มารู้จักแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filters)

ณรงค์ เย็นฉ่ำ
Technical /Sales Manager
บริษัท 3วี เอ็นจิเนียริ่ง โซลูชั่น จำกัด

ธวัชชัย เสถียรรัตนกุล
CAFS/ National Air Filtration Association
บริษัท 3วี เอ็นจิเนียริ่ง โซลูชั่น จำกัด

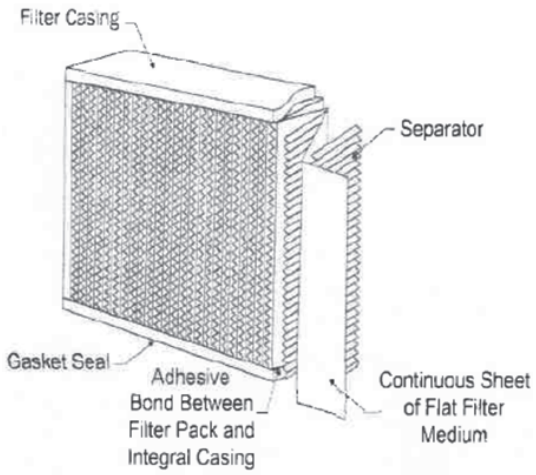
บทนำ

ในบทความนี้เราจะมาแนะนำ มาทำความรู้จักแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง หรือ HEPA Filters และการทดสอบแผ่นกรองอากาศ แบบ HEPA Filter ทั้งในห้อง Lab และ On site Testing สถาบันวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี (IEST Institute of Environment Sciences and Technology) ได้ให้คำจำกัดความของ HEPA Filter ดังนี้ สถาบันเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมของอเมริกาได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า เป็นแผ่นกรองแบบใช้แล้วทิ้งชนิดแห้ง ประกอบอยู่ในเฟรมที่โครงสร้างแข็งแรง มีส่วนของแผ่นกรองที่มีประสิทธิภาพในการกรองต่ำสุดที่ 99.97% สำหรับ ขนาดอนุภาค 0.3 ไมครอน ที่ปล่อยออกจากเครื่องกำเนิดอนุภาคจากสาร DOP หรือ Aerosol ชนิดอื่นๆ

HEPA ย่อมาจาก **H**igh **E**fficiency **P**articulate **A**ir Filters ซึ่งแปลว่า แผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง ในปี ค.ศ. 1940 HEPA Filter ตัวแรกถูกสร้างขึ้นมาใช้ในการกรองฝุ่นที่มาจากกัมมนตภาพรังสี เป็นส่วนหนึ่งของโครงการแมนฮัตตั้น ในการพัฒนาการผลิต

ระเบิดปรมาณู HEPA filters ที่ผลิตยุคแรกๆ มีขนาดใหญ่และประสิทธิภาพไม่ค่อยสูง และมีการใช้วัสดุใยหินมาผลิตแผ่นกรอง ภายหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เทคโนโลยีในการผลิต HEPA Filter ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ภายหลังปีค.ศ. 1950 ในอุตสาหกรรมไมโครอิเล็คโทรนิกส์ ยารักษาโรค อาหาร เครื่องบิน รถยนต์ และในโรงพยาบาล สถาบันวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี (IEST Institute of Environment Sciences and Technology) ได้ให้คำจำกัดความของ HEPA Filter ดังนี้

"แผ่นกรองแบบใช้แล้วทิ้งชนิดแห้งประกอบอยู่ในเฟรมที่โครงสร้างแข็งแรง ในอัตราการไหลที่ต้องการมีประสิทธิภาพในการกรองขั้นต่ำที่ 99.97% สำหรับขนาดอนุภาค 0.3 ไมครอน โดยอนุภาค DOP หรือสารAerosol ชนิดต่างๆ ที่สร้างจากเครื่องปล่อยอนุภาคตามมาตรฐาน Military Standard (MIL 282)"



รูปที่ 1 ส่วนประกอบ HEPA Filters

ปัจจุบัน การทดสอบแบบ DOP Test ไม่ได้หมายความว่าต้องใช้ อนุภาคที่มาจาก DOP (Dioctyl Phthalate) ที่ในอดีตที่ผ่านมามีการพบว่าสาร DOP เป็นสารที่ตกค้างที่แผ่นกรอง และเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ดังนั้น จึงเลิกใช้สาร DOP ในหลายๆอุตสาหกรรม ในปัจจุบันการใช้ DOP Test จะหมายถึง DOP = Dispersed Oil Particulate คนมักจะเข้าใจผิดว่าการทดสอบ DOP จะใช้สาร DOP ซึ่งไม่ใช่ มันเป็นการทดสอบ HEPA แบบใช้สาร Aerosol ที่มีลักษณะเป็นไอ ควันจากน้ำมัน การใช้ DOP Test โดยใช้สาร PAO Aerosol (Poly Alpha Olefin) ในอุตสาหกรรมยา โรงพยาบาล ในการทดสอบแผ่นกรองอากาศชนิด HEPA

ในโรงงานผู้ผลิตแผ่นกรอง มักใช้สาร Polystyrene Latex (PSL) , Potassium Chloride (KCL) หรือ Poly Alpha Olefin (PAO) ทั้งนี้ ขึ้นกับความต้องการลูกค้า

ส่วนประกอบโดยทั่วไปของ HEPA FILTER

รายละเอียดทั่วไปของแผ่นกรองระบุไว้ในรูปที่ 1 ประกอบไปด้วย

1) Media คือวัสดุกรอง เนื้อแผ่นกรอง มีลักษณะเป็นกระดาษประกอบด้วยใยแก้วแบบละเอียด, ใยสังเคราะห์, เส้นใยจากการยืดขยายของแผ่นฟิล์ม เช่น polytetrafluoroethylene (PTFE) หรือเส้นใยชนิดอื่นๆที่สามารถพับเป็นจีบไปมาเพื่อสร้างเป็นส่วนประกอบที่อัดแน่นไปด้วยเนื้อของแผ่นกรอง การพับจีบเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อบีบให้ Mediaที่ต้องการทั้งหมดเข้าไปพอดีกับพื้นที่ที่ต้องการ หรือในกรอบเฟรมที่ต้องการ ตามขนาดที่กำหนดไว้ เนื่องจากกระดาษมีความต้านทานต่อการไหลของอากาศสูงและโดยปกติความเร็วของMediaจะอยู่ในช่วง 6 ฟุตต่อนาที (6 fpm) (0.03 เมตรต่อวินาที (m/s) การออกแบบพื้นที่เนื้อกรองให้เหมาะสม กับ ขนาด กว้าง ยาว และความหนาเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก ซึ่งมีผลเกี่ยวเนื่องโดยตรง กับ ความดันตกคร่อมแผ่นกรอง ความเร็วที่ผ่านเนื้อกรอง (Media Velocity) ความเร็วลมที่ผ่านหน้าแผ่นกรอง (Face Velocity) ประสิทธิภาพของแผ่นกรองบางครั้งในการเลือก HEPA Filters ที่เหมาะสมทั้งความเร็วลม ความดันตกคร่อม ประสิทธิภาพขนาดที่ต้องการ จะต้องถูกพิจารณา เนื่องจากปัจจุบันมีการผลิต HEPA Filters แบบต่างๆทั้งแบบกล่อง, แบบทรงกระบอก, แบบ V Shape, แบบ High Capacity, แบบ Low Pressure Drop (LP), แบบ Slim Design แบบ Micro ขนาดเล็กๆ เพื่อรองรับการใช้งานต่างๆ ตามรูปแบบของ อุปกรณ์ที่ต้องการ เช่น ในหน้ากาก (Mask), เครื่องฟอกอากาศแบบต่างๆ, ใน ฮาร์ดดิสก์ เป็นต้น

ในสมัยก่อนมีการใช้กระดาษใยหิน ผสมเซลูโลส มีประสิทธิภาพ 99.95% ในการกำจัดอนุภาค 0.3 ไมครอนด้วยวิธีการทดสอบ DOP และเริ่มประสบ

ความสำเร็จด้วยการนำกระดาษกรองแบบใยแก้วล้วนแบบหนามาใช้และมีการพัฒนาให้เป็นกระดาษใยแก้วล้วนแบบบางซึ่งมีประสิทธิภาพ DOP ที่ดีขึ้นถึง 99.97%

และมีการนำใยหินมาผสมกับกระดาษใยแก้วได้ถูกนำมาใช้ โดยการรวมใยหินเข้าไปใน Media ทำให้มีความทนทานต่อแก๊สที่เป็นกรดโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไฮโดรฟูโอลิกและถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางโรงงานนิวเคลียร์ของรัฐบาล การใช้ใยหินจึงถูกยกเลิกเนื่องจากมีความกังวลในส่วนผสมของใยหินแม้มีปริมาณเล็กน้อยที่จะปนเปื้อนไปที่ผลิตภัณฑ์

ต่อมาความต้องการเริ่มมีมากขึ้น โดยการพัฒนา เช่น การทำเนื้อกรองแบบ ULPA (Ultra Low Penetration Air) ซึ่งมีการทำให้เนื้อกรองมีประสิทธิภาพในการกรองสูงขึ้นหรือให้มีการทำให้ปริมาณอากาศไหลผ่านเนื้อกรองได้ต่ำมากขึ้น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี (Institute of Environmental Sciences and Technology; IEST) ของอเมริกาได้ให้คำจำกัดความของตัวกรองแบบ ULPA ดังนี้

"แผ่นกรอง ULPA เป็นแผ่นกรองแบบใช้แล้วทิ้งชนิดแห้งประกอบอยู่ในเฟรมที่โครงสร้างแข็งแรง มีประสิทธิภาพในการกักเก็บอนุภาคต่ำสุดที่ 99.999% (นั่นคือเปอร์เซ็นต์ที่อนุภาคทะลุผ่านได้มากสุดที่ 0.001%) เมื่อทดสอบตามวิธีการของ IEST-RP-CC007"

หมายเหตุ: Super ULPA (Super Ultra Low Penetration Air) คือชื่อของแผ่นกรองที่ได้จากผู้ผลิตที่เชื่อถือได้ มีประสิทธิภาพ 99.9999% และระบุตามแผ่นกรองType G (ตามตารางชนิดของ HEPA อ้างอิงจาก IEST-RP-CC001.4)

การผลิตเนื้อแผ่นกรองจะแตกต่างกันไปตามกรรมสิทธิ์เฉพาะของแต่ละผู้ผลิต ซึ่งมาจากความต้องการของลูกค้า อย่างไรก็ตาม เนื้อแผ่นกรองส่วนใหญ่จะทำจากใยแก้ว ภายใต้การควบคุมสภาวะผ่านตัวกลางอย่างเหมาะสมจนเส้นใยแยกตัวออกมาและแขวนลอยอยู่ในน้ำ ส่วนผสมที่บางชนิดเฉพาะที่ถูกเพิ่มเข้าไปในเนื้อแผ่นกรองโดยทั่วไปใช้ modacrylic ที่ชนิดต่างกัน ซึ่งบางชนิดอาจใช้สารยับยั้งเชื้อราได้เช่นกัน ใยแก้วที่เป็นแผ่นต่อเนื่องแล้วจะถูกดึงเข้าม้วนโดยและถูกรีดน้ำออกให้แห้งก่อนเก็บเป็นม้วนจะเคลือบกันน้ำโดยใช้วัสดุที่ทำจากซิลิโคน ซึ่งปัจจุบันในอุตสาหกรรมอิเล็คโทรนิคส์ ไม่ให้ใช้แผ่นกรองที่มีส่วนผสมของซิลิโคน จะใช้สารที่เป็น Non-Silicone based เนื่องจาก การใช้ซิลิโคนจะทำให้เกิด outgassing หรือแก๊สที่ไหลออกมา ในสภาวะความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งจะปนเปื้อนไปที่ผลิตภัณฑ์

ปัจจุบัน ยังมีวัสดุชนิดอื่นที่นำมาทำเนื้อแผ่นกรองที่เป็นเยื่อบางซึ่งได้มาจากการขยายตัวของ PTFE (Polytetrafluoroethylene) หรือ เทฟล่อน มีข้อดีคือเป็นวัสดุที่ไม่มีสารอินทรีย์ หรือแก๊สปนเปื้อน (Outgassing)ที่ไหลออกมา ลักษณะพิเศษนี้ทำให้เป็นที่ต้องการสำหรับการติดตั้งที่มีความสะอาดเป็นพิเศษไม่มีองค์ประกอบใด ๆ เช่นโบรอน ซิลิโคน ฯลฯ ซึ่งมักจะใชในกับ ULPA filters เพราะมีราคาค่อนข้างสูง

2) Separators หรือตัวคั่นระหว่างแผ่นกรองเป็นส่วนประกอบของกรองแบบ HEPA ที่คอยรองรับคั่นกลางหรือประคอง ระหว่างเนื้อกรอง Media ที่พับจีบและยังทำให้เกิดช่องให้ลมผ่านทะลุ เนื้อกรอง Media ในรูปแบบ Laminar Flow Pattern หรือการไหลแบบราบเรียบ ซึ่งเป็นการไหลที่อากาศเคลื่อนที่อย่างเป็นระเบียบเป็นชั้นๆ ไม่มีการผสมกันระหว่างชั้น ทำให้อากาศ ลมสามารถไหลผ่านเนื้อกรองได้อย่างทั่วถึงและยังเสริมความแข็งแรง หลังจากลมผ่าน Media แล้วก็จะผ่านแผ่นกรองออกไป

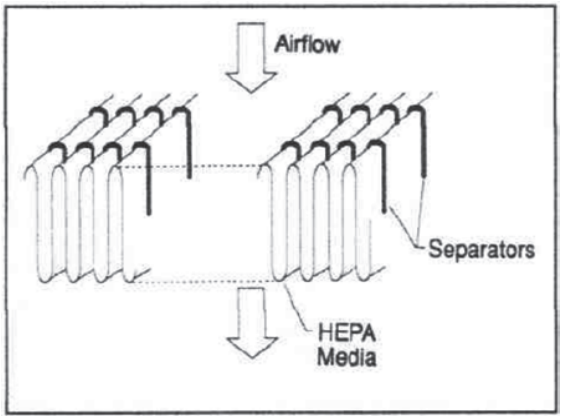
สมัยก่อน Separator หรือตัวคั่น ทำจากกระดาษลูกฟูก กระดาษคราฟท์ ซึ่งต่อมาถูกแทนที่ด้วย

อลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งเป็นวัสดุยอดนิยมสำหรับการใช้งาน ในปัจจุบันยังมีการใช้ Separator ที่ทำจากวัสดุอื่นๆ อีก ได้แก่ สแตนเลสและอลูมิเนียมเคลือบ โพลีไวนิลคลอไรด์และโพลีสไตรีน เช่นกัน ปัจจุบัน ก็ยังถูกนำมาใช้ในกรณีที่ผลิตแผ่นกรอง HEPA เพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากน้ำทะเลหรือกรดด่าง ต่างๆ หรือลด Outgassing ในการใช้งาน

Separator ตัวคั่นแบบฟอยล์สแตนเลสมีความคมมากและเมื่อใช้เป็นตัวคั่นสามารถทำลายเนื้อแผ่นกรองได้ง่าย เพื่อเป็นการป้องกันวัสดุคั่นที่เป็นโลหะจะถูกพับให้งุ้มลงเพื่อให้ได้ขอบมน ซึ่งเป็นที่นิยมและได้นำไปใช้กับลอนอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อให้มีความแข็งแรงทางกายภาพมากขึ้นและทนต่อความเสียหายที่มองไม่เห็น อันเนื่องจากขอบลอนที่สัมผัสกับเนื้อแผ่นกรองได้ดีขึ้น มีการออกแบบ HEPA Filters ใน Frame ของ V Shape แทนที่จะทำเป็นแบบกล่องโดยเอาเนื้อ media พับเป็นลอนตลอดความหนา 12 นิ้ว (305 มม.) ของกรอบเฟรมเหมือนเดิม โดยจะถูกแทนที่ด้วยเนื้อแผ่นกรองที่มีความหนาน้อยกว่า(1.08 นิ้ว) (2.75 มม.)ในรูปแบบ "V" ภายในกรอบฟิลเตอร์ ซึ่งแผ่นกรองแบบนี้จะไม่ใช้ Separators เป็นตัวคั่นระหว่างช่องว่างของแผ่นกรอง แต่จะใช้เชือก (String Separator or Thermo Ribbons) ติดกับแผ่นกรองก่อนการพับจีบเพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างแผ่นกรองแทน ซึงรักษาระยะห่าง ระหว่างจีบและทำให้ลมสามารถไหลผ่านแผ่นกรองได้ ดังรูปที่ 2 ที่เราเรียกว่า Filter Pack หรือ Mini-pleat pack

Filter Pack เป็นการรวมกันของ Media และ Separators ที่ถูกประกอบกันตามรูปแบบของกรอบหรือ เฟรมที่ผลิต

ในปัจจุบัน เครื่องพับพลีท หรือจีบสามารถการเพิ่มความหนาของเนื้อแผ่นกรองได้ สามารถทำให้ถี่ หรือห่างได้ตามความต้องการ เพื่อออกแบบให้มีความดันตกคร่อมที่ต่ำ หรือรับลมได้มากขึ้น



รูปที่ 2 แสดงถึง Filter pack ที่ใช้ String Separator

ยังมีอีกวิธีหนึ่งในการกำหนดระยะห่างของรอยจีบ คือการใช้กาวร้อนละลายบาง ๆ (Hotmelt Separator) ติดบนผิวหน้าทั้งสองด้านของแผ่นกรองเพื่อควบคุมการเคลื่อนของจีบแผ่นกรองและเพื่อให้ได้ระยะห่างของจีบตามที่ต้องการ ยังมีการผลิต HEPA แบบ Non-Separator โดยทำเนื้อแผ่นกรอง ให้มีร่องนูน (Embossed Media) ที่เนื้อแผ่นกรองเมื่อนำมาพับจีบร่องนูนนี้จะชนกับเนื้อแผ่นกรองอีกฝั่งหนึ่งทำให้เกิดช่องว่างให้ลมผ่านได้และไม่จำเป็นต้องใช้ตัวคั่นระหว่างจีบจึงทำให้แรงต้านทานต่อลมผ่านลดลงแต่มันจะมีความยืดหยุ่นมากจึงต้องทดแทนด้วยการใส่ตัวเสริมเพื่อช่วยในการรับแรงซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งาน

3. Mini-Pleat Pack เป็นส่วนประกอบของแผ่นกรอง HEPA แบบ mini-pleat ถูกนำมาใช้ในโมดูลเพดาน หรือ Fan Filter Unit (FFU) กันอย่างแพร่หลาย เพื่อจ่ายอากาศแบบไหลลง (Laminar Downflow) ของห้องสะอาด ดังรูปที่ 3 ซึ่งความเร็วลมที่ผิวหน้าแผ่นกรองไม่เกิน 100 ฟุตต่อนาที (0.508 เมตรต่อวินาที) ความดันตกคร่อมของแผ่นกรอง mini-pleat เทียบได้กับแผ่นกรอง HEPA ที่มีตัวคั่น Separator หนา 6 นิ้ว (152 มม.) พื้นที่การกรองของทั้งสองแผ่นกรองนี้จึงเทียบเท่ากัน แผ่นกรองแบบ mini-pleat โดยมากจะใช้ใน กรณีพื้นที่ด้านบนเพดานมีความสูง

จำกัด อาจเลือก HEPA Filters ที่ความหนาแค่ 1 นิ้ว แต่ปริมาณลมมักจะรับได้ไม่มาก เนื่องจากพื้นที่เนื้อกรองอาจจะน้อยทำให้ความดันตกคร่อมสูง ถ้าหากเราใช้อัตราการไหลสูง

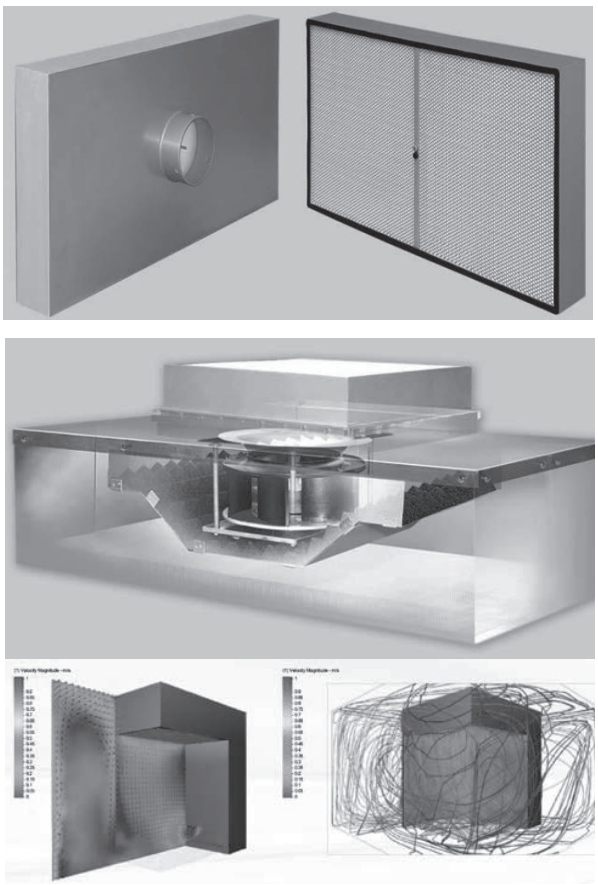
4) Sealant เป็นตัวประสานทำให้ Filter pack และกรอบหรือเฟรม (Filter frame) ยึดติดกันแน่น เพื่อไม่ให้เกิดการรอยรั่ว และยังสามารถใช้ในการซ่อมแซม Media ที่รั่วได้อีกด้วย ในยุคแรกๆ ใช้กาวหรือสารยึดเหนียวที่มียางเป็นส่วนผสม พ่นตรงรอยต่อของ เนื้อกรองและกรอบเฟรมโดยทั่วถึง หรือใช้กาวแบบโพลียูรีเทน (Poly Urethane) ฉีดหรือเทบริเวณรอยต่อให้ทั่ว 100% ซึ่งวิธีนี้ ก็ยังถูกนำมาใช้ในปัจจุบัน อาจใช้ส่วนผสมของยูรีเทนที่แตกต่างกันตามผู้ผลิต มีความหนืด การแห้งช้า แห้งเร็ว แข็งตัว ช้าหรือ เร็ว (Cure Setting) และอาจใช้ แขนกล (Robot) ในขั้นตอนนี้ เพื่อให้ได้น้ำหนัก ปริมาณ Sealants เท่าๆกันและควบคุมเวลาในขั้นตอนนี้ ในบางผู้ผลิตการใช้คนในการเทหรือฉีดพ่นอาจมีข้อผิดพลาดเนื่องจากอาจฉีดหรือพ่น จำนวนไม่เท่ากัน ช้า เร็ว สิ่งนี้ มีผลต่อการใช้งาน HEPA Filters อาจมีรอยรั่วหาก ใช้ Sealant น้อยเกินไป ทั้งนี้ ชนิดของ Sealants ขึ้นอยู่กับว่า เราต้องการใช้กรอบเฟรม ที่เป็นวัสดุอะไร เช่น โลหะ พลาสติกABS, กรอบ Aluminium, กรอบ Stainless Steel เป็นต้น ซึ่ง Sealant แต่ละชนิดให้แรงยึดเหนียวระหว่างเนื้อกรองและวัสดุกรอบเฟรมมาก น้อย แตกต่างกัน ยิ่งถ้าเป็นกรองอากาศแบบ high temperature ที่ทนอุณหภูมิสูงๆ ต้องใช้ sealants ชนิดพิเศษ เช่น Black Cement หรือ Red Silicone Bond กับใยแก้วอัดด้านข้าง เป็นต้น

5) Filter frame (cell side) เป็นกรอบเฟรมที่แข็งแรงสำหรับติดตั้ง Filter pack ไว้ภายใน ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 มีการใช้ไม้อัด สำหรับกรอบเฟรม HEPA filter เนื่องจากมีราคาไม่แพงมากและหาง่าย มีการนำ แผ่น particle board มาทดแทนไม้อัดทำให้ต้นทุนถูกลง และจากนั้นมีการพิจารณาในเรื่องการไม่ติดไฟ ไม่ลามไฟ ดังนั้น จึงมีการผลิตสารเคลือบแผ่น particle board หรือไม้อัดให้มีคุณสมบัติไม่ติดไฟ ไม่ลามไฟ กรณีใช้งานที่อุณหภูมิสูงๆ หรือกรณีใช้งานที่ความชื้นสูงๆ จะใช้แผ่น Cadmium ผสมโลหะ พอต่อมาไม่นาน เนื่องจาก Cadmium ผสมโลหะมีราคาสูงและหาได้ยาก จึงมีการใช้แผ่นเหล็กชุบสังกะสี อะลูมิเนียมและแผ่นเหล็กสเตนเลส ในงานที่ทนอุณหภูมิและความชื้นสูงและทนต่อสารเคมี

6) Filter Gasket Seal ป้องกันการไหลผ่านของอากาศที่ไม่ได้ผ่านการกรองบริเวณโดยรอบของแผ่นกรองซึ่งจะติดอยู่กับ holding frame โดยส่วนใหญ่มักใช้เป็นแบบแห้ง Dry Gasket แบบ closed-cell neoprene ติดที่ผิวหน้าสัมผัสของกรอบเฟรมตัวกรอง โดยทั่วไปต้องมีความยืดหยุ่น ความแข็งพอดี ทนแรงกด ไม่หดตัว ตรงรอยต่อระหว่าง Gasket จะต้องชนกันอย่างสนิท ไม่ให้รั่ว อาจออกแบบเป็นแบบจิ๊กซอล Dose Tail และแบบไร้รอยต่อ โดยใช้เป็นลักษณะ Half Round Gasket โดยใช้เครื่องฉีด แต่การใช้แบบ half round นี้ ผู้ใช้จะต้องระมัดระวังในตอนตรวจสอบ บำรุงรักษา เนื่องจาก gasket แบบนี้จะแข็งมักจะไม่คืนตัว และขาดง่ายอาจต้องเสริมด้วย gasket แบบแบน ในบางงานเช่นห้องสะอาด Class สูงๆ เช่น Class 100 (ISO 5) , Class 10 (ISO4), Class 1 (ISO3) จะต้องมีการใช้ gasket ชนิด Low outgassing เช่น White EPDM, PU, Plastazote เป็นต้น

อีกแบบหนึ่งเป็นแบบของเหลวหรือเจลเป็นกรอบเฟรมแบบมีร่องบริเวณขอบ เรามักใช้ non-Newtonian เจล (ซึ่งเป็นเจลที่มีความหนืดไม่คงที่ขึ้นกับอัตราเฉือนหรือความเร็วในการกวน) หยอดตรงร่อง และเอาเฟรมแบบ Knife-edge ใบมีดทิ่มผ่านเนื้อเจล ซึ่งเป็นการป้องกันการรั่วที่ดียิ่งขึ้น มักจะ

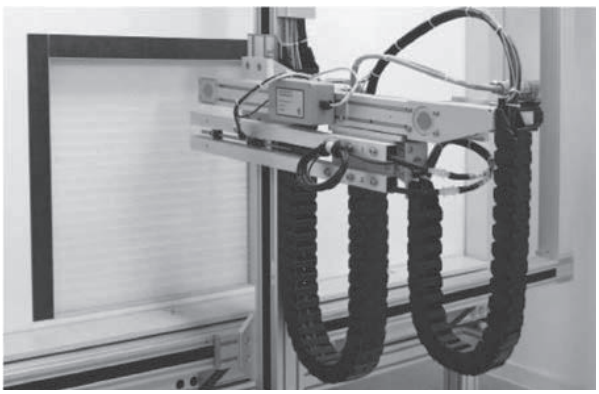
ติดตั้งบนเพดานแบบ Downflow แต่ต้องระวังเรื่องความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ของขนาดแผ่นกรองที่ติดตั้งเพราะแบบนี้ หากผิดพลาด หรือคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย ขนาดผิดพลาดเมื่อเทียบกับ ขนาด Ceiling Grid อาจมีผลทำให้แผ่นกรองทั้งหมดไม่สามารถติดตั้งได้



รูปที่ 3 แสดงถึงการใช้เนื้อกรอง Filter Pack แบบ HEPA Mini pleat กับ โมดูลเพดาน (Ceiling Module/ Hood) และ Fan Filter Units (FFU)และรูปการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน (Larminar and Turbulent Flow)

การทดสอบแผ่นกรองแบบ HEPA filters

ในการทดสอบแผ่นกรองอากาศแบบ HEPA Filters ทั้งแบบ IEST Recommend Practice ในค่ายอเมริกันหรือมาตราฐานEN1822-2019 ในค่ายฝั่งยุโรป หรือมาตรฐาน ISO 29463 ปี 2011 ที่แบ่ง class ของประสิทธิภาพเป็น 13 class ตั้งแต่ ISO 15E ถึง ISO 75U ในบางอุตสาหกรรม จะใช้คู่กับมาตรฐานEN1822 การทดสอบไม่ได้วัดประสิทธิภาพ แต่วัดเปอร์เซ็นต์หรือสัดส่วนการทะลุของสารอนุภาคAerosol ที่เราทดสอบโดยการปล่อย สาร Aerosol จากเครื่องปล่อยอนุภาค Aerosol Generator ณ ความเร็วลมที่เราออกแบบ ตัวอย่างเช่น HEPA Filter ที่มี ประสิทธิภาพ 99.99% จะสามารถกรองฝุ่นขนาดที่ 0.3 ไมครอน ได้ 99.99% หรือ อีกนัยหนึ่ง ถ้าเราปล่อยอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน 100 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่ความเร็วลม 2.0 เมตรต่อวินาที อนุภาคขนาด 0.3 ไมครอนสามารถทะลุได้ไม่เกิน 0.03 ไมโครกรัมต่อลิตร (ต้องน้อยกว่า 0.01% penetration) โดยในการทดสอบเราจะใช้ เครื่องนับจำนวนอนุภาค (Particle Counter/Photometer) วัดหรือสแกนผ่าน probe ที่ต้นทาง (Upstream) ผ่าน HEPA Filters และวัดหรือสแกนผ่าน probe ที่ปลายทาง (Downstream) อีกครั้ง ดูรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงถึง การทดสอบประสิทธิภาพหรือเปอร์เซ็นต์การทะลุจากอนุภาคขนาดต่างๆ ในห้องทดสอบตามมาตรฐาน EN1822-2019 ที่เราจะได้เปอร์เซ็นต์ การทะลุทะลวง ของขนาดอนุภาคส่วนใหญ่ที่หลุดออกมา Most Penetration Particle Size หรือที่เราเรียกว่า MPPS การทดสอบตามมาตรฐาน EN1822-2019

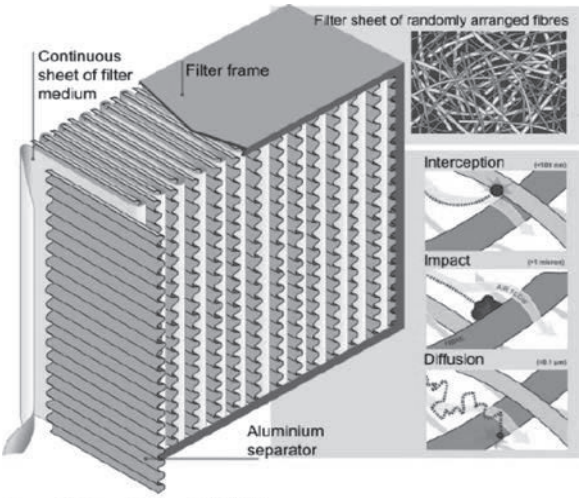
แบบนี้ ผู้ผลิตจะใช้เครื่องทดสอบที่มี probe วัดอนุภาค เคลื่อนที่ สแกนไปที่ผิวหน้า ทุกๆ ตารางเซ็น (cm2) ของ HEPA ที่ทดสอบ โดยมีระยะห่างประมาณ 1 นิ้ว เพื่อจะได้ local efficiency เอาไปเทียบกับค่าในตารางของ EN1822 (ดูในในรูปที่ 7) ถ้ามีค่าที่ประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า หรือไม่ผ่านเกณฑ์เช่น รั่วไม่เกิน 12.9 cm2 ระบุ หรือค่าความคลาดเคลื่อนความเร็วลมเกินกว่า 20% (+/-) หรือความดันตกคร่อมมีค่าความคลาดเคลื่อนเกินกว่า 10% (+/-) HEPA filters ชิ้นนั้น serial number นั้นก็จะถูกเอาออกไม่สามารถส่งมอบได้ ซึ่งจะมีคำอธิบายในตอนถัดไป

MPPS เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ HEPA ตามมาตรฐาน EN1822-2009 เป็นทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ ตามขนาดของอนุภาคต่างๆที่เราสนใจ (Efficiency by Particle size) เปอร์เซ็นต์ของขนาดอนุภาคต่างๆ ที่ทะลุหรือหลุดออกมาก็จะเทียบเป็นเปอร์เซนต์ของประสิทธิภาพ

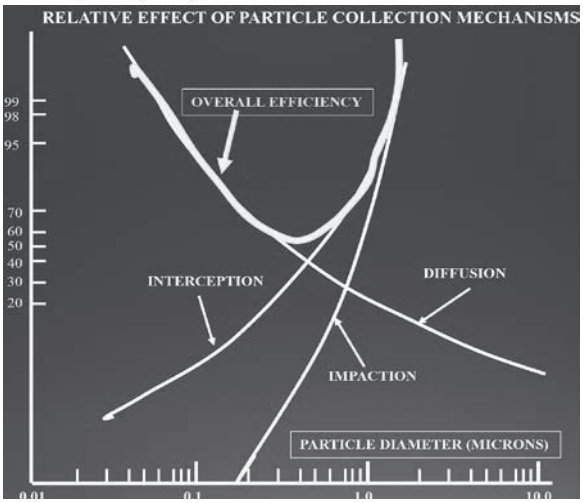
หลักการกรองอากาศแบบทางกล หรือ Mechanical Filtration Theory สำหรับ HEPA Filters เนื่องจากอนุภาคมีขนาดเล็ก มีการเคลื่อนที่แบบไร้ทิศทาง ยึดติดกับเส้นใย ไฟเบอร์ ด้วยแรงยึดเหนียวระหว่างโมเลกุล ส่วนใหญ่จะใช้หลัก Impaction/Inertia Effect, Interception และ Diffusion ดังรูปที่ 5 ด้านบน แสดงถึงหลักการกรองอนุภาคของ HEPA Filters และรูปจำลองการจับอนุภาค

รูปที่ 5 ด้านล่างแสดงถึงการรวมกราฟแบบ Interception และ Diffusion เพื่อมาเป็นกราฟแสดงประสิทธิภาพหรือ% Penetration ดังในรูปที่ 6

หาอ่านเพิ่มเติมได้จากบทความวิชาการเรื่องน่ารู้เกี่ยวกับกรองอากาศ

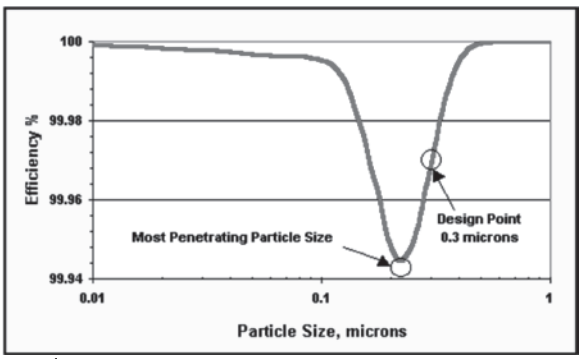


Source : http://en.wikipedia.org/wiki/HEPA



รูปที่ 5 บน แสดงถึงหลักการกรองอนุภาคของ HEPA Filters รูปจำลองการดักจับอนุภาค

รูปที่ 5 ล่าง แสดงถึงการรวมกราฟแบบ Interception และ Diffusionเพื่อมาเป็นกราฟแสดงประสิทธิภาพ หรือ% Penetration ที่ขนาดอนุภาคต่างๆ



รูปที่ 6 แสดงถึง ประสิทธิภาพและ MPPS ของ HEPA Filter ที่ 99.97% ที่ขนาดอนุภาคต่างๆ

HEPA filter ส่วนมากจะสามารถกรองฝุ่นขนาดเล็กที่ขนาดMost Penetration Particle Size (MPPS ขนาดระหว่าง 0.1-0.3 μm) ได้อย่างมีประสิทธิภาพจนถึง 99.999% ตามมาตรฐาน EN1822:2009 ดังนั้นจากข้อมูล พบว่า ไวรัส MERS-CoV มีขนาดตั้งแต่ 0.08-0.16 micron. ดังนั้นโคโรน่าไวรัส จึงสามารถถูกกรองได้ด้วย HEPA filters มักจะมีคำถามว่า ขนาดของไวรัสจะอยู่ในช่วง 0.01-0.2 micron HEPA filter กรองได้ไหม โดยทั่วไป ไวรัสขนาดเล็กๆ จะอยู่ด้วยตัวเองไม่ได้ มักเกาะกับฝุ่นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวมันเอง การทดสอบแบบ EN1822 นี้เราจะได้ค่าความเร็วลม ความดันตกคร่อม ในการทดสอบด้วย ดูรูปที่ 6 แสดงถึงประสิทธิภาพและ ของ HEPA Filter ที่ 99.97% ที่ขนาดอนุภาคต่างๆ จากรูปจะพบว่าอนุภาคส่วนใหญ่ที่หลุด ทะลุออกมา คืออนุภาคขนาด 0.2 ไมครอน ที่ 99.95% ที่ 0.3 ไมครอนมีประสิทธิภาพ 99.97% ที่ 0.3 ไมครอน และ รูปที่ 7 แสดงถึงตารางเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพต่ำสุด และเปอร์เซนต์การทะลุอย่างมากที่สุดแบบ MPPS ของ HEPA Filters Overall และ Local Value เปอร์เซ็นต์ที่ระบุในตารางเป็นค่าที่ต่ำสุด เราจะเอาค่า local efficiency ที่ได้จากการสแกนด้วย probe เทียบกับค่าในตารางมาตรฐาน

Overall Value คือ ประสิทธิภาพหรือ MPPS โดยรวม โดยเป็นผลรวมแบบค่าเฉลี่ยของ Local value

Local Value ค่าได้จากการสแกน test probe บนผิวหน้าของ HEPA filter ในทุกๆตารางเซ็นบนพื้นผิวหน้าของ HEPA filters ที่เราทดสอบในแต่ละครั้ง ดังรูปที่ 7

FILTER CLASSIFICATION	EFFICIENCY (%) @MPPS		PENETRATION (%) @MPPS	
EN 1822	Overall V alue	Local V olue	Overall Penetra tion	Local Penetra tion
E10	85	-	15	-
E11	95	-	5	-
E12	99.50	-	0.5	-
H13	99.95	99.75	0.0 5	0.25
H14	99.995	99.975	0.0 05	0.0 25
U15	99.9995	99.9975	0.0005	0.0025
U16	99.99995	99.99975	0.00005	0.00025
U17	99.999995	99.9999	0.000005	0.0001

รูปที่ 7 ตารางเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพต่ำสุด และเปอร์เซนต์การทะลุอย่างมากที่สุดแบบ MPPS ของ HEPA Filters Overall และ Local Value Efficiency

บทสรุป

การเลือก HEPA filters มาใช้งานตามการออกแบบ หรือ สภาพการใช้งานในแต่ละงานจำเป็นต้องพิจารณาค่าประสิทธิภาพ ค่าความดันตกคร่อมเริ่มต้นและสุดท้าย ค่าความเร็วลม ค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความดันที่สูงสุดที่ทนได้ ค่าความคลาดเคลื่อนของความดัน ความเร็วลม ตามที่ผู้ผลิตกำหนด ซึ่งทางผู้เขียนขอเรียกรวมๆว่า ค่าสมรรถนะ (Filters Performance) อาจมีการทดสอบแบบ In house Test โดยโรงงานผลิตแผ่นกรอง ผลิตเอง ทดสอบเอง บวกกับการรับประกันสมรรถนะ ผู้ผลิตบางรายอาจใช้ Third Party Lab ในการทดสอบสมรรถนะ แต่ต้องดูวัน เดือน ปีที่ทดสอบมาถ้าไม่เกิน 5 ปี โดยการทดสอบทั้งสองแบบถือยอมรับได้ เนื่องจากต้นทุนการผลิตแผ่นกรองปัจจุบันมีการแข่งขันกันสูง ฉะนั้น ราคาแผ่นกรองจึงถูกลงเมื่อเทียบกับเมื่อก่อน การทดสอบ Third Party มีต้นทุนการทดสอบ โดยทั่วไปจะทดสอบแผ่นกรองประสิทธิภาพสูงเนื่องจากราคาสูงกว่า เมื่อเทียบกับแผ่นกรองชั้นต้นและชั้นกลาง

การทดสอบตามมาตรฐาน EN1822 หรือตาม IEST Recommend Practice ทั้งผู้ผลิตเอง และการทดสอบ โดย Third Party ถือว่ายอมรับได้ในการใช้งาน HEPA filters ในระบบปรับอากาศ (HVAC) ทางผู้เขียน ยังได้แนบตัวอย่าง EN1822 test report ไว้ตอนท้าย ดูรูปที่ 8 ตัวอย่างรายงานผลทดสอบ HEPA filter H13 ตามมาตรฐาน EN1822

ปัจจุบัน ผู้ผลิต HEPA filter H13 ชั้นนำส่วนใหญ่มักจะเริ่มต้น ที่ ประสิทธิภาพ 99.99% on 0.3 micron (>99.95% MPPS) ไม่ค่อยเจอ HEPA ที่มีประสิทธิภาพ 99.97% ครับ ดังนั้น จึง test leak ที่ 0.01% ตามมาตรฐานการทดสอบ HEPA filters อ้างถึงมาตรฐานห้องสะอาด ISO14644 และ NEBB Procedural Standards for Certified Testing of certified testing of cleanrooms, 3rd Edition.

ท้ายที่สุด ทางผู้เขียนได้ทำการรวบรวมและได้ทำสรุปคำถาม คำตอบที่มักพบบ่อยๆ (Frequently Ask Questions;FAQ) เป็นข้อๆ ดังนี้

Q1: เราจะเลือก HEPA Filters อย่างไร?

A1:
- เลือกตามลักษณะการใช้งาน Application หรือความต้องการของผู้ใช้
- เลือกตามปริมาณลมหรือความเร็วลมที่ออกแบบใช้งาน
- ความสะอาดของห้องที่ออกแบบ

Q2: เราควรใช้กรองอากาศแบบชั้นต้นและชั้นกลาง (Pre & Medium Filters) ก่อน HEPA filters?

A2: จำเป็นต้องใช้กรองแบบชั้นต้น และชั้นกลาง เนื่องจากจะช่วยยืดอายุการใช้งานของ HEPA filters ในการกรองฝุ่นขนาดใหญ่ ทั้งนี้ประสิทธิภาพของกรองชั้นต้น และ กรองชั้นกลางที่เลือก ขึ้นกับสภาพแวดล้อม

Q3: เราควรเปลี่ยน HEPA filters เมื่อไหร่

A3:
- เปลี่ยนเมื่ออุดตัน โดยตรวจสอบจากความดันตกคร่อมเกินจากคำแนะนำของผู้ผลิต และเปลี่ยนเมื่อเกิดการรั่ว
- ตามที่วิศวกรกำหนดจากแรงดันของพัดลม โดยเปลี่ยนเมื่อการที่วิศวกรหรือช่างการกำหนดค่าความดันตกคร่อมแผ่นกรองโดยพิจารณาจากพัดลมในระบบส่งลมของตนเอง ว่ามีมากน้อยเพียงใดจากประสบการณ์การใช้งานระบบ
- ตาม Life Cycle Cost Analysis หรือวิเคราะห์จากความดันตกคร่อมที่เกิดขึ้นจริงและค่าไฟฟ้าเพื่อหาจุดคุ้มทุนหรือต้นทุนที่จ่ายไปต่ำสุด โดยการคำนวณหาค่าของพลังงานที่ใช้ตามค่าความดันตกคร่อมที่เพิ่มขึ้นของแผ่นกรองเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนกรองอากาศชุดใหม่ ซึ่งโดยทั่วไปจุดที่มีต้นทุนต่ำสุดมักจะอยู่ก่อนค่าความดันตกคร่อมสุดท้าย ประมาณ 80% เนื่องจากลักษณะการเพิ่มขึ้นของความดันตกคร่อมช่วงท้ายๆจะเพิ่มขึ้นเร็วเมื่อเทียบกับเวลา
- ตามสภาพของ HEPA filters อาจเกิดความเสียหาย เมื่อใช้ไปนานๆการสำรวจลักษณะของแผ่นกรองที่ตรวจพบว่าขาดหรือรั่ว มีฝุ่นจับมาก
- เปลี่ยนเมื่อการวัดความเร็วลมที่หัวจ่ายในห้องว่าลดลง 20-30% ทำให้ปริมาณ ACH ไม่เพียงพอ จากความดันของห้องที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

Q4: ข้อควรระวังในการเปลี่ยน HEPA Filters?

A4:
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าสภาพภายนอกของ HEPA filter เนื้อแผ่นกรองไม่ฉีกขาดอันเนื่องมาจากการขนส่ง รวมถึงถุงไม่ฉีกขาดและกล่องบรรจุภัณฑ์ไม่มีรอยบุบ กระแทก

- กรณีที่ใช้ HEPA filter แบบ Aluminium Separator, Separatorไม่บิดงอ ล้มจนปิดทางช่องลมเข้าของ filter

Q5: ห้องผู้ป่วยปรับอากาศปกติ ซื้อเครื่องฟอกอากาศมาติดช่วยได้ไหม

A5: อาจช่วยได้เฉพาะการกรองอากาศ ยังไม่ได้ทำให้ห้องเป็น negative pressure และควบคุมทิศทางกระแสอากาศไม่ได้ จึงไม่ถือว่าเป็นไปตามมาตรฐาน โดยถ้าจะใช้ควรเลือกเครื่องฟอกอากาศเป็นแบบ HEPA มีอัตราลมกรองออกจากเครื่องอย่างน้อย 12 เท่าปริมาตรห้องต่อชั่วโมง การติดตั้งควรวางเครื่องกระจายให้ทั่วพื้นที่

การเลือกใช้เครื่องฟอกอากาศแบบ HEPA ที่ขายกันทั่วไป ควรตรวจสอบชนิดของแผ่นกรองอากาศประเภทต่างๆ รวมถึง HEPA filters กับปริมาณลมสะอาดที่ส่งออกจากเครื่องฟอกอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง;m3/hr) ปกติแล้ว Media Velocity ของ HEPA Filters จะอยู่ในช่วง 6 ฟุตต่อนาที (<0.03 m/s อ้างอิงจาก NAFA Guide line to Air Filtration 2014) ถ้าพื้นที่การกรองกับปริมาณลมไม่สอดคล้องกัน เช่น 400 m3/hr (0.11 m3/s) จะต้องมีพื้นที่การกรองอย่างน้อย 0.11/0.03 = 3.7 ตารางเมตร หากพื้นที่น้อยกว่านี้ แผ่นกรอง HEPA ในเครื่องฟอกนั้นจะมีประสิทธิภาพการกรองที่น้อยลง (ทั้งนี้ เรายังไม่ได้พูดถึงชนิดของเนื้อกรอง HEPA ที่ขายกันในเครื่องฟอกอากาศ)

ฉะนั้นเราต้องเลือกเครื่องฟอกอากาศให้เป็นครับ ในฐานะที่เราเป็นวิศวกร ผมว่าเครื่องฟอก ราคาที่ไม่ถึง 10000 บาท ที่ไม่น่าจะมีใบ Certificate Leak/Efficiency Test EN1822 และ IEST เราสามารถให้ผู้ขายรือ PR หน้าร้าน ทดสอบง่ายๆ โดยใช้ควันธูปหรือ ควันอื่นๆ ดูว่า มันรั่วไหม ปกติ HEPA ต้องกรองได้ครับ ดูที่ตำแหน่งพัดลม ที่ high speed จนถึง low speedครับ และ เราขยับ เฟรม ที่ประกบHEPA ดู ครับว่าแน่นหนาไหม โอกาสรั่วไหม อาจลอง คำนวณหาพื้นที่ การกรอง ตาม slide ที่ผมแนบครับ เพื่อ make sure เอาเท่าที่เรา จะ หา ได้ ครับอย่างน้อย สร้างความมั่นใจ ถ้า เครื่องฟอก ราคา แพงๆ เกิน 30000 น่าจะมีผล test ให้ครับ จริงๆ ความเห็นผม ถ้าประสิทธิภาพ 98-99% ก้อพอใช้ได้ ถ้าเราเพิ่ม air change rate ครับปรับสภาพแวดล้อมเหมือนห้องสะอาด (Cleanroom) เพื่อ ลดปริมาณฝุ่นหรือเชื้อในห้อง ต้องดูว่า บ้านเรามีแหล่งกำเนิดหรือมีจุดกำเนิด เชื้อ หรือ มีความเสี่ยงในการติดเชื้อมากน้อยเพียงไรครับ

ตามคำจำกัดความของ IEST บอกว่า ประสิทธิภาพขั้นต่ำของ HEPA คือ 99.97% ความเห็นผมคิดว่าดูมาตรฐานของแผ่นกรอง HEPA ครับ ว่าผ่านมาตรฐาน EN1822 หรือ IEST หรือไม่ ปกติถ้าเครื่องฟอกราคาถูก ส่วนใหญ่จะซื้อเนื้อกรอง HEPA media จากโรงงานผู้ผลิตรายอื่น ซึ่งหลังประกอบ อาจทดสอบ leak โดยการสุ่มตัวอย่างจาก batch ที่ผลิต เพราะโรงงานผู้ประกอบ แผ่นกรอง ก้อซื้อ HEPA media จากผู้ผลิต media หรือเนื้อกรอง HEPA เป็นม้วนครับ เนื้อกรองควรจะมีใบ efficiency test & DP at media velocity เป็นต้น. ส่วนใหญ่ โรงงานผู้ประกอบ

แผ่นกรองที่ดีควรเอาเนื้อกรองที่ผ่านการทดสอบดังกล่าว มาประกอบตัดตาม size ใส่ frame หยอด sealant และ ทดสอบ leak ครับ 100%, 50%, 20% หรือ 10% แล้วแต่ต้นทุน เวลา และการแข่งขันครับ

Q6: ใช้แสง UV ฆ่าเชื้อได้ไหม `และเมื่อฉายแสงโดน HEPA filters หรือชิ้นส่วนอื่นๆ ภายในเครื่องกรองหรือเครื่องปรับอากาศจะมีผลเสียอย่างไร

A6: จากผลการวิจัยหลายๆแห่ง พบว่าฆ่าเชื้อโรคได้ โดยแสงต้องมีความเข้มเพียงพอและกระแสอากาศไหลผ่านต้องมีรวามเร็วลมไม่สูงเกินไป และหลอดต้องมีอายุใช้งานไม่เกินกำหนด

Corona Virus จะใช้ความเข้มของแสง UV ที่น้อยกว่า เชื้อ Tuberculosis และSmall Pox (ค่าพลังงานที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ 99.9% inactivation Efficiency < 7,800 microjoule/cm2)

ปัจจัยการเลือกของ UVGI

1. ความเข้มของแสง (UV Intensity& Dose) ASHRAE กำหนด 50-100 microwatt/cm2 (ที่ระยะ 1 เมตร)

2. ความเร็วลม หรือระยะเวลาสัมผัส

3. ความทนทานของเชื้อโรค (ค่าพลังงานของแสงยูวีที่ต้องใช้ต่างกันตามชนิดของเชื้อโรค)

4. อุณหภูมิของอากาศ

5. ความสะท้อนแสงของผิวสัมผัส

แม้ว่าแผ่นกรองอากาศจะไม่สามารถฆ่าเชื้อต่างๆได้ แต่ด้วยเทคโนโลยีของแผ่นกรองอากาศในปัจจุบันทำให้สามารถกรองฝุ่นขนาดเล็กตั้งแต่ 0.1 ไมครอนขึ้นไป และขนาดของไวรัสจะอยู่ในช่วง 0.01-0.2 micron และมักเกาะกับฝุ่นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวมันเอง จากข้อมูล พบว่า ไวรัส MERS-CoV มีขนาดตั้งแต่ 0.08-0.16 micron. ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของแผ่นกรองอากาศ HEPA filter ที่สามารถกรองฝุ่นขนาดเล็กที่ขนาดMost Penetration Particle Size (MPPS ขนาดระหว่าง 0.1-0.3 μm) ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ 99.999% ตามมาตรฐาน EN1822:2009 ทั้งนี้ เราไม่สามารถนำ UV มาทดแทนแผ่นกรองอากาศ HEPA ได้

การฉายแสง UVC โดน HEPA filters หรือชิ้นส่วนอื่นๆ ภายในเครื่องกรองหรือ เครื่องปรับอากาศจะมีผลเสียในระยะยาวหรือระยะสั้น ขึ้นอยู่กับ Dose ระยะเวลา ความเข้มของแสงที่ตกกระทบ กับชิ้นส่วนส่วนประกอบของ HEPAที่ โดนแสง UV ตกกระทบโดยตรงเป็นเวลานานๆ อาจทำให้ PU Sealant เสื่อมสภาพ เกิดการรั่วถ้ามีการใช้ HEPA filters หลายๆปี ควรหมั่นตรวจสอบ

Q7: เราจะเลือก Holding Frame และ Gasket ให้เหมาะกับการใช้งาน?

A7: เลือกได้จากทิศทางการติดตั้งของแผ่นกรองหรือทิศทางการไหลของลม เช่น ติดตั้งจากทางด้านลมเข้า HEPA Filter จะแนบสนิทเข้ากับ Holding Frame เนื่องจากลมจะดันผ่านแผ่นกรองไปที่ Frame เราสามารถล็อคแผ่นกรองให้แน่นกับ Frame ได้โดยปกติในทางกลับกับเราติดตั้งจากด้านลมออกซึ่งจะต้องมีการล็อค Filter ให้แน่นเป็นพิเศษเพราะลมจะดัน Filter ออกไปตามทิศทางการไหล ทั้งนี้เนื่องมาจากสภาวะแวดล้อมในการติดตั้งอาจมีพื้นที่จำกัด ส่วน Gasket นั้นสามารถใช้เป็นแบบ Close-cell ที่เป็นแบบเรียบแบน (Flat Gasket) ซึ่งรองรับการกดได้ดี ส่วน Gasket อีกแบบคือ Half-round จะมีลักษณะเป็นครึ่งวงกลมฉีดมาจากโรงงานแบบไม่มีรอยต่อ จะเหมาะกับงานที่ล็อคแผ่นกรองโดยไม่ได้ใช้แรงกดมากเพราะอาจทำให้เกิดการฉีกขาดได้ง่ายกว่าแบบ Flat Close-cell แต่ Gasket แบบ Half-round จะซีลกันรั่วได้ดีกว่าเพราะมีความยืดหยุ่นและให้ตัวได้มากกว่า ข้อเสียคือเวลาถอดตอนตรวจสอบ ควรระวังมิให้ฉีกขาด ถ้าขาดเราอาจต้องใช้ Flat Gasket เมื่อใส่กลับคืน

Q8: เปลี่ยน HEPA Filters อย่างไร ไม่ให้ติดเชื้อ?

A8: เราสามารถเปลี่ยน HEPA Filter ที่ผ่านการกรองเชื้อโรคอย่างปลอดภัยโดยการสวมใส่ชุดป้องกันที่รัดกุม โดยปิดผิวสัมผัสทุกส่วนของร่างกายก่อนการเปลี่ยน Filters เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัส ควรระวังมิให้ถุงมือขาด ในตอนเปลี่ยน หรือ เราอาจใช้ UVC หรือ อบโอโซน เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อเบื้องต้นก่อนลงมือ ภายหลังการใช้โอโซน ควรให้แน่ใจว่าโอโซนไม่ตกค้าง ควรหลีกเลี่ยงการสูดดม

Q9: เรามีความจำเป็นต้องทดสอบ Onsite Leak Test หลังติดตั้ง ?

A9: ควรต้องมีการทดสอบเพราะ เราอาจเกิดการรั่วจากการติดตั้งแผ่นกรองได้ เช่น ติดตั้งไม่แน่น ไม่สนิทพอ ทำให้มีช่องว่างให้เชื้อโรคผ่านไปได้ การทดสอบหลังติดตั้งนี้เพื่อเป็นการรับประกันว่าแผ่นกรองและอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้ได้ผลจริงปราศจากการรั่วหรืออยู่ในเกณฑ์และค่าที่กำหนดตามมาตรฐานการทดสอบ อาจเลือกใช้ Third Party Certified Laboratory ในการตรวจสอบและออกใบ Certificated HEPA Leak Test.

ผมและคุณณรงค์ในฐานะรวบรวมข้อมูล ทั้งจากประสบการณ์และหนังสืออ้างอิงหลายเล่ม เพื่อจัดทำบทความเรื่องนี้ เรามิได้มีวัตถุประสงค์อย่างอื่นใด วัตถุประสงค์หลัก เราต้องการเผยแพร่ความรู้ในเรื่อง HEPA filters การนำระบบ HEPA ไปใช้งาน มาตรฐานการทดสอบ HEPA เพื่อให้เป็นประโยชน์ในวงการปรับอากาศและในสถานการณ์ แพร่เชื้อของ Covid-19 ต่อไป หากมีข้อสงสัยประการใด โปรดส่งอีเมล์มาที่ filtermans@gmail.com

แหล่งที่มาอ้างอิง (Reference)

1. NAFA Guideline to Air Filtration Chapter 5 HEPA, ULPA and Super ULPA Filters and Chapter 8 HEPA and ULPA Filter Testing
2. ASHRAE Position Document on Filtration and Air Cleaning, 2.4 Air Cleaners, January 29, 2015
3. ASHRAE Positioning Documents Airborne Infection Disease January 19, 2014
4. ASHRAE Positioning Document Infectious Aerosol, April 14, 2020
5. Mikropor Turkey, www.mikropor.com.tr
6. เอกสารประกอบการบรรยาย Hospital Environment : Effects on Health จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์ , December 17, 2015
7. เอกสารประกอบการบรรยาย `Covid-19 กับการใช้เทคโนโลยีในการกำจัดเชื้อในอากาศ, ธวัชชัย เสถียรรัตนกุล CAFS/NAFA และคุณณรงค์ เย็นฉ่ำ, September 3, 2020
8. Filtration of Airborne Microorganisms: Modeling and Prediction, W.J. Kowalski, M.S.P.E., ASHRAE Member, W.P. Bahnfieth, Ph.D., P.E. Member ASHRAE, T.S. Whittam, Ph.D.

EN1822 Sample Test Report from Manufacturer

Prüfbericht nach EN 1822-4
Test report according to EN 1822-4
Rapport de test selon EN1822-4

Manufacturer Logo

Filterdaten / Filter Data / Filtre techniques

Seriennummer Production lot Numéro de production	Filternummer Filter no. Numéro de filtre	Prüf-Datum Date of test Date du test	Prüfer Tester Identifient du test
200907-9994-1 -1	XXX-610/610/78-13APU2G	05/12/2018	M. D.

Filterabmessung (B x L x T) Filter dimensions (W x L x D) Dimensions du filtre (l x L x P)	Nennvolumenstrom Nominal flow rate Débit d'air nominal	Anfangsdruckdifferenz Initial pressure drop Perte de charge initiale	Filterklasse Filter class Classe de filtration
610/610/66 mm	600 m3/h	110 Pa	HEPA H13
Minimaler integraler Abscheidegrad Minimum integral efficiency Minimum efficacité intégrale	Minimaler lokaler Abscheidegrad Minimum local efficiency Minimum efficacité locale		MPPS
99,95000%	99,75000%		0,20µm

Prüfluftbedingungen / Test Conditions / Conditions de test

Prüfvolumenstrom Test flow rate Débit de test	Prüfaerosol Test aerosol Aérosol de test	Partikelgröße Particle size Taille de particule	Rohgaskonzentration Upstream concentration Concentration amont	Temperatur Temperature Température	Rel. Feuchte Rel. Humidity Humidité rel.
600m3/h	DEHS	0,20µm	3,04E+3#/cm3	19,0°C	31,7%

Prüfergebnisse / Test Results / Résultats de test

Integraler Abscheidegrad Integral efficiency Valeur intégrale d'efficacité	Minimaler Abscheidegrad Minimum efficiency Minium valeur d'efficaté	Druckdifferenz Pressure drop Perte de charge	Klassifizierung gemäß Testergebnis Classification to test result Classifiation selon résultat de test
99,99305%	99,96845%	111Pa	HEPA H13
Anzahl der gefundenen Leckstellen Number of leaks detected Nombré de fuites détectées	Lecktest gemäß EN1822-4 Leakage test to EN 1822-4 Test de fuite selon EN 1822-4		
0	bestanden / passed / accepté		PASSED

Lecksignal / Leak signal / Signal du fuite:	-
Signalabstand / Signal difference / Signal difference:	-

รูปที่ 8 ตัวอย่างรายงานผลทดสอบ HEPA filter H13 ตามมาตรฐาน EN1822