مجله سلامت و بهداشت

دوره ششم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹٤، صفحات ۲۱۸ تا ۲۲۵

جذب شیمیایی آمونیاک از هوا در یک ستون پرشده

لیلا امیدی[۱]، محمد جواد جعفری[۲]*، منصور رضا زاده آذری[۳]، محمد رضا مسعودی نژاد[٤]، مهشید نامداری[۵]

۱. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران ۲. استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران ۳. استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ٤. استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۵. دانشجوی دکتری آمار زیستی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۲۱۲۲٤۳۲۰٤۰ فکس: ۰۲۱۲۲٤۳۲۰۳۷ ایمیل: jafari1952@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: برای شستشوی آمونیاک از جریان هوا روش‌های متعددی در دسترس است. به نظر می‌رسد شستشوی اسیدی با استفاده از ستون پرشده موفقیت‌آمیزتر از سایر روش‌ها باشد. در این تحقیق امکان حذف گاز آمونیاک با استفاده از مایع شستشوی اسیدی توسط یک ستون پرشده مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار: ستون پرشده‌ای به قطر ۲۰ سانتی متر تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر توسط حلقه‌های راشیگ سرامیکی به صورت انباشته (تصادفی) پر شد. جهت شستشوی گاز آمونیاک با سه غلظت متفاوت و سه گذر حجمی هوای ورودی، از مایع شستشوی اسیدی با سه گذر حجمی و سه pH ۵، ۶ و ۷ استفاده گردید. مقدار pH مایع شستشو توسط اسید سولفوریک تنظیم و توسط pH متر کنترل گردید. جهت تعیین مقدار گاز آمونیاک از یک دستگاه اندازه‌گیری قرائت مستقیم استفاده شد. کلیه تجهیزات اندازه‌گیری توسط پژوهشگر و یا نماینده محلی شرکت سازنده تجهیزات کالیبره شد. نتایج با استفاده از نسخه ۱۶ بسته نرم‌افزاری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد که در ستون پرشده با حلقه راشیگ سرامیکی با تغییر pH مایع شستشو از ۷ به ۶، کارآیی حذف گاز آمونیاک افزایش معنی‌داری نشان نداد. همچنین با کاهش pH مایع شستشو از ۶ به ۵ نیز راندمان حذف گاز افزایش معنی‌داری نشان نداد. اگرچه کاهش قابل توجه pH مایع شستشو از ۷ به ۵ سبب تغییر معنی‌دار کارآیی حذف گاز آمونیاک با $p=۰/۰۱$ گردید.

نتیجه‌گیری: جذب شیمیایی راندمان حذف گاز آمونیاک را بطور قابل توجهی افزایش می‌دهد. راندمان حذف گاز با کاهش pH مایع شستشو افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: ستون پرشده، مایع شستشو، جذب شیمیایی، آمونیاک

دریافت: ۹۲/۶/۲۱ **پذیرش:** ۹۳/۱/۲٤

مقدمه

آمونیاک گازی بی‌رنگ با بوی تند است، به طوری که اکثر افراد در غلظت $۳۵mg/m^3$ بوی آن را تشخیص می‌دهند. آمونیاک در اثر فرایندهای طبیعی و فعالیت‌های صنعتی وارد محیط زیست می‌شود. مواجهه پوست، چشم و سیستم تنفسی با این ماده ممکن است اتفاق بیفتد، اما اثر اصلی آن به صورت تحریک محل تماس است. همچنین آمونیاک به دلیل خاصیت قلیایی خود دارای اثر خورندگی بر پوست بدن انسان است. مواجهه شدید با بخارات این ماده سبب نقص در عملکرد ریوی انسان می‌شود. با توجه به مخاطرات زیست محیطی و انسانی این ماده، روش‌های کاربردی برای کنترل انتشار این گاز مورد نیاز می‌باشد (۱).

روش‌های متعددی جهت پاکسازی هوای آلوده به گاز آمونیاک وجود دارد. روش‌های بیولوژیکی،

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-01]

روش تقطیر گاز و شستشوی گاز بوسیله آب یا یک مایع جاذب، از روش‌های معمول حذف این ماده می‌باشند (۲). ستون‌های پرشده اصلی‌ترین وسایل برای جداسازی آلاینده‌های گازی مانند آمونیاک از فاز گازی به شمار می‌روند (۳). در حذف گازها از جریان هوا، ستون‌های پرشده با جریان متقابل نسبت به سایر انواع ستون‌های پرشده از کارآیی مناسبتری برخوردار هستند (٤). در شستشودهنده‌های تر می‌توان آلاینده‌های گازی شکل را از طریق جذب فیزیکی (شستشو با آب) و یا جذب شیمیایی (شستشو با مخلوطی از آب و یک ماده شیمیایی) از جریان هوا جدا کرد (۵). به نظر می‌رسد با استفاده از جذب شیمیایی بتوان به کارآیی‌های بالایی برای جداسازی گاز آمونیاک از جریان هوا رسید (۶). جذب یک فرایند انتقال جرم از گاز به مایع بوده و به خصوصیات فیزیکی مایع و گاز بستگی دارد (۷) . هنگامی که هوای آلوده با مایع شستشو (جاذب) تماس داده می‌شود، گازهای آلاینده جذب مایع شده و هوا پاک می‌شود. اساس کار شستشوی تر آلاینده‌های گازی، پدیده انتشار است (۸). در جذب فیزیکی گازها مانند کنترل آمونیاک توسط آب، پس از مدتی مایع جاذب اشباع شده و نیاز به بازیابی و یا تعویض دارد. از معایب دیگر این روش تولید پساب است. گرچه در جذب شیمایی نیز پساب تولید می‌شود اما در برخی موارد می‌توان با انتخاب مناسب ماده شیمیایی افزودنی به مایع شستشو، پساب تولیدی را به یک ماده مفید تبدیل نمود. در شستشوی شیمیایی گاز آمونیاک می‌توان به مایع شستشو اسید سولفوریک افزود. در این صورت آمونیاک با اسید سولفوریک واکنش شیمیایی انجام داده و از هوای آلوده حذف می‌گردد، همچنین سولفات آمونیوم تولیدشده از انجام واکنش شیمیایی، به عنوان پساب نیز مشکل خاصی ایجاد نمی‌نماید و به راحتی در آب قابل حل بوده و از ستون خارج می‌گردد. اما عیب روش‌های شیمیایی هزینه‌های بالای آن‌ها است (۱۱-۷،۹). واکنش شیمیایی اسید سولفوریک و همچنین آب با گاز آمونیاک به صورت زیر است (۹،۶).

$$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2 SO_4$$

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH^{+4}(aq) + OH(aq)$$

در مطالعه حاضر حذف آمونیاک توسط یک شستشو دهنده تر با مایع شستشوی اسیدی از هوا مورد مطالعه قرار گرفت.

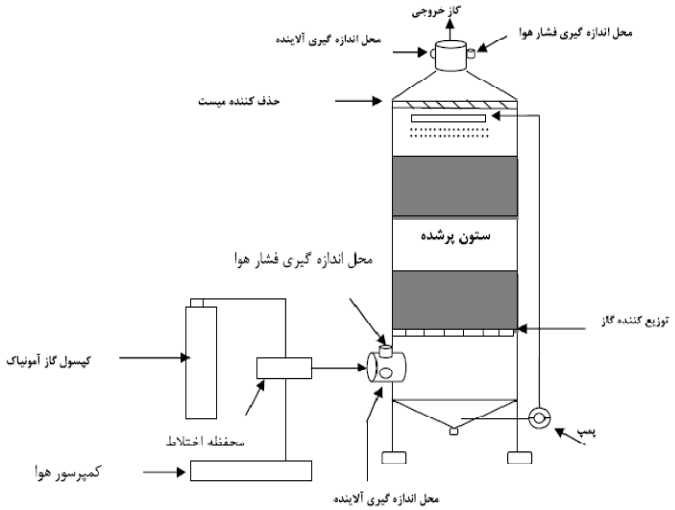
روش کار

از یک ستون پرشده از جنس آهن سیاه و دارای ارتفاع ۱۸۰ سانتی‌متر و قطر ۲۰ سانتی‌متر که تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری توسط حلقه‌های راشیگ سرامیکی با قطر ۰/۲۵ اینچ (۱ سانتی‌متر) پر شده بود، جهت حذف گاز آمونیاک استفاده گردید. شکل ۱ نمای کلی ستون پرشده و تجهیزات جانبی مورد استفاده در آزمایش را نشان می‌دهد.

سرعت جریان هوا در شستشو دهنده تر پر شده ۱ تا ۱/۵ متر بر ثانیه توصیه شده است (۱۲). در مطالعه حاضر با توجه به همین محدوده سرعت توصیه شده و ابعاد ستون موجود، مقدار گذر حجمی هوا در آزمایشات ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ لیتر بر دقیقه در نظر گرفته شد. گذر حجمی مایع شستشو در ستون‌های پرشده ۱۰- ۵ گالن بر دقیقه به ازای هر ۱۰۰۰ فوت مکعب بر دقیقه هوا پیشنهاد شده است (۱۲). به همین منظور، با توجه به گذرهای حجمی هوای مورد آزمایش در این مطالعه، گذر حجمی مایع شستشو ۵ گالن بر دقیقه به ازای هر ۱۰۰۰ فوت مکعب بر دقیقه تعیین و طبق پیشنهاد سازمان ACGIH نسبت مایع به گاز ۰/۶ در نظر گرفته شد. بنابراین سه گذر حجمی مایع شستشو به صورت ۰/۲۱۵، ۰/٤۳ و ۰/٦٤۵ لیتر بر دقیقه جهت انجام آزمایشات اختصاص یافت. بر اساس قانون هوای پاک ایران، غلظت آمونیاک خروجی از دودکش‌ها ۵۰ قسمت در میلیون برای صنایع درجه یک می‌باشد. بر این اساس سه غلظت ۲۵، ٤۳/۷ و ۵۹ پی پی ام گاز آمونیاک

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-01]

ورودی به ستون جهت انجام آزمایشات در نظر گرفته شد (۱۲). آزمایش‌ها در سه pH مایع شستشوی ۵، ۶ و ۷ انجام شد (۱۰).



شکل ۱. نمای کلی ستون پر شده و تجهیزات جانبی مورد استفاده در آزمایش

هوای مورد نیاز توسط یک دستگاه هواکش دور متغیر مدل HVDLT-MK2[1] ساخت شرکت Air Flow کشور انگلستان تأمین گردید. برای بازچرخانی مایع شستشو از یک پمپ آب با حداکثر ظرفیت گذر حجمی ۶ لیتر بر دقیقه به همراه شیر کنترل استفاده شد. pH مایع شستشو توسط یک دستگاه pHمتر مدل Sartorius Basic Meter PB-11 ساخت کشور آلمان کنترل می‌شد. گاز آمونیاک از طریق یک کپسول ٤۵ کیلوگرمی گاز به ستون تزریق و تراکم گاز در ورودی ستون از طریق تنظیم شیر رگولاتور و قرائت غلظت گاز آمونیاک کنترل گردید. افت فشار بستر ستون توسط یک دستگاه فشارسنج بازویی مدل ٥٠٤ ساخت شرکت Air Flow کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. دقت این دستگاه معادل ۰/۰۱ کیلوپاسکال بود. گذر حجمی هوا با استفاده از ونتوری استاندارد نوع G اندازه‌گیری شد. صحت این دستگاه مساوی ۵± درصد گذر حجمی هوا بود. جهت سنجش تراکم گاز آمونیاک در ورودی و خروجی ستون از حسگر قرائت مستقیم گاز آمونیاک با نام Gasman ساخت شرکت Crowcon کشور انگلستان با محدوده اندازه‌گیری ۰ تا ۱۰۰ پی پی ام استفاده شد (۱۳).

کارآیی حذف گاز آمونیاک توسط ستون پرشده با حلقه‌های راشیگ سرامیکی از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\eta = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100$$

که در آن η کارآیی شستشو دهنده تر پرشده به صورت درصد، C_{in} و C_{out} به ترتیب غلظت آلاینده در ورودی و خروجی ستون می‌باشد (١٤).

اثر متغیرها بر یکدیگر با استفاده از تحلیل واریانس و اثر اختلاف سطوح معنی‌دار با آزمون توکی مشخص گردید. جهت آنالیز داده‌ها از نسخه ۱۶ نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

یافته‌ها

تاثیر گذر حجمی هوا بر کارآیی حذف

با توجه به روش کار، سه گذر حجمی برای هوا و مایع شستشو، سه غلظت برای گاز آمونیاک و سه pH برای مایع شستشو در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که با تغییر گذر حجمی هوا از ۳۰۰ به ۶۰۰ و از ۶۰۰ به ۹۰۰ لیتر بر دقیقه در صورتی که سایر

[1] High Velocity Ductwork Leakage Tester MK2

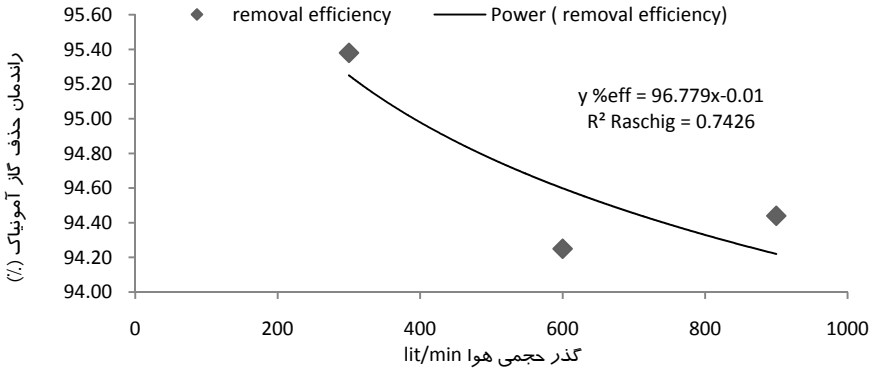
[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-01]

پارامترهای مورد مطالعه از قبیل غلظت ورودی آلاینده، pH مایع شستشو و گذر حجمی مایع شستشو ثابت نگاه داشته شده باشند، میانگین کارآیی حذف گاز آمونیاک در ستون پرشده با حلقه‌های راشیگ سرامیکی بطور معنی‌داری تغییر نمی‌کند (جدول ۱).

در ۸۱ آزمایش انجام شده با گذرهای حجمی مختلف هوا، میانگین کارآیی حذف گاز آمونیاک در گذر حجمی هوای ۳۰۰ لیتر بر دقیقه با مقدار ۹۵/۳۸±۳/۴۶ درصد بالاتر از سایر گذرهای مورد مطالعه بود. شکل ۲ میانگین کارآیی حذف گاز را در گذرهای حجمی مختلف هوا نشان می‌دهد.

جدول ۱. تاثیر گذرهای حجمی مختلف هوا بر کارآیی حذف گاز آمونیاک در ستون پرشده

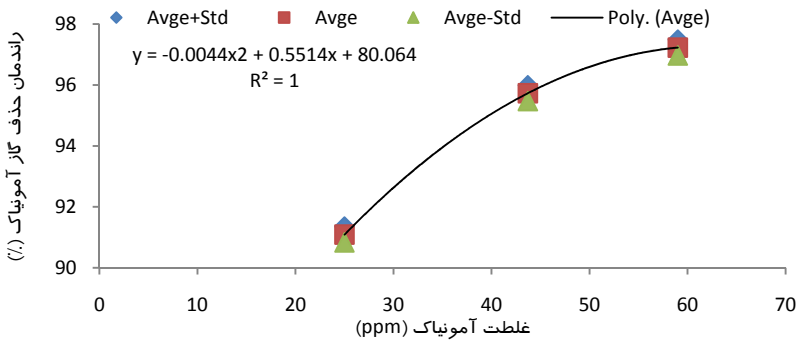
گذر هوا، L/min	تعداد آزمایش	کارآیی حذف (درصد)			
		میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
۳۰۰	۲۷	۹۵/۳۸	۳/۴۶	۹۱/۰۹	۹۸/۱۵
۶۰۰	۲۷	۹۴/۲۵	٤/۰۹	۸۸/۳۷	۹۸/٤۸
۹۰۰	۲۷	۹٤/٤٤	۳/۱۱	۸۸/۳۷	۹۸/۹۹



شکل ۲. میانگین کارآیی حذف گاز آمونیاک در دبی‌های مختلف هوا

تاثیر غلظت ورودی بر کارآیی حذف

نتایج آنالیز آماری توکی نشان داد که با افزایش غلظت گاز ورودی از ۲۵ پی پی ام به ٤۳/۷ پی پی ام و سپس به ۵۹ پی پی ام، و قرائت لحظه‌ای غلظت گاز بوسیله حسگر گاز آمونیاک، کارآیی حذف در ستون پرشده بطور معنی‌داری با $p<۰/۰۰۱$ افزایش می‌یابد. شکل ۳ کارآیی حذف گاز در ستون پرشده در غلظت‌های مختلف ورودی را نشان می‌دهد.



شکل ۳. نمودار تغییرات کارآیی در غلظت‌های مختلف گاز در ورودی ستون

تاثیر pH مایع شستشو بر کارآیی حذف

در این مطالعه جهت حذف گاز آمونیاک از مایع شستشو از سه pH ۵، ۶ و ۷ استفاده شد. جهت تنظیم pH مایع شستشو از اسید سولفوریک ۲ نرمال استفاده گردید. مقایسه کارآیی حذف در pHهای مختلف نشان داد که کارآیی حذف آمونیاک در pH ۵ مایع

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-01]

شستشو بالاتر از pH ۶ و ۷ است. جدول ۲ نتایج حاصل از تاثیر pH مایع شستشو بر کارآیی حذف آمونیاک را در ستون پرشده با حلقه‌های راشیگ سرامیکی نشان می‌دهد. یافته‌ها نشان داد که با کاهش pH کارآیی حذف گاز آمونیاک افزایش یافت. نتایج آزمون توکی نشان داد که فقط در تغییر pH مایع شستشو از ۷ به ۵ مقدار کارآیی حذف گاز تغییر معنی‌دار با $p=۰/۰۱$ داشته است.

جدول ۲. کارآیی حذف گاز آمونیاک در ستون پرشده در pHهای مختلف مایع شستشو

pH مایع شستشو	تعداد آزمایش	کارآیی حذف (درصد)			
		میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
۵	۲۷	۹۶/۲۳	۲/۵۵	۹۱/۸۹	۹۸/۹۹
۶	۲۷	۹٤/٤٤	۲/۸	۸۹/۵۳	۹۷/۳
۷	۲۷	۹۳/۳۸	۳/۰۸	۸۷/۹۸	۹۶/۲۹

مقایسه آماری میانگین افت فشار ستون پرشده و نتایج آنالیز آماری توکی نشان داد که تغییر گذر حجمی هوا از ۳۰۰ به ۶۰۰ و از ۶۰۰ به ۹۰۰ لیتر بر دقیقه سبب افزایش معنی‌دار افت فشار ستون پرشده با $p<۰/۰۰۱$ شد.

جدول ۳. تاثیر میزان گذر حجمی هوا در میزان افت فشار

Q, lit/min	ΔP, pa	p-value
۳۰۰ و ۶۰۰	۱۵۳/۲	$p<۰/۰۰۱$
۶۰۰ و ۹۰۰	۱۱۵/۲	$p<۰/۰۰۱$
۳۰۰ و ۹۰۰	۲۶۸/٤۲	$p<۰/۰۰۱$

بحث

گذر حجمی هوای بالا سبب افزایش جریان توربولانسی شده و انرژی بیشتری به جریان گاز می‌دهد که سبب افزایش کارآیی حذف می‌گردد (۳). در مطالعه حاضر با افزایش گذر حجمی هوا از ۳۰۰ به ۶۰۰ لیتر بر دقیقه کارآیی حذف گاز آمونیاک ۳/۲۹ درصد کاهش و سپس با افزایش گذر حجمی هوا از ۶۰۰ به ۹۰۰ لیتر بر دقیقه میانگین کارآیی حذف گاز آمونیاک در ستون پرشده با حلقه‌های راشیگ سرامیکی ۲/۳۹ درصد افزایش یافت. این نتایج با نتایج مطالعه جعفری و همکاران سازگار نیست. آن‌ها در مطالعه خود از همین ستون پرشده برای حذف بخارات و میست‌های اسید سولفوریک در یک مایع شستشوی بازی شکل استفاده کردند (۵)، نتایج مطالعه جعفری و همکاران نشان داد که با افزایش گذر حجمی هوای ورودی به ستون پرشده، کارآیی حذف بخارات اسید سولفوریک از جریان هوا افزایش می‌یافت. چانگ‌سیریپورن[1] و همکاران در مطالعه خود نتایج مشابهی کسب نمودند. آنها دلیل کاهش راندمان حذف در گذرهای حجمی پایین هوا را این‌گونه بیان نمودند که با افزایش گذر حجمی هوا زمان ماند هوای حاوی آلاینده در ستون کاهش می‌یابد، در صورتی که زمان ماند مناسب سبب ایجاد تماس کافی بین هوای حاوی آلاینده و مایع جاذب می‌گردد و دلیل افزایش دوباره در راندمان حذف گاز آمونیاک می‌تواند افزایش میزان افت فشار و افزایش جریان توربولانسی در گذرهای حجمی بالای هوا باشد. در بسترهای شستشودهنده تر پرشده با افزایش میزان افت فشار راندمان حذف گاز افزایش می‌یابد. با افزایش گذر حجمی هوا افت فشار ستون نیز افزایش می‌یابد و همین موضوع راندمان حذف آلاینده را بالا می‌برد (۱۶،۱۵).

غلظت‌های ورودی متفاوت آلاینده منجر به جذب و واکنش‌های شیمیایی متفاوت در ستون پرشده می‌شود. نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که با افزایش غلظت ورودی آلاینده به شستشودهنده تر راندمان حذف آلاینده افزایش می‌یابد (۱۷،۵،۶،۱٤). با افزایش غلظت آلاینده، تفاوت غلظت آلاینده[2] در فاز گازی نسبت به فاز مایع افزایش یافته و در نتیجه نیروی رانش آلاینده[3] از فاز گازی به فاز مایع در سر تا سر ستون پرشده افزایش می‌یابد که

[1] Chungsiriporn
[2] Concentration Difference
[3] Driving Force

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-01]

افزایش این نیرو سطح تماس آلاینده با مایع شستشو را افزایش و سبب افزایش کارایی حذف آلاینده از فاز گازی می‌شود (۱۶). در ستون پرشده با حلقه‌های راشیگ سرامیکی با افزایش غلظت آمونیاک ورودی کارآیی حذف گاز آمونیاک بطور معنی‌دار با $p<۰/۰۰۱$ افزایش یافت. با افزایش غلظت آمونیاک ورودی از ۲۵ پی‌پی‌ام به ۴۳/۷ پی‌پی‌ام، کارآیی حذف گاز آمونیاک ۵/۰۹ درصد افزایش داشت. همچنین با افزایش غلظت ورودی از ۴۳/۷ پی‌پی‌ام به ۶۰ پی‌پی‌ام، نیز کارآیی حذف گاز آمونیاک در ستون پرشده ۱/۵۵ درصد افزایش داشت. در مطالعات انجام شده جهت تعیین مایع جاذب مناسب برای حذف گاز آمونیاک، آب حاوی اسید سولفوریک به عنوان مایع جاذب مناسب جهت حذف گاز آمونیاک معرفی گردیده و مشخص شده است که با کاهش pH مایع شستشو، کارآیی حذف گاز آمونیاک افزایش می‌یابد (۱۷،۱۰). واکنش شیمیایی انجام شده بین گاز آمونیاک و مایع جاذب حاوی اسید سولفوریک سبب افزایش جداسازی گاز آمونیاک از هوا و ورود آلاینده به مایع جاذب می‌گردد. نتایج این مطالعه نشان داد که با کاهش pH کارآیی حذف گاز آمونیاک افزایش یافت. pH محلول شستشو در این مطالعه با اسید سولفوریک تنظیم و با pHمتر کنترل گردید. کارآیی حذف گاز آمونیاک در ستون پرشده در pHهای کمتر، بیشتر از کارآیی حذف آن در pHهای بالاتر بود. در بستر پرشده با حلقه راشیگ سرامیکی با تغییر pH مایع شستشو از ۷ به ۶، کارآیی حذف گاز آمونیاک افزایش معنی‌داری نشان نداد. در کاهشpH مایع شستشو از ۶ به ۵ نیز کارآیی حذف افزایش معنی‌داری نداشت. البته کاهش قابل توجه pH مایع شستشو از ۷ به ۵ سبب تغییر معنی‌دار کارآیی حذف آمونیاک با $p=۰/۰۱$ گردید.

از محدودیت‌های روش جذب شیمیایی می‌توان به نسبت واکنش اشاره نمود که با افزایش زمان عملکرد سیستم، کارآیی حذف گاز کاهش یافته و نیاز به اضافه کردن مایع اسیدی می‌باشد (۱۰).

در شستشودهنده‌ها با افزایش گذر حجمی هوا یا سرعت هوا در ستون افت فشار افزایش می‌یابد (۱۸،۵) که سبب افزایش هزینه انرژی سیستم تهویه مکانیکی می‌گردد (۱۸). در ستون پرشده با حلقه‌های راشیگ سرامیکی با افزایش گذر حجمی هوا از ۳۰۰ به ۹۰۰ لیتر بر دقیقه مقدار افت فشار ستون به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد ($p<۰/۰۰۱$)، که این افزایش برابر ۵۱/۶۳ درصد است. نتایج مطالعه جعفری و همکاران نیز با همین ستون پرشده نشان داد که با افزایش گذر حجمی هوا افت فشار ستون افزایش یافته است (۲،۵). اگر افت فشار کلی در طول ستون پرشده ۲ تا ۱۰ اینچ آب (۵۰۰ تا ۲۵۰۰ پاسکال) باشد، ستون پرشده یک شستشودهنده با مصرف انرژی متوسط در نظر گرفته می‌شود (۱۶). بنابراین ستون مورد استفاده در این مطالعه با توجه به افت فشارهای حاصل شده دارای مصرف انرژی متوسط بود.

نتیجه‌گیری

کاهش pH محلول شستشو که همراه افزایش جذب شیمیایی در ستون پرشده بود، سبب افزایش کارآیی حذف گاز آمونیاک در ستون پرشده گردید. همچنین با افزایش غلظت آمونیاک ورودی به ستون پرشده کارآیی حذف گاز افزایش یافت. با افزایش گذر حجمی هوا افت فشار ستون پرشده افزایش یافت. همچنین مشخص گردید که ستون مورد استفاده در این مطالعه با توجه به افت فشارهای حاصل شده دارای مصرف انرژی متوسط بود.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان نامه خانم لیلا امیدی به راهنمایی دکتر محمد جواد جعفری استخراج شده است. شایان ذکر است پایان نامه فوق بخشی از یک طرح

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-01]

پژوهشی مصوب با کـد ۹۵۷۸-۸۵-۱-۱۳۹۱بـود کـه توسـط دانشـگاه علـوم پزشـکی و خـدمات بهداشـتی درمانی شـهید بهشـتی حمایـت مـالی گردیـد، بـدین وسیله از این دانشگاه تقدیر و تشکر می‌شود.

References

1-The International Programme on Chemical Safety (IPCS).Environmental Health Criteria 54: Ammonia. 1986; Available online at: www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc54.htm.Accessed 11, 2013.
2-Jafari M, Omidi L, RezazadehAzari M, MassoudiNejad M, Namdari M. The comparison of ammonia removal from air by a wet scrubber packed with ceramic raschig rings and PVC. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2013;5(3):11-9.[in Persian]
3-Jafari MJ, Omidi L, Azari MR, MassoudiNejad M, Namdari M. Raschig rings versus PVC as a packed tower media in scrubbing ammonia from air. IranicaJournal of Energy and Environment. 2014;5(3):270-276.
4-Theodore L. Air Pollution Control Equipment Calculations. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc; 2008:120-40.
5- Jafari MJ, Ghasemi R, Mehrabi Y, Yazdanbakhsh AR, Hajibabaei M. Influence of liquid and gas flow rates on sulfuric acid mist removal from air by packed bed tower. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering. 2012;9(1):20.
6- Phillips J. Control and pollution prevention options for ammonia emissions: VIGYAN, Inc., Vienna, VA (United States). 1995:50-55.
7- Wang LK, Pereira NC, Hung YT. Air pollution control engineering. New Jersey:Humana Pr Inc; 2004: 197-200.
8- Zhang Y. Indoor air quality engineering.CRC Press: Boca Raton, FL; 2004.pp:414-439.
9-George CW, Susott RA, Forest I. Effects of ammonium phosphate and sulfate on the pyrolysis and combustion of cellulose: Intermountain Forest & Range Experiment Station, Forest Service, US Department of Agriculture, 1971: 90-91.
10-Chungsiriporn J, Bunyakan C, Thepchai R. Ammonia Removal from Emission Air in Packed Column. Proceedings of The Fourth PSU Engineering Conference; 2005 Dec. 8-9; Songkhla,Thailand, 2005: 49-53.
11-Yap LJ. Evaluation of wet scrubber systems [dissertation]. Southern Queensland: University of Southern Queensland, 2005: 1-30.
12-Omidi L. The comparison of ammonia removal efficiency from air by a wet scrubber packed with ceramic raschig rings and PVC [MSc thesis]. Tehran: Shahid Beheshti Unive Med Sci; 2013.
13-Cordeiro M, Tinôco I, Vigoderis R, Oliveira P, Gates R, Xin H, editors. Ammonia Concentration Evaluation in Deep-Bedded and Concrete Floor Housing Systems for Grow-Finish Swine in Brazil. Livestock Environment VII: proceedings of the Seventh International Symposium, Beijing, China, 18-20 May 2005; 2005: Amer Society of Agricultural.
14- Márki E, Lenti B, Vatai G, Békássy-Molnár E. Clean technology for acetone absorption and recovery. Separation and purification technology. 2001; 22:377-82.
15- Chungsiriporn J, Bunyakan C, Nikom R,editors. Treatment of toluene using wet scrubber with sodium hypochlorite oxidation reaction. Proceedings of the PSU-UNS international conference on engineering and environment-ICEE.2005May. 19-21, Novi Sad, Serbia and Montenegro..
16-Environmental protection agency (EPA). Wet-Film (Packed Tower) Scrubbers; 1998. Available from: www. yosemite.epa.gov/oaqps/eogtrain.nsf.gov. Accessed 5, 2012: 1-15.
17- Bunyakan C, Chungsiriporn J, Thepchai R. Treatment of ammonia in waste air using packed column coupling with chemical reaction. Journal of Science and Technology.2007; 29(3): 825-36.
18- Melse RW, Wagenberg AV, Mosquera J. Size Reduction of Ammonia Scrubbers for Pig and Poultry Houses: Use of Conditional Bypass Vent at High Air Loading Rates: Biosystems Engineering. 2006; 95 (1), 69-82.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-01]

Chemical Absorption of Ammonia from Air in a Packed Tower

Omidi L[1], Jafari MJ *[1], RezazadehAzari M[1], MassoudiNejad MR[2], Namdari M[3]

1. Occupational Health Department, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Environmental Health Department, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Department of Biostatic, School of Paramedical Science, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Corresponding author. Tel: +982122432040 Fax: +982122432037 E-mail: Jafari1952@yahoo.com

Received: Sep 12, 2013 Accepted: Apr 13, 2014

ABSTRACT

Background & Objectives: Several methods are available for cleaning ammonia gas from the air stream. It seems that acid scrubbing by packed column is more successful than other methods. In this study, the possibility of removal of ammonia gas with sulfuric acid scrubbing liquid by a packed column was investigated.

Methods: A packed column with 20 cm diameter was randomly packed in 30 cm with ceramic raschig rings. Acidic scrubbing liquid in three liquid flow rates and three pH of scrubbing liquid including 5, 6, and 7 were used to scrub the gas with three concentrations as well as three air flow rates. The pH values of scrubbing liquid were controlled by using sulfuric acid and monitored with a pH meter. Ammonia gas was measured by using a direct reading sampler. All measuring instruments were calibrated by the researcher or local manufactures representative. The results were analyzed by SPSS version 16 software package.

Results: The findings of this study showed that with decreasing the pH of scrubbing liquid from 7 to 6theremoval efficiency of column increased but it was not significant. Also with decreasing the pH of scrubbing liquid from 6 to 5theremoval efficiency of column increased but it was not significant. However, the removal efficiency of column increased significantly ($p<0.01$) as the pH of scrubbing liquid was reduced from 7 to 5.

Conclusion: Chemical absorption was increased the removal efficiency of ammonia gas significantly. Gas removal efficiency was increased with the decreasing of scrubbing liquid pH values.

Keywords: Packed Column; Scrubbing Liquid; Chemical Absorption; Ammonia.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-01-01]