DISSOLUTION OF ANALCIME: THE NATURE OF ACID ATTACK AND THE REACTION KINETICS

Ms. Tilya Jitapunkul

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
2003

ISBN 974-17-2310-5

Thesis Title:	Dissolution of Analcime: The Nature of Acid Attack and the Reaction Kinetics
By:	Ms. Tilya Jitapunkul
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Pomthong Malakul
	Prof. H. Scott Fogler

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:

.....
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

H Scott Fogler
.....
(Prof. H. Scott Fogler)

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

Kitipat Siemanond
.....
(Dr. Kitipat Siemanond)

บทคัดย่อ

ติลยา จิตะพันธ์กุล : ปฏิกิริยาการละลายของอะนาซีม: การศึกษาธรรมชาติของการทำปฏิกิริยาของกรดและการศึกษาจลนศาสตร์ของปฏิกิริยา (Dissolution of Analcime: The Nature of Acid Attack and the Reaction Kinetics) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา และ ศ. ดร. เอช สกอต ฟอกเลอร์ 70 หน้า ISBN 974-17-2310-5

เมทริกซ์อะซิไดซ์เซชั่น (Matrix acidization) เป็นวิธีการกระตุ้นการผลิตน้ำมันวิธีหนึ่งที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม การใช้วิธีนี้ในบางครั้งได้ประสบปัญหา เนื่องจากการตกตะกอนของแร่ธาตุบางชนิด งานวิจัยนี้ศึกษาธรรมชาติในการทำปฏิกิริยาของกรดกับอะนาซีม (Analcime) ซึ่งเป็นซีโอไลท์ชนิดหนึ่งที่พบในแหล่งน้ำมันโดยทำการทดลองในไวอัล ภายใต้สภาวะต่างๆ จากผลการทดลองพบว่า อนุภาคอะนาซีมแตกออกภายหลังทำปฏิกิริยากับกรด ซึ่งไม่เป็นไปตามชริงกิ้งคอร์โมเดล (Shrinking core model) แต่กลับสนับสนุนสมมติฐานที่ว่ากรดแพร่เข้าไปทำปฏิกิริยาภายในโครงสร้างของอะนาซีม นอกจากนี้ยังพบว่า ขนาดของอนุภาคอะนาซีมและความเข้มข้นของกรดมีผลกระทบต่อการแตกของอนุภาคในขณะที่ชนิดของกรดมีผลกระทบเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาการละลายของอะนาซีมในกรดซีตริก (Citric acid) จากการทดลองพบว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนขนาดของอะนาซีมและมีค่าไม่เท่ากันเมื่อทำการนอร์มอลไลซ์ด้วยพื้นที่ผิวภายนอกของอนุภาค แสดงให้เห็นว่าการเกิดปฏิกิริยาการละลายของอะนาซีมไม่ได้เพียงเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาบนผิวภายนอกของอนุภาคเท่านั้น แต่ยังเกิดจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้างของอนุภาคอะนาซีม นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการละลายของธาตุ อะลูมิเนียม, โซเดียม และ ซิลิคอน ออกจากโครงสร้างของอะนาซีมยังมีความแตกต่างกันอีกด้วย

ABSTRACT

4471034063 : PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM
Tilya Jitapunkul: Dissolution of Analcime: The Nature of Acid Attack and the Reaction Kinetics
Thesis Advisors: Asst. Prof. Pomthong Malakul, Prof. H. Scott Fogler, 70 pp., ISBN 974-17-2310-5
Keywords : Acidizing/ Analcime/ Dissolution

Matrix acidization is one of oil stimulation methods frequently used in oil production industry. However, unforeseen problems sometime arise with the application of this technique due to mineral precipitation which leads to the need in developing a better understanding of the dissolution reaction. In this research, the nature of acid attack was studied by performing batch reaction in vials under various conditions. The results obtained from the breaking patterns of analcime particles did not support the shrinking core hypothesis but rather suggested that acid diffuses into analcime internal structure and dissolves it simultaneously with the external surface. This phenomenon appeared to be affected by the initial size of the particles and acid concentration whereas the acid type had shown to have little effect. In addition, we examined the reaction kinetics of the dissolution of analcime with citric acid in a batch reactor. It was found that the dissolution rate changed with the change in particle size and the dissolution rates normalized by specific surface area clearly confirmed the contribution of the internal diffusion to the dissolution of analcime. In this part of study, differences in the dissolution rates of Si, Al and Na were also observed.

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis work is partially funded by Postgraduate Education and Research Programs in Petroleum and Petrochemical Technology (PPT Consortium).

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

First of all, I would like to express my sincere gratitude to Professor H. Scott Fogler, my US advisor, Assistant Professor Pomthong Malakul, my Thai advisor, for their invaluable guidance, understanding, and constant encouragement throughout the course of the research and the great opportunity to perform my research at the University of Michigan, Ann Arbor, US. Their positive attitude significantly contributed to inspiring and maintaining my enthusiasm in the field.

I would like to express my special thanks to Assoc. Prof. Chintana Saiwan and Dr. Kitipat Siemanond for serving on my thesis committees. Their sincere suggestions are definitely imperative for accomplishing my thesis.

My gratitude is absolutely extended to all of the US Professors and all staffs of the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, for all necessary knowledge and their kind assistance and cooperation. I am always very proud to be their student.

My thankfulness is also offered to my colleagues, Ryan Hartman and Adivaraha Jayshankar for their help and valuable comments.

My gratefulness is conveyed to all members of the Porous Media Group and Thai Ph.D. students at the University of Michigan, especially Veerapat Tantayakom, Piyarat Wattana, and Duc Anh Nguyen for generously providing me great welcome and warm-heartedness during ten months of my stay there.

Furthermore, I would like to take this important opportunity to thank all of my graduate friends for their unforgettable friendship and hospitality.

Finally, my deepest appreciation and whole-hearted gratitude are everlastingly dedicated to my beloved family whose endless love, support, motivation, and understanding play the greatest role in my success.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES