

อิทธิพลของขนาดอนุภาคของถ่านชีวมวล ที่มีต่อการเผาไหม้*

ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์¹⁾ เจริญ ตุ่มงาม²⁾ และศักดิ์สิทธิ์ คตสังหาร²⁾

¹⁾ อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

²⁾ นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

บทคัดย่อ

การนำไม้มาใช้เป็นเชื้อเพลิงก่อให้เกิดปัญหาทรัพยากรป่าไม้ถูกทำลาย และปัญหาควันเขม่าที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ก่อให้เกิดความสกปรกแก่ภาชนะหุงต้มและอาคารบ้านเรือน ดังนั้นจึงมีการนำวัสดุชีวมวล 4 ชนิด คือ ชานอ้อย ฟางข้าว แกลบ และผักตบชวา มาผลิตถ่านเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนฟืนและถ่านไม้ โดยศึกษาการลดขนาดอนุภาคของถ่านเพื่อเพิ่มอุณหภูมิที่ปล่องไอเสีย นอกจากนี้ถ่านหลังการอัดรีดจะนำไปทดสอบหาระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นเถ้า ความหนาแน่น ความแข็งแรง อุณหภูมิที่ปล่องไอเสีย และปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อขนาดอนุภาคเล็กลงทำให้ความหนาแน่นและความแข็งแรงของถ่านมีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับการทดสอบการเผาไหม้ของถ่านทั้ง 4 ชนิด พบว่า เมื่อกำหนดให้อัตราส่วนถ่านต่อตัวประสานต่อน้ำที่ใช้ในการอัดรีดคงที่ อุณหภูมิที่ปล่องไอเสีย ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นเถ้าจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาคและชนิดของถ่าน นอกจากนี้ถ่านฟางข้าวและชานอ้อยที่ทุก ๆ ขนาดอนุภาคยังให้อุณหภูมิที่ปล่องไอเสียสูงกว่าถ่านไม้มะขามที่วางขายตามท้องตลาด

คำสำคัญ: การเผาไหม้ ขนาดอนุภาค ความแข็งแรง ชีวมวล

* รั้งต้นฉบับเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2547 และได้รับความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิเมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม 2547

Influence of particle size of biomass coal on the combustion *

Songchai Wiriyampaiwong ¹⁾ Chareon Tumngam ²⁾ Saksit Kodsunghan ³⁾

¹⁾ Lecturer, Faculty of Engineering, Mahasarakham University

^{2),3)} Graduated student, Faculty of Engineering, Mahasarakham University

Abstract

Wood fuel is an application, causes the reduction of wood resource. Smoke emission from combustion of wood usually make the dirty pot and residence, therefore, four kinds of biomass materials i.e. bagasse, rice straw, rice husk and water hyacinth that used for producing the coal replaces the wood coal. The influence of particle size of coal is investigated for increasing the flue gas temperature. In addition, coals after extrusion are tested for burning time, density, compressive strength, flue gas temperature and the amount of carbonmonoxide gas. The experimental results was shown that the smaller particle size affect the higher density and compressive strength. For combustion test of four kinds of coal, it revealed that, flue gas temperature, amount of carbon monoxide gas and burning time are different when the ratios of coal to binder to water for extrusion is constant, depended on the particle size and the kind of coal. In addition, rice straw and bagasse coal provide the flue gas temperature higher than makham wood coal that retail in the general market.

Keywords: combustion, compressive strength, biomass, particle size

บทนำ

ประเทศไทยมีความต้องการพลังงานเป็นอย่างมาก เพื่อใช้ในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและทางด้านอุตสาหกรรม พลังงานความร้อนเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมและครัวเรือน และพลังงานความร้อนส่วนใหญ่ที่ใช้ได้มาจากน้ำมันดิบ ซึ่งต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ประกอบกับสถานะเศรษฐกิจในปัจจุบันราคาน้ำมันสูงขึ้นกว่าในอดีตมาก ทำให้การใช้ถ่านและฟืนยังมีความจำเป็นในเขตชนบทเพราะประชากรส่วนใหญ่ยังมีรายได้น้อย แต่การนำไม้มาเป็นเชื้อเพลิงเป็นการทำลายทรัพยากรป่าไม้ให้ลดน้อยลงและปัญหาควันเขม่าที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ทำให้เกิดความสกปรกแก่ภาชนะหุงต้มและอาคารบ้านเรือน นอกจากนี้ยังเป็นอุปสรรคต่อการขนส่ง เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักมาก การนำเศษวัสดุชีวมวลที่เหลือใช้จากการทำเกษตรกรรม อาทิ เช่น แกลบ ชานอ้อย โสน ฟางข้าว มาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนฟืนและถ่านไม้ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในเขตชนบทและไม่ส่งผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศ มิ่งงานวิจัยที่มุ่งเน้นการผลิตถ่านจากชีวมวลโดยใช้มันสำปะหลังสดละเอียดบดเป็นตัวประสานด้วยการอัดรีด เช่น การผลิตถ่านจากแกลบ (ณัฐริธา และสุนันต์ 2545) ฟางข้าว (จิตติพงษ์ และวิบูลย์ 2545) ดันมันสำปะหลัง (รุ่งฤดี และอรอุมา 2546) กะลามะพร้าว (วรวิทย์ และวันวิภา 2545) ชังข้าวโพด (ทัศนีย์ และหทัยทิพย์ 2545) เป็นต้น

* Receive manual script on July 2, 2004 and approval from Reader on July 9, 2004

ឧបនាយករដ្ឋមន្ត្រី

1. เตาเผาหินปูน
การนำหินปูนมาเผา 200 ลิตร มาเจาะเป็นช่องวางกลบดินให้มิดในหลุมดินเผาชั้นบน ยึดกลาง 30 เซนติเมตร ส่วนด้านล่างของถังทำการเจาะรู 15-20 รู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 เซนติเมตร เพื่อช่วยให้อากาศเข้าไปได้ทั่วทั้งหลุมดินเผาชั้นบน
2. การเตรียมวัสดุตั้งก่อนนำไปอัดเป็นแท่ง
นำวัสดุทั้ง 4 ชนิด คือ แกลบ ฟางข้าว ขาน้อย และขี้เถ้า มาผสมและแบ่งเป็น 4 ส่วนตามน้ำหนักและชั่งตวงวัดส่วนในการผสมดินเผา จากนั้นนำดินเผาที่ผสมแล้วและดินเผาที่สับละเอียดมาผสมเข้าด้วยกัน แล้วจากนั้นนำผงดินเผาที่ใส่จากถังดินเผาไปใส่และแยกขนาดเข้าด้วยตะแกรงร่อนขนาด 421, 422) ในอัตรา 150-600 กรัม และอีก 150 กรัม โดยรวม 600-850 กรัม
3. การเตรียมการอัดตัวและตากแห้ง
นำดินเผาและส่วนผสมที่ได้จากการร่อนขนาดของตะแกรงขนาด 150-600 กรัม ไปอัดเป็นแท่งตามขนาดที่ต้องการ (รูปที่ 1) จำนวนความยาวของไม้ที่ใช้ทำแท่งยาวตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร



รูปที่ 1 เครื่องอัดรีดแบบสกรู

4. วิธีการทดสอบ

4.1 ความชื้น

ความชื้นในผงถ่านที่บดละเอียดแล้วสามารถหาได้โดยการให้ความร้อนในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

4.2 ความหนาแน่นของแท่งถ่าน

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก วงใน และความยาวของแท่งถ่านก่อน แล้วชั่งมวลของแท่งถ่าน จากนั้นนำค่าที่วัดได้ไปคำนวณหาปริมาตรแท่งถ่าน และความหนาแน่น ดังสมการที่ 1

$$\text{ความหนาแน่น} = \text{มวล} / \text{ปริมาตร} \quad (1)$$

4.3 ความแข็งแรงของแท่งถ่าน

ความแข็งแรงของแท่งถ่านหาได้จากความเค้นสูงสุด (Compressive Strength) ที่ใช้ในการกดแท่งถ่านจนกระทั่งแรงกดลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน หรือเมื่อมีค่าความเครียดเกิน 20 % ให้หยุดการทดลอง เครื่องทดสอบแรงกดสำหรับงานวิจัยนี้ดัดแปลงจากการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 2166-85 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

4.4 อุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียและปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์

นำถ่านที่เตรียมไว้ 3 แท่ง ที่มีความยาวแต่ละ 10 เซนติเมตรไปติดไฟ แล้วนำถ่านที่ติดไฟมาใส่ในเตาทดสอบที่มีปล่อยไอเสียสำหรับวัดอุณหภูมิที่ปล่อยไอเสีย และปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ด้วยเครื่องวัดไอเสีย (Fyrite Pro Analyzer) ยี่ห้อ BACHARACH

