

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

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

จักริน นิธิจันทร์. การผลิตถ่านกัมมันต์ระดับขยายส่วนจากพีทโดยคาร์บอนในเซชันและการกระตุ้นด้วยไอน้ำในฟลูอิดไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536

ชูศักดิ์ โภคะนุทรานนท์ การคาร์บอนไนท์แกลบในฟลูอิดไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

นริศรา อัจฉริยาเพชร และ พนารัตน์ แก้วกายสิทธิ์. การคาร์บอนไนท์เซชันของดินพรุในฟลูอิดไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

บุญชัย ตระกูลมหชัย, มนัส อาคมยะพันธ์, น้อมจิตต์ เกิดผล, ผาสุก คงชาติรี และ เกศรา นุตาลัย. การผลิตถ่านกัมมันต์จากพีทและการกระตุ้นด้วยไอน้ำในเตาฟลูอิดไดซ์เบด. รายงานฉบับที่ 2 โครงการวิจัยที่ อ-ต 34- 01, กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2534.

_____. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลโตนดในฟลูอิดไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

เพียรพรรค ทศคร. หน่วยปฏิบัติการทั่วไป กรุงเทพมหานคร. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

'สถิติการสั่งเข้าสินค้าต่างๆ จากต่างประเทศประจำปี พศ. 2537'. กรมพาณิชย์สัมพันธ์.

อุไรวรรณ ธรรมรัตน์พคุณ. การกำจัดน้ำมันดีเซลจากกะหล่ำเทศด้วยวิธีดูดซับด้วยไอน้ำ.
กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. 2523.

ภาษาอังกฤษ

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

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

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

_____ 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. pp 5-7, 96-101

Berl, E. Formation and properties of activated carbon. New York : McGraw-Hill. 1938. pp 14

Donet, J.B. and Voat, A. Carbon Black. New York : Marcel Dekker, Inc. 1976. pp 1-19

Dubin, M.M., Chemistry and Physics of Carbon. New York : Marcel Dekker. 1966. pp 26

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.

Hassler, J. W. Activated Carbon. London: Leonard Hill. 1967. pp 173-193.

Hassler, J.W. Purification With Activated Carbon. New York : Mercel Dekker, Inc., 1974.
pp 169-180, 205-248.

Jankowska, H. Active Carbon. Warsaw : Ellis Horwood Ltd., 1991. pp 112-135.

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

_____ Japanese industrial standard testing method for powder activated carbon JIS K 1470-75. 1970.

- _____. Japanese industrial standard testing method for proximate analysis of coal and coke JIS K 8812-84. 1984.
- Johnson, B. C. Manufacture of activated carbon from sized coal. US Patent No. 4,014,817. Mar. 29(1977).
- Lucchesi, A and Maschio, G. Semi - Active Carbon and Aromatics Produced by Pyrolysis of Scrap Tires Conservation & Recycling. 6(1983) : 85 .
- Mattson, J. S. and Mark, H. B. Activated carbon surface chemistry and adsorption from solution. New York : Marcel Dekker, Inc. 1971 . pp 132-146
- Mukherjee, S. and coworker. Effect of chemical treatments on the properties of activated charcoal. 1947 . pp 52
- Ninomiya and coworker. Process for production coarse particle of activated carbon in a fluidized bed with added inert particles. US Patent 3,852,216. Dec. 3(1974).
- Ogasawara, S and coworker. Preparation of Activated Carbon by Thermal Decomposition of Used Automotive Tires. Ind. Eng. Chem. 27(1987) : 2552-6.
- Pierce, C., Wiley, J. W. and Smith, R.N. Capilarity and surface area of charcoal. J. Phys. Chem. 53(1949) : 669
- Potgieter, J. H. An experimental study of the adsorption behaviour of methylene blue on activated carbon. Colloids and Surface. 50(1990) : 393-399
- Riley, H. L. Formation of coal by thermal treatment of a coal. Q. Rev. Chem. Soc. 1(1947) : 59
- 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
- Sanga, Y. Method of and apparatus for producing activated charcoal from waste tires. US Patent 3,875,077. Apr. 1(1975)
- Smisek, M. and Cerney, S. Activated Carbon. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1970.

Suzuki, M. Adsorption engineering. Chemical Engineering Monographs Vol. 25. Tokyo:Kodansha, 1990. pp 101-123

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

Thakunmahachai, B. Investigation on Steam activation of peat materials. Bangkok: Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Grant(E)Res. Proj. No. 34-01/rep. No 3. (1992).

Vander plas, Th. Physical and Chemical Aspects of Adsorbents and Catalyst. London: Academic Press, 1970 . pp 33-65

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของถ่าน จากการคาร์บอนในซังยางรถยนต์

การวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของถ่านจากการคาร์บอนในซังยางรถยนต์ ตามวิธี ASTM D 3172 - 89 ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของถ่านหิน รายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. การหาปริมาณความชื้น

- 1.1 อบถาดอลูมิเนียมพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที จากนั้นนำมาเก็บในเดซิกเคเตอร์จนเย็น นำไปชั่งน้ำหนัก
- 1.2 ชั่งตัวอย่างถ่านประมาณ 1 กรัม ใส่ถาดอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนัก ปิดฝา
- 1.3 นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่
- 1.4 นำถาดอลูมิเนียมออกจากตู้อบทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$M = (A - B) / A \times 100$$

เมื่อ

M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

A = น้ำหนักตัวอย่างถ่านที่ใช้เริ่มต้น (กรัม)

B = น้ำหนักตัวอย่างถ่านหลังการอบแห้ง (กรัม)

2. การหาปริมาณเถ้า

- 2.1 เผาครุชชีเบลพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาทิ้งไว้ในเดซิกเคเตอร์ให้เย็น และนำมาชั่งน้ำหนัก
- 2.2 ชั่งตัวอย่างถ่านประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในครุชชีเบล ปิดฝา
- 2.3 นำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ นำออกจากเตาเผาทิ้งให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ และชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$A = (D/B) \times 100$$

การคำนวณ

$$A = (D/B) \times 100$$

- เมื่อ A = ร้อยละของปริมาณเก่า
 B = น้ำหนักของถ่านในตอนเริ่มต้น (กรัม)
 D = น้ำหนักของถ่านที่เหลืออยู่หลังการเผา (กรัม)

3. การหาปริมาณสารระเหย

3.1 เฆนิกเกิลครุชิลเบลพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาทิ้งไว้ในเดซิกเคเตอร์ให้เย็น และนำมาชั่งน้ำหนัก

3.2 ใส่ตัวอย่างถ่านประมาณ 1 กรัม ลงในนิเกิลครุชิลเบล และปิดฝา

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

3.4 นำนิเกิลครุชิลเบลออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

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

- เมื่อ V = ร้อยละของสารระเหย
 B = น้ำหนักของตัวอย่างถ่านในตอนเริ่มต้น (กรัม)
 C = น้ำหนักของตัวอย่างถ่านหลังการเผา (กรัม)
 M = ร้อยละความชื้น

4. การหาปริมาณคาร์บอนคงตัวการคำนวณ

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

- เมื่อ FC = ร้อยละของคาร์บอนคงตัว
 M = ร้อยละของความชื้น
 A = ร้อยละของเถ้า
 VM = ร้อยละของสารระเหย

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM D2866-83 โดยวิเคราะห์และรายงานค่าที่ได้เทียบกับน้ำหนักของสารที่ไม่มีความชื้น (Dry basis) รายละเอียดการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

1. บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช(0.246 มิลลิเมตร)
2. เผาจานพอร์ซเลน (Porcelain basin)ขนาด 2 x 4 x 0.5 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่
3. นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในเดสิคเคเตอร์
4. ชั่งจานพอร์ซเลน และบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้ (X_0)
5. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งที่ 150 ± 5 องศาเซลเซียสจนมีน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 3 ชั่วโมง) ใส่ในจานพอร์ซเลน ให้มีน้ำหนักประมาณ 1-2 กรัม (น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ ควรเผาแล้วได้เถ้าประมาณ 0.1 กรัม) ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัม) ในจานพอร์ซเลน บันทึกน้ำหนักที่ได้ ของตัวอย่าง รวมทั้งจานพอร์ซเลน (X_1)
6. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 650 ± 25 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง
7. นำออกมาตั้งทิ้งไว้บนอิฐทนไฟ 10 นาที แล้วทำให้เย็นในเดสิคเคเตอร์
8. ค่อยๆเปิดฝาเดสิคเคเตอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้เถ้าที่ได้ฟุ้งกระจาย ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่ได้ของตัวอย่างหลังเผา รวมทั้งจานพอร์ซเลน (X_2)
9. คำนวณค่าเถ้า(ร้อยละโดยน้ำหนัก) ดังนี้

$$\%ASH = \frac{(X_2 - X_0)}{(X_1 - X_0)} \cdot 100$$

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรของถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร

การวิเคราะห์ความหนาแน่นของถ่านกัมมันต์ตามวิธี JIS 1474-1975 รายละเอียดการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

1. อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดสิเคเตอร์
2. ชั่งน้ำหนักกะบอกตวงที่มีความจุ 10 มิลลิลิตร ให้มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 2 (คือมีความผิดพลาดน้อยกว่า 0.01 กรัม) บันทึกผล (X_0)
3. ใส่ตัวอย่างลงในกะบอกตวงจนเกือบเต็ม กระแทกกันกะบอกตวงบนแผ่นยางจนกระทั่งระดับของตัวอย่างในกะบอกตวงคงที่
4. ถ้าระดับที่คงที่นั้นไม่เท่ากับ 10 มิลลิลิตร ให้ตักตัวอย่างเข้าหรือออกจากกะบอกตวงแล้วกระแทกกันกะบอกตวงใหม่ จนกว่าจะได้ระดับที่คงที่เป็น 10 มิลลิลิตร
5. ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างพร้อมกะบอกตวง บันทึกผล (X_1)
6. คำนวณค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ได้จาก

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

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ค่าเมทธิลีนบลูของถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับสีน้ำเงินในน้ำตามวิธี JIS 1470-1975 มีรายละเอียดของการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้

- 1.1 เครื่องวัดการดูดกลืนแสงของ LKB BIOCHROM ULTROSPECII model 4050
- 1.2 เครื่องเขย่าตามแนวราบ
- 1.3 เครื่องเซนติฟิวจ์ของ Hettich ROTANTA/T รุ่น 4402

2. การเตรียมสารละลาย

2.1 การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์

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

2.1.2 ชั่งมา 9.0 กรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเป็น 1,000 มิลลิลิตร ด้วยขวดวัดปริมาตร สารละลายที่ได้นี้คือ A

2.1.3 ออบโซเดียมฟอสเฟต (Na_2HPO_4) ให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์นาน 20 นาที

2.1.4 ชั่งมา 23.88 กรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเป็น 1,000 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร สารละลายที่ได้นี้คือ B

2.1.5 นำสารละลาย A จำนวน 400 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย B จำนวน 600 มิลลิลิตร กวนให้เข้ากัน จะได้สารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 7

2.2 สารละลายเมทธิลีนบลู

2.2.1 การเตรียม ออบสารเมทธิลีนบลูให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 - 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์นาน 20 นาที ชั่งมา 1.2060 กรัม (สมมุติว่ามีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5) ละลายด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ในข้อ 1 จนมีปริมาตรเป็น 4,000 มิลลิลิตร สาร

ละลายที่ได้ี้มีความเข้มข้น 0.3000 มิลลิกรัมต่อลิตร กวนสารละลายอย่างน้อย 3 วัน ก่อนจะนำไปใช้

2.2.2 การสร้างกราฟมาตรฐาน คูตสารละลายเมทธิลีนบลูที่เตรียมได้มา 5.0 มิลลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรรวมเป็น 50 มิลลิตร ให้สารละลายนี้ คือ M ซึ่งมีความเข้มข้น 0.0300 มิลลิกรัมต่อลิตร เจือจางสารละลาย M ให้มีความเข้มข้นต่างดังนี้

คูตมา 1.0 มล.	เจือจางเป็น 100 มล.	ความเข้มข้น = 0.00030 มก./มล.
.. 1.5 100 ..	= 0.00045 ..
.. 2.0 100 ..	= 0.00060 ..
.. 2.5 100 ..	= 0.00075 ..
.. 3.0 100 ..	= 0.00090 ..

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

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

3. วิธีวิเคราะห์

3.1 บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)

3.2 อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดสิเคเตอร์

3.3 ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ D ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม) ในขวดรูปชมพูนขนาด 300 มิลลิตร ซึ่งมีจุกปิด

3.4 ใส่สารละลายเมทธิลีนบลู 50 มิลลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าแรง 10 วินาที สังเกตดูว่าสีของสารละลายเจือจางหรือไม่ ถ้าเจือจางให้ใส่สารละลายเมทธิลีนบลูลงไปอีกครั้งละ 50 มิลลิตร

3.5 เมื่อสีของสารละลายไม่เจือจาง ให้ใส่สารละลายเพิ่มอีก 50 มิลลิตร เพื่อให้ความเข้มข้นของสารละลายที่จุดสมดุลของการดูดซับ เท่ากับ 0.3 มก./ก. แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที นาน 30 นาที

3.6 เทศารละลายส่วนบนลงในหลอดเซนติฟิวจ์ แล้วนำไปเซนติฟิวจ์ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที

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

3.8 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร

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

$$MB(mg/l) = \frac{0.3000 \cdot A}{D} - \frac{ABC}{100D \tan \theta}$$

โดย A = ปริมาตรของสารละลายเมทิลีนบลูที่ใช้ตอนเริ่มต้น, มิลลิลิตร

B = ค่าการดูดกลืนแสง

C = ค่าคงที่ของการเจือจาง = 200 (หรือ 400)

ภาคผนวกที่ จ

การวิเคราะห์ค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับไอโอดีน ซึ่งสมมุติว่าเป็นสารพิษในน้ำตามวิธี ASTM D4607 - 86 มีรายละเอียดของการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

1. สารเคมีที่ใช้

1.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจำนวน 70 มิลลิลิตร เทใส่น้ำกลั่นที่มีปริมาตร 550 มิลลิลิตร

