

فاجعه صنعتی بوپال

روابط صنعتی

نام استاد: جناب آقای دکتر هاشم کامکار زحمتکش
نام دانشجویان: سمیرا کریمی- (روژان کلمی زاده- مهناز مرتضوی



دانشکده مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی- واحد تهران مرکزی
پاییز ۱۳۹۶

بزرگترین فاجعه تاریخ صنعت

- تاریخ صنعتی جهان تا به امروز فجایع بیشماری در اثر نقص ایمنی سیستم‌های صنعتی به خود دیده است.
- وقتی از فاجعه صحبت می‌کنیم، منظور اتفاقی است که موجب از دست رفتن جان انسان‌های زیادی شده، مجروحان بسیار به جا گذاشته و خسارت مالی هنگفتی به بار آورده است.
- یکی از این فجایع که وخیم‌ترین و دردناک‌ترین فاجعه‌ی صنعتی تا کنون به شمار می‌رود، «فاجعه بوپال» است. اتفاقی که در سوم دسامبر ۱۹۸۴ میلادی (۱۳ آذر ۱۳۶۳) در کارخانه‌ی حشره‌کش سازی امریکایی یونیون کارباید واقع در بوپال هند رخ داد، ۵۰۰ هزار نفر را با گاز متیل ایزوسیانات (MIC) methyli isocyanate مسموم کرد.
- در این فاجعه بیش از ۳۰۰۰ نفر کشته شدند و بقیه در اثر مسمومیت بسیار شدید دچار معلولیت یا به بیماری‌های حاد تنفسی مبتلا شدند. متیل ایزوسیانات ماده‌ای سمی و بسیار واکنشگرا است که یونیون کارباید از آن به عنوان محصول میانی برای تولید سم‌های کشاورزی خود استفاده می‌کرد. این ماده در صورت تماس با پوست مرگ‌آفرین است و گاز آن روی اعصاب و دستگاه تنفسی تأثیرات شدید می‌گذارد. متیل ایزوسیانات با آب واکنش گرمازای سریع می‌دهد.

تصاویر فاجعه



شرح فاجعه

- در عصر روز دوم دسامبر ۱۹۸۴، تعمیرات روتین کارخانه انجام گرفت. حدود ساعت ده و چهل و پنج دقیقه‌ی شب، مقدار زیادی آب وارد تانکی شد که حاوی ۴۰ تن از متیل ایزوسیانات بود.
- واکنش شیمیایی این ترکیب دما را به سرعت افزایش داد تا حدی که مخزن به نقطه‌ی انفجار نزدیک شده بود. آب تا مدت کوتاهی بعد از نیمه شب وارد تانک شد تا جایی که عقربه‌ی فشار سنج مخزن در خارج از محدوده ثابت شد.
- این اتفاق توجه اپراتورها را به تانک جلب کرد، اما برای جلوگیری از فاجعه بسیار دیر شده بود.
- کمی بعد، بخار داغ متیل ایزوسیانات با فشار بسیار زیاد از طریق سیستم اتوماتیک شیر فشار مخزن به دریچه‌ی شیر RVVH رسید. این اتفاق از انفجار جلوگیری کرد، اما ۴۰ تن گاز سمی در فضا منتشر شد و تا صبح، هزاران نفر از مردم و جانداران منطقه کشته شدند.
- سیستم‌هایی که باید جلوی انتشار گاز را می‌گرفتند، شامل بخش خنک کننده (که سرعت واکنش را کند می‌کرد) و نیز آلارم‌ها عمل نکردند. هیچ کدام از تجهیزات ایمنی که باید جلوی انتشار را می‌گرفتند و یا حداقل عواقب آن را کاهش می‌دادند نیز کار نکردند.
- آن کارخانه هرگز دوباره به کار نیفتاد و یونیون کارباید که زمانی یکی از بزرگترین تولیدکنندگان صنعت شیمی بود، دیگر اعتبار خود را به دست نیاورد و سال ۱۹۹۹ آنچه از این شرکت باقیمانده بود به فروش رفت.

نشت متیل ایزوسیانات

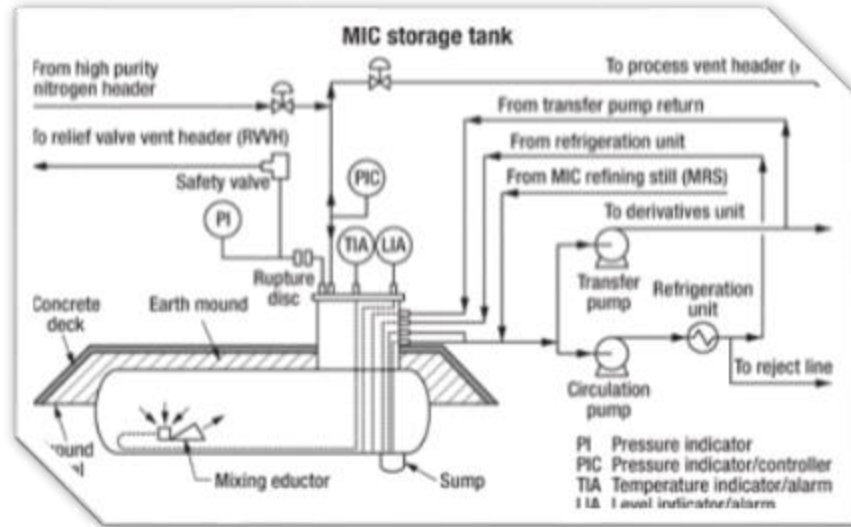


طراحی فاجعه

- متیل ایزوسیانات تولید شده در کارخانه داخل دو تانک مخزن از جنس فولاد ضد زنگ با عنوان تانک‌های ۶۱۰ و ۶۱۱ نگهداری می‌شد.
- یک تانک مشابه (تانک ۶۱۹) برای نگهداری مواد ناخالص موجود در تانک‌های ۶۱۰ و ۶۱۱ در مواقع اضطراری نیز قرار داده شده بود. این تانک یک فضای اضافی بود که در صورت واکنش گرمازا و افزایش حجم، ماده به آن انتقال پیدا کند.
- مقداری گاز نیتروژن برای تنظیم فشار داخل مخزن بکار گرفته می‌شد، در عین این که بخار اضافی متیل ایزوسیانات از طریق دریچه‌ی فرایند PVH خارج می‌گردید.
- هر کدام از تانک‌ها به دو پمپ سانتریفیوژال مجهز بودند، یکی «پمپ انتقال» که متیل ایزوسیانات ذخیره شده را به مشتقات مورد نیاز تبدیل می‌کرد تا در محصول اصلی به کار گرفته شود. پمپ دیگر «پمپ گردشی» بود که ماده را در یک سیستم خنک کننده فلوئوروکربنی گردش می‌داد. این سیستم می‌بایست تمامی ماده را در حد صفر درجه نگه می‌داشت تا از واکنش گرمازا جلوگیری شود.

نقص ایمنی

- با وجود پمپ انتقال، گزارش‌ها نشان می‌دهد که در زمان کار کارخانه، از این پمپ استفاده نمی‌شد! بلکه از یک روش جایگزین استفاده شده بود که در واقع پمپ را دور می‌زد.
- در این روش فشار داخل مخزن را با استفاده از نیتروژن بالا می‌بردند و به همین خاطر، ماده خود به خود از طریق مسیری که در شکل نشان داده شده وارد بخش مشتقات می‌شد.



- این کار برای این انجام شده بود که احتمال خرابی پمپ انتقال کاهش یابد، و کارگران کارخانه را از خطر مرگ حفظ کند! البته مشخص است که رویه‌های غیر استاندارد، ممکن است یک خطر را کاهش دهند، اما می‌توانند خطرات بیشمار دیگری به بار آورند. در این مورد، افزایش فشار تانک‌ها برای دور زدن پمپ انتقال نیازمند این بود که تانک از PVH جدا شود تا جریان نیتروژن اضافی از آن طریق خارج گردد.

نقص ایمنی

■ میزان زیاد فشار نیتروژن در طول زمان مشکل ایجاد کرده بود چرا که PVH و RVVH هر دو از فولاد کربن ساخته شده بودند. ساخت و طراحی لوله کشی تانک که در شکل قابل مشاهده است، به نحوی بود که در این مدت هوا وارد لوله‌های خروجی اضطراری شد و موجب زنگ زدگی این لوله‌ها گردید. برای واکنش متیل ایزوسیانات با آب، زنگ به عنوان کاتالیزور عمل می‌کند.



■ بعد از درزگیری و آب‌بندی تانک‌ها، بخارات متیل ایزوسیانات که از بخش‌های دیگر ایجاد می‌شدند از طریق PVH تخلیه می‌شدند. این مسئله باعث شده بود که یک فرایند روتین تعمیراتی برای پاک کردن مواد ته نشین شده داخل PVH و RVVH تعریف شود. این فرایند با استفاده از آب انجام می‌گرفت که با فشار بالا داخل لوله‌ها را پاک می‌کردند.

شب حادثه

- در شب شوم حادثه، بعد از آن که لوله‌ها با فشار آب رسوب زدایی شدند، به نحوی، آب وارد تانک ۶۱۰ شد.
- واکنش گرمازا شروع شد و در حالت عادی باید آلارم دمای بالا فعال می‌شد، اما این آلارم قطع بود. به همین ترتیب دماسنج اتاق کنترل نمی‌توانست مقدار واقعی دما را نشان دهد، چون نقطه کار تانک در حالت عادی هم بالاتر از محدوده‌ی درجه‌بندی آن بود.
- در نتیجه آلودگی که در تانک ۶۱۰ در حال بالا بردن دما بود از دید اپراتورها پنهان ماند. فشار داخل تانک نیز در حال افزایش بود، اما از آنجا که شیرهای خروجی تانک ۶۱۰ نشستی داشتند، فشارسنج اتاق کنترل، فشار یک تانک عادی درزگیری شده را نشان می‌دادند، در حالی که تانک درزگیری نشده بود.
- بنابراین آلودگی تشخیص داده نشد تا زمانی که انبساط حرارتی رخ داد و عقربه‌ی فشارسنج به انتهای درجه بندی چسبید.
- در این لحظه، با این که کارگران کارخانه سرعت عمل نشان دادند، اما دیگر بسیار دیر شده بود



نتیجه گیری

- حدود دو سال و نیم بعد از وقوع فاجعه، شرکت یونیون کارباید مدارکی به مراجع قضایی ارائه داد که با دلایل علمی و قانونی اثبات می کرد این واقعه ناشی از خرابکاری بوده است.
- تنها حالتی که می توان برای ورود آن مقدار آب به تانک متصور شد، این است که یک از کارمندانی که مهارت ها و دانش لازم و دید کافی به پلنت را داشته به طور عمدی جریان آب را به تانک متصل کرده است (منبع).
- اما واقعیت این است که اگر فرایند آن کارخانه به طور ایمن طراحی شده بود، و سیستم های ایمنی و هشداردهی به درستی کار می کردند، این خرابکاری به چنین فاجعه ای منجر می شد؟

