CARBON DIOXIDE REMOVAL FROM FLUE GAS USING HYBRID SOLVENT ABSORPTION

Marita Rattanacom

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
2011

Thesis Title:	Carbon Dioxide Removal from Flue Gas Using Hybrid Solvent Absorption
By:	Marita Rattanacom
Program:	Petroleum Technology
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong
	Prof. Sumaeth Chavadej
	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. Thammanoon Sreethawong)

..... (Prof. Sumaeth Chavadej)

..... (Dr. Santi Kulprathipanja)

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

..... (Dr. Natthakorn Kraikul)

บทคัดย่อ

มาริตา รัตนาคม : การแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากฟลูก๊าซโดยใช้กระบวนการดูดซึมด้วยตัวทำละลายผสม (Carbon Dioxide Removal from Flue Gas Using Hybrid Solvent Absorption) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ธรรมนูญ ศรีทะวงศ์ ศ. ดร. สุเมธ ชวเดช และ ดร. สันติ กุลประทีปัญญา 46 หน้า

โดยปกติแล้วฟลูก๊าซที่ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศมาจากอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ซึ่งรวมไปถึงโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ฟลูก๊าซประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจนประมาณร้อยละ 80, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 15, และก๊าซออกซิเจนประมาณร้อยละ 5 ซึ่งฟลูก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจะประกอบไปด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กระบวนการดูดซึมด้วยตัวทำละลายของเหลวถือเป็นเทคโนโลยีทางการค้าที่สำคัญที่สุดในการกำจัดก๊าซคาร์บอนออกไซด์ เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางคือโมโนเอทานอลเอมีน นอกจากนี้เอมีนที่มีตัวขัดขวางและไดเอมีนยังได้รับความสนใจใช้เป็นตัวทำละลายเนื่องจากมีค่าความจุในการดูดซึมและความด้านทานต่อการย่อยสลายสูง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานนี้คือเพื่อศึกษาตัวทำละลายผสมที่เหมาะสมระหว่างโมโนเอทานอลเอมีนและตัวทำละลายเอมีนอื่น ๆ โดยผลการทดลองพบว่าตัวทำละลายโมโนเอทานอลเอมีนที่มีความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักนอกจากจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดแล้ว ยังมีอัตราการดูดซึมและความจุในการดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงด้วย นอกจากนี้เมื่อมีการผสมโมโนเอทานอลเอมีนกับตัวทำละลายเอมีนอื่นๆในสัดส่วนที่เหมาะสมพบว่า เมื่อผสมตัวทำละลายเอมีนอื่นๆลงไปจะส่งผลให้ทั้งอัตราการดูดซึมและความจุในการดูดซึมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ABSTRACT

5273007063: Petroleum Technology Program
Marita Rattanacom: Carbon Dioxide Removal from Flue Gas Using Hybrid Solvent Absorption
Thesis Advisors: Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong, Prof. Sumaeth Chavadej, and Dr. Santi Kulprathipanja 46 pp.
Keywords: Carbon dioxide/ Monoethanolamine/ Sterically hindered amine/ Piperazine/ Solvent absorption

Normally, flue gas released into the atmosphere from most industries, including the petrochemical industry, contains approximately 80 % N_2, 15 % CO_2, and 5 % O_2. The flue gas produced by the combustion of fossil fuels, which is composed of CO_2, is therefore considered to cause the greenhouse effect. To reduce greenhouse gas emission, the liquid solvent absorption process, the most important commercial technology for CO_2 removal, can be efficiently applied. The widely used solvent is monoethanolamine (MEA). Sterically hindered amines and diamines have also been introduced because of their advantages in high absorption capacity and high degradation resistance. Hence, the aim of this work was to investigate hybrid solvents blended between MEA and other amine additives. The experimental results showed that the MEA aqueous solvent with MEA concentration of 30 wt.% provided the maximum CO_2 removal efficiency, as well as high CO_2 absorption rate and CO_2 loading capacity. When MEA was blended with a suitable amine additive at an appropriate blending ratio, both the absorption rate and CO_2 loading capacity tended to increase.

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis work would have never been possible without the assistance of the following persons and organizations.

First of all, I would like to express my deepest appreciation to Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong, Prof. Sumaeth Chavadej, and Dr. Santi Kulprathipanja for all of their excellent guidance, useful recommendations, creative comments, intensive attention, and encouragement throughout the course of my work.

I would like to express special thanks to Assoc. Prof. Pramoch Rangsunvigit and Dr. Natthakorn Kraikul for kindly serving on my thesis committee. Their sincere suggestions are definitely imperative for accomplishing my thesis.

Furthermore, I would like to express my sincere thank to the National Excellence Center for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials under the Ministry of Education, Thailand and National Research University Project of CHE and the Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund (Project code: CC557A) for providing the financial support for this thesis work.

Finally, I would like to take this opportunity to thank all of my PPC friends for their friendly assistance, cheerfulness, and encouragement. Also, I am greatly indebted to my parents and my family for their support, love, and understanding.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**