ถ่านกัมมันต์จากถ่านหินลิกไนต์โดยวิธีกระตุ้นทางเคมีด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

นภารัตน์ จิวาลักษณ์[1], ชัยยศ ตั้งสถิตย์กุลชัย[2*] และ มาลี ตั้งสถิตย์กุลชัย[3]

Naparat Jiwalak[1], Chaiyot Tangsathitkulchai[2] and Malee Tangsathitkulchai[3] (2006).* **Activated Carbon from Lignite Coal by Chemical Activation with Potassium Hydroxide.** *Suranaree J. Sci. Technol. 13(3):207-218.*

Received: Oct 4, 2005; Revised: Nov 29, 2005; Accepted: Dec 8, 2005

Abstract

This work focussed on the preparation and characterization of activated carbon from indigenous lignite using the chemical activation technique by impregnation with potassium hydroxide solution. The variables studied included temperature, time and chemical-precursor ratio. The prepared activated carbon products were analyzed for their composition (proximate analysis) and the porous structure such as surface area and pore volume distribution. Among the variables studied, temperature and chemical ratio appeared to have the largest effect on the adsorption and porous properties of the carbons. The maximum BET surface area of 2,236 m^2/g of carbon was obtained for activated carbon prepared at the activation temperature of 900°C, activation time of 60 min and chemical-precursor weight ratio of 1.0 : 1.0, but with product yield of only about 20%. Activated carbon obtained from lignite by chemical activation showed better adsorption capacity as compared to that prepared by physical activation, due principally to much higher specific surface area and larger pore volume.

Keywords: Activated carbon, adsorption, chemical activation, lignite coal

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงการเตรียมและวัดสมบัติของถ่านกัมมันต์จากถ่านหินลิกไนต์โดยใช้วิธีกระตุ้นทางเคมีด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ สภาวะการเตรียมที่ศึกษาได้แก่ อุณหภูมิ เวลา และอัตราส่วนของน้ำหนักสารเคมีต่อวัตถุดิบ ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบแบบประมาณและวัดสมบัติโครงสร้างรูพรุน ได้แก่ พื้นที่ผิวจำเพาะและการกระจายขนาดของรูพรุน ผลการศึกษาพบว่า

[1] *ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 202 ถนนโชตนา ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300*

[2] *สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์: 0-4422-4490; โทรสาร: 0-4422-4220; E-mail: chaiyot@sut.ac.th*

[3] *สาขาวิชาเคมี สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000*

[*] *ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ*

ตัวแปรทั้งสามมีผลโดยตรงต่อสมบัติของถ่านกัมมันต์ แต่อุณหภูมิและปริมาณของสารกระตุ้นจะมีผลมากที่สุดในช่วงสภาวะการทดลองที่ศึกษาพบว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมโดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ให้พื้นที่ผิวสูงสุดเท่ากับ 2,236 ตารางเมตรต่อกรัม โดยเตรียมที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เวลากระตุ้น 60 นาที และอัตราส่วนของสารเคมีต่อวัตถุดิบเท่ากับ 1.0 : 1.0 โดยมีร้อยละผลผลิตที่สภาวะนี้เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากถ่านหินลิกไนต์โดยวิธีกระตุ้นทางเคมีจะมีความสามารถในการดูดซับที่สูงกว่าถ่านกัมมันต์จากการกระตุ้นทางกายภาพ เนื่องจากมีพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูพรุนที่สูงกว่ามาก

บทนำ

ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) เป็นสารดูดซับความพรุนสูงซึ่งเตรียมได้จากวัตถุดิบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ โดยผ่านกระบวนการกระตุ้นหรือก่อกัมมันต์ ทำให้เกิดโครงสร้างรูพรุนขนาดเล็กขึ้นเป็นจำนวนมาก ถ่านกัมมันต์ถูกนำไปใช้ในการดูดสี ดูดกลิ่น รวมทั้งสารปนเปื้อนต่าง ๆ ออกจากอากาศ แก๊สผสม และสารละลาย ตลอดจนถูกใช้ในกระบวนการแยกสารในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง สำหรับประเทศไทยมีการนำเข้าถ่านกัมมันต์จากต่างประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี (The Customs Department, 2005) ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานที่ผลิตถ่านกัมมันต์ในประเทศยังมีไม่มาก และถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้ยังมีคุณภาพค่อนข้างจำกัด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนางานวิจัยให้สามารถผลิตถ่านกัมมันต์ที่มีคุณภาพดี มีสมบัติการดูดซับที่หลากหลาย โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ขึ้นใช้เองในประเทศและช่วยให้เกิดการใช้วัตถุดิบที่หาได้ในประเทศให้เกิดประโยชน์ที่คุ้มค่าอีกทางหนึ่งด้วย สำหรับแหล่งวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ผลิตถ่านกัมมันต์ ได้แก่ วัสดุชีวมวลประเภทต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรหรือโรงงานแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร โดยเฉพาะกะลามะพร้าวและกะลาปาล์ม ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตถ่านกัมมันต์ในเชิงพาณิชย์ นอกเหนือจากชีวมวลแล้วถ่านหินลิกไนต์ก็เป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ได้ดี เนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนสูงและเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ยังมีปริมาณสำรองอยู่อีกมากประมาณ 2,000 ล้านตัน (Department of Mineral Fuels, 2005) ในแต่ละปีมีการใช้ถ่านหินประมาณ 20 ล้านตัน โดย 80 เปอร์เซ็นต์ ถูกใช้ไปในการผลิตกระแสไฟฟ้า เกรดของถ่านหินถูกจัดแบ่งเป็นสี่ประเภทใหญ่ ๆ ตามศักย์ (rank) โดยพิจารณาจากองค์ประกอบคาร์บอนและค่าความร้อนทางเชื้อเพลิง โดยแบ่งจากศักย์สูงไปหาต่ำได้แก่ แอนทราไซต์ บิทูมินัส ซับบิทูมินัส และลิกไนต์ ถ่านหินทั้งสี่ชนิดสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตถ่านกัมมันต์ได้ แต่ก็มีข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป โดยถ่านหินบิทูมินัสได้รับความนิยมในการนำมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์มากที่สุดเนื่องจากให้ถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับสูง มีความหนาแน่นและความแกร่งสูงและใช้อุณหภูมิในการกระตุ้นที่ไม่สูงจนเกินไป (Sun *et al.*, 1997) กระบวนการหลักในการผลิตถ่านกัมมันต์มีอยู่สองวิธีได้แก่ วิธีกระตุ้นทางกายภาพ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมถ่านชาร์ (char) โดยการไล่สารระเหยออกจากถ่านหินโดยการให้ความร้อนในสภาพไร้ออกซิเจน ตามด้วยการกระตุ้นโดยใช้ไอน้ำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจน ภายใต้อุณหภูมิสูง (Walker, 1996; Teng *et al.*, 1997) และวิธีกระตุ้นทางเคมีโดยผสมถ่านหินกับสารเคมี เช่น โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ซิงค์คลอไรด์ หรือกรดฟอสฟอริก เป็นต้น แล้วให้ความร้อนภายใต้