

اثرات عملکردی سیستم ربات متحرک برای تمیز کردن کانالهای تهویه

خلاصه :

حذف آلوده کننده های متفاوت و ذرات جمع شده در داخل سیستم تهویه برای فضاهای مشخص مانند ایستگاه های مترو یک کلید اساسی برای ارائه هوای با کیفیت بالا و محیط داخلی سبز است. آلوده کننده های متفاوت جمع شده در سطح داخلی کانالها می توانند منجر به آلودگی هوا و آسیب به دستگاه تنفسی و سلامتی مسافران مترو گردد. در حقیقت، تمیز کردن هوای کانالها می تواند باعث بهبود کیفیت هوای داخلی گردد اما تمیز کردن تمام سیستم تهویه نیرو و هزینه زیادی مصرف می کند.

بطور خلاصه ربات جدید تمیز کننده کانالها مجهز شده به برس های چرخان قابل انعطاف ربات را برای انجام مداوم نظافت در حد قابل انتظار توانا می سازد.

هدف از طراحی ربات خودکار تمیز کننده کانالها کاهش قیمت تمیز کردن سیستم تهویه و ارائه مداوم هوای با کیفیت به داخل فضا با استفاده از وسایل تمیز کننده سریعتر و آسانتر است.

کلمات عمومی: الگوریتم، اندازه گیری، طراحی عملکرد

کلمات کلیدی: ابزار مناسب، ربات سرویس دهنده ، تمیز کردن کانال هوا،

کیفیت هوا، کنترل قدرت

مقدمه :

هدف اصلی از سیستم تهویه و کانال هوا رساندن هوای تازه به داخل فضاهای سیستم مانند ساختمان ها و ایستگاه های مترو که مردم در آنجا کار می کنند و بخش عمده ای از ساعات روز خود را در آن می گذرانند. است .

کانال هوا و سیستم تهویه جریان های مختلف هوا مانند هوای بیرون، رساندن هوا، هوای برگشتی و هوای خارج شده نشان داده شده در تصویر یک را کنترل می کند. سیستم تهویه حاوی اجزاء مکانیکی مانند مکنده، فن، فیلترها و کانالهای انتهایی است. ذرات معلق متفاوتی ابتدا توسط فیلتر ذرات قرار داده شده در بخش ارائه هوای کانال فیلتر می شوند با این وجود فیلترهایی که عموماً استفاده می شوند برای جلوگیری از ورود تمام ذرات معلق از هوای بیرون به داخل کانال ناکافی هستند.

بنابراین، گرد و غبار و سایر مواد منتقل شده در سطح داخلی کانال تهویه هوا جمع می شوند، مواد تجمع یافته در کانال هوا ممکن است از مرحله ساخت تجهیزات یا کارگذاری کانالهای تهویه سرچشمه بگیرند. برای تمیز و تازه کردن هوای ارائه شده از طریق سیستم تهویه به داخل فضاهای بسته مانند ایستگاه مترو حذف منابع آلوده کننده از نظر قیمت مناسب تر از پاکسازی و جایگزین کردن کانالهای هوا است.

با این وجود، پس از کارگذاری سیستم تهویه تمیز کردن کانال برای نگهداری آن ضروری است. برخی کشورها قوانین و دستورالعملهای مشخص برای دوره های نظافت سیستم تهویه و دستورالعمل های اختصاصی نظافت سیستم تهویه دارند. چند کشور نیز هنوز قوانین مشخصی در این زمینه ندارند که باعث آلودگی شدید کیفیت هوای سیستم تهویه می شود.

در این مقاله انواع متفاوتی از تکنولوژی پاکسازی کانالهای هوایی معرفی شده اند و همچنین انواع آلوده کننده ها نیز بررسی شده اند.

براساس تکنولوژی برس زدن مکانیکی، یک ربات جدید خودکار پاک کننده کانال های هوایی برای بهبود پاک کنندگی سودمند و غلبه بر محدودیت های پاکسازی دستی کانالها طراحی شده است.

بطور خلاصه: برای کنترل مداوم فشار برس در سطوح کانال ها یک وسیله فشار ساده طراحی و در بازوی برسها قرار داده شد که قادر است عمل پاکسازی مداوم را علیرغم کیفیت نامنظم سطح کانال مقدور می سازد.

2-تکنولوژی پاکسازی:

سیستم تهویه می تواند با انواع منابع آلودگی مثل میکروبهها ترکیبات شیمیایی، بوها، و ذرات ریز آلوده شود و به عنوان منبع آلودگی عمل نماید.

گرد و غبار و ذرات جمع شده در سطح داخلی کانال می تواند به سطح داخلی چسبیده و با جریان هوا در داخل کانال منتشر شوند. چندین تکنولوژی پاکسازی برای خارج کردن موثر گرد و غبار و سایر آلوده کننده ها از سطح داخلی کانال استفاده شده است.

1-2- آلودگی های کانال

سرعت تجمع گرد و غبار در کانالهای تهویه تجاری در حالت نرمال سالانه معادل g/m^2 1 است. با این وجود متوسط حد تجمع در کانال های هوایی ساختمانهای پر شده از سکنه در مدت کمتر از یک سال معادل g/m^2 5,1 است در حالی که حد تجمع گرد و خاک در ساختمان های تازه ساز در حد g/m^2 4/9 محاسبه شده است.

بطور عمومی اگر تجمع گرد و غبار در سطح داخلی کانال بیش از g/m^2 2-5 براساس کلاس سیستم تهویه باشد کانال باید پاکسازی شود. مقدار گرد و غبار جمع شده در داخل کانال به نوع امکانات - پیچیدگی کانال و اجزاء آن و سن ساختمان مرتبط است. علاوه بر آن، غلظت گرد و غبار بوسیله عوامل قطع کننده جریان هوای کانال مانند ناصافی سطح، سرعت جریان هوا، رطوبت تعداد مکنده و دمنده های تعبیه شده تحت تاثیر قرار می گیرد.

همچنین تجمع گرد و غبار، وضعیت مناسبی را برای تکثیر میکروب ها و باکتری ها و سایر میکروارگانیسم ها ایجاد مینماید .

در حقیقت، گزارش شده است که غلظت 400 برابر پنی سیلیوم و 9/5 برابر اسپرژیلوس در یک میکرو از ذرات گرد و غبار وجود دارد علاوه بر آن، مقدار قارچ در هوای آلوده داخلی 10 برابر بیشتر از هوای بیرون است.

تعداد فراوان دیگری از ذرات معلق در محل خروجی کانال می توانند باعث عفونت ثانویه و یا آلودگی هوای داخل مجموعه از طریق مجرای هوا رسان گردند.

۲-۲- تکنولوژی های تمیز کننده

روش های نظافت کانالهای هوا می توانند خشک یا مرطوب باشند.

روشهای خشک عمدتاً شایع و مورد استفاده شامل : برس کشیدن مکانیکی، پاکسازی با هوای فشرده و پاکسازی با فشار منفی (وکیوم) است.

روش های نظافت خشک از یک برس چرخان، یک جریان هوای بسیار قوی یا نیروی ساکشن برای جداسازی گرد و غبار از سطح کانال بطور مکانیکی است.

گرد و غبار غیر متصل (Loose) بوسیله جریان هوا از کانال خارج می شوند.

روش های پاک سازی مرطوب شامل آب پرفشار یا پروسه استریل سازی شیمیایی برای حذف میکروارگانیسم ها و باکتری ها هستند. با این وجود روش های نظافت

مرطوب بدلیل .. ----- بندرت مورد استفاده قرار می گیرند.

برای پاکسازی گرد و غبار و روغن در کانالها، برس کشیدن مکانیکی سریعتر و خیلی موثرتر از پاکسازی با هوای فشرده است.

روش های پاکسازی در جدول یک خلاصه شده اند .

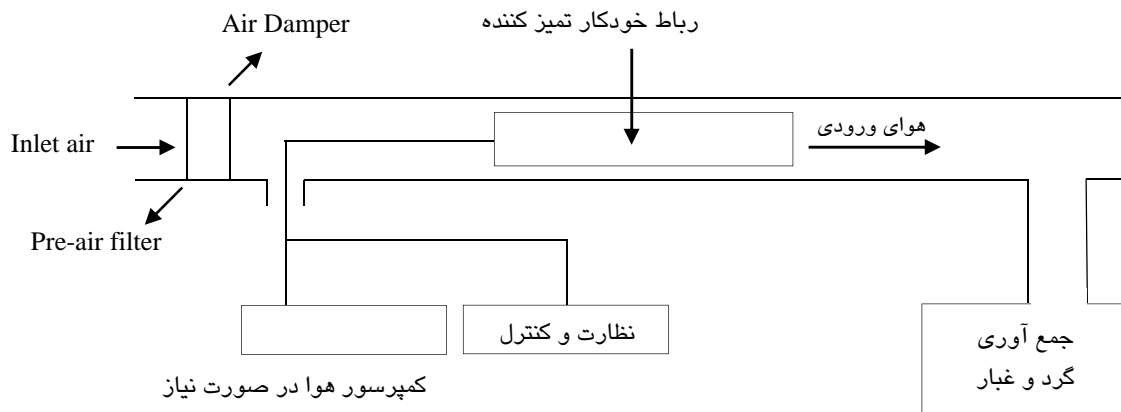
جدول یک: خلاصه تکنیک های پاکسازی کانال

شرح	روش پاکسازی	
برس زدن با فعالیت مکانیکی برای جاری کردن گرد و غبار از سطح و انتقال آنها به یک جمع کننده مکنده، روش رایج مورد مصرف	(۱) برس کشیدن مکانیکی	روش خشک
گرد و غبار از سطوح کانال هوائی جابجا شده و با یک جمع کننده تحت فشار جمع آوری می شوند.	(۲) پاکسازی با هوای فشرده	
ساکشن و برساز یا استفاده از یک سر برس دار برای انتقال گرد و غبار به یک نقطه جمع آوری	(۳) واکيوم کردن	
پاکسازی اجزا سطوح بوسیله وسایل دستی مثل برس ها، اسفنج ها و یک منبع آب به عنوان عامل تمیز کننده	(۱) شستشوی دستی	روش مرطوب
محلول های مایع اسپری می شوند و با اسفنج مرطوب برای برداشتن ذراتی که بطور مکانیکی برداشته نمی شوند.	(۲) اسپری با آب پرفشار Water jet spray	
استفاده از کشنده های بیولوژی و مواد درزگیر برای پوشانیدن و؟؟؟رتبه بندی کردن شروع کانالها	(۳) گندزدائی شیمیایی	

در این مطالعه ، ما روی روش برس کشیدن مکانیکی با ربات تمیز کننده خودکار برای بهبود سودمندی پاکسازی برای همه انواع آلوده کننده ها تمرکز می کنیم.

همانطور که در شکل 2 نشان داده شده است سیستم ربات تمیز کننده کانال هوا سیستم فشار و کشش را استفاده می نماید و برس چرخنده گرد و غبار و مواد باقیمانده را از سطح داخلی کانال بر می دارد. سپس گرد و غبار بداخل یک جمع کننده با فشار منفی کشیده می شود. هوای فشرده نیز برای به حرکت در آوردن گرد و غبار و مواد باقیمانده بکار می رود.

تصویر 2: سیستم نظافت کانال



۳- طراحی یک ربات تمیز کننده

افزایش تمایل به تکنولوژی پاکسازی کانالهای هوا محرک تکامل انواع ربات های پاک کننده کانال گردید. اغلب ربات های پاک کننده کانال براساس روش پاکسازی خشک با برس مکانیکی کار می کنند.

به عنوان مثال؛ ربات Trunk Nimble بازودار قابل تطابق، برای پاکسازی و بازرسی کانالهای HVAC ایجاد گردید و ربات تمیز کننده کانال Anatroller ART-100 روی زنجیره عنوان چرخ حرکت میکند که حتی در صورت واژگون شدن نیز به فعالیت ادامه می دهد.

این دستگاه از دو بخش تشکیل شده است و حاوی Air-jet و منبع روشنایی و دوربین با قابلیت چرخش 180 درجه است که به ربات توانایی تغییر شکل برای رفتن به گوشه ها و نواحی مسدود را می دهد با این وجود ART-100 هنوز نیازمند قدرت انسانی برای عملکرد است.

ربات نظافت کننده سری XPW یک فرم حاوی برس چرخان قابل تطبیق با ارتفاع و دوربین چرخان برای بازرسی و کنترل از راه دور است . برس چرخان نصب شده بدنه ماشین قابلیت چرخش در محدوده زاویه تعریف شده در یک جهت عمودی را دارد . اخیرا ربات های تمیز کننده با برس های چرخان سریع Spin - نازل هوای جهت دار و اسپری متصل به آن برای اسپری محلول های بهداشتی به انواع پوشاننده ها ایجاد شده است . در این تحقیق، ربات طراحی شده از نظر عملکرد و قابل استفاده بودن منحصر بفرد است .



بر اساس مدل اولیه، ربات بکار رفته در این تحقیق اخیرا در مورد مکانیسم عملکرد، قدرت تمیز کنندگی و برس ها بروز رسانی شده است، علاوه بر این، اخیرا ??? // با DOF یک روی انتهای عمل کننده موثر با زوی برس کننده ربات متصل شده است. با توجه به اینکه دستگاه متراکم Compliance تشخیص دهنده فشار بین برس و سطح کانال است برس های ربات می توانند سطح را با فشار مداوم پاک نمایند حتی اگر سطح نوظافت نامرتب باشد.

:3-1

یک ربات پاک کننده کانال که اخیرا بروز رسانی شده است در تصویر ۳ نشان داده شده است.

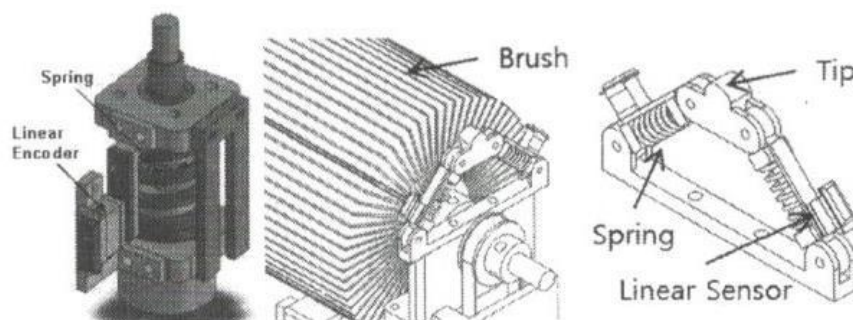


Figure 3: Single DOF and two DOF compliance device

ربات شامل یک بدنه، چهار چرخ پلاستیکی، یک دوربین - چراغ LED و دو بازی برس در جلو و پایین است. هفت موتور برای کار کرده مداوم بکار گرفته شده است. چرخ های ممتد زنجیره مانند نوع قبلی با چهار چرخ پلاستیکی با ایجاد برجستگی های متعدد مانند پیچ و سوزن و برای کاهش وزن بدنه ربات تعویض شده اند.

بازوی برس پایینی در جلو بدنه ربات متصل است و برس فوقانی در انتهای عمل کننده بازوی فوقانی قرار داد.

بازوی فوقانی با مفصل R-R-P قابل تطابق با کانالهای با سایزهای مختلف است. دستگاه فشار ممتد و متراکم بین دو برس چرخان سیلندری در انتهای بازوی فوقانی قرار داده شده است.

دستگاه مذکور شامل دو سنسور خطی و چرخان برای خواندن است. دو هر کدام در نقطه انتهایی برای خواندن نیروی دو جهت قرار دارند. و دستگاه در تصویر 4 نمایش داده شده است.

2-3:

دستگاه کمپلیانس متصل به انتهای بازو فوقانی ربات را قادر می سازد تا فشار بین برس و سطح کانال را مشخص کند که کنترل مداوم فشار را مقدور می سازد.

3-3- روش کنترل سیستم ربات

علاوه بر کنترل فشار پاک کنندگی برس بازوی فوقانی لازم است که حرکت بیش برنده بدنه متحرک نیز کنترل شود.

بدنه متحرک می تواند بوسیله یک دسته و یا بصورت اتوماتیک با استفاده از سنسورهای اولترا سونیک برای ارزیابی وضعیت و جهت قرارگیری بدنه ربات کنترل شود. تمام چارت کنترل در تصویر 6 نشان داده شده است.

دوربین CCD و چراغ LED کاربران را قادر می سازد تا سیستم را در صورت لزوم دستی نظارت و کنترل نمایند بنابراین ربات تمیز کننده کانال را می توان اتوماتیک با دستی از طریق سیستم داخلی کاربر کنترل نمود.

