อิทธิพลของเวลากักน้ำที่มีต่อการทำงานของระบบเอสบีอาร์แบบไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง

นายศักดิ์ชัย สุริยจันทราทอง

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2526

ISBN - 974 - 562 - 288 - 5

011069

I 17332935

EFFECTS OF HYDRAULIC DETENTION TIMES

ON

PERFORMANCE OF A SEMI-BATCH REACTOR WITHOUT EXCESS SLUDGE WASTAGE

MR. SAKCHAI SURIYAJANTRATONG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1983

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของเวลากักน้ำที่มีต่อการทำงานของระบบเอสบีอาร์แบบไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง
โดย	นายศักดิ์ชัย สุริยจันทราทอง
ภาควิชา	วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สวัสดี ธรรมิกรักษ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

ลิขสิทธิของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ อิทธิพลของเวลากักน้ำที่มีต่อการทำงานของระบบเอสบีอาร์แบบไม่มีการตะกอนทิ้ง

ชื่อ นายศักดิ์ชัย สุริยจันทราทอง

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา 2525

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การวิจัยถึงการทำงานของระบบเอสบีอาร์นี้ เริ่มทำการทดลองเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2524 จนถึงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2525 โดยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 6 การทดลองย่อย น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีโอดี 1000, 2000 และ 3000 มก/ล ตามลำดับ ถังปฏิกิริยาที่ใช้เป็นถังแก้วใสรูปทรงกระบอก มีเวลากักน้ำ 3, 5, 7, 9, 11 และ 13 วัน ตามลำดับ

การทดลองชุดที่ 1 ใช้น้ำเสียที่มีค่าซีโอดี 1000 มก/ล แต่ละถังมีเวลากักตะกอน (θ_c) 30, 50, 70, 90, 110 และ 130 วัน ตามลำดับ จากการหาค่าพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์ (Kinetic Parameter) แล้วพบว่า ยีลด์ที่แท้จริง (Y_g) เท่ากับ 0.149 และอัตราจำเพาะของการสลายตัวของจุลชีพ (b) เท่ากับ 0.007 ต่อวัน ระบบฯมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีร้อยละ 97 - 98 และน้ำทิ้งที่ระบายออกจากระบบมีตะกอนแขวนลอยต่ำ

การทดลองชุดที่ 2 และ 3 ใช้น้ำเสียที่มีค่าซีโอดี 2000 และ 3000 มก/ล ตามลำดับ โดยได้พยายามควบคุมให้ทุกถังมีเวลากักตะกอนสูงที่สุด จากการหาค่าพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์พบว่า ค่า b/Y_g เท่ากับ 0.0771 ต่อวัน ความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพแปรผกผันกับเวลากักน้ำที่เปลี่ยนไป ระบบฯ มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีร้อยละ 98 และน้ำทิ้งที่ระบายออกจากระบบมีตะกอนแขวนลอยต่ำ

ระบบเอสบีอาร์เป็นระบบกำจัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสูงและควบคุมง่ายจึงเหมาะสำหรับแหล่งน้ำเสียที่มีขนาดไม่ใหญ่นัก เช่น แหล่งชุมชนขนาดเล็ก, โรงพยาบาลและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เป็นต้น

Thesis Title Effects of Hydraulic Detention Times on Performance of A Semi - Batch Reactor without Excess Sludge Wastage

Name Mr. Sakchai Suriyajantratong

Thesis Advisor Associate Professor Munsin Tuntoolavest, Ph.D

Department Sanitary Engineering

Academic Year 1982

ABSTRACT

This experimentation on a Semi - Batch Reactor system was performed during October 17, 1981 to February 24, 1982. Three sets of experiment, with COD conc. of 1000, 2000 and 3000 mg/l respectively, had been carried out at six levels of hydraulic detention time; 3, 5, 7, 9, 11 and 13 days. (Each set of experiments consisted of 6 runs)

In the first set of experiments with COD conc. of 1000 mg/l, each run was operated at sludge ages of 30, 50, 70, 90, 110 and 130 days respectively. Kinetic analysis revealed that True Growth Yield (Y_g) was 0.149 and Specific Decay Rate (b) was 0.007 per day. All systems had COD removal efficiency at 97 - 98 % and produced good clear effluent water with low SS.

In the experiment set no. 2 and 3, using synthetic waste of 2000 and 3000 mg/l COD respectively, all systems had been operated at constant sludge age as high as possible. From the kinetic analysis, b/Y_g was found to be 0.0771 per day.The MLVSS concentration was inversely proportional to the detention time. Every system had high COD removal efficiency i.e. 98 % and clear effluent water with low SS.

The SBR system is one of the high efficient wastewater treatment and easy to operate and control. Thus, it is very appropiate system for small wastewater sources i.e. small urban areas, hostipals and small industries.

กิตติกรรมประกาศ

หากจะมีประโยชน์หรือความดีงามใด ๆ ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ที่สมควรได้รับการยกย่องเป็นบุคคลแรกต้อง ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ เพราะท่านได้เป็นผู้ริเริ่มงานวิจัยครั้งนี้ตั้งแต่ผู้วิจัยยังตกอยู่ในห้วงแห่งความมืดมน ท่านมิได้เพียงเป็นผู้ชี้แนะประศัยประคองทางด้านวิชาการแก่ผู้วิจัยเท่านั้น หากแต่ท่านยังได้กระตุ้นให้ผู้วิจัยมีกำลังใจที่จะทำงานชิ้นนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ. โอกาสนี้

งานวิจัยครั้งนี้กว่าจะสำเร็จลงได้ ต้องพบกับอุปสรรคมากมาย ซึ่งผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ ความสะดวกและกำลังใจ จากบุคคลหลายฝ่ายอันได้แก่ คุณนงนุช จักรสิรินนท์ คุณรณรงค์ รักษ์กุลชน คุณสุรวิชย์ เกียรติประจักษ์ คุณสุทัศน์ มังคลศิริ และที่จะลืมไม่ได้คือเพื่อน ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล อันมี คุณวริษฐ์ มงคลศรี, คุณนวลละออ เนียมสอิ้ง, คุณสิทธิชัย เชี่ยวยืนยง และคุณอดิชาติ ปานเจริญ ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ. โอกาสนี้

สุดท้าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ คุณพ่อ คุณแม่ ซึ่งได้ทนทุกข์ยากมาเกือบตลอดชีวิตเพื่อให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสศึกษาเล่าเรียนจนถึงวันนี้

ศักดิ์ชัย สุริยจันทราทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญเรื่อง ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพประกอบ ..... ฏ

สัญญลักษณ์ ..... ท

บทที่

1. บทนำ 1

2. วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย 3

   2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

   2.2 ขอบเขตของการวิจัย 3

3. ประวัติความเป็นมาและทฤษฎี 5

   3.1 ประวัติความเป็นมา 5

   3.2 ทฤษฎี 10

      3.2.1 จลน์ศาสตร์ของระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนน้ำทิ้ง . 10

      3.2.2 อิทธิพลของเวลากักน้ำที่มีต่อระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง 15

   3.3 การหาค่าพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์ของระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง 15

4. การวางแผนการวิจัย 18

   4.1 แผนงานการวิจัย 18

      4.1.1 แผนงานทั่วไป (General Planning) 18

      4.1.2 แผนงานการทดลอง 18

   4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 20

บทที่ หน้า

4.3 วิธีการทดลอง (Operating Procedure) 24
4.3.1 การเริ่มเลี้ยงตะกอน (Start-Up Procedure) 24
4.3.2 การทดลองประจำวัน (Daily Operating Procedure). 24
4.3.3 การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ (Synthetic waste prepa ration) 25
4.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ (Sampling and Analysis). 26
5. ผลการทดลองและการวิจารณ์ 28
5.1 การทดลองชุดที่ 1 29
5.1.1 ความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพ 36
5.1.2 ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งที่ระบายออกจากถัง ปฏิกิริยา 36
5.1.3 ระดับเอสวีไอ (Sludge Volume Index) 37
5.1.4 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี 37
5.1.5 ลักษณะของจุลชีพ 37
5.1.6 ดีโอ 38
5.1.7 พีเอช 38
5.1.8 การหาค่าพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์ 39
5.2 การทดลองชุดที่ 2 และ 3 41
5.2.1 ความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพ (MLVSS) 41
5.2.2 ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งที่ระบายออกจากถัง ปฏิกิริยา 56
5.2.3 ระดับเอสวีไอ 57
5.2.4 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี 59
5.2.5 ลักษณะของจุลชีพ 59
5.2.6 ดีโอ 64
5.2.7 พีเอช 64
5.2.8 การหาค่าพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์ 64

บทที่ หน้า

6. ความสำคัญในทางวิศวกรรมและในทางอุตสาหกรรม 67

6.1 ความสำคัญในทางวิศวกรรม 67

6.2 ความสำคัญในทางอุตสาหกรรม 68

7. สรุปผลการวิจัย 69

8. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 70

เอกสารอ้างอิง 71

ภาคผนวก 73

ประวัติผู้วิจัย 110

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 การเปรียบเทียบโมเดลทางจลน์ศาสตร์ของระบบกวนสมบูรณ์อย่างง่าย, ระบบกวนสมบูรณ์ที่มีเซลล์รีไซเคิล และระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายสลัดจ์ทิ้ง..... 14

4.1 แผนการทดลอง..... 19

4.2 ความถี่ในการวัดและวิเคราะห์พารามิเตอร์..... 20

4.3 ข้อมูลการปฏิบัติงานของระบบเอสบีอาร์..... 23

4.4 ส่วนประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์..... 25

5.1 ผลการทดลองชุดที่ 1 36

5.2 ข้อมูลจากการทดลองชุดที่ 1 เพื่อนำไปหาพารามิเตอร์ทางจลน์-ศาสตร์..... 39

5.3 ผลการทดลองชุดที่ 2 และ 3 54

5.4 ข้อมูลจากการทดลองชุดที่ 2 และ 3 เพื่อนำไปหาพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์..... 65

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่ หน้า

3.1 ลักษณะการทำงานของระบบเอสบีอาร์ที่ประกอบไปด้วยถังปฏิกิริยา 3 ใบ 7

3.2 ความเข้มข้นของสารละลายซีโอดีในถังเอสบีอาร์ และในน้ำทิ้งที่ระบายออกจากถังเอสบีอาร์ 13

3.3 การหาค่า b และ Y_g ของระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์ 16

3.4 การหาค่า b/Y_g ของระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง 17

4.1 แผนผังระบบเอสบีอาร์ 21

4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง 22

5.1 ผลการทดลองที่ 1.1 ของระบบเอสบีอาร์ 30

5.2 ผลการทดลองที่ 1.2 ของระบบเอสบีอาร์ 31

5.3 ผลการทดลองที่ 1.3 ของระบบเอสบีอาร์ 32

5.4 ผลการทดลองที่ 1.4 ของระบบเอสบีอาร์ 33

5.5 ผลการทดลองที่ 1.5 ของระบบเอสบีอาร์ 34

5.6 ผลการทดลองที่ 1.6 ของระบบเอสบีอาร์ 35

5.7 การหาค่าพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์ของการทดลองชุดที่ 1 40

5.8 ผลการทดลองที่ 2.1 ของระบบเอสบีอาร์ 42

5.9 ผลการทดลองที่ 2.2 ของระบบเอสบีอาร์ 43

5.10 ผลการทดลองที่ 2.3 ของระบบเอสบีอาร์ 44

5.11 ผลการทดลองที่ 2.4 ของระบบเอสบีอาร์ 45

5.12 ผลการทดลองที่ 2.5 ของระบบเอสบีอาร์ 46

5.13 ผลการทดลองที่ 2.6 ของระบบเอสบีอาร์ 47

5.14 ผลการทดลองที่ 3.1 ของระบบเอสบีอาร์ 48

5.15 ผลการทดลองที่ 3.2 ของระบบเอสบีอาร์ 49

5.16 ผลการทดลองที่ 3.3 ของระบบเอสบีอาร์ 50

5.17 ผลการทดลองที่ 3.4 ของระบบเอสบีอาร์ 51

5.18 ผลการทดลองที่ 3.5 ของระบบเอสบีอาร์ 52

5.19 ผลการทดลองที่ 3.6 ของระบบเอสบีอาร์ 53

ภาพที่ หน้า

5.20 ความสัมพันธ์ระหว่าง MLSS & MLVSS กับเวลากักน้ำของการทดลองชุดที่ 2 และ 3 55

5.21 ความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งที่ระบายออกจากถังปฏิกิริยากับเวลากักน้ำของการทดลองชุดที่ 2 และ 3 56

5.22 ความสัมพันธ์ระหว่าง SVI กับเวลากักน้ำของการทดลองชุดที่ 2 และ 3 58

5.23 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี และ % MLVSS กับเวลากักน้ำของการทดลองชุดที่ 2 และ 3 60

5.24 ลักษณะของจุลชีพ ในระบบเอสบีอาร์ (การทดลองที่ 3.1) 61

5.25 ลักษณะของจุลชีพ ในระบบเอสบีอาร์ (การทดลองที่ 3.2) 61

5.26 ลักษณะของจุลชีพ ในระบบเอสบีอาร์ (การทดลองที่ 3.3) 62

5.27 ลักษณะของจุลชีพ ในระบบเอสบีอาร์ (การทดลองที่ 3.4) 62

5.28 ลักษณะของจุลชีพ ในระบบเอสบีอาร์ (การทดลองที่ 3.5) 63

5.29 ลักษณะของจุลชีพ ในระบบเอสบีอาร์ (การทดลองที่ 3.6) 63

5.30 การหาค่าพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์ของการทดลองชุดที่ 2 และ 3. 66

สัญญลักษณ์

S	=	Effluent soluble, biodegradable substrate, mg/l
S_o	=	Influent soluble, biodegradable substrate, mg/l
X	=	Total cell concentration, mg/l
τ	=	Hydraulic Retention Time, d
θ_c	=	Solids Retention Time, d
F	=	Flow rate, l/d
μ	=	Specific growth rate, d^{-1}
b	=	Specific decay rate, d^{-1}
Y	=	Observed yield, g/g
Y_g	=	True growth yield, g/g
K_s	=	Substrate concentration at $\mu = \frac{1}{2}\mu_m$
μ_m	=	Maximum specific growth rate, d^{-1}
RO	=	Total oxygen requirement, mg/d
NR	=	Total nitrogen requirement , mg/d
PR	=	Total phosporus requirement, mg/d
S_{min}	=	minimum possible substrate, mg/l
β	=	Oxygen demand per unit mass of cells
	=	1.20 mg/mg cell dry weight
	=	1.41 mg O_2/mg of ash free cells