รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกศรา นุตาลัย และคณะ . รายงานการวิจัยการผลิตถ่านกัมมันต์จากดินพรุในห้องปฏิบัติการ. รายงานฉบับที่ 1 โครงการการวิจัยที่ ภ.30-14 โครงการวิจัยและพัฒนาดินพรุเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรม,กรุงเทพฯ:สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2531

จิราวรรณ โตธนาคม, วิจารณ์ ศรีรัตนาลัย .การศึกษาคุณสมบัติการดูดซับของ Activated Carbon . วิทยานิพนธ์ ระดับ ปริญญาตรี,ภาควิชาเคมีเทคนิค, คณะวิทยาศาสตร์ ,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2536.

ธนพร ล้อทอง . การผลิตถ่านกัมมันต์จากยางรถยนต์ที่ใช้แล้วโดยการกระตุ้นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์โพลิเมอร์,คณะวิทยาศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

นเรศ จันทร์เทียน , วัชรศักดิ์ ฤกษ์ชุมทรัพย์ และ วิทยา เจนจรัสโชติ. การศึกษาความน่าจะเป็นในการนำเอาตาลโตนดมาทำเป็นถ่านกัมมันต์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2534.

บุญชัย ตระกูลมหชัย, มนัส อาฒยะพันธ์, น้อมจิตต์ เกิดผล และ เกศรา นุตาลัย.การผลิตถ่านกัมมันต์จากพีทและการกระตุ้นด้วยไอน้ำในเตาฟลูอิไดซ์เบด. รายงานฉบับที่ 2 โครงการการวิจัยที่ อ-ต 34-01, กรุงเทพฯ:สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2534.

บุญชัย ตระกูลมหชัย และคณะ. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลโตนดในฟลูอิไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,ภาควิชาเคมีเทคนิค,คณะวิทยาศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

ปรีชา พหลเทพ.โพลีเมอร์. ภาควิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์,มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2530.

พรพรรณ .นิธิอุทัย และ K.S. LEE .เทคนิคการออกสูตรยาง. เอกสารประกอบการอบรมเทคโนโลยียางระยะสั้น 29 เมษายน – 1 พฤษภาคม 2535,โรงแรมเอเชีย, กรุงเทพ.

พล ตาเทพ . รายงานการวิจัยการดูดซับที่ผิวของแข็งต่อสารที่ปะปนอยู่ในน้ำโดยของแข็งอยู่กับที่ และของแข็งอยู่ในลักษณะเป็นฟลูอิไดซ์. ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช ,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ: กันยายน 2518.

พิสุทธิ์ พันธุ์วิชาติกุล และ สมิทธิ์ รัตนสุทธิพงษ์. การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเอาดาลโตนดมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2535.

รติกร อิศระเสนีย์. การผลิตถ่านกัมมันต์จากยางรถยนต์ที่ใช้แล้วโดยการกระตุ้นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,ภาควิชาเคมีเทคนิค,คณะวิทยาศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

วราภรณ์ ขจรไชยกูล .กระบวนการผลิตภัณฑ์ยาง.กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากยาง, ศูนย์วิจัยยางสงขลา, กรมวิชาการเกษตร, เอกสารฉบับที่ 135,2530 เอกสารประกอบคำบรรยายในการสัมมนาเชิงวิชาการเรื่องน้ำยางข้น เทคโนโลยีการผลิตถุงมือยาง 17-18 เมษายน 2531, เซ็นทรัล, กรุงเทพมหานคร.

เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์ . เทคโนโลยียาง. เอกสารประกอบการเรียนวิชาเทคโนโลยียาง ภาควิชาวัสดุศาสตร์ ,คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุชิต กิจสวัสดิ์. การทำถ่านกัมมันต์จากแกลบโดยใช้ซิงค์คลอไรด์เป็นตัวกระตุ้น กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม. 2520.

อุไรวรรณ , ธรรมรัตนพคุณ. การทำถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวโดยการกระตุ้นด้วยไอน้ำ กรุงเทพฯ:กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. 2523.

ภาษาอังกฤษ

American Standard of Testing Material. Standard practice for proximate analysis of coal and coke ASTM D 3172 – 86 .1993.

American Standard of Testing Material. Standard testing method for determination of iodine number of activated carbon ASTM D 4607-86. 1990.

American Standard of Testing Material. Standard testing method for specific surface area of carbon or graphite ASTM C 819-77. 1977.

American Standard of Testing Material. Standard testing method for total ash content of activated carbon ASTM D 2866- 83. 1983.

Bansel , R.C. and coworker . Active carbon . New York : Marcel Dekker, 1988.

Berl,E. Formation and Properties of activated carbon .London : Trans. Faraday Soc 1938.

Burrage, L.J. Trans. Faraday Soc. , 29,445.1933

Caluria, F., Molina – Sabio,M.,and Rodriguez- Reinoso, F. Preparation of activated carbon by chemical activation with ZnCl2 . Carbon. 29 No.7 (1991) : 990 –1007

Farnsworth, M. and coworker. Zinc chemicals, their properties and applications. New York : International Lead Zinc Research Organization ,1968.

Hassler, J.W. Activated Carbon. Chemical Publ. Co., New York (1951):15-39.

Hassler , J.W. Activated carbon. London: Leonard Hill .1967

Hsisheng Teng and Hung-Chi Lin . Activated Carbon Prodoction from Low Ash subblituminous Coal with CO_2 Activation . AIChE J 44, No.5 (1998) :1170-1177.

Hsisheng Teng and Tien-Sheng Yeh. Preparation of Activated Carbons from Bituminous Coals with Zinc Chloride Activation. Ind. Eng. Chem. Res. 37,(1998): 58-65

Kirubakaran,C.J., Krishnaiah,K., Seshadri , S.K .Experimental study of production of activated carbon from coconut shells in a fluidized bed reactor. Ind. Eng. Chem. Res. 30(1991): 2411-2416.

Kenneth E. Noll, Vassilios Gounaris Wain – Sun Hon, "Adsorpyion Technology for Air and Water Pollution Control", Lewis Publishings Inc., Michigan (1992):1 –46.

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

Merchant, A.A., and Petrich, M.A. Pyrolysis of scrap tires and conversion of chars to activated carbon. AIChE J 39,No.8(1993):1370-1376.

Milan Smisak, RNDr, Slavoj Cerny, RNDr, esc, Active Carbon Manufacture, properties and application, American Elsevier, New York (1970): 70-155.

Mohd Zobir Hussein, Zulkarnain Zainal, Ramli Ibrahim and Khor K. Kheong. , J. Chem. Tech. Biotechnol. 64 (1965) : 35-40

Mondragon, F., Fernandez , J.J., Jaramillo, A., Quintero, G., Zapata ,J., Hoyos ,L.J., and Hall ,P., active carbon from coal by chemical treatment . Coal Science, 1995 Elsevier Science B.V. 1105-1108

Mukherjee, S. and coworker. Effect of chemical treatments on the properties of activated charcoal. 1947.pp 52.

Nestor Tancredi, Tomas Cordero, Jose' Rodriguez Mirasol and Juan J. Rodriguez. Activated carbons from Uraguayan eucalyptus wood. Fuel 75, No.15 (1996) : 1701-1706.

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

Ogasawara,S., Kuroda,M., Wakao,N. Preparation of Activated Carbon by Thermal Decomposition of Used Automotive Tires. Ind. Eng. Chem. Res. 26(1987):2552-2556.

Paul N. Chermemisinoff , Fred Ellerbusch, " Carbon Adsorption Handbook " . Ann Arbor Science Publishers Inc., Michigan (1978) :1-53, 332-367.

Rodriguez-Reinoso, F. Preparation and Characterization of Activated Carbons. NATO ASI Series E : Applied Sciences No. 105 : 601-643

Rodriguez – Reinoso, F., and Linares – Solano, A. Microporous structure of activated carbon as revealed by adsorption methods. Chemistry and Physics of Carbon. A series of Advances. 21(1965) :1-37.

Satya Sai ,P.M., Jaleel Ahmed ,and Krishnaiah , K. Production of Activated Carbon from Coconut Shell Char in a Fluidized Bed Reactor . Ind. Eng. Chem. Res.36, No.9, (1997).

Suzuki ,M. Adsorption engineering .Chemical Engineering Monografits. 25. Tokyo : Kodansha (1990).

Teng, H., Serio, M.A., Wojtowicz, M.A., Bassilakis, R., and Solomon, P.R. Reprocessing of used tires into activated carbon and other products. Ind. Eng. Chem. Res. 34 (1995): 3102-3111.

Tereshko , J.W. Carbon activated Encyclopedia of Industrail Chemical Analysis. 8(1969) : 139-160

Torikai, N., Meguro, T., Nakamura, V. Pore size distribution of activated carbon made from tires wich contain carbon blacks differing in particle size. Nippon Kagaku Kaishi 11(1979) : 1604.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

กรรมวิธีวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของถ่าน จากการคาร์บอไนซ์ยาง

การวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณจากของถ่านจากกาคาร์บอไนซ์ยาง ตามวิธี ASTM D 3172-89 ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของถ่านหิน รายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. <u>การหาปริมาณความชื้น</u> (Moisture , M)

- อบถาดอลูมิเนียมพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที จากนั้นนำมาเก็บในเดซิเคเตอร์ (desicator) จนเย็น นำไปชั่งน้ำหนัก

- ชั่งตัวอย่างถ่านประมาณ 1 กรัม ใส่ถาดอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนัก ปิดฝา

- นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่

- นำถาดอลูมิเนียมออกจากตู้อบทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (desicator) นำไปชั่งน้ำหนัก

<u>สูตรที่ใช้ในการคำนวณ</u>

$M = (A - B)/A * 100$

เมื่อ M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

A = น้ำหนักตัวอย่างถ่านที่ใช้เริ่มต้น(กรัม)

B = น้ำหนักตัวอย่างถ่านหลังการอบแห้ง (กรัม)

2. <u>การหาปริมาณเถ้า</u> (Ash)

- เผาครูซิเบิลพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาทิ้งไว้ใน เดซิเคเตอร์ให้เย็น และนำมาชั่งน้ำหนัก

- ชั่งตัวอย่างถ่านประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในครูซิเบิล ปิดฝา

- นำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ นำออกจากเตาเผาทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ และชั่งน้ำหนัก

<u>สูตรที่ใช้ในการคำนวณ</u>

$A = (D/B) * 100$

เมื่อ A = ร้อยละของปริมาณเถ้า

B = น้ำหนักของถ่านในตอนเริ่มต้น(กรัม)

D = น้ำหนักของเถ้าที่เหลืออยู่หลังการเผา (กรัม)

3. <u>การหาปริมาณสารระเหย</u> (Volatile Matter , VM)

- เผานิเกิลครูซิเบิลพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาทิ้งไว้ในเดซิเคเตอร์ให้เย็น และนำมาชั่งน้ำหนัก

- ใส่ตัวอย่างถ่านประมาณ 1 กรัมลงในนิเกิลครูซิเบิล และปิดฝา

- นำไปเผาในเตาเผาแบบท่อ โดยให้ความร้อนเป็น 2 ช่วง ช่วงละ 6 นาที ช่วงแรกเป็นการเริ่มต้นให้ความร้อนกับถ่านที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส 3 นาที และที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส 3 นาที ช่วงที่ 2 เผาที่กึ่งกลางเตาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส นาน 6 นาที

- นำนิเกิลครูซิเบิลออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

<u>สูตรที่ใช้ในการคำนวณ</u>

$V = [(B - C)/ B * 100] - M$

เมื่อ V = ร้อยละของสารระเหย

B = น้ำหนักของตัวอย่างถ่านในตอนเริ่มต้น(กรัม)

C = น้ำหนักของตัวอย่างถ่านหลังการเผา (กรัม)

M = ร้อยละของความชื้น

4. <u>การหาปริมาณคาร์บอนคงตัว</u> (Fixed Carbon , FC)

<u>สูตรที่ใช้ในการคำนวณ</u>

$FC = 100 - (M+A+VM)$

เมื่อ FC = ร้อยละของคาร์บอนคงตัว

M = ร้อยละของความชื้น

A = ร้อยละของเถ้า

VM = ร้อยละของสารระเหย

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ค่าเถ้าของถ่านกัมมันต์ (Ash)

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM D2866-83 โดยวิเคราะห์และรายงาน ค่าที่ได้เทียบกับน้ำหนักของสารที่ไม่มีความชื้น (dry basis) รายละเอียดการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)

- เผาจานพอร์ชเลน (Porcelain basin) ขนาด 2 x 4 x 0.5 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่

- นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์

- ชั่งจานพอร์ชเลน และบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้ (X_0)

- ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งที่ 150 $\pm$ 5 องศาเซลเซียสจนมีน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 3 ชั่วโมง) ใส่ในจานพอร์ชเลน ให้มีน้ำหนักประมาณ 1-2 กรัม (น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ ควรเผาแล้วได้เถ้าประมาณ 0.1 กรัม) ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัม) ในจานพอร์ชเลน บันทึกน้ำหนักที่ได้ ของตัวอย่างรวมทั้งจานพอร์ชเลน (X_1)

- นำไปเผาที่อุณหภูมิ 650 $\pm$ 25 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

- นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์

- ค่อย ๆ เปิดฝาเดซิเคเตอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้เถ้าที่ได้ฟุ้งกระจาย ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างหลังเผา รวมทั้งจานพอร์ชเลน (X_2)

-คำนวณค่าเถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ดังนี้

$$\%ASH = [(X_2 - X_0)/(X_1 - X_0)] * 100$$

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรของถ่านกัมมันต์

<u>การวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร</u>(Bulk density , BD)

การวิเคราะห์ความหนาแน่นของถ่านกัมมันต์ตามวิธี JIS 1474-1975 รายละเอียดการวิเคราะห์มีดังนี้

- อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์

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

- ใส่ตัวอย่างลงในกระบอกตวงจนเกือบเต็ม กระแทกก้นกระบอกตวงบนแผ่นยางจนกระทั่งระดับของตัวอย่างในกระบอกตวงคงที่

- ถ้าระดับที่คงที่นั้นไม่เท่ากับ 10 มิลลิลิตร ให้ตักตัวอย่างเข้าหรือออกจากกระบอกตวงแล้วกระแทกก้นกระบอกตวงใหม่ จนกว่าจะได้ระดับที่คงที่เป็น 10 มิลลิลิตร

- ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างพร้อมกระบอกตวง บันทึกผล (X_1)

- คำนวณค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ได้จาก

$$BD = (X_1 - X_0)/10$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ค่าเมทิลีนบลูของถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับสีน้ำเงินในน้ำตามวิธี JIS 1470-1975 มีรายละเอียดของการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

<u>การเตรียมสารละลาย</u>

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

- อบโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) ให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์นาน 20 นาที

- ชั่งมา 9.0 กรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเป็น 1,000 มิลลิลิตรด้วยขวดวัดปริมาตร สารละลายที่ได้นี้คือA

- อบโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4) ให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์นาน 20 นาที

- ชั่งมา 23.88 กรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเป็น 1,000 มิลลิลิตรด้วยขวดวัดปริมาตร สารละลายที่ได้นี้คือB

