สุพรรณี จันทร์ภิรมณ์ : ถ่านกัมมันต์จากเม็ดลำไย: แบบจำลองการกระตุ้นและการดูดซับไอน้ำและเบนซีน (ACTIVATED CARBON FROM LONGAN SEED: ITS ACTIVATION MODEL AND ADSORPTION OF WATER VAPOR AND BENZENE) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดร.ชัยยศ ตั้งสถิตย์กุลชัย, 220 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหัวข้อต่าง ๆ เกี่ยวกับถ่านกัมมันต์ ได้แก่ การเตรียม การวิเคราะห์สมบัติ และ กระบวนการดูดซับ โดยใช้เม็ดลำไย ซึ่งคาดว่าจะเป็นวัตถุดิบชนิดใหม่ที่มีศักยภาพ สำหรับผลิตถ่านกัมมันต์ที่มีคุณภาพดี ขอบเขตของงานวิจัยนี้ได้คลอบคลุมถึงการวิเคราะห์ทางความร้อนของเม็ดลำไย การเตรียม และ วิเคราะห์สมบัติความพรุนถ่านกัมมันต์ การศึกษาสมดุล และ จลนพลศาสตร์การดูดซับ นอกจากนี้ ยังได้พัฒนาแบบจำลองการกระตุ้นเพื่ออธิบาย และ ทำนายการพัฒนารูพรุนของถ่านกัมมันต์ในกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน

การสลายตัวทางความร้อนของเม็ดลำไย ในกระบวนการไพโรไลซิสแบบอุณหภูมิไม่คงที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ในช่วงอุณภูมิระหว่าง 210-330 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองสองปฏิกิริยาคู่ขนาน จากการเตรียมถ่านกัมมันต์โดยวิธีกระตุ้นทางกายภาพแบบสองขั้นตอน คือ การคาร์บอไนเซชัน และ การกระตุ้นด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าเมื่อค่าร้อยละน้ำหนักที่หายไปในขั้นตอนการกระตุ้น มีค่าเพิ่มมากขึ้นจนถึงร้อยละ 70 ค่าพื้นที่ผิว ปริมาตรรูพรุนรวม และ ปริมาตรรูพรุนขนาดเล็ก มีค่าเพิ่มมากขึ้น แต่ที่ร้อยละน้ำหนักที่หายไปสูงมากกว่านี้ สมบัติดังกล่าวมีค่าลดลง งานวิจัยนี้ได้เสนอแบบจำลอง เพื่ออธิบายกระบวนการเกิดรูพรุนในขั้นตอนการกระตุ้น และ ใช้ทดสอบกับผลการทดลอง ซึ่งสามารถอธิบายการพัฒนาของ พื้นที่ผิว และ ปริมาตรรูพรุน ที่มีความสัมพันธ์กับร้อยละน้ำหนักที่หายไปในขั้นตอนการกระตุ้นได้ การศึกษาผลของอุณหภูมิในขั้นตอนการคาร์บอไนเซชัน พบว่าตัวแปรนี้ มีผลต่อสมบัติความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของถ่านชาร์ในขั้นตอนการกระตุ้น ซึ่งส่งผลต่อเนื่องถึงสมบัติของถ่านกัมมันต์ จากการทดลองเตรียมถ่านกัมมันต์โดยวิธีการกระตุ้นแบบขั้นตอนเดียว ด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีสมบัติความพรุน ใกล้เคียงกับการเตรียมโดยใช้วิธีธรรมดาแบบสองขั้นตอน ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมโดยวิธีการกระตุ้นทางเคมีด้วยกรดฟอสฟอริก จะเกิดรูพรุนขนาดเล็กเป็นส่วนใหญ่

การศึกษาสมดุลการดูดซับไอน้ำ พบว่าสมบัติถ่านกัมมันต์ที่สำคัญต่อกระบวนการนี้ คือ สมบัติการกระจายขนาดรูพรุน และ หมู่ฟังก์ชันกรดบนพื้นผิว แบบจำลองการดูดซับไอน้ำแบบกลุ่มโมเลกุล (cluster) ที่เสนอโดย Do และ Do ได้ถูกนำมาใช้ เพื่ออธิบายพฤติกรรมการดูดซับไอน้ำ ในงานวิจัยนี้ได้เสนอให้มีการปรับขนาดของกลุ่มโมเลกุลในแบบจำลอง เพื่อสามารถอธิบาย

การดูดซับไอน้ำในรูพรุนขนาดใหญ่ ผลไอโซเทิร์มการดูดซับเอทานอล แสดงลักษณะแตกต่างจากการดูดซับไอน้ำ และ สามารถอธิบายได้ด้วยสมการแลงเมียร์แบบคู่

การศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับเบนซีน โดยใช้เทคนิคการไหลแบบคงที่ (constant molar flow rate) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายบนพื้นผิว มีค่าอยู่ในช่วง 1×10^{-10} ตารางเมตรต่อวินาที ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายบนพื้นผิวนี้ มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ เป็นไปตามสมการอาร์รีเนียส โดยมีค่าพลังงานกระตุ้นเท่ากับหนึ่งในสามของค่าความร้อนการดูดซับ ที่ภาวะการดูดซับเป็นศูนย์

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนักศึกษา สุพรรณี จันทร์วิรมณ์

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

SUPUNNEE JUNPIROM : ACTIVATED CARBON FROM LONGAN SEED: ITS ACTIVATION MODEL AND ADSORPTION OF WATER VAPOR AND BENZENE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CHAIYOT TANGSATHITKULCHAI, Ph.D. 220 PP.

ACTIVATED CARBON/ADSORPTION/LONGAN SEED

The overall objective of this thesis research was to perform an extensive study on the preparation, characterization and adsorption of activated carbon from longan seed, considered to be a new highly potential precursor. The scope of research work covers the thermal analysis of the raw material, the preparation of activated carbon under different conditions, and the studies of equilibrium and kinetics of adsorption. The breakthrough from this work was the development of a structural model that can predict the evolution of activated carbon during char gasification.

The non-isothermal pyrolysis process showed the main devolatilization to be in the temperature range of 210-330°C. Thermal decomposition behavior could be well described by the two-parallel reactions model. On the preparation processes, the conventional two-step CO_2 activation revealed that the porous properties of activated carbon such as BET surface area, total pore volume, and micropore volume increased with an increase in the burn-off up to 70%, beyond which these properties tended to decrease. A new structural model for char activation was developed to predict the evolution of pore volume, pore surface area and pore size distribution of prepared activated carbons with respect to the extent of gasification of char. For the two-step physical preparation, the carbonization temperature was found to be the factor

controlling the char reactivity which had a subsequent effect on the property of activated carbon in the activation step. One-step CO_2 activation produced the activated carbon with approximately the same porous properties as compared to the conventional two-step preparation. The chemically activated carbon by H_3PO_4 activation was found to consist dominantly with microporosity.

Water adsorption behavior was found to depend significantly on the pore size distribution through the role of inherent acidic functional groups. Cluster model of Do and Do was used to describe the water adsorption isotherms and further modification on the cluster size in the larger pores was required to give correct predictive results. The shape of ethanol adsorption isotherm showed a significant difference from that of water adsorption and was found to be fitted well with the dual-Langmuir equation.

The kinetics of benzene adsorption was conducted by the technique of constant molar flow rate. Surface diffusivity was determined to be in the order of 1×10^{-10} m^2/s. This surface diffusivity followed an Arrhenius relationship with respect to temperature, giving the activation energy to be one third of the heat of adsorption at zero loading.

School of Chemical Engineering

Academic Year 2006

Student's Signature Supunnee J.

Advisor's Signature Rangsit

Co-advisor's Signature M. Tangsathitkulchai