DOI: 10.1234/knh.v0i0.451

مقاله پژوهشی

مجله دانش و تندرستی، دوره ۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شاهرود

ارزیابی کارایی سیستم تهویه مکنده موضعی در کنترل گردوغبار Fe2O3 منتشره در هوای محیطی واحد سرند اکساید صنعت فولاد

مهدی جمشیدی راستانی[۱]، فرشید قربانی شهنا[*۲]، عبدالرحمن بهرامی[۳]، سمیه حسینی[۴]

۱- دانشگاه علوم پزشکی شاهرود- دانشکده بهداشت- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای- کارشناسی ارشد.
۲- دانشگاه علوم پزشکی همدان- دانشکده بهداشت- مرکز تحقیقات علوم بهداشتی- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای- دانشیار.
۳- دانشگاه علوم پزشکی همدان- دانشکده بهداشت- مرکز تحقیقات علوم بهداشتی- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای- استاد.
۴- دانشگاه علوم پزشکی گلستان- شبکه بهداشت مینودشت- کارشناس مهندسی بهداشت حرفه‌ای.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱/۳۱، **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۲/۱۰/۱۷

چکیده

مقدمه: *تا کنون راهکارهای مختلفی برای کاهش تماس کارگران با آلاینده‌های شیمیایی و یا کنترل انتشار آنها، ارائه شده‌است. سیستم تهویه مکنده موضعی متداول‌ترین نوع کنترل‌های مهندسی است که بر دیگر روش‌های کنترلی ترجیح داده می‌شود. این مطالعه با هدف تعیین کارایی سیستم تهویه مکنده موضعی در کنترل ذرات منتشره در هوای محیطی واحد سرند اکساید در صنعت فولاد انجام شد.*

مواد و روش‌ها: *در این مطالعه توصیفی، به‌منظور ارزیابی عملکرد سیستم تهویه موضعی واحد موردنظر به چهار قسمت اصلی: طبقه همکف، طبقه سرندها، طبقه هود ۱ و پلتفرم هودهای ۱۵، ۱۶ و ۱۷ تقسیم گردید. ۳۶ نمونه هوا به‌روش ۶۰۰- NIOSH (سیکلون) جهت نمونه‌برداری و اندازه‌گیری از گردوغبارهای قابل تنفس و گردوغبار کلی در وضعیت‌های روشن و خاموش سیستم تهویه جمع‌آوری گردید.*

نتایج: *نتایج نشان داد که طبقه هود ۱ دارای بیشترین غلظت گردوغبار کلی به‌ترتیب با میانگین و دامنه تغییرات mg/m3 (۱۱۸/۱-۴۳۴/۴۷) ۲۷۱/۳ (تقریباً ۱۸/۲ برابر میزان استاندارد) و راندمان کنترل ۳/۹٪ بوده است. طبقه سرندها کمترین غلظت را به‌ترتیب با میانگین و دامنه تغییرات mg/m3 (۸/۹۵-۳۱/۵۱) ۲۰/۷۷ (تقریباً ۱/۴ برابر میزان استاندارد) و راندمان ۲۹/۳۵٪ در وضعیت سیستم روشن دارا بود. میانگین غلظت در کل واحد mg/m3 (۲۰/۷۷-۲۳۴/۶۳) ۱۲۷/۶ و راندمان کلی سیستم در حدود ۷/۹۶٪ بود (mg/m^3 ۱۵ :PEL-OSHA, ۱۰ mg/m3 :TLV-ACGIH).*

نتیجه‌گیری: *راندمان سیستم در قسمت‌های مختلف متفاوت بوده و در کل سیستم تهویه موضعی مورد مطالعه از کارآیی لازم برخوردار نبود که آن را می‌توان به فقدان برنامه منظم و زمان‌بندی شده نگهداری و پایش سیستم و همچنین تغییرات نرخ تولید نسبت داد.*

واژه‌های کلیدی: سیستم تهویه مکنده موضعی، صنعت فولاد، ارزیابی کارایی، گردوغبار.

[*] **نویسنده مسئول:** همدان- بلوار شهید فهمیده- دانشگاه علوم پزشکی همدان- دانشکده بهداشت- گروه بهداشت حرفه‌ای، **تلفن:** ۰۸۱۱-۸۳۸۰۳۹۰، **نمابر:** ۸۳۸۰۵۰۹-۰۸۱۱، **Email:** fghorbani@umsha.ac.ir

ارجاع: جمشیدی راستانی مهدی، قربانی شهنا فرشید، بهرامی عبدالرحمن، حسینی سمیه. ارزیابی کارایی سیستم تهویه مکنده موضعی در کنترل گردوغبار Fe2O3 منتشره در هوای محیطی واحد سرند اکساید صنعت فولاد. مجله دانش و تندرستی ۱۳۹۳؛۹(۴):۶۸-۷۵.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

گردوغبار تولید شده از فعالیت‌های معدنی یک موضوع مهم با اثرات روی محیط زیست، سلامت انسان، ایمنی و بهره‌وری می‌باشد (۱ و ۲) تماس و استنشاق گردوغبار و دودهای اکسیدآهن در هنگام فرآیندهای استخراج، خرد کردن و انجام عملیات و فرآوری روی مواد معدنی آهنی موجب بیماری‌هایی چون برونکوپنومونی مزمن انسدادی، سیدروزیس، عوارض ثانویه قلبی و در غلظت‌های بالا سرطان برونشی ریوی اولیه خواهد شد (۳) اثرات متناقض و متفاوتی برای استنشاق fe2o3 در ارگان‌های مختلف بدن بیان شده به‌طوری‌که مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۷ تأثیر مخرب استنشاق ذرات ریز Fe2O3 را برروی سیستم عصب مرکزی تأیید می‌کند (۴) و مطالعه‌ای که در سال ۱۹۷۲ انجام شده نشان داد که استنشاق اکسید آهن خالص باعث تغییرات فیبروزی ریه نمی‌شود ولی استنشاق آن به همراه دیگر آلاینده‌ها خالی از اشکال نیست (۵) و حتی در شرایط خاصی عدم‌تأثیر اکسید آهن را روی سیستم ریوی تأیید شده‌است (۶) تعداد موارد سرطان سالیانه و خلاصه ریسک‌های سرطان مربوطبه خروجی سمی هوای منابع آلودگی آهن و استیل ۱۸–۱۷ مورد سالیانه و ۱/۲٪–۰/۷٪ در کل می‌باشد (۷) لذا در این راستا و براساس قانون ایمنی و بهداشت ۱۹۹۴، کارفرمایان و مالکین صنایع در محیط کار ملزم به کاهش سطح تماس کارگران با خطرات شیمیایی به پایین‌ترین سطح قابل قبول یا زیر سطوح تماس قابل قبول می‌باشند (۲) که به‌منظور کاهش تماس کارگران با آلاینده‌های شیمیایی و کنترل انتشار آلاینده‌ها راهکارها و تکنولوژی‌های مختلفی ارائه شده است (۲ و ۸) تکنولوژی کنترل شامل همه دانش و فنونی است که می‌تواند برای فائق آمدن بر مشکل آلودگی هوا به‌کارگرفته شود (۹) در بین انواع تکنولوژی‌های کنترل سیستم تهویه مکنده موضعی معمول‌ترین نوع تجهیزات کنترل‌های مهندسی می‌باشند که بر دیگر روش‌های کنترلی ترجیح داده می‌شود. این سیستم تقریباً برای کنترل همه مواد شیمیایی ازجمله گردوغبار ناشی از فرآیندها و فعالیت‌های مختلف صنعتی استفاده می‌شود و با همه فرآیندها انطباق‌پذیر و سازگار می‌باشد (۷، ۸ و ۱۰) کارایی سیستم‌های تهویه مکنده موضعی در کنترل تماس با آلاینده‌ها را می‌توان اولاً با طراحی خوب سیستم تهویه منطبق بر استانداردها و ثانیاً نصب، بهره‌برداری، بازرسی، تعمیرات و نگهداری منظم، مناسب و صحیح از سیستم تضمین و بیمه کرد (۳، ۷ و ۱۱) این درحالی است که اداره اجرایی ایمنی و بهداشت انگلستان در سال ۲۰۰۹ برآورد کرد که در ۱۰ درصد مشاغل انگلستان ریسک تماس تنفسی وجود دارد و تنها یک چهارم آنها سیستم تهویه موضعی دارند که حدود ۴۰ درصد آنها بر اثر فشارهای مکرر سازمان‌های قانونی و براساس قانون هر ۱۴ ماه یکبار سیستم را آزمایش و آزمون می‌کنند. لذا کمتر از ۴۰٪ از سیستم‌های تهویه موضعی به‌طور مؤثری در هر سال آزمون و به‌طور مناسب نگهداری می‌شوند (۷، ۱۰ و ۱۲–۱۴) برای پایش سیستم تهویه ابزارهای مختلفی وجود دارد که ازجمله ابزارهای پایش کارایی سیستم تهویه مکنده موضعی، می‌توان به بازرسی فیزیکی اولیه [بازرسی چشمی کامل از سیستم در حین کار]، پایش پارامترهای عملکردی سیستم، ارزیابی کارایی و اثربخشی سیستم، پایش و ارزیابی تماس و غلظت آلاینده‌ها در محیط، ارزیابی سلامت شغلی، بررسی و پیگیری وقوع بیماری‌های شغلی در محیط کار و به‌دنبال آن ورودی یا بازخورد عملکرد سیستم تهویه بر کارگران و دیگر متدها اشاره کرد (۱۰، ۱۳ و ۱۵). در مطالعات انجام شده با روش اندازه‌گیری و ارزیابی غلظت آلاینده‌ها در محیط و به‌منظور بررسی کارایی سیستم تهویه در فرآیندهای مختلف، غالب آنها کارایی آن را تصدیق می‌کنند (۱۶–۱۹). در بررسی اولیه‌ای که در شرکت فولاد مورد مطالعه که یکی از بزرگترین مجتمع‌های صنعتی کشور بوده و دارای ظرفیت تولید انواع محصولات فولادی می‌باشد، صورت گرفت مشخص شد که از بدو تاسیس تاکنون هزینه‌های چشمگیری را در زمینه محیط زیست و کنترل آلاینده‌ها ازجمله اجرای طرح‌های سیستم‌های تهویه در زمینه کنترل آئروسول‌ها و گازهای آلاینده در نواحی مختلف با هزینه صدها میلیارد ریال صرف نموده‌است، ولی در ظاهر، سیستم واقع در قسمت سرند واحد آهن‌سازی کارایی لازم را نداشته است. لذا این شرکت به‌منظور ارزیابی سیستم کنترل آلودگی هوای ۲۵ ساله واحد آهن‌سازی که یکی از بزرگ‌ترین سیستم‌های تهویه آن با حدود حداقل ۲۰ منبع تولید آلودگی، انشعابات مربوطبه آن و پالایشگر ونچوری می‌باشد درخواستی نموده است؛ بنابراین این تحقیق با هدف تعیین اثربخشی سیستم تهویه مکنده موضعی در کنترل ذرات منتشره در هوای محیطی سرند اکساید واحد آهن‌سازی بر مبنای اندازه‌گیری و ارزیابی غلظت آلاینده‌ها در محیط انجام گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع مطالعات توصیفی– مقطعی می‌باشد که در بهار و تابستان ۱۳۹۱ برروی سیستم تهویه مکنده موضعی در یکی از صنایع بزرگ فولاد کشور انجام شد. برای بررسی اولیه از چک لیستی در این خصوص استفاده شد و مشخص گردید سیستم تهویه به‌کار گرفته شده در واحد سرند اکساید در دهه ۶۰ شمسی (۱۹۸۸ میلادی) طراحی و در اواخر این دهه توسط بخش مهندسی یک شرکت خارجی راه‌اندازی شده است. نوع آلاینده تحت کنترل این سیستم گردوغبار اکسید آهن Fe2O3 می‌باشد که میزان و نرخ انتشار آلاینده به‌صورت زیاد، مداوم، یکنواخت، عمودی روبه بالا در برخی موارد نامنظم می‌باشد و شکل منابع آن غالباً به‌صورت انتشار از سطح می‌باشد. این سیستم تهویه دارای شبکه کانال‌کشی گسترده با ۱۷ هود می‌باشد که

Archive of SID

www.SID.ir

بر منابع آلودگی در سه طبقه و یک پلتفرم نصب گردیده‌اند. برروی این سیستم از زمان نصب و راه‌اندازی هیچ‌گونه پایشی درخصوص کارایی و پارامترهای تهویه صورت نگرفته و حتی پایش پایه‌ای (مبنا) توسط سازنده برای این سیستم انجام نشده است. بدون در نظر گرفتن ظرفیت سیستم تهویه مذکور، نرخ تولید و فرآیند افزایش داشته است. همچنین فرآیند تولید/ مواد اولیه بدون درنظر گرفتن انطباق با سیستم تغییراتی داشته است و بین نقشه‌های سیستم ازجمله نقشه مسیر جریان سیستم غبارگیر (Flow sheet dedusting system) و وضعیت موجود تفاوت‌هایی مشاهده می‌شود. اجزایی که در سیستم در معرض انسداد، فرسودگی و نشتی هستند به‌طور مناسب (دوره‌ای) چک می‌شوند ولی به سرعت رفع نمی‌شوند و برای تمیزکاری و رفع گرفتگی‌های سیستم برنامه با فواصل زمانی کم و منظم وجود ندارد (۲۰) و در مقایسه با VSهای (Ventilation standard) کتاب تهویه صنعتی ACGIH، همه منابع ایجاد آلودگی فرایند در طراحی‌ها دیده و لحاظ نشده‌اند (۲۱). ضمناً تعداد ۱۰ نفر نظافتچی صنعتی، ۵ نفر در قسمت تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه PM: preventive (maintenance) کار می‌کنند.

از آنجایی‌که مواضع انتشار آلاینده مذکور در سه طبقه و یک پلتفرم توزیع شده بودند لذا واحد مذکور به چهار قسمت اصلی ۱- طبقه همکف، ۲- طبقه اول (طبقه سرندها)، ۳- طبقه دوم (طبقه هود ۱) و ۴- پلتفرم هود ۱۵،۱۶،۱۷ تقسیم‌بندی گردید و به‌منظور تعیین حجم نمونه، نمونه‌برداری پیش آزمونی با ۸ نمونه هوا روی فیلتر PVC صورت گرفت. تراکم غلظت (s=۷۴/۳ mgr/m3 و =۱۲۱/۴۶mgr/m3 میانگین) به‌دست آمد که با لحاظ نمودن خطای نمونه‌گیری معادل ۲۰٪ میانگین صفت مورد بررسی و فاصله اطمینان ۹۵٪ حداقل تعداد نمونه هوای موردنیاز برابر ۳۵/۹ به‌دست آمد، در ادامه کار برای ارزیابی غلظت و تأثیر سیستم بر غلظت ذرات منتشره در هوای محیطی از روش نمونه‌برداری گردوغبار قابل تنفس و غیرقابل تنفس توسط سیکلون براساس متد ۶۰۰ - NIOSH در وضعیت سیستم تهویه خاموش و سیستم تهویه روشن در نقاط مختلف در ارتفاع ۱/۸ متری از سطح زمین استفاده گردید (۳، ۱۰ و ۲۲-۲۴). ابتدا از کیفیت سیلیکاژل داخل دسیکاتور اطمینان حاصل گردید. سپس براساس متد و به‌منظور ثبات وزن اولیه فیلترهای PVC قبل از نمونه‌برداری به‌مدت ۲۴ ساعت در دسیکاتور قرار داده شدند. در ادامه قبل از نمونه‌برداری عمل توزین وزن و ثبت وزن اولیه صورت گرفت. در این مرحله ظرف‌های شن انتهای سیکلون نیز وزن می‌شدند. سری نمونه‌برداری (فیلتر) درون قاب سه بخشی چیده شد و قاب سه بخشی برروی سیکلون نصب گردید. مجموعه سیکلون و قاب در داخل نگهدارنده قاب قرار داده شدند و توالی نمونه‌برداری که کالیبراسیون روی آن صورت گرفته بود بسته شد. مجموعه نگهدارنده، سیکلون و قاب در ارتفاع ۱/۸ متری به‌منظور تأمین حداقل حجم نمونه‌برداری و غلظت قابل سنجش نصب گردیدند. پمپ را روشن کرده دبی موردنظر را تنظیم نموده و جزئیات شرایط نمونه‌برداری اعم از دما، رطوبت، زمان اولیه نمونه‌برداری، شماره فیلتر، شماره پمپ، محل نمونه‌برداری، تاریخ و ساعت نمونه‌برداری ثبت گردید. در حین نمونه‌برداری به‌صورت مداوم دبی پمپ کنترل می‌شد. در پایان نمونه‌برداری دبی ظاهری پمپ مجددا چک گردید و سپس خاموش و زمان ثانویه نمونه‌برداری ثبت شد. سیکلون و قاب سه بخشی هر دو در کیف حمل نمونه به‌منظور جلوگیری از وارونه شدن ثابت شدند و جهت آنالیز و وزن‌سنجی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه فیلترها از قاب خارج شده، مجدداً به‌مدت ۲۴ در دسیکاتور قرار گرفتند و سپس از دسیکاتور خارج شده توزین گردیده و وزن ثانویه آن ثبت گردید. در زمانی که سیکلون‌ها همراه با قاب به آزمایشگاه آورده می‌شدند ظرف شن آنها به‌منظور تعیین غلظت ذرات غیرقابل تنفس از سیکلون جدا می‌گردید و توزین می‌شد (وزن ثانویه). قابل ذکر است که براساس متد نیز به همراه هر ۵ نمونه اصلی یک نمونه شاهد سفری تهیه گردید. محاسبات مربوطبه تعیین تراکم گردوغبار قابل تنفس و غیرقابل تنفس با استفاده از رابطه (۱) انجام گرفت.

رابطه (۱) $c = \frac{(W2-W1)-(B2-B1)\times 10^3}{V}$

C: تراکم آلاینده در هوا برحسب $\frac{mg}{m^3}$

W1: وزن اولیه فیلتر برحسب mg

W2: وزن ثانویه فیلتر برحسب mg

B1: وزن اولیه فیلتر شاهد برحسب mg

B2: وزن ثانویه فیلتر شاهد برحسب mg

V: حجم هوای نمونه‌برداری شده برحسب lit

Q: دبی نمونه‌برداری برحسب $\frac{lit}{min}$ $V=Q\times T$

T: مدت زمان نمونه‌برداری برحسب min

و در نهایت پس از محاسبه متوسط غلظت در زمان خاموش بودن و روشن بودن سیستم در هر قسمت، با استفاده از رابطه (۲) راندمان کنترل آلاینده توسط سیستم در هر قسمت محاسبه گردید (۲۵).

رابطه ۲: Efficiency=c2-c1/c2

C1: غلظت آلاینده در زمان روشن بودن سیستم

C2: غلظت آلاینده در زمان خاموش بودن سیستم

وسایل و تجهیزات نمونه‌برداری به‌کار گرفته شده در این مطالعه شامل پمپ نمونه‌برداری فردی مدل PCXR 3 -224 ساخت شرکت skc با دامنه دبی ۰/۵ تا ۵/۵ لیتر بر دقیقه (برای مکش هوای محیط روی فیلتر)، محفظه (Chamber) کالیبراسیون سیکلون (در مدار پمپ و کالیبراتور برای کالیبره کردن دبی نمونه‌برداری)، قاب و سیکلون نمونه‌برداری آلومینیومی ۳۷mm (واسطه نمونه‌برداری که فیلتر

Archive of SID
www.SID.ir

نمونه‌برداری درون آن گرفته است)، فیلتر نمونه‌برداری mm ۳۷ – PVC با پور سایز µm ۵ (واسطه نمونه‌برداری که بخش آلاینده‌های قابل تنفس از روی آن وزن‌سنجی شده‌اند، کالیبراتور پمپ نمونه‌برداری BIOS مدل Defender- 510 (برای کالیبره کردن توالی نمونه‌برداری) و ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۰۰۰۱gr (برای وزن‌سنجی فیلترها و ظرف بخش غیرقابل تنفس سیکلون) بود.

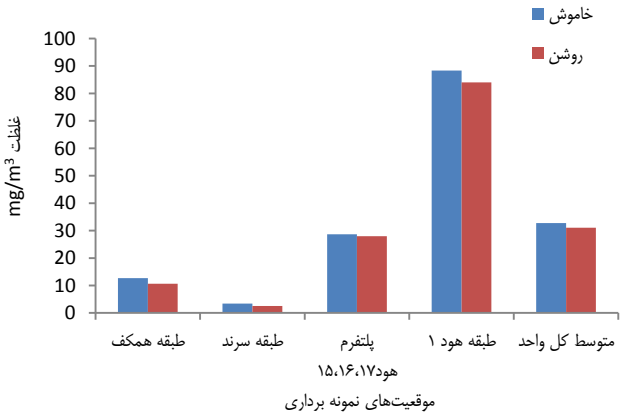
نتایج

مقادیر حدود مجاز تماس شغلی برای گردوغبار کلی (TLV-ACGIH:۱۰mg/m^3,PEL-OSHA:۱۵mg/m^3) می‌باشد (۲۳ و ۲۶) که نتایج ارزیابی نشان داد طبقه هود یک آلوده‌ترین طبقه از نظر انتشار آلاینده در زمان سیستم روشن (تقریباً ۱۸/۲ برابر میزان استاندارد) و خاموش (تقریباً ۱۸/۸۷ برابر میزان استاندارد) می‌باشد. همچنین راندمان سیستم تهویه در این طبقه ۳/۹٪ می‌باشد و کمترین غلظت آلایندگی را در زمان سیستم روشن (تقریباً ۱/۴ برابر میزان استاندارد) و خاموش (۱/۹۶ برابر میزان استاندارد) طبقه سرندها به خود اختصاص می‌دهند. قابل ذکر است که هودهایی که در این طبقه وجود دارند هودهای ۲، ۳، ۷ و ۸ می‌باشند. راندمان حذف و کنترل گردوغبار در این طبقه ۲۹/۳۵٪ می‌باشد و در نهایت میانگین غلظت در کل واحد در زمان خاموش ۹/۲ برابر میزان استاندارد و در زمان روشن میانگین غلظت تقریباً ۸/۵ برابر میزان استاندارد می‌باشد. راندمان حذف و کنترل گردوغبار کل در کل واحد توسط سیستم تهویه ۷/۹٪ می‌باشد و راندمان حذف گردوغبار قابل تنفس ۵/۲۲٪ می‌باشد و باتوجه به نتایج مطالعه سیستم مورد ارزیابی کارایی لازم را ندارد. از طرفی بررسی‌های توزیع سایز ذرات توسط سیکلون در زمان خاموش و روشن بودن سیستم نشان می‌دهد که ۲۴٪ غلظت آلاینده‌ها را ذرات قابل استنشاق و ۷۶٪ را ذرات غیرقابل استنشاق تشکیل می‌دهند.

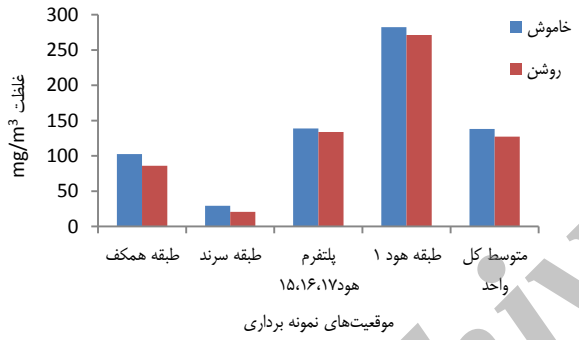
نتایج اندازه‌گیری غلظت در نقاط مختلف در وضعیت سیستم روشن و خاموش در ستون‌های مجزایی در جدول ۱ آورده شده است. نتایج مقایسه‌ای میانگین غلظت گردوغبار قابل تنفس و گردوغبار کلی در زمان سیستم روشن با زمان سیستم خاموش به‌ترتیب در نمودارهای ۱ و ۲ برای طبقات و کل واحد آورده شده است. نتایج مقایسه‌ای راندمان حذف گردوغبار قابل تنفس و کل در نمودار ۳ برای طبقات و کل واحد آورده شده است.

بحث

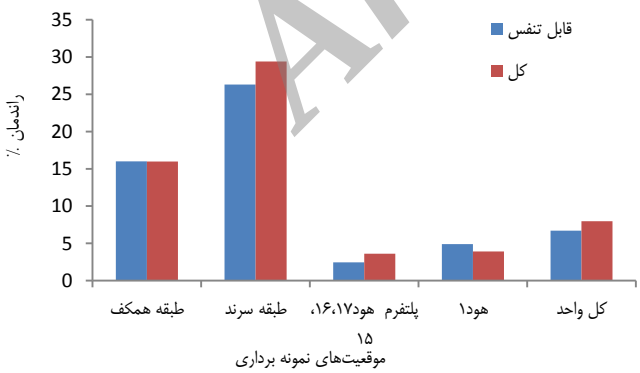
در همه موارد در وضعیت‌های خاموش و روشن غلظت گردوغبار کل و تنفسی بیشتر از حدود استاندارد بود. در مطالعه‌ای که راویچندران و همکاران در ارزیابی تماس با گردوغبار قابل استنشاق در یک صنعت مشابه در مجتمع آهن و فولاد در جنوب هند در بخش‌های مختلف انجام دادند نتایج نشان داد که متوسط غلظت در بخش کوره ذوب‌آهن



نمودار ۱- مقایسه میانگین غلظت گرد و غبار قابل تنفس در طبقات مختلف و کل واحد در زمان سیستم خاموش و سیستم روشن



نمودار ۲- مقایسه میانگین غلظت گرد و غبار کل در طبقات مختلف و کل واحد در زمان سیستم خاموش و سیستم روشن



نمودار ۳- نتایج مقایسه‌ای راندمان حذف گرد و غبار کل و قابل تنفس در طبقات مختلف و کل واحد توسط سیستم

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری گردوغبار در نقاط مختلف واحد در دو وضعیت سیستم تهویه روشن و خاموش

نوع اندازه‌گیری	سیستم خاموش		سیستم روشن	
	حداکثر - حداقل (mgr/m^3)	انحراف معیار ±متوسط (mgr/m^3)	حداکثر – حداقل (mgr/m^3)	انحراف معیار ±متوسط (mgr/m^3)
طبقه همکف				
قابل تنفس	۷/۳۴-۱۷/۱۸	۱۲/۶۹±۵/۸۶	۵/۴۱-۱۵/۷۳	۱۰/۶۶±۵/۱۶
غیرقابل تنفس	۵۹/۶-۱۱۷/۸	۸۹/۸۴±۲۹/۴۸	۴۴/۲۸-۱۰۶/۱۴	۷۵/۷±۳۱/۴۸
گردوغبار کلی سیکلون	۶۶/۸۲-۱۳۵/۸۲	۱۰۲/۵۲±۳۳/۷	۵۰/۱۳-۱۱۱/۸۳	۸۶/۱۴±۳۶/۷
طبقه سرند				
قابل تنفس	۰/۶۸-۵/۶۹	۳/۴۲±۲/۴۲	۱/۲۶-۳/۲۴	۲/۵۲±۱/۰۶
غیرقابل تنفس	۱۲/۴۹-۳۶/۱۵	۲۵/۷۸±۱۲/۱۸	۸/۹۸-۲۸/۱۴	۱۸/۵۹±۹/۹۸
گردوغبار کلی سیکلون	۱۴/۶-۴۱/۶	۲۹/۴±۱۴/۷	۸/۹۵-۳۱/۵۱	۲۰/۷۷±۱۱/۰۳
هود ۱۵، ۱۶، ۱۷				
قابل تنفس	۲۱/۸-۳۵/۸	۲۸/۶۷±۶/۱۳	۱۷/۸۴-۳۴/۶۵	۲۷/۹۷±۸/۶۸
غیرقابل تنفس	۴۹/۲۵-۱۶۹/۴۸	۱۱۰/۱۷±۶۰/۶۲	۴۰/۶۱-۱۶۶/۹۵	۱۰۷/۸۳±۶۳/۲۲
گردوغبار کلی سیکلون	۷۱/۷۸-۲۰۵/۱۳	۱۳۸/۸۳±۶۶/۸	۵۸/۷۵-۲۰۱/۸۵	۱۳۳/۸±۷۲/۰۵
هود ۱				
قابل تنفس	۴۴/۱۱-۱۳۰/۸۶	۸۸/۳۳±۴۳/۶۱	۳۱/۷۸-۱۳۸/۸۱	۸۴±۵۳/۸۱
غیرقابل تنفس	۱۱۶/۹۴-۲۷۱/۲	۱۹۴±۷۶/۶	۸۷/۶۶-۲۹۶/۶۳	۱۸۷/۳۳±۹۹/۳
گردوغبار کلی سیکلون	۱۶۰/۲۵-۴۰۱/۲۱	۲۸۲/۳۳±۱۱۹/۰۸	۱۱۸/۱-۴۳۴/۴۷	۲۷۱/۳۳±۱۵۴/۲۳
کل واحد				
قابل تنفس	۳/۴۲-۶۴/۸۳	۳۳/۲۷±۳۱/۱۵	۲/۵۲-۶۲	۳۱/۰۴±۲۷/۷۶
غیرقابل تنفس	۲۵/۷۸-۱۷۶	۱۰۴/۹۵±۶۹/۴۱	۱۸/۵۹-۱۵۷/۳۳	۹۶/۳۶±۷۰/۲۵
گردوغبار کلی سیکلون	۲۹/۴-۲۸۲/۳۳	۱۳۸/۲۷±۱۰۶/۲۶	۲۰/۷۷-۲۳۴/۶۳	۱۲۷/۲۶±۱۰۶/۱۴

۲/۴۱mg/m^3 کوره بهینه‌سازی انرژی ۱/۸۷ mg/m^3، تأسیسات زینتر ۰/۹۸mg/m^3، ماشین تخلیه ریزش مواد مذاب به‌طور مداوم ۱/۹۳mg/m^3 می‌باشد (۲۷). نتایج مطالعه حاضر با مقادیر مطالعه راویچندران و همکاران کاملاً تفاوت دارد که می‌توان علت آن‌را به تفاوت در مکان‌ها و فرآیند مورد ارزیابی، نحوه کنترل آلاینده و عدم‌کارایی سیستم تهویه موجود در ارزیابی خود نسبت داد.

در مطالعه کاکویی در ارزیابی سیستم‌های تهویه در کارگاه‌های تعمیر رادیاتور تهران در زمانی که سیستم در حال کار بود در مناطق دارای سیستم و فاقد سیستم تهویه اندازه‌گیری سرب ناحیه تنفسی صورت گرفت که در ایستگاه‌های کاری دارای تهویه میانگین غلظت سرب ۵۰٪ حد مجاز و در ایستگاه‌های فاقد سیستم هفت برابر منطقه دارای سیستم بود (۲۸) نتایج کنترل آلاینده در طبقه سرندها با اغماض (با راندمان ۳۰٪) به نتیجه مطالعه فوق نزدیک است که علت آن کارایی تقریبی سیستم در هودهای این طبقه می‌باشد ولی با راندمان کلی سیستم مطابقت ندارد که علت آن نگهداری نامناسب آن می‌باشد که موجب کاهش و عدم‌کارایی سیستم شده است که می‌توان اذعان داشت در قسمت‌های دیگر کارایی لازم را ندارد.

نتایج این مطالعه نشان داد راندمان کنترل آلاینده در طبقات مختلف به‌طور جداگانه برای گردوغبار کل و تنفسی با هم تفاوت دارند. در ارزیابی که در سال ۲۰۰۷ توسط اجیما تحت عنوان ارزیابی کارایی سیستم تهویه موضعی نصب شده برروی سنگ سمباده برای کنترل گردوغبار تماسی در حین عملیات سنگ‌زنی انجام شد، غلظت گردوغبار قابل تنفس اطراف چرخ سمباده در زمان کار و سایش سطح فلزات ۳۷٪ نسبت‌به زمان عدم‌استفاده از سیستم تهویه موضعی و خاموش بودن سیستم کاهش داشت (۲۹) نتایج کنترل آلاینده در طبقه سرندها با راندمان ۴۰٪ با مطالعه فوق مطابقت دارد که علت آن کارایی تقریبی سیستم در هودهای این طبقه می‌باشد ولی با راندمان کلی سیستم مطابقت ندارد که علت آن نگهداری نامناسب آن می‌باشد که موجب کاهش و عدم‌کارایی سیستم شده است.

در مطالعه‌ای که زیدی و همکاران با طراحی سیستم تهویه موضعی و ارزیابی آن در زمان بودن و نبود آن انجام دادند مشخص شد؛ سیستم تهویه موضعی غلظت منگنز را در ناحیه تنفسی ۶۳٪ کاهش می‌دهد. در مطالعه دیگری توسط همین محقق در مورد ارزیابی سیستم تهویه پرتابل، غلظت در ناحیه تنفسی ۸۸٪ کاهش می‌یابد و نتایج مطالعه نشان داد که سیستم تهویه موضعی راهکار مناسبی جهت کاهش آلاینده و تماس می‌باشد (۲۴) نتایج مطالعه فوق با نتایج مطالعه حاضر تفاوت دارد که یکی از دلایل عمده آن را می‌توان به تازه بودن و نو بودن سیستم نسبت داد درحالی‌که سیستم مورد مطالعه عمری در حدود ۲۵ سال دارد که به‌طور کامل مستهلک شده است.

در مطالعه‌ای که توسط علی‌آبادی و همکاران جهت تأثیر سیستم تهویه مکنده موضعی برکاهش مواجهه کارگران با گردوغبار سیلیس انجام دادند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که میانگین تراکم گردوغبار

Archive of SID
www.SID.ir

کل در داخل کارگاه قبل از استفاده از سیستم‌های تهویه برابر با ۱۶۲۸ mg/m^3 و میانگین تراکم گردوغبار کل بعد از راه‌اندازی سیستم‌های تهویه به ۸/۳۳ mg/m^3 کاهش یافته است. همچنین میانگین تراکم وزنی زمانی گردوغبار قابل استنشاق به ۰/۱۳ mg/m^3 کاهش یافته‌است. مقایسه میانگین تراکم گردوغبار قبل و بعد از راه‌اندازی سیستم تهویه نشان‌دهنده راندمان سیستم‌های تهویه موضعی ۹۹/۴۵٪ می‌باشد. راندمان تعیین شده نشان‌دهنده کارایی فوق‌العاده سیستم‌های تهویه موضعی جهت کاهش مواجهه شاغلین با گردوغبار است (۳۰) نتایج مطالعه حاضر با در نظر گرفتن دانسیته و جرم مولکولی ذرات اکسید آن با اکسید سیلیسیوم درخصوص غلظت آلاینده در نقاط مختلف مطابقت دارد که حتی در برخی نقاط غلظت بالاتر و در برخی نقاط پایین‌تر از مقدار مطالعه فوق می‌باشد و بیانگر این مطلب است که درصورتی‌که آلاینده منتشره از فرآیند به‌خوبی کنترل نشود غلظت آن می‌تواند حتی از ۱۰ برابر میزان مجاز فراتر رود، ولی از نظر میزان کنترل آلاینده توسط سیستم تهویه، سیستم مورد مطالعه کارایی موردنظر را ندارد.

در مطالعه کروتی‌آلو و همکاران روی اثر کنترلی سیستم تهویه موضعی برای کنترل گردوغبار تماسی در حین عمل بریدن بتون و فعالیت‌های سنگ‌زنی نشان داده شد که این سیستم می‌تواند به‌طور اساسی گردوغبار قابل تنفس و بلورین سیلیس در اعمال فوق را کاهش دهد و اجرای موفق این کنترل مهندسی نیاز به سعی و کوشش متصدی برای تضمین اینکه میزان تهویه مناسب تأمین شده و سیستم تهویه موضعی مطابق هدف کار می‌کند، دارد و کارخانجات مکنده‌های صنعتی و سیستم‌های تهویه موضعی نیاز به تهیه رهنمودهای عملیاتی و نگهداری دارند (۳۱) نتایج مطالعه فوق با نتایج مطالعه حاضر از نظر میزان کنترل آلاینده تفاوت دارد ولی مطالعه حاضر نیز به این مسأله اذعان دارد که سیستم بایستی توسط افراد کارشناس طراحی و نگهداری و همچنین رهنمودهای تعمیرات و نگهداری بایستی در آن به‌طور کامل توسط متصدی اجرا شود.

در مطالعه‌ای که اوجیما و همکاران ار بررسی آزمایشگاهی تماس جوشکاران و عملکرد کانال تهویه هوا برای کار جوشکاری در فضای محدود انجام دادند نتایج نشان داد که سطح تماس با آلاینده‌ها در طول زمان قوس جوشکاری توسط کانال تهویه هوای تعبیه شده قویاً کاهش نمی‌یابد ولی پس از عملیات جوشکاری آلودگی‌های باقی مانده سریعاً تخلیه می‌شوند (۳۲) کلیات نتایج مطالعه حاضر با مطالعه فوق از این نظر مشابهت دارد که در زمانی که سیستم تهویه به‌طور مناسب محصور نشود و میزان دبی تأمینی توسط سیستم متناسب با آلاینده منتشره نباشد سیستم تهویه کارایی لازم را نخواهد داشت.

درنتیجه باتوجه به عمر بالای سیستم، وسعت آن، تناقضات در طراحی با استاندارد و تعمیرات نگهداری نامناسب سیستم تهویه کارایی لازم را ندارد. قابل ذکر است که نتایج مطالعه نشان می‌دهد یکی از دلایل اصلی انتشار آلاینده در محیط صرف‌نظر از منابع اصلی فرآیندی نحوه عملیات نامناسب شوتینگ مواد و گردوغبار از طبقات بالا به پایین می‌باشد.

نتایج نشان می‌دهد که متوسط غلظت گرد وغبار کلی در زمان سیستم روشن در حدود ۸/۶ برابر استاندارد و متوسط غلظت گردوغبار قابل تنفس ۶ برابر حدود مجاز توصیه شده توسط OSHA می‌باشد و همچنین نتایج نشان می‌دهد کارایی سیستم در قسمت‌های مختلف متفاوت است و سیستم مذکور با راندمانی در حدود ۷/۹۶٪ کارایی لازم را ندارد و علت آن را می‌توان به خوردگی، سایش، گرفتگی و نابالانسی سیستم کانال‌کشی، از بین رفتن و نامناسب بودن محصورسازی نزدیکی و دهانه هودها، عدم تعمیرات و نگهداری مناسب سیستم و تغییرات نرخ تولید نسبت داد.

محدودیت‌های پژوهش

باتوجه به وسعت بالای فرآیند، حجم زیاد آلاینده تولیدی و تأثیر منفی عدم‌کارکردن سیستم تهویه بر محصول (از نظر کارشناسان فرآیند) همکاری جهت خاموش کردن و از مدار خارج کردن سیستم تهویه مکنده موضعی به سختی صورت می‌گرفت و در برخی نقاط باتوجه به عدم‌آگاهی از غلظت بالای آلاینده با کمی افزایش زمان نمونه‌برداری نمونه موردنظر دچار اضافه بار می‌گردید.

تشکر و قدردانی

از کلیه مدیران، پرسنل و دوستان مجتمع فولاد مربوطه که جهت اجرای این پژوهش همکاری لازم را با ما داشتند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

References

1. Wang LK, Pereira NC, Hung Y-T. Handbook of environmental engineering advanced air and noise pollution control. Humana Press Inc;2005.

2. Inspection and testing of engineering control equipment (hygiene tech ii) 2008 [updated 2008 cited]. Available from URL: http://k-matrixsolution.page.tl/.

3. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Monitoring and testing of ventilation systems industrial ventilation: a manual of recommended practice. 24th ed. Cincinnati:Ohio ACGIH;2001.

4. Wang B, Feng Wy, Wang M, Shi Jw, Zhang F, Ouyang H, et al. Transport of intranasally instilled fine fe2o3 particles into the brain: micro-distribution, chemical states, and histopathological observation. Biol Trace Elem Res 2007;118:233-43.

5. Graham Jones J, Warner CG. Chronic exposure to iron oxide, chromium oxide, and nickel oxide fumes of metal dressers in a steelworks. Brit J Industr Med 1972;29:169-77.

Archive of SID
www.SID.ir

6. Lay JC, Zeman KL, Ghio AJ, Bennett WD. Effects of inhaled iron oxide particles on alveolar epithelial permeability in normal subjects. Inhalation Toxicology 2001;13(12):1065-78.

7. Department of occupational safety and health ministry of human resources, guide lines on occupational safety and health for design, inspection, testing and examination of local exhaust ventilation system. Malaysia: Doosahmohr;2008. Available from: URL: http://www.dosh.gov.my/images/dmdocuments/glx/ve_gl_lev.

8. Hazard Control Canadian Centre for Occupational Health & Safety, Hazard Control & industrial ventilation. 2006. Available from: URL: http://www.ccohs.ca/oshanswers/prevention/ventilation.html

9. Lkw P, Ncp P, Y-Th P. Handbook of environmental engineering air pollution control engineering. Humana Press Inc;2004.

10. Health and Safety Executive (HSE). Maintenance, examination and testing of local exhaust ventilation, 2004. Available from: URL: https://public.rgfl.org/HS/Design and Technology/Maintenance, examination and testing of local exhaust ventilation.

11. US Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Ventilation investigation, OSHA technical manual (OTM)III, Chapter 3. Washington, DC: US Department of labor;2010. Available from: URL: https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii /otm_iii_3.html

12. Re H, Rm H. Air pollution and health. The Royal Society of Chemistry;1998.

13. The occupation safety & health division, ministry of manpower, guidelines on design, operation and maintenance of local exhaust ventilation systems. Singapore: Ministry of Manpower;2003. Available from: URL: http://www.mom.gov.sg/Documents/ safety-health/factsheets-circulars/Local Exhaust Ventilation

14. Health and Safety Executive (HSE). Assessing and inspecting local exhaust ventilation (lev) systems disease reduction programme, 2009. Available from: URL: http://www.edsscotland.co.uk/cs.

15. Jackson R. Monitoring local exhaust ventilation systems. Ann Occup Hyg 1976;19:309-12.

16. Ojima J, Shibata N, Iwasaki T. Laboratory evaluation of welder's exposure and efficiency of air duct ventilation for welding work in a confined space. Industrial Health 2000;38(1):24-29.

17. Ski MG. Dust emission and efficiency of local exhaust ventilation during cast iron grinding. International Journal of Occupational Safety And Ergonomics (JOSE) 2002;8(1):95-105.

18. Ellhollund B, Moen Be. Chemical exposure in hairdresser salons: effect of local exhaust ventilation. Ann Occup Hyg 1998;42(4):277-81.

19. Kikuchi E, Kikuchi Y, Hirao M. Monitoring and analysis of solvent emissions from metal cleaning processes for practical process improvement. The Annals of Occupational Hygiene 2011;56(7):829-42.

20. Local Exhaust Ventilation Checklist [updated 1390; cited]; Available from: URL: http://savehoh.blogfa.com/post-983.aspx. [Persian].

21. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice. 24rd ed. Cincinnati: Ohio ACGIH;1998.

22. Brookhaven National Laboratory. Safety & health services division - industrial hygiene group, local exhaust ventilation system evaluations standard operating procedure;2010. Available from: URL: http://www.bnl.gov/esh/shsd/sop/pdf/ IH_SOPS/IH62400.

23. US National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), NIOSH Manual of Analytical Methods Method No. 600, NIOSH, Cincinnati, OH. 6th ed. 2003. Available from: URL: http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-i.html.

24. Zaidi S, Sathawara N, Kumar S, Gandhi S, Parmar C, Saiyed H. Development of indigenous local exhaust ventilation system: reduction of welders exposure to welding fumes. Journal of Occupational Health 2004;46:323-8.

25. Wabeke Rl. Air Contaminants and industrial hygiene ventilation. CRC Press LLC; 1998.

26. Threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices. ACGIH;2010.

27. Ravichandran B, Krishnamurthy V, Raghavan S, Rajan B, Rajmohan H. Assessing dust exposure in an integrated iron and steel manufacturing plant in South India Work. A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation 2008;30(2):195-200.

28. Kakoee H. Evaluation of ventilation at radiator repairing tehran workshops. Ghazvin University of Medical Sciences Journal 2001;18:22-27.[Persian].

29. Ojima J. Efficiency of a tool-mounted local exhaust ventilation system for controlling dust exposure during metal grinding operations. Industrial Health 2007;45:817-9.

30. Aliabadi M, Bahrami A, Mahjoob H, Ghorbani shahna F, Golbabaee F. Effect of local exhaust ventilation to reduce worker exposure to silica dust at air stone crushing workplaces' hamadan province. The 10th National Conference of Environmental Health; 2007; Hamadan University of Medical Sciences and Health, iran.[Persian].

31. Croteau G, Guffey S, Flanagan M, Seixas N. The effect of local exhaust ventilation controls on dust exposures during concrete cutting and grinding activities. AIHA J 2002;63(4):458-67.

32. Ojima J, Shibata N, Iwasaki T. Laboratory evaluation of welder's exposure and efficiency of air duct ventilation for welding work in a confined space. Industrial Health 2000;38:24-9.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Knowledge & Health 2015; Vol 9, No 4
Shahroud University of Medical Sciences

DOI: 10.1234/knh.v0i0.451
Original Article

Evaluation of Local Exhaust Ventilation Efficiency to control emissions of Fe2O3 Dust in Ambient Air of the Oxide Screen Unit in steel industry

Mahdi Jamshidi Rastani (M.Sc.)[1], Farshid Ghorbani Shahna (Ph.D.)[2*], Abdolrahman Bahrami (Ph.D.)[2], Somayeh Hosseini (B.Sc.)[3]

1- Dept. of Occupational Health, School of Public Health, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran.
2- Dept. of Occupational Health, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
3- B.Sc. of Occupational Health, Health Network of MinooDasht, Golestan University of Medical Sciences, Golestan, Iran.

Received: 20 April 2013**, Accepted:** 7 Januray 2014

Abstract:

Introduction*: There are numerous strategies to reduce of workers' exposure to chemical pollutants and control of emitted pollutants. Local exhaust ventilation (LEV) is most common equipment for engineering controls that is more preferred than other control methods. The aim of this study was to determine efficiency of LEV to control emissions dust in ambient air of a screen unit of steel industry.*

Methods: *This is a descriptive study and in order evaluate efficiency of LEV, the screen unit divided into four parts including: ground floor, floor screen, hood 1 floor and platform hoods 15, 16, 17. The 36 air samples collected with the method of NIOSH -600 (cyclone samplers) were used to conduct both respirable and total dust sampling in the ON & OFF mode of ventilation system.*

Results: *The results showed that the first floor had highest concentration with an average and range of 271.3 (118.1-434.47) mg/m^3 (Approximately 18.2 times the PEL-OSHA) and its control efficiency was 3.9%. The lowest concentration was found at the screen floor with the average and range of 20.77 (8.95-31.51)mg/m^3 (Approximately1.4 times the PEL-OSHA) and also its efficiency for ventilation in "ON" mode was 29.35 %. The average and range of concentration and overall efficiency in whole of the unit were found to be 127.6 (20.77-234.63) mg/m^3 and 7.96 %, respectively. (TLV-ACGIH:10mg/m^3, PEL-OSHA: 15mg/m^3)*

Conclusion: *In this study the efficiency of the system was different in different parts and LEV had not appropriate efficiency, which could be attributable to lack of regular and scheduled system for maintenance and monitoring of LEV and also change of production rates.*

Keywords: Local exhaust ventilation, Steel industry, Efficiency Evaluation, Dust.

Conflict of Interest: No

***Corresponding author:** F. Ghorbani Shahna**, Email:** fghorbani@umsha.ac.ir*

Citation: Jamshidi Rastani M, Ghorbani Shahna F, Bahrami A, Hosseini S. Evaluation of local exhaust ventilation efficiency to control emissions of fe2o3 dust in ambient air of the oxide screen unit in steel industry. Journal of Knowledge & Health 2015;9(4):68-75.

Archive of SID
www.SID.ir