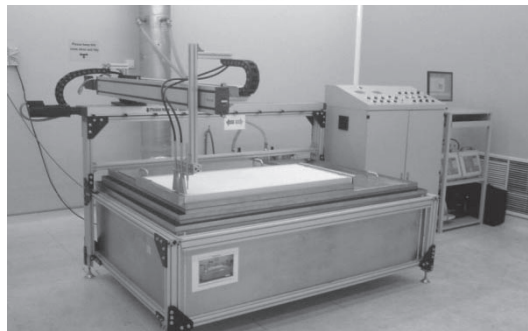
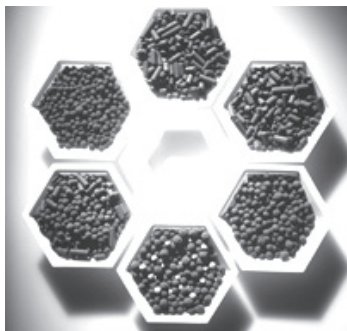
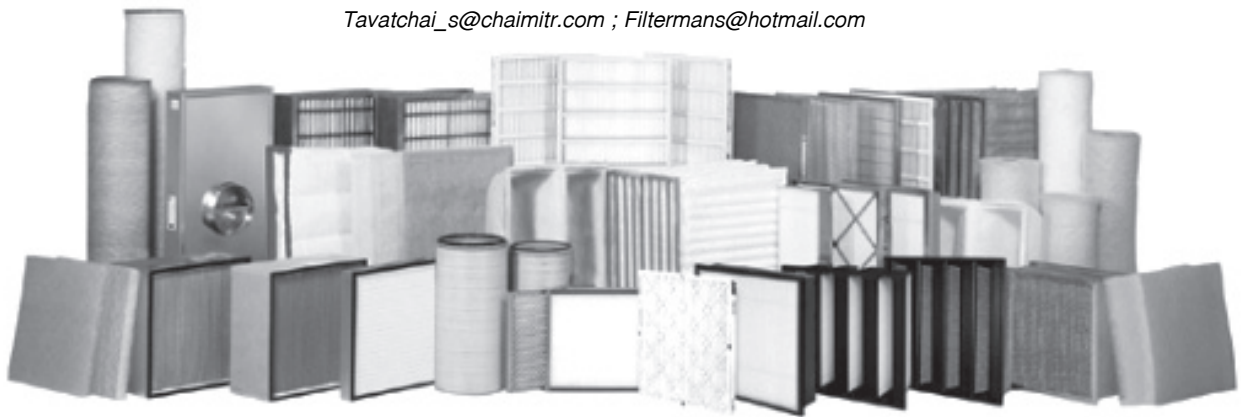


รื่องนำรู้เกี่ยวกับกรองอากาศ



โดย วัชชัย เสถียรรัตนกุล

อนุกรรมการฝ่ายมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศ
อนุกรรมการฝ่ายมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
บริษัท ชัยมิตร เอ็นจิเนียริง อินเตอร์ เนชั่นแนล จำกัด
Tavatchai_s@chaimitr.com ; Filtermans@hotmail.com



บทคัดย่อ

บทความนี้ถ้าผู้เขียนได้นำรื่องนำรู้เกี่ยวกับกรองอากาศ ที่ผู้เขียนอยากถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ที่ผู้เขียนมีได้สัมผัสมาตลอดการทำงานกว่า 10 ปีให้เข้าใจอย่างง่ายๆ ประเด็นหลักที่ต้องการก็คืออยากให้ทั้งผู้ออกแบบ ผู้ติดตั้ง และ ผู้ใช้งาน ผลิตภัณฑ์กรองอากาศ ได้มีความรู้ ความเข้าใจ อย่างถูกต้องและสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสม

ผู้เขียนพยายามจะเขียนให้เนื้อหาอ่านง่ายและเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้มากที่สุด ซึ่งเนื้อหาบางส่วนอาจมีการพาดพิงหรือนำข้อมูลมาเปิดเผยทางผู้เขียนต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ ทั้งนี้ ผู้เขียนมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อให้ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ทางด้านกรองอากาศ เป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านผู้สนใจทั่วไป



จนกระทั่ง เมื่อใช้งานประสิทธิภาพจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ

สามารถออกแบบแผ่นรองทางกลนี้ให้มีประสิทธิภาพสูงถึง 99.9999% ที่ 0.12 ไมครอน (U17) การรองแบบทางกลอีกประเภทหนึ่งคือการใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Inertia Effects) ดังรูปที่ 2 หลักการรองอากาศแบบต่างๆ

โดยการใช้ไฟฟ้าเหนี่ยวนำอิเล็กตรอน โดยการชาร์จประจุ
 เช่น Electrostatic Charges Media

Point Measuring	Ch1-0.3 µm	Ch2-0.5 µm	Ch3 -1.0 µm	Ch4-3.0 µm	Ch5-5.0 µm	Ch6-10.0 µm
Inlet Hood	138,409	8,133	1,181	87	31	7
Inlet Hood	166,239	8,071	848	81	31	5
	152,324	8,102	1,015	84	31	6

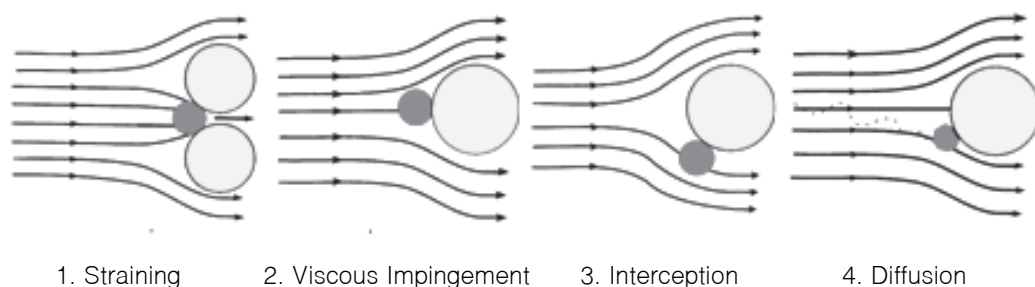
ตารางที่ 1 แสดงผลการวัดจำนวนอนภาคปณเปื้อนต่างๆ ในแต่ละขนาดอนภาค

หลักการกรองอากาศ

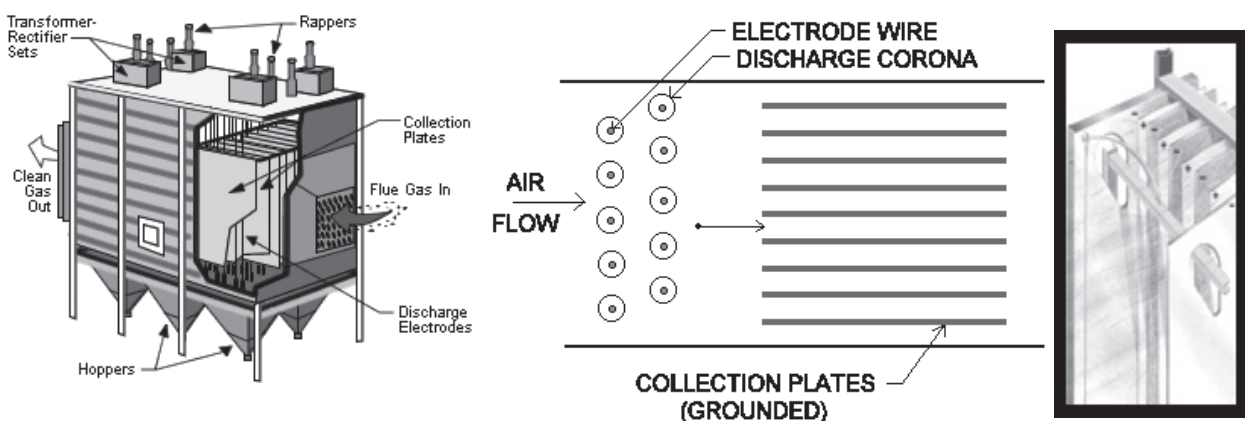
แผ่นกรองอากาศที่ดีนั้น จะต้องมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับการใช้งานประเภทต่างๆ ความสามารถในการเก็บกักฝุ่นที่สูง เพื่ออายุการใช้งานที่นาน และมีความดันตกคร่อมต่ำ ซึ่งโดยทางทฤษฎีแล้ว การที่จะทำแผ่นกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น ส่วนใหญ่จะมีความดันตกคร่อมที่สูงตามไปด้วย ผมขอจำแนกหลักการกรองอากาศเป็น 3 ประเภทดังนี้

• การกรองแบบทางกล

การกรองแบบทางกลโดยการใช้เส้นใยเนื้อกรอง Media ที่มีขนาดต่างๆกัน มาถักสานกันในลักษณะต่างๆ ให้มีช่องว่างระหว่างเส้นใยต่างๆกัน เพื่อให้กระแสลมที่มากับอากาศมาพร้อมสิ่งปนเปื้อนถูกเนื้อกรองดักจับ แผ่นกรองแบบทางกลนี้ เริ่มต้นใช้งานแผ่นกรองยังสะอาดมักมีประสิทธิภาพต่ำตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 หลักการกรองอากาศแบบต่างๆ



Electrostatic Precipitator

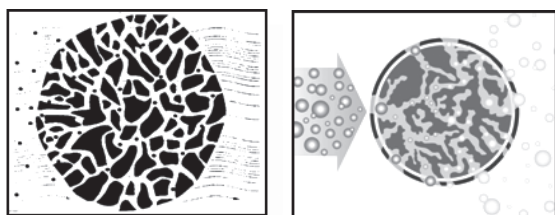
รูปที่ 3 เครื่องกรองแบบ Electrostatic Precipitator และ แผ่น Electrostatic และ Ionizer wire

Electronic Air Cleaner เรามักทำโดยใช้ Ionizer wire หรืออาจใช้เข็มแทงประจุ Spike ในการเหนี่ยวนำอิเล็กตรอน นอกจากอนุภาคสิ่งปนเปื้อนให้มีประจุเป็นลบ เพื่อให้อนุภาคสิ่งปนเปื้อนเป็นมีประจุเป็นบวก เกาะติดกับกับแผ่นเก็บหรือแผ่น Collecting Plate ที่มีประจุลบ ซึ่งมักใช้ความต่างศักย์สูงๆ High Voltage 12 KV และ 6 KV ในการชาร์จ Ionizer และ แผ่น Collecting Plate ซึ่งระบบกรองแบบนี้มีความดันตกคร่อมต่ำ และประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่ความเร็วต่ำๆ มักมีประสิทธิภาพสูง ประสิทธิภาพจะสูงสุดในตอนเริ่มต้นใช้งานทั้งนี้ประสิทธิภาพยังขึ้นอยู่กับอีกหลายปัจจัย เช่น ขนาดของอนุภาค, ความต่างศักย์ของ Ionizer และ Collector ระยะห่างของ Ionizer และ Collector Plate (Spacing)

อย่างไรก็ตาม ถ้าเราใช้ความต่างศักย์สูงๆ มักทำให้เกิดแก๊สโอโซน(Ozone) ซึ่งไม่ควรจะเกินระดับที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ตาม FDA ควรจะน้อยกว่า 0.05 ppm, ตาม OSHA และ NIOSH จะต้องน้อยกว่า 0.1 ppm ใน 8 ชั่วโมง ตาม EPA's National Ambient Air Quality Standard, Clean Air Act น้อยกว่า 0.08 ppm ใน 8 ชั่วโมง และถ้าบ้านเรากรมควบคุมมลพิษ ควรจะน้อยกว่า 0.1 ppm ใน 1 ชั่วโมงและ น้อยกว่า 0.07 ppm ใน 8 ชั่วโมง ผู้ผลิตโดยส่วนใหญ่มักจะอ้างว่า electronic air cleaner มักจะกรองอนุภาคได้ถึง 0.01 ไมครอนหรือเล็กกว่านั้น ซึ่งไม่จริง บอกไม่หมดเนื่องจาก 0.01 ไมครอนที่ว่ามันไม่ได้บอกถึงประสิทธิภาพว่าได้กี่% ดังนั้น ควรจะตรวจสอบและสอบถามผู้ขายก่อนนะครับ โดยทั่วไป ประสิทธิภาพสูงสุดที่ทำได้มักจะอยู่ที่ 95%ที่ 0.3 ไมครอน ที่ ความเร็วลมไม่เกิน 400 ฟุตต่อนาที (< 2.0 m/s) จะเห็นได้ว่าเราต้องบอกประสิทธิภาพการกรองตามขนาดอนุภาคและความเร็วลมที่ออกแบบหรือที่ใช้งานซึ่งไม่ได้เป็น True HEPA Filters

• การกรองแบบทางเคมี

การกรองแบบทางเคมีโดยใช้สาร Activated Carbon, Alumina เคลือบด้วยโพตัสเซียมเปอร์มังกาเนต โพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ฯลฯ ทั้งนี้การเลือกชนิดของสารเคมีที่เคลือบนั้นขึ้นกับชนิดของ แก๊สปนเปื้อนที่เราต้องการจะดักจับ ประสิทธิภาพทั้ง Removal Capacity และ Efficiency ตามมาตรฐานASTM standard ซึ่งการกรองประเภทนี้ จะใช้กลไกการดูดซับ (Adsorption) การดูดซึม (Absorption) และการทำปฏิกิริยา(Chemisorption)ในการดักจับแก๊สปนเปื้อนที่มีขนาดอนุภาคเล็กมากๆ ส่วนใหญ่เล็กกว่า 0.01 ไมครอน ประสิทธิภาพของการกรองขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัยเช่น ความเร็วลมหรือเวลาที่ดักจับ (Resident time), อุณหภูมิ,

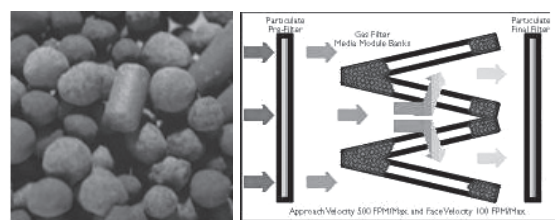


รูปที่ 3 หลักการกรองแบบเคมี

ความชื้น, ความลึกของ Bed ที่ออกแบบ, ความเข้มข้นของแก๊สปนเปื้อน การกรองทางเคมีนี้เรามักพบเห็นโดยทั่วไป เช่นเราใช้ถ่านเพื่อดูดซับกลิ่นในตู้เย็น แต่ก็มีแก๊สปนเปื้อนบางตัวที่ไม่สามารถกรองได้ดี เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

แม้จะมีผู้ผลิตบางรายใช้ Activated Alumina based เคลือบด้วยคอปเปอร์คลอไรด์พัลลาเดียมคลอไรด์ และนิเกิลออกไซด์ แต่มันก็ทำให้เปลี่ยนรูปจาก CO เป็น CO2 ซึ่งถ้าจะลดปริมาณของ CO และ CO2 เทคโนโลยีการกรองทางเคมี ผลการทดสอบยังไม่ได้ถูกนำมาเปิดเผยและยังไม่ได้มีการใช้อย่างแพร่หลาย ในตอนนี้ผมแนะนำให้ใช้การระบายอากาศจะดีกว่าครับนอกจากนี้ยังมี การกรองแบบทางกลผสมกับทางเคมี โดยการเอาเนื้อกรองแบบใยสังเคราะห์หรือใยแก้วมาเคลือบด้วยสาร Anti-Microbial ที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราแบคทีเรียและไวรัสบางชนิด ซึ่งจะต้องผ่านการทดสอบและรับรองว่าจากสถาบัน เช่น Environmental Protection Agency(EPA)ว่าต้องไม่มีสารพิษ ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์

ทั้งนี้แผ่นกรองอากาศชนิดต่างๆที่ออกแบบมาในตลาดทุกวันนี้ มีอยู่หลายประเภท ถ้าเราจำแนกตามลักษณะของการใช้งาน ถ้าเป็นกรองอากาศชั้นต้นหรือ กรองอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ จะมีแบบชนิดล้างน้ำได้ เป็นใยสังเคราะห์ (Washable-Synthetic Fiber) และแบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable-Synthetic& Glass Fiber) ซึ่งทั้งสองแบบผมคิดว่าต้นทุนไม่ต่างกันมากในปัจจุบัน ผมแนะนำให้ใช้แบบทิ้งดีกว่าครับ เนื่องจากตอนที่เราเอาไปล้างส่วนใหญ่ คนใช้ไม่ได้ล้าง คนล้างก็ไม่ได้ใช้ และตอนที่ล้างเราจะต้องระมัดระวังเนื้อกรองจะเสียหาย ตอนที่เราไปใส่กับ Aluminium Frame อาจเกิดการหดหรือทำให้เกิดการรั่วได้



รูปที่ 4 กรองเคมีแบบผสมและการจัดวางกรองเคมี

ซึ่งผลก็คืออากาศที่เข้ามาผ่านกรองอากาศจะไม่ได้ถูกกรองครับ

อีกแบบหนึ่งที่บ้านเราใช้กันคือ แผ่นกรองอะลูมิเนียม (Aluminium Filters) ที่มีประสิทธิภาพต่ำมาก ผมขอบอกว่าต่ำมาก เนื่องจากที่ความเร็วลม 500 ฟุตต่อนาที (2.5 เมตรต่อวินาที) มีประสิทธิภาพไม่ถึง 72 % Arrestance หรือ น้อยกว่า 20% ASHRAE Dust Spot Efficiency (< MERV3) โดยน้ำหนักซึ่งมีทั้งแบบหนา 1 นิ้วและ 2 นิ้วในระบบปรับอากาศ เนื่องจากสามารถล้างน้ำได้และอายุการใช้งานได้มากกว่า 3 ปีถ้าหากล้างทำความสะอาดดี เพื่อวัตถุประสงค์หลักคือ ป้องกัน คอยล์เย็นไม่ให้ตันหรือรักษาประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างคอยล์เย็นกับอากาศมักจะไม่ใช่คุณภาพอากาศเพื่อความสะดวกของคนอาศัย ปัจจุบันต้นทุนถ้าเรา trade ระหว่าง แผ่นกรองอะลูมิเนียม และ โยสังเคราะห์ (Synthetic Filters) ที่มีประสิทธิภาพ 90-92% Arrestance หรือ 25-30% ASHRAE Dust Spot Efficiency (MERV 7) หรือคิดต้นทุนต่อปี ทุก 3 ปีระหว่างการบำรุงรักษาคอยล์เย็นที่ลดลงเนื่องจากลดจำนวนครั้งในการล้างคอยล์การที่ได้อากาศที่ดีหรือสะอาดขึ้น ค่าไฟที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก pressure drop ของ MERV7 Filters จะสูงกว่า แต่การใช้ MERV 7 Filters เราจะไม่ประหยัดพลังงานเนื่องจากคอยล์ที่สะอาดกว่า มีอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ดีกว่า โดยทั่วไปแผ่นที่สามารถไปทำให้คอยล์ตันได้จะมีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 3-10 ไมครอน ASHRAE

แนะนำว่าควรเลือกใช้แผ่นกรองอากาศอย่างน้อยที่สุด MERV 6 Filters ในระบบปรับอากาศ เพื่อคุณภาพอากาศที่ดีและประหยัดพลังงาน จากผลการวิจัยหลายๆแห่ง ทั้ง EPA, Refrigeration Services Engineer Society บอกว่า ความหนาของแผ่นที่เกาะผิวคอยล์เย็น แค่ 0.04 นิ้ว (1.0 mm.) ทำให้มีการสูญเสียพลังงานมากกว่า 30% ของ พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ส่วนประกอบประเภทและคุณสมบัติต่างๆ ของ แผ่นกรองอากาศทั้งทางกล ไฟฟ้าและ เคมีวัสดุ (Materials) ของ ส่วนประกอบหลักในแผ่นกรองอากาศมีดังนี้

• เนื้อกรอง Media

มีอยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับการใช้งาน โยแก้วหยาบและละเอียด (Glass fiber and Micro Fine Glass Fiber Media), โยสังเคราะห์แบบหยาบและละเอียด (Synthetic Fiber and Micro Synthetic Fiber Media), เซลลูโลสผสมโยสังเคราะห์ (Cellulose with Synthetics), โยสังเคราะห์ผสมฝ้าย (Synthetic with Cotton) นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเนื้อกรอง เทคโนโลยีใหม่ คือเนื้อกรองแบบเทฟลอน (Poly Tetra Fluoro Ethylene Media-PTFE) สำหรับแผ่นกรอง HEPA/ULPA ที่ต้องการความดันตกคร่อมเริ่มต้นต่ำ เพื่อประหยัดพลังงาน ซึ่งเนื้อกรองประเภทนี้มีคุณสมบัติทนกรดได้ดี และมีความคงทน ไม่เสียหายง่าย ไม่เหมือน Micro Fine Glass Fiber Media ส่วนใหญ่แล้ว เนื้อกรองที่ดีควรมีคุณสมบัติเป็นแบบ Dual หรือ progressive density หรือมีชั้นกรองแผ่นแบบหยาบและละเอียด เพื่อให้ใช้ได้อย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ และควรมีคุณสมบัติทนต่อความชื้นได้ดี (Water Resistance Media) และอาจมีคุณสมบัติป้องกันเชื้อราและแบคทีเรียไม่อมน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับงานที่ต้องทนต่อความชื้นสูงๆ อยู่ใกล้ชายทะเล

• กรอบของเนื้อกรอง (Cell Side)

มักทำจาก โลหะ Galvanized Steel, Extrusion Aluminium, Plywood, MDF, Particle Board, ABS Plastics, Card Board Paper และทำจากหรือ Stainless Steel สำหรับงานบางประเภท เช่น อุณหภูมิสูงมีแก๊สกัดกร่อนสูงหรือติดชายทะเลการเลือก cell sides ควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน ให้มีความแข็งแรงเพียงพอ Separators เป็นตัวคั่นระหว่างเนื้อ Media ที่ pleat ติดต่อกันเพื่อให้เกิดการกระจายลมที่ดี ลดแรงเสียดทาน Separators ที่ดีควรมีลักษณะเป็นแบบ Taper Separators โดยขนาดของช่องหรือรูรับด้านลมเข้าใหญ่กว่า ด้านลมออก เป็นแบบ Aerodynamic Design วัสดุที่ใช้มีทั้งแบบ Aluminium และพลาสติก อีกแบบหนึ่ง Separatorless มักจะใช้กับ Filter แบบ Mini Pleat โดยทำจากวัสดุ Hot Melt หรือ Thermo Plastics Bond



รูปที่ 5 เนื้อกรองลักษณะต่างๆ

• สารยึดติดหรือ Adhesive

สำหรับเคลือบเนื้อกรองแบบ Impingement Filter จะมีหลายแบบเช่น Rubber Based, Non Petroleum Content, Epoxy Resin, Polyester Resin ฯลฯ

• ซีลแลนท์ (Sealant)

เป็นสารที่ใช้สำหรับ HEPA/ULPA ส่วนใหญ่ใช้ โพลียูรีเทน (Poly Urethane) ซึ่งมีหลายเกรด แบบเพื่อ เทลงบนถ้ำคุณภาพดี มีคุณสมบัติในการยึด Media Filters เข้ากับ Cell side ได้ดี ยิ่งถ้าเป็นแผ่นกรองที่ใช้กับ Gas Turbine, จะใช้งานที่ความเร็วลมสูง 3.125 m/s จะต้อง มีการทดสอบ Burst Pressure ซึ่งเป็นความดันที่แผ่น กรองอากาศจะเริ่มหลุดออกจาก cell side

• ปะเก็น (Gasket)

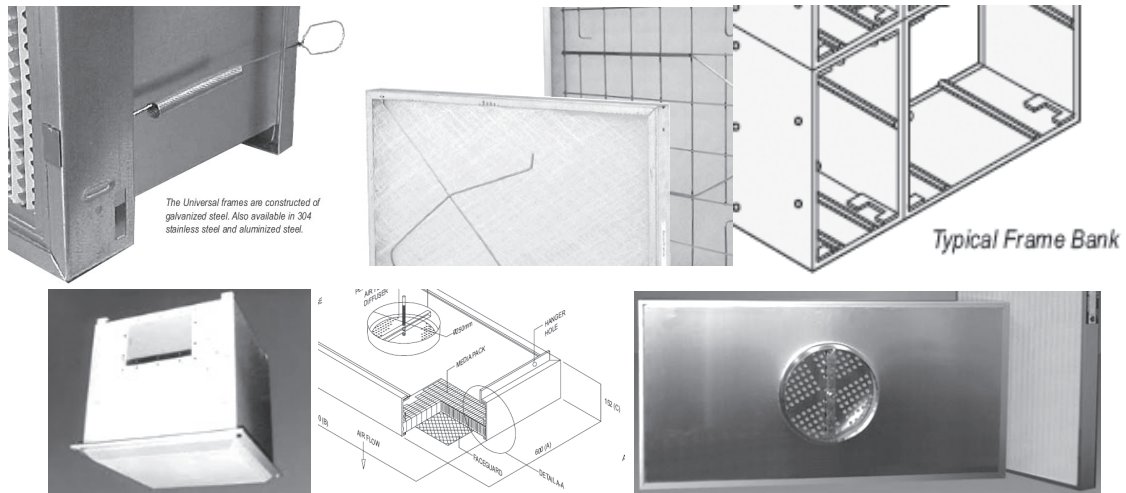
ใช้สำหรับป้องกันไม่ให้แผ่นกรองและ Frame รั่ว หรือ เกิดการ By Pass ของอากาศโดยไม่ผ่านแผ่นกรอง

โดยทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด แบบ Dry มีหลายชนิด เช่น แบบฟองน้ำ (EPDM Sponge) แบบยางดำ (Black Neoprene), รูปร่างของ gasket แบบนี้มีทั้งแบบที่เป็นแบบหน้าตัดสี่เหลี่ยม (Flat) และมีอีกแบบหนึ่งเป็นแบบ Flat Dose Tail Gasket ซึ่งมีรอยต่อเป็นรูป Jigsaw และ แบบหน้าตัดครึ่งวงกลม (Half-Round Gasket) ขึ้นอยู่กับ การใช้งาน มีความยืดหยุ่นพอดีไม่แข็ง ไม่อ่อนเกินไป ไม่ รั่วเป็นใช้ได้มี Gasket อีกประเภทหนึ่งเราเรียกว่า White PlastoZote Gasket เป็น Gasket ชนิดพิเศษเหมาะสำหรับ

