เจือจันทน์ เกตษา : ผลของอุณหภูมิคาร์บอไนเซชันต่อสมบัติของถ่านชาร์และถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว (EFFECTS OF CARBONIZATION TEMPERATURE ON PROPERTIES OF CHARS AND ACTIVATED CARBON FROM COCONUT SHELL) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยศ ตั้งสถิตย์กุลชัย, 150 หน้า.

งานวิจัยของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์โดยรวมเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวให้มีความสามารถในการดูดซับสูง โดยมุ่งศึกษาผลของอุณหภูมิคาร์บอไนเซชันต่อสมบัติของถ่านชาร์และถ่านกัมมันต์ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโดยนำกะลามะพร้าวขนาด 2.1 มิลลิเมตร มาผ่านขั้นตอนการคาร์บอไนซ์ภายใต้บรรยากาศการไหลของแก๊สไนโตรเจน ที่อุณหภูมิในช่วง 250-750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที จากนั้นนำถ่านชาร์ที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติความพรุนโดยวิธีการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และกระตุ้นถ่านชาร์เพื่อผลิตถ่านกัมมันต์โดยวิธีกระตุ้นทางกายภาพด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 และ 120 นาที และที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 และ 90 นาที จากนั้นนำถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์สมบัติความพรุนโดยวิธีการดูดซับแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส ในงานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาองค์ประกอบแบบประมาณและพฤติกรรมการสลายตัวทางความร้อนของสารระเหยในกะลามะพร้าวและถ่านชาร์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์สมบัติทางความร้อน (Thermogravimetric analyzer, TGA) รวมถึงศึกษาจลนพลศาสตร์ของการเกิดปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชันอีกด้วย

ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิคาร์บอไนเซชันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของถ่านชาร์ สำหรับถ่านชาร์ที่ผ่านการคาร์บอไนเซชันที่อุณหภูมิสูงให้ค่าปริมาณสัดส่วนของคาร์บอนคงตัวสูง ซึ่งเมื่อนำถ่านชาร์ตัวอย่างไปวิเคราะห์ความหนาแน่นจริง พบว่าถ่านชาร์ที่เตรียมที่อุณหภูมิสูงมีความหนาแน่นมาก ดังนั้น เมื่อนำไปทำปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชันด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลให้การขยายขนาดและการพัฒนารูพรุนเกิดขึ้นได้ยากตามไปด้วย ทำให้ถ่านกัมมันต์ที่ได้มีพื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุนที่ใช้ในการดูดซับลดลง และเมื่อทำการศึกษาจลนพลศาสตร์ของการเกิดปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชันด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์พบว่า ถ่านชาร์ที่ผ่านการคาร์บอไนเซชันที่อุณหภูมิสูงมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชันที่ลดลง เพื่อยืนยันผลของอุณหภูมิคาร์บอไนเซชันต่อความว่องในการเกิดปฏิกิริยา จึงได้ทำการศึกษาสมบัติเคมีบนพื้นผิวของถ่านชาร์โดยการออกซิเดชันถ่านชาร์ก่อนการกระตุ้นด้วยอากาศและทำการวิเคราะห์ปริมาณและชนิดของหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวของถ่านชาร์ด้วยวิธีการไทเทรตของโบห์ม (Boehm titration method) พบว่าปริมาณหมู่ฟังก์ชันกรดรวมบนพื้นผิวของถ่านชาร์มีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิคาร์บอไนเซชันเพิ่มขึ้น

ซึ่งบ่งชี้ว่าปริมาณตำแหน่งการเกิดปฏิกิริยาของถ่านชาร์มีค่าลดลงด้วย ส่งผลให้ถ่านชาร์มีความสามารถในการทำปฏิกิริยาช้าลง และจากการวิเคราะห์การสลายตัวของสารระเหยในถ่านชาร์ยังพบอีกว่า ปริมาณการสลายตัวของลิกโนเซลลูโลสในขั้นตอนการคาร์บอไนซ์ที่อุณหภูมิสูงมีผลต่อการลดลงของอัตราการเกิดปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชันของถ่านชาร์เนื่องจากการลดลงของตำแหน่งการเกิดปฏิกิริยาจากการสลายตัวของลิกโนเซลลูโลสที่คงเหลือเมื่อได้รับความร้อนในขั้นตอนการกระตุ้น สำหรับการศึกษาจลนพลศาสตร์ของการเกิดปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชันในขั้นตอนการกระตุ้นถ่านชาร์พบว่า เมื่อเปรียบเทียบการอธิบายข้อมูลจลนพลศาสตร์การเกิดปฏิกิริยาแก๊สซิฟิเคชันด้วยแบบจำลอง 4 แบบ คือ แบบจำลอง Volume-reaction (VRM) แบบจำลอง Shrinking-core (SCM) แบบจำลอง Random-pore (RPM) และแบบจำลอง Modified volume-reaction (MVRM) ข้อมูลจลนพลศาสตร์ที่ได้จากการทดลองสามารถอธิบายได้ดีที่สุดด้วยแบบจำลอง MVRM สำหรับการศึกษาสมบัติความพรุนของถ่านกัมมันต์ ได้แก่ พื้นที่ผิว ปริมาตรและขนาดรูพรุน ด้วยการดูดซับแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิคาร์บอไนเซชันสูงขึ้น ซึ่งถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้จากสภาวะการคาร์บอไนซ์ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส และกระตุ้นที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที ให้พื้นที่ผิวและปริมาตรสูงสุด 1,500 ตารางเมตรต่อกรัม และ 0.772 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ตามลำดับ โดยรูพรุนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นรูพรุนขนาดเล็ก คิดเป็นร้อยละ 70-77 ของปริมาตรรูพรุนรวม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

JUEJUN KATESA : EFFECTS OF CARBONIZATION TEMPERATURE ON PROPERTIES OF CHARS AND ACTIVATED CARBON FROM COCONUT SHELL. THESIS ADVISOR : PROF. CHAIYOT TANGSATHITKULCHAI, Ph.D., 150 PP.

COCONUT SHELL CHARS/CARBONIZATION/ACTIVATED CARBON/POROUS PROPERTIES

The overall objective of this research is to study the effect of carbonization temperature on the properties of char and activated carbon from coconut shell. In this work, raw coconut shell of size 2.1 mm was carbonized under N_2 atmosphere at temperatures in the range of 250-750°C for 120 min, then the porous properties of char obtained were analyzed by CO_2 adsorption at 0°C. Further the derived chars were activated by physical activation with CO_2 at 850°C for 60 and 120 min and 900°C for 60 and 90 min, and the porous properties of activated carbon obtained were analyzed by N_2 adsorption at -196°C. The proximate analysis and thermal decomposition behavior of coconut shell and char were analyzed by using a thermogravimetric analyzer (TGA). The kinetics of char gasification with CO_2 was also investigated by following the char weight loss as a function of activation time.

It was found that the carbonization temperature has an important effect on the char structure and its reactivity toward the gasification reaction. The char prepared at a high temperature gave higher percentage of fixed carbon. Furthermore the true density of char was found to increase with increasing carbonization temperature, making the development and widening of pore size during activation more difficult.

On the kinetic study of char-CO_2 gasification, char reactivity was found to decrease with increasing in the carbonization temperature. To support this view, the char reactivity was indirectly determined by oxidizing the char with air at 300°C for 12 hr to introduce surface functional groups. The amount of oxygen functional groups presenting on the surface of activated carbon is assumed to proportionally indicate the char reactivity toward CO_2 gasification. By this way, it was found the total acidic groups decreased with the increase in the carbonization temperature, and hence the decrease in char reactivity. On comparing the four types of gasification kinetic models including volume-reaction model, shrinking-core model, random-pore model and modified volume-reaction, it was found that the kinetics data were best described by the modified volume-reaction model. In addition, it was found that porous properties of activated carbon produce decreased with increasing in carbonization temperature, from which the char prepared at carbonization temperature of 250°C for 90 min gave the highest surface area and pore volume of 1500 m^2/g and 0.772 cm^3/g, respectively. Also, most pores generated in activated carbon are micropores which accounts for 70-77% of total pore volume.

School of Chemical Engineering

Academic Year 2013

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____