การบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูงด้วยถังกรองไร้อากาศที่มีตัวกลางเม็ดพลาสติกลอยน้ำ

นาย ธเรศ พงษ์สาระนันทกุล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-265-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17950302

TREATMENT OF HIGH STRENGTH WASTEWATER USING FLOATING PLASTIC BEAD MEDIA ANAEROBIC FILTER

MR. THARADE PHONGSARANANTHAKUL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirments for the Degree
at Master of Engineering in Environmental Engineering
Department of Environmental Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic year 1997

ISBN 974-638-265-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูงด้วยถังกรองไร้อากาศที่มีตัวกลางเม็ดพลาสติกลอยน้ำ
โดย	นาย ชเรศ พงษ์สาระนันทกุล
ภาควิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ พรประภา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ)

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

..... กรรมการ
(อาจารย์ วิบูลย์ลักษณ์ พึ่งรัศมี)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ธเรศ พงษ์สาระนันทกุล : การบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูงด้วยถังกรองไร้อากาศที่มีตัวกลางเม็ดพลาสติกลอยน้ำ (TREATMENT OF HIGH STRENGTH WASTEWATER USING FLOATING PLASTIC BEAD MEDIA ANAEROBIC FILTER)
อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ , 146 หน้า. ISBN 974-638-265-9.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสามารถของการบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูงด้วยระบบถังกรองไร้อากาศโดยตัวกลางที่ใช้เป็นเม็ดพลาสติกที่ลอยน้ำการทดลองแบ่งเป็น 2 ชุด โดยแต่ละชุดใช้กระบอกพีวีซีใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ความสูงของกระบอกสูงประมาณ 2.5 เมตร ภายในบรรจุตัวกลางเม็ดพลาสติกลอยอยู่ครึ่งถังบนมีความสูงของตัวกลาง 1.25 เมตร การป้อนน้ำเสียในการทดลองเป็นแบบไหลขึ้น ทำการทดลองกำจัดน้ำเสียความเข้มข้นสูงคิดเป็นค่าซีโอดี 825, 1650, 3300, 3850 และ 5500 มก./ล. โดยกำหนดเวลากักน้ำเท่ากับ 9 ชั่วโมง คิดเป็นค่าภาระบรรทุกอินทรีย์ 2.2, 4.4, 8.8, 10.26 และ 14.67 กก.ซีโอดี/ม^3-วัน ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีคิดเป็นร้อยละ 89, 77, 71, 47 และ 33% ตามลำดับ โดยมีเปอร์เซนต์ของก๊าซมีเทน 82, 59, 50, 48 และ 44% ตามลำดับ ผลการทดลองสรุปได้ว่าการใช้ระบบถังกรองไร้อากาศจะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อมีค่าภาระบรรทุกอินทรีย์ต่ำ เมื่อภาระบรรทุกอินทรีย์สูงขึ้นจะมีประสิทธิภาพลดลง โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูงจะมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้พบว่าข้อดีของตัวกรองเม็ดพลาสติกซึ่งช่วยป้องกันตะกอนจุลินทรีย์หลุดออกมาจากระบบด้วย แต่ข้อเสียของตัวกลางดังกล่าว คือ อาจทำให้ระบบอุดตันได้ง่าย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต ธเรศ พงษ์สาระนันทกุล
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C818057 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING
KEY WORD: ANAEROBIC FILTER / FLOATING PLASTIC BEAD MEDIA / START UP

THARADE PHONGSARANANTHAKUL : TREATMENT OF HIGH STRENGTH WASTEWATER USING FLOATING PLASTIC BEAD MEDIA ANAEROBIC FILTER. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PETCHPORN CHAWAKITCHAREON, Ph.D. 146 pp. ISBN 974-638-265-9.

The purpose of this study was to investigate the capacity of anaerobic filter with floated plastic medias for treating high strength wastewater. The experiments were carried out by using 2 reactors of 3 inches diameter PVC cylinder. The height of reactors were 2.5 meter and composed of 1.25 meter height plastic media. The experiments were operated by upflow-feeding of wastewater. The systhetic wastewater was prepared at 825, 1650, 3300, 3850 and 5500 mg/l COD respectively. The retention time was 9 hours and organic loading were 2.2, 4.4, 8.8, 10.26 and 14.67 kg-COD/m^3-day respectively. The results indicated that the COD removal efficiency are 89%, 77%, 71%, 47% and 33% respectively in which the percent of methane gas are 82%, 59%, 50%, 48% and 44% respectively. The conclusion of this study indicated that the anaerobic filter had high efficiency when the organic loading were low and the higher organic loading were the lower efficiency were. Moreover, the medias could protect the microorganism sludge from washing out the reactor. The disadvantage of the media was it might cause a system clogging.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต พรสราณันทกุล

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้เนื่องมาจากหลายฝ่ายบุคคลแรกที่จะต้องขอกราบขอบพระคุณมากที่สุด คือ อาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้า รศ.ดร.เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ ที่ให้การช่วยเหลือ ให้คำแนะนำต่างๆ และเคี่ยวเข็ญ ตลอดเวลา จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จออกมาในที่สุด

ขอขอบคุณคณะกรรมการที่ช่วยตรวจสอบวิทยานิพนธ์ให้ ได้แก่ รศ.ไพพรรณ พรประภา, รศ.ดร.ธีระ เกรอต และอาจารย์วิบูลย์ลักษณ์ พึ่งรัศมี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้เงินสนับสนุนงานวิจัยบางส่วนที่ถึงแม้จะไม่มากแต่ก็ช่วยให้งานสำเร็จลงได้

ขอบคุณพี่ๆหลายท่านที่ภาควิชาสิ่งแวดล้อม จุฬาฯ คือ พี่รุ่น C6, C7 และ พี่อื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่ให้คำแนะนำสิ่งต่างๆ ให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการทดลอง ขอบพระคุณเพื่อนๆร่วมรุ่น C8 ที่ส่งทั้งแรงกายและแรงใจช่วย ได้แก่ คุณกานตพันธ์ คุณดวงสมร คุณปริยดา คุณโสภา และทุกคน นอกจากนั้นขอบคุณเพื่อนๆชลประทาน E46 ที่ให้กำลังใจข้าพเจ้าโดยตลอด

ขอบคุณเป็นพิเศษกับนายศิริวัฒน์ จิตตศิลป์, นายณัฐ จันทนนัฏ และนายโกมล เอี่ยมเสมอ ที่ช่วยประกอบโมเดลจนสำเร็จ และช่วยเหลือด้านเทคโนโลยีต่างๆ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ชายของข้าพเจ้าที่สนับสนุนเงินทุนให้ข้าพเจ้า และให้กำลังใจโดยตลอดระยะเวลาที่ศึกษาเล่าเรียน

คุณความดีใดๆที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอมอบให้กับบุคคลข้างต้นทั้งหมด

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย..... ค.
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง.
กิตติกรรมประกาศ..... จ.
สารบัญเรื่อง..... ช.
สารบัญตาราง..... ฌ.
สารบัญรูป..... ญ.
บทที่ 1 บทนำ..... 1
บทที่ 2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย..... 3
2.1 วัตถุประสงค์..... 3
2.2 ขอบเขตการวิจัย..... 3
บทที่ 3 ทฤษฎีและแนวคิดที่สำคัญ..... 4
3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับกระบวนการหมักระบบไร้ออกซิเจน..... 4
3.1.1 แบคทีเรียที่สำคัญในกระบวนการหมักแบบไร้ออกซิเจน..... 4
3.1.2 ปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไร้ออกซิเจน..... 6
3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน..... 9
3.2.1 อุณหภูมิ..... 9
3.2.2 พีเอช..... 9
3.2.3 SRT และ HRT..... 10
3.2.4 สภาพความเป็นด่าง..... 10
3.2.5 ความเป็นพิษ..... 11
3.2.6 ศักยภาพการให้และรับอิเล็กตรอน..... 12
3.3 ประเภทของกระบวนการไร้ออกซิเจน..... 14
3.3.1 ถังย่อยสลัดจ์..... 14
3.3.2 ถังย่อยแบบสัมผัส..... 16
3.3.3 ถังย่อยแบบแยกเชื้อ..... 16
3.3.4 เครื่องกรองแบบไร้ออกซิเจน..... 17
3.3.5 ระบบชั้นลอยตัวแบบไร้ออกซิเจน..... 18
3.3.6 ระบบยูเอเอสบี..... 19

