بسم الله الرحمن الرحیم

درآمدی بر فیلتر هوای خودرو

نویسنده:
ایمان کوچکی

۱۳۹۷

سرشناسه:	کوچکی، ایمان، ۱۳۶۳-
عنوان و نام پدیدآور:	درآمدی بر فیلتر هوای خودرو/نویسنده ایمان کوچکی.
مشخصات نشر:	تهران: نشر بید، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری:	۱۰۲ ص.
شابک:	۹۷۸ ـ ۶۲۲ ـ ۹۵۳۵۹ ـ ۴ ـ ۳
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیپا
یادداشت:	کتابنامه.
موضوع:	هوا -- تصفیه -- وسایل و تجهیزات
موضوع:	Air -- Purification -- Equipment and supplies
موضوع:	صافی‌های هوا
موضوع:	Air filters
رده‌بندی کنگره:	TD۸۸۹/ک۹د۴ ۱۳۹۷
رده‌بندی دیویی:	۶۲۸/۵۳
شماره کتاب‌شناسی ملی:	۵۵۳۸۴۱۳

انتشارات بید

تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، کوچه مهدی‌زاده، شماره ۲۷، واحد ۱۲

تلفن: ۰۹۰۲۴۸۶۸۹۵۶ – ۶۶۴۷۹۶۱۵ – ۶۶۴۳۵۶۳۷

درآمدی بر فیلتر هوای خودرو

نویسنده: ایمان کوچکی

• چاپ اول: ۱۳۹۷ **• شمارگان:** ۱۰۰۰ نسخه **• ناشر:** بید

شابک: ۹۷۸ ـ ۶۲۲ ـ ۹۵۳۵۹ ـ ۴ ـ ۳

قیمت: ۳۸,۰۰۰ تومان

تمامی حقوق این اثر محفوظ است.

تقدیم به روح پاک پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم

و به مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر

معرفی شرکت اطمینان فیلتر دِز
واحد تولیدی فیلتر سازان سبزینه

مقدمه

سال‌ها پیش با گامهایی کوچک در حوزه خلاقیت و نوآوری پا به عرصه صنعت نهادیم و با حرکتی مستمر و هدفمند در راستای چشم انداز کشور، قدم در اشتغال زایی و اعتلای صنعتی نهادیم و با توجه به افزایش توان اجرایی، کیفیت و مشتری مداری توانستیم امروز جزو بهترین های کشور باشیم.

درباره شرکت

شرکت اطمینان فیلتر دز با شماره ثبت ٤٩٧٧٤٣ و با نام تجاری فیلتر سازان سبزینه از سال ۱۳۸۷ با مدیریت جناب آقای ایمان کوچکی در زمینه طراحی، ساخت و فروش خطوط مختلف تولید فیلترهوای خودرو با بهره گیری از علم روز و خلاقیت‌های نوآورانه آغاز به فعالیت نمود و در سال۱۳۹۰ به صورت رسمی کار خود را در سطح کشور ادامه داده و با تلاش‌های شبانه روزی و طرحهای اشتغال زا توانست در امر تحقیق و توسعه و مشتری مداری قدمی هر چند کوچک در اعتلای صنعتی ایران اسلامی بردارد.

کیفیت و تلاش برای جلب اطمینان و رضایت قلبی مشتریان، چراغ راهنمای کلیه برنامه ریزی‌های خرد و کلان این شرکت بوده و کسب گواهینامه‌های مختلف در نظام مدیریت کیفیت نشان دهنده خلاقیت تیم طراح و زحمات بی دریغ مهندسین و کارشناسان توانمند ایرانی در این زمینه و داشتن

واحد خدمات پس از فروش مدون و منظم و امکان ارائه سرویس گارانتی اولیه و خدمات پس از فروش حداکثر ظرف مدت ٤٨ ساعت بعد از برقراری تماس مشتریان در سراسر کشور یکی دیگر از امتیازات این شرکت می‌باشد. آنچه همواره در طول سالها سرلوحه فعالیت مدیریت اطمینان فیلتر دز قرار گرفته، گامی هرچند کوچک در راستای بهبود کیفیت و افزایش توان اجرایی در امر خوداشتغالی و کارآفرینی و ارائه خدمت به صنعت کشور بوده است.

مفتخریم که توانستیم در طول مدتی کوتاه و البته مسیری دشوار، افتخارات ملی و بین المللی را در کارنامه این شرکت ثبت کرده و به خود ببالیم که این فعالیت را در کشور عزیزمان ایزان اسلامی بنا نهادیم و از خدای متعال شاکریم که راه ترقی را پیش روی ما نهاد که برای شهر و وطنمان افتخار آفرین باشیم.

استانداردها

← اخذ گواهینامه‌های استاندارد بین المللی از کشور کانادا با اعتباربخشی کشور آمریکا:

- ✓ ISO 9001: 2008 (استاندارد بین المللی مدیریت و کیفیت)
- ✓ ISO 10004: 2010 (استاندارد بین المللی رضایتمندی مشتری)
- ✓ ISO 50001: 2011 (استاندارد بین المللی مدیریت انرژی)

افتخارات

← برگزیده کنگره پیشتازان کیفیتدر عرصه تولید ملی

در مرداد 1392 در سالن بین المللی صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران کنگره ای با نام پیشتازان کیفیت در عرصه تولید ملی با حضور دبیر کل انجمن کیفیت ایران، دبیر کل جامعه کیفیت، موسسه استاندارد ایران، مرکز تأیید صلاحیت ایران، نمایندگان مجلس شورای اسلامی، اساتید دانشگاه، مسئولین اتاقهای بازرگانی و صنایع و معادن، مسئولین بلند پایه کشوری در حوزه صنعت معدن و تجارت، مسئولین وزارت کار، رفاه و تعاون اجتماعی و .... برگزار شد.

این کنگره سالانه از بین شرکتها و موسسات تولیدی و خدماتی یک صد مدیر برتر کشور را در حوزه کیفیت انتخاب و مورد تشویق مقامات لشکری و کشوری قرار می‌گیرد، بدین منظور تندیسی به عنوان یادبود اهدا می‌شود که خود نشان دهنده کیفیت و مدیریت منظم شرکت اطمینان فیلتر دز می‌باشد.

←برگزیده همایش بزرگ فن آفرینان و کارآفرینان برجسته ایران

همایش بزرگ فن آفرینان و کارآفرینان برجسته ایران در شهریور ۱۳۹۲ با حضور کارآفرینان، مخترعان، اساتید دانشگاه، اندیشمندان، مسئولین بلند پایه لشکری و کشوری از جمله اعضای تشکلها و انجمنهای مرتبط با کار و کارآفرینی، مسئولین وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، مسئولین وزارت صنعت معدن و تجارت و برخی بزرگان دیگر در سالن همایشهای بین المللی صدا و سیمای جمهوری اسلامی برگزار گردید.

این همایش سالانه یکبار در کشور با ارزیابی از بین مدیران موفق و کارآفرینان برجسته با محوریت اعتلای رسالت کارآفرینی و نیز بررسی ابعاد ، معرفی و ایجاد فنون و حرفه‌های جدید در صنعت، تجارت و خدمات کشور برگزار می‌شود که شرکت

اطمینان فیلتر دز جزو شرکت های برجسته در حوزه کارآفرینی در میهن اسلامی شناخته شد و از مقامات کشوری تندیس افتخار دریافت نمود.

← برگزیده همایش استاندارد ملی ایران

همایش استاندارد ملی ایران در شهریور ۱۳۹۲ در سالن همایش های بین المللی صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران با حضور وزیر محترم صنعت، معدن و تجارت، ریاست محترم اتاق بازرگانی، صنایع و معادن و کشاورزی ایران، ریاست محترم مجمع استاندارد و کیفیت اسلامی، ریاست محترم انجمن مدیران صنایع و عضو هیئت رئیسه اتاق بازرگانی تهران، ریاست محترم سازمان ملی استاندارد و جمعی از اساتید و مقامات لشکری و کشوری برگزار شد.

این همایش در راستای سه محور استاندارد، کیفیت و تولیدات موفق سالانه یکبار در کشور برگزار می‌شود که شرکت اطمینان فیلتر دز با کارشناسی و ارزیابی هیئت محترم تائید صلاحیت ایران موفق به دریافت لوح تقدیر و تندیس افتخار در این مراسم ویژه گردید.

←نشان ویژه و لوح برگزیده همایش آرمان های شش شعار ملی مقام معظم رهبری در سال ۱۳۹۲

همایش آرمان های شش شعار ملی مقام معظم رهبری در سال ۱۳۹۲ به همت دبیرخانه مجمع تشخیص مصلت نظام ، وزارت صنعت معدن و تجارت ، انجمن مدیران صنایع ، کنسرسیوم صنعت ایران ، خانه تعاونگران ایران ، مرکز مطالعات پژوهش های بازرگانی ، اتاق صنعت و تجارت اسلامی در مرکز همایش های صدا و سیمای ملی جمهوری اسلامی با حضور مسولین کشور برگزار شد .

در این همایش چهره های اقتصادی و علمی در بخش های خصوصی و دولتی حضور داشتند.

در پایان همایش از تلاشهای صورت گرفته در جهت پیشبرد آرمان های شش شعار ملی توسط شرکت اظمینان فیلتر دز در قالب اهدای لوح سپاس و نشان ویژه تقدیر بعمل آمد.

←برگزیده سمینار بین المللی مدیریت راهبردی کسب وکار

همایش بین المللی مدیریت راهبردی کسب و کار(MBA) با رویکرد فرهنگ ارتباطات و مذاکرات تجاری در تمدن سازمانی پنج شنبه ۲۶ دی ماه سال ۱۳۹۲ در سالن همایش های بین المللی صداسیما با هدف "ارتقا مهارتهای کاربردی و دانش عملیاتی مدیران کسب و کار ایران " در مرکز همایش های بین المللی صدا و سیما برگزار گردید در این همایش جمعی از مدیران کسب و کار، کارآفرینان و اساتید دانشگاه های سراسر کشور و مقامات بلند پایه حضور داشتند که در این هم اندیشی به واکاوی مدل راهبردی کسب و کار ایران و تاثیر ارتباطات و مذاکرات تجاری در توسعه برندهای ایرانی پرداختند.

← دریافت معتبرترین جایزه کسب و کار اروپا (جایزه کاردینلی Cardineli (Awards

جایزه کاردینلی هرساله توسط بنیاد کاردینلی ایتالیا برای بنگاههای معتبر سراسر دنیا ارسال می‌گردد .

در بیست و پنجم ژانویه هر سال نیز در سالروز تولد "استیفان کاردینلی ("کارآفرین صاحب نام ایتالیایی)از منتخبین جهت حضور در جشن باشکوه کاردینلی در شهر رم دعوت به عمل می‌آید .بنیاد کاردینلی تاکنون برای صدها شرکت صاحب نام در سراسر جهان تندیس کاردینلی صادر نموده است .شرکت‌های معرفی شده به بنیاد توسط بازرسین ممیزی شده (مشابه فرایند ممیزی که در مورد استانداردهای سری ISO صورت می‌گیرد)و در پنج حوزه؛ کیفیت محصولات یا خدمات -مشتری مداری- تحقیق و توسعه - ایمنی و بهداشت -خلاقیت و نوآوری ارزیابی می‌گردند.

نتیجه ارزیابی توسط سرممیزان ارشد کاردینلی بازبینی شده و در صورت تأیید ایشان فرم درخواست صدور جایزه تکمیل و برای بنیاد ارسال می‌گردد .جایزه صادر شده به صورت مستقیم از کشور ایتالیا و از طرف بنیاد کاردینلی برای شرکت صاحب امتیاز ارسال خواهد شد .جایزه کاردینلی از قدیمیترین و معتبرترین جوایز اروپا در حوزه کسب و کار بوده که در بسیاری از کشورهای دنیا با عنوان" کارآفرینان آینده سازان برتر "شناخته شده است .هرساله نماینده خاورمیانه کاردینلی از شرکت‌های منتخب خاورمیانه بازدید نموده و از نزدیک با فعالیت آنها آشنا می‌گردد.

شرکت اطمینان فیلتر دز با بررسی‌کارشناسان و بازرسان مورد تأیید موسسه کاردینلی ، ممیزی شده و در حوزه خلاقیت و نوآوری توانست جام زرین را از کشور ایتالیا دریافت نماید و افتخاری دیگر را در کارنامه خود به ثبت برساند.

← خدمات شرکت اطمینان فیلتر دز

- مشاوره در خصوص نصب و راه اندازی کلیه دستگاه های تولید فیلتر هوا
- مشاوره در خصوص استاندارد سازی خطوط تولید وبهینه سازی محصولات
- کارشناسی ساخت و تعمیر تمامی دستگاه های تولید فیلتر هوا
- ساخت و راه اندازی دستگاه چین کن و چسب زن تیغه ای و غلطکی

- ساخت و راه اندازی دستگاه نیمه اتوماتیک و تمام اتوماتیک
- آموزش ساخت فیلتر هوا با تمامی دستگاه های ساخت شرکت اطمینان فیلتر دز
- تامین تمام مواد اولیه مرغوب

مجوزهای شرکت اطمینان فیلتر دز

- دارنده پروانه کسب و کار از هیات عالی نظارت بر سازمان های صنفی کشور
- دارنده مجوز مشاوره راه اندازی کسب وکارهای کوچک و بازاریابی از سازمان فنی حرفه ای کل کشور
- تنها دارنده مجوز آموزش ساخت و تولید فیلتر هوای خودرو در کشور از سازمان فنی حرفه ای
- تنها دارنده گواهی ثبت،پروانه انتشار و مجوز تکثیر نرم افزار آموزشی تولید فیلتر هوا در کشور
- اعطای گواهی نامه بین المللی ساخت و تولید فیلتر هوا از سازمان فنی حرفه ای

ارتباط با شرکت اطمینان فیلتر دز

www.filtersazanesabz.com

filtersazanesabz

filtersazan@yahoo.com

@filtersazanesabz

021-44283918
09128956549

پیش گفتار

مبحث فیلتراسیون در صنایع خودرو بسیار متنوع می‌باشد؛ از این روی کتابی که در اختیار دارید سعی بر این دارد که بطور ویژه در مورد مبحث فیلتراسیون هوا در موتورهای خودرو صحبت کند .ذرات گرد و غبار وارد شده به موتور به دلیل فیلتراسیون ضعیف هوا می‌تواند باعث خوردگی شدید شوند، که در نهایت ممکن است منجر به خرابی زودرس موتور شوند. با وجود اهمیت فیلتراسیون در سیستمهای موتوری، متاسفانه شناخت اندکی از ضرورت فرآیند فیلتراسیون در آحاد جامعه وجود دارد.

فهرست

فصل اول: معرفی فیلترهای هوا ۲۰

مقدمه ۲۲
آلودگی هوا و ذرات معلق ۲۲
موتورها با هوای تمیز راحت‌تر نفس می‌کشند ۲۴
تهویه هوا ۲۶
محدودیت فضای محل فیلتر هوا ۲۷
گرایشات آینده ۲۸
فیلتر هوا ۲۹
مروری بر تحقیقات صورت گرفته برروی فیلترهای هوا ۳۰
فیلترهای هوای کابین خودرو ۳۲
فیلترهای هوای داخل موتور ۳۳
کاغذ فیلتر ۳۴
فوم ۳۴
حمام روغن (مخزن روغن) ۳۶
حمام آب (مخزن آب) ۳۶
منابع ۳۷

فصل دوم: مبانی فرآیند فیلتراسیون ۳۸

اصول اولیه فیلتراسیون ۴۰
فیلتراسیون چیست؟ ۴۰
مکانیزم های حبس ذرات آلاینده ۴۱
جلوگیری مستقیم ۴۱
پل زدن ۴۲
غربال کردن ۴۲
بهم فشردگی یا اینرسی ۴۳
جلوگیری ناشی از نفوذ ۴۳
اثرات الکتریکی- جنبشی ۴۴
انباشت گرانشی ۴۴

تکنولوژی فیلتراسیون ٤٤
فیلتر ورودی هوای موتور ٤٤
مواد سلولزی ٤٥
مراحل تولید کاغذهای سلولزی ٤٧
مواد غیربافتی- مصنوعی ٤٨
مراحل تولید منسوجات غیربافتی ٤٩
مرحله یکپارچه سازی منسوجات ٤٩
مراحل تولید مواد غیربافتی مصنوعی ٤٩
ویژگی‌های فنی یک ماده فیبری ٥٠
فرآیند فیلتراسیون ٥١
تشکیل توده ذرات در داخل فیلتر : ظرفیت حبس ذرات گرد و غبار ٥١
بازده فیلتراسیون ٥٣
تعریف ٥٣
پارامتر β ٥٥
روش‌های آزمون :استانداردها ٥٦
نیازمندی‌های مواد فیلتر هوا ٥٦
پارامترهای مرتبط با مواد ٥٦
پارامترهای فیلتر ٥٦
نتیجه گیری ٦٠
منابع ٦٠

فصل سوم: عوامل تاثیرگذار بر عملکرد فیلترها ٦٢

مقدمه ٦٤
محیط موتور ٦٤
سایش موتور توسط ذرات گرد و غبار ٦٥
عوامل تاثیرگذار بر عملکرد فیلتر هوا ٦٧
افت فشار ٦٧
بازدهی فیلتر ٧٠
پدیده جذب دوباره ذرات گرد و غبار ٧١
روش‌های تجربی ٧٢
نتیجه گیری ٧٩
منابع ٨٠

فصل چهارم: فوم‌های پلی یورتان ۸٤

مقدمه ۸٦
تاریخچه ۸۷
تولید فیلتر هوای خودرو با فوم پلی یورتان ۸۹
انواع کاربردهای پلی یورتان ها ۹۱
پوشش لوله ۹۱
پوشاک ۹۲
لوازم برقی ۹۲
خودرو ۹۳
ساخت و ساز ۹۳
کامپوزیت چوب ۹٤
الکترونیک ۹٤
مبلمان ۹٤
پزشکی ۹٤
منابع ۹٥

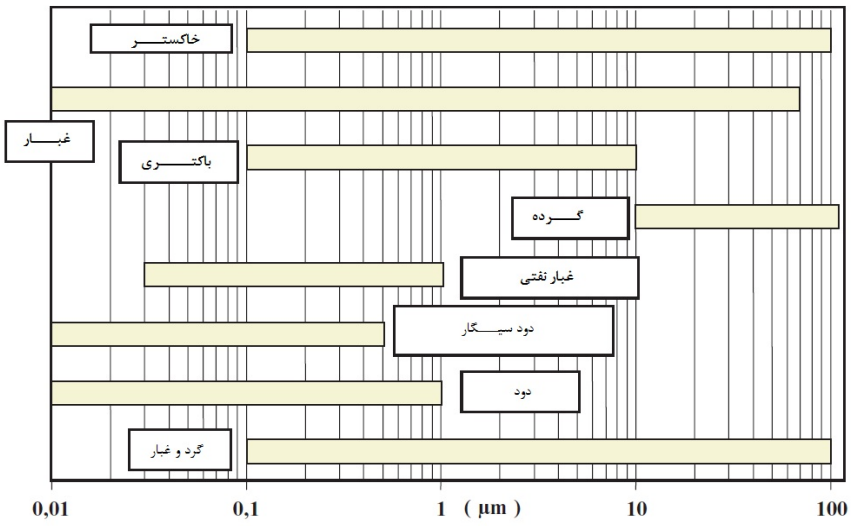
فصل اول

معرفی فیلترهای هوا

مقدمه

آلودگی هوا و ذرات معلق

ذرات آلاینده در واقع ناخالصی‌هایی هستند که از منابع بیشمار وارد شده و انواع مختلفی از جمله ذرات گرد و غبار ارگانیک و معدنی و همچنین دوده های ناشی از احتراق ناقص را شامل می‌شوند. (شکل۱)



شکل ۱ .دسته بندی ذرات آلاینده هوا بر اساس سایز ذرات.

با این وجود، آن‌ها فقط به عنوان ذرات جامد ظاهر نمی‌شوند، بلکه ممکن است در شکل مایع نیست وجود داشته باشند، به عنوان یک مثال مهم، فیلتراسیون قطرات روغن ناشی از گازهای احتراق در سیستم تهویه کارتل روغن و همچنین قطرات آب خروجی از سوخت دیزلها بسیار ضروری است.

در حال حاضر، آلودگی هوا که شامل ذرات جامد[1] (PM) بسیاری می‌باشد، به عنوان چهارمین عامل پرخطر برای سلامتی انسان و همچنین خطرناک‌ترین خطر زیست محیطی به حساب می‌آید. امروزه دود ناشی از اگزوز خودروها تاسیسات و کارخانه‌ها به عنوان منابع آلودگی ساخته دست بشر و همچنین گرد و خاک و آتش سوزی جنگل‌ها به عنوان منابع آلودگی طبیعی، دو منبع مهم ایجاد آلودگی در محیط زیست به حساب می‌آیند .ذرات معلق ناشی از منابع آلودگی ساخته دست بشر، مخصوصاً

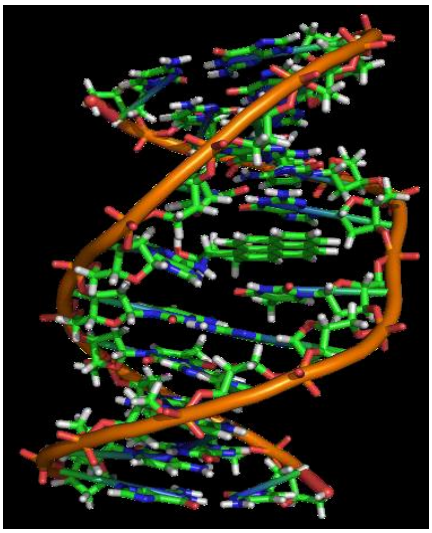
1 particulate matter

در تاسیسات یا دستگاه‌هایی که با فرآیندهای احتراق همراه هستند، تولید می‌شوند و عموماً در محدوده ی ابعادی بسیار ریزی بوده و متاسفانه این مراکز تولید آلودگی در نزدیکی محل‌های پرجمعیت مثل شهرها فعالیت دارند .بیشترین گزارشات متداول در زمینه آلودگی هوا که توسط دولت و مراکز مردم نهاد [1] منتشر شده، حکایت از وجود ذرات ریز جامد با محدوده ابعادی ۲/۵میکرون و ریزتر از آن (PM2.5و ذراتی با ابعاد۲/۵تا10 میکرونPM10) در محیط زیست اطراف شهرهای صنعتی دارند .

در سال 2005 سازمان سلامت جهانی(WHO[2]) یک دستورالعمل کیفیت هوا(AGO)[3] را منتشر کرد؛ این دستورالعمل شامل محدودیت‌های قرار گرفتن در معرض ذرات PM2.5 و PM10بود که متأسفانه اخیراً، خطر ذرات موجود در اتمسفر شدیدتر شده به ذراتی با اندازه یک میکرون و کمتر از آن(PM) رسیده است .یک میکرون یک هزارم یک میلیمتر است که در علم پزشکی این ذرات خطرناکترین ذراتی هستند که ما تنفس می‌کنیم و متاسفانه روز به روز به سمت تولید ذرات معلق کمتر از یک میکرون پیش می‌رویم.

بدن انسان دارای یکسری سیستمهای دفاع طبیعی در مقابل ذرات معلق درشت می‌باشد (مانند موهای بینی و غشاءهای مخاطی). اگرچه، این سیستمهای دفاعی چندان هم در مقابل ذرات معلق ریز چندان هم کارآمد نبوده و این ذرات به راحتی توانایی رساندن خود به شِش ها را دارند. ذرات ریز کمتر از یک میکرون، به راحتی می‌توانند به شش‌ها و به اجزاء ریز مهم شش) آئولن(نفوذ کنند. ذرات خیلی ریز که

1 NGOs
2 World health Organization
3 air quality guidelines



ذرات فوق ریز یا نانو ذرات نامیده می‌شوند، قادرند آئولن را نیز پشت سر گذاشته و خود را به خون در حال گردش و در نهایت ، به اندام‌های حیاتی مثل قلب و مغز برسانند. بررسی صورت گرفته توسط محققین انگلیسی که در سال۲۰۱۶ منتشر شد، نشان داد که در مغز برخی افراد یکسری ذرات فوق ریز فلزی (کوچک‌تر از ۰/۱ میکرون) یافت شده که ناشی از ذرات آلاینده فوق ریز در هواست و ارتباط مستقیمی با بیماری آلزایمر دارد.

بعد از انجام بررسی‌های مختلف مشخص شد که این ذرات ریز فلزی در معرض دمای بالا بوده‌اند که آنهم ناشی از احتراق چرخه سوخت در موتورهای دیزلی می‌باشند.

بعلاوه، برخی از تحقیقات صورت گرفته در سال ۲۰۱۶ نشان می‌دهد که گروهی از مواد شیمیایی تحت عنوان هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH) [1] نیز براثر احتراق ناشی از نفت، گازوئیل، ذغال سنگ، چوب و سایر مواد آلی در طبیعت یافت شده‌اند .مواد سمی موجود در PAH قادرند سبب جهش در DNA انسان شده و منجر به سرطان شوند .این رفتار تحت عنوان جهش زا [2] شناخته می‌شود .مواد PAH می‌توانند در قالب ذرات یا در شکل مولکولی وجود داشته باشند، اما اغلب این مواد بر روی سطوح ذرات PM1چسبیده‌اند.

با توجه به مطالب بالا، می‌توان به ضرورت استفاده از فیلترهای هوا پی برد؛ از جمله مهمترین مزایای استفاده از انواع فیلترها و تهویه‌های هوا در دنیای امروز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

✓حذف ذرات ریز

✓کاهش سطح حضور مواد PAH در اتمسفر محیط (مخصوصاً محیطهای شهری)

موتورها با هوای تمیز راحت‌تر نفس می‌کشند

محصولات تصفیه هوا در موتورهای جدید برای اطمینان از عملکرد مطلوب موتور بر بهبود فرآیند جذب ذرات تمرکز کرده‌اند.

1 Polyaromatic hydrocarbons
2 mutagenicity

تصفیه هوای خوب، بخش جدایی ناپذیر از عملکرد مناسب موتور خودرو است .خارج کردن ذرات گرد و غبار، خاک، برگ و غیره از هوایی که از طریق موتور جریان دارد، مانع از سایش زود هنگام و رسوب در قطعاتی مانند شارژرهای توربو، کولرهای هوا، دیواره‌های سیلندر، حلقه‌های پیستون و یاطاقان می‌شود. تولیدکنندگان فیلتر هوا به تحقیق و توسعه فناوری‌های جدید برای افزایش ظرفیت نگهداری گرد و خاک، راندمان حذف ذرات و کاهش محدودیت جریان هوا در جهت بهبود عملکرد موتور ادامه می‌دهند.

اکثر تولیدکنندگان موتور دیزلی برای حذف ذرات، نیازمند فیلترهای هوا با حداقل کارآیی ۹۹/۹۹% هستند، این را جان ویک، مدیر توسعه جهانی تجارت سیستم‌های تصفیه هوا و CCV در بخش راکور شرکت پارکر هانیفین، شهر مودستو کالیفرنیا، می‌گوید. برای تعیین کارآیی، تولیدکنندگان دولتی ISO 5011 و J726C SAE میزان ذراتی که فیلتر جمع آوری می‌کند را اندازه گیری می‌کنند.

نوع مواد مورد استفاده در یک فیلتر هوا اولین گام برای اطمینان از طراحی یک فیلتر کارآمد می‌باشد. یک روش برای بهبود کارایی فیلتر از طریق استفاده از تکنولوژی نانوفیبر است. نانوفیبر قطری فوق العاده ریز دارد که می‌تواند به فیلتر که معمولاً از مواد کاغذ مانند ساخته می‌شود اضافه شوند، تا کارآیی پره‌ها برای جریان هوای بیشتر را افزایش دهد.

به عنوان مثال، فیبرهایی که در تکنولوژی نانوفیبری پروتورا [1] در فیلترهای بالدوین[2] استفاده شده، اندازه فیزیکی متوسط 90 نانومتر دارند. در بسیاری از فیلترهای هوای استفاده شده در این شرکت، نانو فیبرها، پره‌های فیلتراسیون را قادر به جذب آلاینده‌ها در سطح زیرمیکرون می‌سازد .ریچ پالمر، معاون فروش تجهیزات اصلی در شرکت فیلترهای بالدوین، در شهر کرینی [3] ایالت نبرسکا، می‌گوید :مزیت " تکنولوژی نانوفیبری"یک راندمان اولیه بالاتر و افت فشار کمتر است که برابر است با به یک فیلتر کارآمدتر با طول عمر زیادتر.

با پیاده سازی موتورهای رده چهارم تحولات جدید پره های فیلتراسیون نیز انجام شده است .

1 ProTura nanofiber technology
2 Baldwin Filters
3 Kearney

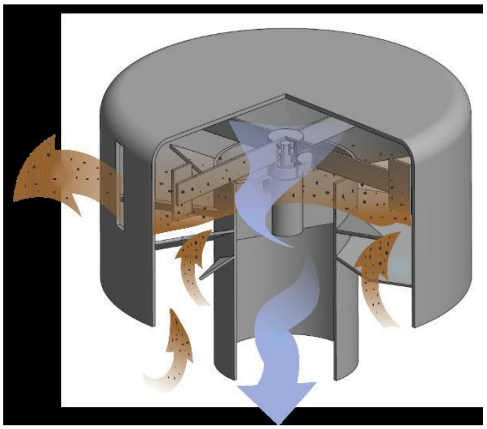
پالمر می‌گوید :دو تغییر عمده در این تحولات، افزایش جریان هوا و دمای عملیاتی بالاتر می‌باشد . او می‌گوید" برای جریان هوا، الزامات مورد نیاز بیشتر موتورها به طور قابل توجهی افزایش یافته است (برخی از آنها به میزان 20 ٪ یا بیشتر .)

درعین حال، افزایش دمای داخل کاپوت، استفاده از مواد جدید برای پره‌های فیلتراسیون را که بتواند با دماهای بالاتر مقاومت کند، ضروری ساخته است.

اندرو شپرد، مسئول مدیریت بازار جهانی در شرکت هالینگورس و وس، شهر والپول، ماساچوست نیز می‌گوید :صنعتگران در حال پیاده سازی برخی از استانداردهای اروپایی برای مقاومت در برابر سوختن پره‌ها (SR) [1] و بازدارندگی شعله(FR) [2] جهت بهبود ایمنی وسایل نقلیه است .شپرد یادآور می‌شود که همه افزودنی های صنعت FRو SR یکسان نیستند .مهم است که اطمینان حاصل شود که مواد افزودنی مورد استفاده در پره‌ها بعد از خیس شدن به عملکرد ادامه خواهند داد، به خصوص برای فیلترهای هوا که معمولاً برف و باران را جذب می‌کنند.

پالمر می‌افزاید که این نوع مواد معمولاً در لیفتراک‌های عملیاتی در انبارها به دلیل احتمال آتش سوزی و سوختن یک جز از فیلتر هوا یافت می‌شوند .عملیات‌های استخراج از معادن زیرزمینی از این نوع مواد در هنگام کار در محیط‌های خطرناک، جایی که امکان احتراق و آتش گرفتن گازها در یک منطقه بسته وجود دارد، سود می‌برند.

تهویه هوا



به عنوان یک وسیله جانبی برای از بین بردن آلاینده‌ها از جریان هوا، بسیاری از فیلترها از تهویه استفاده می‌کنند .درحالی که فیلترهای هوا به طور فیزیکی فیلتر کرده و هوای ورودی را به دام می‌اندازند، تهویه‌ها آلاینده‌های مضرر را از هوا جدا و دفع می‌کنند .یک سری از پره‌ها درون تهویه، جریان هوا را در هنگام عبور به گردش در می‌آوردند .زمانیکه هوا در حال چرخش

1 smolder resistance (SR)
2 flame retardency (FR)

است، ذرات گرد و غبار و سایر آلاینده‌ها به لبه‌های بیرونی یک پره هدایت شده و به محیط بیرون رانده می‌شوند .سپس هوای تمیزتر به فیلتر هوا راه پیدا می‌کند، جاییکه مابقی ذرات فیلتر می‌شوند ."مایک اندرسون، مدیر تولید در واحد تجاری شرکت دونالدسون[1]، می‌گوید: تهویه‌ها نیاز کمی به سرویس دهی دارند چون آلاینده‌ها را جمع آوری و ذخیره نمی‌کنند ."معمولاً در ابتدای سیستم القای هوا قرار می‌گیرند، یک تهویه می‌تواند در یک فیلتر هوا ترکیب شود یا جزء جداگانه باشد.

بر طبق نظر جان گایتر، مدیر مهندسی صنایع در شرکت لوبر فینر[2] ، شهر آلبیون، ایالت ایله نویز، تهویه‌ها قادر به دفع بیشتر ذرات ،معمولاً بزرگتر از ۳۰ میکرون در هوای جاری هستند ."گایتر می‌گوید: در شرایطی که غلظت گرد و غبار موجود در هوا بالاست، تهویه اکثر ذرات بزرگ را پیش از آنکه شانسی برای رسیدن به فیلتر هوا داشته باشند دفع خواهند کرد .نگه داشتن ذرات بزرگتر دور از فیلتر هوا، زمان سرویس دهی و بهره وری سیستم را افزایش می‌دهد".

اندرسون نیز می‌گوید " تهویه‌ها قادر به جداسازی و حذف۶۰ تا ۹۰درصد گرد و غبار ورودی از هوا هستند .تحقیقات نشان داد که تهویه‌ها عمر فیلتر را تا ۲۰ برابر افزایش می‌دهند، این موضوع به دلیل قابلیت حذف مقدار زیادی از ذرات اولیه در جریان هوا منشاء می‌گیرد .توانایی تهویه در جذب مقادیر زیاد از تکه‌های درشت ذرات سبب می‌شود که به خوبی برای کار در محیط‌های پر از گرد و غبار مناسب باشد .اندرسون می‌افزاید که هرچه کارآیی تهویه بهتر، فیلتر هوا می‌تواند کوچکتر باشد؛ این امر در خوردروهایی که با محدودیت فضا روبرو هستند، از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

محدودیت فضای محل فیلتر هوا

یکی از بزرگترین چالش‌ها برای تولیدکنندگان فیلتر هوا، ساخت فیلتری است که با توجه به تخصیص فشردگی فضاها در وسایل نقلیه هماهنگ باشد .در گذشته، فیلتر هوا به سادگی به بالای کاپوت یا نزدیک به جایی که موتور واقع شده بود نصب می‌شد .با این حال، با طراحی ساده تر از وسایل نقلیه امروزی، که دید بهتری برای اپراتورها فراهم می‌کند، فیلترها در زیر کاپوت جایی که فضای خالی است، قرار داده می‌شوند.

ویک می گوید:"این همیشه یک چالش است که بتوانیم یک فیلتر هوا را کوچکتر بسازیم اما همچنان باید مقادیر بالای جریان هوای مورد نیاز موتورها را نیز در نظر بگیریم."

1 Donaldson Company
2 Luber-finer

پیاده سازی سیستمهای سطح چهارم، به دلیل سیستم‌های بزرگتر پردازش اگزوز و خنک کننده، فضای موجود برای فیلترهای هوا را کاهش داده است .محدودیت فضا در خودروها باعث شده تولیدکنندگان فیلتر هوا، تلاش‌های توسعه محور و تحقیقاتشان را در زمینه تولید فناوری‌هایی که بتوان فیلتر را در ماشین‌ها بصورت کوچکتر جا داد، متمرکز کنند، درحالی که عملکرد فیلتراسیون مشابه قبل یا بهتر باشد .

آندرسون می‌گوید :برای تکنولوژی تصفیه پاورکور[1] ، دونالدسون قادر به طراحی فیلترهای جمع و جور و کارآمد هوا بوده است که می‌تواند ظرفیت سیستم مکش هوا را تا 60 ٪ کاهش دهد.

با این حال، همکاری با یک تولیدکننده تجهیزات اصلی (OEM) [2] یا تولیدکننده موتور می‌تواند به غلبه بر این چالش‌های طراحی کمک کند .گایتر می‌گوید اطلاعات اولیه از یک(OEM) همیشه برای فرایند طراحی مفید است تا اطمینان حاصل شود که فیلترها معیارهای عملکردی و الزامات فضا را برآورده می‌کنند .

او یادآور می‌شود که شرکت در اوایل فرایند طراحی، کار با مهندسین برق را اغلب به مدت سه تا چهار سال، برای تعیین عملکرد اولیه و مشخصات ابعادی برای سیستم تصفیه هوا آغاز می‌کند.با این وجود، این‌ها تقریباً همیشه تغییر می‌کنند چون که فضای موجود به دلیل درگیری با اجزای دیگر بر سر فضا تغییر می‌کند.

گرایشات آینده

استفاده از محفظه‌های پلاستیکی برای فیلترها در صنعت فیلتراسیون بیشتر درحال برجسته شدن است . ویک و اندرسون می گویند که تغییر از محفظه‌های فلزی به سمت پلاستیکی به دلیل کاهش وزن و صرفه جویی در هزینه است .با این حال، قبل از تصمیم گیری برای استفاده از یک محفظه پلاستیکی یا فلزی برای یک فیلتر، برنامه‌ای که در آن استفاده خواهد شد باید در نظر گرفته شود .در حالی که یک محفظه پلاستیکی می‌تواند به صرفه جویی در هزینه کمک کند، یک محفظه فلزی می‌تواند برای کاربردهای سخت‌تر که در آن لرزش زیادی وجود دارد مفید باشد که می‌تواند عملکرد فیلتر را تحت تأثیر قرار دهد، در صورتی که توسط یک محفظه با دوام تر از آن محافظت نشود.

مواد فیلتراسیون و چگونگی بسته بندی آنها برای تلاش‌های توسعه محور و تحقیقات آینده یک مرکز توجه خواهد بود .ویک می‌گوید برخی از شرکت‌ها در حال دور شدن از بسته بندی مواد فیلتر به

1 Power Core filtration technology
2 Original Equipment Manufacturer

شکل پلیسه دار به سمت آرایش شیاردار هستند .یک طرح شیاردار شبیه به لانه زنبور است و اجازه می‌دهد هوا از طریق فیلتر از یک طرف به طرف دیگر جریان یابد .ویک می‌گوید:برای بهینه ساختن جریان هوا و جمع آوری ذرات، این یک راه برای در محفظه قرار دادن فیلتر است که تلاش می‌کند محدودیت خود فیلتر را با قرار دادن در کوچکترین بسته ممکن، کاهش دهد.

به طور کلی، بهره وری بهبود یافته و ظرفیت نگهداری ذرات همچنان به عنوان یکی از محرک‌های اصلی طراحی فیلتر هوای موتور،در حال حاضر و در آینده به نظر می‌رسد تا عملکرد موتور و خودرو بهینه شود.

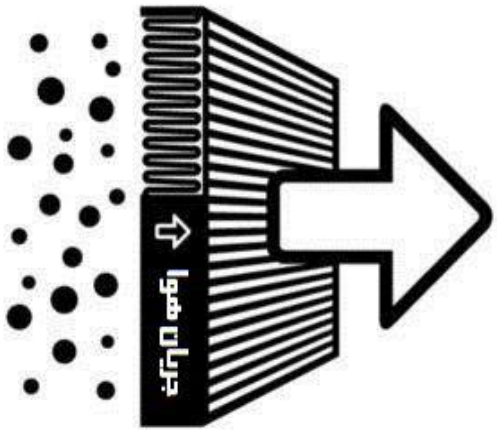
فیلتر هوا

امروزه توجه به مسائل زیست محیطی در بسیاری از علوم فراگیر شده است.

در صنایع اتومبیل، کیفیت فیلترهای هوا به دلیل نقش مهم آنها در جلوگیری از آلودگی محیط زیست، دارای اهمیت زیادی هستند؛ زیرا فیلترهای هوا با حذف گردوغبار و ذرات روغن، هوای پاکیزه مورد نیاز برای عمل احتراق در موتور را تأمین می‌کنند .فیلترهای هوای خودرو در یک دامنه معینی از نفوذپذیری، بهترین عملکرد را دارند و عواملی مانند نوع الیاف مورد استفاده، ماهیت و ویژگیهای رزین، مشخصه‌های فرآیندی در طی فرآیند تولید (مانند دما، زمان و روش اعمال رزین)در تولید فیلترهایی با نفوذپذیری مناسب اهمیت دارند.

با توجه به اهمیت بالایی که فیلتر هوا برای خودرو دارد، اما از ارزانترین قطعات خودرو به حساب می‌آید که این ارزانی در نتیجه ساختار نسبتاً ساده آن محسوب می شود.

فیلتر هوا یک دستگاه متشکل از مواد فیبری است که ذرات معلق مانند گرد و غبار، انواع باکتریها را از هوای ورودی حذف می‌کند. برخی از فیلترها حاوی جاذب یا کاتالیزور مانند زغال) کربن(هستند که ممکن است گاز و یا سایر آلاینده های گازی مانند ترکیبات آلی فرار یا اوزون را نیز حذف کنند.



فیلترهای هوا در تجهیزاتی که کیفیت هوا در آنها از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد، مانند سیستم‌های تهویه و انواع موتورها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در برخی از ساختمان‌ها و یا هواپیما و دیگر محیط های انسانی یا محیطهای ساخت انسان (مانند خودروها)به منظور تصفیه هوا از آلاینده‌های محیطی: از فوم، کاغذ پلاستیکی و یا فیلترهای فایبر گلاس استفاده می‌کنند .روش دیگر، استفاده از الیاف یا عناصر با بار الکتریکی استاتیک به منظور جذب ذرات گرد و غبار، می‌باشد.

مروری بر تحقیقات صورت گرفته برروی فیلترهای هوا

امروزه بررسی‌های پرشماری در زمینه انواع جدید فیلتر برای خودروهای مختلف در جریان است که در ادامه به طور خلاصه اشاره ای به بعضی از آنها خواهد شد .در سال ۱۹۶۰ آقای کرجان و همکارانش کاغذ فیلتر هوا و روش‌های ساخت آن را مورد بررسی قرار دادند .در این بررسی تاکید اصلی بر روی ساخت کاغذ مناسب برای تولید فیلتر هوای خودروهای درونسوز بود .عامل تشویق کننده برای انجام این بررسی، تمایل خودروسازان برای ورود هوایی بدون غبار آلاینده‌های بیرونی به درون موتور خودرو عنوان شد .در این اختراع از الیاف پوست چوب سرخ[1] در ساخت فیلتر هوا استفاده شده بود .طول این الیاف به طور میانگین در حدود ۶/۳۵ تا ۹/۵۳ میلیمتر بودند، ولی طول برخی از الیاف آن در حدود ۱۲/۵میلیمتر نیز عنوان شده بود .قطر الیاف این چوب 50 تا 80 میکرون می‌باشد .به علاوه، الیاف این چوب استوانه ای بوده و اغلب به علت بالا بودن میزان لینگنین، بسیار سخت می‌باشند .روش پیشنهادی برای ساخت کاغذ از این چوب، روش قلیایی بود .در این روش لیف‌ها (فیبرها)را برای دو ساعت با فشار بخار 75 PSI در ۰/۵ تا 1 درصد محلول هیدروکسید سدیم قرار می‌دهند .در انتهای فرآیند ساخت، کاغذ فیلتر به طور آزمایشی در خودروهای درونسوز مورد استفاده قرار گرفت و نتیجه آن عبور بهتر هوا و ماندگاری بهتر ذرات غبار بر روی فیلتر بوده است.

1 Red Wood

در سال 1978 آقایان پارکر و سندون مراحل ساخت مواد سازنده فیلتر هوا را ابداع کردند .آنان روش ساخت فیلترهای هوا را از چسب‌های پلیمری ترکیبی و شبکه الیاف ارائه کردند .این روش شامل ایجاد یک شبکه نبافته یا نمدی[1] از الیاف و پوشانیدن الیاف با یک لایه از ماده تثبیت کننده می‌باشد که در اثر فشردن شبکه الیاف، فیلتر چسباننده از هم گسیخته شده و الیاف در لحظه گسیختگی ،در هم می‌روند .میزان ماندگاری، قابلیت کنترل نفوذپذیری، ثبات ابعادی، مقاومت در مقابل فرسودگی و پایداری ابعادی نیز مورد بررسی قرار گرفت .

در سال 1987 نیز آقایان بکمن و هاکانسون یک نوع کاغذ فیلتر حلقوی تخت را ابداع کردند .در این کاغذ فیلتر، الیاف به صورت نامنظم در کنار یکدیگر قرار گرفته بودند و کاغذ تولیدی آغشته به رزین فنولیک شده بود تا مقاومت در برابر فشار هوا افزایش و کشیدگی آن کاهش یابد.

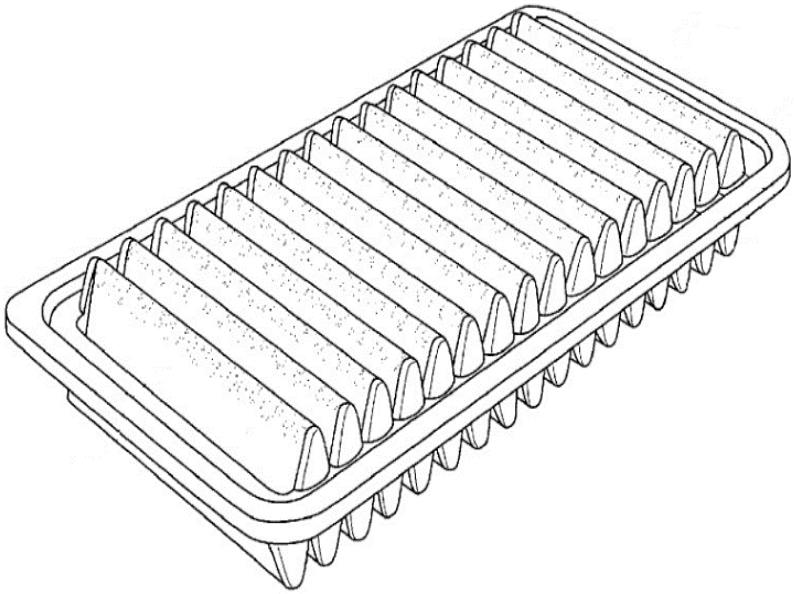
سه سال بعد یعنی در سال 1990 آقای جونز در مورد فیلترهای چند لایه بررسی‌هایی انجام داد . ساختارهای چند لایه ای برای استفاده در ساخت فیلترهای سیال [2] مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند . این ساختارها، دارای لایه هایی از پودر با چگالی بالا دارند که در اثر گرمادهی به صورت لایه ای شده و به عضوی در فیلتر چسبانده می‌شوند که سفتی را در فیلتر تأمین می‌کند .وی همچنین روش هایی برای ساخت این گونه فیلترها را ارائه نمود .فیلترهای لایه ای برای ورود هوا به موتورهای درونسوز استفاده می‌شوند.

در سال 2002 آتسومی و همکارانش فیلتر هوایی را طراحی کردند که سه سال بعد توسط آتسوشی سوزوکی در 2005 تکمیل و به بازار عرضه شد .در این اختراع، فیلتر هوا دارای سه لایه بود؛ لایه اول با مواد چرب اشباع شده و لایه دوم که ویژگی مانع شوندگی چربی را داشته و به نام لایه ضد چربی معروف است و درنهایت سومین لایه که با مواد چرب اشباع نشده است .عبور چربی به لایه سوم با لایه ضد چربی کنترل می‌شود. این فیلتر نیز باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش مؤثر در جذب ذرات کربن می‌شود .لازم به یادآوری است که لایه ضد چربی به صورت لایه بسیار نازکی بین دولایه دیگر قرار گرفته است.

آقای سوزوکی و همکارانش در 2005 فیلتر هوایی طراحی و ابداع کردند که به طرز قابل ملاحظه‌ای ذرات کربن را در خود نگاه می‌داشت .این فیلتر دارای دو لایه بوده که لایه رویی موسوم به فیلتر اولیه با مواد چرب اشباع شده است و لایه دومی که بر روی سطح زیرین لایه اول قرار گرفته، به عنوان لایه

1 Non woven
2 Fluid Filter

ضد چربی است .لایه اول در مقایسه با لایه دوم به دلیل اشباع با مواد چرب، از چگالی بالاتری برخوردار است .فیلتر تولید شده دارای عمر کارکردی بالا بوده و به نسبت قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش هزینه‌ها می‌شد.در سال۲۰۰۶ آقای هام در ابداع خود، امکان ساخت فیلتر هوای قابل بازیابی را مورد بررسی قرار داد .این نوع فیلتر از یک چهارچوب ارتجاعی و یک کاغذ فیلتر که درون آن جاسازی شده است، تشکیل شده بود. (شکل ۲) کاغذ فیلتر به صورت کنگره ای و انعطاف پذیر درون چهارچوب نصب شده بود،که کناره‌های آن به لبه‌های چهارچوب چسبانده شده بود .



شکل ۲ .فیلتر ساخته شده توسط آقای هام.

در سال 2007 نیز آقایان ساندت و پیتزن روشی را برای ساخت کاغذ خود نگهدار فیلتر چین خورده (خود پشتیبان)ابداع کردند .در این روش، سامانه ای از چین‌ها در فضای فیلتر استفاده می‌شود و دستکم یک نوار تقویت کننده بر لبه‌های صفحه چین خورده چسبانده می‌شود.

فیلترهای هوای کابین خودرو

فیلتر هوای کابین به طور معمول یک فیلتر کاغذی-پلاستیکی است که در خارج از هوای ورودی برای صندلی خودرو (محفظه مسافر) قرار می‌گیرد .برخی از این فیلترها مستطیل شکل و مشابه فیلتر هوای احتراق هستند، برخی دیگر به طور منحصر به فردی مناسب و ویژه برای وسایل نقلیه ساخته شده اند .

اولین شرکت خودروسازی که که از یک فیلتر مصرفی (فیلتر یکبار مصرف)برای تمیز کردن سیستم تهویه استفاده کرد، شرکت نشَ موتورز [1] بود که در سال 1940 معرفی شد .

این فیلتر به عنوان یک محصول جانبی نسبتاً جدید برای تجهیزات خودرو، غالباً نادیده گرفته می‌شود .فیلترهای آلوده یا کثیف می‌تواند به طور قابل توجهی جریان هوا از دریچه‌های کابین را کاهش دهد و از آنجا که دمای هوای کابین بستگی به میزان جریان هوا از طریق مرکز بخاری، تبخیر کننده و یا هر دوآنها دارد، می‌توانند تا حد زیادی کارآیی و اثربخشی تهویه مطبوع خودرو و عملکرد حرارت (گرمایشی) را کاهش دهند.

فیلترهای هوای داخل موتور

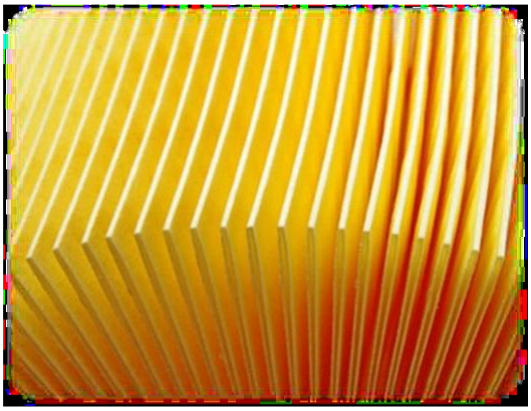
فیلتر هوای احتراق از جذب و ورود ذرات ساینده که باعث فرسایش مکانیکی و آلودگی روغن می‌شوند، به سیلندر موتور جلوگیری می‌کند. بیشتر وسایل نقلیه از یک فیلتر (کاغذی-پلاستیکی) در قالب پانل تخت استفاده می‌کنند. این فیلترها معمولاً در داخل یک جعبه پلاستیکی به بدنه دریچه گاز وصل می‌شود. وسایل نقلیه قدیمی‌تر که از کاربراتور یا از سیستم دریچه گاز، تزریق سوخت استفاده می‌کنند، معمولاً از یک فیلتر هوای استوانه ای با قطر حدوداً ۶ اینچ ۱۵۰ (میلی متر)و یا ١٦ اینچ ٤١٠ (میلی متر)استفاده می‌کنند؛ این نوع فیلتر استوانه‌ای در بالای کاربراتور یا دریچه گاز قرار می‌گیرد و به

1 Nash

طورمعمول در یک ظرف فلزی یا پلاستیکی هستند که ممکن است در ورود هوای سرد و یا گرم مشارکت کرده و با یک درب فلزی یا پلاستیکی محافظت می‌شود .در حالت کلی به این دسته از فیلترهای هوا، پاک کننده هوا [1] می گویند .

کاغذ فیلتر

به دلیل کارآیی بالا، قابلیت سرویس شدن آسان و مقرون به صرفه بودن، کاغذهای فیلتر هوا انتخاب منحصر بفردی به عنوان تهویه هوای موتور خودروها می‌باشند. واژه "کاغذ" تا حدودی گمراه کننده می‌باشد و پره‌های فیلتر که از آن به عنوان کاغذ فیلتر نام برده می‌شود

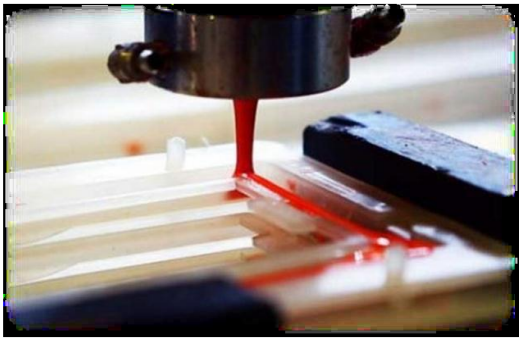


با کاغذهایی که برای نوشتن و یا بسته بندی استفاده می‌شوند، تفاوت دارند .کاغذ فیلتر هوا، از جمله متخلخل ترین کاغذهای فیلتر موتور است .به دلیل ویسکوزیته کم هوا، نیروی اعمال شده بر کاغذ فیلتر هوا (توسط ذرات گرد وغبار)، کمتر از کاغذهای روغن یا سوخت است . این کاغذ دارای وزن پایه 100 تا g/m200 و بسیار متخلخل است .این کاغذ را می‌توان با استفاده از الیاف بلند، که بخشی از آن‌ها مرسه ریزه شده‌اند (یعنی با اسید تیمار داده شده تا فرم استوانه ای و پایداری را به خود بگیرد)، تولید نمود .اغلب فیلترهای هوای مورد استفاده برای ماشین آلات سنگین نظیر ماشین های خاکبرداری، در گروه جداگانه با عنوان فیلترهای ویژه هوای خیلی آلوده یا فیلترهای پر دوام تقسیم بندی می‌شود.

فوم

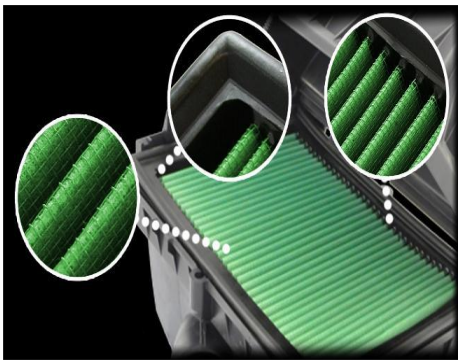
از مواد فوم پلی یورتان در بعضی از فیلترهای هوای خودرو استفاده می‌شود. فوم در گذشته به طور گسترده‌ای در دستگاه‌های تصفیه هوا در موتورهای کوچک بر روی چمنزارها و دیگر تجهیزات قدرت

1 air cleaner



(تجهیزات برقی)مورد استفاده قرار می‌گرفت، اما به طور عمده در این کاربردها، فیلتر کاغذی خودرو جایگزین فومهای روغنی شده‌اند .در حال حاضر، فیلترهای فوم هنوز هم در کمپرسورهای هوا تا 5 اسب بخار مورد استفاده قرار می‌گیرند . بسته به درجه و ضخامت فوم مورد استفاده، یک فیلتر فوم مرغوب روغن می‌تواند حداقل محدودیت جریان هوا و یا ظرفیت جذب بسیار بالای گرد و خاک را به همراه داشته، به طوری که مزیت دوم سبب انتخاب گسترده این فوم‌ها در موارد رانندگی در بیابان‌ها [1] و دیگر مکان‌هایی که میزان گرد و خاک بالایی دارند، شده‌اند .همچنین با بالارفتن گرد و غبار محبوس در فیلترهای فومی، تغییر قابل محسوسی در محدودیت جریان هوا رخ نمی‌دهد .

پشم پنبه ای روغن) گاز پنبه روغن کاری شده(در تعداد زیادی از فیلترهای هوای خودرو در قالب خدمات پس از فروش، به عنوان اقلام با کارایی بالا مورد استفاده قرار می‌گرفت. در گذشته، گاز پنبه‌ای استفاده محدودی در فیلترهای هوای خودرو داشت. با این وجود، از زمان معرفی نسخه‌های اس اس شرکت آبارت ، شرکت تابعه فیات، فیلترهای گاز پنبه ای را به عنوان فیلترهای OE تهیه می‌کنند.



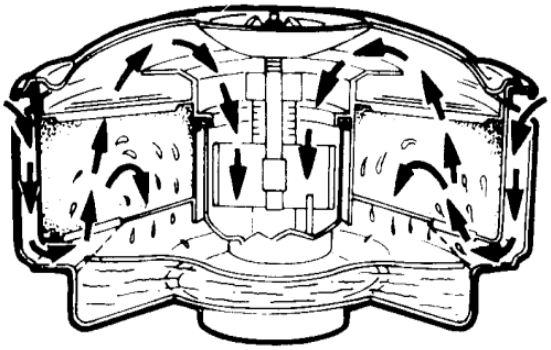
شبکه فولاد ضدزنگ یکی دیگر از نمونه‌هایی است که اجازه عبور گسترده هوا را می‌دهد. شبکه فولاد ضدزنگ مِش گونه با تعداد مختلفی از مِشها، دارای یک استاندارد فیلتراسیون متفاوتی می‌باشد. در یک موتور اصلاح شده، کمبود فضا برای یک فیلتر هوای مخروطی شکل سبب شده تا برای اطمینان از عدم ورود ذرات به موتور از طریق توربو، از یک فیلتر ساده (فولاد ضد زنگ) را استفاده کنند.

1 off-road

حمام روغن (مخزن روغن)

یک دستگاه تهویه حمام روغن شامل: یک مخزن حاوی حجمی از روغن و یک بخشی که با الیاف، مش، فوم و یا یک فیلتر دیگر پر شده است .هنگامی که دستگاه تهویه مونتاژ می‌شود، بخشی که با مواد فیلتر پر شده است، فاصله کمی با مخزن روغن دارد؛ به طوریکه لبه کناری آن بخش با کناره مخرن تماس دارد .این آرایش یک مسیر پیچ و خم را ایجاد می‌کند که از طریق آن هوا باید در یک سری مسیرهای U شکل حرکت کند:

از طریق فاصله بین لبه‌های قسمت پرشده با مواد فیلتر و مخزن بالا می‌رود، از طریق فاصله بین دیوار بیرونی قسمت پرشده و دیواره داخلی مخزن پایین می‌آید و در نهایت دوباره از میان مواد پرشده در قسمت اصلی مواد فیلتر بالا می‌رود این مسیرهای U شکل، هوا را با سرعت اولیه بسیار زیاد در سطح مخزن به جریان در می‌آورند .ذرات بزرگتر و سنگین تر گرد و خاک موجود در هوا قادر به حرکت در این مسیرهای U شکل نبوده، در نتیجه به داخل روغن افتاده و در ته مخزن اصلی ته نشین می‌شوند .در مقابل، ذرات سبکتر و کوچکتر به وسیله مواد پرشده فیلتر گیرافتاده و همچنین با قطرات روغنی که با جریان هوا در حرکت هستند آغشته شده و روغنی می‌شوند. تا اوایل سال ۱۹۶۰ میلادی، تهویه‌های حمام روغن به طور گسترده ای در موتورهای خودرو و موتورهای کوچک به کار گرفته می‌شدند، تا اینکه با ورود و گستردگی صنعت کاغذ فیلتر، استفاده از آنها به مرور زمان محدود شد .با این وجود در حال حاضر این چنین تهویه هایی با مخزن روغنی در مواردی که سطوح بالایی از گرد و خاک وجود دارند، نظیر رانندگی در بیابانها، همچنان مورد استفاده قرار می‌گیرد .یکی از عمده مزایای استفاده از این چنین تهویه هایی عدم افت چشمگیر کارآیی تهویه در محل های پرگرد و خاک می‌باشد.



حمام آب (مخزن آب)

در اوایل قرن بیستم (حدود 1900 تا 1930) ، تهویه هوا حمام آب در برخی از وسایل کاربردی (اتومبیل، کامیون، تراکتور و موتور قابل حمل و ثابت)استفاده می‌شد .مکانیزم عملکردی آن‌ها تقریباً

مشابه تهویه های حمام روغن بوده است .از جمله نمونه های استفاده از این نوع تهویه‌ها می‌توان به تراکتورهای شرکت فوردسان [1] اشاره کرد .در دهه1940 ، طراحی و استفاده از تهویه های حمام روغن به دلیل عملکرد بهتر در فرآیند فیلتراسیون جایگزین تهویه های حمام آب شدند.

منابع

[1] Air Filtration and Solutions, Camfil Clean Air Solutions, www.camfil.com.

[2] Purchas Derek, B., and K. Sutherland, 2001. Handbook of Filter Media. Elsevier Science & Technology Books. 553p.

[3] California Environmental Protection Agency Air Resources Board. Retrieved 12/14/2016.

[4] Kurjan H.L., 1960. Air Filter Paper and Method of Making Same. US Patent Number: 2928765.

[5] Parker R.B., and R.R., Saindon, 1978. Process of Making Air Filter Fabric. US Patent Number: 4112037.

[6] Backman S., and H., Hakanson, 1987. Method of Making Filter Paper. US Patent Number: 4710402.

[7] Jones R.L., 1990. Laminated Filters. US Patent Number: 4961974.

[8] Atsumi, U., and J., Suzuki; T., Jo; K., Osaka, 2002. Air Filter. US Patent Number: 6336947 B1

[9] Suzuki, A., and T., Oba; N., Matsushita; K., Suzuki; T., Jo, 2005. Air Filter. US Patent Number: 6843819 B2.

[10] Ham S., 2006. Recyclable Filter. US Patent Number: 6986799 B2.

[11] Sundet D.C., and J.F. Pitzen, 2007. Method of Making Self-Supporting Pleated Filter. US Patent Number: 7217333 B2.

[12]http://vwlarry.blogspot.com/2009/05/ive-been-wanting-to-do-piece-about-this.html

1 Fordson tractor

فصل دوم

مبانی فرآیند فیلتراسیون

اصول اولیه فیلتراسیون

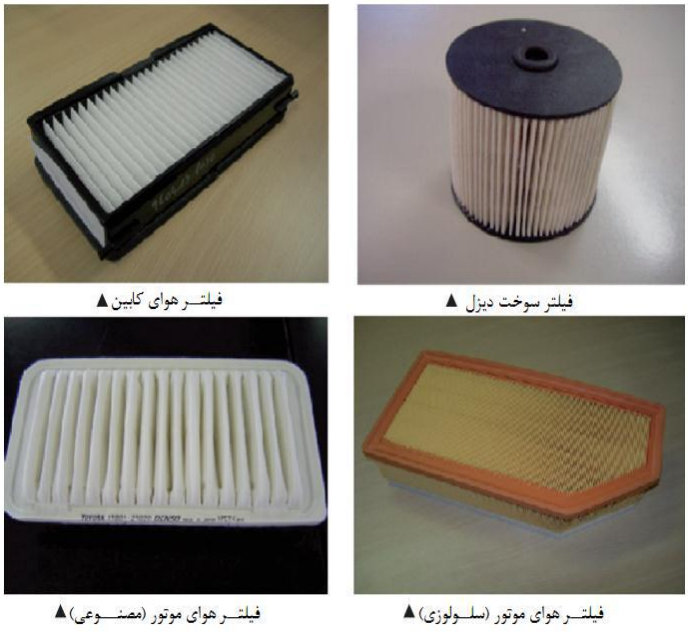
فیلتراسیون چیست؟

فیلتراسیون در صنعت خودرو، یک مبحث متنوعی می‌باشد .همانطوری که در جدول ۱ و شکل ۱ نشان داده شده است، امروزه بسیاری از فیلترها بر روی خودروها نصب شده‌اند. فیلتراسیون هوا متشکل از جداسازی و همچنین حبس ذرات معلق در هوا می‌باشد .میزان سطح کارایی فیلتراسیون بر اساس زمینه عملکرد آن یا میزان هوای پاک تصفیه شده، تعیین می‌شود .در بسیاری از اتومبیل ها از فیلترهای عمیق[1] استفاده شده است. فیلترهای عمیق نوعی از فیلترها می‌باشند که در آنها از موادی با حفره های ریز داخلی به منظور حبس بهتر ذرات معلق در هوای ورودی استفاده شده است .زمانی که غلظت ذرات معلق در هوا به میزان اندک باشد، فیلتراسیون عمیق اقتصادی ترین روش برای تصفیه هوا می‌باشد . هدف از اجزائ و عناصر استفاده شده، جداسازی ذرات فاز جامد از سیال مانند گاز یا مایع می‌باشد . منظور از فیلتراسیون فقط حذف ساده ذرات گرد و غبار نیست، آنهم به دلیل غلظت های بسیار اندک و همچنین ذرات با سایز بسیار ریز آلاینده‌ها می‌باشد.

جدول ۱ :انواع فیلترهای مورد استفاده در خودرو

فیلتر هوا	هوای ورودی موتور
	سیستم ترمز هوا
	تهویه کارتل مخزن روغن
	ورودی هوا موتور
	هوای کابین
	تهویـه مخزن
فیلتر روغن	مایع داخل رادیاتور
	موتور بنزینی
	موتور دیزلـــــی
	روغن گیربکس و روغن هیدرولیک
	روغن موتور

1 depth filter

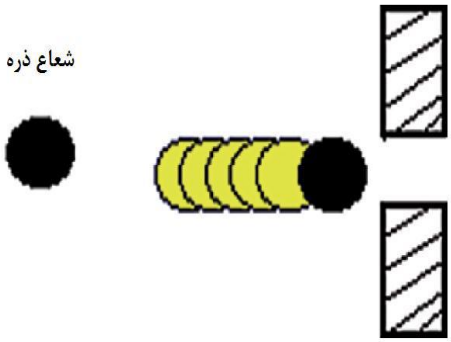


شکل ۱ .نمونه‌هایی از انواع فیلترهای مورد استفاده در یک اتومبیل.

مکانیزم های حبس ذرات آلاینده

حداقل هفت مکانیزم وجود دارد که یک فیلتر به واسطه آن‌ها می‌تواند ذرات را در خود به دام بیاندازد . در هر زمان ممکن، تمامی این مکانیزم ها در یک فیلتر در به دام اندازی ذرات، با یکدیگر تلفیق شده و همچنین با تغییر شرایط عملکردی نیز تغییر کنند .تمامی این مکانیزم ها به تفکیک در ادامه ارائه شده‌اند.

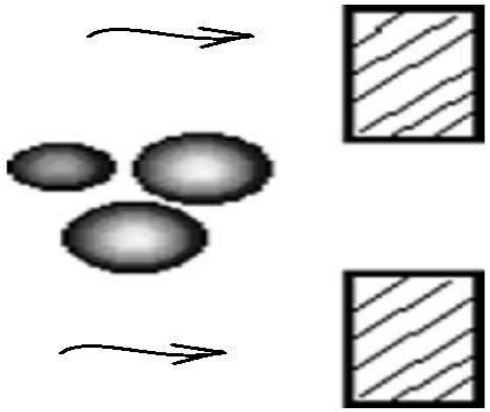
جلوگیری مستقیم



هنگامی که یک ذره به یک ماده فیلتر (که عنوان مانع عمل می‌کند) با حفره ای به فاصله ای تقریباً برابر یا کمتر از شعاع ذرات می‌رسد، به دام انداختن ذره توسط این مکانیزم صورت می‌گیرد. اگر ذرات به یک مانع فیزیکی برخورد کنند، آن‌ها محبوس می‌شوند.

پل زدن

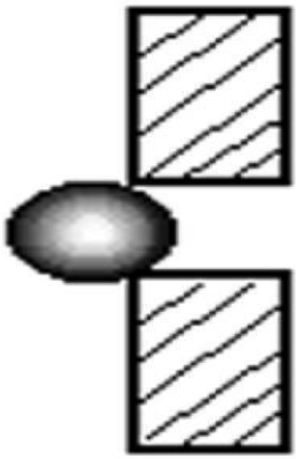
ممکن است که یک ذره به حدی کوچک باشد که جلوگیری مستقیم از ورود آن توسط ماده فیلتر ممکن نباشد. با این حال، احتمال رسیدن به حفره های ماده فیلتر و برخورد همزمان دو ذره سبب گیرکردن و در نهایت انباشت ذرات در پشت حفره ها می‌شود. ذرات آلاینده با رسیدن و برخورد همزمان در پشت حفره ها و یا با چسبیدن به یکدیگر، در مقابل حفره ها یک پلی را تشکیل می‌دهند که در نهایت سبب انباشت بقیه ذرات می‌شود.



پل زدن در مقابل حفره ها ممکن است سبب بسته شدن کامل حفره ها نشده و در نهایت با تبدیل حفره ها به حفره های ریزتر حرکت ذرات را کندتر نماید. انباشت تدریجی ذرات در مقابل حفره ها، مواد فیلتر را به عنوان توده ذرات آلاینده شکل یافته معرفی می‌کنند .این توده ذرات، سبب ایجاد حفراه های ریزتر و فعال شدن مکانیزم جلوگیری مستقیم می‌شود.

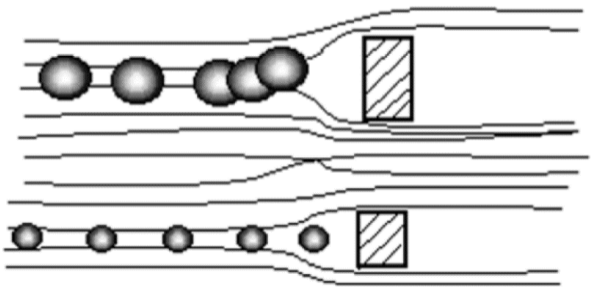
غربال کردن

همانند مکانیزم پل زدن، مکانیزم غربالگری یک مورد خاصی از مکانیزم جلوگیری مستقیم می‌باشد. غربالگری زمانی اتفاق می افتد که سایز حفره های موجود در مواد فیلتر نسبت به قطر ذرات آلاینده محدودتر می‌باشد. در حالت عادی ذرات به حدی درشت هستند که نمی‌توانند از حفره ها موجود در مواد فیلتر عبور کنند. حبس ذرات با مکانیزم غربالگری ذرات ممکن است، هم در روی سطوح و هم در داخل یا عمق ماده فیلتر رخ دهد.



بهم فشردگی یا اینرسی

مکانیزم بهم فشردگی داخلی براساس اصل علمی اینرسی می‌باشد، اصلی که بیان می‌کند یک ذره در حال حرکت تا جایی که عامل بیرونی مانع نشود، به راه خود ادامه خواهد داد .همزمان با عبور ذرات از میان مواد فیلتر، در حالی که سیال از میان مواد فیلتر عبور می‌کند، ممکن است که ذرات با یکسری موانع روبرو شده و حبس شوند.

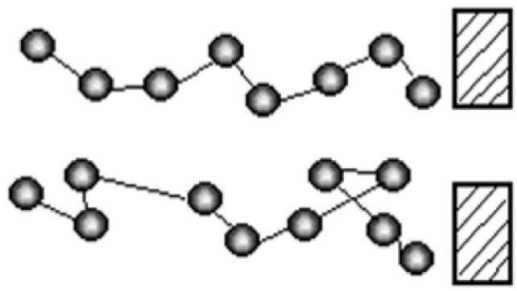


به دلیل نیروی اینرسی اطراف ذرات، این روند تا برخورد بقیه ذرات نیز ادامه پیدا می‌کند. قابل ذکر می‌باشد که ویسکوزیته سیال بر این عملکرد مکانیزم بسیار اثر گذار می‌باشد.

سیالاتی که دارای ویسکوزیته بالا می‌باشند، قدرت کشیدگی ذرات بالاتری را از خود نشان داده، در نتیجه سبب کاهش عملکرد این مکانیزم در به دام انداختن ذرات معلق در سیال در حال حرکت می‌شوند .در مقابل، در سیالاتی که دارای ویسکوزیته پایین‌تری هستند، مانند گازها، مکانیزم بهم فشردگی اینرسی در به دام انداختن ذرات معلق در داخل گازها، مکانیزم با عملکرد بالا و غالب می‌باشد.

جلوگیری ناشی از نفوذ

درواقع این مکانیزم در اصل علمی، حرکت براونی یا حرکت تصادفی ذرات در داخل سیال در ارتباط می‌باشد. این نوع حرکت سبب بهبود مکانیزم های جلوگیری از ورود ذرات به داخل مواد فیلتر می‌شود .



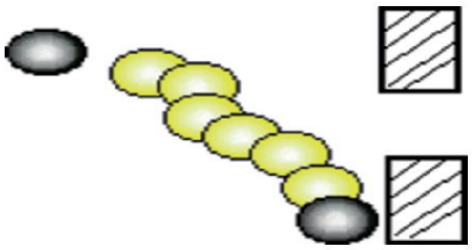
مکانیزم جلوگیری ناشی از نفوذ، بیشتر برای جلوگیری از ورود ذرات با اندازه ۱/. تا ۳/. میکرون می‌شود؛ به این دلیل که ذرات ریز بیشتر تحت تأثیر بمباران مولکولی قرار دارند .یکی از مکانیزم های مهم و اولیه در مورد سیالات گازی، مکانیزم جلوگیری ناشی از نفوذ می‌باشد، آنهم به دلیل ویسوکزیته پایین ذاتی این سیال و حرکت آزادانه تر ذرات در این نوع سیال می‌باشد.

اثرات الکتریکی- جنبشی

بارهای الکتریکی ممکن است که هم در مواد فیلتر و هم در ذرات موجود در سیال وجود داشته باشند . انباشت ذرات در اثر نیروهای جاذبه بین بارها یا نیروهای القایی ناشی از نزدیکی ذرات به هم در داخل ماده فیلتر صورت می‌گیرد .عمدتاً برخی از تولیدکنندگان سطوح ماده فیلتر را به منظور حبس کردن ناشی از نیروهای الکتریکی- جنبشی تغییر می‌دهند .به این گونه از فیبرها، فیبرهای الکتریکی میگویند . در نهایت نتایج نمونه‌های آزمایش شده نشان داد که مواد فیلتر دارای بارهای الکترو استاتیکی، بازده اولیه بالاتری را نسبت به مواد بدون بارهای الکتریکی از خود نشان دادند.

انباشت گرانشی

در حالت کلی ،ذرات دارای جرم می باشند و درنتیجه همواره تحت تأثیر نیروی جاذبه قرار دارند. این امر امکان پذیر می باشدکه یک ذره در حین حرکت سیال، بر اثر جاذبه از مسیر حرکت سیال خارج شود و در ته مخزن رسوب کند . ذرات معلق در سیال نیز ممکن است در داخل مواد فیلتر ته نشین شود.



تکنولوژی فیلتراسیون

فیلتر ورودی هوای موتور

همواره موتور برای داشتن بهترین عملکرد نیاز به داشتن سوخت، روغن و هوا می‌باشد، البته با این شرط که تمامی این نیازمندیها عاری از هرگونه ذرات آلاینده که می‌توانند به اجزای مکانیکی موتور آسیب بزنند، باشند .محدوده اندازه این ذرات آلاینده می‌تواند از کمتر از 1 میکرون تا 50 میکرون باشد؛ حضور این چنین ذراتی در داخل موتور می‌تواند منشأ بسیاری از خرابی‌ها از جمله سایش اجزای کلیدی موتور شود.

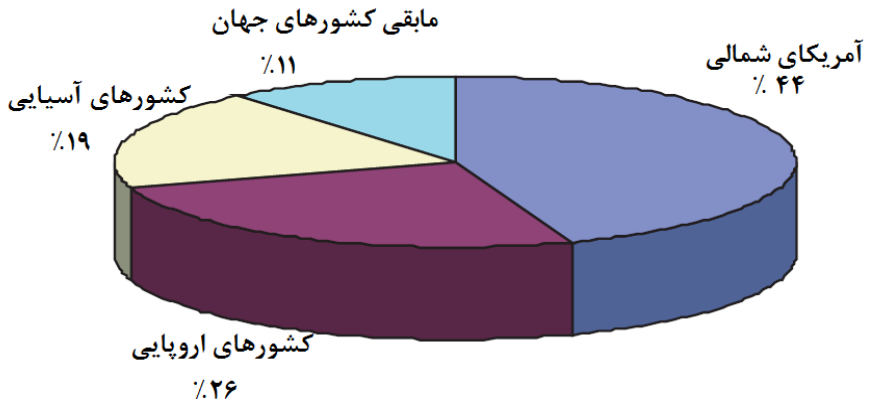
امروزه یکی از گسترده‌ترین موادی که در صنعت فیلتراسیون به عنوان مواد فیلتری مورد استفاده قرار می‌گیرد، مواد فیبری یا الیافی می‌باشد .عموماً مواد فیلتری که در فیلتراسیون اتومبیل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، از نوع فیلترهای عمیق می‌باشد .این مواد هم می‌تواند از نوع مواد سلولزی باشد و هم از نوع مواد غیربافتی مصنوعی.

مواد سلولزی

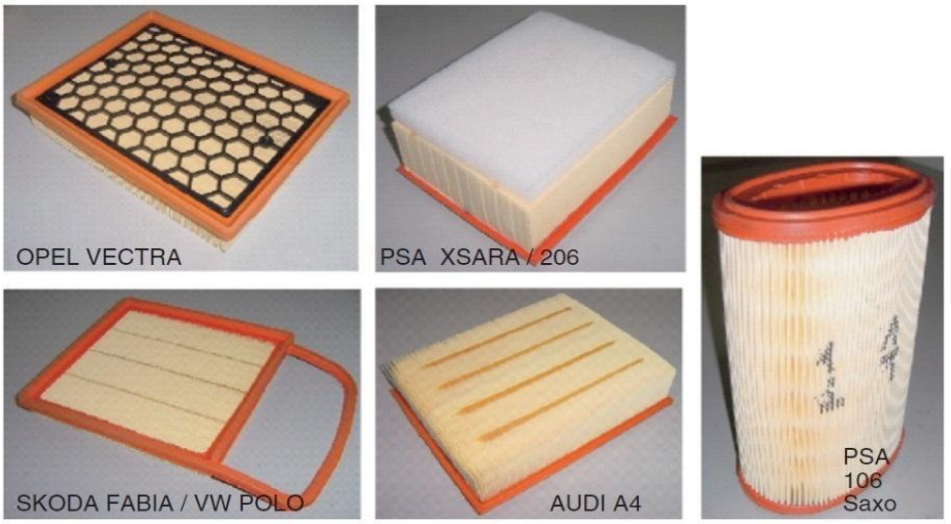
شکل ۲ ارائه دهنده میزان مصرف مواد سلولزی در بازار جهانی می‌باشد .همچنین نمونه فیلترهایی که با استفاده از کاغذهای سلولزی تهیه شده‌اند در شکل 3 نشان داده شده است .مواد خام از طریق فرآیند تَر به دست می‌آیند .سپس این کاغذها به وسیله انواع مختلفی از رزین‌ها تلقیح می‌شوند، به طوری این رزین‌ها که انواع مختلفی را شامل می‌شود، یک سری ویژگی‌هایی را به کاغذ می‌دهند (جدول ۲).

جدول ۲ .معرفی برخی از انواع رزینهای مورد استفاده و مزایای استفاده از آنها:

نوع رزین	رزین فنولیک رزین آکریلیک اپوکسی رزین پلی وینیل استات رزین
ویژگیهای استفاده از رزین	بهبود استحکام مکانیکی قابلیت ضدنفوذ آب کردن قابلیت ضدنفوذ روغن کردن قابلیت ضد اشتعال کردن افزایش پایداری چسبندگی

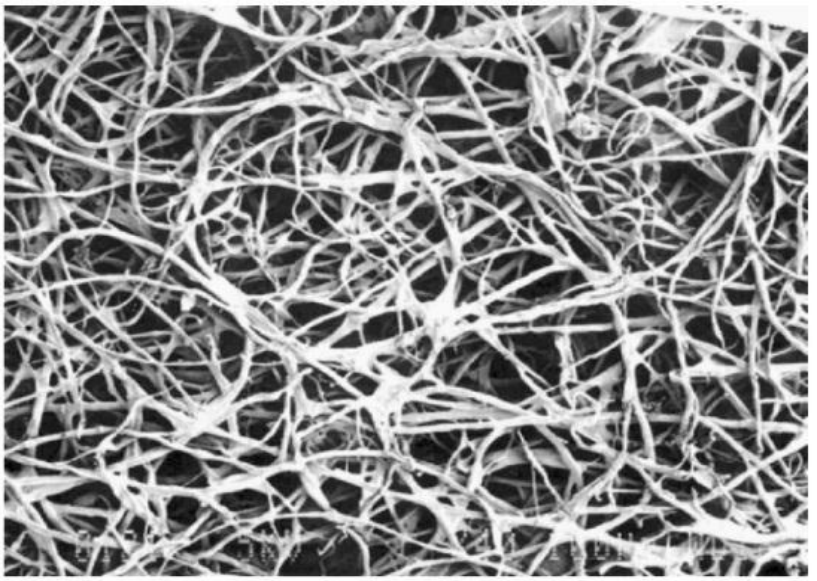


شکل ۲ .میزان مصرف مواد سلولوزی در بازار جهانی



شکل ۳ .نمونه‌هایی از فیلترهای تولیدی شرکتهای مختلف تولید خودرو.

شکل ٤ نیز نشان دهنده یک تصویر میکروسکوپ الکترونی از ساختار یک کاغذ سلولزی می‌باشد.



شکل٤. تصویر SEM از سطح مقطع یک کاغذ سلولوزی، منبع *Mecaplast*

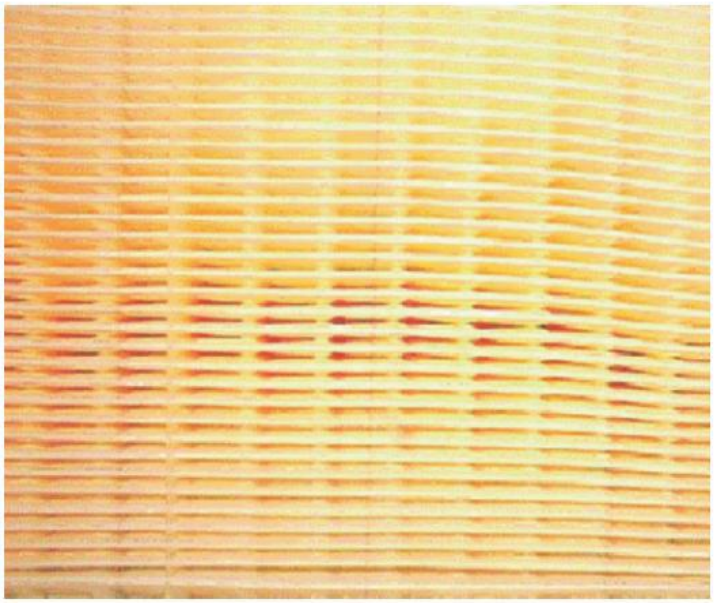
مراحل تولید کاغذهای سلولزی

۱. تغییر استحاله مواد سلولزی برای بدست آوردن یک عنصر فیلتر یک فرآیند پیوسته می‌باشد :که شامل برش رول‌های کاغذ با عرض‌های مناسب.

۲. مرطوب کردن

۳. حرارت دهی

٤. برجسته سازی (این مرحله برای نگهداری چین‌ها در جهت صحیح در مراحل پایانی الزامی می‌باشد (شکل ٥).



شکل ٥ .یک نمونه از کاغذ برجسته سازی شده (منبع*Mecaplast*) :

٥. آغشته سازی با چسب

۶ .چین زنی

۷. خنک سازی

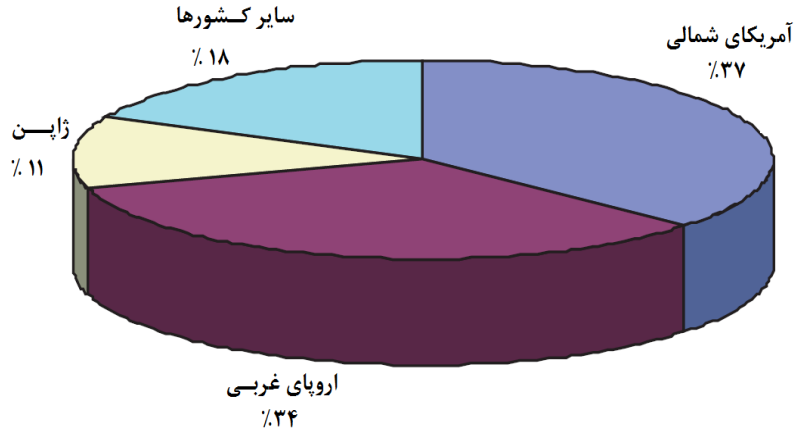
۸. برش

۹. چاپ شماره سریال

۱۰. ریختن فوم پلی یورتان در قالب

مواد غیربافتی- مصنوعی

اخیراً کاربرد مواد مصنوعی غیربافتی در ساخت فیلترهای خودرو گسترش یافته است (شکل ۶ .) از جمله مزایای اولیه اینگونه از مواد فیلتری، مقاومت مکانیکی خوب و همچنین بهبود خواص فیلتراسیون می‌باشند .از دیگر مزایای مهم این گونه مواد فیلتری نسبت به کاغذهای سلولزی، نیاز به فضای کمتر(در حدود 35% کاهش فضا)و همچنین ظرفیت بالای حبس ذرات آلاینده را می‌توان نام برد .تصاویر 7 و 8نمونه‌هایی از فیلترهای مصنوعی غیربافتی مورد استفاده در موتور و کابین خودرو را نشان می‌دهد.



شکل ۶ .میزان مصرف مواد غیربافته مصنوعی در بازار جهانی

شکل ۷ .نمونه‌هایی از فیلترهای مصنوعی برای موتور خوردو.

شکل ۸ .نمونه‌هایی از فیلترهای مصنوعی برای کابین خوردو.

مراحل تولید منسوجات غیربافتی

۱. مرطوب سازی (مانند مرحله تولید کاغذ)
۲. مرحله ذوب شدن
۳. مرحله خشک کردن

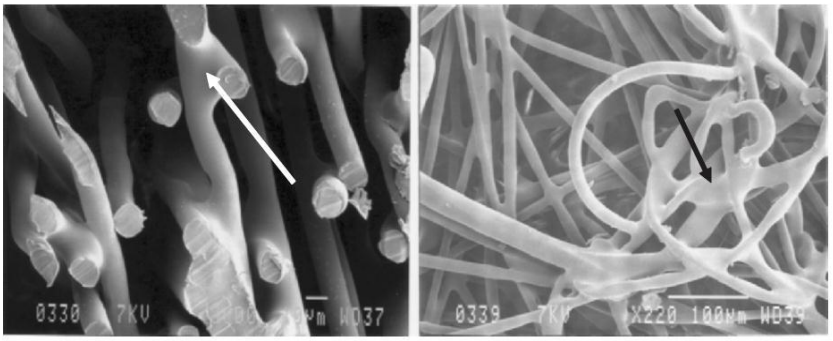
مرحله یکپارچه سازی منسوجات

۱. فرآیند مکانیکی :پانچ کردن توسط سوزنها یا بافتهای هیدرولیکی
۲. فرآیند فیزیکی - شیمیایی :پیوندهای حرارتی (استفاده از الیاف دوقطبی) شکل 9 نشان دهنده یک تصویر میکروسکوپ الکترونی از ساختار یک ماده غیربافتی مصنوعی می‌باشد.

مراحل تولید مواد غیربافتی مصنوعی

۱. برش رولهای کاغذ با عرض‌های مناسب.
۲. حرارت دهی
۳. برجسته سازی (این مرحله برای نگهداری چین‌ها در جهت صحیح در مراحل پایانی الزامی می‌باشد)
٤. آغشته سازی با چسب
٥. چین زنی
٦. خنک سازی

۷. .برش
۸. چاپ شماره سریال
۹. ریختن فوم پلی یورتان در قالب



شکل ۹ .تصاویر SEM از سطح مقطع و کناره یک فیلتر مصنوعی غیربافتی (پیوندهای حرارتی داخل فیلتر به وضوح قابل مشاهده است.)

ویژگی‌های فنی یک ماده فیبری

در انتخاب یک کارتریج، مهم‌ترین نکته حفره های ریز موجود در فیلتر می‌باشد .اندازه حفره های ریز به پارامترهای زیر بستگی دارد:

- ✓ قطر فیبر :با کاهش قطر فیبر، سایز متوسط حفره ها نیز کاهش می‌یابد .به عبارت دیگر، برای بدست آوردن یک فیلتر با حفره ها ریز، باید از فیبرهای ریز استفاده نمود.
- ✓ تخلخل :تخلخل را به صورت نسبت حجم حفره ها به حجم کل در یک ماده فیلتر؛ تخلخل سبب کاهش سایز متوسط حفره ها شده و سبب بهبود فیلتر می‌شود .با این وجود، کاهش تخلخل نیز سبب افزایش مقاومت جریان در فیلتر کارتریج شده و در نهایت سبب افزایش فشار کلی دیفرانسیلی می‌شود.
- ✓ ضخامت ماده فیلتر :با کاهش ضخامت ماده فیلتر، سایز متوسط حفرات نیز کاهش یافته و همچنین با افزودن اینگونه لایه‌ها به کارتریج، سایز حفره ها نیز کاهش می‌یابد .با این وجود، همانطور که در مورد تخلخل بیان شد، افزودن لایه‌ها به ماده فیلتر (با کاهش سایز متوسط حفره ها)، مقاومت در مقابل حرکت جریان سیال نیز افزایش یافته و در نتیجه، سبب افزایش اختلاف فشار کلی می‌شود.

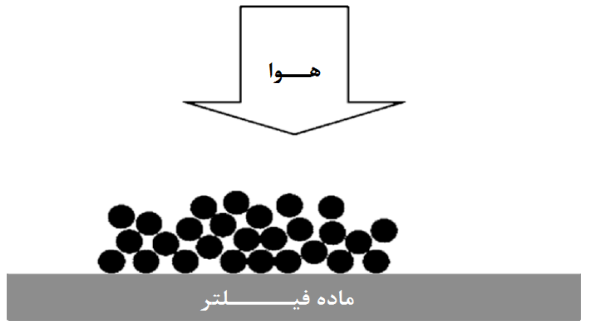
به عبارت دیگر، مواد فیبری فیلتر در اصل یک مانعی می‌باشند که در داخل مسیر حرکت هوای ورودی به موتور قرار داده می‌شود که سبب ایجاد یک اختلاف فشار در هوای قبل و بعد از فیلتر می‌شود .به منظور عملکرد بهتر موتور خودرو این اختلاف فشار باید به پایین‌ترین میزان ممکن برسد . نکته کلیدی و مهم در طراحی اینگونه از فیلترها، رسیدن به یک حد بهینه‌ای از قطر فیبرها، تخلخل و ضخامت ماده فیلتر می‌باشد.

فرآیند فیلتراسیون

بعد از جدایش اولیه ذرات توسط سطوح فیلتر، در مراحل بعدی و با نفوذ بیشتر ذرات به داخل مواد فیلتر یکسری توده هایی از ذرات در داخل مواد فیلتر (عموماً در مقابل حفره ها)شکل می‌گیرند .در حالت کلی، به دلیل خواص سطحی ذرات و همچنین تکانه آنها، دو نوع توده ذرات شکل گرفته قابل مشاهده می‌باشد.

تشکیل توده ذرات در داخل فیلتر : ظرفیت حبس ذرات گرد و غبار

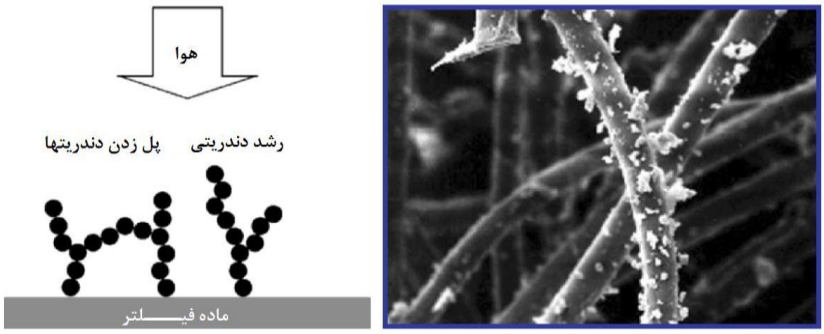
ذرات غیرمتراکم در هنگام رسیدن به مواد فیلتری ترکیب شده با ذراتی با تکانه بالا، به دلایلی از جمله سایز درشت ذرات، تراکم بالای ذرات و یا سرعت بالای حرکت ذرات، انتظار می‌رود که یکسری توده های متراکم از ذرات در داخل مواد فیلتر انباشت شوند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ .ذرات انباشت شده بر روی ماده فیلتر.

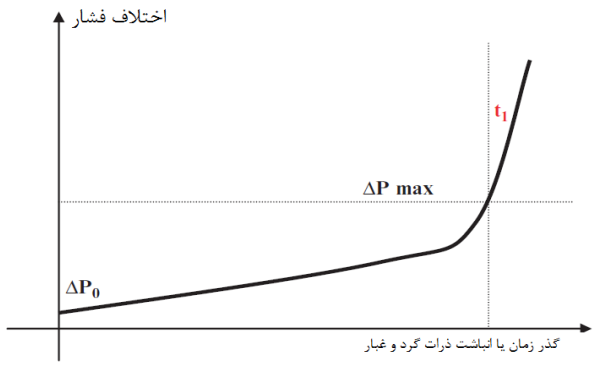
همانطور که در شکل ۱۱ نشان داده شده است، جدایش ذرات بر روی سطوح فیبرها در داخل ساختار ماده فیلتر صورت می‌گیرد .در ابتدای فرآیند فیلتراسیون، ذرات مجزا بر روی سطوح فیبرها می‌نشینند؛ با گذشت زمان، تعداد این ذرات افزایش یافته و در نهایت دانسیته توده‌های انباشت شده

نیز افزایش می‌یابد؛ در ابتدای بهم پیوستن ذرات، این توده های ذرات به صورت دندریتی رشد می‌کنند . در این مورد، پیوندهای بین ذرات به حدی قوی شده است که ذرات دیگری نیز به محض برخورد با توده ذرات، به آن‌ها می‌پیوندند؛ این توده متراکم شکل گرفته از ذرات همواره به صورت ساختار باز باقی می‌ماند، به طوری که با اضافه شدن ذرات جدید، بین این ساختارهای دندریت شکل پل هایی زده می‌شود .این نوع توده ذرات شکل گرفته (به صورت دندریتی)نسبت به حالت متراکم تر قبلی، دانسیته کمتری داشته و درنتیجه مقاومت به حرکت سیال در آنها نیر کمتر می‌باشد.



شکل ۱۱ .ذرات انباشت شده بر روی سطوح فیبرها.

همواره این تودههای متشکل از دندریتها، سبب تقلیل حجم حفره ها مورد نیاز برای فیلتراسیون می‌شوند؛ در مقابل، این توده ها سبب افزایش اختلاف فشار با یک جریان ثابت می‌شوند .بعد از یک دوره استفاده از فیلتر و با اتمام ظرفیت جذب ذرات فیلتر، تعویض به موقع آنها امری ضروری است . شکل ۱۲، نشان دهنده افزایش اختلاف فشار در یک فیلتر با گذشت زمان را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲ .شکل شماتیکی از افزایش اختلاف فشار در فیلترهای عمیق با گذشت زمان یا انباشت ذرات گرد و غبار (فیلتر باید در زمان $1t$ تعویض شود.)

این افزایش تدریجی اختلاف فشار در فیلترهای عمیق، یک رفتار متداول می‌باشد. فقط بعد از یک مدت زمان معین، زمانی که نسبت بسیار زیادی از منافذ توسط ذرات گرد و غبار مسدود شده باشد، مقدار این اختلاف فشار شدیداً افزایش می‌یابد .به منظور جلوگیری از افت قدرت موتور، فیلتر خودرو را باید حداقل در زمانی که به حداکثر افت فشار از پیش تعیین شده می‌رسد، تعویض نمود .مقدار حداکثر افت فشار برای یک خودرو توسط کارخانه سازنده آن، تعیین می‌شود .میزان ظرفیت فیلتر در حبس ذرات گرد و غبار قبل از رسیدن به حداکثر افت فشار برای یک خودرو قابل دستیابی می‌باشد .در واقع، ظرفیت ویژه نگهداری ذرات گرد و غبار تعیین کننده فاصله زمانی تعویض فیلتر در خودرو می‌باشد .میزان این ظرفیت نگهداری بر اساس مواد به کار رفته برای ساخت فیلتر قابل تعیین می‌باشد (جدول ۳).

نوع ماده به کار رفته در فیلتر	ظرفیت ویژه نگهداری ذرات $(gm2/)$	وزن مورد استفاده $m2/g$
کاغذ سلولزی	۱۹۰-۲۲۰	۱۰۰/۱۲۰
مواد مصنوعی غیربافتی	۹۰۰-۱۱۰۰	۲۳۰-۲۵۰

جدول ۳ .مقایسه‌ای بین ظرفیت نگهداری گرد و غبار در مواد سلولزی و مصنوعی

قابل ذکر می‌باشد که اندازه سایز ذرات نیز یکسری اثراتی بر روی مواد فیلتر دارد؛ تعداد بسیار زیاد از ذرات ریز (به طور مثال دوده)نسبت به ذرات درشت گرد و غبار سبب بسته شدن سریعتر منافذ فیلتر می‌شود.

بازده فیلتراسیون

تعریف

روش‌های مختلفی که برای ارزیابی عملکرد فیلتر مورد استفاده قرار می‌گیرند .بازده فیلتراسیون، نسبت ذرات به دام افتاده را در فرآیند فیلتراسیون بیان می‌کند .همواره یک تمایزی بین درجه بازدهی و بازدهی کل فیلتراسیون وجود دارد؛

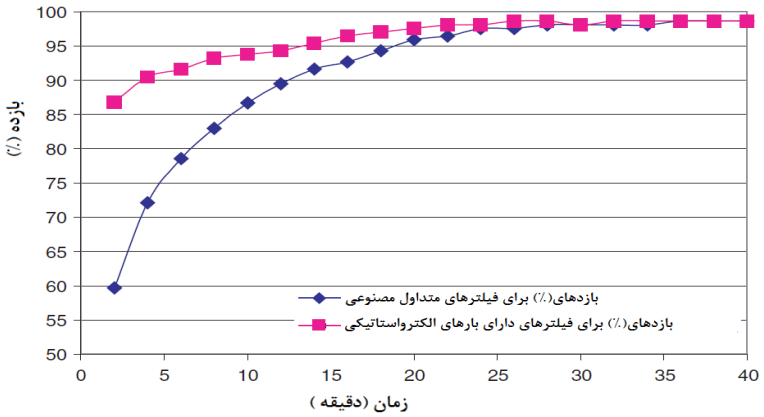
←درجه بازدهی به قطر تک تک ذرات یا دسته بندی سایز ذرات مربوط می‌شود (به صورت کسری.)

←بازده کل بیان کننده اثر فیلتر برای تمامی ذرات می‌باشد.

به عنوان مثال:

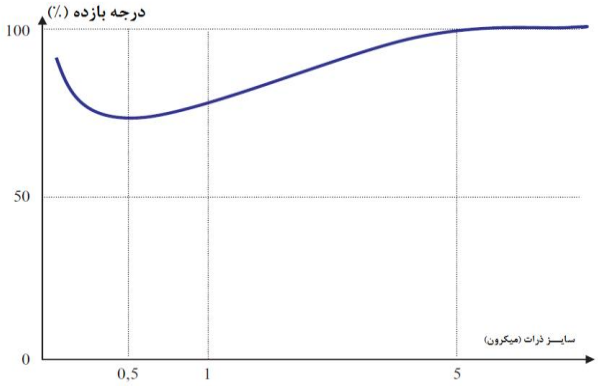
درجه بازدهی برای ذرات بین ۳ الی ۵ میکرون برابر است با ۸۷ درصد :به این معنا که ۸۷ درصد از ذرات با قطر بین ۳ الی ۵ میکرون توسط فیلتر قابل جدایش یا به دام انداختن هستند.

مشخصه مهم بعدی در مبحث فیلتراسیون، بازده اولیه فیلتراسیون می‌باشد؛ این مشخصه بازده یک ماده فیلتری جدید یا یک فیلتر مورد استفاده در یک خودرو را به ما می‌دهد .در مورد فیلترهای عمیق بدون بارهای الکترواستاتیکی نسبت به فیلترهای دارای بار الکترواستاتیکی، عموماً این مشخصه به میزان کمتری می‌باشد (شکل ۱۳) هستند.



شکل ۱۳ .مقایسه‌ای بین بازده دو نوع فیلتر عمیق با و بدون بارهای الکترواستاتیکی.

درجه بازدهی در واقع تابعی است از سایز ذرات؛ شکل ۱٤ ارائه دهنده تغییرات درجه بازدهی نسبت به سایز ذرات در یک فیلتر تهیه شده از مواد مصنوعی غیربافتی .همانطور که در شکل مشخص است، در مقادیر تقریبی $x=0.5\ \mu m$ میزان بازدهی کاهش می‌یابد، که این امر نشان می‌دهد که مکانیزم های فیلتراسیون (نفوذ، اثرات اینرسی)که عموماً در فیلتراسیون هوا غالب هستند، به طور کامل گسترش نیافته‌اند.



شکل ۱٤ .منحنی تغییرات درجه بازدهای نسبت به سایز ذرات.

عملاً، ۱۰۰ درصد از ذرات بزرگتر (بزرگ‌تر از ۶ میکرون)به عنوان نتایج اثرات مکانیزم های جلوگیری و اینرسی، جداسازی می‌شوند.

پارامتر β

غالباً تفاوت‌های بین فیلترهای با بازده بالا قابل مشاهده نمی‌باشد، بنابراین از یک پارمتری به نام پارمتر βبرای مقایسه عملکرد فیلترها استفاده می‌شود؛

جدول٤ .رابطه بین مقادیر پارمتر β و درجه بازدهی

مقدار پارمتر β	درجه بازده‌ای
۱	صفر
۲	۵۰
۵	۸۰
۱۰	۹۰
۲۰	۹۵
۵۰	۹۸
۱۰۰	۹۹
۲۰۰	۹۹/۵
۵۰۰	۹۹/۸

مقدار پارمتر β از تقسیم زیر به دست می‌آید:

$$\beta(xj) = \frac{(N_1 \geq xj)}{(N_2 \geq xj)}$$

N_1 ←تعداد تقریبی ذرات تا یک سایز (از x تا) j مشخصی بر روی سطوح فیلتر

N_2 ←تعداد تقریبی ذرات تا یک سایز مشخصی در داخل فیلتر (تا انتهای فیلتر)

روش‌های آزمون :استانداردها

نیازمندی‌های مواد فیلتر هوا

انتظار می‌رود که مواد فیلتر مدرن با مقادیر فیلتراسیون محاسبه شده به کمک مشخصات مربوط به ظرفیت نگهداری گرد و غبار و بازده فیلتراسیون در تمام شرایط عملیاتی، مطابقت داشته باشد .قابل ذکر می‌باشد که مواد فیلتر در زمان اعمال نیروهای بیرونی باید دارای یک پایداری بالایی باشد و همچنین اجازه عبور ذرات گرد و غبار را ندهد.

پارامترهای مرتبط با مواد

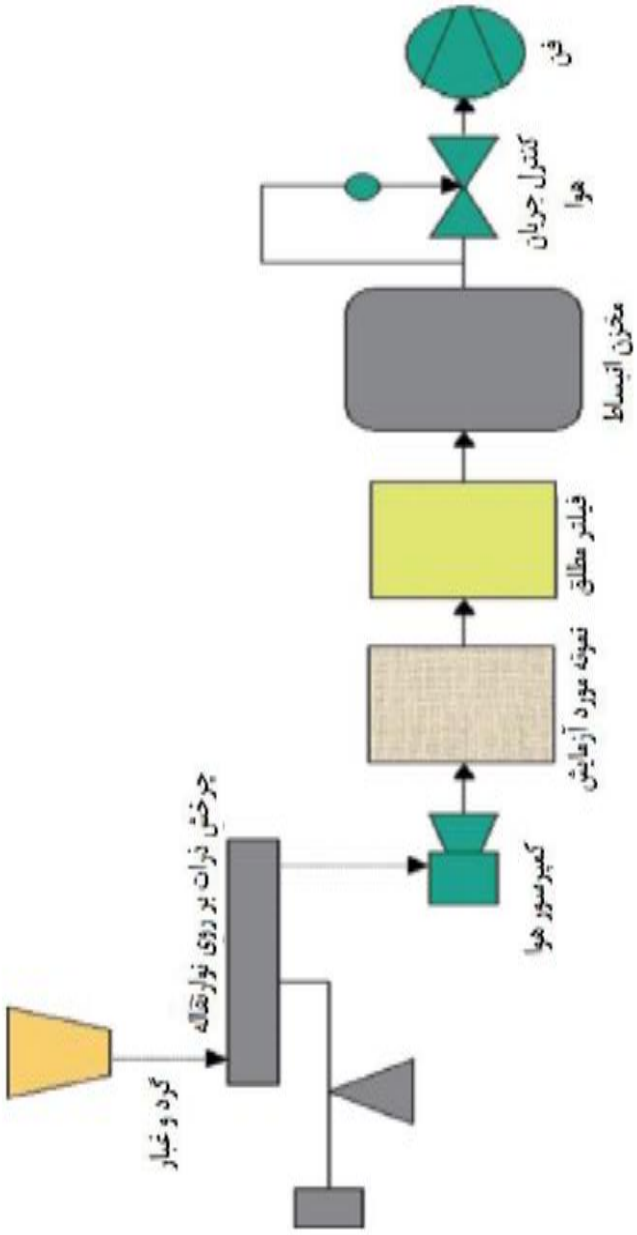
داده‌های مختلف جهت تعیین مشخصه های مواد فیلتر در جدول زیر ارائه شده است.

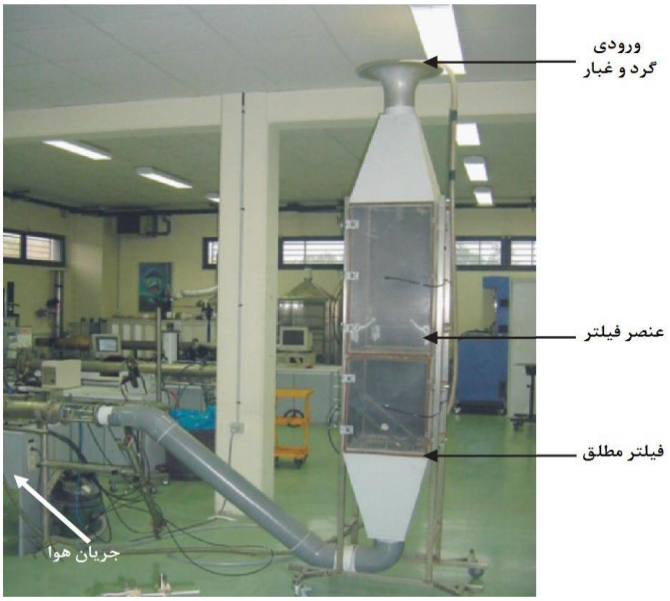
عنوان داده	واحد	استاندارد
گراماژ	G/m^2	ISO 536; EN 29073-1
ضخامت	mm	ISO 534; EN ISO 9073-2
نفوذپذیری هوا	$Lm^{-2}s^{-1}$	ISO 9237; DIN 53887
سایز حفرات	μm	BS 6410
مقاومت به پارگی و ترکیدن	kPa	DIN 53113
خمیدگی	–	DIN 53864
اشتعال پذیری	درجه بندی شدن با F تا A و یا $F1$ تا $K1$	DIN 53438; or FMVSS 302
ازدیاد طول در نقطه شکستن	٪	EN 29073-3
استحکام کششی	$N/5cm$	EN 29073-3

جدول ۵ .داده‌های مشخص شده و استانداردهای تعریف شده برای مواد فیلتر

پارامترهای فیلتر

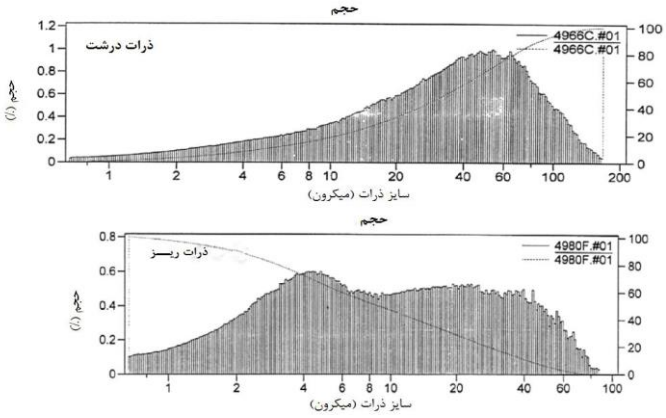
خواص فیلتراسیون برای یک فیلتر تحت شرایط استاندارد مشخص شده در استاندارد ایزو ۵۰۱۱ در دمای ۵ ± ۲۳ درجه سانتیگراد و درجه رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵ درصد تعیین می‌شود (تصاویر ۱۵ و ۱۶)


فن
کنترل جریان هوا
مخزن انبساط
فیلتر مطلق
نمونه مورد آزمایش
کمپرسور هوا
چرخش ذرات بر روی نوارنقاله
گرد و غبار



شکل ۱۶ .تصویر دستگاه آزمایش فیلتر هوا.

بازده فیلتراسیون که با درصد بیان می‌شود با دو روش تکمیلی قابل اندازگیری می‌باشد.
روش اول : بازده فیلتراسیون از رابطه بین افزایش وزن ماده فیلتر و وزن ذرات گرد و غبار تزریق شده، محاسبه می‌شود .در این روش به منظور به دست آوردن اطلاعات قابل مقایسه و قابل اطمینان در مورد ظرفیت نگهداری در مواد فیلتری مختلف، باید از ذرات ذکر شده در استاندارد استفاده کرد (ذرات درشت و ریز طبق استاندارد نشان داده شده در شکل ۱۷).



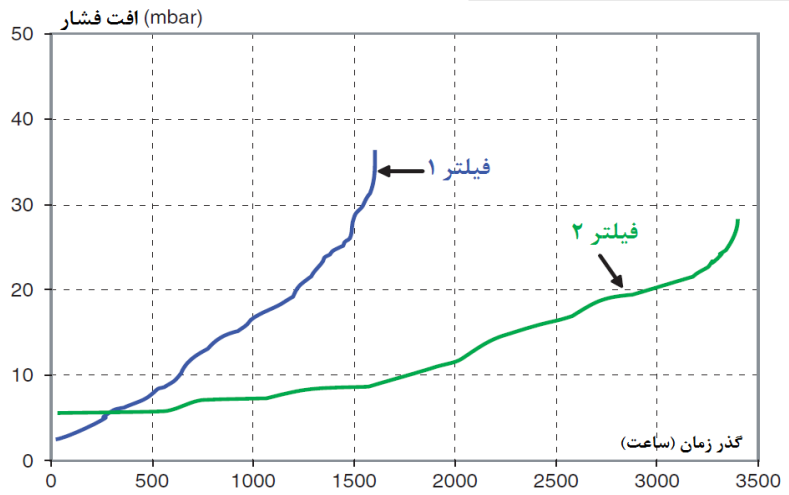
شکل ۱۷ .نمودارهای توزیع اندازه ذرات برای ذرات ریز و درشت طبق استاندارد ایزو.

روش دوم : اطلاعات دقیق در مورد کارایی فیلتراسیون با اندازه گیری تغییرات بازده فیلتراسیون نسبت به اندازه ذرات، قابل محاسبه می‌باشد .میزان ظرفیت نگهداری ذرات گرد و غبار (که با g نشان داده می‌شود)به صورت زیر قابل اندازگیری می‌باشد:

یک مقدار مشخص از ذرات گرد و غبار به سمت داخل فیلتر هدایت می‌شود؛ این عمل تا هنگام افت فشار ناشی از افزایش ذرات گرد و غبار (به ازای یک مقدار معین از اختلاف فشار مثلاً ۲۰ میلی بار)، ادامه می‌یابد .این امر، به جهت حصول اطمینان از تحت تأثیر قرار نگرفتن عملکرد موتور از فیلتر هوای قرار گرفته در کانال ورودی هوا، می‌باشد .میزان ظرفیت نگهداری ذرات گرد و غبار اندازگیری شده در آزمایشگاه، با نتایج آزمایشات جاده ای به

منظور محاسبه مدت زمان مجاز استفاده از یک فیلتر هوا در خودرو، مرتبط می‌باشد.

تحقیقات آزمایشگاهی با استفاده از آزمایشات عملی و منظم آن هم با بهره گیری از ناوگان وسایل نقلیه و ایستگاه‌های آزمایش هوا، به منظور تعیین این اطلاعات مهم، توسعه می‌یابند. سرانجام این آزمایشات نشان داد که میزان اختلاف فشار در یک نرخ جریان ثابت، تابعی از زمان می‌باشد .شکل 18یک مثالی از این نتیجه به دست آمده می‌باشد.



شکل ۱۸ .منحنی افت فشار بر حسب مدت زمان طی شده برای دو نوع مختلف از فیلتر هوا (.محاسبات در نرخ جریان ثابت هوا انجام شده‌اند)

فیلتر شماره ۱ در مقایسه با فیلتر شماره ۲، یک افزایش نسبتاً سریعی در میزان افت فشار را از خود نشان می‌دهد، که نتیجه این امر بالابودن ظرفیت فیلتر 2 در نگهداری ذرات گرد و غبار می‌باشد.

نتیجه گیری

فرآیند فیلتراسیون یک فرآیند پیچیده ای بوده که تحت تأثیر پارامترهای مختلفی می‌باشد .طراحی یک فیلتر هوای مناسب بر کسب یک دانش فنی مناسب از لحاظ شناخت میزان ظرفیت نگهداری ذرات و بازده فیلتر، متکی می‌باشد .این امر دستیابی به یک فیلتر هوای مناسب از لحاظ ضخامت بهینه، سایز فیبرها و همچنین میزان تخلخل مطلوب، ممکن می‌سازد .با توجه به تقاضای رو به رشد تولید کنندگان خودرو، فیلتر هوا در هنگام رانندگی در شرایط بارانی، باید اجازه عبور آب را نداده و همچنین قابلیت اشتعال بسیار کمی را در مواقع آتش سوزی از خود نشان دهد .گرایشات جدید در زمینه فیلتراسیون خودروها بر اهمیت مدت زمان قابل استفاده بودن فیلتر، قابل بازیافت بودن و همچنین بازده بالای آن تاکید دارند.

منابع

1. C. Brzezinski, L. Criquet, E. Jandos, M. Lebrun, Mecaplast Filtration Workshop, 2003

2. D.B. Purchas, Handbook of Filter Media (Elsevier Advanced Technology, 1996)

3. T. Christopher Dickenson, Filters and Filtration Handbook, 4th edn. (Elsevier Advanced Technology, 1997)

4. Automotive Filtration, Basics and Examples of Air, Oil and Fuel Filtration – Filterwerk Mann & Hummel GMBH, 2002

5. http://www.gopani.com

فصل سوم

عوامل تاثیرگذار بر عملکرد فیلترها

مقدمه

یک سیستم تصفیه هوا با طراحی مناسب، غلظت گرد و غبار هوای ورودی به موتور را به سطح قابل قبولی کاهش می‌دهد، محدودیت‌ها و صدای موتور را کاهش داده و دارای قابلیت اطمینان عملیاتی بالا است .در حالت کلی، سرویس دهی‌ها باید آسان، ارزان و کوتاه باشند .علاوه بر مشخصات عملکردی، طراحی فیلتر می‌بایست با مسائل محیطی مطابقت داشته باشد؛ مواد مورد استفاده در ساخت فیلتر باید قابل بازیافت باشد .به منظور به حداقل رساندن زباله، فیلترهای با ظرفیت بالا با ظرفیت بیش از ۱۰۰/۰۰۰ – ۱۵/۰۰۰ کیلومتر باید برای کاربردهای عمومی در نظر گرفته شوند .بهبود در عملکرد فیلتراسیون هوا سبب جلوگیری از ورود مواد مخرب به موتور شده و این امر باعث افزایش دوام و عملکرد موتور می‌شود .موتورهایی که به سیستم فیلتراسیون مناسب مجهز هستند بیشتر عمر می‌کنند و در مصرف سوخت بهینه ای دارند .به علاوه، آن‌ها روغن کمتری را مصرف کرده که این امر سبب خروج کمتر روغن می‌شود.

فیلترهای هوای موتور در سرعت‌های متغییرجریان و در شرایط محیطی غیر قابل پیشبینی نیز عمل می‌کنند .این عوامل تأثیر مهمی بر روی عملکرد فیلترها دارند .متاسفانه، متغییرهای زیادی در فرآیند فیلتراسیون درگیر هستند که به طور تصادفی تغییر می‌کنند .بنابراین، مدلسازی نظری فیلتراسیون هوای موتور بسیار دشوار و تحقیق و توسعه این فیلترها عمدتاً تجربی است .از آنجایی که آزمایش‌ها پر هزینه هستند، اندک تحقیقات منتشر شده در دسترس می‌باشند.

در این قسمت ما بر روی فیلترهای هوا موتور که با سرعت جریان بالا عمل می‌کنند، تمرکز می‌کنیم تا محدودیتهای ناشی از گرد و غبار را به درستی درک کنیم .به دلیل نیاز به فیلترهایی با نفوذپذیری بالا در فیلتراسیون موتورهای مدرن، ما برای این تحقیق، مواد مصنوعی چندلایه بافته نشده و دولایه سلولز را انتخاب کردیم .تست اسپری‌ها با انتشار گرد و غبارهای ریز و درشت (صفر تا ده میکرون)در استاندارد انجمن مهندسان خودرو (SAE)[1] به انجام رسید. با وجود اعتقاد عموم، بازده فیلتر می‌تواند به طور چشمگیری سبب کاهش انباشت گرد و غبار بیشتر ناشی از غوطه وری و حبس شدن گرد و غبار، می‌شود.

محیط موتور

محیط‌های خودرو بسیار متفاوت هستند .غلظت گرد و غبار، توزیع اندازه ذرات، ترکیب شیمیایی در مکان های مختلف جغرافیایی، فصل سال، حالت عملیاتی، محل مصرف هوا، فعالیت‌های صنعتی و

1 Society of Automotive Engineers

کارایی فیلتر بر روی عملکرد فیلتر اثر می‌گذارند .سیستم هوای ورودی موتور منبع اصلی آلاینده‌ها است که وارد اتاق احتراق موتور می‌شود .از ذرات گرد و غبار ورودی به موتور تقریباً 90 درصد از اگزوز خارج می‌شوند. نوع سطح جاده، خاک
جاده ای، ترافیک و فعالیت‌های صنعتی بر میزان آلودگی و ترکیب شیمیایی تأثیر می‌گذارد. متوسط غلظت گرد و غبار در مناطق مسکونی از ۰/۰۱ تا ۱۰۰ میلیگرم بر مترمکعب، در مناطق صنعتی از ۰/۱ تا ۱۰ میلیگرم بر مترمکعب، در بزرگراه‌ها ۰/۰۱تا ۱۰۰ میلیگرم بر مترمکعب، در مناطق کشاورزی ۱ تا ۱۰۰ میلیگرم بر مترمکعب، در جاده های خاکی ۱۰ تا ۱۰۰ میلیگرم بر مترمکعب و در طوفان های شن از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰۰ میلیگرم بر مترمکعب می باشد.

غلظت واقعی در هوای ورودی به یک فیلتر نه تنها به غلظت گرد و غبار محیطی بلکه به محل ورودی و طراحی آن نیز بستگی دارد .محل اتصال در نزدیکی سیستم اگزوز موتور، سبب روبرو شدن با یک فضای باز به سمت سطح جاده، یا در یک فضا با فشار منفی بالا شده که می‌تواند غلظت گرد و غبار و اندازه ذرات فرو برده را افزایش دهد .غلظت ذرات گرد و غبار بستگی به ترکیب شیمیایی آنها دارد .تراکم از ۱/۸ گرم بر سانتیمتر مکعب برای کربن سیاه تا تقریباً ۳ گرم بر سانتیمتر مکعب برای گرد و غبار حاوی مقدار قابل توجهی از اکسید آهن و آلومینا فرق می‌کند .از نظر شیمیایی، گرد و غبار ترکیبی از مواد معدنی، آلی‌ها و آب است .مواد معدنی حاوی سیلیس، آلومینا و اکسید آهن دارای سختی بیشتری نسبت به فولاد هستند و جزء اصلی گرد و غبار هستند .سایر مواد شیمیایی شامل اکسیدهای کلسیم، منگزیم، سدیم، آهن و پتاسیم می‌باشد. همچنین در بعضی از مناطق صنعتی یا محیط هایی با ترافیک وسایل نقلیه دیزلی سنگین، آلاینده‌های هوا ممکن است حاوی ۱۰ تا ۸۵ درصد دوده باشند. دوده تمایل به تشکیل دانه در سطوح مواد فیلتر دارد و اگر غلظت دوده بالا باشد، فیلترهای کاغذی معمولاً به سرعت مسدود می‌شوند .ذرات ریز شده از لاستیک‌ها و سیستمهای ترمز خودرو اساساً ممکن است به آلاینده‌ها در مناطقی با ترافیک وسایل نقلیه سنگین اضافه شود.

سایش موتور توسط ذرات گرد و غبار

سایش موتور یک فرآیند پیوسته است که منجر به تغییرات ظاهری، ترکیب شیمیایی و ساختار بلوری و همچنین فشار در لایه‌های بیرونی سطوح سایشی می‌شود .تغییرات این پارامترها ممکن است ناشی از حرکت نسبی قطعات موتور، سختی محیط و کارایی فیلترها باشد .فیلتراسیون ناکافی هوا، علت اصلی خرابی موتور به علت افزایش ذرات گرد و غبار سایشی است.

هنگامی که ذرات ساینده بین دو سطح عبور می‌کنند، می‌توانند تراشه‌های فلزی را از هم جدا کنند یا در لایه بیرونی قطعات موتور قرار گیرند .ذرات بزرگتر از ضخامت روغن، سطوح سایشی را معیوب می‌کنند؛ ذرات کوچکتر توسط روغن شسته می‌شوند، اما ممکن است غشاء روغن را تضعیف کنند .ضخامت غشاء روغن از ۱ تا ۵۰ میکرون تحت شرایط نرمال متغییر است، اما تحت بار و درجه حرارت بالا ممکن است به صفر میکرون نیز نزدیک شود .

در این حالت، حتی یک ذره یک میکرونی می‌تواند لایه سطحی روغنی تشکیل شده در سطوح موتور را بخراشد .ذرات معدنی سخت مانند سیلیس، آلومینا، اکسید آهن، بقایای فلزی و دوده ساینده بخشهای موتور را از طریق میکروتراشی، خراش و فرسایش می‌سایند .آلاینده‌های هوا و روغن اکسید شده ممکن است به صورت انبوه درآمده و غشای روغن را از بین ببرند.

میزان سایش موتور توسط ذرات گرد و غبار بستگی به سختی، شکل، زبری، اندازه و غلظت آنها دارد .چون این ذرات معمولاً چند وجهی یا نیمه کروی با لبه‌های تیز هستند که ساینده های شدیدی به شمار می‌آیند .

کافمن سایش موتور را برای غلظت‌های ۳۰ تا ۱۰۰۰ میلیگرم بر متر مکعب اینگونه تعریف می‌کند .$W=Cp0.675$:نتایج نشان می‌دهد برای راندمان بالای ۹۹ درصد، سایش موتور مستقیماً به کارایی فیلتر هوا ارتباط دارد. آزمایشات نشان داد که سایش در فیلترهایی با بازده کم به طور تصاعدی افزایش می‌یابد .به طور تقریبی، میزان سایش در یک فیلتر با بازده ۹۸ درصد و ۹۷/۵ درصد در مقایسه با یک فیلتر با بازدهی ۹۹ درصد، به ترتیب، تقریباً۸ و ۱۸ برابر بیشتر می‌باشد. هر گرم از گرد و غبار معدنی دارای ذراتی کمتر از ۳۰ میکرون است که می‌تواند۲/۵ تا ۵ میکرون را از سیلندر موتور جدا کند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که ذرات متغییر از

۱-۵ میکرون الی ۱۵-۲۰میکرون که بیشترین سایش موتوری را ایجاد می‌کنند. با این وجود، اجزای با صافی بالاتر (مانند یاتاقان)توسط ذرات با سایز ۲۰-۴۰ میکرون مورد سایش قرار می‌گیرند، درحالی که یاتاقان‌های مسی بیشتر نسبت به ذرات ۲۰-۸۰ میکرون حساس می‌باشند. کافمن متوجه شد که حتی گرد و غبار

۰-۵ میکرون نیز طی ۳۲ ساعت سبب سایش قابل توجهی از سیلندر موتور به اندازه ۷/۵میلیگرم بر مترمکعب می‌شوند .نرخ سایش رینگ پیستون برای ذرات ۵-۱۰ میکرون ٤/۵ برابر بیشتر از ذرات۰-۵میکرون،۲ برابر بیشتر از ذرات ۱۰-۲۰میکرون و۲/۳ برابر بیشتر از ذرات ۰-۸۰ میکرون مشاهده شد.

عوامل تاثیرگذار بر عملکرد فیلتر هوا

تئوری تصفیه هوا، دارای یکسری فرضیه هایی از جمله غلظت بسیار کم گرد و غبار، ذرات کوچک، و تصفیه هوا با جریان ثابت می‌باشد .در مقابل، فیلترهای هوا در سیستم‌های هوای ورودی موتور در معرض متغییر جریان، شتاب بالا اسپری، نوسانات، ارتعاشات مکانیکی، و انواع مختلف آلودگی با طیف وسیعی از اندازه ها و غلظت‌ها می‌باشد .بنابراین، مدل‌های فیلتراسیون کلی که عملکرد واقعی فیلتر را شرح دهند وجود ندارد .هرچند، تعداد بیشماری از تئوریهای فیلتراسیون ساده شده و مدل‌های تجربی موجود است، که مبنایی برای برخورد با مشکلات طراحی و توسعه فیلتر را فراهم می‌آورند . بعضی از آن‌ها متعاقباً مورد بحث قرار خواهند گرفت .

راندمان حذف آلودگی، افت فشار یا محدودیت جریان، و عمر فیلتر یا ظرفیت نگهداشت ذرات گرد و غبار، ویژگی‌های اولیه عملکرد یک فیلتر عملیاتی هستند .آن‌ها وابسته به ویژگی‌های مواد تشکیل دهنده فیلتر، آلاینده‌های هوا، و جریان اسپری می‌باشند .یک مدل کامل از فرآیند فیلتراسیون می‌بایست جریان اسپری در محفظه فیلتر، صافی، ساختار فیزیکی پره‌های فیلتر، و تغییرات پویا در فیلتر طی انباشت آلاینده‌ها را در نظر بگیرد.

افت فشار

افت فشار معمولاً مهمترین فاکتور در مجموعه فرضیه‌های طراحی فیلتر می‌باشد .افت فشار پایین برای عملکرد مطلوب موتور ضروری است .معمولاً حداکثر افت قابل قبول توان موتور به علت محدود شدن سیستم القایی، ۲ تا ۳ درصد است .حداکثر محدودیت سیستم ورودی هوا به طور معمول برای موتورهای بنزینی ۳/۸ – ۵ کیلوپاسکال، برای موتورهای دیزلی توربو شارژ ۵–۷/٦ کیلوپاسکال و برای موتورهای دیزل اسپری ۳/٦ –۷/٦ کیلوپاسکال می‌باشد. افت کلی فشار در سیستم القایی هوای موتور، مجموع افت فشار در اجزای آن است .برای یک تصفیه کننده هوا جدید، محفظه فیلتر، از جمله حسگر هوا و سنسور جریان، معمولاً منبع اصلی افت فشار هستند .آزمایشات ما نشان داده است که در سرعت جریان یک موتور معمولی، افت فشار محفظه فیلتر ۱/۷۵ کیلوپاسکال،

افت فشار سنسور جریان ۱/۵۰ کیلوپاسکال، در حالیکه افت فشار یک عنصر پنلی فیلتر تنها ۰/٤۷ کیلوپاسکال شده است .افت فشار یک عنصر فیلتر مخروطی با همان سطح محفظه فیلتر به عنوان عنصر پنلی حتی پایینتر از ۰/۲۲ کیلوپاسکال بود. در طی کارکردن موتور، در نتیجه انباشت آلاینده‌ها، خود عنصر فیلتر منبع اصلی افت فشار در سیستم القاءی هوا می‌شود .افت فشار نهایی عناصر به طور کل در محدوده

۵-۲/۵ کیلو پاسکال تعیین می‌شوند .محدودیت جریان فیلتر، محفظه و کانال‌ها بستگی به شتاب هوا، نوع طراحی، شکل، زبری سطح و تراکم هوا دارد .از آنجایی که نیروی اینرسی متناسب است با مربع سرعت، این افت‌ها با حرکت تلاطمی هوا در سرعتهای بالاتر، به طور چشمگیری افزایش می‌یابد .این مسئله بیان می‌کند که افت فشار محفظه فیلتر بدون یک عنصر فیلتر ممکن است نسبت به عنصر فیلتر بیشتر شود، به طوریکه مانند یک جریان صاف کننده در قطعه مونتاژ شده کار می‌کند .در سال ۱۹۸۹ داده‌های لازم برای محاسبه افت فشار در سیستم‌های القایی هوای موتور بوسیله آقای فِرد و همکارش ارائه شده است.

در حین عملیات، افت فشار یک سیستم القایی هوای موتور تحت تأثیر آلاینده‌های جمع آوری شده توسط فیلتر قرار می‌گیرد .افت فشار کل مجموع افت فشار پره‌ها و افت فشار لایه گرد و غبار است.

توده گرد و غبار ایده آل تنها بر روی سطح مواد ویژه نبافته، مورد استفاده در فیلترهای خود تمیز کننده تشکیل می‌شود .در دیگر فیلتراسیون موتوری، گرد و غبار به صورت جزئی درون فیلتر اما غالباً روی سطح جمع می‌شود. برای توصیف افت فشار در مواد فیبری فیلتر، دو روش استفاده شده است : مدل مویرگی با استفاده از معادله دارسی، و تئوری کشیدن فیبر، که کشیدن آیرودینامیکی تک تک فیبرها در یک فیلتر را فرض می‌گیرد.

معادله اصلاح شده دارسی شامل یک جزء خطی برای تشریح افت فشار تقریباً تا ۰/۵ شتاب هوا کمتر از ۳۰-۵۰ سانتیمتر بر ثانیه، بسته به قطر فیبر و جزء داخلی می‌شود، به طوریکه بخش دوم بزرگتر از بخش چسبناک اول می‌شود (البته در شرایط Re>2-5 یا در شتاب هوای بالاتر از ۲-۳ متر بر ثانیه .) معادله در ادامه بیان شده است.

$$\Delta P_m = 1/k_p \cdot \mu \cdot V \cdot h + \rho/k_p \cdot V2 \qquad (۱)$$

ضریب نفوذپذیری به خواص مواد به کار رفته بستگی دارد .تئوری کشیدن فیبر از عملکرد نیروی کشش بر روی یک فیبر استفاده می‌کند .به دلیل اینکه تئوری فیلتراسیون با فیلترکردن با سرعت پایین در ارتباط است، مدل‌های تئوری معمولاً شامل بخش اینرسی معادله افت فشار نمی‌شوند .یک بحث جامع درباره مدل افت فشار توسط آقایان دیویس، پیچ، فلاگان و ساینفلد ارائه شده است.

یک مدل بر پایه تئوری کشیدن فیبر برای یک فیلتر کاغذی سلولزی توسعه داده شد با استحکام مواد در محدوده ۰/۱۱-۰/۳۳ و متوسط قطر منافذ ۱۲-۸٤ میکرون. افت فشار بدین گونه شرح داده می‌شود:

$$\Delta P_m = \mu \cdot V \cdot m \cdot h / d_{fe2} \cdot \rho_f (-0.984 \ln\beta - 0.47) \qquad (۲)$$

داویس مدل تئوری تجربی خود را برای مواد فیبری با تخلخل 70 و 98 درصد توسعه داد:.

$$\Delta P_m = \mu \cdot V \cdot h / d_{f}24 / [16 \cdot \beta_{1.5}(1+56\beta_3)] \qquad (۳)$$

مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر روی مواد فیلتر، قطر فیبر، تخلخل مواد درون فیلتر، و شتاب در مورد فیلتراسیون با سرعت بالا در برنامه‌های فیلتر هوای خودرو هستند.

دو مدل کلی برای افزایش افت فشار در مواد فیلتر بر اساس میزان گرد و غبار ارائه شده است.

← برای گرد و غبار ظریف کوچکتر از ۶ میکرون:

$$\Delta P_{dl} = \Delta P_m \cdot \exp\left(k_1 \cdot m_D\right) \qquad (٤)$$

←برای ذرات درشت تر:

$$\Delta P_{dl} = \Delta P_m \cdot k_2 \cdot m_D \qquad (٥)$$

متغییرهای k1 و k2 وابسته به قطر فیبر، تخلخل مواد فیلتر، اندازه ذرات و ضخامت فیلتر است . افت فشار یک عنصر فیلتر چین خورده بستگی به شکل عنصر فیلتر (یا ماده داخل فیلتر مانند کاغذ)، پیکربندی چین خوردگی‌ها، ارتفاع چین ها، برجسته سازی و نوع جریان دارد که با عدد رینولدز مرتبط است .توزیع جریان ناهموار بر عملکرد فیلتر، از جمله افت فشار، تأثیر می‌گذارد .در مورد فیلترهای پنلی خودرو، فاصله چین تقریباً برابر است با ۳-٤ میلیمتر برای کاغذهای سلولوزی و ٤-۸میلیمتر برای کاغذهای مصنوعی است.

فرمول هارتینگ نشان دهنده افت فشار یک عنصر پنلی (ΔPPL)، در رابطه با زاویه چینه است:

$$\Delta P_{Pl} = \Delta P0 \cos\alpha \qquad (٦)$$

به طوریکه $\Delta P0$ افت فشار برای.$\alpha=0$

توضیح	علائم	توضیح	علائم	توضیح	علائم
افت فشار یک عنصر پانل	ΔP_{Pl}	ضخامت کاغذ	h	نفوذ پذیری فیلتر (برابر است با ۱-بازده فیلتر)	P
زاویه صفحات	α	ضریب اشباع (وابسته است به خواص کاغذ و گرد و غبار)	k	نفوذ پذیری اولیه فیلتر	P_0
سختی فیلتر	β	ضریب نفوذ پذیری	k_p	سرعت هوا	V
ویسکوزیته دینامیکی هوا	μ	وزن اولیه کاغذ	m	سایش موتور	W
دانسیته هوا	ρ	جرم توده گرد و خاک جمع شده	m_D	غلظت گرد و غبار	C_P
دانسیته فیبر	ρ_f	افت فشار ناشی از تجمع گرد و غبار بر روی کاغذ	ΔP_{dl}	قطر متوسط فیبر (میکروسکوپی)	d_f
		افت فشار کاغذ	ΔP_m	قطر موتر فیبر	d_{fe}

جدول ۱. نامگذاری علائم

بازدهی فیلتر

مواد سلولزی که عموماً در قالب کاغذهای دولایه و چند لایه سلولزی مصنوعی برای فیلتراسیون موتورها مورد استفاده قرار گرفته می‌شوند، تماماً فیبری هستند .دیگر مواد، همچون مواد متخلخل بافته نشده و عمیق، تنها در کاربرهای پیش فیلتری استفاده می‌شوند .در حال حاضر، از این نوع فیلترها در کناره‌های فیلتراسیون هوای موتور، استفاده می‌شود .هنگامی که میزان ظرفیت گرد و غبار، دارای اهمیت زیادی می‌باشد، این نوع مواد ممکن است کاربردهای جدید در فیلتراسیون هوا برای موتورها، به ویژه چند لایه و به صورت چند ترکیب مصنوعی با رفتار سطحی پیدا کنند. بازدهی فیلتر در فیلترهای فیبری به طور کامل به وسیله تئوری فیلتراسیون شرح داده می‌شود. هر چند، تئوری فیلتراسیون کلاسیک، عموماً در مورد برخوردها صحبت می‌کند تا بحث بازده نگهداری ذرات .بنابراین، جذب مجدد ذرات گرد و غبار جمع شده، تشدید و نفوذ ذرات، که مشخصه فرآیند تصفیه پویا هستند، در آنها توصیف نمی‌شود . بازده فیلتر در شتاب اسپری، خواص فیزیکی مواد فیلتر، خواص سطح، خواص فیزیکی و شیمیایی آلودگی هوا، پالایش جریان، ارتعاش مکانیکی، رطوبت، دما و طراحی سیستم فیلتر می‌باشد.

چهار مکانیزیم فیلتراسیون اصلی در نظر گرفته می‌شوند: مکانیزم های نفوذ، بهم فشردگی، جلوگیری یا حائل شدن، الکترواستاتیکی.

بازده کل فیلتر به وسیله این مکانیزم ها، به علاوه چسبندگی گرد و غبار به فیبرها و نیروهای کشیدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین، لرزش مکانیکی، نوسانات جریان و نیروهای فشار نیز نقش مهمی را در بازده کلی در مقادیر زیاد گرد و غبار، بازی می‌کنند .مدل‌های ریاضی توسط آقایان پیچ و لوفر مورد بررسی قرار گرفتند .

از آنجا که بازده کلی، یک ترکیبی از کارآیی تمام مکانیزم های فیلتراسیون است، یک بازده حداقلی در اندازه ذرات ۰/۱ تا ۰/۵ میکرون بسته به سرعت اسپری رخ می‌دهد. برای گرد و غبار سیلیس با پراکندگی های چندگانه و مواد غیر بافتی مصنوعی با تخلخل بالا به عنوان مواد فیلتر، حداقل بهره وری در سرعت ۱۰-۲۰ سانتیمتر بر ثانیه رخ می‌دهد.

براساس مدل‌های مکانیزم های فیلتراسیون توصیف شده، بازده برخورد برابر است با بازده برخود برای برخی از ذرات مایع..برای ذرات جامد، کارآیی فیلتراسیون، در عدد استوکس[1] بیشتر از یک منحنی نظری آن منحرف می‌شود .در ناحیه اینرسی فیلتراسیون هوا، که ذرات دارای حرکت قابل توجه هستند، عامل احتمال چسبندگی کمتر از ۱ است .بدین معنی که ذرات می‌توانند از فیبرها خارج شوند و کارایی

1 Stokes numbers

فیلتر را کاهش دهند.ذرات بازگشتی انرژی کمتر نسبت به قبل از برخورد دارند. بنابراین، اگر مواد فیلتر ضخامت کافی داشته باشند، آن‌ها معمولاً توسط لایه‌های پایین دست از فیبر گرفته می‌شوند .کارآیی فیلتر با تجمع گرد و غبار تغییر می‌کند که این امر ساختار فیلتر را تغییر می‌دهد .این مسئله به طور معمول منجر به افزایش کارایی فیلتر در سرعت‌های های اندک اسپری، می‌شود .یک فیلتر معمولاً سطح کل مواد را در سرعت‌های اندک پوشش می‌دهد و لایه های فیلتر اضافی گرانوله شده را تشکیل می‌دهد.

معادله کلی توصیف بازده فیلتر برای مواد فیلتر حاوی گرد و غبار به صورت زیر ارائه می‌شود .

$$P=P_0\cdot\exp\left(-km_D\right) \qquad (۷)$$

در حرکت گرد و غبار با سرعت‌های بالاتر، فرآیند فیلتراسیون بسیار پیچیده‌تر می‌شود، آنهم به دلیل افت بیش از حد فشار درون فیلتر، کشیدن و نیروهای اینرسی ذرات، که ممکن است باعث جذب دوباره ذرات شود .هیچ مدل نظری برای توصیف عملکرد فیلتر پویا در سرعت‌های اسپری بالا وجود ندارد.

پدیده جذب دوباره ذرات گرد و غبار

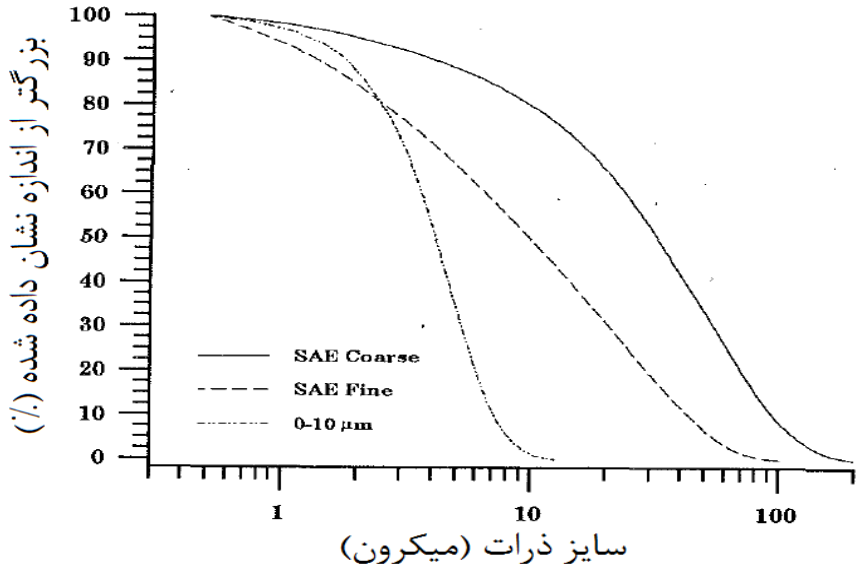
در طول استفاده از فیلتر، در طی گذشت زمان، چگالی یا سختی مجموعه فیلتر در نتیجه رسوب آلاینده افزایش می‌یابد .این مسئله معمولاً بازدهی فیلتر را افزایش می‌دهد .هرچند، تجمع گرد و غبار به دلیل جذب دوباره ذرات، می‌تواند منجر به کاهش کارایی فیلتر نیز شود .جذب دوباره ذرات در اصل یک اثری از نیروهای چسبندگی محدودی می‌باشد که می‌تواند پیشبینی ها را دشوار کند .جذب دوباره زمانی رخ می‌دهد که نیروهای بیرونی بر نیروهای جاذب ما بین ذرات گرفتار شده و فیبرها غلبه کنند . از آنجایکه توده‌های ذرات دارای یک سطح نسبتاً بزرگتری نسبت به یک ذره دارند، ممکن است تحت تأثیر نیروهای کششی از هم بپاشند، در حالیکه تک ذرات به فیبر چسبیده باقی می‌مانند .محاسبه مستقیم یا اندازه گیری نیروهایی که سبب جدا شدن ذرات هستند تقریباً برای فیلترهای واقعی غیرممکن است .ناهمگنی، نوسانات جریان، و لرزش‌های مکانیکی نقش مهمی در این فرآیند بازی می‌کنند .از طریق فرایند جذب مجدد و بارگذاری دوباره ذرات، این ذرات می‌توانند از یک فیلتر عبور کنند؛ این حرکت رسوخ [1] نامیده می‌شود . رسوخ یک مکانیزم اساسی از نفوذ گرد و غبار در بسیاری از فیلترهای فیبری سلولزی می‌باشد .توضیح پیشینه نظری جذب مجدد ذرات پیچیده است، که به سبب آن، یک پیشبینی نادرست در مورد عملکرد فیلتر رخ می‌دهد .در نتیجه، تلاش برای درک بهتر تغییرات در حذف گرد و غبار به عنوان تابعی از زمان، عمدتاً محدود به کار تجربی شده است.

1 eepage

روش‌های تجربی

روش‌های آزمون استاندارد گرانشی، اطلاعاتی را در مورد کارایی فیلتر نهایی و اولیه ارائه می‌دهند .بازده نهایی یا بازده کل در افت فشار نهایی اندازه گیری می‌شود؛ درحالیکه بازده اولیه در ۲۰ گرم و یا بیشتر از انباشت گرد و غبار، بسته به سرعت اسمی فیلتر اندازه گیری می‌شود .آزمایش گرانشی اطلاعاتی در مورد تغییرات پویا در ویژگیهای عملکردی فیلتر ناشی از گرد و غبار انباشته شده ارائه نمی‌دهد .از آنجایی که موتورهای جدید پیشرفته تر شده‌اند، اطلاعات در مورد ذرات گرد و غبار نفوذ کننده به فیلتر نیاز به درک بهتر دارد که چگونه فیلتر از موتور محافظت می‌کند .

سه نوع تست برای آزمایش انتخاب شدند : استاندارد انجمن مهندسان خودرو (SAE) [1] برای ذرات درشت و ریز که توسط تولیدکنندگان خودرو و موتور مشخص شدند و همچنین استاندارد برای ذرات با سایز صفر تا ۱۰ میکرون .ذرات گرد و غبار با اندازه صفر تا ۱۰ میکرون نشانه شرایطی برای یک فیلتر اولیه یا ثانویه برای یک تصفیه کننده هوا چند مرحله ای مجهز به یک صافی چرخشی می‌باشد .قابل ذکر می‌باشد که تمام گرد و غبارها ترکیب شیمیایی مشابهی دارند .تست توزیع اندازه ذرات گرد و غبار در تصویر 1 نشان داده شده است.



شکل ۱ .منحنی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار

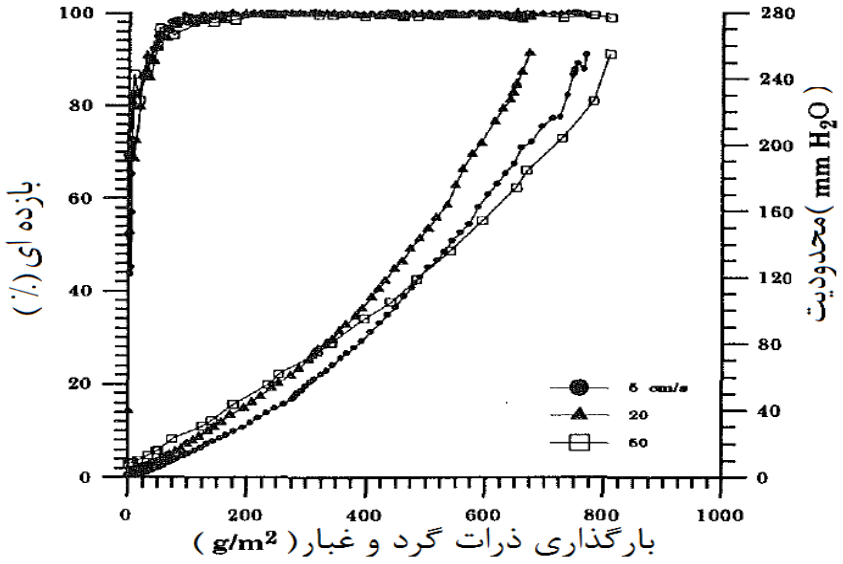
1 Society of Automotive Engineers

از آنجا که در حال حاضر، مواد مصنوعی یا مصنوعی-سلولزی در طراحی فیلترهای هوای موتورهای مدرن دارای محبوبیت بیشتری هستند، نمونه‌هایی از این مواد در آزمایش‌های تجربی مورد استفاده قرار گرفت .خواص آنها در جدول 2 نشان داده شده است.

ویـژگـی	ماده **A** مصنوعی	ماده **B** سلولــوزی- مصنوعی
وزن پـایه g/m^2	195.3	191.8
نفوذپذیری فریزر cfm/ft^2	145	124
ضخامت mm	1.78	2.25

جدول ۲ .خواص مواد فیلتری

توده گرد و غبار شکل گرفته بر اساس استاندارد (SAE تصویر۲) ، یک توده نسبتاً متراکم و از لحاظ مکانیکی قوی می‌باشد.

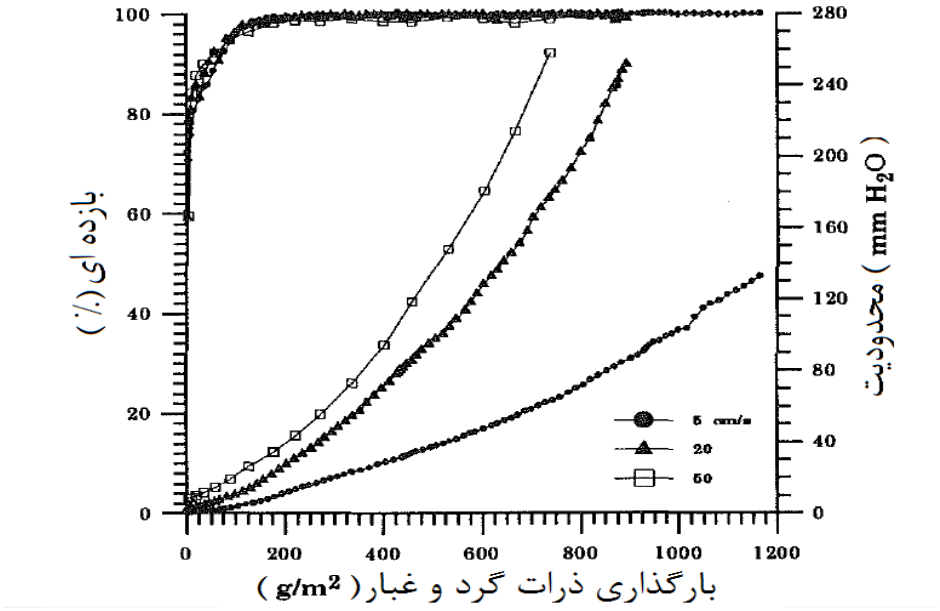


شکل۲ .عملکرد ماده فیلتر A برای ذرات گرد و غبار ریز طبق استاندارد.SAE

این گرد و غبار شامل تعداد زیادی از ذرات ریز است که یک توده متراکم را شکل می‌دهند .ذرات بزرگتر تا ۸۰ میکرون نیز وجود دارند که مسئول افزایش استحکام مکانیکی توده می‌باشند .ویژگی‌های

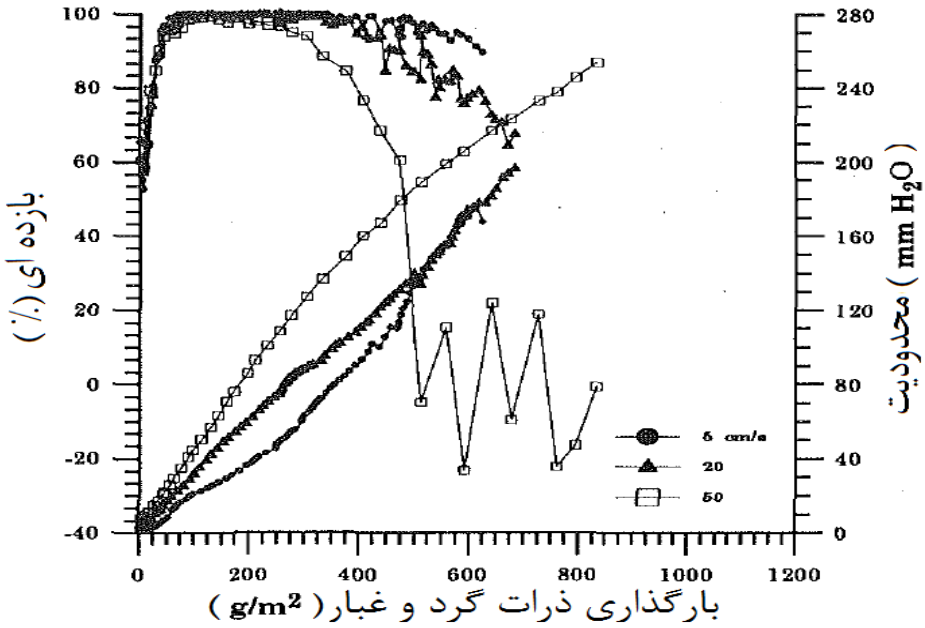
این توده سبب رسیدن به یک بازدهی مناسب می‌شود، درحالیکه بالا بودن استحکام مکانیکی نیز از فروپاشی راحت این توده جلوگیری می‌کند.

در مورد ذرات درشت طبق استاندارد SAE (تصویر ۳) ، توده این گونه ذرات نسبت به ذرات ریزتر قابلیت نفوذ بیشتری دارند؛ بنابراین، مقدار قابل توجهی از ذرات در سرعتهای اسپری بالا می‌توانند در این توده نفوذ کنند، که منجر به کاهش بازدهی فیلتر به ۵۰ سانتیمتر بر ثانیه می‌گردد .در ابتدا، کارآیی اولیه توده ذرات درشت نسبت به ذرات ریز تقریباً بیشتر است، آنهم به این که این توده تعداد ذرات درشت‌تری را شامل می‌شود که به سادگی توسط چنین موادی جمع آوری می‌شوند.



شکل ۳ .عملکرد ماده فیلتر A برای ذرات گرد و غبار درشت طبق استاندارد.SAE

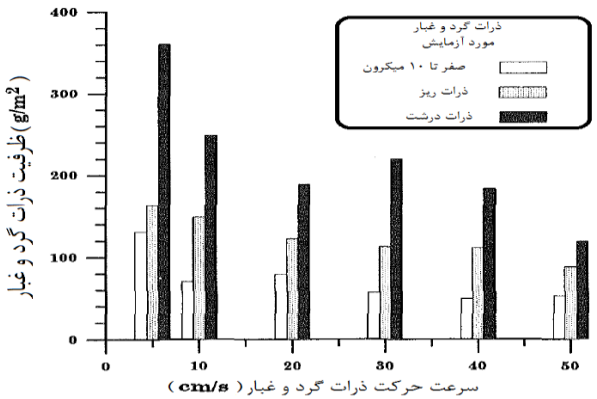
مشکلات واقعی فیلتراسیون در مورد ذرات صفر تا ۱۰ میکرون، مخصوصاً در سرعتهای اسپری بالا رخ می‌دهد (تصویر ٤.) توده ذرات گرد و غبار به دلایلی از جمله افزایش فشارهای استاتیکی مختلف به مواد فیلتری حاوی گرد و غبار، نیروی اینرسی ناشی از انرژی جنبشی ذرات و عمل کشش چسبندگی بر روی توده گرد و غبار، در طی گذر زمان از بین می‌رود.



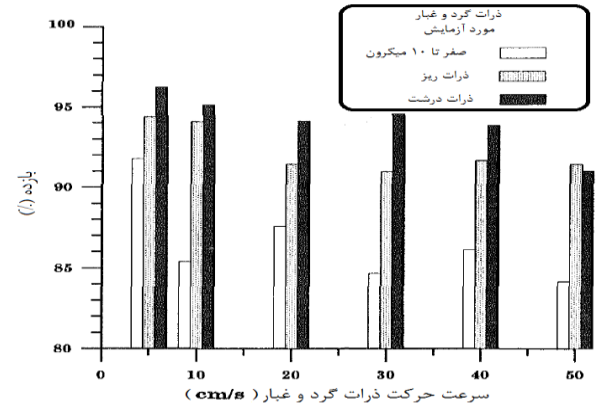
شکل ٤ .عملکرد ماده فیلتر A برای ذرات گرد و غبار با اندازه صفر الی 10 میکرون.

چون نیروهای خارجی در سرعت‌های بالاتر بزرگ‌تر می‌باشند، جذب دوباره ذرات به علت از بین رفتن توده در سرعتهای بالا قابل توجه می‌باشد .حتی بازدهی‌های منفی نیز گاهی اوقات در توده گرد و غبار بالا اندازه گیری می‌شوند .پدیده جذب دوباره ذرات برای ذرات ریز و درشت طبق استاندارد SAE، به دلیل تشکیل یک توده ذرات درشت و دارای استحکام مکانیکی مناسب نسبت به ذرات با اندازه ذرات صفر تا ۱۰ میکرون، کمتر مشاهده می‌شود .تصویر ۵ و ۶ نشان می‌دهد که پیش بینی عملکرد بازده فیلتر برای انواع ذرات گرد و غبار چقدر مشکل می‌باشد .برای یک فیلتر، میزان ذرات جمع آوری شده، سرعت اسپری ذرات و توزیع اندازه ذرات از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر عملکرد فیلتر هستند .بسته به میزان توزیع ذرات، برای مشخص شدن میزان محدودیت یک

فیلتر در ۲۵ میلی متریH_2O ، بارگذاری‌های مختلفی از ذرات گرد و غبار مورد نیاز است (۲۵۰ پاسکال)؛ بنابراین در این موارد، توضیح بارگذاری یا انباشت ذرات گرد و غبار با استفاده از ذرات درشت یا حتی ریز طبق استاندارد SAE غیرواقعی می‌باشد.



شکل ۵ .ظرفیت نگهداری ذرات گرد و غبار در یک محدودیت 25 میلی متری



شکل ۶ .بازده ماده فیلتر A در یک محدودیت 25 میلی متری.O2H

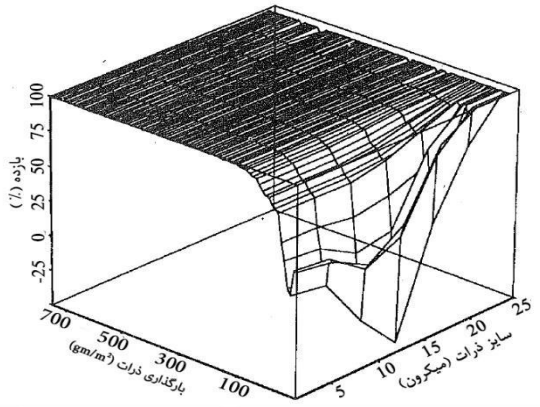
همچنین بازده فیلتر به پارامترهایی نظیر نوع ذرات گرد و غبار و سرعت اسپری این ذرات بستگی دارد . (تصویر ۶) به دلیل افزایش پدیده جذب مجدد در سرعت‌های بالای گرد و غبار، معمولاً در این شرایط بازدهی کاهش می‌یابد .هرچند در مورد ذرات با اندازه صفر تا ۱۰ میکرون، بازدهی فیلتر با توجه به سرعت اسپری ذرات در یک الگو تصادفی تغییر می‌کند .این مسئله با توجه به توده ناپایدار و ضعیف ذرات و ساختارهای هندسی متفاوت ناشی از سرعتهای متفاوت، قابل توضیح است .حتی حرکت مکانیکی نسبتاً جزئی برای جدا کردن ذرات محبوس بدون دخالت دیگر عوامل کافی است . بنابراین، اختلاف در بازدهی فیلتر در یک توده ضعیف ذرات با اندازه صفر تا ۱۰ میکرون قابل توجه است.

تصویر ۷ تغییرات بازدهی فیلتر را نسبت به اندازه ذرات و بارگذاری یا انباشت ذرات گرد و غبار برای ذرات ریز طبق استاندارد SAE در سرعت 5 سانتی متر بر ثانیه را نشان می‌دهد، البته با این فرض که اندازه ذرات در طی عبور از فیلتر تغییر نمی‌کند .در سرعت حرکت ذرات گرد و غبار نسبتاً پایین، این فرآیند بسیار پایدار است .

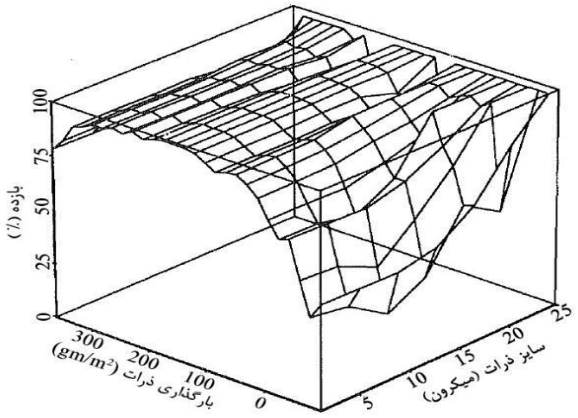
البته قابل ذکر می‌باشد که این فرایند برای ذرات صفر تا ۱۰ میکرون در سرعتهای بیش از ۵۰ سانتیمتر بر ثانیه ناپایدار می‌شود. (تصاویر ۸و۹)

در انباشت بیش از ٤٥٠ گرم بر متر مکعب برای ذرات صفر تا ۱۰ میکرون، به دلیل وقوع پدیده رسوخ (تصویر٤) بازدهی منفی است .تمام ذرات در هر اندازه ای به فیلتر نفوذ می‌کنند .محققین ،لِسمن و رادمن دریافتند که بازدهی کلی فیلتر برای ذرات ریز طبق استاندارد SAE یک تابع خطی از نسبت $m/dfA2$ است، به طوریکه m و dfA به ترتیب برابر هستند با وزن پایه مواد فیلتر و قطر متوسط فیبر در فیلتر .هیچ مدل کلی برای مشخص کردن بازدهی فیلتر و نفوذپذیری دیگر ذرات گرد و غبار با پراکندگی متفاوت در دسترس نیست.

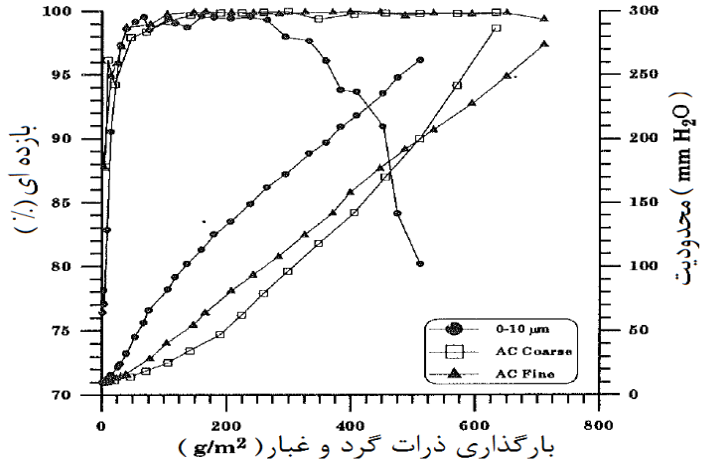
منافذ موجود در بین ذرات یک منطقه فعالی را از ذراتی که جذب مجدد شده‌اند را نشان می‌دهند . در مواد فیلتر مصنوعی بافته نشده و کاغذهای سلولزی، آرایش فضایی تصادفی از فیبرها منجر به یک توزیع گسترده ای از حفره ها با اندازه های مختلفی می‌شود .عموماً، حفره های بزرگ سبب ایجاد یک مسیری برای کاهش محدودیت جریان اسپری شده و همچنین به عنوان منابع حفره های ریز عمل می‌کنند. .مناطق دیگر فیلتر به طور فزاینده ای با تجمع گرد و غبار محدود شده و همچنین سرعت از طریق این منافذ افزایش یافته و در نتیجه، منجر به نفوذ هر دو نوع ذرات جمع آوری نشده و جذب مجدد شده می‌شود.



شکل ۷ .بازده ماده فیلتر A در سرعت معادل ۵ سانتیمتر بر ثانیه برای ذرات ریز طبق استاندارد SAE



شکل ۸ .بازده ماده فیلتر A در سرعت معادل ۵۰ سانتیمتر بر ثانیه برای ذرات با اندازه صفر تا ۱۰میکرون



شکل ۹ .کارآیی ماده فیلتر B در سرعت معادل ۵۰ سانتیمتر بر ثانیه.

منافذ موجود برای هر دو حالت گرد و غبارهای ریز و درشت برای کاغذهای سلولزی و مصنوعی بافته نشده با تخلخل‌های زیاد سطحی و عمیق مشاهده می‌شود .تعداد منافذ با افزایش اسپری ذرات گرد و غبار افزایش می‌یابد .در سرعتهای بیش از ۵۰ سانتیمتر بر ثانیه، منافذ، تمام سطح فیلتر را می‌پوشاند .همچنین توده ضعیف ذرات در منافذ بزرگتر از بین می‌رود .در برخی از منافذ بزرگ، فیبرها با رسوبات گرد و غبار تشکیل شده توسط ذرات بسیار ریز پوشیده شده و فضای بین فیبرها برای جریان آئروسل باز می‌شود .این امر یک نتیجه‌ای از الگوی جریان اطراف فیبر است .

همچنین ذرات بسیار ریزی در لایه‌های مرزی، جایی که سرعت جریان به صفر کاهش می‌یابد، باقی می‌مانند؛ بنابراین، کشش آیرودینامیکی ضعیف‌تر از نیروی چسبندگی بوده و نمی‌تواند ذرات را از مواد فیلتر خارج کند.

در طی فیلتراسیون ذرات درشت تر، منافذ بزرگ کمتری وجود دارد .در این مورد، ذرات ریز و درشت سبب تشکیل توده های گرد و غبار متراکم شده، که این توده ها به شدت به منافذ مواد فیلتر می‌چسبند .تنها منافذ بسیار بزرگ به صورت باز باقی می‌مانند .هرچند، منافذ بسیار کوچک نیز تمام سطح مواد فیلتر را می‌پوشانند. عموماً در فیلتراسیون هوای خودروها در سرعتهای متوسط در حدود 25سانتیمتر بر ثانیه، از مواد فیلتری از جنس کاغذهای سلولزی استفاده می‌شود .با توجه به محدودیت فضا در طراحی ماشین‌های جدید، سرعت‌های بالاتری از عبور هوا برای موتورها مورد نیاز است . آزمایشات تجربی نشان داده است که مواد فیلتری مانند مصنوعات بافته نشده رفتار می‌کند .تصویر ۹ عملکرد مواد فیلتر از نوع کاغذ سلولزی-مصنوعی برای هر سه گونه تست ذرات را نشان می‌دهد . منحنی‌های مشخصه بازدهی، به دلیل جذب مجدد ذرات ریز و درشت، تغییرات اندکی را نشان می‌دهند .تخلیه قابل توجه ذرات تنها برای ذراتی با اندازه صفر تا ۱۰ میکرون رخ می‌دهد .با وجود جذب مجدد آشکار برای ذرات انباشت شده در مقدار تقریبی ۲۵۰ گرم بر متر مکعب، افت فشار هنوز نسبت به توده‌های نفوذپذیر متشکل از ذرات ریز و درشت گرد و غبار، بالاتر است .

در نتیجه، منافذ ریز بیشماری در طی این شرایط آزمایشی، تشکیل می‌شوند .در انباشت ذرات بالاتر از ۵۰۰ گرم بر متر مکعب، توده ذرات درشت انباشت شده، منافذ را پر کرده به طوری که فیلتر نسبت به ذرات ریز محدودکننده‌تر می‌شود.

نتیجه گیری

خوردگی موتور توسط ذرات گرد و غبار بستگی به غلظت و نحوه توزیع اندازه ذرات دارد. نرخ خوردگی می‌تواند با بکارگیری فیلترهای مناسبتر به کمترین حد خود برسد .

طراحی، انتخاب و توسعه فیلترهای هوا برای موتورها بسیار پیچیده است .ویژگیهای عملکردی فیلتر تحت تأثیر پارامترهایی از جمله، نوع ذرات و سرعت جریان در یک شرایط تصادفی قرار می‌گیرند . خود فیلتر از طریق پدیده جذب مجدد می‌تواند منبعی برای ذرات گرد و غبار باشد. با توجه به درک اندکی که از فرایند فیلتراسیون در مواد فیلتری با نفوذپذیری بالا در طی فیلتراسیون ذرات ریز و در

سرعتهای حرکت بالای ذرات، وجود دارد، هیچ روش قابل اعتمادی چه برای انتخاب یا رتبه بندی فیلتر وجود ندارد.

منابع

[1] Khorshid, E. A., and Nawwar, A. M., "A Review of the Effect of Sand Dust and Filtration on Automobile Engine Wear," Wear, Vol. 141, pp. 349-371, 1991.

[2] Fodor, J., "Improving the Economy of I. C. Engines by Controlling the Contaminants Through Filtration," Proceedings, World Filtration Congress, Uplands Press Ltd., Croydon, United Kingdom, pp. 707-711, 1982.

[3] Grigoryev, M. A., and Ponomaryov, N. N., Wear and Engine Life [in Russian], Mashinostroyenye, 1976.

[4] Cockle, G. R., Houser, F. N., and Koch, E. M., eds, Car and Lo- comotive Cyclopedia of American Practices, Centennial Edition, Simmons-Boardman Publishing Corp., New York, pp. S16-60, 1974.

[5] Pochtarov, N. F., The Effect of Air Dustiness on Piston Wear [in Russian], Military Publisher, Department of Defense, Moscow, 1957.

[6] Nietzold, I., Luftfiltration (Polish translation), VEB Verlag Technik, Berlin, 1979.

[7] Koffman, J. L., "The Cleaning of Engine Air," Gas and Oil Power, Vol. 48, pp. 60-63, 1953.

[8] Dyakov, R. A., Air Cleaning in Diesels [in Russian], Mashinostroyenye, Leningrad, 1975.

[9] Mayev, V. E., and Ponomaryov, N. N., Air Cleaners for Automotive and Tractor Engines [in Russian], Mashinostroyenye, Moscow, 1971.

[10] Jaroszczyk, T., "Experimental Study of Dust Distribution Around Motor Vehicles in Motion," Particulate and Multiphase Processes, Vol. 2, T. Ariman and T. N. Veziroglu, eds., Hemisphere, New York, pp. 417-426, 1987.

[11] Caskey, M. R., "Dust and Sand Protection for Marine Gas Turbines," Transactions of the ASME, Vol. 104 (April), pp. 260-267, 1982.

[12] Baczewski, K., and Jaroszczyk, T., "Laboratory and Field Testing of Aif Filters," Proceedings, FUtech Conference, London, pp. 197-202, 1981.

[13] Morton, D. W., "Match the Engine Intake System to the Application and Environment," Engineering Know-How in Engine Design—Part 18 (SP-359), Society of Automotive Engineers, pp. 1-6, 1970.

[14] Needelman, W. M., and Madhaven, P. V., "Review of Lubricant Contamination and Diesel Engine Wear," SAE Technical Paper No. 881827, 1988.

[15] Grigoryev, M. A., Sokolov, V. V., Borisova, G. V., and Ruzayev, I. G., "Experimental Theoretical Investigation of Oil and Air Filter Performance Effect on Engine Wear" [in Russian], NAMI Journal, Moscow, pp. 34-43, 1975.

[16] Watson, C. E., Hanley, F. J., and Burchell, R. W., "Abrasive Wear of Piston Rings," SAE Transactions, Vol. 63, pp. Ill-lib, 1955.

[17] Coates, G. L. A., and Tull, E. V., "A Search for the Perfect Engine Air Cleaner," SAE Technical Paper No. 305B, pp. 50-57, 1963.

[18] Midler, F. L., Armini, A. J., and Jones, G. W., "The Use of Surface Layer Activation Wear Monitoring for Filter Design and Evaluation," SAE Technical Paper No. 810329, 1981.

[19] Thomas, G. E., and Culbert, R. M., "Ingested Dust, Filters, and Diesel Engine Ring Wear," SAE Technical Paper No. 680536, pp. 362-369, 1968.

[20] U.S. Patent 5,106,397.

[21] Fried, E., and Idelchik, I. E., Flow Resistance: A Design Guide for Engineers, Hemisphere Publishing Corp., New York, 1989.

[21] Stinson, J. A., Meyers, M. N., Jaroszczyk, T., and Verdegan, B. M., "Temporal Changes in Oil and Air Filter Performance Due to Dust Deposition," Filtration & Separation, pp. 368-371, 1989.

[22] Davies, C. N., Air Filtration, Academic Press, New York, 1973.

[23] Wake, J., and Jaroszczyk, T., "Experimental Study of Dust Filtration in Surface-Type Nonwovens," Particulate Science & Technology, Vol. 9, pp. 31-44, 1991.

[24] Jaroszczyk, T., and Wake, J., "Critical Aerosol Velocity in Nonwoven Filtration," Proceedings, Tappi 1991 Nonwoven Conference, pp. 125-135, 1991.

[25] Claes, J., and de Bruyne, R., "Demisting With Metal Fibre Webs and Felts," Proceedings of the Filtration Society Conference, Sept. 16-19, London, pp. 9-13, 1975.

[26] Pich, J., "Gas Filtration Theory," Filtration: Principles and Practices, 2nd ed., M. J. Matteson and C. Orr, eds., Marcel Dekker, Inc., New York, 1987.

[27] Flagan, R. C, and Seinfeld, J. H., Fundamentals of Air Pollution Engineering, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1988.

[28] Myedvyedyev, V. N., Nyevolin, V. F., and Kagan, M. R., "A Method of Pressure Drop Calculation in Cellulose-Type Filters for Dust Free Air and Under Dust Loading" [in Russian] Engine Construction, No. 5, pp. 25-27, 1984.

[29] Davies, C.-N., "The Separation of Airborne Dust and Particles," Proceedings, Institute of Mechanical Engineers, Vol. 113(5), pp. 185-213, 1952.

[30] Nowicki, M., "The Process of Non-steady Aerosol Filtration in Fibrous Filters" [in Polish], Proceedings, International Symposium of Polish Academy of Sciences, Zabrze, Poland, Dec. 15-18, 1971.

[31] Chen, C. Y.,"Filtration of Aerosols by Fibrous Media," Chem. Reviews, Vol. 55, pp. 595-623, 1955.

[32] Loffler, F., "Separation Efficiency and Pressure Loss of Filter Materials of Different Structure, at Different Conditions," Staub-Reinhalt, Luft (English edition), Vol. 30 (12), pp. 27-31, 1970.

[33] Lee, K. W., and Liu, B. Y. H., "Theoretical Study of Aerosol Filtration by Fibrous Filters," Aerosol Science & Technology, Vol. 1, pp. 147-161, 1982.

[34] Wirski, W., "The Filtration Velocity Influence on Filter Efficiency of Fibrous Filters" [in Polish], Bull. Mil. Acad. Technol. Warsaw, Vol. 23(9), pp. 105-111, 1974.

[35] Ellenbecker, M. J., Leith, D., and Price, J. M.,"Impaction and Particle Bounce at High Stokes Numbers," J. Air Pollut. Control Assoc, Vol. 30(11), pp. 1224-1227, 1980.

[36] Sayfert, N.,"Collection, Bouncing, and Adhesion on Crossed Fibers in Mono- and Multi-layer Design," Aerosol Science & Technology, Vol. 9, pp. 201-211, 1988.

[37] Leith, D., and Ellenbecker, M. J., "Theory for Penetration in a Pulse-Jet Cleaned Fabric Filter," J. Air Pollut. Control Assoc, Vol. 30 (8), pp. 877-881, 1980.

[38] Grant, D. C, Liu, B. Y. H., and Fisher, W. G., "Particle Capture Mechanisms in Gases and Liquids: An Analysis of Operative Mechanism of Membrane/Fibrous Filters," J. Environ. Science, pp. 43-51, 1989.

[39] Lessman, R. C, and Rodman, C. A., "Automotive Nonwoven Filter Media, Their Construction and Filter Mechanisms," presented at INDA-TECH 87, pp. 1-16, 1987.

[40] Baumann, R. E., "The Evidence for Wormholes in Deep Bed Filters,"Proceedings, FUtech Conference, Utrecht, Holland, Sept. 23-25, pp. 151-164, 1987.

[41] Dennis, R., and Surprenant, N. F., "Particulate Control Highlights: Research on Fabric Filtration Technology," EPA Report No. 60078-78-005d, 1978.

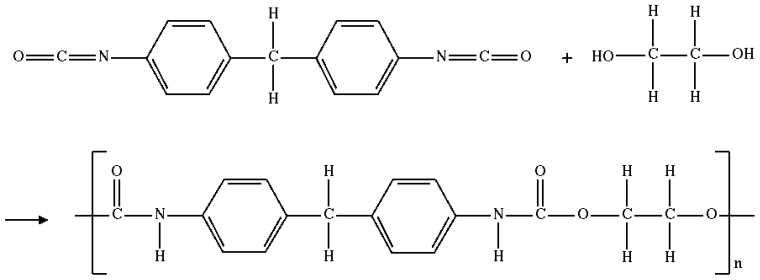
فصل چهارم

فوم‌های پلی یورتان

مقدمه

پلی یورتان PU (یا) PUR پلیمرهایی هستند که از ترکیب واحدهای ارگانیک پیوندی با گروههای کاربامات تولید می‌شوند .درحالی که بیشتر پلی یورتانها از نوع پلیمرهایی که با حرارت دادن ذوب نمی‌شوند (پلیمرهای ترموست)، با این حال برخی از پلیمرهای پلی یورتان نیز وجود دارند که از نوع پلیمرهای ترموپلاستیک هستند .

پلی یورتان ها از واکنش پلی اُلها و ایزوسیانات ها به عنوان مواد اصلی تشکیل دهنده ساخته می‌شوند .نتایج تحقیقات صورت گرفته نشان داد که به دلیل سمی بودن ترکیب ایزوسیانات، بهتر است که استفاده از این ترکیب در تولید پلی یورتان به حداقل مقدار خود برسد .بدین منظور، اخیراً محققین به دلیل اثرگذاری منفی این ترکیب بر سلامتی انسان و آلودگی محیط زیست، یکسری پلی یورتان هایی فاقد ترکیب ایزوسیانات (UsNIP) [1] تولید کردند که به عنوان دسته بندی جدیدی از پلیمرهای پلی یورتان معرفی کردند.



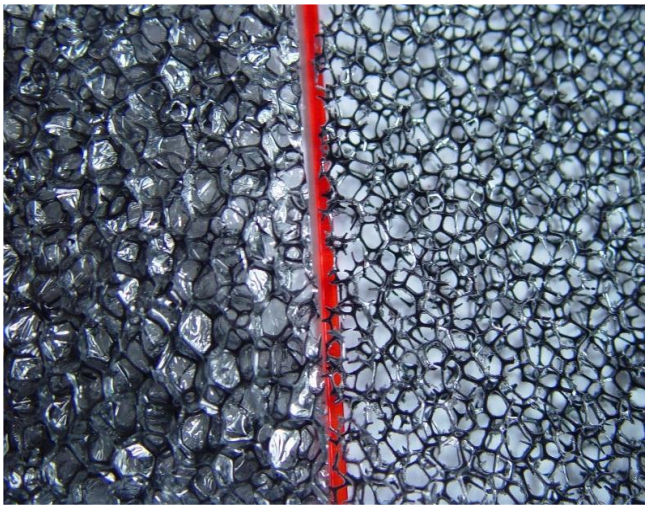
شکل ۱. ساختار یک پلییورتان

محصولات پلی یورتان اغلب به اسم" یورتانها "تولید می‌شوند، اما نباید آنها با ترکیبات" اتیل کاربامات "که به اسم مشابه یورتان هستند، اشتباه گرفت .پلی یورتان ها اغلب در تولید انواع محصولات فومی از قبیل، صندلی‌های فومی با مقاومت بالا، پنل‌های عایق از نوع فوم سخت، آب بندها و واشرهای فومی میکروسلولی، چرخهای لاستیکی با دوام بسیار بالا (مانند اسکیت برد)، واشر تعلیقی خودروها، چسب‌های مورد استفاده در بردهای الکتریکی، چسب‌های مخصوص با کارآیی بالا، برای پوشش دهی و آب بند کردن سطوح، تولید الیاف مصنوعی، پلاستیک‌های سخت و غیره کاربرد دارند.

1 Non-isocyanate based polyurethanes

تاریخچه

پلی یورتان ها را اولین بار شخصی به نام اتو بایر [1] در سال ۱۹۳۷ در آلمان کشف کرد و بعد از آن این مواد با داشتن خواص ویژه پیشرفت بسیار زیادی را در انواع صنایع جهان داشتند.



شکل ۲ .فوم پلی یورتان

پلیمرهای جدید دارای مزایای بیشتری نسبت به پلاستیکهای موجود بودند که از طریق پلیمریزاسیون اُلیفینه[2] یا با استفاده از بسپارش تراکمی ساخته می‌شدند و همچنین ابداع اینگونه از پلیمرها با اختراعات صورت گرفته در حوزه پلی استرها تفاوت‌های عمده ای داشتند .کارهای اولیه در راستای تولید پلیمرها بیشتر بر روی تولید الیاف و فوم‌های انعطافپذیر تمرکز داشته، در حالی که در طی جنگ جهانی دوم از مواد پلی یورتان برای نخستین بار، در مقیاس محدود به عنوان پوشش اعمالی برای هواپیماها مورد استفاده قرار گرفتند.

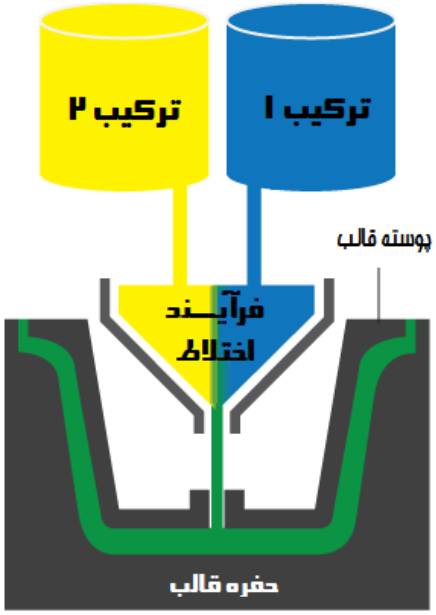
در سال ۱۹۵۲ استفاده از پلی ایزوسیانات ها به صورت گسترده ای رواج یافته و همچنین در سال ۱۹۵٤ فوم پلی یورتان انعطاف پذیر با استفاده از دی ایزوسیانات(TDI) [3] و پلی استر پلی اُل تولید شد .

همچنین این مواد در تولید فومهای سخت، لاستیک آدامس و الاستومرها مورد استفاده قرار گرفتند . الیاف خطی از دی ایزوسیانات هگزامتیلن) HDI) [4] و بوتانیدول [5] تولید شدند.

1 Otto Bayer
2 Olefins
3 toluene diisocyanate
4 hexamethylene diisocyanate
5 Butanediol

در سال ۱۹۵٦ آقای دوپوند[1] گروه‌هایی از پلی اِتر پلی اُلی مخصوصاً پلی گلیکول را معرفی کرد و در سال ۱۹۵۷ شرکت‌های آلمانی BASE و انگلیسی DOW شروع به فروختن پلی اتیلنگلیکول ها کردند .از آنجایی که ترکیبهای پلی اِتر پلی اُل نسبت به پلی اِستر پلی اُل ها دارای فرآیند تولید راحت تر، ارزان‌تر و قابلیت ضدآب بودن می‌باشند، بیشتر مورد توجه و استفاده قرار می‌گرفتند .همچنین شرکتهای Union Carbide و Mobay نیز شروع به تولید ترکیبات پلی یورتانی کردند .در سال ۱۹٦۰ بیش از ٤٥۰۰۰ تن از فومهای انعطاف پذیر پلی یورتان تولید شد .پارامترهایی نظیر در دسترس بودن عامل دمش کلروفلوئوروکربن[2] ، ارزان قیمت بودن پلی اِتر پلی اُلها و متیلن دیفنیل دی ایزوسیانات (MDI)[3]سبب شدهاند تا فومهای سخت پلی یورتان به عنوان مواد عایق کارآمدی شوند .در سال ۱۹٦۷ فوم‌های سخت پلی یورتان اصلاح شده که دارای خواص پایداری در دماهای بالا بودند، معرفی شدند .در طی دهه ۱۹٦۰ میلادی، قطعات ایمنی داخل خودرو مانند ابزارها و پنلهای درب، به وسیله پوسته فومی نیمه سخت از جنس ترمو پلاستیک تقویت شده تولید شدند .در سال ۱۹٦۰ شرکت آلمانی بایر یک خودرو تمام پلاستیک را ارائه کرد .اجزاء این خودرو اعم از پنلهای جلوپنجره و بدنه اصلی با استفاده از یک روش جدید تحت عنوان قالبگیری تزریقی واکنشی (RIM) [4] تولید شدند؛ در این روش ابتدا واکنش دهنده‌ها با یکدیگر مخلوط شده و سپس به داخل قالب تزریق می‌شوند .در روشRIM ، استفاده از برخی افزودنی‌ها نظیر پودر شیشه، میکا و الیاف کارشده معدنی، سبب تقویت پلیمرهای تولیدی شده که در نهایت سبب بهبود استحکام خمشی، پایداری حرارتی و کاهش ضریب انبساط حرارتی می‌شود .برای نخستین بار، در ۱۹۸۳ شرکت جنرالموتورز آمریکا از این تکنولوژی به منظور تولید بدنه داخلی خودرو در مدل پونتیاک فیرو [5] استفاده قرار گرفت .از اوایل دهه 1980 میلادی، فوم‌های انعطافپذیر میکروسلولی آبکاری شده، به منظور قالبگیری واشرها برای پنلهای خودرو و همچنین برای آب بندی فیلتر هوا، جایگزین پل استیزول PVC که کاربرد بسیار گسترده ای در صنعت خودرو داشته، شده است .در حال حاضر، از فوم‌های پلی یورتان در کاربردهای دما بالا فیلترهای روغن نیز استفاده می‌شود.

1 DuPont
2 chlorofluoroalkane
3 Methylene diphenyl diisocyanate
4 reaction injection molding
5 Pontiac Fiero



شکل .فرآیند قالبگیری تزریقی واکنشی

در برخی موارد، به منظور رسیدن به یک فوم با تراکم کمتر، مقادیر اندکی از عامل پف کننده نیز در فوم پلی یورتان استفاده می‌شود؛ دلیل این امر، افزایش قابلیت جذب انرژی بیشتر در فوم و به عبارتی افزایش قابلیت عایق بودن می‌باشد.

در اواخر دهه ۱۹۹۰ میلادی، در شمال آمریکا و همچنین در اتحادیه اروپا، عامل‌های پف کنندگی مانند دی اکسید کربن، پانتان ، تترافلوئورواتان و پنتافلوئور پروپان به صورت گسترده مورد استفاده قرار گرفت.

تولید فیلتر هوای خودرو با فوم پلی یورتان

فوم پلی یورتان یکی از مواد اولیه در تولید فیلتر هوا خودرو می‌باشد که از واکنش شیمیایی دو مایع پلی ال و ایزو (ایزوسیانات) تولید می‌شود.

پلی ال یا به اصطلاح پلی، یک رزین پلیمری است که بسته به شرایط تولید بیرنگ یا شیری رنگ می‌باشد .رزین پلی ال ،حاوی یک پلی آل پایه می‌باشد که مواد افزودنی، کاتالیست، رنگ، مواد پرکننده

و غیره برای دستیابی به کیفیت مورد نظر به آن افزوده می‌گردد .ماده ایزوسیانات یا به اصلاح ایزو، مایعی قهوه ای رنگ یا بی رنگ است که به عنوان سخت کننده یا هاردنر در تولید فوم پلی یورتان استفاده می‌شود در تولید فوم فیلتر هوا استاندارد، لازم است پلی ال و ایزوسیانات به خوبی و با نسبت ترکیب مشخص با هم میکس شوند تا زنجیره‌های پلیمری پلی یورتان به خوبی تشکیل شوند .

ترکیب و میکس مواد پلی یورتان اصولاً توسط دستگاه تزریق انجام می‌شود .این دستگاه از دو تانک جهت نگهداری مایع پلی و ایزو، هد تزریق مواد به داخل قالب فیلتر، شیلنگ یا لوله انتقال مواد از تانک و سر هد، پمپ جهت انتقال مایع پلی و ایزو از تانک با سر هد می‌باشد .فشار لازم جهت میکس و ترکیب کردن دو مایع پلی و ایزو توسط هد دستگاه تأمین می‌شود .

دستگاه تزریق پلی یورتان بر اساس میزان فشار ترکیب و میکس دو مایع در سر هد به دو نوع فشار پایین [1] و فشار بالا[2] ، تقسیم بندی می‌شوند.

دستگاه تزریق فوم فشار بالا همانطور که از نامش پیداست با فشار بالایی دو مایع پلی و ایزو را با هم ترکیب و میکس می‌کند و در نتیجه واکنش تشکیل فوم پلی یورتان به طور کامل انجام می‌گیرد و محصول با کیفیتی در مقایسه با دستگاه تزریق فشار پایین می‌توان تولید کرد.

از مزیتهای دیگر دستگاه تزریق فشار بالا در تولید فیلتر هوا، پاکیزه بودن آن است زیرا هیچگونه مواد پلی یورتانی در داخل هد دستگاه باقی نمی‌ماند.

اما در دستگاه تزریق فشار پایین، با توجه به باقیماندن مواد پلی یورتان واکنش داده در داخل هد دستگاه، ضروری است فوم پلی یورتان به جای مانده با حلالی مانند متیلن کلراید شستشو و پاک گردد .

با توجه به اینکه متیلن کلراید با فشار باد پخش می‌شود موجب آلوده کردن هوای محیط نیز می‌گردد.

البته با توجه به قیمت بالای دستگاه تزریق فشار بالا، در ایران معمولاً از دستگاه تزریق فشار پایین در تولید فیلتر هوا استفاده می‌شود

باید توجه داشت در این دستگاه باید برای ذخیره حلال متیلن کلراید یک تانک ذخیره تعبیه کرد .

در تولید فیلتر هوا گاهی دیده می‌شود افرادی در منزل و به طور دستی اقدام می‌کنند که به دلیل بروز مشکلات تنفسی و پوستی که این مواد شیمیایی ایجاد می‌کنند به هیچ وجه توصیه نمی‌گردد .

همچنین رقابت با تولید کنندگان فیلتر هوا که دارای دستگاه می‌باشند، هم از لحاظ کیفیتی و هم قیمتی، به هیچ عنوان برای افرادی که بطور دستی تولید میکنند، امکانپذیر نمی‌باشد.

1 low pressure
2 high pressure

در تولید فیلتر هوای استاندارد و با کیفیت ،علاوه بر میکس مناسب پلی و ایزو، نسبت ترکیب واکنش نیز می‌بایست به دقت رعایت شود .در واکنش پلی یورتان گروه عاملی OH پلی آل با گروه NCOایزوسیانات ترکیب شده و تشکیل فوم پلی یورتان می‌گردد .

بسته به مقدار عدد هیدروکسیل رزین پلی ال و عدد NCO ایزوسیانات نسبت ترکیب واکنش توسط سازنده مواد پلی یورتان تعیین می‌گردد .هر چه تعداد شاخه های فعال رزین پلی ال کمتر باشد، فوم برای تشکیل واکنش به ایزوسیانات کمتری نیاز دارد .

به عنوان مثال در تولید فیلتر هوا نسبت ترکیب پلی به ایزو ۳ به ۱ است درحالیکه در تولید فوم سرد پلی یورتان (فوم صندلی)با توجه به اینکه شاخه های فعال رزین پلی ال بیشترمی باشد به ایزوسیانات بیشتری برای تشکیل واکنش نیاز است و نسبت ترکیب پلی به ایزو ۲ به ۱ است .در فوم سخت پلی یورتان که رزین پلی ال دارای بیشترین شاخه فعال می‌باشد، نسبت ترکیب پلی به ایزو۱ به ۱ است.

باید توجه داشت افزودن هرگونه ناخالصی و فیلر و مواد پرکننده مانند کربنات کلسیم یا پودر پی وی سی به رزین پلی ال با توجه به اینکه مواد فعالی نیستند و در واکنش شیمیایی شرکت نمی‌کنند موجب نیاز کمتری به ایزوسیانات می‌باشد.

به همین دلیل نسبت ترکیب پلی به ایزو از ۳ به ۱ تبدیل به ٤ به ۱ و یا ٥ به ۱ می‌گردد .البته باید یادآور شد تفاوت در نسبت ترکیب مواد دو سازنده مواد پلی یورتان الزاماً به معنای داشتن فیلر در پلی نیست و گاهی بسته به فرمول شیمیایی سازنده مواد پلی یورتان ممکن است نسبت ترکیب مواد متفاوت باشد.

انواع کاربردهای پلی یورتان ها

پلی یورتان ها به شکلهای مختلف از جمله فومهای نرم، فوم‌های سخت؛ الاستومرها، ترموپلاستیک الاستومرها، رزین، رنگ، پوشش، چسب، انواع جلادهنده وغیره در دنیا کاربرد دارند.

پوشش لوله

یکی از کاربردهای پلی یورتان ها، استفاده به عنوان پوشش لوله های مدفون در خاک با هدف حفاظت در برابر خوردگی می‌باشد. پلی یورتان مورد استفاده در این روش، از نوع ۱۰۰% جامد و با

مواد اولیه ۲ جزئی است ولی نبایستی چسبندگی زیادی به سطح لوله از این پوشش توقع داشت .پلی اورتانها در شرایط کاربری خاص مانند دمای بالای خط لوله و یا تعمیرات پوشش اصلی کاربرد دارند و کمتر به عنوان پوشش اصلی خطوط انتقال استفاده می‌شوند .استفاده از پوششهای پلی یورتان جهت پوشش داخلی خطوط انتقال کاربرد بسیار محدودی داشته و به علت آزادکردن ترکیبات سمی ایزوسیانات جهت پوشش داخلی توصیه نمی‌گردد.

پوشاک

دانشمندان کشف کردند که از پلی یورتان می‌توان برای ساخت نخهای با کیفیت، به وسیله ترکیب پلی یورتان با نایلون استفاده کرد که این امر کاهش وزن و افزایش قابلیت کششی نسب به قبل را برای پوشاک به ارمغان می‌آورد .در طی دهه‌های مختلف، تکنولوژی ساخت فومهای پلی یورتان همواره دارای پیشرفت بوده و به الیاف اسپندکس، پوشش پلی یورتان و الاستومر ترموپلاستیک توسعه یافته‌اند.

لوازم برقی

فوم پلی یورتان یک جزء با اهمیت ویژه در لوازم بزرگ به حساب می‌آید. شایع‌ترین کاربرد فوم پلی یورتان در لوازم بزرگ الکتریکی، اسفنج سفت و محکم برای سیستم‌های عایق حرارتی یخچال و فریزر است. فوم پلی یورتان سفت و سخت یک ماده ضروری و مقرون به صرفه است که می‌تواند برای بالا بردن رتبه‌های انرژی مورد نیاز در یخچال و فریزر مورد استفاده قرار گیرد .

خودرو

از پلییورتان ها می‌توان در تولید قسمت‌های مختلف اتومبیل استفاده کرد، از جمله بدنه خودرو، سقف، صندلی‌ها، بخشهای داخلی و غیره.

از جمله مهمترین دلایل استفاده از این نوع فوم در تولید قسمتهای مختلف خودرو می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

✓کاهش مصرف سوخت

✓کاهش وزن قطعات و وزن کلی خودرو

✓افزایش راحتی

✓افزایش مقاوت در برابر خوردگی

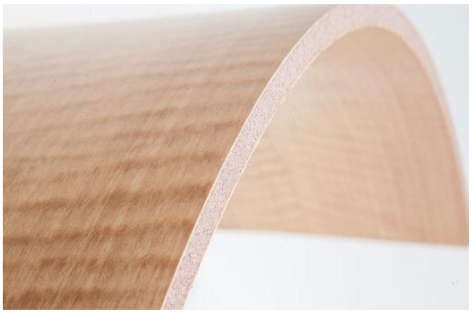
✓افزایش مقاوت در برابر ضربه

ساخت و ساز

خانه‌های امروزی متقاضی موادی با عملکرد بالا و مستحکم و در عین حال بسیار سبک وزن هستند؛ فوم‌های پلی یورتان راه حل بسیار مناسبی برای رسیدن به این هدف می‌باشند. علاوه بر این، قابلیت نصب آسان و در عین حال دوام بسیار خوبی نیز دارند .پلی یورتان از طریق کاهش مصرف انرژی به حفظ محیط زیست نیز کمک می‌کند.

با توجه به دوام بسیار عالی، مقاومت فوق العاده و خواص عایقی پلی یورتان، غالباً در ساخت ساختمان‌ها استفاده می‌شود. از پلی یورتانها در بیشتر قسمتها استفاده می‌شود، مانند عایق کاری سقف‌ها، پشت بامها، کف ساختمان، دیوارها و درب و پنجره‌ها. همانطور که اشاره شد، از مهمترین مزیت استفاده فوم‌های پلی یورتان در ساخت منازل،می‌توان به کاهش چشمگیر مصرف انرژی اشاره کرد.

کامپوزیت چوب



فوم پلی یورتان نقش عمده ای در مواد مدرن، مانند کامپوزیت چوب ایفا می‌کند؛ در تخته های حالتدار، فیبرهای با دانسیتهٔ متوسط، الوارهای بلند، روکش‌های الوار و خرده تخته‌ها می‌توان از آن استفاده کرد.

الکترونیک

فوم پلی یورتان غالباً در صنایع برق و الکترونیک در محافظت کردن، درزگیری کردن و عایق بندی محصولات شکننده و حساس به فشار، قطعات میکرو الکترونیک، کابل‌های مورد استفاده در زیر آب و تخته‌های مداری به کار گرفته می‌شود.

مبلمان

پلی یورتان، بیشتر به صورت فوم انعطاف پذیر، یکی از محبوب‌ترین مواد مورد استفاده در مبلمانها می‌باشد. استفاده از این ماده کمک می‌کند تا مبلمانی با دوامتر، انعطاف پذیرتر و راحت‌تر داشته باشیم.

پزشکی

با استفاده از پلی اترها به عنوان پلی اُل، در سنتز پلی یورتان می‌توان کاشتنی‌های طولانی مدت تهیه نمود، که در قلب مصنوعی، کلیه مصنوعی، ریه مصنوعی، هموپرفیوژن، لوزالمعده مصنوعی، فیلترهای خونی، کاترها، عروق مصنوعی، بای پس سرخرگها یا سیاهرگها، کاشتنی‌های دندان و لثه، بیماری‌های

ادراری، ترمیم زخم، رساندن یا خارج کردن مایعات، نمایش فشار عروق، آنژیوپلاستی، مسدود کردن عروق، جراحی عروق آئورت و کرونری، دریچه‌های قلب سه-لتی و دو-لتی کاربرد دارند.

در صورتی که از پلی اترها به عنوان پلی اُل، در سنتز پلی یورتان استفاده شود، پلی یورتانهای زیست تخریب پذیر تهیه می‌شود که به طور مثال در کانال هدایت بازسازی عصب، ساختارهای قلبی– عروقی، بازسازی غضروف مفصل و مینیسک زانو، برای تعویض و جایگزینی استخوان اسفنجی، در سیستم‌های رهایش کنترل شده دارو و برای ترمیم پوست کاربرد دارد .

منابع

[1] Zhang, Keren; Nelson, Ashley M.; Talley, Samantha J.; Chen, Mingtao; Margaretta, Evan; Hudson, Amanda G.; Moore, Robert B.; Long, Timothy E. (2016). "Non-isocyanate poly(amide-hydroxyurethane)s from sustainable resources". Green Chem. 18 (17): 4667–81

[2] Delebecq, Etienne; Pascault, Jean-Pierre; Boutevin, Bernard; Ganachaud, François (2013). "On the Versatility of Urethane/Urea Bonds: Reversibility, Blocked Isocyanate, and Non-isocyanate Polyurethane". Chemical Reviews. 113 (1): 80–118.

[3] Helou, Marion; Carpentier, Jean-François; Guillaume, Sophie M. (2011). "Poly(carbonate-urethane): An isocyanate-free procedure from α,ω di(cyclic carbonate) telechelic poly(trimethylene carbonate)s". Green Chem. 13 (2): 266–71.

[4] Javni, Ivan; Hong, Doo Pyo; Petrović, Zoran S. (2013). "Polyurethanes from soybean oil, aromatic, and cycloaliphatic diamines by nonisocyanate route". Journal of Applied Polymer Science. 128: 566–71.

[5] Diakoumakos, Constantinos D.; Kotzev, Dimiter L. (2004)."Non Isocyanate-Based Polyurethanes Derived upon the Reaction of Amines with Cyclocarbonate Resins". Macromolecular Symposia. 216: 37–46.

[6] Bayer, Otto (1947). *"Das Di-Isocyanat-Polyadditionsverfahren (Polyurethane)". Angewandte Chemie. 59 (9): 257–72.*

[7] Seymour, Raymond B.; Kauffman, George B. (1992). "Polyurethanes: A class of modern versatile materials". Journal of Chemical Education. 69 (11): 909.

[8] Feske, Bert. *"The Use of Saytex RB-9130/9170 Low Viscosity Brominated Flame Retardant Polyols in HFC-245fa and High Water Formulations"*. Polyurethanes Expo 2004. Las Vegas, NV: Alliance for the Polyurethane Industry Technical Conference. p. 309. *Retrieved 2007-08-01*.

[9] Avar, G. (October 2008). "Polyurethanes (PU). Kunststoffe international (10/2008): 123–7.

[10] "Market Study: Polyurethanes and Isocyanates". Ceresana. July 2013.

National Training Certificate

Certificate of Approval

Herewith confirm that:

Iman Kochaki

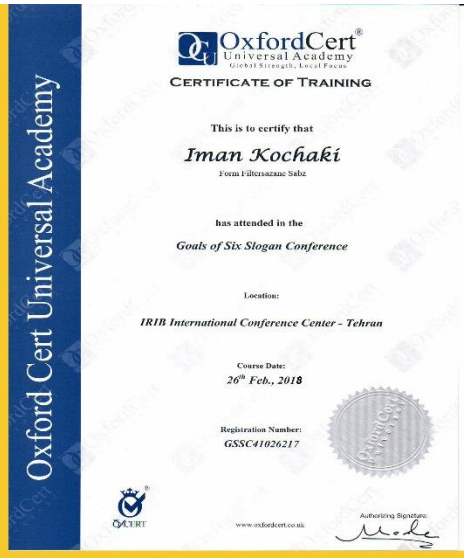
Has participated in and successfully completed in the training Seminar entitled:

The international congress of pioneer the quality

Authorized signed by
ICS Group

Certificate No.:E9122140 Date of course:14/August /2017,6hours Place: Tehran-Iran

دیپلم افتخار در حوزه ی کیفیت از کشور کانادا



Oxford Cert Universal Academy

OxfordCert Universal Academy

Global Strength, Local Focus

CERTIFICATE OF TRAINING

This is to certify that

Iman Kochaki

Form Filtersazane Sabz

has attended in the

Goals of Six Slogan Conference

Location:

IRIB International Conference Center - Tehran

Course Date:

26th Feb., 2018

Registration Number:

GSSC41026217

www.oxfordcert.co.uk

Authorizing Signature:

دیپلم افتخار در حوزه کسب وکار از کشور انگلستان

VeriProfi

CERTIFICATE OF ATTENDANCE

This is to certify that

Iman Kouchaki

has attended to

Business Strategic Management

on **2018/12/27**

held in **IRIB International Conference Center Tehran/IRAN**

Certificate No: VIR-E05/0109

Mehmet KÜPELİ
General Manager

دیپلم افتخار در حوزه صنعت از کشور ترکیه

AVA BRS

Certifies that

Iman Kochaki

Has participated in BRS academy training conference on:

The Triple Symbol Seminar Of Management Quality And Customer Satisfaction

This Seminar has been conducted according to applicable contest requirements. BRS is an international registration body with accreditation ISO/ICC 17024:2012 General Requirements for Bodies Operating Certification of Individuals

January 17, 2018
Mashhad, Iran

Certificate No.: TSQ - 1313-3337

Signature,

AVA BRS

دیپلم افتخار درحوزه مدیریت وکیفیت در کشور آمریکا

انجمن کیفیت ایران

IRSQ Iranian Society for Quality

CERTIFICATE

This is to certify that

Filter Sazane Sabz Co

Is a full member of the
Iranian Society For Quality

Member ShiP No. : B 53205
Issued : 17 Dec. 2017
Valid : 17 Dec. 2018

Dr.Fereshteh Farzian Pour
Chairman Of The Board

IRSQ

Dr.Mohammad Riuzbeh
Secretary

دارنده گواهینامه کیفیت از انجمن کیفیت ایران

Academy
CCPL

Training Certificate

It is hereby certified that

Iman Kochaki

Has attended and successfully passed the training course on

Requirement of ISO 10004:2012

20 Dec 2013
Iran–Tehran

The course was supported to the CCPL Academy Training Module

CCPL West Asia
President

www.ccplme.com

دارنده دیپلم افتخار درحوزه مدیریت از کشور نروژ

CERTIFICATE

This Certificate Has Been Awarded to
Mr. / Mrs. / Ms. / Miss. : Iman Kochaki

For Attending the Following Course:
(On the Subject of)

PUBLIC COURSE TO ACQUAITANTE WITH QUALITY
MANAGEMENT AND CUSTOMER-ORIENTATION SYSTEMS

Which Has Been Done

INTERNATONAL CONGRESSES CENTER OF THE RADIO AND
TELEVISION ORGANIZATION OF ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN

In Dec.2013
For 8 hours
in Iran

TÜV International Group

TÜV International

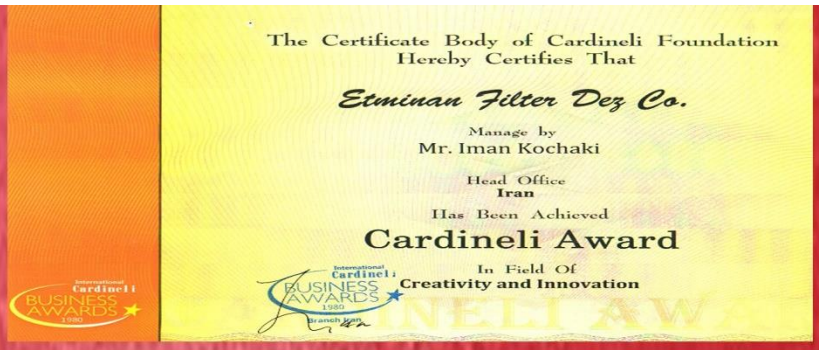
WWW.TUVINTERNATIONAL.NET

RCBH

Certificate Number:
IR / QM3424414
Date of Issue: 4 May 2014

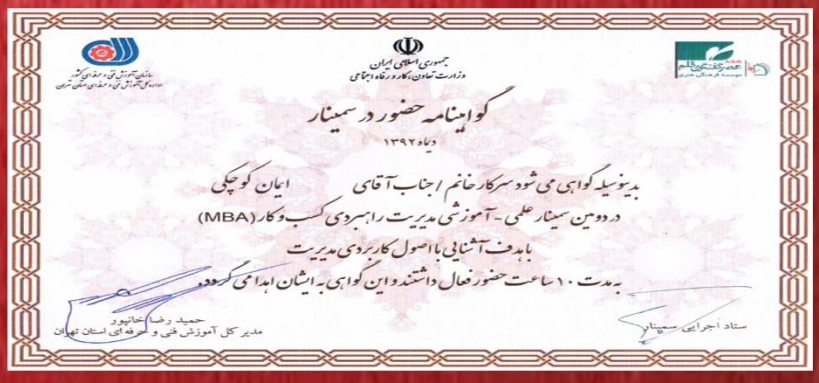
Authorizing
Signature

دارنده گواهینامه کارآفرینی و مدیریت از کشور آلمان



دارنده جایزه بین المللی کاردینلی از کشوره ایتالیا

دارنده گواهینامه TCKIT از کشور آلمان



دارنده گواهینامه مدیریت راهبردی کسب وکار

تندیس استاندارد ملی ایران

گواهی عضویت

گواهینامه عضویت خانه صنعت ومعدن وتجارت

بدین وسیله گواهی می شود که

شرکت اطمینان فلیتر دز

عضو حقوقی انجمن علمی استاندارد ایران می باشد.

Certificate of Membership

PRESENTED TO:

Etminan Filter Dez Co.

Dr. Nasser Sadeghi Fard
Chairman

دکتر ناصر صادقی فرد
رئیس هیات مدیره

عضو حقوقی انجمن علمی استاندارد ایران

گواهینامه صدور و دیپلم

مجمع متخصصین ایران

گواهینامه تایید صلاحیت از مجمع متخصصین ایران

تندیس پیشتازان کیفیت در عرصه تولید ملی