

บทที่ 6

วิจารณ์ผลการทดลอง

สำหรับการทดลองเผาไหม้กากตะกอนที่เกิดจากกระบวนการผลิตกระดาษนั้นเป็นการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของการเผาไหม้และศึกษาแฟกเตอร์ต่างๆที่มีผลต่อการเผาไหม้ ได้แก่ ขนาดอนุภาคของกากตะกอน อัตราการป้อนกากตะกอน ปริมาณเถ้า อัตราการไหลของอากาศ อุณหภูมิ และประสิทธิภาพการเผาไหม้ โดยทำการศึกษาที่สภาวะอุณหภูมิเบดคงที่ซึ่งอุณหภูมิเบดที่ใช้ในการทดลองคือ 850 ± 10 °C 900 ± 10 °C และที่อุณหภูมิ 950 ± 10 °C ซึ่งรายละเอียดดังกล่าวมีดังนี้

6.1 การทดลองเพื่อหาขนาดอนุภาคที่เหมาะสมของกากตะกอนสำหรับการทดลอง

วิธีการป้อนเชื้อเพลิงเป็นแฟกเตอร์หนึ่งที่มีผลต่อการเผาไหม้ในเตาเผา ในการทดลองเผาไหม้กากตะกอนครั้งนี้กากตะกอนจะถูกป้อนด้วยเครื่องป้อนแบบสกรูทางด้านบนของเบดในชั้นแรกได้ทดลองเผาไหม้แบบต่อเนื่องโดยใช้กากตะกอนที่มีลักษณะเป็นแผ่นและมีความชื้นในกากตะกอนเป็นจำนวนมากพบว่าไม่สามารถทำการเผากากตะกอนดังกล่าวได้ เนื่องจากกากตะกอนดังกล่าวมีขนาดอนุภาคค่อนข้างใหญ่มากเมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่หน้าตัดของเบดซึ่งมีขนาดห้องเผาไหม้เล็ก เมื่อป้อนกากตะกอนเข้าไปในเตา กากตะกอนจะไปกองสุมกันในเตาเผามากเกินไปจึงไม่สามารถที่จะทำให้ทรายซึ่งใช้เป็นเบดเกิดการฟลูอิดไดเซชันได้ และกากตะกอนดังกล่าวไม่สามารถติดไฟได้เช่นกันเนื่องจากกากตะกอนดังกล่าวมีความชื้นอยู่ในปริมาณที่สูงมาก ดังนั้นจึงทดลองเปลี่ยนขนาดอนุภาคของกากตะกอนให้มีขนาดเล็กลงและมีลักษณะร่วนซุยกว่ากากตะกอนที่ใช้ในการทดลองครั้งแรกผลการทดลองจะออกมาในลักษณะเดียวกันกับการทดลองครั้งแรก ดังนั้นจึงทำการทดลองโดยการนำกากตะกอนไปตากแห้งเพื่อลดความชื้นในกากตะกอนลงให้ได้มากที่สุดจากนั้นจึงใช้เครื่องบดทำการบดย่อยกากตะกอนดังกล่าวให้มีขนาดเล็กลงประมาณ 2-3 มิลลิเมตรและคัดเอาผงกากตะกอนที่ละเอียดเป็นฝุ่นทิ้งไปตามรูปที่ 6.1.1 จากนั้นจึงทำการทดลองเผากากตะกอนที่ได้ทำการตากและบดให้มีขนาดเล็กลง พบว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผาให้คงที่ได้เพราะเชื้อเพลิงสามารถสัมผัสกับออกซิเจนในเตาเผาได้ดี และติดไฟได้

6.2 การศึกษาอัตราการป้อนกากตะกอน

จากตารางที่ 5.7.1 ซึ่งแสดงผลการทดลองเผาไหม้กากตะกอนที่อุณหภูมิ 850 ± 10 °C จะสังเกตเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศให้มากขึ้นจาก 0.13-0.19 เมตร/วินาที อัตราการป้อนกากตะกอนก็จะเพิ่มขึ้นด้วยตามลำดับ จากตารางที่ 5.7.2 ถึงตารางที่ 5.7.3 จะเป็นไปในทำนองเดียวกันกล่าวคือ อัตราการป้อนกากตะกอนจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าสู่ระบบที่อุณหภูมิของการเผาไหม้ค่าหนึ่งเมื่อป้อนอากาศให้เข้าสู่ระบบมากขึ้น อัตราการป้อนกากตะกอนก็จะมากขึ้นด้วย จากรูปที่ 6.2.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศมากขึ้นตามลำดับอัตราการป้อนกากตะกอนก็จะมากขึ้นตามลำดับเช่นเดียวกัน และที่อุณหภูมิของการเผาไหม้ที่กำหนดคือ 950 ± 10 °C อัตราการป้อนกากตะกอนจะมีความมากกว่าที่อุณหภูมิของการเผาไหม้ 850 ± 10 °C และ 900 ± 10 °C ตามลำดับ แสดงว่านอกจากความเร็วหรือปริมาณอากาศมีผลต่ออัตราการป้อนกากตะกอนแล้ว อุณหภูมิก็มีผลเช่นเดียวกันกล่าวคือ อัตราการป้อนกากตะกอนจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของการเผาไหม้และปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าสู่ระบบเพื่อที่จะทำให้การเผาไหม้เกิดขึ้นได้ดีและต่อเนื่อง เมื่ออุณหภูมิของการเผาไหม้หรือปริมาณอากาศเพิ่มขึ้น อัตราการป้อนกากตะกอนก็ต้องเพิ่มเช่นกัน

6.3 การศึกษาปริมาณเถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้

สำหรับเตาเผาฟลูอิดไดซ์เบดที่ใช้ในการทดลองระบบระบายเถ้าจะใช้ระบบระบายเถ้าที่เป็นแบบไซโคลนจากรูปที่ 6.3.1 จะสังเกตเห็นได้ว่าคุณค่าทางความร้อนของเถ้าที่ออกจากระบบระบายเถ้าจะลดลงเมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิของการเผาไหม้สูงๆ คุณค่าทางความร้อนของเถ้าที่ออกจากระบบระบายเถ้าจะมีแนวโน้มว่ามีค่าต่ำกว่าขณะที่อุณหภูมิของการเผาไหม้ต่ำที่ความเร็วของอากาศเท่ากัน

คุณค่าทางความร้อนของเถ้าที่ออกจากระบบระบายเถ้าพบว่ามีการลดลงเมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้นกากตะกอนที่อยู่ภายในเบดจะมีการเคลื่อนไหวและผสมกันอย่างรุนแรง ปริมาณอากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้ผิวหน้าของกากตะกอนมีโอกาสสัมผัสกับอากาศได้มากขึ้นทำให้การเผาไหม้เกิดขึ้นได้ดี คุณค่าทางความร้อนของเถ้าจึงมีค่าลดลงและจะมีค่าลดลงมากเมื่ออุณหภูมิของการเผาไหม้สูงขึ้น เพราะที่อุณหภูมิการเผาไหม้สูงขึ้นกากตะกอนจะลุกติดไฟได้ดี และอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คุณค่าทางความร้อนของเถ้าที่ออกจากระบบระบายเถ้ามีค่าต่ำลงสาเหตุเพราะเถ้าที่ออกจากระบบระบายเถ้ามีการเผาไหม้อย่างต่อเนื่องใน

บริเวณเหนือเบต ทำให้ขนาดและคุณค่าทางความร้อนลดลงและจากผลการทดลองที่แสดงให้เห็นในตารางที่ 5.7.1-5.7.3 นั้นพบว่าที่อุณหภูมิของการเผาไหม้คงที่ค่าหนึ่งคุณค่าทางความร้อนของถ่านที่ออกจากระบบระบายถ่านจะมีค่าลดลงเมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเพิ่มความเร็วของอากาศให้มากขึ้นจะทำให้อุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากคอลัมน์มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิของเบต เมื่ออุณหภูมิของเบตมีค่าสูงขึ้นจะทำให้ถ่านที่ลอยอยู่บริเวณเหนือเบตเกิดการไหม้ได้ดีขึ้น คุณค่าทางความร้อนจึงลดลงในขณะที่เพิ่มความเร็วของอากาศ

