สมบัติเชิงกลของพอลิแอคริเลตที่มีไม้ยางพาราประกอบ

นายสมพัสก์ พฤกษ์ชาติศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
หลักสูตรปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-1312-4

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 20300190

MECHANICAL PROPERTIES OF RUBBER WOOD-POLYACRYLATE COMPOSITES

Mr. Sompat Pruckchatsiri

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

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic year 2001

ISBN 974-03-1312-4

Thesis Title	MECHANICAL PROPERTIES OF RUBBER WOOD-POLYACRYLATE COMPOSITES
By	Mr. Sompat Pruckchatsiri
Field of Study	Petrochemistry and Polymer Science
Thesis Advisor	Associate Professor Amorn Petsom, Ph.D.

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

Deputy Dean for Administrative Affairs

..... Acting Dean, Faculty of Science

(Associate Professor Pipat Karntiang, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Associate Professor Supawan Tantayanon,Ph.D.)

..... Thesis Advisor

(Associate Professor Amorn Petsom, Ph.D.)

..... Member

(Associate Professor Sophon Roengsumran, Ph.D.)

..... Member

(Associate Professor Somchai Pengprecha, Ph.D.)

..... Member

(Assistant Professor Warinthorn Chavasiri, Ph.D.)

สมพัสก์ พฤกษ์ชาติศิริ : สมบัติเชิงกลของพอลิแอคริเลตที่มีไม้ยางพาราประกอบ (MECHANICAL PROPERTIES OF RUBBER WOOD-POLYACRYLATE COMPOSITES) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. อมร เพชรสม ; 88 หน้า. ISBN 974-03-1312-4

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการเตรียมไม้ยางพารา-พอลิแอคริเลตคอมโพสิตจากแอคริเลตมอนอเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ 2-ไฮดรอกซี-โพรพิลแอคริเลต, บิวทิลแอคริเลต และ 2-เอทิล-เฮกซิลแอคริเลต ด้วยวิธีการแช่ไม้ให้ชุ่มด้วยมอนอเมอร์ภายใต้การลดความดัน จากนั้นทำให้เกิดการพอลิเมอไรเซชันโดยการเร่งปฏิกิริยาด้วยความร้อน ผลการศึกษาพบว่า ภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมไม้ตัวอย่างจาก 2-ไฮดรอกซี-โพรพิลแอคริเลต คือ ปริมาณเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 2 ส่วนต่อสารละลายเตรียมพอลิเมอร์ 100 ส่วน เวลาในการดึงอากาศ 1 ชั่วโมง และเวลาในการแช่ชิ้นตัวอย่าง 4 ชั่วโมง ภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างจาก บิวทิลแอคริเลตคือ ปริมาณเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 2 ส่วนต่อสารละลายเตรียมพอลิเมอร์ 100 ส่วน เวลาในการดึงอากาศ 2 ชั่วโมง และเวลาในการแช่ชิ้นตัวอย่าง 4 ชั่วโมง ภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างจาก 2-เอทิล-เฮกซิลแอคริเลต คือ ปริมาณเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 1 ส่วนต่อสารละลายเตรียมพอลิเมอร์ 100 ส่วน เวลาในการดึงอากาศ 2 ชั่วโมง และเวลาในการแช่ชิ้นตัวอย่าง 4 ชั่วโมง

ไม้ยางพารา-คอมโพสิตที่เตรียมขึ้นจากภาวะดังกล่าวให้ค่าการดูดซับน้ำที่ต่ำกว่าไม้ยางพาราธรรมชาติโดยให้ค่าต่ำสุดที่ 22.63 % และยังปรับปรุงสมบัติเชิงกลโดยให้ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นประมาณ 7013-8412 เมกกะปาสคาล ความทนแรงบิดงอประมาณ 117.6-130.3 เมกกะปาสคาล และการทนแรงอัดประมาณ 63.63-75.02 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร สัณฐานวิทยาของไม้ยางพารา-พอลิแอคริเลตคอมโพสิตศึกษาได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด

ภาควิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ลายมือชื่อนิสิต สมพัสก์ พฤกษ์ชาติศิริ

สาขาวิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

4272415023: MAJOR PETROCHEMISTRY AND POLYMER SCIENCE
KEY WORD: RUBBER WOOD / IMPREGNATION / POLYACRYLATE / COMPOSITES
SOMPAT PRUCKCHATSIRI : MECHANICAL PROPERTIES OF RUBBER WOOD-POLYACRYLATE COMPOSITES. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. AMORN PETSOM, Ph.D. 88 pp. ISBN 974-03-1312-4

This research involves the preparation of rubber wood-polyacrylate composites from 3 types of acrylate monomer such as 2-hydroxy-propylacrylate, butylacrylate and 2-ethyl-hexylacrylate by impregnation of rubber wood with monomer under reduced pressure then subsequent polymerization by catalyst-heat treatment. Results of this study showed that the suitable condition in the preparation of impregnated samples of 2-HPA was 2 phr. benzoyl peroxide in prepolymer solution, 1 hour evacuating time and 4 hours soaking time and the suitable condition in the preparation of impregnated samples of BA was 2 phr. benzoyl peroxide, 2 hours evacuating time and 4 hours soaking time. The suitable condition in the preparation of impregnated samples of 2-EHA was 1 phr. benzoyl peroxide, 2 hours evacuating time and 4 hours soaking time.

Impregnated samples obtained from the optimum conditions gave the lowest water absorption at 22.63%, which was lower than natural rubber wood. Moreover, Mechanical properties were improved. They gave modulus of elasticity at about 7013-8412 MPa, flexure stress at about 117.6-130.3 MPa and compression parallel to grain at about 63.63-75.02 N/mm^2. The morphology of the composites was examined using scanning electron microscopy.

Program Petrochemistry and Polymer Science Student's signature Sompat Pruckchatsiri

Field of study Petrochemistry and Polymer Science Advisor's signature

Academic year 2001 Co-advisor's signature -

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to express my deepest gratitude to my advisor, Associate Professor Dr. Amorn Petsom, for his valuable instruction, concern, and encouragement throughout this study. I am grateful to Associate Professor Dr. Sophon Roengsumran for his kind instruction, valuable advice, and support.

I would like to thank the chairman and members of the Thesis committee for their valuable suggestions and comments.

I am indebted to Siam Chemical Industry Co. Ltd. for some chemicals and Bangkok Shuttle Industry Co. Ltd. for providing the rubber wood used in this research. My thanks are due to the Graduate School of Chulalongkorn University for partial fund of the thesis.

Thanks go towards everyone who has contributed suggestions and supports throughout this research.

Finally, I am grateful to my family for their love, understanding and great encouragement throughout the course of this study.

CONTENTS

PAGE

Abstract in Thai iv

Abstract in English v

Acknowledgement vi

Contents vii

List of Tables x

List of Figures xi

List of Abbreviations xiii

CHAPTER I INTRODUCTION 1

1.1 Object of the research work 2

1.2 Scopes of the research work 3

CHAPTER II THEORY AND LITERATURE REVIEW 4

2.1 Hardwoods and Softwoods 5

2.2 Rubber wood 8

2.2.1 Technical properties and utilization of rubber wood 8

2.2.2 Anatomy of rubber wood 8

2.2.3 Physical and mechanical properties of rubber wood 10

2.3 Wood Properties 10

2.3.1 Density 10

2.3.2 Hygroscopicity 11

2.3.3 Shrinkage and swelling 11

2.3.4 Deterioration of wood 11

2.3.5 Strength 12

2.4 Wood-Polymer Composites (WPC) 13

2.4.1 Impregnation process 13

2.4.2 The chemicals used for modifying wood 14

2.5 Properties of WPC 17

2.5.1 Mechanical properties 17

CONTENTS (continued)

PAGE

2.5.2 Dimensional stability..... 18

2.5.3 Termite resistance..... 18

2.6 Literature reviews..... 18

CHAPTER III EXPERIMENTAL PROCEDURES..... 22

3.1 Materials..... 22

3.1.1 Rubber wood..... 22

3.1.2 Monomers..... 22

3.1.3 Initiator..... 22

3.2 Apparatus and equipments..... 22

3.3 Experimental Procedures..... 24

3.3.1 Preparation of rubber wood-polymer composites..... 24

3.3.2 The study of the factors influencing in the preparation of rubber wood-polymer composites..... 25

3.3.3 Testing for physical properties..... 26

3.3.4 Mechanical properties..... 27

3.3.5 Termite resistance..... 30

3.3.6 Microstructure of WPC specimens..... 32

CHAPTER IV RESULT AND DISCUSSION..... 33

4.1 Characteristic of natural rubber wood..... 33

4.2 Effect of evacuating time on the polymer loading of WPC..... 34

4.3 Effect of soaking time on the polymer loading of WPC..... 35

4.4 Effect of initiator content on the properties of WPC..... 37

4.5 Evacuation of WPC specimens for termite resistance..... 49

4.6 Scanning Electron Microscopy (SEM) of WPC..... 50

4.7 Application of rubber wood-polymer composites..... 52

CHAPTER V CONCLUSION..... 54

CONTENTS (continued)

	PAGE
REFERENCES	56
APPENDICES	58
Appendix A Data of testing properties	59
Appendix B Graphs of testing results	81
VITAE	88

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
2.1	Cell Types in Hardwoods and Softwoods.....	6
4.1	Characteristic of natural rubber wood and Redwood.....	33
4.2	Properties of rubber wood-polyacrylate composite prepared from various evacuating times.....	34
4.3	Properties of rubber wood-polyacrylate composite prepared from various soaking times.....	35
4.4	Properties of rubber wood-2-HPA composites prepared from various initiator contents.....	37
4.5	Properties of rubber wood-2-BA composites prepared from various initiator contents.....	41
4.6	Properties of rubber wood-2-EHA composites prepared from various initiator contents.....	44
4.7	The properties of rubber wood-polyacrylate composites.....	47
4.8	The result of rating of termite attack.....	49
4.9	Comparison of the properties of rubber wood-polymer composites with other woods.....	52
5.1	The suitable condition in preparation of rubber wood-composites.....	54

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	The Unique Cell Structure of Non-pored Timber-Softwood.....	5
2.2	Scanning electron micrographs of (right) Ash and (left) Scots pine.....	6
2.3	Transverse sections of annual growth rings.....	7
2.4	Anatomy and physiology of rubber wood.....	9
2.5	The apparatus of impregnation process.....	14
3.1	Apparatus for vacuum impregnation.....	23
3.2	Dimension of specimen for flexure stress and MOE testing.....	28
3.3	The testing machine of flexure stress and MOE.....	28
3.4	Dimension of a specimen for compression Parallel to grain testing.....	29
3.5	Tested samples from compression parallel to grain testing.....	29
3.6	Typical ratings of termite attack on test blocks.....	31
3.7	Apparatus of termite testing.....	32
4.1	Effect of evacuating time on polymer loading of impregnated samples.....	34
4.2	Effect of soaking time on polymer loading of impregnated samples.....	36
4.3	Physical properties of rubber wood-2-HPA composites prepared from various initiator contents.....	38
4.4	Mechanical properties of rubber wood-2-HPA composites prepared from various initiator contents.....	39
4.5	Physical properties of rubber wood-BA composites prepared from various initiator contents.....	42
4.6	Mechanical properties of rubber wood-BA composites prepared from various initiator contents.....	43
4.7	Physical properties of rubber wood-2-EHA composites prepared from various initiator contents.....	45
4.8	Mechanical properties of rubber wood-2-EHA composites prepared from various initiator contents.....	46
4.9	Scanning electron microscopy of transverse section of empty rubber wood cells (2,000X).....	50

LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE **PAGE**

4.10 Scanning electron microscopy of transverse section of polymer filled cells (2,000X)..... 51

4.11 Scanning electron microscopy of transverse section of polymer filled cells (2,000X)..... 52

LIST OF ABBREVIATIONS

WPC	Wood polymer composites
2-HPA	2-Hydroxy-propylacrylate
BA	Butylacrylate
2-EHA	2-Ethyl-hexylacrylate
BPO	Benzoyl peroxide
AM	Acrylamide
MMA	Methyl methacrylate
T	Tangential
R	Radial
L	Longitudinal
phr	Per hundred resin
N/mm^2	Newton per square millimeter
MPa	Mega Pascal
MOE	Modulus of elasticity
WA	Water absorption
S	Volumetric swelling coefficient
ASE	Antiswell efficiency
SEM	Scanning electron microscopy