

การแปรรูปถ่านหินลิกไนต์และยางรถยนต์ใช้แล้วให้เป็นของเหลวด้วยไฮโดรเจนบนตัวเร่งปฏิกิริยา
เหล็กบนถ่านกัมมันต์ นิกเกิลโมลบดีนัมบนอะลูมินา และโคบอลต์โมลบดีนัมบนอะลูมินา

นายธนากร วัชรหิรัญ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเคมีเทคนิค ภาควิชาเคมีเทคนิค

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-648-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 19466547

LIQUEFACTION OF LIGNITE AND USED TIRES WITH HYDROGEN ON IRON/ACTIVE CARBON,
NICKEL/MOLYBDENUM ON ALUMINA AND COBALT/MOLYBDENUM ON ALUMINA

Mr.Thanakorn Vatcharahirun

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

Department of Chemical Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2000


ISBN 974-346-648-7

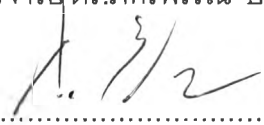
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแปรรูปถ่านหินลิกไนต์และยางรถยนต์ใช้แล้วให้เป็นของเหลวด้วย
ไฮโดรเจนบนตัวเร่งปฏิกิริยา เหล็กบนถ่านกัมมันต์ นิกเกิลโมลด์ินัม
บนอะลูมินา และโคบอลต์โมลด์ินัมบนอะลูมินา
โดย นายธนากร วัชรหิรัญ
ภาควิชา เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ วิทิตสานต์


คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ไพฑิฉิต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพรพรรณ ประศาสน์สารกิจ)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ วิทิตสานต์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพจน์ เปี่ยมสมบุญ)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ งามประเสริฐสุทธิ)

ธนากร วัชรหิรัญ : การแปรรูปถ่านหินลิกไนต์และยางรถยนต์ใช้แล้วให้เป็นของเหลวด้วยไฮโดรเจน บนตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ นิกเกิลโมลลิบดีนัมบนอะลูมินา และโคบอลต์โมลลิบดีนัมบน อะลูมินา. (LIQUEFACTION OF LIGNITE AND USED TIRES WITH HYDROGEN ON IRON/ACTIVE CARBON,NICKEL/MOLYBDENUM ON ALUMINA AND COBOLT/MOLYBDENUM ON ALUMINA) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ธราพงษ์ วิจิตตานต์, 97 หน้า. ISBN 974-346-648-7.

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาการแปรรูปถ่านหินลิกไนต์และยางรถยนต์ใช้แล้วให้เป็นของเหลว ด้วยไฮโดรเจน บนตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ นิกเกิลโมลลิบดีนัมบนอะลูมินา และโคบอลต์โมลลิบดีนัม บนอะลูมินา ในเครื่องปฏิกรณ์ขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 30 มิลลิเมตร ความจุ 75 มิลลิลิตร การทดลอง แบ่งออกเป็นสองส่วน ในส่วนแรกศึกษากระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากยางรถยนต์ใช้แล้วเพียงอย่างเดียวโดย ใช้ภาวะการทดลองที่ช่วงอุณหภูมิ 350 ถึง 450 องศาเซลเซียส, เวลาการเกิดปฏิกิริยา 30 และ 60 นาที และความดันแก๊สไฮโดรเจน ช่วง 30 ถึง 60 บาร์ ส่วนที่สอง ทำการศึกษาผลของการเติมถ่านหินลิกไนต์ลงไปพร้อมกับยางรถยนต์ใช้แล้วพร้อมกับแปรเปลี่ยนค่าอัตราส่วนระหว่างยางรถยนต์ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์ ในการทดลองนี้ภาวะที่ ทำการทดลองใช้อุณหภูมิช่วง 350 ถึง 450 องศาเซลเซียส, เวลาการเกิดปฏิกิริยา 30 และ 60 นาที และความดัน แก๊สไฮโดรเจนช่วง 30 ถึง 60 บาร์

ในการทดลองส่วนแรกใช้ภาวะที่เหมาะสมที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส, เวลาการเกิดปฏิกิริยา 60 นาทีและความดันแก๊สไฮโดรเจน 60 บาร์ ที่ภาวะดังกล่าวนี้ได้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของเหลว 61.73% โดยใช้ นิกเกิลโมลลิบดีนัมบนอะลูมินาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในส่วนที่สองพบว่านิกเกิลโมลลิบดีนัมบนอะลูมินาเป็นตัวเร่ง ปฏิกิริยาที่เหมาะสมในการทดลองที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ความดันแก๊สไฮโดรเจน 60 บาร์ และเวลา การเกิดปฏิกิริยา 60 นาที พบว่าอัตราส่วนระหว่างยางรถยนต์ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์ที่ 80% ยางรถยนต์และ 20% ถ่านหินลิกไนต์ ได้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของเหลว 52.54% ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ใช้มีองค์ประกอบของแก๊ส โคลีน 39%, เคโรซีน 16%, แก๊สออยล์ 30% และโมเลกุลสายโซ่ยาว 15% โดยน้ำหนักผลิตภัณฑ์ ซึ่งองค์ประกอบ ของผลิตภัณฑ์ที่ได้ในส่วนแรกประกอบด้วย แก๊สโคลีน 42%, เคโรซีน 15.5%, แก๊สออยล์ 27.5% และ โมเลกุล สายโซ่ยาว 15% โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

ภาควิชา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา 2543

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4172304923 : MAJOR CHEMICAL TECHNOLOGY

KEY WORD: LIQUEFACTION / LIGNITE / USED TIRE / HYDROGEN / CATALYST

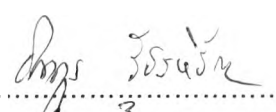
THANAKORN VATCHARAHIRUN : LIQUEFACTION OF LIGNITE AND USED TIRES WITH HYDROGEN ON IRON/ACTIVE CARBON, NICKEL/MOLYBDINUM ON ALUMINA AND COBOLT/MOLYBDENUM ON ALUMINA.


THESIS ADVISOR : ASST. PROF.THARAPONG VITIDSANT , Ph.D.,

97 pp. ISBN 974-346-648-7.

The main objective of this research was aimed to study the conversion of liquefaction of lignite and used tires with hydrogen on iron/active carbon, nickel/molybdenum on alumina and cobolt/molybdenum on alumina in a microreactor with of 30 mm. inside diameter and 75 ml. The experimental works were divided into two parts. The first part was a study of liquefaction of pure used tires by using the condition as, temperature 350 to 450 degree C reaction time, 30 and 60 min. and hydrogen pressure range of 30 to 60 bars. The second part was a study of influence of adding lignite coal into used tires with various ratios of used tires to lignite at the experimental condition as temperature 350 to 450 degree C, reaction time 30 and 60 min. and hydrogen gas range of 30 to 60 bars.

The first part showed the appropriate condition at 400 degree C, 60 min, and 60 bar of hydrogen pressure, obtaining liquid oil yield 61.73% by using Nickel/Molybdenum on alumina as catalyst. The second part was found that Nickel/Molybdenum on alumina was the suitable and used as catalyst at 400 degree C hydrogen pressure as 60 bar and reaction time 60 min. with a 80% tire 20% coal mixture feed, higher liquid oil yield 52.54% .The component in product yield was in 39% gasoline, 16% kerosene, 30% gas oil and 15% residue. Whereas the component in product yield in first part was 42% gasoline, 15.5% kerosene, 27.5% gas oil and 15% residue.

Department..... Student's signature..... 

