การใช้ประโยชน์จากชานอ้อย และเถ้าลอยชานอ้อย เพื่อเป็นตัวดูดซับในการกำจัดตะกั่ว และโครเมียม และใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง

นางสาวสิรวัลภ์ เรืองช่วย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-4398-8

UTILIZATION OF BAGASSE AND BAGASSE FLY ASH AS ADSORBENTS FOR REMOVAL OF LEAD AND CHROMIUM AND SUBSEQUENT UTILIZATION AS CONSTRUCTION MATERIALS

Miss Sirawan Ruangchuay

A Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Environmental Management (Inter-Department)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2005
ISBN 974-17-4398-8

Thesis Title	UTILIZATION OF BAGASSE AND BAGASSE FLY ASH AS ADSORBENTS FOR REMOVAL OF LEAD AND CHROMIUM AND SUBSEQUENT UTILIZATION AS CONSTRUCTION MATERIALS
By	Miss Sirawan Ruangchuay
Field of Study	Environmental Management
Thesis Advisor	Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Professor Methi Wecharatana, Ph.D.

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

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

THESIS COMMITTEE

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

.... Thesis Advisor
(Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.)

.... Thesis Co-advisor
(Professor Methi Wecharatana, Ph.D.)

.... Member
(Nutthapol Asadathorn, Ph.D.)

.... Member
(Wit Soontaranun, Ph.D.)

.... Member
(Chantra Tongcumpou, Ph.D.)

.... Member
(Khemarath Osathaphan, Ph.D.)

สิรวัลภ์ เรืองช่วย : การใช้ประโยชน์จากชานอ้อย และเถ้าลอยชานอ้อย เพื่อเป็นตัวดูดซับในการกำจัดตะกั่ว และโครเมียม และใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง (UTILIZATION OF BAGASSE AND BAGASSE FLY ASH AS ADSORBENTS FOR REMOVAL OF LEAD AND CHROMIUM AND SUBSEQUENT UTILIZATION AS CONSTRUCTION MATERIALS). อ. ที่ปรึกษา : ดร. มนัสกร ราชากรกิจ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ศ. ดร. เมธี เวชารัตนา 268 หน้า. ISBN 974-17-4389-8.

โรงงานผลิตน้ำตาลจากอ้อยจะใช้ชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำ และกระแสไฟฟ้า ซึ่งหลังจากเผาไหม้แล้วชานอ้อยบางส่วนจะกลายเป็นเถ้าลอยชานอ้อย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการศึกษาศักยภาพในการนำชานอ้อย (B) และเถ้าลอยชานอ้อย (BFA) มาใช้ประโยชน์ ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดตะกั่วและโครเมียม เกิดขึ้นที่ค่า pH ของสารละลายเท่ากับ 6 และ 1 ตามลำดับ BFA มีประสิทธิภาพในการดูดซับตะกั่วมากกว่า B การกำจัดเฮกซะวาเลนท์โครเมียม (Cr(VI)) เกิดทั้งการรีดักชันและการดูดซับ พบว่า การรีดักชันเป็นกลไกหลักในการกำจัด Cr(VI) สำหรับการกำจัดด้วย B และให้ผลตรงกันข้ามเมื่อกำจัดด้วย BFA หมู่ไฮดรอกซีในเซลลูโลสของ B น่าจะเป็นแหล่งให้อิเล็กตรอนในปฏิกิริยารีดักชัน และพบว่า B และ BFA ทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการกำจัดโลหะหนักมาแล้ว เป็นตัวขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์ โดยทำให้มีค่ากำลังรับแรงอัดลดลง เวลาบ่มเพียง 3 วัน เพียงพอสำหรับการกำจัดทิ้งแบบฝังกลบ (มากกว่า 10 กก./ลบ.ม.) ส่วนความเข้มข้นของโลหะหนักทั้งสองชนิดจากน้ำชะของก้อนหล่อแข็ง มีค่าต่ำกว่า 5 มก./ล. ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) และยังพบว่า BFA มีศักยภาพที่จะใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ในการผลิตคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น และ คอนกรีตบล็อกก่อผนังได้สูงสุดถึงร้อยละ 30 การใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งในลักษณะนี้ เป็นทางเลือกหนึ่งในการกำจัดตะกั่ว และโครเมียม ซึ่งเป็นการใช้ของเหลือทิ้งจากโรงงานหนึ่งมาบำบัดของเสียจากอีกโรงงานหนึ่ง จัดเป็นตัวอย่างในการจัดการของเหลือทิ้งเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

สาขาวิชา..การจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)..ลายมือชื่อนิสิต..

ปีการศึกษา..2548.. ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..........................

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..........................

4589685220 : MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: BAGASSE / BAGASSE FLY ASH / ADSORPTION / REDUCTION / LEAD / CHROMIUM / SOLIDIFICATION/STABILIZATION (S/S) / CONSTRUCTION MATERIAL.

SIRAWAN RUANGCHUAY: UTILIZATION OF BAGASSE AND BAGASSE FLY ASH AS ADSORBENTS FOR REMOVAL OF LEAD AND CHROMIUM AND SUBSEQUENT UTILIZATION AS CONSTRUCTION MATERIALS. THESIS ADVISOR: MANASKORN RACHAKORNKIJ, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: PROF. METHI WECHARATANA, Ph.D., 268 pp. ISBN 974-17-4398-8.

Cogeneration of steam and electricity is a standard practice in the sugarcane industry worldwide. For Thailand, 22% of the small power producers (SPPs) use bagasse as a fuel, thus generating a large quantity of fly ash and residues. The purpose of this research is to convert bagasse (B) and bagasse fly ash (BFA) into inexpensive and effective removal materials for lead (Pb) and chromium (Cr) and to assess the efficiencies of cementitious solidification of spent materials for disposal in landfill and to develop construction materials namely; interlocking concrete paving blocks and hollow non-load-bearing concrete blocks.

The batch study results indicated that removal efficiency of Pb, total Cr, and Cr (VI) increased with increasing contact time, and amount of material applied. The maximum removals of Pb and Cr were obtained at pH 6 and pH 1, respectively. BFA was a better adsorbent for Pb than B. The removal of Cr(VI) may involve two processes, namely, reduction of Cr(VI) to Cr(III) and adsorption of Cr(VI) and Cr(III). Reduction was likely the major Cr(VI) removal mechanism than adsorption in B while the reverse was true for BFA. The hydroxyl groups in cellulose structure of B were found to be the potential major reduction sites. Portland cement hydration was inhibited by the increase in the amounts of B and BFA, resulting in poor strength performance. The compressive strengths increased with curing time and a 3-day curing period was enough to meet the strength requirement of landfill standards (3.5 ksc) for 5 and 10% replacement with B and BFA, respectively. Concentrations of lead and chromium in leachate form all solidified products were below the limits (5 mg/L) established by the Ministry of Industries No.6, B.E. 2540 (1997). BFA has high efficiency for partial cement replacement up to 30% in interlocking paving concrete block and hollow non-load-bearing concrete block construction. This alternative treatment process may very well be the choice for Pb or Cr removal. It utilizes wastes from other factory to treat waste. This is an example of comprehensive waste management suitable for sustainable development.

Field of study Environmental Management (Inter-Department)..Student's signature..........

Academic year..2005..Advisor's signature..........

Co-advisor's signature..........

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my profound gratitude, greatest appreciation to my advisor, Dr. Manaskorn Rachakornkij, for his valuable advice, enthusiastic support and encouragement throughout this research work. His kindness will always be remembered.

I am very thankful to Prof. Dr. Methi Wecharatana, my co-advisor for his valuable suggestions and assistance. I also would like to thank Dr. Sutha Khaodhiar, Chairman of the committee, Dr. Nutthapol Asadathorn, Dr. Chantra Tongcumpou, Dr. Wit Soontaranun, and Dr. Khemarath Osathaphan members of thesis committee for their invaluable suggestions and comments during this study.

Support for this work was also provided by a grant from Suan Dusit Rajaphat University and National Research Center for Environmental and Hazardous waste management (NRC-EHWM). Without these scholarships, this research will not be achieved.

I would like to acknowledge the Saraburi Sugar Cmpany Limited for the material (bagasse and bagasse fly ash) for this research. Special thank to the laboratory staffs and officers of Hazardous Waste Laboratory, Department of Environmental Engineering, Environmental Research Institute of Chulalongkorn University (ERIC), National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management (NRC-EHWM), and Soil Mechanical Laboratories of the Department of Civil Engineering, Chulalongkorn University for their lab instrumental supporting, their guidance, and help during the course of study.

Special and heartiest thanks should go to Dr. Nurak Grisadanurak, Mr. Chaisri Tharasawatpipat, and Mrs. Waleporn Sripenprapa for their guidance and help in Langmiur-Hinshelwood model, adsorption, and Atomic Absorption Spectrophotometer, respectively.

I wish to express sincere gratitude to my parents, my sisters, and my friends at NRC-EHWM for their love and continued support at all times. However, by far the biggest thanks must go to my soul mate, Seree Tuprakay, and my beloved dog, Kai-Tom, for their love, encouragement, and incessant support. This work would not have been possible without their moral support.

CONTENTS

Page

Page

Page

LIST OF FIGURES

Figure No.	Figure Caption	Pages

Figure No. **Figure Caption** **Pages**

Figure No. **Figure Caption** **Pages**

Figure No. **Figure Caption** **Pages**

LIST OF TABLES

Table No.	Table Caption	Pages

Table No.	Table Caption	Pages

NOMENCLATURE

AAS	= Atomic Absorption Spectrophotometer
ASTM	= American Society for Testing and Materials
B	= bagasse
B-Cr	= chromium adsorbed bagasse
B-Pb	= lead adsorbed bagasse
BFA	= bagasse fly ash
BFA-Cr	= chromium adsorbed bagasse fly ash
BFA-Pb	= lead adsorbed bagasse fly ash
C_2S	= dicalcium silicate
C_3S	= tricalcium silicate
C_3A	= tricalcium aluminite
C_3AF	= tetracalcium aluminoferrite
Cr	= chromium
Cr(III)	= trivalent chromium
Cr(VI)	= hexavalent chromium
C-S-H	= calcium silicate hydrate
DI	= deionized water
ICP	= inductively coupled plasma optical emission spectroscopy
ksc	= kilogram per square centimeter
LOI	= loss on iginition(%) defined by ASTM C311 as the weight fraction of materials that is lost by heating the oven dried sample at 750 °C
Pb	= lead
SEM	= scanning electron microscope
S/S	= Solidification/Stabilization
Total Cr	= total chromium, include of hexavalent chromium and trivalent chromium
w/c ratio	= water-to-cement ratio, the weight ratio of water to cement
XRD	= X-ray diffraction spectrometer
XRF	= X-ray fluorescence spectroscope