

สมบัติเชิงกลของพอลิเอครีเลตที่มีไมยางพาราประกอบ

นายสมพงศ์ พฤษชาติศิริ



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

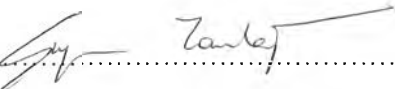
ISBN 974-03-1312-4

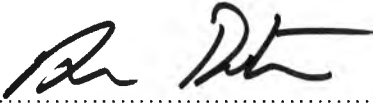
Thesis Title MECHANICAL PROPERTIES OF RUBBER WOOD-POLYACRYLATE
COMPOSITES
By Mr. Sompat Pruckchatsiri
Field of Study Petrochemistry and Polymer Science
Thesis Advisor Associate Professor Amorn Petsom, Ph.D.

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.)

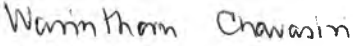
THESIS COMMITTEE

 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 พฤษชัยชาติศิริ : สมบัติเชิงกลของพอลิเอครีเลตที่มีไม้ยางพาราประกอบ
(MECHANICAL PROPERTIES OF RUBBER WOOD-POLYACRYLATE COMPOSITES)

อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. อมร เพชรสม ; 88 หน้า. ISBN 974-03-1312-4

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับ การเตรียมไม้ยางพารา-พอลิเอครีเลตคอมโพสิตจากเอครีเลตมอนอเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ 2-ไฮดรอกซี-โพรพิลเอครีเลต, บิวทิลเอครีเลต และ 2-เอทิล-เฮกซิลเอครีเลต ด้วยวิธีการแช่ไม้ให้ชุ่มด้วยมอนอเมอร์ภายใต้การลดความดัน จากนั้นทำให้เกิดการพอลิเมอไรเซชันโดยการเร่งปฏิกิริยาคด้วยความร้อน ผลการศึกษาพบว่า ภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมไม้ตัวอย่างจาก 2-ไฮดรอกซี-โพรพิลเอครีเลต คือ ปริมาณเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 2 ส่วนต่อสารละลายเตรียมพอลิเมอร์ 100 ส่วน เวลาในการคั่งอากาศ 1 ชั่วโมง และเวลาในการแช่ขึ้นตัวอย่าง 4 ชั่วโมง ภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างจาก บิวทิลเอครีเลตคือ ปริมาณเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 2 ส่วนต่อสารละลายเตรียมพอลิเมอร์ 100 ส่วน เวลาในการคั่งอากาศ 2 ชั่วโมง และเวลาในการแช่ขึ้นตัวอย่าง 4 ชั่วโมง ภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างจาก 2-เอทิล-เฮกซิลเอครีเลตคือ ปริมาณเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 1 ส่วนต่อสารละลายเตรียมพอลิเมอร์ 100 ส่วน เวลาในการคั่งอากาศ 2 ชั่วโมง และเวลาในการแช่ขึ้นตัวอย่าง 4 ชั่วโมง

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

ภาควิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ลายมือชื่อนิสิต สิมศุภสิริ ภาควิชาเคมี
สาขาวิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อมร เพชรสม
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/mm². 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 ... [Signature]
Academic year ... 2001 Co-advisor's signature



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