



فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست

فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست / سال ۱۴۰۴ / دوره ۳ / شماره ۱ / صفحه ۵۹-۶۴

فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست



ارزیابی ریسک حذف اسیدسولفوریک ناشی از واکنش نیتراسیون با آمونیاک با استفاده از روش

HAZOP و نرم افزار Wiser

حمید ایثاری نیا^{۱*} سیدرضا کریمی^{۲*}

heira@chmail.ir

^۱ کارشناس ارشد ایمنی، دانشگاه جامع امام حسین^(ع)، تهران ایران

^۲ دکتری محیط زیست، دانشگاه جامع امام حسین^(ع)، تهران ایران

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۸

بازنگری: ۱۴۰۴/۰۳/۱۵

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۹

ارائه آنلاین: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵

*نویسنده مسئول: heira@chmail.ir

کلیدواژه‌ها:

ارزیابی ریسک، اسیدسولفوریک، خوردگی

HAZOP, wiser، نیتراسیون

چکیده

همواره حذف اسید از فرایندهای شیمیایی یکی از اقدامات ضروری در ارتقای ایمنی بوده است. در فرایندهای نیتراسیون میزان زیادی اسیدسولفوریک باقی می‌ماند؛ بنابراین هدف اصلی این تحقیق ارزیابی ریسک با روش HAZOP در فرایند خنثی‌سازی اسیدسولفوریک است. روش تحقیق استفاده از روش ارزیابی ریسک Hazop و استفاده از نرم‌افزار Wiser است. بر اساس یافته‌ها در فرایند خنثی‌سازی ۳۴ ریسک وجود دارد که ۱۱ ریسک این فرایند ریسک‌های غیر قابل قبول و پر خطر می‌باشند. در این میان ریسک‌های حوزه دما و خوردگی جز ریسک‌هایی هستند که بالاترین تعداد ریسک‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. لذا در این فرایند سامانه خنک کاری موثر و برنامه نگهداری و تعمیرات از ضروری‌ترین الزامات می‌باشد.



© نویسندگان

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین^(ع)
این مقاله تحت لایسنس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License- CC BY) در دسترس شما قرار گرفته است.

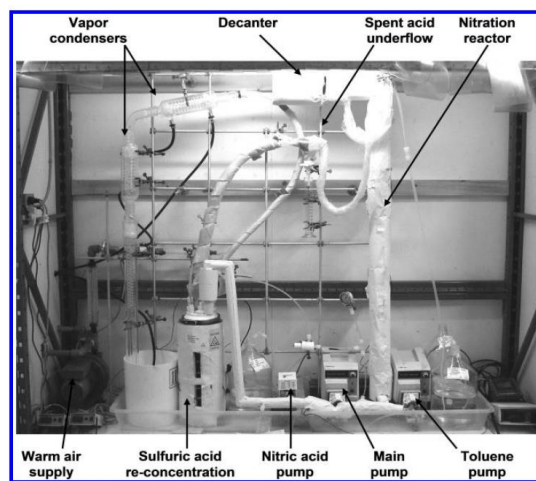
۱- مقدمه

اسیدسولفوریک ماده ای است خورنده و در صورتی که بدون خنثی سازی در محیط زیست رها شود موجب آلودگی خاک و آب می شود. همچنین در صورت رها سازی در زمین کشاورزی، آن را را مورد آسیب قرار می دهد. نیترو کردن که به منظور واکنش یک ماده شیمیایی با اسید نیتریک می باشد موجب افزایش قدرت مواد و تولید مواد شیمیایی پر انرژی می گردد. بسیاری از واکنش هایی که در صنعت استفاده می شود نیتراسیون است (شکل ۱)، واکنشهای نیتراسیون در تولید TNT و برخی از مواد نظامی یک فرایند اساسی است [1]. نیتراسیون در تولید مواد منفجره و پیشران کاربرد زیادی دارد [2]. در غالب واکنش های نیتراسیون از ترکیب اسیدسولفوریک و اسید نیتریک جهت واکنش استفاده می شود، اسیدسولفوریک بدون آنکه مصرف شود از محیط واکنش خارج می شود [2].



شکل ۲. لوزی خطرات اسیدسولفوریک

در صورت پاشش، مصدوم باید حداقل ۲۰ دقیقه با آب خالص بدن خود را شستشو دهد و سپس بدن را با بی کربنات سدیم ۵٪ مالش دهد و در صورت پاشش زیاد مصدوم باید به مدت ۴۰ دقیقه زیر دوش ایمنی شستشو شود. قسمت های صدمه دیده خشک گردد و بیمار به درمانگاه منتقل شود. برای حفاظت دست در سطح زیاد از دستکش های ضد اسید PVC به ضخامت ۰.۷ mm برای زمان تماس کمتر از ۴۸۰ mm استفاده شود. برای حفاظت دست در سطح کم از دستکش های جراحی به ضخامت ۰.۷ mm برای زمان تماس کوتاه استفاده شود. استفاده از دستکش های از جنس نئوپرن نیز در تماس های کوتاه مدت بلامانع است. استاندارد شکل فنی دستکش ها مطابق با الزامات EN 337 می باشد. در صورت حریق در انبار باید از سیستم تهویه صنعتی SCBA استفاده کرد و انبار باید مجهز به سامانه اطفاء حریق هیدرانت باشد [4].



شکل ۱. نمای خط فرایند نیتراسیون

۲- مبانی نظری تحقیق

در برنامه هفتم توسعه جمهوری اسلامی در مواد ۴۵ و ۴۶ به موضوع ارزیابی اثرات محیط زیستی EIA و ارزیابی راهبردی محیط زیست پرداخته شده است. در ماده ۴۵ برنامه هفتم توسعه بیان شده: کلیه طرح ها و پروژه های بزرگ جدید و توسعه ای تولیدی مورد ارزیابی محیط زیستی قرار گیرد و در ماده ۸۴ برنامه مذکور نیز بر رعایت استانداردهای زیست محیطی در تولید فراورده های نفتی و پالایشی مورد

¹ Material safety data sheet

۳-روش تحقیق

در ابتدا در wiser به بررسی اثرات ماده پرداخته شده و سپس ارزیابی ریسک با روش HAZOP ارائه شده است. پایگاه اطلاعاتی wiser یک نرم افزار شامل ۵۲۵۶ ماده شیمیایی بیولوژیکی و... بوده، ویژگی های کامل مواد موجود را اعم از خواص شیمیایی، فیزیکی و... را نمایش می دهد. [4]

روش های زیادی برای شناسایی مخاطره فرایندی وجود دارد، اما روش HAZOP تکنیک قوی برای شناسایی مخاطرات است، این روش تلاش های یک تیم باتجربه را در بر می گیرد، این تکنیک دارای قدرت بالایی در شناسایی مشکلات مخاطراتی، ایمنی و زیست محیطی است [5]. یکی از پرکاربردترین روش های شناسایی مخاطرات و مشکلات راهبری در واحدهای صنایع شیمیایی، HAZOP است. این روش در دهه ۷۰ میلادی بوسیله Imperial Chemical Institute ابداع شد و در اصل برای پیش بینی خطرات و مشکلات عملی فن آوری هایی استفاده می شد که سازمان ها و مؤسسات زیربط شناخت و تجربه کافی در آن زمینه نداشتند. اما پس از آن، در صنایع گوناگون از جمله صنایع شیمیایی مورد استفاده قرار گرفت. به عنوان یک تعریف برای HAZOP می توان گفت: "جستجوی روشمند فرآیند، اهداف طراحی و دستگاه ها برای کشف امکان خطا و یا عملکرد نامطلوب و پیامدهای آن برکل مجموعه را مطالعه مخاطرات و راهبری گویند [6]. انجام HAZOP فعالیتی کاملاً گروهی است و در آن افرادی با تخصص های گوناگون برای رسیدن به یک هدف همکاری می کنند. هدف، داشتن واحدی بی خطر می باشد.

انجام این روش با تجزیه کردن واحد موردنظر به اجزاء کوچک که هرکدام یک گره نامیده می شوند، آغاز می شود. یک گره معمولاً متشکل از یکی از تجهیزات فرایندی به همراه الحاقات و اتصالات آن است. همچنین گره می تواند تکه ای از لوله و الحاقات آن در نظر گرفته شود. انتخاب گره بستگی به میزان ریزبینی مطلوب و اطلاعات موجود نیز دارد. پس از انتخاب گره سعی می شود تمام مخاطرات یا اشکالات عملیاتی مربوط به آن ناحیه در نظر گرفته شود.

برای پوشاندن تمامی حالات ممکن این جستجو به گونه ای روشمند انجام می شود. بدین معنی که با استفاده از دسته ای از کلمات راهنما و اعمال آنها بر پارامترهایی چون دما، فشار و سطح امکان بوجود آمدن انحراف از هدف طراحی یا حالت نرمال عملیاتی بررسی می شود. در صورت امکان بوجود آمدن چنین انحرافی، در طی یک فرآیند کاملاً خلاقانه سعی می شود تمامی عللی که ممکن است منجر به این انحراف شوند، آشکار شده و عواقب محتمل این انحراف بر روی فرآیند، مشخص گردد. سپس عوامل محافظ موجود برای جلوگیری از رخداد عواقب نامطلوب پیش بینی شده، بررسی می شوند. در پایان و در صورت ناکافی بودن محافظ ها برای جلوگیری و یا مقابله با آن انحراف، پیشنهاداتی ارائه می شود. برای مثال از ترکیب کلمه کلیدی NO و پارامتر جریان (FLOW) حالتی بررسی می شود که جریان ورودی به گره مورد مطالعه قطع شده است. علل نرسیدن جریان، عواقب آن و راهکارهایی برای تضمین وجود جریان در طی یک فرآیند خلاقانه بوسیله گروه بررسی کننده، اعلام می شود [5]. در این تحقیق برای وزن دهی به شاخص های ریسک و استاندارد سازی روش کار از استاندارد مدیریت ریسک ECSS-M-ST-80-C استفاده شده است، در استاندارد بیان شده شدت ریسک در ۵ سطح از ۱ تا ۵ سطح بندی گردیده (جدول ۱) که سطح ۵ بدترین و سطح ۱ کمترین پیامد است. احتمال وقوع ریسک در ۵ سطح از A تا E سطح بندی شده است که در آن سطح A کمترین و سطح E بیشترین احتمال وقوع را دارد [7].

جدول ۱- سطح بندی ریسک مطابق با استاندارد ECSS

		شدت				
خطر		1	2	3	4	5
	E	پایین	متوسط	بالا	بسیار بالا	بسیار بالا
	D	پایین	پایین	متوسط	بالا	بسیار بالا
	C	بسیار پایین	پایین	پایین	متوسط	بالا
	B	بسیار پایین	بسیار پایین	پایین	پایین	متوسط
	A	بسیار پایین	بسیار پایین	بسیار پایین	بسیار پایین	پایین

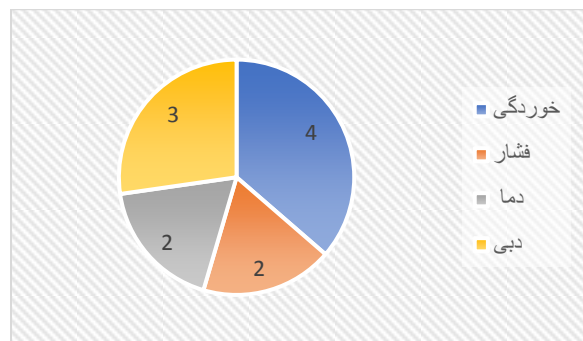
پذیردش یا رد بر اساس جدول ۲ می باشد. در این فرایند تعداد ۳۴ ریسک شناسایی شد، که در ادامه به شرح کامل ارزیابی ریسک پرداخته می شود. جدول ۳ ریسکهای شناسایی شده را نشان میدهد.

جدول ۳- تعداد ریسکهای شناسایی شده

تعداد ریسک و پذیرش ریسک	سطح ریسک	معیار رد یا پذیرش و
رد	1	بسیار بالا
رد	10	بالا
مشروط	5	متوسط
پذیرش	4	پایین
پذیرش	14	بسیار پایین

۵- بحث و نتیجه گیری

از مجموعه تعداد ۳۴ ریسک شناسایی شده ۱۸ ریسک قابل قبول می باشند و ۱۱ ریسک قرمز رنگ می باشند که غیر قابل قبول و پر خطر است که ۴ ریسک غیر قابل قبول ریسک مربوط به خوردگی است. پس از ریسک های حوزه خوردگی بیشترین ریسک های غیر قابل قبول در حوزه فشار می باشد. نمودار ۱ میزان تجمعی ریسک های غیر قابل قبول را نشان می دهد.



نمودار ۱- نمودار تجمعی ریسکهای غیر قابل قبول

از مجموعه ۳۴ ریسک ۱۴ تا مربوط به کلید واژه فلو، ۵ ریسک مربوط به فشار و ۷ ریسک مربوط به دما می باشد و ۸ ریسک مربوط به خوردگی می باشد. نمودار ۲ تعداد کل ریسک ها را نشان می دهد.

همچنین در استاندارد مذکور جدول ۲ بعنوان ملاک رد یا قبول ریسک بیان شده که جدول زیر برگرفته از آن است.

جدول ۲- ملاک پذیرش ریسک

Risk list	Risk size	Action
E4,E5,D5	Very high	Unacceptable
E3,D4,C5	high	Unacceptable
E2, D3, C4, B5	medium	Unacceptable, management permission
E1, D1,D2,C2,C3,B3,B4,A5	low	Accept
C1, B1, A1, B2, A2, A3, A4	very low	Accept

۴- یافته‌ها

همان‌طور که در بالا بیان شد در برنامه هفتم توسعه باید پیوست‌های زیست‌محیطی برای طرح‌های تولیدی دیده شده، همچنین ضرورت حفظ منابع ایجاب می‌کند که مواد و منابع به‌صورت بهینه استفاده شود. یکی از راه‌های حذف اسیدسولفوریک، خنثی‌سازی با واکنش آمونیاک ۲۵٪ با اسیدسولفوریک دیده شده است.

جهت ارزیابی ریسک قبل از هر کاری ترسیم P&ID^۲ و مطالعه آن و تقسیم آن به گره‌های موردبررسی است. [5]. این مرحله به ۳ گره تقسیم گردید و ریسک های آن مورد بررسی قرار گرفت.

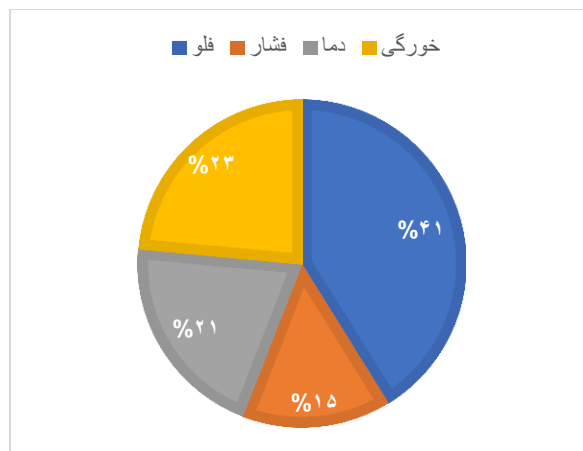
این ماده در تماس با چشم موجب سوختگی می‌شود باید از عینک یا شیلد ۸ اینچی استفاده کرد، از لباس کار و دستکش ضد اسید نئوپرن یا پی وی سی استفاده کرد، در محل کار باید دوش و چشم شور نصب شود. حد نصاب IDHL^۳ برابر با ۱۵ میلی گرم بر متر مکعب است و حد نصاب شغلی این ماده ۰٫۲ میلی گرم بر متر مکعب است. دانسیته بخارات بیش از ۳ برابر هوا است، در صورت نشت در خاک موجب تخریب خاک شده و در صورت نشت و واکنش گاز دی اکسید گوگرد آزاد می‌سازد. در صورت نشت به آب حتما اقدام جهت خنثی‌سازی و کنترل PH صورت پذیرد. با توجه به ضرورت واحد خنثی‌سازی و سادگی این فرایند به ۲ گره تقسیم شده و ارزیابی ریسک صورت پذیرفت. معیار

^۲ Piping and instrument diagram

^۳ حد نصاب تماس یک ساعته است .

مراجع

- [1] Chemistry, Process Design, and Safety for Nitrate Industry, American Chemical Society, Washington D.C., 2013.
- [2] Nitrate Ester Chemistry and Technology, Beijing, China, 2017.
- [3] Islamic Republic of Iran Parliament Research Center, Seventh Development Plan of the Islamic Republic of Iran, Tehran, Iran, 2023. (In Persian)
- [4] R. Khoram, "Consequence modeling of cyanogen release in the vicinity of Bushehr nuclear power plant using PHAST, ALOHA, and WISER software," Iranian Occupational Health Journal, 2019. (In Persian)
- [5] H. Isarinia et al., "PHAST Modeling and HAZOP Risk Assessment for NTO Tank in Liquid Propellant Stand," International Journal of Reliability, Risk and Safety (IJRRS), [Online].
- [6] F. Miraj et al., "Hazard study, HAZOP operation management, and risk analysis of Khorasan Petrochemical Ammonia Unit," presented at the Iranian Chemical Engineering Congress, 2013. (In Persian)
- [7] ECSS-M-ST-80C, Risk Management Standard, European Cooperation for Space Standardization (ECSS), 2012.



نمودار ۲- تجمعی کل ریسک ها

نمودارهای ۲ و ۳ نشان می دهد که بیشترین تعداد ریسک های مربوط به خوردگی می باشد. همچنین بیشترین ریسک های قرمز پس از دبی نیز مربوط به ریسک های خوردگی است.

در طراحی واکنش گاه و پایپینگ باید نرخ خورگی جهت عمر مفید در نظر گرفته شود و میزان ضخامت بر مبنای طول عمر طراحی میزان نرخ خوردگی در طراحی مدنظر قرار گیرد.

بعلاوه ریسک های حوزه دما نشان می دهد باید در این فرایند از یک سامانه خنک کاری باقابلیت اطمینان بالا استفاده شود؛ زیرا در این حوزه ریسک های زیادی وجود دارد که نیاز به کنترل دارد؛ لذا پیشنهاد می گردد:

۱. فلومتر دقیق در این فرایند بکارگیری شود

۲. دماسنج های دابل به منظور افزایش قابلیت اطمینان و کنترل صحیح نصب شود.

۳. برنامه ضخامت سنجی در دستور کار قرار گیرد.

۴. نرخ خوردگی به عنوان یکی از ورودی های طراحی در انتخاب جنس و ضخامت واکنش گاه و مسیرها مد نظر قرار گیرد.

"A Risk Assessment of Sulfuric Acid Hazards Arising from the Nitration Reaction with Ammonia Using HAZOP Methodology and WISER Software"

Hamid Isarinia ¹* Seyed Reza Karimi ²

1. Senior Safety Officer, Imam Hussein (AS) University, Tehran, Iran heira@chmail.ir

2. PhD in Environment, Imam Hussein University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 29 October 2021

Received in revised form: 7 December 2021

Accepted: 8 December 2021

Available online: 13 December 2021

*Correspondence: heira@chmail.ir

Keywords:

sulfuric acid

HAZOP

WISER

Corrosion

Risk assessment

Nitration

...

ABSTRACT

The elimination of acids from chemical processes has always been one of the essential measures for improving safety. In nitration processes, a significant amount of sulfuric acid remains unreacted. Therefore, the main objective of this study is to assess the risks associated with the sulfuric acid neutralization process using the HAZOP method. The research methodology involves applying HAZOP risk assessment and utilizing WISER software. According to the findings, 34 risks were identified in the neutralization process, of which 11 were classified as unacceptable and high-risk. Among these, temperature-related and corrosion-related risks accounted for the highest number of hazards. Consequently, an effective cooling system and a comprehensive maintenance program are among the most critical requirements in this process.