخلیه شده، بخارات قابل اشتعال از درب یکی از منهول های سیستم پساب واحد (شکل ۱) به محوطه منتشر و در ابتدا یک Flash Fire رخ می دهد. یکی از پرسنل بهره برداری حاضر در محوطه به منظور بستن مسیر تخلیه آب کندانس، اقدام به نزدیک شدن به ظرف می نماید که در این زمان با حجمی از آتش مواجه شده و دچار سوختگی شدید می شود. ۴ نفر دیگر از کارکنان بهره برداری حاضر در محوطه نیز دچار سوختگی می شوند. در این حادثه متاسفانه دو نفر فوت و سه نفر دیگر دچار سوختگی می شوند.

بررسی حادثه نشان داد تخلیه حجم زیادی از آب کندانس داغ منجر به تبخیر هیدروکربن های مانده در سیستم جمع آوری پساب صنعتی واحد و نشت بخارات از یکی از سامپهای محوطه به محیط شده و در اثر رسیدن بخارات به دیزل ژنراتور، آتش سوزی به وقوع پیوسته است.

شکل۱- محل خروج بخارات به محوطه واحد

شکل۲- محل آتش سوزی

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در زمان راه اندازی واحدها همواره امکان نشت و ریزش سیالات قابل اشتعال و انفجار به محوطه وجود دارد. در این مقطع، انجام کارهای تعمیراتی بویژه کارهای گرم دارای حرارت، جرقه، سطوح داغ و شعله باز در محدوده واحدهای در حال راه اندازی، متوقف شود.
- سیستم جمع آوری پساب صنعتی، همواره آلوده به هیدروکربن است. تخلیه سیالات داغ به این سیستم، می تواند منجر به تبخیر هیدروکربن و انتشار بخارات قابل اشتعال در محوطه واحدها شود.
- ماشین آلات تعمیراتی دارای سیستم‌های احتراق داخلی، سطوح داغ و جرقه، باید در فاصله مناسب از محل های احتمالی نشت نظیر ونت، دریچه‌های منهول های سیستم پساب صنعتی مستقر شوند.

آیا می دانستید:

کانالهای منتهی به حوضچه پساب صنعتی که مانند یک شبکه در تمام سطح تاسیسات اجرا شده است، همواره امکان انتشار مواد هیدروکربنی و گسترش حریق به سایر نقاط تاسیسات را دارند.

تخلیه سیالات داغ به سیستم جمع آوری پساب صنعتی، می تواند منجر به تبخیر هیدروکربن و انتشار بخارات قابل اشتعال در محوطه واحدها شود.

خوردگی و آتش سوزی بدنه برج

در یک واحد پالایشگاهی، بدنه برج یک واحد تقطیر با عمر بیش از ۳۰ سال- در محدوده توزیع کننده مایع برگشتی(Reflux) آن - سوراخ شده و سیال نشت یافته ابتدا باعث آلوده شدن عایق های بدنه برج و سپس آتش سوزی در محدوده بالایی برج گردید. پس از آتش سوزی، واحد به صورت اضطراری از سرویس خارج و آتش خاموش شد؛ پس از بررسی بدنه و جدا کردن عایق خارجی برج، بر روی بدنه آن سوراخی به ابعاد۲۰ * ۵ سانتی متر مشاهده شد. آخرین سوابق ضخامت سنجی این ناحیه مربوط به ۱۰سال قبل و در حین تعمیرات اساسی واحد بوده است. خوشبختانه این حادثه آسیب پرسنلی به همراه نداشت و تنها منجر به ایجاد خسارت جزئی به عایق های بدنه برج در ناحیه آتش سوزی گردید.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

در تاسیسات فرایندی با عمر بالا که دچار سالخوردگی (Aging) می باشند، فواصل انجام تعمیرات اساسی و بازرسی فنی تجهیزات و ظروف باید کاهش یابد. در استانداردهای مرتبط، حداکثر زمان تعمیرات اساسی و بازرسی این گونه واحدها، ۳ سال توصیه می شود.

آیا می دانستید:

پدیده سالخوردگی(Aging): به تغییراتی اطلاق می شود که به مرور زمان و با توجه به عوامل مختلف محیطی، شیمیایی و فیزیکی بر تجهیزات، مواد و سیستم های مرتبط در تاسیسات فرایندی رخ می دهد، ازجمله خوردگی، فرسودگی و کاهش استحکام.

Fitness For Service: بمنظور تضمین عملیات ایمن و قابل اعتماد تجهیزات فرایندی تحت فشار مورد استفاده در تاسیسات نفت،گاز و پتروشیمی، FFS ابزارهای کَمّی را فراهم آورده تا بتوان آسیب ها را ارزیابی و عمر باقیمانده مفید تجهیزات را پیش بینی نمود.

از استانداردهای مرتبط با FFS می توان به"API 579/ ASME FFS-1" اشاره کرد.

تاسیسات فرایندی با عمر بالا بدلیل خوردگی های داخلی و خارجی و همچنین طراحی قدیمی، پتانسیل لازم برای بروز نشت سیال فرایندی را دارند.

در تاسیسات فرایندی سالخورده، با انجام بازرسی فنی و تعمیرات اساسی به موقع تجهیزات و دستگاه های فرایندی ، از ایمن بودن آنها اطمینان حاصل شود.

فصل دوم – تجهیزات فرایندی

انفجار دیگ بخار در اثر افزایش فشار داخلی

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در هنگام راه اندازی یکی از واحدهای پتروشیمی در منطقه ای با شرایط جوی سرد، سرما و برودت شدید هوا موجب یخ زدگی کندانس بخارات در مسیر شیر یک طرفه خروجی و انسداد مسیر، می گردد. بدلیل مسدود بودن مسیر خروجی، فشار ظرف فرایندی افزایش یافته و با افزایش ناگهانی فشار، ظرف منفجر می شود. در اثر انفجار، بخشی از قطعات به تجهیزات مجاور برخورد می کند و میزان زیادی بخار در فضا آزاد می گردد. تیم ایمنی و آتش نشانی در محل حاضر می شوند و جستجوی نفرات واحد برای اطمینان از سلامت آنها، صورت می گیرد. بدلیل انتشار ابر بخار ناشی از آسیب دیدگی تجهیزات مجاور، همزمان عملیات گازسنجی انجام می شود تا از عدم امکان وقوع حادثه زنجیره ای (دومینو) اطمینان حاصل شود. بررسی های حادثه نشان داد برای ظرف منفجر شده، شیر ایمنی تخلیه فشار (PSV)، طراحی و نصب نشده بوده است.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

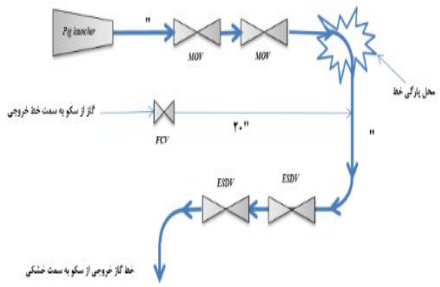
- شیرهای ایمنی تخلیه فشار (PSV) اصلی ترین لایه حفاظتی ایمنی فرایند برای رهایش افزایش فشار داخلی تجهیزات و پیشگیری از انفجار به علت افزایش فشار، می باشند. با بررسی مهندسی و انجام مطالعات تحلیل مخاطرات فرایندی از وجود، تناسب و در سرویس بودن شیرهای PSV روی ظروف تحت فشار، اطمینان حاصل نمایید.
- بازبینی ایمنی پیش از راه‌اندازی عملیاتی(PSSR) قبل از راه اندازی واحد، نقش موثری در راه اندازی ایمن تاسیسات دارد.
- پیشگیری از یخ زدگی مسیرها با انجام اقدامات مهندسی و کنترل های عملیاتی به منظور اطمینان از باز بودن آنها بویژه در شرایط جوی یخبندان و سرما، یک ضرورت برای ایمنی تاسیسات است.

آیا می دانستید:

پدیده یخ زدگی یکی از عوامل بسیار مهم دربروز حوادث فرایندی در مناطق سردسیر می باشد. شناسایی نقاطی که احتمال تجمع مایعات، بروز یخ زدگی و مسدود شدن خطوط را دارا می باشند حائز اهمیت بوده و می بایست در زمان توقف واحد بطور کامل تخلیه گردد. استفاده از سیستم های گرمایشی نقاط مذکور (HeatTracing برقی یا کویل بخار) برای پیشگیری از یخ زدگی، یکی از راهکارهای مهندسی در کنترل ریسک این نقاط، می باشد.

با انجام اقدامات مهندسی و کنترل های عملیاتی، از یخ زدگی مسیرهای فرایندی پیشگیری کنید.

در یک سکوی دریایی گازی، انفجار و آتش سوزی در محل محفظه ارسال توپک (Pig launcher) در ناحیه Main deck سکو اتفاق افتاد. به دنبال شروع آتش سوزی و زبانه کشیدن شعله های آتش به طرف بالا و وجود وسایل قابل اشتعال، آتش ناحیه Top deck سکو را فرا می‌گیرد. در زمان حادثه ۲ نفر از پرسنل در اتاق کنترل سکو و مابقی در Top deck حضور داشتند. با شنیدن صدای انفجار، کارکنان روی سکو به طرف پل فلر فرار کرده و با رسیدن کشتی از طریق Bridge support tripod jacket که در وسط پل فلر واقع شده بود و با استفاده از Scramble net سکو را ترک می نمایند. وجود Blast wall بین محل انفجار با اتاق کنترل و سایر قسمت های فرایندی، موجب کاهش خسارت جانی و مالی در این حادثه گردیده است. بررسی حادثه نشان داد موقعیت ایزومتریک Pig launcher به گونه ای طراحی شده بود که جریان ساکن سیال خورنده در آن وجود داشته و به مرور زمان دچار خوردگی و کاهش ضخامت شده بود.



شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

محفظه های ارسال و دریافت توپک به دلیل عدم جریان مستمر در آنها، یکی از محل های مستعد خوردگی هستند و درصورت شکست مکانیکی می توانند حوادث بزرگی ایجاد کنند. بازرسی منظم، پایش و بررسی وضعیت خوردگی و ضخامت سنجی این محفظه ها متضمن یکپارچگی مکانیکی کل تاسیسات است.

آیا می دانستید:

- قایق‌های نجات تمام سربسته TEMPCS و قایق‌های نجات بادی Life Raft برای ترک اضطراری کارکنان به کار گرفته می شود. در این خصوص رعایت الزامات LSA Code, IMO, Edition 2010 ضروری می باشد.
- تدوین و اجرای طرح های اضطراری EER در سکوهای دریایی بسیار ضروری می باشد. (ISO 15544)

در تاسیسات فرایندی محدود نظیر سکوهای دریایی، باز بودن مسیرهای تخلیه و فرار و دسترسی افراد به تجهیزات نجات، تنها شانس پرسنل برای نجات در حوادث فرایندی با پیامد شدید است.

فصل دوم – تجهیزات فرایندی

انفجار داخلی هنگام جوشکاری بر روی تیپ فلر

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در یک واحد پالایشی، پس از توقف واحد به منظور انجام تعمیرات اساسی، گاززدایی و خنثی سازی ظروف و تجهیزات فرایندی از طریق شبکه فلر در دستور کار قرار گرفت. تاسیسات مذکور فاقد سیستم تامین و شبکه ازت بوده است و با بکارگیری پکیج های پرتابل، ازت مورد نیاز برای پاکسازی و خنثی سازی ظروف و جاروب کردن (swipe) گازها و بخارات قابل اشتعال به سمت شبکه فلر تامین می شود. یکی از دستورکارهای تعمیرات اساسی، بازرسی و تعمیر تیپ فلر واحد بوده است. بدین منظور، از طریق افزایش سطح آب ظرف Seal Drum پایین فلر و در نتیجه قطع شدن مسیرگاز ارسالی به فلر، شعله خاموش و سپس آب درون Seal Drum مجددا تخلیه می شود. چند روز پس از خاموش شدن فلر، به منظور آماده سازی شرایط برای بازرسی و جوشکاری در تیپ فلر، مسیر لوله کشی خروجی K.O. Drum به سمت فلر با نصب صفحه مسدود کننده، از K.O. Drum جداسازی می شود. چهار روز پس از جداسازی، پروانه کار به منظور جوشکاری بر روی تیپ فلر صادر می شود و تیم کاری شامل یک جوشکار و کمکی بالای سازه فلر مستقر می شوند. حین انجام جوشکاری، انفجاری داخل استک فلر رخ داده و جوشکارکه بر روی تخته داربست روی دهانه خروجی تیپ فلر در حال جوشکاری بوده است، در اثر موج فشار ناشی از انفجار، پرتاب شده و از ارتفاع ۸۰ متری سقوط می کند. فرد جوشکار مجهز به کمربند هارنس متصل به سازه داربست بندی بوده است لیکن در زمان انفجار، کمربند ایمنی بدلیل موج انفجار از محل اتصال، کنده شده است. علاوه بر فوت جوشکار، این انفجار سبب **حرکت طولی لوله در مسیر آن و شکسته شدن برخی ساپورت ها، گردید.** در بررسی حادثه مشخص شد به دلیل تغییر پارامترهای اجزای متشکه خوراک واحد و ارسال گازهای اسیدی و خورنده به سمت فلر، نرخ خوردگی تیپ فلر به شدت افزایش یافته و بدلیل سوراخ شدگی و خوردگی آن، مکررا مورد بازرسی و تعمیر قرار می گرفت.

تخریب گسکت فلنج

حرکت طولی خط فلر روی ساپورت

تیپ فلر در حال جوشکاری

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- به منظور آماده سازی سیستم فلر برای تعمیرات، با توجه به خطرات ذاتی شبکه فلر و گستردگی آن، انجام گاززدایی و خنثی سازی، بسیار مهم است. توصیه می شود پس از قطع گاز ارسالی، خاموش شدن فلر بوسیله تزریق ازت انجام شود و با سنجش گاز در نقاط نمونه برداری، از عدم وجود گاز قابل اشتعال در شبکه فلر شامل لوله کشی، ظروف و استک، اطمینان حاصل شود.
- بدلیل ارتفاع زیاد سازه های فلر و مخاطرات ویژه آن، برای انجام تعمیرات و جوشکاری بر روی تیپ فلر، اولویت اول بازکردن تیپ و انتقال آن بر روی سطح زمین یا کارگاه تعمیراتی می باشد.
- شبکه ازت یک نیازمندی اساسی برای ایمن سازی تاسیسات عملیاتی- بویژه در تعمیرات اساسی- است. پیش بینی سیستم تولید ازت در تاسیسات به منظور سهولت در فراهم کردن ازت مورد نیاز تاسیسات، نقش مهمی در پیشگیری از حوادث فرایندی دارد.

آیا می دانستید:

شبکه فلر یکی از تاسیسات مهم در فرایند می باشد که پتانسیل گسترش حریق/ انفجار را به کلیه تجهیزات متصل به آن دارد. به منظور پیشگیری از برگشت شعله، لایه های حفاظتی متعدد نظیر سیستم های Seal Drum بر روی استک و شبکه فلر پیش بینی می شوند.

برگشت شعله به سمت تاسیسات فرایندی و بروز انفجار داخلی ، یکی از مخاطرات فرایندی شبکه فلر است.

فصل دوم– تجهیزات فرایندی

پرتاب درپوش چاه در اثر فشار و برخورد به سر فرد

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

یک روز قبل از حادثه، چاه نفتی جهت انجام آزمایش استاتیک بسته می‌شود. در صبح روز حادثه، واحد انجام آزمایش فشار ساکن گروه خدمات چاه ها همراه با سرپرست گروه مطابق برنامه و درخواست مهندسی مخازن پس از اخذ اطلاعات عمومی چاه، به محل مذکور عزیمت می نمایند. پس از حضور در محل چاه، بررسی اولیه ادوات مرتبط، استقرار خودرو حامل دستگاه های مرتبط، تنظیم و چک کردن چاه و ادوات مرتبط با آن و بررسی شیرآلات تاج چاه صورت می گیرد. در ادامه و پس از شروع کار، یک نفر از پرسنل به منظور بازکردن درپوش (Cap) چاه روی پلتفرم مجاور درپوش مذکور استقرار یافته و به منظور تخلیه فشار ذخیره شده، اقدام به بازنمودن شیر سوزنی درپوش می نماید.

