VALIDATION AND STANDARDIZATION OF ASPHALTENE DEPOSITION BY CAPILLARY EXPERIMENTS

Varun Chuenmeechao

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:	Validation and Standardization of Asphaltene Deposition by Capillary Experiments
By:	Varun Chuenmeechao
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors:	Prof. H. Scott Fogler
	Asst. Prof. Pomthong Malakul

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:

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

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

.....
(Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong)

.....
(Dr. Piyarat Wattana)

ABSTRACT

5271043063: Petrochemical Technology Program
Varun Chuenmeechao: Validation and Standardization of Asphaltene Deposition by Capillary Experiments
Thesis Advisors: Prof. H. Scott Fogler and Asst. Prof. Pomthong Malakul 37 pp.
Keywords: Asphaltene/ Deposition/ Capillary/ Validation/ Standardization

Asphaltene deposition can occur during processing and production of crude oil and can cause severe problems for the oil industry. In this experiment, n-heptane was used as a precipitant to destabilize asphaltenes to force deposition inside a capillary. From previous studies, the asphaltene deposition mechanism is still unknown and reproducibility has not been thoroughly investigated. The deposition apparatus has been developed to improve good mixing by adding a connecting line and mixing frit before the solution flows into the capillary. A pre-filter was also added to prevent asphaltenes formed in the mixing section from travelling into the capillary. The modified apparatus shows more consistent results. Initial results have shown that asphaltenes will deposit well *below* the onset point. These experiments were performed with an oil that had a relatively high asphaltene content. In the field, asphaltene deposition problems can occur with a variety of asphaltene contents. We have expanded our investigation to study an additional crude oil. We also investigated the properties affecting the asphaltene deposition for each oil studied.

บทคัดย่อ

วรัณ ชื่นมีเชาว์ : การพิสูจน์และหามาตรฐานของการเกาะตัวของแอสฟัลทีนโดยการทดลองด้วยท่อแคปิลารี่ (Validation and Standardization of Asphaltene Deposition by Capillary Experiments) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. เอช สก๊อตต ฟอกเลอร์ และ ผศ. ดร. ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา 37 หน้า

การเกาะตัวของแอสฟัลทีนสามารถเกิดขึ้นในขบวนการผลิตและแปรรูปน้ำมันดิบเป็นปัญหาที่รุนแรงสำหรับอุตสาหกรรมน้ำมัน ในการศึกษานี้ นอมัลเฮปเทน ได้ถูกนำมาใช้เป็นสารเร่งการตกตะกอนเพื่อทำให้แอสฟัลทีนเกิดความไม่เสถียรและก่อให้เกิดการเกาะตัวภายในท่อแคปิลารี่ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ยังไม่ทราบกลไกการเกาะตัวที่แน่ชัด และไม่สามารถยืนยันผลการทดลองได้ ด้วยเหตุนี้ เครื่องมือที่ใช้ศึกษาการเกาะตัวจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อปรับปรุงการผสมของสาร โดยการต่อท่อเชื่อมและฟริทก่อนที่สารละลายไหลเข้าสู่ท่อแคปิลารี่ รวมถึงการใส่ตัวช่วยกรองเพื่อป้องกันไม่ให้แอสฟัลทีนที่เกิดขึ้นในช่วงที่สารกำลังผสมกันนั้นหลุดเข้าไปในท่อแคปิลารี่ ซึ่งเครื่องมือที่ผ่านการปรับปรุงนั้นแสดงให้เห็นถึงผลที่มีความสอดคล้องกันมากกว่าเดิม จากผลการทดลองขั้นต้นแสดงให้เห็นว่า แอสฟัลทีนสามารถเกิดการเกาะตัวได้แม้จะอยู่ในสภาวะที่ต่ำกว่าจุดที่สามารถสังเกตเห็นแอสฟัลทีนได้ (Onset point) โดยการทดลองขั้นต้นนี้ได้ทำการศึกษากับน้ำมันที่มีแอสฟัลทีนอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งในความเป็นจริงนั้น ปัญหาการเกาะตัวของแอสฟัลทีนสามารถเกิดขึ้นได้กับน้ำมันที่มีปริมาณแอสฟัลทีนหลากหลาย ดังนั้นการศึกษานี้จึงขยายขอบเขตการศึกษาไปถึงน้ำมันดิบที่แตกต่างกันออกไป และยังได้ศึกษาคุณสมบัติที่มีผลกระทบต่อการเกาะตัวของแอสฟัลทีนในแต่ละน้ำมันที่ทำการศึกษา

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my gratitude from my heart to my dearest advisor, Prof. H. Scott Fogler for giving me an unforgettable experience to do research and encouraging me throughout my stay at the University of Michigan. I also love to thank my co-advisor, Asst. Prof. Pomthong Malakul for being patient in helping my thesis and giving advices to me. Next, I am very grateful to have Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong and Dr. Piyarat Wattana as my thesis committee.

I really appreciate to work with the group members, Tabish Maqbool, Jason Huang, Nasim Haji Akbari Balou, Shanpeng Han, Oluwasegun Adegoke, and especially Michael Hoepfner. Their helpful advices and valuable discussion give me power to pass through the toughest time. I would also like to acknowledge and thank the University of Michigan staffs who provided any support that help me from beginning through completion: Claire O'Connor, Laura Bracken, Michael Africa, Pable Lavalle, Shelley Fellers, and Susan Hamlin.

For the life in United States, I love to thank many people: Start with, Chef Lynn who cooks the wonderful foods for us the whole year. Next, my special friends, Amir Maghsoodi, Claudio Vilas Boas Favero, Ivan Lin, Ji-hye Kim, Julien Schira, Katie Parzych, Lloyd Danny Barba, Melissa Pollick, Moxin Wang, Shrekyank Muralidhara and all of the North Campus COOP members that I know who gives me wonderful and memorable experience. Third, I also like to thank the members of Thai Student Associate at University of Michigan (TSAUM) namely Tanawan Pinnarat, Phapanin Charoenphol, Katawut Numdee, and etc. Finally, special thanks to Ratchapum Charoenthaipanich who came with me and support me during good and bad time.

I want to thank you to Industrial Affiliates Program members: Chevron, ConocoPhillips, MSi Kenny, NALCO, Schlumberger, Shell, Statoil, and Total, also The Petroleum and Petrochemical College; and the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Thailand for funding support.

Finally, I want to give a personal thank to my family for their support and be right by my side all the time that I need. I will not ever pass all the troubles without them. You are most valuable persons in my life. I love you all.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**