แต่อย่างไรก็ตามคุณค่าทางความร้อนของถ่านที่ออกจากระบบระบายถ่านมีค่าลดลงไม่มากนักทั้งนี้เป็นเพราะระยะเวลาที่ถ่านเกิดการเผาไหม้ในช่วงเหนือเบตอาจจะสั้นเกินไป การเพิ่มความสูงของคอลัมน์ช่วงเหนือเบตจะทำให้ถ่านที่หลุดลอยออกไปมีระยะเวลาในการเผาไหม้นานขึ้น ทำให้คุณค่าทางความร้อนลดลงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการเผาไหม้

ถ่านที่ออกจากระบบระบายถ่านเมื่อคำนวณออกมาเป็นอัตราส่วนร้อยละของกากตะกอนที่ป้อนเข้าคอลัมน์แล้วพบว่ามียู่ประมาณร้อยละ 3-4 ซึ่งต่ำกว่าอัตราส่วนร้อยละของถ่านที่มีอยู่ในกากตะกอนจริงๆคือมียู่ประมาณร้อยละ 11 เนื่องจากมีถ่านบางส่วนสะสมอยู่ภายในคอลัมน์และบางส่วนก็หลุดออกจากระบบระบายถ่านไปพร้อมกับก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้

6.4 การศึกษาอัตราการไหลของอากาศ

จะเห็นว่าที่อุณหภูมิของการเผาไหม้ค่าหนึ่ง เมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศหรืออัตราการไหลของอากาศจะทำให้ประสิทธิภาพของการเผาไหม้เพิ่มขึ้นจากผลการทดลองที่ได้นำมาเขียนกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 6.4.1 จะสังเกตเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิของการเผาไหม้สูงขึ้นประสิทธิภาพของการเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วของอากาศเท่ากัน ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกากตะกอนจะเผาไหม้ได้ดี การใช้ความเร็วของอากาศที่สูงขึ้นทำให้กากตะกอนเผาไหม้ได้ดีขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะอากาศมีโอกาสสัมผัสกับคาร์บอนที่ผิวของกากตะกอนได้มากขึ้น ทำให้ปฏิกิริยาการเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.5 การศึกษาอุณหภูมิ

จากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการป้อนอากาศตะกอนมีผลทำให้ความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้นด้วยเพื่อที่จะรักษาอัตราส่วนระหว่างความเร็วของอากาศและความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไดเซชันทำให้อุณหภูมิภายในเบดเพิ่มขึ้นด้วยเมื่ออุณหภูมิภายในเบดเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงขึ้นตามลำดับและจากผลการทดลองจะพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นและจะสังเกตเห็นได้ว่าอัตราส่วนร้อยละของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าต่ำสาเหตุเพราะว่าคาร์บอนมอนอกไซด์บางส่วนจะเข้าทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

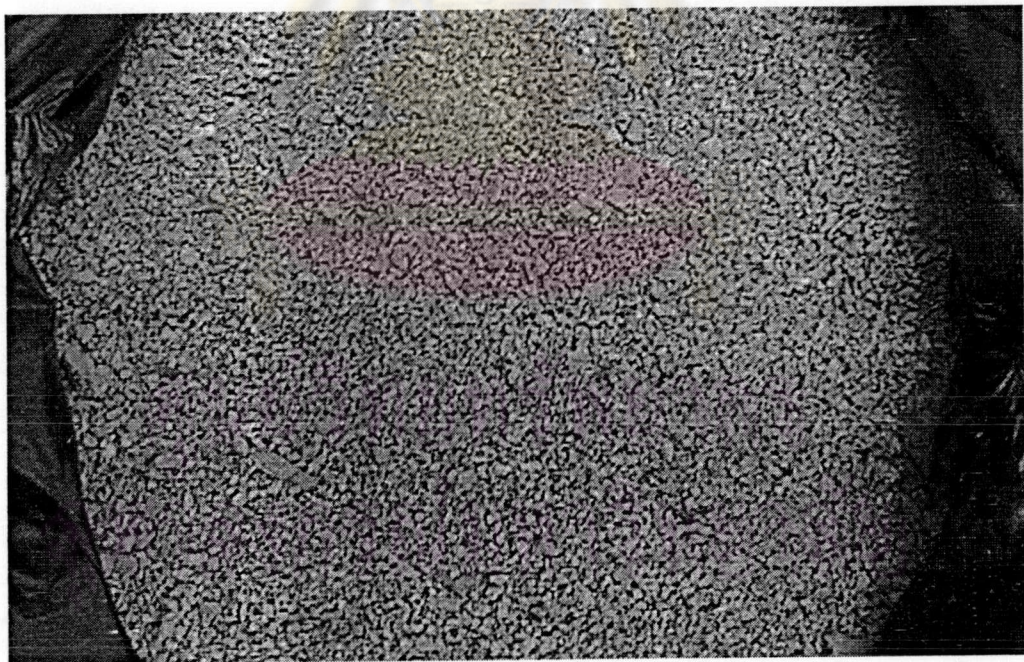
6.6 การศึกษาประสิทธิภาพการเผาไหม้

จากการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิของการเผาไหม้คงที่ค่าหนึ่งประสิทธิภาพของการเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการป้อนอากาศเพิ่มมากขึ้นตามลำดับและที่อุณหภูมิการเผาไหม้ที่มีค่าสูงประสิทธิภาพการเผาไหม้จะมีค่าสูงกว่าการเผาไหม้ที่อุณหภูมิมิต่ำ เมื่อความเร็วของอากาศเท่ากัน เพราะเมื่ออัตราการป้อนอากาศมากขึ้นทรายที่ใช้เป็นเบดจะเคลื่อนที่อย่างรุนแรงทำให้ก๊าซออกซิเจนมีโอกาสสัมผัสกับผิวของกากตะกอนเพื่อทำปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าอัตราการป้อนอากาศมากเกินไป อาจจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้มีค่าลดลง เพราะจะทำให้เกิดช่องว่างภายในเบด ทำให้การสัมผัสกันระหว่างอนุภาคลดลง

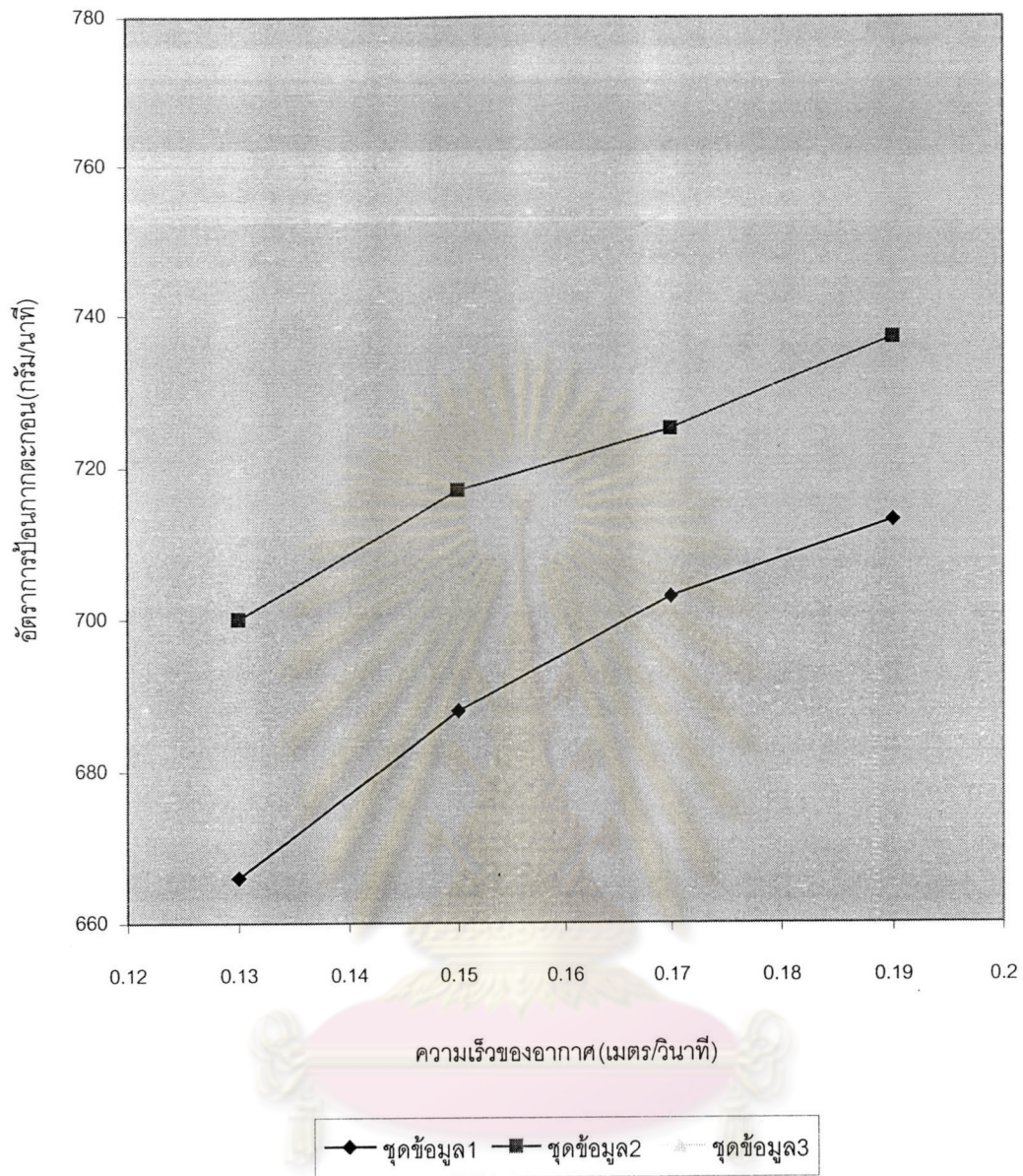
จากรูปที่ 6.4.1 จะเห็นว่าอัตราส่วนร้อยละของประสิทธิภาพของการเผาไหม้เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศหรืออัตราส่วนร้อยละของปริมาณอากาศที่มากเกินไปเพิ่มขึ้น เพราะปริมาณอากาศที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้ดี ประสิทธิภาพของการเผาไหม้จึงเพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิของการเผาไหม้สูงๆ ประสิทธิภาพของการเผาไหม้จะสูงกว่าขณะที่อุณหภูมิต่ำกว่า เมื่ออัตราส่วนร้อยละของปริมาณอากาศที่มากเกินไปมีค่าเท่ากัน เพราะที่อุณหภูมิสูงการเผาไหม้ยอมเกิดขึ้นได้ดี



รูปที่ 6.1.1 กากตะกอนที่เกิดจากกระบวนการผลิตกระดาษ



รูปที่ 6.1.2 กากตะกอนที่ผ่านการอบและทำการบดเรียบร้อยแล้ว

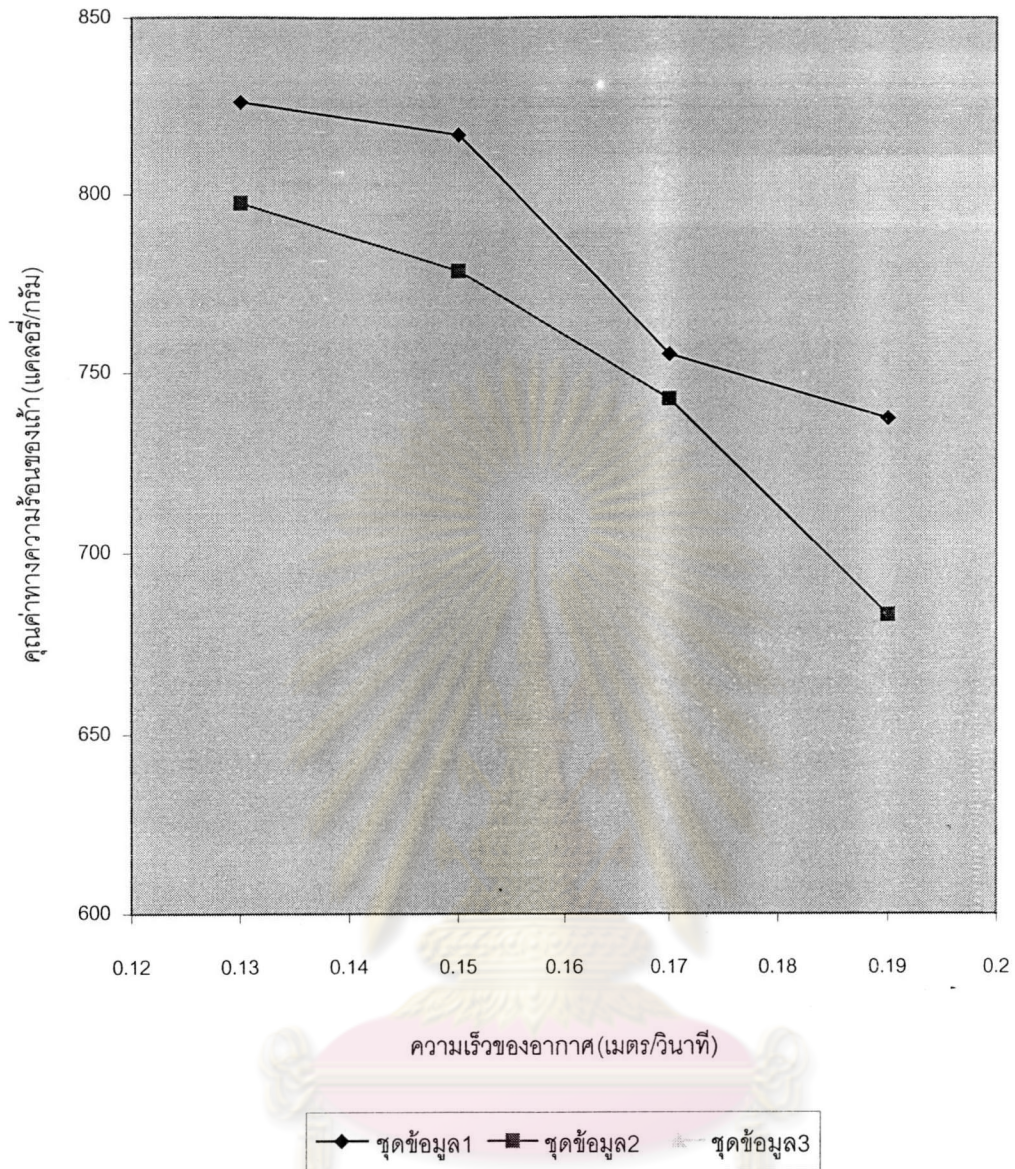


ข้อมูลชุดที่ 1 ที่อุณหภูมิ 850 ± 10 °C

ข้อมูลชุดที่ 2 ที่อุณหภูมิ 900 ± 10 °C

ข้อมูลชุดที่ 3 ที่อุณหภูมิ 950 ± 10 °C

รูปที่ 6.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศกับอัตราการบินภาคตะกอน

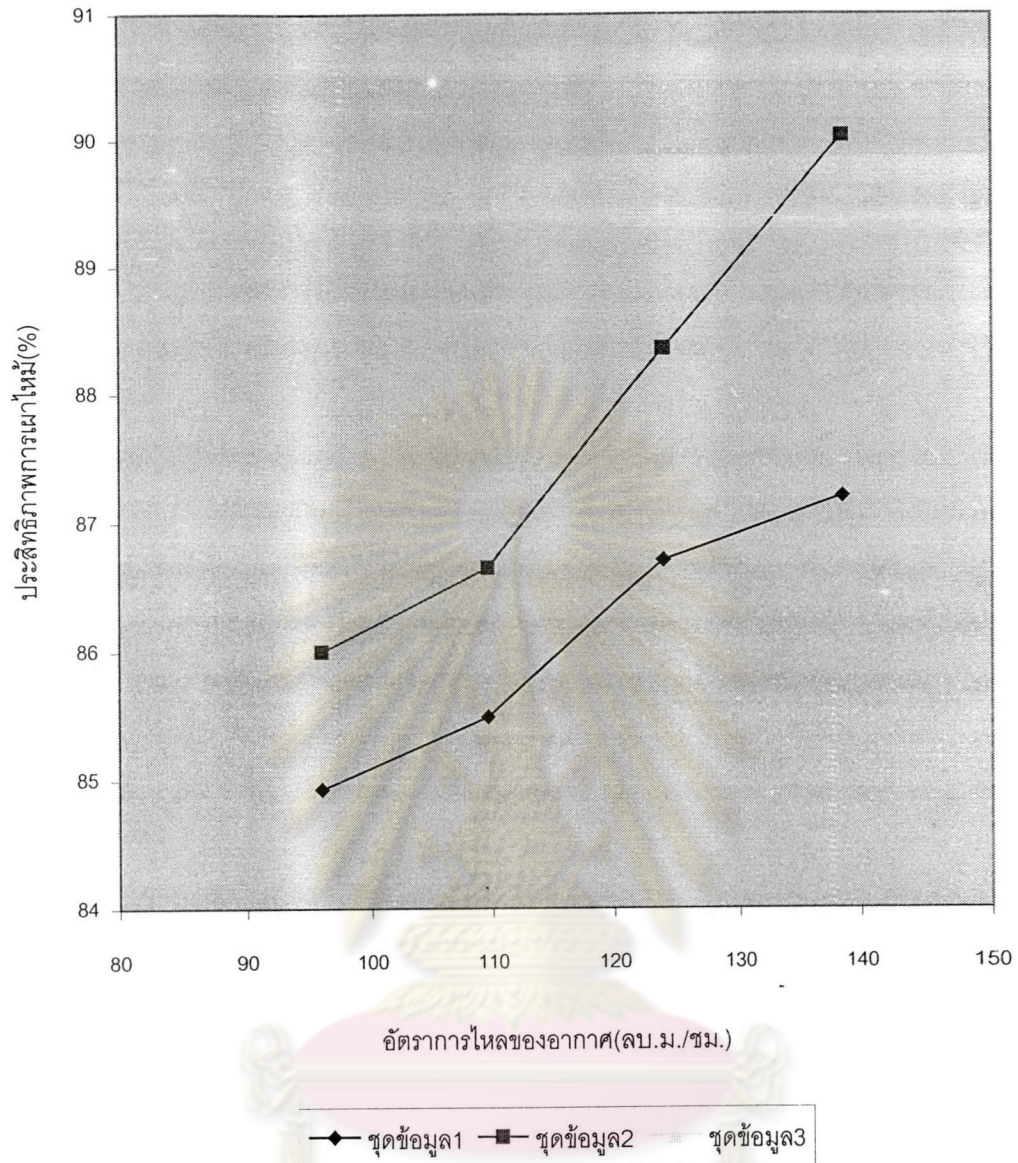


ข้อมูลชุดที่ 1 ที่อุณหภูมิ 850 ± 10 °C

ข้อมูลชุดที่ 2 ที่อุณหภูมิ 900 ± 10 °C

ข้อมูลชุดที่ 3 ที่อุณหภูมิ 950 ± 10 °C

รูปที่ 6.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศกับค่าความสูญเสียความร้อนของเตา



ข้อมูลชุดที่ 1 ที่อุณหภูมิ 850 ± 10 °C

ข้อมูลชุดที่ 2 ที่อุณหภูมิ 900 ± 10 °C

ข้อมูลชุดที่ 3 ที่อุณหภูมิ 950 ± 10 °C

รูปที่ 6.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของอากาศกับประสิทธิภาพการเผาไหม้