

ผลของตะกั่วต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย



นาย บุญคง จรัสดีรังนิตย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-718-6

011065

I 16012409

EFFECTS OF LEAD ON THE ACTIVATED SLUDGE PROCESS



Mr. Boonjong Jarusdumrongnit

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1983

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของตะกั่วต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย
โดย นาย บุญจง จรัสดีดำรงนิทย์
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธิรภัทร์ สุธิตตานนท์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

บุญจง จรัสดีดำรงนิทย์

..... ศน.บศ. บัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุธิรภัทร์ สุธิตตานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

วิวัฒน์ ธีระวรรณ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิวัฒน์ ธีระวรรณ บัณฑิตวิทยาลัย)

ธีระ ธีระ

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระ ธีระ)

สุรพล สบายพาณิชย์

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สบายพาณิชย์)

สุธิรภัทร์ สุธิตตานนท์

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธิรภัทร์ สุธิตตานนท์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของตะกั่วต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย
ชื่อ นาย บุญจง จรัสดำรงนิทย์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อู่ธีรรักษ์ อู่จรัสตานนท์
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2526



บทคัดย่อ

ผลของตะกั่วต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย ได้ศึกษาในห้องปฏิบัติการจากแบบจำลองของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอยประเภทกวนลมบรรจุที่มีการเวียนตะกอนกลับ โดยใช้ น้ำเสียสังเคราะห์ซึ่งมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ (วัดในหน่วย COD) ประมาณ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทดลองด้วยความเข้มข้นของตะกั่วประมาณ 1 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

การศึกษาได้เปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ไม่เติมสารตะกั่ว พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในระดับที่ใช้ทดลองมีผลน้อยต่อประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์และการเกิดไนตริฟิเคชัน โดยจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ การเกิดไนตริฟิเคชันจะขึ้นกับระยะเวลาที่ตะกอนจุลินทรีย์ถูกเก็บกักอยู่ในระบบ อัตราการเกิดไนตริฟิเคชันต่างกันเล็กน้อย สัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์และสัมประสิทธิ์การสลายตัวของจุลินทรีย์จะลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของตะกั่ว สัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์จะมีค่าระหว่าง 0.50 - 0.27 ส่วนสัมประสิทธิ์การสลายตัวของจุลินทรีย์มีค่าในช่วง 0.18 - 0.02 ต่อวัน ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอยมีค่าสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

Thesis Title Effects of Lead on The Activated Sludge Process
Name Mr. Boonjong Jarusdumrongnit
Thesis Advisor Assistant Professor Suthirak Sujarittanonta, Ph.D.
Department Sanitary Engineering
Academic Year 1983



ABSTRACT

The effects of lead on the activated sludge process have been studied from laboratory bench-scale activated-sludge process using a continuous-flow completely mixed reactors with internal cell recycle. A synthetic wastewater was utilized throughout this study to give chemical oxygen demand (COD) of approximately 500 mg/l. Lead was added to the wastewater to obtain lead concentration of approximately 1, 5 and 10 mg/l.

The results of this study have been compared to the controlled reactor which void of lead. The result shows the insignificant effects of lead on COD removal efficiency. The COD removal efficiency higher than 90 percent is obtained with lead concentration as high as 10 mg/l. Nitrification is dependent on mean cell residence time (θ_c). The rate of nitrification is insignificant affected by lead concentration studied. The values of maximum microorganism cell yield coefficient (Y_{max}) and endogenous respiration coefficient (b) is decreased as the concentration of lead increased. The values of Y_{max} is decreased from 0.50 to 0.27 and the values of b is decreased from 0.18 to 0.02 per day as lead concentration increased from 1 to 10 mg/l, accordingly. Lead removal efficiency by activated sludge process is higher than 80 percent throughout this study.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาศิลปศาสตรมหา -
บัณฑิต ซึ่งสำเร็จด้วยความกรุณาและได้รับการส่งเสริมอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณหลายท่านที่
ข้าพเจ้าต้องขอจารึกและกล่าวไว้ในโอกาสนี้

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประคำสตรวีวิชาความรู้ ความคิด
และคำแนะนำ ตลอดจนให้กำลังใจอย่างดีในทุก ๆ ด้าน ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาควบคุมการวิจัยที่
ได้ให้ข้อเสนอแนะทั้งความช่วยเหลือสนับสนุนในการทำงานวิจัย และคณะกรรมการตรวจสอบ
วิทยานิพนธ์ที่ได้แนะนำตรวจสอบเพิ่มความสมบูรณ์แก่วิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กรมชลประทานที่ได้ส่งเสริมอนุมัติให้ข้าพเจ้าได้รับการศึกษา
ต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายช่างประวิติ เมฆสุวรรณ ฆยป.ที่ 5 นายช่างบรรจง ตะนังสูงเนิน
ชคย.โครงการตามพระราชดำริ จ.ลกลนคร ซึ่งเป็นผู้บังคับบัญชาข้าพเจ้า ได้สนับสนุนให้ลา
ศึกษาต่อ และนายช่างประเสริฐ สุภากรณ์ ชกย. ที่เกื้อกูลให้มีเวลาทำวิทยานิพนธ์สำเร็จ
เรียบร้อย

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยและสถาบันวิจัยลภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อนุเคราะห์เงินทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้ ทั้งให้ความช่วยเหลือสนับสนุนงานวิจัยด้วยดี ขอขอบคุณ
คุณ ลดาวัลย์ วิษณุวิชานนท์ และคุณ ธีรพล คังคะเกตุ ที่ช่วยจัดตรวจสารเคมีและวิเคราะห์
โลหะหนัก