1.2 น้ำแข็งเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยชั่งแข็ง 1 กรัม ละลายด้วยน้ำร้อน จนมีน้ำหนักเป็น 10 กรัม น้ำแข็งที่เตรียมได้จะใช้ภายในวันที่เตรียมเท่านั้น

1.3 สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตเข้มข้น 0.100 ± 0.001 นอร์มัล เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 24.820 กรัม ในน้ำ 75 มิลลิลิตร เติมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 0.1 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตรด้วยขวดวัดปริมาตร

1.4 สารละลายไอโอดีนเข้มข้น 0.100 ± 0.001 นอร์มัล เตรียมโดยละลายไอโอดีน 12.700 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 19.10 กรัม ด้วยน้ำ 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 4 ชั่วโมงจนผลึกไอโอดีนละลายหมด แล้วจึงเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ด้วยขวดวัดปริมาตร

1.5 สารละลายโปแตสเซียมไอโอเดตเข้มข้น 0.100 นอร์มัล เตรียมโดยอบโปแตสเซียมไอโอเดตที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ แล้วชั่งมา 3.5667 กรัมละลายด้วยน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

2. วิธีเทียบมาตรฐานสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต

2.1 ปิเปตสารละลายโปแตสเซียมไอโอเดต 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2 กรัม เขย่าให้ละลายเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นปริมาณ 5 มิลลิลิตร

2.2 ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต โดยใช้ น้ำแข็งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติคือจุดที่สารละลายไม่มีสี

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จาก

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

โดย N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มัล)

P = ปริมาตรสารละลายไปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร)

R = ความเข้มข้นของสารละลายไปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มัล)

S = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

3. วิธีเทียบมาตรฐานของสารละลายไอโอดีน

ปิเปตสารละลายไอโอดีน 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้น้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติคือจุดที่สารละลายไม่มีสี

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนจาก

$$N_2 = (P \cdot R) / S$$

โดย N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน (นอร์มัล)

P = ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร)

R = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มัล)

S = ปริมาตรของสารละลายไอโอดีนที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

4. วิธีวิเคราะห์

4.1 บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)

4.2 อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดสิเคเตอร์

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

หมายเหตุ ต้องชั่งน้ำหนักของตัวอย่าง 3 ค่าต่อตัวอย่าง เพื่อให้ได้ค่า C มีค่าน้อยกว่า, เท่ากับ และมากกว่า 0.02 น้ำหนักประมาณของตัวอย่าง ดูจากรูปที่ ๑.1

4.5 ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 10 มิลลิลิตร (ตรวจด้วยปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร) ต้มให้เดือดประมาณ 10 วินาที แกว่งขวดเบา ๆ เพื่อให้ผงถ่านกัมมันต์ทุกส่วนชุ่มด้วยสารละลาย เพื่อกำจัดเถ้าหรือซัลเฟอร์ออกจากผิวของถ่านกัมมันต์

4.6 ใส่สารละลายไอโอดีน 100 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าแรงๆเป็นเวลา 30 วินาที

4.7 กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ทั้งสารละลายที่กรองได้ 20 มิลลิลิตรแรก

4.8 ดูดสารละลายที่กรองได้ 50 มิลลิลิตร ด้วยปิเปต

4.9 ตีเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล โดยใช้น้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติคือสารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นมิลลิลิตร (S)

4.10 คำนวณค่าการดูดซับจำเพาะ (X/M) และความเข้มข้นที่สมดุลของสารละลายไอโอดีน (C) ได้จาก

$$\frac{X \text{ (มก./ก.)}}{M} = \frac{A}{M} - \frac{(2.2)(B)(S)}{M}$$

$$C = \frac{(N_1)S}{50}$$

$$\text{เมื่อ } A = N_2(12693.0)$$

$$B = N_1(126.93)$$

4.11 นำค่า X/M ที่ได้ทั้งสามค่ามาสร้างกราฟระหว่างแกนราบคือ log C แกนตั้งฉากคือ logX จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

4.12 จากเส้นความสัมพันธ์ ที่ตำแหน่ง C = 0.02 หรือ logC = -1.699 จะทราบค่าบนแกนตั้งฉาก สมมุติเท่ากับ Y นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า IA ดังนี้

$$IA \text{ (มิลลิกรัม/กรัม)} = 10^Y$$

M				M			
E	C=0.01	C=0.02	C=0.03	E	C=0.01	C=0.02	C=0.03
300	3.756	3.300	2.935	1550	0.729	0.539	0.549
350	3.223	2.929	2.430	1600	0.766	0.519	0.531
400	2.824	2.475	2.126	1650	0.684	0.500	0.515
450	2.510	2.200	1.990	1700	0.664	0.522	0.500
500	2.259	1.960	1.701	1750	0.545	0.556	0.486
550	2.054	1.800	1.546	1800	0.528	0.550	0.472
600	1.883	1.550	1.417	1850	0.510	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	0.573	0.508	0.436
750	1.506	1.320	1.134	2000	0.555	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	0.386
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	0.425	0.374	0.321
1450	0.779	0.683	0.586	2700	0.418	0.367	0.315
1500	0.753	0.66	0.567	2750	0.411	0.360	0.309

รูปที่ ๑.1 นำหนักประมาณของตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนทั้งหมดของถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนของถ่านกัมมันต์ตามวิธี ASTM C 819-77 และ คู่มือการใช้เครื่องหาพื้นที่ผิว โดยเลือกการคำนวณแบบ "Multipoints" มีหลักการที่สำคัญของการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้

1.1 เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวรูพรุน AUTOSORB-1 ของบริษัท Quantachrome ประเทศสหรัฐอเมริกา

1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมโปรแกรมการคำนวณชื่อ "ASORB1AG"

2. การเตรียมตัวอย่าง

2.1 บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 60 เมช (0.246 มิลลิเมตร)

2.2 ชั่งและบันทึกน้ำหนักของหลอดใส่ตัวอย่าง ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือ มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม)

2.3 ใส่ตัวอย่างลงในหลอด ให้มีน้ำหนักประมาณ 0.1 กรัม สำหรับถ่านกัมมันต์ และ 1 กรัม สำหรับถ่านจากการคาร์บอนในซังยางรถยนต์ (แปรน้ำหนักเพื่อให้พื้นที่ผิวในการวิเคราะห์ ประมาณ 20 ถึง 50 ตารางเมตร)

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

2.5 ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างและหลอด และห้กน้ำหนักหลอด เพื่อให้ทราบน้ำหนักของตัวอย่าง ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณ (w)

3. การวิเคราะห์

3.1 กำหนดความดันสัมพัทธ์ที่สมดุลย์ (P/P_0) ทั้งหมด 4 จุด คือ 0.025, 0.050, 0.075, 0.100

3.2 ล้างโมเลกุลปนเปื้อนที่อยู่บนผิวถ่านกัมมันต์ (Outgas) อีกครั้งที่อุณหภูมิห้อง นาน ประมาณ 5 นาที

3.3 ผ่านไนโตรเจนที่ปราศจากออกซิเจน ซึ่งมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 จนกระทั่งความดันสัมพัทธ์ที่สภาวะสมดุลเท่ากับที่กำหนด บันทึกปริมาตรของก๊าซไนโตรเจนที่ใช้

4. การคำนวณ

นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแกนราบคือ ความดันสัมพัทธ์ (P/P_0) แกนตั้งจากคือปริมาณของแก๊สไนโตรเจนที่ถูกดูดซับ ที่ความดันสัมพัทธ์ในเทอมของ $[W(P_0/P)-1]^{-1}$ จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ s จุดตัดบนแกนตั้งจากคือ ค่าจำนวนค่าพื้นที่ผิว (S_{BET}) (ตารางเมตรต่อกรัม) ได้ดังนี้

$$S_{BET} = \frac{N A_{CS}}{(s+i)(wM)}$$

- โดย N = เลขอาโวกาโดร = 6.023×10^{23} โมเลกุลต่อโมล
 A_{CS} = พื้นที่หน้าตัดของโมเลกุลไนโตรเจน
 = 16.2 ตารางอังสตรอม
 M = น้ำหนักโมเลกุลของไนโตรเจน

ภาคผนวกที่ ข.

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 ปริมาณที่ผ่านร่อน 150 ไมโครเมตร ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก

2.2 ถ่านกัมมันต์เม็ด ปริมาณที่ผ่านร่อน 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

ภาคผนวก ข

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ในเครื่องคาร์บอนไฮดรอกซ์และเครื่องแอกติเวเตอร์

เครื่องคาร์บอนไฮดรอกซ์

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเครื่องคาร์บอนไฮดรอกซ์ที่เวลาต่างๆ แสดงในตารางที่

- ข.1 และ รูปที่ ข.1 สำหรับการคาร์บอนไฮดรอกซ์ที่ อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส
รูปที่ ข.2 สำหรับการคาร์บอนไฮดรอกซ์ที่ อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส
รูปที่ ข.3 สำหรับการคาร์บอนไฮดรอกซ์ที่ อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส
รูปที่ ข.4 สำหรับการคาร์บอนไฮดรอกซ์ที่ อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส

เครื่องแอกติเวเตอร์

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเครื่องแอกติเวเตอร์สำหรับช่วงเพิ่มความร้อนจนได้
อุณหภูมิตามต้องการแสดงในตารางที่ ข.2 และ รูปที่ ข. 5

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเครื่องคาร์บอนเซอร์ที่เวลาต่างๆ

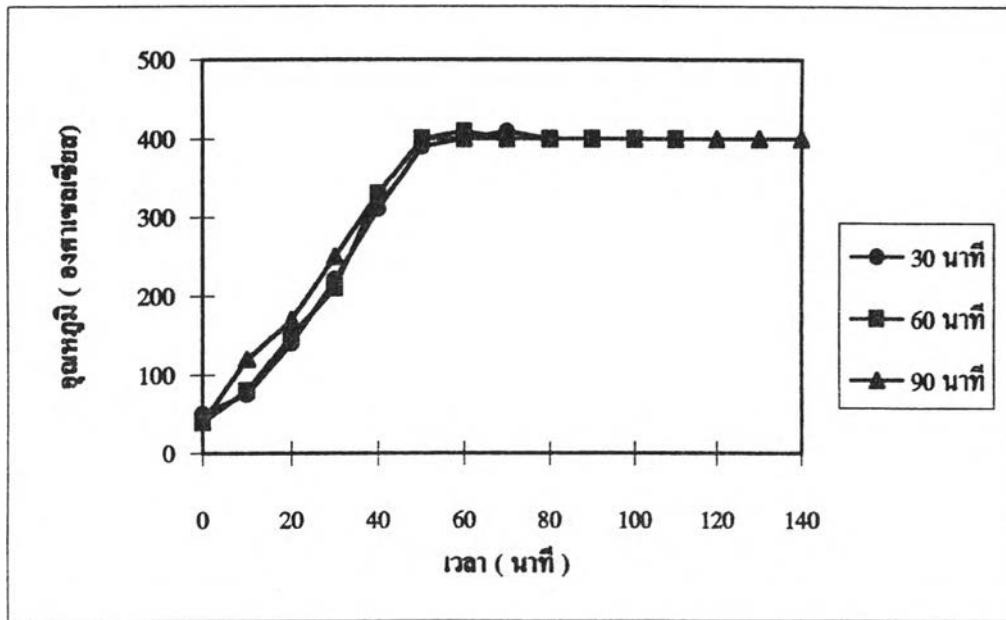
เวลา ที่วัด (นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)					
	คาร์บอนไนซ์ที่อุณหภูมิ 400 °ซ			คาร์บอนไนซ์ที่อุณหภูมิ 450 °ซ		
	ระยะเวลาคาร์บอนไนซ์			ระยะเวลาคาร์บอนไนซ์		
	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที
0	50	40	40	40	40	50
10	75	80	120	140	90	100
20	140	150	170	230	10	170
30	220	210	250	310	280	250
40	310	330	330	380	310	350
50	390	400	400	450	360	450
60	400	410	400	450	450	450
70	410	400	400	450	450	450
80	400	400	400	450	450	450
90	400	400	400	450	450	450
100		400	400		450	450
110		400	400		450	450
120			400		450	450
130			400			450
140			400			450

ตารางที่ ข.1(ต่อ) ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเครื่องคาร์บอนเซอร์ที่เวลาต่างๆ

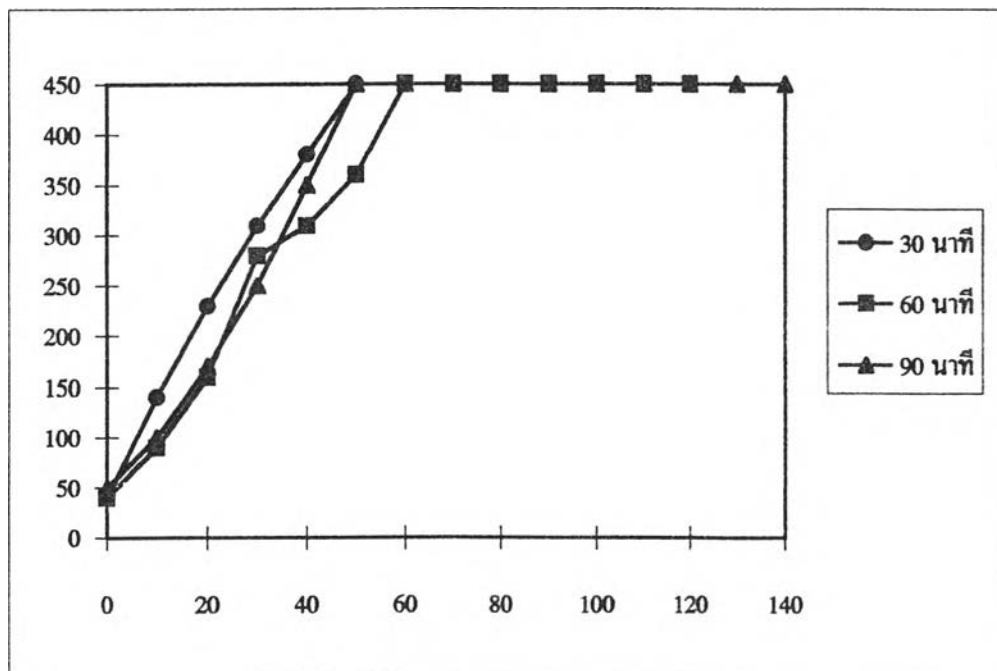
เวลา ที่วัด (นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)					
	คาร์บอนไนซ์ที่อุณหภูมิ 500 ^o ซ			คาร์บอนไนซ์ที่อุณหภูมิ 550 ^o ซ		
	ระยะเวลาคาร์บอนไนซ์			ระยะเวลาคาร์บอนไนซ์		
	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที
0	40	40	50	40	50	40
10	75	75	100	120	110	110
20	180	170	150	200	190	200
30	250	240	240	280	280	280
40	300	335	320	350	380	370
50	375	375	380	400	430	400
60	400	410	440	450	480	450
70	500	500	500	550	550	550
80	500	500	500	550	550	550
90	500	500	500	550	550	550
100	500	500	500	550	550	550
110		500	500		550	550
120		500	500		550	550
130		500	500		550	550
140			500			550
150			500			550
160			500			550

ตารางที่ ข.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ในเครื่องแอกติเวเตอร์
(ช่วงเพิ่มความร้อนจนได้อุณหภูมิตามต้องการ)

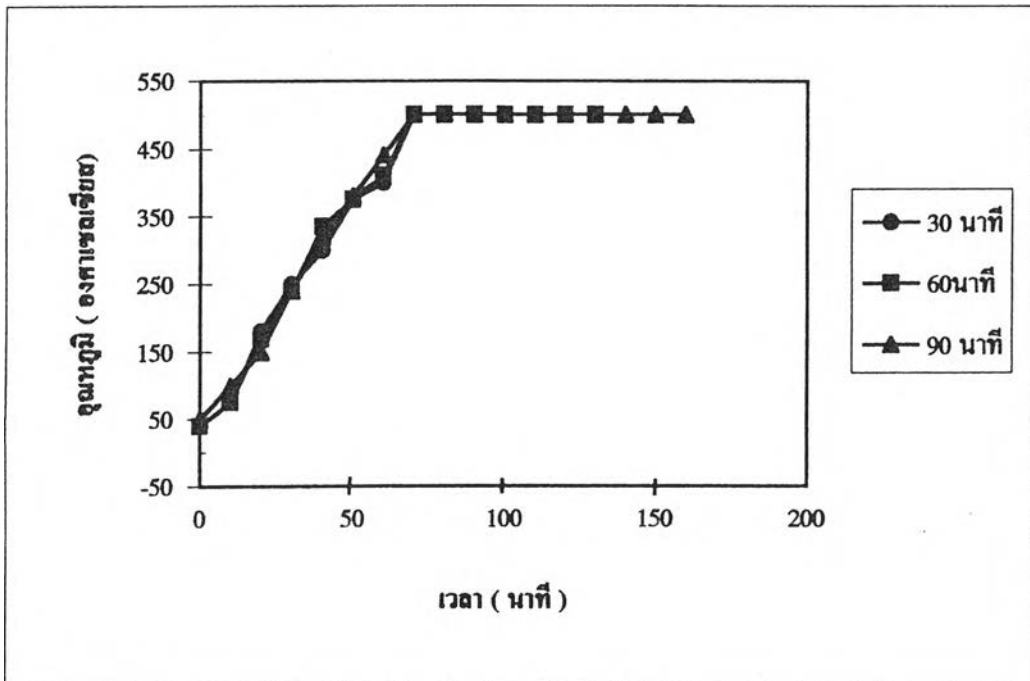
เวลาที่วัด (นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			
	กระตุ้นที่ 800 °ซ	กระตุ้นที่ 850 °ซ	กระตุ้นที่ 900 °ซ	กระตุ้นที่ 940 °ซ
0	40	40	40	50
10	300	300	300	320
20	480	470	470	470
30	590	600	580	600
40	90	720	700	720
50	780	800	820	830
60	800	850	900	890
70				950