پس از تخلیه گاز محبوس شده در فضای حدفاصل شیر عمقی و درپوش مذکور، اقدام به بازنمودن پیچ و مهره نگهدارنده درپوش نموده و پس از آن با استفاده از چکش، جهت چرخاندن و باز شدن درپوش، ضربه ای به آن وارد می نماید که در این هنگام درپوش بدلیل احتمال گرفتگی روزنه خروجی شیر سوزنی بوسیله رسوبات، از محل خود رها شده و پس از برخورد با پیشانی فرد به بیرون از محدوده حصار چاه پرتاب می گردد. شخص حادثه دیده توسط همکارانش با خودرو مستقر در محل به بیمارستان منتقل گردید که متأسفانه ایشان قبل از رسیدن به بیمارستان دارای علائم حیاتی نبوده و فوت می نماید.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در تاسیسات سرچاهی شیرهای قدیمی با شیر دارای نقطه تخلیه فشار یا مدل های دارای فناوری جدید تعویض تا ضریب اطمینان از عدم وجود فشار در زیر درپوش، بیشتر گردد.
- فشار استاتیک، یکی از مخاطرات اصلی در چاه ها است. درخصوص عملیات تعمیر، تکمیل و کار بر روی ادوات سرچاهی و حتی درون چاهی، لازم است فرایندهای شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات موجود، انجام شود.
- آموزش های فنی تخصصی خصوصاً در سطح کارکنان پیمانکاری که در تاسیسات عملیاتی کار می کنند، نقش کلیدی در شناسایی مخاطرات فعالیت ها و پیشگیری از بروز حوادث توسط کارکنان دارد.

آیا می دانستید:

چاه ها دارای فشار استاتیک بسیار بالایی می باشند. تجهیزات و اتصالات تحت فشار، پتانسیل لازم را برای پرتاب شدن و آسیب به افراد را دارند.

قبل از باز کردن درپوش ها، بررسی احتمال وجود فشار محبوس مابین شیرها و اتصالات و اطمینان از تخلیه فشار پیش از انجام کار، ضروری است.

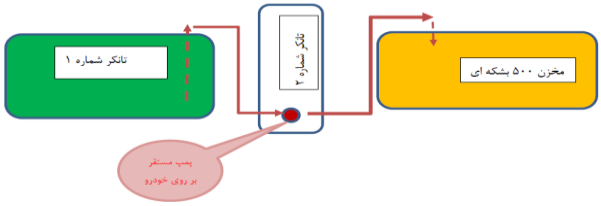
وزارت نفت
ادارهٔ کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست

فصل دوم– تخلیه و بارگیری

انفجار در زمان تخلیه مایعات قابل اشتعال از تانکر

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در یک تاسیسات سرچاهی، جهت تخلیه مایعات گازی موجود در تانکر ۱ به درون مخزن۵۰۰ بشکه ای مستقر در محوطه چاه گازی، تانکر۱ و تانکر۲ و مخزن ۵۰۰ بشکه ای به ترتیب زیر در محوطه چاه مستقر می‌گردند:



پروانه کار گرم به منظور تخلیه مایعات هیدروکربنی موجود در تانکر شماره ۱ به درون مخزن ۵۰۰ بشکه ای از طریق پمپ مربوط به تانکر ۲، صادر و کارشناس ایمنی به محل اعزام شده تا وضعیت استقرار، سیستم ارت و دیگر موارد مرتبط را بررسی نماید. با توجه به عدم وجود کابل ارت مابین تانکر ۱، ۲ و مخزن ۵۰۰ بشکه ای، انجام فعالیت از سوی کارشناس ایمنی ممنوع اعلام شده و پروانه کار باطل می شود. لیکن مجری کار بدون توجه به این موضوع، فعالیت تخلیه تانکر را آغاز نموده و قسمت اول تانکر ۱ به طور کامل و ۸۰٪ قسمت دوم آن به مخزن ۵۰۰ بشکه ای تخلیه می گردد. با توجه به وجود مقداری مایعات باقیمانده درون تانکر ۱، راننده تانکر ۲ به بالای تانکر ۱ رفته (در محل دریچه بالایی تانکر۱)، شیلنگ موجود درون تانکر را تکان می دهد که در این لحظه انفجار شدید داخلی به همراه حریق رخ می‌دهد که سبب سقوط اپراتور از روی تانکر و همچنین گسترش حریق به تانکر ۲ می‌گردد. نکته قابل ذکر اینکه در دستورالعمل بارگیری و تخلیه تانکر حمل مایعات هیدروکربنی جاری در سازمان، به خاموش بودن خودرو به عنوان یک اقدام پیشگیری از حریق تاکید شده بود اما تانکر ۲ از نیروی موتور جهت چرخش پروانه پمپ انتقال استفاده می نمود و موتور خودرو در زمان وقوع حادثه روشن بوده است.

تانکر ۱ و محل حضور فرد بالای آن

محل خروج شعله ناشی از انفجار داخل مخزن تانکر ۲

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- تخلیه تانکرهای حمل مایعات هیدروکربنی باید از طریق اتصالات موجود در کف و پایین ترین نقطه که بصورت استاندارد طراحی و بر روی خروجی تانکر تعبیه شده است صورت گیرد و از بازکردن درب بالایی مخزن و استقرار در آن نقطه، خودداری شود.
- عملیات تخلیه و بارگیری تانکرهای حمل مایعات هیدروکربنی دارای مخاطرات زیادی می باشد و نیازمند رویه های کنترل عملیات، می باشد. جهت انجام این فعالیت باید رویه اجرایی در مستندات وجود داشته باشد.
- مایعات گازی جزو سیالات نارسانا هستند. در عملیات تخلیه این مایعات از تانکر، باید تمهیدات لازم به منظور تخلیه الکتریسیته ساکن شامل وجود کابل اتصال زمین تانکر و اتصال آن به محل مناسب و همبندی متعلقات نظیر پمپ، مخزن، پیش بینی و از صحت این موارد، اطمینان حاصل شود. قبل از شروع عملیات تخلیه باید موتور خودرو خاموش شود. لذا در انتخاب تانکرهای حمل کننده مایعات هیدروکربنی به این مهم توجه شود.

آیا می دانستید:

توانایی یک ماده برای انتقال بارهای الکترواستاتیکی که معمولا بر حسب PicoSiemens بر متر(pS/m) برای فرآورده‌های نفتی بیان می شود را رسانایی(Conductivity) گویند.

رسانا: بیش از 10^4 pS/m

نیمه رسانا: ۵۰ pS/m تا 10^4 pS/m

نارسانا: کمتر از ۵۰ pS/m

مایعات گازی جزو سیالات نارسانا / کم رسانا هستند و در صورت عدم تخلیه الکتریسیته ساکن، پتانسیل بروز انفجار را دارند.

در عملیات تخلیه تانکرهای حاوی مایعات هیدروکربنی نارسانا، تمهیدات لازم به منظور تخلیه الکتریسیته ساکن، پیش بینی و از صحت این موارد، اطمینان حاصل شود.

وزارت نفت
ادارهٔ کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست

فصل دوم– تخلیه و بارگیری

آتش سوزی زمان شروع بارگیری حلال در تانکر حمل مایعات

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در یک تاسیسات بارگیری کامیونی، برای بارگیری حلال در یک سکوی بارگیری موقت و غیر استاندارد، راننده اقدام به اتصال سیم ارت به بدنه تانکر نموده و پس از اتصال شیلنگ بارگیری در داخل مخزن تانکر، هر دو شیر مربوط به بارگیری را باز می‌نماید. حین بارگیری و در زمان بررسی سطح مایع درون تانکر از طریق دریچه باز بالای آن، ناگهان آتش با انفجار اولیه شروع و ضمن گسترش در سطح تانکر، راننده را نیز گرفتار می نماید. وی به سرعت خود را از محوطه آتش دور نموده و با غلطیدن بر روی زمین سعی در خاموش کردن البسه و بدن خود می نماید. اپراتور بارگیری نیز که پیش تر شیر اصلی روبروی محل بارگیری موقت را باز کرده و به سمت محل بارگیری در حرکت بوده است، وقتی متوجه آتش سوزی می‌شود، اقدام به بستن دوباره شیر مذکور می‌نماید. متاسفانه مصدوم حادثه پس از گذشت ۱۲ روز به علت سوختگی شدید فوت می کند.

شکل۱- شیلنگ بارگیری

شکل۲- سکوی بارگیری

شکل ۳- تانکر حادثه دیده

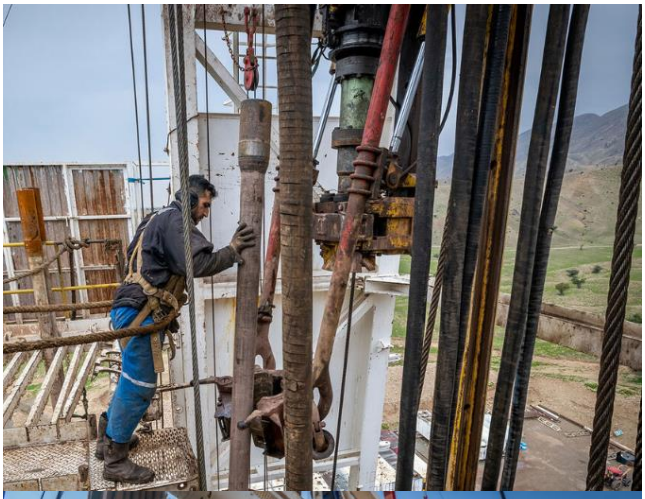
شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- ایستگاه بارگیری باید مجهز به بازوهای استاندارد باشد. نوع سیستم بارگیری (Top/Bottom Loading) باید بر اساس نوع مایع قابل اشتعال تعیین شود.
- به منظور پیشگیری از خطرات ایجاد / تخلیه الکتریسته ساکن، بازوی بارگیری باید تا فاصله ۱۵ سانتی متری کف تانکر از طریق دریچه های بالا، وارد تانکر شود.
- تانکرهای بارگیری باید دارای گواهی تایید فنی باشد. به منظور پیشگیری از سر ریز تانکر، حجم بارگیری بر اساس ظرفیت مجاز تانکر که در این گواهی درج شده است، از طریق سیستم کنترلی، تنظیم شود.
- با طراحی و اجرای سیستم اتصال به زمین هوشمند، از موثر بودن سیستم ارت و همبندی بین بازوی بارگیری و تانکر اطمینان حاصل نمایید. توصیه می شود سیستم ارتینگ مجهز به شیر بارگیری Interlock باشد تا پس از برقراری موثر ارت و همبندی، اجازه بازشدن شیر صادر شود.
- ایستگاه های بارگیری، باید مجهز به سیستم اطفاء حریق ثابت پاشش فوم بالای محل قرار گیری تانکر بر اساس استاندارد مربوطه، باشند.
- حضور اپراتور و راننده بر روی تانکر تا اتمام بارگیری، اکیدا ممنوع است.

آیا می دانستید:

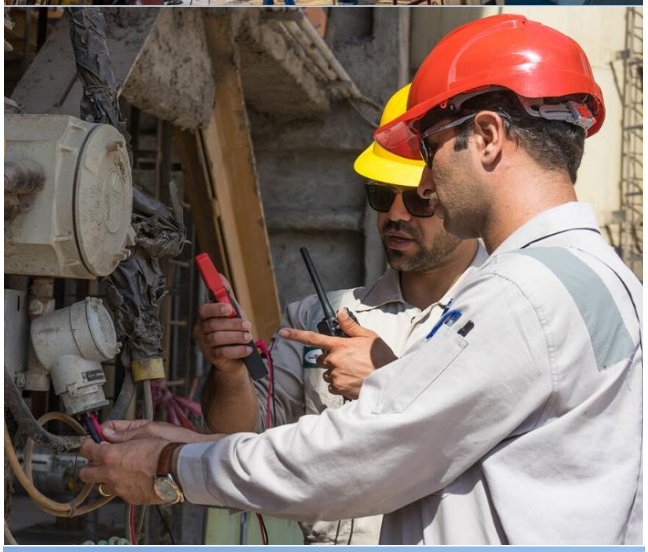
- در بارگیری یا تخلیه مایعات قابل اشتعال نارسانا /کم رسانا، پیشگیری از خطرات الکتریسته ساکن بسیار اهمیت دارد. تخلیه بارهای ساکن الکتریکی می تواند انرژی مورد نیاز انفجار درون تانکر را بوجود آورد (منبع API-2003).
- استاندارد NFPA385 الزامات مورد نیاز را جهت ساخت و بارگیری/تخلیه تانکر حمل مایعات قابل اشتعال، ارائه می دهد.

خطرات الکتریسته ساکن در تاسیسات بارگیری، بسیار جدی است. با نصب بازوهای استاندارد و طراحی بر اساس استانداردهای معتبر، از بروز انفجار و آتش سوزی در بارگیری یا تخلیه تانکرها پیشگیری کنید.



فصل سوم

حوادث شغلی



فضای بسته

حفاری و گود برداری

باربرداری و جابه جایی

تمیزکاری تجهیزات

جوشکاری، برشکاری

نشت یابی / تست فشار

مسمومیت در اثر استنشاق گاز سمی سولفید هیدروژن

روز قبل از حادثه، تعمیرات اساسی مخزن بهره‌برداری (Production tank) با انجام عملیات ایزولاسیون شیرهای ورودی و خروجی مخزن توسط پیمانکار آغاز می‌گردد. پس از انجام ایزولاسیون، به‌منظور تخمین میزان لجن نفتی موجود در کف مخزن، دریچه آدم‌رو مخزن باز و داخل مخزن رؤیت می‌شود، سپس این دریچه به‌طور موقت (با چهار مهره) بسته می‌شود و به منظور جلوگیری از ایجاد خلأ در اثر کاهش فشار داخلی مخزن به واسطه مواجهه با دمای سرد در شب و درنتیجه تغییر فرم مخزن آن، دریچه فوقانی مخزن (۱۶ اینچ) بازمی‌گردد. صبح روز حادثه، ۳ نفر از نیروهای پیمانکار، جهت انجام فعالیت لایروبی مخزن، وارد تاسیسات می‌شوند. نیروهای پیمانکار به محل مخزن مراجعه و پس از حفر گودالی در نزدیکی مخزن اقدام به بازنمودن دریچه آدم‌رو می‌کنند که غلظت زیاد گاز سولفید هیدروژن، موجب فوت یک نفر و مسمومیت دو نفر دیگر می گردد. به دلیل عدم حضور سرپرست بهره‌برداری کارخانه جهت صدور و تائید پروانه و ناظر تعمیرات اساسی جهت دریافت تایید پروانه در واحد بهره‌برداری، پروانه کار برای باز کردن دریچه صادر نشده بود.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- اتخاذ تدابیر پیشگیرانه و در دسترس بودن تجهیزات مقابله با گاز H_2S از قبیل دستگاه تنفسی، ماسک تنفسی کارتریج دار و دستگاه‌های پرتابل تشخیص گاز H_2S در هنگام انجام کار در محوطه های حاوی گاز H_2S ضروری می باشد.
- برای انجام هر کاری در تاسیسات، صدور پروانه کار و انجام گاز سنجی شامل گازهای قابل اشتعال و گازهای سمی، الزامی است.
- شناسایی مخاطرات و ارزیابی ریسک‌ها از جمله مخاطرات مرتبط با وجود گاز سولفید هیدروژن در انجام فعالیتهای تعمیرات اساسی برای پیش بینی تمهیدات پیشگیرانه الزامی است.
- جهت جلوگیری از هرگونه اشتباه در انجام کار، روش اجرایی و دستورالعمل کاری شفاف به کارکنان پیمانکار ارائه شود.
- قبل از شروع کار از پیاده‌سازی صحیح و اثربخش الزامات و رویه‌های مدیریت HSE پیمانکاران از جمله HSE Plan اطمینان حاصل شود.

آیا می دانستید:

سولفید هیدروژن گاز بسیار سمی در دمای عادی می‌باشد. این گاز در غلظت های زیاد موجب مرگ می شود.

خطر گاز سولفید هیدروژن در اکثر فعالیت‌های صنعت نفت وجود دارد که این خطر در فعالیت‌های غیر روتین تعمیرات اساسی نیازمند توجه می باشد.

به دلیل اینکه دانسیته سولفید هیدروژن ۱٫۳۹ برابر دانسیته هوا می‌باشد تمایل به تجمع در نواحی پست مانند چاله‌ها، انبارها و محل‌های تخلیه بیشتر می باشد. لذا هنگام بازرسی محیط این نکته مهم را باید در نظر گرفت.

سولفید هیدروژن تاکنون باعث مرگ های بسیاری در صنعت نفت گردیده است، در فعالیت های فرایندی یا تعمیراتی در تاسیسات و تجهیزات دارای گاز H_2S احتیاط نمایید.

انتشار گاز H_2S از حوضچه شیر خط لوله زیرزمینی

بدنبال گزارش های واحد HSE مبنی بر احتمال نشت گاز هیدروژن سولفوره در محوطه اطراف یک حوضچه شیر (Valve pit) و همچنین نتایج ضخامت سنجی قبلی واحد بازرسی‌فنی بر روی یک رشته خط لوله ۶ اینچ تخلیه مایعات هیدروکربنی مازاد واحدهای عملیاتی به ظرف Sump، تصمیم گرفته می شود با تزریق آب با فشار بالا به خط لوله مذکور، نسبت به رفع گرفتگی و تشخیص موضعی محل نشتی اقدام گردد. در حین انجام این فرایند، اپراتور ارشد اتاق کنترل از اپراتور محوطه می خواهد تا وضعیت شیر ورودی به ظرف Sump را از حالت بسته به باز تغییر دهد. اپراتور محوطه بدون هماهنگی با واحد HSE و سایر همکاران عملیاتی اقدام به ورود به حوضچه شیر(Valve pit) با عمق بیش از ۳ متر می نماید. بدنبال قطع ارتباط رادیویی اپراتور محوطه با اتاق کنترل، اپراتور دوم در محل حاضر و متوجه گاز گرفتگی اپراتور اول می شود و موضوع را به واحد HSE اطلاع رسانی می نماید. پس از حضور تیم امداد و نجات و خارج کردن مصدوم از درون حوضچه، اقدامات انجام شده در مرکز درمانی موثر واقع نگردید و متاسفانه منجر به فوت وی می شود.

بررسی حادثه نشان داد پس از راه اندازی تاسیسات اصلی؛ طراحی، ساخت و راه اندازی یک واحد کاستیک بدون پیش بینی مسیر تخلیه مجزای ضایعات خروجی واحد (با توجه به نرخ خورندگی بالای این ضایعات) انجام شده و بدلیل قدمت زیاد و متناسب نبودن طراحی خط با میزان خورندگی مواد و مایعات تخلیه شده، موجب ایجاد خوردگی و در نهایت سوراخ شدن خط لوله گردیده و نشت و تجمع گاز در حوضچه را به دنبال داشته است.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- فرایند مدیریت تغییر برای کلیه تغییرات فرایندی - بویژه تغییر در ماهیت سیال در خطوط و تجهیزات- باید به طور کامل انجام شود. در این حادثه، با توجه به اجرای طرح جدید واحد کاستیک و تخلیه پساب، این طرح به عنوان یک ماده جدید با قابلیت خوردگی در خط لوله موجود، لازم بوده است تا مطالعات لازم برای انجام این تغییر مد نظر قرار گیرد.
- حوضچه های شیر عموما دارای خطر تجمع بخارات قابل اشتعال و سمی سنگین تر از هوا می باشند. یک راهکار موثر این است که مکانیزم hand wheel شیرهای موجود در حوضچه به نحوی اصلاح شوند تا افراد بدون نیاز به رفتن به داخل حوضچه بتوانند از بیرون نسبت به باز و بسته کردن آن اقدام نمایند.

آیا می دانستید:

حوضچه های شیر عموما دارای خطر تجمع بخارات قابل اشتعال و سمی سنگین تر از هوا می باشند.

حوضچه های شیر با عمق بیش از ۱/۲ متر به عنوان فضای بسته تلقی می شود که ضمن الزام به رعایت مقررات مختص به این فضاها ارائه آموزش های لازم به کارکنان ضروری می باشد.

حوضچه های شیر (Valve Pit) حاوی خطوط هیدروکربنی قابل اشتعال و سمی، یک فضای بسته محسوب می شوند. برای ورود به این حوضچه ها، به خطرات ورود به فضای بسته توجه کنید.

انفجار داخلی هنگام کار گرم درون ظرف فرایندی

در مراحل پایانی تعمیرات اساسی در یک واحد فرایندی، بازرسی داخلی و انجام تعمیرات جزئی درون ظرف تفکیک گر جانبی یک برج فرایندی، در دستور کار قرار می گیرد. قبل از تصمیم به انجام این کار، کلیه خطوط ارتباطی بین ظرف تفکیک گر و برج با بستن شیرهای ارتباطی و نصب صفحه مسدود کننده قطع شده و فعالیت هایی نظیر سندبلاست داخل ظرف، انجام شده بود. چندین روز قبل از حادثه، صفحات مسدودکننده بین ظرف و برج، به منظور شستشوی برج و تخلیه از مسیر ظرف برداشته می شود و محتویات از طریق خط لوله مابین برج و ظرف تخلیه می گردد. **لیکن پس از اتمام این فعالیت، نصب مجدد یکی از این صفحات مسدود کننده که بالای ظرف قرار داشته ، انجام نشده است.**

در صبح روز حادثه، پروانه کار ورود به ظرف برای بازرسی، جوشکاری و برشکاری، صادر می شود. به دلیل مهیا نبودن ملزومات کار (تامین برق)، ورود به تعویق می افتد. در ساعت ۱۵ پس از تامین برق، تیم سه نفره شامل بازرس فنی، جوشکار و کمک جوشکار وارد ظرف می شوند. مدت کوتاهی پس از ورود تیم کاری، انفجاری در داخل ظرف رخ می دهد که موجب فوت ۳ نفر و مصدومیت ۴ نفر دیگر می گردد. (۲ نفر از فوت شدگان داخل ظرف و نفر سوم بیرون ظرف مستقر بوده اند). در بررسی این حادثه مشخص شد روز قبل از حادثه، صفحه مسدود کننده خط لوله مابین برج و ظرف از محل اتصال به برج نیز برداشته شده و مسیر برج به سمت ظرف باز بوده است.

نمای داخل ظرف پس از انفجار

نمای بیرون ظرف پس از انفجار

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در جداسازی فرایندی فضای بسته از تجهیزات، ظروف و خطوط لوله و تاسیسات مرتبط ، اولویت اول قطع ارتباط فیزیکی و اولویت دوم استفاده از صفحات مسدود کننده می باشد. نباید به بستن شیر مسیرها و انشعابات متصل به فضای بسته به منظور جداسازی، اکتفا شود. درصورت نیاز به انجام کار حتی با زمان بسیارکوتاه، باید تمهیدات جداسازی اجرا گردد.
- صفحات مسدود کننده باید در نزدیک‌ترین فلنج/ اتصالات ورودی و خروجی ظرف نصب شود و محل نصب ابزارهای جداسازی به نحو مناسبی برچسب گذاری/ قفل زنی (Lock out/Tag out) شوند.
- در محل هایی نظیر لوله کشی با شیب منفی، اتصالات U شکل، اسپول انتهایی متصل به ظرف، احتمال حبس هیدروکربن وجود دارد که می تواند منشاء تولید بخار و ایجاد اتمسفر خطرناک در محفظه باشد. در ارزیابی مخاطرات ورود به فضای بسته، این محل ها باید شناسایی و نسبت به تخلیه و پاکسازی آنها اقدام شود.
- برای صدور پروانه کار به فضای بسته باید میزان گازهای قابل اشتعال، سمی و میزان اکسیژن سنجش و در پروانه ورود ثبت شود. در صورت تاخیر در شروع کار، باید گازسنجی مجددا تکرار گردد.
- در زمان ورود به فضای بسته، باید گازسنجی مجددا انجام شود. همچنین در حین حضور تیم کاری داخل ظرف، پایش مستمر اتمسفر فضای بسته، ضروری است.

آیا می دانستید:

یکی از علل شایع حوادث در فضای بسته " در زمان تعمیرات اساسی"، برداشتن ابزارهای جداسازی قبل از بستن درب ظرف (Man way) و انجام فعالیت های تکمیلی نهایی (پانچ) و تصور بر استمرار شرایط ایمن در فضای بسته، می باشد. درصورت نیاز به انجام کارهای تکمیلی نظیر رفع پانچ یا تعمیرات جزئی یا بازرسی نهایی، حتی با زمان بسیار کوتاه، باید تمهیدات جداسازی به طور کامل اجرا شود.

قبل از ورود برای انجام کارهای تکمیلی نظیر رفع پانچ یا تعمیرات جزئی یا بازرسی نهایی–حتی با زمان بسیار کوتاه– در فضای بسته، ازمسدود بودن تمامی خطوط متصل به آن و اجرای کامل تمهیدات جداسازی اطمینان حاصل نمایید.

فصل سوم– فضای بسته

گاز زدگی افراد در حال لایروبی درون مخزن

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در تاسیسات یک مرکز انتقال خطوط لوله، فعالیت لایروبی و تعمیرات اساسی یک مخزن سقف شناور خارجی نفت خام، به پیمانکار واگذار می شود. پیمانکار اصلی نیز انجام بخش لایروبی را به یک پیمانکار فرعی واگذار می نماید. مطابق اسناد پیمان، روش پیش بینی شده برای انجام لایروبی از نوع بسته بوده است. در این روش، لجن از طریق رقیق سازی و مکش با پمپ به خارج از مخزن منتقل شده و منطقا نیازی به ورود به داخل مخزن نمی باشد؛ در روز حادثه تیم کاری پس از تزریق نفت خام به درون مخزن برای رقیق سازی، در حال مکش لجن از طریق پمپ بوده اند. حوالی ساعت ۱۵:۳۰ بعدازظهر، پنج نفر از کارکنان تیم اجرایی پیمانکار لایروبی بدون دریافت پروانه کار، به بالای سقف شناور مخزن رفته و پس از حضور بالای سقف شناور، دو نفر از کارکنان پیمانکار از طریق دریچه آدم رو بالای سقف، وارد مخزن (زیر سقف شناور) می شوند. به نظر می رسد پس از اینکه دو نفر اول دچار مشکل شده اند، سه نفر دیگر نیز به منظور کمک و نجات این افراد وارد مخزن می شوند. متاسفانه در این حادثه دلخراش هر ۵ نفر تیم اجرایی، در اثر خفگی ناشی از استنشاق گازهای سمی متصاعد شده از لجن و کمبود اکسیژن، فوت می نمایند.

پس از خروج اجساد از درون مخزن توسط تیم امداد و نجات و آتش نشانی شرکت، مشخص شد هیچ یک از افراد، مجهز به تجهیزات حفاظتی مناسب برای ورود به محوطه خطرناک نبوده و هیچ مجوزی برای ورود به داخل مخزن توسط تیم کارفرما صادر نشده بود. همچنین نتایج بررسی ها مشخص کرد در زمان ورود این افراد به داخل مخزن، نزدیک به یک متر ارتفاع لجن نفتی داخل مخزن بوده است و قبل از آن نیز فعالیت رقیق سازی لجن با تزریق نفت خام انجام شده بود.

تجهیزات لایروبی به روش بسته مستقر در محل مخزن

دریچه محل ورود افراد به مخزن روی سقف شناور

برانکارد مورد استفاده جهت خارج کردن نفرات حادثه دیده

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

قبل از شروع فعالیت لایروبی:

۱- ابتدا روش اجرا با توجه به نوع مخزن و تجهیزات، تعیین گردد (اولویت اول: سیستم بسته و بدون ورود به مخزن/ اولویت دوم: بازکردن درب، ورود به مخزن و تخلیه بصورت دستی و یا ترکیبی از این دو روش)

۲- دستورالعمل کاری ایمن آن با توجه به نقشه مکانیکال، اتصالات و دریچه های آدم رو موجود بر روی سقف و بدنه مخزن با هدف انجام فعالیت بدون بروز هرگونه حادثه، تهیه گردد.

۳- به منظور آشنایی کامل پرسنل اجرایی با خطرات فعالیت و مواد و عدم ورود به مخزن- بخصوص در زمانی که فعالیت لایروبی به پیمانکار واگذار می شود- آموزش های موثر برگزار شود.

حین انجام لایروبی:

۱-قبل از ورود به مخزن باید عملیات ایمن سازی نظیر جداسازی، تخلیه، پاکسازی، گاززدایی و تهویه، انجام و پروانه کار ورود به مخزن مطابق ضوابط ایمنی ورود به فضای بسته، صادر شود.

۲- ناظران عملیاتی کارفرما برای حصول اطمینان از انجام ایمن فعالیت ها بر اساس دستورالعمل کاری از پیش تعیین شده، بر عملکرد پیمانکار مجری، نظارت موثر داشته باشند.

آیا می دانستید:

استاندارد API RP 2016 در برگیرنده خطوط راهنما، اطلاعات، سازوکار و چهارچوبی برای ورود و تمیزکاری مخازن ذخیره سازی هیدروکربنی در شرایط ایمن می باشد.

-ANSI/API RECOMMENDED PRACTICE 2016: Guidelines and Procedures for Entering and Cleaning Petroleum Storage Tanks

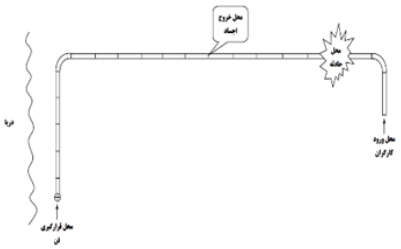
-API STANDARD 2015: Requirements for Safe Entry and Cleaning of Petroleum Storage Tanks

در عملیات لایروبی، لجن های هیدروکربنی همواره منبع انتشار گازهای قابل اشتعال و سمی هستند.

فصل سوم– فضای بسته

آتش سوزی در داخل لوله ۳۲ اینچی GRP

درس آموزی از حوادث صنعت نفت



پیرو پروانه کار صادره، فعالیت چسب کاری (Laminate) بر روی اتصال لوله GRP در حال انجام بوده است. مطابق شکل با اضافه نمودن آخرین اتصال، طول خط لوله به ۲۶۰ متر افزایش پیدا کرده و به همین دلیل تهویه اتمسفر درون لوله توسط فن مکنده تعبیه شده با اشکال مواجه شده و تهویه به درستی و به طور کامل صورت نگرفته است. مطابق روزهای قبل، مسئول HSE چک کردن اولیه محل کار را بدون انجام گاز سنجی انجام می دهد. پس از صدور پروانه کار دو نفر از کارکنان برای انجام چسب کاری وارد لوله می شوند. نفر اول اقدام به چسب زنی نموده، نفر دوم نوار فایبرگلاس را می‌چسباند و نفر سوم نیز مشغول آماده سازی ظروف حاوی مواد بوده و نفر چهارم نیز در قسمت ورودی لوله مستقر بوده است. در حین انجام کار، ناگهان یکی از کارکنان داخل لوله تقاضای کمک نموده و اعلام حریق می‌نماید که در این حین یکی از حاضرین در محل، وارد لوله می شود ولی به دلیل مواجهه با حریق در محل نصب اتصال آخر، از پیشروی در داخل لوله بازمی‌ماند. در این حادثه سه نفر از کارکنان شرکت پیمانکاری، در داخل خط لوله فوت می‌نمایند. در بررسی حادثه مشخص شد به احتمال زیاد برای پیش گرم کردن داخل لوله از مشعل استفاده شده که منجر به آتش سوزی شده است.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- انجام چسب کاری به روش اصولی و صحیح و ایمن (نشت بندی لوله‌ها باید با برش دو طرف کوپلینگ ها و حذف آن و نصب کوپلینگ جدید اجرا گردد). در صورت امکان، چسب کاری از بیرون لوله انجام شود.
- قبل از انجام کار، شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک انجام شده و مخاطرات مواد شیمیایی مورد استفاده به طور دقیق مورد ارزیابی قرار گیرد.
- با برگزاری جلسات توجیهی قبل از شروع کار (TBM)، افراد از خطرات مواد شیمیایی مورد استفاده، آگاهی یابند.
- سناریوهای محتمل شرایط اضطراری، شناسایی و نحوه واکنش تعیین و تمهیدات مورد نیاز قبل از شروع به کار فراهم شود.
- مواد شیمیایی اپوکسی و رزین های حلال دارای خطرات برهم کنش شیمیایی ناشی از اختلاط می باشند. با بررسی برگه های اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی (SDS) ، این خطرات را بررسی کنید.

آیا می دانستید:

- حوادث فضای بسته عامل مرگ‌های همزمان چندین نفر می‌باشد که در آن قربانیان سعی داشته اند به یکدیگر کمک نمایند.
- بررسی حوادث نشان می‌دهد که کارکنان مشغول بکار در فضاهای بسته، اغلب از خطرات موجود در این فضا آگاهی نداشته اند.
- اختلاط مواد شیمیایی مانند چسب ها، تینر و رزین ها می تواند منجر به تولید بخارات قابل اشتعال، سمی و واکنش‌های خودبخودی شود.

اختلاط برخی مواد شیمیایی مانند چسب ها، تینر و رزین ها می تواند منجر به تولید بخارات قابل اشتعال، سمی یا واکنش های خودبخودی شود.

وزارت نفت
ادارهٔ کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

فصل سوم– فضای بسته

کمبود اکسیژن در داخل لوله ۴۸ اینچ انتقال گاز

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

روز قبل از حادثه، سرپرست کارگاه پیمانکار اصلی به‌صورت تلفنی با مسئول پیمانکار فرعی به‌منظور اعزام یکی از کارکنان برای انجام رادیوگرافی سرجوش یک لوله، واقع در محدوده ایستگاه اندازه‌گیری گاز (محدوده فنس پیمانکار فرعی) هماهنگی می نماید. در روز حادثه، پرتونگار در محل کار حضور یافته و از سرپرست کارگاه پیمانکار فرعی برای انجام کار محوله درخواست هماهنگی می نماید. سرپرست کارگاه به سرپرست پیمانکار اصلی اطلاع می‌دهد که پرتونگار متقاضی باز کردن درب محفظه دریافت توپک به‌منظور وارد شدن به داخل لوله برای انجام پرتونگاری می باشد و سرپرست پیمانکار اصلی موافقت خود را با باز کردن درب محفظه اعلام می‌کند. درب محفظه باز و به کارشناس HSE ایستگاه به‌منظور حضور در محل اطلاع‌رسانی می شود و مسئول مربوطه، قبل از رسیدن کارشناس HSE محل کار را ترک نموده و پرتونگار بدون حضور کارشناس HSE وارد لوله می شود. بعد از گذشت ۷ دقیقه، یکی از افراد حاضر در محل، متوجه صدای خس‌خس از داخل لوله می‌شود. بعد از خارج نمودن پرتونگار از داخل لوله، مشخص می شود وی به دلیل خفگی ناشی از کمبود اکسیژن در داخل لوله، جان خود را از دست داده است.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- ساز و کار ارتباطی موثر بین کلیه ذینفعان شامل پیمانکاران اصلی و فرعی و مسئولان تاسیسات، ایجاد و نقش هرکدام از آن‌ها در طرح ریزی، ایمن سازی و اجرای کار، مشخص شود.
- قبل از ورود به فضای بسته، باید اتمسفر درون آن پایش و از ایمن بودن شرایط برای ورود، اطمینان حاصل شود.
- با برگزاری جلسات توجیهی قبل از شروع کار (TBM)، افراد از خطرات محیط کار آگاهی یابند.

آیا می دانستید:

- در عملیات پرتونگاری در لوله های با ضخامت بالا، برای تهیه فیلم با کیفیت، پرتونگار فیلم را به بیرون لوله می چسباند و پرتو را از داخل لوله ساطع می نماید. به این روش پرتونگاری پاناروما اطلاق می شود. در چنین حالتی، صدور پروانه کار ورود و پیش بینی تمهیدات ایمنی بر اساس ضوابط ورود به فضای بسته الزامی است.
- در برخی فعالیتها نظیر پرتونگاری، نفرات اجرایی به دلیل عدم حضور مستمر در تاسیسات، آگاهی چندانی از ضوابط و الزامات ایمنی نظیر ورود به فضای بسته، ندارند. در زمان حضور چنین افرادی در تاسیسات، از آگاهی آنها به ضوابط ایمنی و مخاطرات کار، اطمینان حاصل نمایید.

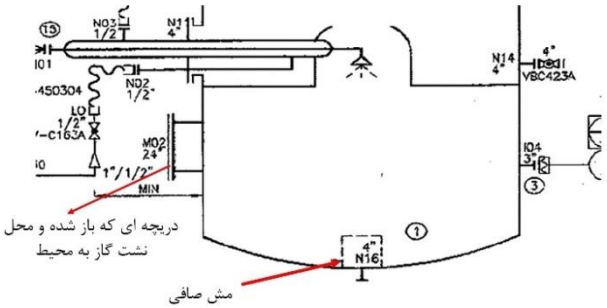
ارتباط اثربخش بین پیمانکاران اصلی و فرعی و هماهنگی‌های قبل از انجام کار، نقش کلیدی در صدور مجوز انجام ایمن کار دارد.

فصل سوم– فضای بسته

گاز زدگی حین تمیزکاری مش صافی یک برج فرایندی

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در یکی از واحد های پتروشیمی، روش اجرایی تمیزکاری مش صافی (Mesh) یکی از برج ها، به دلیل پیشگیری از آسیب به تجهیزات مکانیکی تسریع در روند انجام کار، بر اساس روش مندرج در Operating Manual آن انجام نمی شده و کار با روش دیگری به وسیله بخار و آب انجام می گردید. در این روش به جز دریچه آدم رو ۲۴ اینچ برج، نیاز به باز کردن سایر دریچه ها و خارج شدن قطعه دیگری از برج نبوده است. این روش از سه ماه پیش از وقوع حادثه در حال انجام بوده است و طبق سوابق و تجربیات انجام کار در این مدت سه ماهه، برج‌های سه ردیف فرایندی (A-C) هفت بار برای تمیزکاری از سرویس خارج شده بود که در سه بار آن، نیاز به خارج نمودن مش صافی نبوده و در چهار مورد دیگر، خارج کردن مش ها، با استفاده از کپسول تنفسی جابجایی صورت گرفته است. مش صافی مورد بحث، از طریق چهار پیچ به کف برج متصل بوده و تعویض یا بازنمودن و بستن آن از وظایف تعمیرات بوده و باید از طریق صدور پروانه کار انجام می گردید.
در روز حادثه؛ مطابق روش جدید، تمیز کاری برج در دستور کار قرار گرفته و پس از باز کردن دریچه آدم رو، تصمیم به تمیزکاری صافی در بیرون از برج گرفته شد و بقیه قطعات، تمیز ارزیابی گردید. بدنبال اعلام نشت گاز از محل دریچه آدم رو برج در حال تمیزکاری، واحد آتش نشانی به محل حادثه اعزام و پس از حضور در محل برج مشاهده می شود که یک نفر از کارکنان بهره برداری بدلیل بالا بودن میزان غلظت گاز در محل فوت و نفر دوم نیز مسموم شده است که به بیمارستان منتقل می گردد. سرپرست ارشد تاسیسات اظهار نمود بیست دقیقه قبل از حادثه، موضوع انتقال مش صافی برج به کنار برج مطرح گردیده؛ ولی مجوز ورود به برج صادر نشده بود. هیچ یک از افراد بهره‌بردار حاضر در محل، نحوه ورود اپراتور بهره‌برداری فوت‌شده به داخل برج را شاهد نبوده‌اند که آیا در زمان خارج کردن مش صافی، از کپسول هوای فشرده تنفسی استفاده کرده است یا خیر. پس از بررسی حادثه مشخص شد به علت عدم نصب صفحه مسدود کننده و نیز قفل نکردن شیرها در حالت بسته، امکان ورود گاز مسموم‌کننده به درون برج و نشت آن به محوطه از دریچه آدم رو، فراهم شده است.



شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- به کارگیری روش های جدید عملیاتی یک تغییر مهم فرایندی است و لازم است روش عملیاتی جدید مطابق اصول فرایند مدیریت تغییر، حتما مورد بررسی قرار گرفته و خطرات و ریسک آن ارزیابی شود.
- برای ورود به فضای بسته –حتی برای مقطع کوتاه- ابتدا باید مراحل ایمن‌سازی شامل جداسازی، تخلیه، خنثی‌سازی، تمیزکاری و ... انجام و پروانه ورود صادر شود.
- باز کردن دریچه های ظروف و تجهیزات فرایندی به محیط، در زمانی که سایر بخش های متصل به آن در سرویس قرار دارند، همواره دارای احتمال نشت غیرقابل کنترل به محیط است. قبل از انجام چنین فعالیتی، با انجام ارزیابی ریسک، تمهیدات لازم بویژه جداسازی ایمن مورد توجه قرار گیرد.

آیا می دانستید:

الزام به صدور پروانه ورود به فضای بسته، تنها محدود به پرسنل واحدهای تعمیراتی یا سایر متقاضیان ورود نبوده و واحد بهره برداری نیز باید پس از صدور پروانه ورود، وارد فضای بسته شوند.

روش های جدید عملیاتی یک تغییر مهم فرایندی است و لازم است مطابق اصول فرایند مدیریت تغییر، مورد بررسی قرار گرفته و خطرات و ریسک آن ارزیابی شود.

وزارت نفت
ادارہ کل بہداشت، ایمنی، محیط زیست

فصل سوم– فضای بسته

ورود به راکتور ناایمن به منظور تخلیه گرد و غبار کاتالیست

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در تعمیرات اساسی یک واحد پالایش گاز، تعویض کاتالیست یک راکتور در دستور کار قرار می گیرد. پس از شارژ کاتالیست جدید، لازم است غبارزدایی(Dedusting) درون راکتور انجام و سپس بسته شود. برای انجام این کار تصمیم گرفته می شود از سیکل Air Blower موجود در مسیر فرایندی راکتور استفاده شود. به این منظور، صفحه مسدود کننده خط لوله ورودی راکتور برداشته و درب آدم رو پایینی آن برای خروج گرد و غبار باز می شود. پس از فعال شدن Air Blower مسیر ورودی، غبار زدایی آغاز و ساعت ۶ صبح به اتمام می رسد و پس از آن کلیه فعالیت های درون راکتور به مدت ۲۰ ساعت به تعلیق در می آید. حدود ساعت ۲ بامداد روز بعد مقرر می شود نسبت به تمیزکاری نهایی و جمع آوری باقی مانده خاک و غبار ناشی از عملیات غبار زدایی موجود در کف راکتور اقدام و راکتور آماده بسته شدن (Box up) شود. دو نفر از کارگران تنظیف کار به همراه سرپرست جهت انجام کار در محل حاضر می شوند. این دو نفر در حضور سرپرست (بدون پروانه کار) وارد راکتور می شوند-در حالی که تا آن زمان پروانه کار ورود به فضای بسته برای این فعالیت صادر نشده بود- و بعد از گذشت چند دقیقه اعلام می شود یکی از کارگران در داخل راکتور بیهوش شده است و نفر دوم نیز شرایط مناسبی ندارد،که با حضور تیم امداد و نجات نفرات از راکتور خارج، ولی متاسفانه نفر اول فوت می نماید. در بررسی حادثه مشخص شد با توجه به مسیر حرکت هوا از Air Blower به سمت راکتور و تجهیزات موجود در این مسیر، به احتمال زیاد عملیات هوازنی موجب جابجایی گازهای سمی از تجهیزات و خطوط مسیر حرکت هوا به داخل راکتور شده و پس از اتمام هوازنی، اتمسفر آن آلوده به گازهای خفه کننده و سمی بویژه در بخش کف راکتور بوده است.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- پس از انجام جداسازی، تخلیه محتویات، تمیزکاری (Cleaning)، پاکسازی (Purging) و به منظور تخلیه موثر گازها و بخارات خطرناک از درون فضای بسته، فضای درون محفظه، **پیش از ورود**، به نحو موثر و مناسب تهویه شود (تهویه طبیعی یا استفاده از فن مناسب). با توجه به اینکه درصورت قطع جریان تهویه، اتمسفر مخاطره آمیز در فضای بسته می تواند مجدداً ایجاد شود، از این رو تهویه باید تا حد ممکن پیوسته باشد.
- باید هم زمان با باز شدن دریچه های ورودی به ظروف، ضمن نصب تابلو و علائم هشداردهنده، از ورود افراد به داخل ظروف قبل از صدور پروانه ورود جلوگیری شود.
- بعد از صدور پروانه ورود/کار و قبل از هر بار ورود به فضای بسته، باید نتایج آزمایش گاز در پروانه ورود درج شود. حین کار در فضای بسته باید پایش اتمسفر به صورت مستمر انجام شود.

آیا می دانستید:

بسیاری از حوادث مرگ بار فضاهای بسته در تاسیسات فرایندی، پس از تغییر در آرایش صفحات مسدود کننده یا پس از برداشته شدن / جابجایی صفحات به دلیل انجام عملیات دیگر، رخ داده است. در مراحل نهایی تعمیرات، انجام کارهای باقی مانده تکمیلی، ممکن است منجر به صرف نظر از طی مراحل ایمن سازی و اخذ پروانه کار با توجه به زمان کوتاه مورد نیاز برای انجام کار شود. عمده حوادث در اثر این تصمیم اشتباه رخ داده است.

در مراحل نهایی تعمیرات، انجام کارهای کوتاه باقی مانده تکمیلی، ممکن است منجر به تصمیم اشتباه مبنی بر صرف نظر از طی مراحل ایمن سازی و انجام کار بدون اخذ پروانه کار شود.

