ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E47310

การผลิตอัลคิลเอสเทอร์เพื่อนำไปใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากกรดไขมันปาล์ม

นายชาญวิทย์ พรวิเศษศิริกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

b00254724

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E47310

การผลิตอัลคิลเอสเทอร์เพื่อนำไปใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากกรดไขมันปาล์ม

นายชาญวิทย์ พรวิเศษศิริกุล

THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THAILAND
RESEARCH LIBRARY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5070549121

PRODUCTION OF ALKYL ESTERS AS LUBRICATING BASE OIL FROM PALM FATTY ACID DISTILLATE

Mr.Chanwit Pornvisetsirikul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Chemical Engineering
Department of Chemical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2010
Copyright of Chulalongkorn University

Thesis Title	PRODUCTION OF ALKYL ESTERS AS LUBRICATING BASE OIL FROM PALM FATTY ACID DISTILLATE
By	Mr. Chanwit Pornvisetsirikul
Field of study	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Jirdsak Tscheikuna, Ph.D.

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

.....Dean of the Faculty of Engineering
(Associate Professor Boonsom Lerdhirunwong, Dr.Ing.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman
(Associate Professor Muenduen Phisalaphong, Ph.D.)

.....Thesis Advisor
(Jirdsak Tscheikuna, Ph.D.)

.....Examiner
(Apinan Soottitantawat, Ph.D.)

.....External Examiner
(Charoen Chinwanitcharoen, Ph.D.)

ชาญวิทย์ พรวิเศษศิริกุล : การผลิตอัลคิลเอสเทอร์เพื่อนำไปใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานจากกรดไขมันปาล์ม. (PRODUCTION OF ALKYL ESTERS AS LUBRICATING BASE OIL FROM PALM FATTY ACID DISTILLATE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.เจิดศักดิ์ ไชยคุนา, 95 หน้า.

E47310

อัลคิลเอสเทอร์ที่ผลิตด้วยปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันจากกรดไขมันปาล์มกับแอลกอฮอล์ต่างชนิดกัน ซึ่งประกอบไปด้วย เฮกซานอล 4-เมทิล-2-เพนทานอล ไซโคลเฮกซานอล ออคทิลแอลกอฮอล์ ลอริล-ไมริสทิลแอลกอฮอล์และซีทิล-สเตียริลแอลกอฮอล์ ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเอกพันธุ์ที่ใช้คือ กรดซัลฟิวริก การทดลองทำในถังปฏิกรณ์แบบกะ ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส และที่ความดันบรรยากาศ ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในแต่ละการทดลองคือ ร้อยละ 3 โดยน้ำหนักของกรดไขมันปาล์ม

ผลการทดลองบ่งชี้ว่า น้ำหนักโมเลกุลและโครงสร้างโมเลกุลของแอลกอฮอล์ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพของอัลคิลเอสเทอร์ที่ผลิตได้ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากลอริล-ไมริสทิล แอลกอฮอล์มีค่าความหนืดสูงที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเฮกซานอลมีค่าดัชนีความหนืดสูงที่สุด ออคทิลเอสเทอร์มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต ชาญวิทย์ พรวิเศษศิริกุล

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2553

5070549121 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEYWORDS : LUBRICANT / ALKYL ESTERS / PALM FATTY ACID DISTILLATE

CHANWIT PORNVISETSIRIKUL : PRODUCTION OF ALKYL ESTERS AS LUBRICATING BASE OIL FROM PALM FATTY ACID DISTILLATE. ADVISOR : JIRDSAK TSCHEIKUNA, Ph.D, 95 pp.

E 47310

Alkyl esters were produced via esterification reaction from palm fatty acid distillate with various alcohols including hexanol, 4-methyl-2-pentanol, cyclohexanol, octyl alcohol, lauryl-myristyl alcohol and cetyl-stearyl alcohol. Sulfuric acid was used as a homogeneous catalyst. The experiments were conducted in batch reactor system, at a temperature of 130 °C and at an ambient pressure. The amount of catalyst used in each experiment was 3% by weight of palm fatty acid distillate.

The results indicate that molecular weight and molecular structure of alcohols affected on physical properties of alkyl esters product. Product produced from lauryl-myristyl alcohol has highest kinematic viscosity value. Product produced from hexanol has highest viscosity index value. Octyl esters have its properties similar to lubricating base oil.

Department : Chemical Engineering Student's Signature .....
Field of Study : Chemical Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year : 2010

ACKNOWLEDEGEMENTS

The author would like to express his greater gratitude and appreciation to his advisor, Dr. Jirdsak Tschiekuna for his invaluable guidance, providing value suggestions and his kind supervision throughout this study. In addition, he is also grateful to Associate Professor Muenduen Phisalaphong, as the chairman, Associate Professor Apinan Soottitantawat, Dr. Charoen Chinwanitcharoen, who have been member of thesis committee.

Many thank for suggestion and useful help to all members of the Oleochemical Engineering Research Laboratory and all his friends in the Department of Chemical Engineering for their assistance and warm collaborations. He would like to appreciate to Thai Oleochemicals Company Limited and Quality Control Laboratory (Phrakhanong) of PTT Public Company Limited.

Finally, He would like to express the highest gratitude to his parents, his brother, and all of his friends for their help, their unfailing understanding and affectionate encouragements

CONTENTS

		PAGE
ABSTRACT (THAI)		iv
ABSTRACT (ENGLISH)		v
ACKNOWLEDGEMENTS		vi
CONTENTS		vii
LIST OF TABLES		x
LIST OF FIGURES		xiii
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
II	**THEORY AND LITERATURE REVIEWS**	3
	2.1 Lubricant	3
	2.1.1 The basic function of lubricant	3
	2.1.2 The constituent of lubricating oil	5
	2.2 Synthetic base oil	7
	2.2.1 Performance requirement or operation environment	7
	2.2.2 Lubricant availability	7
	2.2.3 Safety	8
	2.2.4 Cost	8
	2.3 Selection of synthetic base oil	8
	2.4 Synthetic ester lubricating base oil	12
	2.5 Production of esters	12
	2.5.1 Esterification	12

CHAPTER		PAGE
	2.5.2 Transesterification	13
	2.6 Palm fatty acid distillate (PFAD)	14
	2.7 The principle properties of lubricating base oil	14
	2.7.1 Physical properties	15
	2.7.2 Chemical properties	20
	2.8 Literature reviews	20
III	**EXPERIMENTS**	27
	3.1 Materials and Apparatus	27
	3.1.1 Raw material	27
	3.1.2 Chemicals	27
	3.1.3 Apparatus for testing properties	27
	3.1.4 Experimental apparatus	28
	3.2 Experimental procedure	30
	3.2.1 Palm fatty acid distillate analysis	30
	3.2.2 Esterification of palm fatty acid distillate with various alcohols using sulfuric acid as catalyst	30
	3.3 The physical and chemical properties characterization	34
	3.3.1 Alkyl esters characterization	34
	3.4 Experimental and Analytical error	35
	3.4.1 Experimental error	35
IV	**RESULTS AND DISCUSSIONS**	36
	4.1 Characterization of palm fatty acid distillate	36
	4.2 Preliminary experimental results	38
	4.3 Effects of molecular weight and molecular structure of alcohols on the physical and chemical properties of alkyl esters	43

CHAPTER PAGE

4.3.1 ASTM color..... 47
4.3.2 Kinematic viscosity..... 48
4.3.3 Viscosity Index..... 51
4.3.4 Pour point..... 53
4.3.5 Flash point..... 56
4.3.6 API gravity..... 59
4.3.7 Four-ball test (Weld load)..... 61
4.3.8 Copper strip corrosion..... 62
V CONCLUSIONS..... 64
REFERENCES..... 65
APPENDICES..... 69
APPENDIX A 70
APPENDIX B..... 78
APPENDIX C..... 83
APPENDIX D..... 86
APPENDIX E..... 92
APPENDIX F..... 94
VITA..... 95

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
2.1	The primary applications for synthetic lubricants	9
2.2	Properties of synthetic base fluids compared to mineral oil	10
2.3	The properties of synthetic esters lubricating base oil	11
3.1	The chemicals used in the experiments	29
3.2	The apparatus used in the properties test of alkyl esters	29
3.3	Conditions used for esterification reaction of palm fatty acid distillate with various alcohol	33
4.1	Properties of palm fatty acid distillate (PFAD).....	37
4.2	Fatty acid compositions of palm fatty acid distillate	38
4.3	Conditions of preliminary experimental	39
4.4	Product of methyl and ethyl ester from palm fatty acid distillate with esterification	40
4.5	The physical and chemical properties of methyl and ethyl ester.....	41
4.6	The molecular weight of alcohols.....	45
4.7	The physical and chemical properties of alkyl esters	46
4.8	The specification of standard lubricating oil	47
4.9	The ASTM color of alkyl esters	48
4.10	The effect of molecular weight of alcohol on kinematic viscosity at 40°C and 100°C of alkyl esters	50
4.11	The effect of molecular structure of alcohol on kinematic viscosity at 40°C and 100°C of the alkyl esters	52
4.12	The effect of molecular weight of alcohol on viscosity index of alkyl esters	52

TABLE		PAGE
4.13	The effect of molecular structure of alcohol on viscosity index of alkyl esters.....	52
4.14	The effect of molecular weight of alcohol on pour point of alkyl esters.....	53
4.15	The effect of molecular structure of alcohol on pour point of alkyl esters.....	54
4.16	The effect of molecular weight of alcohol on flash point of alkyl esters.....	56
4.17	The effect of molecular structure of alcohol on flash point of alkyl esters.....	57
4.18	The effect of molecular weight and molecular structure of alcohols on weld load of alkyl esters.....	61
4.19	The effect of molecular weight and molecular structure of alcohol on the properties of alkyl esters.....	63
A-1	Free fatty acid range, alcohol volume and strength of alkali.	71
A-2	Table of predict sample size for acid value determination...	74
A-4	Calculation molecular weight of palm fatty acid distillate....	77
B-1	Calculation of the amount of alcohols	79
B-2	Calculation of the theoretical amount of alkyl esters.....	80
C-1	The esterification of palm fatty acid distillate with various alcohols.....	83
C-2	Total product of alkyl esters.....	85
D-1	The physical and chemical properties of hexyl esters.....	86
D-2	The physical and chemical properties of 4-methyl-2-pentyl esters.....	87
D-3	The physical and chemical properties of cyclohexyl esters..	88
D-4	The physical and chemical properties of octyl esters.....	89

TABLE		PAGE
D-5	The physical and chemical properties of lauryl-myristyl esters.....	90
D-6	The physical and chemical properties of cetyl-stearyl esters.	91
E-1	Basic value for L and H for kinematic viscosity at 40°C and 100°C systems.....	92

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	Concept of dynamic viscosity	4
2.2	Relationship of kinematic viscosity at 40 and 100 °C	17
3.1	The experimental apparatus setup for esterification reaction	28
3.2	The diagram of esterification of palm fatty acid distillate ...	32
4.1	The relationship of boiling point to carbon number for hydrocarbon compounds.....	58
4.1	Relationship of density and viscosity.....	59
4.2	The viscosity as a function of temperature and API gravity..	60