

วัสดุพิมพ์จากโพลียูรีเทนผสมตัวเติม



นางสาว นงลักษณ์ มณีรัตน์รุ่งเรือง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์โพลิเมอร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ. ศ. 2537

ISBN 974-584-530-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 15265453

PAVING MATERIAL FROM FILLED-POLYURETHANE



Miss Nongluck Maneerattanaroongruang

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the degree of Master of Science

Program of Polymer Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-584-530-2



Thesis Title Paving Material from Filled-Polyurethane
By Miss Nongluck Maneerattanaroongruang
Department Polymer Science
Thesis Advisor Associate Professor Kroekchai Sukamjanajtee, Ph.D

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

Tavorn Vajarabhaya

..... Dean of Graduate School

(Professor Tavorn Vajarabhaya, Ph.D)

Thesis Committee

Sup. Tantayanond

..... Chairman

(Associate Professor Supawan Tantayanond, Ph.D)

K. Sukamjanajtee

..... Thesis Advisor

(Associate Professor Kroekchai Sukamjanajtee, Ph.D)

Kanchana Trakulcoo

..... Member

(Associate Professor Kanchana Trakulcoo, Ph.D)

Nuanphun Chantarasi

..... Member

(Nuanphun Chantarasi, Ph.D)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

นางลักษณ์ มณีรัตนรุ่งเรือง : วัสดุปูพื้นจากโพลียูรีเทนผสมตัวเติม (PAVING MATERIAL FROM FILLED-POLYURETHANE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. เกริกชัย สุกาญจน์จที, 106 หน้า. ISBN 974-584-530-2

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัสดุปูพื้นจากโพลียูรีเทนที่มีราคาประหยัด โดยเน้นความเป็นไปได้ในการใช้วัตถุดิบและสารเติมแต่งที่มีราคาต่ำ ซึ่งหาได้ง่ายในประเทศมาเป็นองค์ประกอบในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ โดยปัจจัยดังกล่าวได้แก่ สัดส่วนปริมาณของหมู่ไอโซไซยาเนตต่อหมู่ไฮดรอกซิล (NCO/OH ratio) สัดส่วนจำนวนโมล (molar ratio) ที่แตกต่างกันของโพลีออลต่อไดไอโซไซยาเนต (MDI) ต่อ 1,4 บิวเทนไดออล ชนิดและปริมาณของตัวเติมที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่า สัดส่วนองค์ประกอบของวัสดุปูพื้นที่เหมาะสม คือ สัดส่วนของหมู่ไอโซไซยาเนตต่อหมู่ไฮดรอกซิล เท่ากับ 1.03 สัดส่วนจำนวนโมลของโพลีออลต่อไดไอโซไซยาเนตต่อ 1,4 บิวเทนไดออล เท่ากับ 1:4:3 และตัวเติมที่เหมาะสม คือผงอิฐในปริมาณร้อยละ 10 นอกจากนี้ยังได้นำวัสดุเหลือใช้ คือ ยางรถยนต์เก่ามาเป็นองค์ประกอบร่วม เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต และหมุนเวียนทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สาขาวิชาปิโตรเคมี-โพลีเมอร์.....
สาขาวิชา วิศวกรรมโพลีเมอร์.....
ปีการศึกษา 2536.....

ลายมือชื่อนิสิต **นางลักษณ์ มณีรัตนรุ่งเรือง**.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

C385108 : MAJOR POLYMER SCIENCE

KEY WORD: PAVING MATERIAL / WASTE TIRE PARTICLES / FILLED-POLYURETHANE

NONGLUCK MANEERATTANAROONGRUANG : PAVING MATERIAL FROM

FILLED-POLYURETHANE. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. KROEKCHAI

SUKANJANAJTEE, Ph.D. 106 pp. ISBN 974-584-530-2

A low cost paving surface of polyurethane was developed in this work. The raw materials were locally available. The effect on product properties by the following variables, i.e., the NCO/OH ratio, the molar ratio of polyol:MDI:BDO and types and quantity of fillers, was studied. The suitable compositions for paving surface was found to be; the NCO/OH ratio of 1.03, the molar ratio (polyol:MDI:BDO) of 1:4:3 and 10 weight percentage of brick. The cost of polyurethane paving material can be reduced by adding local cheap brick and substantial amount of waste tire particles.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา PETRO-POLYMER (INTER-PROGRAM)

สาขาวิชา POLYMER SCIENCE

ปีการศึกษา 2536

ลายมือชื่อนิสิต หงส์กรณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา W. K. K.

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to express her gratitude to her advisor, Associate Professor Dr. Kroekchai Sukanjanajtee, for his encouraging guidance, supervision and helpful suggestion throughout this research. In addition, she is also grateful to Associate Professor Dr. Supawan Tantayanond, Associate Professor Dr. Kanchana Trakulcoo, and Dr. Nuanphun Chantarasiri for serving as chairman and members of thesis committee, respectively, whose comments have been especially helpful.

The author wishes to express her appreciation to Associate Professor Dr. Krisada Suchiva of Mahidol University for his valuable help about mechanical testing instruments in this thesis.

An indebtedness is also felt for the financial support for this research from the Graduate School of Chulalongkorn University and the chemical support from both ICI East Asiatic Co.,Ltd. and Thai Polyurethane Co., Ltd.

Furthermore, many thanks go to her friends and all those who encourage her over the year of her study.

Finally, she wishes to convey her deep appreciation to her family members who always mean so much to her mind.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



CONTENTS

	PAGE
ABSTRACT (THAI).....	iv
ABSTRACT (ENGLISH)	v
ACKNOWLEDGEMENT	vi
CONTENTS	vii
LIST OF TABLES	ix
LIST OF FIGURES	xi
CHAPTER	
1. INTRODUCTION	1
1.1 Synthetic Running Track	1
1.2 Statement of the Problem	2
1.3 Objective of this work	2
1.4 The Scope of this work	2
2. THEORY AND LITERATURE REVIEW	3
2.1 Reaction of Isocyanate	3
2.2 Raw material for Polyurethane	9
- Isocyanate	9
- Polyol.....	18
- Auxiliary Material.....	25
2.3 Literature Review	39
3. EXPERIMENT	42
3.1 Reagents and Material	42
3.2 Apparatus.....	45
3.3 Raw Material Preparation	47
3.4 Experimental Procedure	48

CONTENTS (continue)

	PAGE
- Establishing Production Procedure for Unfilled Polyurethane	48
- Establishing Production Procedure for Filled Polyurethane ..	49
- Product Study Program	52
- Determination of NCO/OH Ratio	53
- Determination of Molar Ratio	53
- Determination of Type of Filler	53
- Determination of Quantity of Selected Filler	53
3.5 Mechanical Properties Analysis	58
- Tensile Testing	58
- Hardness Testing	59
4. RESULTS	60
4.1 Result of Determination of NCO/OH Ratio	60
4.2 Result of Determination of Molar Ratio	66
4.3 Result of Determination of Type of Filler	66
4.4 Result of Determination of Quantity of Brick	66
5. DISCUSSION AND CONCLUSION	88
5.1 Discussion	88
- Manufacturing Condition and Procedure	88
- Composition of Filled-Polyurethane	90
- Preparation of Finished Paving Surface	97
- Cost of Paving Surface	98
5.2 Conclusion	103
REFERENCES	104
VITA	106

LIST OF TABLES

TABLE	PAGE
2.1 Illustrates some highlights in the development of polyurethane	4
2.2 Range of MDI varients	17
2.3 Commercial polyether polyols	18
2.4 Advantage and disadvantage of polyester polyols compare with polyether Polyols	22
2.5 Reasons for using additives	27
2.6 Some tertiary-amine catalysts	28
2.7 Some commercial available organo-metallic catalyst	29
2.8 Chain extending agent, crosslinking agents and curing agents and their diisocyanate equivalentents	32
2.9 Non-reactive blowing agents dor polyurethane	33
3.1 Specifications of Polymeric MDI (Raypol [®] C900)	43
3.2 Characteristic of F113	44
3.3 Characteristic of 1,4 butanediol	44
3.4 NCO/OH ratio of the investigated polyurethane	54
3.5 Molar ratio of the investigated polyurethane	55
3.6 Various kinds of filler for filled-polyurethane at NCO/OH ratio 1.09	55
3.7 Various kinds of filler for filled-polyurethane at NCO/OH ratio 1.03	56
3.8 Various weight percentage of brick for filled-polyurethane at NCO/OH 1.09	56
3.9 Various weight percentage of brick for filled-polyurethane at NCO/OH 1.03	57
4.1 Mechanical Properties of unfilled polyurethane for various NCO/OH ratio	61
4.2 Mechanical Properties of unfilled polyurethane for various molar ratio	67
4.3 Mechanical Properties for various kind of filler with a fixed NCO/OH ratio at 1.09	72

TABLES (continue)

TABLE	PAGE
4.4 Mechanical Properties for various kind of filler with a fixed NCO/OH ratio at 1.03	74
4.5 Mechanical Properties for polyurethane of various weight percent brick and fixed NCO/OH ratio at 1.09	78
4.6 Mechanical Properties for polyurethane of various weight percent brick and fixed NCO/OH ratio at 1.03	83
5.1 Relation of temperature and time	89
5.2 Relation between properties and cost by various weight percent brick at NCO/OH ratio 1.09	91
5.3 Relation between properties and cost by various weight percent brick at NCO/OH ratio 1.03	94
5.4 Relation between filled-polyurethane, weight percentage of rubber and cost	99
5.5 Overall cost of the produced paving surface as a function of % waste rubber particle	100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

FIGURE	PAGE
2.1 Properties matrix of polyurethane	5
2.2 Structural formula of diisocyanate	11
2.3 Flowsheet for the production of toluene diisocyanate	12
2.4 Diisocyanate preparation route for production TDI	13
2.5 The manufacture of MDI	14
2.6 Structure of polymeric MDI	15
2.7 Structure of pure MDI	16
2.8 Polyether (polypropylene) glycol manufacture flowsheet	20
2.9 The manufacture of polyether polyols	21
2.10 Condensation polymerization equipment for manufacture of polyesters	23
2.11 Prepolymer reaction sequence for elastomer synthesis	31
3.1 Details of the arrangement of units	46
3.2 Manufacturing process for unfilled-polyurethane	50
3.3 Manufacturing process for filled-polyurethane	51
3.4 Strategy for formulation of product	52
4.1 Effect of NCO/OH ratio on tensile strength of unfilled polyurethane	62
4.2 Effect of NCO/OH ratio on elongation at break of unfilled polyurethane	63
4.3 Effect of NCO/OH ratio on hardness of unfilled polyurethane	64
4.4 Effect of NCO/OH ratio on mechanical properties of unfilled polyurethane	65
4.5 Effect of molar ratio on tensile strength of unfilled polyurethane	68
4.6 Effect of molar ratio on elongation at break of unfilled polyurethane	69
4.7 Effect of molar ratio on hardness of unfilled polyurethane	70
4.8 Effect of molar ratio on mechanical properties of unfilled polyurethane	71

FIGURES (continue)

FIGURE	PAGE
4.9 Effect of various kinds of filler (5%) on mechanical properties with a fixed NCO/OH ratio at 1.09	73
4.10 Effect of various kinds of filler (5%) on mechanical properties with a fixed NCO/OH ratio at 1.03	75
4.11 Effect of various kinds of filler (10%) on mechanical properties with a fixed NCO/OH ratio at 1.03	76
4.12 Effect of various kinds of filler (20%) on mechanical properties with a fixed NCO/OH ratio at 1.03	77
4.13 Effect of various weight percent brick on tensile strength with a fixed NCO/OH ratio at 1.09	79
4.14 Effect of various weight percent brick on elongation at break with a fixed NCO/OH ratio at 1.09	80
4.15 Effect of various weight percent brick on hardness with a fixed NCO/OH ratio at 1.09	81
4.16 Effect of various weight percent brick on mechanical properties with a fixed NCO/OH ratio at 1.09	82
4.17 Effect of various weight percent brick on tensile strength with a fixed NCO/OH ratio at 1.03	84
4.18 Effect of various weight percent brick on elongation at break with a fixed NCO/OH ratio at 1.03	85
4.19 Effect of various weight percent brick on hardness with a fixed NCO/OH ratio at 1.03	86
4.20 Effect of various weight percent brick on mechanical properties with a fixed NCO/OH ratio at 1.03	87

FIGURES (continue)

FIGURE	PAGE
5.1 Relation of temperature and time	89
5.2 Relation between tensile strength, cost and standard value of filled-polyurethane at NCO/OH ratio 1.09	92
5.3 Relation between % elongation at break, cost and standard value of filled-polyurethane at NCO/OH ratio 1.09	93
5.4 Relation between tensile strength, cost and standard value of filled-polyurethane at NCO/OH ratio 1.03	95
5.5 Relation between % elongation at break, cost and standard value of filled-polyurethane at NCO/OH ratio 1.03	96
5.6 Cross-sectional view of running track	97
5.7 Relation between filled-polyurethane, weight percentage of rubber and cost	99
5.8 Experimental synthetic paving surface	101
5.9 Industrial synthetic paving surface	102

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย