



การกำจัดนำ้ทิ้งจากโรงงานผลิตเครื่องคิดคำนวณระบบอิเล็กทรอนิกส์

นายสุภาพ แสนสุข

005951

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2520

Aerated Lagoon Treatment of Solf-Drink Wastes

Mr. Supap Sansook

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

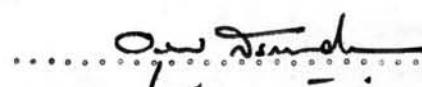
1977

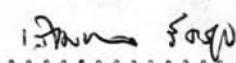
หัวขอวิทยานิพนธ์	การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเกล่องด้วยระบบบ่อเก็บอากาศ
โดย	นายสุภาพ แสนสุข
แผนกวิชา	วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. เสริมพล รัตถุ

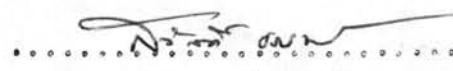
บัญชีกิจวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุญาตให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาด้านหัตถศิลป์

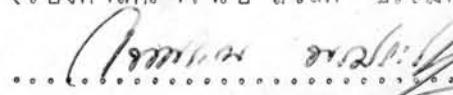
..... ลงนามในแบบฟอร์ม.....
(ศาสตราจารย์ ดร. วิศิษฐ์ ประจวบเมฆะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. อรุณ สารทศิน)

.....  กรรมการ
(ดร. เสริมพล รัตถุ)

.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ธรรมนิกรักษ์)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพบูลย์ พรประภา)

ลิขสิทธิ์ของบัญชีกิจวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Aerated Lagoon Treatment of Soft-Drink Wastes
By Mr. Supap Sansook
Department Sanitary Engineering
Thesis Advisor Dr. Sermpol Ratasuk

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

Visid Prachuabmoh.

.....Dean of Graduate School
(Professor Visid Prachuabmoh Ph.D.)

Thesis Committee

Aroon SorathesnChairman

(Professor Aroon Sorathesn Ph.D.)

Sermpol RatasukMember

(Sermpol Ratasuk Ph.D.)

Sawasdi DharmikarakMember

(Associate Professor Sawasdi Dharmikarak M.S.)

Paipan PhornpraphaMember

(Assistance Professor Paipan Phornprapha B.Sc.)

หัวขอวิทยานิพนธ์
ชื่อนิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา
แผนกวิชา
ปีการศึกษา

การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเกร่องดินด้วยระบบบ่อเติมอากาศ
นายสุภาพ แสนสุข
ดร. เสริมพล รักสุข
วิศวกรรมสุขาภิบาล
2520



บทคดียอ

วิทยานิพนธ์นี้ สืบอดีตการทดลองกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำอัดลมด้วยระบบบ่อเติมอากาศ ขนาด 30 ลิตร 1 บ่อเปรียบเทียบกับระบบบ่อเติมอากาศ ขนาด 10 ลิตร 3 บ่อ การทำงานของระบบเป็นแบบ Fill and Draw โดยใช้เวลาเติมอากาศตั้งแต่ 2.67 - 15 วัน ที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ยประมาณ 29° ซ. พบร้าประสิทธิภาพการกำจัด COD และ BOD อยู่ในช่วงระหว่าง 24 - 83 % และ 86 - 96 % ตามลำดับ จากท่า COD และ BOD เก็บประมาณ 1,000 มก./ล. และ 547 มก./ล. ตามลำดับ ท่า COD และ BOD หลังการกำจัดจะลดลงเหลือ 173 - 754 มก./ล. และ 23 - 75 มก./ล. ตามลำดับ ท่า COD และ BOD ที่เหลืออยู่เกือบหงั้นหงอยอยู่ในรูปของตะกรอน เพราะเมื่อกรองตะกรอนออก ประสิทธิภาพการกำจัด COD และ BOD จะเพิ่มเป็น 89 - 97.2 % และ 98.4 - 99.7 % ตามลำดับ พบร้าระบบบ่อเติมอากาศ 3 บ่อ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเล็กน้อยและได้น้ำทิ้งที่ใสกว่า เมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของ COD, BOD และ SS ในบ่อเติมอากาศและบ่อพบร้า BOD เก็บหงอยลดลงทำลายในบ่อแรก และท่า SS จะสูงที่สุดในบ่อแรก และลดลงตามลำดับในบ่อที่ 2 และที่ 3 แสดงว่ายาบอยที่ 2 และที่ 3 ทำหน้าที่สำคัญในการย่อยสลายตะกรอนแบบเรียบหงอย ข้อมูลของบ่อน้ำ 30 ลิตรและบ่อน้ำ 10 ลิตรบ่อแรก นำมารวบรวมกันได้ 2.81 วัน⁻¹ ซึ่งน้ำวาสูงมาก เมื่อเทียบกับค่า K

ประมาณ 1 ของระบบบ่อเพิ่มอากาศที่ใช้กักน้ำทิ้งจากโรงงานเพื่อ淘汰ยาน
กากูญันบูร์ การทําค่า K สูงมากนักเป็นเพราะสภาวะในบ่อเพิ่มอากาศในการ
หักออกครั้งนี้เป็นแบบ Complete Mix สำหรับค่า K ของบ่อที่ 2 และ 3
ในระบบบ่อเพิ่มอากาศ 3 บ่อนนั้น พิจารณาค่าน้อยกว่าค่า K ของบ่อแรกหลาย
ล้านเท่า เนื่องจากสารอินทรีย์เหลือจากการกำจัดในบ่อแรก เป็นสารอินทรีย์ที่
ยอมสลายยาก

นอกจากจะมีประสิทธิภาพสูงแล้ว ระบบบ่อเพิ่มอากาศยังต้องการในไตร-
เจนเที่ยงประมาณ 0.7 % ของปริมาณ BOD และสามารถรับน้ำทิ้งหมักเป็นด่าง
หรือเป็นกรดได้ โดยไม่ทำเป็นทองปรับค่า pH

ปัจจุบันนี้สนับสนุนในทางชีววิทยาต่อ เมื่อเวลาในการกำจัดต่ำกว่า 8
วัน หรือ Organic Loading สูงกว่า 0.123 กก./ลบ.ม./วัน อัลจิโน่มี
ค่าไตรเจนที่จำานวนมากกว่าแมลงที่เรียก อัลจิโนเมล็ดจะเป็นเส้นยวมสีดำ จึงทำ
ให้ปริมาตรตะกอนเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบกำจัด

Thesis Title Aerated Lagoon Treatment of Soft-Drink Wastes
Name Mr. Supap Sansook
Thesis Advisor Dr. Sermpol Ratasuk
Department Sanitary Engineering
Academic Year 1977

ABSTRACT

This thesis presents the results of aerated lagoon treatment of soft drink waste using a 30 litre tank operating in parallel with three 10 litre tanks connected in series. The two aerated lagoon systems were operated semi-continuously on the fill-and-draw basis at an average room temperature of 29° C. For the aeration period ranging from 2.67 to 15 days the two aerated-lagoon systems could reduce 24 - 83 % of the influent COD from about 1,000 mg./l. to about 173 - 754 mg./l. and 86 - 96 % of the BOD from about 547 mg./l. to about 23 - 75 mg./l. The treated effluent was rather turbid having SS in the range between 91 and 483 mg./l. Filtration of the effluent reduced the BOD to only 2 - 5 mg./l. thus indicating that almost all the remaining organics were in the form of suspended solids. When comparing the three-lagoon system was found to be slightly more effluent than the single-cell system in terms of organic removal and clarity of the effluent. Following the changes in COD, BOD and SS of each

lagoon in the three-lagoon system indicated that about 90 % of the organic removal took place in the first lagoon. The subsequent lagoons mainly stabilized the bacterial sludge.

The data obtained from the single-lagoon system and the first lagoon of the three-lagoon system were analysed and the K value was found to be 2.81 day^{-1} . This magnitude of the coefficient K was rather high compared with the value of about 1.0 day^{-1} found in full-scale aerated lagoons of a sugar mill at Kanchanaburi. The high value of K might be due to complete mixing conditions prevailing in the laboratory lagoons. For the second and third lagoons in the three-lagoon system the K value was many times lower than that of the first lagoon because all readily-biodegradable organics had already been destroyed in the first lagoon.

