การลดปริมาณฟอสเฟตในการบำบัดน้ำเสียด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน

นางสาว จิตติมา จารุเดชา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีเทคนิค ภาควิชาเคมีเทคนิค
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-398-3

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19664111

REDUCTION OF PHOSPHATE IN WASTE WATER TREATMENT BY FLUIDIZATION TECHNIQUE

Miss. Chittima Charudacha

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Chemical Technology
Department of Chemical Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-333-398-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การลดปริมาณฟอสเฟตในการบำบัดน้ำเสียด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน

โดย นางสาว จิตติมา จารุเดชา

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. ภัทรพรรณ ประศาสน์สารกิจ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เลอสรวง เมฆสุต)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์)

จิตติมา จารุเดชา : การลดปริมาณฟอสเฟตในการบำบัดน้ำเสียด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน
(REDUCTION OF PHOSPHATE IN WASTE WATER TREATMENT BY
FLUIDIZATION TECHNIQUE)
อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ , 81 หน้า. ISBN 974-333-398-3.

การศึกษาการลดปริมาณฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชัน ได้ทำการทดลองในหอฟลูอิไดซ์เบดด้วยวิธีชีวภาพ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 0.28 ม. สูง 3 ม. สร้างด้วยเหล็กไร้สนิม ภายในบรรจุเม็ดของแข็งจำนวน 1/5 ของคอลัมน์ อัตราการไหลของน้ำเสีย 200 - 600 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราการป้อนอากาศ 396 – 1189 ลิตรต่อชั่วโมง และใช้น้ำปูนขาวช่วยสร้างตะกอนแคลเซียมฟอสเฟต

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาการลดปริมาณฟอสเฟตในหอฟลูอิไดซ์เบดด้วยวิธีทางชีวภาพ ส่วนที่สองเป็นการบำบัดด้วยการตกตะกอนเคมีด้วยน้ำปูนขาวรวมกับการบำบัดทางชีวภาพ และส่วนที่สามได้ใช้สารช่วยตกตะกอนรวมกับสารเคมีและการบำบัดทางชีวภาพ

ปรากฏว่าผลการทดลองในแต่ละส่วนสามารถลดปริมาณของฟอสเฟตในน้ำเสียได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 สามารถลดปริมาณฟอสเฟตได้ร้อยละ 33.05

ส่วนที่ 2 สามารถลดปริมาณฟอสเฟตได้ร้อยละ 55.05

และ ส่วนที่ 3 สามารถลดปริมาณฟอสเฟตได้ร้อยละ 69.05

ภาวะที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ชุดนี้อยู่ที่ อัตราการไหลน้ำเสีย 200 ลิตรต่อชั่วโมง โดยการตกตะกอนด้วยปูนขาวร่วมกับการใช้สารสร้างตะกอนก่อนบำบัดด้วยปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด มีการลดปริมาณฟอสเฟตสูงสุดร้อยละ 69.05 และประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีร้อยละ 86.76 ซึ่งให้ภาวะที่มีค่า MLSS 9,980 มิลลิกรัมต่อลิตร

ภาควิชา .....เคมีเทคนิค..... ลายมือชื่อนิสิต .....จิตติมา จารุเดชา.....

สาขาวิชา .....เคมีเทคนิค..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา ..... 2542 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....-.....

3970273123 : MAJOR CHEMICAL TECHNOLOGY

KEY WORD: PHOSPHATE / FLUIDZE BED / FLUIDIZATION TECHNIQUE / EFFLUENT

CHITTIMA CHARUDACHA : REDUCTION OF PHOSPHATE IN WASTE WATER TREATMENT BY FLUIDIZATION TECHNIQUE : THESIS ADVISOR : PROF. SOMSAK DAMRONGLERD , Ph. D. 81 pp. ISBN 974-333-398-3.

The research is done by using fluidization technique in fluidized bed in order to reduce the phosphate in wastewater treatment system. The fluidized bed is made from stainless steel has height 3 meters and outside diameter of 0.28 meters. Solid bead is loaded into fluidized bed 1 to 5 of column. The average wastewater flow rate is 200 – 600 l/h air flow rated is 396 – 1189 l/h and liquid lime is used to precipitate calcium phosphate.

The experiment is divided into 3 parts, first part, study the reduction of phosphate in fluidized bed by biological method. Second part was a treatment step with chemical precipitation and combined with biological treatment altogether. Third part used flocculant combined with chemical and biological treatment.

The result showed the phosphate reduction of wastewater in each part as following,

In first part, phosphate can be reduced to 33.05 percent

second part, phosphate can be reduced to 55.05 percent

and third part, phosphate can be reduced to 69.05 percent.

The suitable condition for this equipment is 200 l/h of wastewater flow rate by lime precipitation combined with flocculation before treating with fluidized bed reactor that provided the maximum phosphate reducing of 69.05 percent. The efficiency of reducing BOD of 86.76 percent at MLSS value is 9,980 มิลลิกรัมต่อลิตร.

ภาควิชา .....เคมีเทคนิค..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา .....เคมีเทคนิค..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา ..... 2542 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....-.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีของ ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำตักเตือน และช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ให้ลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านและคณาจารย์ ภาควิชาเคมีเทคนิค ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความวิชาความรู้และแนะนำข้อคิดเห็นต่าง ๆ ให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ คุณบัญญัติ แซ่ลิ้ม ช่างประปา ประจำที่โรงแรมริเวอร์ไซด์ที่ช่วยซ่อมแซมอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้จนสามารถดำเนินการวิจัยได้ดีมาตลอด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ บุคลากรในภาควิชาเคมีเทคนิคทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนวิจัย (สกว.) และบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายสุดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง และเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและให้การสนับสนุนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฐ
บทที่
1. บทนำ
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
ขอบเขตของการศึกษา 2
ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
ฟอสเฟต 4
รูปของฟอสเฟต 4
แหล่งของฟอสเฟต 6
ยูโทรฟิเคชัน 10
ผลกระทบของน้ำเสีย 15
การลดฟอสเฟต 16
1. การกำจัดฟอสเฟตโดยวิธีทางชีวภาพ 16
1.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบฟลูอิไดซ์เบด 17
2. การกำจัดฟอสเฟตโดยวิธีทางเคมี 22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 35

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง 35
เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง 35
สารเคมี 40
ตัวกลาง 41
อากาศ 41
ค่าการวิเคราะห์ 41
ขั้นตอนการทดลอง 41
การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ 42
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล 44
หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำเสียกับอัตราการไหลของอากา..... 44
ผลการบำบัดน้ำเสียและวิเคราะห์ผล..... 46
1. ปริมาณสารอาหาร (Nutrients)..... 46
2. ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนที่อยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด..... 48
3. ค่าพีเอช 50
4. ค่าบีโอดี 53
5. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 56
6. ระยะเวลาในการกักเก็บ 59
7. การเปรียบเทียบกับระบบบำบัดน้ำเสียอื่น 62
8. ค่าใช้จ่ายในการลดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยสารเคมี
ในระบบบำบัดทางชีวภาพ..... 64
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 65
สรุปผลการทดลอง..... 65
ข้อเสนอแนะในการวิจัยเพิ่มเติม..... 67
รายการอ้างอิง..... 67
ภาคผนวก 68
ภาคผนวก ก..... 69

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข..... 73
ภาคผนวก ค..... 80
ประวัติผู้เขียน..... 81

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รูปของฟอสฟอรัสที่พบในธรรมชาติ 5
ตารางที่ 2.2 สารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย..... 7
ตารางที่ 2.3 ปริมาณจำหน่ายสารประกอบฟอสฟอรัสที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ พ.ศ.2535... 9
ตารางที่ 2.4 ปริมาณการนำปุ๋ยเข้าของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ.2531 - 2533..... 10
ตารางที่ 2.5 แหล่งน้ำของทะเลสาปแบบโอลิโกโทรพิคและทะเลสาปแบบยูโทรพิค..... 15
ตารางที่ 3.1 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ..... 42
ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของอากาศกับอัตราการไหลของน้ำเสีย
ที่ให้ค่าบีโอดีที่เหมาะสมในการบำบัด..... 44
ตารางที่ 4.2 ปริมาณอาหารเสริมไนโตรเจนฟอสฟอรัสเปรียบเทียบกับค่า
บีโอดีที่มีอยู่ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด..... 47
ตารางที่ 4.3 ปริมาณอาหารเสริมไนโตรเจนฟอสฟอรัสเปรียบเทียบกับค่า
บีโอดีในน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัด..... 47
ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสียอื่นกับงานวิจัยที่ทำ.....63

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แผนผังของฟอสฟอรัสที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์..... 8
รูปที่ 2.2 ความสมดุลและความไม่สมดุลของห่วงโซ่อาหารในยูโทรฟิเคชัน..... 11
รูปที่ 2.3 การแบ่งชั้นน้ำของทะเลสาปแบบยูโทรฟิเคชัน ในช่วงฤดูหนาว..... 12
รูปที่ 2.4 อิทธิพลของความขุ่นต่อการเกิดยูโทรฟิเคชัน..... 13
รูปที่ 2.5 แผนผังแสดงการทำงานของกระบวนการกระบวนฟลูอิไดซ์เบด..... 18
รูปที่ 2.6 ลักษณะของเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบดขนาด Pilot 19
รูปที่ 2.7 ลักษณะแผนผังเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบดแบบจุลินทรีย์ขาดออกซิเจน..... 20
รูปที่ 2.8 ลักษณะขนาดแผนผังระบบบำบัดน้ำเสียฟลูอิไดซ์เบดแบบจุลินทรีย์ใช้ออกซิเจน..... 20
รูปที่ 2.9 ลักษณะของเครื่องบำบัดน้ำเสียฟลูอิไดซ์เบดแบบเติมออกซิเจน..... 21
รูปที่ 2.10 กลไกของปฏิกิริยาการเกิดโคแอกกูเลชัน..... 25
รูปที่ 2.11 ตำแหน่งการเติมสารสร้างตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพ..... 30
รูปที่ 3.1 เครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด โรตามิเตอร์อัตราการไหลของน้ำเสียและ อากาศ..... 36
รูปที่ 3.2 ถังเติมปูนขาว และถังเติม flocculant..... 36
รูปที่ 3.3 ถังพักน้ำเสีย และ ถังตกตะกอน..... 37
รูปที่ 3.4 เครื่องปฏิกรณ์บำบัดน้ำเสียฟลูอิไดซ์เบดสามเฟส..... 38
รูปที่ 3.5 รายละเอียดของเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด..... 39
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำเสียและ
อัตราการไหลของอากาศที่ให้ค่าการบำบัดบีโอดีสูง..... 46
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ที่อยู่ใน
เครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด กับอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบ..... 48
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์
ที่อยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด กับปริมาณปูนขาวที่เติมลงในระบบ
ที่อัตราการไหล 200 ลิตรต่อชั่วโมง 49
รูปที่ 4.4 ค่าพีเอชของน้ำเสียที่เข้าระบบและออกจากระบบที่อัตราการไหลของน้ำเสีย
200, 300, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ..... 50

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.5 ค่าพีเอชของน้ำเสียที่เข้าระบบ ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 200, 300, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อเติมปูนขาว.....51
รูปที่ 4.6 ค่าพีเอชของน้ำเสียที่ออกจากระบบ ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 200, 300, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อเติมปูนขาว.....51
รูปที่ 4.7 ค่าพีเอชของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัด และออกจากระบบบำบัด ที่การเติมปูนขาวและสารสร้างตะกอน ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 200 ลิตรต่อชั่วโมง.....52
รูปที่ 4.8 ค่าบีโอดีน้ำที่เข้าระบบบำบัดและออกจากระบบบำบัดที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 200, 300, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ.....54
รูปที่ 4.9 ค่าบีโอดีน้ำที่เข้าระบบบำบัดที่เติมปูนขาว ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 200, 300, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ.....54
รูปที่ 4.10 ค่าบีโอดีน้ำที่ออกจากระบบบำบัดที่เติมปูนขาว ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 200, 300, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ.....55
รูปที่ 4.11 ค่าบีโอดีน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัด และออกจากระบบบำบัด ที่เติมปูนขาว และสารสร้างตะกอน ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 200 ลิตรต่อชั่วโมง.....55
รูปที่ 4.12 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่เข้าระบบบำบัด และออกจากระบบบำบัด ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 200, 300, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ..... 57
รูปที่ 4.13 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่เข้าระบบบำบัด และออกจากระบบบำบัด ที่การเติมปูนขาว ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 200, 300, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ.....57
รูปที่ 4.14 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่เข้าระบบบำบัด และออกจากระบบบำบัด ที่การเติมปูนขาว และสารสร้างตะกอน ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย 200 ลิตรต่อชั่วโมง..... 58
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการกักเก็บกับร้อยละการกำจัดบีโอดี และฟอสฟอรัสในระบบบำบัดชีวภาพปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด.....60
รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการกักเก็บกับร้อยละการกำจัดบีโอดี และฟอสฟอรัสในระบบบำบัดที่รวมการตกตะกอนทางเคมีกับระบบชีวภาพฟลูอิไดซ์เบด.....60

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A	=	พื้นที่ (เมตร^2)
BOD_5	=	ค่าความต้องการออกซิเจนโดยจุลินทรีย์เมื่อเวลาผ่านไป 5 วัน (มิลลิกรัม ต่อลิตร)
MLSS	=	ค่าตะกอนแขวนลอยในเครื่องปฏิกรณ์ (มิลลิกรัม ต่อลิตร)
t	=	เวลา
HRT	=	ระยะเวลากักเก็บ