



دانشگاه گیلان
گیلان

فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست

فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست / سال ۱۴۰۳ / دوره ۲ / شماره ۳ / صفحه ۵۳-۴۷

فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست



کاهش شعاع انتشار آلودگی ناشی از نشت نیتروژن تترا اکسید از بلوک انتقال مداری AUVM با جاذب پوست تخم مرغ

حمید ایثاری نیا^۱، سیدرضا کریمی^{۲*}، سید علی رضا کاهانی^۳، همایون چراغخانی^۱

۱- کارشناسی ارشد، دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران

۲- دکتری، دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران

۳- کارشناسی ارشد، دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده	مشخصات مقاله
توسعه برنامه فضایی کشور و حرکت به سوی پرتاب ماهواره‌های زمین آهنگ و استفاده از پیشرفته‌های پر قدرتی مثل نیتروژن تترا اکسید N_2O_4 از ضروریات است. همچنین در برنامه هفتم توسعه ضرورت ارزیابی محیط زیستی را مدنظر قرار گرفته و بیان شده کلیه طرحها و پروژها باید دارای ارزیابی زیست محیطی باشند. بلوک AUVM بلوک بالابر و انتقال مداری ماهواره بر VEGA است. ماهواره بر VEGA که یکی از ماهواره‌برهای سبک مورد استفاده در آژانس فضایی اروپا می‌باشد و دارای ۳ مرحله جامد و یک مرحله مایع که دارای ۲ مخزن N_2O_4 می باشد است. در این پژوهش یکی از عیوب متداول که ناشی از شیرهای vent در حین شارژ است در این پژوهش ناشی از یکی از مخازن N_2O_4 سامانه AVUM بلوک بالابر با نرم افزارهای ALOHA و Wiser مورد بررسی قرار گرفت و شعاع انتشار آن مورد مدل سازی قرار گرفت. نهایتاً روش کاهش روش جذب سطحی انتخاب گردید در این روش به منظور حفظ محیط زیست و استفاده مناسب از منابع در دسترس از میان جاذبه‌های ارزان قیمت پوسته تخم مرغ مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت. نهایتاً جهت کاهش ۱۰٪ از شعاع انتشار گاز مورد نظر پوسته تخم مرغ به دلیل درصد جذب بالا ۹۲/۱٪ انتخاب گردید و سپس طول جاذب محاسبه گردید. با توجه به درصد جذب بالای این ماده طول موثر جاذب بر اساس معادلات برابر با ۱۸۱ متر به دست آمد و در پایان با توجه به طول بالای به دست آمده با فرض محیط دوار به تعداد ۱۰۰ دور ۱/۸ متر محاسبه گردید.	تاریخچه مقاله: نوع مقاله: علمی دریافت: ۱۴۰۳-۰۶-۲۲ بازنگری: ۱۴۰۳-۰۷-۲۲ پذیرش: ۱۴۰۳-۱۰-۰۱ ارائه آنلاین: ۱۴۰۳-۱۰-۰۴ نویسنده مسئول: srk.aria22@ihu.ac.ir
	کلید واژه‌ها: مدل سازی جذب سطحی شعاع انتشار نشت تترا اکسید

مقدمه

در صنعت فضایی موشکهای مایع اهمیت وجایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند، در حال حاضر کشورهای پیشرفته بودجه زیادی را صرف تحقیق می‌کنند. [۱] یکی از نکات قابل توجه در فعالیتهای فضایی الزامات ایمنی می باشد، شاید اولین سندی که بیان مخاطرات پرداخته است سندی از ناسا باشد که در آن [۲] پیشرانه N_2O_4 بعنوان یک ماده سمی و پر خطر بیان شده است. همچنین در صفحه ۷ همین سند اشاره دارد که نشت N_2O_4 از سامانه آپولو در جولای ۱۹۷۵ موجب آسیب به کارکنان گردید. همچنین در استاندارد SP-۰۸۶-۳ [۳] ضمن اعلان این ماده بعنوان یک پیشرانه فضایی آن را ماده بسیار سمی و خود مشتعل با بسیاری از مواد اعلام کرده است. لذا با توجه به خطرات بیان شده نسبت به بررسی اسنادی لازم در خصوص هشدارهای محیطی این ماده پرداخته شده و در نهایت راهکار حذف این ماده از محیط زیست با روش جاذب بیان می‌گردد.

مبانی نظری تحقیق

ضرورت حفظ محیط زیست قوانین بالادستی

در برنامه هفتم توسعه جمهوری اسلامی در مواد ۴۵ و ۴۶ به موضوع ارزیابی اثرات محیطی EIA و ارزیابی راهبردی محیط زیست پرداخته شده است. در ماده ۴۵ برنامه هفتم توسعه بیان شده: کلیه طرحها و پروژه‌های بزرگ جدید و توسعه‌ای تولیدی و ... مورد ارزیابی محیط زیستی قرار گیرد و در ماده ۸۴ برنامه مذکور نیز بر رعایت استانداردهای زیست محیطی در تولید فراورده‌های نفتی و پالایشی مورد تاکید قرار گرفته است. [۴]

استانداردهای ایمنی حاکم بر N_2O_4

N_2O_4 یا نیتروژن تترا اکسید یکی از پر مصرف‌ترین پیشرانه‌های مایع در فعالیتهای فضایی است، وزن مولکولی ۹۲ رنگ مایع زردرنگ تا قهوه‌ای‌رنگ در حالت جامد به بی‌رنگ تبدیل می‌شود، دارای نقطه انجماد $-11/79$ - درجه سلسیوس و نقطه جوش $21/15$ درجه سلسیوس است. این ماده دارای دانسیته 1.456 گرم بر سانتی متر مکعب است، در

خصوص این ماده اسنادی ایمنی که وجود دارد و تقریباً بسیاری از مشخصات ایمنی را بیان کرده است؛ همچنین استاندارد Mil-PRF-26539 E مشخصات کامل فیزیکی و ایمنی این ماده را بیان نموده است؛ پاره‌ای از مشخصات بیان شده در MSDS این ماده به شرح ذیل است.

دوز کشنده این ماده از طریق استنشاق بخارات 220 mg/m^3 در ۱ ساعت می‌باشد و دوز کشنده این ماده از طریق گازهای این ماده 88 ppm در ۴ ساعت می‌باشد. حد مجاز تماس شغلی 2 ppm می‌باشد و حد مجاز تماس شغلی برای فقط 15^1 دقیقه 9.4 ppm می‌باشد. دقت شود که به هیچ عنوان حد تماس بالاتر از 20 ppm نباشد. پوست را می‌سوزاند و موجب سرگیجه می‌گردد.

برای حفاظت پوست جهت جلوگیری از جذب بخارات، کارکنان باید لباس‌های ضد اسید، بدون منفذ بر تن کنند. نمونه‌ها مطابق با استاندارد KSC-SPEC-P-0018 باید در دمای صفر درجه نگهداری و منتقل شود و در ظروف سری 300 استیل حمل شوند.

در صورت پاشش، مصدوم باید حداقل 20 دقیقه با آب خالص بدن خود را شستشو دهد و سپس بدن را با بی‌کربنات سدیم 5% مالش دهد و در صورت پاشش زیاد مصدوم باید به مدت 40 دقیقه زیر دوش ایمنی شستشو شود. قسمت‌های صدمه دیده خشک گردد و بیمار به درمانگاه منتقل شود.

برای حفاظت دست در سطح زیاد از دستکش‌های ضد اسید PVC به ضخامت 0.7 mm برای زمان تماس کمتر از 480 min استفاده شود. برای حفاظت دست در سطح کم از دستکش‌های جراحی به ضخامت 0.7 mm برای زمان تماس کوتاه استفاده شود.

استفاده از دستکش‌های از جنس نیوپرن نیز در تماس‌های کوتاه مدت بلامانع است.

استاندارد شکل فنی دستکش‌ها مطابق با الزامات EN 337 می‌باشد.

همچنین هشدارهای گروه R_S به شرح ذیل است.

R₃₄: موجب سوختگی شدید می‌شود

R₂₆: در صورت استنشاق مسمومیت شدید دارد.

S_{1/2}: در جای قفل شده و دور از دسترس اطفال قرار دهید

S₉: در محلی با تهویه مناسب نگهداری کنید

¹ AOE steel

مختلفی به منظور مدل سازی وجود دارند، نرم افزارهای PHAST^۲ و ALOHA^۳ از جمله این نرم افزارها می باشند. [۹].

نرم افزار ALOHA توسط انجمن حفاظت محیط زیست آمریکا EPA برای مدل سازی حوادث ناشی از رهایش مواد سمی، منفجره و یا آتش و انفجار در پیامد آن عرضه شده است [۹].

نتایج و بحث

بررسی نشت از مخزن نیتروژن تترا اکسید بلوک AVUM^۴ سامانه VEGA^۵ از شیر خروجی به قطر ۱/۴ اینچ مورد بررسی قرار خواهد گرفت. پس از آن به منظور کاهش ۱۰٪ از شعاع آلودگی با فرضیه استفاده از جاذب با ماده آهکی (پوست تخم مرغ) مورد بررسی قرار خواهد گرفت و میزان طول جاذب محاسبه خواهد گردید.

اثرات زیست محیطی ماده N₂O₄ با استفاده از نرم

افزار wiser

این ماده در مجاورت دما تبدیل به NO₂ می شود [۱۰]. در این بخش ما به بررسی اثرات NO₂ با استفاده از نرم افزار wiser می پردازیم: دی اکسید نیتروژن یک محصول حاصل از احتراق است که در آگروز از وسایل نقلیه موتوری، انتشار گازهای گلخانه ای از احتراق منابع سوخت ثابت مانند زغال سنگ، نفت یا گاز طبیعی و منابع مختلف صنعتی رخ می دهد. این ماده از احتراق و همچنین تجزیه بیوژنتیک ترکیبات خاک تولید می شود. تولید و استفاده از دی اکسید نیتروژن به عنوان یک واسطه در تولید اسید نیتریک و به عنوان یک عامل اکسید کننده نیز ممکن است منجر به انتشار آن به محیط زیست از طریق جریان های مختلف زباله شود. اگر در هوا آزاد شود، فشار بخار ۹۰۰ میلی متر جیوه در ۲۵ درجه سانتیگراد نشان می دهد که دی اکسید نیتروژن تنها به عنوان یک گاز در جو محیط وجود دارد. دی اکسید نیتروژن فاز گاز در جو توسط واکنش با رادیکال های هیدروکسیل تولید شده توسط فتوشیمیایی با نیمه عمر جوی تخمین زده شده ۳۵ ساعت تخریب می شود. دی اکسید نیتروژن اگر در آب حل شود اسید نیتریک را تشکیل دهد که یکی از اجزای اصلی باران اسیدی است. انتظار می رود ترکیب دی اکسید نیتروژن تحت

۲۶: در صورت تماس با چشم با آب فراوان بشوید و به پزشک مراجعه کنید.

۲۸: در صورت تماس با دست با آب فراوان بشوید و به پزشک مراجعه کنید.

۴۵: در صورت تماس با پوست با آب فراوان بشوید و به پزشک مراجعه کنید و به توصیه های سازنده عمل کنید.

۳۶/۳۷/۳۸: هنگام استفاده از عینک و لباس و ماسک مناسب استفاده کنید.

تمامی اتصالات و نگه دارنده ها مطابق با الزامات NASA-STD-۳۰۰۰ انتخاب نمایند، تمامی اتصالات باید از نوع NPT^۱ باشد. شلنگها از جنس تفلون باشد و در تمامی آنها اتصالات مسدود کننده قرار گیرد. همچنین باید برای هر شلنگ با کد رنگی اختصاص به یک ماده باشد. حداکثر نشتی مجاز در اتصالات و شبکه 10ml/h است که باید با روش هلیوم و از تست تست شود. پایپها باید هر ۱۰۰ فوت اتصال زمین شوند. [۶]

الزامات شیرها:

شیرها باید کمترین مقدار مواد غیر فلزی را داشته باشد و سعی شود از آبندی فلز به فلز در آنها استفاده شود؛ شیرها حداکثر ۱ سال باید در محلها بکارگیری شوند. [۵]

روش تحقیق

در این روش تحقیق در ابتدا با بررسی شعاع و حجم انتشار ماده N₂O₄ با نرم افزار ALOHA پرداخته سپس در wiser به بررسی اثرات زیست محیطی پرداخته شده و در نهایت با بکارگیری اسکرابر میزان کاهش اثرات زیست محیطی پرداخته و شعاع انتشار مجدداً ارزیابی می شود.

نرم افزار Wiser

پایگاه اطلاع رسانی wiser یک نرم افزار شامل ۵۲۵۶ ماده شیمیایی بیولوژیکی و ... بوده، ویژگیهای کامل مواد موجود را اعم از خواص شیمیایی، فیزیکی و ... را نمایش میدهد. [۷]

نرم افزار ALOHA

یکی از روشهای موثر در راستای پیشگیری از حوادث، مطالعه پیامد و مدل سازی آن با استفاده از نرم افزار می باشد. امروزه مدل های

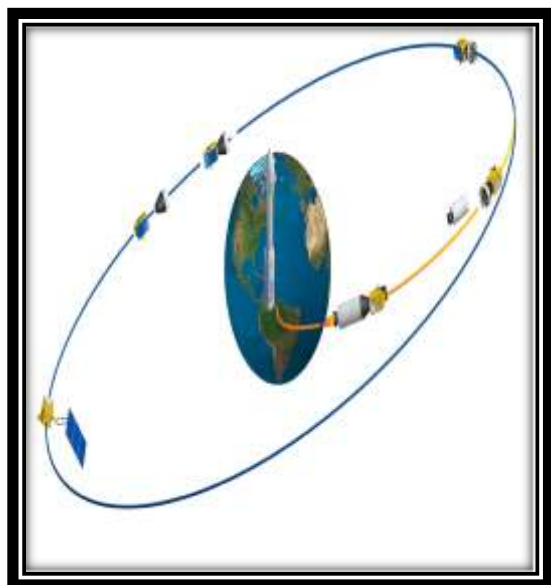
^۵ Vettore Europe di Generation Avanzat (It is designed to launch small payloads – 300 to 2500 kg satellites for scientific and Earth observation missions to polar and low Earth orbits.)

^۱ national pipe threat

^۲ Process Hazard analysis software

^۳ Area location hazard atmosphere

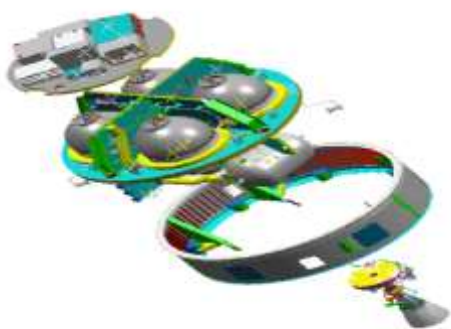
^۴ Attitude Vernier Upper Module



شکل ۲. ساختار ماموریت بلوک AUVM

این سامانه شامل یک موتور محوری با $N_2O_4/UDMH$ که از نوع موتور RD483 یا RD486 به همراه ۶ عدد تراستر تک پایه هیدرازین است.

این سامانه با ۵ مخزن شامل ۲ مخزن N_2O_4 و ۲ مخزن $UDMH$ و یک مخزن هیدرازین دارای وزن خشک ۶۸۸ کیلو گرم همچنین وزن پیشراشه N_2O_4 برابر ۳۸۱ کیلوگرم بوده است. [۱۱] که نمای کلی در شکل ۳ تمایش داده خواهد شد. در این مدل سازی به نشت یکی از مخازن N_2O_4 پرداخته می شود.



شکل ۳. شکل نمای انفجاری بلوک AUVM

مدل سازی شعاع انتشار با نرم افزار ALOHA

با بارگذاری میزان وزن و مدل مخزن و خروجی در نرم افزار شعاع انتشار و نمودار در الگوی سرعت باد ۵ متر بر ثانیه مطابق با شکل ۴ به دست می آید

مطابق با نتایج حاصل شده از مدل سازی حد نصاب شغلی برای یک ساعت تماس ۲۰ PPM تا شعاع ۱۱ متر از مبدا رهایش و میزان دز بی خطر ۰.۵ PPM تا شعاع ۷۲ متر در جهت باد است.

فوتولیز مستقیم در محیط زیست قرار گیرد و در نهایت منجر به تولید شرایط ازن و دود در تروپوسفر پایین تر شود. اگر در خاک آزاد شود، انتظار می رود این ترکیب به اسید نیتریک در سطوح مرطوب خاک تجزیه شود. انتظار می رود دی اکسید نیتروژن از سطوح خاک خشک بر اساس فشار بخار آن جدا شود. اگر به آب اضافه شود، انتظار می رود دی اکسید نیتروژن به اسید نیتریک تجزیه شود. قرار گرفتن در معرض دی اکسید نیتروژن ممکن است.

ملاحظات زیست محیطی - نشت آب: خنثی کردن با آهک کشاورزی (CaO)، سنگ آهک خرد شده ($CaCO_3$) یا بی کربنات سدیم ($NaHCO_3$). از لایروبی های مکانیکی برای حذف توده های بی حرکت آلاینده ها و رسوبات استفاده کنید.

تشریح بلوک AUVM

سامانه ماهواره بر VEGA یک اقدام مشترک از چند کشور اروپایی جهت تزریق ماهواره ۷۰۰ کیلوگرمی در مدار ۷۰۰ کیلومتری است که اولین تست آن در سال ۲۰۱۲ انجام گردید.

بلوک AUVM یا Attitude Vernier Upper Module یکی از بلوکهای زیر مداری سامانه ماهواره بر VEGA که پس از بلوک ۳ در سامانه قرار می گیرد (شکل ۱).



شکل ۱. نمای قطعات و جیدمان سامانه VEGA

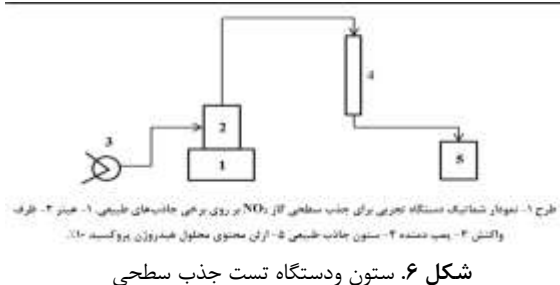
این بلوک وظیفه انتقال و کنترل وضعیت ماهواره را تا پایان ماموریت به عهده دارد. (شکل ۲)

جذب سطحی

از میان این روش ها، جذب سطحی به خاطر هزینه پایین، سهولت دسترسی به جاذب، آسان بودن عملکرد و زمان کم عملیات یک روش موثر برای حذف آلایندها می باشد.

کربن فعال یکی از مهمترین گروه جاذبهایی است که برای جذب گاز NO₂ مورد استفاده قرار گرفته است و از آن میان می توان یک نوع کربن فعال تجاری و کربنهای فعال حاصل از زغال سنگ، خاک اره کاج، هسته خرما و ضایعات لاستیک را نام برد. برخی از مواد معدنی نظیر، آلومینیوم اکسید و تیتانیوم دی اکسید نیز برای جذب گاز NO₂ به کار برده شده اند. [۱۳]

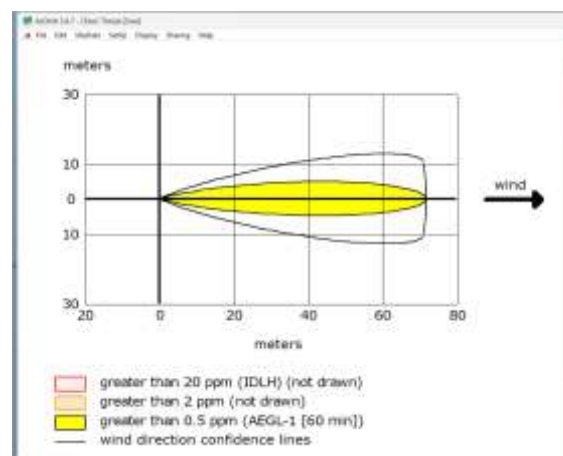
یکی از مهمترین جاذبهایی سطحی برای جذب NO₂ استفاده از برگ گیاه کاج و پوسته تخم مرغ و گیاه رازیانه است. در بین مواد مذکور که در تحقیقی که توسط دشتی خویدکی و همکاران انجام دادند میزان جذب سطحی توسط گیاه رازیانه ۹۶/۸٪، پوسته تخم مرغ ۹۲/۱٪ و برگ گیاه کاج ۷۰٪ بوده است که توسط تجهیز به شکل ۶ مورد بررسی قرار گرفت. در این روش NO₂ تولید شده از واکنش در ظرف ۲ پس از عبور از ستون حاوی ۵۰ سانتیمتر جاذب که توسط آسیاب خرد شده واز توری با اندازه ۲/۳۶ میلی متر عبور داده شدند و در پایان با هیدروژن پراکسید تیتراسیون شده و میزان جذب بر حسب ٪ و میلی مول به دست آمد.



نتیجه آزمایشات انجام شده نشان داد که میزان جذب توسط پوسته تخم مرغ برابر ۶ میلی مول به ازای هر سانتی متر بوده است.

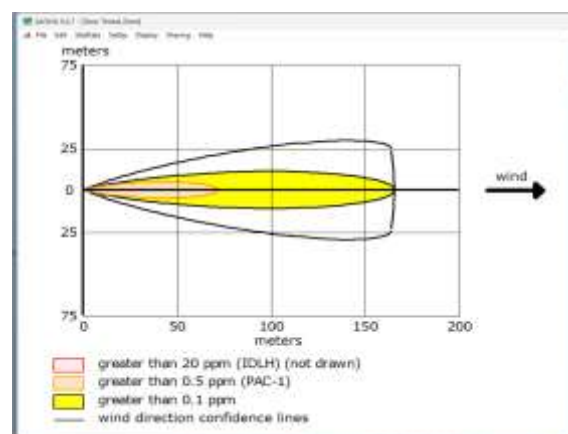
$$AoE = \frac{AoE_{ppm} * M}{22.45} = 0.17 \frac{mg}{m^3}$$

$$= \frac{n_i - n_e}{L} q_e$$



شکل ۴. نمودار شعاع انتشار در جهت باد

همچنین در نمودار شکل ۵ میزان شعاع انتشار با توجه به استاندارد میزان هوای پاک در ایران که برابر با ۰.۱PPM است [۱۲] مدل سازی گردیده است.



شکل ۵. شعاع انتشار برحسب الزامات هوای پاک

باتوجه به نتایج مدل سازی در صورت نشت میزان شعاع انتشار پس از ۱۶۶ متر هوای پاک انسانی وجود خواهد داشت و کارکنان باید تا شعاع ۵۵ متر به سیستمهای حفاظت تنفسی مجهز باشند که در صورت نیاز از آن استفاده کنند.

محاسبات مربوط به جاذب

سه روش برای حذف NO₂ از هوا وجود دارد:

- احیای کاتالیزوری (انتخابی و غیر انتخابی)
- جذب توده های (اسیدی و قلیایی)

طول جاذب مورد پیشنهادی ۱۸۱ متر به دست آمد که با یک جاذب دوار به میزان ۱۰۰ دور قطر جاذب ۱/۸ متر می رسد. این ماده جاذب کاملاً رایگان می باشد. استفاده از این جاذب میتواند موجب بهبود فعالیت شود، هرچندکه با توجه به طول عمر کوتاه این ماده ضرورت چندان ندارد.

مراجع

1. قانون ملی فضا - ضرورت و چالش ها و الزامات - معاونت پژوهش های مجلس شماره مسلسل ۱۵۹۱۳
2. Summary of NASA and USAF Hypergolic Propellant Related Spills and Fires- System Engineer NASA Kennedy Space Center, Engineering Directorate, Fluids Division, Hypergolic and Hydraulic Systems Branch, 2009
3. AIAA-SP-086-2001- Fire, Explosion, Compatibility, and Safety Hazards of Nitrogen Tetroxide, 2004
4. برنامه هفتم توسعه جمهوری اسلامی - معاونت پژوهشهای مجلس
5. KSC-STD-E-00 12F, 2013
6. ایثاری نیا حمید، سیدرضا کریمی، عبد الرحمن کشوری؛ ۱۴۰۲، الزامات ایمنی تست رانشگر مایع فضایی کم پیشران ۱۰۰ نیوتنی با پیشران N2O4 و زمان کارکرد ۵ دقیقه، هفتمین کنفرانس بین المللی توسعه مهندسی مکانیک هوا فضا
7. خرم رسول، مدل سازی پیامدهای رهایش سیانورژن در حریم نیروگاه اتمی بوشهر با نرم افزارهای ALOHA, wiser Phast, سلامت کار ایران، ۱۳۹۸
8. عتابی فریده و همکاران ۱۳۹۵، بررسی حریم ایمنی ۵ ماده سمی متداول در حوادث حمل و نقل جاده ای مواد شیمیایی با استفاده از نرم افزارهای PHAST, ALOHA و شاخص CEI (مطالعه موردی: اتوبان تهران - قزوین) نشریه سلامت کار ایران.
9. جعفرنیا افشین، خرم بخت احمدعلی، و قنبری، عبدالرسول. (۱۳۹۷). بررسی جغرافیایی مخاطره ی انتشار گاز کلر در ایستگاه کلر زنی شرکت آبفا با استفاده از نرم افزار ALOHA (مطالعه موردی: ایستگاه لار).
10. Rocket propellant hand Book.
11. Vega user manual, Arian space 2014
12. نجف پور علی اصغر، جنیدی جعفری احمد؛ تحلیل روند کیفیت ۵ شاخص آلودگی هوا در کلانشهر تهران، فصلنامه بهداشت در عرصه؛ ۱۳۹۴
۱۳. دشتی خويندی حسین و همکاران: حذف گاز NO2 به وسیله برخی جاذبهای طبیعی با استفاده از روش جذب سطحی، علوم و تکنولوژی محیط زیست ۱۳۹۸

با توجه به هدف ما رساندن شعاع کاهش هوای پاک از ۱۶۶ متر به ۱۵۰ متر می باشد خواهیم داشت.

$$n_e = n_i * \varphi$$

$$n_e = 0.92 n_i$$

$$L = \frac{n_i - n_e}{q}$$

به دست می آید که واحدها و یکاهادر جدول ۱ بیان می شود.

جدول ۱. یکاها و مقادیر

نماد	یکا	واحد	توضیحات
q _e	شاخص جذب	m Mol/cm	برای این ماده ۰,۱۲
n _i	میزان مواد قبل از جذب	m mol	
n _e	میزان مواد جذب شده	m mol	
n _f	میزان باقی مانده	m mol	
L	طول جاذب	cm	
φ	بهره جذب	%	برای این ماده ۹۲٪

با توجه به حساسیتهای به دست آمده و محاسبات نشان می دهد که جهت افزایش ۱۰٪ در طول شعاع ایمن در شاخص انسانی با توجه با نرخ جذب توسط پوسته تخم مرغ میزان طول بستر جاذب برابر خواهد بود با ۱۸۱۸۰ سانتی متر یا ۱۸۱ متر.

نتیجه گیری

سامانه AUVM ماهواره بر Vega از N2O4/UDMH جهت موتورهای بالابر استفاده می کند، این سامانه دارای ۳۸۱ کیلوگرم N2O4 می باشد، نتایج شبیه سازی نشان می دهد که پس از ۱۶۶ متر هوای پاک انسانی وجود دارد و تا شعاع ۵۵ متری شاخص ۵PPM وجود دارد.

با توجه به شاخص جذب سطحی به هدف استفاده از جاذبهای ارزان قیمت استفاده از جاذب پوسته تخم مرغ بعنوان یک ماده بسیار ارزان مورد بررسی قرار گرفت، پوسته تخم مرغ با توجه به راندمان بالای ۹۲/۱٪ یکی از گزینه های مناسب جذب می باشد، جهت کاهش ۱۰٪ از NO2 محاسبات جاذب مورد بررسی قرار گرفته و در نتیجه جهت ۱۰٪ کاهش

Reduction of emissions from nitrogen tetraoxide leakage from an AUVM orbital transfer block with an eggshell absorbent

Hamid Isarinia¹, Seyyed raza Karimi ^{2*}, Seyyed Alireza Kahani ³, Homayoun Cheraghkhani ¹,

¹ Master's degree. Faculty and Research Institute of Defensive Defense. Imam Hossein University Tehran. Iran

²Ph.D. Faculty and Research Institute of Defensive Defense. Imam Hossein University Tehran. Iran

³ Master's degree. Faculty and Research Institute of Defensive Defense. University of Science and Research. Tehran. Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 2024-09-12

Received in revised form: 2024-10-13

Accepted: 2024-12-21

Available online: 2024-12-24

Correspondence*

srk.aria22@ihu.ac.ir

Keywords

Modeling

surface absorption

diffusion radius

leakage

tetroxide

ABSTRACT

The development of the country's space program, the movement towards the launch of geosynchronous satellites, and the use of high-power propellants such as nitrogen tetraoxide (N₂O₄) are necessities. Also, in the Seventh Development Plan, the necessity of environmental assessment has been considered and it has been stated that all plans and projects must have an environmental assessment. The AUVM block is the lifting and orbital transmission block of the VEGA satellite. The VEGA satellite carrier is one of the light satellites used by the European Space Agency and has 3 solid stages and 1 liquid stage with 2 N₂O₄ tanks. In this study, one of the common defects that leak from vent valves during charging is related to the opening of the vent valve from one of the N₂O₄ tanks of the AVUM system of the lifting block with ALOHA & Wiser software and its propagation radius was modeled. Finally, the method of reducing the adsorption method was chosen, in this method, in order to protect the environment and make proper use of the available resources among the cheap adsorbents of eggshells, it was investigated and researched. Finally, in order to reduce 10% of the desired gas emission radius, the eggshell was selected due to the high adsorption percentage of 92.1% and then the adsorbent length was calculated. Due to the high adsorption percentage of this material, the effective adsorbent length was obtained based on equations equal to 181 m, and at the end, due to the high length obtained by assuming the rotating medium of 100 revolutions, the bending radius and the adsorbent rotation were calculated to be equal to 1.8 m.