Field of study..... Advisor's signature 

Academic year 2000 Co-advisor's signature.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ วิทิตศานต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดที่เกิดประโยชน์ต่องานวิจัยนี้มาโดยตลอด และขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเคมี เทคนิคทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการสร้างและซ่อมเครื่องมือตลอดจนช่วยอำนวยความสะดวก ในการวิจัย และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยและภาควิชาเคมีเทคนิคที่สนับสนุนในส่วนของทุนอุดหนุนการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา รวมทั้งขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1.บทนำ.....	1
2.เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
วิธีการพัฒนาการใช้ถ่านหินและพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือทิ้ง.....	6
การเลือกใช้วัสดุดิบสำหรับกระบวนการลิกวิแฟกชัน(liquefaction).....	10
ตัวเร่งปฏิกิริยา.....	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
3.วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
อุปกรณ์และเครื่องมือการทดลอง.....	31
สารตั้งต้นและสารเคมีที่ใช้ทดลอง.....	33
ขั้นตอนการดำเนินการและวิธีทดลอง.....	34
4.ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	37
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของวัสดุดิบ.....	37
<u>กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากยางรถยนต์</u>	
ผลของอุณหภูมิกับเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่มีต่อการผลิตเชื้อเพลิงเหลว.....	38
ผลของความดันแก๊สไฮโดรเจนที่มีต่อกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลว.....	43
ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาทั้ง 3 ชนิดที่มีต่อกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลว.....	45
<u>กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากยางรถยนต์กับถ่านหินลิกไนต์</u>	
ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาทั้ง 3 ชนิดที่มีต่อกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลว.....	51
ผลของอัตราส่วนยางรถยนต์กับถ่านหินลิกไนต์ที่มีต่อกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลว.....	55
5.สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รายการอ้างอิง.....	62
ภาคผนวก.....	65
ภาคผนวก ก.....	66
ภาคผนวก ข.....	68
ภาคผนวก ค.....	69
ภาคผนวก ง.....	70
ภาคผนวก จ.....	96
ประวัติผู้เขียน.....	97

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ธาตุองค์ประกอบในด้านหินที่มีศักดิ์แตกต่างกัน.....	13
2.2 ความแตกต่างระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยาเอกพันธ์และตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์.....	18
2.3 การแบ่งชนิดของปฏิกิริยาโดยสถานะของสารตั้งต้นและตัวเร่งปฏิกิริยา.....	18
2.4 การแบ่งชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีสถานะเป็นของแข็งตามหน้าที่ จากความสำคัญมากไปน้อย	19
2.5 ข้อดีและข้อเสียของการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาแบบขับและแบบตกตะกอน.....	23
4.1 ธาตุองค์ประกอบที่มีในยางรถยนต์และด้านหินลิกไนต์.....	37
4.2 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลว โดยรวมของยางรถยนต์ใช้แล้ว ที่อุณหภูมิต่างๆ ในเวลาการเกิดปฏิกิริยา ที่ 30 และ 60 นาที.....	38
4.3 ค่าไฮโดรเจนต่อคาร์บอนอะตอม (H/C atom) ในวัตถุดิบตั้งต้นระหว่าง ด้านหินลิกไนต์กับยางรถยนต์ใช้แล้วที่อัตราส่วนต่างๆ.....	57
5.1 เปรียบเทียบการผลิตเชื้อเพลิงเหลวระหว่างยางรถยนต์ใช้แล้วกับด้านหิน ลิกไนต์ในงานวิจัยนี้กับงานวิจัยของ Ana M. Mastral , M.Carmen Mayyoral,and Marisol Callen(1997).....	60
ง.1 การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของอุณหภูมิกับเวลาในการ เกิดปฏิกิริยาที่มีต่อการผลิตเชื้อเพลิงเหลว.....	70
ง.2 การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของความดันแก๊สไฮโดรเจน ที่มีต่อการผลิตเชื้อเพลิงเหลว.....	76
ง.3 การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยาทั้ง 3 ชนิด ที่มีต่อการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากยางรถยนต์ 100%.....	81
ง.4 การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยาทั้ง 3 ชนิด ที่มีต่อการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากยางรถยนต์กับด้านหินลิกไนต์ 80%: 20%.....	86
ง.5 การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่าง ยางรถยนต์กับด้านหินลิกไนต์ที่มีต่อการผลิตเชื้อเพลิงเหลว ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Ni/Mo/Al ₂ O ₃	91

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพประกอบ

2.1 การกระจายตัวของโลหะนิกเกิลในอนุภาคของถ่านหิน Loy Yong กำลังขยาย 5,000 เท่า.....	11
2.2 การกระจายตัวของโลหะนิกเกิลในอนุภาคของถ่านหิน Surat Basin กำลังขยาย 5,000 เท่า.....	11
2.3 การเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ของถ่านหินชนิดต่างในปฏิกิริยา Hydrogenation เวลา 30 นาที.....	12
2.4 ลักษณะการเกิดการรวมตัวของโลหะตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากความร้อน.....	27
3.1 เตาปฏิกรณ์สำหรับเปลี่ยนสารตั้งต้นให้เป็นเชื้อเพลิงเหลว ความจุ 70 มิลลิลิตร.....	31
3.2 ชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ และเครื่องเขย่าเตาปฏิกรณ์.....	32
3.3 ชุดเครื่องกรองแบบสุญญากาศสำหรับกรองสารผลิตภัณฑ์ที่ได้.....	33
4.1 ร้อยละของการกระจายตัวขององค์ประกอบต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ ที่ได้หลังเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 350,400 และ 450 °C ที่เวลา 30 และ 60 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจนคงที่ 30 บาร์ โดยมียางรถยนต์ 25 กรัม เป็นวัตถุตั้งต้น.....	40
4.2 ร้อยละของการกระจายตัวขององค์ประกอบต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ ที่ได้หลังเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสคงที่ และเวลาการ เกิดปฏิกิริยาคงที่ 60 นาที พร้อมกับแปรเปลี่ยนความดันแก๊สไฮโดรเจน ที่ 30,40,50 และ 60 บาร์ โดยมียางรถยนต์ 25 กรัมเป็นวัตถุตั้งต้น.....	43
4.3 ร้อยละของการกระจายตัวขององค์ประกอบต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ ที่ได้หลังเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เวลาการเกิด ปฏิกิริยา 60 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจน 60 บาร์ พร้อมกับแปรเปลี่ยน ตัวเร่งปฏิกิริยาทั้ง 3 ชนิด โดยมียางรถยนต์ 25 กรัมเป็นวัตถุตั้งต้น.....	46

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพประกอบ

- 4.4 เปรียบเทียบผลของการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ นิกเกิลโมลลิบดีนัม บนอะลูมินาและโคบอลต์โมลลิบดีนัมบนอะลูมินาในขบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลว ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เวลาการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที ความดันแก๊ส ไฮโดรเจน 60 บาร์ โดยมียางรถยนต์ 25 กรัม เป็นวัตถุติดตั้งต้น.....47
- 4.5 ขั้นตอนการเกิด Thermal cracking กับ Catalytic reaction.....48
- 4.6 ร้อยละของการกระจายตัวขององค์ประกอบต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ที่ได้ หลังเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เวลาการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจน 60 บาร์ พร้อมกับแปรเปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาทั้ง 3 ชนิด โดยใช้อัตราส่วนระหว่างถ่านหินลิกไนต์กับยางรถยนต์ใช้แล้วที่อัตราส่วน ร้อยละ 20 ต่อ 80 โดยน้ำหนักของวัตถุติดตั้งต้น.....52
- 4.7 เปรียบเทียบผลของการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ , นิกเกิลโมลลิบดีนัมบนอะลูมินา และโคบอลต์โมลลิบดีนัมบนอะลูมินา ในขบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลวที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เวลาการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจน 60 บาร์ โดยใช้ อัตราส่วน ระหว่างถ่านหินลิกไนต์กับยางรถยนต์ใช้แล้วที่อัตราส่วน ร้อยละ 20 ต่อ 80 โดยน้ำหนักของวัตถุติดตั้งต้น.....53
- 4.8 ร้อยละของการกระจายตัวขององค์ประกอบต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ที่ได้ หลังเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เวลาการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจน 60 บาร์ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ นิกเกิลโมลลิบดีนัมบนอะลูมินา พร้อมกับแปรเปลี่ยนอัตราส่วนระหว่างถ่านหินลิกไนต์กับยางรถยนต์ใช้แล้วที่ อัตราส่วนต่างๆ โดยน้ำหนักของวัตถุติดตั้งต้น.....55
- 4.9 เปรียบเทียบผลของการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนระหว่างถ่านหินลิกไนต์กับยางรถยนต์ ใช้แล้วที่อัตราส่วนต่างๆ โดยน้ำหนักของวัตถุติดตั้งต้น โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิล โมลลิบดีนัมบนอะลูมินา ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเหลว ที่อุณหภูมิ 400 องศา เซลเซียส เวลาการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น 60 บาร์.....56