การประเมินเทคโนโลยีสำหรับการจัดการน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

นางสาวณัฏฐินีพร สร้อยสูงเนิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม สหสาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-170-219-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EVALUATION OF AVAILABLE TECHNOLOGIES FOR MANAGING USED AUTOMOTIVE LUBRICATING OIL

Miss Natthineepon Soisungnoen

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Environmental Management

Inter-Department of Environmental Management

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-170-219-1

Thesis Title	EVALUATION OF AVAILABLE TECHNOLOGIES FOR MANAGING USED AUTOMOTIVE LUBRICATING OIL
By	Miss Natthineepon Soisungnoen
Field of Study	Environmental Management
Thesis Advisor	Assistant Professor Prasert Pavasant, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Daniel J. Watts, Ph.D.

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

.....Dean of Graduate School
(Professor Suchada Kiranandana, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman
(Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D.)

.....Thesis Advisor
(Assistant Professor Prasert Pavasant, Ph.D.)

.....Thesis Co-Advisor
(Daniel J. Watts, Ph.D.)

.....Member
(Assistant Professor Charit Tingsabadh, Ph.D.)

.....Member
(Manasakorn Rachakornkij, Ph.D.)

ณัฏฐินีพร สร้อยสูงเนิน : การประเมินเทคโนโลยีสำหรับการจัดการน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว (Evaluation of Available Technologies for Managing Used Automotive Lubricating Oil) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. ประเสริฐ ภวสันต์,อ.ที่ปรึกษาร่วม : Dr. Daniel J. Watts, 100 หน้า ISBN 974-170-219-1

การประเมินเทคโนโลยีสำหรับการจัดการน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนศึกษากระบวนการเทคโนโลยีสำหรับจัดการน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ขั้นตอนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนการนำเสนอแนวทางการควบคุมมลพิษ และขั้นตอนการหาต้นทุนประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จาก เอกสารทางวิชาการ วารสารวิทยาศาสตร์ สิทธิบัตร รายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม รายงานการติดตามผลกระทบสิ่งแวดล้อม และ การติดต่อขอข้อมูลโดยตรงจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ ตัวอย่างเทคโนโลยีสำหรับการจัดการน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วในการศึกษาครั้งนี้มีด้วยกัน 2 แนวทาง : แนวทางที่ 1 คือ การนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งมีทั้งหมด 5 กรณีศึกษา ได้แก่ กระบวนการกรดและดินเหนียว (Acid clay treatment), กระบวนการเคมีและดินเหนียว (Chemical and clay treatment), กระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction process), กระบวนการกลั่นและกรองด้วยดินเหนียว (Distillation – clay filtration) และ เทคโนโลยีเยื่อแผ่น (Membrane Technology) และ แนวทางที่ 2 คือ การนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วมาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งประกอบไปด้วย 2 กรณีศึกษา ได้แก่ การนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในหม้อต้มน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม และการนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาซีเมนต์ จากการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมพบว่า ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ ได้แก่ ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในกากของเสียจากกระบวนการกลั่นใหม่ และ สารมลพิษที่ปล่อยสู่อากาศ เช่น ฝุ่นแขวนลอย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และ โลหะหนัก จากกระบวนการนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในหม้อต้มน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม และเตาเผาซีเมนต์ ซึ่งจากผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังกล่าวมีการเสนอแนวทางในการควบคุมภาวะมลพิษ พร้อมทั้งคำนวณต้นทุนประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษา Visual Basic เพื่อช่วยในการคำนวณหาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการกลั่นใหม่ และ กระบวนการนำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในหม้อต้มน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมและเตาเผาซีเมนต์ และแสดงผลต้นทุนประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ต่อหน่วยน้ำหนักของน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว เพื่อเป็นเครื่องมือในการเลือกเทคโนโลยีสำหรับการจัดการน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

ภาควิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2544

4389406320 : MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

KEY WORD: USED LUBRICATING OIL / USED OIL/ WASTE OIL / ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

NATTHINEEPORN SOISUNGNOEN: EVALUATION OF AVAILABLE TECHNOLOGIES FOR MANAGING USED AUTOMOTIVE LUBRICATING OIL. THESIS ADVISOR: ASSIST. PROF. PRASERT PAVASANT, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR: DANIEL J. WATTS, Ph.D 100 pp. ISBN 974-170-219-1

The evaluation of available technologies for managing used lubricating oil (ULO) carried out in this work comprised five main stages; collection of data, process description analysis, environmental impact assessment, pollution control approaches and cost effectiveness analysis. Most of data used in this work were secondary data obtained from the textbooks, journals, theses, proceedings, patents, environmental impact assessment reports, environmental monitoring reports and personal communication with responsibility organizations. There were two main approaches for the management of ULO. The first approach was to regenerate the ULO, which consisted of 5 case studies: acid clay treatment, chemical and clay treatment, solvent extraction process, distillation – clay filtration and membrane technology. The second approach was to recover the ULO as fuel which consisted of 2 case studies : combustion as fuel in boiler, and direct burning in cement kiln. The environmental impact assessment suggested that significant problems associated with the management of ULO involved the contamination of heavy metals in waste streams from the regeneration processes, and the generation of air pollutant e.g. particulate, sulfur dioxide, oxides of nitrogen and heavy metals from the recovery process. This research finally proposed pollution control approaches in accordance with the environmental impacts, and also provided cost effectiveness analysis. Furthermore, this study also established a computer program, called ULO MANGEMENT TECH using visual basic and Microsoft access for the investigation of environmental impacts from regeneration and recovery of ULO as fuel. This is useful as a decision-making tool for selecting a suitable technology for the management of ULO.

Inter-department Environmental Management Student's signature Natthineepon Soisungnoen

Field of study Environmental Management Advisor's signature Prasert Pavasant

Academic year 2001

สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Acknowledgements

Especially, I would like to express my sincere gratitude to my advisor, Assistant Professor Dr. Prasert Pavasant, for his encouragement, invaluable support, and kindness guidance throughout my work. This thesis would not have been accomplished without his excellent supervision. I am grateful to Assistant Professor Dr. Sutha Khaodhiar, Chairman of the committee, Assistant Professor Dr. Charit Tingsabadh, members of thesis committee, Dr. Manasakorn Rachakornkij, for many valuable comments. My thanks should also go to my international co-advisor Dr. Daniel J. Watts for all his kind suggestion.

Sincere thanks to General Environmental Conservation Public CO,LTD., (GENCO), Siam Cement Industry CO., LTD (SCC), Office of Environmental Policy and Planing (OEPP), Pollution Control Department (PCD), Department of Industrial work (DIW) and Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) for their valuable information to my study.

Special thanks are also made to all of student and staff of Environmental Research Institute of Chulalongkorn University (ERIC), National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management and Environmental & Bio-Laboratory, Chemical Engineering for their warm support, particularly Porntip who has provided imperative helps and being my roommate. Anupan and Somkiet, for their valuable suggestions in my computer program.

Most of all, grateful thanks to my parents and my brother and sister for their loves and inspiration at all times.

CONTENTS

PAGE

ABSTRACT (IN THAI) iv
ABSTRACT (IN ENGLISH) v
ACKNOWLEDGEMENT.....vi
CONTENTS.....vii
LIST OF TABLES x
LIST OF FIGURES.....xi
ABBREVIATION..... xiii

CHAPTER 1 Introduction

1.1 Motivation..... 1
1.2 Objectives..... 3
1.3 Scopes of Work..... 3
1.4 Methodology..... 4
1.5 Advantage of this work..... 5

CHAPTER 2 Backgrounds and Literature Review

2.1 Used lubricating oils..... 6
2.2 Characteristic of ULO..... 7
2.3 Technology Options for Managing Used Lubricating Oils 11
2.4 Environmental Impacts..... 16
2.5 Economic Analysis..... 17
2.6 Literature review 17

CHAPTER 3 Research Methodology

3.1 Data Collection 20
3.2 Data Classification..... 20
3.3 Evaluation of data.....22

CONTENTS(Cont.)

CHAPTER 4 Case Studies

4.1 Case study 1: Acid Clay Process 25

4.2 Case study 2 : Chemical and Clay reatment..... 35

4.3 Case study 3 : Solvent Extraction Process.....43

4.4 Case study 4 : Distillation – Clay filtration Process.....52

4.5 Case study 5 : Membrane Technology.....62

4.6 Case study 6 : Combustion of ULO for fuel in Boiler..... 69

4.7 Case study 7 : Direct burning in cement kiln..... 77

CHAPTER 5 Computer Program 84

CHAPTER 6 Conclusions and recommendation for further studies

6.1 Conclusions 90

6.1 Recommendation for further studies 91

REFERENCES..... 93

APPENDIX..... 98

BIOGRAPHY..... 100

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
2.1	Concentration of potential hazardous constituents in Used Lubricating Oil	8
2.2	Properties of various oils and fuels	8
2.3	Physical properties of used lubricating oil	11
2.4	Characteristic of ULO in the Guideline for Collecting Used Lubricating Oil Pilot Project, Thailand	11
2.5	Conventional stage purpose of re-refining ULO	12
4.1	Composition of process streams in an acid clay re-refinery	27
4.2	Fraction of heavy metals in process streams from the acid sludge process	29
4.3	Characteristics of acid sludge from acid clay treatment	30
4.4	Significant environmental impacts from acid clay treatment process	30
4.5	Cash flow of from acid clay treatment process	34
4.6	Composition of process streams from chemical and clay treatment process	37
4.7	Fraction of remaining heavy metal in process stream from chemical and clay treatment process	39
4.8	Significant environmental impacts on waste streams from chemical and clay treatment process	42
4.9	Cash flow of chemical and clay treatment process	45
4.10	Composition of process streams from solvent extraction process	47
4.11	Fraction of heavy metal ratio in process stream from the solvent extraction process	47
4.12	The pollution control approaches for significant environmental impacts on waste streams from solvent extraction process	47
4.13	Cash flow of solvent extraction process	51
4.14	Composition of process streams from distillation clay filtration re-refining process	54

LIST OF TABLES(Cont.)

TABLE		PAGE
4.15	Fraction of heavy metal ratio in process stream from the distillation clay filtration re-refining process	56
4.16	Significant environmental impacts on waste streams from distillation clay filtration process	56
4.17	Cash flow of distillation clay filtration process	63
4.18	Measured Permeate Flux for ULO with various Mpa CO_2 Pressures	64
4.19	Measured permeate oil, $kg.h^{-1}.m^{-2}$equation with various Mpa Carbon dioxide Pressure	64
4.20	Composition of process stream in ultrafiltration membrane process	64
4.21	Fraction of heavy metals in process streams from ultrafiltration membrane process	65
4.22	Cash flow of ultrafiltration membrane process	67
4.23	Emission factors for various air pollutants from ULO combustion	71
4.24	Emission factor for toxic metals from ULO combustors	71
4.25	Average results for the stack emission testing	72
4.26	Comparison ambient air impact to the Hazardous Ambient Air Standard (HAAS) under the Vermont Air Pollution Control Regulations	73
4.27	Potential significant air pollutants from combustion of ULO as fuel in boiler	73
4.28	Cash flow of combustion of ULO as fuel in boiler	74
4.29	Organic Waste Categories for fuel blending in GENCO	79
4.30	Concentration of Pollutants from the 2 types of fuel in cement kiln : lignite and lignite mix with ULO in 1998 – 1999	80
4.31	Cash flow of direct burning in cement kiln	83
6.1	Conclusion of the proposed ULO management technologies	92

LIST OF FIGURE

FIGURE		PAGE
4.1	Block diagram of acid – clay process	26
4.2	Concentration of heavy metals in acid sludge and spent clay from acid clay process	28
4.3	Schematic diagram of waste streams management approaches from acid clay treatment.....	32
4.4	Block diagram of chemical and clay treatment process.....	36
4.5	Concentration of remaining heavy metals in filter cake, spent clay and fuel fraction from chemical and clay treatment process....	38
4.6	Schematic diagram of waste streams management approaches from chemical and clay treatment process	40
4.7	Block diagram of the solvent extraction process.....	44
4.8	Concentration of heavy metals in acid sludge and spent clay from solvent extraction process .....|	46
4.9	Schematic diagram of waste streams management approaches from the solvent extraction process	50
4.10	Block diagram of the distillation – clay filtration process	53
4.11	Concentration of heavy metals in acid sludge and spent clay from distillation- clay filtration process.....	55
4.12	Schematic diagram of waste streams management approaches from the distillation- clay filtration process	61
4.13	Schematic diagram of ultrafiltration membrane technology.....	62
4.14	Schematic diagram of waste streams management approaches from the ultrafiltration membrane technology .....|	68
4.15	The injected liquid waste position in Clincker Process of Cement Portland .....|	78
4.16	Steps of blending synthetic fuel process .....|	79

ABBREVIATION

Al	=	Aluminium
As	=	Arsenic
ASTM	=	American Society for Testing and Materials
B/C ratio	=	Benefit cost ratio
BETC	=	Bartlesville Energy Technology Center Solvent Extraction Process
Bt	=	Baht
Btu	=	British thermal unit
CO	=	Carbonmonoxide
CO_2	=	Carbondioxide
Cd	=	Cadmium
Cr	=	Chromium
cSt	=	Centristroke
DIW	=	Department of Industrial Work
EGATT	=	Electric Generate Authority of Thailand
GENCO	=	General Environmental Conservation Public Company Limited
HCl	=	Hydrogen Chloride
Kcal	=	Kilo calories
lb	=	pounds
N_2	=	Nitrogen
NEPO	=	National Energy Policy Office
NPV	=	Net Present Value
NO_x	=	Oxides of Nitrogen
MPa	=	Mega Pascal
PAH	=	Polynuclear Aromatic Hydrocarbon
Pb	=	Lead
PCB	=	Polychlorinated biphenyls
PCD	=	Pollution Control Department
PM	=	Particular Matter
PNA	=	Polynuclear Aromatics
ppm	=	part per million

PROP = Phillips Re-refined Oil Process

psig = pounds per squre inch guage

SCC = Siam Cement Industry Co., LTD

SO_x = Sulfur Oxide

SUS = Saybolt Universal Secondy

ULO = Used lubricating oil

UNIDO = United Nation Industrial Development Organization

US.EPA = United States Protection Agency

wt = weight