In addition to high BOD removal the nitrogen requirement was found to be very low only 0.7 % of the BOD load, because the microorganisms lived in endogenous phase. Acidic and alkaline influent could be easily handled with no need for pH adjustment.

The most interesting biological aspect of this study was the dominance of filamentous algae at all aeration periods less than 8 days corresponding to the BOD load of more than $0.123 \text{ kg/cu.m/day}$. The algae were lack of

chlorophyll and black in colour. Though the algae increased the sludge volume they did not significantly affect the treatment efficiency.



กิติกรรมประจำปี

นักวิจัยขอขอบพระคุณ ดร. เสริมพล รักษา ผู้อำนวยการฝ่ายสิ่งแวดล้อม
และนิเวศวิทยา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นอาจารย์
ผู้ควบคุมการวิจัยครั้งนี้ ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำ คร่าว และแก้ไขจนวิทยานิพนธ์
สำเร็จคล่องแคล่วดี

อนึ่ง ขอขอบพระคุณ ดร. เจริญ วัชระวงศ์ ผู้อำนวยการกองวิศิลกส์
และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำทาง ๆ อาจารย์พชร
สุนทรนันท และคณาจารย์ในสาขาวิชาจุลชีวะ ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัย-
เทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตปีรีภูมิ ตลอดจนในความช่วยเหลือในการตรวจสอบ
คุณสมบัติ ขอขอบคุณ คุณวิภา กิจกานะ คุณศรีพร สิงห์สุนทร์ และ^๑
เจ้านายหน่วยงานวิเคราะห์วิจัยสภาวะแวดล้อม กองวิศิลกส์และวิศวกรรมทุกท่าน^๒
ที่ให้ช่วยเหลือในการวิเคราะห์ทดสอบต่างๆ แต่ละขั้นตอน เสร็จสิ้นการทดลอง

รายการทารงประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบ่อเติมอากาศ	29
2.2	ประสิทธิภาพการทำงานของบ่อเพิ่มอากาศ	30
2.3	ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบ่อเติมอากาศในการ กำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตอาหาร	31
3.1	คุณลักษณะของตัวอย่างน้ำทิ้ง	33
3.2	รายการวิเคราะห์น้ำทิ้ง	37
4.1	การเริ่มต้นการทดลองที่เวลาในการกำจัด 15 วัน	43
4.2	ประสิทธิภาพการกำจัดโดยใช้บ่อเดียว	46
4.3	ประสิทธิภาพการกำจัดโดยใช้บ่อ 3 ข้อเรียงกันเป็นอนุกรม	47
4.4	อิทธิพลของในโตรเรนที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน	57
4.5	อิทธิพลของ pH ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน	62
5.1	การคำนวณหาค่า K	82
5.2	การคำนวณหาค่า K (BOD) ที่เวลาในการกำจัด 2.67 วัน	84
5.3	การคำนวณหาค่า K (BOD) ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน	86
5.4	การคำนวณหาค่า K (COD) ที่เวลาในการกำจัด 6.67 วัน	88
5.5	การคำนวณหาค่า K (COD) ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน	89
5.6	การคำนวณหาค่า K (COD) ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน	90
5.7	การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่าง MLSS กับ Unfiltered COD	92

ตารางที่

บ. 8	การคำนวณความเสื่อมพันธุ์ระหว่าง MLSS กับ Unfiltered BOD	93
บ. 9	ความเสื่อมพันธุ์ระหว่าง MLVSS กับ MLSS	94

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	Facultative Aerated Lagoon	7
2.2	แผนผังของบ่อเติมอากาศ	9
2.3	ระบบบ่อเติมอากาศแบบ Aerofac	16
2.4	ระบบบ่อเติมอากาศ 4 บ่อ	18
2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับกำลังงานกับ MLSS	21
2.6	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับกำลังงานกับ MLSS	22
2.7	อิทธิพลของ pH ต่อประสิทธิภาพการกำจัดที่เวลาใน การกำจัด 5 วัน	24
2.8	ความสัมพันธ์ระหว่าง 0 กับอาหาร	24
2.9	อิทธิพลของอุณหภูนต่อประสิทธิภาพการกำจัด	26
3.1	แผนผังการทดลอง	34
4.1	อัตราในบ่อเติมอากาศ	40
4.2	บ่อเติมอากาศ	41
4.3	การเปลี่ยนแปลงของค่า COD ของน้ำทั้งทั้งหมด กับระยะเวลาในการกำจัด 15 วัน	44
4.4	ประสิทธิภาพการกำจัดกับเวลาในการกำจัดของการกำจัด โดยใช้บ่อเติม	48
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการทำลาย BOD กับ เวลาในการกำจัด	52

4.6	ประสิทธิภาพการกำจัดที่เวลาในการกำจัด 6.67 วัน และ 2.5 วัน	54
4.7	การทำลาย COD ที่เวลาในการกำจัด 6.67 วัน และ 2.5 วัน	55
4.8	อิทธิพลของ N ต่อการกำจัดของระบบ	58
4.9	อิทธิพลของ N ต่อประสิทธิภาพการกำจัด	59
4.10	อิทธิพลของ pH ต่อระบบกำจัด	65
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่าง Unfiltered COD กับ MLSS	68
4.12	ความสัมพันธ์ระหว่าง Unfiltered BOD กับ MLSS	69
4.13	ความสัมพันธ์ระหว่าง Filtered BOD กับ Unfiltered BOD	70
4.14	ความสัมพันธ์ระหว่าง Filtered COD กับ Unfiltered COD	70
ผ.1	การทำสัมประสิทธิ์การทำลาย BOD ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน และ 6.67 วัน	87
ผ.2	การทำสัมประสิทธิ์การทำลาย COD ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน และ 6.67 วัน	91

สารบัญ



บทคัดย่อภาษาไทย

หน้า

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

ฉบับ

กิจกรรมประจำภาค

ฉบับ

รายการตารางประจำ

ปี

รายการรูปประจำ

ภาพ

บทที่

1. บทนำ

1

1.1 ภูมิหลัง

1

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

3

(2) ทดลองช่องบ่อฯ 亭อากาศ

5

2.1 หลักการทั่วไป

5

2.2 Kinetics ช่องระบบท่อ亭อากาศ

8

2.2.1 ข้อแบบ Aerobic

8

2.2.2 ข้อแบบ Facultative

15

2.2.3 ข้อแบบ Aerobic ตลอดจนแบบ

Facultative

16

2.2.4 บ่อแบบ Aerobic ต่อ กับ บ่อแบบ	
Facultative 3 บ่อ	17
2.3 อิทธิพลขององค์ประกอบทาง ๆ ที่มีก่อประดิษฐิภาพ ของบ่อเติมอากาศ	19
2.3.1 อาหาร เสริมสร้าง	19
2.3.2 อัตราการกรานนำในบ่อ	20
2.3.3 pH	20
2.3.4 อุณหภูมิ	23
2.4 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบ่อเติมอากาศ	27
 3. การดำเนินงานวิจัย	32
3.1 ตัวอย่างนำทึงที่ใช้ในการทดลอง	32
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	33
3.3 แผนการทดลอง	34
3.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์	36
 4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์	38
4.1 การเรียนรู้การทดลอง	38
4.2 ลักษณะของตะกอนจลินทรีย์	39
4.3 ประสิทธิภาพในการกำจัด	42
4.4 สมประสิทธิ์การทำลายสารอินทรีย์	50
4.5 อิทธิพลของอาหาร เสริมสร้างที่มีก่อประดิษฐิภาพของ ระบบกำจัด	56

	หนา
(4.6) อิทธิพลของ pH ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบกำจัด	60
(4.7) ความสัมพันธ์ระหว่าง MLSS กับ BOD และ COD	66
5. สรุปผลการทดลอง	71
6. ข้อแนะนำในการวิจัยเพิ่มเติม	74
เอกสารอ้างอิง	75
ภาพผนวก	82
ตัวอย่างการคำนวณ	82
ประวัติ	95