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่การเคหะแห่งชาติศูนย์ช่วยเหลือชาวที่อำนวยความสะดวกในการเก็บ
หัวเชื้อจุลินทรีย์และน้ำเสีย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโลหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำการใช้เครื่องมือทั้งอำนวยความสะดวกในการทดลอง และขอขอบคุณ
ในความช่วยเหลือจาก พี่ เพื่อนและน้อง ๆ ซึ่งร่วมใช้ห้องปฏิบัติการในงานวิจัยต่าง ๆ โดย
ได้เป็นที่ปรึกษาและช่วยเหลือในทุกด้าน

และขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่น้องทุกคนในความกรุณาลำดับสุนทรียะ -
มวล จนทำให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นาย บุญจง จรัสตำรวจนิตย์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ญ
รายการรูปประกอบ	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	3
2. ตะกั่ว	5
2.1 สมบัติทั่วไปของตะกั่ว	5
2.2 ตะกั่วในน้ำเสีย	10
3. การบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย	17
3.1 ลักษณะทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย	17
3.2 นิเวศวิทยา ของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอน แขวนลอย	20
3.3 จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์	22
3.4 การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย	25
3.5 ไนตริฟิเคชัน	26
4. การบำบัดน้ำเสียที่มีโลหะหนักด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอน แขวนลอย	28
4.1 ผลของโลหะหนักในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย	28
4.2 การกำจัดโลหะหนักในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย	29

บทที่	หน้า
4.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำจัดโลหะหนักในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ เลี้ยงตะกอนแขวนลอย	33
5. การทดลอง	35
5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	35
5.2 น้ำเสียสังเคราะห์	38
5.3 การเริ่มเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	38
5.4 การควบคุมระบบ	38
5.5 วิธีการทดลอง	40
5.6 การเก็บตัวอย่างน้ำ	42
5.7 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	43
6. ผลการทดลองและวิจารณ์	45
6.1 การทดลองโดยไม่ได้เติมสารตะกั่ว	45
6.2 การทดลองด้วยความเข้มข้นของตะกั่ว 1.02 มิลลิกรัมต่อลิตร	49
6.3 การทดลองด้วยความเข้มข้นของตะกั่ว 4.28 มิลลิกรัมต่อลิตร	53
6.4 การทดลองด้วยความเข้มข้นของตะกั่ว 10.63 มิลลิกรัมต่อลิตร	57
6.5 ผลของตะกั่วต่อประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์	60
6.6 ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว	62
6.7 อิทธิพลของตะกั่วต่อสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุดของ จุลินทรีย์และสัมประสิทธิ์การสลายตัวของจุลินทรีย์	62
6.8 อิทธิพลของตะกั่วต่อไนตริฟิเคชัน	69
6.9 สัมมูลย์ของตะกั่วในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย	72
7. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	74
7.1 สรุปผลการทดลอง	74
7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	75
เอกสารอ้างอิง	76
ภาคผนวก	81
ประวัติผู้วิจัย	94

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
1. ปริมาณการผลิตแร่ตะกั่วของแต่ละประเทศทั่วโลก	6
2. สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของตะกั่ว	7
3. การละลายของลัารประกอบตะกั่วอินทรีย์	9
4. ปริมาณลัารประกอบตะกั่วอินทรีย์ที่บับังการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ .	11
5. ปริมาณตะกั่วในน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท	12
6. รายชื่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอยประเภทต่าง ๆ .	18
7. ผลการกำจัดโลหะหนักในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพจากโรงงาน บำบัดน้ำเสีย Johannesburg	31
8. ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียโดยวิธีบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยง ตะกอนแขวนลอยจากผลวิเคราะห์ต่าง ๆ	32
9. ส่วนประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์	39
10. ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์	41
11. ผลการทดลองโดยไม่เติมลัารตะกั่ว	46
12. ผลการทดลองด้วยความเข้มข้นของตะกั่ว 1.02 มิลลิกรัมต่อลิตร . . .	50
13. ผลการทดลองด้วยความเข้มข้นของตะกั่ว 4.28 มิลลิกรัมต่อลิตร . . .	54
14. ผลการทดลองด้วยความเข้มข้นของตะกั่ว 10.63 มิลลิกรัมต่อลิตร . . .	58
15. สมดุลย์ของตะกั่วในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย . . .	73

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
1. แผนภูมิแสดงการเกิดสารประกอบตะกั่วอินทรีย์.	8
2. การละลายของ $Pb(OH)_2$ กับ pH.	13
3. สภาวะแวดล้อมของระบบต่าง ๆ ในความสัมพันธ์ระหว่าง pE กับ pH	14
4. เปรียบเทียบของสารประกอบตะกั่วในสารละลายที่ประกอบด้วยอนุมูล $OH^- = CO_3^{-2} = PO_3^{-3} = S^{-2} = 10^{-2}$ โมล	15
5. แผนภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอยประเภท กวนสมบูรณ์ที่มีการเวียนตะกอนกลับ.	19
6. ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กับความเข้มข้น ของโลหะ.	34
7. แบบจำลองของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย ประเภทกวนสมบูรณ์ที่มีการเวียนตะกอนกลับ.	36
8. แบบจำลองของถังปฏิกรณ์และถังตกตะกอน.	37
9. ผลของตะกั่วต่อประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์.	61
10. ผลของตะกั่วต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว.	63
11. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของจุลินทรีย์ กับอัตราการไหลสารอาหารจำเพาะ.	64
12. ผลของตะกั่วต่อสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตปรากฏของจุลินทรีย์.	66
13. ผลของตะกั่วต่ออัตราการไหลสารอาหารจำเพาะ.	67
14. ผลของตะกั่วต่อปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ.	68
15. ผลของตะกั่วต่อปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ล้นเกิน.	70
16. ผลของตะกั่วต่อไนตริฟิเคชัน.	71