การศึกษากรรมวิธี แอร์เรตด์ ซับเมอรจด์ ฟิลเตอร์

นายสิทธิชัย เชี่ยวยืนยง

007552

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2525

ISBN 974-561-638-9

i 17917220

A STUDY OF AN AERATED SUBMERGED FILTER PROCESS

Mr. Sittichai Cheowyuenyong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1982

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษากรรมวิธี แอร์เรตด์ ชัยเบอรจค์ ฟิลเตอร์
โดย	นายสิทธิชัย เชี่ยวยืนยง
ภาควิชา	วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพานิช

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ธรรมิกรักษ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพพรรณ พรประภา)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพานิช)

ลิขสิทธิของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษากรรมวิธี แอร์เรตด์ ชับเมอรจค์ ฟิลเตอร์
ชื่อ นายสิทธิชัย เชี่ยวยืนยง
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพานิช
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2525

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

จากการทดลองโดยใช้เครื่องทดลองขนาดห้องปฏิบัติการ พบว่า กรรมวิธีแอร์เรตด์ ชับเมอรจค์ ฟิลเตอร์ ซึ่งใช้ท่อ พี วี ซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ตัดเป็นท่อนยาว 5 มม. ทำเป็นตัวกลางส่วนบนของถังและใช้ทรายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.19 มม. ถึง 2.38 มม. เป็นทรายกรองที่ก้นถังปฏิกิริยา สามารถใช้ในกรรมวิธีนี้ได้

ผลการทดลองรวม 11 การทดลองในระยะเวลา 196 วัน พบว่า กรรมวิธีแอร์เรตด์ ชับเมอรจค์ ฟิลเตอร์ สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้จาก 0.85 กก.ซี โอ ดี/ลบ.ม.-วัน ถึง 7.06 กก.ซี โอ ดี/ลบ.ม.-วัน และมีประสิทธิภาพในการลด ซี โอ ดี ได้ร้อยละ 84 ถึง 93 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่ากรรมวิธี แอ็กติเวเต็ดสลัจ หรือ ทริคคลิงฟิลเตอร์ ตะกอนแขวนลอยที่ออกมากับน้ำออกมีค่าระหว่าง 2 มก./ล. ถึง 126 มก./ล. ปริมาณความต้องการอากาศเพื่อให้มีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำมากกว่า 1 มก./ล. มีค่าระหว่าง 21 ถึง 25 ลบ.ม./กก.ซี โอ ดี ที่ถูกกำจัดหรือเพียงร้อยละ 21 เมื่อเทียบกับปริมาณความต้องการอากาศในขบวนการแอ็คติเวเต็ดสลัจ

ในการวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ค่าตัวแปรที่สำคัญ ตลอดจนสมการ เอ็มพิริกัล ซึ่งได้จากผลการทดลองทั้งหมด

Thesis Title	A Study of an Aerated Submerged Filter Process
Name	Mr. Sittichai Cheowyuengong
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Surapol Saipanich
Department	Sanitary Engineering
Academic Year	1982

ABSTRACT

A laboratory scale aerated submerged filter was constructed and used in the experimental study. It was found that the suitable media were pieces of PVC pipe, 10 mm. in diameter, 5 mm. length, placing at the upper part of the column and graded sand of 1.19 mm. to 2.38 mm. in diameter as filtering sand at the bottom of the reactor column.

The study of 11 experimental runs was conducted for a 196 days. The results showed that the aerated submerged filter could be loaded from 0.85 kg.COD/m^3-day up to 7.06 kg.COD/m^3-day with 84 to 93 percent COD removal respectively. The loading and the associated efficiency were equal to or higher than those of an activated sludge process or a trickling filter. The effluent suspended solid at various loading varied from 2 mg/l to 126 mg/l. Air requirements to maintain the dissolved oxygen be more than 1 mg/l. was found between 21 to 25 m^3/kg.COD removed, or only 21 percent of air requirements in an activated sludge process.

From the obtained results, the essential parameters and empirical equations were analysed in this research work.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายใต้การควบคุมของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพานิช ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพานิช ซึ่งได้ให้ข้อแนะนำและแนวทางสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาลที่ให้วิชาความรู้ในทางวิศวกรรมสุขาภิบาล รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาลที่ได้ให้ความสะดวกในการทดลองเป็นอย่างดี และบรรดาเพื่อน ๆ ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือพร้อมทั้งให้กำลังใจในการทำวิจัยนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญเรื่อง ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปประกอบ ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 กล่าวโดยทั่วไป 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

2. แนวความคิดและความเป็นมาของกรรมวิธี แอร์เรตด์ ซับเมอรจด์ ฟิลเตอร์ 3

2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียประเภทที่แบคทีเรียอยู่ในลักษณะแขวนลอย ... 3

2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียประเภทที่แบคทีเรียอยู่ในลักษณะยึดเกาะกับตัวกลาง 5

2.3 ความเป็นมาของกรรมวิธี แอร์เรตด์ ซับเมอรจด์ ฟิลเตอร์ 5

3. หลักการและทฤษฎี 7

3.1 หลักการทำงานของแอร์เรตด์ ซับเมอรจด์ ฟิลเตอร์ 7

3.2 หลักการและทฤษฎีของแอร์เรตด์ ซับเมอรจด์ ฟิลเตอร์ 7

3.2.1 สภาวะแวดล้อมสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย
ในแอร์เรตด์ ซับเมอรจด์ ฟิลเตอร์ 9

3.2.2 หลักการและองค์ประกอบที่มีผลต่อการกรองของแอร์เรตด์
ซับเมอรจด์ ฟิลเตอร์ 11

4. การวางแผนการทดลอง 19

4.1 แผนการทดลอง 19

4.2 การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ 20

4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 21

บทที่ หน้า

4.4 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของน้ำ 24

5. ผลการทดลองและวิจารณ์ 25

5.1 การทดลองหาตัวกลาง (Media) ที่จะใช้ในการทดลอง 25

5.2 ผลการทดลองบำบัดน้ำเสียและวิจารณ์ 31

5.2.1 ปริมาณการใช้อากาศ 32

5.2.2 ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส 36

5.2.3 อุณหภูมิ 37

5.2.4 พี เอช 37

5.2.5 ปริมาณตะกอนแขวนลอย 40

5.2.6 ค่าระดับน้ำสูญเสีย (Head Loss) 43

5.2.7 ประสิทธิภาพในการกำจัด ซี โอ ดี 54

5.2.8 ลักษณะของจุลชีพ 62

5.2.9 อัตราการกรองของทรายกรอง 65

6. ความสำคัญทางวิศวกรรมสุขาภิบาล 66

6.1 ความสำคัญทางวิศวกรรม 66

6.2 ข้อดีของกรรมวิธีแอร์เรตด์ ซับเมอรจด์ ฟิลเตอร์ 67

6.3 ข้อเสียของกรรมวิธีแอร์เรตด์ ซับเมอรจด์ ฟิลเตอร์ 68

7. สรุปผลการทดลอง 69

8. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 71

เอกสารอ้างอิง 72

ภาคผนวก 75

ประวัติผู้วิจัย 89

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงอัตราการไหลของน้ำเสีย เวลาเก็บกักและปริมาตรบรรทุกของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง 20

4.2 ส่วนประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์ 21

5.1 แสดงผลการทำ Sieve Analysis 26

5.2 แสดงผลการใช้ปริมาณอากาศต่อ ซี โอ ดี ที่ถูกกำจัด 35

5.3 แสดงผลการหาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัส 36

5.4 แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ 40

5.5 แสดงระยะเวลาที่ทำให้เกิดระดับน้ำสูญเสียที่ระดับต่าง ๆ 46

5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ทำให้เกิดระดับน้ำสูญเสียกับปริมาตรบรรทุกที่เพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มความเข้มข้นของ ซี โอ ดี ในน้ำเสีย 52

5.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ทำให้เกิดระดับน้ำสูญเสียกับปริมาตรบรรทุกที่เพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเสีย . 53

5.8 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัด ซี โอ ดี 61

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่ หน้า

3.1 หลักการทำงานของ แอร์เรคต์ ชับเมอรจค์ ฟิลเตอร์ 8

3.2 แสดงช่วงขนาดของสารแขวนลอยชนิดต่าง ๆ 14

3.3 แสดงขนาดของช่องว่างระหว่างเม็ดทรายและสารแขวนลอย 14

4.1 รายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 22

5.1 แสดงการทำ Sieve Analysis หาค่า Effective Size และ Uniform Coefficient 27

5.2 แสดงการใส่ตัวกลาง (Media) โดยใช้ทรายที่มีค่า Effective Size 0.45 มม. และมี Uniform Coefficient 1.50 28

5.3 แสดงการยกถังปฏิกริยาให้สูงขึ้นและต่อท่อ Effluent ให้ย้อยต่ำลงมาเป็นระยะ 2.50 เมตร 29

5.4 แสดงถังปฏิกริยาโดยใช้ตัวกลางสองชนิด 30

5.5 แสดงปริมาณออกซิเจนใน Sample Ports ของการทดลองที่ 1-3 33

5.6 แสดงปริมาณออกซิเจนใน Sample Ports ของการทดลองที่ 4-6 33

5.7 แสดงปริมาณออกซิเจนใน Sample Ports ของการทดลองที่ 7-9 34

5.8 แสดงปริมาณออกซิเจนใน Sample Ports ของการทดลองที่ 10-11 .. 34

5.9 แสดงค่า pH ของการทดลองที่ 1-3 38

5.10 แสดงค่า pH ของการทดลองที่ 4-6 38

5.11 แสดงค่า pH ของการทดลองที่ 7-9 39

5.12 แสดงค่า pH ของการทดลองที่ 10-11 39

5.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรบรรทุกกับความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย 41

5.14 แสดงผลการทดลองที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 45

5.15 แสดงผลการทดลองที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 45

5.16 แสดงผลการทดลองที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 46

รูปที่ หน้า

5.17 แสดงผลการทดลองที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 46

5.18 แสดงผลการทดลองที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 47

5.19 แสดงผลการทดลองที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 47

5.20 แสดงผลการทดลองที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 48

5.21 แสดงผลการทดลองที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 48

5.22 แสดงผลการทดลองที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 49

5.23 แสดงผลการทดลองที่10 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 49

5.24 แสดงผลการทดลองที่11 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูญเสียกับระยะเวลา 50

5.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรบรรทุกกับระยะเวลาที่ทำให้เกิดระดับ
น้ำสูญเสีย 1.80 เมตร 50

5.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรบรรทุกกับระยะเวลาที่ทำให้เกิดระดับ
น้ำสูญเสีย 1.50 เมตร 51

5.27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรบรรทุกกับระยะเวลาที่ทำให้เกิดระดับ
น้ำสูญเสีย 1.20 เมตร 51

5.28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรบรรทุกกับระยะเวลาที่ทำให้เกิดระดับ
น้ำสูญเสีย 0.90 เมตร 52

5.29 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 1 55

5.30 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 2 55

5.31 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 3 56

5.32 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 4 56

5.33 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 5 57

5.34 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 6 57

5.35 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 7 58

5.36 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 8 58

5.37 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 9 59

5.38 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 10 59

รูปที่ หน้า

5.39 แสดงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การทดลองที่ 11 60

5.40 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดี ของน้ำเสียกับ ปริมาตรบรรทุก 60

5.41 แสดงจุลชีพที่อยู่ในถังปฏิกริยาที่ปริมาตรบรรทุก 0.85 กก.ซีโอดี/ลบ.ม-วัน 63

5.42 แสดงจุลชีพที่อยู่ในถังปฏิกริยาที่ปริมาตรบรรทุก 1.74 กก.ซีโอดี/ลบ.ม-วัน 63

5.43 แสดงจุลชีพที่อยู่ในถังปฏิกริยาที่ปริมาตรบรรทุก 3.42 กก.ซีโอดี/ลบ.ม-วัน 64

5.44 แสดงจุลชีพที่อยู่ในถังปฏิกริยาที่ปริมาตรบรรทุก 3.45 กก.ซีโอดี/ลบ.ม-วัน 64

5.45 แสดงจุลชีพที่อยู่ในถังปฏิกริยาที่ปริมาตรบรรทุก 6.75 กก.ซีโอดี/ลบ.ม-วัน 65