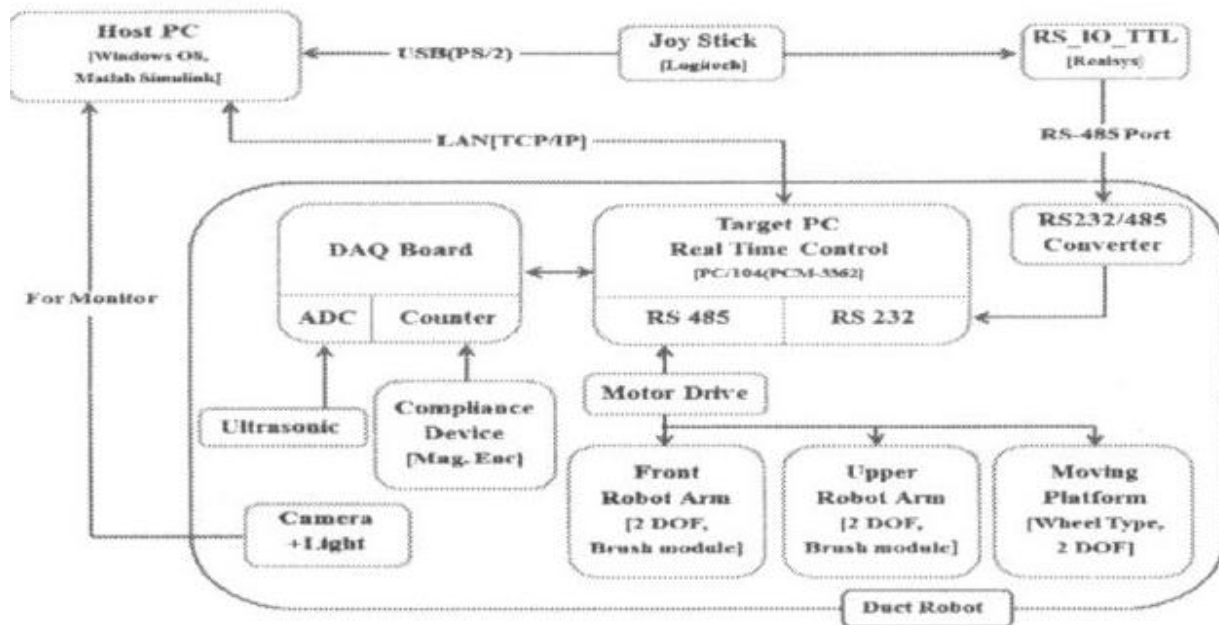


Figure 6. Control scheme of the duct cleaning robot

تصویر 6: شمای کنترل ربات تمیز کننده کانال

3-4: پروسه تمیز کردن کانال را می توان با سیستم هدایت نمود.

تست ضخامت رسوبات (DDT) و تست واکيوم (VT) برای اندازه گیری ضخامت و وزن گرد و غبار قبل و بعد از نظافت با ربات تکامل یافته بکار میرود. ضخامت گرد و غبار را بعد از پاکسازی سطح کانال می توان به حد 50% کاهش داد.

از آنجایی که ضخامت گرد و غبار جمع شده در این تجربه بسیار نازک (کمتر از میکرومتر) بود ضخامت اندازه گیری شده به اندازه محل سطح داخلی کانال ارتباط نسبی داشت.

جدول 2 وزن گرد و غبار را قبل از نظافت و جدول 3 خلاصه شده نتایج VI بعد از نظافت با ربات طراحی شده مذکور را نشان می دهد.

جدول 2: نتایج وزن گرد و غبار قبل از نظافت از یک ایستگاه راه آهن

Table 2. Vacuum test results of a sampled railway station

Location	N	Vacuum Test (g/m^2)			
		Mean	SD	Range	p-Value
HVAC Room	10	4.59	1.41	1.90-6.81	0.478
Waiting Room	10	5.43	2.57	2.66-11.06	
Platform	8	4.45	1.28	2.94-6.09	

جدول 3: نتایج تست وکیوم ئپس از نظافت با ربات مربوطه

	1 st point Measure			2 nd point measure		
	Before	After	Rate(%)	Before	After	Rate(%)
Weight(mg)	27.2	2.3	91.5%	25.1	0.1	99.6%
Weight(g/m ²)	2.72	0.23	91.5%	2.51	0.01	99.6%

بحث:

کار نظافت کانال را می توان دستی بوسیله انسان انجام داد . برای تبدیل آن به دستگاه تمیز کننده اتوماتیک نیاز طراحی بسیار دقیق وسائل نظافت و کنترل است. در این مقاله یک مدل جدید ربات تمیز کننده کانال طراحی و عرضه گردید. بطور خلاصه، ربات روی کانال تهویه تست بدون پروسه نظافت دستی کنترل شد. برای کنترل بیشتر فشار برس سفتی برس باید بطور مشخصی کنترل گردد . بازوی برس قابل تنظیم استفاده از آنرا در کانالهای با اندازه های مختلف مقدور میسازد . با این

وجود هنوز راه زیادی برای بهبود مخصوصا در مورد پروسه نظافت اتوماتیک در شرایط واقعی کانال سیستم وجود دارد . در یک کانال واقعی اجزا مختلفی مانند دمنده ها و فن ها و محل های اتصال و انحنا ها در سطح داخلی وجود دارند که کار را برای کارکرد مداوم و اتوماتیک ربات مشکل مینمایند . استفاده از سنسور در فضا های بسته مخصوصا کانالهای با چارچوب فلزی بسیار محدود است . بنا بر این برای بهبود پروسه نظافت بطور موثر نیازمند بکار گیری سیستم عمل کننده بسیار هوشمند است . ربات تکمیل و عرضه شده باید بطور مداوم بروز رسانی شده در کانالهای هوایی انتهائی تست گردد .