บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การเผาไหม้โดยใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงในประเทศไทยมีใช้กันอยู่หลายแห่งแล้ว แต่เป็นเตาแบบป้อนถ่านหินเข้าเตาเป็นครั้งๆ ก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เช่น NO_x ควบคุมได้ยากจึงได้ลองประยุกต์เทคนิคฟลูอิไดเซชันมาเผาถ่านหินโดยผสมแร่โดโลไมท์ เพื่อใช้เป็นตัวดูดซับ SO_2 และเป็นตัวช่วยให้รักษาระดับของอุณหภูมิของเบดได้ค่อนข้างคงที่ มีอุณหภูมิไม่สูงมากเกินความต้องการ ผลการทดลองที่ได้ทำไปแล้วพอสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

7.1 การเผาไหม้แบบใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว อุณหภูมิของเบดควบคุมได้ยาก เนื่องจากการเพิ่มและลดของอุณหภูมิเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีการเกิดของ slag ขึ้นบ่อยๆ ดังนั้นการเผาไหม้จึงเกิดไม่ทั่วทั้งเบด

7.2 เมื่อผสมแร่โดโลไมท์แล้ว การเผาไหม้ของถ่านหินเป็นไปอย่างต่อเนื่อง การควบคุมอุณหภูมิของเบดทำได้สะดวกทั้งยังเป็นตัวดูดซับก๊าซ SO_2 ได้อีกด้วย แต่จะต้องผสมแร่โดโลไมท์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 13 โดยน้ำหนัก

7.3 การเผาไหม้ถ่านหินในฟลูอิไดซ์เบดสามารถใช้ได้ดีด้วยระบบควบคุมเปิดปิด การป้อนถ่านหินแบบอัตโนมัติโดยมีช่วงอุณหภูมิแตกต่างจากอุณหภูมิที่ต้องการไม่เกิน 30 °ซ

7.4 อัตราการปลดปล่อยของ SO_2 ในก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ในเบด สามารถควบคุมได้โดยแปรเปลี่ยนตัวแปรดังนี้

7.4.1 อุณหภูมิของเบด

ปฏิกิริยาของ SO_2 เกิดได้ดีเมื่ออุณหภูมิของเบดสูงขึ้น แต่ถ้าเกินอุณหภูมิ 850 °ซ แล้วปริมาณของ SO_2 ที่ปลดปล่อยกลับลดลงทั้งนี้เพราะมีปฏิกิริยารีดักชั่นเกิดขึ้นพร้อมกันจึงทำให้ SO_2 มีปริมาณมากขึ้น

7.4.2 อัตราส่วน Ca/S

ปริมาณของแร่โดโลไมท์ที่ผสมกับถ่านหินเพิ่มขึ้นจะมีส่วนช่วยดูดซับ SO_2 ได้มากขึ้น แต่ถ้าเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอัตราส่วน Ca/S เท่ากับ 6 แล้ว การกำจัด SO_2 ไม่เพิ่มขึ้นอีกถึงแม้ว่าจะเพิ่มปริมาณแร่โดโลไมท์มากขึ้นก็ตาม

7.4.3 ความเร็วของอากาศ

อากาศที่ป้อนเข้าสู่เบด เป็นส่วนทำให้เกิดก๊าซ SO_2 ขึ้นในเบด ถ้าปริมาณของกำมะถันในถ่านหินมีอยู่คงที่ เมื่อเพิ่มอัตราการป้อนอากาศ ย่อมช่วยให้ความเข้มข้นของ SO_2 ในก๊าซที่ปล่อยออกจากเตาเผาไหม้เจือจางลง แต่ถ้าป้อนเร็วมากขึ้น โอกาสที่ SO_2 ถูกดูดซับเอาไว้กลับลดลงจึงรวมติดมากับก๊าซปลดปล่อย จึงทำให้ปริมาณของ SO_2 ค่อยๆ สูงขึ้น สำหรับก๊าซ NO_x เกิดได้มากเมื่ออุณหภูมิของเบดสูงขึ้น แต่อัตราส่วนของ Ca/S และความเร็วของอากาศมิได้มีอิทธิพลต่อการเกิดปฏิกิริยาของ N_2 กับ O_2 เลย ที่ปริมาณของ NO_x ที่เกิดขึ้นในเตาแบบฟลูอิไดซ์เบดมีไม่เกิน 100 ส่วนในล้านส่วน ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิของเบดสามารถควบคุมให้อยู่ในช่วง 750-900 °ซ ได้

7.5 ผลต่อประสิทธิภาพการเผาไหม้

7.5.1 อุณหภูมิ

คาร์บอนเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ดีที่อุณหภูมิตั้งแต่ 750 ° ซ ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นอัตราเร็วของปฏิกิริยายิ่งเร็วขึ้น

7.5.2 ความเร็วของอากาศ

ออกซิเจนในอากาศเป็นธาตุที่ช่วยให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นได้ง่าย เมื่อเพิ่มปริมาณของอากาศมากขึ้นปฏิกิริยาออกซิเดชันจึงเกิดได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้าป้อนอากาศมากเกินไปผงถ่านหินที่มีขนาดเล็กลงจะปลิวออกจากเตาเผาก่อนที่จะเกิดการสันดาปหมดทั้งเม็ด จึงทำให้เกิดการสูญเปล่าสูง

7.5.3 ความสูงและความกว้างของฟรีบอร์ด

เม็ดถ่านหินขนาดเล็กมีโอกาสปลิวหลุดออกจากเตาเผาได้ง่าย ถ้าออกแบบให้บริเวณเหนือเบดหรือฟรีบอร์ดสูงและกว้างพอสมควร ก็สามารถลดความเร็วของอากาศที่ผ่านขึ้นมาได้ เม็ดหรือผงถ่านหินจึงยังสามารถติดไฟต่อไปจนหมดทั้งเม็ดแล้วเหลือแต่เถ้าลอยออกจากเตาเผาไป บริเวณนี้จะเป็นส่วนช่วยให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงขึ้นได้อีกส่วนหนึ่ง

7.6 เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของอากาศในทั้งสองวัฏภาคแล้วกำหนดให้เป็นแบบ Plug flow และทั้งถ่านหินกับอากาศเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาการสันดาป ขนาดของเม็ดถ่านหินเล็กลงตลอดเวลา (shrinkage) เมื่อทำโมเดลทางคณิตศาสตร์แบบ P-P Model ชนิดที่การแพร่ของก๊าซผ่านชั้นเถ้าเป็นตัวควบคุมระบบ มาคำนวณหาประสิทธิภาพการเผาไหม้ ปรากฏว่าได้ผล

สอดคล้องเช่นเดียวกับผลของการทดลองเป็นอย่างดี จึงสรุปว่าการเผาไหม้ถ่านหินในฟลูอิไดซ์เบดมีแบบทางคณิตศาสตร์เป็น P-P Model ชนิดที่การแพร่ของก๊าซผ่านชั้นเถ้าเป็นตัวควบคุมระบบ

7.7 ข้อเสนอแนะ

7.7.1. เพื่อให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพและการกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงขึ้น ควรมีอากาศส่วนที่สองในบริเวณฟรีบอร์ด เพื่อลดการเกิดริดักชั่นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังอาจทำให้ปริมาณก๊าซไนตริกออกไซด์ลดลงด้วย

7.7.2 ในกรณีที่ต้องการผลิตไอน้ำร้อนยิ่งยวด สามารถทำได้โดยการผ่านไอน้ำอิ่มตัวเข้าไปในท่อซึ่งวางขดอยู่ในฟรีบอร์ด แต่ต้องพิจารณาวัสดุที่ใช้ทำท่อเหล่านี้ด้วยเนื่องจากอาจเกิดการผุกร่อนของท่อได้

7.7.3 การนำเอาเถ้าจากไซโคลนและท่อล้นมาใช้อีกจะช่วยทำให้ระบบมีการสูญเสียน้อยลงทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงขึ้น