

بررسی دلایل انفجار مخزن اسید کلریدریک ۳۳٪ در یکی از شرکتهای پتروشیمی بروش ICE BERG

بهمن بهزادی رئیس اداره مهندسی فرآیند و کنترل تولید مجتمع پتروشیمی اروند
E-mail: b.behzadi1352@yahoo.com , bbehzadi@arvandpc.net

عادل نژاد سلیم مدیر عامل پتروشیمی امیر کبیر

ماهشهر- سایت ۳ منطقه ویژه - پتروشیمی اروند- اداره مهندسی فرآیند

تلفاکس ۰۶۵۲۲۶-۲۶۱۲۴

چکیده:

یکی از واحدهای مهم پتروشیمی، واحد تولید اسید کلریدریک می باشد بطوریکه بخش زیادی از صنعت نفت و پتروشیمی، حفاری و سایر صنایع به اسید کلریدریک نیازمندند. روشهای تولید اسید در ایران براساس روشهای سنتز کلر و هیدروژن و روش جذب اسید کلریدریک گازی ناشی از کراکینگ اتیلن دی کلراید و همچنین روش تولید اسید از طریق واکنش نمک طعام با اسید سولفوریک است. معمولاً در روش سنتز و همچنین روش تولید اسید توسط پیرولیز اتیلن دی کلراید بخشی از گازهای آلی و همچنین هیدروژن و کلر به همراه اسید مایع وارد تانکهای ذخیره می گردد. در مجتمع های پتروشیمی که دارای کارخانه تولید اسید کلریدریک می باشند؛ بیش از ۵ بار مخازن ذخیره اسید دچار سانحه انفجار شده اند. در آخرین بار یکی از تانکهای اسید با حدود ۲۰۰ تن اسید در ساعت ۶ و ۴۰ دقیقه بامداد بطور خودبخودی دچار انفجار شد و در فاصله ۴۰ متر از محل خود به زمین افتاد. بررسی ها نشان داد که یکی از عوامل مهم وجود گازهای آلی از جمله استیلن همراه با اسید گازی بوده است. همچنین گرفتگی ونت مخزن، کم بودن قطر لاین ونت، تولید الکتریسته ساکن، عدم تزریق نیتروژن از علل مهم انفجار بود.

کلمات کلیدی: اسیدکلریدریک (HCl)، انفجار (Explosion)، گازهای آلی (Organic gases)

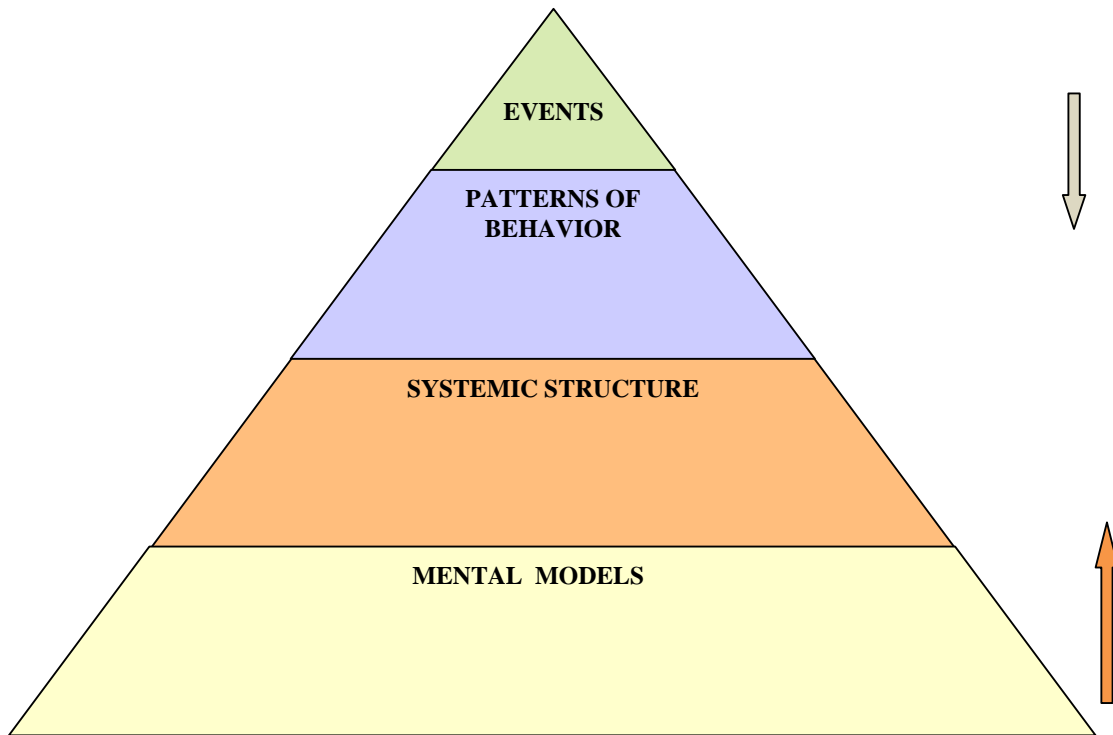
شرح مقاله

بخش ۶۰۰ واحد کلرآلکالی یکی از مهمترین بخشهای مجتمع پتروشیمی بوده و بدون این بخش، تداوم تولید در واحد کلرآلکالی، تولید سرویسهای جانبی و نهایتاً کل مجموعه پتروشیمی امکان پذیر نخواهد بود. ظرفیت طراحی این بخش سالانه ۶۳۳۰۰ تن اسید کلریدریک ۳۳٪ با فرآیند تولید سنتز کلر و هیدروژن بوده و صاحب لیسانس این بخش شرکت SGL آلمان بوده است. تولید اسید به روش سنتز در همان سالهای ابتدایی راه اندازی این بخش به دلیل از بین رفتن راکتورهای سنتز، متوقف و به دلیل نیاز مبرم مجتمع به اسید، تولید اسید در پتروشیمی مذکور از روش جذب اسید گازی حاصل از پیرولیز اتیلن دی کلراید ادامه یافت و تاکنون نیز ادامه دارد. به دلیل حضور موادآلی موجود در اسید گازی ارسالی از واحد وینیل کلراید، در سال ۱۳۷۶ امور خدمات فنی پتروشیمی تصمیم به خرید اسید سازی جدید با روش سنتز نموده و نهایتاً دو PACKAGE اسید سازی از شرکت کربن لورن فرانسه خریداری و نصب گردید.

بنابراین همچنانکه ذکر شد تولید اسید در مجتمع از اهمیت وافری برخوردار بوده ولی به دلیل تغییر فرآیند تولید اسید و همچنین افزایش ظرفیت تولید که گاهی روزانه بیش از دوبرابر ظرفیت طراحی اسید تولید شده است، خطرات خاص خود را نیز در پی داشته است و در چنین شرایطی طی چند بار تجهیزات مختلف این بخش دچار انفجار شده اند که آخرین مورد انفجار مربوط به تاریخ ۱۳۸۵/۹/۵ در ساعت حدود ۶ و ۴۰ دقیقه بود که تانک T-605B بخش ۶۰۰ واحد کلرآلکالی منفجر شد و از محل نصب خود بلند شده و پس از طی مسافت ۴۵ متری در واحد وینیل کلراید به زمین افتاد.

مدل پیگیری حادثه :

در خصوص پیگیری عوامل حادثه و رفع آنها، مدل تفکر سیستمی کوه یخ (ICE BERG) برای حل مسئله انفجار تانک انتخاب گردید و براساس این مدل سعی شد تا با فراهم نمودن محیطی باز و بستری مناسب، امکان بروز و ظهور تمامی نظرات کارشناسی فراهم گردد و همواره در تمامی دوره بررسی موضوع سعی شد با حفظ این رویه و با بهره گیری از مدل تفکر سیستمی (SYSTEMIC THINKING) که بطور اجمال و اختصار توضیح داده می شود به بررسی جامع حادثه تانک پرداخته شود.



ICE BERG

EVENTS : چیزهایی که اتفاق افتاده اند و ما آنها را درک کرده ایم .

PATTERN OF BEHAVIOR : فعالیتهای متناوبی که در طول زمان اتفاق می افتند و زمینه بروز حوادث را فراهم می آورند .

SYSTEMIC STRUCTURE : جریان دائمی اطلاعات و ارتباطات بین اجزاء یک سیستم که منشاء اصلی حادثه را تشکیل می دهد و رفتار را ایجاد می کند .

MENTAL MODELS : تصویر ذهنی و نحوه نگرش افراد و مدیریت سازمان نسبت به ساختاری که به وجود آمده است را نشان می دهد .

نحوه علت یابی این مدل بدین صورت است که پس از بررسی حادثه ، رفتار این حادثه را در طول زمان بررسی نموده ، سپس ساختاری که موجب این رفتار شده است ، مورد بررسی قرار می گیرد . شایان توجه است که این بخش از بررسی از اهمیت فوق العاده ای برخوردار می باشد، زیرا علت اصلی بروز حادثه در این قسمت یافت می شود .

پس از آن مدلهای ذهنی حاکم در سازمان که باعث بوجود آمدن این ساختار شده است ، مورد بررسی قرار می گیرد و بعد از آن آرمان سازمان در خصوص مدل ذهنی که وجود دارد بررسی خواهد شد .

حوادث مشابه و علل آنها :

- ۱- انفجار مخزن FA-368 (اسید کلریدریک ۳۳%) پتروشیمی آبادان در آذر ماه ۱۳۷۷
- ۲- انفجار T-603 واحد کلرآلکالی پتروشیمی بندرامام در سال ۱۳۷۶ به دلیل حضور گازهای آلی و جوشکاری روی تانک
- ۳- انفجار T-603 در سال ۱۳۷۸ به دلیل حضور گازهای آلی
- ۴- انفجار T-605B در تاریخ ۱۳۸۰/۱۰/۴ و کشته شدن دو نفر از همکاران به دلیل حضور مواد آلی همراه با اسید گازی و ضربه
- ۵- انفجار لاین اسید خروجی از C-602D در تاریخ ۱۳۸۳/۱۰/۱۹ به دلیل حضور مواد آلی همراه با اسیدمایع ارسالی از واحد وینیل کلراید مونومر (VC)
- ۶- انفجار لاین اسید خروجی از C-602D در تاریخ ۸۳/۱۱/۸ به دلیل حضور مواد آلی همراه با اسید
- ۷- انفجار T-605B در تاریخ ۸۵/۹/۵

اطلاعات و بررسی های عمومی و علت حادثه مورخ ۸۵/۹/۵ :

- اصولاً برای ایجاد یک انفجار سه شرط لازم است ، یا وجود هیدروکربن ، اکسیژن (هوا) و حرارت یا کلر ، هیدروکربن و حرارت ، شواهد و اطلاعات نشان می دهد که حالت دوم نمی توانسته است اتفاق بیفتد چرا که آزمایشات کلر از اسید تولیدی قبل از انفجار همگی وجود کلر بیش از 10ppm را منتفی دانسته و حتی اسید سازی تا لحظاتی قبل از انفجار در سرویس بوده و بعد توسط اپراتور از سرویس خارج شده است .
- در حوادث قبلی چه در پتروشیمی آبادان و چه در بندرامام ؛ وجود حرارت حاصل از ضربه هنگام باز کردن فلنج بالای مخزن و یا عملیات جوشکاری بروی لوله های ارتباطی به مخزن وجود داشته است ، ولی در حادثه اخیر هیچ عملیاتی در نزدیکی مخزن و حتی در آن بخش انجام نشده است بنابراین فقط جرقه ناشی از الکتریسته ساکن می توانسته است باعث انفجار گردد که بعلت از بین رفتن EARTHING که ناشی از ریزش و نشست اسید در اطراف مخزن وجود داشته بسیار محتمل است . در مورد مواد قابل اشتعال که بدون شک منشاء آن واحد وینیل کلراید می باشد خصوصاً اینکه واحد در انتهای سرویس بوده و در حال آماده شدن برای تعمیرات اساسی بوده است و ظرفیت واحد در حداقل و برج تفکیک اسید نیز در شرایط ایده آلی نبوده است ، در این شرایط بالا رفتن مواد آلی از جمله VCM, C2H2 و ... در اسید گازی حتمی است .
- با توجه به انفجارات مشابه سالهای قبل در این بخش (۶۰۰) که علت همگی آنها حضور مواد آلی همراه با اسید گاز از جمله استیلن ، VCM ، کلروبنزن و هیدروژن ... بوده است و با توجه به وجود دوده روی سطح بالای مخزن ، حضور مواد آلی در مخزن کاملاً محرز بوده و یکی از دلایل اصلی انفجار محسوب می گردد .
- با توجه به وجود HYDRYLIC SEAL به طول بیش از ۱۵۰۰ میلیمتر و با توجه به وجود لاین ارتباطی از برج جذب به TAIL TOWER فرار هیدروژن همراه با اسید مایع به مخزن بعید بنظر می رسد .

- تزریق نیتروژن به مخازن اسید بجز T-602 در طراحی واحد نبوده و در سال ۱۳۸۰ بعد از انفجار T-605B تزریق نیتروژن شروع گردید .
 - با توجه به اینکه مخزن مذکور و سایر مخازن با یک لاین نیتروژن به آنها تزریق می گردد و فلومتری نیز روی مسیر نیتروژن وجود نداشته است احتمال قطع نیتروژن و عدم تزریق آن وجود دارد چرا که در چند روز قبل از این حادثه نیز مخزن T-605A دچار VACUUM شدید شد .
 - با توجه به اینکه لاین VENT مخازن بطور مشترک وارد اسکرابر می گردد و همچنین لاین آب دریای خروجی از اسکرابر در زیر تپه سنگ آهک مدفون بود احتمال خفگی مخزن و حبس و تغلیظ گازهای بالای مخزن وجود دارد.
 - با توجه به ریزش اسید و از بین رفتن محوطه احتمال برقراری EARTHING مخزن وجود دارد که بعد از حادثه مشخص شد که EARTHING قطع بوده است .
 - با توجه به اینکه از زمان تعمیر و نصب مخزن تا زمان انفجار حدود ۸ روز بوده احتمال آزاد سازی گازهای آلی حاصل از لاستیک نو و چسب بکار رفته وجود دارد .
 - با توجه به حضور مقادیر بسیار زیادزنگ آهن در لاین نیتروژن و همچنین حضور مایع در لاین ، احتمال گرفتگی مسیر نیتروژن و قطع آن وجود دارد .
 - با توجه به زمان انفجار که صبح زود بوده و هوا سرد بوده است و در این شرایط حجم گازهای درون مخزن کم شده احتمال مکش هوا به مخزن و پس از آن انفجار مخزن وجود دارد .
- در بررسی حادثه که براساس مدل کوه یخ یا ICE BERG انجام شد از میان ۱۶ فرضیه و ۲۰ شاهد اولیه نهایتاً تعداد شواهد و فرضیات به ۷ شاهد و ۱۰ فرضیه تقلیل پیدا کرد و از میان فرضیات مذکور تنها دلایل اصلی بشرح زیر بود :
- ۱- حضور گازهای آلی از جمله استیلن و وینیل کلراید مونومر و گاز هیدروژن که در حضور هوا می تواند به انفجار خودبخودی بیانجامد.
 - ۲- وجود الکتریسته ساکن ناشی از تماس اسید با پوشش لاستیکی مخزن
 - ۳- قطع نیتروژن تزریقی و گرفتگی مسیر ونت مخزن
 - ۴- کم بودن قطر لاین ونت مخزن براساس محاسبات قطر لاین ونت تانک می بایست حداقل ۴ اینچ می بود که در زمان انفجار ۲ اینچ بوده است .

نتیجه گیری و پیشنهاد :

- استفاده از مدل کوه یخ برای اولین بار در واحد تولید اسید برای حل مسئله انجام شد .
- برای این مشکل پیشنهاد می شود :
- ۱- تزریق نیتروژن با فلویی معادل دبی اسید خروجی از هر مخزن از طریق نصب فلومتر مناسب انجام شود . (در حال حاضر این مهم انجام شده است)

- ۲- نصب مخزن خلاء شکن و فشار شکن بجای شیر تنفسی
- ۳- لزوم در سرویس قرار داشتن تجهیزات ابزار دقیق و آنالایزر
- ۴- تولید اسید در محدوده ظرفیت طراحی سیستم
- ۵- آموزش مستمر پرسنل

تشکر و قدردانی :

در اینجا لازم می دانم از جناب آقای مهندس عادل نژادسلیم که بحق بنیانگذار تفکر سیستمی در سطح شرکت ملی صنایع پتروشیمی بود و با سعه صدر در اکثر جلسات بررسی دلایل انفجار مخزن حضور داشت تشکر و قدردانی نمایم.

تصاویر :





جدول شماره ۱ :

ماتریس شواهد و فرضیات انفجار تانک ۴.۵

فرضیات										شواهد										
علم وجود سیستم EARTHING تانک داخل تانک	علم وجود سیستم EARTHING تانک	مخلوط استیلان و کلر باعث انفجار شده است	مخلوط H2/N2/Cl2 در محلوله انفجاری بوده است	مخلوط C2H4/AIR/N2 در محلوله انفجاری بوده است	مخلوط C2H4/AIR/HCl در محلوله انفجاری بوده است	گرفتگی مسیر ونت تانک	قطع نپروژن تزریقی	مخلوب گازهای آلی از جمله استیلان و VCM	مخلوب هیدروژن در تانک											
1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	آنانیز ونت معازن حاکی از وجود استیلان هیدروژن و وی سی ام است شیر ایزت به تانک کمی باز بوده است
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	شیرهای کلر ۸۰٪ از هیدروژن ۹۳ درصد باز بوده اند
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	خلوص گاز کلر تولیدی ۸۶ درصد بوده است
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	نشانه‌دهنده های قفوی کلر و هیدروژن با توجه به مقدار باز بودن ولو آنها عدد صحیح نشان نمیدادند
1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	سیستم بصورت دستی کنترل میشده است
1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	دوده روی گسکتهای تفلونی بالای تانک مشاهده شد
1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	وجود آب و ذرات آهن در لاین ایزت
1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	امید موجود در تانک هم از روش سنتز بوده و هم به روش جذب گاز از واحد وینیل کلراید بوده است

8 0 6 9 3 2 7 8 6 7

نام جریان	HYDROGEN mol%	ETHYLENE mol%	ACETYLENE mol%	VCM mol%	کلروفرم و تری کلرواتان mol%
اسید کلریدریک گازی (طراحی)	0.005 wt% 0.097 mol%	0.038 wt% 0.049 mol%	0.156 wt% 0.219 mol%	0.011 wt% 0.006 mol%	
اسید کلریدریک گازی (واقعی)		0.02	0.14	0.06	0.04

جدول شماره ۳ آنالیز گازهای موجود در روی سطح اسید در قسمت بالای مخزن

شماره تانک	استیلن، ppm	EDC,ppm	VCM,ppm	H2,%mol
T-602	۱۳۲	Nil	Nil	۰.۱۱
T-605C	۷۴۹۷	Nil	Nil	۰.۱۴

منابع :

- ۱- اسناد واحد کلرآلکالی
- ۲- تجربیات نویسنده
- ۳- استفاده از سایتهای اینترنتی مرتبط