บทคัดย่อ

T144890

ประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคของกระดาษกรองประสิทธิภาพสูงสามารถคำนวณได้โดยใช้ลักษณะโครงสร้างของกระดาษกรอง คือ ขนาดของเส้นใยและค่าความหนาแน่นการอัดของเส้นใยในกระดาษกรอง วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการดักกรองอนุภาคของกระดาษกรองประสิทธิภาพสูง โดยผลการทำนายที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลการสุ่มตัวอย่างอนุภาคจริงจากการทดลองและผลการเปรียบเทียบที่ได้ระหว่างค่าจากแบบจำลองและผลจากการทดลองให้ค่าแตกต่างกันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังได้มีการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดักกรองอากาศของกระดาษกรอง คือ ความเร็วปะทะหน้ากระดาษกรอง ค่าความหนาแน่นการอัดของเส้นใย ขนาดของเส้นใยและความหนาของกระดาษกรอง โดยพิจารณาเจาะลึกถึงกลไกที่มีส่วนช่วยในการดักกรองอนุภาค คือ กลไกการขัดขวาง กลไกการกระทบและกลไกการแพร่ ว่าปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยนี้มีผลอย่างไรต่อกลไกการดักจับอนุภาคและประสิทธิภาพการดักกรองอากาศ ผลการวิเคราะห์ทางตัวเลขได้มาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยมีการแปรค่าปัจจัยทั้ง 4 ตัว ผลที่ได้พบว่าประสิทธิภาพในการจับอนุภาคโดยกลไกการขัดขวางจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วปะทะหน้ากระดาษกรองมีค่าน้อย ความหนาแน่นการอัดของเส้นใยมีค่าต่ำ ขนาดของเส้นใยเล็ก ประสิทธิภาพในการจับอนุภาคโดยกลไกการกระทบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วปะทะหน้ากระดาษกรองมีค่ามากความหนาแน่นการอัดของเส้นใยมีค่าสูง ขนาดของเส้นใยใหญ่ ประสิทธิภาพในการจับอนุภาคโดยกลไกการแพร่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วปะทะหน้ากระดาษกรองมีค่าน้อย ความหนาแน่นการอัดของเส้นใยมีค่าต่ำ ขนาดของเส้นใยใหญ่และประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคของกระดาษกรองจะมีค่าสูงเมื่อความเร็วปะทะหน้ากระดาษกรองมีค่าต่ำ ค่าความหนาแน่นการอัดของเส้นใยมีค่าสูง ขนาดของเส้นใยเล็กและเพิ่มความหนาของกระดาษกรอง

นอกจากนี้ ยังได้มีการตรวจวัดจำนวนอนุภาคในอากาศมารายงานโดยใช้เครื่องนับจำนวนอนุภาคแบบเลเซอร์ในการเก็บข้อมูลจากสถานที่ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกอาคารของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้แก่ ห้องเรียน ห้องคอมพิวเตอร์และสถานที่ภายนอกอาคาร รวมไปถึงมีการตรวจวัดจำนวนอนุภาคภายในโรงพยาบาลมหาราช จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ ห้องวอร์ดและบริเวณเขตผ่าตัด ข้อมูลของจำนวนอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3 0.5 1.0 และ 5.0 ไมครอน ถูกเก็บและประมวลผลที่สภาวะต่างๆ ของสภาพอากาศ เวลาของวันและระดับกิจกรรม จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การแปรผันของจำนวนอนุภาคมีอิทธิพลมาจากสภาพอากาศ สิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นและกิจกรรมปฏิบัติการต่างๆ ที่เกี่ยวกับมนุษย์

หลังจากที่ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการดักกรองอนุภาคและผลการตรวจวัดจำนวนอนุภาคในห้องปิดแล้ว ได้มีการคำนวณว่าหากต้องการลดความเข้มข้นของอนุภาคในห้องปิดควรใช้โครงสร้างของกระดาษกรองชนิดไหน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาคำนวณเพื่อหาลักษณะโครงสร้างของกระดาษกรอง ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้มีตัวอย่างการคำนวณกรณีในห้องคอมพิวเตอร์ และพบว่าห้องปิดที่มีการควบคุมการปนเปื้อนจากอนุภาคโดยใช้เครื่องกรองอากาศนั้นจะมีค่าความเข้มข้นของอนุภาคที่ต่ำ

Abstract

TE144890

The efficiency of a HEPA filter is determined by its construction, the fiber size and packing density. In this work, an analytical model was developed to study the particle removal efficiency of a HEPA filter. Predicted results have been used for comparing with the real examples from experiment. From this comparison, the difference was not over 10%.

This thesis also presented analysis the factors which affect the particle filtration's efficiency. These factors are face velocity, fiber's packing density, fiber size and filter thickness. The mechanisms which influenced particle filtration are interception, impaction and diffusion. The results are calculated from the developed mathematical model.

From analytical results, it was found that the efficiency of particle filtration by interception was increased when the face velocity and fiber's packing density were low and fiber size was small. While the efficiency of impaction increased when the face velocity and fiber's packing density were high and fiber was large. The diffusion effect increased when the face velocity and fiber's packing density were low but fiber size was large.

This thesis also reported the results of particle measurements using an optical particle counter to sample from many areas, indoor and outdoor, around the building in Faculty of Engineering, Chiang Mai University such as lecture rooms, computer rooms and roadsides and Maharaj Hospital, Chiang Mai, wards and operating zones. The data for particles which are bigger than 0.3, 0.5, 1.0 and 5.0 micron has been collected and compiled in the difference conditions of weather, time, date and activity. From the data obtained, it was found that amount of particle was affected by weather, environment and human activity.

From the mathematical model of particle filtration and the results of particle measurement in a closed room, suitable type of filter paper was identified if we would like to reduce the particle concentration in a closed room. This was done by using the model to calculate appropriate parameters of filter paper in computer server room, as a case of study. Controlled room with filter showed significantly lower number of particles.