طراحی و ساخت دستگاه تنظیف و تست فیلتر هواکش های خشک در جهت صرفه جویی در هزینه های نت مبتنی بر CM

مصطفی محمد پور – کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی
mohammadpour_2008@ yahoo.com

چکیده

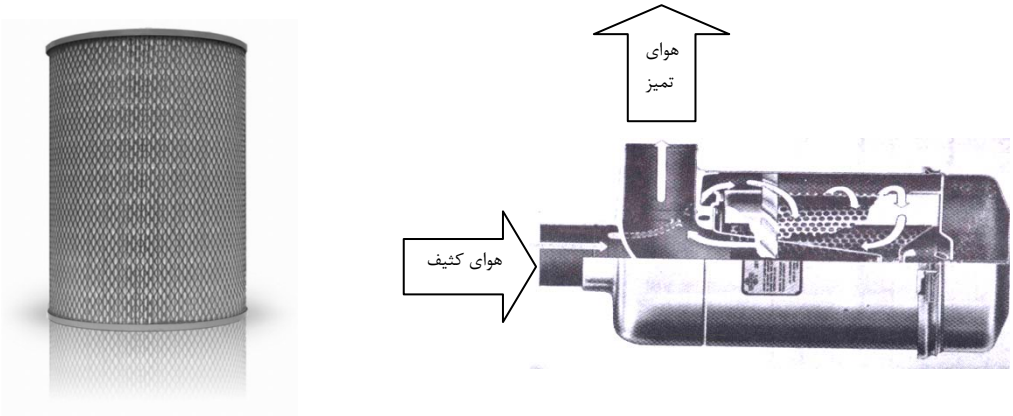
تنظیف مرتب و روزانه هواکش خشک به جهت زدودن گرد و غبار نشسته بر لایه خارجی این صافی ها که براثر کار موتور در محیط های پر گرد و غبار کار می کنند تضمینی است برای جلوگیری از نفوذ سیلیس به داخل موتور، لیکن پاک کردن این صافی ها همواره یکی از دغدغه های سیستم های نگهداری و تعمیرات بوده است. استفاده از روش های معمول یعنی دمیدن هوای پر فشار بدرون منافذ این صافی ها علاوه بر عدم یکنواختی نقاط اثر، باعث کوتاه شدن عمر و افزایش هزینه های تعویض فیلتر می گردد. همچنین عدم دقت سرویسکار و آلودگی محیط به هنگام تنظیف و طولانی بودن زمان آن سبب شد دستگاهی طراحی و ساخته شود که توانایی تنظیف صافی های استوانه ای انواع ماشینهای سنگین معمول را بر اساس اصول دینامیک ذرات، بدون آلوده نمودن محیط و با دقت زیاد داشته باشد. این دستگاه بصورت کارگاهی ساخته شده و توانایی تنظیف وتست هر هواکش را درکمتر از ۱ دقیقه دارد.

واژه های کلیدی: هواکش خشک، دستگاه تنظیف، سیلیس

مقدمه

بمنظور جلوگیری از نفوذ آلاینده های خارجی بخصوص سیلیس بدرون موتورهای درون سوز استفاده از صافی هوا امری اجتناب پذیر بوده که در این میان هواکشهای خشک به جهت قابلیت اطمینان بیشتر در شرایط سخت و امکان استفاده از کمپرسورهایی نظیر توربو شارژ کاربرد وسیعتری در ماشین آلات سنگین کشاورزی و صنعتی دارند. صافی های کاغذی خشک می توانند بیش از ۹۹٪ گرد و غبار را با ایجاد محدودیت مکش کمتر از ۰/۵ پاسکال جدا نمایند، لذا تقریبا همه موتور های وسایل نقلیه جدید دارای هواکش های ازنوع خشک هستند(وب استر، ۱۹۸۲). صافی های هوای از نوع خشک در اندازه ها و شکلهای بسیار متنوع تولید می شوند ولی اساس کار همه آنها یکی است. یک مدل صافی هوا از نوع خشک در شکل(۱) نشان داده شده است. هوای مملو از گرد و غبار، موقع ورود به صافی، وادار به حرکت گردابی می شود، بنابراین پوسته خارجی نقش پیش صافی را بازی می کند. ذرات بزرگ کثافات و گرد و غبار در طول پوسته صافی هوا حرکت کرده و در فنجان گرد و غبار محبوس می شوند. بعد از پر شدن فنجان از گرد و غبار باید آنرا بطور دوره ای تخلیه کرد. بعضی از فنجان های گرد و غبار خود تخلیه کن هستند. هوای گردابی به طرف داخل حرکت کرده، از صافی کاغذی عبور نموده و از لوله وسطی خارج می شود.

استوانه کاغذی جهت فراهم آوردن بیشینه مساحت برای محبوس نمودن گرد و غبار و در عین حال ایجاد کمینه محدودیت برای جریان هوا دارای دیواره های چین خورده است. در محیط های پر غبار محدود کنندگی جریان هوا با انباشته شدن کثافات در روی سطح صافی های هوای از نوع خشک بیشتر و بیشتر می شود. اگر محدودیت جریان خیلی زیاد بشود، بازده حجمی موتور سقوط کرده و عملکرد موتور تحت تأثیر قرار می گیرد(سیرس، ۱۹۵۳).



شکل۱: هواکش خشک با صافی قابل تعویض

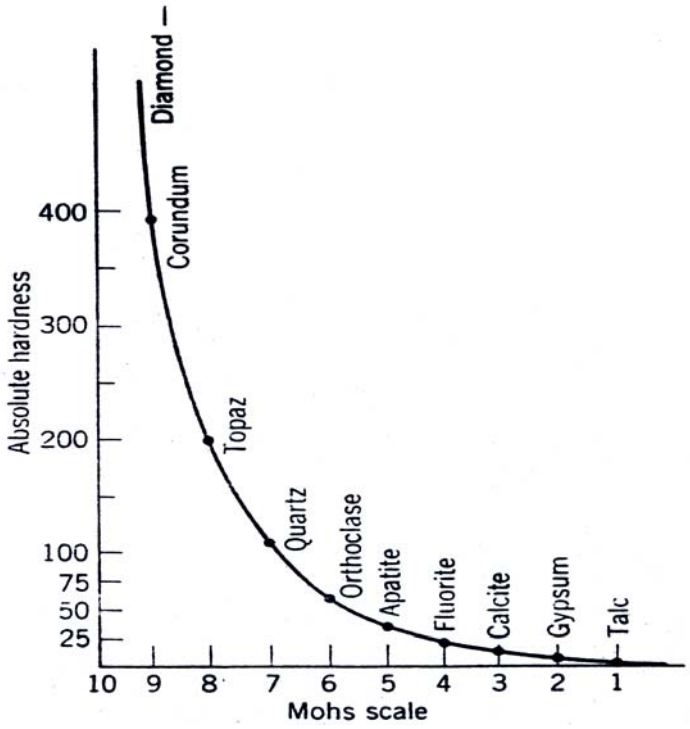
بنابراین اغلب، یک نمایانگر برای اعلام زمان نیاز صافی برای سرویس در نزدیکی صندلی راننده نصب می شود. نمایانگر صرفا یک خلاءسنج می باشد که خلاء مسیر هوا را بعد از عبور از صافی اندازه می گیرد. اغلب، رویه ی سنجنده برای نشان دادن سطح خلاء غیر قابل قبول قرمز و برای نشان دادن سطح خلاء قابل قبول سبز، رنگ آمیزی شده است. در موقع کثیف شدن صافی هوا، آنرا باید تمیز کرد و یا با صافی جدیدی تعویض نمود. بطور معمول سرویسکاران صافی را با زدن آن به کف، تا حدی تمیز و کثافات با قی مانده را با هوای فشرده تمیز می نمایند(شکل شماره ۲). طبق توصیه کارخانجات سازنده ماشین آلات فشار هوای فشرده نباید از ٦٩٠ کیلو پاسکال تجاوز کند و نازل هوا با ید در طول هر یک از چین ها از داخل به خارج هدایت گردد، لیکن فشار باد در اوایل عملیات تنظیف بالا بوده ودرصورت طولانی شدن زمان تنظیف بمرور کم شده و رضایت بخش نخواهد بود. همچنین به علت آلودگی محیط بر اثر گرد و غبار ناشی از تنظیف، دید سرویسکار کم شده و دقت لازم جهت یکنواختی هدایت نازل در امتداد چین ها را نخواهد داشت. سلام ماندن کاغذ صافی و گشاد نشدن منافذ بطوریکه گرد و غبار از میان آن عبور نکرده و از نفوذ سیلیس به داخل موتور جلوگیری شود در فرایند تمیز کاری حائز اهمیت است. در برخی صافی ها بدلیل نداشتن توری محافظ، برخورد سر نازل با کاغذ صافی، باعث پارگی آن شده و صافی را از حیث انتفاع خارج می کند. درهواکشهای دو مرحله ای، صافی خارجی بطور مرتب و بسته به شرایط کار، می بایست تمیز شده ولی صافی داخلی به علت حساس بودن منافذ آن نباید با روشهای فوق تمیز گردد. واگر به هر دلیل ذرات گرد و غبار بر رویه صافی داخلی مشاهده شد، بجای تنظیف، به ناچار تعویض می شود. از اینرو غالبا تعویض صافیهای داخلی و خارجی توأما صورت می گیرد. روش دیگر که برای تعداد معدودی از صافی ها کاربرد دارد، شستن صافی

با آب است که اگر دقت لازم اجرا نشود باعث مسدود شدن منافذ آن خواهد شد. در عین حال زمان زیادی جهت خشک شدن کامل صافی نیز مورد نیاز خواهد بود. بنابراین وجود وسیله ای که توان تنظیف صافی را بدون دخالت دست و خطای انسانی داشته باشد الزامی بنظر می رسد. همچنین تست هواکش از نظر نشتی هوا که هم اکنون بصورت چشمی کنترل می شود نیز می تواند از طریق یک سیستم الکترونیکی بدون خطا قبل از نصب بر روی دستگاه صورت بپذیرد.

شکل۲: مراحل تمیز کردن صافی هوای خشک با استفاده از تکان دادن و عبور هوای فشرده وتست منافذ ازطریق تابش نور

بررسی منابع

سیلیس به عنوان یکی از عوامل اصلی آلودگی روغن سیستمهای مکانیکی شناخته می‌شود. ذرات بسیار ریز سیلیس بصورت گرد و غبار معلق در هوا و در محیط کار ماشینهای کشاورزی بوفور وجود دارد. سیلیکا به نوبهٔ خود یا بصورت آزاد(کوارتز) و یا بصورت ترکیبی از اسیدهای فلزی یافت می‌شود که در حالت اخیر به آن سیلیکات گفته می‌شود. ساختمان سیلیکا کریستالی بوده و در شکلها و ابعاد مختلف یافت می‌شود، اندازه این ذرات در شکل گرد و غبار می‌تواند از زیر یک میکرون تا چند ده میکرون باشد. سیلیکا یکی از انواع مواد معدنی می‌باشد که دارای سختی نسبتاً بالائی است، در شکل شمارهٔ ۳ سختی چند ماده معدنی از جمله کوارتز نشان داده شده است(اندرسون، ۱۹۸۲).



شکل۳: نمودار مقایسه سختی کوارتز با سایر عناصر

همانطوریکه از نمودار پیداست، کوارتز دارای سختی نسبی۷ بوده و سایر اشکال سیلیکا نیز همین سختی را دارنـد از طرفی با توجه به اینکه سختی نسبی اکثر فولادها ٦/٥ می‌باشد و سایر فلزات سختی کمتری دارند، لذا ذرات سـیلیس می‌تواند بر روی صفحات فلزی و فولادی خراش ایجاد نماید.

یکی از منابع حضور ذرات در سیستمهای مکانیکی جذب ذرات از طریق اتمسفر و گرد و خاک می باشد کـه باعـث حضور ذرات سیلیسی در سیستم می شود. روغن موجود در دستگاه ذرات فرسایشی را از فاصـله بـین سـطوح دور می کند و ذرات جذب شده در محیط را نیز در خود نگه می دارد. بنابراین گرفتن یـک نمونـه روغـن از سیسـتم در واقع نمونه هایی از ذرات موجود در سیستم خواهد بود. با استفاده از روشهای مختلف می توان بـا توجـه بـه ذرات فرسایشی موجود به سرعت و گستردگی فرسایش پی برد(آنالیز کمی) و یا با استفاده از رسوب دهنـده هـای ذرات روی یک سطح مشخص، آنالیز ذرات فرسایشی را از طریق میکروسکوپهای نوری یا الکتریکی انجام داد. کم و کیف ذرات فرسایشی ایجاد شده در یک سیستم به عوامل بسیاری از جمله نوع دسـتگاه و شـرایط کـاری آن بسـتگی تـام دارد. مثلا" در یک موتور دیزل سنگین با دور کم در مقایسه با یک سیستم هیدرولیک با فشار بالا، ذرات فرسایشی با ویژگیهای متفاوتی تولید خواهند شد(ایزد پناهی، ١٣٦١).

فیلترهای هوا طوری طراحی و ساخته شده‌اند که تا ۹۹٪ از ذرات معلـق در هـوا را گرفتـه و مـابقی داخـل محفظـه احتراق شده، وارد روغن موجود بر روی دیوارهٔ سیلندر می‌گردد. حال بسته به اندازهٔ ذرات و اندازه لقی بـین رینـگ پیستون و جدارهٔ سیلندر برخی از ذرات که اندازه آنها کمتر و یا برابر آن فاصله باشد از آنجا عبور کرده وارد محفظهٔ روغن می‌شوند و ذرات درشت‌تر امکان عبور نخواهند داشت. از طرفی ذراتی که اندازه آنها کمتر فاصله لقـی باشـد بدون درگیری با سطوح فلزی عبور کرده درحالیکه ذراتی که هم اندازه فاصله لقی باشند در حین عبور باعث ایجـاد

خراش و فرسایش خواهند شد. بنابراین خطرناک‌ترین ذرات آنهایی هستند که هم اندازه فاصلهٔ بین سطوح باشند(بلت و هال، ۱۹۷۷).

در روسیه یک تجزیه و تحلیل آماری روی اطلاعات عملیاتی و تستهای ویژه انجام شده است که عامل اصلی محدوده عمر مورد انتظار موتور ها را فرسایش تراشه ای معرفی کرده است. این فرسایش ناشی از گرد وخاک که همراه با سوخت و روان کننده ها و غیره بداخل سیستم نفوذ می نماید می باشد. طبق این تحقیقات عمر موتورها ۷۰٪ بوسیله فرسایش و ۳۰٪ از طریق شکست قطعات تعیین می شود. براساس این گزارش فرسایش از نوع تراشه ای که عمدتا" ناشی از آلودگی است ٦۰٪ کل فرسایش حین کار برای مناطق ملایم و ۸۰٪ برای مناطق همراه با گرد و خاک بیشتر را تشکیل می دهد(مسعودی، ۱۹۹٤).

دیکنسون(۱۹۸۷) نفوذ کوارتز به اندازه ده میکرون در موتور علت بالاترین شدت فرسایش بر روی رینگ‌های پیستون دانست.

در تحقیقی دیگر ترکی و ذوقی(۱۳۷۱) طی یک بررسی آماری نتیجه گرفتند در قسمت‌های مختلف ماشین در بیش از ۹۰٪ موارد فرسایش بحرانی عناصر کروم و آلومینیم در حضور آلودگی بیش از حد سیلیس اتفاق می‌افتد.

مدیریت وکنترل

مدیریت شامل تعیین هزینه ها برای اجرای یک کار زراعی بخصوص، انتخاب بهترین اندازه و نوع وسیله برای هر مورد کاربرد، جور بودن اجزاء ماشینها در یک سیستم کامل، برقراری یک برنامه موثر برای نگهداری ماشینها، تعیین یک سن بهینه در ارتباط با جایگزینی یک ماشین بخصوص، جدول بندی عملیات زراعی برای اینکه از ماشین به بهترین وجهی استفاده شود و در نظر گرفتن سایر عوامل ذیربط می باشد(هانت، ۱۹۹۰).

هزینه متغیر یک ماشین کشاورزی با کاربرد ماشین مرتبط است، بعبارت دیگر چنانچه ماشین بکار برده شود، این هزینه ایجاد می گردد و باید محاسبه گردد. هزینه های متغیر یک ماشین، هزینه هایی از قبیل: هزینه کارگری، هزینه سوخت، هزینه تعمیرات و سرویس و نگهداری و ... را در بر می گیرد. بمنظور محاسبه هزینه متغیر یک ماشین در طول سال، هزینه های کارگری، مصرف سوخت و روغن و ..... براحتی قابل محاسبه می باشد. اما، پیش بینی و محاسبه هزینه های تعمیر و سرویس و نگهداری چندان ساده نیست(شفیعی، ۱۳۷۱). لذا سهولت اجرائی برنامه‌های پایش وضعیت که بعنوان یکی از محاسن این روش است باعث گردیده در سیستم های تعمیر و نگهداری بکار گرفته شود. باین ترتیب که بایستی از سیستم مورد نظر(موتور، هیدرولیک و غیره) در تناوبهای معین زمانی، مقدار کمی نمونه(۲۵ میلی لیتر) تهیه و جهت انجام آزمایشهای مختلف به آزمایشگاه ارسال نمود. نتایج بدست آمده که وضعیت سلامت یا عیوب احتمالی دستگاه را روشن می‌کند از طریق نمابر به صاحبان دستگاه منعکس می‌گردد تا تصمیم‌گیری های لازم در ارتباط با ادامه کار مطمئن و یا اقداماتی جهت رفع یا پیشگیری عیب بعمل آید. تجارب بدست آمده نشان داده است که از طریق آنالیز روغن می‌توان عیوب مختلف نظیر خوردگی، مشکلات یاتاقانها، فرسایش غیر عادی رینگ و پیستون موتورها، فرسایش غیر عادی شافتها و دنده‌های گیربکسها و پمپهای هیدرولیک و غیره را تا ۹۰٪ موارد شناسائی و نسبت به رفع عوامل آن اقدام نمود. همچنین به کمک این آزمایشها می‌توان از صحت و سلامت روغنها، که نقش کلیدی در کار ماشین دارند، اطمینان حاصل نمود.وقبل از اقدام به تعمیر میزان

هزینه را برآورد کرده، زمان ایست تعمیری را تخمین زده و در صورت نیاز به جایگزینی ماشین در وقت مناسب اقدام نمود.

دراین راستا انستیتو تکنولوژی ماساچوست(**MIT**) اعلام نموده است ٦ تا ٧ درصد تولید ناخالص ملی امریکا(٢٤٠ میلیارد دلار) فقط صرف تعمیر و خسارت وارد شده بوسیله فرسایش مکانیکی می‌شود، فرسایش‌هایی که در نتیجه آلودگی روانکارها حاصل شده است که با اعمال مدیریت مناسب می توان از این میزان بنحو قابل توجهی کاست(مسعودی، ١٩٩١).

مواد و روشها

مرحله اولیه طرح شامل جمع آوری اطلاعات لازم درخصوص شرایط تنظیف هواکشهای خشک ،انرژی مصرفی معمول و زمان مورد نیاز جهت اینکار بود. استفاده از آمار و اطلاعات آنالیز روغن موتور دستگاه های مختلف در شرایط استفاده از فیلتر های هوا با عمر یکسان نشان داد، دستگاه های استفاده کننده از فیلتر های با عمر ١٢ مرتبه تمیزش، درمقایسه با دستگاه های با عمر فیلتر ٨ مرتبه تمیزش، ٢٦٪ بیشتر دارای آلودگی سیلیس در روغن موتور بوده که آنالیز ذرات فرسایشی نشان داد این آلودگی از طریق بخشهای فوقانی موتور یعنی فیلتر هواکش وارد شده است. بنابراین عمر فیلترهای خشک با روش تنظیف معمول کاهش یافته و خیلی زود از حیث انتفاع خارج می شوند.

همچنین زمان لازم جهت تنظیف هواکش به روش های معمول با استفاده از کمپرسور هوای ٢٥٠ لیتری با ١٠ بار فشار، بطور متوسط ١٢ دقیقه بوده که جهت تأمین هوای فشرده مورد نیاز هر هواکش، ٠/٣ کیلو وات ساعت انرژی مصرف می گردد. بنابراین زمان مصرفی جهت تنظیف هواکشهای یک سیستم مکانیزه با ٤٥ دستگاه از انواع مختلف در پیک کار(حداقل یک مرتبه تنظیف در روز) برابر ٩ ساعت است. که با در نظر گرفتن ٦٠٪ راندمان کار نیروی سرویسکار در این زمان ، احتیاج به ١٥ ساعت کار و یا دو نفر روز کار خواهد بود. انرژی مصرفی برق نیز ١٣/٥ کیلو وات ساعت است که خود قابل ملاحظه است.

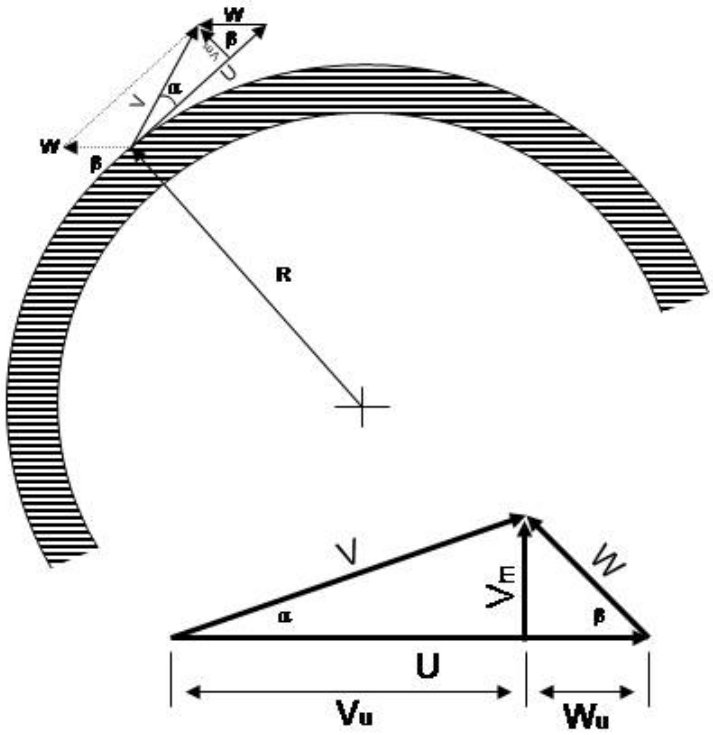
مرحله دوم تعیین روش تنظیف با استفاده از حداقل انرژی مصرفی و زمان مورد نیاز بود که در این راستا تئوری پرتاب ذرات توسط نیروی گریز از مرکز مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین دستگاه تنظیف می بایست دارای یک محور چرخنده باشد. درشکل(٤) فیلتر چرخنده بصورت یک پمپ سانتریفوژ عمل نموده که ذرات سیلیس با سرعت **V** ، تحت زاویه مطلق α ازهواکش خارج می شود، چرخنده نیز با سرعت دورانی **N** در حال گردش است. مقدار سرعت محیطی هواکش در لبه از رابطه(١) بدست می آیدکه راستای آن عمود برشعاع چرخنده است:

$$U = R\frac{2\pi.N}{60} \qquad (١)$$

ذرات سیلیس نسبت به چرخنده نیز دارای سرعت نسبی **W** است که زاویه آن بفرض موازی بودن خطوط جریان ذرات با امتداد چین ها برابر β یعنی زاویه خروجی چین می باشد(زاویه بین مماس بر چین و جهت مخالف سرعت محیطی**U**، زاویه چین در نظر گرفته شده که در شکل برابر β در خروج نشان داده شده است). سه بردار **V** ، **U** و**W**

تشکیل مثلثی به نام مثلث سرعت ها را می دهند که عملاً قدرت منتقل شده از چرخنده به ذرات سیلیس با توجه بـه این مثلث بدست آمده است.

تصاویر سرعت مطلق در امتداد سرعت محیطی **U**، با **Vu** وعمود بر آن با **Vm** نشان داده می شود که به ترتیب اولی نماینده گشتاور منتقل شده و دومی نشان دهنده جرم خروجی از چرخنده است.



شکل٤: زوایا و بردار اندازه سرعت خروج ذرات از فیلتر

با ثابت فرض نمودن سرعت دورانی مقدار دبی جرمـی **m** کـه از سـطح مقطـع دیـواره درام عبـور مـی کنـد، ثابـت است(رابطه ۲).

$$m = \int \rho.V.\sin\alpha.dA \qquad (۲)$$

چون سرعت **Vm** عمود بر سرعت محیطی است و سرعت محیطی **U** نیز همواره مماس بر دایره اسـت، بنـابراین بـا فرض ثابت بودن جرم مخصوص ذرات سیلیس، حجم پرتاب شده در واحد زمان قابل محاسبه است(رابطه ۳):

$$Q = 2\pi KR.Vm \qquad (۳)$$

که در این رابطه:

Q : دبی حجمی چرخنده

K : ضریب انسداد روزنه های هواکش

R : شعاع هواکش

Vm : سرعت عمودی ذرات سیلیس

در محاسبات توان و چرخش چرخنده با توجه به روابط فوق عمل گردیده، لیکن جهت جمع آوری ذرات سیلیس بدور از محیط هواکش و جلو گیری از برگشت دوباره این ذرات پس از بر خورد به دیواره درام، از یک پمپ مکنده با دبی ورودی بیش از دبی خروجی ذرات سیلیس پرتاب شده به بیرون استفاده گردید. همچنین به منظور جداسازی اولیه ذرات چسبیده شده به لایه خارجی فیلتر وکمک به هدایت ذرات به سوی مجاری مکنده، از یک دمنده هوا با دبی حجمی بیشتر از مکنده نیز استفاده شد. بنابراین از نظر دبی حجمی بترتیب؛ دمنده، مکنده و چرخنده دارای دبی بیشتر بوده و جهت بزرگترین فیلتر موجود در بازار(فیلتر بلدوزر **D155** کوماتسو) با قطر ۳٦۰ میلیمتر محاسبه شده است. توان مصرفی مکنده **W** ۱٦۰۰، بلوور **W** ۳۰۰ و چرخنده **W** ٤۰۰ در نظر گرفته شد.

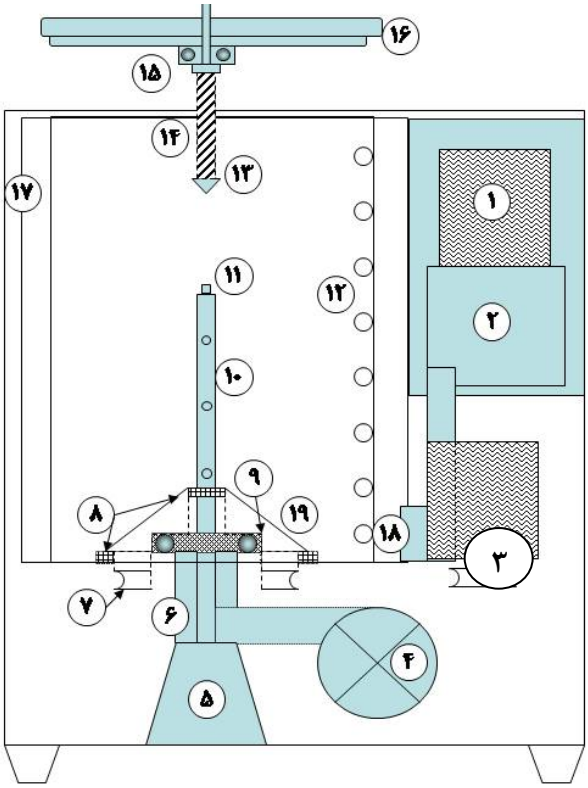
مرحله سوم طراحی دستگاه با توجه به ابعاد فیلتر های موجود و ساده کردن مکانیسم های سیستم جهت سهولت تأمین قطعات مورد نیاز و کاهش هزینه های ساخت بوده که براساس جدول شماره ۱ دستگاه قادر به تنظیف و تست فیلتر های دستگاه های مندرج در جدول می باشد.

جدول ۱: ابعاد فیلتر های قابل تنظیف وتست توسط دستگاه

نوع هواکش	مدل دستگاه	قطرداخلی**(mm)**	ارتفاع**(mm)**	ارتفاع عمق **(mm)**
فیلتر داخلی	لودر ولو **L90** و تراکتور **MF399**	۱۰۰	۳۸۰	–
فیلتر خارجی	لودر ولو **L90** و تراکتور **MF399**	۱۱۷	۳٦۲	۳٥٤
فیلتر (تکی)	موتور جوش	۹۰	۳۲۰	–
فیلتر داخلی	تراکتور والترا۸٤۰۰	۱۰۰	٤۲٥	–
فیلتر خارجی	تراکتور والترا۸٤۰۰	۱۲٥	۳۸٥	–
فیلتر داخلی	گریدر و بلدوزر **D65** کوماتسو	۹٥	۳٤۰	۳۰٥
فیلتر خارجی	گریدر و بلدوزر **D65** کوماتسو	۱۳۳	۳۸۰	۳۳۸
فیلتر خارجی	بیل دوو **H200**	۱۳٥	٤۱۰	۳۷٥
فیلتر خارجی	ولوو **N10-N12**	۲۰۰	۳٥٥	۳۰۰
فیلتر داخلی	بلدوزر **D6** کاتر پیلار	۱٥۰	۳۳۰	۲۹۹
فیلتر خارجی	بلدوزر **D6** کاتر پیلار	۲۰۰	۳۳۰	–
فیلتر داخلی	بلدوزر **D155** کوماتسو	۱٦۰	٤٤۰	–
فیلتر خارجی	بلدوزر **D155** کوماتسو	۲۰۰	٤٦۰	–

نتایج و ساخت دستگاه

مرحله چهارم شامل مونتاژ دستگاه با استفاده از قطعات طراحی شده و موتور های الکتریکی راه انداز بود که مطـابق شکل شماره ۵ دستگاه آماده بکار گردید. قطعات متشکله نیز بصورت زیر نام گذاری شد:



۱-موتور مکنده

۲- محفظه جمع آوری سـیلیس و گـرد و غبـار و آلودگی

۳- موتور چرخنده سانتریفوژ

٤- دمنده هوا

۵- پایه نگهدارنده دمنده و لوله هوارسان

٦- نشیمنگاه بلبرینگ چرخنده

۷- پولی سیستم چرخنده

۸- کاسه نمد گازبندی

۹- بلبرینگ محور چرخنده

۱۰- لوله هوارسان

۱۱- نازل هوارسان بالا

۱۲- روزنه خروج سیلیس از محفظه چرخنده

۱۳- مرغک مرکز دهنده بالا فیلتر

۱٤- فنر فشاری مرغک

۱۵- بلبرینگ کف گرد درب

۱٦- درب درام

۱۷- محفظه مکش(جمع آوری موقت غبار)

۱۸- روزنه اصلی مکنده در محفظه مکش

۱۹- صفحه مخروطی چرخنده

شکل۵: قطعات متشکله دستگاه تنظیف فیلتر هواکش

روش کار سیستم بدین ترتیب است که فیلتر بصـورت عمـودی و از طـرف دهانـه خروجـی بـر صـفحه مخروطـی چرخنده قرار گرفته سپس درب محفظه که شامل مرغک مرکز دهنده فیلتر نیز هست در محل خود نصب می گـردد. در صورتیکه هواکش صحیح قرار گرفته باشد، نوک مرغک در سوراخ انتهایی فیلتر که در دستگاههای مختلف جهت عبور پیچ مرکزی فیلتر تعبیه شده، مستقر می گردد. وظیفه مرغک مرکزیت دادن به بالای فیلتر(در اصل پشت فیلتـر) است. صفحه مخروطی دوار در قسمت پایین نیز که وظیفه اصلی آن چرخاندن فیلتر است، به کمک سطح مخروطـی خود پایین فیلتر(دهانه فیلتر) را مرکزیت می بخشد. مرغک توسط یک میله فولادی امکان حرکت رفت و برگشتی را داراست و این امکان را فراهم نموده تا بتوان فیلتر های استوانه ای بـا ارتفاعـات مختلـف از۳۲۰ تـا٤٦۰ میلیمتـر را

توسط دستگاه تنظیف نمود. یک فنر فشاری نیز وظیفه فشردن نوک مرغک بدرون سوراخ انتهایی فیلتر را دارد. طبیعتا با بزرگتر شدن هواکش و افزایش ارتفاع فیلتر این فنر فشرده تر شده و به استقرار بهتر فیلتر های با جرم بالاتر در مرکز دوران کمک می کند.

مرغک، میله فولادی و فنر به هنگام چرخش فیلتر، با آن می چرخند. امکان این چرخش را یک بلبرینگ کف گرد متصل به درب درام فراهم می کند.

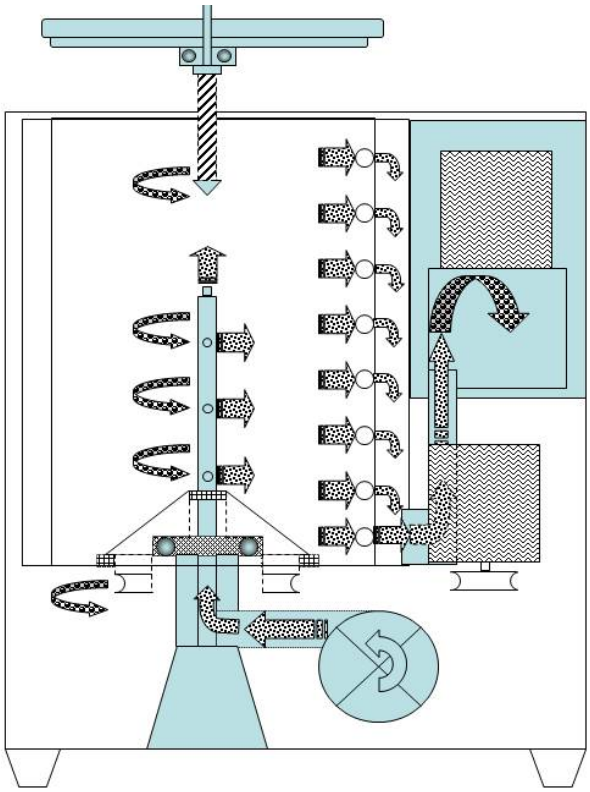
حال با فشار دادن دکمه استارت چرخنده به مدت ۳۰ ثانیه می چرخد. همزمان با این چرخش مکنده و دمنده نیز شروع بکار نموده ولی زمان کار آنها ٤٠ ثانیه می باشد. بدین معنی که زمان دور گیری در ابتدای و ایست در پایان کار چرخنده جزو زمان کار سیستم دمش و مکش هوا می باشد.

البته امکان توقف کامل سیستم در صورت ضرورت توسط یک کلید توقف نیز در نظر گرفته شده است.

با شروع دوران چرخنده ذرات سیلیس نشسته بر دیواره صافی بر اثر نیروی گریز از مرکز به سمت دیواره درام پرتاب می گردد. که همزمان با این عمل سیستم مکنده از طریق مجاری تعبیه شده در دیواره درام ذرات سیلیس را مکیده و وارد محفظه مکش می کند. پس از ورود محفظه مکش، ذرات دیگر قابلیت برگشت به سوی فیلتر را ندارند و امکان نشست غبار بر دیواره آن بوجود نمی آید. در این مرحله مکنده ذرات سیلیس را از قسمت تحتانی محفظه مکش به داخل کیسه زباله خود کشیده و در آن نگهداری می کند.

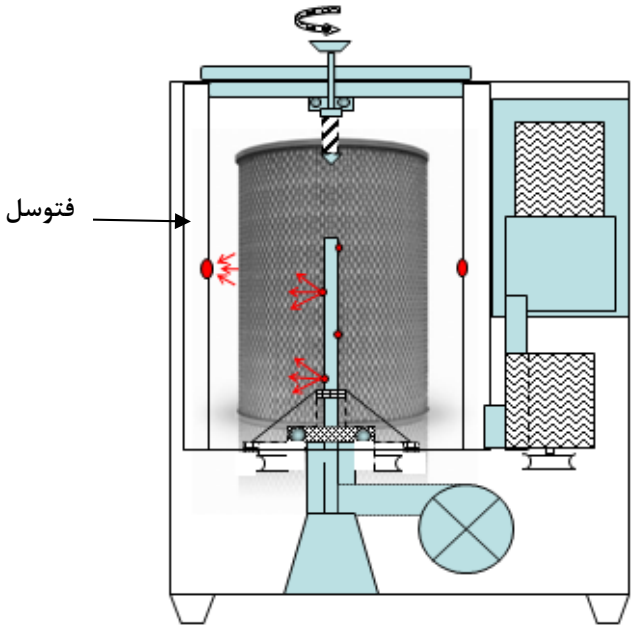
اما در راستای این عمل به جهت هدایت بیشتر ذرات به سمت مکنده و جداسازی بهتر ذرات از لایه های فیلتر وهمچنین جلوگیری از بوجود آمده خلأ نسبی درون فیلتر، سیستم دمنده نیز فعال بوده و با دمش هوای نیمه فشرده حدود ۳ اتمسفر بدرون فیلتر، ذرات نشسته بدرون منافذ وحتی لایه داخلی فیلتر را به سمت خارج رانده و باعث باز شده روزنه های فیلتر می گردد. این فشار تنها جهت جداسازی ذرات سیلیس از لایه خارجی و یا خروج آنها از داخل فیلتر به خارج کفایت نموده و هرگز باعث گشادی روزنه ها در اثر عبور هوای فشرده نخواهد شد.

سیستم دمنده شامل یک بلوور و لوله هوا رسان است. لوله هوارسان دارای چهار سوراخ در دیواره خود بوده که بصورت چپ و راست تعبیه شده است. این سوراخها کار هدایت هوای نیمه فشرده را بدرون محفظه فیلتر بر عهده داشته و بصورت یکنواخت فشار داخلی فیلتر را از محیط خارجی آن بیشتر می کند. در انتهای لوله هوارسان یک سوراخ، کار هدایت هوا را به سمت بالا برعهده داشته که به منظور تقسیم حجم هوا بطور یکنواخت در همه سوراخ ها، تنگ تر طراحی و ساخته شده است.(شکل ٦)

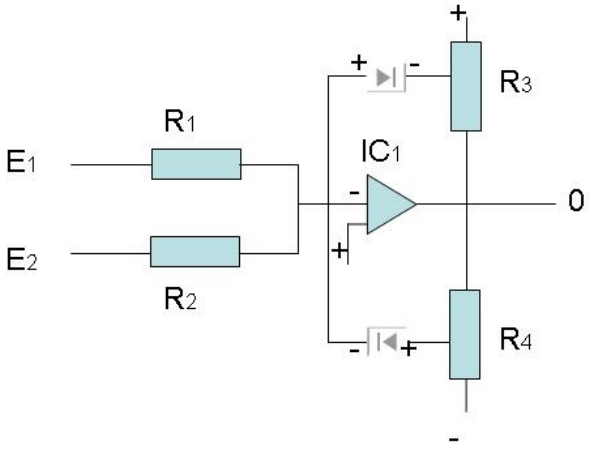


شکل ٦: جهت جریان هوا و چرخش فیلتر در دستگاه تنظیف

روش تست و آزمایش فیلتر پس از تنظیف با استفاده از روش اپتیک صورت می پذیرد. بمنظور اینکار چهار منبع نور **LED** درطول لوله هوارسان نصب گردیده که با تولید نور قرمز رنگ دیواره داخلی و درون هواکش استوانه ای را تابش می کند. نور از روزنه های فیلتر به خارج نشت می نماید و توسط دو سلول فتوالکتریک که در دیواره درام نصب گردیده حس می شود. این سلولها در میانه درام و در مقابل هم تعبیه شده بطوریکه فیلتر در میان آنها واقع می شود(شکل شماره ۷). سلولها با حساسیت تحریک یکسان بکار گرفته شده و تنظیم گردیده است. یک مدار مقایسه گر وظیفه مقایسه نور تابیده شده به هر سلول را برعهده داشته که درصورت تحریک بیشتر یک سلول با نمایشگر و بوق هشدار، منفذ غیر معمول در مسیر آن سلول شروع به کار می کند(شکل شماره ۸). تنظیمات اولیه سلول ها توسط فیلتر های نو و استاندارد مورد تایید کارخانه سازنده ماشین صورت گرفته و میزان گذر نور برای هر سلول بطور مساوی در حافظه گنجانده می شود. با تحریک هر سلول که وظیفه کشف منافذ را دارد، می توان مسیر منافذ را نیز جستجو نمود. درجه حساسیت توسط ولوم مدرج شده مخصوص این کار تنظیم می شود. در صورت تحریک مساوی سلول ها به هنگام چرخش فیلتر با دست که توسط میله فولادی مرغک صورت می گیرد، مشخص می شود منافذ موجود در حالت عادی است و استفاده از فیلتر بلامانع است.



شکل ۷: تابش نور بدرون فیلتر و تحریک سلول فتو الکتریک جهت تست هواکش دردستگاه



شکل ۸: مدار مقایسه گر سلول های فتو الکتریک تست فیلتر هواکش

نتیجه گیری

۱-هزینه ساخت دستگاه بالغ بر یک میلیون و پانصد هزار ریال است که با توجه به حذف یک کمپرسور هـوای ۲۵۰ لیتری با قیمت ٤/٥ میلیون ریال، هزینه ثابت عملیاتی این دستگاه یک سوم روش معمول خواهد شد.

۲-باتوجه به اینکه مجموعه توان مصرفی دستگاه ۲/۳ کیلو وات و زمان انجام هر تنظیف برابر ٤۰ ثانیه بوده، به ازای تنظیف روزانه فیلتر ٤٥ دستگاه فعال، تنها انرژی برابر ۱/۱٥ کیلو وات ساعت مصرف می گردد که در مقایسه با توان مصرفی روشهای تنظیف معمول برای این تعداد فیلتر(۱۳/٥ کیلو وات ساعت) ۱۲ مرتبه کمتر است.

۳-در این دستگاه خطای نیروی انسانی در نحوه تنظیف فیلتر مؤثر نیست.

٤-زمان تنظیف ۱۸ مرتبه کمتراز زمان روش معمول است.

٥-در این روش جهت تنظیف تعداد ٤٥ فیلتر، تنها به ۳۰ دقیقه زمان مفید و ٤٥ دقیقه کل کار نیاز است. در صورتیکه در روش های معمول با احتساب راندمان ٦۰٪ ، ۲ نفر روز نیروی انسانی جهت این تعداد فیلتر مصرف می گردد.

٦-هر فیلتر می تواند در اندک زمانی پس از تنظیف و بدون جابجایی آن از لحاظ ایجاد روزنه های ناخواسته که سبب فرسودگی فیلتر می شوند، تست شده و با اطمینان خاطر از فیلتر در دستگاه استفاده نمود.

۷-کاغذ صافی در این روش معیوب نشده و پاره نمی شود. در حالیکه در روش معمول اکثر فیلترها بر اثر بر خورد هوای فشرده با کاغذ صافی دچار پارگی می گردند.

۸- در این دستگاه فیلتر صرفاً از طرف داخل به بیرون تنظیف شده و امکان برگشت گرد و غبار به لایه های داخلی فیلتر وجود ندارد.

مراجع

۱- ح، ایزد پناهی، اصول کار موتورهای بنزینی و دیزل، انتشارات سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران، ۱۳٦۱.

۲- م، ترکی و ذوقی، اصول روانکاری، ترجمه، انتشارات پژوهشگاه صنعت نفت ایران، ۱۳۷۱.

۳- ا، شفیعی، اصول ماشینهای کشاورزی، ترجمه، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.

4. Webster, J, Automotive Diesel Engines, American Technical Publishers, Inc, 1982.

5. Sears, F, W, Thermodynamics, the Kinetic Theory of Gases and Statistical Mechanics, Addison-Wesley, Reading, Mass, 1953

6. Anderson, D, p, Wear particle Atlas. prepared for Advanced Technology office support Equipment Engineering Department Naval Air Engineering Center Lakehurt, New Jersey 08733, 1982.

7. Boldt, K., and Hall, B. R, Significance of test for Petroleum Products, ASTM, Philadelphia, PA, 1977.

8. Dikenson, C, F, Filter and Filtration handbook, 2nd Edition, The trade & Technical press limited, 1987.

9. Masoudi, A, Utilization of plant Condition monitoring with reference to the Iranian construction industry, Department Of Mechanical Engineering university of Swansea, 1994.

10. Hunt, D, Farm Power and Machinery Management, 6th Edition, The Iowa State Collage Press, Ames, Iowa, 19, 1990.

11. Masoudi, A, Evolution of Wear Debris Analysis Techniques with Reference to Iranian Construction Industry, Applications Mechanical Engineering University College of Swansea, 1991.