ผลของพลาสติไซเซอร์ผสมต่อสมบัติของพีวีซีคอมพาวด์ชนิดยืดหยุ่น

นางสาว วรรณา ยกสุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-639-703-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF PLASTICIZER BLEND ON PROPERTIES OF FLEXIBLE PVC COMPOUND

Ms. Wanna Yoksuwan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Petrochemistry and Polymer Science

Program of Petrochemistry and Polymer Science

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-639-703-6

Thesis Title : Effect of Plasticizer Blend on Properties of Flexible PVC Compound

By : Ms. Wanna Yoksuwan

Program : Petrochemistry and Polymer Science

Thesis Advisor : Associate Professor Supawan Tantayanon, Ph.D.

Thesis Co-advisor : Ms. Wilaiporn Chetanachan, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

..... Dean of Graduate School

(Professor Supawat Chutivongse, M.D.)

Thesis Committee

..... Chairman

(Professor Pattarapan Prasassarakich, Ph.D.)

..... Thesis Advisor

(Associate Professor Supawan Tantayanon, Ph.D.)

..... Thesis Co-advisor

(Ms. Wilaiporn Chetanachan, Ph.D.)

..... Member

(Mr. Kawporn Sussangkarn, Ph.D.)

..... Member

(Assistant Professor Prapaipit Chamsuksai Ternai, Ph.D.)

วรรณา ยกสุวรรณ : ผลของพลาสติไซเซอร์ผสมต่อสมบัติของพีวีซีคอมพาวด์ชนิดยืดหยุ่น (EFFECT OF PLASTICIZER BLEND ON PROPERTIES OF FLEXIBLE PVC COMPOUND) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สุภวรรณ ตันตยานนท์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ดร. วิไลพร เจตนจันทร์; 142 หน้า ISBN 974-639-703-6

โดยทั่วไปแล้วในการปรับปรุงสมบัติของสารประกอบพีวีซีให้มีลักษณะยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นมักจะเติมพลาสติไซเซอร์ลงไป แต่อย่างไรก็ตามด้วยสมบัติการเคลื่อนตัวของพลาสติไซเซอร์เข้าไปในสารละลายตัวกลางต่างๆ ที่สารประกอบพีวีซีนั้นสัมผัสอยู่ ก็จะเป็นสาเหตุทำให้สมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาผลของพลาสติไซเซอร์ผสมระหว่างดีโอพี (DOP) และคลอริเนเต็ทพาราฟิน (chlorinated paraffin) ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของสารประกอบพีวีซีชนิดยืดหยุ่นซึ่งมีด้วยกัน 6 สูตร โดยสูตรของสารประกอบพีวีซีชนิดยืดหยุ่นที่ใช้ในแต่ละสูตรจะใช้ค่าความแข็ง (hardness) ที่ 80A เป็นมาตรฐานในการศึกษา โดยที่ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะถูกแช่อยู่ในน้ำมันต่างชนิดกันที่อุณหภูมิ70°C และ 120 °C เป็นเวลา 2, 4, 24 และ 48 ชั่วโมง เพื่อศึกษาผลของเวลา และอุณหภูมิในการแช่ชิ้นงานเหล่านั้น นอกจากนั้นยังศึกษาถึงผลของการเคลื่อนตัวของพลาสติไซเซอร์ที่มีต่อสมบัติทางกายภาพอันได้แก่ ความแข็ง และสมบัติเชิงกลต่างๆ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนตัวของพลาสติไซเซอร์จะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลา และ/หรือ อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความแข็งของชิ้นงานต่างๆ ในแต่ละสูตรจะมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนตัวของพลาสติไซเซอร์ออกไปจากสารประกอบพีวีซี และพบว่าพลาสติไซเซอร์ในสูตร 2 ที่ผสมระหว่าง ดีโอพี และคลอริเนเต็ทพาราฟินที่อัตราส่วน 45:5 จะมีค่าการเคลื่อนตัวของพลาสติไซเซอร์น้อยกว่าสูตรของพลาสติไซเซอร์ผสมค่าอื่นๆ นอกจากนี้ค่าความคงทนต่อการติดไฟก็เพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย

ภาควิชา —
สาขาวิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

บทคัดย่อและบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้พิมพ์จากแผ่นเดียว

3972707623: MAJOR PETROCHEMISTRY AND POLYMER SCIENCE
KEY WORD: PLASTICIZER BLEND / COMPATIBILITY / MIGRATION

WANNA YOKSUWAN : EFFECT OF PLASTICIZER BLEND ON PROPERTIES OF FLEXIBLE PVC COMPOUND. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SUPAWAN TANTAYANON, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : WILAIPORN CHETANACHAN, Ph.D. 142 pp. ISBN 974-639-703-6.

Generally, plasticizer has been used to improve the flexible property of PVC compound, however the plasticizer can migrate into various medium that come in contact with the PVC compound and can cause severe variation of the mechanical performance of the end products. This research studied effect of plasticizer blend using DOP and chlorinated paraffin on the mechanical properties of flexible PVC compound in six formulations by using as a standard, a formulation of flexible PVC compound which has a hardness value of 80A. The experiments involved the immersion of specimens in various oils at 70°C and 120°C for 2, 4, 24 and 48 hours to study the effect of temperature and time on the migration of plasticizer blend. Also, this effect of plasticizer migration on the physical property such as hardness and mechanical properties was studied. The results showed that the migration of plasticizers increased with time and temperature. The hardness of each specimen increased because of the lost of plasticizers. The migration of plasticizers of Formulation 2, which the ratio of DOP and chlorinated paraffin at 45:5, was less than other ratios and the flame retardant of this formulation was slightly increased.

ภาควิชา — ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank many people for kindly providing the knowledge of this study.

And, the most important thing for this completed thesis is the advice and professional aid of my advisors. I would like to express gratitude and appreciation to Associate Professor Dr. Supawan Tantayanon and Dr. Wilaiporn Chetanachan.

I would like to thank Dr. Kawporn Sussangkarn, Ms. Kamonwan Boontoo and Mr. Suravut Premyodin for their valuable suggestions of this thesis.

I would like to thank Thai Plastic and Chemical (Public) Company Limited which supplied experimental materials and equipment for testing and thank everyone who has contributed suggestion and support during this research.

Finally, I would like to express my greatest appreciation to my family for their support and encouragement.

CONTENTS

	Page
ABSTRACT (IN THAI)	iv
ABSTRACT (IN ENGLISH)	v
ACKNOWLEDGEMENTS	vi
CONTENTS	vii
LIST OF TABLES	x
LIST OF FIGURES	xi
LIST OF ABBREVIATIONS	xiv
CHAPTER	
I INTRODUCTION	
1.1 General	1
1.2 Objective of the research work	2
1.3 Scope of the research work	3
II THEORY AND LITERATURE REVIEW	
2.1 A flexible PVC compound	4
2.2 Plasticizer	5
2.3 Migration of plasticizer	6
2.4 Compatibility of PVC and plasticizers	7
2.5 Flammability of Flexible PVC compound	8
2.6 Literature reviews	8

Page

III EXPERIMENTAL

3.1 Apparatus and instrument..... 11

3.2 Materials used

3.2.1 Polymer..... 11

3.2.2 Plasticizer

3.2.2.1 DOP..... 12

3.2.2.2 Chlorinated paraffin..... 12

3.2.3 Immersion oils

3.2.3.1 Motor oil..... 13

3.2.3.2 Silicone oil..... 14

3.2.4 Other materials..... 14

3.3 Preparation of samples

3.3.1 Dry blend samples..... 14

3.3.2 Milled sheet samples..... 15

3.4 Migration of plasticizer and hardness after oil ageing..... 15

3.5 Determination for degree of fusion (Compatibility)..... 16

3.6 Determination of flammability of PVC compound..... 16

3.7 Mechanical properties: Tensile strength..... 16

IV RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Preparation of flexible PVC cable compound..... 18

4.2 Effect of oil ageing time on migration of plasticizer blends..... 22

4.3 Effect of oil ageing temperature on migration of plasticizer blends..... 26

Page

4.4 Effect of oil ageing on hardness of PVC compounds..... 31

4.5 Determination of compatibility of plasticizers and PVC resin by fusion characteristic..... 32

4.6 Determination of flammability test of PVC compounds..... 34

4.7 Effect of oil ageing on tensile property..... 36

4.8 Effect of oil ageing on surface appearance of PVC compounds..... 41

V CONCLUSIONS..... 46

REFERENCES..... 49

APPENDIX

APPENDIX A..... 52

APPENDIX B..... 73

APPENDIX C..... 94

APPENDIX D..... 99

APPENDIX E..... 112

APPENDIX F..... 132

BIOGRAPHY..... 142

LIST OF TABLES

TABLE		Page
4.1	Hardness of flexible PVC compounds with plasticizer blend of DOP and chlorinated paraffin.....	20
4.2	Hardness of six formulations of flexible PVC cable compounds.....	21
4.3	Average of hardness of PVC compounds before and after oil ageing test in various oils at 70°C for 4 and 48 hours.....	31
4.4	Average of hardness of PVC compounds before and after oil ageing test in various oils at 120°C for 4 hours.....	31

LIST OF FIGURES

FIGURE		Page
2.1	Schematic diagram of flexible PVC compound.....	5
3.1	Structure of DOP.....	12
3.2	Structure of chlorinated paraffin.....	12
3.3	Structure of silicone oil.....	14
3.4	Schematic representation and dimension of dumbbell shape specimens.....	17
4.1	Plot of different ratios of DOP and chlorinated paraffin for flexible PVC compound with hardness 80A.....	19
4.2	Plot of percentages of weight loss of PVC compounds versus immersion times in low viscosity motor oil at 70°C.....	22
4.3	Plot of percentages of weight loss of PVC compounds versus immersion times in high viscosity motor oil at 70°C.....	24
4.4	Plot of percentages of weight loss of PVC compounds versus immersion times in low viscosity silicone oil at 70°C.....	25
4.5	Plot of percentages of weight loss of PVC compounds versus immersion times in high viscosity silicone oil at 70°C.....	25
4.6	Plot of percentages of weight loss of PVC compounds versus immersion times in low viscosity motor oil at 120°C.....	26
4.7	Plot of percentages of weight loss of PVC compounds versus immersion times in high viscosity motor oil at 120°C.....	27

FIGURE Page

4.8 Plot of percentages of weight loss of PVC compounds versus immersion times in low viscosity silicone oil at 120°C..... 28

4.9 Plot of percentages of weight loss of PVC compounds versus immersion times in high viscosity silicone oil at 120°C..... 28

4.10 Plot of percentages of weight loss of PVC compounds versus immersion times in low viscosity motor oil at 70°C and 120°C..... 29

4.11 Plot of torque and time of six formulations of PVC compound after fusion test..... 33

4.12 Plot of Oxygen index of six formulations of PVC compounds..... 34

4.13 Plot of percentages of retention of tensile strength of six PVC compound formulations after oil ageing test..... 36

4.14 Plot of percentages of retention of modulus of six PVC compound formulations after oil ageing test..... 37

4.15 Plot of percentages of retention of elongation of six PVC compound formulations after oil ageing test..... 38

4.16 Plot of percentages of retention of tensile strength at one hundred percentages of elongation of six PVC compound formulation after oil ageing test..... 39

4.17 Scanning electron micrograph of surface apperance of six PVC compound formulations after immersion in low viscosity motor oil at 70°C for 4 hours..... 42

4.18 Scanning electron micrograph of surface apperance of six PVC compound formulations after immersion in high viscosity motor oil at 70°C for 4 hours..... 43

FIGURE Page

4.19 Scanning electron micrograph of surface apperance of six PVC compound formulations after immersion in low viscosity silicone oil at 70°C for 4 hours..... 44

4.20 Scanning electron micrograph of surface apperance of six PVC compound formulations after immersion in high viscosity silicone oil at 70°C for 4 hours..... 45

LIST OF ABBREVIATIONS

PVC	:	Poly(vinyl chloride)
DOP	:	Dioctyl phthalate
CP	:	Chlorinated paraffin
DBLS	:	Dibasic lead stearate
LM	:	Low viscosity motor oil
HM	:	High viscosity motor oil
LS	:	Low viscosity silicone oil
HS	:	High viscosity silicone oil
phr.	:	Part per hundred resin
OI	:	Oxygen index