CARBON DIOXIDE AND METHANE COMPETITIVE ADSORPTION ON COCONUT SHELL ACTIVATED CARBON

Napaphat Samanwong

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
2014

Thesis Title:	Carbon dioxide and Methane Competitive Adsorption on Coconut Shell Activated Carbon
By:	Napaphat Samanwong
Program:	Petroleum Technology
Thesis Advisors:	Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit
	Dr. Santi Kulprathipanja
	Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan

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:

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

.....
(Dr. Santi Kulprathipanja)

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

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

.....
(Assoc. Prof. Vissanu Meeyoo)

ABSTRACT

5473003063: Petroleum Technology Program
Napaphat Samanwong: Carbon dioxide and Methane Competitive Adsorption on Coconut Shell Activated Carbon.
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit, Dr. Santi Kulprathipanja, Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan 106 pp.
Keywords: Activated carbon/ Adsorption/ Carbon dioxide/ Methane

The use of natural gas as a fuel in natural gas vehicles (NGVs) has become an attractive alternative to gasoline and diesel fuels because of its inherent clean burning characteristics. In adsorbed natural gas (ANG), natural gas is adsorbed by a porous adsorbent material at a relatively low pressure with similar methane capacity as compared to commercially compressed natural gas (CNG). Carbon-based adsorbents, like activated carbon, could provide high adsorption capacity and delivery due to its high specific surface area and high volumetric storage capacity. In this research, the adsorption capacity of methane was investigated using coconut shell activated carbon (CSAC) as an adsorbent in a packed bed column at room temperature (25°C). Binary mixtures of methane and carbon dioxide (10, 20, and 30 vol% of CO_2) were used. Furthermore, to improve adsorption capacity of adsorbent, increasing surface area and increasing hydrophobic characteristic of sample were investigated. The CSAC was treated (1) by soaking into acid/alkali solution to increase their surface area (2) by mixing with methyl ester sulfonate (MES) solution to increase the hydrophobicity. BET, SEM and FTIR techniques were used to characterize the adsorbents. The composition of methane and carbon dioxide adsorption was determined by GC. Results showed that carbon dioxide significantly affects the adsorption of methane. The breakthrough time of carbon dioxide is longer than that of methane, and the methane roll up increases with the increase in the concentration of carbon dioxide because carbon dioxide is more selectively adsorbed on all adsorbents than that of methane.

บทคัดย่อ

ณปภัช สมานวงศ์: การแข่งขันการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนบนถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว (Carbon dioxide and Methane Competitive Adsorption on Coconut Shell Activated Carbon) อ. ที่ปรึกษา: รศ. ดร. ปราโมช รังสรรค์วิจิตร ดร. สันติ กุลประทีปัญญา และ ผศ. ดร. บุนยรัชต์ กิติยานันท์ 106 หน้า

การใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในยานพาหนะได้กลายเป็นทางเลือกที่น่าสนใจนอกเหนือจากน้ำมันเบนซินและดีเซลเพราะมีการเผาไหม้ที่สะอาด อย่างไรก็ตามการกักเก็บก๊าซธรรมชาติเพื่อใช้งานยังเป็นสิ่งที่ท้าทาย หนึ่งในวิธีการกักเก็บที่ได้รับความสนใจได้แก่ Adsorbed Natural Gas (ANG) โดยใช้วัสดุที่มีรูพรุนเช่น ถ่านกัมมันต์ ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับสูงเนื่องจากมีพื้นที่ผิวที่เฉพาะเจาะจงและมีปริมาตรการกักเก็บสูง ในงานวิจัยนี้ศึกษาความสามารถของการดูดซับก๊าซมีเทนโดยใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวในคอลัมน์แบบเบดนิ่งที่อุณหภูมิห้อง (25°C) ในการศึกษาได้ใช้ก๊าซผสมของมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ (10, 20, และ30 vol% ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) นอกจากนี้ในการทดลองยังนำถ่านกัมมันต์ไปผ่านการปรับสภาพ 2 วิธี เพื่อที่จะศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ผิวและการเปลี่ยนแปลงลักษณะความไม่ชอบน้ำของถ่านกัมมันต์ในการดูดซับก๊าซมีเทน การปรับสภาพที่ใช้คือ 1) การนำถ่านกัมมนต์ไปแช่ในสารละลายกรดหรือด่างเพื่อที่จะเพิ่มพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ให้สูงขึ้น 2) การนำถ่านกัมมันต์ไปผสมกับเมทิลเอสเทอร์ ซัลโฟเนต (MES) เพื่อเพิ่มลักษณะความไม่ชอบน้ำของถ่านกัมมันต์ หลังจากการปรับสภาพ ถ่านกัมมันต์จะถูกนำไปตรวจลักษณะด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์หาค่าพื้นที่ผิว กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนและเครื่องมือหาชนิดและปริมาณสารโดยการผ่านแสงอินฟราเรด ความเข้มข้นมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ทำโดยใช้ GC เทคนิค ผลการทดลองแสดงให้เห็นได้ว่าคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการดูดซับของมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ใช้เวลาหลุดออกจากตัวดูดซับนานกว่ามีเทน และการรวมตัวเพิ่มขึ้นของมีเทนจะเกิดขึ้นเมื่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากตัวดูดซับทุกตัวเลือกดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าดูดซับมีเทน

ACKNOWELEDGEMENTS

I would like to take this chance to sincerely thank my advisor, Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit, for his helpful suggestions, discussions, supervision from the very early stage of this research. He also provided me unflinching encouragement, patience and support in various ways throughout my graduate thesis.

I would also like to thank my co-advisors, Dr. Santi Kulprathipanja and Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan for their advices, guidances, and willingness to share their bright thoughts with me, which were very helpful for shaping up my ideas and research.

I would like to thank Assoc. Prof. Thirasak Rirksomboon and Assoc. Prof. Vissanu Meeyoo for kindly serving on my thesis committee. Their suggestions are certainly important and helpful for completion of this thesis.

This thesis work is funded by The Petroleum and Petrochemical College; and the Center of Excellence on Petrochemical and Materials Technology, Thailand.

I would like to thank the entire faculty and staff at The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University for their kind assistance and cooperation.

I would like to thank the Carbokarn Co., Ltd., Thailand, for the kind support of activated carbon.

Finally, I would like to express my sincere gratitude to thank my whole family for showing me the joy of intellectual pursuit ever since I was a child, for standing by me and for understanding every single part of my mind.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**