STUDIES ON DEGRADATION INHIBITORS FOR AMINE BASED SOLVENTS FOR CARBON DIOXIDE ABSORPTION FROM POWER PLANT FLUE GASES

Mr. Purachet Pitipuech

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
2008

Thesis Title:	Studies on Degradation Inhibitors for Amine-based Solvents for CO_2 Absorption from Power Plant Flue Gases
By:	Purachet Pitipuech
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors:	Assoc. Prof. Chintana Saiwan
	Prof. Raphael Idem
	Prof. Paitoon Tontiwachwuthikul

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

..... College Director
(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

Thesis Committee:

.....
(Assoc. Prof. Chintana Saiwan)

.....
(Prof. Raphael Idem)

.....
(Prof. Paitoon Tontiwachwuthikul)

.....
(Assist. Prof. Pomthong Malakul Na Ayudhaya)

ABSTRACT

4871021063: Petrochemical Technology Program
Purachet Pitipuech: Studies on Degradation Inhibitors for Amine Based Solvents for CO_2 Absorption from Power Plant Flue Gases.
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Chintana Saiwan, Prof. Paitoon Tontiwachwuthikul, and Prof. Raphael Idem, 105 pp.
Keywords: Monoethanolamine, O_2, SO_2, CO_2, Degradation, Degradation Inhibitors

Degradation of monoethanolamine during CO_2 absorption from power plant flue gases can cause significant problems in CO_2 capture process from flue gases. This work focused on developing degradation prevention or minimization techniques using degradation inhibitors. Various chemical additives were screened and tested as potential degradation inhibitors which are inhibitors UR-A, UR-B, UR-C and UR-D in the system of MEA-H_2O-O_2, MEA-H_2O-O_2-SO_2 and MEA-H_2O-O_2-SO_2-CO_2. HPLC-RID with nucleosil column/KH_2PO_4 mobile phase was capable of analyzing the degradation of MEA. The results showed that all of the degradation inhibitors were very effective in minimizing the rate of MEA degradation in the presence of O_2, SO_2 and CO_2 when used at their optimum concentrations. The highest reduction of MEA degradation rate was found to obtain at the optimum concentration of inhibitor UR-A, UR-B and UR-C of 0.05, 0.01 and 0.0025 kmol/m^3, respectively. The highest reduction of MEA degradation rate was found to obtain at the optimum concentration of inhibitor UR-D in the presence of both O_2 and SO_2 at the optimum concentration of 0.025 kmol/m^3.

บทคัดย่อ

ปุรเชษฐ์ ปิติพืชญ์ : การศึกษาสารยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาแยกสลายของ สารเอมีนระหว่างการจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากก๊าซของเสียที่ถูกสันดาบจากโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน (Studies on Degradation Inhibitors for Amine Based Solvents for CO_2 Absorption from Power Plant Flue Gases) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร .จินตนา สายวรรณ์ ศาสตราจารย์ ดร .ไพฑูรย์ ตันติเวชวุฒิกุล และ ศาสตราจารย์ ดร .ราฟาลเอล ไอเด็ม 105 หน้า

การแยกสลายของ สารโมโนเอทานอลามีนซึ่งเป็นสารในตระกูลเอมีนในระหว่างการจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากก๊าซของเสียที่ถูกสันดาบจากโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหินนั้นเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดปัญหาอย่างมากในระหว่างการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซของเสีย งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาวิธีป้องกันปฏิกิริยาการแยกสลายของ สารโมโนเอทานอลามีนโดยใช้สารยับยั้ง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ศึกษาสารยับยั้งทั้งหมด 4 สารดังนี้ สารยับยั้ง UR-A (Inhibitor UR-A) สารยับยั้ง UR-B (Inhibitor UR-B) สารยับยั้ง UR-C (Inhibitor UR-C) และ สารยับยั้ง UR-D (Inhibitor UR-D) ในระบบที่มี MEA-H_2O-O_2 MEA-H_2O-O_2-SO_2 และ MEA-H_2O-O_2-SO_2-CO_2 อีกทั้งยังวิเคราะห์หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาแยกสลายของโมโนเอทานอลามีนโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ชั้นสูง HPLC-RID ร่วมกับคอลัมนิวคลีโอซิล (Nucleosil) โดยมีเฟสเคลื่อนที่ KH_2PO_4 ผลการทดลองบ่งชี้ว่าสารยับยั้งทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษานั้นสามารถลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาแยกสลายของสารโมโนเอทานอลามีนในระบบที่มีก๊าซ ออกซิเจน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ได้ โดยสารยับยั้ง UR-A UR-Bและ UR-C สามารถลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาแยกสลายของสารโมโนเอทานอลามีน เมื่อใช้ที่ความเข้มข้นที่ 0.05 0.01และ 0.0025 $kmol/m^3$ ตามลำดับ อีกทั้งสารยับยั้ง UR-D สามารถลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาแยกสลายของสารโมโนเอทานอลามีน ในระบบที่มีก๊าซ ออกซิเจนและ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เมื่อใช้ที่ความเข้มข้นที่ 0.025 $kmol/m^3$

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis could not have been completed without all invaluable helps of the following individuals and organizations.

First of all, I would like to thank my supervisor, Associate Prof. Chintana Saiwan for her invaluable guidance, suggestions, understanding, and constant encouragement throughout the course of the research.

I would like to express my sincere gratitude to Prof. Patioon Tontiwachwuthikul, my supervisor at the University of Regina, Canada for allowing me to have the great opportunity to carry out all my research at the International Test Centre for CO_2 Capture (ITC), University of Regina, Regina, Saskatchewan, Canada. I am also thankful for his advices, encouragement and full financial support through his grants during my twenty four months research work there.

Also my supervisor, Prof. Raphael Idem is greatly appreciated for supervising my research from the beginning to the end. His positive attitude significantly contributed to inspiring and maintaining my enthusiasm in the field. Without him, this thesis could not have been possible.

I would like to express my enormous thank to my father, Mr.Susawad Pitipuech, my mother, Mrs.Somrudee Lee-laprasert, my sister and my brother, and my best friend, Ms.Nattawan Kladkaew for their love and support, and helping me through the difficult time, their motivation and understanding played the greatest role in my success.

My gratefulness is conveyed to the ITC technician, Ms.Robyn Fahlman, Engineering workshop, Mr.Harald Berwald and Mr.Harlen Berwald and my co-worker, Mr.Teeradet Supap. My thankfulness is also offered to my colleagues in Regina, Chisuta Soomlek, Sirirat Kerdsawad, Yaowalak Tongprasart, and Sakarin Khaisri for their valuable comments and helping me through the difficult times during twenty four months of my stay there.

I would like to express my special thanks to Assistant Prof. Pomthong Malakul Na Ayudhya for serving on my thesis committee. Their sincere suggestions are definitely imperative for accomplishing my thesis.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**