Archive of SID

مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
سال دوازدهم، پیوست شماره ۱، بهار ۱۳۸۳ ص:۵۷

ارایه طرح سیستم تهویه موضعی به منظور کنترل آلودگی هوا در کارگاه پرس صنعت تولید قطعات لاستیکی

فرشید قربانی شهنا [۱]، دکترفریده گلبابایی [۲]

چکیده

مقدمه : اهمیت هوای پاک در محیط های صنعتی به ویژه صنعت تولید لاستیک مشهود است و هدف از مطالعه طراحی و اجرای سیستم تهویه موضعی مکنده برای کنترل آلاینده های هوای کارگاه پرس بود . منبع مولد آلودگی ، پرسهای حرارتی و قطعاتی می باشند که پس از خارج شدن از قالب پرس به منظور خنک شدن و پرداختکاری ، مدتی روی میز قرار می گیرند و در این مدت آلاینده ها از آنها متصاعد می گردند .

روش بررسی : ابتدا وضعیت پراکنش آلاینده های هوای محیط کار مورد ارزیابی قرار گرفت . بدین منظور از روش قرائت مستقیم جهت تعیین غلظت آلاینده های گازی شکل (شامل دی اکسید کربن، هیدروکربنها، دی اکسید گوگرد، اکسیدهای ازت) و روش نمونه گیری با فیلتر و تجزیه به روش گراویمتری برای تعیین غلظت آلاینده های ذره ای شکل استفاده شد.

یافته ها : نتایج نشانگر تجاوز غلظت آلاینده های ذره ای شکل از حد آستانه مجاز ($۱۵ mg/m^3$) است (به طوری که حداقل $۸/۶mg/m^3 \pm ۳۳/۸$ و حداکثر $۴/۲ mg/m^3 \pm ۴۲/۷$ بود). به منظور کنترل آلودگی هوا و با توجه به آرایش نامنظم منابع آلودگی و نوع پروسه، سیستم تهویه موضعی مکنده به عنوان مناسب ترین گزینه انتخاب شد. به منظور مکش هوای آلوده از منابع مولد آن ، از ۲۵ هود استفاده شده است . هود مربوط به میزهای کار از مدل VS-65-02 پیشنهادی کمیته تهویه صنعتی انجمن متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا الگوبرداری و برای پرسها هود فلنج دار طراحی گردید . سیستم کانال کشی نیز متشکل از ٤ شاخه فرعی است که در نهایت یک شاخه اصلی با قطر ۲٦ اینچ ، دبی ٦۲۰۰cfm و سرعت جریان ۲۰۲۸fpm را تشکیل می دهد . به منظور پالایش آلاینده ها ، یک اسکرابر ونتوری با مشخصات زیر طراحی گردید :

ارتفاع: ۸/۷۲ ft ، قطر گلویی: ۰/٦۳ ft ، افت فشار ۲۲/۰۸ In.W.G ، دبی واقعی هوا : ٦۲۰۰cfm ، راندمان : ۹۰٪ جهت تأمین مکش لازمه نیز به فن سانتریفوژ با دبی ٦۲۰۰ cfm و توان ٤۸/۱ hp و فشار استاتیک ۲٤/۵۳ In.W.G نیاز است .

واژه های کلیدی : اسکرابر ونتوری ، آلودگی هوا ، تهویه مکنده موضعی ، صنعت لاستیک

مقدمه

اهمیت هوای پاک در محیط های صنعتی به خوبی شناخته شده است . صنایع مدرن تعداد بی شماری از مواد شیمیایی را مورد استفاده قرار می دهند که بسیاری از آنها سمی می باشند[۱] .

از جمله این صنایع ، صنعت تولید لاستیک است . این صنعت از دیدگاه اداره بین المللی تحقیقات سرطان (IARC) به عنوان صنعت دارای ریسک بالقوه ایجاد سرطان ، به خصوص سرطان ریه ، شناخته شده است. در ایالات متحده آمریکا حدود ۱۸۷/۵ هزار نفر در سال ۱۹۸۹ م در این صنعت اشتغال داشتند[۱٤] . در ایران ۲٦۰ واحد صنعتی در بخش لاستیک فعالیت دارند که ۱٤۰ کارخانه تولید کننده قطعات لاستیکی است و سالیانه

۱- کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای و عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان
۲- دانشیار بهداشت حرفه ای - دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

www.SID.ir

Archive of SID

۶۰ هزار تن انواع قطعات لاستیکی تولید می کنند و در صنعت تولید تایر نیز ۱۵ هزار نفر اشتغال دارند[۳].

اثرات تنفسی آلاینده های شیمیایی هوای صنعت لاستیک ، توسط مطالعات مختلف به اثبات رسیده است که این اثرات شامل : کاهش ظرفیتهای ریوی ، کوتاه شدن تنفس ، آمفیزم و حتی سرطان ریه می باشد . در صنعت مورد مطالعه نیز بررسی تستهای عملکرد ریوی کارگران ، نشانگر آغاز عوارض تنفسی در چند نفر از کارگران کارگاه پرس بود. متأسفانه علیرغم اینکه این کارخانه دارای عمر کوتاهی است (۷ سال) ، اما با توجه به عدم کاربرد تدابیر کنترلی آلاینده های هوا و استنشاق آلاینده ها، این عوارض را ایجادکرده است . بنابراین بایستی از ورود آلاینده های هوا به سیستم تنفسی کارگران ممانعت نمود . یکی از روشهای رایج و مناسب ، اعمال تدابیر فنی و مهندسی است که از بین آنها تهویه موضعی مکنده تأثیر شایانی را در کاهش مواجهه با دمه ها و آلاینده های ذره ای شکل صنعت لاستیک دارد و حتی به عنوان مهمترین اقدام کنترلی به کار گرفته شده است [۱۱].

