การกำจัดน้ำเสียจากส้วมโดยวิธีการแอนแอโรบิกคอนแทคท์

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายสมศักดิ์ ตั้งตระกูล

005301

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2522

i17778438

ANAEROBIC CONTACT PROCESS FOR DOMESTIC WASTE DISPOSAL

Mr. Somsak Tangtrakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1979

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดน้ำเสียจากสัตว์ปีกด้วยวิธีการแอนแอโรบิกคอนแทคท์

โดย นายสมศักดิ์ ตั้งตระกูล

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ อรุณ สรเทศน์)

..... กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ เศรษฐมานิต)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วีรวรรณ ปัทมาภิรัต)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดน้ำเสียจากส้วมโดยวิธีการแอนแอโรบิกคอนแทคท์

ชื่อ นายสมศักดิ์ ตั้งตระกูล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีระ เกรอต

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา ๒๕๒๒

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ทำขึ้นเพื่อศึกษาการใช้ "วิธีการแอนแอโรบิกคอนแทคท์" ในการกำจัดน้ำเสียจากส้วมสำหรับประเทศไทยให้ได้คุณภาพพอที่จะทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ คลอง หรือลำน้ำสาธารณะ โดยไม่ทำให้เกิดมลภาวะทางน้ำ ระบบกำจัดน้ำทิ้งแบบห้องปฏิบัติการที่ใช้ทำการทดลองแบ่งเป็นสองระยะ คือ ระบบเก็บกักตะกอนโดยใช้ผ้ากรอง และ ระบบเวียนกลับตะกอน การทำการศึกษาทดลองกับน้ำเสียจากส้วม ที่มีค่า (*COD* = 1400 ก/ม^3) มีตัวแปรที่ศึกษา คือ *MCRT* และ *Organic Loading* ในการทดลองมีการควบคุมปริมาณกรดโวลาไทล์ และ *pH* และ ต่อความเป็นด่าง ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม และอุณหภูมิขณะทำการทดลองเป็นอุณหภูมิห้อง

จากการทดลองพบว่าค่าคงที่ของน้ำเสีย μ_m = 0.5 วัน$^{-1}$, K_s = 87 ก *COD*/ม^3 Y_g = 0.05, *b* = 0.025 วัน$^{-1}$ และ K_L = 0.093 ม^3/(ก.วัน) ระบบกรองตะกอน มีประสิทธิภาพในการกำจัดสูงกว่า ระบบเวียนกลับตะกอน แต่ระบบกรองมีข้อเสียที่เมื่อถูกใช้งานมากจะอุดตัน เมื่อควบคุมให้ *MCRT* = 12 วัน และ *Organic loading* = 0.833 กก. *BOD*/(ม^3. วัน) น้ำทิ้งที่ผ่านการกำจัดโดยระบบกรอง มี *COD* ที่สามารถถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เหลืออยู่ 15 ก/ม^3 และระบบเวียนกลับตะกอนมี *COD* ที่สามารถถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เหลืออยู่ 140 ก/ม^3 ประสิทธิภาพของระบบกำจัดคิดเป็นเปอร์เซนต์ *COD* ที่ถูกกำจัดออกไปโดยระบบกรองมีค่าเท่ากับ 95 % และระบบเวียนกลับตะกอน มีค่าเท่ากับ 85 % ตามลำดับ

ปริมาตรก๊าซมีเทนที่ผลิตออกมา มีค่าเท่ากับ 0.0177 $ม^3$ /(คน.วัน) เทียบเป็นพลังงานความร้อนเท่ากับ 600 Btu/(คน.วัน)

Thesis Title	Anaerobic Contact Process for Domestic Waste Disposal
Name	Mr. Somsak Tangtrakul
Thesis Advisor	Assistance Professor Theera Karot, Ph.D.
Department	Sanitary Engineering
Academic Year	1979

