

ผลของแร่ธาตุต่อแก๊สฟิเคชันร่วมของถ่านหินและชีวมวล

นายเอกสิทธิ์ สกกุลการค้า

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเคมีเทคนิค ภาควิชาเคมีเทคนิค

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ISBN : 974-14-3433-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF MINERAL MATTER ON CO-GASIFICATION OF COAL AND BIOMASS

Mr. Ekasit Sakulkarnkar

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Science Program in Chemical Technology

Department of Chemical Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

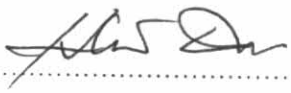
ISBN 974-14-3433-2

Copyright of Chulalongkorn University

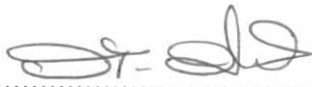
491947

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของแร่ธาตุต่อแกซีพีเคชั่นร่วมของถ่านหินและชีวมวล
โดย	นายเอกสิทธิ์ สกฤตการคำ
สาขาวิชา	เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. ประพันธ์ คูชลธारा
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.เลอสรวง เมฆสุด


คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

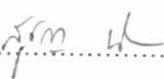
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพรรณ ประศาสน์สารกิจ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.ประพันธ์ คูชลธारा)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.เลอสรวง เมฆสุด)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. พรพจน์ เปี่ยมสมบูรณ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุญา นิตวิฒนานนท์)

เอกสิทธิ์ สกุลการค้า : ผลของแร่ธาตุต่อแก๊สฟิเคชันร่วมของถ่านหินและชีวมวล. (EFFECTS OF MINERAL MATTER ON CO-GASIFICATION OF COAL AND BIOMASS) อ. ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. ประพันธ์ คูชลธารา, อ. ที่ปรึกษาร่วม: รองศาสตราจารย์ ดร. เลอสรวง เมฆสุด จำนวนหน้า 74หน้า. ISBN 974-14-3433-2.

งานวิจัยนี้ ศึกษาผลของแร่ธาตุต่อการแก๊สฟิเคชันร่วมของถ่านหินและชีวมวลประกอบด้วยแคลบและซังข้าวโพด ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ในเครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง โดยจะศึกษาเปรียบเทียบผลของแร่ธาตุที่มีอยู่ต่อการไพโรไลซิส การไพโรไลซิสร่วม การแก๊สฟิเคชัน และการแก๊สฟิเคชันร่วม โดยพิจารณาจากผลของการเปลี่ยนน้ำหนักที่สูญเสีย และผลของอัตราการเปลี่ยนน้ำหนักที่สูญเสียกับอุณหภูมิในกระบวนการไพโรไลซิส และผลของแก๊สผลิตภัณฑ์ที่ได้ กับ สัดส่วนการเปลี่ยนของคาร์บอนเป็นผลิตภัณฑ์แก๊ส ทาร์ และชาร์ พบว่าแร่ธาตุในถ่านหินไม่มีผลต่อการไพโรไลซิสแต่แร่ธาตุในชีวมวลจะมีผลต่อการไพโรไลซิสโดยจะลดอุณหภูมิในการเกิดการไพโรไลซิสประมาณ 40-50 องศาเซลเซียส และการชะแร่ธาตุส่งผลให้อัตราการสลายตัวทางความร้อนสูงขึ้น สำหรับในขั้นตอนการไพโรไลซิสร่วมพบว่าแร่ธาตุในแคลบทำให้อัตราการสลายตัวโดยรวมสูงขึ้นเมื่อผสมกับถ่านหินที่ผ่านการชะแร่ธาตุแล้ว ส่วนแร่ธาตุในชีวมวลพบว่าช่วยลดอุณหภูมิในการไพโรไลซิสมีผลเช่นเดียวกันในกรณีของการไพโรไลซิสชีวมวลเพียงอย่างเดียว อีกทั้งการชะแร่ธาตุยังส่งผลให้อัตราการสูญเสียน้ำหนักสูงขึ้นในการไพโรไลซิสร่วม สำหรับในกระบวนการแก๊สฟิเคชันพบว่า แร่ธาตุในถ่านหินโดยเฉพาะแคลเซียมและเหล็กมีบทบาทเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยเฉพาะปฏิกิริยาออกเตออร์แกสซิฟิ์ ส่งผลให้มีปริมาณแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ส่วนแร่ธาตุในชีวมวลโดยเฉพาะโพแทสเซียมส่งผลต่อการลดการฟอลิเมอไรเซชันทำให้มีปริมาณถ่านชาร์ลดลง สารระเหยหรือน้ำมันทาร์สูงขึ้น

ภาควิชา เคมีเทคนิค ลายมือชื่อนิสิต.....เอกสิทธิ์.....สกุลการค้า.....
 สาขาวิชา เคมีเทคนิค ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4772581923: MAJOR CHEMICAL TECHNOLOGY

KEY WORD: CO-GASIFICATION / MINERAL MATTER / BIOMASS/COAL

EKASIT SAKULKARNKAR : EFFECTS OF MINERAL MATTER ON CO-GASIFICATION OF COAL AND BIOMASS. THESIS ADVISOR : PRAPAN KUCHONTHARA, Ph.D., THESIS COADVISOR : ASSOC.PROF. LURSUANG MEKASUT, Dr. Ing., 74 pp. ISBN 974-14-3433-2.

This work studied the effects of mineral matter on co-gasification of coal and biomass including rice husk and corn cob. The experiments were carried out in a fixed bed reactor at temperature about 800 degree Celsius. The comparative study, consisting of pyrolysis, co-pyrolysis, gasification and co-gasification, was performed. The effects were evaluated considering weight loss, rate of weight loss with temperature in pyrolysis, gas composition and carbon conversion into products (gas, tar, and char). It was found that mineral matter in coal showed an insignificant effects on pyrolysis. In contrast, the mineral matter in biomass decreased peak-temperature of pyrolysis about 40-50 degree Celsius. After demineralization, the rate of weight loss became higher. In the case of co-pyrolysis, mineral matter in rice husk increased the rate of weight loss when mixed with demineral coal. It was observed that mineral matter in both types of biomass after demineralization decreased weight loss and increased rate of weight loss in co-pyrolysis. In gasification, mineral matters in coal, particularly calcium and iron, were found to enhance water-gas shift reaction so that hydrogen and carbondioxide composition became higher. Mineral matter in corn cob, mainly potassium, was likely to inhibit repolymerization, leading to the decrease in char yield and the increase in volatile matter or tar.

Department Chemical Technology
Field of Study Chemical Technology
Academic Year 2006

Student's Signature.....*เอกสิทธิ์ สุขสมรสดี*
Advisor's Signature.....*Prapan Kuchonthara*
Co-advisor's Signature.....*Lursuang Mekasut*

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ประพันธ์ คูชลธाराและรองศาสตราจารย์ ดร. เลอสรวง เมฆสุด ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือในงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเคมีเทคนิค ที่ได้ให้คำแนะนำ

ขอกราบขอบพระคุณบริษัท บ้านปู อินเทอร์เน็ต จำกัด(มหาชน) ที่กรุณาอนุเคราะห์ให้ตัวอย่างถ่านหินเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง ที่กรุณาอนุเคราะห์ให้ตัวอย่างแกลบและซังข้าวโพดเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาช่วยเหลือพร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์

งานวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านเชื้อเพลิง ภายใต้โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศูนย์ปิโตรเลียมและเทคโนโลยีปิโตรเคมี ทุนอุดหนุนโครงการวิจัยหรือค้นคว้าเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ทุนสนับสนุนกลุ่มวิทยานิพนธ์เพื่อการตีพิมพ์เผยแพร่ และกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักนโยบายและแผนพลังงาน ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพรณ ประศาสน์สารกิจ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พรพจน์ เปี่ยมสมบุญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชญา นิตินันท์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณบุคลากรในภาควิชาเคมีเทคนิคทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการงานวิจัยสำเร็จลงด้วยดี ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ในภาควิชาเคมีเทคนิคและผู้อยู่เบื้องหลังทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้การทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ น้อง ที่ได้ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำความช่วยเหลือและให้การสนับสนุนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	5
2.1 ถ่านหิน.....	5
2.2 ซีวมวล.....	9
2.3 การแปรรูปเชื้อเพลิง.....	13
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
บทที่ 3 เครื่องมือและวิธีดำเนินงานวิจัย.....	29
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	29
3.2 สารตั้งต้นและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	31
3.3 วิธีการทดลอง.....	32
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	37
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้.....	37
4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ ของตัวอย่าง.....	37
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแบบประมาณ (Proximate Analysis)...	38
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแบบแยกธาตุ (Ultimate Analysis).....	38
4.2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณพื้นที่ผิวจำเพาะและความพรุนด้วยวิธี N ₂ adsorption/desorption.....	39

4.2.4	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ในตัวอย่าง.....	39
4.2.5	เปรียบเทียบสมบัติของตัวอย่างระหว่างตัวอย่างที่ผ่านการล้าง และไม่ล้างสารอินทรีย์.....	40
4.3	ผลการไพโรไลส์.....	40
4.4	ผลการแกซีฟาย.....	50
บทที่ 5 วิจารณ์ สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ.....		57
5.1	การไพโรไลส์.....	57
5.2	แกซีฟิเคชัน.....	58
5.3	ข้อเสนอแนะ.....	59
รายการอ้างอิง.....		60
ภาคผนวก.....		65
	ภาคผนวก ก.....	66
	ภาคผนวก ข.....	68
	ภาคผนวก ค.....	70
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....		74

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของถ่านหินคักดีต่าง ๆ.....	5
ตารางที่ 2.2 ปฏิกริยาที่เกิดในการแกซีฟายถ่านหิน.....	25
ตารางที่ 4.1 รหัสย่อของตัวอย่างในการทดลองต่าง ๆ.....	37
ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแบบประมาณ.....	38
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแบบแยกธาตุ.....	38
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยวิธี N ₂ adsorption/desorption.....	39
ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอนินทรีย์ในตัวอย่างด้วยวิธี XRF.....	39

สารบัญญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ลักษณะทางโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลถ่านหิน.....	7
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างกลุ่มโมเลกุลจากการสลายตัวของถ่านหินเมื่อได้รับความร้อน.....	8
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของเซลลูโลส.....	10
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของเฮมิเซลลูโลส.....	11
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของลิกนิน.....	12
รูปที่ 2.6 กระบวนการไพโรไลซิส.....	14
รูปที่ 2.7 การเกิดไพโรไลซิสของเซลลูโลสที่อุณหภูมิต่ำ.....	19
รูปที่ 2.8 การเกิดไพโรไลซิสเซลลูโลสที่แข่งกัน.....	19
รูปที่ 2.9 การเกิดไพโรไลซิสของเซลลูโลสที่อุณหภูมิสูง.....	20
รูปที่ 2.10 การเกิดไพโรไลซิสของลิกนิน.....	21
รูปที่ 3.1 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ.....	30
รูปที่ 3.2 เครื่อง Thermogravimetric/Differential Thermal Analyzer.....	30
รูปที่ 3.3 เครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	31
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำหนักและอัตราการสูญเสียน้ำหนักกับ อุณหภูมิของตัวอย่างถ่านหินกับถ่านหินที่ผ่านการล้างกรด.....	41
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำหนักและอัตราการสูญเสียน้ำหนักกับ อุณหภูมิของตัวอย่างชีวมวลกับชีวมวลที่ผ่านการล้างกรด.....	42
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียน้ำหนักกับอุณหภูมิของของผสมระหว่าง ถ่านหินและชีวมวล.....	45
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียน้ำหนักกับอุณหภูมิของของผสมระหว่าง ถ่านหินและชีวมวล.....	48
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียน้ำหนักกับอุณหภูมิของของผสมระหว่าง ถ่านหินและชีวมวล.....	49
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลิตภัณฑ์กับชนิดของชีวมวล.....	52
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลิตภัณฑ์กับชนิดของชีวมวล(ถ่านหินและแกลบ).....	54
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลิตภัณฑ์กับชนิดของชีวมวล(ถ่านหินและขังข้าวโพด).....	56