آلاینده های شاخص این واحد شامل انواع ذرات (عمدتاً دوده) ، انواع هیدروکربنها (HC) ، دی اکسید کربن (CO_2) ، اکسیدهای ازت (NO_X) و دی اکسید گوگرد (SO_2) است [۱۱].

نوع مطالعه در بخش آلودگی هوا از نوع توصیفی و در بخش طراحی سیستم تهویه ، مطالعه کاربردی می باشد.

هدف از این مطالعه بررسی میزان انتشار آلاینده ها در کارگاه مورد نظر و طراحی سیستم تهویهٔ موضعی مکنده جهت کنترل آلاینده های هوای محیط کار است .

روش بررسی

در کارگاه مورد مطالعه ، ۶۰ نفر اشتغال دارند و ۵۰ نفر هم در واحدهای دیگر کارخانه مثل بنبوری ، میل ، اکستروژن ، پرس بهداشتی ، اداری ، آزمایشگاه و غیره اشتغال دارند . واحد پرس در جنب واحدهای بنبوری ، آزمایشگاه و اکستروژن قرار گرفته است و آلاینده های آن به قسمتهای دیگر منتقل می گردد .

این مطالعه در ۵ مرحله بشرح زیر انجام شده است :

۱- بررسی پلان کارگاه و موقعیت منابع مولد آلاینده

کارگاه پرس حرارتی دارای ۱۵ پرس و ۱۰ میز کار می باشد که وضعیت چیدمان آنها بسیار نامرتب است طوری که گاهی اوقات تردد افراد و جابجایی قطعات توأم با مشکل می باشد . منابع مولد آلودگی ، پرسها و قطعاتی بودند که جهت خنک شدن و پرداختکاری پس از خروج از پرس روی میزها قرار می گرفتند .

۲- نمونه برداری و تعیین غلظت نمونه ها

جهت تعیین غلظت آلاینده های گازی شکل از روش قرائت مستقیم استفاده شد .

بدین منظور برای سنجش تراکم CO_2 ، NO_X و HC به ترتیب لوله های آشکارساز مدل 2L ، 111 و 103 ساخت شرکت GASTEC ژاپن استفاده شد و برای تعیین غلظت SO_2 از دستگاه قرائت مستقیم مدل TOXIRAE ساخت شرکت DRAE استفاده شد .

برای تعیین غلظت گردوغبار کل نیز از روش NIOSH 500 استفاده شد که مبتنی بر نمونه گیری با فیلتر و توزین نمونه ها است . لذا از فیلتر PVC با قطر ۳۷ mm و پمپ نمونه گیر فردی مدل 224-PCXR3 ساخت شرکت SKC انگلیس استفاده شد و جهت توزین نمونه ها از ترازوی مدل SARTUS آلمان با دقت ۰/۰۱ mg استفاده شد .

روش نمونه گیری جهت منابع آلاینده به صورت سرشماری بوده است به طوری که در کنار هر پرس یک نمونه به عنوان نمونه منبع و در اطراف آن یک نمونه به عنوان نمونه محیطی گرفته شد که در مجموع برای هر آلاینده ۳۰ نمونه از هوا طبق متد استاندارد گرفته شد.

۳- روش محاسبات هود و سیستم کانال کشی

روش محاسبات سیستم تهویه طبق روش فشار سرعت که توسط کمیته تهویه صنعتی ACGIH معرفی شده است ، انتخاب گردید . در این روش کلیه افتها (اصطکاک و افتهای دینامیک) به صورت ضریبی از فشار سرعت سیستم معرفی می گردد. افت ورودی هودها با توجه به شکل و وضعیت فیزیکی آنها به طور تجربی اندازه گیری و به صورت ضریب افت ورودی هود (f_h)

www.SID.ir

Archive of SID

معرفی شده است . حاصلضرب این ضریب در فشار سرعت V_p ، معرف افت ورودی هود (h_e) می باشد[۶].

با توجه به مقتضیات محیط و شرایط کار ، در سیستمهای تهویهٔ موضعی از زانویی ، ورودی و اتصالات دیگر استفاده می شود که هر کدام عامل ایجاد افت فشار می باشند که طبق یک سری جداول ارایه شده ، مقدار آنها بر حسب فشار سرعت قابل محاسبه است[۶].

این محاسبات به طور سیستماتیک در یک برگه مخصوص طراحی شده توسط ACGIH ثبت می گردد.

نکته قابل توجه در سیستمهای تهویه موضعی ، متعادل سازی افت فشار در شاخه های مختلف است که بسیار اهمیت دارد و طراح باید آن قدر قطرهای کانال و چیدمان سیستم را تغییر دهد تا به تعادل لازم برسد .

٤- روش انتخاب

محاسبات و طراحی پالایشگر : قبل از آنکه هوای آلوده ی کارگاه وارد محیط زیست شود ، لازم است که تصفیه گردد. برای این منظور باید از یک پالایشگر استفاده نمود . در انتخاب پالایشگر باید به نکاتی مانند ماهیت آلایندهٔ غالب ، غلظت آلاینده ها ، هزینهٔ خرید و نگهداری و محدودیتهای فیزیکی توجه گردد . پالایشگر انتخابی در این سیستم اسکرابر ونتوری است که از قسمتهای همگرا، واگرا و گلویی تشکیل شده است. این پالایشگر علاوه بر ذرات، قادر است آلاینده های گازی شکل را نیز تصفیه نماید . این پالایشگر با مکانیسم برخورد ، انتشار ، برخورد مستقیم ، جاذبه الکترواستاتیک ، متراکم کردن ، نیروی گریز از مرکز و نیروی ثقل ذرات را از جریان حامل جدا می کند. مکانیسم غالب جهت جذب ذرات در حد μ ۱ و بالاتر، مکانیسم برخورد است . در این مکانیسم هر چه سرعت جریان هوا افزایش و قطر قطرات آب یا مایع مورد استفاده کاهش یابد ، برخورد افزایش می یابد[۱۲] . اسکرابرهای ونتوری در مدلهای چندگلویی، آبپاش گلویی ، گلویی قابل تنظیم همراه با پیستون غوطه ور متحرک و گلویی مستطیلی همراه با جداگر سیکلونی ساخته شده اند[۱۲] .

مراحل محاسباتی پارامترهای اسکرابر ونتوری به شکل زیر است :

با توجه به بازده مورد نظر تصفیهٔ آلاینده (η) و با سعی و خطا ، مقادیر بهینهٔ K و $\frac{L}{G}$ از معادلهٔ جانستون محاسبه می گردد :

معادلهٔ ۱: $\eta = 1 - \exp\left[-k\left(\frac{L}{G}\right)\Psi\right]$

K: ضریب همبستگی اسکرابر که مقدار آن بین ۰/۱ تا ۰/۳ است

$\frac{L}{G}$: نسبت مایع مصرفی به ازای ۱۰۰۰ فوت مکعب بر دقیقه گاز ورودی به اسکرابر که مقدار آن بین ۳ تا ۱۰ است

Ψ : پارامتر برخورد اینرسی که از رابطهٔ ذیل محاسبه می شود :

معادلهٔ ۲: $$\Psi = \frac{C_f \rho_p d_p^{\,2} v_g}{18 \mu d_d}$$

C_f : ضریب تصحیح کانینگهام که از طریق فرمول یا جداول مربوطه محاسبه می شود .

ρ_p : دانسیتهٔ ذره (پوند بر فوت مکعب)

d_p: قطر ذره (فوت)

μ : گرانروی سیال (پوند بر فوت . ثانیه)

d_d : قطر قطره (فوت) که با V_g (سرعت گاز در گلویی ونتوری بر حسب فوت بر ثانیه) رابطه دارد :

معادلهٔ ۳: $$d_d = \left(\frac{16400}{V_g}\right) - 1.45\left(\frac{L}{G}\right)^{1.5}$$

در معادلهٔ (۳) قطر قطره بر حسب میکرون بدست می آید .

در قدم بعد افت فشار ایجاد شده ناشی از جریان گاز عبوری از اسکرابر(بر حسب اینچ آب) طبق معادلهٔ ذیل محاسبه می شود :

معادلهٔ ٤: $$\Delta P = K V_g^{\,2}\left(\frac{L}{G}\right)$$

K : ضریب معین که مقدار آن برابر ٤×۱۰^{-۵}

انرژی یا توان مورد نیاز اسکرابرنیز طبق معادلهٔ ۵ محاسبه می گردد :

www.SID.ir

Archive of SID

معادلهٔ ۵ : $P_T = 0.575\ \Delta P + 0.583\ P_1 \left(\frac{L}{G}\right)$

P_1 : فشار مایع ورودی بر حسب پوند بر اینچ مربع در قدم آخر مشخصات فیزیکی اسکرابر تعیین می شود [۱۲]

۵- روش انتخاب فن :

جهت انتخاب فن ابتدا بایستی دبی هوا با توجه به دما و فشار محیط ، از طریق جداول یا فرمول تصحیح گردد و پس از آن فشار استاتیک ، فشار کل و توان فن محاسبه می گردد [۷].

پس از مشخص شدن توان ، دبی و فشار استاتیک فن و در نظر گرفتن ماهیت آلاینده و شرایط کار ، فن مناسب انتخاب می گردد.

نتایج

۱- نتایج اندازه گیری غلظت آلاینده ها

اندازه گیری غلظت آلاینده ها نشانگر این است که غلظت آلاینده های ذره ای در کلیه ایستگاهها بالاتر از حد مجاز بود.غلظت این نوع آلاینده در پرسهای نوع دوم (منبع تأمین حرارت از طریق المنت) ، در منبع مولد آلودگی بالاترین مقدار(۴/۲ mg/m^3 ± ۴۲/۷) و در پرسهای نوع اول (منبع تأمین حرارت از طریق بخار داغ)، نمونه های محیطی پایین ترین مقدار (۸/۶ mg/m^3 ± ۳۳/۸) را دارا بودند (جدول ۱). نتایج اندازه گیری غلظت آلاینده ها ی گازی در کلیه ایستگاهها کمتر از حد آستانه مجاز بود (جدول ۲).