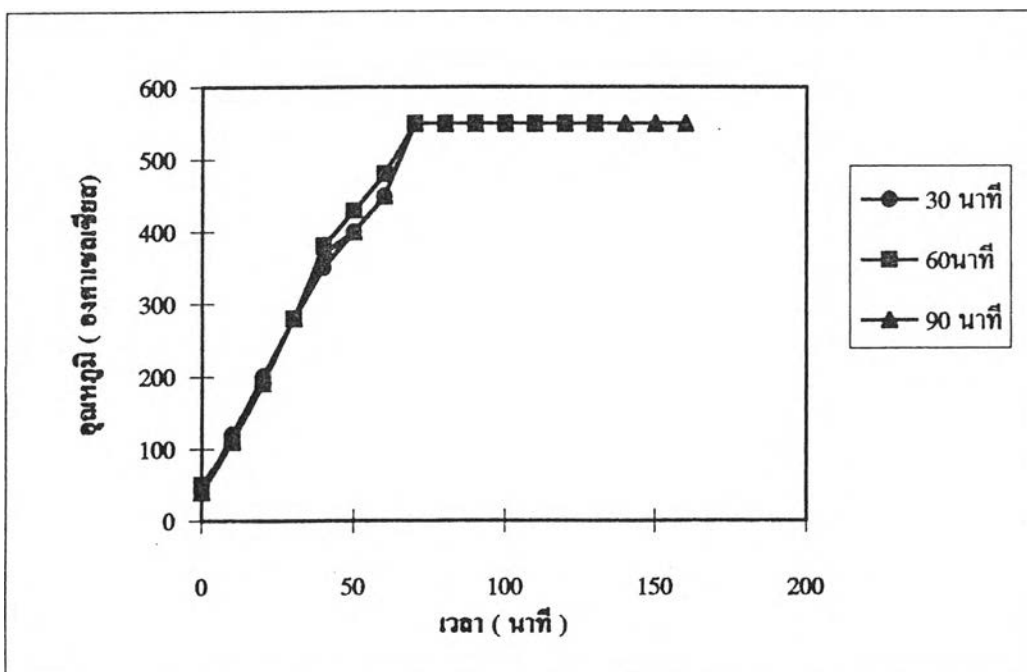
รูปที่ ข.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเครื่องคาร์บอนไอเซอร์ที่เวลาต่างๆ สำหรับการคาร์บอนไอซ์ยางรถยนต์ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส



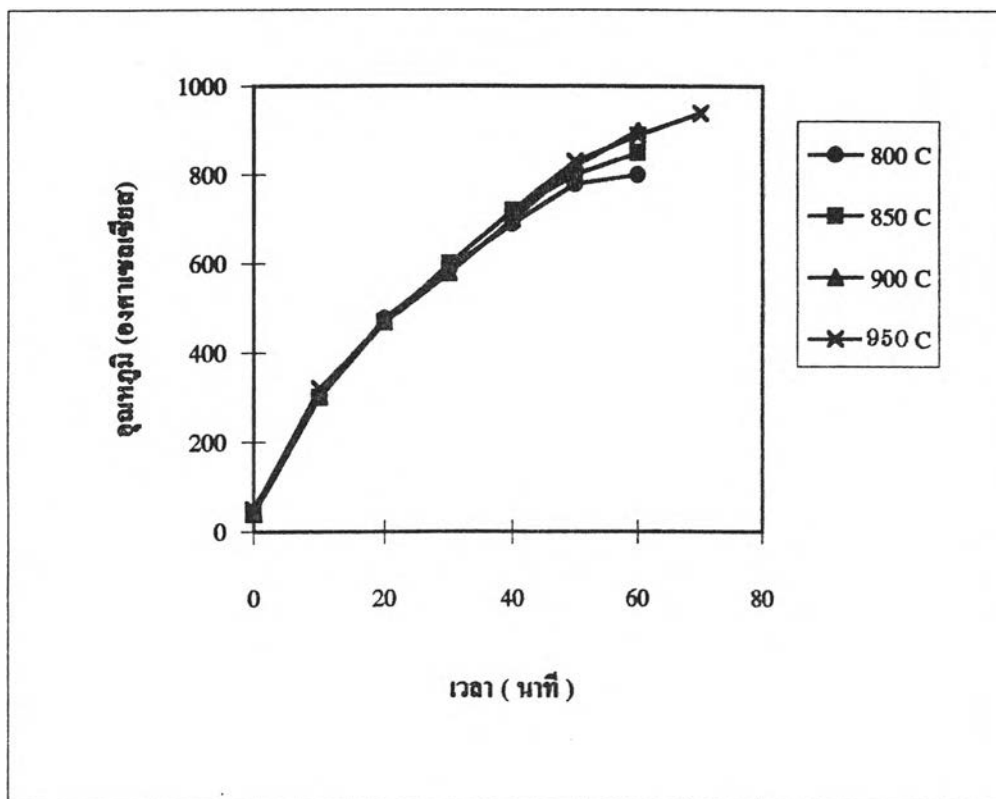
รูปที่ ข.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเครื่องคาร์บอนไอเซอร์ที่เวลาต่างๆ สำหรับการคาร์บอนไอซ์ยางรถยนต์ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส



รูปที่ ๓.3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเครื่องคาร์บอนไดออกไซด์ที่เวลาต่างๆ สำหรับการคาร์บอนไดออกไซด์ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส



รูปที่ ๓.4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเครื่องคาร์บอนไดออกไซด์ที่เวลาต่างๆ สำหรับการคาร์บอนไดออกไซด์ 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส



รูปที่ ๓5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจนในเครื่องแอดดิเวเตอร์ที่เวลาต่างๆ ในช่วงเพิ่ม
ความร้อนจนได้อุณหภูมิตามต้องการ



ประวัติผู้เขียน

นางสาวรติกร อิศระเสนีย์ เกิดวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2515 จังหวัด
กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2535