ASSESS THE POSSIBILITY OF WAX DEPOSITION FROM OIL-IN-WATER DISPERSION

Kasidit Smathwitthayawech

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment 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
2015

Thesis Title: Assess the Possibility of Wax Deposition from Oil-in-Water Dispersion

By: Kasidit Smathwitthayawech

Program: Petrochemical Technology

Thesis Advisors: Prof. H. Scott Fogler

Asst. Prof. Pomthong Malakul

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

.... College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

....

(Prof. H. Scott Fogler)

....

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

....

(Prof. Sumaeth Chavadej)

....

(Dr. Veerapat Tantayakom)

ABSTRACT

5671009063: Petrochemical Technology
Kasidit Smathwitthayawech: Assess the Possibility of Wax Deposition from Oil-in-Water Dispersion.
Thesis Advisors: Prof. H. Scott Fogler, and Asst. Prof. Pomthong Malakul 52 pp.
Keywords: Oil-in-water dispersion/ Triton X-100/ Cold finger apparatus/ Wax deposition

Paraffin deposition in subsea pipelines posses severe challenge in the transportation of crude oil. In field operations, water commonly co-exists with oil further complicating the wax deposition characteristics. Several oil/water two-phase flow patterns can occur depending on the operating flow rates of oil and water. Among the possible two-phase flow patterns, the paraffin deposition from oil-in-water dispersed flow is not well understood. This study investigates the possibility of wax deposition from oil-in-water dispersed flow as well as the effect of operating conditions on the deposit thickness. A model oil-in-water emulsion was prepared and its stability characterized. Paraffin deposition experiments performed with model emulsions using a cold finger apparatus. The oil content of the emulsion was varied from 5 vol% to 50 vol%. The bulk fluid temperature was set at 45°C. Deposit formed on a clean cold finger surface tends to slough off while deposit can continue to grow on a n-C_{28} surface. It was observed that the deposit grows rapidly and reaches plateau thickness. Sloughing off deposit was also observed over the course of deposit growth, leading to large uncertainties in the recorded deposit weight. Deposit wax content was also characterized.

บทคัดย่อ

กษิดิศ สมรรถวิทยาเวช : การศึกษาโอกาสในการเกิดตะกอนพาราฟินจากอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (Assess the Possibility of Wax Deposition from Oil-in-Water Dispersion) อ. ที่ปรึกษา : ศ. สก๊อต ฟอกเลอร์ (Prof. Scott H. Fogler) และ ผศ. ดร. ปมทอง มาลากุล 52 หน้า

ตะกอนพาราฟินภายในท่อขนส่งน้ำมันใต้ทะเลเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้การดำเนินการขาดความต่อเนื่องด้วยการปิดระบบและเปลี่ยนหรือล้างท่อขนส่งน้ำมันใต้ทะเล การเกิดและสะสมของตะกอนพาราฟินจึงเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบอย่างมากต่อธุรกิจน้ำมัน น้ำที่ปะปนมากับน้ำมันสามารถก่อให้เกิดความซับซ้อนในการอธิบายลักษณะการไหลในท่อขนส่งน้ำมันซึ่งสามารถเกิดได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของทั้งน้ำและน้ำมัน ทั้งนี้โอกาสในการเกิดตะกอนพาราฟินสำหรับอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมันไม่เป็นที่เข้าใจนัก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโอกาสในการเกิดและสะสมของตะกอนพาราฟิน รวมถึงผลกระทบจากสภาวะต่างๆต่อตะกอนพาราฟิน โดยอิมัลชันของน้ำในน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาจะถูกเตรียมและวิเคราะห์คุณลักษณะก่อนนำไปทดลองด้วยอุปกรณ์จำลองพื้นผิวท่อขนส่งน้ำมันใต้ทะเลหรือโคลด์ฟิงเกอร์ สภาวะที่ศึกษาคือสัดส่วนน้ำมันร้อยละ 5 และ 50 อุณหภูมิสำหรับผิวท่อจำลองและของไหลมีค่า 5 และ 45 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่าอิมัลชันน้ำในน้ำมันไม่สามารถเกาะติดบนผิวท่อจำลองได้ แต่สามารถเกาะติดบนผิวที่เคลือบด้วยนอร์มอลพาราฟินซี-28 (จำนวนคาร์บอน 28 อะตอม) ได้ โดยปริมาณการเติบโตของตะกอนพาราฟินทั้งสัดส่วนน้ำมันร้อยละ 5 และ 50 จะเกิดอย่างรวดเร็วในช่วงแรกและคงที่สำหรับสัดส่วนน้ำมันร้อยละ 5 แต่สัดส่วนร้อยละ 50 จะมีการเติมโตที่สูงกว่าเมื่อระยะเวลาดำเนินการมากกว่า 2 ชั่วโมง เมื่อทำการวิเคราะห์สัดส่วนพาราฟินในตะกอนพบว่ามีสัดส่วนคงที่ภายใต้ระยะเวลาในการดำเนินการรวมไปถึงสัดส่วนน้ำมันที่แตกต่างกัน

ACKNOWLEDGEMENTS

My master thesis could not have been possible without the direct support of several distinguished people. First and foremost, I am heartily thankful to my sincere gratitude to Professor H. Scott Fogler who not only attended as my supervisor but also encouraged and challenged me throughout my stay at the University of Michigan. His invaluable advice and profound insights have been instrumental in shaping the direction of my research.

I would also like to thank to the members of Flow and Reaction in Porous Media Research Group at UM, Ann Arbor: Sheng "Mark" Zheng and Claudio Vilas Boas Favero for their continued interest, helpful advice, and thoughtful discussion as the work in this thesis manures. I would also like to acknowledge and thank those who provided the technical support that carried this project through to completion: above all, the Shelly Fellers, Claire O'Connor, Laura Brecken, and Michael Africa for departmental and visiting scholar business.

In Thailand, the author is grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by The Petroleum and Petrochemical College; and The National Centre of Excellence for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Thailand. I would like to express my gratitude to Assistant Professor Pomthong Malakul who attended as my Thai advisor; Professor Sumaeth Chavadej, and Dr. Veerapat Tantayakom, who attended as my thesis committee and provided questions whose answers shaped my report into finalized form as presented.

Finally, I want to give a personal thank to my beloved family for their financial and motivational support and to all lovely friends both in USA and Thailand who provided encouragement, advice, and sympathetic ears over the past of my master at Chulalongkorn University. I thank and love them all.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**