ABSTRACT

This research was carried out to study the application of anaerobic contact processes for domestic waste treatment in Thailand to provide qualified treated effluent so that it could be discharged into the drainage systems, canals, or rivers without causing water pollution problems. The experimental reactors used in this study were the filter system using non-woven filter sheet to keep sludge in the reactor and the sludge recycle system . The influent used was a domestic waste which has a COD of 1400 mg/l. The variables used in this study were SRT and Organic loading. In the experiment volatile acids, pH and alkalinity were controlled and the temperatures were ambient temperatures . From the experiment the kinetic parameters were found to be as follows : $\mu_m = 0.5\ day^{-1}$, $K_s = 87\ g\ COD/m^3$, $Y_g = 0.05$, $b = 0.025\ day^{-1}$ and $K_L = 0.093\ m^3/g.day$. The efficiencies of the filter system were higher than the recycle system. However the filter system had a drawback that the filter sheet would be clogged after about 3 months of operation. The more important is the fact that the two experimental systems were able to treat waste of 1,400 mg/l COD_T domestic with

satisfactory results; At an MCRT of 12 days and 0.833 kg.BOD/m^3.day Organic loading of the effluent from the filter type system had 15 mg/l Biodegradable COD while the recycle type had 140 mg/l Biodegradable COD. The efficiencies in the term of % COD removal were 95 % for the filter system and 85 % for the recycle system respectively. The volume methane produced was 0.0177 m^3/(Person. day) which is equivalent to 600 Btu/ (person.day).

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีระ เกรอต ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ท่านได้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือทั้งทางด้านวิชาการและด้านอื่นเป็นอย่างดี จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

อนึ่งผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลืออย่างมากจาก

คุณพิพัฒน์ ภูริปัญญาคุณ

คุณสมบัติ คัดคะพันธ์

คุณวิพุธ เลาหนันทน์

คุณอุสาหะ ตันอู่สิน

คุณพรพจน์ กรรณสูต

รวมตลอดถึง นิสิต-เจ้าหน้าที่ของแผนกวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ครั้งนี้ ไว้ในที่นี้ด้วย

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ต
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
รายการตารางประกอบ .....ฌ
รายการรูปประกอบ.....ฑ
ความหมายของสัญญลักษณ์ต่าง ๆ.....ด
บทที่
1. บทนำ.....1
2. จุดประสงค์ของการวิจัย.....3
3. ทฤษฎีและความเป็นมา.....4
3.1 ประวัติความเป็นมาและลักษณะของถังหมักแบบต่าง ๆ.....4
3.2 ชีวเคมีและจุลชีววิทยาของ "วิธีการแอนแอโรบิคคอนแทคท์".....9
3.2.1 การผลิตกรดอินทรีย์และแอลกอฮอลล์.....11
3.2.2 การเกิดก๊าซมีเทน.....16
3.3 การทำงานของระบบแอนแอโรบิก.....24
(Performance of Anaerobic Operations)
3.4 อิทธิพลที่มีต่อประสิทธิภาพของการทำงานของระบบกำจัด..... 27
3.4.1 อิทธิพลของเวลาเก็บกักตะกอน MCRT..... 27
(Mean Cell Retention Time)

บทที่ หน้า

3.4.2 อิทธิพลของเวลาเก็บกักน้ำ *HRT* 30
(Hydraulic Retention Time)
3.4.3 อิทธิพลของ *pH* 30
3.4.4 อิทธิพลของความเป็นด่าง 30
(Alkalinity)
3.4.5 อิทธิพลของกรดโวลาไทล์ 31
(Volatile Acid)
3.4.6 อิทธิพลจากอุณหภูมิ 33
(Temperature)
3.4.7 สิ่งที่เป็นพิษ *(Toxicity)* 35
4. วัสดุที่ใช้และวิธีทำการทดลอง 37
4.1 คุณลักษณะของน้ำเสีย 37
4.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 40
4.3 เครื่องมือทดลอง 46
4.3.1 เครื่องทดลองแบบเก็บกักตะกอนโดยการวกกลับของ- 49
กากตะกอน
4.3.2 เครื่องทดลองแบบเก็บกักตะกอนโดยการใช้ผ้ากรอง- 51
กักกากตะกอน
4.3.3 ถังเก็บก๊าซที่ความดันบรรยากาศ 51
4.4 แผนการทดลอง 54

บทที่ หน้า

4.5 การวิเคราะห์.....59

4.5.1 การวิเคราะห์หา *pH*.....59

4.5.2 การวิเคราะห์หาด่างแอลคาไลน์และกรดโวลาไทล์.....59

4.5.3 การวิเคราะห์หา *SS, VSS*.....59

4.5.4 การวิเคราะห์หา *COD*.....59

4.5.5 การวิเคราะห์หา ก๊าซมีเทน.....59

5. ผลการทดลองและการวิจารณ์.....61

5.1 สภาพน้ำเสียภายหลังจากผ่านการกำจัด *(Effluent)*.....66

5.2 เปอร์เซนต์การกำจัด *COD (%COD removal)*.....71

5.2.1 ผลจาก *SRT* ที่มีต่อ *% COD removal*.....71

5.2.2 ผลจาก *Organic loading* ที่มีต่อ *%COD removal*...76

5.2.3 ผลจาก *HRT* ที่มีต่อ *% COD removal*.....76

5.3 การตกตะกอนของตะกอน.....76

5.4 *Kinetic Parameters*.....78

5.4.1 *Non-biologically Degradable COD*.....78

5.4.2 *True Growth Yield & Specific Decay Rate*...79

5.4.3 *Maximum Specific Growth Rate & Saturation Constant*.....79

5.4.4 *Mean Reaction Rate Constant*.....82

5.4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง *Biological Solid* กับ *SRT*...82

บทที่ หน้า

5.5 ก๊าซ.....82

5.6 ค่าแอลคาไลน์, *pH*, กรดโวลาไทล์.....91

5.7 อุณหภูมิ.....91

5.8 ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำเสียและคุณภาพของผลการกำจัดน้ำเสีย...95

5.8.1 ผลจาก *SRT* ต่อประสิทธิภาพการกำจัด.....95

5.8.2 ผลจาก *Organic loading* ต่อประสิทธิภาพการกำจัด...96

5.8.3 ผลจาก *HRT* ต่อประสิทธิภาพการกำจัด.....96

6. สรุปผลการวิจัย.....97

6.1 ความสำคัญทางด้านวิศวกรรม.....97

6.2 ข้อดีของ "วิธีการแอนแอโรบิกคอนแทคท์".....98

6.3 ข้อด้อยของ "วิธีการแอนแอโรบิกคอนแทคท์".....98

6.4 การออกแบบ "วิธีการแอนแอโรบิกคอนแทคท์".....99

7. ข้อแนะนำในการวิจัยเพิ่มเติม.....100

บรรณานุกรม 101

ภาคผนวก 107

ประวัติการศึกษา

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

1. ลักษณะดีเด่นในการออกแบบและควบคุมการทำงานเปรียบเทียบ-ระหว่างถังหมักแบบต่าง ๆ.....6

2. จุลชีพผู้ผลิตกรดอินทรีย์ *ORGANIC ACID PRODUCING MICROBES*.....15

3. การย่อยสลายกลูโคส.....17

4. *METHANE BACTERIA*.....18

5. แสดงปฏิกิริยาของการเกิดก๊าซมีเทน.....19

6. *GAS COMPOSITION FROM ANAEROBIC DIGESTER*.....19

7. *METHANE FERMENTATION OF DIFFERENT SUBSTRATES*.....22

8. แสดงถึงสัญญลักษณ์และสมการที่ใช้คำนวณหา *Kinetic Parameter*.....25

9. *GROWTH RATE OF METHANE ORGANISMS*.....28

10. ค่า *SRT* ที่ควรใช้ในการออกแบบ 28

11. *AVERAGE VALUES OF KINETIC PARAMETERS FROM GROWTH OF ANAEROBIC ENRICHMENT CULTURES ON VARIOUS VOLATILE ACIDS (LAWRENCE & McCARTY, 1969)*.....33

12. *STIMULATORY AND INHIBITORY CONCENTRATION OF LIGHT METAL CATION (McCARTY, 1964)*.....36

13. *CONCENTRATION OF SOLUBLE HEAVY METALS EXHIBITING 50% INHIBITION OF ANAEROBIC DIGESTERS (LAWRENCE & McCARTY, 1965)*.....36

14. แสดงผลการวิเคราะห์หาคุณลักษณะต่าง ๆ ของน้ำเสียก่อนเข้าโรงงานกำจัดห้วยขวาง, BOD_5, *COD, TOTAL NITROGEN, SS, pH, ALKALINITY, ACIDITY*.....38

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

15. แสดงผลการวิเคราะห์หาคุณลักษณะต่าง ๆ ของน้ำ 60 ลิตร ผสมอุจจาระคน 1 วัน ปัสสาวะคน 1 วัน.....39

16. ปริมาณของที่คนถ่ายออกมาในแต่ละวัน.....40

17. แสดงส่วนผสมและคุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์ของ VITOON PUNYAKIJ..41

18. แสดงปริมาณอาหารของน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการวิจัย (WEINBERGER, 1949).....42

19. ปริมาณสารผสมของน้ำเสียสังเคราะห์ในการทำ STOCK.....43

20. แสดงคุณลักษณะของน้ำเสียต่าง ๆ เปรียบเทียบ.....44

20' สารเคมีที่ใช้ในการทดลองวิจัย.....45

20" แผนการทดลอง.....54

21. แสดงคุณสมบัติต่างๆ ซึ่งสรุปผลการทดลองของแต่ละ SRT.....62

22. แสดงคุณลักษณะต่าง ๆ ซึ่งสรุปผลการทดลองของแต่ละ SRT เพิ่มเติมประกอบตารางที่ 21.....63

23. แสดงคุณลักษณะต่าง ๆ ของระบบกำจัด เมื่อ ORGANIC LOADING ต่าง ๆ กัน โดย SRT คงที่ 12 วัน.....64

24. แสดงคุณลักษณะต่าง ๆ ของระบบกำจัดที่ค่า HRT ต่าง ๆ กัน เมื่อ SRT = 12 DAYS.....65

25. แสดงปริมาณ Effluent COD ของการกำจัดในแต่ละ MCRT, Organic loading, HRT (สรุปจากตารางที่ 22, 23, 24.....67

26. แสดงค่า % COD removal ของการกำจัดในแต่ละ MCRT, Organic Loading, HRT.....72

27. แสดงผลคำนวณข้อมูลเพื่อหาค่า NON-BIOLOGICALLY DEGRADABLE COD, (S_i).....80

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

28. แสดงผลคำนวณข้อมูลเพื่อเขียนกราฟหาค่า *TRUE GROWTH YIELD* และค่าของ *SPECIFIC GROWTH RATE*.....83

29. แสดงผลคำนวณข้อมูลเพื่อเขียนกราฟหาค่า *MAXIMUM SPECIFIC GROWTH RATE* และ *SATURATION CONSTANT*.....83

30. แสดงผลคำนวณข้อมูลเพื่อเขียนกราฟหาค่า *MEAN REACTION RATE CONSTANT*.....86

31. แสดงผลคำนวณข้อมูลเพื่อเขียนกราฟหาค่า *BIOLOGICAL SOLID vs* θ_c.....86

32. แสดงผลการคำนวณข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพในการเปลี่ยนสาร-อินทรีย์ให้เป็นมีเทน, *e* *SRT = 12 DAYS*.....92

33. แสดงผลคำนวณ (เวลาเก็บกักน้ำ, *HRT = 1.2* วัน และชีวบรรทุก, *ORGANIC LOADING = 0.83 kg.BOD/m*^{3}*-day.*) เพื่อหา-ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นมีเทน, *e* 94

34. แสดงคุณสมบัติต่างๆ เวลาเก็บกักน้ำ, *HRT = 1.?* วัน และชีวบรรทุก, *ORGANIC LOADING = 0.83 kg.BOD/(m*^{3}*.-day)*.....108

35. แสดงคุณลักษณะต่างๆ จากการทดลองของระบบกักตะกอนโดยการเวียนกลับ โดย *MCRT* คงที่ที่ *12* วัน.....115

รายการรูปประกอบ

รูปที่ หน้า

1. ถังอิมฮอฟฟ์ *(IMHOFF TANK, DUAL PURPOSE SEDIMENTATION AND ANAEROBIC DIGESTION)*.....7

2. วิธีการคอนเวนชั่นแนล *(CONVENTIONAL ANAEROBIC DIGESTION SYSTEM)*.....7

3. ถังอัตราสูง *(HIGH - RATE ANAEROBIC DIGESTION SYSTEM)*.....8

4. วิธีการแอนแอโรบิกคอนแทคท์ *(ANAEROBIC CONTACT PROCESS)*.....8

5. *MULTI-STEP NATURE OF ANAEROBIC OPERATION*.....10

6. *BIOSYNTHESIS OF PYRUVATE AND OTHER INTERMEDIATES UNDER ANAEROBIC CONDITION BY MICROBES*.....12

7. *BIOCONVERSION OF PYRUVATE TO OTHER ORGANIC INTERMEDIATES*.....13

8. การแปรสภาพทางชีวะแบบไม่ใช้อ๊อกซิเจนของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรทเป็นมีเทน และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์.....13

9. *ANAEROBIC DEGRADATION OF COMPLEX ORGANIC SUBSTANCES*.....21

10. การย่อยสลายกรดอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ *(LONG CHAIN FATTY ACIDS)* ให้เป็นกรดอินทรีย์ที่มีโมเลกุลเล็กโดยแบคทีเรียที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน *(ANDREW & PEARSON, 1965)*.....23

11. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการกักตะกอนจุลินทรีย์ *(SRT)* กับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง *(EFFLUENT CONCENTRATION)* และประสิทธิภาพของการกำจัดน้ำทิ้งด้วยระบบกำจัดน้ำทิ้งแบบวิธีทางชีววิทยาแบบไม่ใช้อ๊อกซิเจนอิสระ *(LAWRENCE et.al., 1969)*.....29

12. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง *pH* ความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

และความเข้มข้นของคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ ที่อุณหภูมิ 35° เซลเซียส (McCARTY, 1967) แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ.....32

13. แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับระยะเวลาการเก็บกักตะกอนจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และประสิทธิภาพการกำจัดน้ำโสโครกด้วยวิธีทางชีววิทยาแบบไม่ใช้อ๊อกซิเจน 34

14. GENERAL NATURE OF STIMULATION AND TOXICITY.....35

15. FLOW DIAGRAM FOR ANAEROBIC ACTIVATED SLUDGE PROCESS.....47

16. วิธีการแอนแอโรบิกคอนแทคท์ (โดยการเวียนวกกลับกากตะกอน).....47

17. วิธีการแอนแอโรบิกคอนแทคท์โดยใช้ผ้ากรองเก็บกักกากตะกอน.....48

18. แสดง DEGASIFIER.....48

19. แสดงการเก็บก๊าซโดยความดันบรรยากาศ.....50

20 ภาพถ่ายเครื่องมือที่ทำการทดลองแบบมีการกักกรองกากตะกอน.....52

21 ภาพถ่ายเครื่องมือที่ใช้ทำการทดลองแบบมีการวกกลับกากตะกอน.....53

24. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการกำจัดน้ำเสีย (ในรูปของ Effluent COD และ SRT ต่าง ๆ.....68

25. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการกำจัดน้ำเสีย (ในรูปของ Effluent COD) และ Organic Loading ต่าง ๆ.....69

26. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการกำจัดน้ำเสีย (ในรูปของ Effluent COD) และ HRT.....70

27. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % COD REMOVAL vs SOLID RETENTION TIME, θ_c.....73

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

28. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % *COD REMOVAL vs ORGANIC LOADING*.....74

29. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % *COD REMOVAL vs HYDRAULIC RETENTION TIME*, θ.....75

30. แสดงการตกของตะกอนที่ความเข้มข้นตะกอนต่าง ๆ.....77

31. แสดง *DETERMINATION OF NON-BIODEGRADABLE COD*.....81

32. แสดง *DETERMINATION OF TRUE GROWTH YIELD & SPECIFIC DECAY RATE*.....84

33. แสดง *DETERMINATION OF MAXIMUM SPECIFIC GROWTH RATE AND SATURATION CONSTANT*.....85

34. แสดง *DETERMINATION OF MEAN REACTION RATE COEFFICIENT*.87

35. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง *BIOLOGICAL SOLID vs SRT* (θ_c).....88

36. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง *GAS vs ORGANIC LOADING (SRT = 12 days, COD INFLUENT = 1,400 mg/l SYNTHETIC)*.89

37. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % CH_4 *vs ORGANIC LOADING (SRT = 12 days, COD INFLUENT = 1,400 mg/l , SYNTHETIC)*.....90

38. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นมีเทน,*(e) vs ORGANIC LOADING (SRT = 12 days, COD INFLUENT = 1,400 mg/l SYNTHETIC)*.....93

39. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นมีเทน กับเวลาที่ใช้ในการเก็บกักน้ำ.....94

40. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นมีเทน.....94

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

นิยาม

pH = พีเอช

เป็นค่าแสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน (H^+) ในน้ำโดยคำนวณได้จากสูตร

$pH = -\log(H^+)$

เมื่อ (H^+) = ความเข้มข้นของ H^+ มีหน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ในทางปฏิบัติค่า *pH* แสดงถึงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำทิ้ง น้ำทิ้งมีคุณสมบัติเป็นกรดจะมีค่า *pH* น้อยกว่า 7. เป็นด่างจะมีค่า *pH* มากกว่า 7 และเป็นกลางจะมีค่า *pH* เป็น7. ค่า *pH* ของน้ำทิ้งมีความสำคัญในการกำจัดน้ำทิ้งด้วยวิธีการทางเคมี, ฟิสิคซ์ และชีววิทยา ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมให้อยู่ในช่วงที่จำกัด

Alkalinity = สภาพความเป็นด่าง

หมายถึงความสามารถของน้ำทิ้งในการรับโปรตอน สภาพความเป็นด่างส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบของสารละลายไบคาร์บอนเนต (HCO_3^-) คาร์บอเนต $(CO_3^=)$ และไฮดรอกไซด์ (OH^-) น้ำทิ้งที่มีสภาพเป็นด่างจะมี *pH* สูงกว่า 4

Volatile acid = กรดโวลาไทล์

หมายถึงกรดอินทรีย์โมเลกุลเล็กๆที่มีคาร์บอนอะตอมต่ำกว่า เป็นพวกกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ สามารถกลั่นได้ที่ความดันบรรยากาศ

TS = *Total Solids* ตะกอนทั้งหมด

คือปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เหลืออยู่ภายหลังการระเหยน้ำออกจนหมด และทำให้แห้งโดยการอบที่อุณหภูมิ *103°* ถึง *105°* เซ็นเซียส

SS = *Suspended Solids* ตะกอนแขวนลอย

หมายถึงส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่มีขนาดเล็กพอที่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำได้

VS = *Volatile Solids* ตะกอนโวลาไทล์

หมายถึงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่สลายกลายเป็นไอ(ระเหย) เมื่อเผาที่อุณหภูมิ *550°* เซ็นเซียส เป็นเวลา *15 - 20* นาที ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์

VSS = *Volatile Suspended Solids* ตะกอนแขวนลอยที่เป็นโว ลาไทล์

หมายถึงส่วนของตะกอนแขวนลอยที่ระ เหยไปเมื่อ เผาที่อุณหภูมิ *550°* เซ็น เซียส เป็น เวลา *15-20* นาที

BOD_5 = *Biochemical Oxygen Demand*

หมายถึงปริมาณอ๊อกซิ เจนทั้งหมดที่ถูกใช้โดยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียสารที่มีอยู่ใน น้ำทิ้ง ที่อุณหภูมิ *20°* เซ็น เซียส เป็น เวลา *5* วัน

COD = *Chemical Oxygen Demand*

หมายถึงปริมาณอ๊อกซิ เจนทั้งหมดที่ถูกใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และอนินทรีย์ทั้งหมด ที่มีอยู่ในน้ำทิ้ง โดยปรกติ *COD* จะสูงกว่าค่า *BOD* เสมอ

HRT = *Hydraulic Retention Time*

เวลาที่น้ำทิ้งอยู่ในระบบกำจัด (เวลากักน้ำทิ้ง)

SRT = *Solid Retention Time, Sludge age, Mean Cell Resident Time*

เวลาเก็บกักตะกอน (เวลา เฉลี่ยที่แบคที เรียอยู่ในระบบกำจัด)

$MCRT$ = $SRT = \theta_c$

τ = *Space time* = HRT

C_i = *Non-Biodegradable COD,*

μ_m = *Maximum Specific Growth Rate*

อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดประสิทธิผล

b = *Specific Decay Rate Constant*

ค่าคงที่ประสิทธิผลของอัตราการตาย

Y_g = *True Growth Yield*

การเจริญเติบโตที่แท้จริงสูงสุดที่เกิดได้

K_s = *Saturation Constant*

ค่าคงที่เมื่ออิ่มตัว

$MLVSS$ = *Mix Liquor Volatile Suspended Solid*

$CSTR$ = *Continuous Stirred Tank Reactor.*

Note;

C = CH_4 produced, M^3_{std} /day

F = flow rate, M^3/day

S_o = influent T_bOD, mg/l

S = effluent T_bOD, mg/l

b = decay rate constant, day^{-1}

θ_c = MCRT, days

β = oxygen equivalent of cells ($\simeq 1.42$)

Y_g = true growth yield, mg. cell/mg. $COD_{removal}$

0.35 = $M^3.CH_4$/kg. $T_bOD_{removal}$

1000 = gm/kg

τ = space time, days

X = total microorganism concentration in reactor, mg/l

X_v = Viable microorganism concentration in reactor, mg/l

Xd = Non-viable microorganism concentration reactor,mg/l

V = reactor effective volumn, l

F_w = wastage flow rate, l/day

μ_m = Maximum specific growth rate. day^{-1}

K_s = saturation constant , mg/l

γ = death rate constant , day^{-1}

Px = mass wastage rate , mg/day