

Abstract

This project deals with development of an industrial-scale vortex-fluidized bed combustor (VFBC) that employs a combination of cyclone and fluidized-bed combustor features, and which is demonstrated with rice-husk fuel. The design capacity was 9 MW_{th}. The aim of this work is to gain high combustion intensity and efficiency. The design was based on preliminary basic parameters derived from our previous work on a laboratory VFBC. The combustor was 1.8 m inside diameter and 5.35 m in height. The stirring blades were installed at the combustor bottom to destroy agglomerates that may form and cause serious defluidization. According to performance tests by varying fuel feed rates and primary, secondary and tertiary air flow rates, it was found that the industrial VFBC was as efficient as the laboratory VFBC. A thermal efficiency of 88-94% was achieved with the industrial VFBC, with 75-94% with the laboratory model. Maximum combustion intensity and thermal capacity were 0.67 MW_{th}/m³ and 7.5 MW_{th}, respectively. The thermal capacity achieved in this state was lower than the design capacity. The temperature inside the combustor ranged between 900-1250 °C, which approximated a 1000 °C average bed temperature for the laboratory combustor. CO emission, based on 6% O₂ (by volume), was in the range 4000-9500 ppm. The high CO concentration was attributed to too short an exit pipe, which resulted inadequate time for burning the CO remaining in the exit pipe. This was the presumed cause of lower combustion efficiency (94-97%) than the laboratory combustor (>98%). NO_x (at 6% O₂) was in the range 170-420 ppm.

The combustor performance met the manufacturers' requirements. However, in the past few years, most rice mills have expanded their capacity. Recently, the market share for combustors using rice-husk as fuel became saturated. Alternate biomasses, such as corn stubble and cassava, must be employed to increase the trend of VFBC utilization in industry.

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาเตาเผาไหม้วอร์เทค-ฟลูอิดไชน์เบด (VFBC) ในระดับอุตสาหกรรมขนาด 9 MW_{th} โดยใช้เกลบเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งได้พัฒนาขึ้นโดยรวมลักษณะเด่นของเตาเผาไหม้แบบฟลูอิดไชน์เบดและเตาเผาไหม้แบบไซโคลนเข้าไว้ด้วยกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเตาเผาไหม้ที่ให้ค่าภาระความร้อนต่อหน่วยปริมาตรเตารวมถึงประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่สูง โดยการออกแบบเตาเผาไหม้วอร์เทค-ฟลูอิดไชน์เบด (VFBC) ในระดับอุตสาหกรรมนี้ได้นำข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการออกแบบและสร้างเตาจากการศึกษาและวิจัยเตาเผาไหม้วอร์เทค-ฟลูอิดไชน์เบด (VFBC) ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยเตาเผาไหม้ที่ใช้ในการทดลองนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและความสูงเท่ากับ 1.8 และ 5.35 m ตามลำดับ และยังมีการติดตั้งใบกวนไว้ที่ตำแหน่งด้านล่างของเตาเผาไหม้เพื่อป้องกันการเกาะเป็นก้อนของเชื้อเพลิงขณะกำลังเผาไหม้ อันเป็นสาเหตุให้สูญเสียสภาพการเป็นฟลูอิดไชน์ชั้น ในการทดสอบสมรรถนะจะทำการปรับเปลี่ยนอัตราการป้อนเชื้อเพลิงและอัตราการไหลของอากาศส่วนที่หนึ่ง สองและสาม จากการทดสอบสมรรถนะของเตาเผาไหม้วอร์เทค-ฟลูอิดไชน์เบด (VFBC) ในระดับอุตสาหกรรมพบว่าสมรรถนะใกล้เคียงกับเตาเผาไหม้วอร์เทค-ฟลูอิดไชน์เบด (VFBC) ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผาไหม้มีค่าใกล้เคียงกันทุกเงื่อนไขการทดลองโดยมีค่าระหว่าง 88-94% (เตาเผาไหม้วอร์เทค-ฟลูอิดไชน์เบดระดับห้องปฏิบัติการจะพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 75-94 % เมื่อเข้าสู่สภาวะคงตัว) ได้ค่าภาระความร้อนเตาเผาไหม้และฟักัดเตาที่ทดสอบโดยมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.67 MW_{th}/m³ และ 7.5 MW_{th} ตามลำดับ ซึ่งฟักัดเตาที่ทดสอบได้มีค่าต่ำกว่าฟักัดเตาที่ออกแบบไว้ (9 MW_{th}) อุณหภูมิภายในเตามีค่าในช่วง 900-1,250 °C ซึ่งสามารถเทียบเคียงได้กับอุณหภูมิภายในเบดของเตาเผาไหม้วอร์เทค-ฟลูอิดไชน์เบดระดับห้องปฏิบัติการที่มีค่าประมาณ 1,000 °C อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณก๊าซ CO ที่วัดจากตำแหน่งทางออกของเตาเผาไหม้วอร์เทค-ฟลูอิดไชน์เบดระดับอุตสาหกรรมมีปริมาณ CO (ที่ 6% O₂ โดยปริมาตร) มากอยู่ในช่วง 4,000-9,500 ppm เนื่องจากความยาวท่อทางออกสั้นเกินไปทำให้ไม่เกิดการเผาไหม้ CO อย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้มีค่าต่ำประมาณ 94-97% ซึ่งต่ำกว่าในห้องปฏิบัติการ(ประสิทธิภาพการเผาไหม้ในห้องปฏิบัติการมีค่ามากกว่า 98%) ส่วนปริมาณ NO_x มีค่าอยู่ในช่วง 170-420 ppm (ที่ 6% O₂)

ทั้งนี้พบว่าผู้ประกอบการพอใจกับการทดลองและค่าภาระความร้อนที่เตาอุตสาหกรรมทำได้ในปัจจุบัน แต่หลังจากได้ประชุมกับทางภาคอุตสาหกรรมถึงประเด็นที่จะนำ VFBC ไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมโรงสีพบว่า ในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมาโรงสีต่างๆ ได้ขยายกำลังผลิตและสั่งซื้อเครื่องอบแห้งพร้อมกับเตาเผาไหม้เป็นจำนวนมาก ทำให้ปัจจุบันตลาดของเตาเผาไหม้ที่ใช้เกลบเป็นเชื้อเพลิงเริ่มอิ่มตัว ทำให้แนวโน้มในการนำ VFBC ไปใช้ในอุตสาหกรรมโรงสีข้าวเป็นไปได้ยากขึ้น ดังนั้นแนวทางในการผลักดันให้มีการใช้ VFBC ในภาคอุตสาหกรรมทำได้โดยการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นแทนเช่น ชังข้าวโพด เหมืองมันสำปะหลัง เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำ VFBC ไปใช้กับภาคอุตสาหกรรม