

فرم درس آموزی از حوادث

دفتر بهداشت، ایمنی، محیط زیست و انرژی (HSEE) وزارت صنعت، معدن و تجارت

انتشار گاز آرسین در یک فرآیند پالایش فلزی

کد: ۱۰۰۶-۳-۹۳

مقدمه

به منظور استخراج با انجام مجموعه ای از فعالیت‌های شیمیایی و فیزیکی فلز مورد نظر به حالت عنصری از سنگ معدن یا کانه استخراج می‌شود. در این عملیات جز مورد نظر در کانی تغلیظ و ناخالصی‌های معین جدا می‌شود، مرحله کاهش که در آن ترکیب فلز به فلز آزاد کاهیده می‌شود و پالایش که در این مرحله، فلز تلخیص شده و در مواردی اجسامی به آن اضافه می‌شوند تا خواص مورد نظر محصول نهایی بدهند. کانسارهای فلزی اغلب حاوی مقادیر مختلفی از ناخالصی می‌باشند که از آن جمله می‌توان به عناصری مانند آرسنیک و سلنیم اشاره نمود. فرآیندهای که برای استخراج فلز از کانسارها صورت می‌پذیرد، می‌تواند باعث رها شدن این عناصر به محیط اطراف گردد. عنصر آرسنیک در شرایط فرآیندی می‌تواند با هیدروژن ترکیب و گاز سمی آرسین تولید نماید. آرسین (AsH_3) مهم‌ترین گاز منتشر شده از عنصر آرسنیک است که در فرآیند الکترولیز یا احیاء فلزی آرسنیک در فلزات غیر آهنی تولید می‌شود. با توجه به اینکه آرسین گازی بی رنگ بوده و حد آستانه بویایی آرسین (0.5 ppm) برابر ۱۰۰ بیشتر از حد مجاز آن (0.05 ppm) است، تشخیص مواجهه از طریق حواس پنج‌گانه امکان پذیر نمی‌باشد. مواجهه انسان با گاز سمی آرسین پتانسیل بروز اثرات حاد مسمومیت با علائمی چون اسهال، استفراغ، تنگی نفس، سردرد و واکنش‌های همولیتیک (خونی) را به دنبال دارد.

تشریح حادثه

در واحدهای پالایش یکی از صنایع فلزی انتشار گاز آرسین در محیط کار به مدت دو روز کاری باعث مسمومیت تعداد زیادی از کارگران شد. در سلول‌های این پالایشگاه به منظور جلوگیری از احیاء آرسنیک و تولید گاز سمی آرسین، غلظت یون فلز مورد نظر بایستی توسط پایشگر آنلاین کنترل شود. به دلیل نقص سیستم پایشگر غلظت یون فلزی، این تجهیز از مدار خارج شده و کاهش غلظت یون فلزی به کمتر از حد مجاز منجر به احیاء آرسنیک، تولید گاز آرسین و در نتیجه مواجهه کارگران شده است. کارگران در معرض در روز اول پس از اتمام شیفت کاری و مراجعه به منزل دچار علائم مسمومیت شده و به بیمارستان مراجعه می‌نمایند و روز بعد نیز غیبت می‌کنند، پس از اطلاع از مشخص شدن علت مسمومیت و آگاهی کارشناسان HSE، صنعت مورد نظر با حساسیت بالا تقریباً همه کارکنان بخش پالایشگاه را مورد آزمایش غربالگری مسمومیت با آرسین قرار می‌دهد. پس از غربالگری مسمومیت در حدود ۱۰ درصد از کارکنان تایید و مراقبت‌های لازم در بیمارستان صورت می‌پذیرد و تعدادی نیز در اثر مسمومیت حاد دچار همولیز خونی می‌شوند.

تجزیه و تحلیل حادثه

علل ایجاد این حادثه را می‌توان در سه سطح زیر تجزیه و تحلیل نمود:

- **علت اولیه:** مواجهه کارگران با گاز سمی آرسین آزاد شده در محیط
- **علل میانی:**

- ✓ اعتماد به روش یون سنجی به عنوان روش جایگزین و عدم نمونه برداری از هوای محیط کار با استفاده از سنسورهای پایشگر گاز آرسین یا سایر روش‌های سنجش قرائت مستقیم (مانند لوله های آشکارساز و ...)
- ✓ عدم توجه به احتمال خارج شدن دستگاه یون سنج از کالیبراسیون و نمایش اشتباه غلظت‌ها
- ✓ عدم توجه به نتایج تیتراسیون در روز حادثه که غلظت را کمتر از مقدار معمول نشان می‌داده است.
- ✓ ضعف سیستم مدیریت در تعمیرات و نگهداری دستگاه سنجش غلظت یون هیدروژن در پالایشگاه و اعتماد به روش جایگزین تیتراسیون به جای پایش آنلاین
- ✓ فقدان سیستم‌های کنترلی پشتیبان (افزونگی) در واحد پالایشگاه به منظور کنترل غلظت یون هیدروژن در احیاء آرسنیک

- **علت ریشه ای:**

- ✓ ضعف سیستم مدیریت HSE صنعت نسبت به شناخت به موقع خطرات مرتبط با آستانه گاز آرسین، آستانه بویایی گاز مذکور و اینکه این گاز در غلظت‌های کمتر از آستانه بویایی می‌تواند باعث ایجاد مسمومیت‌های حاد شود.

اقدامات کنترلی موجود

سیستم کنترلی قبل از حادثه پایشگر آنلاین غلظت یون فلزی بوده که در چند روز قبل از حادثه دچار نقص شده و از روش تیتراسیون (روشی با دقت و صحت کمتر) استفاده شده است.

دلایل عدم تأثیر اقدامات کنترلی موجود

نقص در سیستم پایشگر آنلاین غلظت یون فلزی، عدم وجود سیستمی نظاممند جهت نظارت بر نتایج تیتراسیون و تأثیرات آن بر غلظت گاز آرسین در هوا

راهکارهای فنی پیشنهادی جهت پیشگیری از تکرار حادثه

- تجهیز پالایشگاه به پایشگرهای آنلاین غلظت گاز آرسین در هوا یا انجام تست گاز در هوا در بازه های زمانی برنامه ریزی شده توسط پرسنل آموزش دیده
- تجهیز سلول‌های پالایشگاه به پایشگرهای آنلاین غلظت یون‌های فلزی
- ایجاد سیستم‌های پشتیبان موازی (افزونگی) که در صورت نقص یک سیستم پایشگر سیستم جایگزین فعال باشد.
- ایجاد مکانیزمی جهت نظارت منظم بر عملکرد سیستم پایشگرها
- آموزش دوره ای و مدون کارکنان در ارتباط با خطر آزاد شدن گاز آرسین و علائم اولیه مسمومیت

درس حادثه

در صنایع و معادنی که پتانسیل آزاد شدن گازهای سمی یا خطرناک وجود دارد، غلظت گازها باید به صورت آنلاین پایش گردد.