بررسی اثرات زیست محیطی ناشی از حمل‌ونقل سولفونیک اسید

پویا صافی[۱]، حانیه عبدی[۲]*

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم مهندسی محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، موسسه آموزش عالی بهاران، گرگان
[۲] کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین
* Abdihaniyeh400@gmail.com

چکیده

افزایش روند تولید مواد شیمیایی و مصارف آن‌ها در فرآیندهای مختلف صنعتی، نشان از صنعتی‌شدن جوامع دارد. بی‌شک تمامی مواد و ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در صنایع امروزی، دارای مزایا و معایب منحصر به فردی هستند که ممکن است اثرات مطلوب و یا سوء بر زندگی انسان‌ها، حیوانات و نیز محیط‌زیست داشته باشند. سورفاکتانت‌ها و کاتالیزورها از جمله ترکیبات شیمیایی پرمصرف در جوامع هستند که تغییراتی مثبت و منفی را در زندگی بشر باعث شده‌اند. سولفونیک اسید از جمله ترکیبات شیمیایی پرمصرف صنایع است که هردو نقش سورفاکتانت‌ها و کاتالیزورها را برعهده دارد. این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات زیست‌محیطی ناشی از حمل‌ونقل سولفونیک-اسید در صنایع انجام شده است. به‌طورکلی، بلایای عظیم ناشی از ترکیبات شیمیایی صنایع که در سال‌های اخیر به‌علت عدم توجه به مسائل حمل‌ونقل مواد خطرناک متوجه انسان و محیط‌زیست گردیده و سبب سلب آرامش و سلامتی وی نیز شده است، نشانگر این واقعیت است که انسان صاحب علم و تکنولوژی، گاها در مقابل یافته‌ها و کشفیات خود ناتوان است؛ لذا نتیجه حاصل گردید که مواد شیمیایی زمانی مفید واقع می‌گردند که به‌طورکامل تحت کنترل انسان قرارگیرند؛ ازاین‌رو شایسته است شرایطی نظیر بسته‌بندی، حمل-ونقل، انبارش و... به‌گونه‌ای تنظیم و رعایت گردند تا مسائل جانبی به حداقل ممکن برسند.

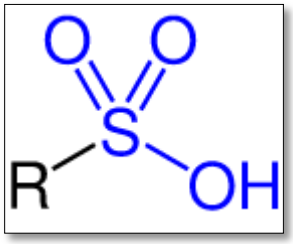
کلمات کلیدی: سولفونیک اسید، محیط‌زیست، حمل‌و نقل، انبارش.

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر با توسعه دانش و تجربه بشر و نیز کشف ترکیبات نوین، استفاده از کاتالیزورها و سورفاکتانت‌ها در مصارف محیطی و صنعتی بسیار گسترش یافته است. با پیدایش این ترکیبات، تحولی عظیم در زندگی بشر ایجاد گردیده است؛ به‌گونه‌ای که در اغلب موارد، تداوم زندگی بشر در صورت عدم وجود آن‌ها امکان‌ناپذیر است.(۱) با افزایش مصرف این ترکیبات در محیط‌های صنعتی، علاوه بر محاسن، معایبی نیز در زمینه‌های محیط زیست، آلودگی آب و هوا وجود دارد که روزبه‌روز درصدد افزایش است.(۲)

وجود کاتالیزورهای متنوع با کاربردهای متفاوت، توانسته است تحولی عظیم و ایمن را در محیط‌های صنعتی به‌وجود آورد. از طرفی دیگر، عمدتا سورفاکتانت‌ها عوامل پاک‌کننده فعالی هستند که نقش‌هایی اساسی از جمله نفوذ در مواد، سست کردن آلودگی‌های موجود در یک شیء و نیز امولسیون کردن ذرات آلوده و معلق نگه‌داشتن آن‌ها در یک محیط شست‌وشو را برعهده دارند. شوینده‌ها به انواع غیریونی، آنیونی، کاتیونی و آمفوتری تقسیم می‌گردند که متداول‌ترین آن‌ها آنیونی و غیریونی است.(۳, ۴)
طبق برخی نتایج به‌دست آمده از تحقیقات انجام شده، سورفاکتانت‌ها اصلی‌ترین و مهم‌ترین مواد شیمیایی پاک‌کننده هستند که به‌طور تقریبی ۵ الی ۳۰ درصد وزن مواد پاک‌کننده را تشکیل می‌دهند.(۵, ۶) لازم به‌ذکر است که تعداد کثیری از سورفاکتانت‌ها قابلیت تجزیه نسبتا پائینی داشته و اغلب دارای سمیت بالایی هستند.(۷) ویژگی تجزیه‌پذیری این اسید، سبب افزایش اهمیت آن در طبیعت شده است.

از مهم‌ترین سورفاکتانت‌های فعال سطحی آنیونی، سولفونیک اسید می‌باشد که مقادیر فراوانی از آن در دنیا تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده از مهم‌ترین، پرمصرف‌ترین و ارزان قیمت‌ترین سورفکتانت‌ها در فرمولاسیون پودر و مایعات شوینده بوده و دارای خواص پاک کنندگی بسیار زیاد است. سولفونیک اسید یا لابسا (LABSA)، مایع چسبناک قهوه ای رنگ با فرمول مولکولی $R\ HSO_3$ و فرمول شیمیایی $C_6H_7NO_3S$ است. سولفونیک اسید یک ترکیب سولفور آلی با فرمول عمومی است که در آن R یک گروه آلکیل یا آریل و گروه هیدروکسیل سولفونیل است. در واقع این ماده را می‌توان سولفوریک اسیدی در نظر گرفت که یک گروه هیدروکسیل با یک بخش آلی جایگزین شده است.(۸) ساختار شیمیایی سولفونیک اسید مطابق شکل(۱) است.



شکل(۱)؛ ساختار شیمیایی سولفونیک اسید

سولفونیک اسید دارای نمک‌ها و یا استرهایی است که آن‌ها را سولفونات می‌نامند. این سورفاکتانت آنیونی، دارای سرقطبی با بار منفی است. این بار منفی به‌طور معمول با Na^+ به تعادل می‌رسد. در صورت عدم وجود Na^+ در محیط، این سورفاکتانت توانایی واکنش با Ca^{2+} و Mg^{2+} را نیز داشته و می‌تواند به پایداری برسد. درمقابل فواید سولفونیک اسید نظیر عدم قابلیت اکسید شدن و قطبیت بالا در تبدیل به جامدات کریستالی، معایبی مانند ایجاد توده‌های بیولوژیکی، ایجاد اختلال در سیستم تصفیه و نیز انتقال بیماری در صورت کف نمودن را در پی دارد.(۹) سورفاکتانت‌هایی نظیر سولفونیک اسید، به دلیل دارا بودن

پلیمرهای خارج سلولی، پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و DNA، سبب ایجاد مشکل در آبگیری لجن شده کـه ایـن امـر خـود باعـث احتباس آب و تغییر و افزایش ویسکوزیته را به‌دنبال خواهد داشت.(۱۰)

اثر سورفاکتانت‌ها در تصفیه خانه‌ها غیرقابل انکار است؛ بدین‌گونه که حضور آن در تصفیه‌خانه‌ها سبب کاهش میزان ته‌نشینی جامدات معلق گردیده و برکاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی تاثیرگذار است.(۱۱)

به‌طور کلی، CAS[1] سولفونیک اسید ۰-۸۷-۲۷۱۷۶ و چگالی آن g/cm^3 ۱/۲ بوده و تا اندازه‌ای در آب قابلیت انحلال دارد. این ماده قابلیت اشتعال داشته و دمای اشتعال آن ۱۴۹ درجه سانتی‌گراد است. بنابر نتایج به‌دست آمده، ٪۹۷ از ماده سولفونیک اسید فعال بوده، به‌گونه‌ای که در صورت انتقال نسبی حرارت به این ماده، حجمی از گازهای سمی منتشر خواهد شد. در اثر انتقال حرارت بسیار بالا، این ماده قابلیت انفجار در سطح وسیع را داشته و می‌تواند خسارات گسترده‌ای را برجای بگذارد.

از جمله کاربردهای شاخص سولفونیک اسید می‌توان به حضور آن‌ها در ترکیبات برخی مواد شوینده، رنگ‌ها، کاتالیزورهای اسیدی و صنایع نساجی، صنایع رنگ‌سازی، صنایع چرم‌سازی، مواد چربی، عامل رنگ پوست صنایع کاغذ و تهیه داروهای ضدباکتری و مخدر اشاره نمود. سولفونیک اسید در مواد شوینده‌ای نظیر مایعات ظرفشویی، لباس‌شویی و صابون‌ها، در رنگ-های قابل شست‌وشو، و هم‌چنین درکاتالیزورهایی مانند متان سولفونیک اسید و پاراتولوئن سولفونیک اسید مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از جمله آسیب‌های احتمالی وارده سولفونیک اسید بر انسان در اثر عدم رعایت نکات ایمنی، می‌توان به تحریک و سوختگی شدید چشم، پوست، دستگاه گوارش و دستگاه تنفسی و در موارد جدی سبب کوری چشم گردد. لازم به ذکر است که با رعایت مسائل و نکات ایمنی مورد نیاز، می‌توان تا حد امکان از تمامی مضرات احتمالی وارده بر انسان جلوگیری به‌عمل‌آورد. در این مقاله ضمن شرح روند تولید سولفونیک اسید ، نحوه حمل‌و نقل، انبارش آن، در مورد برخی نکات ایمنی و اقدامات فنی، مهندسی و کنترلی آن در مقابل مخاطرات احتمالی آن نیز بحث می‌گردد.(۱۲)

۲. مواد و روش‌ها

فرآیند تولید سولفونیک اسید:

جهت تولید سولفونیک اسید ، مراحل متفاوت و مغلقی انجام می‌پذیرد. عمدتاً تولید این ماده شیمیایی طی ۴ مرحله انجام می-پذیرد:

۱) تولید هوای خشک: در این مرحله می‌بایست هوایی عاری از رطوبت تولید گردد. در بویلرها به علت فشرده‌سازی هوا، دمای هوا تا ۸۲ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. پس از این فشرده‌سازی، هوا به برج گلیکول منتقل می‌گردد. در داخل برج گلیکول، تعداد کثیری از مبدل‌ها به نام فین چیو وجود دارد. در صورت برخورد هوای فشرده شده ۸۲ درجه سانتی‌گراد به آن دسته از مبدل‌ها، نوعی شوک حرارتی به هوا وارد شده و دمای هوای موردنظر کاهش یافته(دمای آن به ۱۲ درجه سانتی‌گراد می‌رسد) و رطوبت آن استخراج می‌گردد (به اصطلاح که هوا به نقطه شبنم خود رسیده است). لازم به ذکر است که در این مرحله، رطوبت به‌طور کامل از هوا حذف نشده است.

[1] CAS number

۲) عبور دادن از برج سیلیکاژل: در درون برج سیلیکاژل، مواد جامد سیلیکاژلی در دو بستر قرار دارند. در صورت انتقال دادن هوای فاقد رطوبت به این بسترها و برخورد با مواد جامد سیلیکاژل، مقدار رطوبت احتمالی باقی‌مانده از برج گلیکوژل به‌طور کامل استخراج می‌گردد. بدین صورت هوا ۱۰۰ درصد خشک می‌شود. هرکدام از بسترهای سیلیکاژل به مدت ۸ ساعت بهره‌برداری می‌گردند؛ درحالی‌که بستر دیگر در حال احیا شدن است. احیا کردن بستر سیلیکاژل شامل گرم‌کردن بستر توسط بخارآب و سپس خنک کردن توسط رادیاتور است. این مرحله، از مهم‌ترین مراحل تولید ماده سولفونیک اسید می‌باشد، به این دلیل که با وجود درصدهای بسیار کم احتمالی رطوبت در هوای موردنظر، احتمال تاثیر مخرب آن برروی خط تولید افزایش یافته و باعث ایجاد خوردگی در لوله ها در برخورد باگاز SO_2 و تولید اسید می‌گردد.

۳) تولید گاز SO_3: در در اتاق گوگرد، گوگرد مذاب را از روی یک بافل سرریز کرده تا ناخالصی‌ها ته‌نشین گردند و از بافل بعدی ته‌ریز نموده تا ناخالصی‌های سبک سرکف نگردند. سپس دوباره سرریز نموده و محصول عمل را دوباره سرریز کرده و به‌وسیله پمپ‌ها چرخنده‌ای[۲] به مخزن ذخیره گوگرد مذاب که حاوی سیم‌پیچ بخار[۳] است، فرستاده می‌شود. در مرحله بعد، گوگرد وارد مخزن گوگرد[۴] شده، توسط ملترها و کوئل‌های بخار، ذوب و به مخزنی[۵] انتقال داده می‌شود. گوگرد مذاب توسط توسط پمپ متریک وارد کوره شده، مشتعل گردیده و SO_2 (گازی بی‌رنگ و بدون بو) تولید می‌گردد. در مخزن، دما نباید از ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد فراتر رود؛ زیرا در آن دما گوگرد ویسکوز شده، جریان خروجی کند گردیده، احتمال ماندگاری گوگرد در لوله‌ها به میزان حداقل ممکن رسیده و سیستم از حالت تعادل خارج می‌گردد. در درون کوره، هوای خشک تولید شده در مرحله اول، از قسمت تحتانی کوره، وارد شده و در قسمت دوم، دو مبدل(به نام شلنگ تیوب) که در کنار یک‌دیگر قرار داشته، دمای گاز را به ۳۰۰ درجه می‌رسانند. در مبدل اول، فرآیند خنک‌سازی گاز و کاهش دمای آن به ۱۵۰- ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، و در مبدل دوم کاهش دمای گاز تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌گردد. در درون کوره سنگ‌هایی به نام سنگ‌های آلومینا وجود دارند که انتقال‌دهنده و پخش‌کننده حرارت به گوگرد در هنگام ورود به کوره هستند. این عملکرد باعث اشتعال سریع‌تر گوگرد شده و تولید گاز می‌کند. کوره دارای ۷۰۰ درجه دما است. زمانی که گوگرد بر روی سنگ‌های آلومینا ریخته می‌شود، شعله‌ور شده و تولید گاز SO_2 می‌نماید. برای کاهش دمای گاز تولید شده، دو مبدل حرارتی وجود دارد که با در مجاورت قرار دادن گاز با هوای پیرامون محیط، به کاهش دمای آن کمک می‌نمایند. در درون کانورتور[۶] ۴ بستر کاتالیستی وجود دارد. در درون این بسترها، وانادیون پنتا اکسید[۷] وجود دارد. هنگامی‌که SO_2 خارج شده از کوره به داخل کانورتور راه پیدا می‌نماید، در بستر اول و پس از برخورد با بستر کاتالیستی، تولید گاز SO_3 می‌نماید که در مرحله آتی فرآیند مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

۴) راکتور: در این مرحله ماده‌ای به نام LAB بر روند فرآیند تولید تاثیرگذار است. نام اختصاری LAB، آلکیل بنزن خطی می‌باشد. LAB از ترکیب دو ماده حاصل می‌گردد؛ یکی از آن‌ها آلفوفین(آلکیل) خطی است که از خانواده پارافین‌ها می‌باشد و دیگری بنزن است که این دو توسط کاتالیزگری با یکدیگر واکنش داده و تولید LAB می‌کنند. LAB خود اشتعال‌زا و در عین حال غیرسمی است. این ماده از لحاظ آلودگی تاثیرات مخربی برروی محیط زیست دارد.

۵) تولید اسید سولفونیک: گاز SO_3 تولید شده در مرحله پیشین به همراه LAB، در درون راکتور واکنش می‌دهد. در این واکنش، LAB و SO_3 به طور هم‌سو از داخل راکتور عبور می‌یابند. در داخل راکتور تعداد ۴۴ لوله به صورت عمودی و

---

[2] Gear Pump
[3] steam coil
[4] Sulfur Tank
[5] Daily Tank
[6] Converter
[7] Vanadium (V) oxide

درکنار یکدیگر وجود دارند که همه آن‌ها طول ۲-۳ متری راکتور را دربرمی‌گیرند. LAB به صورت فیلم نازک روی جداره-های این لوله‌ها و در جهت پایین جریان یافته، گاز SO_3 نیز از طرف دیگر لوله جریان می‌یابد. هم‌زمان با تماس این دو عامل با یک‌دیگر، میکسر[8] با حرکات دوار خود، تاثیر مثبتی را در تسریع روند واکنش اعمال می‌نماید. لازم به‌ذکر است که در این مرحله، جهت جلوگیری از تشکیل واکنش‌های جانبی، آب مستقیما مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس اصل لوشاتلیه، به دلیل گرمازا بودن واکنش مذکور و افزودن آب جهت جذب و کاهش گرما، واکنش به سمت محصول(سولفونیک اسید) پیش می‌رود. ضمنا عملیات خنثی‌سازی جهت رهانمودن گاز SO_2 در اکسیژن نیز در این مرحله انجام می‌پذیرد.

حمل‌و نقل سولفونیک اسید:

عموما پس از اتمام مراحل تولید سولفونیک اسید، عملیات حمل‌و نقل جهت انتقال ترکیب شیمیایی و یا انبارش و ذخیره‌سازی آن صورت می‌گیرد. از آنجا که بیشتر مواد مورد استفاده در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و صنایع وابسته دارای ماهیت خطرناک (قابل اشتعال، قابل انفجار، سمی، رادیواکتیو، اکسیدکننده و...) هستند، ذخیره‌سازی، بسته‌بندی، حمل‌و نقل و استفاده از این مواد نیاز به برنامه‌ریزی ویژه‌ای دارد. در این بین، حمل و نقل مواد خطرناک به لحاظ شرایط خاص، از اهمیت بسزایی نسبت به دیگر موارد برخوردار است. تماس نزدیک‌تر و بیشتر با جامعه و مردم، تاثیرات زیست محیطی مشهودتر، دوری از تاسیسات شرکت و عدم دسترسی به تجهیزات و امکانات موجود برای مواجهه با حوادث احتمالی از جمله شرایطی هستند که برنامه‌ریزی و به عبارت بهتر مدیریت حمل و نقل موادشیمیایی را اهمیتی دو چندان بخشیده است.

براساس مقررات و آئین‌نامه‌های حمل و نقل موادشیمیایی خطرناک، پنج محور و اقدام اصلی جهت حمل و نقل مواد شیمیایی در یک محیط‌کاری ملزم است؛ این اقدامات براساس انتظام شامل شناسایی و طبقه‌بندی کالاها، برچسب‌ها و علائم ایمنی، وظایف و مسئولیت‌های افراد و واحدهای درگیر (صاحب‌کالا، فرستنده کالا، پرسنل واحدهای اجرایی مرتبط با حمل‌کالا و ...)، مستندات و مدارک حمل کالاهای خطرناک و راهنمای اقدامات فوری برای شرایط اضطراری و بحرانی می‌باشد. هریک از این موارد، دارای اهمیت فراوانی بوده و توجه به هرکدام، الزامی می‌باشد.

جهت شناسایی مشخصات و خصوصیات کالاهای خطرناک لازم است چک‌لیستی مبتنی بر کد UN[9]، شماره NHM[10]، شماره برچسب‌ها و علائم مورد نیاز، کلاس خطر، شماره ردیف در جدول RID[11]، شماره کد خطر، عبارت ستون یازده بارنامه، نوع بسته‌بندی از نظر سازمان ملل، نوع مخزن، نوع حائل، نوع عملیات مانوری و... تهیه گردد. در بخش مربوط به کد UN، می-بایست عددی چهار رقمی اختصاص داده شده توسط سازمان ملل به هر کالا ذکر گردد. در واقع این کد به عنوان کلید رمز برای شناسایی کالاهای خطرناک می‌باشد؛ زیرا با دانستن آن می‌توان به اطلاعات زیادی که برای حمل و بسته‌بندی و ... مورد نیاز است، دست‌یافت. شماره برچسب وعلائم ایمنی، علامت‌هایی هستند که باید بر روی بسته‌ها، واگن‌ها و کانتینرها جهت مشخص نمودن نوع محموله آن‌ها الصاق می‌شود.

سازمان UIC برای شناسایی کلیه کالاها جهت حمل و نقل روان‌تر اقدام به گروه‌بندی کالاها و تعیین یک شماره چهار رقمی برای هر گروه نموده و با توجه به تقسیم هر گروه به زیرگروه‌های مختلف، دو عدد و با تقسیم هر زیرگروه به کالاهای مشخص، دو عدد دیگر به آن افزوده است؛ به طوری‌که هر کالای مشخص در این سیستم با یک عدد هشت رقمی شناخته می‌شود. این عدد هشت رقمی نمایان‌گر شماره NHM است.

[8] Mixer
[9] United Nations
[10] National Health Mission
[11] Recipient Identification Number

در ستون مرتبط با کلاس خطر کالا، تعلق هر یک از کالاهای خطرناک را به کلاس‌بندی نه‌گانه نشان داده می‌شود. این طبقه-بندی نه‌گانه شامل مواد منفجره، گازها، مایعات قابل اشتعال، جامدات قابل اشتعال، مواد اکسیدکننده، مواد سمی و عفونی، مواد رادیواکتیو، مواد خورنده و دیگر محصولاتی که در هشت دسته دیگر قرار ندارند، می‌باشد.

در ستون مبتنی بر شماره رده یا ردیف در جدول مذکور، ردیف ماده موردنظر در دو زمینه SMGS[۱۲] و RID قید می‌گردد. در این ستون، یک بخش عددی (نشان دهنده ردیف در جدول) و یک بخش حروفی تعریف می‌گردد. در این ستون از سه حرف (a,b,c) استفاده می‌گردد که میزان خطر ماده را نشان می‌دهند، به‌گونه‌ای که حرف(a)، مواد دارای درجات خطر بالا، حرف (b) ، مواد خطرناک و حرف (c)، مواد دارای درجات پائین خطر را نشان می‌دهد.

کد خطر نشان‌دهنده نوع خطرات کالا می‌باشد؛ زیرا برخی از کالاهای خطرناک ممکن است علاوه بر خطرات کلاس مربوطه، دارای خطر یک یا دو کلاس دیگر نیز باشند. اعداد این ستون یک رقمی، دو رقمی و حداکثر سه رقمی هستند که اولین رقم نشان دهنده تعلق ماده موردنظر به کلاس مربوطه آن است. دومین رقم بدین معنا است که خطر آتی ماده چه چیزی خواهد بود. چنانچه این رقم صفر باشد، نشان دهنده آن است که آن ماده فقط خطرات همان کلاس را دارد.

عبارت ستون ۱۱ بارنامه، عبارت خلاصه شده‌ای است که مشخص کننده نوع خطر ماده است. این عبارت می‌بایست در ستون ۱۱ بارنامه برای کالاهای خطرناک درج گردد. نوع بسته‌بندی استاندارد شامل سه گروه (I,II,III) برای هر نوع از ماده است. در صورتی‌که بیش از یک گروه بسته‌بندی برای یک ماده بیان شود، بسته‌بندی باید بر اساس معیاربندی خطرات مشخص گردد.(۱۳) در جدول (۱) نوع گروه بسته‌بندی به همراه درجه خطر مربوطه به گروه نشان داده شده است.

جدول(۱)؛ نوع گروه بسته‌بندی به همراه درجه خطر مربوطه هر ماده

گروه بسته‌بندی	نوع ماده	درجه خطر
I	(a)	به شدت خطرناک
II	(b)	متوسط
III	(c)	کم

به‌طور معمول پس از شماره بسته‌بندی حرفی لاتین مورد استفاده قرار می‌گیرد که بیانگر گروه موادی است که نوع ساختمان بسته‌بندی موجود برای آن‌ها مجاز است. این حروف در جدول(۲) نشان داده شده‌اند.

جدول(۲)؛ حروف مورد استفاده جهت بسته‌بندی مواد شیمیایی خطرناک

حروف	گروه بسته‌بندی
X	گروه‌های بسته‌بندی I,II,III
Y	گروه‌های بسته‌بندی II,III
Z	گروه‌های بسته‌بندی III

[12] Surface Movement Guidance and Control System

در طی روند تولید گاهی نیاز به حمل‌و نقل مواد به سایر بخش ها و قسمت های کارخانه می‌باشد که این عملیات به شیوه‌های متفاوتی صورت می‌پذیرد. یکی از کارآمدترین روش‌ها جهت انتقال مواد، استفاده از شیوه پنوماتیک است. حمل‌و نقل مواد به شیوه پنوماتیک با استفاده از مکنده صنعتی با قابلیت‌های ویژه صورت می‌پذیرد و دلایل بسیاری سبب محبوبیت این شیوه در میان صنعت‌گران شده شده است. حمل‌و نقل مواد به شیوه پنوماتیک، مناسب جهت حرکت، جمع‌آوری و انتقال مواد از بخشی به بخش دیگر است که با استفاده از مکنده صنعتی مناسب با توان بالای مکش صورت می‌پذیرد. این مکنده‌ها مجهز به مخزن رابط مخروطی شکل می‌باشند که سبب سهولت در حمل‌و نقل مواد از محلی به محل دیگر شده و با ایجاد خلاء در مخزن مواد تحت هیچ شرایطی در محیط پراکنده نمی‌شوند و می‌توان این مواد را بدون هدر رفت در محل مورد نظر تخلیه نمود.
روند استفاده از این نوع مکنده جهت حمل‌و نقل مواد به درون مخزن و سپس تخلیه در محل مورد نظر به شیوه‌های متفاوتی صورت می‌پذیرد؛ در روشی، با استفاده از نازل و با اتصال مناسب آن به خرطومی مکنده صنعتی، مواد از محل مورد نظر به صورت کامل جمع‌آوری، به مخزن مکنده انتقال یافته و سپس در محل مورد نظر تخلیه می‌گردد.
در برخی صنایع گاها مواد با حجم بالایی از درون تجهیزات و دستگاه‌ها خارج می‌شوند؛ در این موارد با اتصال یک مخزن مخروطی شکل به انتهای نوار نقاله و خروجی دستگاه می‌توان مواد را توسط مکنده صنعتی به محلی دیگر منتقل نمود.
مکنده‌های مناسب نقل و انتقال مواد به دلیل برخورداری از سیستم‌های ضد انفجار و احتراق حین استفاده در محیط‌های صنعتی بسیار ایمن بوده که به دنبال آن از بروز خطرات بسیاری جلوگیری به‌عمل می‌آید.(۱۴)

امروزه شیوه حمل‌و نقل و انتقال ترکیبات شیمیایی به روش پنوماتیک در بسیاری از صنایع داخل و خارج از کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شیوه دارای مزایایی از جمله موارد ذیل می‌باشد:
۱- جلوگیری از هدر رفت مواد در روند نقل و انتقال
۲-کاربرد آسان و ایده‌آل جهت استفاده در خط تولید
۳- افزایش ایمنی در محیط کار
۴- جلوگیری از خطرات ناشی از انفجار و اشتعال مواد حین انتقال به محلی دیگر
۵- حفظ بهداشت و سلامت کارکنان به دلیل برخورداری از قدرت فیلتراسیون بالای مکنده صنعتی
۶- صرفه اقتصادی بالا برای صنعت‌گران فعال.
شایان ذکر است به دلیل وجود اسیدیته بالا در ترکیب سولفونیک اسید، هیچ‌گونه حمل‌و نقل دستی توسط اپراتور صورت نگیرد؛ زیرا احتمال بروز سوختگی شدید و دیگر آسیب‌های احتمالی جبران‌ناپذیر وجود دارد. از این‌رو لازم است همواره اپراتورهایی که در اطراف محوطه فرآیند تولید این اسید قرار دارند، از تمامی لوازم حفاظت فردی شخصی بهره‌مند باشند.

اثرات سولفونیک اسید بر محیط‌زیست:

اثرات سوء ناشی از مواد شیمیایی خطرناک بسیار متنوع و متفاوت است. برخی از این خطرات کوتاه‌مدت و شدید بوده و برخی دیگر، طولانی مدت و خفیف هستند. به‌طور معمول، عوارض خطرات کوتاه‌مدت در مدت زمان کم ظاهر می‌گردند؛ در صورتی‌که عوارض خطرات دراز مدت در مدت زمان نسبتا طولانی ظاهر شده و دارای دز کم‌تری نسبت به خطرات کوتاه مدت هستند.
براساس اثرات سوء احتمالی، ترکیب شیمیایی یک ماده زائد می‌بایست به لحاظ ایجاد سمیت، سرطان‌زایی، ایجاد اثرات سوء بر جنین و نوزاد و هم‌چنین پدیدآوردن جهش و احتمالا سایر تاثیرات سوء باید مورد شناسایی قرار گیرند.
اثرات سوء سولفونیک اسید بر انسان و نیز محیط‌زیست بسیار مشهود است. برخی از این اثرات عبارتند از:
۱- عوارض تنفسی
۲- در صورت جاری شدن برروی زمین سبب افزایش اسیدیته خاک و آب می‌شود.
۳- تولید گوگرد دی اکسید و... .

جهت جلوگیری از بروز هرگونه آسیب و اثرات احتمالی بر انسان، حیوانات و محیط‌زیست لازم است تمامی اقدامات کنترلی لازم در تمامی مراحل تولید، حمل‌ونقل و انبارش انجام گردد.

بسته‌بندی، ذخیره و انبارش سولفونیک اسید:

در ارتباط با شرایط بسته‌بندی کالاهای خطرناک، فرستنده موظف است کلیه شرایط و مقررات بسته‌بندی کالاها را مطابق با دستورالعمل‌های مربوط به هر کلاس، از جمله موارد ذیل را دقیقا رعایت نماید:

- بسته‌بندی باید به گونه‌ای باشد که در شرایط طبیعی و عادی حمل مانع خروج محتویات به بیرون شده و چنان مستحکم باشد که در هنگام حمل شل نشده و فشارهای معمول را تحمل کند.
- مواد سازنده ظرف و دریچه‌های آن نباید در معرض تاثیر مضر محتویات بوده و در هنگام تماس با آن نباید هیچ‌گونه ترکیب خطرناکی به‌وجود آورد.
- در صورتی‌که مخازن با مواد خطرناک پر شده باشند، باید مقداری فضای خالی در بالای مخزن برای اثر انبساط مایع در نظر گرفت تا در اثر حرارت در طول حمل و نقل باعث خروج مایع و یا تغییر شکل مخزن نشود.
- این اسید باید در مکان خشک و خنک نگه‌داشته شود، دور از آفتاب و باران نگه داشته شود. درام‌های پلاستیکی عمومی، محکم بسته و در خورشید، رطوبت، محل تهویه مناسب نگهداری شوند.
- جهت بارگیری راحت‌تر و نیز ایجاد ایمنی در محیط‌کار، در اطراف مخازن سولفونیک اسید، دیوارهایی به ارتفاع ۱,۴۰ سانتی-متر قرار دارد تا از بروز خطرات و حوادث احتمالی نیز جلوگیری به‌عمل‌آید.

نتایج و بحث

با توجه به پژوهش‌ها و بررسی‌های صورت گرفته، معین گردید که حمل و نقل و انبارش ایمن سولفونیک اسید جهت دست‌یابی به محیطی ایمن و عاری از هرگونه مخاطرات احتمالی، بسیار حائز اهمیت و غیرقابل چشم‌پوشی است. از این‌رو، برخلاف دوره‌های پیشین در استفاده از تجهیزات ناکارآمد، ناایمن و خطرآفرین در حمل‌و نقل و انبارش این ترکیب شیمیایی، می‌بایست موثرترین و بهترین تجهیزات لازمه را استفاده کرد تا از بروز تمامی شرایط و عوامل مخرب و موثر احتمالی بر روند کلی فرآیند، جلوگیری به‌عمل‌آمده و در صورت وجود هرگونه شرایط معقد و ناهماهنگی در موارد ذکر شده، سریعاً اقدام به رجوع کردن آن نمود.

۳. نتیجه‌گیری

توجه به مسئله حمل‌و نقل و انبارش ایمن در تمام صنایع مرتبط با مواد و ترکیبات شیمیایی بسیار حائز اهمیت بوده و ارزش نهادن به این موضوعات بسیار ارزشمند تلقی می‌گردد؛ لذا جهت دستیابی به بهترین و بالاترین سطح ایمنی، همواره نیازمند بررسی شرایط محیط‌های کاری و انجام اصلاحات لازم و یا انجام اقدامات فنی، مهندسی و کنترلی است. هم‌چنین پیاده‌سازی آموزشات لازم و فرهنگ‌سازی مناسب در محیط‌های کاری، راهی موثر در جهت دستیابی به موثرترین و بهینه‌ترین وضعیت کاری می‌باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از حمایت‌های جزیل جناب آقای مهندس میلاد سعیدی صمیمانه تشکر می‌نمایند.

مراجع

[1]- VAYENAS C., BEBELIS S., LADAS S. Dependence of catalytic rates on catalyst work function, Nature 1990: 343: 625.

[2] - گل ز.، مقصودی، زارع، عبدالکریم، زارع م.، رضا ا. et al. ایزاتین-N-سولفونیک اسید به عنوان کاتالیزوری جدید، کارآمد و قابل بازیافت برای تهیه ۲-آمیدوآلکیل فنل‌ها تحت شرایط بدون حلال، شیمی کاربردی ۲۰۱۷: ۱۲: ۱۹۷-۲۰۸.

[3]- ابراهیمی، پورمقدس، موحدیان، امین، دستجردی و.، حسینی et al. تعیین راندمان حذف آلکیل بنزن سولفونیک اسید خطی (LAS) در دو سیستم تانک هوادهی با بستر ثابت (FBAT) و لجن فعال متداول (CAS)، مجله آب و فاضلاب ۲۰۱۱: ۲۲: ۴۹-۵۶.

[4]- IMANDEL K. Disinfectants and their Application in EnvironmentHealthcare: AyenehKetabPublications; 1996.

[5]-EBRAHIMI A. Study of the removal efficiency of linear Alkyl Benzene Sulphonate (LAS) in fixed bed aeration tank and conventional activated sludge: M. Sc. Thesis, Faculty of Public Health, Isfahan University of Medical….

[6]- MADSEN T., BOYD H. B., NYLÉN D., PEDERSEN A. R., PETERSEN G. I., SIMONSEN F. Environmental and health assessment of substances in household detergents and cosmetic detergent products, Environmental Project 2001: 615: 221.

[7]- EICHORN P., RODRIGUES S., BAUMANN W., KNEPPER T. Incomplete degradation of linear alkylbenzen sulfonate surfactant in Brazilian surface waters and pursuit of their polar metabolites in drinking waters, Sci Total Envirn 2002: 284: 123-134.

[8]- ZHANG C. Fundamentals of environmental sampling and analysis: John Wiley & Sons; 2007.

[9]- IVANKOVIĆ T., HRENOVIĆ J. Surfactants in the environment, Archives of Industrial Hygiene and Toxicology 2010: 61: 95-110.

[10]- DIAS A. S., PILLINGER M., VALENTE A. A. Dehydration of xylose into furfural over micro-mesoporous sulfonic acid catalysts, Journal of Catalysis 2005: 229: 414-423.

[11]- PERKOWSKI J., JÓŹWIAK W., KOS L., STAJSZCZYK P. Application of Fenton's reagent in detergent separation in highly concentrated water solutions, Fibres & Textiles in Eastern Europe 2006: 59: 114-119.

[12]- MAHVI A., ALAVI NAKHJAVAN N., NADDAFI K. A survey on detergent removal in Qods township wastewater treatment plant based on activated sludge method, The Horizon of Medical Sciences 2004: 10: 36-41.

[13]- SATA T., YOSHIDA T., MATSUSAKI K. Transport properties of phosphonic acid and sulfonic acid cation exchange membranes, Journal of membrane science 1996: 120.۱۰۱-۱۱۰ :

[14]- WANG Y., JOO J., HSU C.-H., EPSTEIN A. Charge transport of camphor sulfonic acid-doped polyaniline and poly (o-toluidine) fibers: role of processing, Synthetic metals 1995: 68: 207-211.