



مباحث هم اندیشی :

غبارگیرهای صنعتی_و_سیستم_انتقال_مواد

موضوع این جلسه: بهداشت_محیط_کار_تهویه_صنعتی_غبارگیر

فیلتراسیون_صنعتی

سعید رضازاده

تحصیلات: فوق لیسانس تبدیل انرژی

لیسانس مهندسی مکانیک حرارت و سیالات

حوزه فعالیت طرح-اجرا و ساخت:

-تاسیسات فیلتراسیون صنعتی و پالایش هوا

-سیستم های داکتینگ و تهویه صنعتی

-تاسیسات فراورش نفت-گاز و پتروشیمی

-سیستم های تهویه مطبوع مرکزی

ارتباط:

Mobile: 09165031060

Email: hvac_sr@yahoo.com

Company Website: www.tahviehoxin.ir

فهرست مطالب:

- ۱- تعاریف و اصول بهداشت محیط کار
- ۲- اصول تهویه صنعتی (سیستمهای مولد و مکنده)
- ۳- اصول تهویه عمومی و رقتی
- ۴- سیستمهای غبارگیری صنعتی
- ۵- انواع دستگاه ها و روشهای غبار گیری
- ۶- انواع روش های تمیزکاری غبارگیرها
- ۷- انواع فیلترهای غبارگیر
- ۸- نکات لازم در طراحی سیستم های غبارگیر صنعتی

خب در ابتدای جلسه یک سری مباحث کلی رو در خصوص اصول بهداشت محیط های کاری و تهویه صنعتی با هم مرور میکنیم و من در خلالش اون جاهایی که میخوام در بحث غبارگیرها بیشتر در موردش تمرکز کنم سعی میکنم عکس یا جدولش رو هم بزارم که دوستان هم بخوبی هدایت موضوعی شوند. بطور کلی هدف از پالایش آلودگی ها در محیطهای صنعتی شامل چهار رویکرد هستش و من اینجوری تقسیم بندیش میکنم: ابتدا و مهم تر از همه حفظ سلامت و ایمنی کارگران و کارکنان اون مجموعه صنعتی هست

دوم کنترل و جمع آوری آن آلودگی (اعم از جامد-مایع-گاز) و امحاء اصولی آن به سبب خطرات زیست محیطی ای هست که دارند

سوم استفاده مجدد از اون آلودگی جمع آوری شده (غبار-میست و ...) و بازگرداندنش در چرخه به منظور احیاء بعنوان محصول

چهارم جمع آوری غبار یا میست با هدف بسته بندی و فروش به صنایع دیگر پایین دستی یا بالا دستی درخصوص حفظ ایمنی کارکنان یکسری الزامات و تعاریف و استاندارد هم وجود داره که به این صورت توضیح میدم خدمت دوستان.

یکی حدتماس شغلی TLV=Threshold Limit Value هستش که عبارتست از غظتی از یک ماده در هوا که اگر تقریباً تمام افراد برای روزهای متوالی با آن در تماس باشند، هیچ گونه اثر سویی در آنها مشاهده نشود. و دوم اینکه ما معیار دیگه ای هم داریم به نام TWA= Time Weighted Average که به معیار "میانگین وزنی زمانی" معروف هست.

به این معنی که عبارتست از میانگین وزنی-زمانی غلظت یک ماده برای 8 ساعت تماس معمولی روزانه و 40 ساعت تماس هفتگی که تقریباً در تمام شاغلین هیچ گونه اثر سویی رو ایجاد نکند.

از بین این دو تا معیار معمولاً معیار TWA رو به معیار امن تر منظور میکنن، چون پارامترهای سنجش اون (زمان و وزن) هستش که توسط افراد عمومی و عادی قابل فهم تر هستش و راحتتر هم اندازه گیری میشه.

یک نکته ای رو هم خدمت شما عرض کنم که هر دو معیار TLV و TWA هر ساله توسط انجمن بهداشت حرفه ای آمریکا ACGIH برای تمام مشاغل اعلام میشه و میزان اون با توجه به اهمیت بحث سلامت شاغلین و همینطور به سبب الزام صنعتگران و کارفرماها به استفاده از سیستم های مدرن تهویه و تصفیه هوا دچار تغییرات و تمهیدات سختگیرانه تری میشه.

خب حالا که بصورت اجمالی با معیارهای سنجش خطرات محیط های صنعتی آشنا شدیم به بررسی راهکارهای کنترل آلاینده ها میپردازیم. ابتدا توضیح کلی در مورد سیستم های تهویه صنعتی در حد آشنایی و یادآوری برای دوستان ارائه میدم:

سیستم های تهویه به کار رفته در صنعت، به طور اساسی دو دسته هستند: سیستم مولد که به اون Supply System میگن و برای تولید هوای فرآوری شده برای محیط کار مورد استفاده قرار میگیرد.

سیستم مکنده یا همون تخلیه کننده که به Exhaust System معروف هستش و برای تخلیه آلاینده های تولید شده که در حین عملیات صنعتی (همان ها که در تکست های مقدمه عرض کردم) به کار میرود.

دوستان در نظر داشته باشید که یک برنامه کامل تخلیه باید هر دو بخش تولید و تخلیه هوا (هوادهی و مکش) رو توامان داشته باشد.

(این رو هم بگم که اگر در سیستم های تهویه ساختمان های مسکونی و تجاری به هر دلیلی گاهی سیستم های هوادهی و مکش همزمان وجود نداره و یا اگر وجود داره به خوبی عمل نمیکنه و با همون وضع به کارش ادامه میده

اما در خصوص سیستمهای تهویه صنعتی و علی الخصوص غبارگیرها بحث هوادهی و مکش توامان جزو الزامات سیستم هستش و در خیلی از موارد اساس اتوماسیون و راهبری دستگاه ها که توسط PLC کنترل میشه بلا استثناء دارای سیگنالهایی از سیستم تهویه کارخانه میباشد که به محض اختلال در هوادهی یا مکش یا دستگاه های فیلتراسیون هوا یا هر سه آنها، کل سیستم اون بخش از کارخانه به حالت توقف در میاد و تا مشکل تهویه رفع نشود، قادر به استارت مجدد دستگاهها نیستیم).

خب برگردیم به ادامه بحث: همانطور که گفته شد یک سیستم تهویه استاندارد و کامل باید هر دو جنبه هواکشی و هوادهی رو مد نظر داشته باشد، حالا ممکن است به فراخور شغل و عملیات آن، نیاز به محیطی با فشار مثبت یا منفی باشد که با تنظیم و بالانس سیستم

تهویه میتوان به محیط با فشار دلخواه دست یافت. حالا به توضیحات جزئی تر در خصوص اجزاء هر کدوم از سیستم های هوادهی و مکنده میپردازیم: سیستم های مولد (هوارسان ها) Air House این سیستم ها به دو منظور کاربرد دارند:

- 1- برای تامین آسایش کارگران و کارکنان (سیستم تهویه مطبوع)
- 2- برای جایگزینی و تامین هوای تخلیه شده (سیستم جایگزین کننده هوا)

از اونجایی که در این جلسه هم اندیشی تاکید بر سیستم های تهویه صنعتی با محوریت سیستم های غبارگیری و فیلتراسیون هوا هستش از توضیحات مورد 1 صرف نظر میکنم، چون هم دوستان به حد کافی در اون تخصص دارند و هم با توجه به موضوعات سایر جلسات هم اندیشی از تکرار مکررات جلوگیری میکنم.

یک سیستم هوارسان خوب و استاندارد شامل بخش های زیر هست:

- 1- بخش ورودی هوا
- 2- فیلترها
- 3- یونیت های حرارتی و برودتی
- 4- بلونر
- 5- کانال های توزیع هوا
- 6- دریچه های توزیع هوا و دیفیوزرها

سیستم های مکنده: Exhaust Systems

در بحث تهویه صنعتی سیستم های مکنده رو به دو گروه تقسیم میکنند:

تهویه مکنده عمومی General Exhaust System

تهویه مکنده موضعی Local Exhaust System

تهویه مکنده عمومی برای کنترل گرما و گاهی هم برای دفع آلاینده های تولید شده در یک فضای معین به وسیله حجم زیادی از هوا بکار برده میشود.

از انجایی که در این سیستم با حجم زیادی از تخلیه هوا مواجه هستیم، عموماً در کنار این سیستم از یک یا چند سیستم مولد هوارسان استفاده میشود تا جبران هوای خارج شده را کرده باشد و همچنین با رقیق سازی هوای داخل کمکی (هرچند ناچیز) به کاهش غلظت آلاینده ها کرده باشد.

سیستم تهویه مکنده موضعی همانطور که از اسم اون پیداست بر اساس دریافت آلاینده در منبع تولید و یا نزدیک آن کار میکند. (در بحث غبارگیرهای صنعتی با این بخش خیلی سر و کار داریم)

این سیستم غالباً ترجیح داده میشود زیرا مؤثر تر بوده و در مقایسه با تهویه عمومی، برای تخلیه آلاینده ها حجم هوای کمتری نیاز دارد.

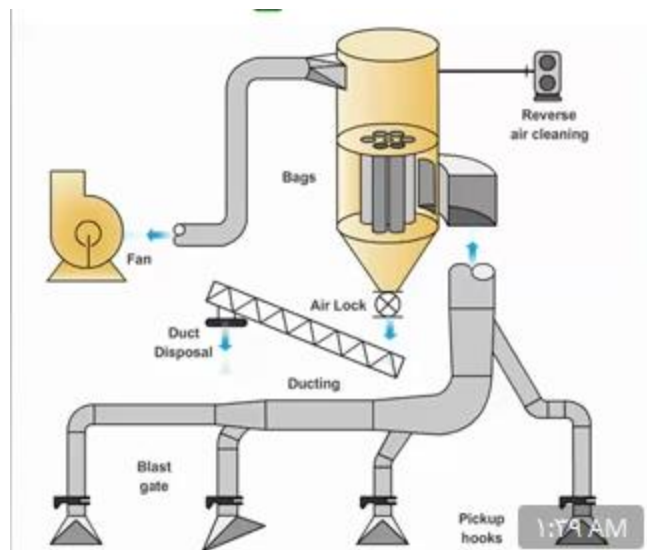
در حال حاضر بدلیل تأکید بر کنترل آلودگی هوا و نیاز هرچه بیشتر بر سیستم های تمیزکننده مؤثرتر هوا و با توجه به حجم کمتر هوای مورد نیاز در سیستم های مکنده موضعی، این سیستم که باعث کاهش هزینه های وسایل تمیز کننده نیز میشود توصیه میگردد.



[يك نمونه سيستم مكنده موضعي دود جوشكاري]

يك سيستم مكنده موضعي داراي 4 بخش عمده هستش:

- 1- هود
- 2- سيستم كانال، كه خودش شامل دود كش و كانال برگشت هوا نيز ميشود.
- 3- وسايل تميز كننده هوا (غبارگيرهاي كيسه اي-سيكلون ها-اسكرابرها)
- 4- هواكش



تصویر ارسالی شمای کلی يك سیستم مكنده موضعي رو با ادوات هود و تمیزکننده هوا و کانال و هواکش هستش

هدف از هود، دریافت و جمع آوری کلیه آلاینده های تولید شده در جریان هوایی که به سمت آن است میباشد.



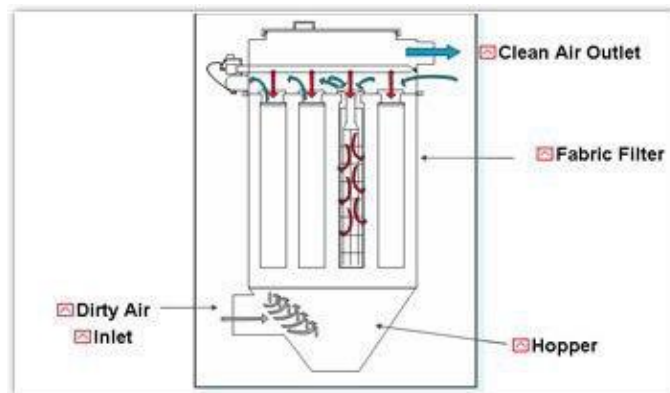
[يك هود تعبیه شده در بالای پاتیل عملیات حرارتی]

بعد از دریافت آلاینده توسط هود، هوای آلوده باید بوسیله یک کانال به تمیز کننده هوا (در صورت وجود) و یا به هواکش (در صورت فقدان تمیز کننده هوا) انتقال داده شود.



[سیستم جمع اوری هود و هواکش و کانال (بدون تمیزکننده هوا)]

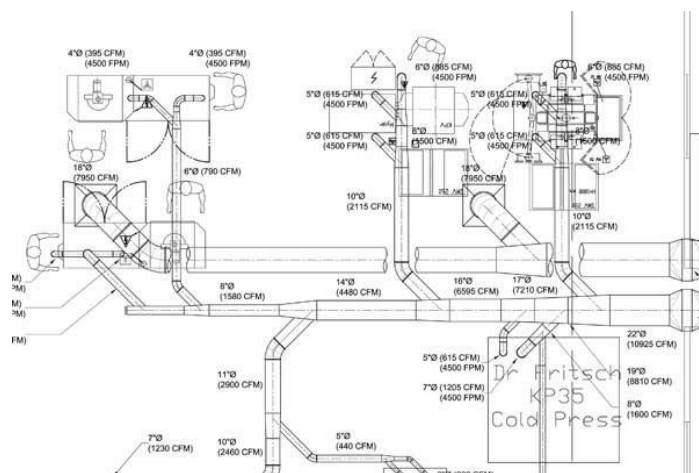
البته که در تمیز کننده ی هوا آلودگی از هوا زدوده میشود.



[يك سيستم تميز كننده هوا]

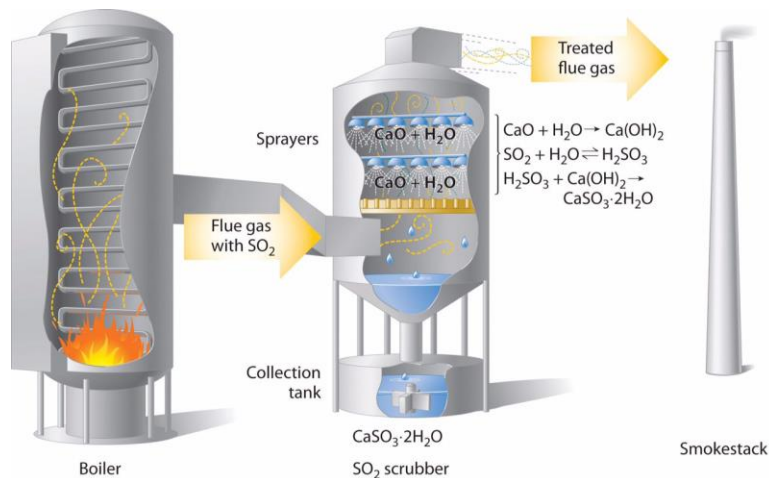
هواکش باید بر تمام افت های ناشی از وزن غبار، مالش و سایش غبار، ورودی هود و اتصالات موجود در سیستم غالب شده و بتواند حجم هوای آلوده را به جریان ببندازد.

به همین دلیل سیستم های غبارگیری هم دارای فشار بالایی است و هم سرعت تخلیه هوا در آن بالاتر از 2000 fpm تا 7000 fpm میباشد که بسته به کاربری متفاوت است.



[نمونه نقشه داکتینگ يك سيستم مولد و مكنده غبارگیر (مقادیر سرعت هوا را ملاحظه بفرمایید)]

کانال بعد از هواکش، معمولاً هوا را طوری به اتمسفر بیرون تخلیه میکند که احتمال برگشت آن به کارگاه وجود نداشته باشد و توسط سیستمهای تهویه مطبوع مکیده نشود.



[به دور بودن دودکش هوای خروجی تمیزکننده از محل دستگاه دقت فرمایید]



[در این سیستم به داکت خروجی مکنده که بالاتر از سقف سوله و پنجره ها اجرا کردیم توجه فرمایید(جهت جلوگیری از ورود مجدد به داخل محیط کار)]

خب تا اینجا جلسه اگر دوستان سوال و موردی هست مطرح کنند... من در خدمت هستم.

بله سرعت تخلیه هوا بسته به وزن غبار و آلاینده ها متفاوت هست. یعنی هرچه که ما آلاینده سنگینتری داشته باشیم به سرعت مکش و تخلیه بیشتری در هوا نیاز مندیم انواع آلاینده ها رو میشه بصورت زیر دسته بندی کرد: بخارات و میست فیوم حاصل از جوشکاری و عملیات حرارتی براده های جامد فلزی و پلاستیکی گرد و غبار هوا و....

خب به بررسی سیستم تهویه عمومی میپردازم

سیستم تهویه صنعتی عمومی:

اهداف کلی این سیستم عبارتست از تزریق هوا به یک محیط بسته، اتاق و یا ساختمان و نیز تخلیه آن از همین محیط.

چنین تهویه ای با اهداف بشرح ذیل هستش:

-کنترل مخاطرات بهداشتی (تهویه رقتی)

-پیشگیری از حریق و انفجار (تهویه رقتی)

-تأمین آسایش (تهویه به منظور کنترل گرما)

تهویه رقتی و یا رقیق سازی:

تهویه رقتی عبارتست از رقیق سازی هوای آلوده با هوای پاک به منظور کنترل مخاطرات بهداشتی و پیشگیری از حریق و انفجار و یا کنترل بو در محیط کار البته این نکته رو باید خدمت دوستان عارض شوم و اون هم اینه که از جنبه های بهداشتی، تهویه صنعتی عمومی نمیتواند مانند تهویه موضعی مؤثر و مفید باشد. البته در شرایطی ممکن است از نظر اقتصادی یعنی سرمایه گذاری اولیه به صرفه تر باشد اما همیشه نباید جنبه های اقتصادی را در نظر داشت. خصوصاً اینکه هزینه های راهبری و نت سیستم تهویه رقتی به مراتب بیشتر از تهویه موضعی است.

تهویه به منظور کنترل گرما:

عبارتست از کنترل شرایط جوی محیط های کاری صنایع گرم مانند صنایع ریخته گری، نانوایی، لاندری و ... به منظور تأمین آسایش و جلوگیری از صدمات حاد ناشی از شرایط نامطلوب جوی محیط کار.

(از اونجایی که در این جلسه هم اندیشی تأکید بر سیستم های تهویه صنعتی با محوریت غبارگیری و فیلتراسیون هوا هستش از توضیحات این مورد هم صرفنظر میکنم)

خب حالا ممکنه این سوال پیش بیاد که در چه مواردی و تا چه حدی از آلودگی ها میتوان از تهویه رقتی و رقیق سازی هوا استفاده کنیم؟؟

آیا اصلاً میتوان برای هر محیطی و برای هر آلاینده ای به هر میزان که باشد از سیستم رقیق سازی بهره برد؟؟

پاسخ این است: خیر.

دلیل: در توضیحاتی که در ادامه خدمتتان خواهم داد به چرایی این "خیر" میپردازیم.

ابتدا به اصول طراحی تهویه رقتی در محیطهای آلوده میپردازیم که بشرح زیر میباشد:

1- بررسی میزان سمیت ماده آلوده کننده در محیط

| ردیف | حد تماس شغلی مجاز ppm | سمیت ماده |
|------|-----------------------|-----------|
| ۱ | بیش از ۵۰۰ | کم |
| ۲ | بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ | متوسط |
| ۳ | کمتر از ۱۰۰ | زیاد |

[جدول مقادیر سمیت مواد]

$$Q = K \frac{G}{C}$$

[فرمول کلی محاسبه مقدار هوای مورد نیاز تهویه رقتی جهت رقیق سازی هوای آلودگی]

- 2- با استفاده از اطلاعات موجود، مقدار حجم هوای مورد نیاز برای رقیق سازی کافی برآورد میشود، که در فرمول آن Q مقدار هوای موردنیاز برای رقیق سازی، G میزان تولید آلودگی، C غلظت گاز یا غبار (عکس فرمول و جدول مقادیر Q بر اساس میزان TLV)

TABLE 2-1. Dilution Air Volumes for Vapors
The following values are tabulated using the TLV values shown in parentheses, parts per million. TLV values are subject to revision if further research or experience indicates the need. If the TLV value has changed, the dilution air requirements must be recalculated. The values on the table must be multiplied by the evaporation rate (gts/min) to yield the effective ventilation rate (Q*) (see Equation 2.5).

| Liquid (TLV in ppm)* | Per Pint Evaporation Ft ³ of Air (STP) Required for Dilution to TLV** |
|--|---|
| Acetone (750) | 7,350 |
| n-Amyl acetate (100) | 27,200 |
| Benzene (10) | NOT RECOMMENDED |
| n-Butanol (butyl alcohol) (50) | 88,000 |
| n-Butyl acetate (150) | 29,400 |
| Butyl Cellosolve (2-butoxyethanol) (25) | NOT RECOMMENDED |
| Carbon disulfide (10) | NOT RECOMMENDED |
| Carbon tetrachloride (5) | NOT RECOMMENDED |
| Cellosolve (2-ethoxyethanol) (5) | NOT RECOMMENDED |
| Cellosolve acetate (2-ethoxyethyl acetate) (5) | NOT RECOMMENDED |
| Chloroform (10) | NOT RECOMMENDED |
| 1-2 Dichloroethane (10) | NOT RECOMMENDED |
| Ethylene dichloride | 26,900 |
| 1-2 Dichloroethylene (200) | NOT RECOMMENDED |
| Dioxane (25) | 10,300 |
| Ethyl acetate (400) | 6,900 |
| Ethyl alcohol (1000) | 9,630 |
| Ethyl ether (400) | REQUIRES SPECIAL CONSIDERATION |
| Gasoline (300) | 37,200 |
| Isoamyl alcohol (100) | 13,200 |
| Isopropyl alcohol (400) | 11,400 |
| Isopropyl ether (250) | 25,000 |
| Methyl acetate (200) | 49,100 |
| Methyl alcohol (200) | NOT RECOMMENDED |
| Methyl n-butyl ketone (5) | NOT RECOMMENDED |
| Methyl Cellosolve (2-methoxyethanol) (5) | NOT RECOMMENDED |
| Methyl Cellosolve acetate (2-methoxyethyl acetate) (5) | NOT RECOMMENDED |
| Methyl chloroform (350) | 11,300 |
| Methyl ethyl ketone (200) | 22,500 |
| Methyl isobutyl ketone (50) | 64,600 |
| Methyl propyl ketone (200) | 19,900 |
| Napha (coal tar) | REQUIRES SPECIAL CONSIDERATION |
| Napha VM & P (300) | REQUIRES SPECIAL CONSIDERATION |
| Nitrobenzene (1) | NOT RECOMMENDED |
| n-Propyl acetate (200) | 17,500 |
| Stoddard solvent (100) | 30,000-35,000 |
| 1,1,2,2-Tetrachloroethane (1) | NOT RECOMMENDED |
| Tetrachloroethylene (25) | 158,400 |
| Toluene (100) | 38,000 |
| Trichloroethylene (50) | 90,000 |
| Xylene (100) | 33,000 |

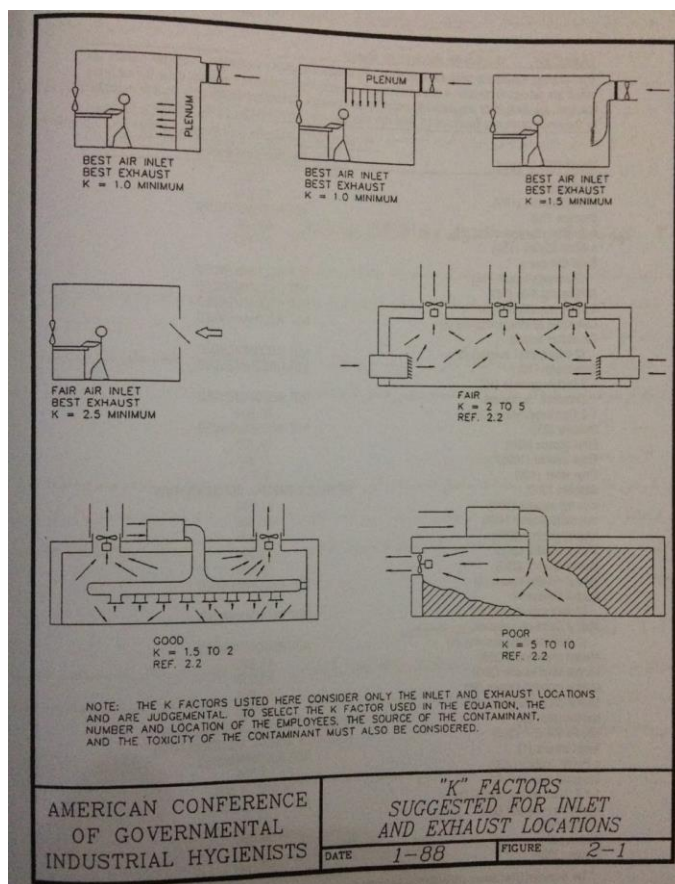
*See Threshold Limit Values 1994-1995 in Appendix A.
**The tabulated dilution air quantities must be multiplied by the selected K value.

[جدول مقادیر مجاز TLV جهت تهویه رقتی]

توضیحات جدول مقادیر هوای تازه Q بر اساس معیار: TLV

این جدول هوای مورد نیاز برای رقیق سازی بخارات حاصل از حلال ها را بطور دقیق تعیین میکند که این مقادیر باید در ضریب K ی هر نوع سیستم (تصویر مقادیر بعضی از K ها را بطور نمونه در حال ارسال میباشد) ضرب شود.

فقط توجه داشته باشید در جلوی بعضی از مواد آلوده کننده عبارت Not Recommended آمده که با توجه به غلظت ppm اون ماده مقدار سمیت اون به حدی است که تهویه رقتی علاوه بر اینکه مناسب نیست بلکه خطرناک هم هست و باعث پخش آلاینده سمی در محیط میشود



نمونه مقادیر K برخی از سیستمهای مولد و مکنده صنعتی

- 3- در صورت امکان نزدیک منابع آلاینده دهانه مکنده (هود) نصب میشود. در این صورت فرمی از تهویه ی نقطه ای (موضعی) داریم.
- 4- قسمتهای مکنده و دمنده باید به گونه ای نصب شوند که هوای آلوده حتی المقدور از منطقه تنفسی کارگر عبور نکند. در واقع کارگر باید بین دمنده و منبع آلاینده قرار گیرد



محل نصب هود موضعی باید پایین تر از محل تنفس کارگر باشد]

5- هوای خارج شده ، توسط یک سیستم مولد (هوارسان) جایگزین شود .