ห้องสะอาดที่มีความสะอาดสูงระดับ Class 100 (ISO5) ขึ้นไป เช่น โรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ Seagate และ Western Digital ซึ่งมีผ่านการรับรองค่า Low Offgasing Test Gasket ชนิดที่ 2 แบบ liquid หรือ Gel Sealant จะมีแบบ Blue Gel (Clear Urethane + Activator) ซึ่งเราเรียกว่า แบบ Gel Sealant ใช้กับ HEPA/ULPA Filters ที่มี cell side แบบ Knife Edge Frame ใช้กับ ห้องสะอาดที่เป็น Class สูงๆ เช่น Class 100 (ISO5), Class 10(ISO4) Class 1 (ISO3) หรือในโรงงานผลิตยา

กรอบหรือเฟรมที่ใส่แผ่นกรองอากาศเรามีหลายแบบ ทั้งแบบใส่แผ่นกรองด้านหน้า และด้านข้างขึ้นอยู่กับลักษณะ การติดตั้ง และพื้นที่ติดตั้งตามรูปด้านล่างแบบ Universal Holding Frame, RENU Frame, AmerFrame, C Frame และ Fastening หรือ Latch แบบต่างๆสำหรับกล่องหรือ frame สำหรับ HEPA หรือ ULPA Box แม้ว่า แผ่นกรอง อากาศจะดียังไง ประสิทธิภาพสูงเท่าไร แต่ถ้ากรอบหรือ frame รั่วก็ไม่มีประโยชน์ดังนั้น Frame จึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะแผ่นกรองแบบ HEPA หรือ ULPA ซึ่งปัจจุบัน นิยมใช้เป็นแบบ Ceiling Modules สำเร็จจากโรงงาน โดย รับประกัน leak free จากโรงงานผู้ผลิต ตามมาตรฐาน IEST CC RP 007 หรือ EN 1822 ดังรูปที่ 6 กรอบของ กรองอากาศแบบต่างๆ

รูปลักษณะการออกแบบแผ่นกรองอากาศ (Configuration) มีอยู่หลายประเภทเช่นแบบจีบ (Pleat), แบบแผ่น (Panel), แบบกล่อง (Box), แบบถุง (Bag or Pockets,



รูปที่ 6 กรอบของกรองอากาศแบบต่างๆ



รูปที่ 7 กรองอากาศรูปแบบต่างๆ

แบบตัววี (V Shape), แบบจีบเล็ก (Mini pleat), แบบกระบอก (Canisters) ทั้งทรงกรวย (Conical) และทรงกระบอก (Cylindrical)

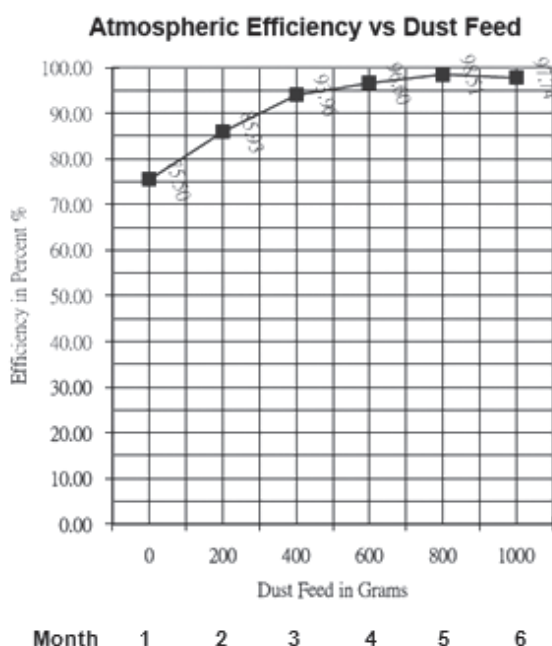
นอกจากนี้ยังมี แบบถุงพิเศษ ใช้ในงานที่ปลอดภัย (Sterile) หรือนานที่มีกัมมันตภาพรังสี (Radioactive Nuclear) ที่เรียกว่า Bag In Bag Out (BIBO) ดังรูปที่ 7 กรองอากาศรูปแบบต่างๆ

ตัวแปรและสิ่งที่น่ารู้ในเรื่องการกรองอากาศ

1. ปริมาณลม (Air Flow) โดยทั่วไปถ้าเป็นแผ่นกรองชั้นต้นและชั้นกลางที่มีประสิทธิภาพไม่เกิน 98% ASHRAE dust spot efficiency ใช้ในงานปรับอากาศจะใช้ไม่เกิน 500 ฟุตต่อวินาที (2.5 เมตรต่อวินาที) บางรุ่นถ้าเพิ่มพื้นที่เนื้อกรองสามารถรับลมได้ถึง 625 ฟุตต่อวินาที (3.125 เมตรต่อวินาที) โดยความดันตกคร่อม

2. ประสิทธิภาพ(Efficiency) แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

- ประสิทธิภาพเริ่มต้น เมื่อแผ่นกรองสะอาด (Initial Efficiency)
- ประสิทธิภาพเฉลี่ย (Average Efficiency) เป็นประสิทธิภาพที่ผู้ผลิตแผ่นกรองบอกว่าแผ่นกรองอากาศนั้นมีประสิทธิภาพเท่าไร ซึ่งทางผู้ออกแบบมักใช้ในการกำหนด specification
- ประสิทธิภาพสุดท้าย (Final Efficiency) เป็นประสิทธิภาพที่แผ่นกรองไม่สามารถกรองได้ ณ จุดนี้แผ่นกรองอากาศจะตัน อัตราการไหลจะลดลง ความดันตกคร่อมจะสูงขึ้น



รูปที่ 8 ประสิทธิภาพของแผ่นกรองเมื่อเวลาผ่านไป

ยกตัวอย่าง เช่น แผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพ 95% เริ่มต้นเมื่องานอาจจะเริ่มต้นที่ประสิทธิภาพ 30%-40% แต่พอเวลาผ่านไป จะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจนถึง Rated ที่บอกในแคตตาล็อก ลองดูกราฟด้านล่างดังรูปที่ 8 ต้องใช้เวลาถึง 3 เดือนครึ่ง จะได้ประสิทธิภาพเท่ากับ 95% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ load ที่ใช้งานแผ่นกรองอากาศที่ดีควรจะใช้ระยะเวลาที่สั้น ในการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพเริ่มต้นจนถึงประสิทธิภาพเฉลี่ย

3. ความดันตกคร่อม (Pressure Drop หรือ Resistance) โดยทั่วไป เรามักอยากได้แผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูงๆ แต่ความดันตกคร่อมต่ำๆ ซึ่งมักจะสวนทางกัน เนื่องจาก ถ้าความดันตกคร่อมหรือความดันสูญเสีย (Pressure Loss) สูงๆ ก็จะต้องใช้พัดลมและมอเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งจะกินพลังงานมาก ดังนั้น ผู้ผลิตจึงพยายามออกแบบแผ่นกรองให้มีประสิทธิภาพสูงแต่ความดันตกคร่อมต่ำๆ เป็นแบบ V Shape หรือ เพิ่มพื้นที่เนื้อกรองให้ความเร็วลมต่ำๆ และอีกเรื่องหนึ่งคือเราต้องสอบถามผู้ขายว่าค่าความดันตกคร่อมที่เลือกมีค่าคลาดเคลื่อน +/- กี่เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปไม่ควรเกิน +/- 10% บางทีไม่ได้บอก ทางผู้ขายก็สามารถลดพื้นที่เนื้อกรองให้น้อยลง โดยมีค่าคลาดเคลื่อน +/- ถึง 20% ผมขอแบ่งความดันตกคร่อมเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- ความดันตกคร่อมเริ่มต้น (Initial Resistance) เป็นค่าความดันตกคร่อมเมื่อแผ่นกรองอากาศสะอาด
- ความดันตกคร่อมเฉลี่ย (Average Resistance) เป็นค่าความดันที่ผู้ออกแบบมักจะใช้ในการใช้คำนวณความดันสูญเสียในการเลือกขนาดของพัดลม
- ความดันตกคร่อมสุดท้าย (Final Resistance) เป็นค่าความดันตกคร่อมเมื่อแผ่นกรองตันโดยส่วนใหญ่

4. ความดันสุดท้ายที่แผ่นกรองอากาศจะเสียหาย (Burst Pressure) ซึ่งมักจะทดสอบสำหรับแผ่นกรองอากาศ ที่ใช้งานในโรงไฟฟ้า ซึ่งมีความเสี่ยงสูงในการที่แผ่นกรองอากาศเสียหายและหลุดเข้าไปในระบบ โดยจะทำให้ระบบ Turbine เสียหาย ในโรงไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้ Turbine เสียสมดุล และอาจจะเสียหายเป็นมูลค่าหลายล้านบาท เฉพาะการบำรุงรักษา ไม่รวมค่าเสียหายอีกหลายร้อยล้านบาทกรณีที่ต้อง shutdown

โดยทั่วไปมักทดสอบที่ความดันสูงสุดมากกว่าความดันสุดท้ายประมาณ 10-15 เท่า โดยทั่วไป บางยี่ห้ออาจจะต้องมีความดันตกคร่อมถึง 25 INWG. (6,250 Pa.) ซึ่งจะทดสอบโดย Third Party

5. ความสามารถในการกักเก็บฝุ่น (Dust Holding Capacity; DHC) มีหน่วยเป็นน้ำหนัก gram หรือ kg จะบอกถึงอายุการใช้งานของแผ่นกรองอากาศ เราสามารถเปรียบเทียบกันได้ แบบประมาณการได้ ถ้าเรามีแผ่นกรองอากาศ 2 ชนิด มี DHC ต่างกัน ชนิด A 500 grams และชนิด B 1,000 grams เราสามารถบอกได้ว่า ถ้าแผ่นกรองอากาศทั้งสองชนิดงานในสภาพแวดล้อมเดียวกัน แผ่นกรองชนิด B จะมีอายุการใช้งานมากกว่า ชนิด A 2 เท่า

6. อายุการใช้งานของแผ่นกรองอากาศ

โดยทั่วไป ผู้ขายมักกำหนดว่าแผ่นกรองอากาศชั้นต้น (20-30% ASHRAE Dust Spot Efficiency) มีอายุการใช้งาน 3-6 เดือน, แผ่นกรองอากาศชั้นกลาง (45-95% ASHRAE Dust Spot Efficiency) มีอายุการใช้งาน 6-12 เดือน และแผ่นกรองอากาศชั้นสุดท้าย (> 98% จนถึง HEPA, ULPA efficiency) ,อายุการใช้งานมากกว่า 1 ปี ถ้าหากว่าเราบำรุงรักษา เปลี่ยนแผ่นกรองอากาศชั้นต้นและชั้นกลาง อาจอยู่ได้นานถึง 2 ปี เป็นสิ่งที่ผู้ผลิตไม่สามารถบอกได้ อย่างชัดเจน เพราะเนื่องจากขึ้นสภาพแวดล้อมปริมาณฝุ่น ดังนั้น ถ้าผู้ใช้งานสามารถกำหนดปริมาณฝุ่นโดยเฉลี่ยใน 1 ปีได้ ผู้ขายก็สามารถที่จะออกแบบแผ่นกรอง

อากาศที่เหมาะสมได้สำหรับแผ่นกรองแก๊ส (Chemical Filters) เรามักจะทดสอบอายุการใช้งานได้โดยการเก็บ Sampling Media เพื่อไปทดสอบในห้องแล็บซึ่งเรามักจะเทียบกับ Base Line ที่เราเลือกปริมาณ Media ตั้งแต่ต้นว่ามีอายุการใช้งาน 3, 6 หรือ 12 เดือน แล้วแต่นาฬิกาของอุปกรณ์

7. ความเร็วลมที่เข้าแผ่นกรองอากาศ (Face Air Velocity) หรือความเร็วที่ผ่านหน้าตัดของแผ่นกรองอากาศ มีผลต่อประสิทธิภาพการกรองอากาศที่เป็นแบบ Inertia Effect หรือ Impingement และแบบ Diffusion (HEPA&ULPA) แต่จะไม่มีผลกับ แผ่นกรองอากาศแบบ Interception อธิบายโดยยกตัวอย่างง่ายๆคือ ถ้าเราใช้แผ่นกรองอากาศ HEPA 99.99% ที่ 0.3 ไมครอน ความเร็วลมสูงๆ เช่น มากกว่า 250 ฟุตต่อนาทีประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศก็จะลดลงจะน้อยกว่า 99.99% ที่อนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน เนื่องจาก diffusion effect ต้องการความเร็วลมต่ำๆ ทำให้โอกาสที่อนุภาคขนาดเล็กจะไปเกาะติดบนเส้นใยของเนื้อกรองอากาศ เป็นต้น นอกจากนี้การใช้ความเร็วลมสูงๆ เกินกว่าที่ออกแบบจะทำให้ความดันตกคร่อมสูงด้วย อีกคำหนึ่งที่เราน่าจะรู้จักคือ Media Velocity ไม่ใช่ Face Velocity เป็นความเร็วลมที่ผ่านเนื้อกรองอากาศ โดยทั่วไปถ้าเป็นแผ่นกรองอากาศชนิด HEPA จะมีความเร็วลมที่ผ่านเนื้อกรองที่ประมาณ 4-6 ฟุตต่อนาทีซึ่ง face velocity อาจจะ 90 ฟุตต่อนาที แบบ Mini pleat ดังนั้น ผู้ผลิตแผ่นกรองจะต้องออกแบบให้ HEPA มีเส้นใยที่มีขนาดที่เหมาะสม หลายชั้น มีพื้นที่เนื้อกรองอากาศมากๆ เพื่อลดความเร็วจาก 90 ฟุตต่อนาทีเหลือ 4-6 ฟุตต่อนาที

สำหรับแผ่นกรองแก๊ส (Chemical Filters) เรามักจะออกแบบให้มีความเร็วลมที่ต่ำเพื่อเพิ่ม contact time หรือ Resident Time เช่น Activated Carbon ที่ใช้ในบ้านเราส่วนใหญ่ ระบบที่ดีความจะออกแบบให้ความเร็วลมที่ผ่าน

ถาด Activated Carbon 20-60 ฟุตต่อหน้าที่ หรือมี contact time อย่างน้อย 0.02 วินาทีอีกเรื่องหนึ่งเป็นเรื่อง การกระจายของความเร็วลมกรณีที่แผ่นกรองอากาศที่ติดบน ceiling ที่เป็นแบบ Ceiling Module หรือเป็นแบบ FFU (Fan Filter Units) นับเป็นสิ่งสำคัญที่ ผู้ผลิตแผ่นกรองอากาศ จำนวนจุดที่ต้องทดสอบขึ้นกับขนาดของแผ่นกรอง และมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 20\%$ ของความเร็วลมที่กำหนด เพื่อให้เกิดการไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow)

8. พื้นที่ของเนื้อกรองอากาศ โดยทั่วไป

สามารถเพิ่มได้โดยการเพิ่มจำนวน pleat ทำเป็นแบบ V Shape เพื่อลดความเร็วลม และลดแรงเสียดทานอากาศ เพื่อลดความดันตกคร่อม Media อีกเรื่องหนึ่งที่สำคัญ การออกแบบให้เนื้อกรองเป็นแบบ Dual Density หรือ Progressive Density ด้านหน้าหยาบ รั้วฝุ่นขนาดใหญ่ ด้านหลังละเอียด รั้วฝุ่นขนาดเล็ก เราเคยอาจสังเกตจากการใช้งาน ถ้าพบว่าข้างหน้าดำ และข้างหลังขาว เป็นแผ่นกรองอากาศชนิดที่ไม่ดี อาจจะใช้จนผิดประเภท ขนาดฝุ่นที่ต้องกรองกับประสิทธิภาพเนื้อกรองไม่เหมาะสมกัน หรือเป็นแบบ Single density ซึ่งแผ่นกรองไม่ได้ถูกใช้เนื้อกรองได้อย่างเต็มที่ แผ่นกรองอากาศด้านหลังไม่ได้ใช้งาน

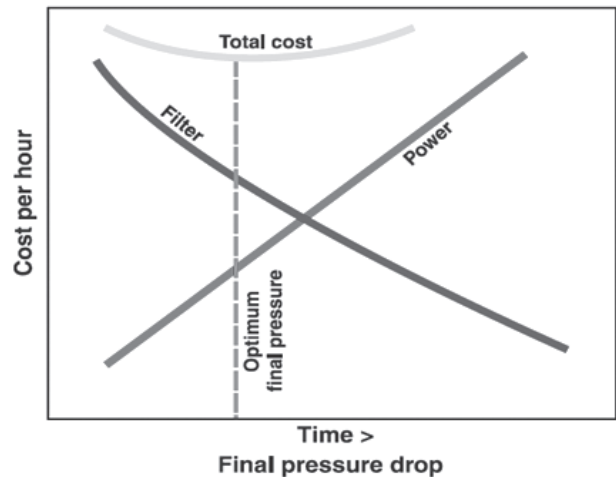
9. การเกิด Outgassing ของเนื้อกรองอากาศ

วัสดุตัวมันเอง ไม่ก่อให้เกิด gas ที่ไม่พึงประสงค์เข้าไปในระบบ โดยเฉพาะห้องสะอาดที่มีการกำหนด Outgassing Criterion ของโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่ง gas หลักๆที่เราสนใจก็จะมีหลายตัว ซึ่งมักเป็นพวก Organic Contaminate มาจากเนื้อกรองเอง

สี epoxy, Sealant เป็นต้น โดยทั่วไป ผู้ผลิตจะต้องเลือกวัสดุที่ดีที่ทำให้ไม่เกิด Outgassing และต้องทดสอบผ่านเกณฑ์ของลูกค้า โดย Third Party Laboratory

ปัจจัยต่างๆ ข้างต้น เราสามารถขอรายงานผลทดสอบตามมาตรฐาน ASHRAE 52.1-1992, 52.2-2007, EN779-2012, EN1822-2009, Leak Test/ Efficiency Test

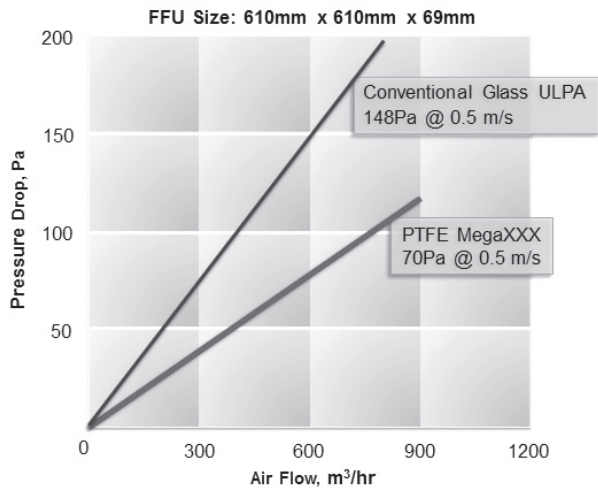
ตาม IEST RP โดย Third Party Lab ยืนยันครับ ถ้าเป็น Third Party Lab เราจะได้ความน่าเชื่อถือ เนื่องจากเราคงไม่เชื่อหรือทศนเอง ทดสอบเอง และขายเอง นอกเสียจากว่าผู้ผลิตนั้น ไม่ใช่ No Name ก็อาจเชื่อถือได้ครับ ว่าถ้าผู้ผลิต ผลิต



รูปที่ 9 LCCA Curve

10. Life Cycle Cost Analysis (LCCA) หรือ

การวิเคราะห์ในเรื่องของต้นทุนของแผ่นกรองและต้นทุนขณะใช้งาน รวมถึงค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้น เช่น ค่าไฟหรือค่าของพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ ชั่วโมง; KHz) ค่าแรงค่ากำจัดทิ้ง ฯลฯ ซึ่งจะมองถึงต้นทุนรวมทั้งหมดที่ต่ำที่สุดอายุการใช้งานของแผ่นกรองอากาศ และเวลาที่เรากำลังเปลี่ยนแผ่นกรองอากาศที่เหมาะสม และคุ้มค่าที่สุดตามรูปที่ 9 เมื่อมูลค่าของแผ่นกรองอากาศลดลง (depreciation cost) ค่าไฟเพิ่มขึ้น เนื่องจากความดันตกคร่อมสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อใช้งาน จะได้จุดตัด แต่อาจจะไม่ใช่จุดที่มีต้นทุนรวมต่ำที่สุด จะเห็นได้ว่าจุดที่จะเปลี่ยน แผ่นกรองอากาศอยู่ที่จุด optimum final pressure ซึ่งเป็นจุดที่ total cost ต่ำที่สุดแผ่นกรองอากาศ หลายประเภทดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ค่าความดันตกคร่อมไม่เท่ากันรูปแบบที่ต่างกัน ดังนั้นเราต้องคำนึงถึงการเลือกแผ่นกรองอากาศในแต่ละชั้นโดยปกติแล้ว เราต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า หรือ ค่าไฟใน



รูปที่ 10 ค่า ΔP ของ Glass Fiber และ PTFE

ระบบปรับอากาศ มากกว่า 40% ของค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด และ ประมาณ 60-80 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบปรับอากาศมาจากการใช้แผ่นกรองอากาศ (ข้อมูลจาก EPA data@ WWW.epa.gov)

ดังนั้น ในการเลือกแผ่นกรองอากาศควรเลือกให้เหมาะสม ประสิทธิภาพสูงและค่าความดันตกคร่อมต่ำ ซึ่งปัจจุบันมีเนื้อกรองอากาศประสิทธิภาพสูง HEPA และ ULPA ประเภทหนึ่งทำจากวัสดุโพลีเอทิลีน Poly Tetra Flour Ethylene (PTFE) หรือ เทฟลอน เป็นเส้นใยขนาดเล็ก เหนียว ทนต่อการกัดกร่อนต่อไอน้ำ ไอต่าง ไม่ขาดง่าย และมีประสิทธิภาพสูง มากกว่าหรือเท่ากับเส้นใยแก้วแบบละเอียด (Microfine glass fiber) ณ ความเร็วลม หรือ ปริมาณลมเท่ากันมีค่าความดันตกคร่อมเริ่มต้นต่ำกว่า 30-50 % ซึ่งทำให้เราได้อากาศที่ดี และประหยัดพลังงาน

เราสามารถวิเคราะห์ Life-Cycle Cost ได้จากสมการข้างล่าง

$$LCC = \text{Investment} + C_{\text{energy}} + C_{\text{maint.}} + C_{\text{cleaning}} + C_{\text{disposal}}$$

เมื่อ Investment - capital cost of filters, frames, installation ต้นทุนของแผ่นกรองรวมค่าติดตั้ง

- Cenergy — present total cost of power ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด
- Cmaintenance — present total cost of maintenance including filter replacement, etc. ต้นทุนค่าบำรุงรักษาทั้งหมด รวมค่าแรง
- Ccleaning — present cost of duct cleaning ต้นทุนการทำความสะอาดท่อลม
- Cdisposal — present total cost for removal and disposal of the used filters ต้นทุนค่าถอดแผ่นกรองและค่ากำจัดทิ้ง

สมการการคำนวณค่าพลังงาน

(Energy equation for life-cycle cost)

Cenergy — the current cost of energy

คือ ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้า

$$\text{Energy (E)} = [(Q * \Delta P * T) / (FE * Co)] * Pc$$

เมื่อ Q — Air flow, m³/s (cfm) ปริมาณลม

ΔP — Average filter pressure loss,

Pa (In) ค่าความดันตกคร่อมเฉลี่ย

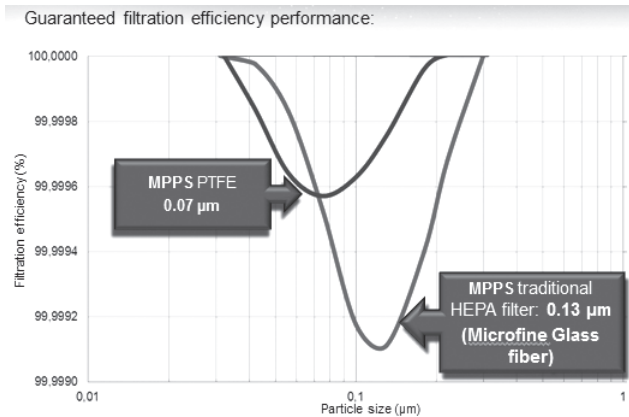
T — Operation time, hr. เวลาที่ใช้งาน

FE — Fan efficiency, % ประสิทธิภาพของพัดลม

Co — Constant, 1000 in SI units, 8515 in IP units ค่าคงที่

Pc — Cost of Power, \$/kWhr ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยหรือยูนิต

การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าตามวิธี LCC Cost นั้น เหมาะสำหรับโรงงานที่มีแผ่นกรองประสิทธิภาพสูงจำนวนมาก มากกว่า 500 ตัวขึ้นไป ยิ่งถ้ามีการใช้ FFU หรือ Fan Filter Unit จำนวนมาก ที่มีระบบควบคุมแบบ Elisa หรือ Lon work (Network control AC/EC-DC Motor individual programming) ในการควบคุมมอเตอร์ที่ FFU แต่ละตัว จะสามารถนำหลักการ LCC มาประยุกต์ใช้ได้ อย่างเหมาะสมก็จะสามารถประหยัดพลังงานได้อย่างมาก



รูปที่ 11 ประสิทธิภาพ MPPS ของ PTFE และ Glass Fiber และ MPPS ที่แต่ละความเร็วลมที่เปลี่ยนไป

วิธีในการบ่งบอกว่าเราจะเปลี่ยนแผ่นกรองอากาศเมื่อไร โดยทั่วไปมีอีก 3 วิธีนอกเหนือจากการใช้ LCCA ดังนี้

- กำหนดค่าความดันสุดท้ายที่ต้องเปลี่ยนโดยวิศวกรหรือช่าง
- กำหนดจากค่าความดันตกคร่อมสุดท้ายที่ผู้ผลิตแผ่นกรองอากาศแนะนำ
- กำหนดจากประสบการณ์ของผู้ใช้

11. Most Penetration Particle size หรือ

MPPS เป็นการทดสอบแผ่นกรองอากาศตามมาตรฐาน EN1822-2009 ทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูงตามขนาดของอนุภาคต่างๆที่เราสนใจ (Efficiency by Particle size) จากรูปด้านล่างจะเห็นได้ว่าเนื้อกรองแต่ละประเภทเช่นแบบ micro glass fiber มีประสิทธิภาพที่อนุภาคนขนาดต่างกันไม่เท่ากันถ้าเราดูที่อนุภาคนขนาดน้อยกว่า 0.1 ไมครอน เนื้อกรองแบบ PTFE จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าและที่ความเร็วลมประสิทธิภาพแบบ MPPS ก็จะเปลี่ยนแปลงไม่เท่ากันที่ความเร็วลมต่างๆเช่น 2 cm/s จะมีประสิทธิภาพ MPPS ที่ขนาดอนุภาคต่างๆค่อนข้างสูงและค่อนข้างคงที่ แต่ถ้าเพิ่มความเร็วลมประสิทธิภาพที่ขนาดอนุภาคต่างๆกันก็จะลดลงดังรูปที่ 11

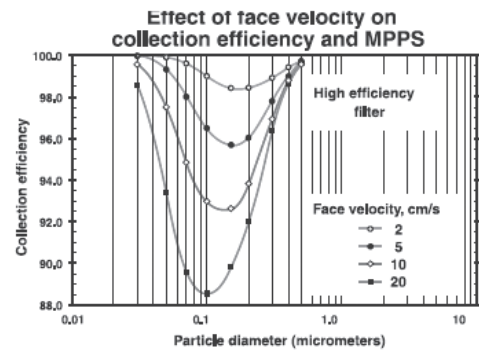
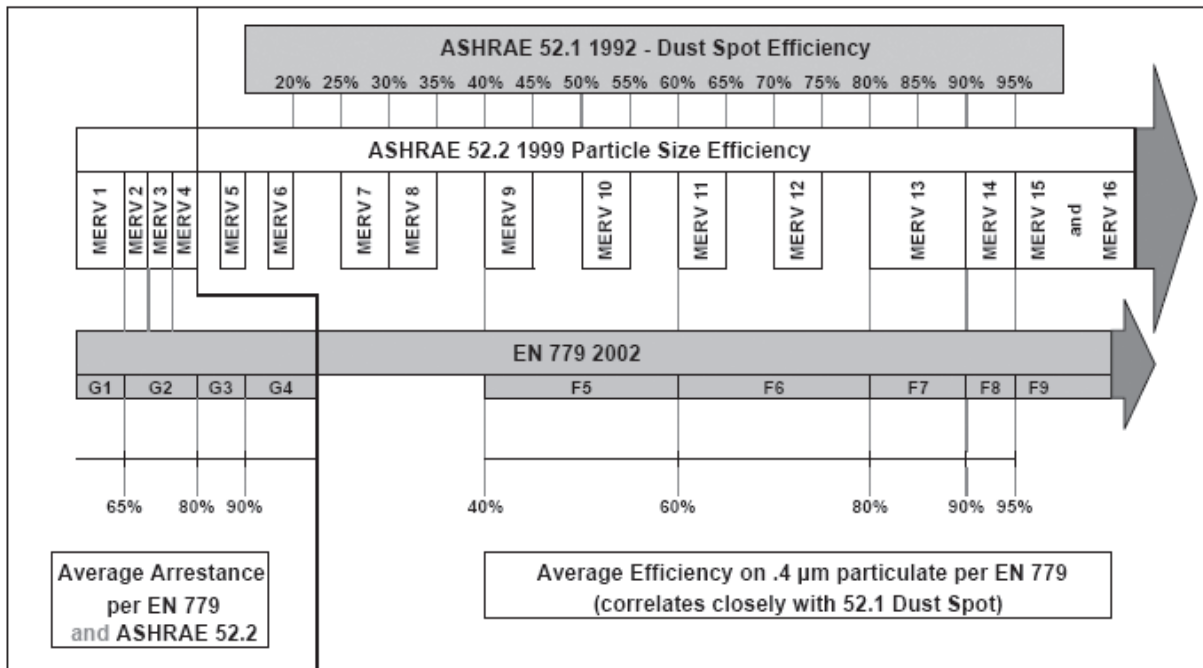


Figure 9. Effect of face velocity on the collection efficiency and the most penetrating particle size (MPPS).

12. มาตรฐานการทดสอบ Performance มีอยู่

หลายค่ายจากอเมริกาและยุโรป เช่น ASHRAE 52.1-1992, ASHRAE 52.2-2007, IEST RP CC XXX, DIN24184, EN779-2012, EN1822-2009 ซึ่งก็จะทดสอบหาประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ, ค่าความดันตกคร่อมความสามารถในการกักเก็บฝุ่น ฯลฯ ซึ่งเรามักจะขอผลการทดสอบจากผู้ขายหรือผู้ผลิตได้ ดังจะเห็นได้จากแผนภูมิดังรูปที่ 12 เปรียบเทียบด้านล่างระหว่าง ASHRAE และ EN Standard

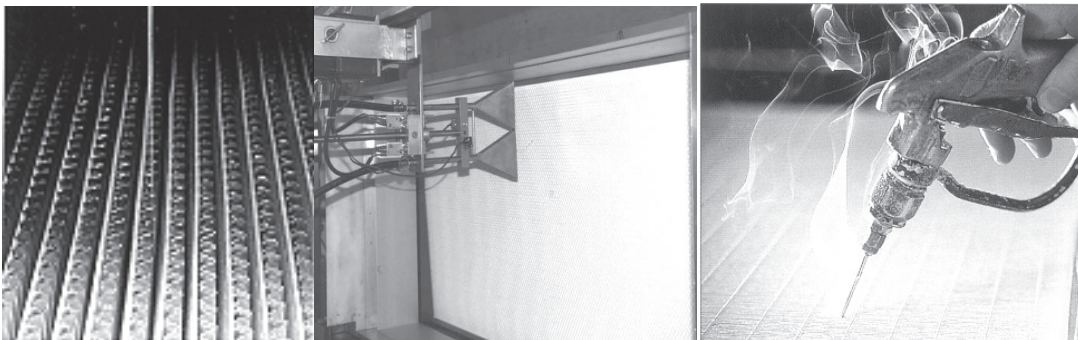
สำหรับการทดสอบ HEPA/ULPA filters จะมีทั้งการทดสอบ overall efficiency, leak scan test, การกระจายความเร็วลม (Air velocity distribution), ความดันตกคร่อมและ outgassing test ตามที่ได้กล่าวไปแล้วปัจจุบัน สารแอโรซอล (Aerosol) ที่ใช้ทดสอบจะเป็นพวก Poly Styrene Latex (PSL), Poly functional Alcohol, Potassium Chloride (KCL) ซึ่งจะต้องผ่านการรับรองว่า จะไม่มีสารพิษ สารตกค้างในตัวของแผ่นกรองอากาศเกณฑ์การทดสอบก็จะถูกระบุในมาตรฐานต่างๆว่าจะ reject ที่มีการรั่วกี่% ก็ตารางนี้ว่า ซ่อมได้ในพื้นที่เนื้อกรองไม่เกินกี่ตารางนิ้วดังรูปที่ 13 เป็นต้น ยังมีอีกเรื่องหนึ่งที่ผมอยากจะเผยแพร่คือ การเปรียบเทียบของมาตรฐานการทดสอบ HEPA และ ULPA filter ของค่าย US (MIL Std-IEST) และ EU (EN1822)



2820 South English Station Road
Louisville, KY 40299
270 887 9431

Courtesy of:
Bob Burkhead
Blue Heaven Technologies
270 887 9431
bobburkhead@blueheavenky.com

รูปที่ 12 แผนภูมิแสดงประสิทธิภาพของ ASHRAE และ EN standard



รูปที่ 13 Leak Test ตาม DIN 24184, Scan Test ตาม IEST และการซ่อมแซมรอยรั่วที่เนื้อกรอง ULPA

จริงๆ แล้วผู้เขียนอยากจะได้ในบทความนี้แต่มีอีกประมาณ 6-7 หน้า ขอไปลงในฉบับหน้าอาจเป็น Newsletter ของ ACAT หรือ ASHRAE ครับ

13. มาตรฐาน UL และ FM Approval การทดสอบแผ่นกรองอากาศตามมาตรฐาน UL และ FM Approval นั้นเน้นในเรื่องความปลอดภัยของผู้ใช้ ปัจจุบันมีการประกาศจาก UL ในเดือนพฤษภาคม 2555 ที่ผ่านมามี UL standard 900 ไม่ได้แบ่ง Class อีกแล้ว เป็นแค่ UL Classified ไม่มี Class I หรือ Class II เนื่องจากคณะกรรมการ UL ตัดสินใจว่าเราไม่สามารถบอกได้ชัดเจนหรือหาความแตกต่าง หรือหาหลักฐานมายืนยันในเรื่องระดับความปลอดภัยต่อผู้ใช้ เมื่อใช้งานจริงมีฝุ่นต่างๆ มาจับที่เนื้อกรองอากาศ ว่า Class I จะปลอดภัยกว่า Class II UL จะทดสอบแผ่นกรองทั้งแบบใช้แล้วทิ้งและแบบล้างน้ำได้ (Both Disposable and Washable Type) UL 900 จะทดสอบแผ่นกรองที่สะอาด แผ่นกรองใหม่ โดยจะใช้เปลวไฟในการเผาชิ้นส่วนของแผ่นกรองอากาศ เนื้อกรอง ซีล สารยึดเหนี่ยว กรอบของแผ่นกรอง (Media, Sealant, Adhesive, Cell side/frame) เพื่อดูว่าแผ่นกรองนั้นจะต้องทำจากวัสดุที่ไม่ลามไฟ มีปริมาณควันที่น้อย ตามมาตรฐาน น้อยกว่า 9 ตารางนิ้ว (Smoke Density Curve) ซึ่งตามที่เรารายมาคนส่วนใหญ่มักจะตายเพราะควันเนื่องจากหายใจไม่ออก มากกว่าตายเพราะไฟและสารยึดเหนี่ยว (Adhesive) จะต้องไม่จุดวาบไฟ (Flash Point) ไม่น้อยกว่า 325 องศาฟาเรนไฮต์ (163 องศาเซลเซียส) ตาม Cleveland Open-Cup Method ASTM D92-5a และการเกิดสารพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ นั้นอยู่นอกขอบข่ายของการทดสอบตาม UL900 แผ่นกรองอากาศที่ผ่าน UL900 จะต้องติด Label และมี List อยู่ใน Approval Lists ของ UL โดยเราตรวจสอบได้ผ่าน website www.ul.com, ยังมีการทดสอบอีกประเภทหนึ่งคือ UL 586 สำหรับการทดสอบ HEPA Filters ซึ่งในที่นี้จะไม่กล่าวถึง (UL586: Standard for High-Efficiency, Particulate, Air Filter Units, defines procedures for confirming the performance of HEPA filters. ซึ่งจะ

กำหนด minimum construction components, airflow and resistance parameters, testing equipment and a minimum criterion flame test) สำหรับ FM Approve (Factory Mutual Approval) นั้นจะค่อนข้างเข้มงวดและรัดกุมกว่า UL โดยครอบคลุมถึงความปลอดภัยของการใช้งานแผ่นกรองอากาศในสภาวะการทำงานจริง ซึ่งมาตรฐาน FM นั้น สถาบัน FM จะต้องมาตรวจสอบถึงโรงงานกระบวนการผลิต วัสดุ ผู้ผลิตแผ่นกรองอากาศ เพื่อลดความเสี่ยงในการใช้งานและหากผู้ใช้ใช้สินค้าที่ได้ตรา FM จะสามารถนำไปลดค่าเบี้ยประกันภัยของโรงงานได้ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักจะทำ Certified Mark เฉพาะแผ่นกรองที่มูลค่าสูงๆ เช่น HEPA และ ULPA สำหรับอุณหภูมิและความชื้นในอากาศก็จะมีผลต่อแผ่นกรองอากาศทั้งแบบกรองฝุ่นและกรองแก๊ส สรุปสั้นๆ ได้ว่า ถ้าเป็นเรื่องของอุณหภูมิใช้งานโดยทั่วไป แผ่นกรองอากาศจะทนต่ออุณหภูมิได้ไม่สูงมากนัก 60-80 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเราต้องการใช้งานในบางงาน เช่น ห้องอบสี เราอาจต้องเลือกแผ่นกรองที่ออกแบบมาใช้งานที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเนื้อกรองซีล สารยึดเหนี่ยวจะถูกเลือกมาเป็นพิเศษ ปัจจุบันสามารถทำแผ่นกรองอากาศชนิด HEPA ที่อุณหภูมิได้สูงสุด ถึง 500 องศาเซลเซียส ถ้าเป็นแบบกรองเคมี Chemisorption จะมีประสิทธิภาพต่ำ เมื่อมีอุณหภูมิสูงแต่ไม่เกินอุณหภูมิใช้งานโดยทั่วไปไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเป็น Adsorption จะตรงกันข้าม ถ้าเป็นเรื่องความชื้น หากต้องติดตั้งแผ่นกรองอากาศที่ใกล้ทะเล ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ใกล้ๆ 100% RH เราอาจจะต้องเลือกแผ่นกรองที่สามารถกรองไอน้ำได้ ที่เป็น Hygroscopic คือเกลือจะเป็นหยดน้ำเมื่อสัมผัสกับอากาศ และแผ่นกรองต้องมีคุณสมบัติทนต่อความชื้นสูงๆ ได้ดี (Water resistance media) อาจเป็นแบบโพลีเอสเตอร์ fully synthetic หรือใยแก้วที่ทนความชื้นสูงๆ ได้ดีถ้าเป็นแบบกรองเคมี ถ้าเป็น Chemisorption จะมีประสิทธิภาพสูง เมื่อมีความชื้นสูง แต่ถ้าเป็น Adsorption จะตรงกันข้าม และยังมีแผ่นกรองประเภทเคลือบสารยับยั้ง

และป้องกันเชื้อรา แบบที่เรีย (Anti-Microbial treat) ซึ่งบ้านเรา ผมก็มีโอกาสในการสนับสนุน ศูนย์นาโนเทคโนโลยีได้ทำการวิจัยและพัฒนาสารเคลือบบนแผ่นกรองอากาศ เพื่อยับยั้งเชื้อโรค ซึ่งสารนั้นต้องมีความปลอดภัยต่อมนุษย์ หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมติดต่อทางผมได้ครับ

มีอีก 1 บทความที่ผมอยากจะเผยแพร่ คือ การ Upgrade หรือ Retrofit ระบบกรองอากาศในระบบปรับอากาศในโรงงานยา โรงงานผลิตอาหาร โรงไฟฟ้า ผมอยากจะเขียนและขอฝากไว้คราวหน้า อาจหลังจากบทความการเปรียบเทียบมาตรฐานของการทดสอบแผ่นกรองอากาศแบบ HEPA และ ULPA จาก US (MILSTD — IEST RP CC) และ EU ULPA จาก US (EN 1822)

IEST RP CC-001.3 defines a HEPA filter:

“A throwaway, extended medium, dry- type filter in a rigid frame, having a minimum particle-collection efficiency of 99.97% for 0.3-µm particles of thermally generated DOP or specified alternative aerosol.”

ในบทความนี้ เราไม่ได้พูดถึง ปัญหาที่พบในการใช้งานแผ่นกรองอากาศซึ่งมักจะพบอยู่บ่อยๆ เช่น

- ขนาดผิดไม่เข้ากับกรอบหรือเฟรม
- เลือกไม่เหมาะสม pressure สูงไป high velocity
- Efficiency ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน

- รั่วโดยเฉพาะ HEPA/ULPA
- อายุการใช้งานสั้นกว่าที่ออกแบบ
- ความชื้นสูง การกรองไม่ดี ต้นเร็ว
- การขนย้ายและเคลื่อนย้าย ทำให้แผ่นกรองอากาศ โดยเฉพาะ HEPA/ULPA เสียหาย
- การเก็บรักษาไม่ดี

ทั้งนี้ยังมีอีกหลายๆปัญหามากมายผู้เขียนพยายามจะเขียนให้ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับกรองอากาศ จากความรู้และประสบการณ์ที่ผ่านมาให้ได้มากที่สุด หวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความนี้ คงเป็นประโยชน์ต่อท่านสมาชิกสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศและผู้สนใจโดยทั่วไปหากมีคำถามหรือมีปัญหาสงสัยประการใด หรือ มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมผู้เขียนยินดีที่จะรับฟังและตอบกลับ ผ่านทางอีเมล tavatchai_s@chaimitr.com หรือ filtermans@hotmail.com หรือโทรสอบถามเพิ่มเติมได้ 089-202-5525 ท้ายสุดผมขอฝากเกร็ดเล็กๆน้อยๆ ในการ 7 ปัจจัยหลักในการพิจารณาเลือกแผ่นกรองเพื่อใช้งาน

1. ประสิทธิภาพ (Efficiency)
2. ชนิดของแผ่นกรอง (Type, material, etc.)
3. ค่าความดันตกคร่อม (Energy Consumption)
4. คุณภาพและความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์
5. อายุการใช้งาน
6. การลงทุนเริ่มต้น และต้นทุนการเปลี่ยนแต่ละครั้ง
7. การบำรุงรักษา

พบกันใหม่คราวหน้าครับ

เอกสารอ้างอิง

1. American Air Filters AAF, www.aafintl.com
2. Purafil Inc., www.purafil.com
3. EPA US Environmental Protection Agency <http://www.epa.gov/iaq/pubs/ozonegen.html>
4. NAFA National Air Filtration Association.
5. ASHRAE 52.1&52.2 Standard, www.ashrae.org
6. EN779 & EN1822 Standard
7. IEST (2005).HEPA and ULPA Filters. (IEST-RP-CC001.4:2005). Illinois.
Institute of Environment Science and Technology
8. คู่มือการออกแบบห้องสะอาด พิมพ์ครั้งที่ 2/2555 ศาสตราจารย์กิตติคุณ วรสิทธิ์ อึ้งภากรณ์
9. กรมควบคุมมลพิษ http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_airsnd01.html
10. Guidance NIOSH_CDCCParticulate Filter Selection, Installation, Use, and Upgrades