สูตรสีหน่วงไฟและต้านเชื้อรา

นางสาวตันติมา กัณฑสุต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FLAME RETARDANT AND ANTIFUNGAL PAINT FORMULAE

Miss Tantima Kantasut

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Petrochemistry and Polymer Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

490673

Thesis Title	FLAME RETARDANT AND ANTIFUNGAL PAINT FORMULAE
By	Miss Tantima Kantasut
Field of Study	Petrochemistry and Polymer Science
Thesis Advisor	Assistant Professor Warinthorn Chavasiri, Ph.D.

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

..... Dean of the Faculty of Science

(Professor Piamsak Menasveta, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Professor Pattarapan Prasassarakich, Ph.D.)

Warinthorn Chavasiri ..... Thesis Advisor

(Assistant Professor Warinthorn Chavasiri, Ph.D.)

..... Member

(Associate Professor Wimonrat Trakarnpruk, Ph.D.)

..... Member

(Assistant Professor Worawan Bhanthumnavin, Ph.D.)

ตันติมา กัณฑสุต : สูตรสีหน่วงไฟและต้านเชื้อรา. (FLAME RETARDANT AND ANTIFUNGAL PAINT FORMULAE) อ. ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. วรินทร ชวศิริ 50 หน้า.

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อปรับปรุงสมบัติหน่วงไฟ และศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อราตัวใหม่ สำหรับสีน้ำอะคริลิก 100% สมบัติหน่วงไฟสามารถปรับปรุงได้โดยการใช้แอมโมเนียมพอลีฟอสเฟตและอะลูมิเนียมไทรไฮดรอกไซด์ แม้ว่าแอมโมเนียมพอลีฟอสเฟต จะให้สมบัติหน่วงไฟที่ดี แต่ตัวมันเองมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี จึงส่งผลให้ฟิล์มมีความต้านทานน้ำลดลง อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดระหว่างแอมโมเนียมพอลีฟอสเฟตกับอะลูมิเนียมไทรไฮดรอกไซด์ คือ 10:15 และ 10:10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งให้ค่าออกซิเจนอินเด็กซ์ที่ 28.5 และ 26.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากค่าที่ได้ดังกล่าว ทำให้เห็นถึงสมบัติหน่วงไฟที่ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรปัจจุบันที่มีค่าออกซิเจนอินเด็กซ์ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรสีได้พบผลเสริมกันระหว่างแอมโมเนียมพอลีฟอสเฟตและอะลูมิเนียมไทรไฮดรอกไซด์ สำหรับฤทธิ์ต้านทานเชื้อรา ได้ทดลองโดยใช้สาร 5 ชนิด ได้แก่ โพรพิล 4-ไฮดรอกซีเบนโซเอต เบอร์บิรีนคลอไรด์ ไอโพรไดโอน 2,4-ไดคลอโรซินามิกแอซิด และแคปแทน เปรียบเทียบกับซิงค์โอมาดีน ซึ่งเป็นสารตัวที่ใช้อยู่ในสูตรสีปัจจุบัน ผลการทดลองเมื่อทดสอบกับเชื้อ แอสเพอร์จิลลัส ไนเจอร์ แสดงให้เห็นว่า แคปแทนให้สมบัติการยับยั้งเชื้อราที่เทียบเท่ากับ ซิงค์ โอมาดีน

สาขาวิชา..ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์..ลายมือชื่อนิสิต.....ตันติมา กัณฑสุต.....

ปีการศึกษา.....2549.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4673415523 : MAJOR PETROCHEMISTRY AND POLYMER SCIENCE
KEY WORD : FLAME RETARDANT/ OXYGEN INDEX/ ANTIFUNGAL/ 100% ACRYLIC PAINT.

TANTIMA KANTASUT: FLAME RETARDANT AND ANTIFUNGAL PAINT FORMULAE. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. WARINTHORN CHAVASIRI, Ph.D., 50 pp.

The purpose of this study was to improve the flame retardant property and to evaluate new antifungal agent for 100% acrylic latex paint. Flame retardant can be improved by using ammonium polyphosphate (APP) and aluminium trihydroxide (ATH) as flame retardant fillers. Although APP gave good flame retardant property, its good water solubility caused the water resistance of paint film decreased. The optimum ratio between APP and ATH were 10:15% and 10:10% by weight with the OI value at 28.5% and 26.7%, respectively. These indicated good flame retardant property compare with the existing paint formulation about 20%. The synergist between APP and ATH was observed in paint formulations containing both fillers. For antifungal property, five compounds including propyl 4-hydroxybenzoate, berberine chloride, iprodione, 2,4-dichlorocinnamic acid and captan were evaluated comparing with zinc omadine which generally used in the existing paint formulation. The antifungal activity result against *Aspergillus niger* revealed that captan exibited good antifungal property similarly to zinc omadine.

Field of Study:..Petrochemistry and Polymer Science..Student's Signature.....Tantima K.
Academic Year:.....2006.....Advisor's Signature.....W. Chavasiri

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deepest gratitude to my advisor, Assistant Professor Warinthorn Chavasiri, Ph.D. for providing helpful guidance, criticism and encouragement throughout this research.

I am grateful to Professor Pattarapan Prasassarakich, Ph.D., Associate Professor Wimonrat Trakarnpruk, Ph.D. and Assistant Professor Worawan Bhantumnavin, Ph.D. for serving as the chairman and members of my thesis committee, respectively, for their valuable suggestions and comments.

Furthermore, I also thank the Industrial Metrology and Testing Service Center, Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) for Oxygen Index and Anti-fungal test.

I sincerely thank Mr. Kieatisak Napalai (Clarient Co.,Ltd.) and Mr. Chesada (Siam Chemical Industry Co.,Ltd.) for their kindness in supporting the ammonium polyphosphate and aluminium trihydroxide.

Again, I wish to say many thankful expressions of the Technical Department, ICI Paints (Thailand) Co.,Ltd. for supports in equipment for paint preparation and determining the paint's specification.

Finally, I would like to express my warmest thanks to my family for their care and supports to make my study successful.

CONTENTS

		Page
ABSTRACT (in Thai)		iv
ABSTRACT (in English)		v
ACKNOWLEDGEMENTS		vi
CONTENTS		vii
LIST OF FIGURES		x
LIST OF SCHEME		xi
LIST OF TABLES		xii
LIST OF ABBREVIATIONS		xiii
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
II	**THEORETICAL AND LITERATURE REVIEWS**	3
2.1	Combustion theory	3
2.2	Flame retardant process	4
2.2.1	Condense phase	4
2.2.2	Gas phase	4
2.3	Mechanism of flame retardant	5
2.3.1	Dilution of combustion mass	5
2.3.2	Endothermic decomposition	5
2.3.3	Char formation	5
2.3.4	Redical scarvenging	6
2.4	Group of flame retardant	6
2.4.1	Halogen-based flame retardants	6
2.4.2	Phosphorus-containing flame retardants	7
2.4.3	Inorganic flame retardants	8
2.5	Flammability testing	9
2.6	Flame retardant history	10
2.7	Effective of biocides on paints	12

Page

CHAPTER

2.8 Classification of biocides..... 14
2.8.1 In-can preservative..... 14
2.8.2 Film preservative..... 14
2.9 Literature reviews of anti-fungal..... 14
III EXPERIMENTAL..... 17
3.1 Materials 17
3.2 Flammability and anti-fungal measurement..... 17
3.3 Fineness of wet paint..... 18
3.4 Viscosity of flame retardant paints..... 17
3.5 Opacity of flame retardant paint..... 19
3.6 Bending resistance test..... 20
3.7 Water resistance..... 20
3.8 Washability..... 20
3.9 Apparatus..... 21
3.10 Paint preparation procedure..... 21
3.11 Test specimens preparation and procedure for oxygen index..... testing..... 24
3.12 Anti-fungal paint formulation..... 25
3.13 Anti-fungal testing procedure..... 26
IV RESULTS AND DISCUSSION..... 28
4.1 Effect of metal hydroxides and APP..... 28
4.2 Oxygen index value (OI value)..... 29
4.3 Effect of titanium dioxide on OI value..... 32
4.4 Physical properties of flame retardant acrylic emulsion paints..... 34
4.4.1 Effect of total filler content on paint viscosity..... 34
4.4.2 Effect of titanium dioxide content on opacity..... 35

CHAPTER **Page**

4.4.3 Effect of flame retardant filler content on water resistance property..... 36
4.5 New fungicides for 100% acrylic emulsion paint..... 37
4.6 Anti-fungal test result..... 37
4.7 Physical properties of new anti-fungal acrylic emulsion paint... 40
V CONCLUSION AND SUGGESTION..... 41
5.1 Conclusion..... 41
5.2 Suggestion for further work..... 42
REFERENCES..... 43
APPENDICES..... 45
APPENDIX A..... 45
APPENDIX B..... 49
VITA..... 50

LIST OF FIGURES

Figure		Page
2.1	Fire cycle	3
2.2	Char and intumescence formation	4
2.3	Chemical effect in condense phase "Intumescence"	8
2.4	Oxygen Index curve	11
2.5	Schematic of biofilm formation by microorganism	12
2.6	Antifungal effect of izothiazoline/carbamate	15
2.7	Antifungal effect of nitrofuran	15
3.1	Fineness guage	18
3.2	Rotor thinner	19
3.3	Opacity meter	19
3.4	Mandrel bend tester	20
3.5	Wet scrub machine	21
3.6	ISO 4589-2 Oxygen Index appliance	25
4.1	a) The effect of ATH on OI value	30
	b) The effect of APP on OI value	30
4.2	Effect of TiO_2 on OI value	33
4.3	The effect of flame retardant filler content on OI value	33
4.4	The effect of TiO_2 content on opacity value	35
4.5	Opacity samples of existing compare with developed formulations	36
4.6	Effect of TiO_2 content on opacity value	36
4.7	Antifungal test of anti-5 (0.5% captan)	39
4.8	Antifungal test of formulation 12 (1.0% captan)	39
4.9	Antifungal test of zinc omadine	40
A1	Antifungal photo of blank (no fungicides)	46
A2	Antifungal photo of anti-2	46
A3	Antifungal photo of anti-3	47
A4	Antifungal photo of anti-4	47
A5	Antifungal photo of anti-6	48
A6	Antifungal photo of anti-7	48

LIST OF SCHEME

SCHEME **Page**

3.1 The determining resistant to fungal growth..... 27

LIST OF TABLES

Table		Page
2.1	Samples of halogenated flame retardants	7
2.2	Sample of inorganic flame retardant	9
3.1	The flame retardant paint formulations	22
3.2	The test specimens dimensions for any application	24
3.3	Paint formulation for new anti-fungal	26
4.1	Effect of ATH and APP content on OI value	29
4.2	Synergist sffect of APP and ATH at 20% flame retardant filler content	31
4.3	OI value of paint with different filler contents	31
4.4	OI value of paints at 35% and 30% total filler content	32
4.5	Physical properties of flame retardant paints	34
4.6	Growth scale result of *Aspergillus niger* on paint film	38
4.7	Physical properties of paints	40
B1	Specification and test method for Interior Emulsion Paint in Thailand	49

LIST OF ABBREVIATIONS

^{o}C	Degree Celsius
OI	Oxygen Index
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATM	Asian decorative test method
ISO	International Standards Organization
Ps	Poise
rpm	Round per minute
g	gram
ml	Millilitre (s)
mm	Millimetre (s)
µ	Micron
%vol	percent by volume
% wt	percent by weight
WPG	Weight per gallon
USG	US Gallon
PE	Pentaerythritol
APP	Ammonium polyphosphate
ATH	Aluminium trihydroxide
NH_3	Ammonia gas
H_3PO_4	Phosphoric acid