รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกศรา นุตาลัย และ คณะ. การผลิตถ่านกัมมันต์จากดินพรุในห้องปฏิบัติการ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วารสารการวิจัยและพัฒนา. ปีที่ 4 ฉบับที่ 3(2532): 67-68

จักริน นิธิจันทร์. การผลิตถ่านกัมมันต์ระดับขยายส่วนจากพีตโดยคาร์โบไนซ์เซชั่นและการกระตุ้นด้วยไอน้ำในฟลูอิไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2536

นเรศ จันทร์เทียน, วัชรศักดิ์ ฤกษ์ขุมทรัพย์ และ วิทยา เจนจรัสโชติ. การศึกษาความหน้าจะเป็นในการนำเอาตาลโตนดมาทำเป็นถ่านกัมมันต์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534

บุญชัย ตระกูลมหชัย. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลโตนด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536:1-161

พิณพิมล สิงชิววงศ์. การผลิตถ่านกัมมันต์จากชานอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2537:15

พิสุทธ์ พันธุ์วิชาติกุล และ สมิทธ์ รัตนสุทธิพงศ์. การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำตาลโตนดมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535

ภัทรา ปัญญวัฒนกิจ. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันกระตุ้นด้วยไอน้ำอิ่มตัวยวดยิ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2540

มาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. ถ่านกัมมันต์. กองมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำนักงานมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2532:2-4

สมชาย บุญธีระเลิศ. ถ่านไม้ . กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2525

เสริมพล รัตนสุข และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. แหล่งและคุณลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2518:7

อนัญญา พจนารถ. การปรับปรุงคุณภาพเศษถ่านหินด้วยวิธีคาร์บอไนเซชั่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528

อรนุช ขาวเมืองน้อย และ ศุภสิทธิ์ กิตชัย. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันโดยกระบวนการกระตุ้นด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวดในเบดนิ่ง. โครงการวิจัยรายวิชา Senior project (26649). ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538:1-107

อุไรวรรณ ธรรมรัตนคุณ. การทำถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวโดยการกระตุ้นด้วยไอน้ำ. งานวิจัยเพื่อบริการอุตสาหกรรม. กองการวิจัย กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2523:8,9,16

ภาษาอังกฤษ

American Standard of Testing Material. Standard terminology relating to activated carbon ASTM D 2652 - 93. 1994: 391-393

American Standard of Testing Material. Standard test method for total ash content of activated carbon ASTM D 2866 - 83. 1991: 343

American Standard of Testing Material . Standard test method for moisure in activated carbon ASTM D 2867 - 83. 1991: 344

American Standard of Testing Material . Standard test method for determination of iodine number of activated carbon ASTM D 4607 - 86. 1991: 397 - 400

American Standard of Testing Material . Standard test method for pH of activated carbon ASTM D 3838 - 80. 1991: 386

Bowers, A.R. and Huang, C.P. Activated carbon processes the treatment of Chromium (VI) - containing industrial wastewater. Wat. Tech. Vol.12, 1980: 629 - 638

Bansal, R.C. and cowoker. Active carbon. New York: Marcel Dekker, 1988

Calurla, - F Molina - Sabio, - M and Rodriguez-Reininoso, - F. Preparation of activated carbon by chemical activation with $Zncl_2$. Carbon. No.7 Vol.29,1991: 990 -1007

Daili, - AK et al. Preparation of activated carbon from Canadian coals using a fixed reactor and a spouted bed - kiln system. Fuel. Iss 2 Vol.75, 1996: 227

Debowski,F.N., Physical chemical treatment. Principle of water Quality management. London,1980: 457,509,510

Dubinin, M.M., Chemistry and Physics of Carbon. New York: P.L. Walker Jr.(Ed.), Vol.2, M Dekker,1966

Ergun, - S and Menster, - M. Reactions of carbon with carbon dioxide and steam. Chemistry and Physics of Carbon : Series of Advance. Vol.21, 1965: 204 -240

Felix A. Equilibrium adsorption data from breakthrough curves with variable velocity and pressure. Seperation Science And Technology Iss1 Vol.31,1995:21-38

Gergova, - K et al. Environmental scanning elevtron - microscopy of activated carbon production from Anthracite by one - step pyrolysis activation. Journal of Fuel. Iss7 Vol.74, 1995:1042

Guzel, - F. The effect of surface - acidity upon the adsorption capabilities of activated carbons. Separation Science And Technology. Iss2 Vol.31, 1996:283 - 290

Gupta, G.S. et al. Removal of Chrome dye from aqueous solution by fly ash. Water Air and Soil Pollution. Vol.37, 1988: 13 - 24

Gergova, - K. A comparison of adsorption characteristics of various activated carbons. Journal Chemical Technology & Biotechnology. Vol.56, 1993: 77 - 82

Hassler, John W. Purification with activated carbon. Acivated Carbon. London: Leonard Hill, 1974: 169

Huang, C.P. Wu, M.H. Removal of Chromium (VI) from dilute aqueous solution by activated carbon. Water Pollution Control Federal 47. 1981:2437

Jankowska, Helena Swiatkowski, Andrzej & Choma, Jerzy. Activated Carbon , 1991, 12 - 79

Japanese Standard Association. Japanese industrail standard testing method for proximate analysis of coal and coke JIS K 8812 - 84. 1984

Japanese Standard Association. Japanese industrail standard testing method for granular activated carbon JIS K 1474 - 75. 1975

Japanese Standard Association . Japanese industrail standard testing method for powder activated carbon JIS K 1470 - 75. 1970

Johnson, B.C. Manufacture of activated carbon from sized coal. U.S. Patent.. No.4,014,817. Mar 29 (1977)

Kagawa, - S et al. Preparation of Walnut shell by steam activation. Nippon Kagaku Kaishi. Iss 11, 1992: 1380

Kawabata, W. and coworker. Method for manufacture of activated carbon and apparatus. US Patent 3.910.849. Oct 7. (1975)

Kohan, S.M. and Barkhordor, D.M. Mission analysis for federal fuel from Biomass program vol. 4. Thermalchemical Conversion of Biomass to Fuels and Chemistry. Chapter 6, production of oil and char pyrolysis of wood, january 1979.

Kirubakaran, C.J. and coworker. Experimental study of production of activated carbon from coconut shells in a fluidized bed reactor. Industrail Engineering Chemical Research. Vol.30, 1991: 2411 - 2416

Kunii, D. and Levenspiel,O. Fluidization engineering. John Wiley and sons Inc. 1969.

Lin, Sheng H. Adsorption of disperse dye by various adsorbent.. Journal Chemical Technology & Biotechnology. Vol.57, 1993: 387 – 391

Long and Sykes. Removal by activated carbon. Chemical of water treatment. London , 1948: 188,195,201

Matlson, J.S. and Mark, H.B. Activated carbon surface chemistry and adsorption from solution. New York: Marcle Dekker, Inc. 1971.

Mukherjee, S. and cowirker. Effect of chemical treatments on the properties of activated charcoal. 1947, 103 - 125

Mckay, -G Alduri, -B. Equilibrium studies for the adsorpyion of basic-dyes on carbon. Proceedings of thr Royal Irish Acadamy Section B - Biological Geological and Chemical Science. Iss 3 Vol.90, 1990: 33

Ninomiya,C.P and coworker. Process for production coarse particle of activated carbon in a fluidized bed with added inert particles. U.S. Patent 3,852,216. Dec. 3 (1974)

Orumwense, Faraday F.O. Removal of Lead from water by adsorption on a Kaolinitic clay. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. Vol.65,1996:363-369

Pandy, K.K. Prasad, - G. and Singh, V.N. Removal of Cr (VI) from aqueous solution by adsorption on fly ash - wallastonite. Journal Chemical Technology Biotechnology. Vol.34A, 1984: 367 – 374

Potgieter, J.H. Adsorption of Methylene blue on activated carbon. Journal of Chemical Education. No.4 Vol.68, 1991:349-350

Reed,G.J and Janzen,-Q. Analysis of some adsorption experiments with activated carbon Q.Rev.Chem.Soc. 1(1979): 59

Rodriguezreinnoso, - F Molinasabio, - M and Gonzales, - MT. The use of steam and CO_2 as activated carbon. Journal of Carbon. Iss 1 Vol.33, 1995: 15 - 23

Seco, Aurora Marzal, Paula Gabaldon, Carmen. Adsorption of heavy metals from aqueous solution onto activated carbon in single Cu and Ni system and binary Cu - Ni Cu - Cd and Cu - Zn systems. Journal of Chemistry Technology & Biotechnology. Vol.68, 1997: 39 – 41

Suzuki, M. Adsorption engineering. Chemical Engineering Monographs vol.25. Tokyo: Kodamsha, 1950.

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติโดยประมาณของไม้โกงกางและถ่านไม้โกงกาง

วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติโดยประมาณ (Proximate analysis)

วิเคราะห์คุณสมบัติโดยประมาณของไม้โกงกางและถ่านไม้โกงกาง ตามวิธี JIS M 8812-1984 โดยวิเคราะห์สารที่แห้งในอากาศ และคำนวณเพื่อรายงานค่าที่ได้เทียบกับน้ำหนักของสารที่ไม่มีความชื้น (Dry basis) ยกเว้นค่าความชื้นที่รายงานเทียบน้ำหนักของสารที่แห้งในอากาศ(Air dry basis) รายละเอียดการวิเคราะห์ มีดังต่อไปนี้

1.วิธีหาค่าความชื้น (Moisture, M)

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)
- ตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศอย่างน้อย 10 ชั่วโมง
- อบขวดชั่งสารพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ นำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดสิเคเตอร์
- ชั่งขวดและฝา และบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้(X_0)
- ชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้ให้มีน้ำหนักประมาณ 1.0 กรัม ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัม ในขวดชั่งสารพร้อมฝา) บันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างก่อนอบแห้ง รวมน้ำหนักของขวดชั่งและฝา(X_1)
- นำไปอบแห้งที่ 110 ถึง 120 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดฝาแล้วนำออกมาตั้งทิ้งไว้ดให้เย็นในเดสิเคเตอร์
- ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างหลังอบแห้ง รวมน้ำหนักของขวดชั่งและฝา(X_2)
- คำนวณค่าความชื้นดังนี้

$$\text{M(ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 - X_0)} * 100$$

2.วิธีหาค่าเถ้า (Ash, ASH)

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)

- ตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศอย่างน้อย 10 ชั่วโมง

- เผาจานพอร์ซเลน(Porcelain basin) ขนาด 2X4X0.5 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่

- นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์

- ชั่งจานพอร์ซเลน และบันทึกน้ำหนักคงที่ไว้ (X_0)

- ชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้ให้มีน้ำหนักประมาณ 1.0 กรัม ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัม) ในจานพอร์ซเลน บันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างรวมน้ำหนักของจานพอร์ซเลน(X_1)

- นำไปเผาที่อุณหภูมิ 815 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

อัตราการเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาคือ

30-500 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 30 นาที

500-815 " " 30-60 นาที

- นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์

- ค่อยๆเปิดฝาเดสิเคเตอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้เถ้าที่ได้ฟุ้งกระจาย ชั่ง และบันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างหลังเผา รวมน้ำหนักของจานพอร์ซเลน(X_2)

- คำนวณค่าเถ้าดังนี้

$$\text{ASH(ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 - X_0)(1 - 0.01M)} * 100$$

3.<u>วิธีหาค่าสารระเหยที่เผาไหม้ได้</u> (volatile combusible matter, VCM)

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)

- ตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศอย่างน้อย 10 ชั่วโมง

- เผาครูซิเบลพอร์ซเลน (Porcelain crucible) ความจุ 15 มิลลิลิตรพร้อมฝาที่ อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส

- นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์

- ตั้งอุณหภูมิของเตาเผาให้เท่ากับ 900 องศาเซลเซียส

- ชั่งครูซิเบิลพร้อมฝา และบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้ (X_0)

-ชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้ให้มีน้ำหนักประมาณ 1.0 กรัม ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่4 (คือ มีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัม) ในครุซิเบิล บันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่าง รวมน้ำหนักของพอร์เลนและฝา (X_1)

- ปิดฝา นำเข้าเตาเผาซึ่งมีอุณหภูมิ 900+20 องศาเซลเซียส เริ่มจับเวลาจนครบ 7.0 นาที
- นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์
- ชั่งและบันทึกน้ำหนักของตัวอย่างหลังเผา รวมน้ำหนักของครุซิเบิลและฝา (X)
- คำนวณค่าสารระเหยที่เผาไหม้ได้ ดังนี้

$$\text{VCM(ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(X_1 - X_2) - [0.01M(X_1 - X_0)]}{(X_1 - X_0)(1 - 0.01M)} * 100$$

4.ค่าถ่านคงตัว (Fixed carbon,FC)

FC(ร้อยละโดยน้ำหนัก) = 100- ASH- VCM

ตัวอย่างการคำนวณแสดงในรูปที่ ก. 1

ภาคผนวก ข.

วิธีวิเคราะห์ค่าเถ้าของถ่านกัมมันต์

<u>วิธีวิเคราะห์ค่าเถ้า</u> (Ash,ASH)

วิเคราะห์ปริมาณเถ้าในถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM D2866-83 โดยวิเคราะห์ และรายงานค่าที่ได้เทียบกับน้ำหนักของที่ไม่มีความชื้น (Dry basis) รายละเอียดการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)

- เผาจานพอร์ซเลน (Porcelain basin) ขนาด 2X4X0.5 ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่

- นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์

- ชั่งจานพอร์ซเลน และบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้ (X_0)

- ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งที่ 150±5 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 3 ชั่วโมง ใส่ในจานพอร์ซเลน ให้มีน้ำหนักประมาณ 1-2 กรัม (น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ ควรเผาแล้วได้เถ้าประมาณ0.1 กรัม) ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่4 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัม) ในจานพอร์ซเลน บันทึกน้ำหนักของตัวอย่างที่ได้ รวมน้ำหนักของจานพอร์ซเลน (X_1)

- นำไปเผาที่อุณหภูมิ 650±25 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

- นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์

- ค่อยๆเปิดฝาเดสิเคเตอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้เถ้าที่ได้ฟุ้งกระจาย ชั่งน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างหลังเผา รวมน้ำหนักของบจานพอร์ซเลน (X_2)

- คำนวณค่าเถ้าดังนี้

$$\text{ASH (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(X_2 - X_0)}{(X_1 - X_0)} * 100$$

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรของถ่านกัมมันต์

วิธีวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร (Bulk density,BD)

วิเคราะห์ความหนาแน่นของถ่านกัมมันต์ตามวิธี JIS 1474-1976 รายละเอียดการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 -120 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดสิเคเตอร์
- ชั่งน้ำหนักกระบอกตวงที่มีความจุ 10 มิลลิเมตร ให้มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 2 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.01 กรัม) บันทึกผล (X_0)
- ใส่ตัวอย่างลงในกระบอกตวง จนเกือบเต็ม กระแทกก้นกระบอกตวงบนแผ่นยางจนกระทั่งระดับของตัวอย่างในกระบอกตวงคงที่
- ถ้าระดับที่คงที่นั้นไม่เท่ากับ 10 มิลลิเมตร ให้ตักตัวอย่างเข้าหรือออกจากกระบอกตวง แล้วกระแทกก้นกระบอกตวงใหม่ จนกว่าจะได้ระดับที่คงที่เป็น 10 มิลลิลิตร
- ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างพร้อมกระบอกตวง บันทึกผล (X_1)
- คำนวณความหนาแน่นเชิงปริมาตรได้จาก

$$\text{BD(กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{(X_1 - X_0)}{10}$$

ภาคผนวก ง

วิธีวิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนทั้งหมด,รูพรุนขนาดเล็ก,รูพรุนขนาดกลางและเส้นไอโซเทอมของการดูดซับก๊าซไนโตรเจนของถ่านกัมมันต์

วิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนของถ่านกัมมันต์ตามวิธีASTM C 819-77และคู่มือการใช้เครื่องหาพื้นที่ผิว โดยเลือกการคำนวณแบบ "Multipoints" มีหลักการที่สำคัญของการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวรุ่น AUTOSORB-1 ของบริษัท Quantachrome ประเทศสหรัฐฯ (รูปที่ ง.1)
- เครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมโปรแกรมการคำนวณชื่อ "ASORB1AG"

การเตรียมตัวอย่าง

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมซ (0.246 มิลลิเมตร)
- ชั่งและบันทึกน้ำหนักของหลอดใส่ตัวอย่าง ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลกรัม)
- ใส่ตัวอย่างลงในหลอด ให้มีน้ำหนักประมาณ 0.1 กรัม สำหรับถ่านกัมมันต์ และ 1 กรัม สำหรับกะลาและถ่านกะลาตาลโตนด(แปรน้ำหนักเพื่อให้พื้นที่ผิวในการวิเคราะห์ประมาณ 20 ถึง 50 ตารางเมตร)
-นำไปล้างโมเลกุลปนเปื้อนที่อยู่บนผิวถ่านกัมมันต์(Outgas)ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง สำหรับถ่านกัมมันต์และ 200 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมงสำหรับกะลาและถ่านกะลาตาลโตนด ภายใต้ความดันสุญญากาศ
- ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างและหลอดและหักน้ำหนักหลอด เพื่อให้ทราบน้ำหนักของตัวอย่าง ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณ (W)

การวิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวของรูพรุน

- กำหนดความดันสัมพัทธ์ที่สมดุล(P/P_0) ทั้งหมด 9 จุดดังนี้

P/P_0 = 0.025, 0.050, 0.075 สำหรับหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดเล็ก ซึ่งจะสังเกตได้จากเส้นกราฟบีอีที (BET- plot) เป็นเส้นตรง

P/P_0 = 0.1, 0.2, 0.3 สำหรับหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของถ่านกัมมันต์ที่มีทั้งรูพรุนขนาดเล็กและขนาดกลาง หรือพื้นที่ผิวทั้งหมดของไม้โกงกางและถ่านไม้โกงกาง ซึ่งจะสังเกตได้จากเส้นกราฟบีอีที (BET-plot) เป็นเส้นตรง

P/P_0 = 0.8, 0.9, 0.995 สำหรับหาพื้นที่ผิวของรูพรุนขนาดกลางของถ่านกัมมันต์ไม้โกงกางและถ่านไม้โกงกาง ซึ่งจะสังเกตได้จากเส้นกราฟที่ (t-plot) เป็นตรง

- ล้างโมเลกุลปนเปื้อนที่อยู่บนผิวถ่านกัมมันต์(Outgas)อีกครั้ง ที่อุณหภูมิห้องนานประมาณ 5 นาที

- ผ่านไนโตรเจนที่ปราศจากออกซิเจน ซึ่งมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 จนกระทั่งความดันสัมพัทธ์ที่สภาวะสมดุลเท่ากับที่กำหนด บันทึกปริมาตรของก๊าซไนโตรเจนที่ใช้

การคำนวณ

1.การหาพื้นที่ผิวจำเพาะทั้งหมด

- นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแกนราบ คือความดันสัมพัทธ์ (P/P_0) แกนตั้งฉากคือปริมาณของก๊าซไนโตรเจนที่ถูกดูดซับที่ความดันสัมพัทธ์ในเทอมของ $\left[W\left(P_0 / P\right) - 1\right]^{-1}$ จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ s จุดตัดบนแกนตั้งฉากคือ i คำนวณค่าพื้นที่ผิว (S_{BET}) ได้ดังนี้

$$S_{BET} \text{ (ตารางเมตรต่อกรัม)} = \frac{NA_{cs}}{(s+i)(wM)}$$

โดย N = เลขอาโวกาโดร = 6.023×10^{23} โมเลกุลต่อโมล

= พื้นที่หน้าตัดของโมเลกุลไนโตรเจน

= 16.2 ตารางอังสตรอม

M = น้ำหนักโมเลกุลของไนโตรเจน

2. การหาพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนขนาดกลาง

- คำนวณค่า t จากสมการต่อไปนี้

$$t\ (\text{อังสตรอม}) = \left[13.99 / \left(\log\left(P_0 / P\right) + 0.034\right)\right]^{0.5}$$

- สร้างกราฟระหว่างแกนราบคือ t แกนตั้งฉากคือ ปริมาตรของก๊าซไนโตรเจนที่ถูกดูดซับ ซึ่งคำนวณให้เป็นปริมาตรที่สภาวะมาตรฐาน (Vads) จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงที่มีความชันเป็น s ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนขนาดกลาง (S) คำนวณได้จาก

S (ตารางเมตรต่อกรัม) = (s) (15.47)

3. การหาพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนขนาดเล็ก

คำนวณโดยใช้ความสัมพันธ์ต่อไปนี้

S (ตารางเมตรต่อกรัม) = (S_{BET}) - (S_t)

การสร้างเส้นไอโซเทอม

- กำหนดความดันสัมพัทธที่สมดุล (P/P_0) ทั้งหมด 9 จุดดังนี้

P/P_0 = 0.025, 0.050, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.995

- ล้างโมเลกุลปนเปื้อนที่อยู่บนผิวถ่านกัมมันต์(Outgas) อีกครั้งที่อุณหภูมิห้องนาน ประมาณ 5 นาที

- ผ่านไนโตรเจนที่ปราศจากออกซิเจน ซึ่งมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 จนกระทั่งความดันสัมพัทธ์ที่สภาวะสมดุลเท่ากับที่กำหนด บันทึกปริมาตรของก๊าซไนโตรเจนที่ใช้

- สร้างกราฟโดยให้แกนราบคือ P/P_0 แกนตั้งฉากคือปริมาตรของก๊าซไนโตรเจนที่ถูกดูดซับ

ภาคผนวก จ

วิธีวิเคราะห์ค่าเมทธิลีนบลูของถ่านกัมมันต์

วิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับสีน้ำเงินในน้ำตามวิธี JIS 1470-1975 มีรายละเอียดของการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

<u>เครื่องมือที่ใช้</u>

- เครื่องวัดการดูดกลืนแสง
- เครื่องเซนติฟิวจ์

<u>วิธีเตรียมสารละลาย</u>

1.<u>การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์</u> (Buffer solution)

- อบโปแตสเซียมฟอสเฟส (KH_2PO_4) ให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์นาน 20 นาที

- ชั่งมา 9 กรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเป็น 1,000 มิลลิลิตร ด้วยขวดวัดปริมาตร สารละลายที่ได้นี้คือ A

- อบโซเดียมฟอสเฟต(Na_2HPO_4) ให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่ว-โมงและทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์นาน 20 นาที

- ชั่งมา 23.88 กรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเป็น 1,000 มิลลิลิตรในขวดวัดปริมาตร สารละลายที่ได้นี้คือ B

- นำสารละลาย A จำนวน 400 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย B จำนวน 600 มิลลิลิตร กวนให้เข้ากันจะได้สารละลายบัฟเฟอร์ที่มีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7

2.<u>สารละลายเมทธิลีนบลู</u>

2.1 <u>การเตรียม</u> อบสารเมทธิลีนบลูให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่ว-โมง และทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์นาน 20 นาที ชั่งมา 1.2060 กรัม(สมมุติว่ามีความบริสุทธิ์

99.5)ละลายด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ในข้อ 1 จนมีปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้นี้มีความเข้มข้น 0.3000 มิลลิกรัมต่อกรัม กวนสารละลายอย่างน้อย 3 วัน ก่อนจะนำไปใช้

2.2 การสร้างกราฟมาตรฐาน ดูดสารละลายเมทธิลีนบูลที่เตรียมได้มา 5.0 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรรวมเป็น 50 มิลลิลิตร ให้สารละลายนี้ คือ M ซึ่งมีความเข้มข้น 0.0300 มิลลิกรัมต่อลิตร เจือจางสารละลาย M ให้มีความเข้มข้นต่างๆดังนี้

ดูดมา 1.0 มล. เจือจางเป็น 100 มล. ความเข้มข้น = 0.00030 มก./มล.

ดูดมา 1.5 มล. เจือจางเป็น 100 มล. ความเข้มข้น = 0.00045 มก./มล.

ดูดมา 2.0 มล. เจือจางเป็น 100 มล. ความเข้มข้น = 0.00060 มก./มล.

ดูดมา 2.5 มล. เจือจางเป็น 100 มล. ความเข้มข้น = 0.00075 มก./มล.

ดูดมา 3.0 มล. เจือจางเป็น 100 มล. ความเข้มข้น = 0.00090 มก./มล.

วัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร บันทึกค่าการดูดกลืนแสง แล้วนำไปสร้างกราฟระหว่างแกนราบคือความเข้มข้นในหน่วย 100 มก./มล.แกนตั้งฉากคือค่าการดูดกลืน จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงมีความชันเท่ากับ $\tan\theta$

หมายเหตุ ค่า $\tan\theta$ เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของสารละลายที่เตรียมได้ ในการทดลองนี้กำหนดว่าค่าดังกล่าวต้องอยู่ในช่วง 2.0 ถึง 2.2 เท่านั้น ถ้าไม่ได้ค่าตามนี้ ให้ถือว่าสารละลายที่เตรียมมาใช้ไม่ได้

วิธีวิเคราะห์

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช(0.246 มิลลิเมตร)
- ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ D ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความ

ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม) ในขวดรูปชมพู่ขนาด 300 มิลลิลิตร ซึ่งมีจุกปิด

- ใส่สารละลายเมทธิลีนบูล 50 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าแรง 10 วินาที สังเกตุดูว่าสีของสารละลายเจือจางหรือไม่ ถ้าเจือจางให้ใส่สารละลายเมทธิลีนบูลลงไปอีก ครั้งละ 50 มิลลิลิตร
- เมื่อสีของสารละลายไม่เจือจาง ให้ใส่สารละลายเพิ่มอีก 50 มิลลิลิตรเพื่อให้ความเข้มข้นของสารละลายที่จุดสมดุลของการดูดซับเท่ากับ 0.3 มก./ก. แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ด้วยความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที นาน 30 นาที
- .เทสารละลายส่วนบนลงในหลอดเซนติฟิวจ์ แล้วนำไปเซนติฟิวจ์ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที
- ดูดสารละลายส่วนบนมา 0.5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร(ค่าคงที่ของการเจือจาง, C=100/0.5= 200)ถ้าวัดการดูดกลืนแสงแล้วอยู่นอกช่วงของ

กราฟมาตรฐาน ให้เพิ่มปริมาตรหลังการเจือจาง เช่น เจือจางให้เป็น 200 มิลลิลิตร(C=400) เป็นต้น

- วัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร
- ค่าเมทธิลีนบูล(Methylene blue adsorption,MB) คำนวณได้จาก

MB(มิลลิกรัมต่อกรัม) = (0.3000A/D) – (ABC/100Dtanθ)

โดย A = ปริมาตรของสารละลายเมทธิลีนบูลที่ใช้ตอนเริ่มต้น,มิลลิลิตร

B = ค่าการดูดกลืนแสง

C = ค่าคงที่ของการเจือจาง

= 200(หรือ 400)

ภาคผนวก ฉ.

วิธีวิเคราะห์ค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์

วิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับไอโอดีน ซึ่งสมมุติว่าเป็นสารพิษในน้ำ ตามวิธี ASTM D 4607-86 มีความละเอียดของการวิเคราะห์มีดังนี้

<u>สารเคมีที่ใช้</u>

- สารละลายไอโอดีนมาตราฐานเบื้องต้นเข้มข้น 0.1000 นอร์มัล ซึ่งเป็นหลอดสำเร็จรูป นำมาเจาะรู แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่เตรียมได้ลงในขวดสีชา

- สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) เข้มข้น 0.1000 นอร์มัล ซึ่งเป็นหลอดสำเร็จรูปนำมาเจาะรู แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายไว้ในที่เย็น

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจำนวน 70 มิลลิลิตร เทใส่น้ำกลั่นที่มีปริมาตร 550 มิลลิลิตร

- น้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยชั่งแป้ง 1 กรัม ละลายด้วยน้ำร้อนจนมีน้ำหนักเป็น 10 กรัม น้ำแป้งที่เตรียมได้จะใช้ภายในวันที่เตรียมเท่านั้น

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิลิตร)

- ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ M ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม) ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งมีจุกปิด

<u>หมายเหตุ</u> ต้องชั่งน้ำหนักของตัวอย่าง 3 ค่าตัวอย่าง เพื่อให้ได้ค่า C มีค่าน้อยกว่าเท่ากับและมากกว่า 0.02 น้ำหนักประมาณของตัวอย่าง ดูจากรูปที่ ฉ.1

- ใส่สารละลายกรดไฮโดรครอริกจำนวน 10 มิลลิลิตร (ตวงด้วยปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดประมาณ 10 วินาที แกว่งขวดเบาๆเพื่อให้ผงถ่านกัมมันต์ทุกส่วนชุ่มด้วยสารละลายเพื่อกำจัดเถ้าหรือซัลเฟอร์ออกจากผิวของถ่านกัมมันต์

- ใส่สารละลายไอโอดีน 100 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าแรงๆเป็นเวลา 30 วินาที

- กรองด้วยกระดาษกรอง ทิ้งสารละลายที่กรองได้ 20 มิลลิลิตรแรก

- ดูดสารละลายที่กรองได้ 50 มิลลิลิตรด้วยปิเปต

- ติเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์จนถึงจุดยุติ (สารละลายไม่มีสี) บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้เป็นมิลลิลิตร (S)
- คำนวณค่าการดูดซับจำเพาะ(X/M) และความเข้มข้นที่สมดุลของสารละลายไอโอดีนได้จาก (C) ได้จาก

X/M (มิลลิกรัม/กรัม) = (1269.30/M)-(2.2)(12.693)(S/M)

C = (0.1/50)*S

- นำค่า X/M ที่ได้ทั้งสามค่ามาสร้างกราฟระหว่างแกนราบคือ log C แกนตั้งฉากคือ logX/M จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง
- จากเส้นความสัมพันธ์ ที่ตำแหน่ง C = 0.02 หรือ log C = -1.699 จะทราบค่าบนแกนตั้งฉาก สมมุติเท่ากับ Y นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า IA ดังนี้

IA(มิลลิกรัม/กรัม) = 10^{Y}

ตัวอย่างการคำนวณแสดงในรูป ฉ.2

รูปที่ ฉ.1 น้ำหนักประมาณของสารตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าไอโอดีน

E	C=0.01	C=0.02	C=0.03	E	C=0.01	C=0.02	C=0.03
300	3.766	3.300	2.835	300	0.729	0.639	0.549
350	3.228	2.829	2.430	350	0.705	0.619	0.531
400	2.824	2.475	2.126	400	0.684	0.600	0.515
450	2.510	2.200	1.890	450	0.664	0.582	0.500
500	2.259	1.980	1.701	500	0.645	0.566	0.486
550	2.054	1.800	1.546	550	0.628	0.550	0.472
600	1.883	1.650	1.417	600	0.610	0.535	0.460
650	1.738	1.523	1.308	650	0.594	0.521	0.447
700	1.614	1.414	1.215	700	0.579	0.508	0.436
750	1.506	1.320	1.134	750	0.565	0.495	0.425
800	1.412	1.237	1.063	800	0.551	0.483	0.415
850	1.329	1.164	1.000	850	0.538	0.471	0.404
900	1.255	1.100	0.945	900	0.525	0.460	0.394
950	1.189	1.042	0.895	950	0.513	0.450	0.386
1000	1.130	0.990	0.850	1000	0.502	0.440	0.378
1050	1.076	0.943	0.810	1050	0.491	0.430	0.369
1100	1.027	0.900	0.773	1100	0.481	0.421	0.362
1150	0.982	0.861	0.739	1150	0.471	0.413	0.354
1200	0.941	0.825	0.709	1200	0.461	0.404	0.347
1250	0.904	0.792	0.680	1250	0.452	0.396	0.340
1300	0.869	0.761	0.654	1300	0.443	0.388	0.333
1350	0.837	0.733	0.630	1350	0.434	0.381	0.327
1400	0.807	0.707	0.607	1400	0.426	0.374	0.321
1450	0.779	0.683	0.586	1450	0.413	0.367	0.315
1500	0.753	0.660	0.567	1500	0.411	0.360	0.309

ภาคผนวก ช

ตาราง ญ.1 สมบัติถ่านกัมมันต์เกรดการค้า

ถ่านกัมมันต์ชนิดผง

ชื่อตัวอย่าง	วัตถุดิบ	ASH % นน.	BD ก./ซีซี	S_{BET} $ม^2$/ก.	MB มก./ก.	IA มก./ก.
UDP Chemical(Thailand)						
MDP 1-7325	กะลามะพร้าว	3	0.40-0.55	1200-1300	230	1050
PN3	ขี้เลื่อย	8	0.46	-	-	800
Taiko PKW	ขี้เลื่อย	2	-	-	-	-
Shirasagi	-	3	-	-	-	-
900	-	3-5	0.37-0.40	-	-	900
Nucha SN	-	3-5	0.37-0.40	-	-	900
Pittsburge Activated Carbon						
RB	บิทูมินัส	23	-	1250-1400	-	1200
RC	บิทูมินัส	21	-	1100-1300	-	1100
BL	บิทูมินัส	8.5	-	1000-1100	300	1000
C	บิทูมินัส	14	-	1000-1100	-	900
GW	บิทูมินัส	12	-	1000-1100	180	700

ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

ชื่อตัวอย่าง	วัตถุดิบ	ASH % นน.	BD ก./ซีซี	S_{BET} ม^2/ก.	MB มก./ก.	IA มก./ก.
UDP Chemical(Thailand)						
MDG 7746	กะลามะพร้าว	3	0.40-0.45	1100-1200	200	1050
MD-W 7830	กะลามะพร้าว					
SUTCLIFFE SPEAKMAN						
	ถ่านหิน	6-16	0.40-0.56	600-1250		
	กะลามะพร้าว	1-4	0.40-0.59	700-1500		
Norit Activated Carbon						
PK 1-3	ไม้	6		800	-	800
Nucha 681	บิทูมินัส	-	0.43-0.46	1100	-	-
AG-5	-	6	0.38-0.45	900-1000	-	-
PJAC (Japan)						
CG-4X10	กะลามะพร้าว	5	0.42-0.47	1200-1300	170	1050
CG-6X8	กะลามะพร้าว	5	0.42-0.47	1200-1300	170	1100
CW-8X30	กะลามะพร้าว	5	0.45-0.50	1050-1150	170	1050
SYBRON	บิทูมินัส	-	0.50-0.55	900	220	900
IONAC P-50 (USA)						
	บิทูมินัส	-	-	850-900	-	850
Calgon Filtrasorb 100-200						
CALGON SGL	บิทูมินัส	10	0.48	950-1050	-	900
Pittsburgh Activated Carbon						
Vapor phase	บิทูมินัส	4.0	0.44	-	-	1200
PBC	บิทูมินัส	8.0	0.48	-	-	1050
BPL						
Liquid phase	บิทูมินัส	8.5	0.44	-	-	1000

CAL ชื่อตัวอย่าง	วัตถุดิบ	ASH % นน.	BD ก./ซีซี	S_{BET} $ม^2$/ก.	MB มก./ก.	IA มก./ก.
OL	บิทูมินัส	8.0	0.44	-	-	1000
SLG	บิทูมินัส	8.0	0.48	-	-	900
Nucha WV-G	-	-	0.43-0.46	1100	-	1050

ที่มา : เอกสารประกอบการประชุมคณะกรรมการร่างมาตรฐาน " ถ่านกัมมันต์ " สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ตาราง ญ.2 คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีของถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ชนิดผง

ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย แต่ปริมาณที่ผ่านแร่ง 150 ไมโครเมตร ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 โดยน้ำหนัก

คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
ค่าไอโอดีน ไม่น้อยกว่า	600
ความหนาแน่นปรากฏ กรัม ต่อ ลูกบาศก์เดซิเมตร	0.20-0.75

ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย แต่ปริมาณที่ผ่านแร่ง 150 ไมโครเมตร ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
ค่าไอโอดีน ไม่น้อยกว่า	600
ความชื้น ร้อยละไม่เกิน	8
ความหนาแน่นปรากฏ กรัม ต่อ ลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่น้อยกว่า	0.36
ความแข็ง ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	70

ที่มา: มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม " ถ่านกัมมันต์ " มอก.900-2532

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

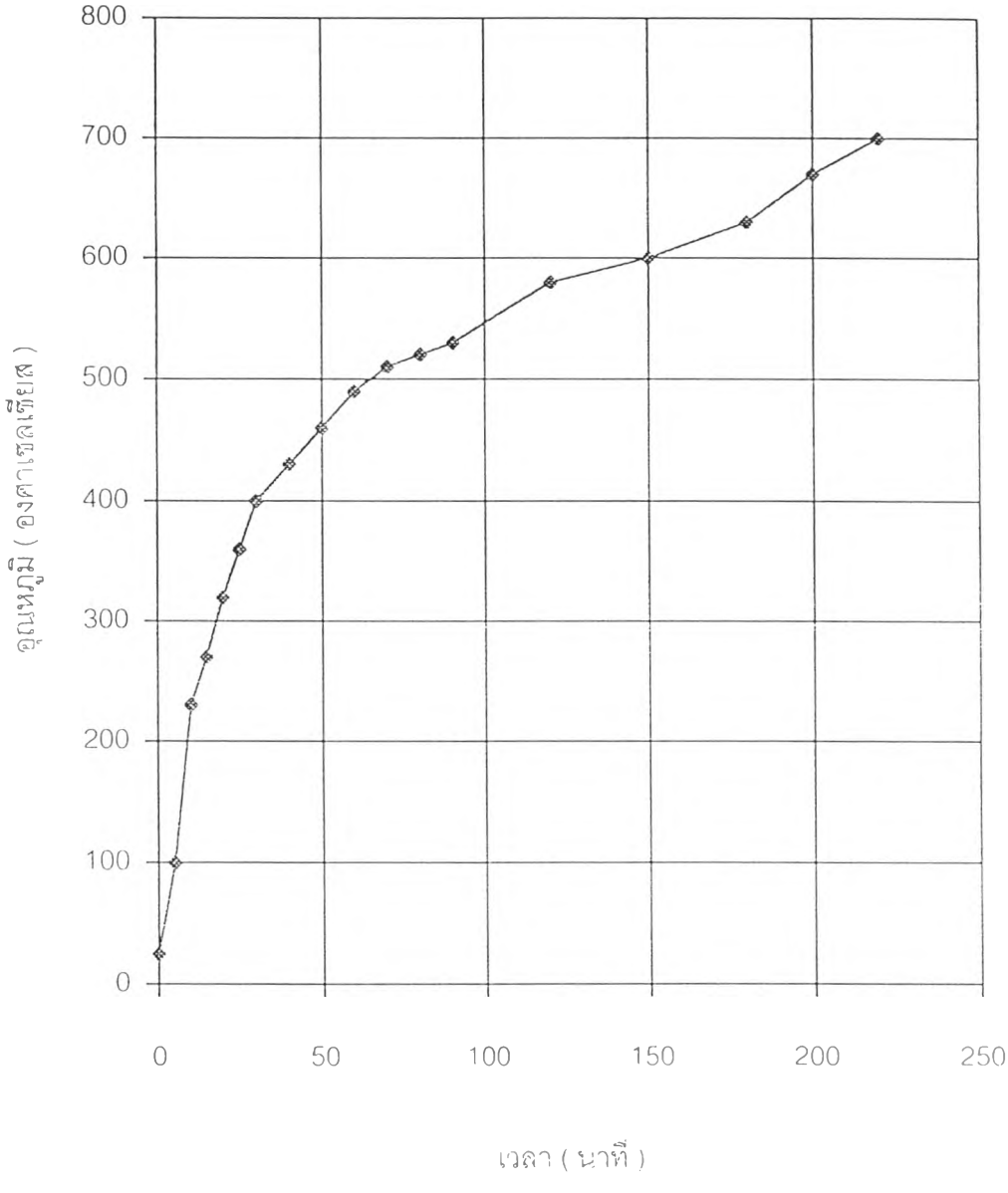
ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

รูปที่ ซ.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาเมื่อกระตุ้นที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส

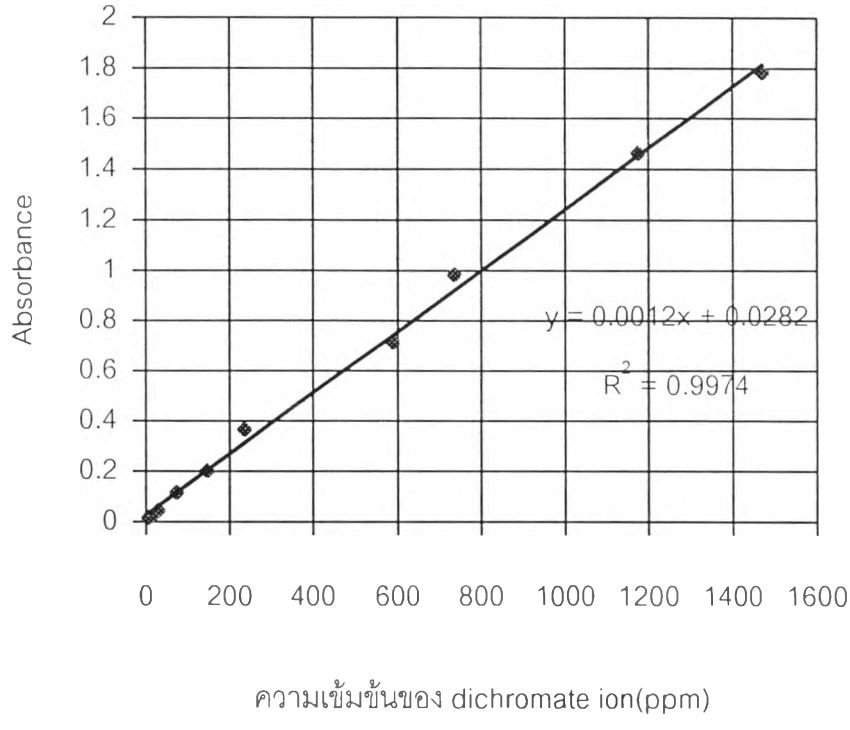


ภาคผนวก ฌ

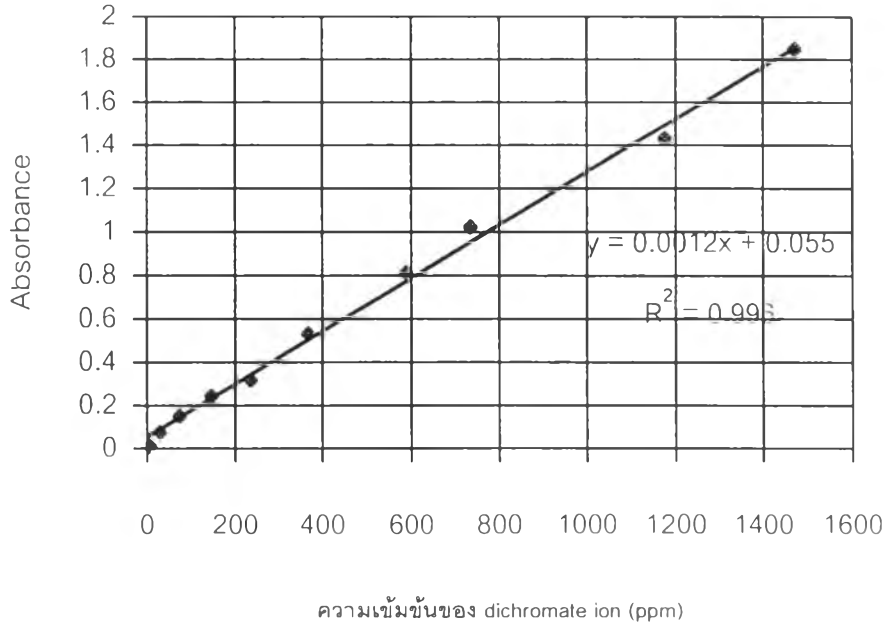
ฌ. 1 การสร้างกราฟมาตรฐานของ $K_2Cr_2O_7$

ตารางที่ ฌ 1 ค่าAbsorbance ที่ความเข้มข้นต่างๆของ $Cr_2O_7^{2-}$

mg/l $Cr_2O_7^{2-}$	pH ของสารละลาย	Abs. Nanometer		pH ของสารละลาย	Abs. Nanometer	
		301.9	350.2		301.9	350.2
5.88×10^{-13}	1.06	0.867	0.001	2.05	0.034	0.001
2.94×10^{-10}	1.15	0.842	0.002	1.96	0.042	0.001
2.94×10^{-8}	1.11	0.816	0.003	2.08	0.087	0.003
2.94×10^{-5}	1.08	0.804	0.005	1.94	0.072	0.003
0.0294	1.06	1.123	0.005	1.94	0.095	0.004
0.2940	1.12	1.1078	0.007	2.10	0.091	0.006
2.942	1.09	1.149	0.016	1.95	0.126	0.008
5.884	1.03	1.135	0.018	2.05	0.183	0.013
14.71	1.05	1.152	0.025	1.98	0.194	0.025
29.42	1.07	1.187	0.047	1.97	0.206	0.079
58.84	1.10	1.226	0.089	2.10	0.217	0.114
73.55	1.07	1.269	0.118	2.06	0.245	0.153
147.1	1.06	1.289	0.204	1.94	0.319	0.246
235.36	1.02	1.344	0.365	1.95	0.548	0.318
294.22	1.03	1.408	0.409	1.99	0.545	0.377
367.75	1.08	1.447	0.551	1.93	0.573	0.530
588.4	1.02	1.591	0.713	1.99	0.627	0.814
735.5	1.08	1.573	0.984	2.06	0.689	1.023
1176	1.16	1.613	1.465	2.07	0.843	1.432
1471	1.15	1.657	1.783	1.94	1.139	1.851



รูปที่ ฌ 1.1 กราฟมาตรฐานของสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ ที่ pH = 1



รูปที่ ฌ 1.2 กราฟมาตรฐานของสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ ที่ pH = 2

ฌ.2 การศึกษาจลนพลศาสตร์ของถ่านกัมมันต์

ตารางที่ ฌ.2.1 การศึกษาจลนพลศาสตร์ของการดูดซับ $Cr_2O_7^{2-}$ บนถ่านกัมมันต์จากไม้โกงกาง ขนาด 0.6 - 1.18 mm. ที่ pH = 1

เวลา (hr.)	น้ำหนักถ่าน (g)	Abs. Nanometer At 350 nm.	pH ของสารละลายหลังจากแช่ด้วยถ่าน	mg/l $Cr_2O_7^{2-}$ ที่เหลือ	mg/g $Cr_2O_7^{2-}$ ที่ถูกดูดซับ
20 min	0.2496	0.389	1.10	300.43	28.82
1	0.2518	0.345	1.13	263.98	32.21
2	0.2520	0.314	1.17	238.12	34.75
3	0.2523	0.287	1.15	215.60	36.94
4	0.2508	0.243	1.20	179.19	40.79
5	0.2501	0.201	1.18	144.22	44.40
6	0.2505	0.190	1.24	134.79	45.27
7	0.2501	0.170	1.27	117.81	47.04
8	0.2497	0.170	1.32	117.81	47.04
9	0.2507	0.168	1.33	116.78	47.03
24	0.2510	0.122	1.39	77.97	50.84

ตารางที่ ฌ 2.2 การศึกษาจลนพลศาสตร์ของการดูดซับ $Cr_2O_7^{2-}$ บนถ่านกัมมันต์จากไม้โกงกาง ขนาด 0.6 - 1.18 mm. ที่ pH = 2

เวลา (hr.)	น้ำหนักถ่าน (g)	Abs. Nanometer At 350 nm.	pH ของสารละลายหลังจากแช่ด้วยถ่าน	mg/l $Cr_2O_7^{2-}$ ที่เหลือ	mg/g $Cr_2O_7^{2-}$ ที่ถูกดูดซับ
20 min	0.2505	0.397	2.39	284.99	30.28
1	0.2502	0.368	2.18	260.84	32.73
2	0.2511	0.342	2.26	239.17	34.77
3	0.2515	0.295	2.48	199.98	38.61
4	0.2499	0.254	2.33	165.87	42.27
5	0.2510	0.203	2.40	123.35	46.32
6	0.2513	0.187	2.46	109.82	47.61
7	0.2505	0.188	2.51	110.55	47.69
8	0.2501	0.187	2.54	109.71	47.85
9	0.2519	0.179	2.66	103.24	48.15
24	0.2508	0.135	2.93	66.84	51.99

ฌ.3 การศึกษา Adsorption Isotherm

ตารางที่ ฌ 3.1 การศึกษา Adsorption Isotherm ของการดูดซับ $Cr_2O_7^{2-}$ บนถ่านกัมมันต์จากไม้โกงกางขนาด 0.6-1.18 mm. ที่ pH=1 เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

mg/l $Cr_2O_7^{2-}$ เริ่มต้น	น้ำหนักถ่าน (g)	Abs. Nanometer At 350 nm.	PH ของสารละลายหลังจากแช่ด้วยถ่าน	mg/l $Cr_2O_7^{2-}$ ที่เหลือ	mg/g $Cr_2O_7^{2-}$ ที่ถูกดูดซับ
294.22	0.2519	0.0403	1.18	10.05	28.20
367.75	0.2545	0.0599	1.14	26.42	33.53
420.29	0.2524	0.0629	1.21	28.91	46.72
588.40	0.2513	0.0799	1.28	43.09	54.25
653.78	0.2530	0.1318	1.16	86.35	56.07
735.50	0.2532	0.2147	1.15	155.38	57.29
1176.80	0.2538	0.6684	1.30	533.47	63.37
1471.00	0.2518	1.0027	1.14	812.09	65.42

ตารางที่ ฌ 3.2 การศึกษา Adsorption Isotherm ของการดูดซับ $Cr_2O_7^{=}$ บนถ่านกัมมันต์จากไม้โกงกางขนาด 0.6-1.18 mm. ที่ pH=2 เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

mg/l $Cr_2O_7^{2-}$ เริ่มต้น	น้ำหนักถ่าน (g)	Abs. Nanometer At 350 nm.	PH ของสารละลายหลังจากแช่ด้วยถ่าน	mg/l $Cr_2O_7^{2-}$ ที่เหลือ	mg/g $Cr_2O_7^{2-}$ ที่ถูกดูดซับ
294.22	0.2520	0.1048	2.22	41.50	25.07
367.75	0.2525	0.1235	2.28	57.07	30.76
420.29	0.2529	0.1444	2.19	74.53	34.18
588.40	0.2541	0.2029	2.17	123.26	45.76
653.78	0.2531	0.2638	2.13	174.00	47.39
735.50	0.2542	0.3098	2.06	212.36	51.45
1176.80	0.2526	0.7577	2.14	582.58	58.81
1471.00	0.2548	1.1442	2.21	907.69	55.27

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนิชชรี นิลนนท์ เกิดวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีวิศวกรรม ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2539 ปัจจุบันอยู่ในระหว่างการเตรียมตัวไปศึกษาต่อ ณ ต่างประเทศ