METHANE ADSORPTION BY ACTIVATED CARBONS: COMPARISON AMONG COCONUT-, PALM-, AND BITUMINOUS COAL BASED ACTIVATED CARBONS

Wasa Sunthonsuriyawong

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University and Institut Français du Pétrole
2013

Thesis Title:	Methane Adsorption by Activated Carbons: Comparison among Coconut-, Palm-, and Bituminous Coal Based Activated Carbons
By:	Wasa Sunthonsuriyawong
Program:	Petroleum Technology
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit Dr. Santi Kulprathipanja

---

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

..... College Dean
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

..... (Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan)

..... (Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit)

..... (Dr. Santi Kulprathipanja)

..... (Assoc. Prof. Thirasak Rirksomboon)

..... (Asst. Prof. Attasak Jaree)

ABSTRACT

5473025063 : Petroleum Technology Program
Wasa Sunthonsuriyawong: Methane Adsorption by Activated Carbons: Comparison among Coconut-, Palm-, and Bituminous Coal Based Activated Carbons
Thesis Advisors: Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan, Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit, and Dr. Santi Kulprathipanja
74 pp.
Keywords : Activated Carbon, adsorption, isotherm

Consumption of natural gas as a vehicular fuel has continuously increased in Thailand. Compressed natural gas (CNG) is natural gas which is compressed and stored under high pressure ~3,600 psi. To increase the travel distance per fill up, the storage capacity needs to be enhanced. It has been suggested that a porous material such as activated carbon can adsorb natural gas, and thus, increase the capacity of natural gas storage. Therefore, this research focuses on methane adsorption using several types of commercial activated carbon, such as activated carbons derived from coconut shell, palm shell, and bituminous coal with different iodine number; and coconut-based activated carbon by chemical activation process. Methane adsorption was measured by a volumetric apparatus under the pressure up to 1,000 psia at temperatures of 35, 40, and 45 °C. In addition, the physical properties of activated carbons were characterized by BET surface analysis, and Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM). The surface area, micropore volume, total pore volume, and average pore diameter played an important role in methane adsorption. A higher surface area of activated carbons led to greater methane adsorption capacity (mmol/g).

บทคัดย่อ

วยา สุนทรสุริยวงศ์: การดูดซับก๊าซมีเทนด้วยถ่านกัมมันต์ : เปรียบเทียบระหว่างถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว, กะลาปาล์ม และถ่านหินบิทูมินัส (Methane Adsorption by Activated Carbons: Comparison among Coconut-, Palm-, and Bituminous Coal Based Activated Carbons) อ.ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. บุนยรัชต์ กิติยานันท์ รศ. ดร. ปราโมช รังสรรค์วิจิตร และ ดร.สันติ กุลประทีปัญญา 74 หน้า

ในปัจจุบันการใช้ยานพาหนะที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย เชื้อเพลิงที่ถูกนำมาใช้เรียกว่า ก๊าซธรรมชาติอัด คือก๊าซธรรมชาติที่ถูกอัดจนมีความดันสูงกว่า 3,600 ปอนด์/ตารางนิ้วและถูกเก็บไว้ในถังเก็บทนแรงดันสูง การที่ยานพาหนะจะสามารถขับเคลื่อนได้ในระยะทางที่เพิ่มขึ้นต่อการเติมก๊าซธรรมชาติในหนึ่งครั้ง จึงจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพของถังกักเก็บก๊าซธรรมชาติ การเติมตัวดูดซับ เช่น ถ่านกัมมันต์ ลงในถังเพื่อเพิ่มปริมาณการดูดซับของก๊าซธรรมชาติอัดในถังบรรจุก๊าซเป็นวิธีที่ได้รับการสนใจศึกษา ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาการดูดซับก๊าซมีเทนด้วยถ่านกัมมันต์เชิงพาณิชย์ซึ่งเตรียมมาจากสารตั้งต้นต่างชนิดกันและมีเลขไอโอดีนแตกต่างกัน ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกะลามะพร้าว กะลาปาล์ม และถ่านหินบิทูมินัส อีกทั้งศึกษาการใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตขึ้นเองจากกะลามะพร้าวและใช้วิธีการกระตุ้นทางเคมีโดยสารละลายโพแทสเซียมคาร์บอเนตด้วย ปริมาณการดูดซับก๊าซมีเทนหาได้จากเครื่องมือเชิงปริมาตร ภายใต้ความดันสูงถึง 1,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส โดยทดสอบสมบัติทางกายภาพของถ่านกัมมันต์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์พื้นที่ผิวบีอีที (BET surface analysis) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM)) จากผลการทดลองพบว่า พื้นที่ผิว ปริมาตรรูพรุน ปริมาตรรูพรุนทั้งหมด และขนาดของรูพรุน เป็นตัวแปรสำคัญในการดูดซับก๊าซมีเทนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าถ่านกัมมันต์มีพื้นที่ผิวมากจะทำให้ความสามารถในการดูดซับก๊าซมีเทน (มิลลิโมลต่อกรัม) มากด้วย

ACKNOWLEDGEMENTS

First of all, I would like to express my deepest appreciation to my advisor, Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan, and my co-advisors, Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit and Dr. Santi Kulprathipanja, for their valuable guidance, encouragement, and understanding throughout this research. Their positive attitudes contributed significantly to inspire and maintain my enthusiasm throughout the whole period. I am proud to be their student.

I would like to sincerely thank Assoc. Prof. Thirasak Rirksomboon and Asst. Prof. Attasak Jaree for kindly serving on my thesis committee. Their sincere suggestions are definitely imperative for accomplishing my thesis.

Next, I would like to thanks Mr. Atsadawut Siangsai and Ms. Narumol Kumpoomee for their assistance and suggestions.

This thesis work is funded by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University; Center of Excellence on Petrochemicals and Materials Technology, Thailand; and National Metal and Materials Technology Center, National Science and Technology Development Agency, Ministry of Science and Technology, Thailand; for providing the financial support for this thesis work.

My gratitude is also extended to all staffs of the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, for their kind assistance and cooperation.

Furthermore, I would like to thank all of my friends for their friendly assistance, creative suggestions, and encouragement. I had a very good time working with them all.

Finally, I would really like to express my sincere gratitude to my family, especially my parents, for their love, understanding and infinite support.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

ABBREVIATIONS

A (IN 1100)	Coconut-based activated carbon at iodine number of 1100
B (IN 1067)	Bituminous coal-based activated carbon at iodine number of 1067
C (IN 1100)	Palm-based activated carbon at iodine number of 1100
Co-K_2CO_3/1h	Coconut-based activated carbon by K_2CO_3 activation at 1 h of activation time
Co-K_2CO_3/2h	Coconut-based activated carbon by K_2CO_3 activation at 2 h of activation time
Co-K_2CO_3/3h	Coconut-based activated carbon by K_2CO_3 activation at 3 h of activation time
D (IN 937)	Bituminous coal-based activated carbon at iodine number of 937
E (IN 1035)	Bituminous coal-based activated carbon at iodine number of 1035
F (IN 879)	Bituminous coal-based activated carbon at iodine number of 879
G (IN 987)	Bituminous coal-based activated carbon at iodine number of 987