4.5 ระยะเวลาในการเผาไหม้จนเป็นถ้ำ

ระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นถ้ำ คือ ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มติดไฟจนกระทั่งถ่านเผาไหม้หมดจนเหลือแต่ถ้ำ

[illegible]

ព្រះបាទសីហមុនី ព្រះបាទសីហមុនី ព្រះបាទសីហមុនី ព្រះបាទសីហមុនី ព្រះបាទសីហមុនី

ชนิดของบ้าน	ค่าเฉลี่ยราคาต่อตารางเมตร (บาท)	ค่าเฉลี่ยราคาต่อตารางเมตร (บาท)
บ้านเดี่ยว	5.18 %	4.92 %
ทาวน์โฮม	4.46 %	4.27 %
บ้านแฝด	4.09 %	3.93 %
บ้านยกพื้น	3.92 %	3.77 %

ငါတို့အားလုံးအတွက်

ทุกๆ ขนาดอนุภาคของถ่านแต่ละชนิดใช้อัตราส่วนเดียวกันเนื่องจากการศึกษาอิทธิพลของขนาดอนุภาค จำเป็นต้องกำหนดอัตราส่วนนี้ให้มีค่าคงที่ มิฉะนั้นจะไม่สามารถเปรียบเทียบอิทธิพลของแต่ละขนาดอนุภาคได้ แต่อัตราส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของถ่าน

อิทธิพลของขนาดอนุภาคของถ่านที่มีต่อระยะเวลาในการเผาไหม้จนเป็นเถ้า

จากตารางที่ 3 อิทธิพลของขนาดอนุภาคของถ่านที่มีต่อระยะเวลาในการเผาไหม้จนเป็นเถ้าของถ่านชานอ้อย พบว่า ระยะเวลาการเผาไหม้ของถ่านชานอ้อยจนเป็นเถ้าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคของถ่านชานอ้อยเล็กลง ตั้งแต่ ขนาดใหญ่กว่า 850 ไมโครเมตร ขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 600-850 ไมโครเมตร ขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 150-600 ไมโครเมตร และขนาดอนุภาคเล็กกว่า 150 ไมโครเมตร ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองของถ่านฟางข้าว พบว่าระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นเถ้าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคเล็กลงเหมือนกับถ่านชานอ้อย เนื่องจากอนุภาคผงถ่านที่มีขนาดเล็กสามารถถูดเป็นแท่งได้ในปริมาณที่มากกว่าอนุภาคผงถ่านขนาดใหญ่ หากเปรียบเทียบกันโดยกำหนดให้ปริมาตรของแท่งถ่านคงที่ ถ่านที่ผลิตจากผงถ่านขนาดเล็กย่อมมีมวลของผงถ่านมากกว่าถ่านที่ผลิตจากผงถ่านขนาดใหญ่ หรือมีมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (ความหนาแน่น) ของ แท่งถ่านสูงกว่านั่นเอง (ดูตารางที่ 4 ประกอบ) ทำให้ระยะเวลาการเผาไหม้ยาวนานขึ้น แต่สำหรับผลการทดลองของถ่านแกลบ พบว่าถ่านแกลบที่มีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 600-850 ไมโครเมตร ให้ระยะเวลาในการเผาไหม้นานที่สุด รองลงมา คือ ขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 150-600 ไมโครเมตรขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 850 ไมโครเมตร และขนาดอนุภาคเล็กกว่า 150 ไมโครเมตร ตามลำดับ เมื่อขนาดอนุภาคของถ่านแกลบใหญ่กว่าหรือเล็กกว่า 600-850 ไมโครเมตร ความหนาแน่นของแท่งถ่านแกลบอาจจะน้อยหรือมากเกินไป ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเผาไหม้ เนื่องจากถ่านแกลบค่อนข้างติดไฟได้

ชนิดของถ่าน	ขนาดอนุภาคของถ่าน (ไมโครเมตร)	ระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้จน เป็นเถ้า (ชั่วโมง)
ถ่านชานอ้อย	ขนาด > 850	1.30
	850 > ขนาด > 600	1.35
	600 > ขนาด > 150	1.50
	ขนาด < 150	2.30 *
ถ่านฟางข้าว	ขนาด > 850	1.25
	850 > ขนาด > 600	1.30
	600 > ขนาด > 150	1.35
	ขนาด < 150	2.13 *

ถ่านแกลบ	ขนาด > 850	1.40
	850 > ขนาด > 600	2.00 *
	600 > ขนาด > 150	1.50
	ขนาด < 150	1.10
ถ่านผักตบชวา	ขนาด > 850	1.30
	850 > ขนาด > 600	1.25
	600 > ขนาด > 150	1.20
	ขนาด < 150	1.10
ถ่านไม้มะขาม	-	1.55

ตารางที่ 3 อิทธิพลของขนาดอนุภาคของถ่านที่มีต่อระยะเวลาในการเผาไหม้จนเป็นเถ้าของถ่านแต่ละชนิด

หมายเหตุ * มีระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้จนเป็นเถ้ามากกว่าถ่านไม้มะขามในท้องตลาดยากและมีสารประกอบจำพวก Amorphous ซึ่งเป็นสารประกอบที่ไม่เผาไหม้หลงเหลืออยู่ในเถ้าในปริมาณสูงมากกว่าถ่านชนิดอื่นๆในทางตรงกันข้ามถ่านชานอ้อยและถ่านฟางข้าวเป็นถ่านที่ติดไฟได้ง่าย ปฏิบัติการเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นเมื่อขนาดอนุภาคถ่านเล็กลงทำให้ความหนาแน่นของแท่งถ่านเพิ่มขึ้นและระยะเวลาการเผาไหม้ยาวนานกว่า

สำหรับผลการทดลองของถ่านผักตบชวาพบว่าขนาดอนุภาคของถ่านมีผลต่อระยะเวลาในการเผาไหม้น้อยมาก เนื่องจากความหนาแน่นในตารางที่ 4 ของถ่านผักตบชวามีค่าไม่แตกต่างกันนัก หากเปรียบเทียบที่ปริมาตรเท่ากัน แสดงว่ามวลของถ่านผักตบชวาที่อัดรีดเป็นแท่งแล้วมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นขนาดอนุภาคยิ่งเล็กลงยิ่งมีผลทำให้ระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นเถ้าสั้นลง เพราะพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศมากกว่าและติดไฟได้ง่ายกว่า

หากเปรียบเทียบระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นเถ้ากับถ่านไม้ที่มีขายตามท้องตลาด (ถ่านไม้มะขาม) พบว่าที่ขนาดอนุภาคที่ดีที่สุดของถ่านแต่ละชนิด มีระยะเวลาในการเผาไหม้จนเป็นเถ้ามากกว่าถ่านไม้มะขาม ยกเว้นถ่านผักตบชวา เนื่องจากผักตบชวาเป็นวัชพืชที่มีองค์ประกอบสำคัญต่อการเผาไหม้อย่างคาร์บอนค่อนข้างต่ำ

อิทธิพลของขนาดอนุภาคของถ่านที่มีต่อความหนาแน่น

จากตารางที่ 4 พบว่าถ่านทุกชนิดเมื่อมีขนาดอนุภาคเล็กลง ทำให้ความหนาแน่นของถ่านเพิ่มขึ้น เพราะว่าเมื่อผงถ่านมีขนาดอนุภาคเล็กลงจะทำให้ช่องว่างระหว่างอนุภาคของผงถ่านน้อยลงและที่ปริมาตรเดียวกัน ผงถ่านที่มีขนาดเล็กสามารถอัดเป็นแท่งได้ในปริมาณที่มากกว่าอนุภาคผงถ่านขนาดใหญ่ ดังนั้นมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรหรือความหนาแน่นจึงเพิ่มขึ้น

อิทธิพลของขนาดอนุภาคของถ่านที่มีต่อความแข็งแรงของแท่งถ่าน

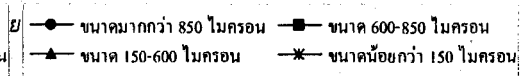
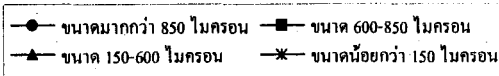
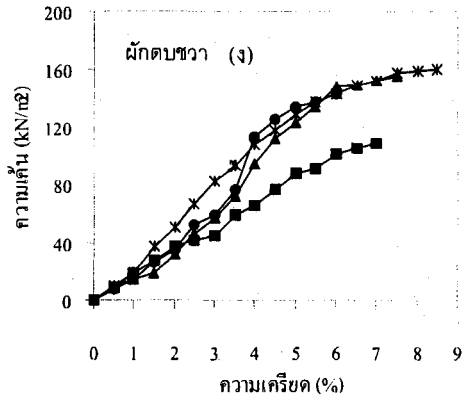
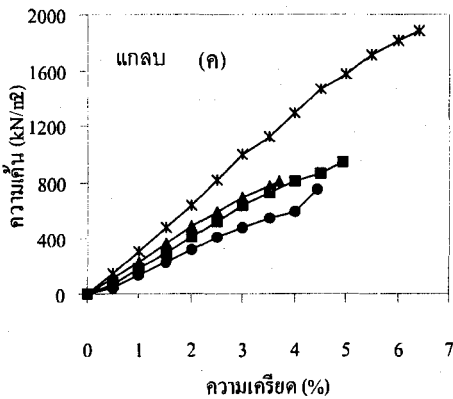
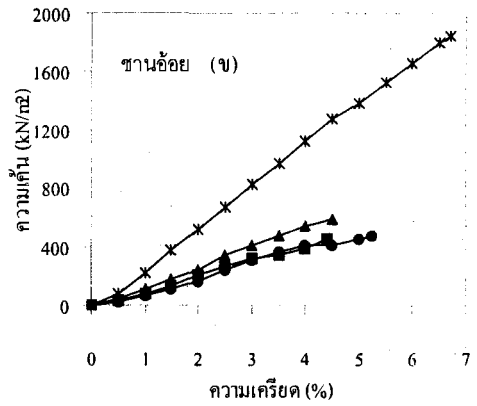
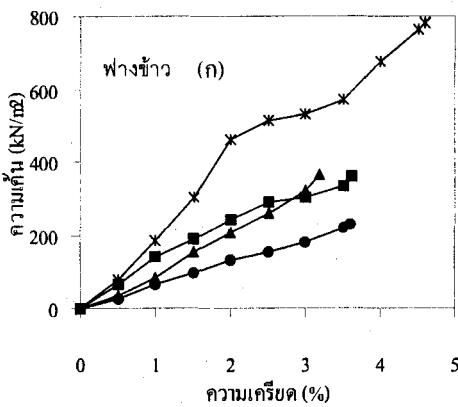
จากผลการทดลอง พบว่าถ่านทุกชนิดเมื่อมีขนาดอนุภาคของถ่านเล็กลง ทำให้ความแข็งแรงของแท่งถ่านหรือค่าความเค้นสูงสุดเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์ความเครียดเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 2 (ก)-(ง) ผลการทดลองนี้สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อขนาดอนุภาคเล็กลง ช่องว่างระหว่างอนุภาคของถ่านน้อยลงความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ทำให้แท่งถ่านสามารถรับแรงกดได้มากขึ้นและมีระยะการยุบตัวเพิ่มขึ้น

ในกรณีถ่านผักตบชวาและถ่านฟางข้าวให้ค่าความเค้นสูงสุดหรือความแข็งแรงแตกต่างจากถ่านขาน้อย และถ่านแกลบอย่างชัดเจน จากการสังเกตการณ์พบว่า อนุภาคถ่านขาน้อยและแกลบมีลักษณะผิวหยาบกว่าอนุภาคถ่านผักตบชวาและฟางข้าว การยึดเกาะกันระหว่างอนุภาคถ่านและตัวประสานดีกว่า ทำให้ความแข็งแรงสูงกว่าอย่างชัดเจน

