FLUID PROPERTIES OF BIOMASS LIQUID FUELS RELATED TO ATOMIZATION

Miss Naramas Hitaphan

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
For the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
In Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
and Case Western Reserve University
2003

ISBN 974-17-2289-3

I 21100552

Thesis Title:	Fluid Properties of Biomass Liquid Fuels Related to Atomization
By:	Ms. Naramas Hitaphan
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisor:	Prof. James O. wilkes
	Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat
	Assist. Prof. Pramoch Rangsunvigit
	Dr. Boonyarach Kitiyanan

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science

K. Bunyakiat. College Director

(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

Thesis Committee:

K. Bunyakiat.

(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

Pramoch R.

(Assist. Prof. Pramoch Rangsunvigit)

Boonyarach Kitiyanan

(Dr. Boonyarach Kitiyanan)

James O. Wilkes

(Prof. James O. Wilkes)

Kitipat Siemanond

(Dr. Kitipat Siemanond)

ABSTRACT

4471016063 : PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM
Ms. Naramas Hitaphan: Fluid Properties of Biomass Liquid Fuels Related to Atomization
Thesis Advisor: Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat, Assist. Prof. Pramoch Rangsunvigit, Dr. Boonyarach Kitiyanan and Prof. James O. Wilkes, 45 pp. ISBN 974-17-2289-3
Keywords : Atomization, Biodiesel, Palm oil, Diesel engine, Injector, Biomass, Biofuel

Due to their environmental benefits, biomass liquid fuels, such as vegetable oils have been considered as an alternative to diesel. A major problem with using biofuels is their high viscosity, which directly affects the atomization step in the diesel engine. Although there have been many investigations into the possibility of using biofuels as an alternative fuel, very little work has been done on a systematic study of the atomization of vegetable oils. In this work, refined palm oil and refined palm kernel oil were used as representative vegetable oils, and blended with high-speed diesel. It was found that only a maximum of 8 vol% refined palm kernel oil and 0.20 vol% refined palm oil could be added to the high-speed diesel because of the limitation of the kinematic viscosity from the high-speed diesel standard. At those ratios, the addition of the oils altered some of the properties of the blends such as kinematic viscosity and density. Based on theoretical calculations, in which the atomization characteristics are expressed in terms of Ohnesorge number and Reynolds number, the blends should have no effect on the atomization characteristics in the high-speed diesel engine, and that was substantiated by atomization experiments. Equations were proposed to correlate the blends' properties, concentration of oil and temperature. Good correlation was found with the experimental data.

บทคัดย่อ

นางสาว นารามาศ หิตะพันธ์ : คุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลทางด้านการฉีดพ่น
Fluid Properties of Biomass Liquid Fuels Related to Atomization อ. ที่ปรึกษา: รศ. กัญจนา บุญยเกียรติ ผศ. ดร. ปราโมช รังสรรค์วิจิตร ดร. บุนยรัชต์ กิติยานันท์ และ ศ. ดร. เจมส์ โอ วิลส์ 45 หน้า ISBN 974-17-2289-3

ปัจจุบันเชื้อเพลิงชีวมวล เช่น น้ำมันพืช ถูกใช้เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับน้ำมันดีเซล เนื่องจากข้อดีทางด้านรักษาสิ่งแวดล้อม แต่ปัญหาหลักของเชื้อเพลิงชีวมวล คือ มีความหนืดสูง ซึ่งมีผลต่อการฉีดพ่นของน้ำมันในเครื่องยนต์ดีเซล ถึงแม้ว่าได้มีงานวิจัยมากมายเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเป็นน้ำมันทางเลือก แต่แทบไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของน้ำมันพืชต่อการฉีดพ่นในเครื่องยนต์ดีเซลเลย ในงานวิจัยนี้ ศึกษาน้ำมันดีเซลรอบสูงที่ผสมกับน้ำมันพืชสองชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มเมล็ดในบริสุทธิ์ จากการศึกษาพบว่า เนื่องจากข้อจำกัดทางความหนืดตามข้อกำหนดของน้ำมันดีเซลรอบสูง ทำให้สามารถเติมน้ำมันปาล์มเมล็ดในบริสุทธิ์ลงในน้ำมันดีเซลรอบสูงได้เพียงแค่ร้อยละ 8 โดยปริมาตร และเติมน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ได้เพียงร้อยละ 0.2 โดยปริมาตร ซึ่งน้ำมันพืชที่เติมลงไปนี้ส่งผลกับบางคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลรอบสูง เช่น ความหนืด แต่จากการทำนายคุณสมบัติการฉีดพ่นจากการคำนวณทางทฤษฎี ซึ่งคุณสมบัติการฉีดพ่นแสดงอยู่ในรูปของเลขไร้หน่วย ได้แก่ เลขโอเนซอร์จและเลขเรโนลด์ และการทดลองในเครื่องยนต์พบว่า การเติมน้ำมันพืชลงไปในน้ำมันดีเซลรอบสูงไม่มีผลต่อคุณสมบัติการฉีดพ่นของน้ำมันดีเซลนั้น การศึกษานี้ยังได้แสดง สมการแสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติน้ำมันผสม ความเข้มข้นของน้ำมันผสมและอุณหภูมิด้วย

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

TABLE OF CONTENTS

		PAGE
	Title page	i
	Abstract(in English)	iii
	Abstract(in Thai)	iv
	Acknowledgements	v
	Table of Contents	vi
	List of Tables	viii
	List of Figures	ix
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
	1.1 Introduction	1
II	**BACKGROUND AND LITERATURE SURVEY**	2
	2.1 Atomization	2
	2.2 Alternative Fuels for Diesel	4
III	**EXPERIMENTAL**	7
	3.1 Materials and Equipment	7
	3.1.1 Chemicals	7
	3.1.2 Equipment	7
	3.2 Procedure	8
	3.2.1 Sample Preparation	8
	3.2.2 Analysis Methods	8
IV	**RESULTS AND DISCUSSION**	9
	4.1 Blend Properties	10
	4.1.1 Kinematic Viscosity	10
	4.1.2 Surface Tension	14
	4.1.3 Specific Gravity	18

CHAPTER		PAGE
	4.1.4 Pour Point	20
	4.1.5 Flash Point	21
	4.1.6 Carbon Residue	22
	4.1.7 Distillation	23
	4.1.8 Cetane Index	23
	4.2 Atomization Characteristics of the Blends	26
V	**CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS**	29
	REFERENCES	30
	APPENDIX	32
	CURRICULUM VITAE	45

LIST OF TABLES

TABLE	PAGE
4.1 Properties of the high-speed diesel, refined palm kernel oil and refined palm oil	9
4.2 Pour point of refined palm kernel oil or refined palm oil and high-speed diesel blends	20
4.3 Flash point of refined palm kernel oil or refined palm oil and high-speed diesel blends	21
4.4 Carbon residue of refined palm kernel oil or refined palm oil and high-speed diesel blends	22
4.5 90% recovered of refined palm kernel oil or refined palm oil and high-speed diesel blends	23
4.6 Calculated cetane index of refined palm kernel oil or refined palm oil and high-speed diesel blends	23
4.7 API gravity and mid-boiling point of refined palm kernel oil or refined palm oil and high-speed diesel blends	25
A-1 Kinematic viscosity of the blends between refined palm kernel oil and high-speed diesel at various temperatures	30
A-2 Kinematic viscosity of the blends between refined palm oil and high-speed diesel at various temperatures	32
A-3 Surface tension of the blends between refined palm kernel oil and high-speed diesel at various temperatures	33
A-4 Surface tension of the blends between refined palm oil and high-speed diesel at various temperatures	35
A-5 Specific gravity of the blends between refined palm kernel oil and high-speed diesel at various temperatures	37
A-6 Specific gravity of the blends between refined palm oil and high-speed diesel at various temperatures	38
A-7 Composition of palm kernel oil and palm oil	42

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	Break up regimes of round liquid jets in quiescent air.	3
4.1	Kinematic viscosity of refined palm kernel oil (a.1 and b.1) or refined palm oil (a.2 and b.2) and high-speed diesel blends as a function of refined palm kernel oil or refined palm oil amount at various temperatures.	11
4.2	Comparison between the calculated and experimental kinematic viscosity of refined palm kernel oil and refined palm oil blends (a and b).	13
4.3	Surface tension of refined palm kernel oil (a.1 and b.1) or refined palm oil (a.2 and b.2) and high-speed diesel blends as a function of refined palm kernel oil or refined palm oil amount at various temperatures.	15
4.4	Comparison between the calculated and experimental surface tension of refined palm kernel oil and refined palm oil blends (a and b).	17
4.5	Specific gravity of refined palm kernel oil (a.1 and b.1) or refined palm oil (a.2 and b.2) and high-speed diesel blends as a function of refined palm kernel oil or refined palm oil amount at various temperatures.	19
4.6	Atomization characteristics of refined palm kernel oil, refined palm oil blends and high-speed diesel (a, b, and c).	27
4.7	Atomization of refined palm kernel oil, refined palm oil blends and high-speed diesel from single hole injector (a, b, and c).	28