บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของเชื้อเพลิงเหลวที่ได้ที่ภาวะต่างๆ โดยตัวแปรที่ทำการศึกษาได้แก่ อุณหภูมิ ความดันของไฮโดรเจนบริสุทธิ์ที่เติม เวลาในการทำปฏิกิริยา และอัตราส่วนที่เหมาะสม ระหว่างยางรถยนต์ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์ พร้อมกับแปรเปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยา 3 ชนิด ได้แก่ เหล็กบนถ่านกัมมันต์ (Fe/Active Carbon), นิกเกิลโมลีบดินัมบนอะลูมินา($Ni/Mo/Al_2O_3$) และโคบอลต์โมลีบดินัมบนอะลูมินา($Co/Mo/Al_2O_3$)

1. ผลของอุณหภูมิกับเวลาในการเกิดปฏิกิริยา

จากการศึกษาอุณหภูมิกับเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ที่ช่วงอุณหภูมิ 350 ถึง 450 องศาเซลเซียสและเวลาการเกิดปฏิกิริยา 30 และ 60 นาที พบว่าที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสกับเวลา 60นาที เป็นอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยา Thermal cracking ทำให้เกิดการเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์มากที่สุดหลังจากเสร็จสิ้นปฏิกิริยา และสัดส่วนองค์ประกอบของ แก๊สโซลีน,น้ำมันก๊าดและแก๊สออยล์โดยรวมมีค่ามากที่สุด เมื่อเทียบกับภาวะอื่นที่ทำการศึกษาพบว่าเมื่อเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นจะให้ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย ที่เวลาทำปฏิกิริยา 60 นาทีจะให้ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าที่ 30 นาทีมากอย่างเห็นได้ชัด คือเมื่อเวลาผ่านไปปริมาณของออกซิเจนที่ทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระ (free radical) นั้นมีน้อยลงไป พร้อมด้วยสัดส่วนของ H/C ก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกันทำให้ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

2.ผลของการแปรเปลี่ยนความดันแก๊สไฮโดรเจน

เมื่อมีการแปรเปลี่ยนความดันแก๊สไฮโดรเจนจากช่วงความดัน 30 ถึง 60 บาร์ พบว่าเมื่อความดันแก๊สไฮโดรเจนเพิ่มมากขึ้น สัดส่วนองค์ประกอบของแก๊สโซลีนในผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วยตามลำดับ โดยที่ความดันแก๊สไฮโดรเจน 60 บาร์ สัดส่วนองค์ประกอบของแก๊สโซลีนมีค่าสูงที่สุดคือร้อยละ 23.75 โดยน้ำหนักของสารตั้งต้น ในส่วนของน้ำมันก๊าด (kerosene) จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย องค์ประกอบของแก๊สออยล์ (gas oil) ในเชื้อเพลิงเหลวมีแนวโน้มที่ลดลง เช่นเดียวกันกับส่วนของกาก (residue) และผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สก็เช่นเดียวกัน สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าโดยปกติแล้วสัดส่วนอะตอมของไฮโดรเจนต่อคาร์บอน (H/C atom) ในวัตถุดิบที่นำมาผลิตเชื้อเพลิงเหลวส่วนนี้สามารถอธิบายได้ว่าสัดส่วนของ H/C ที่สูงแสดงว่าปริมาณไฮโดรเจนในถ่านหินนั้นสามารถทำให้เกิดการแตกตัวของคาร์บอนในถ่านหินได้ก่อนที่จะมีการใช้ไฮโดรเจนจากภาย

นอกที่เติมเข้าไป ดังนั้นในช่วงระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสมการแตกตัวของคาร์บอนในถ่านหินโดยเกิดจากไฮโดรเจนจากภายในตัววัตุดิบสิ้นสุดลง การเติมแก๊สไฮโดรเจนที่ความดันสูงขึ้นก็มีส่วนทำให้ปริมาณของไฮโดรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้อิเล็กตรอนอิสระที่มีอยู่ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนจากภายนอกที่เติมเข้าไปได้มากและรวดเร็วกว่า จึงทำให้ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น

3. ศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เหล็กบนถ่านกัมมันต์,นิกเกิลโมลีบดินัมบนอะลูมินา และโคบอลต์โมลีบดินัมบนอะลูมินา

จากการศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยาทั้ง 3 ชนิดที่ภาวะการทดลองอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ความดันแก๊สไฮโดรเจน 60 บาร์ เวลาการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เติมลงไปในระบบแล้วมีผลทำให้วัตถุดิบเริ่มต้นเกิดการเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวมากที่สุด คือ นิกเกิลโมลีบดินัมบนอะลูมินา และพบว่าเมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลีบดินัมบนอะลูมินาผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปแก๊สมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ไม่เติมตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวเร่งปฏิกิริยาอื่นๆ ซึ่งในการทดลองผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากยางรถยนต์ใช้แล้วเพียงอย่างเดียวเมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลีบดินัมบนอะลูมินาที่ภาวะเหมาะสมในขั้นต้นที่กล่าวมาได้ร้อยละของการเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์โดยรวมมากที่สุดคือ 74.71 เปอร์เซ็นต์ และได้ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ประกอบไปด้วยส่วนของ Gasoline, Kerosene และ Gas Oil มากที่สุดคือ 52.47 เปอร์เซ็นต์ และในการทดลองผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากยางรถยนต์ใช้แล้วเพียงอย่างเดียวโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ที่ภาวะดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์และสัดส่วนขององค์ประกอบของน้ำมันที่ได้ และเมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์โมลีบดินัมบนอะลูมินาในระบบ พบว่าได้ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปแก๊สเพิ่มขึ้นมากคือ 29.62 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวมีปริมาณลดลงแต่พบว่าสัดส่วนองค์ประกอบของ Gasoline ที่ได้ก็มีค่าเพิ่มขึ้นด้วยและยังมีค่าที่สูงกว่าระบบที่ใช้นิกเกิลโมลีบดินัมบนอะลูมินาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งมีค่า 27.78 เปอร์เซ็นต์ และ 25.53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ นั้นมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน

4.ผลของอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างยางรถยนต์ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์ที่มีต่อองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์

จากอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างยางรถยนต์ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์ที่ได้ทำการศึกษาพบว่าที่ภาวะการเกิดปฏิกิริยาเดียวกันค่าร้อยละของการเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์โดยรวมมีค่าลดลงตามลำดับที่สัดส่วนการใช้ถ่านหินร้อยละ 20, 50 และร้อยละ 80 เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์น้ำมัน(Oil product) ประเภท Gasoline , Kerosene และ Gas oil มีค่า

ลดลงอย่างเห็นได้ชัด และอีกส่วนหนึ่งก็คือเมื่อมีการใช้ปริมาณถ่านหินเพิ่มขึ้นพบว่าส่วนที่เป็น Residue กับ Gas มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งก็เป็นตามที่คาดเดาเพราะจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากถ่านหินลิกไนต์มีองค์ประกอบประเภท โมเลกุลสายโซ่ยาว อยู่มาก

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบการผลิตเชื้อเพลิงเหลวระหว่างยางรถยนต์ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์ในงานวิจัยนี้กับงานวิจัยของ Ana M. Mastral , M.Carmen Mayyoral,and Marisol Callen(1997)

รายละเอียดของงานวิจัย	งานวิจัยของ Ana M. Mastral, M.Carmen Mayyoral,and Marisol Callen(1997)	งานวิจัยนี้
วัตถุดิบ	80%ยางรถยนต์ : 20%ถ่านหินลิกไนต์	80%ยางรถยนต์ : 20%ถ่านหินลิกไนต์
<u>ภาวะการทดลอง</u> อุณหภูมิ ความดันแก๊สไฮโดรเจน เวลาการเกิดปฏิกิริยา ตัวเร่งปฏิกิริยา	 400 องศาเซลเซียส 100 บาร์ 30 นาที Fe (Red Mud)	 400 องศาเซลเซียส 60 บาร์ 60 นาที Ni/Mo/Alumina
ร้อยละของผลิตภัณฑ์โดยรวม	73% โดยน้ำหนัก	72.40% โดยน้ำหนัก
%Oils product	44% โดยน้ำหนัก	44.66% โดยน้ำหนัก
%Residue	8% โดยน้ำหนัก	7.88% โดยน้ำหนัก
%Gases	21% โดยน้ำหนัก	19.86% โดยน้ำหนัก

จากตารางจะเห็นได้ว่าร้อยละของผลิตภัณฑ์โดยรวมและองค์ประกอบมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันแต่ภาวะการทดลองของแต่ละระบบมีความแตกต่างกันทั้งในส่วนความดันแก๊สไฮโดรเจน เวลาการเกิดปฏิกิริยา และตัวเร่งปฏิกิริยา ถ้าหากจะมีการเปรียบเทียบกันว่าระบบใดดีกว่าต้องมีการคำนวณถึงความคุ้มค่าของพลังงานที่ใช้ไปกับราคาของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในแต่ละตัวด้วย

ข้อเสนอแนะ

1.ในการทดลองผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากยางรถยนต์ใช้แล้วพบว่าเมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์โมลีบดินัมบนอะลูมินาได้ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวที่มีองค์ประกอบของ Gasoline มากกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาอื่นๆ ดังนั้นหากมีการขยายผลในส่วนอุตสาหกรรม ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์โมลีบดินัมบนอะลูมินาน่าจะถูกนำมาใช้ในส่วนอุตสาหกรรมที่ต้องการองค์ประกอบของ Gasoline มากๆ แต่ต้องทำการศึกษาโดยละเอียดเพื่อหาภาวะที่เหมาะสม

2.ในการใช้วัตถุดิบร่วมกันผลิตเชื้อเพลิงเหลวระหว่างยางรถยนต์ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์อัตราส่วนที่จะใช้ในการผลิตร่วมกันควรใช้ถ่านหินในอัตราส่วนที่น้อยกว่า ซึ่งในการทดลองนี้เมื่อใช้วัตถุดิบร่วมกันผลิตเชื้อเพลิงเหลวระหว่างยางรถยนต์ใช้แล้วกับถ่านหินลิกไนต์อัตราส่วนผสมที่ให้ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลวมากที่สุด คือ 80%ยางรถยนต์ ใช้แล้ว : 20%ถ่านหินลิกไนต์