فصل سوم– حفاری و گود برداری

ریزش دیواره کانال در حین جوشکاری خط لوله انتقال گاز

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

برای انجام جوشکاری خط لوله در داخل یک کانال، پروانه کار اصلی با مدت اعتبار یک هفته صادر می‌گردد. در صبح روز حادثه و پس از انجام تست گاز، مجوز اصلی برای ادامه کار، امضا می‌شود. پروانه کار مکمل با عنوان " اجازه کار در داخل کانال" نیز توسط واحد نوبت‌کاری امضا شده، ولی توسط واحد HSE به دلیل شرایط ناایمن کانال ازجمله نبود راه یا پله ورود و خروج به داخل کانال، تایید نمی شود و اجازه کار در داخل کانال صادر نمی-گردد؛ اما بی توجه به این موضوع، کار شروع می شود. حدود ساعت ۱۳ همان روز، ساید بومی که در روز قبل از حادثه به دلیل خرابی (پاره شدن زنجیر) در کنار کانال متوقف شده بود پس از رفع اشکال، توسط یکی از جوشکاران به حرکت درمی‌آید. در اثر حرکت ساید بوم از کنار کانال، خاک بخشی از دیواره در اثر وزن و فشار ساید بوم به داخل کانال ریزش می‌کند و بر روی جوشکار که در داخل کانال در حال جوشکاری بر روی لوله بوده فرو می‌ریزد. این حادثه متاسفانه منجر به مرگ جوشکار در داخل کانال می شود.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

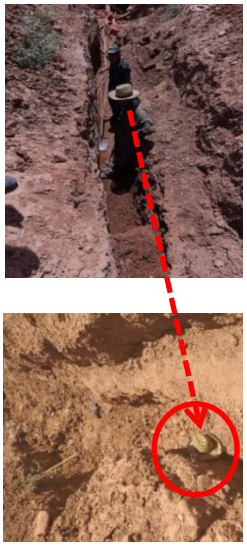
- در عملیات گودبرداری، برای اجتناب از ریزش دیواره کانال، باید روش گودبرداری مطابق الزامات مربوطه به طور صحیح انجام شود و سیستم های حفاظتی مناسب برای پیشگیری از ریزش دیواره، اجرا شود.
- توجه به تذکرات و رهنمودهای واحدهای نظارت و HSE الزامی است. مسئول انجام کار باید ضمن تطبیق شرایط کار با آنچه صادرکننده نوشته است نسبت به امضای پروانه کار اقدام نماید. مسئول انجام کار بعد از دریافت پروانه کار موظف است در زمان انجام کار، کلیه دستورات در مجوز را به مورد اجرا بگذارد.
- از محل‌های اطراف گودال و سیستم‌های حفاظتی به منظور کشف نشانه‌های شرایطی که ممکن است منجر به ریزش گودال، نقص در سیستم‌های حفاظتی، وجود اتمسفرهای خطرناک یا دیگر شرایط مخاطره‌آمیز گردد، بازرسی روزانه انجام شود.

آیا می دانستید:

روش خاک برداری "V" که به روش "Vee" نیز معروف است، تکنیکی است که برای ترانشه برداری و نصب خط لوله استفاده می شود. این روش شامل ایجاد یک ترانشه به شکل "V" برای ایجاد ثبات و پشتیبانی برای خط لوله است. در این روش خاک برداری ترانشه ای به شکل "V" حفر می شود و با ایجاد تکیه گاه (Support)، کناره های ترانشه برای جلوگیری از ریزش مقاوم می شود که می توان این کار را با استفاده از جعبه‌های ترانشه یا سایر روش های شمع زنی انجام داد. این روش به ویژه برای ترانشه های کم عمق مفید است.

حرکت ماشین آلات در کنار دیواره کانال ها می تواند منجر به ریزش دیواره شود. با اجرای روش گودبرداری ایمن و پیش بینی فاصله مناسب بین ماشین آلات با دیواره، ریسک ریزش را به حداقل برسانید.

ریزش دیواره کانال حین گودبرداری



بعد از ریسه کردن کابل‌های جدید در مسیر مشخص شده، پروانه کار جهت فعالیت « گودبرداری با بیل دستی به منظور بیرون آوردن کابل‌های قدیمی» صادر می‌شود. به دنبال صدور پروانه کار، کارکنان پیمانکار شروع به عملیات گودبرداری می‌نمایند. در ظهر روز حادثه، ناظر کار در محل حضور می یابد و از محل گودبرداری شده اقدام به تهیه عکس می‌نماید. مطابق تصویر مقابل، بخشی از مسیر کابل‌های برق در محل ایستادن کارگران، مشخص می باشد، ولی ادامه مسیر کابل‌ها در زیر دیواره یا در عمق بیشتری قرار داشتند که باید آن قسمت نیز از زیر خاک بیرون آورده شود. لذا کارگران نسبت به عمیق‌تر کردن کانال به منظور یافتن ادامه مسیر کابل برق اقدام می نمایند. حدود دو ساعت پس از ادامه کار، به دلیل افزایش عمق و خالی شدن خاک پایین دیواره کانال، دیواره آن ریزش می‌نماید. به دنبال ریزش دیواره کانال، کارگری که در حال گودبرداری بوده است بر اثر شدت جراحات فوت می نماید.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- حفر کانال با در نظر گرفتن نوع خاک و استفاده از سیستم‌های حفاظتی مناسب برای کانال‌های دارای ارتفاع بیشتر از مقدار تعیین شده، انجام گیرد.
- دپوی خاک حاصل از حفاری در فاصله ایمن از لبه کانال صورت پذیرد.

آیا می دانستید:

بیش از نیمی از حوادث در حفاری‌های با عمق کمتر از سه متر رخ داده است. در این خصوص سه نکته اساسی همواره باید مورد توجه قرار گیرد:

نخست: مخاطرات زیادی مانند ریزش دیواره کانال در این نوع فعالیت وجود دارد که می‌بایست به طور کامل شناسایی و اقدامات کنترلی لازم برای هر یک از آن‌ها انجام شود.

دوم: ماهیت کوتاه مدت و کم هزینه در برخی کارهای حفر گودال در قیاس با هزینه‌های ایمن‌سازی (شمع گذاری و پوشش دیوارهٔ کانال و نیز هزینه‌های عقب زدن و درهم شکستن دیواره‌های کانال) ممکن است منجر به این تصمیم اشتباه شود که از اقدامات ایمنی لازم صرف نظر شود و یا اقدامات ایمنی بی‌اهمیت تلقی گردند.

سوم: در تشخیص وجود خطر ممکن است اشتباهاتی بوجود آید. مثلاً ظاهر برخی خاک‌ها می‌تواند باعث پدید آمدن احساس کاذب ایمن بودن شود که این خود مخاطره‌ای جدی است.

رعایت اصول اولیه گودبرداری از جمله تعیین نوع خاک و عریض کردن کانال، ریختن خاک حفر شده در فاصله دورتر از لبه کانال، نقش مهمی در پیشگیری از ریزش دیواره کانال دارد.

فوت در اثر برخورد Bucket بیل مکانیکی

پس از انجام پیگ رانی یک خط لوله، به منظور شناسایی و بررسی نقاط معیوب، عملیات حفاری بر روی خط انجام می‌شود. حدود یک هفته بعد از حفاری، مقرر می‌شود نمایندگان بازرسی فنی از محل بازدید نمایند. مسئول محوطه حدود ساعت ۱۱ صبح روز حادثه در محل حاضر شده و پس از بررسی محیطی، علی رغم اینکه شرایط کانال حفاری شده مطابق دستورالعمل حفاری و گودبرداری نبوده، اقدام به صدور پروانه کار گرم می‌نماید. دیواره کانال دارای شیب زیاد بوده و تمهیدات لازم برای ورود و خروج نظیر نردبان پیش بینی نشده بود.

مسئول اجرای کار با توجه به شرایط خاک منطقه و جمع شدن آب در کانال با استفاده از بیل مکانیکی مستقر در محل، آب کانال را خالی نموده و با ریختن خاک، شرایط را جهت ورود کارکنان بازرسی فنی آماده می نماید. در ساعت ۱۳ همان روز، نمایندگان بازرسی فنی به محل رسیده و جهت بررسی عیب گزارش شده وارد کانال می‌شوند. با توجه به شرایط کانال حفاری شده و عدم پیش بینی تمهیدات ورود و خروج مناسب و ایمن به آن، جابجایی کارکنان مذکور توسط Bucket بیل مکانیکی انجام شده است. نماینده بازرسی فنی پس از ورود به کانال وسایل خود را در گوشه کانال قرار داده و در طرف دیگر با استفاده از برس سیمی نسبت به تمیز کردن محل عیب روی لوله اقدام می نماید. در همین زمان مسئول اجرای کار نیز جهت کمک به بازرس فنی توسط Bucket بیل مکانیکی وارد کانال می‌شود و Bucket بیل در داخل کانال به فاصله کمی از نامبرده مستقر می گردد. نماینده بازرسی فنی برای مشخص نمودن عیوب احتمالی دیگر، تصمیم به انجام تست PT می گیرد. لذا به سمت دیگر کانال رفته تا وسایل مورد نیاز جهت انجام تست PT را آماده نماید. در این زمان مسئول اجرای کار قصد خارج شدن از کانال را داشته و به اپراتور بیل اشاره می کند که ایشان را به بالا منتقل کند. اپراتور بیل را از حالت Lock خارج می نماید و در یک لحظه Bucket بیل تکان خورده و حرکت می کند و در اثر این حرکت، Bucket بیل به مسئول اجرای کار برخورد کرده و موجب گیرکردن بین لوله و Bucket شده و باعث فوت وی می گردد.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- برای تردد افراد به داخل کانال ها، ابتدا باید کانال مطابق ضوابط حفاری و گودبرداری، حفاری و تمهیدات لازم برای دسترسی ایمن به داخل کانال، پیش بینی شود.
- به کارگیری ماشین آلات برای انجام کاری مغایر با کاربری ذاتی آن، می تواند مخاطرات جدی بدنبال داشته باشد.
- در صدور پروانه کار برای انجام فعالیت در داخل کانال ها، بررسی وضعیت ایمنی کانال به عنوان شرط لازم برای صدور پروانه کار اصلی باید مدنظر قرار گیرد.

آیا می دانستید:

در کانال ها و گودبرداری با عمق ۴ فوت (۱/۲۲ متر) یا بیشتر باید تمهیدات ایمن نظیر پلکان، نردبان، رمپ‌ها برای دسترسی و ورود و خروج به آن وجود داشته باشد. این مسیرها نباید بیش از ۲۵ فوت (۷/۵ متر) از هر طرف با محل استقرار افراد در کانال، فاصله داشته باشد.

به کارگیری ماشین آلات برای انجام کاری مغایر با کاربری ذاتی آن، می تواند مخاطرات جدی بدنبال داشته باشد.

وزارت نفت
ادارکل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

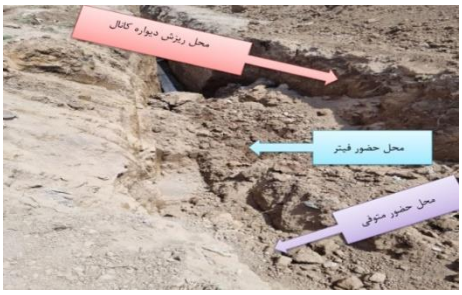
فصل سوم– حفاری و گودبرداری

ریزش دیواره کانال خط لوله در حال اجرا

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

برای اجرای خط لوله بر اساس دستور کار صادره، پروانه های فعالیت از جمله کار گرم و حفاری صادر شده و گروه کاری شامل جوشکار، فیتر، مسئول اجرا با حضور نماینده HSE پیمانکار و ناظر پروژه شروع به کار می کنند. دقایقی پیش از حادثه، جوشکار به همراه فیتر جهت آخرین مرحله جوشکاری زانوی خط (بخش زیرین آن) به داخل کانال به عمق ۲/۵متر و عرض ۷۰ سانتیمتر رفته و به صورت درازکش رو به بالا، شروع به جوشکاری می نماید.

با بروز اولین نشانه های ریزش دیواره، فیتر به جوشکار اطلاع رسانی نموده و خود سریعاً از کانال خارج می شود. جوشکار تنها فرصت چرخیدن برای خروج از زیر لوله را داشته و در این حین دیواره کانال از سمت مخالف محل استقرار جوشکار ریزش نموده و وی زیر آوار خاک مدفون می شود. نفرات حاضر در محوطه جهت کمک رسانی با دست، خاک روی مصدوم را تخلیه می کنند. مدت زمان صرف شده تا رسیدن به سر و پشت جوشکار بین ۱۰ تا ۱۵ دقیقه بوده و درهمین زمان خودرو اورژانس نیز به محل می رسد و مصدوم به بیمارستان منتقل می گردد. اقدامات احیاء در اورژانس بیمارستان موثر واقع نگردیده و مصدوم فوت می کند.



شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در مناطقی که بدلیل شرایط محیطی نظیر مسیر آب کشاورزی، رطوبت خاک منطقه بیش از خاک های اطراف است، انجام ارزیابی و شناسایی نوع خاک منطقه گودبرداری (از نظر سست بودن) و پیش بینی تمهیدات حفاظتی و کنترلی لازم، الزامی است.
- پیش بینی فاصله ایمن برای دپوی نخاله های حفاری از لبه کانال، سیستم های حفاظتی جهت جلوگیری از ریزش دیواره کانال و پیش بینی راه های ورود و خروج ایمن، مطابق ضوابط ایمنی حفاری و گودبرداری مد نظر قرار گیرد.
- تمهیدات لازم به منظور نظارت موثر در انجام کار ایمن خصوصا از نظر بکارگیری نفرات دارای صلاحیت و آموزش دیده و روش صحیح و ایمن انجام کار، پیش بینی شود.
- افزایش سطح فرهنگ HSE با تمرکز بر ویژگی خود کنترلی افراد از طریق برقراری جریان مستمر درس آموزی از حوادث و آگاهی بخشی خصوصا به کارکنان پیمانکار اهمیت ویژه ای در پیشگیری از حوادث ریزش کانال ها و گودبرداری دارد.

آیا می دانستید:

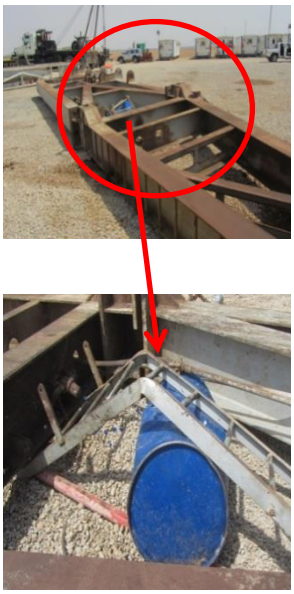
استحکام خاک تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر نوع و ترکیب خاک، مقدار رطوبت خاک، تراکم و پایداری خاک قرار می گیرد. ارزیابی دقیق این عوامل برای اطمینان از اقدامات ایمن و موثر حفاری ضروری است. تاثیر خیس شدن بر استحکام خاک قابل توجه است و می تواند منجر به تغییرات مختلفی در خواص فیزیکی خاک شود. هنگامی که خاک خیس می شود، چندین اثر از جمله افزایش یا کاهش تنش برشی، تشکیل ترک و تغییرات حجمی رخ می دهد. ارزیابی و مدیریت صحیح محتوای رطوبت خاک برای حفظ استحکام و جلوگیری از آسیب‌های احتمالی دارای اهمیت است.

قبل از کار درون کانال ها و گودال ها، ارزیابی و شناسایی نوع خاک منطقه گودبرداری (از نظر سست بودن) و پیش بینی تمهیدات حفاظتی و کنترلی لازم، الزامی است.

فصل سوم– باربرداری و جابجایی

واژگون شدن ناگهانی قاب دکل حفاری و افتادن آن بر روی اپراتور

درس آموزی از حوادث صنعت نفت



در یک موقعیت حفاری پس از اتمام کار و بهره‌برداری از چاه، دکل ترخیص شده و اقدام به آماده‌سازی برای خواباندن دکل Rig Down می‌شود. روز قبل از حادثه ابتدا تاج دکل بازشده و جداسازی قطعات تا قاب های زیرین دکل ادامه پیدا می‌کند. در روز حادثه؛ در ادامه عملیات جداسازی دکل، قاب‌های زیرین دکل شامل Bottom section و Lower section به صورت یک‌تکه از محل اتصال به سکوی حفاری جدا می‌شود و در محوطه دستگاه حفاری بر روی زمین قرار می گیرد. همزمان در سمت دیگر، افراد شروع به جدا کردن قاب های دکل می‌نمایند. رئیس دستگاه به دو نفر از کارکنان دستور می‌دهد که جهت دو تکه کردن قاب‌های مذکور اقدام به باز کردن پیچ‌های مربوطه نمایند.کارکنان ابتدا پیچ‌های قسمت پایین این قاب‌ها که روی زمین بر روی پهلو قرارگرفته بودند را باز نموده و سپس یکی از آن‌ها (متوفی) روی بشکه‌ای قرار می‌گیرد تا با استفاده از آچار و چکش، پیچ های بالایی را که در ارتفاع ۲/۹ متری از زمین قرار گرفته بودند را باز نماید. نفر دوم بر روی نردبان در ضلع مقابل وی قرار گرفته و با طناب، آچار را مهار می‌کند. بعد از باز کردن ۳ پیچ از ۶ پیچ قسمت بالایی، قاب واژگون شده و به روی نفر اول سقوط می‌کند.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در زمان جداسازی قطعات و باز کردن پیچ و مهره های آن، مقابل یا زیر تجهیز قرار نگیرید. پیچ و مهره های تجهیزات را به صورت متقابل باز نمایید.
- به منظور پیشگیری از سقوط تجهیزات به خصوص تجهیزاتی که در ارتفاع هستند، پیش از باز کردن، آنها را مهار نمایید.
- انجام ارزیابی ریسک فعالیت های جداسازی و جابجایی و بکارگیری راهکارهای اصلاحی.
- سرپرستی و نظارت موثر بر انجام کار و اطمینان از فراهم بودن شرایط ایمن، در مراحل انتهایی بویژه برچیدن کارگاه یا جمع آوری تجهیزات بسیار مهم است. در این مراحل، کاهش سطح سرپرستی و واگذاری کار به سطوح پایین تر، منجر به حوادث ناگواری شده است.

آیا می دانستید:

یکی از فرایندهای مهم و حساس در صنعت حفاری، عملیات جابجایی دکل‌ها از یک موقعیت به موقعیت دیگر است. جابجایی دکل شامل فعالیت‌های خواباندن دکل و انتقال و برپایی مجدد، می‌باشد. سپس دکل با استفاده از ماشین های سنگین به محل جدید انتقال داده می شود. رعایت اصول ایمنی در این فرایند شامل توجه به موارد بسیار مهم نظیر باربرداری، جداسازی و انفصال قطعات و تجهیزات، قرارگیری تجهیزات، بارگیری و حمل می شود.

در زمان جداسازی قطعات تجهیزات و باز کردن پیچ و مهره های آن، مقابل یا زیر تجهیز قرار نگیرید.
پیش از باز کردن، آنها را مهار نمایید و مطمئن شوید امکان سقوط آنها وجود ندارد.

سقوط بوم کمکی جرثقیل بر روی فرد

پس از اتمام فعالیت دکل حفاری بر روی یک موقعیت چاه و در راستای جابجایی دکل و کلیه متعلقات آن به محل جدید، حدود ساعت ۱۶:۴۵ روز حادثه جهت بارگیری جعبه قرقره سیار دکل به همراه هوک آن، یک دستگاه جرثقیل ۵۰ تنی متعلق به شرکت پیمانکاری مجری، تحت نظارت مسئول گروه جابجایی دکل در انتهای محوطه چاه در محل قرارگیری جعبه قرقره سیار مستقر می شود. در مرحله اول پس از اتصال زنجیرها به جعبه قرقره سیار و بلند نمودن آن، به علت چرخش بار و بنا به دستور مسئول گروه جابجایی، بار بر روی زمین قرار داده می شود. لذا پس از جابجایی محل قرارگیری زنجیرها و هنگام بلند نمودن مجدد بار، به محض سفت شدن زنجیرها، ناگهان بوم کمکی از محل اتصال بر روی بدنه بوم اصلی جرثقیل جدا شده و بر روی ایشان سقوط می نماید که به علت شدت جراحت وارده و متلاشی شدن جمجمه باعث مرگ آنی می گردد. بررسی های صورت گرفته نشان دهنده شکستگی پایه های نگهدارنده بوم کمکی به بوم اصلی از محل اتصال که به صورت غیر اصولی جوشکاری شده است، می باشد که با توجه به پوشش رنگ جوشکاری صورت گرفته به صورت چشمی میسر نبوده است.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- انجام جوشکاری یا تعمیرات احتمالی بر روی سیستم بالابر و متعلقات آن باید بر اساس دستورالعمل مبتنی بر استاندارد از پیش تعیین شده و توسط افراد مجاز صورت پذیرد.
- در بازه زمانی منطبق با استاندارد و یا پس از انجام هرگونه تغییر یا تعمیر احتمالی بر روی اجزای سیستم بالابر جرثقیل، انجام بازرسی چشمی و آزمون های مورد نیاز منطبق با استاندارد، توسط شرکت های مجاز و مورد تایید سازمان استاندارد انجام شود.
- در صورت بکارگیری جرثقیل از شرکت پیمانکاری، اطمینان از سلامت و اطلاع از بیشترین بار مجاز آن، دارای اهمیت است.
- در صورت عدم نیاز به بکارگیری بوم کمکی هنگام بلندکردن بار سنگین بوسیله بوم اصلی، باز و جداکردن بوم کمکی از بوم اصلی توصیه می گردد.

آیا می دانستید:

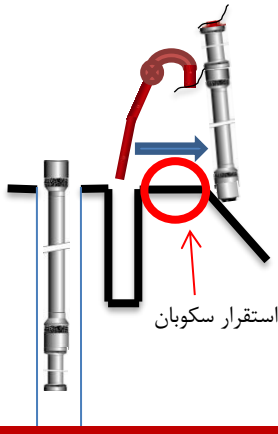
حوادث متعددی هنگام کار با جرثقیل به علت اشکال در تجهیزات سیستم بالابر آن و همچنین اشتباه اپراتور در زاویه و طول بوم با توجه به ظرفیت جرثقیل رخ می دهد.

اطمینان از سلامت جرثقیل و اخذ گواهینامه فنی آن ضروری است.

سقوط قطعه در دکل حفاری

پس از اتمام عملیات سیمان کاری توسط دستگاه حفاری بر روی یک موقعیت چاه، رشته لوله حفاری یکپارچه شامل یک شاخه حفاری، یک شاخه کوتاه، یک تبدیل اتصال لوله کوتاه حفاری به ادوات سیمانکاری و نیز ادوات سیمانکاری تا ارتفاع حدود ۱۹٫۵ متری از سکوی حفاری بالا آورده شده و داخل محل ویژه موسوم به Mouse Hole قرار می‌گیرد. سپس رشته مذکور توسط بالابر هوایی معلق و در همان حالت توسط سه نفر از کارکنان سکوبان به سمت سرسره سکو (V-door) هل داده می‌شود. بعد از قرار گرفتن رشته روی سرسره و پایین رفتن رشته در حدود یک متر، اتصال ۲ اینچ تبدیل " اتصال لوله کوتاه حفاری به ادوات سیمانکاری" در اثر برخورد با Top Drive دستگاه حفاری شکسته شده و از ارتفاع حدود ۱۴ متری بر روی سکو سقوط کرده و منجر به مصدومیت یک نفر از سکوبانان می‌گردد. در اثر این برخورد، دست راست سکوبان به دلیل آسیب و جراحت شدید طی عمل جراحی از بالای آرنج قطع شد. در بررسی حادثه مشخص شد در زمان بلند کردن رشته حفاری، قسمت Top Drive دستگاه حفاری در ارتفاعی قرار داشته که می توانسته با رشته لوله در حال باربرداری برخورد نماید و این مهم مورد توجه مسئولان عملیاتی قرار نگرفته بود و در دستورالعمل کاری این فعالیت نیز ملاحظات ایمنی مورد توجه قرار نگرفته بود. همچنین، اتصال تبدیل شکسته شده پس از ساخت بازرسی نشده و از سالم بودن آن اطمینان حاصل نشده بود.

محل بریدگی نیپل ۲ اینچ



شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- قطعات در گردش (مانند تبدیل ها، نیپل ها) باید بر اساس مشخصات فنی سازنده، تولید و پس از انجام آزمون‌های مرتبط با بازرسی فنی و اطمینان از سالم و بی نقص بودن آن، مورد استفاده قرار گیرند. همچنین در زمان استفاده، به صورت ادواری تحت بازرسی و آزمون مجدد قرار گیرند و قطعات معیوب، از چرخه استفاده خارج شوند.
- دستورالعمل های انجام کار نباید صرفا در برگیرنده روند و مراحل انجام کار باشند و باید نتایج شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک، اصول ایمنی و اقدامات پیشگیرانه شامل ملاحظات و تمهیدات ایمنی که در جلوگیری از بروز حادثه موثر خواهد بود، به شکل واضح و دقیق در آنها درج شود.
- هنگام باربرداری، از قرار گرفتن زیر بار معلق جدا خودداری شود و در صورت نیاز به هدایت آن، از رشته طناب های هدایت کننده و مهارکننده استفاده شود.

آیا می دانستید:

اتصالات در گردش نظیر تبدیل ها و نیپل ها، یکی از قطعات پرکاربرد در صنعت نفت است. عموما این نوع قطعات بیش از دیگر تجهیزات، در معرض آسیب و شکست قرار دارند که می تواند منجر به از دست رفتن یکپارچگی مکانیکی سیستم شده و عواقب جبران ناپذیری داشته باشند. سلامت فنی این قطعات باید تحت کنترل قرار گیرد.

هنگام باربرداری، از قرار گرفتن زیر بار معلق جدا خودداری شود و در صورت نیاز به هدایت آن، از رشته طناب های هدایت کننده و مهارکننده استفاده شود.

وزارت نفت
ادارهٔ کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

فصل سوم– باربرداری و جابجایی

سقوط لوله بر روی فرد هنگام باربرداری و جابجایی

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در یک پروژه اجرایی، عملیات تخلیه لوله از روی یک دستگاه کفی تریلی به وسیله یک دستگاه کفی جرثقیل ۸ تنی و با بکارگیری دو عدد تسمه ۶ متری با ظرفیت باربرداری یک تن در حال انجام بوده است. در حین جابجایی همزمان دو شاخه لوله به طول ۱۳٫۳۰ و ۱۲٫۹۰ متر پس از اتصال تسمه ها به بار، در زمانی که لوله ها حدوداً ۱۰سانتی متر از روی کفی تریلی بلند شده بودند، بوم جرثقیل به سمت محل تخلیه گردش می کند که در این زمان، یکی از تسمه ها پاره شده و دو شاخه لوله متصل به آن بر روی سایر لوله های کفی تریلی سقوط می نماید. بدنبال سقوط لوله های معلق روی کفی تریلی و حرکت سایر لوله ها، کارگر مستقر روی کفی تریلی از ارتفاع تقریباً ۲٫۵ متری سقوط نموده و بدنبال آن یک شاخه لوله دیگر از روی کفی تریلی سقوط و با سر ایشان برخورد می نماید که متاسفانه منجر به فوت وی می گردد.

نحوه استفاده از تسمه یک متری با دو قلاب، جهت باربرداری دو لوله به طور همزمان

بریده شدن تسمه از محل چشمی حین انجام فعالیت

بازسازی صحنه جهت مشخص شدن محل استقرار

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- برای عملیات تخلیه بار به خصوص بارهای حجیم مانند لوله ها و ورق های فلزی از روی خودروهای کفی، باید از تجهیزات و ابزار و اتصالات باربرداری متناسب با حجم و وزن بار استفاده شود.
- ضروری است تا پس از اتصال قلاب ها به بار، شخص از روی کفی پیاده و در نقطه ای امن استقرار یابد. بکارگیری طناب بند (ریگر) با تجربه هنگام عملیات باربرداری، الزامی بوده و بکارگیری افراد فاقد تخصص و تجربه مرتبط ممنوع است.
- قبل از استفاده از تجهیزات و اتصالات باربرداری، بایستی کلیه متعلقات شامل تسمه ها و قلاب ها به صورت چشمی بازرسی و از سلامت آنها اطمینان حاصل شود.
- تجهیزات مورد استفاده در عملیات باربردای (تسمه، کابل، شگل و ...) بر اساس استاندارد و در دوره زمانی از پیش تعیین شده باید بازرسی و تست شده و ظرفیت مجاز باردای آنها تعیین شود.

آیا می دانستید:

SWL (Safe Working Load) که به عنوان NWL (Normal Working Load) نیز شناخته می شود. حداکثر نیرو یا باری است که یک قطعه از تجهیزات باربرداری می تواند بدون خطر شکست، آن را تحمل کند و توسط سازنده تجهیزات تعیین می گردد و بر اساس حداقل قدرت شکست ((Minimum breaking (MBS strength)) محاسبه می شود. (Minimum breaking load (MBL)) کمترین باری است که باعث از کار افتادن تجهیزات می شود. با تقسیم MBS بر یک ضریب ایمنی، SWL به دست می آید. ضریب ایمنی معمولا بین ۴ تا ۶ است، اما اگر خطر خرابی تجهیزات وجود داشته باشد که منجر به آسیب به افراد شود، این ضریب میتواند به ۱۰ برسد.

در زمان انجام عملیات باربرداری از قرار گرفتن در محوطه بارگیری اجتناب نمایید.

وزارت نفت

ادارۀ کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

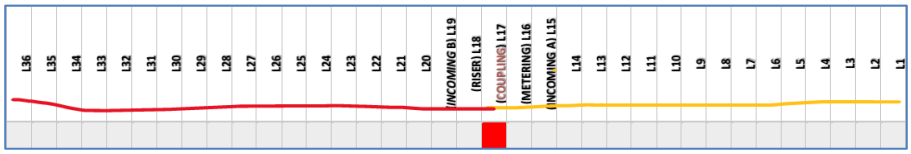
فصل سوم– تمیزکاری تجهیزات

برق گرفتگی هنگام تمیزکاری تابلوی برق

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

دو نفر از نمایندگان شرکت سازنده تابلوهای برق، جهت رفع پانچ های گزارش شده در تابلوهای (L_{36} تا L_1) به سایت، وارد می شوند. مطابق با رویه جاری سایت، پس از اخذ امضاهای مجاز مبنی بر برقراری ایزولاسیون قطع جریان برق ورودی به تابلو و Rack Out تمامی Feeder ها، پروانه انجام کار تایید می گردد.

جریان برق ورودی به تابلوها از دو مسیر تغذیه ورودی Incoming A/B تامین می شده است؛ مسیر A برای تابلوهای L_1 تا L_{16} و مسیر B برای تابلوهای L_{17} تا L_{36} ؛ لیکن علیرغم اینکه در پروانه کار صادره، ایزولاسیون هر دو مسیر جریان ورودی برق ذکر شده بود، فقط نسبت به ایزولاسیون یکی از ورودی ها (Incoming A) اقدام و فعالیت مذکور آغاز می گردد. با بازشدن اولین تابلو (L_1) و مشاهده گرد و غبار داخل تابلوها، انجام تمیز کاری تابلوهای L_1 تا L_{16} در دستورکار قرار گرفته و توسط گروه کاری، انجام می شود. بعد از تمیزکاری تابلوهای L_1 تا L_{16} نوبت به تمیزکاری تابلوهای L_{17} تا L_{36} می رسد که بدون بررسی وضعیت برقدار بودن تابلوی Coupling(L_{17})، تمیزکاری این تابلو در دستور کار گروه تمیزکاری قرار می گیرد. در مرحله اول، تمیزکاری محوطه Box تابلوی L_{17} انجام شده و سپس کارگر تنظیفات با پایین کشیدن پرده محافظ (Shutter) دست راست خود را جهت تمیزکاری فضای Bus bar به این قسمت وارد می کند که جریان برق به بدن وی وارد و موجب برق گرفتگی و فوت فرد می گردد.



شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در مراحل انتهایی پروژه های ساختمان و نصب و شروع راه اندازی، حجم زیادی از فعالیت های رفع پانچ تعریف شده و به تبع آن تعداد پروانه کار افزایش می یابد. نظارت اجرایی موثر توسط صادرکنندگان پروانه کار و حصول اطمینان از اجرای کامل تمهیدات و ملاحظات ایمنی پیش بینی شده در پروانه کار، نقش مهمی در پیشگیری از بروز حوادث دارد.
- در ایستگاه های فرعی برق، تابلوهای Coupling صرفاً با Rack Out بطور کامل بی برق نمی شود و مستلزم قطع برق مسیر ورودی (Incoming) است.
- در این حادثه، شواهد حاکی از سرپرستی غیرموثر در حین انجام فعالیت، بوده است؛ سرپرستی موثر بر روند انجام کار و استفاده از لوازم حفاظت فردی ویژه برق نظیر دستکش و چکمه عایق برق، به عنوان یکی از مهمترین لایه های حفاظتی نظارت می نماید که این امر می توانست از وقوع حادثه پیشگیری کند.

آیا می دانستید:

سیستم Lockout/Tagout (LOTO) تابلوهای برق یک رویه کنترل ایمنی است تا اطمینان حاصل شود که تجهیزات به درستی خاموش شده اند و قبل از اتمام کارِ تعمیر و نگه داری دوباره، راه اندازی نمی شوند. این فرایند به جلوگیری از ایجاد انرژی تصادفی، راه اندازی یا آزادسازی انرژی ذخیره شده، که می تواند باعث آسیب یا مرگ پرسنل شود، کمک می کند؛ فرایند LOTO شامل:

- ❖ اطلاع رسانی: به همه کارکنان تحت تاثیر اطلاع دهید که خاموش بودن تجهیز برای انجام فعالیت لازم است.
- ❖ خاموش کردن: تجهیزات را با استفاده از روش توقف معمول خاموش کنید.
- ❖ جداسازی: تجهیزات را از منابع انرژی آن جدا کنید.
- ❖ قفل کردن(Lockout): دستگاه های قفل را روی مکانیزم های جداکننده انرژی اعمال کنید.
- ❖ بررسی انرژی ذخیره شده: اطمینان حاصل کنید که تمام انرژی ذخیره شده یا باقی مانده آزاد یا محدود شده است.
- ❖ Tagout: برچسب های هشداردهنده را به دستگاه های قفل شده الصاق کنید.
- ❖ تایید: بررسی کنید که تجهیزات از منابع انرژی خود جدا شده باشند.

در تاسیسات صنعت نفت، ضروری است یک برنامه جامع LOTO وجود داشته باشد و کارکنان با این برنامه، آشنایی کافی داشته باشند.

برای انجام کار در تابلوهای برق، علاوه بر بی برق کردن کامل و ایزولاسیون ورودی و خروجی ، از تجهیزات حفاظت فردی مناسب نظیر دستکش و چکمه عایق برق استفاده کنید.

وزارت نفت

ادارۀ کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

فصل سوم– تمیزکاری تجهیزات

جداشدن اتصال شیلنگ از نازل در عملیات Jet Cleaning

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در تعمیرات اساسی یکی از تاسیسات فرایندی، عملیات تمیزکاری تیوب های مبدل های واحد در چند جبهه کاری در حال انجام بوده است. به همین منظور، تیوب ها به فضای آزاد منتقل شده و جهت انجام تمیزکاری با هر یک از دستگاه های واتر جت، یک اپراتور دستگاه، یک نفر جت کار و یک کمک جت کار مشغول بکار می شدند. با توجه به شرایط و نحوه تمیزکاری، فشار مورد استفاده در Jet Cleaning جهت تمیز نمودن بین ۵۰۰ تا ۷۰۰ بار تنظیم می گردید.

در حین انجام تمیز کاری توسط یکی از تیم های کاری، وجود نشتی از قسمت اتصالات شیلنگ واترجت به نازل، توسط جت کار اعلام می گردد. با توجه به بررسی وضعیت میزان نشتی و در محل عملیات اجرایی، نشتی رفع و تیم تمیزکاری به فعالیت خود ادامه می دهد. اما این نشتی پس از دو ساعت تکرار می شود که مجددا در محل کار رفع و فعالیت ادامه می یابد. با گذشت مدت زمان کمی پس از مرتبه دوم رفع نشت و شروع مجدد فعالیت، شیلنگ از محل اتصال نازل جدا شده و جت کار در اثر ضربه ناشی از اصابت اتصالات گان دستگاه Jet Cleaning به ناحیه زیر شکم، دچار جراحت شدید شده و فوت می نماید.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

فعالیت تمیزکاری تجهیزات با فشار آب بالا یا Jet Cleaning ، بدلیل به کاربردن آب با فشار بسیار بالا (۵۰۰ تا ۷۰۰ بار) دارای مخاطرات شدیدی می باشد. برای انجام ایمن این فعالیت:

- شیلنگ، اتصالات و نازل مورد استفاده باید از جنس مرغوب و مطابق استاندارد، تهیه و بکارگرفته شود و با انجام بازرسی دوره ای از این اقلام، از سلامت فنی و ایمنی تجهیزات و ابزارآلات اطمینان حاصل شود.
- از محکم بودن اتصالات (بالاخص محل اتصال شیلنگ به نازل که در دست فرد استفاده کننده قرار می گیرد) قبل از شروع فعالیت، اطمینان حاصل گردد. در صورت بروز نشتی در اتصالات، سریعا نسبت به رفع نشتی به صورت استاندارد و اطمینان از بی عیبی آن اقدام شود.
- با توجه به احتمال جدا شدن شیلنگ از نازل در محل اتصال و صدمات شدید احتمالی به کاربر و افراد حاضر در محوطه، باید سپرهای محافظ، پیش بینی شود. یکی از روش های مرسوم، تسمه مهار ایمنی است که شیلنگ را به نازل مهار می نماید و در صورت جدا شدن در محل اتصال، از اصابت آن به بدن فرد استفاده کننده جلوگیری می کند.
- اپراتور استفاده کننده از نازل Jet Cleaning ، باید بطور کامل از خطرات، ریسک ها و پیامدهای احتمالی ، نحوه انجام ایمن فعالیت و وسایل استحفاظی فردی مخصوص، آگاهی داشته باشد.

آیا می دانستید:

Jet cleaning برای تمیز کردن داخل خطوط لوله و آماده‌سازی سطح استفاده می شود. دو روش متداول برای Jet cleaning شامل:

- Sandjet Internal Pipe Cleaning: در این روش از گاز نیتروژن خشک و بی اثر برای به حرکت درآوردن ذرات تمیزکننده از طریق خطوط لوله با سرعت بالا استفاده می‌شود. حرکت پرانرژی این ذرات منجر به حذف موثر خوردگی، رسوب و برجستگی های سنگین می شود.
- High-Pressure Water Jetting: این تکنیک اغلب برای کارهایی مانند تمیز کردن غربال ها، فیلترها و رسوب زدایی صافی های مکنده استفاده می شود. این یک روش با کاربردهای فراوان است که می تواند بر روی سطوح و مواد مختلف بدون نیاز به مواد شیمیایی خطرناک یا ساینده اعمال شود.

به دلیل فشار بالای آب در این عملیات و سرعت بالای آب در خروجی نازل، خطر برخورد آب خروجی از نازل با بدن انسان و ایجاد جراحت های عمیق و کشنده، بسیار جدی است.

تمیزکاری تجهیزات با فشار آب بالا یا Jet Cleaning ، بدلیل به کاربردن آب با فشار بسیار بالا (۵۰۰ تا ۷۰۰ بار) دارای مخاطرات شدیدی می باشد. به الزامات ایمنی آن، توجه نمایید.

آتش سوزی کانال خط لوله حین جوشکاری و برشکاری

یک خط لوله انتقال مایع هیدروکربنی در اثر خوردگی سوراخ می شود. به منظور تعمیر و ترمیم محل سوراخ شدگی، شیرهای LBV دو طرف بسته شده و گودبرداری اطراف خط لوله به طول تقریبی ۵۰ متر از محل نشتی انجام می شود. به منظور فراهم کردن شرایط برای جوشکاری اسپول جدید، با استفاده از دستگاه برش سرد (Cold Cutter)، قسمتی از خط لوله در محل نشتی بریده شده و عملیات مسدودسازی دو طرف با استفاده از گچ پلاک دو سر لوله بریده شده، انجام می شود.

حدود ساعت ۲۱:۱۰ حین عملیات سنگ زنی، آتش سوزی جزیی ناشی از خاک های آغشته به مایعات نفتی در محوطه رخ می دهد که خاموش می شود و پتوی نسوز زیر محل فرش می گردد. در جریان ادامه عملیات سنگ زنی و در ساعت ۲۱:۱۵، حریق دوم اتفاق می افتد که بلافاصله با استفاده خاموش کننده دستی خاموش می شود. در ادامه عملیات برشکاری و جوشکاری و در ساعت ۲۲:۲۰ حریق گسترده ای در محوطه رخ می دهد. فرد جوشکار موفق به خروج از گودال غرق در آتش، می شود؛ اما کمک جوشکار در اثر گیرافتادن در گل و لای محوطه دچار سوختگی شده و فوت می نماید.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- برنامه ریزی مناسب فعالیت های تعمیراتی به همراه تامین منابع مورد نیاز (تجهیزات، نیروی انسانی و زمان مناسب جهت انجام فعالیت) از اولویت های اجرای کار می باشد. اولین و ایمن ترین راه برای آماده سازی خطوط لوله برای انجام برشکاری و جوشکاری، توپکرانی به منظور تخلیه و پاکسازی خط از مایعات قابل اشتعال است.
- تخلیه و جمع آوری مایعات قابل اشتعال درون خط لوله با طول زیاد، در یک ظرف/مخزن از پیش تهیه شده صورت پذیرد. درصورت آلودگی محوطه به مایعات قابل اشتعال، جمع آوری خاک های آلوده به مواد که به شدت آتش گیر می باشند، الزامی است.
- با توجه به اینکه خطوط لوله به‌واسطه موقعیت مکانی بوسیله سیستم های آتش نشانی پشتیبانی نمی شود، هماهنگی قبلی و استقرار تیم آتش نشانی در محل جهت انجام اقدامات لازم در صورت بروز حادثه، بسیار اهمیت دارد.

آیا می دانستید:

خطوط لوله انتقال گاز و مایعات هیدروکربنی، در مقاطعی از خط دارای شیر قطع کن (LBV) می باشد تا در زمان پاره شدن/ نشتی شدید خط و بر اساس اختلاف فشار دو طرف شیر، به صورت خودکار، بسته شوند تا تخلیه سیال خروجی به محیط به حداقل برسد. با بستن این شیرها در زمان انجام فعالیت تعمیراتی بر روی خط که احتمال جابجایی سیال را دارد، می توان از عبور سیال از شیر و خروج آن از مقطع تحت برشکاری، جلوگیری کرد.

ایمن ترین راه برای آماده سازی خطوط لوله برای انجام برشکاری و جوشکاری، توپکرانی به منظور تخلیه و پاکسازی خط از مایعات قابل اشتعال است.

فصل سوم– جوشکاری، برشکاری

آتش سوزی درون کانال به دلیل نشت گاز داخلی

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در یک شبکه توزیع گاز، تیم پیمانکار متشکل از جوشکار، کمک جوشکار، کارگر و راننده، جهت انجام دستورکار محوله و بدون هماهنگی با واحد بهره برداری کارفرما، به محل اتصال ۶۳ mm به ۱۶۰ mm خط لوله پلی اتیلنی عزیمت نموده و پس از رسیدن به محل، شیرهای موجود بر روی هر دو سمت محل اتصال خط لوله را می بندند.

جوشکار به همراه کارگر به داخل کانال محل اتصال رفته و از راننده بیل مکانیکی درخواست می نماید اطراف خط ۱۶۰ mm را خاکبرداری نماید. پس از انجام این کار، کارگر نیز به‌صورت دستی زیر خط لوله را تخلیه می نماید و از کانال خارج می شود. ابتدا جوشکار جهت تخلیه گاز درون خط و با استفاده از اره، خراشی بر روی خط ۱۶۰ mm ایجاد نموده و در فاصله یک متری از آن با گیوتین لوله بر، خط را برش می دهد. با توجه به خروج گاز حبس شده مابین شیرهای بسته شده خط لوله (مقطعی از خط ۱۶۰ mm به طول ۱۱۸۸ متر) و به دلیل عدم تخلیه کامل آن از قبل، ناگهان آتش سوزی در کانال رخ می دهد که به دلیل شعله آتش و عدم وجود مسیر ورود و خروج به کانال، جوشکار در شعله آتش گیر افتاده و همان جا فوت می‌نماید. در بررسی حادثه مشخص شد پیمانکار مجری بدون هماهنگی و اخذ پروانه کار از واحد بهره برداری، اقدام به این کار نموده است.

کانال حفر شده

دستگاه گیوتین لوله بر مورد استفاده

پس از حادثه

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- در خطوط لوله با کنترل و محدود نمودن محل های دسترسی به شیرهای بین راهی، از دسترسی و باز و بسته نمودن شیرها توسط افراد غیرمرتبط، جلوگیری شود.
- قبل از برشکاری خطوط لوله گاز باید از تخلیه سیال محبوس بین شیرهای بسته شده، اطمینان حاصل شود.
- سازوکار موثر هماهنگی بین عوامل بهره برداری و تعمیراتی و پیمانکاران نقش مهمی در پیشگیری از حوادث دارد. رعایت الزامات صدور پروانه کار و انجام گازسنجی، مطمئن‌ترین راه برای ایجاد ساز و کار ارتباطی و کنترل ایمنی عملیات محسوب می شود.
- انجام گودبرداری و خاکبرداری باید به روش ایمن انجام شده و مسیرهای ورود و خروج مناسب از کانال تعبیه شود. در پیش بینی مسیرهای ورود و خروج در گودال ها و کانال‌هایی که امکان بروز انفجار یا آتش سوزی در آنها وجود دارد، باید نیاز به خروج سریع در شرایط اضطراری مدنظر قرار گیرد.

آیا می دانستید:

حوادث متعددی در خطوط لوله انتقال نفت، گاز و فراورده به علت عدم هماهنگی پیمانکار اجرایی و دستگاه نظارت رخ می دهد که در اغلب موارد منجر به صدمات شدید به افراد و فوت آنها می گردد که قطعا نظارت موثر بر عملکرد پیمانکاران اجرایی عامل بسیار مهمی در جلوگیری از بروز حادثه به شمار می رود.

با کنترل و محدود نمودن محل های دسترسی به شیرهای بین راهی، از دسترسی و باز و بسته نمودن شیرها توسط افراد غیرمرتبط، جلوگیری شود.

وزارت نفت
ادارہ کل بہداشت، ایمنی، محیط زیست

فصل سوم– جوشکاری، برشکاری

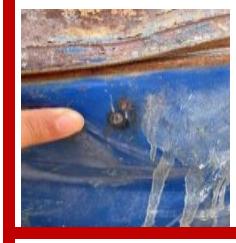
انفجار و مرگ به دلیل استفاده از بشکه مواد قابل اشتعال به عنوان میز کار

درس آموزی از حوادث صنعت نفت

در یک محوطه کارگاهی، یکی از کارکنان پیمانکار مجری با عنوان شغلی آرماتوربند که مسئولیت آرماتوربندی و قالب بندی را برعهده داشته است، علاوه بر فعالیت اصلی در برخی موارد، جوشکاری مرتبط با عملیات قالب بندی را نیز انجام می داده است.

در روز حادثه با توجه به گرمی هوا، آرماتوربند، تجهیزات جوشکاری را از کارگاه جوشکاری به مجاورت یک کانکس منتقل کرده و از بشکه ۲۲۰ لیتری بعنوان میز کار خود استفاده می نماید (میزکار قبلی موجود در کارگاه در منطقه آفتاب گیر بوده است). بشکه مورد استفاده محتوی مایع قابل اشتعال" تینر" بوده است، ولی مشخصات روی بشکه، ماده دیگری را نشان می داد.

در حین انجام جوشکاری، به علت رسیدن بخارات قابل اشتعال به منبع جرقه جوشکاری و تشکیل Hot Spot نقطه ای بر بدنه بشکه ناشی از اتصال منفی دستگاه جوشکاری، موجب بروز انفجار داخلی بشکه می شود که با توجه به افزایش فشار داخلی و ترکیدن از ناحیه کف بشکه، آتش در محوطه پخش و فرد دچار سوختگی شدید می شود که پس از اعزام و بستری شدن در بیمارستان، بعد از گذشت ۷ روز فوت می نماید.



شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- مطابق الزامات سیستم پروانه کار؛ به منظور کنترل موثر فعالیت ها، صدور مجوز برای چندین فعالیت در یک مجوز ممنوع است (هر مجوز کار فقط و فقط برای یک نوع فعالیت صادر گردد).
- با توجه به خطرات بالقوه فعالیت جوشکاری و برشکاری، انجام این گونه فعالیت ها باید فقط توسط افراد ماهر و ذیصلاح با عنوان شغلی تخصصی مرتبط، انجام شود. از واگذار کردن این فعالیت ها به اشخاص فاقد صلاحیت جدا خودداری شود.
- قبل از انجام جوشکاری باید به مخاطرات احتمالی محیطی و بررسی خطرات آتش سوزی و انفجار توجه شود. جوشکاری باید در اماکن و محل‌های از پیش تعیین شده (مانند کارگاه های جوشکاری) که فاقد دپوی مواد شیمیایی و قابل اشتعال می باشد صورت پذیرد.
- ظروف مواد شیمیایی باید مطابق الزامات و ضوابط ایمنی، ساماندهی شود. درج نام محتویات، مشخصات و SDS بر روی بدنه ظرف و نصب برچسب‌های هشداردهنده جهت اطلاع و آگاهی افراد از خطرات بالقوه محتویات ظروف و همچنین انبارش مناسب ظروف مواد شیمیایی به منظور جلوگیری از دسترسی افراد متفرقه به آنها از جمله موارد مرتبط با ساماندهی ظروف مواد شیمیایی است.

آیا می دانستید:

سیستم اطلاع رسانی خطر(Hazard Communication system) براساس NFPA 704 که به عنوان "الماس آتش" (fire diamond) نیز شناخته می شود، استانداردی است که برای شناسایی خطرات بالقوه مواد برای واکنش اضطراری استفاده می شود؛ در این سیستم، الماس آتش به چهار ربع با کد رنگی تقسیم می گردد:

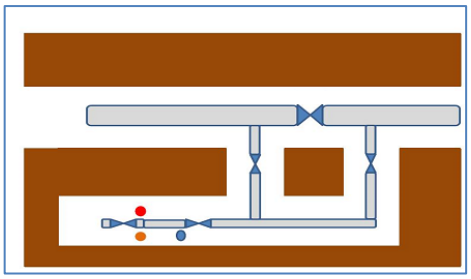
- ❖ آبی برای خطرات سلامتی
- ❖ قرمز برای اشتعال پذیری
- ❖ زرد برای واکنش پذیری
- ❖ سفید برای خطرات خاص

هر ربع در مقیاسی از صفر تا چهار درجه بندی می شود که صفر نشان دهنده عدم وجود خطر بالقوه و ۴ نشان دهنده خطر با شدت بالا است. سیستم NFPA 704 برای ارائه سریع اطلاعات حیاتی به امدادگران در شرایط اضطراری طراحی شده است. این سیستم **مواد شیمیایی خاص یا خطرات درازمدت سلامتی** را شناسایی نمی کند.

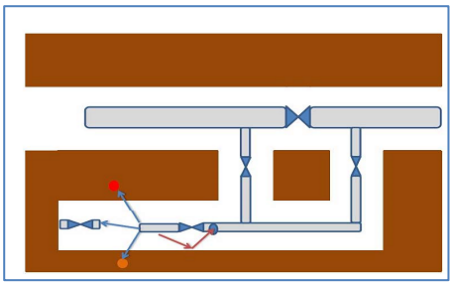
در ظروف مواد شیمیایی، با درج نام محتویات، SDS و نصب برچسب های هشداردهنده بر روی بدنه ظرف، نسبت به آگاهی افراد از خطرات بالقوه محتویات ظروف اقدام نمایید.

گسیختگی فلنج حین انجام تست هیدرواستاتیک

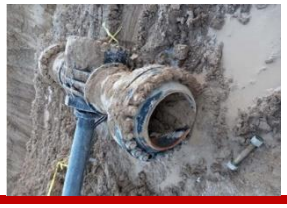
در یک پروژه احداث خطوط لوله، عملیات تست هیدرواستاتیک یک ایستگاه شیر، آغاز می گردد. ابتدا فشار تا ۱۱۴۰Psi افزایش می یابد. در این فشار نشتی در سیستم تحت تست، مشاهده نمی گردد. پس از آن فشار تا ۱۴۷۰Psi افزایش می یابد. در این مرحله، نشتی از یک فلنج ۲۰ اینچ مشاهده می شود. کارشناس ناظر، کار را به حالت تعلیق درآورده تا نسبت به رفع نشت، اقدام شود. تیم اجرایی اقدام به رفع نشت بدون کاهش فشار نموده و پس از آن، مجددا فشار افزایش داده شد. حدود ساعت ۱۲:۳۰ در فشار ۱۹۸۰Psi، همان فلنج ۲۰ اینچ که در مرحله فشارگیری قبلی، دچار نشت شده بود، به احتمال زیاد مجددا دچار نشت شده و در حین رفع نشتی، فلنج از ناحیه Neck دچار گسیختگی کامل شده و در اثر آزاد شدن انرژی و ضربه به ۳ نفر که در داخل کانال بر روی فلنج مشغول کار بوده اند (جانمایی افراد مطابق شکل ۱) از کانال به بیرون پرتاب می شوند (محل پرتاب افراد مطابق شکل۲). همچنین قسمت انتهای خط شامل فلنج، گسیخته شده و شیر نیز در کانال به جلو حرکت می کند. در این حادثه ۲ نفر فوت و یک نفر دیگر که با فاصله از فلنج ایستاده بوده، مصدوم می شود. در بررسی حادثه مشخص شد این فلنج بجای اینکه به روش کار مکانیکی و فورج ساخته شود، بر خلاف استاندارد ساخت، به صورت ریخته گری تولید شده بود.



شکل۱- موقعیت مکانی افراد قبل از حادثه



شکل۲- موقعیت پرتاب افراد پس از حادثه



شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- خطوط لوله و تمامی اتصالات آن باید بر اساس استاندارد مرجع و مورد تایید استاندارد پروژه ساخته شوند.
- به منظور تست هیدرواستاتیک باید دستورالعمل عملیاتی ایمن که در برگیرنده روند افزایش فشار، محدوده ایمن، نحوه رفع نشتی احتمالی در فشار ایمن مورد نظر و ... باشد، تهیه و کلیه مراحل مطابق با آن صورت پذیرد.
- متناسب با فشار تست، محدوده ایمن محاسبه و در زمانی که سیستم تحت فشار است، ورود افراد به داخل کانال و در شعاع ممنوعه تجهیزات تحت تست هیدرواستاتیک، تحت کنترل قرار گیرد. در صورت نیاز به کنترل و رویت نشتی احتمالی اتصالات، می توان از تجهیزات دیداری مناسب همچون دوربین استفاده کرد. در صورت الزام به ورود به شعاع ممنوعه تست، باید تمهیدات لازم مبنی بر کاهش فشار به سطح ایمن، مدنظر قرار گیرد.
- در صورت بروز نشتی هنگام تست هیدرواستاتیک، آچارکشی و رفع آن در فشار موجود ممنوع بوده و پس از کاهش فشار، در فشار ایمن از پیش تعیین شده در دستورالعمل، صورت پذیرد.

آیا می دانستید:

استانداردها و خطوط راهنمای متعددی الزامات ایمنی تست فشار را تشریح نموده است. بر اساس الزامات، در صورت مشاهد نشتی در حین تست از اتصالات، ابتدا باید فشار به نصف میزان فعلی کاهش داده شود؛ آچارکشی و رفع نشتی از اتصالات باید حداکثر در فشار ۷ بار انجام شود.

آچارکشی اتصالات و تجهیزات تحت تست هیدرواستاتیک به منظور رفع نشتی احتمالی در فشار تست، بسیار خطرناک است.

انفجار مبدل سیستم HVAC حین عملیات نشت یابی با گاز تحت فشار

در یک مجتمع فرایندی، مبدل های سیستم خنک کننده یکی از اتاق های برق، بدلیل نشتی و نشت گاز تبرید از سیستم تهویه (HVAC) از سرویس خارج می شود. جهت انجام تعمیرات، پروانه انجام کار گرم جهت نشت یابی و جوشکاری کندانسور سیستم تهویه، صادر و پرسنل واحد تهویه، مشغول کار می شوند. برای نشت یابی، باید ابتدا گاز نیتروژن به مبدل ها تزریق و سپس با استفاده از تست صابون، محل نشتی، پیدا شود. کار تزریق گاز و نشت یابی توسط تکنسین آغاز می گردد که ناگهان مبدل منفجر شده و موجب سوختگی شدید و در نهایت فوت وی گردید. بررسی های پس از حادثه، حاکی از تزریق گاز اکسیژن به سیستم، به جای گاز نیتروژن بوده است.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- مشخصات فنی سیلندرها شامل سال ساخت، تاریخ تست هیدرواستاتیک و ... باید روی بدنه سیلندر حک و قابل کنترل و بررسی باشد. با استفاده از کدگذاری و رنگ آمیزی سیلندرها مطابق استانداردهای رایج، باید با توجه به محتویات بین سیلندرها تمایز ایجاد شود تا از به کارگیری سیلندر اشتباه توسط کاربر پیشگیری گردد.
- با توجه به مخاطرات ویژه برخی گازها از جمله گازهای اکسیدکننده نظیر اکسیژن - که در صورت اشتباه در استفاده خطرات جبران ناپذیری به دنبال خواهد داشت- حصول اطمینان از انطباق گاز درون سیلندر شارژ شده با مشخصات ظاهری سیلندر از طریق انجام آزمایش گاز، اهمیت ویژه ای دارد.
- باید در نظر داشت معمولا شرکت های تامین کننده و شارژ کننده سیلندر ممکن است از استانداردهای متفاوتی در خصوص کدگذاری و رنگ آمیزی استفاده کنند. ضمن شناسایی شرکت های صاحب صلاحیت شارژ کننده سیلندرهای تحت فشار، رویه مشخص کدگذاری و رنگ آمیزی سیلندرها بین شرکت تامین کننده و سازمان به درستی تبادل و اطلاع رسانی موثر به پرسنل کاربر انجام شود.

آیا می دانستید:

سیلندرهای بدون درز تحت فشار که در صنعت نفت بکار گرفته می شوند، حاوی گازهای مختلفی هستند و هر یک از آنها با توجه به محتویات سیلندر از خطرات بالقوه ای برخوردارند. استانداردهایی مانند BS1319 , BS349 خطوط راهنما برای کدگذاری و رنگ آمیزی سیلندرها ارائه می دهند. با انجام کدگذاری و رنگ آمیزی مطابق این استانداردها می توان تا حدود زیادی از استفاده اشتباهی سیلندرها، پیشگیری نمود.

در سیستم های تبرید و تهویه، استفاده از سیلندر اکسیژن در فرایندهای نشت یابی و تست می تواند عواقب جبران ناپذیری داشته باشد. از کاربرد سیلندر گاز صحیح و ایمن، اطمینان حاصل کنید.

واژگونی شیر درون کانال خط لوله

در ایستگاه شیر بین راهی یک خط لوله، عملیات تست هیدرواستاتیک با اخذ پروانه کار آغاز و پیمانکار فرعی اقدام به آب گیری و انجام تست ایستگاه و اتصالات مربوطه می نماید. پس از مشاهده نشتی در یک شیر ۲۰ اینچ، عملیات تست هیدرواستاتیک متوقف و شیر تحت تعمیر قرار می گیرد؛ لیکن تعمیرات بر روی شیر، موثر واقع نمی شود. لذا پس از گذشت سه ماه، تصمیم گرفته می شود آب تست تخلیه و شیر معیوب، تعویض شود.

در صبح روز حادثه، پیمانکار پروژه، نسبت به تعویض شیر ۲۰ اینچ معیوب با شیر جدید اقدام می نماید. پس از اتمام برشکاری پیچ و مهره‌ها، شیر معیوب با استفاده از دستگاه سایدبوم مستقر در محل، مهار و ادامه فعالیت به بعد از ظهر موکول می شود. در بعد از ظهر همان روز، با هماهنگی تیم اجرایی، با استفاده از سایدبوم اقدام به جابجایی شیر و استقرار آن بر روی کف کانال شیب دار شده و بوسیله یک گوه معیوب، مهار می شود. خاک در محل قرارگیری شیر به دلیل تخلیه آب عملیات هیدروتست درون کانال، سست بوده است. در زمان وقوع حادثه، شیر مستقر شده بر روی کانال شیب دار واژگون شده و روی یکی از نفرات اجرایی که در داخل کانال در حال آماده‌سازی لوله برای جایگذاری شیر بوده است می افتد که متاسفانه منجر به فوت وی می شود.

گوه مهار معیوب

محل قرارگیری و نحوه واژگونی شیر ۲۰ اینچ بر روی فرد

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

- تجهیزات را پس از جابجایی، در محل مناسب قرار داده و مهار نمایید. مطمئن شوید که هیچ گونه خطر واژگونی یا سقوط روی افراد یا محیط مجاور ندارند.
- برنامه های کاری و فعالیت ها را پیش از انجام کار، ثبت نمایید و در اختیار افراد/ واحدهای مرتبط قرار دهید.
- نظارت موثر و حصول اطمینان از پیاده سازی کامل و صحیح مفاد مجموعه مقررات نظام پروانه های کار ازجمله حضور و نظارت دائم مسئولین اجرای کار در محل انجام فعالیت، در پیشگیری از وقوع حوادث، بسیار مهم است.

آیا می دانستید:

فضای کاری محدود در کانال های حفاری شده بواسطه عرض کم آن، علاوه بر خطر ریزش دیواره، به دلیل دیگر علل احتمالی می تواند سبب بروز حادثه شود که خطر واژگونی تجهیزات فاقد مهار/ مهار نامناسب، یکی از آنها می‌باشد.

لذا توجه ویژه به فضای محدود کانال و تجهیزات مستقر در محدوده کاری (بالاخص تجهیزات سنگین) بسیار مهم بوده و لازم است قبل از ورود افراد به داخل کانال نسبت به مهار اصولی تجهیزات با توجه به وضعیت محل استقرار و همچنین بکارگیری ابزار و روش مناسب، اقدام شود.

تجهیزات را پس از جابجایی، در محل مناسب قرار داده و آن را به شکل ایمن، مهار نمایید.

نظام مدیریت HSE، سیستمی یکپارچه از عناصر پیشگیرانه، آینده‌نگر و کنترلی به منظور کاهش خسارت و آسیب‌های مادی و معنوی ناشی از وقوع حوادث به انسان، تجهیزات و محیط زیست و در نتیجه پایداری تولید و عملیات است و دستیابی به این هدف، مستلزم اتخاذ رویکردها و راهبردهای چندوجهی و میان مدت از جمله مدیریت ریسک و تعهد مدیران و کارکنان به نهادینه شدن فرهنگ HSE در سازمان است.

در این ارتباط، فرایند بررسی و تحلیل ریشه ای رویدادها، ضمن شناسایی نواقص ساختاری و سیستمی پنهان در وقوع حوادث، فرصت یادگیری و درس‌آموزی از حوادث را فراهم ساخته و اقدامات و تمهیدات کنترلی و اصلاحی مورد نیاز را مشخص می‌کند.

تهیه و تنظیم: اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

آدرس: تهران، خیابان استاد نجات الهی، شماره ۹۴، ساختمان شهید تندگویان وزارت نفت، طبقه ششم، کد پستی: ۱۵۹۹۷۱۶۵۱۷

وب سایت: http://hse.mop.ir