در تهویه رقتی حجم زیادی از هوا توسط هواکش های فشار پایین مکیده میشود که برای کار صحیح این هواکش ها، هوای تخلیه شده حتما باید جایگزین گردد.

6- با تخلیه هوای آلوده توسط دودکش های بلند، باید از ورود مجدد آن به محل کار جلوگیری کرد.

همچنین اگر مجهز به سیستم دودکش نبودیم باید مطمئن بشیم که در نزدیکی خروجی های هوای آلوده پنجره یا ورودی های باز برای برگشت هوای آلوده به درون کارگاه وجود نداشته باشد.

7- و در نهایت بطور کلی هوای مورد نیاز برای تهویه رقتی یک آلاینده که بطور یکنواخت در محیط تولید میشود برای حالتی که بخواهیم غلظت آلاینده TLV در داخل کارگاه ثابت نگهداشته شود و با فرض اینکه هوای تمیز ورودی فاقد آلودگی است میتوان از رابطه اساسی تعادل مواد استفاده کرد. یعنی:

مقدار دفع – مقدار تولید = مقدار تجمع

مشابه همون فرمولی که Q رو محاسبه میکرد

محدودیت های استفاده از تهویه رقتی:

1- مقدار حجمی آلاینده تولید شده نباید زیاد باشد، در غیر اینصورت جریان هوای لازم برای رقیق سازی زیاد بوده و غیر عملی و غیر اقتصادی خواهد بود.

2- فاصله کارگر از منبع آلاینده به حد کافی زیاد باشد و یا مقدار آلودگی به اندازه کافی در غلظت های کم رها شود تا کارگر در معرض آلودگی بیش از حد مجاز تماس شغلی قرار نگیرد.

3- سمیت آلاینده ها باید پایین باشد. (چون اگر چنانچه آلاینده ها بیش از حد سمی باشد، سیستم رقیق سازی نه تنها کمکی نخواهد کرد بلکه با انتشار آلاینده سمی به سبب ورود حجم زیادی از هوا به محیط خطرات جبران ناپذیری را به همراه دارد که در جدول سمیت مواد مقادیر اون رو ملاحظه فرمودید)

4- آلاینده ها به طور یکنواخت در محیط تولید شوند.

5- از تهویه رقتی اغلب برای کنترل بخارات حاصل از مایعات آلی که TLV آنها از 100 قسمت در میلیون بیشتر است استفاده میشود .

بطور کلی میتوان گفت سیستم های تهویه صنعتی مکمل و پیش نیاز استفاده از سیستمهای تمیز کننده و تصفیه کننده هوا در محیطهای صنعتی و آلوده هستند. حالا که توضیحات کلی به اختصار داده شد وارد مبحث سیستمهای غبارگیری میشیم.

خب اگر دوستان سوالی دارند تا اینجا بحث مطرح کنند تا در مدت چند دقیقه هم یه استراحت ذهنی بکنیم و هم پس از این مقدمه وارد مبحث اصلی غبارگیرهای صنعتی بشیم.

خب محاسبه این مقادیر هوا پارامترهای متعددی داره.

مهمترین اونها عبارتست از:

وزن آلاینده و غبار

حجم فضای کارخانه

دمای عملیاتی که منبع الودگی هستند

میزان سمیت مواد الوده

و...

برای محاسبه بایستی ابتدا سیستم تهویه مورد نظر رو بر حسب شرایطی که عرض کردم انتخاب کنیم ، که شامل موضعی-رقتی-عمومی میشود پس از بررسی و انتخاب هرکدام از سیستمها میزان هوا رو محاسبه میکنیم. استاندارد مرجع برای محاسبه غالباً همان دستورالعملها و جداول ACGIH هست. انشالله در ادامه جلسه فرصت باشه و نمونه ای برای مثال هم بصورت عددی توضیح بدهم

بطور کلی استانداردها در این بخش برای هر قسمت جداگانه میباشد.

برای بحث کانالها smacna

برای هودها acgih

برای فن و هواکش ashrae و هندبوک فن ها

ولی تجميع تمام این موارد در مجموعه الزاماتی است که ACGIH هر ساله در بخش industrial ventilation منتشر میکند

سیستم های غبارگیری صنعتی

در حالت جنرال مشتمل بر دو نوع تعریف هستند:

غبارگیری خشک ، غبارگیری تر

غبارگیرهای خشک کلیه عملیات مربوط به فیلتراسیون و پالایش هوا رو بدون دخالت سیال مایع (عمدتاً آب) انجام میدهند.

غبارگیرهای تر بخش عمده ای از عملیات پالایش هوا رو توسط آب انجام میدهند.

انواع غبارگیر خشک:

- 1- واحدهای جمع آوری کننده غبار بر پایه تغییر مسیر عبور گاز یا هوا و ته نشینی.
- 2- واحدهای جمع آوری بر پایه نیروی گریز از مرکز شامل انواع سیکلون ها و اسکرابر ها معروف هستند به Dry Scrubber و Dry Cyclone.
- 3- واحدهای جمع آوری کننده کیسه ای که به اون ها بگ فیلتر یا بگ هاوس Baghouse گفته میشود.
- 4- واحدهای غبارگیر الکترواستاتیکی

انواع غبارگیر تر:

- 1- اسکرابر های تر به اصطلاح Wet Scrubber
 - 2- سیکلون های تر به اصطلاح Wet Cyclone
 - 3- ترکیب سیکلون و اسکرابر که میتونه هر دو تر باشه یا فقط یکی از اونها تر باشه.
- پارامترهای شناخت یک غبارگیر علاوه بر نوع عملکرد اون به موارد زیر هم بسط پیدا میکنه:

-سطح فیلتراسیون

-مش بندی و گراماژ ذرات غبار یا میست

-حجم هوای قابل فیلتر در محدوده راندمان ایده آل دستگاه

- دمای هوای قابل فیلتر

-نوع آلودگی ای که باید فیلتر شود

اینکه در کجا و برای هر نوع آلودگی چه دستگاهی باید بکار برده شود شامل مواردی هست که در بالا به اون اشاره شد.یه این معنا که باید ببینیم هدف از پالایش_هوا چیست؟!؟

-در بعضی جاها فقط پایین آوردن دمای آلودگی مطرح هست..

-در بعضی موارد علاوه بر پایین آوردن دما باید غبار هم فیلتر شود...

-در بعضی موارد میبایست بوی بد ناشی از یک فرایند غبار را هم گرفته شود....

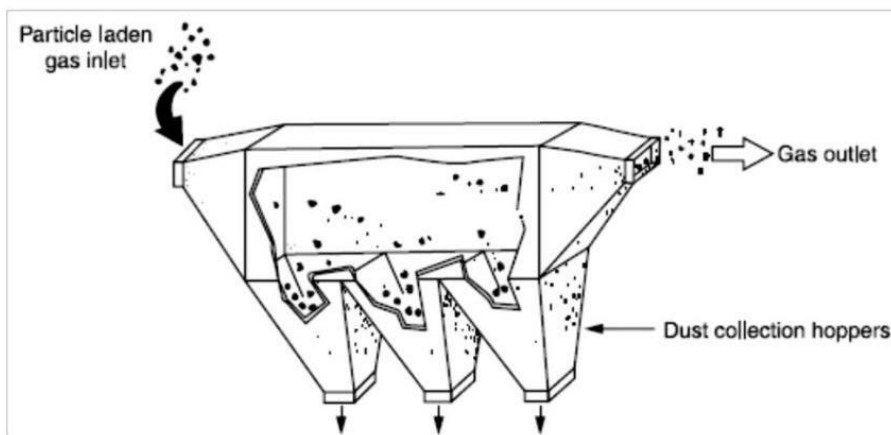
-و در اکثر موارد تمام عملیات فوق باید در مورد فیلتراسیون هوا صورت بگیرد[?]!

حالا که هدف رو مشخص کردیم میپردازیم به توضیحات هر دستگاه و کاربرد اون.

دستگاه های غبارگیر بر پایه ته نشینی:

۱- اتاقک ته نشینی با جریان افق

همانطور که در عکس میبینید جریان هوا یا گاز آلوده از داخل مخزنی با ابعاد هندسی خاص عبور میکند و بواسطه opening هایی که در کف مخزن ایجاد شده و تفاضل فشار و سرعت هوا با فشار و سرعت محیط جریان هوا در مخزن دچار توربوله شده و به دیواره های مخزن برخورد میکند. بر اساس نیروی ثقلی که غبار سنگین است، پس از برخورد ذرات به دیواره ها به سمت پایین سقوط کرده و خارج میشود. راندمان این دستگاه برای ذرات درشت در حد 5 میلیمتر به بالا (گرانول و پلت) با توجه به هزینه اولیه تجهیز ارزان قابل قبول است اما برای پالایش ذرات ریزتر و غبارهای میکرونی مناسب نبوده و کارایی ندارد. در عکس به خروجی هوا اگر دقت شود مشاهده میکنید که هوا باز هم دارای غبار و ذرات است!



1- -اتاقک ته نشینی با جریان افقی

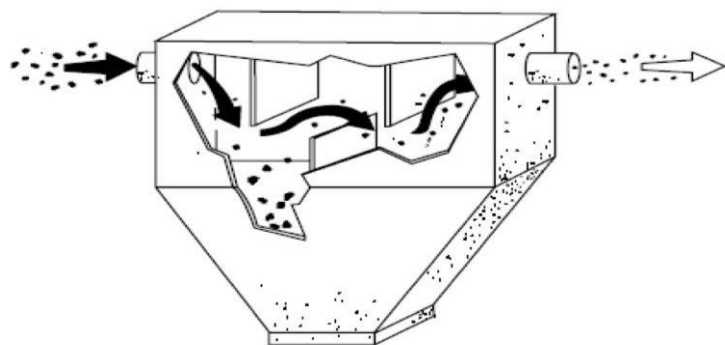
اتاقک ته نشینی چند طبقه:

مشابه مورد قبل هستش با این تفاوت که موانع افقی بر سر راه هوا ایجاد کرده تا باعث تغییر مسیر هوای آلوده شود و در این تغییر مسیرها عملیات جداسازی انجام میشود. در خصوص راندمان کمی بهتر از مورد قبل بوده و ذرات تا 3 میلیمتر را جدا میکند.

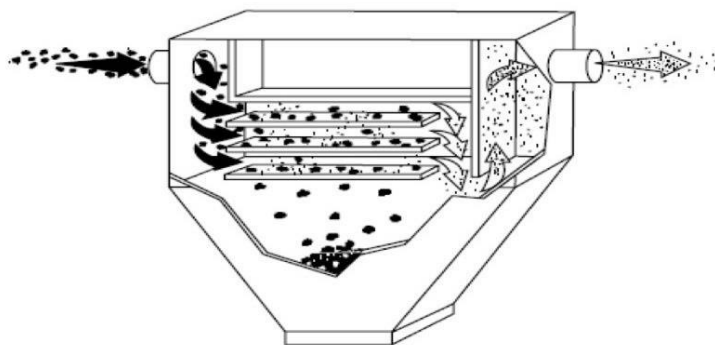
اتاقک ته نشینی سپر دار:

عملکرد اون باز هم مشابه مورد اول هستش و تفاوت اون در میزان جذب و به دام انداختن ذرات میباشد که بدلیل صفحات سپر مانند عمودی بهتر عمل میکند اما با افت سرعت سیال هوا یا گاز مواجه میشویم. محدوده مش بندی ذرات قابل جمع آوری همان 5 میلیمتر به بالاست.

دستگاه های غبارگیر بر پایه نیروی گریز از مرکز



اتاقك ته نشيني سپردار

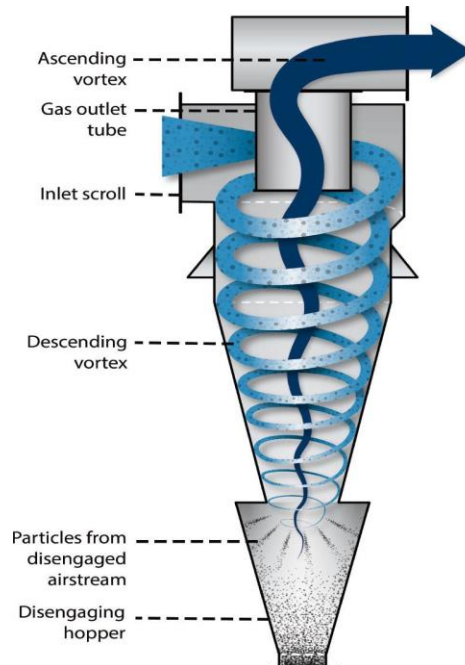


اتاقك ته نشيني چند طبقه

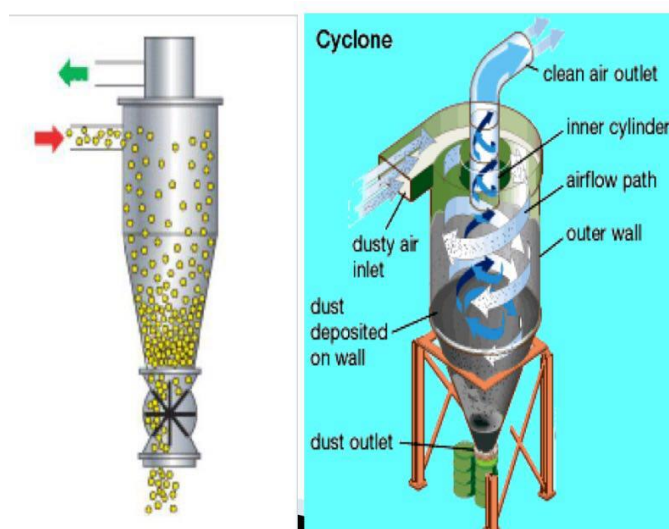
دستگاه های غبارگیر بر پایه نیروی گریز از مرکز

سیکلون ها: از پر مصرف ترین غبارگیر ها در نوع خود هستند. شکل ظاهری اون ها به مانند استوانه های مخروطی هست که به فن مکنده متصل هستند.

اساس عملکرد اون بسیار مهندسی و حیرت انگیز است. در واقع هیچ نوع مدیای فیلتر و یا صفحات و سپر و موانع در سیکلون ها وجود ندارد!



تنها عامل جذب و به دام انداختن غبار در این دستگاه استفاده از نیروی گریز از مرکز هوا و فلوی چرخشی جریان هوا میباشد.



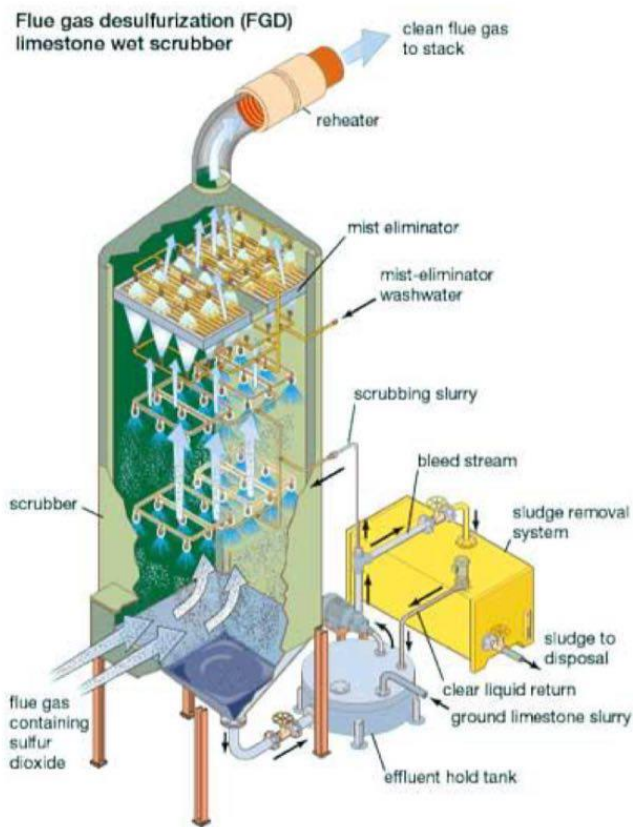
به این نحو که هوای آلوده که توسط مکنده از به داخل آن هدایت میشود بدلیل شکل خاص هندسی سیکلون شروع به چرخش به سمت پایین میکند و در این چرخش که با نیروی گریز از مرکز همراه است ذرات به جداره داخلی سیکلون برخورد کرده و افت سرعت پیدا کرده و به سمت پایین مخروط هدایت میشوند و هوای تمیز دوباره از قسمت وسط سیکلون به داکت خروجی هدایت میشود. راندمان سیکلون های خشک بنا بر نوع هندسه و ظرفیت آن برای ذرات 5 تا 100 میکرونی در محدوده 70 تا 85 درصد قرار دارد.

ذرات جمع آوری شده در قسمت انتهایی سیکلون به مخزن یا سطل تعبیه شده در زیر آن هدایت میشود و در فواصل زمانی مقتضی بایستی تخلیه شوند.

اسکرابرها:

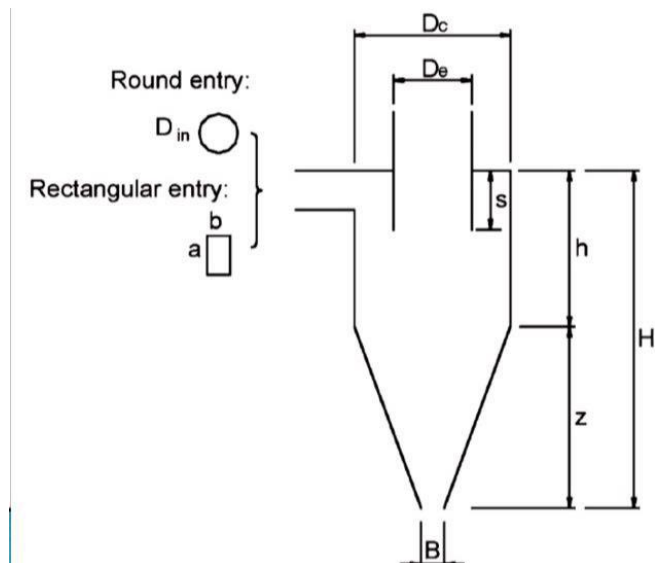
نوع خشک این دستگاه عملکردی همانند سیکلون خشک را دارند با این تفاوت که در داخل دستگاه (بالای محفظه) تعدادی جت نازل با پاشش هوا یا گاز تمیز وجود دارد که هوا را با سرعت زیاد (بالتر از سرعت هوای مکیده شده به داخل) به گاز الوده دارای غبار میپاشد و در این جریان متقاطع ذرات تحت تاثیر فشار ناشی از جریان متقاطع دارای افت سرعت شده و به سمت پایین محفظه اسکرابر سقوط میکنند. از اسکرابرهای خشک که نوعی از آن به اسکرابرهای گازی خشک هم معروف هست در عملیات جداسازی ذرات از گازها در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی به طور موردی و محدود استفاده میشود و سیستم تقریباً پیچیده ای دارد و در اغلب موارد برای عملکرد بهتر جداسازی در دمای هوای دوش شده به ذرات را بالاتر در نظر میگیرند.

اسکرابر تر: که در اغلب صنایع کاربرد وسیعی دارد، سیالی که از طریق نازل ها به جریان هوا برخورد داده میشود آب است.



[اسکرابر تر]

به این صورت که جریان آب بصورت فشار بالا و بصورت پودری به هوای عبوری برخورد میکند و باعث تر شدن و سنگین شده غبار میشود و سقوط غبار و ذرات را در پی دارد. البته بدلیل همین خیس شدن ذرات عملیات تمیز کاری سخت تری دارد و معمولا مخزن زیر آن به یک دستگاه فیلتر پرس متصل میشود تا لجن خروجی دستگاه (که خود یک آلاینده جدید است) را دوباره تحت فشار گذاشته و پس از آبیگری بصورت بلوک های تقریبا خشک از دستگاه فیلتر بیرون می آورند. راندمان پالایش اسکرابر ها در محدوده همان سیکلون ها قرار دارد. با این تفاوت که استفاده از اسکرابر های تر در مواردی که بخواهند دمای گاز یا هوا را پایین بیاورند بسیار پر کاربرد است و همچنین در بعضی صنایع میبایست از غبار جمع آوری شده دوبار استفاده شود و از لحاظ فنی و اقتصادی با ارزش است. مثل غبار گندله ها در صنایع فولاد-دوده کوره ها و.....



[پارامترهای هندسی سیکلون ها]

همچنین دستگاه اسکرابر تر از لحاظ دفع بوی بد مواد آلاینده هم تقریباً عالی عمل میکنند.



[يك نمونه سیکلون نصب شده در محل کوره احر پزي ,]

البته اهمیت استفاده از سیکلون ها اسکرابر ها زمانی بیشتر از پیش مشخص میشوند که اساساً این دستگاه ها برای کارکرد در دمای بالا حدود 400 تا 600 درجه سانتیگراد ایده آل است. در حالیه که سایر دستگاه های غبارگیر که دارای مدیای فیلتر هستند با محدودیت دمایی مواجه هستند.



[سيكلون (داست كالكتور) كوچك پرتابل]



این نکته رو هم خدمت دوستان بگم که در اغلب صنایع سنگین و بزرگ دستگاه های غبارگیری نظیر اسکرابر و سیکلون و فیلتر کیسه ای توانان با هم استفاده میشوند و مکمل هم هستند. یعنی خروجی هوای یکی به عنوان ورودی هوا برای دیگری است.



[سیستم توکیبی سیکلون و بگ فیلتر برای تصفیه دود کوره دوار]

غبارگیرهای کیسه ای یا همون بگ فیلترها یکی از پر کاربردترین و مهم ترین دستگاه های غبارگیر در صنعت هستند که در انواع: پالس جت - Pulse Jet - Shaker ریورس ایر Rivers Air و اولترا سونیک قابل تقسیم بندی است.

واحدهای جمع اوری کننده کیسه ای: غبارگیرهای کیسه ای یا همون بگ فیلترها یکی از پر کاربردترین و مهم ترین دستگاه های غبارگیر در صنعت هستند.

که در انواع:

پالس_جت , Pulse_Jet , Shaker , ریورس_ایر Rivers Air , و اولتراسونیک قابل تقسیم بندی است.

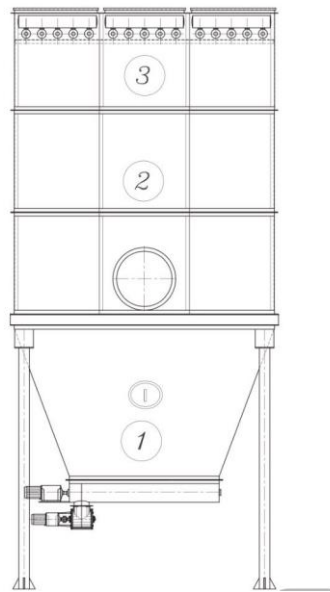
این نام گذاری ها بر اساس نوع عملیات تمیز_کاری کیسه ها هستند که جلوتر در موردش صحبت میکنم.

ابتدا اساس کار دستگاه غبارگیر کیسه ای رو شرح میدهم: به این صورت است که هوا یا گاز آلوده را از روی کیسه های پارچه ای با سرعت بالا عبور میدهند و ذرات و غبار را جداسازی میکنند. و هوای تمیز را به محیط برمیگردانند.

جناب مهندس در یک پروژه جهت تصفیه دود کوره که حاوی اسید بود به جای اسکرابر تر از یک دستگاه هواشور با طول زیاد استفاده کردیم ونتایج خوبی گرفتیم نظر جنابعالی چیست. شاید بشه گفت همه یک دستگاه بگ فیلتر در خونه داریم. بله! دستگاه جاروبرقی یک نوع غبارگیر کیسه ای است. و همین دستگاه در ابعاد بسیار بزرگ تر در صنعت به نام Bag House شناخته میشه.



صنایع فولاد Baghouse

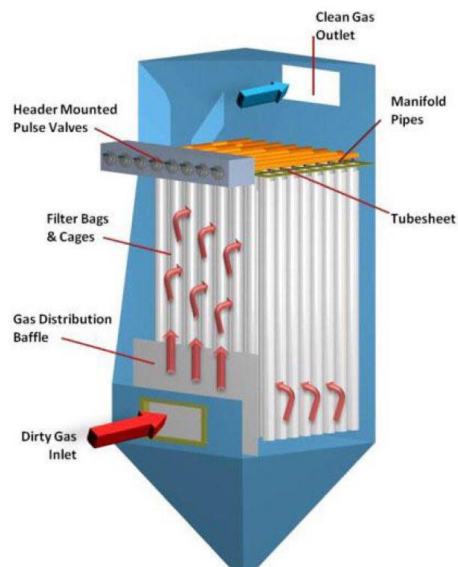


دستگاه بگ فیلتر بصورت کلی از قسمتهایی که در عکس شماره گذاری شده تشکیل شده:

- 1- محفظه جمع کننده که به اون Hopper میگن
- 2- محفظه تصفیه که کیسه ها در اون قرار دارند
- 3- اتاق تمیز که سیستم های تمیز کننده اصلی کیسه ها در اون تعبیه میشه

در تشریح کلی عملکرد دستگاه باید عرض کنم که:

هوای کثیف توسط مکنده از قسمت پایین دستگاه وارد میشه و پس از عبور از فیلترها بسمت بالای دستگاه (اتاق تمیز) هدایت میشه و از مجرای تعبیه شده به محیط تخلیه میشه.



این سیکل از محل داخل کارخانه یا محیط آلوده آغاز میشه.

به این صورت که در سرتاسر محیط هایی که آلوده است و دستگاه های آلوده کننده در آن در حال کار هستند توسط سیستم تهویه مکنده موضعی (شامل انواع هودها-دیفیوزرها و ...) جمع آوری و از طریق سیستم داکتینگ که به فن مکنده قوی متصل است به سمت دستگاه هدایت میشود .

(بسته به نوع کاربری و میزان افت فشار سیستم و نوع غبار ممکن است فن مکنده بین منبع آلودگی و غبارگیر نصب شود یا ممکن است فن مکنده در انتهای مسیر و پس از غبارگیر نصب شود.



مجموعه داکتینگ سیستم مکنده غبارگیر در يك محیط صنعتي



مجموعه داکتینگ متصل به غبارگیر در يك محیط صنعتي



کانال کشی سیستم غبارگیر در يك کارگاه چوب

حالا اجزای یک غبارگیر رو به تفکیک برای دوستان شرح میدم:

فیلترها: غالباً از نوع کیسه ای پارچه ای بصورت استوانه ای میباشند و بسته به ظرفیت دستگاه غبار گیر با قطرهای 4-6-8-10 اینچ متداول هست . همچنین طول این کیسه ها نیز در مقادیر 1-2-3.5-6 متری متداول هست. (توضیحات تخصصی تر راجع به جنس کیسه ها رو در ادامه خدمت دوستان ارائه میکنم



سبد (Basket): از سبد جهت حفظ ایستایی فیلترها و همچنین جلوگیری از جابجایی و جمع شدگی فیلترها در اثر مکش هوا استفاده میشه. جنس اون غالبا فلزی با پوشش آبکاری یا رنگ استاتیک هست و بصورت مشبک از مفتول با قطر 2 - 3.5 - 5 میلیمتر ساخته میشه. قطر سبدها کمی کوچکتر از دهانه فیلترها ساخته میشود تا براحتی درون فیلتر قرار گیرد. همینطور طول سبد هم دقیقا برابر با طول کیسه ها میباشد.





ونتوری: همونطور که از اسم این قطعه پیداست ظاهری شیپوری مانند داره. این قطعه در مرحله نهایی داخل دهانه سبد قرار داده میشه و لبه های اون روی لبه های سبد میشینه و فیکس میشه. جنس این قطعه غالبا از نوع آلومینیوم هستش و به روش کششی تولید میشه، اما در مواردی که گازهای خورنده و دمای بالا داریم جنس اون رو از استیل 304 و 316 یا پلاستیک ABS و PVC انتخاب میکنند. این قطعه تاثیر بسیار زیادی بر راندمان غبارگیرهای پالس جت داره و ظرافت خاصی در طراحی و عملکرد اون برابری قوانین سیالات وجود داره که در عکس ارسالی قابل مشاهده هست.

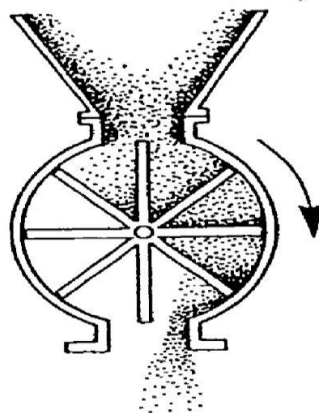
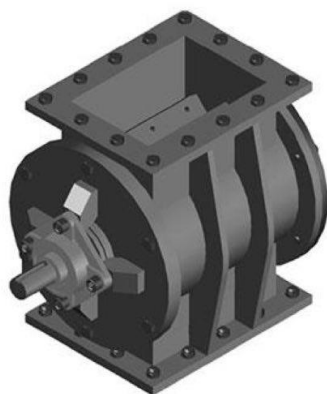


ونتوري



انواع ونتوري ها در غبارگيرها

روتاری والو: این قطعه که به آن شیر گردان هم میگویند در پایین ترین قسمت یک غبارگیر نصب میشه و عموماً دارای پروانه های 5-6-8 پره هست و غبار هایی که توسط فیلترها جمع آوری شده و توسط سیستم تمیز کننده به سمت پایین دستگاه (Hopper) هدایت شده توسط این شیر که مدام به سمت بیرون تخلیه میشه. از نکات مهم در روتاری والو اینه که عملکرد اون بصورت ایرلاک Air Lock باید باشه و در هر زاویه ای از چرخش پروانه ارتباط هوای محیط با محفظه داخلی غبارگیر نبایست برقرار بشه چون باعث افت بسیار شدید فشار در سیستم و کاهش شدی راندمان پالایش میشود. به همین دلیل است که لبه های پروانه با بدنه شیر (که چدنی هست) با تلرانس ناچیزی برخورد دارد و اکثراً لبه های پروانه از جنس تفلون انتخاب میشود.



مخزن انباشت: خروجی روتاری والو مستقیماً به داخل مخزنی فلزی یا کیسه ای (اکثراً از جنس گونی نایلون ضخیم) هدایت میشود که در آن غبارها رو جمع اوری میکنن و بسته به استفاده های بعدی از آن غبار جمع آوری شده محتویات این مخزن ها به مصرف میرسد.

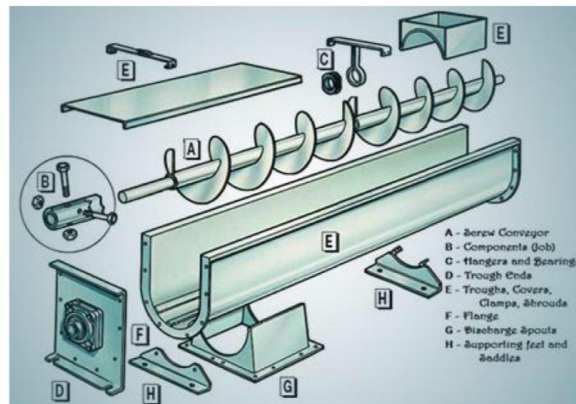


کیسه های زیر غبارگیرها رو ملاحظه کنید..

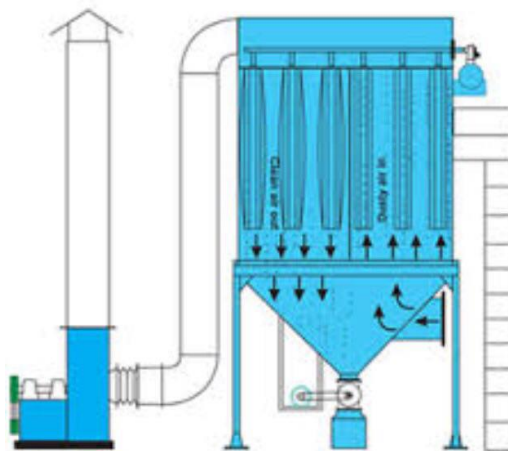


جمع اوری غبار در غبارگیرهای صنایع فولاد در کیسه های بزرگ

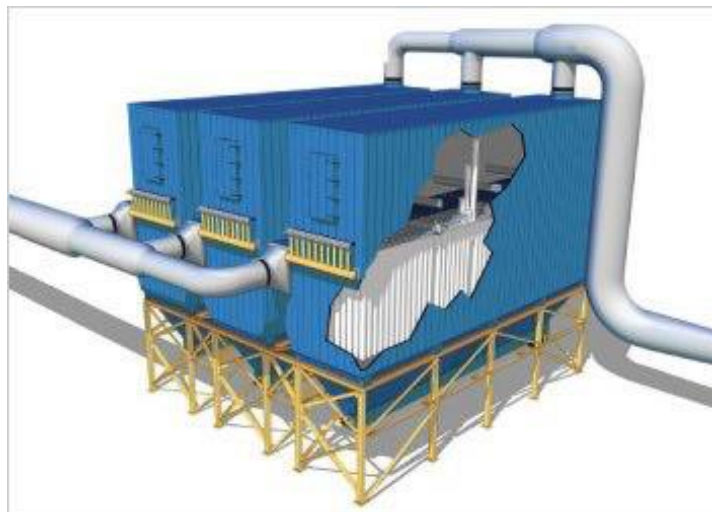
البته در سیستمهای بزرگ که چند غبارگیر که بصورت مازول در کنار هم نصب میشوند خروجی هاپرها به محفظه فیدر که شامل ماردون (مارپیچ ارشمیدس) هست ریخته میشه و در انتهای مسیر روتاری والو تعبیه میشه و خروجی اون در مخزن های بزرگ یا کیسه های بزرگ دپو میشود.



البته غبارگیرها شامل قسمتهایی مثل نردبان و راهرو و درهای بازدید هم هست که فک کنم توضیح اون نیازی نباشه.



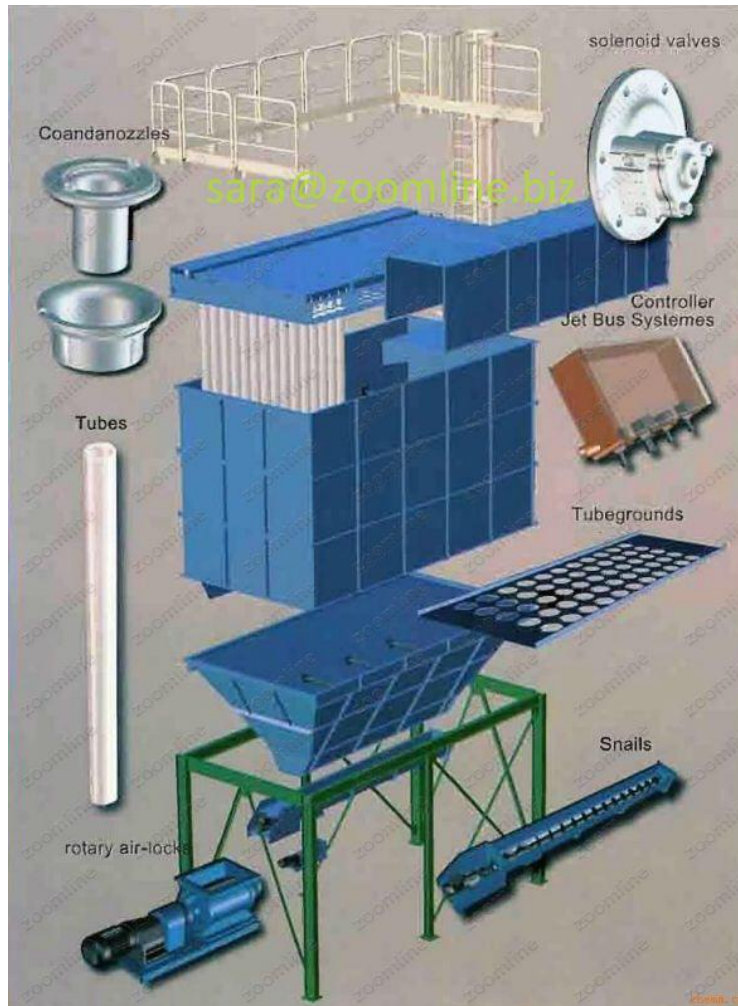
جنس بدنه غبارگیرها عمدتاً از ورقهای فولادی هست و پوشش رنگ اون با رعایت الزامات زیرسازی سطح (سند باست) و پوشش رنگ با ضخامتهای 500 تا 1500 میکرون بر روی اون اعمال میشه. تا اینجای صحبت فقط راجع به جمع آوری غبار صحبت شد و مطمئنم ذهن ها الان به این سمت رفته که حالا تمیز کردن و تخلیه این دستگاه به چه صورت هستش...



غبارگیر بصورت ماژول



فضاي اطراف غبارگیر کیسه اي صنايع فولاد که پر از غبار گندله هستش... و فیلترهاي سوخته و پاره شده بر اثر حرارت.



خب حالا به توضیح انواع روشهای تمیزکاری غبارگیرها میپردازم:

غبارگیر با روش تمیزکاری: Shaker

در این نوع از دستگاه انتهای باز دهنه کیسه ها بسمت پایین دستگاه هست و انتهای بسته کیسه ها بالاست و توسط وسایلی نظیر: فنر با سر قلاب دار-مفتول یا نوار پارچه ای به یک صفحه متحرک (که زیر محفظه تمیز غبارگیر نصب شده) نصب شده.

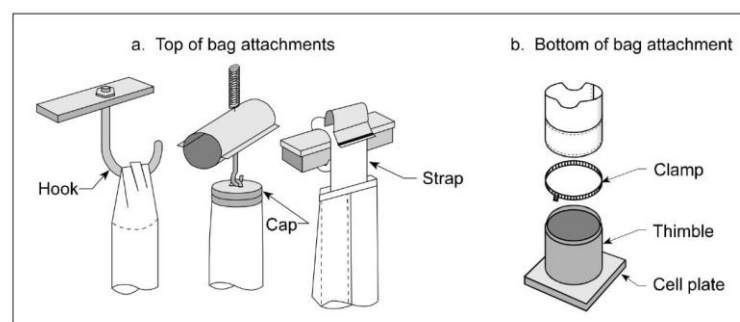
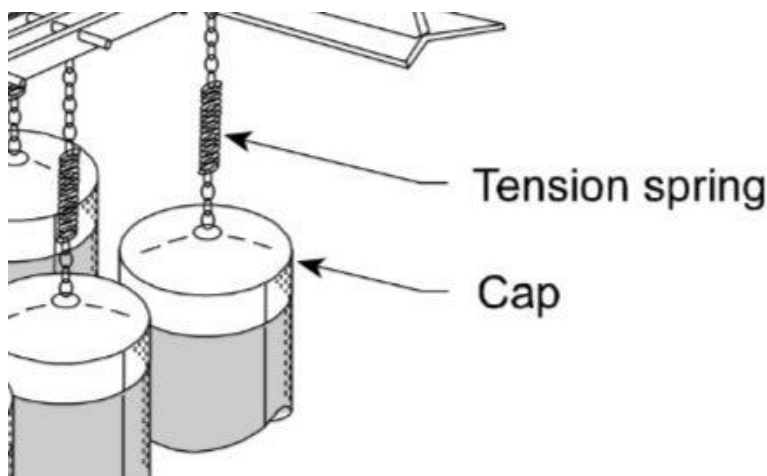


Figure 2-2. Bag attachment for shaker cleaning baghouses



همونطور که از اسم این روش پیداست تمیزکاری با تکان دادن کیسه ها انجام میشود. بدین ترتیب که یک سیستم الکتروموتور و گیربکس بصورت یک مکانیسم خارج از مرکز (بادامکی) در پریودهای معین تمیزکاری این صفحات متحرک رو تکان میده و این لرزش از طریق فنرها به کیسه ها منتقل میشه و غبار از کیسه ها با تکانش بوجود آمده جدا شده به پایین هاپر هدایت میشود. این روش تمیزکاری از روش های قدیمی میباشد و هرچند هنوز هم استفاده میشود اما بدلیل مکانیکی بودن آن و استهلاک بالا دارای هزینه های نگهداری و تعمیرات نسبتا زیادی است.

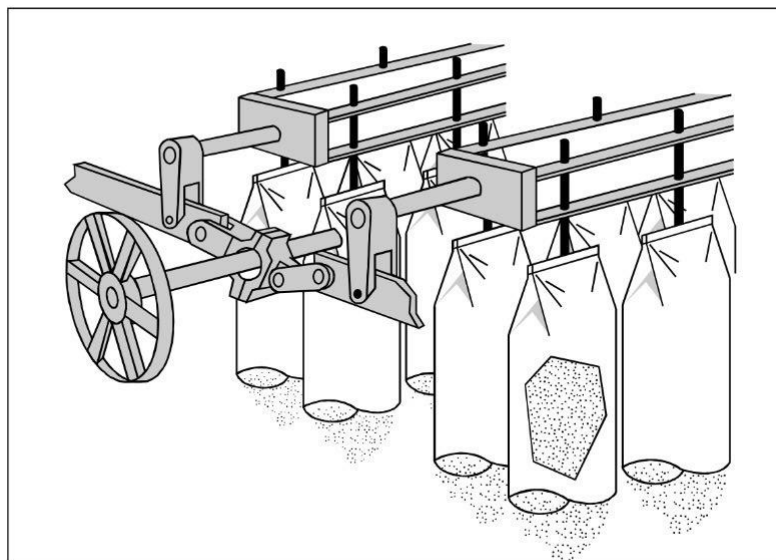
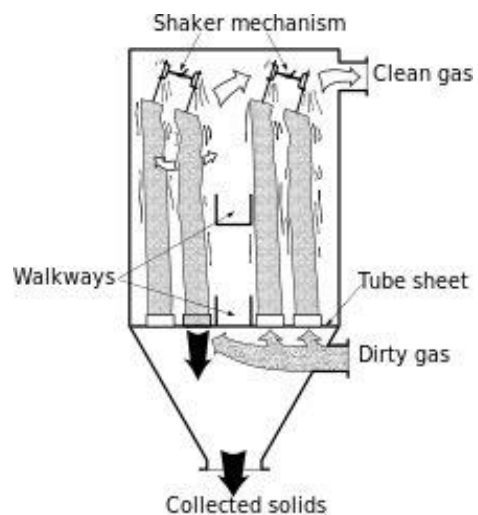


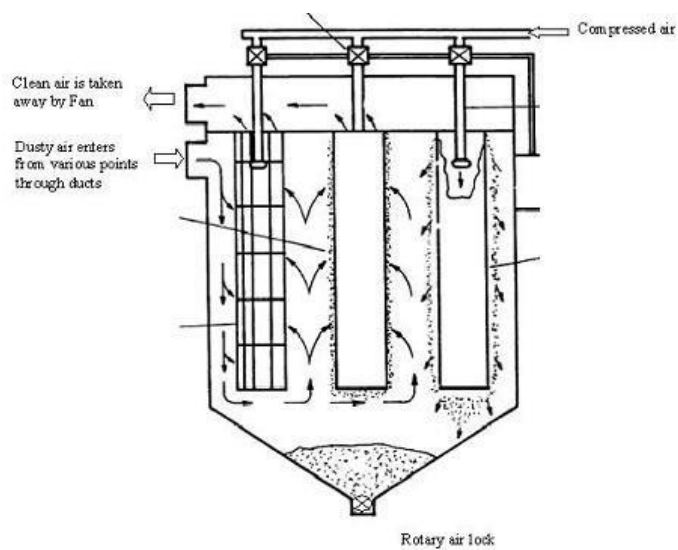
Figure 2-4. Detail of a shaking lever system

غبارگیر با روش تمیزکاری پالس_جت:

تمیزکاری در این روش توسط هوای فشرده انجام میشود. در این روش در محفظه اتاق تمیز که دهانه باز کیسه ها بسمت آن است بصورت خطوط موازی (بالای ردیف های کیسه ها) لوله کشی هوای فشرده انجام میشه و زیر لوله ی بالای هر کیسه یک نازل نصب میشه که در مرکزیت فیلتر استوانه ای قرار داره.



سیستم شاکر shaker



سیستم شاکر در یک غبارگیر پتروشیمی

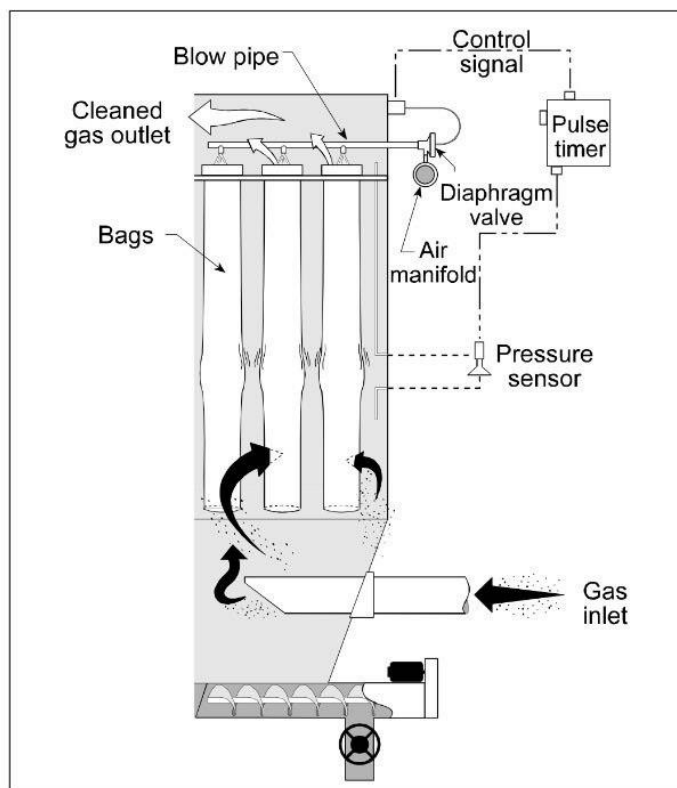


Figure 2-11. Pulse-jet cleaning system

سیستم تمیزکاری به روش پالس جت با هوای فشرده

مجموع خطوط لوله از یک کلکتور یا Header منشعب میشوند که در خروجی هر خط بعد از کلکتور یک عدد شیر دیافراگمی برقی Normally Close قرار دارد که با توجه به زمانبندی شیر فعال میشه و هوای فشرده به خط وارد و از طریق نازل ها به درون ونتوری پاشیده شده و این فشار هوا که بدرون ونتوری دمیده شده و بصورت بالشتکی از هوا به کیسه ها برخورد میکنه (حالت عطسه در سیستم وجود میاره) و پارچه ها بسمت بیرون منبسط میشن و غباری که روی اون هست جداشده و بسمت هاپر سقوط میکنه و از اونجا به بیرون تخلیه میشه.

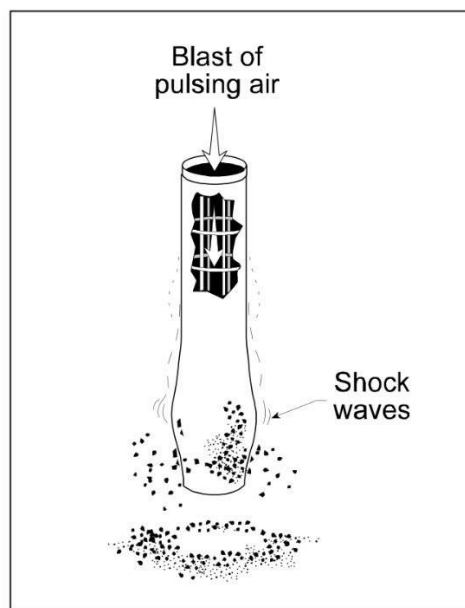
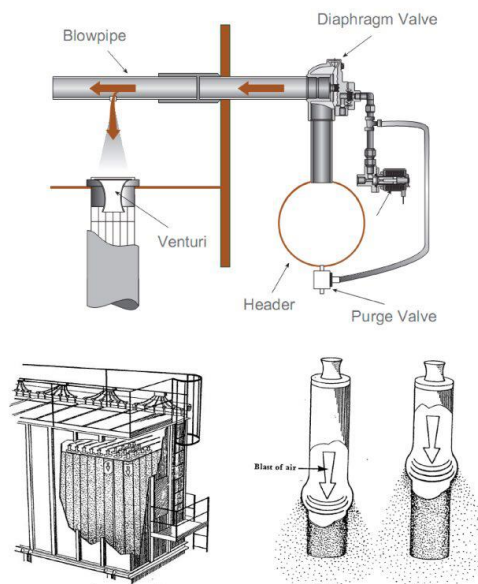


Figure 2-10. Pulse-jet cleaning

این نوع تمیزکاری از پرکاربردترین نوع در غبارگیرها میباشد و بدلیل اینکه برای تمیزکاری حرکت مکانیکی ای صورت نمیگیرد انرژی کمتری مصرف کرده و راندمان تمیزکاری اون هم بالاست. فشار هوا در این سیستم پالس جت 6-8 بار هست و زمانبندی نرمال عملکرد شیرها بسته به نوع غبار و غلظت اون و ظرفیت دستگاه عموماً بین 30 تا 55 ثانیه متغیر هست. البته در غبارگیرها اگر به هر دلیل مشکلی پیش بیاد و فشار داخلی بالابره این شیرها زودتر از موعد عمل میکند تا سیستم به حالت نرمال برگردد.



نمونه فیلتر کیسه ای و بسکت

غبارگیر با روش تمیزکاری: Rivers Air

تمیزکاری در این روش با استفاده از برگشت دادن هوا به داخل محفظه فیلترها میباشد. در این روش یک فن سانتریفیوژ دمنده در کنار دستگاه تعبیه میشود و خروجی فن به داخل اتاق فیلترها توسط داکت مرتبط میشود. عملکرد به این صورت است که در هنگام نیاز به تمیزکاری کیسه ها، فن مکنده اصلی خاموش میشود و فن دمنده دوم روشن میشود و هوا را با فشار به داخل محفظه میدهد و کیسه ها با برخورد با این هوا تمیز میشوند و غبار جدا شده از آنها به هاپر هدایت میشود. پس از آن دوباره فن مکنده اصلی روشن میشود و فن دمنده قطع میشه.

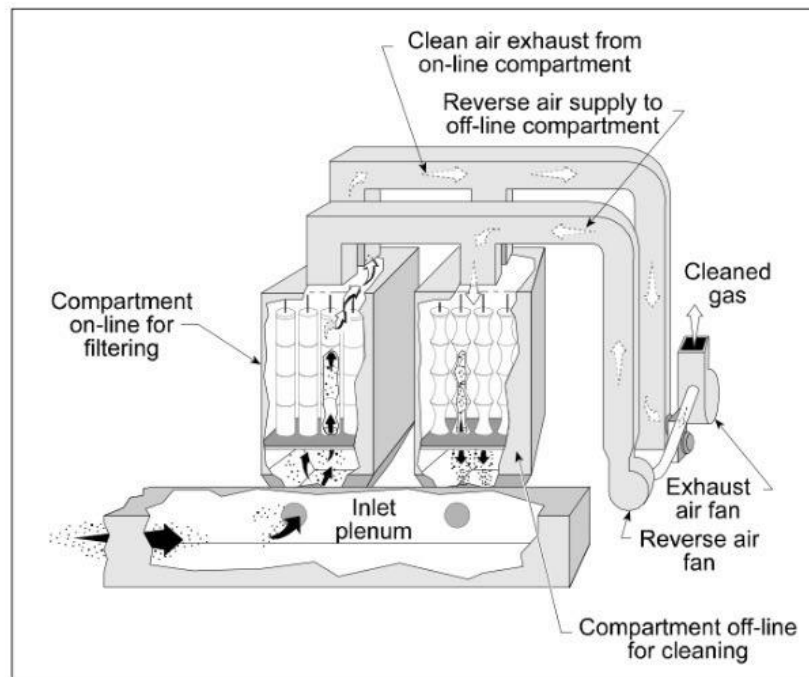
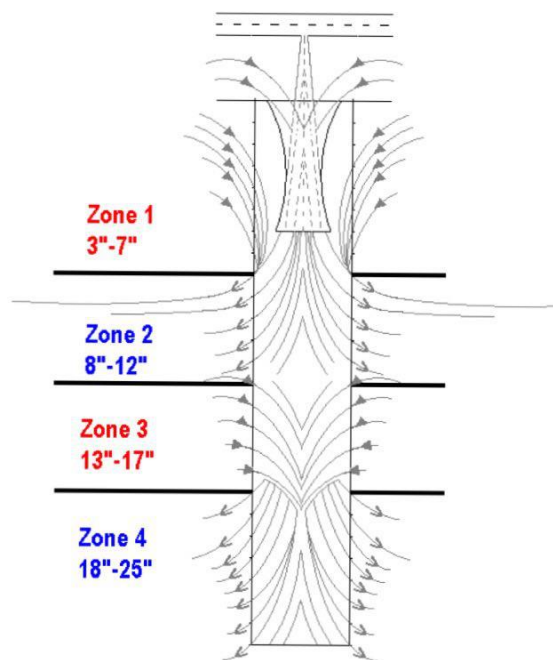


Figure 2-5. Typical reverse-air baghouse

سیستم تمیزکننده با هوای برگشتی reverse air



تأثیر نصب ونتوری در سیستم پالس جت



داکتینگ سیستم غبارگیر در کارخانه تولید MDF قسمت سمباده رنی اتوماتیک ورق های MDF

این روش تمیزکاری برخلاف روش پالس جت و Shaker که آنلاین بودند، به تمیزکاری Offline معروف هست که در اون سیستم مکنده و غبارگیری کارخانه در لحظه تمیزکاری خاموش میشود.

روش تمیزکاری با موج اولتراسونیک:

در این روش عملیات تمیزکاری کیسه ها توسط تولید موج قدرتمندی از صدا صورت میگیره که با تعبیه شیبوره های تولید صدا در کنار کیسه ها در فواصل زمانی معین این موج ایجاد میشه و با برخورد به کیسه باعث اعوجاج در سطح کیسه میشه و غبارها بر اثر این تکانه از کیسه جدا میشه و به هاپر ریخته میشه.

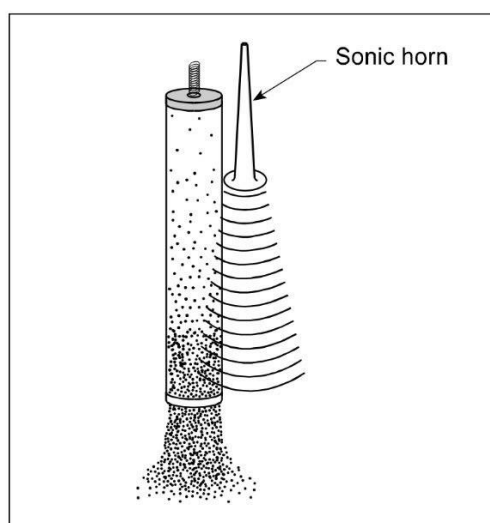
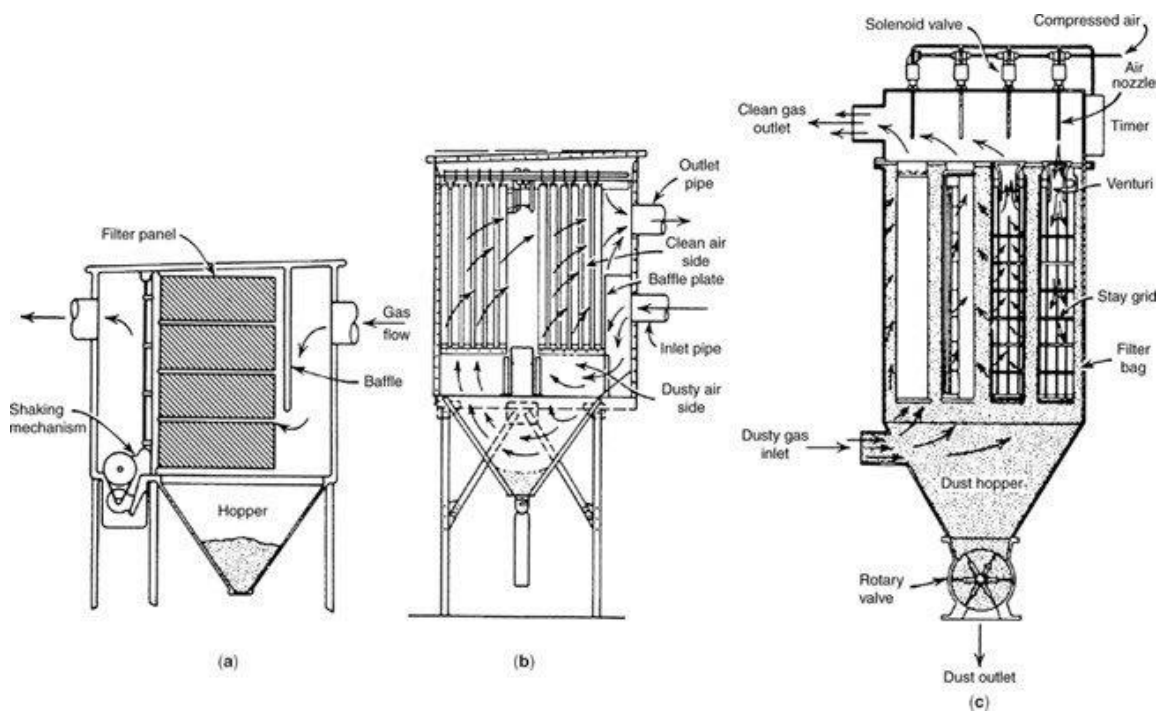


Figure 2-14. Sonic vibrations, usually used along with another bag cleaning mechanism



سیستمهای تخلیه در غبارگیرها



کارگران در حال تعویض کیسه های فیلتر



نمای داخلی محفظه تمیز در غبارگیر، نصب کیسه ها و ونتوری ها و همچنین پایپینگ هوای فشرده رو دقت کنید

قبل از ادامه بحث راجع به جنس کیسه فیلترها چندتا از اصطلاحات زیر رو شرح میدم:

- 1- الیاف پارچه ای بافته شده Woven Yarns: که بصورت تار و پود های منظم تهیه و بافته میشوند.
- 2- الیاف پارچه ای بافته نشده Non-Woven Yarns: که بصورت روی هم گذاری نا منظم مواد اولیه مثل پنبه و پشم و تحت فشار گذاشتن اون (فرایندی مثل نمد) تهیه میشه.
- 3- کیک ذرات Particle Cake: به تجمع ذرات و غبار بر روی سطح فیلتر یا نقاط کنج دار دستگاه که به مرور زمان لایه ای ضخیم تشکیل میدهند.



کیک ذرات غبار بر روی کیسه فیلتر

کیسه_فیلترها:

کیسه های فیلترها از مترتال مختلفی بسته به نوع کاربری قابل تهیه هستند که شامل انواع الیاف طبیعی نظیر پنبه و پشم و ... و الیاف مصنوعی نظیر فایبرگلاس و پلی استر و و حتی فلزی مثل استیل و آلومینیوم و ... باشد. همچنین نکته مهم و حیاتی این است که این کیسه ها در پروسه تهیه از مواد اولیه میتوانند از الیاف بافته شده یا الیاف بافته نشده تهیه شوند.

حالا به طور مختصر میخوام به بررسی این موارد بپردازم و برای دوستان تشریحی داشته باشم:

الیاف بافته شده: Woven Yarns-

بطور کلی کیسه فیلترهای با الیاف بافته شده بدلیل نوع پروسه تولید اون دارای فضاهای باز و خالی در بین تار و پود خود میباشند.

این کیسه ها از لحاظ نوع بافت به سه حالت مرسوم هستند:

1- حالت ساده (plain weave): که تار و پودش بصورت یکی از رو و یکی از زیر بافته شده

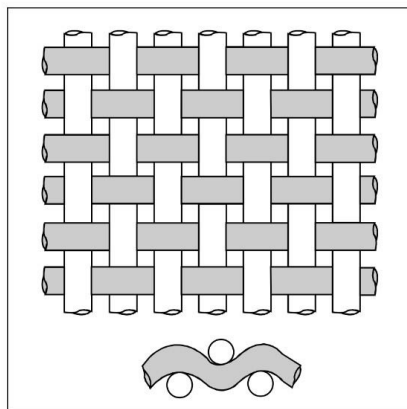


Figure 4-1. Plain weave or checkerboard

2- حالت (twill weave): که تار و پودش بصورت دوتا درمیان $1/2$ و سه تا درمیان $1/3$ بافته شده. این نوع از پارچه قابلیت نگه داشتن ذرات زیادی رو نسبت به حالت ساده در خودش نداره و عملا راندمان فیلتراسیون اون پایینه اما همین موضوع باعث میشه که این نوع فیلتر دیرتر از ذرات اشباع بشه و زمان تعویض اون طولانی تر میشه

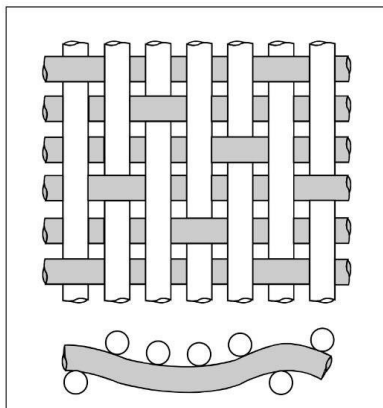


Figure 4-3. Sateen weave (satin weave)

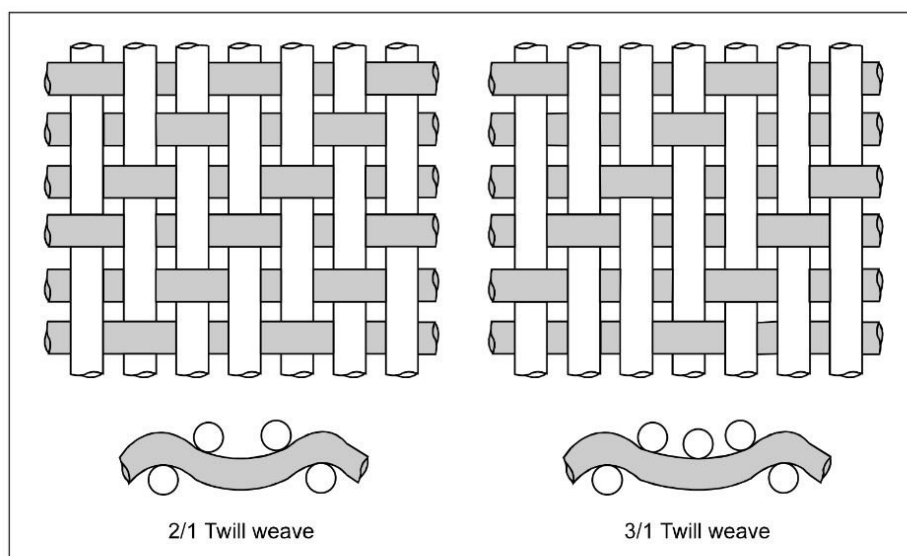


Figure 4-2. Twill weave patterns (2/1 and 3/1)

همچنین بدلیل اینکه فضاهای باز و متخلخل زیادی دارد جریان هوا و گاز بخوبی از اون عبور میکنه و مقاومت این نوع بافت در برابر ساییدگی هم نسبتا خوبه.

3- حالت: (sateen weave) تار و پود بافته شده به حالت چهارتا در میان $1/4$. این نوع از بافت در خصوص پالایش ذرات و به دام انداختن اونها به خوبی حالت twill و plain عمل نمیکند اما در مواقعی که یک ذرات روی اون تشکیل میشه براحتی قابل تمیز کردن هستش

یه پرانتز باز میکنم و توجه دوستان رو به این نکته جلب میکنم: در خصوص فیلترهای پارچه ای اونچه که ما با اون مواجه هستیم این هستش که پس از مدتی که یک ذرات بصورت فیلم بر روی سطح پارچه تشکیل شد راندمان فیلتراسیون ما بهتر میشه و خیلی هم بهتر میشه و عملا خود این یک کار فیلتراسیون رو انجام میده و پارچه بعنوان یه مدیای اولیه فقط نقش کمکی در تشکیل لایه فیلم غبار و یک ذرات رو داره. البته این بالا رفتن راندمان فیلتراسیون با افزایش شدید افت فشار در سیستم همراه هست و باید فیلترها بموقع تمیز شوند.

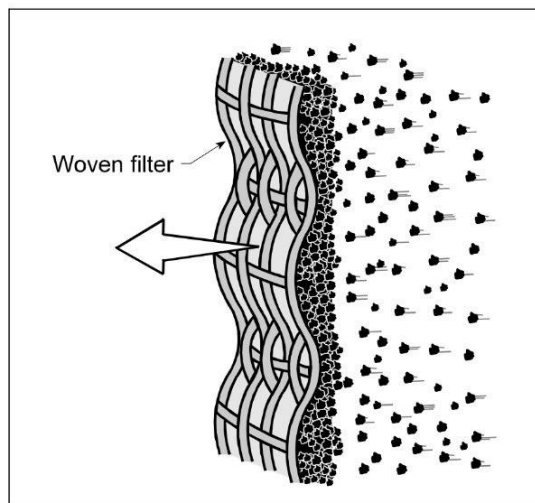


Figure 4-4. Sieving (on a woven filter)

دوستان بحث مهم در فیلترهای الیاف بافته شده و آرایش تار و پود اونها روی فضاهای خالی روی پارچه متمرکز هستش و خب میدونیم هرچه این فضاهای خالی بیشتر بشه مقاومت اون پارچه میاد پایین.

پس با یه تناسب معکوس سه پارامتری متشکل از:

مقاومت عبور هوا

مقاومت پارچه

و سهولت در تمیزکاری

مواجه هستیم

نکته مهم دیگه ای که اینجا باید اشاره کنم در خصوص همین مبحث ساییدگی و خراشیدگی در الیاف هست. همونطور که میدونید اصطکاک مالشی و سایش در الیاف مصنوعی و سنتتیک ایجاد الکتریسیته ساکن میکنه! پس کنترل و جلوگیری از این مورد بسیار مهم و حیاتی هستش. به این موضوع در بحث فیلتراسیون "نفوذ پذیری مغناطیسی" گفته میشه. که در انتخاب نوع پارچه ها برای فرایندهای فیلتراسیون ما رو به چالش میکشه. بنابر همین اصل نفوذ پذیری مغناطیسی این توضیح رو باید خدمتون بدم که هرچه میزان عبور هوا و سرعت اون در عبور از بین الیاف بالاتر باشه باعث باردار شدن بیشتر و بالا رفتن فاکتور نفوذپذیری مغناطیسی میشه!!!...خب پس در همین اول راه با یه مانع بزرگ روبرو شدیم؟؟!! حالا باید چکار کنیم....

اگر در طراحی دستگاه غبارگیر برای یک واحد صنعتی با این مشکل مواجه شدیم و این الکتریسیته ساکن در نقطه ای ایجاد جرقه کرد و از قضا نوع غبار هم مستعد حریق بود (مثل ذرات جمع آوری شده از چوب در سالن سمباده زنی ورق های نئوپان) با فاجعه آتش سوزی کارخانه و خسارات سنگین جانی و اقتصادی روبرو میشیم... خب راه حل و در واقع راه مکمل در این بحث استفاده از پارچه های فیلتر از نوع الیاف بافته نشده Non-Woven هستش.



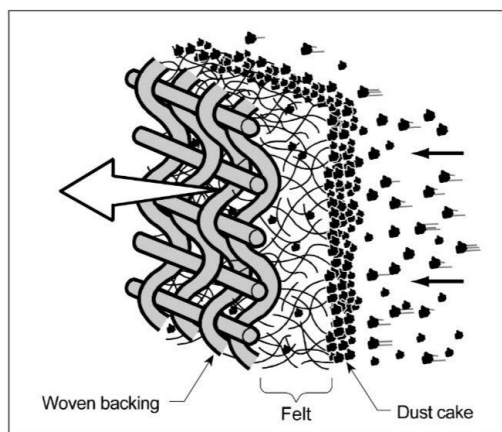
الیاف بافته نشده فیلتر- non woven

به این صورت که این الیاف بدلیل نوع خاص تولیدشون دارای منافذ بسیار ریزی هستند و هوا در عبور از میان آن با افت سرعت بالایی مواجه میشه و همین امر از میزان نفوذپذیری مغناطیسی پارچه به حد بسیار زیادی کم میکنه اما این مسئله الکتریسیته ساکن هنوز کاملاً مرتفع نشده و باید به انحاء دیگر کنترل بشه که توضیحاتش در ادامه مباحث به وقتش داده میشه خدمت دوستان.



خب این پارچه ها فرایند تولیدی مثل نمد داره که تراکم اون در واقع میزان راندمان پالایش رو تعیین میکنه.

استفاده از پارچه های بافته نشده برای فیلترها اغلب بصورت ترکیبی هستند. یعنی فیلترهایی که 100% الیاف بافته نشده هستند در مواردی به کار میروند که افت فشار بالا در سیستم توجیه فنی و اقتصادی داشته باشد و سایر پارامترهای متاثر از کاربرد اون نظیر تعمیرات و نگهداری حساس و سنگین-زمانبندی دقیق زمان تعویض فیلترها که فقط با اتوماسیون صنعتی و PLC پیچیده ای قابل انجام هستش-هزینه اولیه راه اندازی بالا بدلیل عظیم بودن تاسیسات آن و ... پیش بینی گردد. صنایعی نظیر فولاد - آلومینیوم-نئوپان - MDF-سیمان در بخشهای متنوعی از دستگاههای غبارگیر با فیلترهای الیاف بافته نشده استفاده میکنند. همونطور که گفتیم استفاده از الیاف بافته نشده بصورت ترکیبی هستند و پارچه های بصورت چندین لایه تولید میشوند که لایه های خارجی از الیاف بافته شده و لایه های داخلی از الیاف بافته شده استفاده میشود



(ترکیب الیاف woven و non woven در کیسه فیلترها)

در اینصورت الیاف بافته نشده نقش به دام انداختن ذرات و غبار رو بخوبی انجام میدهد و اندک ذرات که از لایه بافته نشده فرار میکنند توسط لایه بافته شده به دام میفتند. در واقع هم راندمان پالایش را بالا بردیم و هم زمان تعویض فیلترها را طولانی تر کردیم. همچنین بخاطر افت سرعت هوا یا گاز عبوری از فیلتر در مقطع بافته شده کمتر با پدیده الکتریسیته ساکن مواجه میشویم

نکات مهم و کلیدی در انتخاب نوع پارچه فیلترها:

-درجه حرارت و رطوبت فرایندهای آلوده در نقاط مختلف جمع آوری

-مقاومت پارچه در برابر هوا و گازهای اسیدی و بازی

-مش بندی پارچه فیلتر و متقابلا گراماژ ذرات و غبار

-هزینه اولیه و هزینه تعویض فیلترها

-افت فشار داکتینگ سیسم غبارگیری

-سرعت هوا و گاز آلوده عبوری از سطح فیلترها

-ظرفیت کلی سیستم غبارگیری و فیلتراسیون مجموعه

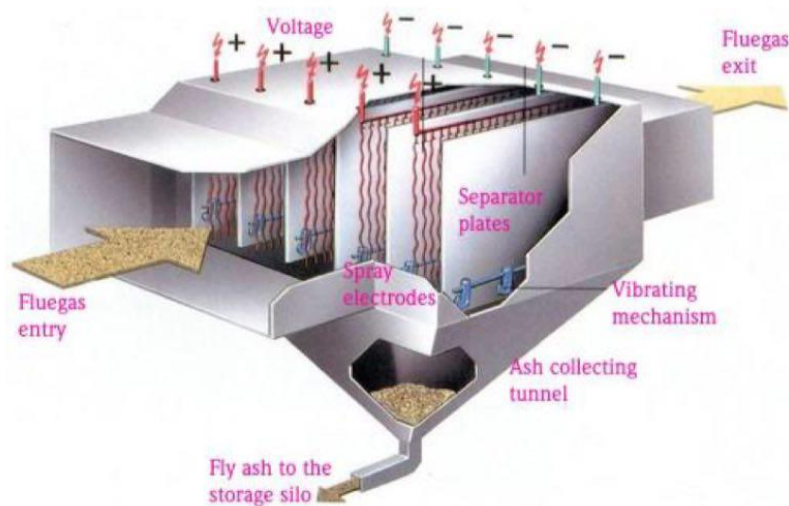
-درجه آلودگی محیطی و زیستی غبار و ذرات

.....

| Table 4-1. Typical fabrics used for bags | | | | | | | | | |
|--|---------------------|---------------------|-----|--------|-----|------------------------------------|---|--------------------------|---------------|
| Generic name | Fiber | Maximum temperature | | | | Acid resistance | Alkali resistance | Flex abrasion resistance | Relative cost |
| | | Continuous | | Surges | | | | | |
| | | °F | °C | °F | °C | | | | |
| Natural fiber cellulose | Cotton | 180 | 82 | 225 | 107 | poor | excellent | average | 0.4 |
| Polyolefin | Polypropylene | 190 | 88 | 200 | 93 | excellent | excellent | good | 0.5 |
| Natural fiber protein | Wool | 200 | 93 | 250 | 121 | good | poor | average | 0.8 |
| Polyamide | Nylon | 200 | 93 | 250 | 121 | poor to fair | excellent | excellent | 0.6 |
| Acrylic | Orlon® | 240 | 116 | 260 | 127 | very good | fair | average | 0.7 |
| Polyester | Dacron® | 275 | 135 | 325 | 163 | good | fair | excellent | 0.5 |
| Aromatic polyamide | Nomex® | 400 | 204 | 425 | 218 | fair | very good | very good | 2.0 |
| Fluoro-carbon | Teflon® | 450 | 232 | 500 | 260 | excellent except poor for fluorine | excellent except poor for trifluoride, chlorine, and molten alkaline metals | fair | 6.7 |
| Glass | Fiberglas® or glass | 500 | 260 | 550 | 288 | good | poor | poor to fair | 1.0 |
| Polymer | P84® | 450 | 232 | 500 | 260 | good | fair | fair | 2.5 |
| Polymer | Ryton® | 375 | 191 | 450 | 232 | excellent | excellent | good | 2.5-4.0 |

جدول جنس پارچه فیلترهای متعارف و مشخصات فنی آن

خب فکرکنم بحث راجع به پارچه ها و الیاف رو همین جا تمومش کنم. حقیقتا هرچه که در این قسمت الیاف جلو بریم با شاخه ها و زیرشاخه های جدیدی مجبورم ادامه بدم که هم خیلی مفصله و هم از حوصله بحث دوستان شاید خارج باشه. فقط این مسئله رو من باب درک اهمیت شناخت الیاف بگم که در همین ایران خودمون بالغ بر 50 نوع متریل برای الیاف مصرفی داریم و بالغ بر 900 تیپ غبار و آلودگی مختلف داریم که شناخت همگی مهم هستند و برای پالایش هرکدام دستورالعملها و محاسبات خاصی باید لحاظ شود. خب وقت رو به دوستان میدم تا اگر سوالی هست مطرح کنند و بعد از اون بخش کمی راجع به فیلترهای الکترواستاتیک صحبت کنیم و قسما پایانی جلسه امشب رو تقدیم دوستان کنم.



غبارگیرهای الکترو استاتیکی از انواعی هستند که در ایران کمتر استفاده میشه و موارد استفاده محدودی دارند.

مهمترین محدودیت اون در اندازه ذرات غبار هست که غبار های درشت تر ۱۰۰ میکرون براحتی عبور میدهند البته از مزیت این غبارگیر همین جذب غبارهای میکرونی هست اساس کار اون ساده هستش

طبق شکل:

یک سری صفحات غالباً از جنس آلومینیوم یا فولاد بار منفی دارند

و الکترودهای بار مثبت در مجاورت صفحه قرار دارد. این فاصله هوایی بین الکتروود و صفحه محل مناسبی برای جذب فیلار هستش البته مکانیسمی شبیه shaker به صفحات متصل هست که در فواصل زمانی اون رو تکیون میده تا فیلار در هاپر جمع بشه و برای تخلیه فرستاده بشه این نوع از غبارگیرها بصورت ترکیبی پس از غبارگیر کیسه ای قرار میگیرند تا راندمان پالایش رو بالا ببرند. خب مختصری راجع به طراحی سیستم های غبارگیری توضیح میدم خدمت دوستان. طراحی دستگاههای غبارگیر بایستی با درنظر گرفتن تمام پارامترهای موثر در طراحی نظیر:

- 1- نوع غبار و غلظت آن
- 2- مش بندی ذرات
- 3- درجه سایندهی غبار
- 4- درجه حرارت فرایندهای آلوده
- 5- شرایط رطوبتی فرایندهای آلوده
- 6- شرایط رطوبتی اقلیم مورد نظر
- 7- بررسی شرایط توپولوژی و ژئوگرافی محل کارخانه
- 8- بررسی شرایط فضای کارخانه اعم از ابعاد و تاسیسات مکانیکال و الکتریکال و...
- 9- بررسی اهمیت اقتصادی و فنی بازگردانی غبار به چرخه تولید
- 10- بررسی اهمیت امحاء غبار پس از جمع آوری یا شرایط فروش غبار جمع آوری شده
- 11- بررسی نوع ماشین آلات کارخانه که تولید آلودگی میکنند اعم از: ابعاد-نوع کارکرد و...
- 12- شیفتهای کاری کارخانه جات
- 13- تعداد پرسنل کارخانه جات
- 14- بررسی و رعایت معیارهای TLV و TWA

بررسی و تحلیل و رعایت موارد بالا همگی در طراحی یک سیستم غبارگیری مناسب دخیل هستند و نادیده گرفتن این موارد باعث خطا در طراحی و محاسبات و ساخت دستگاههای یک سیستم غبارگیری میشه و که با توجه به سنگین بودن بار فنی و اقتصادی تجهیز تاسیسات فیلتراسیون هوا در یک سایت اهمیت صدچندانی پیدا میکنه.



[نمای کاملی از سیستم های مولد و مکنده و غبارگیری در يك واحد صنعتی]