การศึกษาก้อนหล่อแข็งและปรับเสถียรกากตะกอนที่ปนเปื้อนสารหนู

นาย ธนพล เพ็ญรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม สหสาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4135-9

EXAMINATION OF SOLIDIFIED AND STABILIZED MATRICES OF ARSENIC CONTAINING SLUDGE

Mr. Tanapon Phenrat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Environmental Management

Inter-Department Program in Environmental Management

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4135-9

Thesis Title	EXAMINATION OF SOLIDIFIED AND STABILIZED MATRICES OF ARSENIC CONTAINING SLUDGE
By	Mr.Tanapon Phenrat
Field of Study	Environmental Management
Thesis Advisor	Associate Professor Taha F. Marhaba, Ph.D.,P.E.
Thesis Co-advisor	Manaskorn Rachakornkij, 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 Boonyong Lohwongwattana)

.....Thesis Advisor
(Associate Professor Taha F. Marhaba, Ph.D.,P.E.)

.....Thesis Co-advisor
(Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.)

.....Member
(Assistant Professor Prasert Pavasant, Ph.D.)

ธนพล เพ็ญรัตน์: การศึกษาก้อนหล่อแข็งและปรับเสถียรกากตะกอนที่ปนเปื้อนสารหนู. (EXAMINATION OF SOLIDIFIED AND STABILIZED MATRICES OF ARSENIC CONTAINING SLUDGE) อ.ที่ปรึกษา: TAHA F. MARHABA, Ph.D.,P.E., อ.ที่ปรึกษาร่วม: ดร. มนัสกร ราชากรกิจ 307 หน้า. ISBN 974-17-4135-9

กากตะกอนสีน้ำตาลดำซึ่งเกิดมาจากการกำจัดสารหนูโดยกระบวนการโคแอกกูเลชั่นและตกตะกอนร่วมนั้นที่จริงแล้วคือสารหนูที่ถูกดูดซับที่ผิวหน้าของเหล็กไฮดรอกไซด์ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการของละลายของสารหนูในกากตะกอน และ ความเป็นไปได้ของกากตะกอนที่จะเป็นของเสียอันตรายซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นเริ่มต้นของสารหนูในน้ำ และ ค่าความเข้มข้นหลังบำบัด จากการศึกษาพบว่า ค่าpH ของน้ำชะละลายเริ่มต้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการชะละลายของสารหนู เนื่องจากว่า pH ส่งผลต่อการคายตัวและการดูดซับใหม่ของสารหนู รวมทั้ง การ ละลาย และ ก่อตัวใหม่ของเหล็กไฮดรอกไซด์ จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า กากตะกอนที่เกิดจากการกำจัดสารหนูที่มีความเข็มข้นเริ่มต้นของสารหนูในน้ำในช่วง 140 ถึง 12,790 µg/L เพื่อผลิตน้ำดื่มที่มีค่าการปนเปื้อนที่ยอมรับได้คือ 10 และ 50 µg/L ไม่น่าจะถูกจัดเป็นของเสียอันตราย แต่ว่ากากตะกอนที่เกิดจากกระบวนการกำจัดสารหนูเบื้องต้นของน้ำที่มีสารหนูเข้มข้นจากกระบวกการ Ion Exchange จนผ่าน TBLLs บางค่า น่าจะถูกจัดเป็นของเสียอันตราย และเพื่อที่จะมีวิธีการจัดการกับของเสียนี้ที่ทั้งราคาสมเหตุผล และ เป็นผลดีต่อความเสถียรของตะกอนในระยะยาว งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์จากก้อนหล่อแข็งของกากตะกอนนี้ ถึงแม้ว่า กากตะกอนสารหนูที่ถูกดูดซับที่ผิวหน้าของเหล็กไฮดรอกไซด์ จะส่งผลเสียต่อความแข็งแรงของก้อนหล่อแข็งทั้งทางกายภาพและเคมี โดยการแทนที่ซีเมนต์, ลดพื้นที่รับแรงอัดโดยการฝังตัวของตะกอน, และ การหน่วง ปฏิกริยาไฮเดรชั่นโดย สารประกอบของแคลเซียมกับสารหนู การใช้ประโยชน์จากก้อนหล่อแข็งของกากตะกอนนี้เป็นก้อนคอนกรีตประสานปูพื้นยังคงเป็นไปได้ตามมาตรฐาน มอก. 827-2531 โดยส่วนผสมที่ใช้เพื่อการนี้นั้นมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.4, กากตะกอนต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.15, และ ปูนขาวต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0

สหสาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2546 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4589429020: MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: ARSENIC-IRON HYDROXIDE SLUDGE / LEACHABILITY/ SOLIDIFICATION AND STABILIZATION / WASTE UTILIZATION / CEMENT/ LIME/ XRD/ SEM-EDS/ FI-IR

TANAPON PHENRAT: EXAMINATION OF SOLIDIFIED AND STABILIZED MATRICES OF ARSENIC CONTAINING SLUDGE. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. TAHA F. MARHABA, Ph.D.,P.E., THESIS CO-ADVISOR: MANASKORN RACHAKORNKIJ, Ph.D., 307 pp. ISBN 974-17-4135-9.

Brownish sludge as a by-product of arsenic removal by coagulation/co-precipitation with ferric chloride is in fact arsenic bonded to surface of iron hydroxide through either inner or outer-sphere surface mechanism. This research was conducted to investigate leaching behavior of arsenic from the sludge and potential of the sludge to be hazardous waste as a function of initial arsenic concentrations and finished water targets. It was found that pH of extraction fluid might play a crucial role in controlling leachability of arsenic from the sludge because it influenced arsenic desorption and resorption as well as dissolution and reformation of iron hydroxide surface. In addition, it can be concluded that the sludge produced from removal of initial arsenic concentration ranging from 140 to 12,790 μg/l to comply with the drinking water standards of 10 and 50 μg/l of arsenic is unlikely to be hazardous waste. In contrast, the sludge from pretreatment of Ion Exchange brine to some TBLLs can be classified as hazardous waste. To reach a compromise between reasonable operation costs of waste management and sufficient long-term stability of the waste itself, this study also examined utilization potential of solidified/stabilized products. Although addition of arsenic-iron hydroxide sludge seemed to physically and chemically reduce compressive strength of the mortar due to replacement of cement, reduction of bearing by macroencapsulation of the sludge, and hydration inhibition by calcium-arsenic compounds, utilization of the solidified/stabilized sludge as an interlocking concrete paving block is also possible according to TIS 827-2531 (1988). The mix proportion for this purpose is water-to-binder ratio of 0.4, waste-to-binder ratio of 0.15, and lime-to-binder ratio of 0.

Inter-department Environmental Management	Student's signature T. Phenrat
Field of study Environmental Management	Advisor's signature.....
Academic year 2003	Co-advisor's signature.....

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his profound appreciation and deepest gratitude to his thesis advisor, Assoc. Prof. Taha F. Marhaba, and co-advisor, Dr. Manaskorn Rachakornkij, for their invaluable advice, continuous support, and encouragement through out this research. In reality, Dr. Marhaba has been more than just a thesis advisor, he has given the author a valuable opportunity for self-development by fostering a learning environment and freedom of thought. Similarly, considering the amount of time and energy Dr. Manaskorm has spent on this thesis, it would be completely wrong to call him a thesis co-advisor. For this reason, the author feels guilty every time he calls Assoc. Prof. Marhaba and Dr. Manaskorn his thesis advisor and co-advisor, and is trying to find words that truly explain what they have done for the author and this thesis. The author also would like to extend his gratitude to Assistant Professor Boonyong Lohwongwattan, Chairman of the committee; Assistant Professor Dr. Prasert Pavasant, a member of thesis committee; Assistant Professor Dr. Sutha Khaodhiar; and Dr. Khemarath Osathaphan for the their invaluable suggestions, continuous support, and encouragement throughout this study. The author wishes to extend his sincere appreciation to the staff and his friends at the National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management (NRC-EHWM). Special thank goes to Ms. Akiko Uyeda, Ms. Aweewan Mungmeechai, Ms. Kloykan Kaonatesuwan, and Ms. Ramnaree Netvichian for their untiring cooperation, support, and suggestions. Moreover, the author would like to express gratitude to the National Metal and Materials Technology Center (MTEC) and the Scientific and Technological Research Equipment Centre of Chulalongkorn University; especially Ms. Yaowaluck and Mr. Boonlur who gave many helpful suggestions and lab instrument support. The author would also like to gratefully acknowledge the Internal Postgraduate Programs in Environmental Management (Hazardous Waste Management) of the National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management at Chulalongkorn University for providing the scholarship, which enabled the author to pursue his studies. Finally, the author would like to take this opportunity to recognize his beloved parents and sacred things for their wholehearted understanding, encouragement, and patient support throughout his study.

CONTENTS

CONTENTS (Cont.)

Page

CONTENTS (Cont.)

Page

CONTENTS (Cont.)

Page

CONTENTS (Cont.)

Page

CONTENTS (Cont.)

Page

CONTENTS (Cont.)

Page

LIST OF TABLES

Table **Page**

LIST OF TABLES(Cont.)

Table **Page**

LIST OF TABLES(Cont.)

Table **Page**

LIST OF TABLES(Cont.)

Table **Page**

LIST OF FIGURES

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Pages**

NOMENCLATURES

ASTM	=	American Society for Testing and Materials
CFR	=	Code of Federal Regulations
C-S-H	=	Calcium silicate hydrate
FI-IR	=	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
LP-NO.6	=	Leaching procedure under the Notification of the Ministry of Industry No. 6 used in Thailand
MCL	=	Maximum Contaminant Level
SEM-EDS	=	Scanning Electron Microscopy equipped with Energy Despersive Analysis of X-ray
S/S	=	Solidification/Stabilization
TBLL	=	Technically Based Local Limits
TCLP	=	Toxicity Characteristic Leaching Procedure
UCS	=	Unconfined Compressive Strength
USEPA	=	U.S. Environmental Protection Agency
WHO	=	the World Health Organization
XRD	=	X-ray Diffraction Spectroscopy