สารบัญ(ต่อ)

หน้าที่

3.3.7 ระบบจานหมุนชีวภาพไร้ออกซิเจน..... 21
3.3.8 ระบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน..... 21
3.3.9 บ่อบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน..... 22
3.4 เครื่องกรองไร้ออกซิเจน..... 23
3.4.1 ลักษณะทั่วไป..... 23
3.4.2 ข้อดีข้อเสียของระบบไร้ออกซิเจน..... 25
3.5 ความด้อยเสถียรภาพของปฏิบัติการไร้ออกซิเจน..... 26
3.5.1 สาเหตุที่ทำให้มีความด้อยเสถียรภาพ..... 26
3.5.2 สัญญาณเตือนของการเสียสมดุลของระบบ..... 27
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 28
บทที่ 4 การวางแผนการวิจัย..... 38
4.1 แผนการทดลอง..... 38
4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 38
4.3 น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลอง..... 41
4.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์น้ำเสีย..... 43
4.5 วิธีที่ใช้วิเคราะห์..... 46
บทที่ 5 ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผล..... 47
5.1 การเริ่มต้นระบบ..... 47
5.2 ผลการทดลองทั่วไป..... 47
5.3 ผลการทดลองตามความสูงของถังกรอง..... 63
5.4 วิเคราะห์ผลการวิจัย..... 75
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย..... 86
6.1 สรุปผลการวิจัย..... 86
6.2 ข้อเสนอสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป..... 86
รายการอ้างอิง..... 88
ภาคผนวก ก. 92
ภาคผนวก ข. 141
ประวัติผู้เขียน..... 146

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้าที่

1.1 ประสิทธิภาพและความสามารถรับความสกปรกของกระบวนการไร้อากาศแบบต่าง ๆ 2
3.1 สรุปคุณสมบัติของแบคทีเรียที่สร้างมีเทนชนิดต่าง ๆ 5
3.2 ค่าโออาร์พีของปฏิกิริยาประเภทต่าง ๆ 27
4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์โดยการเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดีของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบถังกรองไร้ออกซิเจน 38
4.2 ตัวแปรตามที่จะวิเคราะห์และความถี่ในการวิเคราะห์ 43
5.1 ค่าเฉลี่ยพีเอชในสภาวะคงตัว 49
5.2 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในสภาวะคงตัว 51
5.3 ค่าเฉลี่ยของกรดโวเลนไทล์ในสภาวะคงตัว 53
5.4 ค่าเฉลี่ยสภาพความเป็นด่างรวมในสภาวะคงตัว 55
5.5 ค่าเฉลี่ยโออาร์พีน้ำออกในสภาวะคงตัว 55
5.6 ค่าเฉลี่ยตะกอนแขวนลอยในสภาวะคงตัว 57
5.7 ค่าเฉลี่ยซีโอดีของระบบในสภาวะคงตัว 59
5.8 ค่าเฉลี่ย TOC ของระบบที่สภาวะคงตัว 63
5.9 ค่าพีเอชตามระยะความสูงของถังกรอง 65
5.10 ค่าอุณหภูมิตามระยะความสูงของถังกรอง 67
5.11 ค่ากรดโวเลนไทล์ตามระยะความสูงของถังกรอง 69
5.12 ค่าความเป็นด่างรวมตามระยะความสูงของถังกรอง 71
5.13 ค่าโออาร์พีตามระยะความสูงของถังกรอง 71
5.14 ค่าตะกอนแขวนลอยตามระยะความสูงของถังกรอง 73
5.15 ค่าซีโอดีตามระยะความสูงของถังกรอง 75
5.16 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วน VFA/ALK ของระบบ 78

สารบัญรูป

รูปที่ หน้าที่

3.1 ปฏิกิริยาของแบคทีเรียพวกสร้างกรด..... 7
3.2 ปฏิกิริยาของแบคทีเรียพวกสร้างมีเทน..... 7
3.3 ลักษณะเป็นขั้นตอนของระบบปฏิบัติการเคมีที่ไม่ใช้ออกซิเจน..... 8
3.4 ผลของ pH ที่มีต่ออัตราผลิตมีเทนและก๊าซทั้งหมดจากกรดฟอร์มิก.. 10
3.5 ปฏิกิริยาการทำลายพิษของโลหะโดยซัลไฟด์ในสภาวะไร้ออกซิเจน.. 13
3.6 ถังย่อยชนิดอัตราต่ำ..... 14
3.7 ถังย่อยแบบอัตราสูง..... 15
3.8 ถังย่อยแบบอัตราสูงที่มีการแยกตะกอน..... 15
3.9 ระบบถังย่อยแบบสัมผัส..... 16
3.10 ระบบถังย่อยแบบสองเฟส..... 17
3.11 ระบบเครื่องกรองไร้ออกซิเจน..... 18
3.12 ระบบชั้นลอยตัวแบบไร้ออกซิเจน..... 19
3.13 ระบบยูเอเอสบี..... 20
3.14 ระบบ Anaerobic rotating biological reator..... 21
3.15 ระบบ Anaerobic baffled reator..... 22
4.1 ก๊าซมิเตอร์..... 40
4.2 ลักษณะพื้นที่ผิวเม็ดพลาสติกก่อนแช่กรด..... 42
4.3 ลักษณะพื้นที่ผิวเม็ดพลาสติกหลังแช่กรด..... 42
4.4 Flow Diagram ของระบบเครื่องกรองไร้ออกซิเจน..... 44
4.5 ลักษณะโมเดลที่ใช้ในการทดลอง..... 45
5.1 ค่าพีเอชของน้ำเสียที่เข้าถังกรองและที่ออกจากถังกรอง..... 48
5.2 ค่าอุณหภูมิของน้ำเสียที่เข้าถังกรองและที่ออกจากถังกรอง..... 50
5.3 ค่ากรดโวเลนไทล์ของน้ำเสียที่เข้าถังกรองและที่ออกจากถังกรอง.... 52
5.4 ค่าความเป็นด่างรวมของน้ำเสียที่เข้าถังกรองและที่ออกจากถังกรอง. 54
5.5 ค่าโออาร์พีของน้ำเสียที่ออกจากจากถังกรอง..... 56
5.6 ค่าตะกอนแขวนลอยของน้ำเสียที่เข้าถังกรองและที่ออกจากถังกรอง. 58
5.7 ค่าซีโอดีของน้ำเสียที่เข้าถังกรองและที่ออกจากถังกรอง..... 60
5.8 ค่า TOC ของน้ำเสียที่เข้าถังกรองและที่ออกจากถังกรอง..... 62

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้าที่

5.9 ค่าพีเอชตามระยะความสูงของถังกรอง..... 64
5.10 ค่าอุณหภูมิตามระยะความสูงถังกรอง..... 66
5.11 ค่ากรดโวเลนไทล์ตามระยะความสูงของถังกรอง..... 68
5.12 ค่าความเป็นด่างรวมตามระยะความสูงของถังกรอง..... 70
5.13 ค่าโออาร์พีตามระยะความสูงของถังกรอง..... 72
5.14 ค่าตะกอนแขวนลอยตามระยะความสูงของถังกรอง..... 74
5.15 ค่าซีโอดีตามระยะความสูงของถังกรอง..... 76
5.16 ลักษณะเม็ดพลาสติกที่บรรจุในถังกรองไร้อากาศ..... 79
5.17 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของระบบ..... 80
5.18 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีตามระยะความสูง..... 82
5.19 ลักษณะเม็ดพลาสติกที่ใช้ในการทดลอง..... 84
5.20 เปรียบเทียบระหว่างเม็ดพลาสติกก่อนทดลองและหลังทดลอง..... 84
5.21 ลักษณะของแบคทีเรียที่เกาะบนพื้นผิวของเม็ดพลาสติก กำลังขยาย 370 เท่า..... 85
5.22 ลักษณะของแบคทีเรียที่เกาะบนพื้นผิวของเม็ดพลาสติก กำลังขยาย 7000 เท่า..... 85

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย