ارایه روشی کاربردی برای ارزیابی پارامترهای طراحی هودهای سیستم تهویه مکنده موضعی در یک واحد آهن‌سازی

مهدی جمشیدی راستانی[۱]- فرشید قربانی شهنا[۲*]- عبدالرحمن بهرامی[۳]- سمیه حسینی[۴]- عبداله برخورداری[۵]

fghorbani@umsha.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۲۵

چکیده

مقدمه: کارایی هودها در سیستم تهویه مکنده موضعی تحت تاثیر هندسه، موقعیت آن نسبت به فرآیند و میزان هوای مکشی توسط آن قرار دارد. این مطالعه با هدف ارایه و به کارگیری روشی کاربردی و ساده برای ارزیابی مشکلات بالقوه هودهای سیستم تهویه موضعی با تکیه بر استانداردهای مربوطه در یک واحد آهن‌سازی انجام شد.

روش کار: در این مطالعه مقطعی ـ توصیفی، بر اساس استانداردهای تهویه توصیه شده توسط ACGIH، چک‌لیستی به منظور شناسایی و بررسی مشکلات بالقوه سه نوع هود فرآیند سرند اکساید تهیه شد. این چک‌لیست برای ارزیابی متغیرهای سخت‌افزاری هودها به منظور بررسی مشکلات و اعمال تغییرات اصلاحی، تکمیل گردید. تفاوت مفاد استاندارد توصیه شده در چک‌لیست با نقشه‌های طراحی و وضعیت موجود سیستم به عنوان عدم انطباق (مشکل بالقوه) در هر بخش در نظر گرفته شد. در نهایت تفاوت بین بایدها (توصیه‌ها)ی استاندارد، اطلاعات استخراجی از نقشه‌های طراحی (اسناد سیستم) و نتایج بررسی وضعیت هودهای موجود، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته ها: بر اساس نتایج آزمون آماری، به ترتیب نتایج میانگین وضعیت موجود هودها، نقشه‌ها (اسناد طراحی) و استاندارد برای متغیرهای محصورسازی پایین دست ریزش (۲/۴۱m، ۲/۳۸ و ۱/۶۰)، فاصله عمودی زیر دهانه هود تا روی نوار نقاله (۰/۳۹m، ۰/۳۷ و۰/۶۱)، فاصله طولی محصورسازی نوار نقاله پس از هود (۱/۲۲۵m، ۱/۲۸۸و ۰/۲۹۶) و تعداد هودها (۱۷،۱۸ و ۳۱) بود. در مقایسه بین نتایج وضعیت موجود هودها و اسناد طراحی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید(P-value ≥۰/۰۵). در مقایسه نتایج وضعیت موجود هودها و اسناد طراحی با استاندارد تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید(P-value ≤۰/۰۵). به ترتیب بین نتایج میانگین وضعیت موجود هودها، نقشه‌ها (اسناد طراحی) با استاندارد برای متغیرهای دبی هود (۸۱۳/۳cfm، ۲۲۷۶/۹ و ۳۰۸۵/۹) و سرعت انتقال کانال‌های منتهی به هودها (۲۲۸۹/۳fpm، ۵۰۸۳/۵ و ۳۵۰۰) تفاوت معنی‌داری دیده شد(P-value ≤۰/۰۵).

نتیجه گیری: این روش برای سیستم‌های تهویه موضعی با شبکه گسترده‌ای از هودها و منابع انتشار آلاینده قابلیت کاربرد دارد. از جمله مزایای این روش، قابلیت کاربرد راحت آن به عنوان یکی از الزامات تحویل سیستم از پیمانکار و کاربرد آن جهت بررسی مشکلات بالقوه (ظاهری/سخت افزاری) همه هودهایی است که استانداردهای تهویه برای آن ها ارایه شده است. هم چنین با مقایسه نتایج وضعیت موجود هودها با مشخصات طراحی و تطبیق آن ها با استانداردها، می‌توان به عدم انطباق‌ها در طول عمر و فرآیند تعمیرات و نگه داشت سیستم پی‌برد.

کلمات کلیدی: *تهویه موضعی، هود، ارزیابی، غبار، واحد آهن‌سازی*

۱- کارشناس ارشد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات فن‌آوری دانشجویان، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- دانشیار قطب علمی آموزشی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۳- استاد قطب علمی آموزشی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۴- کارشناس مهندسی بهداشت حرفه‌ای، شبکه بهداشت عظیما، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود، ایران
۵- استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود، ایران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تهویه یک روش مفید برای کنترل کیفیت هوا و مواجهه کارگران می‌باشد. یکی از انواع پرکاربرد تهویه در صنایع که اساس آن به دام‌اندازی آلاینده‌های هوابرد در منبع است، سیستم تهویه مکنده موضعی می‌باشد(۱). در بسیاری موارد تامین وظیفه کنترل آلاینده توسط سیستم تهویه مکنده موضعی در منبع بی‌نهایت مشکل بوده و موفقیت یا نقص سیستم تهویه در کنترل آلاینده منتشره در منبع، بستگی به طراحی هود مکنده دارد(۲-۴). هودها می‌توانند دامنه‌ای از طراحی دهانه باز ساده در انتهای یک کانال تا محفظه پیچیده اطراف کل فرآیند را تشکیل دهند(۲-۳). به طور ویژه هودها برای تامین الزامات عملیات و آلاینده‌ای که ایجاد می‌شوند طراحی و قرار داده می‌شوند. از جمله عناصر حساس در کارایی هر هود مکنده، هندسه هود (که الگوهای جریان هوا را در اطراف هود تعیین می‌کند)، موقعیتش نسبت به فرآیند و مقدار هوایی است که از طریق آن جابه جا می‌شود.اگر هر یک از این سه عنصر ناکارآمد باشند، به این منجر خواهد شد که برای به دام‌اندازی آلاینده در نقطه تولید آلاینده، جریان هوای مکنده به مقدار کافی تامین نشود. از این‌رو بخش قابل توجهی از راهنمای تهویه ACGIH بر طراحی هودهای مکنده تاکید دارد. فصل ۱۳ ویرایش ۲۷ آن، مبحث شماره استاندارد هودهای تهویه را پوشش می‌دهد. رهنمودهای مفصل درباره شکل هود، دبی و افت انرژی برای دامنه گسترده‌ای از عملیات‌های خاص ارایه شده‌اند(۲و۵).

سیستم تهویه مکنده موضعی ممکن است به دلایل زیر کارایی لازم را نداشته باشد و یا کارایی خود را از دست دهد: الف- اشکال در طراحی اولیه و اصلی (عدم آگاهی، انتخاب، رعایت استانداردها بر اساس فرآیند توسط طراح، عدم رعایت موارد طراحی توسط نصاب و عدم وجود تعامل بین طراح و نصاب، عدم اصلاح اسناد طراحی در تغییرات داده شده در اثر مرور زمان)، ب- تغییرات سیستم بدون طراحی مجدد (افزایش میزان تولید بدون لحاظ ظرفیت سیستم، تغییر فرآیند تولید مواد اولیه بدون لحاظ کردن انطباق با سیستم، تغییر و اصلاح سخت افزاری سیستم بدون لحاظ کردن اصول طراحی)، ج- اقدامات عملیاتی ضعیف، د- عدم پایش و نگه داری سیستم یا پایش و نگه داری سیستم به صورت ضعیف و اشتباه (۶).

حتی با داشتن این دانش، غالباً بسیاری از این سیستم‌ها به طور نامناسبی طراحی شده و مطابق طراحی ها نصب نمی‌شوند یا به طور ضعیفی نگه داری می‌شوند (۲). از طرفی واضح است که تنها وقتی یک اقدام کنترلی موثر می‌باشد که به خوبی طراحی شود، از طرفی دیگر، به‌طور مناسبی پایش، تعمیرات و نگه داری روی آن صورت گیرد(۷-۶). لذا به منظور تایید تبعیت سیستم تهویه جدید از معیارها و استانداردهای طراحی سیستم‌های تهویه (VS)، تامین سوابقی برای شناسایی نواقص سیستم و به دست آوردن داده‌هایی برای کمک به طراحی سیستم‌های بعدی، نیاز است سیستم‌های تهویه پایش شوند(۵). روش‌های مختلفی برای پایش سیستم تهویه تایید شده‌اند(۹-۸ و۴). در میان ابزارهای پایش کارایی سیستم تهویه مکنده موضعی، می‌توان به بازرسی فیزیکی اولیه (بازرسی چشمی کامل از سیستم) و دیگر روش‌ها اشاره کرد(۶). هدف از چک کردن و بازرسی چشمی، شناسایی مشکلات بالقوه سیستم می‌باشد، به عبارتی ارزیابی اولیه و مقایسه ظاهری طرح موجود و اجرا شده با مفاد شماره استاندارد هودهای تهویه (VS) مربوطه،

Archive of SID

www.SID.ir

هرگونه خطای طراحی یا نصب مشهود و پر رنگ می‌شود(۱۰-۱۲). هر سیستم تهویه باید به‌محض اتمام نصب برای تعیین این که آیا نصب آن مطابق با مشخصات طراحی و نقشه‌ها می‌باشد به‌طور کامل بازرسی و تست شود(۱۰-۱۲). در صورت وجود سوابق و مدارک اصلی طراحی، اگر تنظیمات یا تغییراتی روی سیستم انجام شده، برای تضمین این که شاخه‌هایی اضافه نشده است، هودها، فن و موتور فن تغییر نکرده‌اند و تعویض نشده‌اند. برای این که همیشه شرایط سیستم منطبق بر شرایط طراحی و داده‌های مبنا موجود در مدارک سیستم باشد، بررسی و ارزیابی لازم می‌تواند انجام شود(۱۱, ۷). در بحث ارزیابی و مقایسه چشمی هودها علاوه بر تضمین این که سیستم‌های جدید مطابق با ویژگی فرایند، مواد شیمیایی یا آلاینده در معرض تماس می‌باشد(۱۰)، تایید این که سیستم تهویه جدید از مشخصات، معیارها و استانداردهای طراحی سیستم‌های تهویه VS تبعیت می‌کند(۵)، هم چنین همه منابع، فعالیت‌ها و فرایندها با آلودگی چشمگیر، که نیاز به کنترل تهویه مکنده موضعی دارند شناسایی می‌شوند، تضمین می‌شود (۱۱و۲). ولی تا به حال از بحث ارزیابی و مقایسه چشمی هودها، برای ارزیابی جامع سیستم‌های تهویه و صحت استاندارد هودهای مکنده موضعی استفاده نگردیده است. از آن جا که در فرآیند ارزیابی سیستم‌های تهویه بر اساس پارامترهای عملیاتی و ارزیابی بر اساس راندمان کنترل، به ابزار گران قیمت، تجهیزات و دانش اختصاصی نیاز می‌باشد (۹-۸ و۴)، لذا این مطالعه با هدف ارایه روشی کاربردی و کم هزینه برای ارزیابی مشکلات بالقوه در هودهای سیستم تهویه مکنده موضعی سه فرایند نوار نقاله، قیف خوراک و سرند در یک واحد آهن‌سازی در یک صنعت فولاد به کمک چک لیست تهیه شده بر مبنای استانداردهای تهویه صورت گرفت.

روش کار

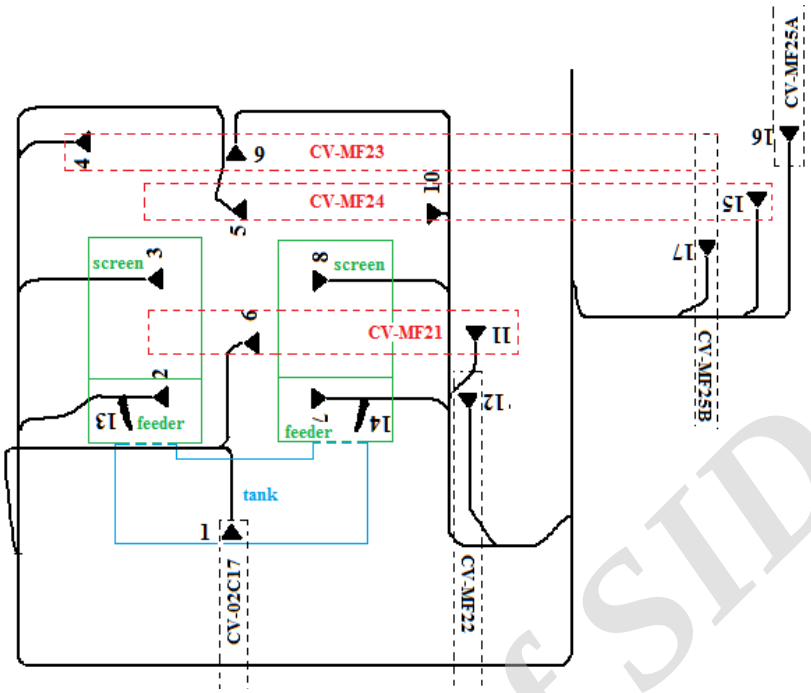
بررسی اجمالی سیستم تهویه

سیستم تهویه به کار گرفته شده در واحد سرند اکساید در اواخر دهه ۶۰ شمسی (۱۹۸۸ میلادی) طراحی و در اواخر این دهه توسط بخش مهندسی یک شرکت ژاپنی راه‌اندازی شده است. کلیه منابع ایجاد آلودگی برای کنترل توسط این سیستم دیده نشده است. از آن جا که فرآیند به صورت مداوم در حال کار می‌باشد، سیستم تهویه مذکور نیز به صورت دایم در حال کار می‌باشد. نوع آلاینده تحت کنترل این سیستم گردوغبار اکسید آهن Fe_2O_3 می‌باشد. میزان انتشار آلاینده به صورت زیاد، مداوم، یکنواخت، عمودی روبه بالا در برخی موارد نامنظم می‌باشد. شکل منابع آن غالباً به صورت انتشار از سطح می‌باشد. این سیستم تهویه از شبکه کانال‌کشی گسترده با ۱۷ هود که بر منابع آلودگی نصب شده‌اند، (شکل ۱) تشکیل می‌گردد(۱۳و۴).

در این سیستم مواضع تولید آلاینده و نصب هودها شامل یک موضع ریزش مواد از نوار نقاله داخل تانک CV-02C17 به TK-MF11 ، دو موضع ریزش مواد از تانک داخل فیدر TK- MF11 به FD-MF15A,B، دو موضع ریزش مواد از فیدر داخل سرند FD-MF15A,B به SC-MF01A,B و هر سرند دارای سه خروجی سایز درشت، سایز ریز و سایز گندله فرآیندی SC-MF01A,B به CV-MF21,23, 24 می‌باشد که هر کدام سه موضع سرسره تخلیه مواد را تشکیل می دهند. در ادامه نوار سایز ریز موضع ریزش مواد از نوار بر روی

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. شبکه کانال‌کشی سیستم تهویه مورد مطالعه (۱۳)

نوار CV-MF21 به CV-MF22 و سایز فرآیندی موضع ریزش مواد از نوار در داخل تقسیم‌کننده V-MF24 به DV-31A,B را تشکیل می‌دهند. تقسیم‌کننده خود نیز دو موضع سرسره تخلیه مواد از تقسیم‌کننده بر روی هر نوار DV-31A,B به CV-MF25A,B را به‌وجود می‌آورد (۴).

میزان تولید و فرآیند مذکور بدون در نظر گرفتن ظرفیت سیستم تهویه افزایش داشته است. هم چنین فرآیند تولید/ مواد اولیه بدون درنظر گرفتن انطباق با سیستم تغییراتی داشته است. با توجه به مقایسه بررسی نتایج نمودار جریان فرایند / برگه جریان سیستم غبارگیر و وضعیت موجود، از مجموع ۱۷ انشعاب سیستم، در ورودی همه انشعابات یعنی ابتدای کانال منتهی به هودها یک دمپر قرار گرفته است و یک دمپر اصلی قبل از هواکش در نظر گرفته شده است.

دو انشعاب ۱۳ و ۱۴ در طراحی به صورت کانال بدون هود رها شده و توسط دمپر مسدود گردیده است، لذا در بررسی‌ها فقط ۱۵ انشعاب دارای هود در نظر گرفته شده‌اند. قابل ذکر است که دو انشعاب هودهای ۲ و ۷ بر روی فیدر طراحی شده اند، در حالی که در وضعیت موجود به همراه هودهای ۳ و ۸، بر روی سرندها قرار گرفته‌اند و انتشار آلاینده از روی سرندها را کنترل می‌کنند (این وضعیت از ابتدای نصب بدین صورت بوده است). هودهای ۴ و ۹ بر روی نوار نقاله CV-MF23 طراحی شده بوده‌اند در حالی که در اثر تغییراتی که در فرآیند صورت گرفته و گندله‌های با سایز درشت از فرآیند حذف گردیده‌اند. در توسعه‌ای که درمیزان تولید وجود داشته است، هود ۴ از نوار CV-MF23 به روی نوار CV-MF24 که مواد و گندله اصلی را جابه جا می‌کند انتقال

Archive of SID

www.SID.ir

یافته است. در واقع در محلی بعد از محل ریزش مواد در قسمت طرح و توسعه (یعنی CV-MF19 روی نوار CV-MF24) از آن استفاده می‌شود. لذا هود شماره ۹ عملاً در فرآیند بیهوده به کار رفته است(۴).

در طول عمر سیستم شاخه‌ها یا هودهایی به آن اضافه نشده است، ولی زانویی اتصال، ادامه شاخه اصلی هود ۹ بدون درنظر گرفتن اصول طراحی، تغییر داشته و به کانال اصلی متصل شده است. در بهره‌برداری از این سیستم سعی می‌شود حتی الامکان مطابق با توصیه سازنده به کار گرفته شوند، لذا چک‌لیست‌های مربوط به نگه داری سیستم تهیه شده است ولی این چک‌لیست‌ها با توجه به ماهیت و نحوه تکمیل‌شان کارایی لازم را ندارند. اجزایی که در سیستم در معرض انسداد، فرسودگی و نشتی هستند به طور مناسب (دوره‌ای) چک می‌شوند ولی برای تعمیرات آن ها نیروهای لازم وجود ندارد. بررسی‌ها نشان داد که این نواقص به‌طور اصولی در جایی ثبت نمی‌گردند و در برخی موارد بالاخص در موارد سیستم کانال‌کشی به سرعت رفع نمی‌شوند.

بررسی اسناد طراحی

در اسناد سیستم، مدارک و نقشه‌هایی که در آن ابعاد و نوع هودها را به وضوح نشان داده باشد و هم چنین برگه محاسبات طراحی سیستم وجود نداشت و نیز در اسناد موجود سیستم، نقشه یا مدرکی کلی از فرآیند که محل منابع آلودگی و نواحی کاری کارگران بر روی آن مشخص شده باشد موجود نبود.

مراحل کار در این مطالعه توصیفی مقطعی به سه بخش تقسیم گردید.

۱- بررسی و جمع‌آوری اطلاعات کلی در خصوص مشخصات سیستم تهویه آلاینده، نوع آلاینده، نوع فرایند، تغییرات صورت گرفته در فرایند و کانال کشی، تعمیرات – نگه داری، تاریخچه سیستم و ....

۲- بررسی رعایت مفاد بیان شده در استانداردهای تهویه در نقشه‌های طراحی هودهای سیستم.

۳- بررسی رعایت مفاد استانداردها و نقشه‌های طراحی در وضعیت موجود هودهای سیستم.

در بخش اول اطلاعات کلی در خصوص سیستم با استفاده از یک چک‌لیست جمع‌آوری گردید(۱۱-۱۲, ۵). (با توجه به چار چوب و اقتضای مقاله، نتایج بررسی اجمالی سیستم تهویه در چند پاراگراف ابتدای روش کار آورده شد).

در بخش دوم به منظور بررسی رعایت استانداردهای تهویه در نقشه‌های طراحی هودهای

جدول ۱. استانداردهای لازم برای طراحی هودهای سیستم

نام استاندارد	شماره استاندارد
CONVEYOR BELT VENTILATION تهویه نوار نقاله	VS-50-20
BIN & HOPPER VENTILATION تهویه هاپر و ظروف	VS-50-10
SCREENS تهویه سرند	VS-99-01

جدول ۲. نقشه‌های مورد بررسی برای ارزیابی رعایت اصول و استانداردهای طراحی در هودهای سیستم

نقشه طراحی	تجهیز
OXIDE TRANSPORT CONVEYOR GENERAL ASSEMBLY	CV-MF 24
HEAD CHUTE	CV-MF 24
HOOD AND CHUTE FOR OXIDE SCREEN HOOD	SC-MF 01
HOOD AND CHUTE FOR OXIDE SCREEN ASSEMBLY	SC-MF 01
OXIDE INCOMING HOPPER	TK-MF 11

Archive of SID

www.SID.ir

سیستم، ابتدا وجود نقشه‌ها و اسناد طراحی برای سیستم بررسی شد. در ادامه نوع منابع تولید آلودگی مشخص گردید. سپس با توجه به نوع فرآیند، استانداردهایی که هودهای سیستم باید بر اساس آن طراحی شده باشند از منابع علمی مرتبط با استانداردهای تهویه تهیه و بررسی گردید (جدول ۱).

از مطالعه استانداردهای تهویه مربوطه، چک‌لیست خود ساخته متناسب با نوع فرآیند مورد کنترل و سیستم تهویه اعمالی شده بر آن تهیه گردید (چک‌لیست پیوست). سپس برای تک‌تک هودها چک‌لیست براساس اطلاعات موجود در نقشه‌ها تکمیل شد. بر اساس VSهای تهویه، بررسی گردید که آیا هودها متناسب با فرایند، حجم و نوع مواد مصرفی، عملیات و محل کار انتخاب شده و مطابق استانداردها طراحی شده اند. اصول طراحی در هود خوب به کار گرفته شده‌است(۱۱-۱۲). قابل ذکر است که برای بررسی برخی هودها در نقشه‌ها و اسناد موجود مربوط به سیستم و واحد، نقشه‌هایی که مشخصات ساخت هودها را نشان دهد یافت نشد، لذا از نقشه‌های ساخت مکانیکی سیستم که در جدول (۲) چند مورد آن ها نام برده شده، استفاده گردید. هم چنین بررسی شد که آیا همه منابع، فعالیت‌ها و فرآیندها با آلودگی چشم گیر، که نیاز به کنترل تهویه مکنده موضعی دارند شناسایی شده‌اند. آیا برای همه تهویه به کار رفته است؟ اگر فرآیندها، منابع یا فعالیت‌هایی از قلم افتاده بودند مشخص و لیست گردیدند(۱۱-۱۲).

در بخش سوم، برای ارزیابی رعایت مفاد استانداردها و میزان انطباق نقشه‌های طراحی با وضعیت موجود هودهای سیستم (شامل میزان رعایت استانداردها و نقشه‌های طراحی در زمان اجرا و ساخت هودها توسط نصاب و تغییرات ایجاد شده در اثر مرور زمان)، با استفاده از چک‌لیستی که از استانداردهای تهویه مربوطه در جدول (۱)۱ تهیه شده، با حضور در واحد مذکور و به صورت مشاهده‌ای اقدام شد. به عبارتی بر اساس استاندارد، متناسب با هر فرآیندی، در طراحی و اجرای هر هود سیستم تهویه مکنده موضعی باید پارامترهایی رعایت شده باشد که در این مطالعه با استفاده از چک‌لیست خود ساخته استخراج گردیدند. لازم به ذکر است قبل از شروع کار به همراه نماینده ایمنی، بازرسی از محیط صورت گرفت (صحت از تامین "شرایط زمینه‌ای انجام کار") و همه الزامات مربوط به مجوزهای کار و برنامه‌ریزی‌های کاری لازم برای انجام پایش اعم از هماهنگی‌های لازم با مدیران واحد، ارزیابی ریسک مقدماتی درخصوص خطرات محیط برای وارد شدن در فضای تست صورت گرفت و نفرات در فرایند معرفی شدند(۱۰-۱۱, ۵).

در این مطالعه برای مقایسه بین نتایج اطلاعات استخراجی از اسناد و نقشه‌های طراحی، وضعیت موجود هودهای سیستم و بایدها (توصیه ها)ی استاندارد، از آزمون آماری t-test با حدود اطمینان ۹۵% در هر مورد استفاده گردید. برای کاهش حساسیت روش کار می‌توان حدود اطمینان مقادیر ۰۹% را نیز لحاظ نمود. استفاده آزمون آماری برای سیستم‌های تهویه مکنده موضعی با شبکه گسترده که چندین هود و منبع انتشار آلاینده مشابه دارند قابلیت کاربرد بیش تری دارد. در موارد تک هودی پیشنهاد می‌گردد تک‌تک سوالات چک‌لیست بررسی شده و تناقضات ثبت و پیگیری شوند. در هر دو حالت

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. نتایج بررسی تغییرات ایجاد شده در فرآیند و میزان تولید

پارامتر مورد ارزیابی	هود	حداکثر - حداقل	انحراف معیار ±متوسط
میانگین سرعت نوار نقاله (fpm)	طراحی	۲۴۹٫۲۸-۳۵۴٫۲۴	۲۷۷ ±۳۴٫۸
	موجود	۲۴۹٫۲۸-۴۲۶٫۴	۳۴۷٫۶۸ ±۷۸٫۲۳
نرخ ریزش و انتقال(ton/h)	طراحی	۰ -۱۱۰۰	۴۲۳٫۸۸ ±۳۵۹٫۰۸
	موجود	۰ -۱۶۰۰	۵۵۹٫۳۸ ±۴۴۴٫۳
پهنای نوار نقاله(ft)	طراحی	عدم تغییر	
	موجود		

تک هودی و شبکه گسترده با استناد به پذیرش تناقضات در دبی و سرعت تا ۱۵%-۱۰% (۱۲)، درصورتی که در بیش از ۱۵ -۱۰درصد سوالات در وضعیت موجود، طراحی، با استاندارد تناقض وجود داشت در خصوص عدم انطباق کلی آن می‌توان قضاوت نمود.

یافته ها

نتایج بررسی تغییرات ایجاد شده در فرآیند و میزان تولید

تغییرات فرایندی صورت گرفته در وضعیت موجود با طراحی مقایسه گردید که نتایج آن در جدول (۳) آورده شده است.

رعایت عوامل ساخت هود استاندارد: بر اساس استاندارد، متناسب با هر فرآیندی، در طراحی و اجرای هر هود سیستم تهویه مکنده موضعی باید پارامترهایی رعایت شده باشد. همان طور که در روش بیان گردید، این پارامترها به صورت چک‌لیست درآمده و برای تک تک هودها، چک‌لیست مذکور براساس اطلاعات موجود تکمیل گردید که نتایج آن در جدول (۴) آورده شده است.

مقایسه تعداد هود در منابع مختلف تولید آلودگی موجود با استاندارد: شکل (۲) محل هودهای موجود و مورد نیاز در هر موضع را نشان می‌دهد. جدول (۵) مقایسه نتایج تعداد موجود و مورد نیاز بر اساس استاندارد را ارایه می‌دهد.

وجود هود بالادست محل ریزش: با توجه به فرآیند، محل ریزش و سرسره تخلیه مواد، نتایج مقایسه وضعیت هودهای بالادست محل ریزش در طراحی و وضعیت موجود با استاندارد در جدول (۶) آورده شده است.

نتایج مقایسه پرده گردوغبار: نتایج پایش وضعیت تک‌تک هودها در طراحی‌ها و وضعیت موجود از نظر نیاز به پرده گردوغبار، سالم بودن و ناسالم بودن پرده یا عدم وجود پرده در سه وضعیت موجود، طراحی و استاندارد در جدول (۷) آورده شده است. شکل (۴) پرده گردوغبار را که به طور کامل محصور و اجرا نشده نشان می‌دهد.

موقعیت قرارگیری هودها نسبت به محل ریزش: نتایج به ترتیب در دو حالت طراحی و موجود نسبت به استاندارد نشان می‌دهد ۱۲ و ۱۳ مورد انطباق داشتند.

وضعیت محصور سازی بعد از ریزش: نتایج در دو حالت طراحی و موجود نسبت به استاندارد نشان می‌دهد تعداد ۱۱ مورد برابر استاندارد و ۴ مورد بیش تر از استاندارد بود.

Archive of SID

www.SID.ir

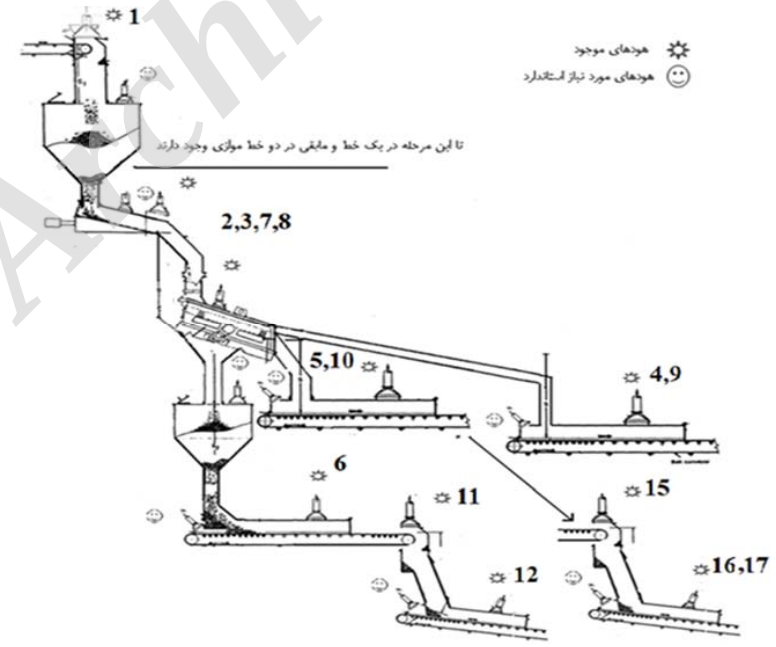
بحث

دفتر محاسباتی برای سیستم در اسناد یافت نشد.

در مقایسه میزان سرعت نوار در وضعیت موجود با طراحی تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید ۰/۰۰۶ = value. نتایج نشان می‌دهد میانگین سرعتِ نوارهای نقاله در وضعیت موجود در حدود ۱/۲۵ برابر نسبت به سرعت نوارهای نقاله در طراحی افزایش سرعت داشته‌اند. در این میان CV-MF24 مواد اصلی فرایند را حمل می‌کند و بیش ترین تاثیر را بر افزایش تولید فرآیند داشته است، لذا متناسب با میزان تولید بیش ترین افزایش را نشان داده است. بر اساس استاندارد سرعت نوار نقاله، پهنای نوار نقاله، در تعیین میزان دبی تامینی از هودها موثر می‌باشد. از طرفی میزان ریزش و انتقال مواد توسط نوار نقاله در میزان تولید آلودگی تاثیر گذار است که به این مساله توجه نشده است.

در مقایسه مقدار ریزش و انتقال مواد وضعیت موجود با طراحی تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید P-value=۰/۰۰۴. نتایج افزایش میانگین میزان ریزش و تولید مواد را بر روی نوار نقاله‌ها در حدود ۱/۳۲ برابر نسبت به مقدار طراحی نشان می‌دهد. مقادیر حداقل صفر به علت تغییرات در نوع فرآیند می‌باشد. در وضعیت موجود گندله‌های با ابعاد درشت از فرآیند SC-MF01A,B به CV-MF23 حذف شده‌اند. در طراحی انتقال از CV-MF19 به CV-MF24 وجود نداشته که در طرح و توسعه افزوده شده است.

مطابق استاندارد متناسب با ارتفاع ریزش مواد، تعداد هودهای مورد نیاز برای کنترل انتشار آلاینده در آن موضع تغییر می‌کند. تعداد هودها در سه وضعیت موجود، طراحی و استاندارد با هم مقایسه شد که نتایج آزمون‌های آماری نشان می‌دهد که بین تعداد هودهای موجود و طراحی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ولی بین تعداد هودهای موجود با استاندارد و طراحی با استاندارد تفاوت معنی‌دار وجود دارد (هر



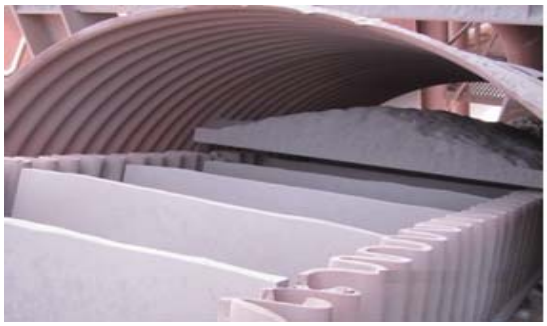
شکل۲. فرایند غربال و انتقال مواد در واحد، منابع اصلی آلودگی، هودهای موجود و هودهای مورد نیاز (۴)

Archive of SID

www.SID.ir

دو۰/۰۰۰ =P-value). از جمله دلایلی که می‌توان برای این تفاوت بیان کرد، به روز شدن و ارتقاء استانداردها، به کارگیری استانداردهای تهویه‌ای به جز ACGIH می باشد. نتایج نشان می‌دهد که فقط در موضع CV-MF21 به CV-MF22 دو هود طراحی گردیده و در مابقی نقاط یک هود طراحی گردیده است در صورتی که بر اساس استاندارد ۳ موضع CV-MF24 به TK-MF11 ، DV-31A/B به FD- MF15A و TK-MF11 به FD-MF15B به یک هود، ۲ موضع به CV-MF24 و CV-MF21 به CV-MF22، ۳ هود و ۱۱ موضع مابقی به دو هود نیاز دارند. نتایج نشان می‌دهد یک مورد هود اضافه شده در وضعیت موجود به علت ریزش مواد نوار CV-MF19 به CV-MF24 و طرح و توسعه می‌باشد.

هم چنین نتایج بررسی‌های آماری توصیفی نشان داد که در موقعیت‌های انتشار آلاینده و ریزش مواد بر اساس توصیه‌های استاندارد به‌طور متوسط ۲ هود نیاز است در حالی که در وضعیت موجود و طراحی، تقریباً نیمی از آن قرار دارد (جدول ۵). از آن جا که پایش و ارزیابی به عنوان مبنا برای سیستم



شکل ۳. محل ریزش مواد از نوار ۲۱ بر روی نوار ۲۲

جدول ۴. پارامترهای تشکیل دهنده استاندارد هودها که باید در طراحی و اجرای هودهای سیستم تهویه مکنده موضعی رعایت شده باشند

پارامتر مورد اندازه گیری		استاندارد		طراحی		موجود	
		حداکثر - حداقل	انحراف معیار ± متوسط	حداکثر - حداقل	انحراف معیار ± متوسط	حداکثر - حداقل	انحراف معیار ± متوسط
فاصله عمودی لبه زیری هود تا روی نوار نقاله (m)		۰/۶۱-۰/۶۱	۰/۶۱ ± ۰	۰/۲۸-۰/۵۰	۰/۳۷ ±۰/۱۰	۰/۲۸-۰/۵۰	۰/۳۹ ±۰/۱۰
محصور سازی بعد از محل‌های ریزش (m)		۰/۱-۲/۴۰	۱/۶۰ ±۰/۶۵۹	۱/۲۰-۴/۷۰	۲/۳۸ ±۱/۰۶	۴/۷۰-۱/۵۰	۲/۴۱±۱/۰۱۶
فاصله افقی هود بعد از محل‌های ریزش (m)		۰/۸۳-۲/۰	۱/۴۷۹ ±۰/۵۵	۰/۵۰-۲/۲	۱/۰۳±۰/۵۷	۰/۵۰-۲/۲	۱/۲۳±۰/۶۷۲
فاصله هود از لبه انتهایی محصورسازی صورت گرفته بعد از محل‌های ریزش (m)		۰/۱۷-۰/۴	۰/۲۹۶±۰/۱۰۹	۰/۴-۲/۵	۱/۲۸۸ ±۰/۶۹	۰/۱-۲/۵	۱/۲۲۵±۰/۷۸
زاویه هود (درجه)		۴۵-۴۵	۴۵±۰	۱۳/۳۰-۷۷/۳۰	۴۹/۵۴±۱۹/۲۱	۱۷/۲-۶۵/۷	۴۵/۷۲±۱۷/۷۹
سطح مقطع دهانه هود (ft^2)				۱/۷۰-۳۹/۸۰	۱۴/۳۷±۱۶/۱۱	۱/۵۱-۳۶/۸	۱۲/۶۳±۱۳/۷۸
دبی هود (cfm)	با احتساب هودهای بالادست	۱۸۵۰-۷۴۰۰	۳۶۵۲/۵±۱۹۰۸/۱۸ کل(۵۵۷۸۸)	۱۸۲۲-۳۴۱۰	۲۲۷۶/۹±۷۱۷/۴ کل(۳۸۳۷۳)	۰-۳۹۹۰	۸۱۳/۳±۱۱۶۶/۶ کل(۱۲۲۰۰)
	بدون احتساب هودهای بالادست	۱۱۵۰-۷۴۰۰	۳۰۸۵/۹±۲۲۰۳/۴۸ کل(۴۶۲۸۹)				
سرعت انتقال کانال‌های منتهی به هودها (fpm)		۳۵۰۰-۳۵۰۰	۳۵۰۰±۰	۴۳۴۴-۵۳۹۶	۵۰۸۳/۵±۴۵۸/۷۷	۰-۶۳۵۰	۲۲۸۹/۳±۲۰۵۷/۴۰
قطر کانال(m)				۰/۶۶-۰/۹۸	۰/۷۵۶±۰/۱۴۵	۰/۰-۰/۹۸	۰/۴۷±۰/۲۹
سطح مقطع کانال (m^2)				۰/۳۴-۰/۷۶	۰/۱۹±۰/۴۶	۰-۰/۷۵	۰/۲۱±۰/۲۴

Archive of SID

www.SID.ir

وجود نداشته نمی‌توان اظهار داشت که سیستم مورد نظر از ابتدا کارایی نداشته است ولی از آن جا که میزان تولید تغییر کرده است، کمبود هودهای توصیه شده محسوس به نظر می‌رسد.

در انتهای نوار نقاله‌ها برای جلوگیری از فرار آلاینده باید پارچه یا ورقی پلاستیکی نصب شده باشد. این پارچه یا نوار باید با سطح مواد روی نوار حداکثر ۵ فاصله داشته باشد. نتایج نشان می‌دهد از مجموع ۱۵ هود، بر اساس استانداردهای بررسی شده، ۹ هود به پرده لاسیتکی گردوغبار نیاز نداشتند. هودهای ۱،۱۰،۱۲،۱۵،۱۶،۱۷ به پرده گردوغبار نیاز دارند (جدول ۷). از آن جایی که هود شماره ۴ بعد از محل ریزش ذرات درشت از سرند روی نوار بوده و بر روی نوار نقاله ۲۳ طراحی شده است، برای آن پرده گردوغبار به صورت صحیح طراحی گردیده

شکل ۴. طراحی و اجرای نامناسب پرده گردوغبار

است. این در حالی است که در وضعیت موجود هود ۴ جابه جا شده و نیاز به پرده گردوغبار ندارد، لذا جزو موارد مورد نیاز به پرده گردوغبار در استاندارد آورده نشده است. از آن جایی که هودهای ۱۶ و ۱۷ بر روی نوار ۲۵ قرار دارند و این نوار به صورت سطلی می‌باشد پرده گردوغبار به طور نامناسب و سیل نشده در نقشه‌ها طراحی شده است (شکل ۴). بر روی ۴ مورد، هودهای ۱،۱۰،۱۲،۱۵ طراحی به صورت مناسب و به جا مطابق استاندارد صورت گرفته است ولی همان‌طورکه در تعداد وضعیت موجود مشخص است در اثر گذشت زمان از بین رفته و کارایی لازم را نداشته و لذا در وضعیت موجود نیز کارایی ندارند.

در محل‌های سرسره تخلیه مواد از هاپر یا مخازن بر روی نوار با ارتفاع بیش از ۳ فوت فاصله، ارتفاع زیر دهانه هود تا سطح نوار نقاله باید حداقل ۶۱ سانتی متر باشد. بین وضعیت موجود با استاندارد و طراحی با استاندارد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P-value=۰/۰۰۰) ولی بین وضعیت موجود با طراحی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. از این پارامتر نتیجه‌گیری می‌شود که در وضعیت طراحی و موجود، فاصله استاندارد ۶۱ سانتی متری زیر دهانه هود تا سطح نوار نقاله در هیچ یک از هودها رعایت نگردیده است. در اجرا مقادیر و ابعاد طراحی توسط

جدول ۵. نتایج سه وضعیت موجود، طراحی و استاندارد برای داشتن تعداد هود مورد نیاز در مواضع مختلف انتشار آلاینده

پارامتر مورد ارزیابی	وضعیت‌های ممکن	طراحی		استاندارد		موجود	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
مواضع انتشار آلاینده دارای(a) هود*	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰
	۱	۱۵	۸۸/۲	۳	۹/۷	۸	۴۴/۴
	۲	۱	۱۱/۸	۱۱	۷۱	۵	۵۵/۶
	۳	۰	۰	۲	۱۹/۴	۰	۰
	کل	۱۷	۱۰۰	۳۱	۱۰۰	۱۸	۱۰۰

*(a) برابر ۰، ۱، ۲ و ۳ در نظر گرفته شده

Archive of SID

www.SID.ir

نصاب رعایت گردیده است و ایرادی از لحاظ نصب در این پارامتر نبوده است. همان طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، میانگین فاصله مورد نیاز طراحی و موجود کم تر از میانگین استاندارد می‌باشد.

بر اساس استاندارد در محل ریزش مواد بر روی نوار نقاله باید در امتداد ریزش روی نوار تا دو برابر پهنای نوار محصورسازی صورت گرفته باشد. در محل‌های سرسره تخلیه مواد از هاپر یا مخازن بر روی نوار، نتایج مقدار محصورسازی روی نوار نقاله بعد از محل ریزش در سه وضعیت موجود، طراحی و استاندارد با هم نشان می‌دهد که بین طراحی با استاندارد و بین موجود با طراحی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، ولی بین وضعیت موجود با استاندارد تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید۰/۰۴۳ =P-value.

بر مبنای استاندارد در محل ریزش مواد بر روی نوار نقاله، هود باید در فاصله ۵/۳ برابر پهنای نوار از محل ریزش قرار داشته باشد. در محل‌های سرسره تخلیه مواد از هاپر یا مخازن بر روی نوار موقعیت هود روی نوار نقاله بعد از محل ریزش در سه وضعیت موجود، طراحی و استاندارد با هم، نتایج نشان می‌دهد که بین هیچ یک از موارد تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج نشان می‌دهد که در حالت طراحی دو هود ۱۶ و ۱۷ فاصله لازم از منبع ریزش را رعایت نکرده‌اند (فاصله ۵/۳ برابر پهنای نوار از محل ریزش). در وضعیت موجود سه هود ۴،۱۶،۱۷ به منابع تولید آلودگی بیش از حداقل مقدار استاندارد نزدیک شده‌اند که برای هود ۴ به علت تغییر فرآیند می‌باشد. هود ۱۶ و ۱۷ از ابتدای طراحی بدین صورت طراحی شده‌اند.

مطابق استاندارد در محل ریزش مواد بر روی نوار نقاله، هود باید در فاصله ۱/۳ برابر پهنای نوار از انتهای قسمت محصورسازی شده قرار داشته باشد. نتایج در محل‌های سرسره تخلیه مواد از هاپر یا مخازن بر روی نوار موقعیت هود روی نوار نقاله نسبت به انتهای قسمت محصورسازی در سه وضعیت موجود، طراحی و استاندارد با هم نشان می‌دهد که بین طراحی با استاندارد و بین وضعیت موجود با استاندارد تفاوت معنی‌داری وجود دارد که به ترتیب P-value=۰/۰۰۵، P-value=۰/۰۱۳، است ولی بین وضعیت موجود با طراحی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

جدول ۶. نتایج مقایسه وضعیت هودهای بالادست محل ریزش در طراحی و وضعیت موجود با استاندارد

بر اساس استاندارد	در طراحی	وضعیت موجود
مورد نیاز (۸)	در نظر گرفته‌شده (۰)	مورد نیاز (۸)
عدم نیاز (۷)	عدم رعایت (۸)	نصب شده (۱)
کل مواضع (۱۵)	کل مواضع (۱۵)	کل مواضع (۱۵)

جدول ۷. نتایج پایش وضعیت تک‌تک هودها در طراحی‌ها، استاندارد و وضعیت موجود در خصوص پرده گردوغبار

پارامتر مورد ارزیابی	وضعیت‌های ممکن	طراحی		استاندارد		موجود	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
پرده گردوغبار	موجود و سالم	۵	۳۳/۳	۰	۰	۰	۰
	عدم وجود و ناسالم	۲	۱۳/۳	۰	۰	۶	۴۰
	عدم نیاز	۸	۵۳/۳	۹	۶۰	۹	۶۰
	مورد نیاز	۰	۰	۶	۴۰	۰	۰
	کل	۱۵	۱۰۰	۱۵	۱۰۰	۱۵	۱۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج نشان می‌دهد که مقدار میانگین محصورسازی بعد از هود (فاصله لبه انتهایی محصور سازی از هود) در حالت طراحی و موجود حداقل ۴ برابر استاندارد می‌باشد. در همه موارد طراحی و موجود، فاصله لبه انتهایی محصورسازی از هود بیش تر از استاندارد می‌باشد. وضعیت محصورسازی بعد از ریزش در دو حالت طراحی و موجود نسبت به استاندارد، در کل مناسب ارزیابی گردید.

زاویه هود بر اساس استاندارد هودی که روی نوار قرار گرفته است باید با زاویه ۴۵ درجه به کانال منتهی به آن متصل شود. نتایج زاویه هود قرار گرفته بر روی منابع آلاینده در سه وضعیت موجود، طراحی و استاندارد با هم نشان می‌دهد که بین هیچ یک از موارد تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. نتایج نشان داد که در این میان و در وضعیت موجود هودهای ۲،۳،۷،۸،۱۵ با تفاوتی در حدود متوسط ۲۱/۵ درجه زوایایی کم تر از ۴۵ درجه داشتند. هودهای ۱۰،۱۱،۱۲،۱۶،۱۷ با تفاوتی در حدود متوسط ۱۷/۵ درجه‌زوایایی بیش تر از ۴۵ درجه داشتند. هودهای ۱،۴،۵،۶،۹ در حدود متوسط ۶ درجه از زاویه ۴۵ درجه قرار داشتند.

در مقایسه نتایج سطح مقطع هودها در وضعیت موجود و طراحی، تفاوت معنی‌داری بین سطح مقطع وضعیت موجود و طراحی مشاهده گردید P-value. =۰/۰۲۹ به علت تغییر سطح مقطع دهانه هودها در وضعیت موجود نسبت به طراحی در اثر گرفتگی و انباشته شدن مواد در ورودی‌شان کاهش یافته‌اند.

در مقایسه نتایج قطر و سطح مقطع کانال‌های منتهی به هودها در وضعیت موجود با طراحی، تفاوت معنی‌داری بین سطح مقطع وضعیت موجود و طراحی قطر و سطح مقطع مشاهده گردید که به ترتیب P-value=۰/۰۰۱، P- value=۰/۰۰۰ بودند. نتایج نشان می‌دهد قطر و سطح مقطع کانال‌های منتهی به هودها در وضعیت موجود به ترتیب از راست به چپ در حدود ۶۲% و ۵۰% مقدار طراحی می‌باشد که در اثر گرفتگی و انسداد کاهش یافته است.

بر اساس استاندارد در محل‌های ریزش مواد از روی نوار بر روی نوار دیگر یا سرسره تخلیه مواد از هاپر یا مخازن بر روی نوار با ارتفاع بیش از ۳ فوت علاوه بر هود تعبیه شده روی نوار پایینی، باید یک هود بالادست محل ریزش و سرسره تخلیه مواد نصب شده باشد. بر اساس استاندارد در کنار ۷ هود از ۱۵ هود موجود، به هود بالادست نیاز نیست. در کنار ۸ هودی که بر اساس استاندارد هود بالادست مورد نیاز می‌باشد (۴،۵،۶،۹،۱۰،۱۲،۱۶،۱۷) در اسناد و نقشه‌های طراحی هود بالادست (محل ریزش یا سرسره تخلیه) در نظر گرفته نشده است. در وضعیت موجود با توجه به این که فرآیند تغییر کرده در بالادست هود ۹ نیاز به هود بالادست نمی‌باشد و از آن جا که هود ۴ جابه جا شده و بالادست آن یک موقعیت سقوط (ریزش نوار ۱۹) افزوده شده بالادست آن به هود نیاز می‌باشد.

تغییراتی که در اثر مرور زمان روی سیستم صورت گرفته بر روی اسناد طراحی سیستم تهویه اصلاح نشده است (عدم رعایت مدیریت تغییر). لذا توصیه می‌شود برای این که از لحاظ ظاهری حداکثر انطباق بین وضعیت موجود، طراحی و استاندارد وجود داشته باشد، باید طراحی و ساخت هودها بر اساس راهنماهای توصیه‌شده صورت گیرد (۱۴). برای محقق شدن آن باید تعامل حداکثری بین طراح، نصاب و نماینده کارفرما وجود داشته باشد. اگر قرار است در طول عمر سیستم تنظیمات یا تغییراتی روی

Archive of SID

www.SID.ir

سیستم انجام شود باید با توجه به فرآیند مدیریت تغییر و با هماهنگی هر سه جزء صورت گیرد.

در مطالعه Rostampour و همکاران اطراف منابع انتشار و محل نصب هودها یکی از محل‌های دارای آلودگی‌ها با غلظت بالا می‌باشد (۱۵) که لزوم ایجاد مسیری راحت برای بررسی و پایش هودها را بیان می‌کند.

در مطالعه Paweł Szklarzyk در خودروسازی بیان شده که با اجرای کنترل کیفیت در فرآیند تولید، امکان تشخیص ناسازگاری‌ها و نواقص وجود دارد و یکی از عناصر مهم در کنترل کیفیت، بازرسی بصری می‌باشد. عوامل اصلی دارای تاثیر بازرسی بصری را مورد بررسی قرار می‌دهد(۱۶). روش مورد استفاده در این مطالعه نیز بازرسی چشمی بود که می توان از آن در راستای اجرای کنترل کیفیت در پیاده‌سازی سیستم کمک گرفت.

در زمینه تهویه، مطالعات مختلفی در روش کار خود بازرسی بصری را به کار گرفته‌اند ولی رویکرد و روش مورد استفاده در این مطالعه دیده نشده که در ادامه به برخی از آن ها می پردازیم.

در مطالعه Said و همکاران بیان شده که بازرسی بصری برای انطباق سیستم با طراحی مهم و دارای کاربرد می‌باشد ولی در خصوص چگونگی استفاده از آن توضیحاتی داده نشده است که این روش امکان اجرایی شدن آن را میسر می‌کند(۱۷). هم چنین کاربردهایی از قبیل مناسب بودن هود، ارتباط بین هود و کانال‌ها، انسداد هود، موقعیت هود و منطقه تنفس کارگران، ضربه‌های وارده، خوردگی، خسارت وارده به هود، فن‌ها، سیستم‌های تصفیه هوا و شرایط مناطق کار را برای استفاده از بازرسی بصری عنوان نموده است.

در مطالعه ی Heitbrink و همکاران اظهار شد که در جارو برقی‌های بدون گیج فشار برای پایش جریان هوا می‌توانند از بازرسی بصری توده گردوغبار در نقطه ورودی استفاده کنند. در ادامه در صورت عدم وجود کارایی در مکش، راه کارهایی برای بهبود جریان هوای مکشی توسط جارو برقی ارایه شده است(۱۸). در مطالعه حاضر صرف‌نظر از نیاز به وجود جریان هوا (روشن بودن فن سیستم تهویه)، نیاز به تجهیزات و وسایل اندازه‌گیری جریان، شناسایی نقاط ضعف و قابل بهبود در هودهای سیستم امکان پذیر است. با توجه به این که مسایل ایمنی و تماس با آلاینده ها در محیط‌های کاری وجود دارد این روش ارزیابی را در زمان خاموش بودن فرآیند و سیستم تهویه می توان به کار گرفت. طی مطالعاتی استفاده از بازرسی چشمی برای فعالیت‌های تعمیرات و نگه داری منتشر شده اند، از جمله در مطالعه‌ای Holopainen و همکاران از بازرسی چشمی برای تعیین تمیز شدن کانال سیستم تهویه پس از عمل تمیز کاری استفاده کردند(۱۹) و در مطالعه Mohd از بازرسی چشمی سیستم تهویه برای تضمین این که آسیبی در شیلنگ قابل انعطاف هود پرتابل جوش کاری وجود ندارد و شرایط اتصال آن به کانال‌کشی مناسب می‌باشد استفاده گردیده است(۲۰). ولی در خصوص پایش طراحی، تغییرات و مدیریت تغییر مطالعه‌ای یافت نشد.

نتیجه‌گیری

در طول عمر سیستم، تنظیمات یا تغییراتی روی سیستم بدون توجه به فرآیند مدیریت تغییر صورت گرفته بود.

در اکثر مواضع پارامترهای استاندارد در طراحی و در ادامه در وضعیت موجود رعایت نگردیده بود، که شاید از جمله دلایل آن عدم طراحی این سیستم بر مبنای توصیه‌ها و استانداردهای ACGIH، بهبود

Archive of SID

www.SID.ir

استانداردها در اثر گذشت زمان، عدم تعمیر و نگه داری مناسب و عدم رعایت پارامترها توسط طراح و نصاب بوده است.

امکان بررسی مشکلات بالقوه (ظاهری/سخت افزاری) در وضعیت موجود سیستم و مدارک طراحی با این روش وجود دارد و می‌تواند به عنوان یکی از مقدمات یا حداقل‌های دریافت سیستم از پیمانکار استفاده شود. به عبارتی با تهیه این چک‌لیست می‌توان روشی مرحله به مرحله برای دریافت سیستم از پیمانکار از دیدگاه سخت افزاری تدوین نمود. در صورت وجود حداکثر انطباق می‌توان گفت از دید ساخت مدل، حداکثر شباهت‌های فیزیکی در مراحل مختلف اجرا و مدیریت تغییر برآورده شده است.

برای ارزیابی و پایش سیستم‌های تهویه از روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای عملیاتی سیستم (اعم از دبی، سرعت کانال و تفاوت فشار استاتیک بین انشعابات)، تعیین راندمان از طریق اندازه‌گیری میزان غلظت در زمان روشن بودن و خاموش بودن سیستم، تست‌های استاندارد توصیه‌شده برای سیستم‌های خاص و استفاده از برنامه‌های شبیه‌سازی از جمله CFD استفاده می‌شود(۲۱و ۹-۸ ،۴). با توجه به هزینه‌ها، تجهیزات مورد نیاز، تخصص‌ها و دانش مورد نیاز و سایر مشکلات مربوط به روش‌های فوق الذکر استفاده از آن ها به راحتی میسر نیست. این روش ارزیابی به سادگی و فقط با تبدیل مفاد استاندارد تهویه طراحی (هودها و فرآیندهایی که برای آن ها در متون علمی توصیه‌هایی در خصوص اصول طراحی صورت گرفته) به صورت چک لیست و استفاده از کاغذ و خودکار میسر است.

در این مطالعه نتایج ارزیابی مشکلات بالقوه (عدم انطباق وضعیت موجود با استانداردها) با نتایج اندازه‌گیری‌های سرعت دهانه هود و کارایی هودها ترکیب و مقایسه نشده بود. در نهایت برای تایید کاربردی بودن این روش پیشنهاد می‌شود این چک لیست با نتایج اندازه‌گیری های پارامترهای عملیاتی و پایش عمل کرد هود ترکیب و مقایسه شوند.

در این مطالعه وزن داده شده به تمام سوالات یکسان بود. تک تک سوالات بررسی شدند و تعداد سوالات (دارای جواب مثبت یا انطباق) از نظر کمی در تصمیم‌گیری مد نظر قرار گرفتند. در مطالعات آینده و در رویکرد دیگری می‌تواند پارامترهای طراحی کلیه هودها در استانداردهای تهویه بررسی شوند و پس از تقسیم‌بندی پارامترها به هر کدام وزن داده شود.

تشکر و قدردانی

ازکلیه دوستان و کارکنان صنعت مورد مطالعه که در اجرای این مطالعه همکاری صمیمانه داشتند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

REFERENCES

1- Roelofs CR, Barbeau EM, Ellenbecker MJ, Moure-Eraso R. Prevention strategies in industrial hygiene: a critical literature review. AIHA journal. 2003 Jan 1;64(1):62-7.

2- Burgess WA, Ellenbecker MJ, Treitman RD. Ventilation for control of the work environment. John Wiley & Sons; 2004.

3- Hasan NH, Said MR, Leman AM. Local Exhaust Ventilation and Application: A Review. International Journal of Engineering & Technology. 2012 Aug 1:39-43.

4- Jamshidi Rastani M, Bahrami A, Mahmudi Alashti S, Rastbala N, Hasani S. Efficiency Assessment of Local Exhaust Ventilation Hoods System for Control of Fe2O3 Dust in the process of Oxide Screen Unit at

Archive of SID

www.SID.ir

iron making in steel industry. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2015; 1(3):9-18.

5- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Monitoring and testing of ventilation systems industrial ventilation: a manual of recommended practice. 27th ed. Cincinnati:Ohio ACGIH;2010.

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

7- Jackson RS. Monitoring Local Exhaust Ventilation Systems. Annals of Occupational Hygiene. 1976 Dec 1;19(3-4):309-12.

8- Ng C, Leman A, Asmuin N. A Study Of The Effectiveness Of Local Exhaust Ventilation (LEV) Using Computational Fluid Dynamics (CFD) Approach. Journal of Occupational. 2012:1.

9- Jamshidi Rastani M, Shahna FG, Bahrami A, Hosseini S. Evaluation of local exhaust ventilation system performance for control of Fe. Journal of Health and Safety at Work Vol. 2016;6(2).

10- 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.

11- 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/safetyhealth/factsheets-circulars/Local Exhaust Ventilation

12-Ventilation Inspection and Records for Health Care and Residential Facilities. Professional and Specialized Services, Ministry of Labour; 1995. Available from: URL: http://www.osach.ca/products/teleconf/VentilationInspectionEng.pdf

13-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.

14- Mohammadyan M, Baharfar Y. Evaluation of Tobacco Dust and Designing of Local Exhaust Ventilation (LEV) Systems in a Tobacco Processing Industry. International Journal of Occupational Hygiene. 2015 Oct 11;4(1):47-52.

15- Rostampour N, Almasi T, Arabian K, Sharifi M, Rashidi M, Bayat F. Evaluation of Radioactive Contamination in Hamadan Nuclear Medicine Centers Using Wipe Technique. Journal of Health and Safety at Work. 2014; 3 (4) :69-76.

16-Szklarzyk P. Visual inspection as one of the important elements of the quality control. Production Engineering Archives. 2014;2.

17-Said MR, Hasan NH, Leman AM, Rahman MA. Baseline Inspection and Measurement of Local Exhaust Ventilation (LEV) Systems at Spray Booth in Manufacturing Plant. Journal of Selcuk University Natural and Applied Science. 2013 Nov 10:637-47

18-Heitbrink WA, Collingwood S. Protecting tuckpointing workers from silica dust: draft recommendations for a ventilated grinder. The Center to Protect Workers' Rights, Silver Spring, MD [www. cdc. gov/elcosh/docs/d0600/d000683/d000683. html]. 2005 Jan.

19-Holopainen R, Asikainen V, Tuomainen M, Björkroth M, Pasanen P, Seppänen O. Effectiveness of duct cleaning methods on newly installed duct surfaces. Indoor Air. 2003 Sep 1;13(3):212-22.

20- Nor MR. Effectiveness of Local Exhaust Ventilation Systems in Reducing Personal Exposure. Journal of Applied Sciences. 2014 Jul 1;14(13):1365.

21- Jafari M, Kalantari S, Zendehdel R, Sarbakhsh P. Feasibility of Substituting Ethylene with Sulfur Hexafluoride as a Tracer Gas in Hood Performance Test by ASHRAE-110-95 Method. International Journal of Occupational Hygiene. 2015 Oct 11;6(1):31-6.

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست ۱. چک‌لیست بررسی رعایت استانداردهای طراحی تهویه در هودها

نوار نقاله	بلی/خیر
آیا ارتفاع ریزش مواد یا سرسره تخلیه مواد بیش از ۳ فوت می‌باشد	
آیا در محل‌های ریزش مواد از روی نوار بر روی نوار دیگر با ارتفاع بیش از ۳ فوت روی نوار پایینی یک سیستم تهویه تعبیه شده است	
آیا در محل‌های ریزش مواد از روی نوار بر روی نوار دیگر یا سر سره تخلیه مواد از هاپر یا مخازن بر روی نوار با ارتفاع بیش از ۳ فوت علاوه بر هود تعبیه شده روی نوار پایینی، یک هود بالادست محل ریزش و سرسره تخلیه نصب شده است	
آیا در محل‌های سرسره تخلیه مواد از هاپر یا مخازن بر روی نوار با ارتفاع بیش از ۳ فوت ارتفاع زیر دهانه هود تا سطح نوار نقاله حداقل ("۲۴) ۶۱cm می‌باشد	
آیا در محل ریزش مواد روی نوار نقاله در امتداد ریزش روی نوار تا دو برابر پهنای نوار محصورسازی صورت گرفته است	
آیا هود حداقل دو برابر پهنای نوار نقاله دور از نقطه تولید آلودگی و محلی که مواد بر روی آن می‌ریزد یا سرسره تخلیه می‌شود قرار گرفته است	
آیا مرکز هود تا قسمت انتهایی محصورسازی شده روی نوار ، ۱/۳ پهنای نوار فاصله دارد	
آیا هودی که روی نوار قرار گرفته است با زاویه حداکثر ۴۵ درجه به کانال منتهی به آن متصل می‌شود	
آیا در انتهاهای نوار نقاله برای جلوگیری از فرار آلاینده پارچه یا ورقی پلاستیکی نصب شده است	
آیا پارچه یا ورقی پلاستیکی که در انتهاهای نوار نقاله برای جلوگیری از فرار آلاینده نصب می‌شود با سطح مواد روی نوار حداکثر۵ cm فاصله دارد	
آیا در محل‌های ریزش مواد از نوار به درون هاپر یا مخازن بر سر محل ریزش هود تعبیه شده است	
آیا در محل‌های ریزش مواد از روی نوار بر روی نوار دیگر با ارتفاع بیش از ۳ فوت ارتفاع زیر دهانه هود تا سطح نوار نقاله حداقل ("۲۴) ۶۱cm می‌باشد	
آیا نوار نقاله بطور کامل پوشانیده شده و در فواصل ۱۰ متری (۳۰ فوت) توسط هودهایی با دبی ۳۵۰ cfm/ft تهویه می‌شود	
آیا در محل ورودی head pulley نوار نقاله یک تهویه با دبی ۱۵۰ cfm/ft تامین شده است	
آیا در محل‌های ریزش مواد با ارتفاع کمتر از ۳ فوت و برای نوار نقاله با سرعت کمتر از ۲۰۰ fpm محل ریزش توسط هودهایی با دبی ۳۵۰ cfm/ft تهویه می‌شود	
آیا در محل‌های ریزش مواد با ارتفاع بیشتر از ۳ فوت و برای نوار نقاله با سرعت بیشتر از ۲۰۰ fpm محل ریزش تو سط هودهایی با دبی ۵۵۰-۷۰۰ cfm/ft تهویه می‌شود	
آیا محل‌های ریزش مواد خیلی غبار آلود، محل ریزش توسط هودهایی با دبی ۵۵۰-۷۰۰ cfm/ft تهویه می‌شود	
آیا برای نوار نقاله‌های با پهنای ۳۰-۹۲cm که مواد با گردوغبار بالا حمل می‌کنند برای هود بالادست دبی ۷۰۰ cfm تامین شده است	
آیا برای نوار نقاله‌های با پهنای بیش از ۹۲cm که مواد با گردوغبار بالا حمل می‌کنند برای هود بالادست دبی ۱۰۰۰ cfm تامین شده است	
آیا حداقل سرعت انتقال ۳۵۰۰ fpm تامین می‌شود	
آیا برای نوار نقاله با سرعت بیشتر از ۲۰۰ fpm یک میزان دبی ۵۰۰ cfm/ft به ازای پهنای نوار تامین شده است	
فیدر	
آیا در اطراف فیدر برای جلوگیری از انتشار و فرار گردوغبار پارچه‌ها و ورق‌های پلاستیکی تعبیه شده است	
آیا فیدرهای ارتعاشی با نرخ ۵۰۰ cfm/ft از پهنای فیدر تهویه می‌شوند	
هاپر	
آیا فضاهای باز هاپر تا حد امکان پوشانیده شده‌اند	
آیا برای هاپرها و ظروف یک میزان دبی ۱۵۰ cfm/ft ^{2} به ازای سطح هاپر تامین شده است	
آیا برای هاپرها و ظروف که نوار نقاله با سرعت کمتر از ۲۰۰ fpm مواد در آن تخلیه می‌کند یک میزان دبی ۳۵۰ cfm/ft به ازای پهنای نوار تامین شده و این میزان دبی کمتر از ۱۵۰ cfm/ft ^{2} به ازای سطح هاپر نمی‌باشد	
آیا برای هاپرها و ظروف که نوار نقاله با سرعت بیشتر از ۲۰۰ fpmمواد در آن تخلیه می‌کند یک میزان دبی ۵۰۰ cfm/ft به ازای پهنای نوار تامین شده که کمتر از میزان دبی ۲۰۰ cfm/ft ^{2} به ازای سطح هاپر نباشد تامین شده است	
سرند	
آیا سطح و اطراف سرند تا حد امکان پوشانیده شده‌اند	
آیا هود با حداکثر زاویه ۴۵ درجه روی سرند قرار گرفته است	
آیا دبی ^{2} ۲۰۰ cfm/ft از طریق دهانه هود تامین می‌شود و این مقدار دبی بیشتر از ۵۰ cfm/ft^{2} به ازای سطح سرند می‌باشد	
آیا حداقل سرعت انتقال۳۵۰۰ fpm تامین می‌شود	

Archive of SID

www.SID.ir

An applied method to check the hoods design parameters of local exhaust ventilation system a steel making company

Mahdi Jamshidi-Rastani[1], Farshid Ghorbani Shahna[2,*], Abdolrahman Bahrami[3], Somayeh Hosseini[4], Abdullah Barkhordari[5]

[1] M.Sc., Occupational Health Engineering, Student Research Committee, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2] Associate Professor, Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

[3] Professor, Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

[4] B.Sc. of Occupational Health, Health Network of Azima, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran

[5] Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran

Archive of SID

Abstract

Introduction: Efficiency of hoods for local exhaust ventilation system is influenced by hood geometry, its situation relative to the process and the air volume exhausted by it. The aim of this study was to present a simple and practical method based on the standards for assessment of potential problems of ventilation system in a steel making company.

Material and Method: In this cross-sectional study, a checklist based on the ACGIH ventilation standards was developed for investigating potential problems related to the three types of hoods in an oxide screen process. This checklist has completed in order to feasibility study of corrective changes in evaluation of the hood hardware parameters. The differences between design and current status to the standards were considered as noncompliance. Finally, differences were analyzed statistically.

Result: Based on statistical analysis, the average of current status of hoods, plans and design documents and standards were for variables of conveyors downstream enclosure (1.6, 2.38 and 2.41m), vertical distance from hoods to conveyors (0.39, 0.37 and 0.61m), conveyor longitudinal enclosing after hood (1.225, 1.288 and 0.296 m) and hood numbers (18, 17 and 31), respectively. Comparing the results between current status of hoods with plans and design documents showed no significant differences (0. P-value≤ 0.05). But, the results between current status of hoods and design documents with standards have significant difference (0. P-value≥ 0.05). A significant difference (0. P-value≥ 0.05) revealed between the average of the current status of hoods, plans and design documents and the standards for variables of hood flow (813.3, 2276.9 & 3085.9 cfm) and duct velocity leading to the hoods (2289.3, 5083.5 & 3500 fpm), respectively.

Conclusion: This method can be applicable for the local ventilation systems with extensive pollution sources and hoods. One of the advantages of this method can be easily application of this system, as one of the requirements for delivering ventilation systems from contractors and the use of it for studying potential problems of the hoods that they have standards. Also, by comparing current status of hoods with the design specifications and standards, the mismatches/ unconformities in the lifetime and maintenance process of the system can be understood.

Key words: *Local Ventilation, Hood, Assessment, Dust, Iron Making Plant*

* Corresponding Author Email: *fghorbani@umsha.ac.ir*

www.SID.ir