บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาตัวกรองแบบแกรนูลาร์เบดที่บรรจุด้วยตัวกรองชนิดเม็ดแก้ว เม็ดดูดซับน้ำมัน และเวอร์มิคูไลท์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดักจับอนุภาคขนาดเล็ก โดยดำเนินการศึกษา สนามการไหล ความดันลด สมรรถนะการกรองแบบเส้นใยเดี่ยว และสมรรถนะการกรองรวมด้วยแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณและการทดลอง จากการทดลองพบว่าค่าสูงสุดของประสิทธิภาพการกรองอนุภาคขนาดเล็ก (0.1 ไมโครเมตร) มีค่า 89.2% 76.6% และ 47.4% สำหรับตัวกรองชนิดเวอร์มิคูไลท์ เม็ดดูดซับน้ำมัน และเม็ดแก้ว ตามลำดับ ที่ความหนาตัวกรอง 100 มิลลิเมตรและอัตราไหล 5 ลิตรต่อนาที ตัวกรองชนิดเม็ดดูดซับน้ำมันมีความเหมาะสมที่สุดในการดักจับอนุภาคขนาดเล็กในตัวกรองแบบแกรนูลาร์เบด เนื่องจากแสดงค่าปัจจัยคุณภาพการกรองเท่ากับ 0.1 Pa^{-1} และประสิทธิภาพการกรองอนุภาคขนาดเล็กเท่ากับ 76.6% และจากการทดลองพบว่าค่าความดันลดภายในตัวกรองตัวกรองแบบแกรนูลาร์เบดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลและความหนาของตัวกรองเพิ่มขึ้น การเปรียบเทียบค่าความดันลดระหว่างผลจากทฤษฎีและการจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณพบว่ามีผลใกล้เคียงกันด้วยค่าความแตกต่างสูงสุดประมาณ 27.1% ที่ความหนาตัวกรอง 100 มิลลิเมตรและอัตราไหล 5 ลิตรต่อนาที สำหรับอนุภาคขนาดใหญ่ (1 ไมโครเมตร) อนุภาคส่วนใหญ่จะถูกกรองด้วยกลไกการแพร่และการตกจมด้วยแรงโน้มถ่วง คิดเป็น 73.4% และ 15.5% ที่อัตราการไหลต่ำ และมีค่าเท่ากับ 89.7% และ 9.4% ที่อัตราการไหลสูง ตามลำดับ สำหรับอนุภาคขนาดเล็ก (0.001 to 0.5 ไมโครเมตร) อนุภาคส่วนใหญ่จะถูกกรองด้วยกลไกการแพร่ คิดเป็น 94.4-99% ผลการจำลองด้วยแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ พบว่าค่าสูงสุดของประสิทธิภาพการกรองอนุภาคขนาดเล็ก (0.1 ไมโครเมตร) มีค่า 29.1% ที่ความหนาตัวกรอง 100 มิลลิเมตรและอัตราไหล 5 ลิตรต่อนาที และการเปรียบเทียบค่าระหว่างผลจากการทดลองและการจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณพบว่ามีผลใกล้เคียงกันด้วยค่าความแตกต่างสูงสุดประมาณ 31.0% และ 38.6% ที่ความหนาตัวกรอง 50 และ100 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าประสิทธิภาพการกรองจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลของอากาศลดลงและความหนาตัวกรองเพิ่มขึ้น ดังนั้นตัวกรองแบบแกรนูลาร์เบดด้วยตัวกรองทรงกลมมีความเหมาะสมในการดักจับอนุภาคขนาดเล็กในกระบวนการเผาไหม้ชีวมวล เพราะมีประสิทธิภาพการกรองอนุภาคขนาดเล็กสูง ราคาถูก ง่ายต่อการบำรุงรักษา ไม่เกิดประกายไฟ และตัวกรองสามารถหาได้ง่าย

Final report content:

1. Abstract

A granular bed filter was studied by inserting a granules of glass bead, OS light and vermiculite filters to enhance efficiency in collecting fine particles. CFD simulation modeling with DPM approach and experimental investigation of granular bed filter with spherical granules had been performed. Effect of flow rate and filter thickness on flow field, pressure drop, single-fiber collection efficiency and total collection efficiency were investigated. Experimentally, the maximum collection efficiency for smaller particles (0.1 μm) was found to be 89.2% for vermiculite filter followed by OS light filter (76.6%) and glass beads filter (47.4%) with 100 mm filter thickness at flow 5 l/min. OS light material was suggested to be the best granule for removing smaller particles with maximum filter quality factor of 0.1 Pa-1 and collection efficiency of 76.6% with 100 mm filter thickness at flow 5 l/min. The pressure drop increased with increasing flow rate and filter thickness. Agreement between theoretical prediction and simulation results of the pressure drop was found to be good agreement with maximum deviation of 8.4%, and experimental and simulation results were acceptable agreement with maximum deviation of 27.1% for 100 mm filter thickness. Larger particles (1 μm) were mainly collected in a filter by diffusion and gravitational settling with 73.4% and 15.5% with lower flow rate and 89.7% and 9.4% at higher flow rate, respectively, while smaller particles (0.001 to 0.5 μm) are mainly removed by diffusion, about μm 94.4-99% efficiency. The simulation results showed that maximum collection efficiency with glass beads filter for smaller particles (0.1 μm) were found to be 29.1% for 100 mm filter thickness at flow rate of 5 l/min. Comparison between experimental and simulation results of total collection efficiency for smaller particles were found to be acceptable agreement with maximum deviation of 31.0% and 38.6% for the 50 mm and 100 mm filter thickness, respectively. As expected, the collection efficiency increased with decreasing flow rate and increasing filter thickness. Therefore, the granular bed filter with spherical granules is suggested for collecting the fine particles to reduce the smoke particles emitted in biomass combustion process because of its most effective collection, low cost, ease of maintenance, no fire explosion, and availability of granular filters.