

آیا خنک سازی بیش از حد می تواند باعث واکنش مهار نشدنی (Runaway) در راکتور شود؟

در سال ۱۹۹۶ انفجاری در راکتور (Batch) ۶۰۰ گالنی (تقریباً ۲/۳ متر مکعبی) در کارخانه رنگ بریتانیا رخ داد. بر اساس فرآیند، در دمای بین ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد می بایست مقدار بیشتری نیتروسیل سولفوریک اسید (NSA) که محتوی یک آمین و اسید سولفوریک است به راکتور افزوده شود. این واکنش گرمازا بوده و تولید حرارت می کند. تغذیه راکتور بصورت دستی و تقریباً ۵ ساعت به طول می انجامید. این فرآیند طی سالیان متمادی عمل کرده و صدها بار بصورت Batch محصول را بدون مشکل تولید نموده است.

در ابتدای اضافه نمودن NSA، درجه حرارت افزایش یافته و به ۵۰ درجه سانتیگراد می رسد و به همین دلیل افزودن NSA متوقف می شود. سپس درجه حرارت به ۲۵ درجه سانتیگراد کاهش یافته (بیش از اندازه سرد شده) و مجدداً افزودن NSA از سر گرفته می شود. هنگامی که افزودن NSA اتمام یافت درجه حرارت محصول بالا رفته بطوریکه با سیستم خنک کننده موجود قابل کنترل نبوده و دمای آن از حداکثر دمای قابل ثبت افزایش می یابد. به دلیل انجام واکنش مهار نشدنی (Runaway) فشار راکتور بیش از حد افزایش یافته و انفجار رخ می دهد. بخش تحتانی راکتور از تکیه گاه خود جدا شده و به سمت کف ساختمان رانده می شود. همزن راکتور نیز بر روی سقف سقوط کرده و بخش فوقانی راکتور در فاصله ۱۵۰ متری (۵۰۰ فوت) دورتر پیدا می شود. خوشبختانه هیچ کس آسیب ندید و میزان خسارت مستقیم بیش از ۲ میلیون پوند برآورده شده است.

Reference: Partington and Waldram, IChemE Symposium Series, No. 148, pp. 81-93, 2001.

خسارات وارده در واکنش های مهار نشدنی

Jacksonville, Florida, 2007



Morganton, North Carolina, 2006



آیا می دانستید؟

در اکثر واکنش های شیمیایی گرمازا بالا رفتن درجه حرارت سبب افزایش و پائین آمدن آن باعث کاهش سرعت واکنش می شود. اگر دمای واکنش بسیار پائین باشد، واکنش آهسته تر خواهد بود و احتمالاً بخشی از مواد وارد واکنش نشده و در راکتور تجمع می یابند. اگر دمای واکنش دوباره افزایش یابد، مواد باقیمانده وارد واکنش می شوند. در صورتی که مواد باقیمانده به اندازه کافی باشد، انرژی تولید شده ممکن است از ظرفیت و توان خنک سازی راکتور بیشتر باشد.

در دمای بالا، سایر واکنش های شیمیایی مانند واکنش های تجزیه ای که مهم به نظر نمی رسند در برخی شرایط بسیار حیاتی خواهند بود. این واکنش ها احتمالاً انرژی بیشتری تولید کرده و محصولات گازی آنها می تواند فشار داخلی راکتور را افزایش دهد.

در این حادثه، باور بر این است که تقریباً ۳۰٪ ماده نیتروسیل سولفوریک اسید وارد واکنش نشده و به دلیل پائین بودن دما در راکتور تجمع یافته است. مطالعات آزمایشگاهی و شبیه سازی های کامپیوتری نشان داده که این مقدار مواد تجمع یافته به اندازه ای نبوده تا سبب واکنش مهار نشدنی (Runaway) گردد. بنابراین منبع حرارت دیگری مانند نشت بخار (Steam) به پوشش عایق راکتور (Jacket) لازم بوده است. حتی اگر منابع حرارتی دیگری وجود داشته، انرژی موجود ناشی از باقیمانده نیتروسیل سولفوریک اسید راکتور را بیشتر در معرض واکنش مهار نشدنی قرار داده است.

حصول اطمینان از صحت و سلامت تجهیزاتی که در آنها واکنش صورت می گیرد بسیار مهم است زیرا نشتی ها و سایر نواقص می تواند خود باعث بروز حادثه شده و یا به نوعی در بروز حوادث نقش داشته باشند.

شما چه کاری می توانید انجام دهید؟

مطلع باشید که کدامیک از واکنش ها در سیستم شما گرمازا بوده و در صورت تجمع احتمال غیر قابل کنترل بودن دارند. برخی از این واکنش ها مانند پلیمریزاسیون، نیتراسیون، سولفوناسیون، واکنش های پایدار اسید و اکسیداسیون می باشد.

آگاه باشید در بسیاری از واکنش ها نه تنها حفظ حداکثر دما برای ایمنی لازم است بلکه رعایت حداقل دما نیز اهمیت دارد. خنک سازی بیش از حد راکتور می تواند باعث تجمع موادی شود که در واکنش شرکت نکرده اند و بعداً سبب افزایش دمای غیر قابل کنترل شوند.

از نتایج انحراف پارامترهای مهم ایمنی مانند دما، فشار، میزان جریان، ترکیب یا هر پارامتر مهم دیگری در فرآیند آگاه باشید. با پیامدهای ناشی از انحراف این پارامترها در حد خیلی زیاد و یا خیلی کم آشنایی داشته و در صورت وقوع از اقدام مورد نیاز مطلع باشید.

حتی اگر در واحدها واکنش های شیمیایی ندارید باز هم دمای پائین می تواند مشکل ساز باشد. برای مثال در دمای پائین احتمالاً مایعات یخ زده و خیلی ضخیم می شوند و یا مواد جامد رسوب کرده و از محلول جدا می گردند.

اگر فرآیند تان «خیلی خنک هست»، ممکن است ایمن نباشد!