۲- انتخاب هود

به منظور بدام اندازی آلاینده در ۲ نقطه اصلی انتشار آلاینده (پرسها و میزها) هود طراحی شد. برای میز کار به هودی کوچک ، قابل تنظیم و دارای قابلیت حرکت و مانور از لحاظ مکان استقرار ، نیاز است . لذا هود VS-65-02 کمیته تهویه صنعتی مجمع متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا از لحاظ شکل و ساختار انتخاب شد [۶].اما مشخصات تهویه آن از فرآیندهای مشابه صنعت لاستیک اقتباس گردید . جهت افزایش راندمان و نیز ایجاد توزیع یکنواخت جریان هوا هود شکافدار می باشد (شکل ۱).

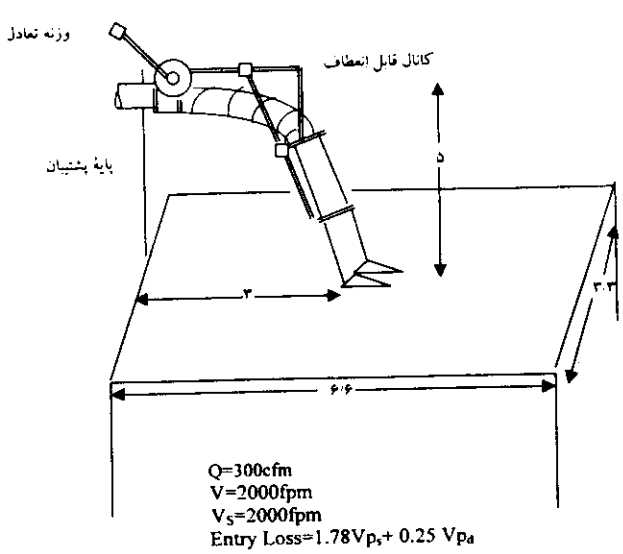
جدول ۱: میانگین و انحراف معیار غلظت گردو غبار کل (mg/m^3)

نوع نمونه	محیطی		منبع	
نوع پرس	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
نوع اول	۳۳/۸	۸/۶	۴۰/۷	۴/۲
نوع دوم	۳۵/۴	۸/۸	۴۲/۷	۴/۲

جدول ۲ : میانگین و انحراف معیار غلظت آلاینده های گازی شکل (PPm)

آلاینده		پرس نوع اول		پرس نوع دوم	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
CO_2	نمونه منبع	۶۰۰	۱۴۱/۴	۶۶۷	۵۷/۷
	نمونه محیطی	۵۶۷	۱۵۵/۷	۶۳۳	۵۷/۷
SO_2	نمونه منبع	۰/۴۵	۰/۱۱۷	۰/۴۷	۰/۰۵۸
	نمونه محیطی	۰/۴۱	۰/۱	۰/۴۳	۰/۹۵۸
H.C	نمونه منبع	ک.ح.ت*	–	ک.ح.ت	–
	نمونه محیطی	ک.ح.ت	–	ک.ح.ت	
NO_x	نمونه منبع	ک.ح.ت	–	ک.ح.ت	
	نمونه محیطی	ک.ح.ت	–	ک.ح.ت	

*ک.ح.ت: کمتر از حد تشخیص دتکتور تیوب



شکل ۱: طرح و مشخصات هود میز کار

www.SID.ir

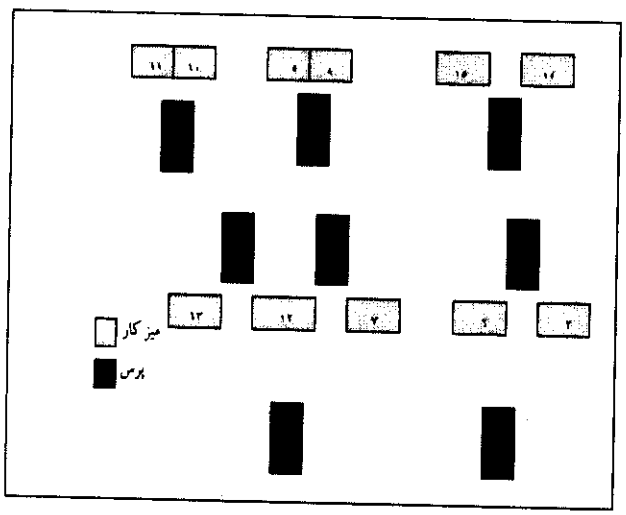
Archive of SID

در مورد پرس با توجه به محدودیت مکانی و نوع کار این هود بایستی در قسمت پشت دستگاه یا روبروی کارگر قرار گیرد. جهت جلوگیری از انتشار آلودگی نیز بهتر است هود فلنج دار باشد، ضمن اینکه این هود در زمان تعمیرات و تعویض قالب پرس باید انعطاف لازم جهت عقب کشیدن را دارا باشد. با توجه به موارد ذکر شده طرح مناسبی انتخاب گردید. با توجه به وضعیت منابع تولیدکننده آلودگی، ۸ هود برای میزها و ۱۵ هود برای پرس ها طراحی گردید.

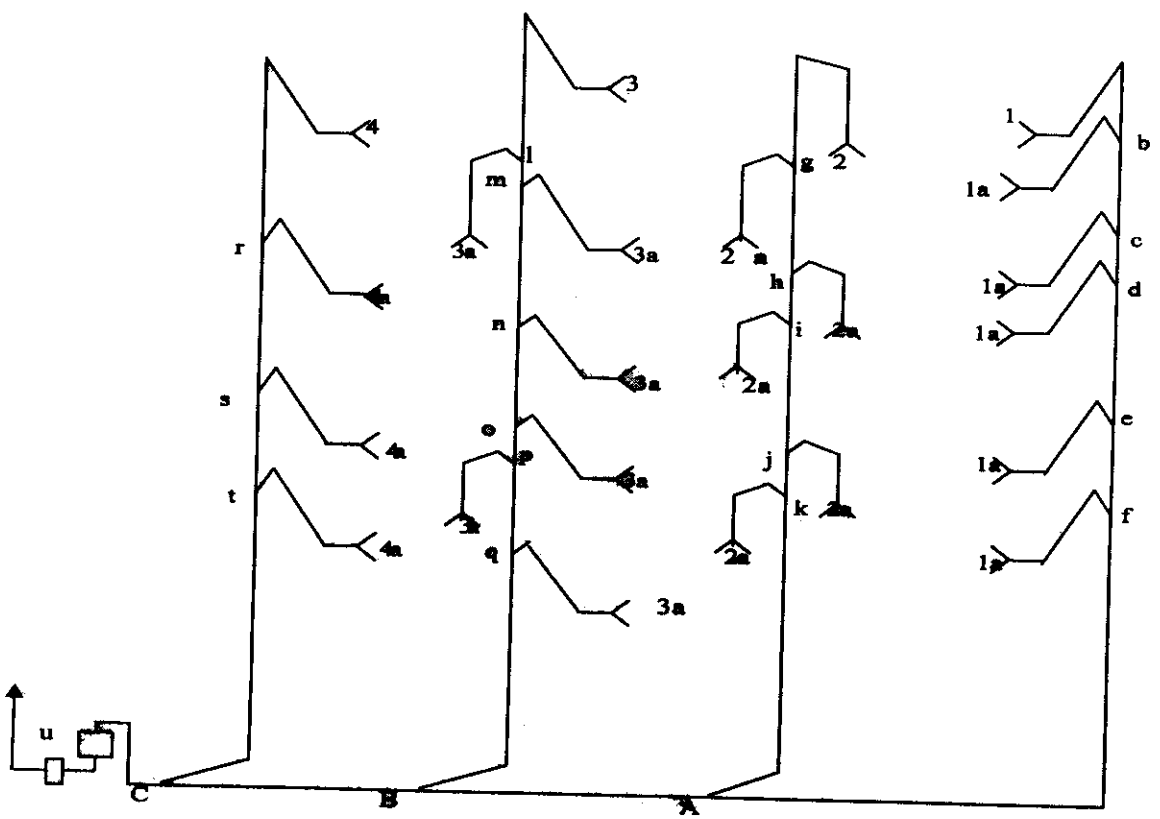
۳- انتخاب سیستم کانال کشی

قبل از ارایه سیستم کانال کشی با توجه به نامرتب بودن وضعیت چیدمان پرسها و میزها و نیز ایجاد کمترین افت در مسیر کانال بایستی یک جانمایی مرتب جهت پرسها و میزها اعمال گردد. با توجه به فقدان فونداسیون دستگاهها، این امر چندان مشکل نبود و طرح چیدمان مرتب تجهیزات ارایه گردید (شکل ۲).

در انتخاب مسیر کانال کشی با توجه به اینکه امکان کانال کشی هود میزها و پرسها به طور مجزا امکان پذیر نبود و نیز پس از بررسی مدلهای مختلف کانال کشی و مقایسه افت هر کدام و رعایت موارد حفظ زیبایی محیط طرح موجود در شکل(۳) انتخاب شد.



شکل ۲: طرح چیدمان مرتب تجهیزات



شکل ۳: نقشه ایزومتریک سیستم کانال کشی

www.SID.ir

Archive of SID

پس از انجام محاسبات به روش فشار سرعت ، مشخصات بخشهای مختلف سیستم تعیین گردید که در جدول(۱)نشان داده شده است . متوسط دما ۴۰c ، فشار هوا ۶۷۰ mmHg ، رطوبت نسبی ۵۰ ٪ ، افت فشار استاتیک تا پالایشگر ۲/۴۵ In.W.G و دبی محاسبه شده معادل ۷۵۰۰ cfm بود که پس از تصحیح از لحاظ شرایط موجود (از لحاظ دما ، فشار و رطوبت نسبی هوا) دبی تصحیح شده معادل ۶۲۰۰ cfm برآورد گردید. شخصات فنی سیستم طراحی شده به طور خلاصه در جدول(۳) ارایه شده است.

۴- نتایج محاسبات اسکرابر

با توجه به غلظت آلاینده تولیدی بازده ۹۰ درصد جذب آلاینده توسط پالایشگر کفایت می کند . در معادلهٔ ۱ مقدار η رامعادل ۰/۹ قرار داده و مقدار پارامتر برخورد اینرسی از معادلهٔ ۲ معادل ۹/۴ محاسبه شد .

با استفاده از معادلهٔ ۱ و با روش ذکر شده در بخش ۴ روش کار ، مقادیر بهینه برای K و $\frac{L}{G}$ به ترتیب ۰/۱۵ و gal/1000cfm ۵ برآورد گردید . با استفاده از معادله های ۲ و۳ قطر قطرات مایع ۶۵/۵۷ میکرون و سرعت گاز در گلویی ft/s ۳۳۲/۴ محاسبه شد. با استفاده از رابطه Q=V.A، قطر گلویی مدور cm ۱۹/۲ محاسبه شد . افت فشار اسکرابر نیز با استفاده ی از معادله ی (۴) In.W.G ۲۲/۰۸ و توان کل لازمه اسکرابر از معادله ی ۵ معادل hp/1000cfm ۹/۳ محاسبه گردید .

مایع مورد استفاده آب همراه با مقدار کمی دترجنت است . با توجه به اینکه زاویه همگرایی یا واگرایی ونتوری (θ) بین ۷ تا ۱۵ درجه می باشد ، این زاویه در این مطالعه معادل ۱۰ درجه انتخاب شد . با توجه به زاویه انتخاب شده و استفاده از روابط ریاضی (رابطهٔ بین تانژانت زاویه با نسبت اضلاع مجاور)، طول اسکرابر معادل cm ۲۶۶ و عرض دهانه واگرایی آن معادل cm ۶۶ برآورد گردید.

۵- نتایج محاسبات فن

با توجه به شرایط دمایی و فشار محیط کار(دمای ۴۰ درجه سانتی گراد و فشار ۶۷۰ میلی متر جیوه) ، ضریب تصحیح دانسیته معادل ۰/۸۳ برآورد شد و دبی واقعی فن ، cfm ۶۲۰۰ برآورد گردید . سایر مشخصات فن با در نظر گرفتن راندمان ۵۰ درصد به شرح ذیل محاسبه شد :

$TP_F = ۲۴/۷۷$ In.W.G ، $FSp = ۲۴/۵۳$ In.W.G و

$Bhp = ۴۸/۱$ hp

با توجه به این مشخصات ، فن سانتریفوژ پره خمیده به عقب با سرعت چرخش پره معادل ۲۸۰۰ دور در دقیقه انتخاب شد .

هزینه اجرای سیستم

جهت اجرای سیستم ، هزینه ها به دو بخش اصلی هزینه تجهیزات و هزینه پرسنلی تقسیم می گردد . هزینه تجهیزات (شامل فن ، اسکرابر ، ورق گالوانیزه ، مجرای لاستیکی ، تسمه‌های فلزی و غیره) این سیستم معادل ۱۵۲/۶۸ میلیون ریال و هزینه پرسنلی (نقشه کش صنعتی ، کانال ساز ، جوشکار ، طراح سیستم) معادل ۳۰ میلیون ریال برآورد گردید که در مجموع هزینه کل اجرای سیستم ۱۸۲/۶۸ میلیون ریال می باشد .

جدول۳: مشخصات فنی سیستم تهویه

ردیف	کد قطعه انتخاب شده	قطر کانال (اینچ)	دبی (ft^3/cfm)	نوع و طول کانال (ft)	زانویی	ورودی
۱	1-b	۵	۳۰۰	۳ ۱۳/۳	۲×۹۰	–
۲	1a-b	۵	۳۰۰	۳ ۱۰/۳	۱×۹۰ ۱×۶۰	۱×۳۰
۳	b-c	۷/۵	۶۰۰	۶/۶	–	–
۴	1a-c	۵	۳۰۰	۳ ۱۰/۳	۱×۹۰ ۱×۶۰	۱×۳۰
۵	c-d	۹	۹۰۰	۳/۳	–	–

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۳

٦	1a-d	٥	٣٠٠	٣[1] ١٠/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	
٧	d-e	١٠/٥	١٢٠٠	١٠[2]	–	–
٨	1a-e	٥	٣١٨	٣[1] ١٠/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
٩	e-f	١٢	١٥١٨	٦/٦[2]	–	–
١٠	1a-f	٥	٣٢٤	٣[1] ١٠/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
١١	f-A	١٠/٥	١٩٦٥	٣٦[2]	١×٦٠	–
١٢	2-g	٥	٣٠٠	٨[1] ١٣[2]	٢×٩٠	–
١٣	2a-g	٥	٣١٠	٨[1] ٨/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
١٤	g-h	٧/٥	٦٠٠	٥[2]	–	–
١٥	2a-h	٥	٣٠٠	٨[1] ٨/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
١٦	h-i	٩	٩٠٠	٣/٣[2]	–	–
١٧	2a-i	٥	٣٠٠	٨[1] ٨/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
١٨	i-j	١٠/٥	١٢٠٠	١٣[2]	–	–
١٩	2a-j	٥	٣١٠	٨[1] ٨/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
٢٠	j-k	١٢	١٥١٠	٣/٣[2]	–	–
٢١	2a-k	٥	٣١١	٨[1] ٨/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
٢٢	k-A	١٣	١٨٢١	٢٠[2]	١×٦٠	١×٣٠
٢٣	A-B	١٥	٤١١٦	١٦/٤[2]	–	–
٢٤	3-l	٤	٣٠٠	٣[1] ١٦/٦[2]	٢×٩٠	–
٢٥	3a-l	٤/٥	٣٠٠	٨[1] ٨/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
٢٦	l-m	٧/٥	٦٠٠	١/٢[2]	–	–
٢٧	3a-m	٤	٣٠٠	٣[1] ١٠/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
٢٨	m-n	٩	٩٠٠	٨/٢[2]	–	–
٢٩	3a-n	٤	٣٠٠	٣[1] ١٠/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
٣٠	n-o	١٠/٥	١٢٠٠	٨/٢[2]	–	–
٣١	3a-o	٤	٣٠٩	٣[1] ١٠/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠
٣٢	o-p	١٢	١٥٠٩	[2]	–	–
٣٣	3a-p	٤/٥	٣١٥	٨[1] ٨/٣[2]	١×٩٠ ١×٦٠	١×٣٠

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول۳

۳٤	p-q	۱۳	۱۸۲٤	۸/۲ [۲]	–	–
۳۵	3a-q	٤	۳۱۲	۳ [۱] ۱۰/۳ [۲]	۱×۹۰ ۱×٦۰	۱×۳۰
۳٦	q-B	۱٤	۲۱۳٦	۱۵ [۲]	۱×٦۰	۱×۳۰
۳۷	B-C	۲٤	٦۲۵۲	۱٦/٤ [۲]	–	–
۳۸	4-r	٤	۳۰۰	۳ [۱] ۱٦/٦ [۲]	۲×۹۰	–
۳۹	4a-r	٤	۳۰۰	۳ [۱] ۱۰/۳ [۲]	۱×۹۰ ۱×٦۰	۱×۳۰
٤۰	r-s	۷/۵	٦۰۰	۱۰ [۲]	–	–
٤۱	4a-s	٤	۳۰۰	۳ [۱] ۱۰/۳ [۲]	۱×۹۰ ۱×٦۰	۱×۳۰
٤۲	s-t	۹	۹۰۰	۸/۲ [۲]	–	–
٤۳	4a-t	٤	۳۰۸	۳ [۱] ۱۰/۳ [۲]	۱×۹۰ ۱×٦۰	۱×۳۰
٤٤	t-C	۱۰/۵	۱۲۰۸	۱۸/٤ [۲]	۱×۹۰	۱×۳۰
٤۵	C-u	۲٦	۷٤٦۰	۲۰ [۲]	۳×۹۰	۱×۳۰
٤٦	u-v	۲٦	۷٤٦۰	۸ [۲]	۱×۹۰	–
٤۷	v-w	۲٦	۷٤٦۰	۱۳ [۲]	۱×۹۰	–

[۱] کانال قابل انعطاف لاستیکی [۲] کانال گالوانیزه [۳] منظور دبی تصحیح شده است .

بحث

در مورد غلظت آلاینده های ذره ای شکل ، در کلیه اندازه‌گیریها ، غلظت نمونه ها هم در منبع و هم در محیط ، بالاتر از حد پیشنهادی NIOSH (۱۵ mg/m^3) [۱۳] و حد آستانه مجاز ACGIH و حد مواجههٔ شغلی کمیتهٔ فنی بهداشت حرفه ای ایران [ITCOH] (۱۰ mg/m^3) [٤] بودند به طوری که ۲ تا ۳ برابر حد پیشنهادی NIOSH و ۳ تا ٤ برابر حد آستانه مجاز ACGIH می باشد . در کلیه نمونه های گرفته شده،نتایج بیانگر بالا بودن غلظت آلاینده های منبع انتشار نسبت به نمونه های محیطی می باشد ($p< ۰/۰۵$) . عمدهٔ غبار کل موجود در کارگاه متشکل از ذرات دوده است که عمدتا قطری معادل ۱ میکرون دارند و به راحتی وارد سیستم تنفسی انسان می شوندلذا کنترل انتشار آلاینده ها جهت پیشگیری از عوارض تنفسی کارگران لازم است [۱۳] . نتایج این مطالعه در مقایسه با تحقیقات مشابه انجام شده در مورد آلاینده های ذره ای شکل در واحد پرس صنعت لاستیک توسط Dost و همکارانش ($C=۱/۲ mg/m^3$) [۸] و نیز تحقیقات Straif و همکارانش ($C=۲/۷mg/m^3$) [۱۵] نشانگربالاتربودن غلظت این نوع آلاینده هادر واحد پرس این کارخانه می‌باشد که علت آن را می توان به فقدان هر گونه سیستم کنترلی نسبت داد .در مورد آلاینده های گازی شکل میانگین غلظت CO_2 و SO2 پایین تر ازحد مواجههٔ شغلی ITCOH (به ترتیب ۶۰۰ ppm در مقایسهٔ با ۵۰۰۰ ppm و ۰/٤۵ ppm در مقایسهٔ با ۲ ppm) است همچنین غلظت هیدروکربنهای کل و اکسیدهای ازت کمتر از حد تشخیص لوله های گازیاب است . پایین بودن غلظت آنها را می توان به دمای پایین این پروسه (۱۳۰-۸۰ ^{0}c) نسبت به دیگر فرآیندهای گرم لاستیک نسبت داد . علت این امر هم به دلیل کوچک بودن قطعات تولیدی و عدم نیاز به تغییرات شیمیایی روی قطعه در این مرحله است [۳] . در مطالعاتی که Kromhout و همکارانش انجام داده اند

www.SID.ir

Archive of SID

مشخص شده است که اعمال سیستم تهویهٔ موضعی باعث کاهش ٤٠ درصدی مواجههٔ کارگران صنعت لاستیک با ذرات هوابرد شده است [۱۱] . درمطالعه ای مشابه که توسط Vermulen. و همکارانش انجام داده اند ثابت نموده اند که کنترل آلودگی هوای صنعت لاستیک توسط سیستم تهویه مکنده موضعی ، مهمترین و مؤثرترین راهکارکنترلی می باشد و باعث کاهش ۳٤ درصدی مواجههٔ تنفسی و٤۹ درصدی مواجههٔ پوستی کارگران با آلاینده های این صنعت می شود [۱٦] .در مورد هود انتخاب شده برای میز کار ، جهت جلو گیری از فرار آلاینده بهتر است از نوع شکافدار باشد[۷] و این هود توسط مفاصل طراحی شده و نیز قابل انعطاف بودن کانال ورودی هود ، انتظارات لازمه را برآورده می نماید . در مورد هود پرس ، ابعاد و طرح هود طوری است که کل فضای پشت سنبه و قالب را پوشش می دهد.جهت جلوگیری از تأثیر جریانات مزاحم پشت ، هود از نوع فلنج دار طراحی گردید [٦] . در مورد طرح کانال کشی ، با توجه به لحاظ نمودن حداقل افتها ، محدودیت فیزیکی و نیز انسجام چیدمان شاخه ها ، طرح مزبورطراحی شده است .پالایشگر مورد نیاز بایستی قادر به جذب آلاینده های در حد میکرون باشد و با توجه به اینکه اسکرابر ونتوری راندمان خوبی در جذب این محدوده از آلاینده ها را دارد ، انتخاب گردید . در این دامنهٔ قطر ذرات ، مؤثرترین مکانیسم جمع آوری ذرات در اسکرابر مکانیسم برخورد است . بنابراین برای محاسبهٔ مشخصات اسکرابر از روابط این مکانیسم استفاده شده است [۱۲] .

مشخصات فنی و فیزیکی اسکرابر در محدوده های استاندارد می‌باشد طوری که قطر گلویی معادل ۱۹/۲ cm (حدود استاندارد ۱۵-۳۰ cm) ، سرعت در گلویی معادل ۳۳۲/٤ ft/s (حدود استاندارد ۲۰۰-۸۰۰ ft/s) و میزان مایع مصرفی به گاز ورودی $(\frac{L}{G})$ معادل ۵ $\frac{gal}{1000cfm}$ (حدود استاندارد ۱۰-۳) طراحی شد . با توجه به مکیده شدن هوای داخل کارگاه ، جهت جبران این فشار منفی ، بایستی شبکه های تأمین هوا طراحی گردند. اما با توجه به وضعیت پنجره و درب شمالی کارگاه می توان از آنها به منظور تأمین جریان طبیعی هوا استفاده نمود.

منابع

۱-ثنایی غلامحسین ، ***سم شناسی صنعتی*** ، انتشارات دانشگاه تهران ، ۱۳۷۲ .

۲-شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک ، ***راهنمای صنعت لاستیک ایران*** ، مرکز نشر سمر ، ۱۳۷۷ .

۳-شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک ، ***مقدمه ای بر آمیزه کاری و تکنولوژی لاستیک*** ، مرکز نشر سمر ، ۱۳۷۵ .

٤- کمیتهٔ فنی بهداشت حرفه ای ایران ، ***حدود تماس شغلی عوامل بیماری زا***، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی ۱۳۷٤

۵- مدنی حسن ، ***مکانیک سیالات و هیدرولیک*** ، چاپ پنجم ، مؤسسه انتشارات جهاد دانشگاهی (ماجد) ، ۱۳۷٤

6-ACGIH ,***Committee of Industrial Ventilation*** , ***Industrial Ventilation*** , 22 th Edit , ACGIH Inc , 1995 .

7-Alden , John Leslie , ***Designe of Industrial Ventilation Systms , Fifth Edition*** , New York :Industrial Press Inc , 1982 .

8-Anguil Environmental Ltd , ***Air Pollution Control Systems for Rubber Curing , Anguil Environmental Systems*** Inc , 1999 .

9-Dost,A.A , Red Wan.D, Cox.E , ***Exposure to Rubber Fume and Rubber Process Dust in General Rubber Goods , Tire Manufacturing and Reteard Industries*** ,, The Annals of Occupational Hygiene , 2000 Aug ; 44(5) ,: 329-42.

10- GASTEC , ***Gastec Line Product Guid Book*** , 1995 .

www.SID.ir

Archive of SID

11- Kromhout.H , Swuste.P,Bleij.J , ***Empirical Modeling of Chemical Exposure in The Rubber-Manufacturing Industry , The Annals of Occupational Hygiene*** , 1999, 381(3-22) , .

*12-*Lee.CC , Darlin.Sh , ***Handbook of Environmental Engineeing Calculation*** , Mc Grow Hill ,1999 , 3223-297 .

*13-*NIOSH , NIOSH ***Manual of Analytical Methods*** ;1984, NO (500) .

*14-*NIOSH , ***Division of Standards Development and Technology Transfer, RubbrProducts Manufacturing Industry*** , Columbia Pathway , 1999.

15- NIOSH , ***Niosh Pocket Guide to Chemical Hazards*** , Columbia Pathway , 2000 .

16- Straif.K , Hapmie.V , Keil. ***U , Exposure to Nitrosamine , Carbon Black , Asbestos,Talc and Mortality From Stomath , Lung and Laryngeal*** Cancer in a Cohort of Rubber Workers , American Journal of Epidemiology , 2000 Aug 15 ; 154(4):297-306.

*17-*Vermulen .R , Dehartug.J , Swuste.P , Kromhout.H , ***Trends in Exposure to Inhalable Pareticle and Dermal Contamination in The Rubber Manufacture Industry :Effectivness of Control Measures Implemented after a Nine-Year Period,The Annals of Occupational Hygiene*** , 2000 Aug 44(5) :343.

www.SID.ir