- นำสารละลาย A จำนวน 400 มิลลิลิตรผสมกับสารละลาย B จำนวน 600 มิลลิลิตร กวนให้เข้ากัน จะได้สารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7

2. <u>สารละลายเมทิลีนบลู</u>

2.1 <u>การเตรียม</u> อบสารเมทิลีนบลูให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์นาน 20 นาที ชั่งมา 1.2060 กรัม (สมมุติว่ามีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.6) ละลายด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ในข้อ 1 จนมีปริมาตรเป็น 4000 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้นี้มีความเข้มข้น 0.3000 มิลลิกรัมต่อลิตร กวนสารละลายอย่างน้อย 3 วันก่อนนำไปใช้

2.2 <u>การสร้างกราฟมาตรฐาน</u> ดูดสารละลายเมทิลีนบลูที่เตรียมได้มา 5.0 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ให้สารละลายนี้คือ M ซึ่งมีความเข้มข้น 0.0300 มิลลิกรัมต่อลิตร เจือจางสารละลาย M ให้มีความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้

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 จะได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงมีความชันเท่ากับ tan θ

<u>หมายเหตุ</u> ค่า tan θ เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของสารละลายที่เตรียมได้ ในการทดลองนี้กำหนดว่าค่าดังกล่าวต้องอยู่ในช่วง 2.0 ถึง 2.2 เท่านั้น ถ้าไม่ได้ค่าตามนี้ ให้ถือว่าสารละลายที่เตรียมมาใช้ไม่ได้

<u>กรรมวิธีวิเคราะห์</u>

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)

- อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์

- ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ D ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม) ในขวดรูปชมพูขนาด 300 มิลลิลิตร ซึ่งมีจุกปิด

- ใส่สารละลายเมทิลีนบลู 50 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าแรง ๆ 10 วินาที สังเกตดูว่าสีของสารละลายเจือจางหรือไม่ ถ้าเจือจางให้ใส่สารละลายเมทิลีนบลูลงไปอีกครั้งละ 50 มิลลิลิตร

- เมื่อสีของสารละลายไม่เจือจาง ให้ใส่สารละลายเพิ่มอีก 50 มิลลิลิตร เพื่อให้ความเข้มข้นของสารละลายที่จุดสมดุลของการดูดซับเท่ากับ 0.3 มก./ก. แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 2500 รอบต่อนาที นาน 30 นาที

- เทสารละลายส่วนบนลงในหลอดเซนติฟิวจ์ แล้วนำไปเซนติฟิวจ์ด้วยความเร็ว 3000 รอบต่อนาทีนาน 10 นาที

- ดูดสารละลายส่วนบนมา 0.5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร (ค่าคงที่ของการเจือจาง, C = 100/0.5 = 200) ถ้าวัดการดูดกลืนแสงแล้วอยู่นอกช่วงของกราฟมาตรฐาน ให้เพิ่มปริมาตรหลังการเจือจาง เช่น เจือจางให้เป็น 200 มิลลิลิตร (C = 400) เป็นต้น

- วัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร

- ค่าเมทิลีนบลู (Methylene blue adsorption , MB) (มิลลิกรัมต่อกรัม) คำนวณได้จาก

$$MB(mg/l) = [(0.3000 - A)/D] - [ABC/100D \tan \theta]$$

โดย A = ปริมาตรของสารละลายเมทิลีนบลูที่ใช้ตอนเริ่มต้น, มิลลิลิตร

B = ค่าการดูดกลืนแสง

C = ค่าคงที่ของการเจือจาง = 200 (หรือ 400)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับไอโอดีน ซึ่งสมมุติว่าเป็นสารพิษในน้ำตามวิธี ASTM D4607-86 มีรายละเอียดของการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

สารเคมีที่ใช้

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจำนวน 40 มิลลิลิตร เทใส่น้ำกลั่นที่มีปริมาตร 550 มิลลิลิตร

- น้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยชั่งแป้ง 1 กรัม ละลายด้วยน้ำร้อนจนมีน้ำหนักเป็น 10 กรัม น้ำแป้งที่เตรียมได้จะใช้ภายในวันที่เตรียมเท่านั้น

- สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตเข้มข้น 0.100 $\pm$ 0.001 นอร์มัล เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) 24.820 กรัมในน้ำ 75 มิลลิลิตร เติมโซเดียมคาร์บอเนต ($0Na_2CO_3$) 0.1 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตรด้วยขวดวัดปริมาตร

- สารละลายไอโอดีนเข้มข้น 0.100 $\pm$ 0.001 นอร์มัล เตรียมโดยละลายไอโอดีน 12.700 กรัมและโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 19.10 กรัมด้วยน้ำ 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 4 ชั่วโมง จนผลึกไอโอดีนละลายหมด แล้วจึงเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตรด้วยขวดวัดปริมาตร

- สารละลายโปแตสเซียมไอโอเดตเข้มข้น 0.100 นอร์มัล เตรียมโดยอบโปแตสเซียมไอโอเดตที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งมา 3.5667 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

<u>กรรมวิธีเทียบมาตรฐานสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต</u>

- ปิเปตสารละลายโปแตสเซียมไอโอเดต 25 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมโปแตสเซียมไอโอไดด์(KI) 2 กรัม เขย่าให้ละลายเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นปริมาณ 5 มิลลิลิตร

- ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติคือจุดที่สารละลายไม่มีสี

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตจาก

$$N_1 = (P*R)/S$$

โดย N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (นอร์มัล)

P = ปริมาตรของสารละลายโปแตสเซียมไอโอเดต (มิลลิลิตร)

R = ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมไอโอเดต (นอร์มัล)

S = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

<u>กรรมวิธีเทียบมาตรฐานของสารละลายไอโอดีน</u>

- ปิเปตสารละลายไอโอดีน 25 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติ คือ จุดที่สารละลายไม่มีสี

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนจาก

$$N_2 = (P*R)/S$$

โดย N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน (นอร์มัล)

P = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (มิลลิลิตร)

R = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (นอร์มัล)

S = ปริมาตรของสารละลายไอโอดีนที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

<u>กรรมวิธีวิเคราะห์</u>

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)

- อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์

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

<u>หมายเหตุ</u> ต้องชั่งน้ำหนักของตัวอย่าง 2 ค่าต่อตัวอย่าง เพื่อให้ได้ค่า C มีค่าน้อยกว่า, เท่ากับและมากกว่า 0.02 น้ำหนักประมาณของตัวอย่าง ดูจากตารางที่ จ.1

- ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 10 มิลลิลิตร (ตวงด้วยปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร) ต้มให้เดือดประมาณ 10 วินาที แกว่งขวดเบา ๆ เพื่อให้ผงถ่านกัมมันต์ทุกส่วนชุ่มด้วยสารละลาย เพื่อกำจัดเถ้าหรือซัลเฟอร์ออกจากผิวของถ่านกัมมันต์

- ใส่สารละลายไอโอดีน 100 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าแรง ๆ เป็นเวลา 30 วินาที

- กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ทิ้งสารละลายที่กรองได้ 20 มิลลิลิตรแรก

- ดูดสารละลายที่กรองได้ 50 มิลลิลิตรด้วยปิเปต

- ติเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติ คือ จุดที่สารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้เป็นมิลลิลิตร (S)

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

$$X/M\ (mg/g) = (1269.30/M) - (2.2)(12.693)(S/M)$$

$$C = (0.1)S/50$$

- นำค่า X/M ที่ได้ทั้งสามค่ามาสร้างกราฟระหว่างแกนราบคือ logC แกนตั้งฉากคือ logX จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

