

CAMFIL FILTER

Så här fungerar luftfilter

Det här är den andra modulen av åtta i Camfils filterskola som beskriver luftfiltreringsteknikens spännande värld. I den första modulen (i AirMail nr 1, 2013) beskrevs luftföroreningar och varför vi behöver ren luft. I modul 2 beskriver vi mekanismerna och principerna bakom luftfiltrering.

I artikelserien med vår filterskola får du möjlighet att lära dig grunderna om filtrering, utveckla dina kunskaper eller bara hålla dig uppdaterad. Om du är nybörjare på filtrering är den här artikelserien din perfekta snabbgenomgång i ämnet. Modulerna i serien är mycket allmänna och är endast avsedda att ge en snabb inblick. Ämnesområdena beskrivs i lekmanstermer för att göra informationen enkel att ta till sig. Nu kör vi igång med modul 2.

I KOMMANDE NUMMER AV AIRMAIL KOMMER DU ATT KUNNA LÄSA MER OM FÖLJANDE MODULER:

- Modul 1: Luftburna föroreningar – varför vi behöver ren luft
- Modul 2: Så här fungerar luftfilter** (i detta nummer)
- Modul 3: Testmetoder och grundläggande koncept
- Modul 4: Fläktar, luftflöden och energiberäkningar
- Modul 5: Certifieringssystem
- Modul 6: Miljö- och energiaspekter
- Modul 7: Välja rätt filter och filterklass
- Modul 8: Filterbyte och service

Partiklar och partikelfilter

Luften i atmosfären innehåller en komplex blandning av olika föroreningar. Det kan vara fasta ämnen (partiklar), gaser, ångor, ämnen i vätskeform (dis, dimma, droppar) eller till och med radioaktiv strålning, (se Modul 1). Beroende på vad det är som ska skyddas krävs filtrering för att avlägsna en del föroreningar innan luften är lämplig att använda.

Atmosfäriska partiklar kan skilja sig mycket åt i fråga om sammansättning och storlek. Storleken kan vara allt från några enstaka nanometer (nm) upp till hundratals mikrometer (µm). Det gör filtreringen till en utmaning eftersom det gäller att lyckas hantera alla olika partikelstorlekar. Sotpartiklar är till exempel mycket mindre än pollenpartiklar.

För att bättre förstå hur mycket storlekarna skiljer sig åt tänker vi oss att vi tar en av de minsta partiklarna – till exempel sot – och förstorar den till 10 millimeter. I partikelvärlden skulle det innebära att de större partiklarna, till exempel pollen, skulle få en diameter på cirka 100 meter och vara lika stora som parisershjulet London Eye i jämförelse med sot. Vi kan också tänka oss en jämförelse mellan en roulettetula och Globen i Stockholm. Visuellt illustrerar detta den stora variation av partikelstorlekar som ett partikelfilter behöver kunna avskilja. Dessutom kan olika partiklar ha olika form och olika egenskaper.

Partikelavskiljningsgraden hos ett filter beror på olika fysiska fenomen, både mekaniska och elektriska. Men hur fungerar då ett luftfilter? Här kan du läsa en översiktlig beskrivning av de mekanismer och filterprinciper som möjliggör avskiljning av partiklar och gaser.

Filtermekanismer och -principer

I olika typer av filter används olika mekanismer för att fånga in partiklar. En vanlig filtertyp är sådana filter som använder filtermaterial ("media") som består av fiber. De vanligaste filtermedierna är glasfiber och polymerfibrer. Polymerfiberfilter är ofta elektrostatiskt laddade.

Det finns en hel del både teoretiska och experimentbaserade studier om luftfilter med fibermedier. I ett filter som består av fibrer används flera mekanismer för att avskilja partiklar. I den här artikeln beskrivs de olika mekanismerna. Den övergripande filtreringsprocessen – summan av flera olika mekanismer – är mycket komplicerad. Ofta används en förenklad modell för att beräkna den teoretiska partikelavskiljningsgraden för en enda fiber.

SEDIMENTATION

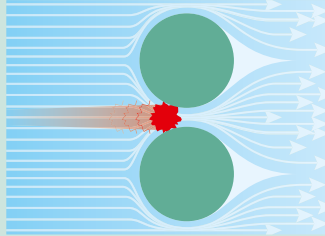
Det finns en tydlig tendens hos stora partiklar att falla till marken: ju större partikel, desto fortare faller den. I filtersammanhang innebär detta att stora partiklar rör sig mot golvet och horisontella ytor. De flesta partiklar som fångas upp genom sedimentering gör det innan själva filtret. Sedimenteringsmekanismen finns i alla filter och hjälper till att avlägsna grova partiklar.

SCHOOL

SILNING

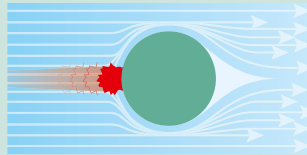
Silning fungerar på det sättet att partiklar som har en diameter som är större än avståndet mellan två fibrer fångas upp. Partiklarna kan helt enkelt inte passera mellan dem. Silningseffekten finns i alla filter och hjälper till att avlägsna grova partiklar. Avskiljningsgraden beror på densiteten i fiber-materialet. Silning av atmosfäriska partiklar har minimal avskiljningsgrad eftersom de flesta partiklar är mindre än 0,1 μm .

■ Partikel ■ Media ■ Luftström



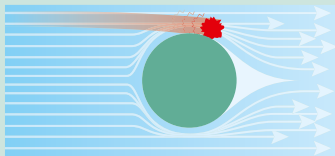
TRÖGHETSEFFEKT

Alla partiklar med en specifik massa (vikt) och hastighet har en rörelsemängd som står i relation till hur svårt det är att ändra ett objekts rörelsetillstånd. Partiklar tenderar att röra sig enhetligt i en rak linje. Detta innebär i praktiken att stora partiklar inte kan följa strömlinjerna runt fibern utan i stället kolliderar med den. Partikelavskiljningen genom tröghetseffekt ökar när luft hastigheten ökar och när partikels storlek eller massa är större. Ju tjockare filtermaterial, desto större chans att partikeln kolliderar med en fiber och fastnar.



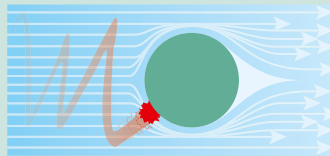
INTERCEPTION

Små partiklar följer strömlinjeriktningen runt fibrerna men fastnar när partikelytan vidrör fiberytan. Partikeln binds till fibern genom intermolekylär bindning (Van der Waals kraft*). Ju finare fibrer, desto effektivare uppfångning av partiklar genom interceptionsmekanismen. Interception är den enda av mekanismerna som inte påverkas av luft hastigheten.



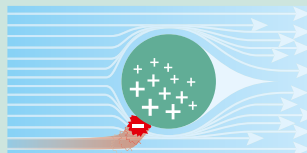
DIFFUSION

Luftmolekylers slumpmässiga rörelser (Brownsk rörelse**) påverkar partiklar som är mindre än 1 μm . När partiklar är i rörelse ökar chansen att de kolliderar med en fiber i ett filter. Ju mindre partiklarna är, ju mer luft hastigheten genom filtret minskar och ju fler fina fibrer som används i filtret, desto större är diffusions-effekten.



ELEKTROSTATISK LADDNING

Polymerfibrer är elektrostatiskt laddade. De grova elektrostatiska fibrerna laddas vid tillverkningen. Filter som är tillverkade av det här materialet använder en elektrostatisk mekanism i stället för de mekaniska principer som beskrivs ovan. Den elektrostatiska avskiljningsgraden är beroende av laddningen hos fibrer och partiklar och ökar vid reducerad luft hastighet. Aerosoler i atmosfären (fina solida partiklar, vätskedroppar eller gaser) minskar snabbt den elektrostatiska laddningen och eftersom fibrerna är så grova kan avskiljningsgraden minska mycket snabbt. Flera studier har visat att partikelavskiljningen hos den här typen av luftfilter försämras snabbt under verkliga driftförhållanden.



Total partikelavskiljningsgrad

Partikelavskiljningsgraden är alltså det totala resultatet av de olika filtermekanismerna. Effekten av sedimentation, silning och tröghet ökar för stora partiklar medan effekten av diffusion ökar med mindre partiklar. Detta betyder att det alltid är en specifik partikelstorlek som är svårast att filtrera. Beroende på luft hastighet och filtermedia är partikelstorleken 0,1–0,3 μm den som är svårast att avskilja. Den brukar kallas MPPS (Most Penetrating Particle Size, den mest penetrerande partikelstorleken).

En intressant detalj: med undantag av elektrostatisk laddning att avskiljningen för referenspartikeln 0,4 μm (enligt standard EN779) inte påverkas av luft hastigheten eftersom interception är den huvudsakliga mekanismen för att avskilja denna partikelstorlek. För partiklar som är större än 0,4 μm ökar avskiljningsgraden om luft hastigheten ökas. Samtidigt ökar avskiljningsgraden för partiklar som är mindre än 0,4 μm när luft hastigheten tvärtom minskar.

Gaser och kolfilter

Vi fascinerar av luftburna molekyler och kan praktiskt taget avlägsna alla atmosfäriska partiklar från luften, oavsett antal, storlek, form och egenskaper. Gaser och molekyler passerar dock rakt igenom även de bästa luftfilter. Molekyler är 1 000 till 10 000 gånger mindre än partiklar och förekommer vanligen i mycket högre koncentrationer.

Hur gör man då för att avlägsna dessa otroligt små molekyler? Vi använder oss helt enkelt av de naturlagar som styr gasmolekylernas beteende. Till exempel kan gasmolekyler inte ha flera olika koncentrationer inom ett och samma område – de eftersträvar ständigt en utjämning av koncentrationen. När gasmolekylerna stöter på en adsorbent, till exempel aktivt kol, som har mycket stor yta, diffunderar gasmolekylerna (jämnar ut gaskoncentrationen) genom att söka sig till kolet och fästa vid dess yta (mer information finns i artikeln om kolfilter på sidan 4–5).

*) Van der Waals kraft är summan av de sammandragande och bortstötande krafterna mellan molekylerna.

**) Brownsk rörelse är en matematisk modell som används för att beskriva hur partiklar kolliderar med andra partiklar och rör sig i olika hastigheter, i olika slumpvisa riktningar.