



نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران
۳-۵ آذر، ماه ۱۳۸۳

حذف ترکیبات فرار آلی از هوا با استفاده از ازن در حضور سیلیکا

انور خودیف^۱، سیروس شفیعی^{۱*}، جعفر صادق سلطان محمدزاده^۱،

سعید رجب زاده^۱، محمد حقیقی^۱، جمیله اودک^۲

۱. اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی سهند تبریز

۲. دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی سهند تبریز

shafiei@sut.ac.ir

چکیده

امروزه ترکیبات آلی فرار (VOC) به عنوان یکی از شناخته شده ترین آلاینده های محیط زیست محسوب می گردند. روشهای مختلفی جهت حذف این آلاینده ها از پسابهای صنعتی ارائه گردیده است. یکی از روشهای حذف این ترکیبات استفاده از مواد اکسید کننده است. در سالهای اخیر استفاده از ازن به عنوان یک اکسید کننده بسیار قوی جهت حذف آلاینده های محیط زیست از سوی محققین و صنایع مورد توجه خاصی واقع شده است. در مطالعه حاضر هوای آلوده به تولوئن با استفاده از ازن تصفیه می گردد و تاثیر دمای اکسیداسیون و نیز مقدار سطح بستر جاذب بر راندمان حذف تولوئن مورد بررسی قرار می گیرد. نتایج بیانگر آن است که با استفاده از ازن در حضور بستر جاذب می توان تولوئن موجود در هوا را در دماهای پائین تر کاملاً حذف نمود.

کلمات کلیدی: ترکیبات VOC، ازن، سطح جاذب، تولوئن، اکسیداسیون پیشرفته، سیلیکا

مقدمه

امروزه پیشرفت فناوری و گسترش صنایع مختلف با وجود حل بسیاری از مشکلات، مسائل مهمی را پدید آورده است. یکی از مشکلات اساسی پدید آمده آثار ناشی از تخریب محیط زیست توسط آلاینده های صنایع مختلف است که در صورت نادیده انگاشتن این موضوع می تواند خطری جدی برای کلیه جانداران باشد. آلاینده های محیط زیست به دو دسته طبیعی و صنعتی تقسیم می شوند. با توجه به گسترش چشمگیر صنایع و در نظر گرفتن این نکته مهم که اکثریت آلودگیهای ایجاد شده در محیط زیست به واسطه آلاینده های منشر شده از مراکز صنعتی است، در این مطالعه به حذف چنین آلایندهایی از پساب صنایع پرداخته شده است.

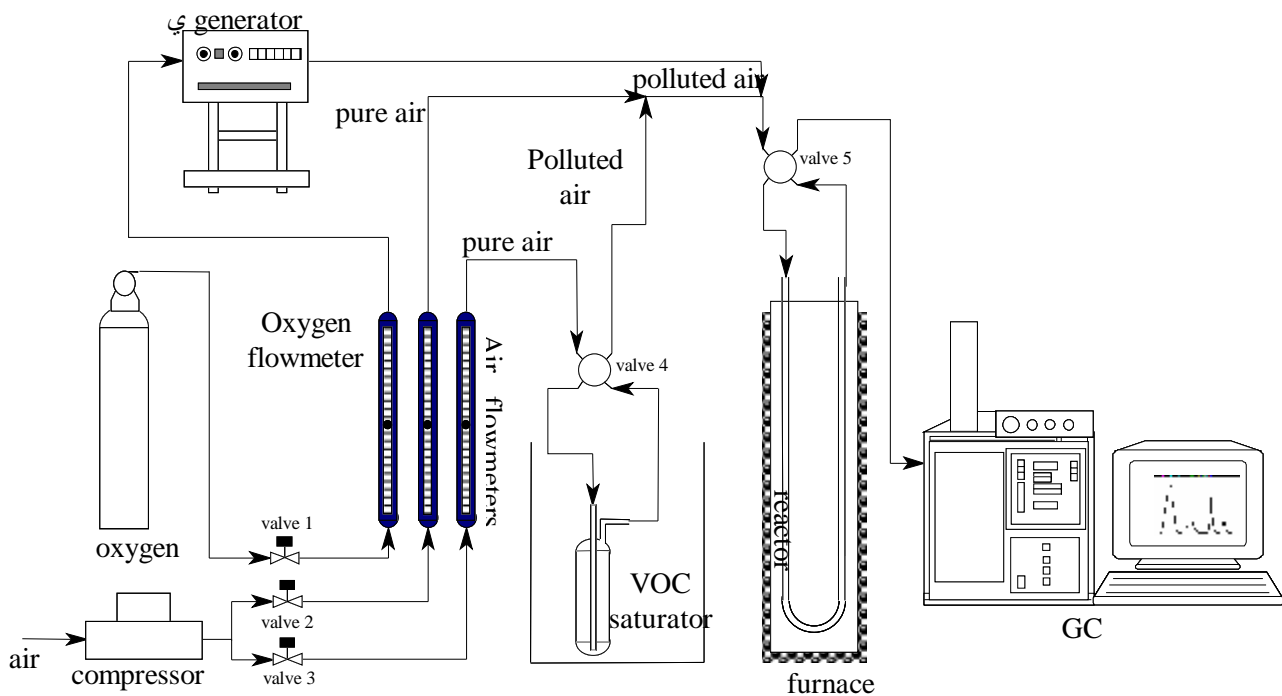
در بین آلاینده های محیط زیست ترکیبات آلی فرار (VOC) به دلیل اثرات مخربی که برای محیط زیست دارند و نیز وجود این ترکیبات به صورت گسترده در پساب بسیاری از صنایع از جمله پساب پالایشگاه ها و پتروشیمی ها حائز اهمیت خاصی هستند. [۱،۸،۱۶]

روشهای مختلفی برای حذف ترکیبات فرار آلی وجود دارد. از این روشها می توان به جذب سطحی [۲،۶]، اکسیداسیون کاتالیستی [۳،۱۵]، اکسیداسیون حرارتی [۷،۹]، تصفیه بیولوژیکی [۴، ۵، ۱۱]، عریان سازی با هوا [۱۰، ۱۳، ۱۲] و ... اشاره کرد. با توجه به نوع آلاینده، غلظت آلاینده و دبی پساب واحد صنعتی یک یا چند روش از بین روشهای مذکور می تواند جهت تصفیه پساب مورد استفاده قرار گیرد. [۱۴]

در بین روشهای مذکور در فوق روش اکسیداسیون به دلیل راندمان بالای حذف آلاینده ها اهمیت خاصی دارد. با توجه به این که دمای عملیات در اکسیداسیون حرارتی و کاتالیستی، بالا است (در حدود ۵۴۰ الی ۸۲۰°C برای اکسیداسیون حرارتی و در حدود ۳۰۰ الی ۴۰۰°C برای اکسیداسیون کاتالیستی)، لذا استفاده از ازن در اکسیداسیون ترکیبات فرار آلی دارای اهمیت می باشد. اکسیداسیون با ازن میتواند دمای واکنش را پائین آورد و نیز ازن به ترکیبات نسبتاً پایدار که به راحتی اکسید نمی شوند (مثل هیدروکربنهای کلرینه و آروماتیکهای چند حلقه ای) حمله کرده و آنها را نیز اکسید میکند. مزیت دیگر ازن این است که بعد از اتمام واکنش ازن باقی مانده که در واکنش شرکت نکرده است خود نیز تجزیه شده و در حقیقت نیازی به حذف آن از محیط نیست. [۱۷]. با توجه با اینکه ازن ماده ای گران قیمت است استفاده بهینه از ازن اهمیت خاصی دارد. در مطالعه حاضر اثر بسترهای متخلخل جهت استفاده هر چه بهتر از ازن و نیز افزایش راندمان حذف تولوئن از هوای آلوده مورد بررسی قرار می گیرد.

شرح دستگاه

در شکل ۱ قسمت‌های مختلف پایلوت مورد استفاده در آزمایشات نشان داده شده‌است.

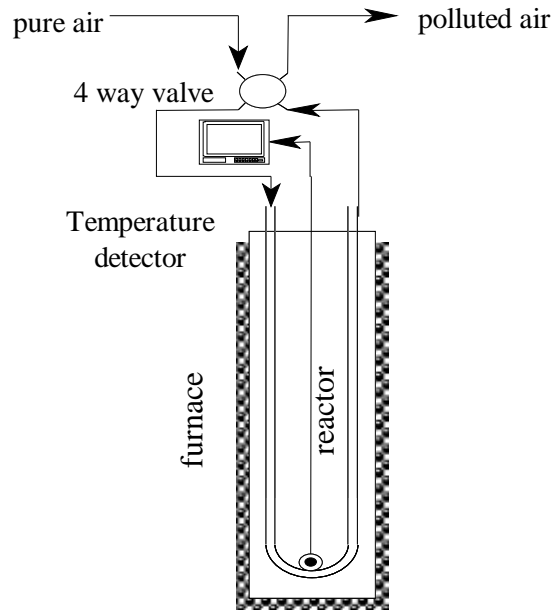


شکل ۱- شمایی از پایلوت مورد استفاده

اجزای پایلوت مورد استفاده به شرح زیر است

- ۱- نشان دهنده و کنترل کننده دما برای تنظیم شرایط عملیاتی راکتور اکسیداسیون ترکیبات فرار آلی
 - ۲- اشباع کننده ترکیبات فرار آلی برای ایجاد مخلوطی از ترکیب آلی و هوا جهت تزریق به راکتور
 - ۳- راکتور برای انجام فرآیند اکسیداسیون ترکیبات فرار آلی موجود در هوای آلوده در حضور ازن
 - ۴- کوره الکتریکی برای تأمین دمای اکسیداسیون ۵- ترموکوپل برای اندازه گیری دما ۶- شیرهای چهار طرفه برای ایجاد جریانهای مختلفی از هوا با ترکیبات فرار آلی و ازن و امکان ارسال جریان به داخل راکتور و یا مستقیماً به دستگاه GC که در حین آزمایش این امکان را ایجاد می‌کند تا بتوان خوراک و یا گازهای خروجی از راکتور را آنالیز نمود ۷- دبی سنج گازی برای اندازه گیری دبی هوای آلوده و خالص ورودی به سیستم و نهایتاً تنظیم دبی هوای کل و غلظت خوراک ۸- منبع تغذیه الکتریکی ۹- دستگاه تولید ازن با ظرفیت ۴ گرم در ساعت ۱۰- کمپرسور برای تأمین هوای مورد نیاز در اکسیداسیون ترکیبات فرار آلی موجود در هوای آلوده ۱۱- دستگاه GC برای آنالیز محصولات واکنش.
- پایلوت اکسیداسیون ترکیبات فرار آلی دارای قسمت‌های متفاوتی است که امکان تنظیم دبی و غلظت هوای آلوده ورودی، دمای راکتور اکسیداسیون، دبی و غلظت ازن تزریقی را فراهم می‌کند. غلظت تولوئن ورودی به سیستم و نیز خروجی از آن با دقت زیادی توسط دستگاه GC اندازه‌گیری می‌گردد.

در شکل ۲ شمایی از راکتور مورد استفاده آورده شده است.



شکل ۲- شمایی از راکتور مورد استفاده در آزمایشات

در مطالعه حاضر از سیلیکا به عنوان بستر جاذب استفاده شده است و سطح این جاذب با استفاده از دستگاه BET اندازه گیری شده است. سطح ویژه سیلیکای مورد استفاده در این مطالعه $400 \text{ m}^2/\text{g}$ است.

روند انجام آزمایشات

در این مطالعه سعی شد برای مقایسه بهتر غلظت تولوئن در حدود 400 ppm و غلظت ازن مورد استفاده در حدود 127 ppm ثابت نگهداشته شود که البته در هر کدام از آزمایشات ورودی و خروجی تولوئن با دستگاه GC اندازه گیری می شد. پارامترهای دمای راکتور و سطح جاذب موجود در راکتور در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته اند.

در ابتدای آزمایش از هوای آلوده به تولوئن یک آنالیز GC گرفته می شود سپس اکسیداسیون تولوئن در حضور اکسیژن و ازن در دماهای مختلف شروع می گردد. در هر آزمایش بعد از آنکه شرایط به حالت پایا رسید نمونه هوای تصفیه شده جهت تعیین غلظت تولوئن به GC فرستاده می شود.

نتایج

آزمایشات با استفاده از سیلیکا با مقدار سطوح مختلف در حضور ازن و نیز بدون استفاده از ازن در دماهای مختلف انجام گرفت که نتایج آن در جداول ۱-۳ و اشکال ۱-۳ آورده شده است.

جدول ۱- درصد حذف با بستر متخلخل به سطح 400 m^2

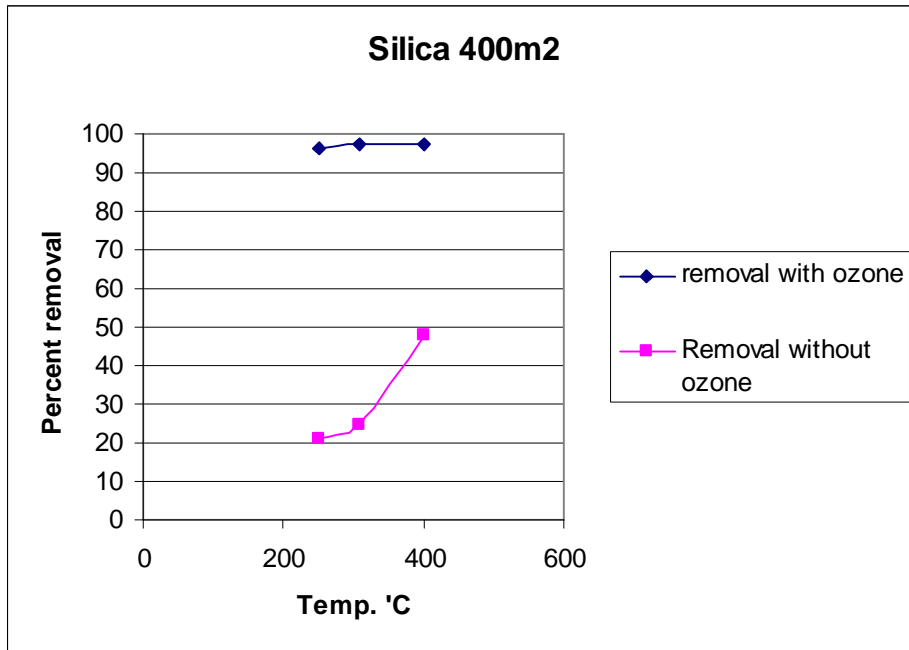
دمای °C	درصد حذف با ازن	درصد حذف بدون ازن
۴۰۰	۹۷	۴۸
۳۱۰	۹۷	۲۵
۲۵۰	۹۶	۲۱

جدول ۲- درصد حذف با بستر متخلخل به سطح 200 m^2

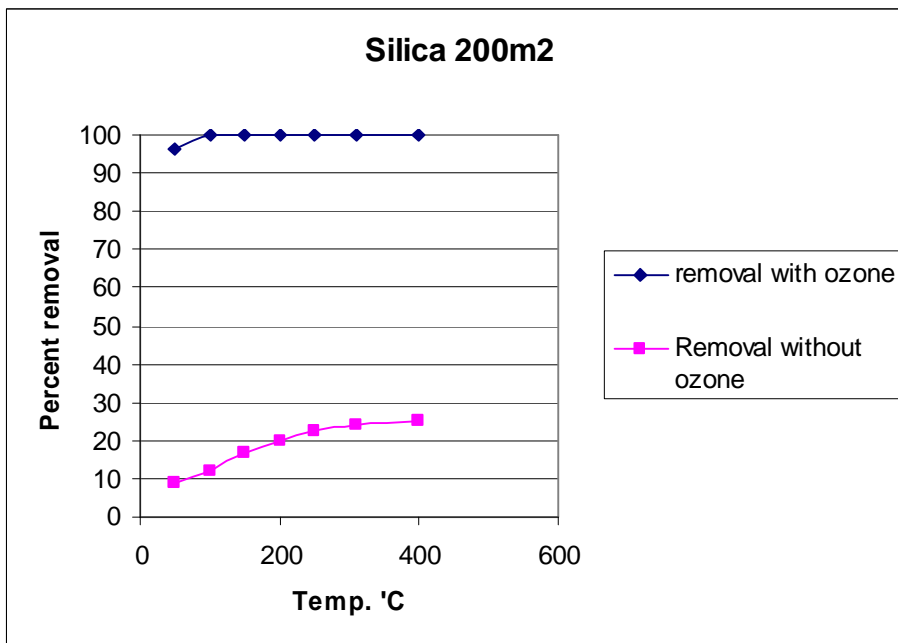
دمای °C	درصد حذف با ازن	درصد حذف بدون ازن
۴۰۰	۹۷	۲۸
۳۱۰	۹۷	۱۷
۲۵۰	۹۸	۶

جدول ۳- درصد حذف با بستر متخلخل به سطح 120 m^2

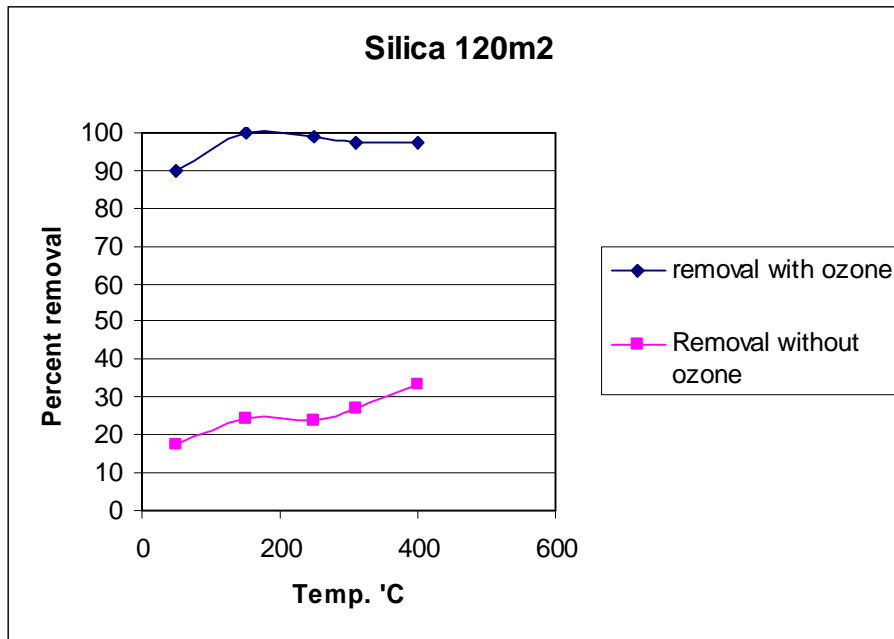
دمای °C	درصد حذف با ازن	درصد حذف بدون ازن
۴۰۰	۹۷	۳۳
۳۱۰	۹۸	۲۷
۲۵۰	۹۹	۲۴
۱۵۰	۱۰۰	۲۴
۵۰	۹۰	۱۷



شکل ۱- حذف تولوئن با ازن و بدون ازن در دماهای مختلف روی سیلیکا با سطح ۴۰۰ مترمربع



شکل ۲- حذف تولوئن با ازن و بدون ازن در دماهای مختلف روی سیلیکا با سطح ۲۰۰ مترمربع



شکل ۳- حذف تولوئن با ازن و بدون ازن در دماهای مختلف روی سیلیکا با سطح ۱۲۰ مترمربع

بحث و نتیجه گیری

با مقایسه درصد حذف تولوئن در دماهای مختلف روی سیلیکا نتایج ذیل به دست می آید : ازن بخوبی میتواند تولوئن را از هوای آلوده حذف نماید. همانگونه که مشاهده می گردد در کلیه دماها و کلیه سطوح بستر متخلخل درصد حذف تولوئن بالای ۹۰٪ است حال آنکه در غیاب ازن و با استفاده از اکسیژن بیشینه درصد حذفی که گزارش شده است ۵۰٪ می باشد. به عبارت دیگر ازن در مقایسه با اکسیژن بهتر و در دماهای پائین تر می تواند تولوئن را از هوای آلوده حذف کند.

در حالتی که ازن استفاده نشود میزان حذف بستگی به مقدار سطح موجود دارد و با افزایش سطح جاذب درصد حذف تولوئن افزایش می یابد و بیشترین درصد حذف تولوئن با سطح ۴۰۰ مترمربع به میزان ۵۰٪ قابل حصول است. در حالتی که از ازن استفاده شود به علت فعالیت بالای ازن افزایش سطح جاذب تاثیری در درصد حذف ندارد. بنابراین بایستی یک سطح بهینه که منجر به بهترین درصد حذف می شود تعیین نمود.

در حالتی که ازن استفاده نشود میزان حذف بستگی به دمای راکتور دارد و با افزایش دمای راکتور درصد حذف تولوئن افزایش می یابد لیکن با توجه به فعالیت بسیار زیاد ازن حذف تولوئن می تواند در دماهای نسبتاً پائین در حضور ازن انجام گیرد که این امر در حذف آلاینده های دودکشهای مراکز صنعتی که دمای دودکش ها در حدود ۲۰۰ الی ۳۰۰ درجه سانتیگراد است حائز اهمیت فراوان می باشد.

منابع و مراجع

1. Beychok, M. R., "Aqueous Wastes from Petroleum and Petrochemical Plants", John Willey & Sons, 1967.
2. Chou M. S. and Chiou J. H., "Modeling Effect of Moisture Capacity of Activated Carbon for Volatile Organic Compounds", J. of Environmental Engineering, May, pp.437-443, 1997.
3. Chu W. and Windawi H., "Control Volatile Organic Compounds Via Catalytic Oxidation", Chemical Engineering Progress, March, pp.37-43, 1996.
4. Conti G. W. B., Leroux . and Brzezinski R., "A High Performance Biofilter for VOC Emission Control", J. of Air & Waste Manag. Assoc., 49, pp.185-192, 1999.
5. Ergas S. J. and McGrath M. S., "Membrane Bioreactor for Control of Volatile Organic Compound Emissions", J. of Environ. Eng., pp. 593-598, 1997.
6. Fang C. S., Khor S. L., "Reduction of Volatile Organic Compounds in Aqueous Solutions Through air Stripping and Gas-Phase Carbon Adsorption", Environmental Process, 8, 4, pp.279-278, 1989.
7. Klobucar J. M., "Choose the Best Heat Recovery Method for Thermal Oxidizers", Chemical Engineering Progress, 91, 4, p.57, 1995.
8. Leson G. and Smith B. J., "Petroleum Environmental Research Forum Field Study on Biofilters for Control Volatile Hydrocarbons", J. of Environ. Eng., June, pp. 556-562, 1997.
9. Lewandowski D. A., "Design of Thermal Oxidation Systems for Volatile Organic Compounds", Lewis Publishers, New York, 2000.
10. Mihelcic J. R., Baillod C. R., Crittenden J. C. "Estimating of VOC Emissions from Wastewater Facilities by Volatilization and Stripping", J. Air Waste. Manage. Assoc., 43, p.97, 1993.
11. Narayanan B., Suidan, M. T., Gelederloos A. B., Brenner R.C., "Anaerobic Treatment of Volatile and Semivolatile Organic Compounds in Municipal Wastewater", Water Environment Research, 67, 1, pp.46-56, 1995.
12. Okoniewski B. A., "Remove Volatile Organic Compounds from Wastewater by Air Stripping", Chemical Engineering Progress, February, pp.80-93, 1992.
13. Roberts P. V., Munz C., Dandliker P. "Modeling Volatile Organic Solute Removal by Surface and Bubble Aeration", Journal WPCF, 56, 2, 1984.
14. Ruddy E. N. and Carroll L. A., "Select the best Volatile Organic Compounds Control Strategy", Chemical Engineering Progress, July, pp.29-33, 1993.
15. Saracco G. and Specchia V., "Catalytic Filters for Abatement of Volatile Organic Compounds", Chemical Engineering Science, 55, pp.897-908, 2000.
16. Wang W., Schnoor J. L., and Doi J. "Volatile organic Compounds in the Environment", ASTM, USA, 1996.
17. Horvat M., Litzky L. B. and Huttner J., "Ozone", Elsevier, Budapest, 1985.