- จากเส้นความสัมพันธ์ที่ตำแหน่ง C = 0.02 หรือ log C = -1.639 จะทราบค่าบนแกนตั้งฉาก สมมุติเท่ากับ Y นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า IA ดังนี้

$$IA\ (มิลลิกรัม/กรัม) = 10^{Y}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 น้ำหนักประมาณของตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ค่าไอโอดีน

FIND M FOR CALCULATE IODINE NUMBER BY USING ASTM D4607-86

M				M			
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	1550	0.729	0.639	0.549
350	3.228	2.829	2.430	1600	0.706	0.619	0.531
400	2.824	2.475	2.126	1650	0.684	0.600	0.515
450	2.510	2.200	1.890	1700	0.664	0.582	0.500
500	2.259	1.980	1.701	1750	0.645	0.566	0.486
550	2.054	1.800	1.546	1800	0.628	0.550	0.472
600	1.883	1.650	1.417	1850	0.610	0.535	0.460
650	1.738	1.523	1.308	1900	0.594	0.521	0.447
700	1.614	1.414	1.215	1950	0.579	0.508	0.436
750	1.506	1.320	1.134	2000	0.565	0.495	0.425
800	1.412	1.237	1.063	2050	0.551	0.483	0.415
850	1.329	1.164	1.000	2100	0.538	0.471	0.405
900	1.255	1.100	0.945	2150	0.525	0.460	0.396
950	1.189	1.042	0.895	2200	0.513	0.450	0.388
1000	1.130	0.990	0.850	2250	0.502	0.440	0.378
1050	1.076	0.943	0.810	2300	0.491	0.430	0.370
1100	1.027	0.900	0.773	2350	0.481	0.421	0.362
1150	0.982	0.861	0.739	2400	0.471	0.412	0.354
1200	0.941	0.825	0.709	2450	0.461	0.404	0.347
1250	0.904	0.792	0.680	2500	0.452	0.396	0.340
1300	0.869	0.761	0.654	2550	0.443	0.388	0.333
1350	0.837	0.733	0.630	2600	0.434	0.381	0.327
1400	0.807	0.707	0.607	2650	0.426	0.374	0.321
1450	0.779	0.683	0.586	2700	0.418	0.367	0.315
1500	0.753	0.666	0.567	2750	0.411	0.360	0.309

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนทั้งหมด ของถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนของถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM C 819-77 และคู่มือการใช้เครื่องหาพื้นที่ผิว โดยเลือกการคำนวนแบบ "Multipoints" มีหลักการที่สำคัญของการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้สละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)

- ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ M ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม)

- ใส่ตัวอย่างลงในหลอด ให้มีน้ำหนักประมาณ 0.1 กรัม สำหรับถ่านกัมมันต์ และ 1 กรัม สำหรับถ่านจากการคาร์บอไนซ์ยางรถยนต์ (แปรน้ำหนักเพื่อให้พื้นที่ผิวในการวิเคราะห์ประมาณ 20 ถึง 50 ตารางเมตร)

- นำไปล้างโมเลกุลปนเปื้อนที่อยู่บนผิวถ่านกัมมันต์ (Outgas) ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ภายใต้ความดันสุญญากาศ

- ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างและหลอด และหักน้ำหนักหลอด เพื่อให้ทราบน้ำหนักของตัวอย่าง ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณ (w)

<u>การวิเคราะห์</u>

-กำหนดความดันสัมพัทธ์ที่สมดุล (P/P_0) ทั้งหมด 4 จุดดังนี้ 0.0490 ,0.1177 ,0.1765 , 0.2354

- ล้างโมเลกุลปนเปื้อนที่อยู่บนผิวถ่านกัมมันต์ (Outgas) อีกครั้งที่อุณหภูมิ นานประมาณ 5 นาที

- ผ่านไนโตรเจนที่ปราศจากออกซิเจนซึ่งมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 จนกระทั่งความดันสัมพัทธ์ที่สภาวะสมดุลย์เท่ากับที่กำหนด บันทึกปริมาตรของก๊าซไนโตรเจนที่ใช้

การคำนวณ

นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแกนราบ คือ ความดันสัมพัทธ์ (P/P_0) แกนตั้งฉากคือ ปริมาณของก๊าซไนโตรเจนที่ถูกดูดซับ ที่ความดันสัมพัทธ์ในแทอมของ $[W(P_0/P)-1]^{-1}$ จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ s จุดตัดบนแกนตั้งฉากคือ i คำนวณค่าพื้นที่ผิว (S_{BET}) (ตารางเมตรต่อกรัม) ได้ดังนี้

$$S_{BET} = NA_{CS}/(s+I)(Mw)$$

โดยุ N = เลขอาโวกาโดร = 6.023×10^{23}

A_{CS} = พื้นที่หน้าตัดของโมเลกุลไนโตรเจน = 1.62 ตารางอังสตรอม

Mw = น้ำหนักโมเลกุลของไนโตรเจน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

สมบัติของถ่านกัมมันต์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.900-2532)

1. **ชนิดของถ่านกัมมันต์**

ถ่านกัมมันต์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 ถ่านกัมมันต์ผง (powdered activated carbon)

1.2 ถ่านกัมมันต์เม็ด(granular activated carbon)

2. **ขนาดของถ่านกัมมันต์**

2.1 ถ่านกัมมันต์ผง ปริมาณที่ผ่านแร่ง 150 ไมโครเมตร ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก

2.2 ถ่านกัมมันต์เม็ด ปริมาณที่ผ่านแร่ง 150 ไมโครเมตร ต้องไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

3. **สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของถ่านกัมมันต์**

3.1 ถ่านกัมมันต์ผง ต้องมีสมบัติดังนี้

ค่าไอโอดีน ไม่น้อยกว่า 600

ความหนาแน่นปรากฏ 0.20 ถึง 0.75 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

3.2 ถ่านกัมมันต์เม็ด ต้องมีสมบัติดังนี้

ค่าไอโอดีน ไม่น้อยกว่า 600

ความหนาแน่นปรากฏ ไม่น้อยกว่า 0.36 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 8

ความแข็ง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์โดยประมาณของถ่านชาร์ที่ได้จากการคาร์บอไนซ์ยาง

ตารางที่ ช.1 ค่าการวิเคราะห์โดยประมาณของถ่านจากการคาร์บอไนซ์ยาง ณ.ภาวะต่างๆ

ภาวะที่ใช้		Y	M	Dry basis		
อุณหภูมิ (°ซ)	ระยะเวลา (นาที)	(% นน.)	(% นน.)	Ash (%นน.)	vcm (% นน.)	FC (% นน.)
400	30	85.13	1.24	6.51	22.08	71.41
400	45	80.43	1.13	6.34	19.13	74.52
400	60	80.3	1.23	7.59	14.87	77.54
400	90	80.28	1.32	7.61	6.58	85.81
450	30	52.32	1.22	8.03	6.01	85.96
450	45	48.97	1.58	7.94	5.63	86.43
450	60	47.64	2.01	7.69	5.53	86.78
450	90	42.76	2.50	8.04	5.21	86.75
500	30	37.81	1.41	8.05	4.91	87.04
500	45	35.49	1.43	8.28	4.51	87.21
500	60	34.25	1.49	8.29	4.41	87.30
500	90	33.88	1.78	7.99	4.40	87.61
550	30	33.09	2.04	8.05	4.64	87.31
550	45	32.98	1.47	8.13	4.47	87.40
550	60	32.97	1.56	8.34	4.30	87.37
550	90	32.6	1.63	8.39	4.13	87.48

ประวัติผู้เขียน

นางสาว ปิยะพร บารมี เกิดวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2517 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร ในปีการศึกษา 2538 เคยทำงานที่ บริษัท ครีเอทีฟเทคโนโลยี จำกัด ในตำแหน่ง วิศวกรเคมี จากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เคมีเทคนิค ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย