

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤษณา ขุดิมา. เคมีทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: อักษรสารการพิมพ์, 2518.

นิชชรี นิลนนท์. การผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้โกงกางโดยกระตุ้นด้วยไอน้ำอิมัลชันด้วยด่างและคาร์บอนไดออกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมีเทคนิค, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

บุญชัย ตระกูลมหัย. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลโตนดในฟลูอิดไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

บุญฤกษ์ จากามระ. วิทยาศาสตร์น้ำ. กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์, 2530.

โทบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. กรรมวิธีแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์, 2532.

ภัทรา บัญญาวัฒน์กิจ. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันโดยกระตุ้นด้วยไอน้ำอิมัลชันด้วยด่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล, 2540.

ศุลกากร, กรม. สถิติการนำเข้าและส่งออกของกรมศุลกากร. กรุงเทพมหานคร: กรมศุลกากร, 2530-2540.

ภาษาอังกฤษ

Ajay, K. Dalai, jasimuz Zaman, Stanley, E. Hall and Eric, L. Tollefson. Preparation of Activated carbon from Canadian coals using a fixed bed reactor and a spouted bed kiln system. Fuel 75 (1996): 227-237.

American Standard of Testing Material. Standard test method for Surface area of activated carbon ASTM C 819-77. (1996): 552-557.

American Standard of Testing Material. Standard test method for Chemical Analysis of Wood Charcoal ASTM D 1762-84. (1996): 281-282.

American Standard of Testing Material. Standard test method for Apparent Density of Activated Carbon ASTM D 2854 - 89. (1996): 491-493.

American Standard of Testing Material. Standard test method for total ash content of activated carbon ASTM D 2866 - 94. (1996): 498-499.

American Standard of Testing Material. Standard test method for moisture in activated carbon ASTM D 2867 -95. (1996): 500-502.

- American Standard of Testing Material. Standard test method for pH of activated carbon ASTM D 3838 - 80. (1996): 531-532.
- American Standard of Testing Material. Standard test method for Volatile Matter Content of Activated Carbon Sample ASTM D 5832-95. (1996): 570-571.
- American Water Works Association. Standard test for determination of iodine number of granular Activated Carbon AWWA B604-74. (1974): 674-679.
- Bansel, R. C. and Coworker. Active Carbon. New York: Marcel Dekker, 1988.
- Bates, Andrew. The interaction of coal with microwave energy. Proc. Frist Australian Symposium on Microwave Power Applications. Feb. 15-17, (1989): 84-115.
- Berkowitz, N. The Chemistry of Coal. New York: Elsevier, 1985.
- Caturla, F., Molina-Sabio, M. and Rodriguez-Reinoso, F. Preparation of activated carbon by chemical activation with $ZnCl_2$. Carbon 29 (1991): 993-999.
- Cha, C. Y. Microwave induced Reactions of SO_2 and NO_x Decomposition in the Char-bed. Res. Chem. Intermed. 20 (1994): 13-28.
- Cha, C. Y., Kim, B. K., Lumpkin, R. E. and Quinga, E. Electromagnetic Enhancement of Chemical Reactions (Devolatilization of Char and Coal). Fuel Science and Technology International 11 (1993): 1,175-1,202.
- Cha, C. Y. and Kong, Y. Enhancement of NO_x Adsorption capacity and rate of Char by Microwaves. Carbon 33 (1995): 1,141-1,146.
- Challa, S., Little, W. E. and Cha, C. Y. Measurement of the Dielectric Properties of Char at 2.45 GHz. Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy 29 (1994): 131-137.
- Decarean, R. V. and Peterson, R. A. Microwave Processing and Engineering. 1st ed. Chichester, England: Ellis Horwood Ltd., 1986.
- Deng, S. G. and Lin, Y. S. Microwave Heating synthesis of supported sorbents. Chemical Engineering Science 52 (1997): 1,563-1,575.
- Ergun, S. and Mentser M. Reactions of Carbon with Carbon dioxide and Steam. Chemistry and Physics of Carbon: A Series of Advances. 21 (1965): 204-240.
- Gergova, K., Eser, S. Schobert, Klimkiewicz H. and Brown, M. Pw. Environmental Scanning Electron Microscopy of Activated Carbon Production from Anthracite by one step Pyrolysis Activation. Fuel 74 (1995): 1,042-1,047.

- Gergova, K., Petrov, N., Butuzova, L., Minkova, V. and Isaeva, L. Evolution of the Active Surface of Carbons Produced from Various Raw Materials by Steam Pyrolysis/Activation. J.Chem.Tech. Biotechnol. 58 (1993): 321-330.
- Gergova, K., Petrov, N. and Minkova, V. A comparison of adsorption characteristics of various activated carbons. J.Chem.Tech. Biotechnol. 56 (1993): 77-82.
- Goldblith, S. A. Basic principles of microwaves and recent development. Advances in Food Res. 15 (1966): 277-301.
- Gonzalez-Serrano, E., Cordero, T., Rodriguez-Mirasol, J. and Rodriguez, J. J. Development of Porosity upon Chemical Activation of Kraft Lignin with $ZnCl_2$. Ind. Eng. Chem. Res. 36(1997): 4,832-4,838.
- Hassler, John W. . Purification with Activated Carbon: Industrial Commercial Environmental. 2nd ed. New York: Chemical Publishing Co., Inc., 1974.
- Hsisheng Teng, Jui-an Ho, Yung-Fu Hsu, and Chien-To, Hsieh. Preparation of Activated Carbons from Bituminous Coals with CO_2 Activated. 1. Effects of Oxygen Content in Raw Coals. Ind. Eng. Chem. Res. 35 (1996): 4,043-4,049.
- Japanese Industrial Standard. Standard test method for Activated Carbon JIS K 1474-1991. (1991): 1-13.
- Jankowska Helena, Andrzej Swiatkowski and Jerzy Choma. Active Carbon. 1st ed. English: Ellis Horwood limited, 1991.
- Jesch, L.R. and McLaughlin, H. R. Dielectric measurement of oil shale as functions on temperature and frequency. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2 (1984): 99-105.
- Jou, C. J .G. and Tai, H. S. Application of granulated activated carbon packed-bed reactor in microwave radiation field to treat BTX. Chemosphere. 37(1998): 685-689.
- Kirubakaran, C. John, Krishnaiah, K., and Seshadri, S. K. Experimental Study of the Production of Activated Carbon from Coconut Shells in Fluidized Bed Reactor. Ind. Eng. Chem. Res. 30 (1991): 2,411-2,416.
- Kong, Y. and Cha, C. Y. NO_x Abatement with Carbon Adsorbents and Microwave Energy. Energy & Fuels 9 (1995): 971-975.

- Kong, Y. and Cha, C. Y. Microwave-induced regeneration of NO_x-saturated char. Energy&Fuel 10 (1996): 1,245-1,249.
- Kong, Y. and Cha, C. Y. Reduction of No_x Adsorbed on Char with Microwave energy. Carbon 34 (1996): 1,035-1,040.
- Loren, M. Norman, and Cha, C. Y. Production of Activated Carbon from Coal Chars Using Microwave energy. Chem.Eng.Comm. 140 (1996): 87-110.
- Mattson, J. S. and Mark, H. B. Activated Carbon Surface Chemistry and Adsorption from solution. New york: Marcel Dekker, Inc. ,1971.
- Mohd Zobir Hussein, Zulkamain Zainal, Ramli Ibrahim, and Khor K. Kheong. The Preparation of Activated Carbons from Chips of Oil Palm Trunk Catalyzed by ZnCl₂/CO₂ : Surface Area and Porosity Studies. J.Chem.Tech.Biotechnol. 64 (1995): 35-40.
- Nestor Tancredi, Cordero Tomas, Rodriguez-Mirasol, Jose and Rodriguez J. Juan. CO₂ Gasification of Eucalyptus Wood Char. Fuel 75 (1996): 1,505-1,508.
- Nestor Tancredi, Cordero Tomas, Rodriguez-Mirasol, Jose and Rodriguez J. Juan. Activated Carbons from Uruguay Eucalyptus Wood. Fuel 75 (1996): 1,701-1,706.
- Parisa, M. M., Mythili, R., William, R. M., and Paul, B. Rapid microwave pyrolysis of coal. Methodology and examination of the residual and volatile phases. Fuel 74 (1995): 20-27.
- Potter, Norman N. Microwave Heating in Food Science. 3rd ed. Avi Publishing Co., Westport Conn. 1978.
- Rist, Lance, P. , and Douglas P. Harrison. Surface Area and Pore Development during Lignite Activation. Fuel 64 (1985): 291-296.
- Rodriguez-Reinoso, F. and Linares-Solano. Microporous structure of Activated Carbon as revealed by Adsorption method. Chemistry and Physics of Carbon: A Series of Advances. 21 (1965): 1-37.
- Satya Sai, P. M. and Jaleel Ahmed. Production of Activated Carbon from Coconut Shell Char in a Fluidized Bed Reactor. Ind. Eng. Chem. Res. 20 (1997): 3,625-3,630.
- Smisek, Milan, and Slavoj Cerny. Active Carbon: Manufacture, Properties, and Application. 1st ed. Elsevier Publishing Company, 1970.

Suzuki, M. Adsorption Engineering. Chemical Engineering Monographs Vol.25. Tokyo: Kodansha, 1990.

Torregrosa, R. and Matin, J. M. M. Activation of lignocellulosic materials: a comparison between chemical, physical and combined activation in terms of porous texture. Fuel 70 (1991): 1,173-1,180.

Zhang, D. X., Yu, A. M., and Jin, Q. H. Studies on microwave-carbon reduction method for the treatment of nitric oxide. Chemical Journal of Chinese Universities-Chinese 18 (1997): 1,245-1,249.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

วิธีวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของกะลาปาล์มน้ำมันและถ่านกะลาปาล์มน้ำมัน

วิธีวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณ (Proximate analysis)

วิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของกะลาปาล์มน้ำมันและถ่านกะลาปาล์มน้ำมัน ตามวิธี ASTM D 1762-84 โดยวิเคราะห์สารที่แห้งในอากาศ และคำนวณเพื่อรายงานค่าที่ได้เทียบกับน้ำหนักของสารที่ไม่มีความชื้น (Dry basis) ยกเว้นค่าความชื้นที่รายงานเทียบน้ำหนักของสารที่แห้งในอากาศ (Air dry basis) วิธีวิเคราะห์ครอบคลุมการ วิเคราะห์หาค่าความชื้น สารระเหย และค่ารายละเอียดการวิเคราะห์ มีดังต่อไปนี้

การเตรียมสารตัวอย่าง

- บดตัวอย่างอย่างรวดเร็วและคัดขนาดของตัวอย่างให้ผ่านตะแกรงร่อนขนาด No.20 mesh (850 μm) โดยการบดต้องไม่ใช้เวลานานนักเพราะอาจทำให้เกิดความร้อนทำให้มีการสูญเสียของความชื้นและสารระเหยได้ นอกจากนั้นยังทำให้ตัวอย่างมีขนาดเล็กลงซึ่งถ้ามีขนาดเล็กมาก ๆ (ต่ำกว่า 150 μm) จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ได้เนื่องจากอาจมีการสูญเสียไปจากถ้วยกระเบื้องในระหว่างการไล่สารระเหย

- นำตัวอย่างที่บดได้มาผสมรวมกันและเก็บไว้ในภาชนะที่ป้องกันความชื้นได้

1. วิเคราะห์ค่าความชื้น (Moisture, M)

- เผาด้วยกระเบื้องพร้อมฝาในเตาเผาที่ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นทิ้งให้เย็นในหม้อดูดความชื้น

- ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝา จากนั้นใส่ตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ประมาณ 1 กรัมให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัม) ในถ้วยกระเบื้องพร้อมฝา บันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างก่อนอบแห้ง รวมน้ำหนักของชวดชั่งและฝา (A)

- นำไปอบแห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นในหม้อดูดความชื้น

- ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างหลังอบแห้ง รวมน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝา (B)

- คำนวณค่าความชื้นดังนี้

- ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ($\text{Moisture\%} = [(A-B)/A]*100$)

2. วิธีหาปริมาณสารระเหย (Volatile matter, VM)

- เเผาเตาเผาไว้ที่ 950 องศาเซลเซียส ทำการให้ความร้อนกับถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาและตัวอย่างที่ใช้ในการหาความชื้นในขั้นตอนที่ 1. ดังนี้

วางไว้หน้าเตาเผาเป็นเวลา 2 นาที (อุณหภูมิประมาณ 300 องศาเซลเซียส) จากนั้นวางไว้ที่ขอบเตาเผาเป็นเวลา 3 นาที (อุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส) จากนั้นนำเข้าเตาเผาเป็นเวลา 6 นาที

- นำออกจากเตาเผาทิ้งให้เย็นในหม้อสุดความชื้น
- ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างหลังอบเผา รวมน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝา (B)
- คำนวณหาค่าสารระเหยดังนี้
- สารระเหย (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ($\text{Volatile matter \%} = [(B-C)/B]*100$)

3. ค่าเถ้า (Ash content, A)

- ทำการให้ความร้อนกับถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาและตัวอย่างที่ใช้ในการหาสารระเหยในขั้นตอนที่ 2 ในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในหม้อสุดความชื้น

- ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างหลังอบเผา รวมน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝา (C)
- คำนวณหาค่าเถ้าดังนี้
- ค่าเถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ($\text{Ash \%} = [D/B]*100$)

4. ค่าถ่านคงตัว (Fixed carbon, FC)

$$\text{FC (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = 100 - A - \text{VM} - M$$

ภาคผนวก ข.

วิธีวิเคราะห์สมบัติของถ่านกัมมันต์

วิธีวิเคราะห์ค่าความชื้น (Moisture.M)

วิเคราะห์ปริมาณความชื้นในถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM D 2867 -95 มีรายละเอียดการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดให้ผ่านตะแกรงร่อนขนาด No.20 mesh (850 μ m)

- ชั่งตัวอย่างถ่าน 1 กรัมให้มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่4 ในด้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิด ที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

- อบแห้งตัวอย่างในเตาอบที่อุณหภูมิ 145-155 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 3 ชั่วโมง) ทิ้งให้เย็นในหม้อดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก และคำนวณความชื้นได้จากสูตร

$$\text{ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = [(C-D)/(C-B)]*100$$

โดยที่ C คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิด (กรัม)

D คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิดรวมกับน้ำหนักถ่าน (กรัม)

B คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิดรวมกับน้ำหนักถ่านหลังอบแห้ง (กรัม)

วิธีวิเคราะห์ค่าสารระเหย(Volatile Matter.VM)

วิเคราะห์ปริมาณสารระเหยในถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM D 5832-95 มีรายละเอียดการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดให้ผ่านตะแกรงร่อนขนาด No.20 mesh (850- μ m)

- ชั่งตัวอย่างถ่าน 1 กรัมให้มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่4 ในด้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิด ที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

- วางถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิดที่บรรจุถ่านในเตาเผาที่อุณหภูมิ 950 ± 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที

- นำออกจากเตาเผาและทิ้งให้เย็นในหม้อดูดความชื้นชั่งน้ำหนัก และคำนวณร้อยละสารระเหยได้จากสูตร

$$\text{ร้อยละน้ำหนักที่สูญเสียไปเท่ากับ } [(C-D)/(C-B)]*100$$

โดยที่ C คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิดรวมกับน้ำหนักถ่าน (กรัม)

D คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิดรวมกับน้ำหนักถ่านหลังให้ความร้อน (กรัม)

B คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องพร้อมฝาปิด (กรัม)

สารระเหย (ร้อยละโดยน้ำหนัก) = ร้อยละน้ำหนักที่สูญเสียไป-ร้อยละความชื้น

วิธีวิเคราะห์ค่าแฉา (Ash,A)

วิเคราะห์ปริมาณแฉาในถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM D2866-94 โดยวิเคราะห์ และรายงานค่าที่ได้เทียบกับน้ำหนักของที่ไม่มี ความชื้น (Dry basis) รายละเอียดการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดให้ผ่านตะแกรงร่อนขนาด No.20 mesh

(850 μ m)

- เเผาถ้วยกระเบื้องทนความร้อน ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่

- นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในหม้อดูดความชื้น

- ชั่ง ถ้วยกระเบื้องทนความร้อน และบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้ (X_0)

- ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งที่ 150 ± 5 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 3 ชั่วโมง) ใส่ในถ้วยกระเบื้องทนความร้อน ให้มีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ให้ละเอียดถึงเทคนิคตำแหน่งที่ 4 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัม) บันทึกน้ำหนักของตัวอย่างที่ได้ รวมน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องทนความร้อน (X_1)

- นำไปเผาที่อุณหภูมิ 650 ± 25 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ใช้เวลาประมาณ

3-16 ชั่วโมง

- นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในหม้อดูดความชื้น

- ค่อย ๆ เปิดฝาหม้อดูดความชื้น เพื่อป้องกันไม่ให้แฉาที่ได้ฟุ้งกระจาย ชั่งบันทึกน้ำหนัก

ที่ได้ของตัวอย่างหลังเผา รวมน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องทนความร้อน (X_2)

- คำนวณค่าแฉาดังนี้

$$\text{แฉา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = [(X_2 - X_0) / (X_1 - X_0)] * 100$$

วิธีวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร (Bulk density ,BD.)

วิเคราะห์ความหนาแน่นของถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM D2854-89 รายละเอียดการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 -120 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในหม้อดูดความชื้น

- ชั่งน้ำหนักกระบอกตวงที่มีความจุ 10 มิลลิเมตร ให้มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 2 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.01 กรัม) บันทึกผล (X_0)

- ใส่ตัวอย่างลงในกระบอกตวง จนเกือบเต็ม กระแทกกันกระบอกตวงบนแผ่นยางจนกระทั่งระดับของตัวอย่างในกระบอกตวงคงที่

- ถ้าระดับที่คงที่นั้นไม่เท่ากับ 10 มิลลิเมตร ให้ตักตัวอย่างเข้าหรือออกจากกระบอกตวง แล้วกระแทกกันกระบอกตวงใหม่ จนกว่าจะได้ระดับที่คงที่เป็น 10 มิลลิเมตร

- ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างพร้อมกระบอกตวง บันทึกผล (X_1)

- คำนวณความหนาแน่นเชิงปริมาตรได้จาก

$$\text{ความหนาแน่นปรากฏ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = (X_1 - X_0) / 10$$

วิธีวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของถ่านกัมมันต์ (pH)

วิเคราะห์ค่าความเป็น กรด-ด่างของถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM D3838-80 รายละเอียดการวิเคราะห์มีดังนี้

- ชั่งตัวอย่างถ่านที่อบแห้ง 10.00 กรัม ใส่ในขวดกลั่น
- ใส่น้ำเดือดลงในขวดกลั่น 100 มิลลิเมตร แล้วนำไป ต้ม Reflux เป็นเวลา 15 นาที
- กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1 ทิ้งสารละลายให้เย็น แล้วนำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง

ภาคผนวก ค.

วิธีวิเคราะห์ค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์

วิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับไอโอดีน ซึ่งสมมุติว่าเป็นสารพิษในน้ำ ตามวิธี AWWA B604-74 มีความละเอียดของการวิเคราะห์มีดังนี้

สารเคมีที่ใช้

- สารละลายไอโอดีนมาตรฐานเข้มข้น 0.1000 นอร์มัล ละลาย 12.7 กรัม ของไอโอดีน (กรดงานวิเคราะห์) และ 19.1 กรัม ของโพแทสเซียมไอโอไดด์ ด้วยน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชา
- สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) เข้มข้น 0.1000 นอร์มัล
- สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจำนวน 70 มิลลิลิตร เทใส่น้ำกลั่นที่มีปริมาตร 550 มิลลิลิตร
- น้ำบั้งเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยชั่งบั้ง 1 กรัม ละลายด้วยน้ำร้อนจนมีน้ำหนักเป็น 10 กรัม น้ำบั้งที่เตรียมได้จะใช้ภายในวันที่เตรียมเท่านั้น

วิธีวิเคราะห์

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 325 เมช
- อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ M ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม) ในขวดรูปชมพูนขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งมีจุกปิด โดยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ประมาณ 1.000 ถึง 1.600 กรัม
- ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 5 จำนวน 10 มิลลิลิตร (ตวงด้วยปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดประมาณ 10 วินาที แกว่งขวดเบา ๆ เพื่อให้ผงถ่านกัมมันต์ทุกส่วนชุ่มด้วยสารละลายเพื่อกำจัดเด้าหรือซัลเฟอรัลออกจากผิวของถ่านกัมมันต์
- ใส่สารละลายไอโอดีน 100 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าแรง ๆ เป็นเวลา 30 วินาที
- กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง ล้างปิเปตที่ใช้ดูดสารละลายด้วยสารละลายที่กรองได้ประมาณ 20 มิลลิลิตร
- ผสมสารละลายที่ได้ให้เข้ากัน ดูดสารละลายที่กรองได้ 50 มิลลิลิตรด้วยปิเปต

- ไตเตรตด้วยสารละลายไอโอดีนไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล โดยใช้ น้ำ แป้ง เป็นอินดิเคเตอร์จนถึงจุดยุติ (สารละลายไม่มีสี) บันทึกปริมาตรของสารละลายไอโอดีนไทโอซัลเฟตที่ใช้เป็น มิลลิลิตร (S)

- คำนวณค่าการดูดซับจำเพาะ (X/M) และความเข้มข้นที่สมดุลของสารละลายไอโอดีนได้จาก (C) ได้จาก

$$\text{Iodine number} = (X/m) \cdot D$$

โดยที่ $X/m = [A - (2.2 B \cdot S)]/W$

$$C = (N_2 \cdot S)/50$$

$X/m =$ มิลลิกรัมของไอโอดีนที่ถูกดูดซับต่อกรัมของตัวอย่างที่ใช้ดูดซับ

$N_1 =$ ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน

$N_2 =$ ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนไทโอซัลเฟต

$$A = N_1 \cdot 12693.0$$

$$B = N_2 \cdot 126.93$$

C = ความเข้มข้นของสารละลายที่กรองได้

D = แพลตเตอร์แก้ว

W = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้

S = ปริมาตรของสารละลายไอโอดีนไทโอซัลเฟตที่ใช้

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายไอโอดีนไทโอซัลเฟต (N_1)

ปีเปตสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดต (KIO_3) 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2 กรัมละลายให้เข้ากัน จากนั้นใส่สารละลายกรดไฮดรอกลอริกความเข้มข้นร้อยละ 5 ลงไป 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปไตเตรตกับสารละลายไอโอดีนไทโอซัลเฟต และเมื่อสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อนให้ใส่สารละลายน้ำแป้งลงไปเป็นตัวบ่งชี้จุดยุติ 2-3 หยด จุดยุติคือจุดที่สารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นใสไม่มีสี คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายได้จากสูตร

$$N_1 = (P \cdot R)/S$$

โดยที่ $N_1 =$ ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนไทโอซัลเฟต (นอร์มอล)

P = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต (นอร์มอล)

R = ปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดต

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายไอโอดีน (N_2)

บีเปิดสารละลายไอโอดีน 25 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วนำไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต และเมื่อสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อนให้ใส่สารละลายน้ำแป้งลงไปเป็นตัวบ่งชี้จุดยุติ 2-3 หยด จุดยุติคือจุดที่สารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นใสไม่มีสี คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายได้จากสูตร

$$(N_2) = (S \cdot N_1) / I$$

โดยที่ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มอล)

N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน (นอร์มอล)

S = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต (มิลลิลิตร)

I = ปริมาตรของสารละลายไอโอดีน (มิลลิลิตร)

Correction Factor D for Iodine Number Test

Residual Filtrate Normality C	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
0.0080	1.1625	1.1613	1.1600	1.1576	1.1550	1.1536	1.1513	1.1500	1.1475	1.1463
0.0090	1.1438	1.1425	1.1400	1.1375	1.1363	1.1350	1.1325	1.1300	1.1288	1.1275
0.0100	1.1250	1.1238	1.1225	1.1213	1.1200	1.1175	1.1163	1.1150	1.1138	1.1113
0.0110	1.1100	1.1088	1.1075	1.1063	1.1038	1.1025	1.1000	1.0988	1.0975	1.0963
0.0120	1.0950	1.0938	1.0925	1.0900	1.0888	1.0875	1.0863	1.0850	1.0838	1.0825
0.0130	1.0800	1.0788	1.0775	1.0763	1.0750	1.0738	1.0725	1.0713	1.0700	1.0688
0.0140	1.0675	1.0663	1.0650	1.0625	1.0613	1.0600	1.0588	1.0575	1.0563	1.0550
0.0150	1.0538	1.0525	1.0513	1.0500	1.0488	1.0475	1.0463	1.0450	1.0438	1.0425
0.0150	1.0413	1.0400	1.0388	1.0375	1.0375	1.0363	1.0350	1.0333	1.0325	1.0313
0.0170	1.0300	1.0288	1.0275	1.0263	1.0250	1.0245	1.0238	1.0225	1.0208	1.0200
0.0180	1.0200	1.0188	1.0175	1.0163	1.0150	1.0144	1.0138	1.0125	1.0125	1.0113
0.0190	1.0100	1.0088	1.0075	1.0075	1.0063	1.0050	1.0050	1.0038	1.0025	1.0025
0.0200	1.0013	1.000	1.000	0.9988	0.9975	0.9975	0.9963	0.9950	0.9950	0.9938
0.0210	0.9938	0.9925	0.9925	0.9913	0.9900	0.9900	0.9888	0.9875	0.9875	0.9863
0.0220	0.9863	0.9850	0.9850	0.9838	0.9825	0.9825	0.9813	0.9813	0.9800	0.9788
0.0230	0.9788	0.9775	0.9775	0.9763	0.9763	0.9750	0.9750	0.9738	0.9738	0.9725
0.0240	0.9725	0.9708	0.9700	0.9700	0.9688	0.9688	0.9675	0.9675	0.9663	0.9663
0.0250	0.9660	0.9650	0.9638	0.9638	0.9625	0.9625	0.9613	0.9613	0.9600	0.9600
0.0260	0.9600	0.9588	0.9588	0.9575	0.9575	0.9563	0.9563	0.9550	0.9550	0.9538
0.0270	0.9538	0.9525	0.9525	0.9519	0.9513	0.9513	0.9506	0.9500	0.9500	0.9488
0.0280	0.9488	0.9475	0.9475	0.9463	0.9463	0.9463	0.9450	0.9450	0.9438	0.9438
0.0290	0.9425	0.9425	0.9425	0.9413	0.9413	0.9400	0.9400	0.9394	0.9388	0.9388
0.0300	0.9375	0.9375	0.9375	0.9363	0.9363	0.9363	0.9363	0.9350	0.9350	0.9346
0.0310	0.9333	0.9333	0.9325	0.9325	0.9325	0.9319	0.9313	0.9213	0.9300	0.9300
0.0320	0.9300	0.9284	0.9288	0.9288	0.9280	0.9275	0.9275	0.9275	0.9270	0.9270
0.0330	0.9263	0.9263	0.9257	0.9250	0.9250					

ภาคผนวก จ.

วิธีวิเคราะห์ค่าการดูดซับเมทิลีนบลูของถ่านกัมมันต์

วิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับสีน้ำเงินในน้ำตามวิธี JIS K 1474-1991 มีรายละเอียดของ
การวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

เครื่องมือที่ใช้

1. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง UV/VIS Spectrophotometer Jasco Model 7800
2. เครื่องเขย่าตามแนวนอน

วิธีเตรียมสารละลาย

1. การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution)

- อบโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) ให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 ถึง 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์นาน 20 นาที
- ชั่งมา 9.08 กรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเป็น 1,000 มิลลิลิตร ด้วยขวดวัดปริมาตร สารละลายที่ได้นี้คือ A
- อบไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4) ให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 ถึง 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์ นาน 20 นาที
- ชั่งมา 23.88 กรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเป็น 1,000 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร สารละลายที่ได้นี้คือ B
- นำสารละลาย A จำนวน 400 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย B จำนวน 600 มิลลิลิตร กวนให้เข้ากันจะได้สารละลายบัฟเฟอร์ที่มีความเป็นกรดต่างเท่ากับ 7

2. สารละลายเมทิลีนบลู

2.1 การเตรียม อบสารเมทิลีนบลู ให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์ นาน 20 นาที ชั่งมา 1.2000 กรัม ละลายด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ในข้อ 1 จนมีปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

2.2 การสร้างกราฟมาตรฐาน ดูดสารละลายเมทิลีนบลูที่เตรียมได้มา 1.0 มิลลิลิตร เจือจางด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ จนมีปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร จากนั้นดูดสารละลายที่เตรียมได้มา 0.5 มิลลิลิตร 1 มิลลิลิตร 2 มิลลิลิตร 5 มิลลิลิตร และ 10 มิลลิลิตร ตามลำดับใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ซึ่งจะได้สารละลายมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร 0.24 มิลลิกรัมต่อลิตร 0.48 มิลลิกรัมต่อลิตร 1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 2.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 665

นาโนเมตร บันทึกค่าการดูดกลืนแสง แล้วนำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแกนราบคือความเข้มข้นในหน่วย มิลลิกรัมต่อลิตร แกนตั้งฉากคือค่าการดูดกลืนแสง จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

วิธีวิเคราะห์

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)
- ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่าง ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม) ในขวดรูปชมพูนขนาด 300 มิลลิลิตร ซึ่งมีจุกปิด
- ใส่สารละลายเมทธิลีนบลู 25 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วนำไปเขย่า 30 นาที
- ตูตสารละลายมา 1 มิลลิลิตร เจือจางด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ จนมีปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร จากนั้นตูดสารละลายที่ได้มา 1 มิลลิลิตร เจือจางด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ จนมีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ในกรณีนี้เป็นความเข้มข้นของเมทธิลีนบลูที่ 0.24 มิลลิกรัมต่อลิตร
- นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 665 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ เป็นตัวเปรียบเทียบ

- ค่าเมทธิลีนบลู (Methylene blue adsorption, MB) คำนวณได้จาก

$$Q = ((1200-C) \cdot 0.025) / S$$

โดย C = ความเข้มข้นที่เหลืออยู่ของสารละลาย เมทธิลีนบลู (มิลลิกรัมต่อกรัม)

S = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

1200 = ความเข้มข้นของสารละลาย เมทธิลีนบลูเริ่มต้น (มิลลิกรัมต่อกรัม)

Q = จำนวนค่าเมทธิลีนที่ถูกดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)

2.3 การวิเคราะห์ค่าการดูดซับเมทธิลีนบลู

นำค่าการดูดซับเมธิลีนที่ได้จากการคำนวณข้างต้น (Q) และค่าความเข้มข้นของเมทธิลีนบลูที่เหลือ (C) อยู่มาสร้างกราฟแบบ ลอกรี จะได้เส้นไฮโซเทอมของการดูดซับ จากเส้นไฮโซเทอม จะได้ค่าการดูดซับเมทธิลีนบลู โดยลากจุดจากความเข้มข้นของสารละลายที่เหลืออยู่เท่ากับ 0.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ไปตัดเส้นไฮโซเทอม แล้วลากไป หาค่าการดูดซับ

ภาคผนวก จ.

วิธีวิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนทั้งหมดของถ่านกัมมันต์

วิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนของถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM C 819-77 และคู่มือการใช้เครื่องหาพื้นที่ผิว โดยเลือกการคำนวณแบบ "Multipoints" มีหลักการที่สำคัญของการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวรูพรุน ASAP 2000 ของบริษัท Micromeritics (รูปที่ 3.6)
- เครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมโปรแกรมการคำนวณ

การเตรียมตัวอย่าง

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)
- ชั่งและบันทึกน้ำหนักของหลอดใส่ตัวอย่าง ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม)
- ใส่ตัวอย่างลงในหลอด ให้มีน้ำหนักประมาณ 0.1-0.3 กรัม สำหรับถ่านกัมมันต์ และ 0.5-1 กรัม สำหรับกะลาและถ่านกะลาป่าต้มน้ำมัน
- นำไปล้างโมเลกุลปนเปื้อนที่อยู่บนผิวถ่านกัมมันต์ (Outgas) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ภายใต้ความดันสุญญากาศ
- ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างและหลอดและหักน้ำหนักหลอด เพื่อให้ทราบน้ำหนักของตัวอย่าง ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณ (W)

การวิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวของรูพรุน

- กำหนดความดันสัมพัทธ์ที่สมดุล (P/P_0) ทั้งหมด 10 จุด
- ผ่านไนโตรเจนที่ปราศจากออกซิเจน ซึ่งมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 จนกระทั่งความดันสัมพัทธ์ที่ภาวะสมดุลเท่ากับที่กำหนด บันทึกปริมาตรของก๊าซไนโตรเจนที่ใช้

การคำนวณ

1. การหาพื้นที่ผิวจำเพาะทั้งหมด

- นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแกนราบ คือความดันสัมพัทธ์ (P/P_0) แกนตั้งจากคือปริมาณของก๊าซไนโตรเจนที่ถูกดูดซับที่ความดันสัมพัทธ์ในเทอมของ

$[W (P_0/P) - 1]^{-1}$ จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ S จุดตัดบนแกนตั้งจากคือ

i ค่าวนค่าพื้นที่ผิว (S_{BET}) ได้ดังนี้

$$S_{BET} \text{ (ตารางเมตรต่อกรัม)} = NA_{cs} / [(s+i) * (Mw)]$$

โดย $N =$ เลขอาโวกาโดร $= 6.023 \times 10^{23}$ โมเลกุลต่อโมล

$A_{cs} =$ พื้นที่หน้าตัดของโมเลกุลไนโตรเจน เท่ากับ 16.2 ตารางอังสตรอม

$Mw =$ น้ำหนักโมเลกุลของไนโตรเจน

ประวัติผู้เขียน

นายวราวุฒิ ประชาศิริสกุล เกิดวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2515 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2538 เคยทำงานที่ บริษัท กรุงเทพผลิตเหล็ก จำกัด มหาชน ในตำแหน่ง วิศวกรเคมี และเข้าศึกษาต่อใน หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เคมีเทคนิค ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2539



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย