STUDY OF Ca-ATMP PRECIPITATION WITH THE PRESENCE OF MAGNESIUM ION

Mr. Mongkol Bualuang

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,
and Case Western Reserve University
2001

ISBN 974-13-0695-4

Thesis Title:	Study of Ca-ATMP Precipitation with the Presence of Magnesium Ion
By:	Mr. Mongkol Bualuang
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisor:	Prof. H. Scott Fogler
	Assoc.Prof. Sumaeth Chavadej
	Dr. Pomthong Malakul

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

K. Bunyakiat ..... College Director

(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

Thesis Committee:

H. Scott Fogler .....

(Prof. H. Scott Fogler)

Sumaeth Chavadej .....

(Assoc.Prof. Sumaeth Chavadej)

.....

(Dr. Pomthong Malakul)

B. Kitiyanan .....

(Dr. Boonyarach Kitiyanan)

บทคัดย่อ

มงคล บัวหลวง : การศึกษากระบวนการตกตะกอนของตะกอนแคลเซียม-ATMP ในสภาวะที่มีแมกนีเซียม ไอออน (Study of Ca-ATMP Precipitation with the Presence of Magnesium Ion) อ. ที่ปรึกษา : ศ. เอช สกอต์ ฟอกเลอร์ (Prof. H Scott Fogler), ร.ศ. สุเมธ ชวเดช และ ดร. ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา เอกสารจำนวน 77 หน้า ISBN 974-13-0695-4

การบำบัดฉีดสารยับยั้งตะกรันแบบวิธีการตกตะกอน จัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการนำเข้าไปของสารยับยั้งตะกรันในปริมาณต่ำสุดที่มีผลโดยอาศัยหลักการตกตะกอนระหว่างสารยับยั้งตะกรันกลุ่มฟอสเฟต และ แคทไอออนที่มีประจุบวกสอง ซึ่งจะถูกกักเก็บไว้ในชั้นหินเพื่อป้องกันการเกิดตะกรันและตกตะกอนในการผลิตน้ำมัน แคลเซียมไอออนมักจะทำปฏิกิริยาการเกิดตะกอนได้ดีกับสารยับยั้งตะกรัน เนื่องจากมีปริมาณแคลเซียมสูงมากภายในน้ำชั้นหิน อย่างไรก็ตาม แคทไอออนชนิดอื่น ๆ เช่น แมกนีเซียม สามารถรวมตัวเกิดเป็นตะกอนกับสารยับยั้งตะกรันกลุ่มฟอสเฟตได้เช่นกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของแมกนีเซียม ไอออนต่อการเกิดตะกอน แคลเซียม-ATMP ในการทดลองนี้สารยับยั้งการเกิดตะกรันคือ Amino trimethylene phosphonic acid (ATMP) จากผลการศึกษาพบว่าที่ สภาวะความเป็นกรดสูงเท่ากับ 1.5 แมกนีเซียมไอออนมีอิทธิพลต่ออัตราส่วนโดยโมลของแคลเซียมต่อสาร ATMP น้อยมาก ในขณะที่ความเป็นกรดในสารละลายมีค่าเท่ากับ 4 และ 7 อัตราส่วนโดยโมลของแคลเซียมต่อ ATMP ลดลง เมื่อความเข้มข้นของแมกนีเซียมที่ให้สู่ระบบเพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์นี้บ่งชี้ว่า ตำแหน่งในการทำปฏิกิริยาของสาร ATMPบางส่วนถูกครอบครองโดย แมกนีเซียมไอออนแทนที่แคลเซียม ไอออน ยิ่งไปกว่านั้น การเพิ่มอย่างมากของไอออนในสารละลาย เนื่องมาจากการเพิ่มความเข้มข้นโดยรวมของแมกนีเซียมที่เติมให้ระบบ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนโดยโมลรวมของแคลเซียมและแมกนีเซียมต่อATMPในตะกอน จากผลการศึกษาการละลายของตะกอนในระบบกะ โดยใช้ปฏิกรณ์แบบจานหมุน สนับสนุนว่าตะกอนแมกนีเซียม-ATMP สามารถตกตะกอนไปพร้อมๆกับตะกอนแคลเซียม-ATMP

ABSTRACT

4271012063: PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM
Mongkol Bualuang: Study of Ca-ATMP Precipitation with the Presence of Magnesium Ion.
Thesis Advisors: Prof. H. Scott Fogler, Assoc.Prof. Sumaeth Chavadej and Dr. Pomthong Malakul, 77 pp ISBN 974-13-0695-4
Keywords: Magnesium/Calcium/Phosphonates/Scale Inhibitors

Precipitation squeeze treatment has been proven to be an effective method for placing threshold scale inhibitors via precipitation mechanism between divalent cations and phosphonate scale inhibitor into a formation in order to prevent scale formation and deposition in petroleum production. Calcium-scale inhibitor precipitates is formed easily due to the high amount of calcium ion in formation water. However, other divalent cations such as magnesium may also have potential to form precipitates with phosphonate scale inhibitor. Therefore, the goal of this work was to study the effect of Mg ion in modulating the formation of Ca-ATMP precipitates whereas ATMP (Aminotri Methylene Phosphonic Acid) was used as a phosphonate scale inhibitor. The results revealed Mg ion had little effect on Ca-ATMP precipitates at precipitating solution pH of 1.5, while at higher precipitating solution pHs (pH 4 and 7), Ca to ATMP molar ratios of the precipitates decreased with increasing the total magnesium concentration added into the systems. It implied that some of available sites of ATMP were replaced by Mg ions instead of Ca ions. Furthermore, substantially increasing the ionic strength due to an increase of total magnesium concentration added into the systems resulted in a change of total molar ratio (Ca+Mg/ATMP) in the precipitates. The results from batch dissolution performed by using a rotating disk reactor supported that Mg-ATMP precipitates could co-precipitate along with Ca-ATMP precipitates.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research work would not be definitely completed without the valuable contribution and suggestion of the following generous individuals and organizations. I would like to express my deep gratitude to their assistance.

First of all, I would like to deeply thank Assoc. Prof. Sumaeth Chavadej, my Thai advisor who gave me a precious opportunity to be one of two students who had been doing research work at University of Michigan, Ann Arbor, U.S.A and also arranged a round trip ticket for me. Furthermore, his valuable suggestions and comments are totally admired here.

Special gratitude is proposed to my U.S. advisor, Prof. H. Scott Fogler, The Vennema Distinguished Professor of Chemical Engineering, University of Michigan who continually provided me a lot of beneficial knowledge, recommendation and support.

Appreciation is forwarded to Porous Media Group and Thai Ph.D students at University of Michigan for giving me a warm welcome and great friendliness during seven months that I stayed there. Especially, Mr. Nguyen Anh Duc and Ms. Piyarat Wattana, members of porous media group who always encourage me when I feel depressed and also made me know how to think and solve problems as a graduate student did.

I would like to extend my deeply sincere thanks to all of the Professors who are used to teach me during the first year of Master study. All knowledge is so helpful for this research work.

Dr. Pomthong Malakul, one of my Thai advisors who give me valuable suggestion and comment. The Petroleum and Petrochemical College staffs are also admired for their help. Unforgettably, the great hospitality from all of my friends definitely making many colors of my life is expressed honestly.

Finally, my enormous appreciation is preserved for my family who has given me the unconditional love, support and understanding.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**