แผนการจัดการและกระบวนการนำโลหะเงินกลับคืนโดยวิธีทางเคมีจากแผ่นฟิล์มเอ็กซเรย์ทางการแพทย์

นางสาวปัทมวรรณ คุณประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

Thesis Title	WASTE MANAGEMENT PLAN AND CHEMICAL RECOVERY PROCESS FOR RADIOGRAPHIC MEDICAL FILM
By	Miss Pattamawan Khunprasert
Field of Study	Environmental Management
Thesis Advisor	Associate Professor Varapan Danutra, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Nurak Grisdanurak, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctoral Degree

..... Dean of the Graduate School
(Assistant Professor M.R.Kalaya Tingsabadh, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.)

..... Thesis Advisor
(Associate Professor Varapan Danutra, Ph.D.)

..... Thesis Co-advisor
(Associate Professor Nurak Grisdanurak, Ph.D.)

..... Member
(Jullapong Thaveesri, Ph.D.)

..... Member
(Nanta Auamkul, MD., MPH)

ปัทมวรรณ คุณประเสริฐ : แผนการจัดการและกระบวนการนำโลหะเงินกลับคืนโดยวิธีทางเคมีจากแผ่นฟิล์มเอ็กซเรย์ทางการแพทย์. (WASTE MANAGEMENT PLAN AND CHEMICAL RECOVERY PROCESS FOR RADIOGRAPHIC MEDICAL FILM) อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร. วราพรรณ ด่านอุตรา, อ.ที่ปรึกษาร่วม: รศ. ดร. นุรักษ์ กฤษดานุรักษ์, 146 หน้า.

ในประเทศไทย พบว่า ร้อยละ 98.5 ของฟิล์มเอ็กซเรย์ที่นำเข้ามาถูกนำไปใช้งานทางการแพทย์ ภายหลังจากการใช้งาน ฟิล์มเอ็กซเรย์จะถูกนำไปผ่านกระบวนการล้างฟิล์ม โดยพบว่าโลหะเงินประมาณร้อยละ 55-65 จะคงอยู่บนแผ่นฟิล์ม ในขณะที่ส่วนที่เหลือจะละลายอยู่ในน้ำยาหยุดภาพ โดยปกติแล้วฟิล์มเอ็กซเรย์ใช้แล้วจะถูกเก็บรักษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลทางการแพทย์เป็นเวลาประมาณ 5 – 10 ปี ในขณะที่น้ำยาหยุดภาพ จะถูกใช้งานซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง ก่อนเก็บรวบรวมเพื่อจำหน่ายให้กับผู้รับซื้อของเสียและ/หรือ ผู้รับกำจัดของเสีย เพื่อนำไปผ่านกระบวนการรีไซเคิลโลหะเงิน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานแบบ In-house factory โดยใช้วิธีการแยกโลหะเงินด้วยกระแสไฟฟ้า การชะด้วยกรด (HNO_3) หรือการเผา ซึ่งในระบบการจัดการของเสียในปัจจุบัน พบว่า ผู้รับซื้อของเสียหลุดรอดจากการกำกับดูแลโดยภาครัฐ ในขณะที่ผู้รับกำจัดของเสียหากมีคนงานและเครื่องจักรเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนดจะต้องมีใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ผู้รับกำจัดของเสียส่วนใหญ่จะไม่คำนึงถึงการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น โดยจะเห็นได้ว่ามีการทิ้งและปล่อยสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูงออกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น จึงได้มีการนำแนวคิดเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ในการแยกโลหะเงินจากแผ่นฟิล์มเอ็กซเรย์ โดยการชะด้วยกรดอ่อน เช่น กรดอะซิติก กรดออกซาลิก กรดมาโลนิก โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งพบว่า การชะด้วยสารละลายกรดออกซาลิกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มีประสิทธิภาพเกือบจะ 100% โดยตะกอนเงินที่ได้จะอยู่ในรูปโลหะเงินที่เอื้อต่อการนำไปทำให้บริสุทธิ์ ยิ่งไปกว่านั้นได้มีการกำหนดรูปแบบวิธีการบริหารจัดการของเสียจากกระบวนการถ่ายภาพรังสีเทคนิคขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงจากการหกรั่วไหลของของเสียอันตรายที่ปนเปื้อนโลหะเงินออกสู่สิ่งแวดล้อม

สาขาวิชา.....การจัดการสิ่งแวดล้อม.....ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา.....2549.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4689674420 : MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: RADIOGRAPHIC WASTE / WASTE MANAGEMENT / FACT SHEET / SILVER REMOVAL

PATTAMAWAN KHUNPRASERT: WASTE MANAGEMENT PLAN AND CHEMICAL RECOVERY PROCESS FOR RADIOGRAPHIC MEDICAL FILM. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. VARAPAN DANUTRA, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. NURAK GRISDANURAK, Ph.D. 146 pp.

In Thailand, 98.5% of the imported x-ray films are used for medical services. After the developing process, approximately 55-65% of metallic silver still remains on the developed x-ray films. The used films are practically kept at the hospitals for record-keeping purposes for 5-10 years, while the developing agents are reused at minimal twice. The discarded films and the spent (fixer) solution are normally sold to waste dealers. Wastes are delivered to in-house factories to recover silver by electrolysis, acid leaching (HNO_3), or combustion processes. The dealer for used x-ray waste is one of the major stakeholders who is apparently exempted from state control and regulations. Depending on its size and capacity, the processors must have a factory-operating permit. Most unlicensed processors have no concern about the handling of their wastes. Highly toxic chemicals are generally spilled and discharged into the environment. The cleaner technology concept of silver leaching from processed radiographic film was investigated using weak organic acids such as acetic, oxalic, and malonic acids. The tests were carried out under different temperature conditions. An oxalic acid solution at 5% (w/v) provided the best leaching conditions at 100°C, 20-minute retention time and at 90°C, 60 minute-retention time to achieve >97% SRE (Silver Recovery Efficiency). The reclaimed silver was in its metal form and ready for ingot transformation. Following this, a fact sheet on the waste management of radiographic film waste was developed to initiate and support the need to reduce the risks of contamination of hazardous silver into the environment.

Field of study ....Environmental Management....Student's signature .....
Academic year..... 2006.....Advisor's signature .....
Co-advisor's signature .....

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my sincere gratitude to my thesis advisors, Associate Professor Dr. Varapan Danutra from National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management, Chulalongkorn University and Associate Professor Dr. Nurak Grisdanurak from Chemical Engineering Department, Engineering Faculty, Thammasart University, for their invaluable suggestions, vigorous encouragement, patience, care, and several help throughout my study.

I am especially grateful to Dr. Jullapong Thaveesri, Director of Hazardous Substances Information Center, Information and Communication Technology Bureau, Deapartment of Industrial Works for his invaluable guidance, support, encouragement and precious advice throughout this research. I would like to express my appreciation and sincere gratitude to Dr. Manaskorn Rachakornkij, chairman of the thesis committee, and Dr. Nanta Auamkul, who is committee for their encouragements and constructive suggestion.

I wish to acknowledge to National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management for financial support. My gratitude is also extended to Department of Industrial Works for providing me the opportunity of Ph.D. study. I would like to express my thanks to Thanyaburi Hospital (Pathumtani Province), Bang-Bo Hospital (Samutprakarn Province) and Ramathibodi Hospital (under Mahidol University) for their supply of used films.

I would like to thank my friends for their warm support. In addition, I would like to express my gratitude to Miss Ramnaree Netvichian and Miss Chantana Intim, staff of National Research Center for Environmental and Miss Wareeporn Sripenprapa staff of Hazardous Waste Management and Environmental Research Institute of Chulalongkorn University (ERIC) for laboratory technique.

Finally, I especially want to dedicate my dissertation to family members. My parents provided me this opportunity of studying Ph.D. and they have continued to give me unconditional help and encouragement.

CONTENTS

Page

Page

LIST OF FIGURES

LIST OF TABLES

LIST OF ABBREVIATIONS

°C	Degree
µg/l	Microgram Per Liter
Ag^+	Silver Ion
Ag^0	Metallic Silver
AgX	Silver Halide
AgX^*	Exposed Silver Halide
Btu	British Thermal Unit
cm	Centrimeters
$cm^3\ g^{-1}$	Cubic Centimeter Per Gram
F	Material Flow Into and Out for Each Hospital Inside the Control Volume
F&M	Fabrication and Manufacturing
HA	Hospital Accreditation
kJ	Kilo Joule
K_{sp}	Solubility Product Constant
kW-hr	Kilo Watt x hour
mg/kg	Milligram Per Kilogram
mg/l	Milligram Per liter
mL	Milliliter
mm	Millimeter
MOI	Ministry of Industry
MOPH	Ministry of Public Health
NIOSH	The National Institute for Occupational Safety and Health
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
ppmv	Part Per Million (Volume Base)
PWG	Primary Waste Generator
S	The Stock of Material Retained or Depleted from the Reservoir over a Time Period
SRE	Silver Recovery Efficiency
SWG	Secondary Waste Generator
TCLP	Toxicity Characteristic Leaching Procedure

LIST OF ABBREVIATIONS (Cont.)

TLV-TWA	Threshold Limit Value - Time Weighted Average
U.S. EPA.	United State Environmental Protection Agency
w/v	Weight by Volime
WD	Waste Dealer
WG	Waste Generator
WP	Waste Processor
WR	Waste Regulator