INFLUENCE OF CARBON BLACK AGGREGATE STRUCTURE ON AGGLOMERATE PACKING CHARACTERISTICS

Mr. Prasert Prasanleungvilai

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 974-636-178-3

117723449

Thesis Title : Influence of carbon black aggregate structure on agglomerate packing characteristics

By : Mr. Prasert Prasanleungvilai

Program : Polymer Science

Thesis Advisors : Prof. Ica Manas-Zloczower

Asso. Prof. Kanchana Trakulcoo

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. Ica Manas-Zloczower)

.....

(Asso. Prof. Kanchana Trakulcoo)

.....

(Asso. Prof. Anuvat Sirivat)

ABSTRACT

##952013 : POLYMER SCIENCE PROGRAM
KEY WORD : PACKING CHARACTERISTIC / CARBON BLACK / AGGREGATE STRUCTURE / AGGLOMERATE.
PRASERT PRASANLEUNGVILAI: INFLUENCE OF CARBON BLACK AGGREGATE STRUCTURE ON AGGLOMERATE PACKING CHARACTERISTICS. THESIS ADVISORS : PROF. ICA MANAS-ZLOCZOWER AND ASSO. PROF. KANCHANA TRAKULCOO 40 pp. ISBN 974-636-178-3

Packing characteristics of high structure carbon black(DBPA106), low structure carbon black(DBPA65) and blends of the above are studied . The aggregate structures of both high and low structure as well as the agglomerate densities, are highly affected by the packing characteristics of carbon black. The mixture of carbon black with 80% high structure and 20% low structure gives the most open structure while the mixture of 100% low structure shows the most compact structure. Packing characteristics and agglomerate structure at comparable agglomerate densities were studied and were found to be affected by the quantity of low and high aggregate structure in the blends.

The interfacial properties of carbon black-polydimethysiloxane (PDMS) are compared to the interfacial properties of carbon black-polybutadiene(PB). PDMS is found to be more accessible in carbon black agglomerates.

บทคัดย่อ

ประเสริฐ ประสานเหลืองวิไล : อิทธิพลของโครงสร้างแบบเกาะกลุ่มผงคาร์บอนดำ ที่มีต่อลักษณะการจัดเรียงตัวของก้อนคาร์บอนดำ (INFLUENCE OF CARBON BLACK AGGREGATE STRUCTURE ON AGGLOMERATE PACKING CHARACTERISTICS) อ.ที่ปรึกษา: ศ. ดร. ICA MANAS-ZLOCZOWER และ รศ. ดร. กัญจนา ตระกูลคู 40 หน้า ISBN 974-636-178-3

ศึกษาลักษณะการจัดเรียงตัว ของผงคาร์บอนดำ ชนิดโครงสร้างเกาะกลุ่มใหญ่ (DBPA106) โครงสร้างเกาะกลุ่มเล็ก(DBPA65) และโครงสร้างที่เป็นส่วนผสมระหว่างโครงสร้างเกาะกลุ่มใหญ่และโครงสร้างเกาะกลุ่มเล็ก จากการศึกษาพบว่าคาร์บอนดำชนิดโครงสร้างเกาะกลุ่มใหญ่และโครงสร้างเกาะกลุ่มเล็ก รวมถึงความหนาแน่นของก้อนคาร์บอนดำมีอิทธิพลอย่างมากต่อลักษณะการจัดเรียงตัวของก้อนคาร์บอนดำ การศึกษาโครงสร้างแบบเกาะกลุ่ม ของคาร์บอนดำที่ความหนาแน่นเบาบาง (pour density) และที่ความหนาแน่นมากขึ้น(tap density) พบว่า คาร์บอนดำที่มีส่วนผสมของโครงสร้างเกาะกลุ่มใหญ่ 80% และโครงสร้างเกาะกลุ่มเล็ก 20% มีการจัดเรียงตัวที่ทำให้โครงสร้างแบบเกาะกลุ่มมีขนาดใหญ่ที่สุด ที่ความหนาแน่นของก้อนคาร์บอนดำใกล้เคียงกัน ปริมาณของผงคาร์บอนดำโครงสร้างใหญ่และโครงสร้างเล็ก มีผลต่อการจัดเรียงตัวของผงคาร์บอนดำและให้โครงสร้างแบบเกาะกลุ่มที่ต่างกัน

ทำการยาคุณสมบัติพื้นผิวระหว่างผงคาร์บอนดำ กับสารพอลิเมอร์สองชนิดคือ โพลิไดเมธิลไซล็อกเซน (polydimethysiloxane) และ โพลิบิวตะไดอีน (polybutadiene) พบว่า สารโพลิไดเมธิลไซล็อกเซนสามารถแทรกซึมเข้าไปในก้อนคาร์บอนดำ ได้มากกว่า สารโพลิบิวตะไดอีน

ACKNOWLEDGMENTS

The author is grateful to Thai Olefins Co., Ltd. for his scholarship given for this Master Degree program and thanks to the National Research Council of Thailand for their financial support. He also wishes to acknowledge Degusa Thailand and Ricon Resins Inc. for providing materials used in this research and to express his sincere thanks to Dr. Rathanawan Kaewpanya for her contributing advice.

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	**INTRODUCTOON**	
	1.1 Background	1
	1.2 Theory	2
	1.2.1 Void volume	2
	1.2.2 Liquid adsorption	2
	1.2.3 Specific volume	3
	1.2.4 Pour density (ρ_{pour})	3
	1.2.5 Packing of carbon black aggregate structures	4
	1.2.6 Sedimentation of carbon black agglomerates in polymeric fluids	6
	1.2.7 Interfacial properties of solid-liquid	10
	1.3 Objectives	10
II	**EXPERIMENT**	
	2.1 Materials	11
	2.2 Apparatus	12

CHAPTER **PAGE**

2.3 Carbon black blending 12

2.4 Measurement of pour density and tap density 13

2.5 Agglomerate preparation 13

2.6 Measurement of agglomerate densities 15

2.7 Sedimentation experiment 15

2.8 Study of interfacial properties of carbon black-PDMS and carbon black-PB 16

2.9 Calculation 17

2.9.1 Pour density (ρ_{pour}) and void fraction 17

2.9.2 Tap density (ρ_{tap}) and specific volume 17

2.9.3 Agglomerate density (ρ_{aggl}) 17

2.9.4 Calculation of t_{max} and R_h 17

III RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 Pour density and tap density 19

3.2 Agglomerate densities 23

3.3 Polymeric fluid infiltration into agglomerates 23

3.4 Effect of void inside aggregates and void between aggregate on the infiltration of fluid in agglomerates 30

3.5 Hydraulic radius and the packing characteristics 31

3.6 Interfacial properties between carbon black and polydimethysiloxanem, carbon black and polybutadiene 34

CHAPTER		PAGE
IV	CONCLUSIONS	37
	REFFERENCES	38
	CURRICULUM VITAE	40

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
1	Physical specifications of carbon blacks	11
2	Pour density and void fraction of carbon black blends	21
3	Tap density and specific volume of carbon black blends	21
4	Agglomerate densities of all blends	23
5	ε_i and ε_0 in agglomerates of 100%H CB	30
6	ε_i and ε_0 in agglomerates of 100%L CB	31
7	R_h of the same agglomerate density when infiltration matrix are PDMS and PB	34
8	t_{max} of agglomerate diameter 2 mm. when sedimenting in PDMS and PB, $\cos\theta_{PDMS}$ is the wet contact angle of PDMS on CB surface, $\cos\theta_{PB}$ is the wet contact angle of PB on CB surface	35

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1	Agglomerate structures at the comparable agglomerate density prepared from the carbon black aggregate structure of [a] high structure, [b] low structure and [c] the mixture of high and low structure	5
2	Schematic diagram of a partially infiltrated agglomerate	7
3	Schematic diagram of the mold which is used to prepare agglomerates	14
4	Schematic diagram of the sedimentation experiment	15
5	The plot of void fraction against carbon black structures at the packing density of pour density and tap density	22
6	Infiltration of PDMS in the agglomerate of 100%H CB	24
7	Infiltration of PDMS in the agglomerate of 80%H CB	25
8	Infiltration of PDMS in the agglomerate of 60%H CB	26
9	Infiltration of PDMS in the agglomerate of 40%H CB	27
10	Infiltration of PDMS in the agglomerate of 20%H CB	28
11	Infiltration of PDMS in the agglomerate of 100%L CB	29
12	Hydraulic radius of agglomerates prepared from high structure carbon black , low structure carbon black and their blends versus the agglomerate densities	33
13	The molecular structure of Polydimethysiloxane(PDMS) and 1,2 Polybutadiene(PB)	36