

**INTERACTIONS BETWEEN THE NON - IONIC SURFACTANT AND
POLYACRYLAMIDE STUDIED BY LIGHT SCATTERING AND
VISCOMETRY**

Ms. Khine Yi Mya

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
and Case Western Reserve University

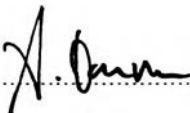
1997


ISBN 974-636-237-2

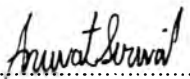
I 176 97736

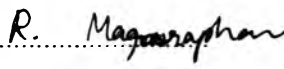
Thesis Title : Interactions between The Non - ionic Surfactant and Polyacrylamide Studied by Light Scattering and Viscometry
By : Khine Yi Mya
Program : Polymer Science
Thesis Advisors : Professor Alexander M. Jamieson
Associate Professor Anuvat Sirivat

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


..... Director of the College
(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee 
.....
(Prof. Alexander M. Jamieson)


.....
(Assoc. Prof. Anuvat Sirivat)


.....
(Dr. Rathanawan Magaraphan)

ABSTRACT

952006 : POLYMER SCIENCE PROGRAM

KEY WORD : POLYACRYLAMIDE / PAM / TRITON X - 100 / TX-100 /
STATIC LIGHT SCATTERING / SLS / DYNAMIC LIGHT
SCATTERING / DLS / VISCOSITY

KHINE YI MYA : INTERACTIONS BETWEEN THE NON -
IONIC SURFACTANT AND POLYACRYLAMIDE
STUDIED BY LIGHT SCATTERING AND VISCOMETRY.
THESIS ADVISORS: PROF.ALEXANDER M. JAMIESON
AND ASSOC. PROF. ANUVAT SIRIVAT 76 pp. ISBN 974-
636-237-2

Light scattering and viscometric measurements were carried out on the ternary mixture of high molecular weight polyacrylamides (PAM), and the non- ionic surfactant, Triton X-100 in aqueous solution. In this system, the measurements were made as a functions of surfactant concentration, polymer concentration, and polymer molecular weight. When the surfactant concentration was varied, the PAM diffusion coefficient decreased slightly until reaching a minimum and then rose toward an asymptotic value which is identical to that of a single micelle. Near the critical micelle concentration (cmc) the binding of the surfactant onto a polymer chain induced a slight chain expansion, but the specific viscosity diminished. Above the cmc, as more surfactants were added to the solution, the chains contracted and wrapped around the surface of the micelles. PAM with different molecular weights interact with the surfactant quite similarly.

บทคัดย่อ

คายน์ ยี เมียะ : แรงกระทำระหว่างสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุกับพอลิอะคริลาไมด์ โดยอาศัยเทคนิคการวัดการกระจายแสงและการวัดความหนืด (Interactions between the Non-ionic Surfactant and Polyacrylamide Studied by Light Scattering and Viscometry) อ.ที่ปรึกษา : ศ. ดร.อเล็กซานเดอร์ เอ็ม. จิมมีสัน (Prof. Alexander M. Jamieson) และ รศ. ดร.อนุวัฒน์ ศิริวัฒน์ 79 หน้า ISBN 974-636-237-2

ในงานวิทยานิพนธ์นี้อาศัยเทคนิคการวัดการกระจายแสงและการวัดความหนืดในการศึกษาระบบสามส่วนประกอบของสารละลายพอลิเมอร์ Polyacrylamide(PAM) กับสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ Triton X-100 และระบบสองส่วนประกอบของทั้งสารละลายพอลิเมอร์และสารละลายของสารลดแรงตึงผิว สำหรับระบบสามส่วนประกอบทำการศึกษาในสภาวะต่าง ๆ ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของพอลิเมอร์ และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ ซึ่งพบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของพอลิเมอร์ลดลงเล็กน้อยจนกระทั่งถึงจุดต่ำสุดและจะเพิ่มขึ้นจนถึงค่าคงที่ค่าหนึ่งซึ่งเท่ากับค่าของกลุ่มไมเซลล์เดี่ยว ๆ เมื่อความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวมีค่าใกล้เคียงกับค่าความเข้มข้นวิกฤต การจับตัวของสารลดแรงตึงผิวบนสายโซ่พอลิเมอร์จะทำให้เกิดการขยายตัวของสายโซ่ แต่จะทำให้ค่าความหนืดจำเพาะลดลง เมื่อความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวมีค่ามากกว่าความเข้มข้นวิกฤต สายโซ่พอลิเมอร์จะเกิดการหดตัวและจัดเรียงตัวล้อมรอบกลุ่มของไมเซลล์ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่ทำปฏิกิริยากับสารลดแรงตึงผิวก็ให้ผลที่สอดคล้องกัน

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my gratitude to the Petroleum Authority of Thailand (PTT) for giving a scholarship during the two academic years. I would like to give thanks to all the professors who gave me the valuable knowledge in the Polymer Science Program at the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University.

I would like to express my sincere gratitude to my advisor, Professor Alexander M. Jamieson of Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, USA for his valuable suggestions and originating this thesis work. I would like to give special thanks to my co-advisor, Associate Professor Anuvat Sirivat who gave guidance, directions and helpful suggestions in this work, proof - reading of thesis writing and providing me with the opportunity to present my research work in the Program of the 1997 March American Physical Society (APS) meeting at Kansas City, Missouri, USA. I would also like to thank Dr. Rathanawan Magaraphan who was a thesis committee member.

My thanks are also extended to all of the staff of the Petroleum and Petrochemical College for giving the permission to freely use the research facilities.

Finally, I wish to express my deepest gratitude to my parents and my husband, for their eternal love, understanding and generous encouragement.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER	PAGE
Title Page	i
Abstract	iii
Acknowledgments	v
Table of Contents	vi
List of Tables	ix
List of Figures	x
I INTRODUCTION	1
1.1. Background	2
1.1.1 Uncharged Polymer and Ionic Surfactant	2
1.1.2 Polyelectrolyte and Oppositely Charged Surfactant	3
1.1.3 Uncharged Polymer and Non - ionic Surfactant	4
1.2 Polyacrylamide (PAM)	6
1.3 Non - ionic Surfactant (Triton X - 100)	7
1.4 Applications of the Polymer - Surfactant System	8
1.5 Objectives	9

CHAPTER		PAGE
II	EXPERIMENTAL	10
	2.1 Materials	10
	2.1.1 Polymer	10
	2.1.2 Nonionic Surfactant	10
	2.1.3 Solvent and Other Chemicals	10
	2.2 Apparatus	11
	2.2.1 Light Scattering Instrument	11
	2.2.2 Capillary Viscometer	11
	2.2.3 Sintered Glass and Syringe Filter	13
	2.2.4 Centrifugation	13
	2.2.5 Tensiometer	13
	2.2.6 Refractometer	13
	2.3 Methodology	13
	2.3.1 Sample Preparation	13
	2.3.2 Static Light Scattering Measurement	14
	2.3.3 Dynamic Light Scattering Measurement	16
	2.3.4 Viscosity Measurement	18
	2.3.5 Refractive Index Increment	20
III	RESULTS	22
	3.1 Binary System (PAM / water)	22
	3.1.1 Dynamic Light Scattering	22
	3.1.2 Static Light Scattering	24

CHAPTER	PAGE
3.1.3 Viscosity	26
3.2 Binary System (Triton X - 100 / Water)	28
3.3 Ternary System (PAM / Triton X - 100 / Water)	29
3.3.1 Effect of Surfactant Concentration	30
3.3.2 Effect of Polymer Concentration	37
3.3.3 Effect of Polymer Molecular Weight	40
IV DISCUSSION	42
4.1 Γ Dependence on q^2	42
4.2 Physical Model of Polymer - Surfactant Complex	44
4.3 Mechanisms of Interaction	46
V CONCLUSIONS	49
REFERENCES	51
APPENDICES	56
CURRICULUM VITAE	76

LIST OF TABLE

TABLE		PAGE
3.1	Static and dynamic properties of PAM in aqueous solution	27
3.2	Comparison of molecular weight by different methods	27

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1.1	Chemical structure of PAM	7
1.2	Surface tension versus bulk surfactant concentration	8
2.1	A schematic diagram of the light scattering instrument	12
2.2	Determination of dn/dc for two different molecular weight of PAM	21
3.1	Relaxation time distribution for 0.4 g/l solution of PAM	22
3.2	Diffusion coefficients of PAM of different molecular weight as a function of concentration	23
3.3	Zimm plot for PAM sample (PS - 19901)	24
3.4	Zimm plot for PAM sample (PS - 02806)	25
3.5	Reduced specific viscosity vs. concentration for PAM in water	26
3.6	Diffusion coefficient of TX - 100 micelles in water as a function of concentration	28
3.7	Surface tension vs. concentration for TX - 100 and polymer - surfactant system	29
3.8	Relaxation time distributions for constant PAM concentration (0.4 g/l) with successive increase of TX - 100 concentration	31
3.9	Diffusion coefficient versus concentration for PAM + TX - 100	33

FIGURE		PAGE
3.10 (a)	Dependence of specific viscosity on surfactant concentration	34
3.10 (b)	Semi - logarithmic plot of the dependence of specific viscosity on concentration	35
3.11	Apparent viscosity of complex solution as a function of surfactant concentration	36
3.12	Relaxation time distributions for various concentrations of PAM	38
3.13	Diffusion coefficients for the complex mode as a function of PAM concentration	39
3.14	Specific viscosity vs. polymer concentration at different surfactant concentrations	40
3.15	Dependence of D_{app} on surfactant concentration at different molecular weights	40
3.16	Specific viscosity of 0.4 g/l PAM + TX - 100	41
4.1	Dependence of the relaxation rate vs. the square of the scattering vector for the ternary system	43
4.2	Schematic representation of the interaction between PAM and Triton X - 100	44
4.3	Schematic representations of interaction between a nonionic polymer and an ionic surfactant	45