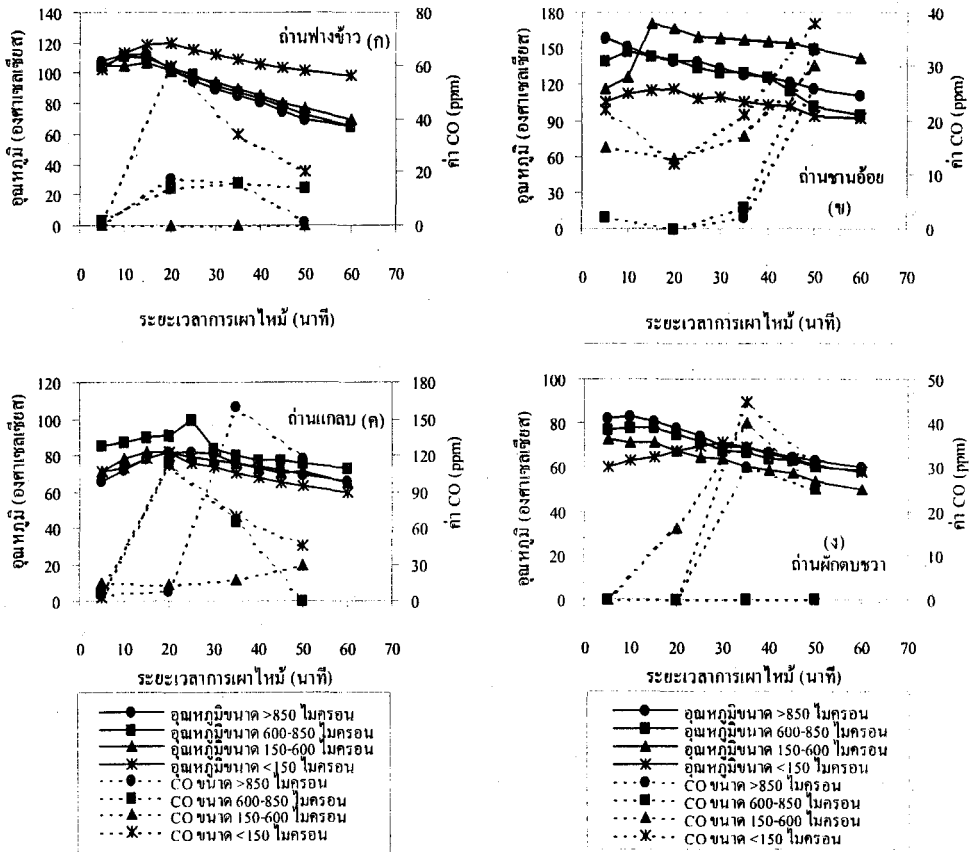
ชนิดของถ่าน	ขนาดอนุภาคของถ่าน (ไมโครเมตร)	ความหนาแน่นของแท่งถ่าน (g / cm ³)
ถ่านของฟางข้าว	ขนาด > 850	0.546
	600 < ขนาด < 850	0.563
	150 < ขนาด < 600	0.614
	ขนาด < 150	0.723
ถ่านของขาน้อย	ขนาด > 850	0.612
	600 < ขนาด < 850	0.631
	150 < ขนาด < 600	0.650
	ขนาด < 150	0.872
ถ่านของแกลบ	ขนาด > 850	0.768
	600 < ขนาด < 850	0.830
	150 < ขนาด < 600	1.031
	ขนาด < 150	1.090

ถ่านของผักตบชวา	ขนาด > 850	0.621
	600 < ขนาด < 850	0.647
	150 < ขนาด < 600	0.657
	ขนาด < 150	0.680

ตารางที่ 4 ความหนาแน่นของถ่านแต่ละชนิดที่ขนาดอนุภาคของถ่านแตกต่างกัน



อิทธิพลของขนาดอนุภาคของถ่านที่มีต่ออุณหภูมิและแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์จากการเผาไหม้ จากรูปที่ 3 (ก) อุณหภูมิที่ปล่องไอเสียของถ่านฟางข้าวจะสูงขึ้นเมื่อขนาดของอนุภาคถ่านเล็กลง โดยอุณหภูมิที่ปล่องไอเสียของถ่านฟางข้าวที่มีขนาดเล็กกว่า 150 ไมโครเมตร ให้อุณหภูมิเฉลี่ยของการเผาไหม้สูงที่สุด ขนาดอนุภาคของถ่านฟางข้าวมีผลทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างมาก เนื่องจากขนาดอนุภาคที่เล็กลงทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศระหว่างการเผาไหม้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิที่ปล่องไอเสียมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 15-20 นาทีแรกของการเผาไหม้และลดลงอย่างช้าๆ ตั้งแต่ นาทีที่ 20 เป็นต้นไป เนื่องจากช่วงแรกมีการลามของไฟจึงทำให้อุณหภูมิของถ่านเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นอุณหภูมิจะลดลงอย่างช้า ๆ ตามปริมาณของเชื้อเพลิงที่ลดลง สำหรับผลการทดลองการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ พบว่า ถ่านฟางข้าวที่มีขนาดอนุภาคระหว่าง 150-600 ไมโครเมตร เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ เพราะไม่มีการปลดปล่อยแก๊สออกมาเลย และถ่านที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 600 ไมโครเมตร จะเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ขึ้นในปริมาณไม่มาก (น้อยกว่า 20 ppm) ในขณะที่ถ่านที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 150 ไมโครเมตร มีปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดขึ้นค่อนข้างมาก เนื่องจากความหนาแน่นของถ่านมาก ทำให้ระยะเวลาในการลามติดไฟยาวนานขึ้น ระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นถ้ำจึงเพิ่มขึ้น แม้อุณหภูมิที่ปล่องไอเสียจะสูงที่สุดแต่การเผาไหม้เกิดไม่สมบูรณ์

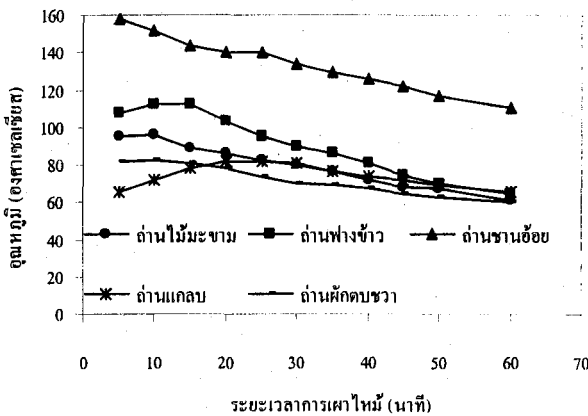


รูปที่ 3 อิทธิพลของขนาดอนุภาคถ่านที่มีต่ออุณหภูมิและแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์จากการเผาไหม้

จากรูปที่ 3 (ข) พบว่า อุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียของถ่านชานอ้อยที่มีขนาดอนุภาคระหว่าง 150-600 ไมโครเมตรให้อุณหภูมิเฉลี่ยการเผาไหม้สูงที่สุด รองลงมาคือ ถ่านชานอ้อยที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 850 ไมโครเมตร ขนาดอนุภาคระหว่าง 600-850 ไมโครเมตร และขนาดอนุภาคเล็กกว่า 150 ไมโครเมตร ตามลำดับ อุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงประมาณ 10-15 นาทีแรกของการเผาไหม้ และจะค่อยๆ ลดลงในช่วงท้ายๆ ของการเผาไหม้เช่นเดียวกับถ่านฟางข้าว ถ่านชานอ้อยที่มีขนาดอนุภาคระหว่าง 150-600 ไมโครเมตร ให้อุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียสูงที่สุด เพราะถ่านชานอ้อยที่มีขนาดอนุภาคอื่น ๆ มีช่องว่างอากาศระหว่างอนุภาคของผงถ่านน้อยเกินไปหรือมากเกินไป (หรืออีกนัยหนึ่งคือ มีความหนาแน่นมากหรือน้อยเกินไป) จึงทำให้อุณหภูมิจากการเผาไหม้ที่ได้ต่ำกว่า แต่ถ่านที่มีความหนาแน่นมากจะทำให้ระยะเวลาในการลามติดไฟยาวนานขึ้น ระยะเวลาในการเผาไหม้จน

ลดลง จากการสังเกตพบว่าที่ขนาดอนุภาคเล็กกว่า 150 ไมโครเมตร มีการลามติดไฟได้ช้ากว่าขนาดอื่น ๆ มาก สำหรับปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดขึ้นพบว่า แนวโน้มของการเกิดแก๊สเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียค่อนข้างต่ำจึงทำให้เป็นการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ แต่ปริมาณแก๊สจะลดลงในช่วงนาที่ที่ 40 เนื่องจากช่วงเวลานี้ถ่านไถลจะกลายเป็นเถ้าหมดและมีปริมาณเชื้อเพลิงที่เหลืออยู่น้อย อย่างไรก็ตาม ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดขึ้นอยู่ในเกณฑ์ไม่สูง (น้อยกว่า 50 ppm)

เมื่อนำอุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียที่ได้จากถ่านทั้ง 4 ชนิด ที่ขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 850 ไมโครเมตร มาเปรียบเทียบกับถ่านไม้ที่วางขายตามท้องตลาด (ถ่านไม้มะขาม) ดังรูปที่ 4 พบว่า ถ่านขาน้อยและฟางข้าวให้อุณหภูมิเฉลี่ยของการเผาไหม้สูงกว่าถ่านไม้มะขาม เนื่องจากขาน้อยและฟางข้าวมีค่าพลังงานความร้อนค่อนข้างสูง แต่ถ่านแกลบและถ่านผักตบชวามีค่าพลังงานความร้อนต่ำจึงทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของการเผาไหม้ต่ำกว่าถ่านไม้มะขาม และเมื่อทำการทดสอบถ่านทั้ง 4 ชนิด ที่ขนาดอนุภาคอื่นพบว่า ผลการทดลองที่ได้มีแนวโน้มเดียวกัน



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียของถ่านทั้ง 4 ชนิด ที่ขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 850 ไมโครเมตร กับ ถ่านไม้ที่วางขายตามท้องตลาด (ถ่านไม้มะขาม)

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองของถ่านทั้ง 4 ชนิด สรุปได้ว่า ขนาดอนุภาคของถ่านที่นำมาอัดรีดเป็นแท่ง มีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพของแท่งถ่าน อาทิเช่น ความหนาแน่นและความแข็งแรง เมื่อขนาดอนุภาคเล็กลงทำให้สมบัติทางกายภาพเหล่านี้มีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับผลการทดสอบการเผาไหม้ของถ่านทั้ง 4 ชนิดพบว่าขนาดอนุภาคของถ่านมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียและปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของถ่าน ถ่านชานอ้อยและฟางข้าวมีระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นถ่านแปรผกผันกับขนาดอนุภาค ส่วนถ่านผักตบชวามีระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นถ่านแปรผันโดยตรงกับขนาดอนุภาค เนื่องจากความหนาแน่นของถ่านผักตบชวาใกล้เคียงกันทุก ๆ ขนาด สำหรับถ่านกลบมีระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นถ่านแปรผันโดยตรงกับขนาดอนุภาคเช่นเดียวกัน แต่เมื่ออนุภาคมีขนาดใหญ่เกินค่า ๆ หนึ่งจะทำให้ระยะเวลาการเผาไหม้จนเป็นถ่านสั้นลง เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียระหว่างถ่านชีวมวลทั้ง 4 ชนิดกับถ่านไม้มะขามซึ่งเป็นถ่านไม้ที่วางขายตามท้องตลาด พบว่าถ่านฟางข้าวและถ่านชานอ้อยเท่านั้นที่ให้อุณหภูมิที่ปล่อยไอเสียสูงกว่าถ่านไม้มะขาม นอกจากนี้อัตราส่วนถ่านต่อตัวประสานต่อน้ำที่ใช้ในการอัดรีดแท่งถ่านทั้ง 4 ชนิด มีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของถ่าน อัตราส่วนนี้ใช้ปริมาณตัวประสานในสัดส่วนที่สูงกว่างานวิจัยอื่น ๆ (ณัฐริรา และสุนัยต์ 2545 จิตติพงษ์ และวิบูลย์ 2545) เนื่องจากเครื่องอัดรีดที่ใช้ค่อนข้างสึกหรอไปมาก ทำให้ต้องใช้ตัวประสานในปริมาณมากในการอัดรีด อย่างไรก็ตามงานวิจัยออกแบบและสร้างเครื่องอัดรีดต้นแบบกำลังอยู่ระหว่างดำเนินการ คาดว่าเครื่องอัดรีดต้นแบบนี้จะใช้ปริมาณตัวประสานลดลงได้ เนื่องจากเครื่องต้นแบบนี้มีกำลังอัดที่สูงกว่าเครื่องอัดรีดที่ใช้ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จิตติพงษ์ ทศวงษ์ และวิบูลย์ อันพิมหา . 2545. การผลิตถ่านชีวมวลจากฟางข้าว. [ปริญญาณิพนธ์]. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ณัฐริรา จิตวาทักดี และสุนัยต์ พรหมวิจิตร. 2545. การผลิตถ่านจากกลบ. [ปริญญาณิพนธ์]. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทัศนีย์ นาหัวหนอง และหทัยทิพย์ นามวงศ์ษา 2545. การผลิตถ่านชีวมวลจากชังข้าวโพด. [ปริญญาณิพนธ์]. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รุ่งฤดี บุญสูง และอรอุมา จูมผา. 2546. การผลิตถ่านชีวมวลจากต้นมันสำปะหลัง. [ปริญญาณิพนธ์]. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วรวิมล สุรินทร์ และวันวิภา หลีกหนองบุ. 2545. การผลิตถ่านชีวมวลจากกะลามะพร้าว. [ปริญญาณิพนธ์]. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- สหชัย แก่นอากาศ และวนิดา เพ็ญสุวรรณ. 2545. กำลังรับแรงอัดคอนกรีตบดลือกผสมเถ้าแกลบ. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8; 23-25 ตุลาคม; โรงแรมโซฟิเทล ราชา ออคิด จังหวัดขอนแก่น
- ASTM Annual Book of ASTM Standards. 1981. **Standard Test Method for Particle Size Analysis of Soils.** ASTM D421, 422.
- ASTM Annual Book of ASTM Standards. 1981. **Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil.** ASTM D2166-85.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้งบประมาณสนับสนุนงานวิจัย