

การหาสภาวะที่เหมาะสมของระบบกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยวิธีการทำให้ตะกอนลอย

Determination of the Effective Conditions for Grease and Oil Removal

by Dissolved Air Floatation



นายจักรพงษ์ ทรัพย์หิรัญ
นายชัยพงษ์ พลทะภิญโญ
นางสาวสุชาดา เขียวแก้ว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

นพ.
๑๙๙๓ ๗
๙๕๙๕

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50255
วัน,เดือน,ปี 28 เม.ย. 2547

.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกา
๒๑๑๘๔๓๗

การหาสถานะที่เหมาะสมของระบบกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยวิธีการทำให้ตะกอนลอย



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Determination of the Effective Conditions for Grease and Oil Removal
by Dissolved Air Floatation



Mr. Chuggapong Subhirun
Mr. Chaiyapong Palapinyo
Miss Suchada Kheawkaew

A Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Chemical Engineering
Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง

การหาสภาวะที่เหมาะสมของระบบกำจัดไขมันและน้ำมัน
ด้วยวิธีการทำให้ตะกอนลอย

โดย

นายจักรพงษ์ ทรัพย์หิรัญ
นายชัยพงษ์ พลະภิญโญ
นางสาวสุชาดา เขียวแก้ว

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

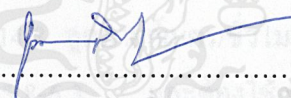
คุณทรงภพ บุรณะศิลป์

1. วิศวกรฝ่ายวิจัยพัฒนาและประกันคุณภาพ บริษัทไทยเพอร์ซิเดนซ์ฟูลด์ จำกัด (มหาชน)

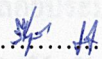
ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาและอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ)

.....กรรมการ
(คุณทรงภพ บุรณะศิลป์)

.....กรรมการ
(อาจารย์บุญชัย โชติวิริยวานิชย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์รัชฎี เบญจางคประเสริฐ)

Report Title Determination of the Effective Conditions for Grease and Oil Removal by Dissolved Air Floatation

By Mr. Chuggapong Subhirun
 Mr. Chaiyapong Palapinyo
 Miss Suchada Kheawkaew

Advisor Assoc. Prof. Dr. Anchaleeporn Waritswat Lothongkum

Co-Advisor Mr. Songphop Buranasilp¹

1. RD & QA Engineer, Thai President Foods Public Co., Ltd.

Report for Bachelor Degree of Chemical Engineering
 Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Abstract

The objective of this project is to determine the effective conditions to remove grease and oil from wastewater by Dissolved Air Floatation (DAF) in Thai President Foods Public Co., Ltd. From the experiments, at wastewater flow rate of 14.8 m³/h, inlet pH should be 5.8-6.3, the flow rates of 50-g/l alum solution and 0.4-g/l polyelectrolyte solution were 65 and 67 l/h, respectively at air pressure and pressure of recycled water of 3 and 5 kg/cm², respectively. Under these conditions the efficiency of DAF to remove grease and oil was 94%, while that for suspended solids was 97%. The solutions of alum and polyelectrolyte about 54 % and 44 % were saved up, which was about 172,685 Baht/year.

การหาสถานะที่เหมาะสมของระบบกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยวิธีการทำให้ตะกอนลอย
Determination of the Effective Conditions for Grease and Oil Removal
by Dissolved Air Floatation



นายจักรพงษ์ ทรัพย์หิรัญ
นายชัยพงษ์ พละภิญโญ
นางสาวสุชาดา เขียวแก้ว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

รฟ.

๑๕๕๓ ๗

๕๖๕

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 50255

วัน,เดือน,ปี 2 8 เม.ย. 2547

b.....
i.....

การหาสถานะที่เหมาะสมของระบบกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยวิธีการทำให้ตะกอนลอย



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Determination of the Effective Conditions for Grease and Oil Removal
by Dissolved Air Flootation



A Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Chemical Engineering
Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2002

ปริญญานิพนธ์เรื่อง

การหาสภาวะที่เหมาะสมของระบบกำจัดไขมันและน้ำมัน
ด้วยวิธีการทำให้ตะกอนลอย

โดย

นายจักรพงษ์ ทรัพย์หิรัญ

นายชัยพงษ์ พลະภิญโญ

นางสาวสุชาดา เขียวแก้ว

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

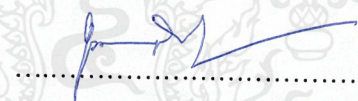
คุณทรงภพ นูระเศิลปี

1. วิศวกรฝ่ายวิจัยพัฒนาและประกันคุณภาพ บริษัทไทยเพอร์ซิเดนทึฟูดส์ จำกัด (มหาชน)

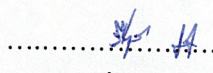
ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาและอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ)


.....กรรมการ
(คุณทรงภพ นูระเศิลปี)


.....กรรมการ
(อาจารย์บุญชัย โชติวิริยวานิชย์)


.....กรรมการ
(อาจารย์รัชนีฤดี เบญจางคประเสริฐ)

เรื่อง การหาสภาวะที่เหมาะสมของระบบกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยวิธีการทำให้
ตะกอนลอย

โดย นายจักรพงษ์ ทรัพย์หิรัญ
นายชัยพงษ์ พลະภิญโญ
นางสาวสุชาดา เขียวแก้ว

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คุณทรงภพ บุรณะศิลป์¹

1. วิศวกรฝ่ายวิจัยพัฒนาและประกันคุณภาพ บริษัทไทยเพอร์ซิเดนซ์ฟูลด์ จำกัด (มหาชน)

ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของระบบกำจัดไขมันและน้ำมันจากน้ำเสียด้วยวิธีการทำให้ตะกอนลอย (Dissolved Air Flootation: DAF) ในโรงงานไทยเพอร์ซิเดนซ์ฟูลด์ ศรีราชา พบว่าที่อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบประมาณ 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ DAF ควรอยู่ในช่วง 5.8-6.3 และต้องใช้สารละลายสารส้มความเข้มข้น 50 กรัม/ลิตร ที่อัตราการไหลเชิงปริมาตร 65 ลิตร/ชั่วโมง สารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ความเข้มข้น 0.4 กรัม/ลิตรที่อัตราการไหลเชิงปริมาตร 67 ลิตร/ชั่วโมง เมื่อความดันในถังความดัน และความดันของน้ำใสที่หมุนเวียนกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศเท่ากับ 3 และ 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งจากสภาวะนี้พบว่าระบบ DAF มีประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันประมาณ 94% และประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยประมาณ 97 % สามารถลดการใช้สารละลายสารส้มและสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ลงจากเดิม 54 % และ 44 % คิดเป็นจำนวนเงินประมาณ 172,685 บาท/ปี

Report Title Determination of the Effective Conditions for Grease and Oil Removal by Dissolved Air Floatation

By Mr. Chuggapong Subhirun
 Mr. Chaipayong Palapinyo
 Miss Suchada Kheawkaew

Advisor Assoc. Prof. Dr. Anchaleeporn Waritswat Lothongkum

Co-Advisor Mr. Songphop Buranasilp¹

1. RD & QA Engineer, Thai President Foods Public Co., Ltd.

Report for Bachelor Degree of Chemical Engineering
 Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Abstract

The objective of this project is to determine the effective conditions to remove grease and oil from wastewater by Dissolved Air Floatation (DAF) in Thai President Foods Public Co., Ltd. From the experiments, at wastewater flow rate of 14.8 m³/h, inlet pH should be 5.8-6.3, the flow rates of 50-g/l alum solution and 0.4-g/l polyelectrolyte solution were 65 and 67 l/h, respectively at air pressure and pressure of recycled water of 3 and 5 kg/cm², respectively. Under these conditions the efficiency of DAF to remove grease and oil was 94%, while that for suspended solids was 97%. The solutions of alum and polyelectrolyte about 54 % and 44 % were saved up, which was about 172,685 Baht/year.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บริษัทไทยเพอร์ซิเดนซ์ฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน) เป็นอย่างยิ่งที่ให้โอกาสการทำโครงการที่บริษัท อีกทั้งสนับสนุนอุปกรณ์และสารเคมี คุณสมุสรรัตน์ กมลโชติ ผู้จัดการฝ่ายวิจัยพัฒนาและประกันคุณภาพ พี่ๆ ประจำห้องปฏิบัติการเคมี และพี่ๆ ประจำระบบบำบัดน้ำเสีย ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และให้ความรู้คำแนะนำต่างๆ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำโครงการและให้ทุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยภายใต้โครงการโครงการทุนอุดหนุนการศึกษานักศึกษาปริญญาตรี (IPUS)

คุณทรงภพ บุรณะศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาในการทำโครงการ การนำเสนอรายงาน และการตรวจแก้ไขรายงาน

อาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ทั้งนี้หากรายงานนี้มีข้อผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขออภัยและขออภัยมา ณ โอกาสนี้

นายจักรพงษ์

ทรัพย์หิรัญ

นายชัยพงษ์

พละภิญโญ

นางสาวสุชาดา

เขียวแก้ว

29 มีนาคม 2546

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ณ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	4
บทที่ 2 มลภาวะทางน้ำ	5
2.1 สิ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะทางน้ำและผลกระทบ	5
2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	6
บทที่ 3 ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil)	14
3.1 ประเภทของไขมันและน้ำมัน	14
3.2 ลักษณะของน้ำมันในน้ำเสีย	15
3.3 วิธีการกำจัดไขมันและน้ำมันออกจากน้ำเสีย	17
บทที่ 4 กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation)	19
4.1 กลไกของกระบวนการโคแอกกูเลชัน	20
4.2 สารเคมีหรือสารสังเคราะห์ที่ใช้ในกระบวนการ โคแอกกูเลชัน	22
4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการรวมตัวเป็นฟล็อก	26
บทที่ 5 กระบวนการทำให้ลอย	29
5.1 วิธีการทำให้ตะกอนลอย	30
5.2 ข้อดีของระบบการทำให้ตะกอนลอย	32
5.3 ข้อเสียของระบบการทำให้ตะกอนลอย	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.5 การออกแบบระบบการทำให้ตะกอนลอย	35
บทที่ 6 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน	38
6.1 ลักษณะน้ำเสียของโรงงาน และค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย	38
6.2 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานไทยเพรซิเดนท์ฟู้ดส์ ศรีราชา	39
6.3 หลักการทำงานของระบบ DAF	41
บทที่ 7 การสำรวจงานวิจัย	44
บทที่ 8 การทดลอง	48
8.1 ตัวแปรที่ศึกษา	48
8.2 วิธีการทดลองด้วยวิธี Jar Test	48
8.3 ปรับปรุงระบบ DAF โดยการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม	49
8.4 หาอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย	50
อัตราการไหลของสารละลายสารส้มและสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์	
8.5 ทดลองในระบบบำบัดน้ำเสียจริงเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม	51
ของระบบ Dissolved Air Flootation ของโรงงาน	
บทที่ 9 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง	55
9.1 ผลการทดลองด้วยวิธี Jar Test	55
9.2 ผลการทดลองหาอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย	59
อัตราการไหลของสารละลายสารส้มและสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์	
9.3 ผลการทดลองในระบบบำบัดน้ำเสียจริงเพื่อหาสภาวะการทำงาน	61
ที่เหมาะสมของระบบ Dissolved Air Flotation ของโรงงาน	
9.4 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของระบบ DAF เมื่อเดินระบบ	68
ในสภาวะปกติด้วยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง	
10 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	72
10.1 สรุปผลการทดลอง	72
10.2 ข้อเสนอแนะ	72
รายการเอกสารอ้างอิง	74

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก	ข้อมูลจากการทดลอง	77
ภาคผนวก ข	การวิเคราะห์น้ำเสีย	89
ภาคผนวก ค	การคำนวณผลการทดลอง	99
ภาคผนวก ง	มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	104



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1	3
ขั้นตอนการดำเนินงาน	
ตารางที่ 5.1	34
ปริมาณอากาศที่ละลายอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ	
ตารางที่ 5.2	37
ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลอยขึ้นของฟองอากาศกับขนาด ของฟองอากาศ	
ตารางที่ 6.1	38
องค์ประกอบของน้ำเสียโดยเฉลี่ยประจำปี 2545 วัดจาก Equalizing Tank (EQ) และ Polishing Pond	
ตารางที่ 9.1	56
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย กับลักษณะของฟล็อกที่เกิดขึ้นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test	
ตารางที่ 9.2	57
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรสารละลายสารส้ม กับลักษณะของฟล็อกที่เกิดขึ้นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test	
ตารางที่ 9.3	58
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ กับลักษณะของฟล็อกที่เกิดขึ้นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test	
ตารางที่ 9.4	61
ลักษณะของฟล็อกที่ลอยขึ้นสู่ด้านบนถึงลอยเมื่อ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในบ่อ EQ อยู่ในช่วง 5-7	
ตารางที่ 9.5	71
สถานะและประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ DAF ก่อนและหลังการทดลอง	
ตารางที่ ก.1.1	78
ความสามารถในการกำจัดความขุ่นในน้ำเสียที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	
ตารางที่ ก.1.2	79
ความสามารถในการกำจัดความขุ่นในน้ำเสียที่ ปริมาตรสารละลายสารส้มต่างๆ	
ตารางที่ ก.1.3	80
ความสามารถในการกำจัดความขุ่นในน้ำเสียที่ ปริมาตรสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ต่างๆ	
ตารางที่ ก.2.1	81
อัตราการไหลของน้ำเสียที่ระดับปรับวาล์วขาออกต่างๆ	
ตารางที่ ก.2.2	81
อัตราการไหลของสารละลายสารส้มที่ % Stroke ของปั๊มต่างๆ	
ตารางที่ ก.2.3	81
อัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ % Stroke ของปั๊มต่างๆ	
ตารางที่ ก.3.1	82
ความสามารถในการกำจัดปริมาณไขมันและน้ำมันที่อัตราการไหล ของสารละลายสารส้มต่างๆ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ ก.3.2 ความสามารถในการกำจัดปริมาณไขมันและน้ำมันที่อัตราการไหล ของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์	83
ตารางที่ ก.3.3 ความสามารถในการกำจัดปริมาณไขมันและน้ำมันที่ความดันอากาศ ในถังความดันต่างๆ	84
ตารางที่ ก.3.4 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถเดินระบบ DAF ได้โดยไม่มีผลกระทบ จากค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย	85
ตารางที่ ก.3.5 เปรียบเทียบความสามารถในการกำจัดปริมาณไขมันและน้ำมัน ของการทดลอง 3 วิธี เพื่อใช้ในกรณีที่น้ำเสียในบ่อ EQ มีปริมาณน้อย	86
ตารางที่ ก.4.1 ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันและของแข็งแขวนลอย ของระบบ DAF	87
ตารางที่ ก.4.2 ปริมาณไขมันและน้ำมัน และของแข็งแขวนลอยของระบบ DAF	88
ตารางที่ ข.1 อนุกรมของสารละลายความขุ่น	92
ตารางที่ ข.2 ช่วงของการเจือจางตัวอย่างน้ำเสียก่อนการวัดค่าความขุ่น	93
ตารางที่ ง.1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง	105

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 3.1 ความคงตัวของเมื่อน้ำมันที่เกิดจากสารซักฟอก	17
รูปที่ 4.1 แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างอนุภาคคอลลอยด์	20
รูปที่ 4.2 สารเคมีช่วยตกตะกอนช่วยลดแรงผลักระหว่างอนุภาค	20
รูปที่ 4.3 กลไกการทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์แบบเชื่อมต่อกับพอลิเมอร์	21
รูปที่ 4.4 ผลของปริมาณสารสัมผัสต่อค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการตกตะกอน	23
รูปที่ 4.5 การเจริญเติบโตของฟล็อกหลังจากการเติมสารสัมผัส	23
รูปที่ 4.6 ลักษณะการจับอนุภาคของพอลิเล็กโทรไลต์	26
รูปที่ 4.7 ลักษณะการจับตัวของตะกอนเมื่อใส่พอลิเมอร์	26
รูปที่ 5.1 ระบบ Dissolved Air Flootation แบบไม่มีการหมุนเวียน	31
รูปที่ 5.2 ระบบ Dissolved Air Flootation แบบมีการหมุนเวียน	31
รูปที่ 5.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนของปริมาณอากาศกับปริมาณตะกอน(A/S)	34
รูปที่ 6.1 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานไทยเพรซิเดนท์ฟู้ดส์ ศรีราชา	39
รูปที่ 6.2 การอัดอากาศและระบบ DAF	42
รูปที่ 9.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียกับประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test	55
รูปที่ 9.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายสารสัมผัสกับประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test	56
รูปที่ 9.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์กับประสิทธิภาพในการกำจัดค่าความขุ่นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test	57
รูปที่ 9.4 อัตราการไหลของน้ำเสียเมื่อปรับวาล์วบายพาสที่ระดับต่างกัน	59
รูปที่ 9.5 อัตราการไหลของสารละลายสารสัมผัสความเข้มข้น 50 กรัม/ลิตร	59
รูปที่ 9.6 อัตราการไหลของสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ความเข้มข้น 0.4 กรัม/ลิตร	60
รูปที่ 9.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของสารละลายสารสัมผัสกับประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน	63
รูปที่ 9.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์กับประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน	64

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 9.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศในถังความดันกับประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน	65
รูปที่ 9.10 ความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำเสียกับประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน	66
รูปที่ 9.11 ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันของการทดลอง 3 วิธีในกรณีที่มีน้ำในบ่อ EQ มีปริมาณน้อย	68
รูปที่ 9.12 ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมัน น้ำมัน และของแข็งแขวนลอยของระบบ DAF	69
รูปที่ 9.13 ปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำที่ออกจากระบบบำบัดเสียเมื่อระบบ DAF ทำงานภายใต้สภาวะที่ได้จากการทดลอง	69
รูปที่ 9.14 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียเมื่อระบบ DAF ทำงานภายใต้สภาวะที่ได้จากการทดลอง	70
รูปที่ ข.1 Standard Turbidity Curve	92

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

ในอดีตโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักปล่อยของเสียออกมาจากโรงงานโดยไม่ได้อำนาจที่ควรจึงก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อม เนื่องจากจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมยังมีจำนวนน้อย ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวจึงยังไม่ร้ายแรงและไม่ค่อยได้รับความสนใจ แต่ในปัจจุบันจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัญหามลพิษทางน้ำและทางอากาศที่ปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เริ่มส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรงและเด่นชัดมากขึ้น ทำให้กระแสโลกสนใจที่จะดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยการออกข้อกำหนดทางการค้าต่างๆ โดยเฉพาะจากกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป การมีสนธิสัญญาต่างๆ ระหว่างประเทศ ข้อกำหนดของกฎหมายควบคุมมลพิษที่หลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยได้ประกาศใช้ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมทั้งหลายไม่สามารถจะหลีกเลี่ยงในการควบคุมของเสียที่จะปล่อยออกมาจากโรงงานเพื่อให้เป็นไปตามกฎหมายและสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก

บริษัทไทยเพอร์ซิเคนท์ฟูดส์ ตั้งอยู่บริเวณสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ศรีราชา เป็นโรงงานอุตสาหกรรมอาหารขนาดใหญ่ที่ทำการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปและขนมปังกรอบชั้นนำของประเทศ วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่ประกอบด้วยแป้งสาลีซึ่งใช้ผลิตเส้นบะหมี่ น้ำมันปาล์มใช้สำหรับทอดเส้นบะหมี่ และเครื่องปรุงรสต่างๆ แหล่งกำเนิดน้ำเสียของโรงงานเกิดจากขั้นตอนในการล้างวัตถุดิบ ล้างเครื่องจักร และล้างพื้นโรงงาน แหล่งที่ปล่อยน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียมี่ดังนี้ [1]

1) ส่วนของเครื่องปรุง วัตถุดิบหลัก คือ พริกแดง พริกไทย งา และเครื่องเทศอื่นๆ น้ำเสียจะเกิดจากขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

2) ภายในโรงงานผลิตเส้นบะหมี่ น้ำเสียเกิดจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนการเป่าเย็น และการร่อนน้ำซุปรวมทั้งการล้างเครื่องมือ ล้างกระทะทอดบะหมี่ และล้างพื้นโรงงาน

3) ภายในโรงงานผลิตขนมปังกรอบ เวเฟอร์ และคุกกี้ น้ำเสียส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ

น้ำเสียข้างต้นจะมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ประเภทแป้ง ไขมัน และน้ำมันปริมาณมาก ในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานจึงจำเป็นต้องกำจัดไขมันและน้ำมันออกจากน้ำเสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วจึงส่งน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ เพื่อให้การกำจัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีวภาพเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพไม่มีผลกระทบจากไขมันและน้ำมัน

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานไทยเพอร์ซิเคนท์ฟูลด์ส์ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ [1]

1) ระบบ DAF (Dissolved Air Floatation) เป็นระบบที่ใช้แยกไขมันและน้ำมันออกจากน้ำเสีย โดยการทำให้เกิดตะกอนลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ แล้วทำการกวาดทิ้งก่อนที่จะส่งน้ำเสียเข้าสู่ระบบ AF และระบบ AS

2) ระบบ AF (Anaerobic Filter) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ โดยใช้แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้โดยไม่ใช้ออกซิเจนเพื่อลดค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) ก่อนเข้าสู่ระบบ AS

3) ระบบ AS (Activated Sludge) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพที่ใช้แบคทีเรียที่ย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้ออกซิเจนซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงในการลดค่าบีโอดี

ปัญหาที่สำคัญของระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าว คือ ถ้าระบบ DAF ไม่สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันซึ่งมีจำนวนมาก และปล่อยให้ไขมันและน้ำมันผ่านสู่ระบบ AF และระบบ AS ไขมันและน้ำมันจะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของทั้งสองระบบลดลง น้ำที่ออกจากระบบบำบัดจะมีค่าบีโอดีสูงไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง

เนื่องจากระบบการกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยระบบ DAF ที่ทางโรงงานใช้อยู่เป็นเครื่องที่เพิ่งติดตั้งใหม่แทนเครื่องเก่าซึ่งเสื่อมสภาพ และยังไม่ได้ทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด อีกทั้งในปัจจุบันการเดินระบบมีปัญหา คือ ในบางครั้งปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำเสียหลังผ่านระบบบำบัดมีค่าเกินมาตรฐาน และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่ออกจากระบบ DAF มีค่าต่ำมาก (ประมาณ 4-4.5) ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบ AF เพราะระบบ AF จะทำงานได้ดีเมื่อน้ำเสียมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.5-7.7 [2-3] ดังนั้นโครงการนี้จึงต้องการหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับระบบ DAF เพื่อให้ น้ำที่ออกจากระบบบำบัดได้คุณภาพตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง

1.2 วัตถุประสงค์

หาสภาวะที่เหมาะสมของระบบ DAF เพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดไขมันและน้ำมันจากน้ำเสีย

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ศึกษากระบวนการผลิตของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 1.3.2 ศึกษาการทำงานของบริษัท DAF ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ออกแบบและวางแผนการทดลอง

1.3.4 วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำเสียจากตัวอย่างน้ำเสียที่สุ่มเก็บมาจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน

1.3.5 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ DAF อัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารเคมี คือ สารละลายสารส้มและสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ที่ต้องใช้ ความดันของอากาศในถังอัดความดัน และความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF และนำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ ตัวแปรที่วิเคราะห์ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไขมันและน้ำมัน และค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำ

1.3.6 เก็บข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Jar Test

1.3.7 ทดลองกับระบบจริงและปรับปรุงระบบ

1.3.8 วิเคราะห์ผลการทดลอง

1.3.9 สรุปผลการดำเนินงานและเขียนรายงาน

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน แสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	สถานที่ปฏิบัติงาน	มี.ย. 2545	ก.ค. 2545	ส.ค. 2545	ก.ย. 2545	ต.ค. 2545	พ.ย. 2545	ธ.ค. 2545	ม.ค. 2546	ก.พ. 2546	มี.ค. 2546
1. ศึกษากระบวนการผลิตและการทำงานของระบบ DAF	หาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ	←→									
2. ออกแบบและวางแผนการทดลอง	สจล.	←→									
3. วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำเสีย	ห้องปฏิบัติการของโรงงาน		←→								
4. ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย	ห้องปฏิบัติการของโรงงาน และระบบจริง			←→							
5. ทดลองในห้องปฏิบัติการและระบบจริง	ห้องปฏิบัติการของโรงงาน และระบบจริง					←→					
6. ปรับปรุงระบบ	ระบบจริง					←→					
7. วิเคราะห์ผลการทดลอง	สจล.									←→	
8. สรุปผลการดำเนินงานและเขียนรายงาน	สจล.									←→	

หมายเหตุ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติงานจะมีการประชุมร่วมกันระหว่างผู้ปฏิบัติงานและ

ผู้ประสานงานฝ่ายโรงงานทุกเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ทราบสถานะที่เหมาะสมสำหรับระบบ DAF เพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งเป็นประโยชน์ต่อโรงงานอย่างมาก คือ สามารถใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสม ทราบอัตราการป้อนน้ำเสียที่เหมาะสมกับอัตราการป้อนสารเคมี ความดันอากาศในถังความดัน และความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF และนำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศที่เหมาะสม

1.5.2 น้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดมีคุณภาพตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง



บทที่ 2

มลภาวะทางน้ำ

2.1 สิ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะทางน้ำและผลกระทบ [4-7]

2.1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นเลขดัชนีระหว่าง 0-14 โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตในน้ำหรือจุลินทรีย์ในถังบำบัดจะมีชีวิตอยู่ได้ดีในสภาวะเป็นกลาง คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6-8 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้ระบบนิเวศของน้ำเสียหาย สัตว์และพืชน้ำไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ นอกจากนี้ยังทำให้น้ำมีฤทธิ์กัดกร่อนท่อหรือภาชนะ นิยมวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) เนื่องจากสะดวกและรวดเร็ว

2.1.2 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)

เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ค่านี้นักเป็นค่าซึ่งบอกถึงความสกปรกของน้ำเสียว่ามากน้อยเพียงใด ถ้าค่าบีโอดีสูงแสดงว่าความต้องการออกซิเจนสูง นั่นคือ ความสกปรกหรือสารอินทรีย์มีมาก ค่าบีโอดีนี้เป็นค่าที่สำคัญอย่างมากในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาและใช้ในการหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

2.1.3 ปริมาณของแข็ง (Solids)

หมายถึงปริมาณสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ประกอบด้วยปริมาณของแข็งที่แขวนลอย (Total Suspended Solids: TSS) และปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำ (Total Dissolved Solids) และของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ เช่น หลอคคาแฟ เศษอาหาร ปฏิฐิตต่างๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ของแข็งบางชนิดที่มีน้ำหนักเบาและแขวนลอยอยู่ในน้ำ จุลินทรีย์บางชนิดที่หนักและจมตัวลงเบื้องล่าง ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำนี้อาจสร้างปัญหาถ้าปล่อยทิ้งในปริมาณมากจะทำให้เกิดความสกปรกและสิ้นเงินในลำน้ำธรรมชาติตลอดจนบดบังแสงแดดที่ส่องลงสู่ท้องน้ำ

2.1.4 ซัลไฟด์ (Sulfides)

เป็นสารประกอบของกำมะถัน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ และมีอยู่ในน้ำเสียจากอาคารโดยเฉพาะพวกกากอาหาร เมื่อสารประกอบอินทรีย์จากเศษอาหารทั้งพืชและสัตว์ถูกจุลินทรีย์ย่อยในสภาวะที่ไม่มีอากาศจะกลายเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซ

ไข่น้ำ ซึ่งมักกลิ่นเหม็น แต่ถ้าหากมีออกซิเจนพอเพียงก็จะถูกแปรสภาพต่อไปเป็นสารประเภท “ซัลเฟต” ซึ่งไม่มีกลิ่นเหม็น

2.1.5 ไนโตรเจน (Nitrogen)

ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นในการสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่จุลินทรีย์เซลล์เดียวไปจนถึงสัตว์ขนาดใหญ่และเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน เมื่อสารประกอบอินทรีย์ถูกย่อยสลายไนโตรเจนก็จะเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนีย ถ้าหากในน้ำมีออกซิเจนพอเพียงก็จะถูกย่อยต่อไปเป็นไนไตรต์และไนเตรต ดังนั้นการปล่อยน้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนสูงจึงทำให้มีออกซิเจนในน้ำลดลง

2.1.6 ไขมัน และน้ำมัน (Fat , Grease and Oil)

ส่วนใหญ่ได้แก่ไขมันและน้ำมันจากพืชและสัตว์ที่ใช้ในการทำอาหาร สบู่จากการอาบน้ำ ฟองสารซักฟอกจากการชำระล้าง สารเหล่านี้มีน้ำหนักเบาและลอยน้ำ ทำให้เกิดสภาพไม่นำดูและขวางกั้นการละลายของออกซิเจนจากอากาศสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังมีค่าบีโอดีสูงเพราะเป็นสารอินทรีย์

2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย [3-6]

กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบ่งออกได้เป็น 4 กระบวนการใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 กระบวนการทางกายภาพ (Physical Unit Processes)

2.2.2 กระบวนการทางเคมี (Chemical Unit Processes)

2.2.3 กระบวนการทางชีววิทยา (Biological Unit Processes)

2.2.4 กระบวนการทางกายภาพ-เคมี (Physicochemical Unit Processes)

2.2.1 กระบวนการทางกายภาพ

ใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่

1) การคัดด้วยตะแกรง (Screening)

ตะแกรงมีไว้ใช้ในการคัดขยะต่างๆ จากน้ำเสีย เช่น เศษไม้ เศษกระดาษ เศษพลาสติก ฯลฯ มีประโยชน์มากต่อการช่วยเสริมประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัด และป้องกันการเสียหายที่มีต่อเครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องเติมอากาศ เป็นต้น ตะแกรงมี 2 แบบ คือ ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด

2) การบดตัด (Cominution)

เครื่องบดตัดมีหน้าที่บดตัดเศษขยะที่ใหญ่มากกับน้ำเสียให้มีขนาดเล็กๆ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

3) การกำจัดตะกอนหนัก (Grit Removal)

ตะกอนหนัก คือ พวกกรวด หิน ทราย หรือตะกอนต่างๆ ที่มีความถ่วงจำเพาะสูงๆ ตะกอนหนักเหล่านี้จำเป็นต้องถูกกำจัดออกไปจากน้ำเสีย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาต่างๆ ดังนี้

3.1 ความเสียหายแก่เครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ

3.2 การอุดตันในท่อระบายน้ำเสีย

3.3 การจับตัวเป็นก้อนใหญ่ขึ้น ซึ่งทำให้ระบบบำบัดเสียหาย

4) การกำจัดไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil Removal)

ไขมันและน้ำมันจะพบมากในน้ำทิ้งจากร้านอาหารทั่วไป สถานีจำหน่ายน้ำมัน ตู้ซ่อมรถ และโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่มีไขมัน การกำจัดไขมันและน้ำมันมีหลายวิธี ซึ่งจะอธิบายต่อไปในบทที่ 3

ระบบกำจัดไขมันหรือน้ำมันที่นิยมใช้เป็นถังพักที่มีแผ่นกั้นขวางอยู่ในบ่อเพื่อให้ตกไขมันไว้ได้ปริมาณมาก

5) การตกตะกอน (Sedimentation)

การตกตะกอนเป็นวิธีการแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสีย โดยอาศัยการจมตัวของตะกอนแขวนลอยที่มีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำ ในระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไปมักจะมีถังตกตะกอนอยู่ 2 ชนิด คือ ถังตกตะกอนที่ทำหน้าที่แยกตะกอนต่างๆ ออกจากน้ำเสียก่อนที่จะไหลไปลงถังบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยา เรียกว่าถังตกตะกอนแรก (Primary Sedimentation Tank) และถังตกตะกอนที่ใช้แยกตะกอนชีวภาพหรือตะกอนเคมีออกจากน้ำเพื่อให้ได้น้ำใสสะอาด เรียกว่าถังตกตะกอนที่สอง (Secondary Sedimentation Tank)

6) การทำให้ตะกอนลอย (Floatation)

หลักการของระบบนี้คือแยกตะกอนออกจากน้ำเสียด้วยวิธีทำให้ตะกอนต่างๆ ในน้ำเสีลอยขึ้นสู่บริเวณชั้นบนของผิวน้ำเพื่อทำการกวาดตะกอนลอยทิ้งออกไป วิธีนี้นิยมใช้กับตะกอนประเภทที่ยากแก่การตกตะกอน เช่น พวกไขมันสัตว์ ตะกอนเบาต่างๆ เป็นต้น ระบบนี้จะใช้พื้นที่ในการแยกตะกอนน้อยกว่าวิธีตกตะกอนเพราะใช้เวลาน้อยกว่าในการแยกตะกอนออกจากน้ำเสีย แต่ต้อง

ใช้เครื่องมือจักรกลและพลังงานมากกว่าของวิธีตกตะกอน และอาจจำเป็นต้องเติมสารเคมี เช่น สารส้ม เข้าช่วยในการแยกตะกอน

7) การกรอง (Filtration)

ระบบกรองน้ำแรกเริ่มถูกนำมาใช้ในงานประปาเท่านั้น ต่อมาในปี พ.ศ. 2492 มีการนำเอาระบบกรองน้ำมาใช้ในการเพิ่มคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดขั้นที่สองแล้ว (Effluent) โดยใช้วิธีกรองน้ำทิ้งที่ไหลล้นออกจากถังตกตะกอนที่สอง ทำให้น้ำทิ้งที่ผ่านระบบกรองน้ำแล้วไม่มีตะกอนแขวนลอยหลงเหลืออยู่ จึงสามารถลดค่าปริมาณตะกอนแขวนลอย และค่าบีโอดี ลงได้อีกมาก สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดที่ไม่สามารถแยกตะกอนออกจากน้ำทิ้งได้ทั้งหมด เครื่องกรองน้ำจำแนกได้อย่างกว้างๆ ดังนี้

7.1 แบบกรองเร็ว (Rapid Sand Filter) ใช้กับน้ำเสียปริมาณมากๆ

7.2 แบบกรองช้า (Slow Sand Filter) ใช้กับปริมาณน้ำเสียน้อย ต้องการพื้นที่ในการติดตั้งค่อนข้างมาก

7.3 แบบกรองใช้ความดัน (Pressure Filter) ใช้กับปริมาณน้ำเสียมาก เหมาะกับระบบบำบัดน้ำเสียที่มีพื้นที่จำกัด

2.2.2 กระบวนการทางเคมี

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีเคมีใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- 1) มีกรดหรือด่างสูงเกินไป
- 2) มีโลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น สังกะสี ดีบุก ฯลฯ
- 3) มีตะกอนขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ยาก
- 4) มีสารประกอบอินทรีย์ละลายน้ำที่เป็นพิษ เช่น ชัลไฟด์
- 5) มีไขมันหรือน้ำมันที่ละลายน้ำ

กระบวนการทางเคมีที่ใช้บำบัดน้ำเสียมีดังนี้

- 1) การทำน้ำให้เป็นกลาง

น้ำเสียที่มีสภาพเป็นกรดสามารถทำให้เป็นกลางได้โดยใช้ปูนขาวหรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ส่วนน้ำที่มีสภาพเป็นด่างทำให้เป็นกลางได้โดยใช้กรดชนิดต่างๆ เช่น กรดกำมะถัน กรดเกลือ หรือบางครั้งอาจใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2) การกำจัดตะกอนแขวนลอยด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

ตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ช้ามากเรียกว่า คอลลอยด์ (Colloids) คอลลอยด์ไม่สามารถแยกตัวออกจากน้ำได้โดยวิธีการตกตะกอนตามธรรมชาติ เนื่องจากมีขนาดเล็กเกินไป การเติมสารเคมีบางชนิดเช่น สารส้ม สามารถทำให้คอลลอยด์หลายๆ อนุภาคจับตัวกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า ฟล็อก (Floc) จนมีน้ำหนักมากและสามารถตกตะกอนได้รวดเร็ว สารเคมีทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวประสานให้อนุภาคมารวมกันเป็นฟล็อก กระบวนการรวมตัวของคอลลอยด์นี้เรียกว่า โคแอกกูเลชัน (Coagulation) ส่วนประกอบสำคัญของกระบวนการนี้มี 2 ส่วน คือ ถังกวนเร็ว และถังกวนช้า ถังกวนเร็วเป็นที่เติมสารเคมีและเป็นทางเข้าของน้ำเสีย สารเคมีและน้ำเสียจะผสมกันทันทีอย่างรวดเร็วในถังนี้ ถังกวนช้าเป็นที่สำหรับสร้างฟล็อกที่เกิดจากการรวมตัวของคอลลอยด์ จากนั้นตะกอนจะถูกส่งไปยังถังตกตะกอน อนุภาคคอลลอยด์ที่ไม่ถูกบำบัดโดยถังตกตะกอนจะถูกส่งต่อไปบำบัดในถังกรอง น้ำที่ออกจากถังกรองจึงมีความใสสูงมาก

3) การกำจัดโลหะหนักด้วยวิธีตกผลึก

โลหะหนักที่พบในน้ำเสียและเป็นปัญหามักอยู่ในรูปของสารละลาย ทำให้ไม่สามารถบำบัดออกจากน้ำได้ด้วยวิธีตกตะกอนและ/หรือด้วยการกรองเพียงอย่างเดียว การกำจัดโลหะหนักจำเป็นต้องทำให้เกิดการตกผลึกของแข็ง (Precipitation) เสียก่อน จากนั้นจึงทำให้ผลึกของแข็งรวมกันเป็นกลุ่มก้อนหรือฟล็อก เพื่อให้สามารถแยกออกจากน้ำได้โดยวิธีตกตะกอนและวิธีการกรอง ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการกำจัดโลหะหนักต้องใช้วิธีตกผลึกรวมกับวิธีโคแอกกูเลชันและตามด้วยวิธีตกตะกอนและวิธีการกรอง

4) การกำจัดไขมันหรือน้ำมันที่ละลายน้ำ

ไขมันหรือน้ำมันที่ละลายในน้ำจนเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่สามารถกำจัดออกจากน้ำเสียได้ด้วยวิธีกายภาพ จำเป็นต้องทำให้ไขมันหรือน้ำมันแยกตัวออกจากน้ำด้วยวิธีเคมีก่อน จากนั้นจึงใช้วิธีกายภาพกำจัดออก สารเคมีที่ใช้อาจเป็นสารอนินทรีย์ เช่น กรดกำมะถัน สารส้ม เป็นต้น หรือสารอินทรีย์สังเคราะห์ กรดกำมะถันเป็นสารเคมีที่นิยมใช้มากแต่สารอินทรีย์สังเคราะห์มักมีประสิทธิภาพสูงกว่า

5) การกำจัดสีออกจากน้ำด้วยวิธีเคมี

กระบวนการกำจัดสีออกจากน้ำเสียใช้กระบวนการโคแอกกูเลชัน เช่นเดียวกับการกำจัดตะกอนแขวนลอย สารเคมีที่นิยมใช้ คือ สารส้มเพราะสามารถทำให้สีตกผลึกและรวมตัวเป็นฟล็อกได้ในเวลาเดียวกัน

2.2.3 กระบวนการทางชีววิทยา

การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีววิทยาหรือโดยจุลินทรีย์ เป็นวิธีที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยเฉพาะสารอินทรีย์ซึ่งเป็นความสกปรกจะถูกใช้เป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่เพาะเลี้ยงไว้ในถังเลี้ยงเชื้อ ทำให้น้ำเสียมีความสกปรกลดลง จุลินทรีย์อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจนก็ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักชีวภาพมีหลายชนิด ดังนี้

1) ระบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge: AS)

ระบบเอเอสเป็นระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยาที่นิยมใช้กันมาก โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีปริมาณมากพอสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จุลินทรีย์เหล่านี้จะลอยผสมกับน้ำเสียในถังเติมอากาศ ซึ่งจุลินทรีย์จะขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณขึ้นในลักษณะที่เรียกว่าการเติบโตแบบแขวนลอย (Suspended Growth) ภายในถังเติมอากาศจะมีระบบกวน โดยมากจะใช้เครื่องจักรกลทำให้จุลินทรีย์หรือน้ำสลัดจ์แขวนลอยอยู่ในถังเติมอากาศตลอดเวลา เพื่อที่จะสามารถควบคุมจำนวนจุลินทรีย์ภายในระบบเอเอสได้ตามต้องการ ระบบเอเอสจำเป็นต้องมีระบบแยกตะกอนออกจากน้ำทิ้ง ซึ่งนิยมใช้ถังตกตะกอนทำหน้าที่แยกตะกอนออกจากน้ำทิ้ง โดยปล่อยน้ำทิ้งที่ใสไหลล้นออกจากถังตกตะกอน ส่วนบริเวณก้นถังตกตะกอนจะมีปริมาณตะกอนมาก ซึ่งมักจะนำกลับเข้าสู่ถังเติมอากาศเพื่อช่วยในการควบคุมจำนวนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ ถ้าพบว่าในระบบมีน้ำสลัดจ์มากเกินไปต้องการก็อาจสูบล้างจากก้นถังตกตะกอนก่อนหรือถังเติมอากาศโดยตรงและนำน้ำสลัดจ์ส่วนเกินนี้ไปบำบัดและกำจัดทิ้งต่อไป

2) ระบบโปรยกรอง

ระบบนี้ประกอบด้วยตัวกลางบรรจุอยู่ในถัง เพื่อให้จุลินทรีย์เกาะอยู่ตามผิวตัวกลางมากๆ โดยนำออกซิเจนจากอากาศผสมกับน้ำเสียก่อนที่ไหลผ่านผิวตัวกลางที่มีจุลินทรีย์เกาะอยู่ ซึ่งลักษณะเป็นเมือกหนาพอเพียงที่จะให้ออกซิเจนแทรกซึมเข้าไปได้

ระบบนี้มักจะมีระบบให้น้ำไหลเวียนกลับสู่ระบบอีกครั้ง (Recirculation) เพื่อประโยชน์ต่างๆ ดังนี้

1. เพื่อให้น้ำเสียได้ไหลผ่านจุลินทรีย์ที่เกาะบนผิวตัวกลางมากกว่าหนึ่งครั้ง
2. เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเสีย (Dissolved Oxygen: DO) ที่ไหลเข้า

ระบบ

3. เพื่อปรับสภาพของน้ำเสียที่อาจมีบีโอดีสูงหรือค่าเกินไประบบ
4. ช่วยเสริมประสิทธิภาพในการกระจายของน้ำเสียที่ไหลผ่านผิวตัวกลาง ซึ่งมี

แนวโน้มช่วยลดปัญหาอุดตันในระบบ และลดปัญหาเกี่ยวกับแมลงตอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เพื่อให้น้ำได้ไหลผ่านจุลชีพที่เกาะอยู่ตลอดเวลา แม้ในบางช่วงจะมีน้ำเสียไหลเข้ามาน้อยมากก็ตาม ซึ่งป้องกันจุลชีพแห้งตาย

3) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor: RBC)

ระบบแผ่นหมุนชีวภาพประกอบด้วยแผ่นที่ทำด้วยวัสดุใดๆ ที่แข็งแรงทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ในน้ำได้ โดยมากทำด้วยพลาสติก พีวีซี ยาง เป็นต้น มีรูปร่างเป็นแผ่นกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-3.5 เมตร มีแกนกลางเป็นเหล็กกันสนิมหมุนอย่างช้าๆ ประมาณ 2-5 รอบต่อนาที และมีอัตราการเคลื่อนของขอบนอกของแผ่นกลมเท่ากับ 10-25 เมตรต่อนาที โดยปกติจะมีเวลาเก็บกักของถึงประมาณ 40-250 นาที สำหรับหลักในการบำบัดน้ำเสียจะเหมือนกับระบบไปรยกรอง คือ จุลชีพที่มีมาจากน้ำเสียเริ่มขยายพันธุ์เกาะตามบริเวณผิวดวงกลางของแผ่นกลมที่หมุนอยู่ ซึ่งเป็นจุลชีพประเภทจุลชีพเกาะผิวดวงกลางจนกระทั่งจำนวนจุลชีพมีมากเกาะเต็มทั่วทั้งแผ่นกลม มีลักษณะคล้ายเมือกปกคลุมแผ่นกลม หนาประมาณ 1 ถึง 3 มิลลิเมตร ขณะที่แผ่นกลมหมุน ออกซิเจนในอากาศจากภายนอกถึงจะถ่ายเทผ่านเข้าไปในผิวเมือกจุลชีพและนำออกซิเจนลงไปสู่น้ำเสีย ทำให้เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีที่ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสียด้วยปริมาณออกซิเจนและจำนวนจุลชีพที่พอเหมาะ โดยทั่วไปเมือกจุลชีพที่เกาะบนผิวดวงกลางจะค่อยๆ หลุดออกบ้าง เนื่องจากแรงเฉือนที่เกิดจากการหมุนแผ่นกลมซึ่งทำให้มีบางส่วนลอยอยู่ในน้ำเสียภายในถัง ทำให้ได้จุลชีพอีกประเภท คือ จุลชีพแขวนลอย

4) ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Treatment System)

ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีแอนแอโรบิก เป็นวิธีที่ไม่ต้องเติมออกซิเจนหรือนิยมเรียกว่า ระบบไร้ออกซิเจนหรือถังหมัก ระบบนี้เริ่มนิยมกันแพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะสามารถประหยัดพลังงานในการเติมอากาศ และยังได้พลังงานที่เกิดจากระบบไร้ออกซิเจน ได้แก่ ก๊าซมีเทน เป็นต้น

5) ระบบบ่อธรรมชาติ (Pond System)

ระบบบ่อธรรมชาติ หมายถึง บ่อน้ำที่รับน้ำเสียเพื่อนำมาบำบัดหรือกำจัดบีโอดีโดยธรรมชาติ คือ อาศัยการสังเคราะห์เพื่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือการหมักเพื่อให้เกิดก๊าซมีเทน ดังนั้นในบ่อธรรมชาติอาจทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียทั้งแบบใช้ออกซิเจน และแบบไม่ใช้ออกซิเจนภายในบ่อเดียวกันนี้ ระบบบ่อธรรมชาติสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

5.1 บ่อมีออกซิเจน (Aerobic Pond)

5.2 บ่อมี/ไม่มีออกซิเจน (Facultative Pond)

5.3 บ่อไม่มีออกซิเจน (Anaerobic Pond)

2.2.4 กระบวนการทางกายภาพ-เคมี (Physicochemical Unit Process)

กระบวนการนี้ใช้ในการกำจัดสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย วัตถุประสงค์ของการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการนี้ คือ ต้องการได้คุณภาพน้ำทิ้งที่ดีตามความต้องการในมาตรฐานสูง โดยมากกระบวนการนี้จะมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและดำเนินการสูง

1) การดูดซับด้วยคาร์บอน (Carbon Adsorption)

ระบบนี้ใช้หลักการดูดซับด้วยคาร์บอนกัมมันต์ (Activated Carbon) เพื่อแยกสารปนเปื้อนที่ละลายอยู่ในน้ำทิ้ง เช่น สารอินทรีย์หลงเหลืออยู่ในน้ำทิ้งหลังจากผ่านระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สองแล้ว คาร์บอนกัมมันต์ที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ แบบเป็นเม็ดและแบบผง

2) การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange)

ระบบนี้ใช้หลักการแลกเปลี่ยนประจุของสารปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำเสีย เช่น แยกแอมโมเนียมไอออน คอปเปอร์ไอออน เป็นต้น โดยอาศัยสารที่เดิมลงไปในถังแลกเปลี่ยนประจุ เช่น โซเดียมคลอไรด์ กรดซัลฟิวริก เป็นต้น

ถังแลกเปลี่ยนประจุจะมีน้ำไหลเข้าแบบไหลลง มีตัวกลาง (Resin) บรรจุเกือบเต็มถัง การไหลเข้าไปจะใช้แรงดันที่เหมาะสม และน้ำทิ้งจะไหลออกทางส่วนล่างของถัง ระบบนี้ต้องมีการล้างถังอยู่เสมอเมื่อมีตะกอนขังภายในเกินมาตรฐานและควรทำการรีเจนเนอเรต (Regenerate) ตัวกลางบ่อยครั้งด้วย

3) อัลตราฟิวเตรชัน (Ultra Filtration)

ระบบนี้คือระบบกรองที่ใช้แผ่นเยื่อกรองแบบเมมเบรนที่มีรูพรุน (Porous Membrane) อัดน้ำเข้าไปด้วยแรงดันพอประมาณ ซึ่งเมมเบรนจะทำหน้าที่แยกสารปนเปื้อนทั้งแบบละลายน้ำและตะกอนเล็กมากๆ ได้ ซึ่งโดยปกติเป็นสารปนเปื้อนที่มีน้ำหนักโมเลกุลไม่เกิน 5000

4) ออสโมซิสผันกลับ (Reverse Osmosis : RO)

ระบบนี้อาจเรียกว่าระบบไฮเพอร์ฟิวเตรชัน (Hyperfiltration) นิยมใช้ในการแยกเกลือที่ละลายน้ำได้ด้วยการกรองผ่านแผ่นเยื่อกรองแบบเยือกึ่งซึมผ่านได้ (Semipermeable Membrane) ที่ความดันสูงกว่าความดันออสโมซิส (Osmotic Pressure) โดยจะนำไปใช้บำบัดน้ำทิ้งให้ได้น้ำทิ้งที่มีคุณภาพและมาตรฐานสูง หรือต้องนำน้ำทิ้งนี้กลับมาใช้ใหม่สำหรับกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด หรืออาจเพื่อไปใช้เป็นน้ำสำหรับอุปโภคก็ได้

5) การแยกด้วยไฟฟ้า-เยื่อกรอง (Electrodialysis)

การแยกด้วยไฟฟ้า-เยื่อกรอง จะนิยมใช้สำหรับการแยกเกลือออกจากน้ำทะเล เป็นวิธีที่สามารถกำจัดพวกไนโตรเจนและฟอสฟอรัสออกจากน้ำเสียได้ ซึ่งโดยปกติถ้าใช้ระบบนี้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงบำบัดน้ำเสียก็จะเป็นระบบสุดท้ายของการบำบัดน้ำเสีย ระบบนี้จะประกอบด้วยขั้วเซลล์ประจุบวกและลบ และจะมีเยื่อแผ่นกรองแบบเยื่อซึมผ่านได้ (Permeable Membrane) ซึ่งจะจับสารปนเปื้อนที่มีประจุบวกและปล่อยสารที่มีประจุลบผ่านไปได้ ก่อนใช้ระบบนี้น้ำทิ้งจะต้องได้ผ่านระบบที่สามารถกำจัดหรือแยกสารตะกอนเล็กๆ และสารอินทรีย์ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ออกจากน้ำแล้ว



บทที่ 3

ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil)

เนื่องจากการใช้ไขมันและน้ำมันอย่างหลากหลายในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม จึงมักพบไขมันและน้ำมันในน้ำเสียต่างๆ ไขมันและน้ำมันเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพ ได้ยากและเป็นปัจจัยที่รบกวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทุกระบบ นอกจากนี้สารอินทรีย์ เป็นพิษจำนวนมากจะละลายในไขมันและน้ำมันได้ดีกว่าน้ำ [4,7-9]

ไขมันหรือน้ำมันอาจลอยหรือจมก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น วิธีใช้ วิธีผลิต และ อุณหภูมิของน้ำเสียแม้จะมีในปริมาณที่เล็กน้อย ไขมันและน้ำมันมักมีกลิ่นน่ารังเกียจ และมักจับตัวอยู่ตามผนังของถังหรือภาชนะต่างๆ น้ำมันที่รั่วในทะเลมีผลร้ายต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และนกที่หากินอยู่ในทะเลเป็นอย่างมาก การเกาะจับของน้ำมันตามเหงือกของปลาและขนนก ทำให้ปลาและนกตายเป็นจำนวนมาก ไขมันและน้ำมันที่ตกตะกอนลงก้นบ่อหรือสระน้ำจะไปยับยั้งการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ตามปกติที่ก้นบ่อได้

ไขมันและน้ำมันเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาอย่างมาก คือ จะทำให้ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียลดลงและจะมีปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมเกี่ยวกับการดำเนินการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำจัดไขมันและน้ำมันในน้ำทิ้งก่อนที่จะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาหรือก่อนจะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

3.1 ประเภทของไขมันและน้ำมัน

3.1.1 ไฮโดรคาร์บอนชนิดเบา (Light Hydrocarbons)

ไขมันและน้ำมันชนิดนี้ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเบา เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด และน้ำมันเครื่องบิน รวมทั้งสารทำละลายต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น เฮกเซน (Hexane) คลอโรฟอร์ม (Chloroform) เป็นต้น ไฮโดรคาร์บอนชนิดเบาในน้ำเสียอาจทำให้การกำจัดไฮโดรคาร์บอนชนิดหนักทำได้ยากขึ้น

3.1.2 ไฮโดรคาร์บอนชนิดหนัก (Heavy Hydrocarbons)

ไขมันและน้ำมันชนิดนี้ประกอบด้วยน้ำมันดิบ น้ำมันดีเซล รวมทั้งยางมะตอยที่ใช้

ราดถนน

3.1.3 น้ำมันหล่อลื่นและ Cutting Fluid ไหม้นและน้ำมันชนิดนี้แบ่งได้เป็น

- 1) น้ำมันอิสระ เช่น น้ำมันและไขมันหล่อลื่นชนิดต่างๆ
- 2) น้ำมันที่กลายเป็นอิมัลชันได้ (Emulsiable Oil) เช่น Cutting Oil, Rolling Oil
- 3) สบู่ และไขมันต่างๆ

3.1.4 ไขมันและน้ำมันจากพืชและสัตว์

ไขมันและน้ำมันนี้มักได้จากกระบวนการผลิตอาหารและวัสดุธรรมชาติ

3.2 ลักษณะของน้ำมันในน้ำเสีย

น้ำมันที่อยู่ในน้ำเสียแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

3.2.1 น้ำมันที่ละลายน้ำ

3.2.2 น้ำมันที่อยู่ในรูปของอิมัลชันที่มีสารลดแรงตึงผิว (Surfactant)

3.2.3 น้ำมันที่อยู่ในรูปของอิมัลชันที่ไม่มีสารลดแรงตึงผิว

3.2.4 น้ำมันที่เป็นชั้นลอยอยู่ผิวน้ำ (ฟิล์มน้ำมัน)

3.2.1 น้ำมันที่ละลายน้ำ

โดยทั่วไปมักคิดกันว่าน้ำมันไม่เข้ากับน้ำหรือน้ำมันไม่ละลายน้ำ แท้ที่จริงแล้วน้ำมันสามารถละลายน้ำได้ ความสามารถในการละลายน้ำขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติประจำตัวของน้ำมัน ไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยได้ง่ายมักมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำและละลายน้ำได้ดี โมเลกุลที่ไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนเบนซินจะละลายน้ำได้ดี ตัวอย่างเช่น น้ำมันเบนซินละลายน้ำได้ถึง 1,650 มิลลิกรัม/ลิตร

สรุปได้ว่าไฮโดรคาร์บอนที่มีขั้วสูงและน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะละลายน้ำได้ดี น้ำมันละลายน้ำมักมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าแต่อาจรู้ได้ด้วยการดมหรือชิม นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันละลายน้ำมักเป็นพิษและเป็นต้นเหตุของมะเร็ง พบว่าน้ำมันจะละลายได้มากในน้ำเสียที่เพิ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดใหม่ๆ น้ำเสียที่ไหลเข้ามาระบบบำบัดน้ำเสียจะผ่านเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง น้ำมันที่ละลายน้ำจะถูกใบพัดของเครื่องสูบน้ำตึงจนเกิดเป็นน้ำมันอิมัลชัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดน้ำมันจะแปรผกผันกับแรงบดอัดและแปรตามกับแรงตึงผิวของเม็ดน้ำมัน

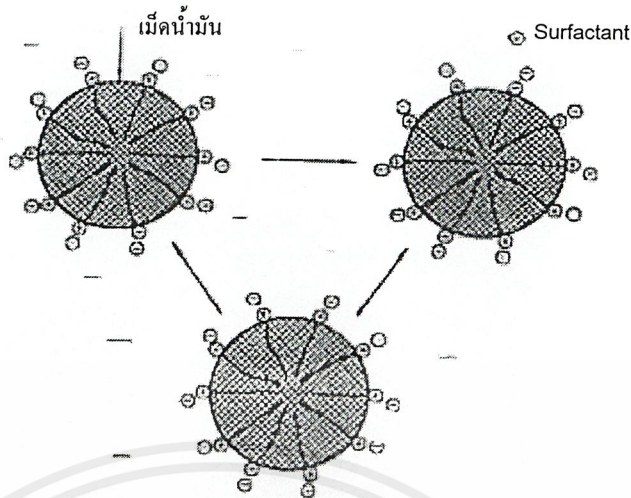
3.2.2 น้ำมันที่อยู่ในรูปอิมัลชัน

น้ำมันในรูปอิมัลชันเป็นน้ำมันที่อยู่ในรูปอนุภาคขนาดเล็กคล้ายคอลลอยด์ ดังนั้นจึงมองเห็นเป็นความขุ่นในน้ำ น้ำมันละลายน้ำอาจกลายเป็นอิมัลชันได้เมื่อถูกกระทำด้วยแรงภายนอก เช่น ถูกบดอัด ในขณะที่ถูกสูบด้วยเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง เป็นต้น ขนาดของเม็ดน้ำมันมี

เอกสารนี้ตั้งแต่เล็กกว่า 20 ปี ไม่ครอบคลุมจนถึงขนาดใหญ่กว่า 100 ไมครอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮโดรคาร์บอน ไฮโดรคาร์บอนที่มีแรงดึงดูดสูงจะมีขนาดใหญ่ ส่วนเมื่อน้ำมันขนาดเล็กจะเป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีแรงดึงดูดต่ำ ในกระบวนการกลั่นน้ำมันจะพบได้ทั้งน้ำมันอิสระ (น้ำมันที่ละลายน้ำและฟิล์มน้ำมัน) และน้ำมันอิมัลชัน ยกตัวอย่างเช่น ในกระบวนการกำจัดสารละลายเกลือแร่ออกจากน้ำมันดิบ (Crude Oil Desalting) จะต้องล้างน้ำมันดิบด้วยน้ำปริมาณ 5% ของปริมาณน้ำมัน และมีการกวนผสมกันเป็นผลทำให้เกิดอิมัลชันในน้ำที่ใช้ล้าง น้ำเสียที่เกิดขึ้นจึงมีน้ำมันอิมัลชันซึ่งเกิดจากความร้อน เมื่อน้ำมันมีขนาดเล็กมากเพียงไม่กี่ไมครอน และมีสีขุ่นคล้ายสีของน้ำมัน สำหรับการกลั่นซึ่งใช้วิธีลดความดันด้วยการฉีดไอน้ำผ่าน Ejector จะพบน้ำมันที่ระเหยง่ายผสมออกมากับไอน้ำ ส่วนน้ำเสียที่มีน้ำมันอิสระจะเกิดจากการระบายน้ำทิ้งจากถังน้ำมันดิบ เป็นต้น ในกรณีของน้ำมันละลายน้ำหรือเป็นฟิล์มน้ำมันซึ่งเป็นน้ำมันอิสระนั้นอาจกลายเป็นอิมัลชันเมื่อถูกสูบล้างเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง ใบพัดของเครื่องสูบน้ำจะบดคัตน้ำมันทำให้เกิดอิมัลชัน จึงพบว่าน้ำเสียมีเมื่อน้ำมันแบบอิมัลชันเสมอเนื่องจากการใช้เครื่องสูบน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมหรือภายในระบบบำบัดน้ำเสีย การกำจัดน้ำมันอิมัลชันออกจากน้ำเสียสามารถทำได้ด้วยวิธีที่คล้ายกับการกำจัดตะกอนแขวนลอยหรือคอลลอยด์ เช่น การตกตะกอนที่ใช้หรือไม่ใช้โคแอกกูเลชัน เป็นต้น

ในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทมีการใช้สารซักฟอกหรือสารลดแรงดึงดูดผิวในการชำระล้างน้ำมันหรืองานอื่นๆ ลักษณะของน้ำมันที่พบในน้ำจึงอาจมีสารลดแรงดึงดูดผิวอยู่ด้วย เมื่อน้ำมันอิมัลชันชนิดนี้เป็นเมื่อน้ำมันที่มีความคงตัวมาก ทำให้แยกออกจากน้ำเสียได้ยาก สาเหตุที่อิมัลชันชนิดนี้มีความคงตัวมาก คือ สารซักฟอกทำให้เมื่อน้ำมันมีประจุชนิดเดียวกันและลดแรงดึงดูดของเมื่อน้ำมันทำให้อนุภาคมีขนาดเล็กมาก (มักเล็กกว่า 20 ไมครอน) รูปที่ 3.1 อธิบายความคงตัวของเมื่อน้ำมันที่เกิดจากสารซักฟอก สารซักฟอกหรือสารลดแรงดึงดูดผิวมักเป็นโมเลกุลที่มีหัวขนาดใหญ่ ส่วนหนึ่งของโมเลกุลละลายได้ดีในน้ำและอีกส่วนหนึ่งละลายได้ในน้ำมัน จากรูปจะเห็นว่าหางของผงซักฟอกจมอยู่ในเมื่อน้ำมันและมีส่วนหัวอยู่ในน้ำ ส่วนที่ละลายในน้ำมักเป็นกลุ่ม Carboxyl (COO^-Na^+) กลุ่มซัลเฟต (SO_4^-Na^+) กลุ่มไฮดรอกซิล (OH^-) หรือกลุ่มซัลไฟต์ (SO_3^-Na^+) จะเห็นได้ว่าผงซักฟอกทำให้เมื่อน้ำมันมีประจุบวกที่ผิว ลักษณะเช่นนี้ทำให้เมื่อน้ำมันมีความคงตัวเนื่องจากประจุบวกและจะผลัดกันทำให้เมื่อน้ำมันไม่สามารถรวมตัวเป็นเม็ดใหญ่ซึ่งตกตะกอนได้ง่าย



รูปที่ 3.1 ความคงตัวของเม็ดน้ำมันที่เกิดจากสารซักฟอก [4]

3.2.3 น้ำมันที่เป็นชั้นลอยบนผิวน้ำ (ฟิล์มน้ำมัน)

น้ำมันหรือไฮโดรคาร์บอนส่วนใหญ่มีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ จึงเป็นเรื่องปกติที่จะพบว่ามันลอยอยู่บนผิวน้ำเป็นฝ้าหรือเป็นฟิล์ม ซึ่งขวางกั้นการถ่ายเทออกซิเจนหรือรังสายนํ้ามันปริมาณเล็กน้อยก็สามารถสร้างฟิล์มปิดพื้นที่ผิวน้ำได้มากมาย เนื่องจากฟิล์มเหล่านี้มักเป็นโมเลกุลเดี่ยวโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันที่มีความหนืดต่ำ

3.3 วิธีการกำจัดไขมันและน้ำมันออกจากน้ำเสีย

3.3.1 การเติมคลอรีน

การเติมคลอรีนเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการกำจัดไขมันต่างๆ ในน้ำเสีย คลอรีนที่ใช้ในการเติมลงไปอาจเป็นสารละลาย โดยที่จะเติมสารละลายคลอรีนลงในถังตกตะกอนแรก หรือในถังเติมอากาศ โดยทั่วไปจะใช้คลอรีนประมาณ 2 ถึง 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.3.2 การเติมคลอรีนร่วมกับการเป่าอากาศ

การเติมคลอรีนร่วมกับการเป่าอากาศเป็นวิธีที่ดีกว่าการเติมคลอรีนอย่างเดียว ใช้สำหรับการกำจัดไขมันออกจากน้ำเสีย ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้ก๊าซคลอรีนผสมกับอากาศเพื่อเป่าลงในถังเป่าอากาศ โดยทั่วไปจะใช้คลอรีนประมาณ 2 ถึง 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.3.3 การเพิ่มอุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดน้ำมัน คือ ถ้าอุณหภูมิของน้ำมันในน้ำเสียนั้นสูงขึ้น ค่าความตึงผิวของน้ำมันจะลดลง ทำให้น้ำมันต่างๆ ในน้ำเสียลอยขึ้นมาได้ง่ายขึ้น จึงเป็นประโยชน์ต่อการกำจัดไขมันออกจากน้ำเสียได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การขจัด

ในบางครั้งพวกไขมันในน้ำเสียได้ไหลลงสู่บ่อเปือกในสถานีสูบน้ำเสียทำให้พวกไขมันเกิดสะสมและเกาะตามกำแพงของบ่อ ปัญหานี้แก้ไขได้โดยใช้น้ำฉีดแรงๆ และ/หรือการขจัดบริเวณที่มีไขมันเกาะติดอยู่ และถ้าจำเป็นควรถ่ายน้ำทิ้งออกจากบ่อเปือกอย่างช้าๆ จากนั้นจึงขจัดเอาไขมันที่ติดอยู่บริเวณพื้นบ่อเปือกออก วัตถุประสงค์ของการกำจัดไขมันออกจากน้ำเสียในบ่อเปือก คือ ป้องกันไม่ให้ไขมันและน้ำมันเหล่านี้ไปอุดตันในเครื่องสูบ

3.4.5 การเป่าอากาศ

การเป่าอากาศเป็นระบบที่ต้องใช้พลังงานมาก แต่จะทำให้การบำบัดน้ำเสียง่ายขึ้นมาก เพราะว่าไม่เพียงแต่จะสามารถกำจัดตะกอนหนัก แต่ยังช่วยลดค่าบีโอดี ค่า TSS ลดกลิ่นในระบบบำบัด ลดปริมาณตะกอนที่เกาะสะสมอยู่บริเวณกำแพง และบริเวณก้นบ่อเปือก ฯลฯ ระบบเป่าอากาศนี้มีหลักการง่ายๆ คือ เป่าอากาศลงในน้ำ ฟองอากาศจะนำพาไขมันและน้ำมันลอยขึ้นมา จากนั้นจึงตักหรือกวาดไขมันเหล่านี้ออกจากถังเป่าอากาศ

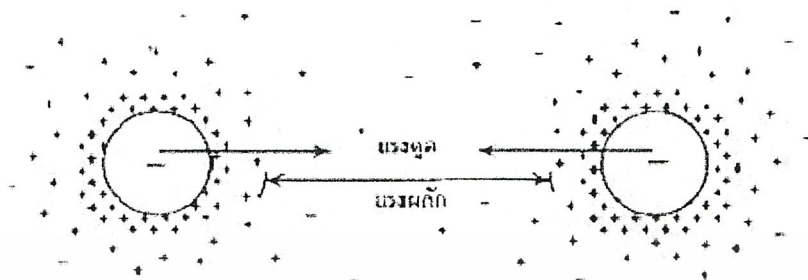
3.4.6 การทำให้ตะกอนลอย

การทำให้ตะกอนลอยเป็นกระบวนการที่นิยมใช้กันมากสำหรับการกำจัดน้ำมันและไขมัน ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและมีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันและไขมันค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการอื่นๆ กระบวนการทำให้ตะกอนลอยมีหลักการ คือ ทำให้ไขมันและน้ำมันซึ่งมีน้ำหนักเบาลอยขึ้นโดยอาศัยแรงลอยตัวของฟองอากาศพาไขมันและน้ำมันลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ จากนั้นใช้วิธีการกวาดไขมันและน้ำมันที่อยู่บนผิวน้ำออกจากถัง รายละเอียดของวิธีการทำให้ตะกอนลอยจะอธิบายในบทที่ 5

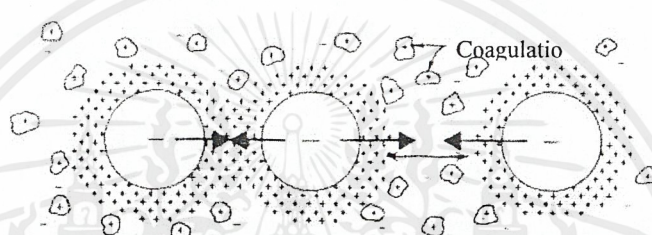
กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation)

ระบบคอลลอยด์ หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ กระจายทั่วไปในสารตัวกลางซึ่งจะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Continuous Medium) อนุภาคต่างๆ เหล่านี้เรียกว่า Dispersed Phase ส่วนสารตัวกลางเรียกว่า Dispersing Phase คอลลอยด์แบ่งเป็น 2 ประเภทตามแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง Dispersed Phase กับ Dispersing Phase คือ ถ้าแรงยึดเหนี่ยวมีกำลังอ่อนจัดเป็นพวกไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) เช่น เศษดินโคลนในน้ำ ทอง และโลหะอื่นๆ ถ้าแรงยึดเหนี่ยวมีกำลังแรงจัดเป็นพวกชอบน้ำ (Hydrophilic) เช่น โปรตีน สบู่ ผงซักฟอก และสารอินทรีย์ที่ทำให้เกิดสี การที่สิ่งสกปรกขนาดเล็กมากประเภทอนุภาคคอลลอยด์สามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานานๆ โดยไม่ตกตะกอนเรียกได้ว่าเป็นระบบคอลลอยด์ที่มีเสถียรภาพ [5-6, 9-14]

การที่คอลลอยด์คงอยู่ในสภาวะที่มีเสถียรภาพนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับประจุไฟฟ้าที่ผิวของอนุภาค ประจุไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์หรือค่าซีตาโพเทนเชียล (Zeta Potential) ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าระหว่างผิวอนุภาคกับน้ำที่อนุภาคกระจายอยู่ ศักย์ไฟฟ้ามีค่าสูงสุดที่ผิวและมีค่าลดลงตามระยะทางที่ห่างจากผิว เมื่ออนุภาคคอลลอยด์ที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันแรงผลักระหว่างอนุภาคจะเกิดขึ้น และมีค่ามากขึ้นตามระยะระหว่างอนุภาคที่ลดลงแรงผลักระหว่างอนุภาคนี้จะต้านแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van Der Waal Force) ในขณะเดียวกันแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคมีค่ามากขึ้นเมื่อระยะระหว่างอนุภาคลดลง ด้วยเหตุนี้การที่คอลลอยด์จะคงอยู่ในสภาวะที่มีเสถียรภาพจึงขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างอนุภาค (รูปที่ 4.1) ถ้าแรงผลักระหว่างอนุภาคมีค่ามากกว่าแรงดึงดูดมากอนุภาคคอลลอยด์จะไม่สามารถสัมผัสและรวมตัวกันจึงทำให้อนุภาคคอลลอยด์กระจายตัวอยู่ในน้ำ ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้อนุภาคเล็กๆ เหล่านี้รวมกันเป็นอนุภาคใหญ่จึงต้องเติมสารเคมี (รูปที่ 4.2) เพื่อทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์โดยทำให้ประจุที่ล้อมรอบอนุภาคซึ่งทำให้เกิดแรงผลักระหว่างอนุภาคหายไป แล้วสารเคมีชนิดนั้นจะเป็นตัวประสานให้อนุภาคคอลลอยด์นั้นจับตัวกันเป็นอนุภาคใหญ่เรียกว่า ฟล็อก เรียกสารเคมีนั้นว่า สารรวมตะกอน (Chemical Coagulant) กระบวนการนี้เรียกว่า กระบวนการโคแอกกูเลชัน



รูปที่ 4.1 แรงดึงดูดและแรงผลักรังระหว่างอนุภาคคอลลอยด์



รูปที่ 4.2 สารเคมีช่วยตกตะกอนช่วยลดแรงผลักรังระหว่างอนุภาค [6]

4.1 กลไกของกระบวนการโคแอกกูเลชัน [5-6, 9-14]

กลไกของกระบวนการโคแอกกูเลชันประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ

4.1.1 การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ (Destabilization)

แรงดึงดูดระหว่างอนุภาคเรียกว่าแรงแวนเดอร์วาลส์ ส่วนแรงผลักรังระหว่างอนุภาคเป็นผลมาจากประจุไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์ ผลลัพธ์ระหว่างแรงทั้งสองชนิดขึ้นอยู่กับระยะห่างของอนุภาค แรงดึงดูดจะมีอำนาจเหนือกว่าแรงผลักรังเมื่ออนุภาคเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันมากๆ แต่โดยปกติแล้วแรงผลักรังซึ่งเกิดจากประจุของอนุภาคจะไม่เปิดโอกาสให้อนุภาคต่างๆ เข้าใกล้กันจนแรงดึงดูดสามารถดึงดูดอนุภาคเข้าหากันได้

การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์สามารถทำได้โดยอาศัยกลไก 4 แบบ

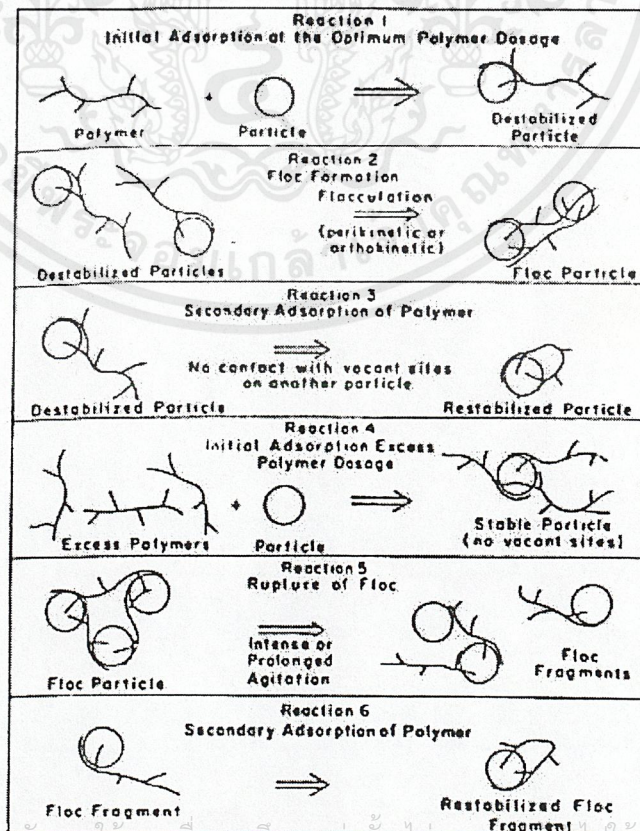
1) การลดความหนาของชั้นกระจาย (Diffuse Layer) กลไกนี้เป็นการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์โดยลดค่าซีตาโพเทนเชียล เนื่องจากการเพิ่มจำนวนไอออนที่มีประจุตรงข้ามกับประจุของอนุภาค ผลที่ได้คือชั้นกระจายมีความหนาลดลงทำให้ซีตาโพเทนเชียลลดลง

2) การดูดซับผิวและทำลายประจุไฟฟ้า (Adsorption & Charge Neutralization) กลไกนี้เกิดขึ้นโดยการเติมสารที่มีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกับประจุของอนุภาคคอลลอยด์และสามารถดูดซับบนผิวของอนุภาคคอลลอยด์ได้

3) การจับอนุภาคคอลลอยด์ไว้ในผลึกสารประกอบ (Sweep Coagulation) กลไกนี้เกิดขึ้นโดยการเติมสารเคมีบางชนิด เช่น สารส้ม ลงไปทำให้เกิดผลึกที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากขึ้น

4) การใช้สารพอลิเมอร์เป็นสะพานเชื่อมระหว่างอนุภาคคอลลอยด์ (Polymer Bridging) สารประกอบตามธรรมชาติหลายชนิด เช่น แป้ง เซลลูโลส น้ำตาลบางชนิด และโปรตีนบางชนิด รวมทั้งสารอินทรีย์พอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ขึ้น สามารถใช้เป็นโคแอกกูแลนต์ในการกำจัดคอลลอยด์ได้ ประจุไฟฟ้าประจำตัวสารเหล่านี้อาจเป็นบวก ลบ หรือไม่มีประจุก็ได้

รูปที่ 4.3 แสดงการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ด้วยการใช้พอลิเมอร์ เกิดจากการที่โมเลกุลของพอลิเมอร์สามารถเกาะติดบนอนุภาคได้หลายตำแหน่ง การเกาะติดอาจเป็นผลมาจากประจุที่ต่างกันหรือแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างอนุภาคของพอลิเมอร์และอนุภาคคอลลอยด์ อนุภาคที่มีพอลิเมอร์เกาะติดอยู่โดยที่ปลายอิสระของพอลิเมอร์ยังเหลืออยู่สำหรับที่จะเกาะติดอนุภาคอื่นถือได้ว่าเป็นอนุภาคที่สูญเสียเสถียรภาพแล้ว (Destabilized Particals) และเมื่ออนุภาคดังกล่าวไปจับตัวกับอนุภาคอื่นๆ โดยมีพอลิเมอร์เป็นตัวเชื่อม ก็จะได้ฟล็อกที่มีขนาดใหญ่และตกตะกอนได้ง่าย แต่ถ้าเติมพอลิเมอร์มากเกินไปพอลิเมอร์หลายโมเลกุลจะไปเกาะบนอนุภาคจนกระทั่งไม่มีที่ว่างของปลายอิสระของพอลิเมอร์ที่จะให้อนุภาคจับ จึงทำให้อนุภาคคอลลอยด์มีเสถียรภาพกลับคืนมาใหม่



4.1.2 การทำให้อนุภาคคอลลอยด์เคลื่อนที่มากระทบหรือสัมผัสกันให้มากที่สุด (Transport of Colloidal Particles)

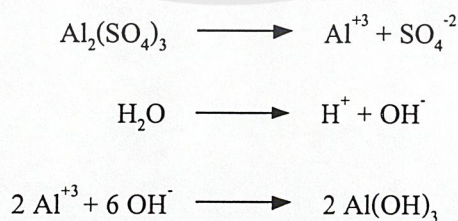
เมื่ออนุภาคถูกทำลายเสถียรภาพแล้วการสร้างโอกาสสัมผัสระหว่างอนุภาคย่อมเกิดขึ้นง่ายกว่าเดิม ดังนั้นเมื่ออนุภาคมาสัมผัสกันก็จะเกาะติดแน่นเป็นฟล็อก

4.2 สารเคมีหรือสารสังเคราะห์ที่ใช้ในกระบวนการโคแอกกูเลชัน (6, 14, 15-17)

4.2.1 โคแอกกูแลนต์ (Coagulants)

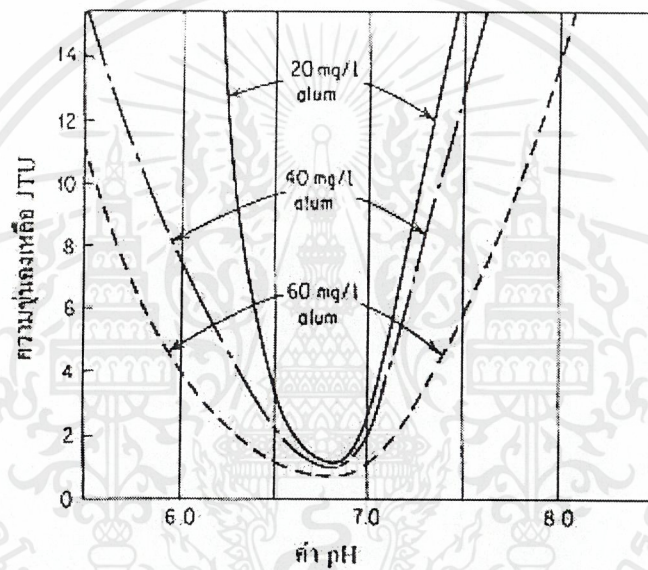
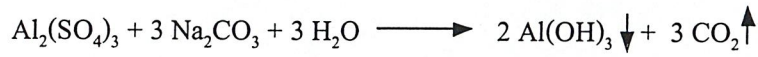
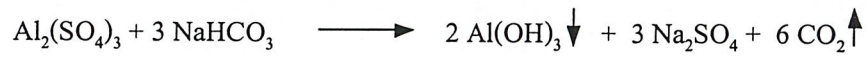
โคแอกกูแลนต์ที่นิยมใช้มากที่สุด คือ สารส้ม (Aluminium Sulfate or Alum) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ สารเคมีอื่นที่นิยมใช้ ได้แก่ สารประกอบของเหล็ก เช่น FeCl_3 สารส้มมีทั้งแบบเป็นสารละลาย ผง หรือเม็ด มีสีเขียวอ่อนจนถึงสีครีม สารส้มสามารถละลายน้ำได้ดี เมื่ออยู่ในรูปสารละลายมีฤทธิ์เป็นกรดและกัดกร่อนเหล็กหรือคอนกรีตได้ สารส้มใช้ผสมกับน้ำเสียก่อนเข้าระบบ DAF เพื่อทำให้ไขมัน น้ำมัน และสารแขวนลอยขนาดเล็กในน้ำเสียรวมกันเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ขึ้นและจะถูกฟองอากาศดันให้ลอยขึ้นมาบนผิวน้ำด้วยระบบ DAF และกวาดทิ้ง สารส้มยังเป็นตัวทำให้ตะกอนที่มีน้ำหนักมากที่ฟองอากาศขนาดเล็กจากระบบ DAF ไม่สามารถดันให้ลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำเกิดการตกตะกอนได้ง่ายขึ้น การใช้สารส้มเป็นโคแอกกูแลนต์จะได้ผลดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.0-7.8 เป็นช่วงที่สารส้มสามารถทำงานได้ดี ดังรูปที่ 4.4 การใช้สารส้มในปริมาณเล็กน้อยก็สามารถสร้างฟล็อกได้ เช่น เติมสารส้มในปริมาณ 34 พีพีเอ็มเพื่อการตกตะกอน รูปที่ 4.5 แสดงการเติบโตของฟล็อกหลังจากการเติมสารส้ม

เมื่อสารส้มละลายในน้ำที่มีความเป็นด่างจะแตกตัวดังนี้

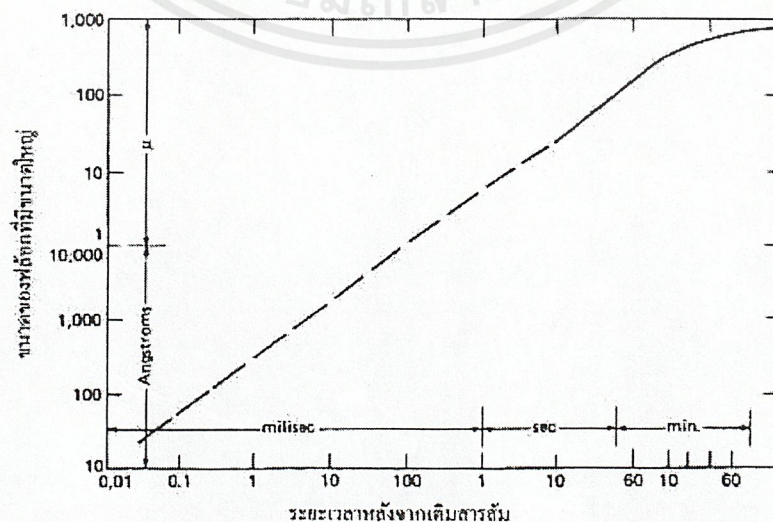


จะเห็นได้ว่าน้ำจะแตกตัวให้ OH^- ออกมาและทำปฏิกิริยาหมดไป ความเป็นด่างในน้ำจะลดลงจนกระทั่งไม่มี OH^- เพียงพอที่จะทำปฏิกิริยากับสารส้มอีก จึงต้องปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้สูงขึ้นโดยการเติมปูนขาว โซดาแอช หรือโซดาไฟ ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ผลของปริมาณสารส้มต่อค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการตกตะกอน [6]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.5 การเติบโตของฟล็อกหลังจากการเติมสารส้ม [6]
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโซดาไฟ

เนื่องจากที่หน่วยกำจัดไขมันและน้ำมันมีการเติมสารส้ม เพื่อทำให้ตะกอนน้ำมันและไขมันรวมตัวกันเพื่อกำจัดออกจากน้ำเสียก่อนปล่อยน้ำเสียเข้าระบบต่อไป สารส้มมีฤทธิ์เป็นกรด ดังนั้นเมื่อเติมสารส้มลงในน้ำเสียแล้วจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียลดลงจึงจำเป็นต้องเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียหลังจากเติมสารส้มแล้วให้ได้ค่า 6.0-7.8 เพื่อให้สารส้มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูง โซเดียมไฮดรอกไซด์ใช้เป็นตัวปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียให้เป็นด่างหรือเป็นกลางก่อนส่งต่อไป เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเสียมีฤทธิ์กัดกร่อน โครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละหน่วยบำบัด นอกจากนี้แล้วยังใช้เป็นตัวปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียให้พอเหมาะกับความต้องการของจุลินทรีย์ก่อนที่จะสูบน้ำเสียเข้าสู่บ่อเติมอากาศ

4.2.3 สารเคมีเพิ่มประสิทธิภาพการตกตะกอน (Coagulant Aids)

ในการตกตะกอนด้วยสารเคมีช่วยตกตะกอนหรือโคแอกกูเลนต์นั้น ในบางครั้งจะพบปัญหาในเรื่องตะกอนตกช้า ฟล็อกมีลักษณะเปื่อยยุ่ย แดงง่ายเมื่อถูกน้ำพัดพาในถังตกตะกอน หรือบางครั้งเมื่อน้ำดิบมีความขุ่นมากกว่าปกติเกินกำลังของอุปกรณ์ที่จะรับความขุ่นได้ จึงต้องใช้สารเคมีจำพวกพอลิเมอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอน พอลิเมอร์นี้เรียกว่าโคแอกกูเลชันเอด (Coagulant Aids) ซึ่งหมายถึงสารเคมีที่ช่วยทำให้โคแอกกูเลนต์สร้างโคแอกกูเลชันได้ดียิ่งขึ้น ตัวอย่างของโคแอกกูเลชันเอด ได้แก่ สารอินทรีย์ธรรมชาติหรือสังเคราะห์ แอคติเวตเต็ดซิลิกา (Activated Silica) ดินเหนียวชนิดต่างๆ ปูนขาว ฯลฯ ในปัจจุบันโคแอกกูเลชันเอดที่นิยมใช้มากที่สุดจะเป็นสารอินทรีย์สังเคราะห์แบบต่างๆ พวกพอลิเมอร์ประเภทพอลิอิเล็กโทรไลต์ (Polyelectrolyte)

พอลิอิเล็กโทรไลต์มีมวลโมเลกุลสูงช่วง 10,000 – 1,000,000 หรือมากกว่า มีลักษณะเป็นเส้นสายยาวร่างแห สามารถแตกตัวในน้ำแสดงประจุไฟฟ้าซึ่งจะช่วยให้อนุภาคคอลลอยด์จับตัวรวมกันเป็นฟล็อกเร็วขึ้น และช่วยให้ฟล็อกเล็กๆ จับเป็นตะกอนเม็ดใหญ่ขึ้น พอลิอิเล็กโทรไลต์มีทั้งหมด 4 ประเภท คือ

- | | |
|---------------|---|
| 1) Anionic | มีประจุลบ เช่น พอลิอะคริลาไมด์ (Polyacrylamide) |
| 2) Cationic | มีประจุบวก เช่น พอลิเอไมด์ (Polyamide) |
| 3) Ampholytic | มีทั้งประจุบวกและลบ |
| 4) Non-ionic | ไม่แสดงประจุไฟฟ้า เช่น แป้ง |

พอลิเมอร์ที่ใช้เป็นโคแอกกูเลชันเอดต้องสามารถเกาะติดผิวของอนุภาคตะกอน ดังนั้นความเข้มข้นของตะกอนจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณพอลิเมอร์ที่ใช้ในการสร้าง

โคแอกกูเลชัน กล่าวคือ ถ้ามีตะกอนมากก็ต้องการใช้พอลิเมอร์มาก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอลิเมอร์สามารถสร้าง โคแอกกูเลชันให้กับน้ำขุ่นได้ 2 แบบคือ

1) กลไกการใช้สะพานเชื่อมอนุภาค

กลไกการใช้สะพานเชื่อมอนุภาคด้วยพอลิเมอร์ เกิดจากการใช้พอลิเมอร์ทำลายเสถียรภาพของอนุภาคที่มีประจุเหมือนกัน การสร้างโคแอกกูเลชันด้วยวิธีนี้ประจุไฟฟ้าไม่ใช่สิ่งสำคัญแต่พอลิเมอร์ต้องมีขนาดโมเลกุลใหญ่เพื่อเป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างอนุภาค สะพานดังกล่าวจะต้องแข็งแรงเพื่อด้านทานความปั่นป่วนที่เกิดจากการกวนน้ำ ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ พื้นที่ว่างบนอนุภาคที่พอลิเมอร์สามารถเกาะติดและเชื่อมโยงกันระหว่างอนุภาคที่ใกล้เคียงกัน พื้นที่ว่างบนอนุภาคจะมีความสัมพันธ์กับกับปริมาณพอลิเมอร์ที่เติม ถ้าเติมพอลิเมอร์ในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้มีพอลิเมอร์ต่ออนุภาคมากเกินไป ทำให้ไม่มีตำแหน่งว่างบนอนุภาคที่จะสร้างสะพานเชื่อมระหว่างอนุภาคใกล้เคียง ปลายอนุภาคที่ไม่ได้รวมตัวกับอนุภาคอื่นกลับมาจับตัวเองทำให้อนุภาคได้รับเสถียรภาพคืนมาอีก (Restabilized Particles) นอกจากนี้การผสมเพื่อให้พอลิเมอร์กับอนุภาคสัมผัสกันนั้นก็ไม่ควรให้แรงหรือนานเกินไป เพราะจะทำให้สะพานเชื่อมอนุภาคที่เกิดขึ้นแล้วแตกออกจากกันได้

2) การเกิดหย่อมไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Patch Mechanism)

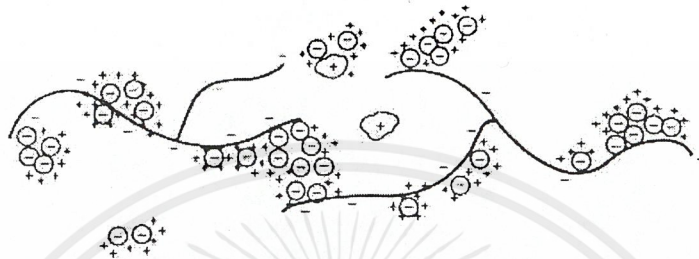
กลไกนี้อธิบายพฤติกรรมการเกาะติดหรือทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์ในกรณีที่พอลิเมอร์ที่ใช้มีประจุตรงข้ามกับอนุภาคที่ต้องการทำลายเสถียรภาพนั้น หรือการใช้พอลิเมอร์ประจุลบช่วยในการตกตะกอนของอนุภาคคอลลอยด์ที่ถูกทำลายเสถียรภาพด้วยโคแอกกูแลนต์จากสารประกอบจำพวกโลหะ และเกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตที่ค่อนข้างรุนแรง ปกติอนุภาคต่างๆ จะมีตำแหน่งที่มีประจุลบบนผิวที่ค่อนข้างจะคงที่เมื่อเติมพอลิเมอร์ที่มีประจุตรงข้ามกับอนุภาคพอลิเมอร์จะไปเกาะติดอยู่บนผิวของอนุภาคเป็นหย่อมๆ ทำให้บนผิวของอนุภาคมีกลุ่มประจุบวกสูงล้อมรอบด้วยพื้นที่ผิวของประจุลบที่มีค่าน้อยกระจายอยู่ทั้งอนุภาค และทำให้เกิดอนุภาคที่มีตำแหน่งประจุบนผิวต่างๆ กัน คือ บางส่วนยังเป็นลบ บางส่วนกลายเป็นบวก การทำลายเสถียรภาพจะเกิดขึ้นเมื่ออนุภาคซึ่งมีประจุไฟฟ้าที่แตกต่างกันเป็นหย่อมๆ เคลื่อนที่มาใกล้กันแล้วเกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างหย่อมประจุไฟฟ้าที่มีประจุต่างกัน

ลำดับของการเติมสารเคมีช่วยในการตกตะกอนมีความสำคัญมาก คือ ต้องไม่เติมโคแอกกูเลชันเอดพร้อมๆ กับสารส้มลงในถังกวนเร็วใบเดียวกัน กรณีนี้มักต้องการถังกวนเร็วอย่างน้อย 2 ใบ ต่ออนุกรมกัน พอลิเมอร์ที่ใช้ทำลายเสถียรภาพของฟล็อกจะต้องเติมหลังการเติมสารส้ม

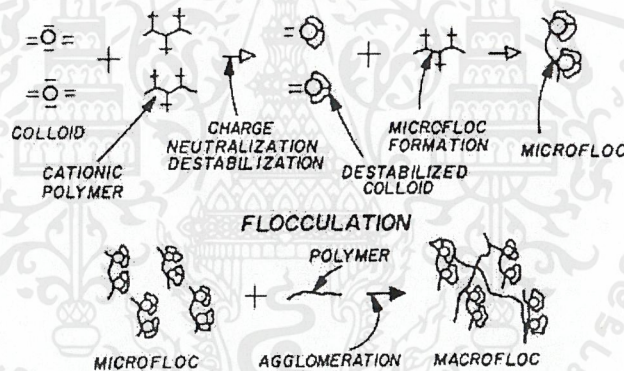
อันที่จริงแล้วพอลิเมอร์อาจนำมาใช้เป็นสารโคแอกกูแลนต์เลยก็ได้ แต่เนื่องจากพอลิเมอร์มีราคาแพงกว่าสารส้ม ในทางปฏิบัติจึงใช้พอลิเมอร์เป็นตัวช่วยให้สารส้มสามารถเกิด

โคแอกกูเลชันได้ดี อีกประการหนึ่งแม้ว่าพอลิเมอร์จะสามารถทำลายเสถียรภาพของอนุภาค

คอลลอยด์ได้ แต่ไม่เหมาะที่จะใช้เป็นโคแอกกูแลนต์ตามลำพัง เนื่องจากพอลิเมอร์จะทำให้อนุภาคขนาดเล็กสัมผัสกันได้ดี น้ำที่มีความขุ่นต่ำอนุภาคจะสัมผัสกันได้ยาก จึงไม่สามารถสร้างฟล็อกขนาดใหญ่ได้ จากรูปที่ 4.6 และ 4.7 แสดงการจับอนุภาคของพอลิเล็กโทรไลต์ และการรวมตัวของตะกอนเป็นฟล็อก



รูปที่ 4.6 ลักษณะการจับอนุภาคของพอลิเล็กโทรไลต์ [6]



รูปที่ 4.7 ลักษณะการจับตัวของตะกอนเมื่อใส่พอลิเมอร์ [6]

4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการรวมตัวเป็นฟล็อก

4.3.1 ความเป็นกรด-ด่าง

น้ำแต่ละตัวอย่างจะมีช่วงความเป็นกรด-ด่างเฉพาะตัวที่จะเกิดการรวมตัวของตะกอนและการตกตะกอนได้ดี การเติมสารสร้างตะกอนลงไปในน้ำเสียที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ไม่เหมาะสมนอกจากจะเปลืองสารเคมีแล้วยังไม่สามารถบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีเท่าที่ควร เช่น การใช้สารส้มเป็นสารรวมตะกอนจะได้ผลดีเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.0-7.8 และที่ค่าความเป็นกรด-ด่างใดจะให้ผลการบำบัดดีที่สุดนั้นขึ้นกับสภาพน้ำแต่ละชนิดซึ่งต้องทดสอบจึงจะทราบแน่ชัด ในการบำบัดน้ำที่ไม่ใสพอลิเมอร์เนื่องจากเหตุใดก็ตาม หากมีการใส่สารส้มลงไปมาก ๆ เพื่อพยายามเร่งให้เกิดตะกอนมาก ๆ ก็ยิ่งทำให้น้ำเป็นกรดมากขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำจึงไม่อยู่ในช่วงที่ดีที่สุดสำหรับการตกตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ชนิดของสารเคมีช่วยรวมตะกอน

โดยปกติมักนิยมใช้สารส้ม เพราะมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย แต่ก็มีข้อจำกัดบางประการ เช่น ถ้าน้ำมีสภาพค่อนข้างเป็นด่าง สารส้มจะแตกตัวเกิดเป็นอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่ละลายน้ำได้จึงไม่มีผลช่วยจับตัวเป็นฟล็อก เพอร์ริกซัลเฟต ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) ใช้งานได้ในช่วงพีเอช 5.5-8.8 และเกิดได้ดีที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.6 จึงนิยมใช้ในการกำจัดสีในน้ำจากตะกอนอนุภาคคอลลอยด์ที่ทำให้เกิดสี ในกรณีถ้าน้ำเสียมีสภาพเป็นกลางถ้าใช้เพอร์ริกคลอไรด์เป็นสารเคมีช่วยรวมตะกอนเพอร์ริกคลอไรด์จะไม่แตกตัวและไม่ละลายน้ำ ทำให้สามารถช่วยรวมตะกอนแยกอนุภาคคอลลอยด์ออกจากน้ำเสียได้ง่าย

4.3.3 อุณหภูมิ

เมื่ออุณหภูมิลดลง ความหนืดของน้ำจะเพิ่มขึ้น อัตราการตกตะกอนของฟล็อกย่อมจะช้าลง เพราะมีแรงเสียดทานเพิ่มขึ้นเนื่องจากความหนืดของน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ค่าความเป็นกรด-ด่างจะเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะมีผลมากในกรณีที่ใส่สารช่วยตกตะกอนในปริมาณต่ำ และเมื่ออุณหภูมิลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ของสารเคมีในน้ำย่อมลดลงด้วย

4.3.4 ความเข้มข้นของสารเคมีช่วยตกตะกอน

ถ้าความเข้มข้นของสารเคมีช่วยตกตะกอนเหมาะสมจะทำให้ตกตะกอนลงมาได้มาก ในกรณีที่ใช้มากเกินไปจะทำให้ไม่สามารถตกตะกอนได้หมด เนื่องจากผลของการดูดซับไอออนที่เกินมาของสารรวมตะกอนซึ่งมีผลทำให้เกิดอนุภาคที่คงตัว

4.3.5 สารเคมีที่ใช้ในการรวมตะกอน

จะช่วยทำให้อนุภาคของตะกอนขนาดเล็กรวมกันทำให้มีขนาดใหญ่ ซึ่งควรเลือกชนิด ปริมาณสารเคมี และวิธีการผสมสารเคมีที่ใช้ในการรวมตะกอนให้เหมาะสมกับน้ำเสียที่จะบำบัด

4.3.6 เกลือแร่ต่างๆ

การมีอนุโมลซัลเฟตหรือฟอสเฟตจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการจับตัวเป็นฟล็อกเปลี่ยนแปลงไป ผลของไอออนต่างๆ ต่อการจับตัวเป็นฟล็อกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

- 1) เปลี่ยนแปลงช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างที่ดีที่สุดในการเกิดฟล็อก
- 2) เปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการเกิดฟล็อก
- 3) ปริมาณที่เหมาะสมของสารเคมีช่วยตกตะกอนสำหรับการเกิดฟล็อกจะเปลี่ยนแปลงไป
- 4) ปริมาณสารเคมีช่วยรวมตะกอนที่เหลือในน้ำเปลี่ยนแปลงไป

อนุโมลประจุลบ เช่น ซัลเฟต สามารถเปลี่ยนแปลงช่วงกว้างของค่าความเป็น

กรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนได้ เช่น ถ้าใช้สารส้มและมีอนุโมลซัลเฟตอยู่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

125 มิลลิกรัม ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ตกตะกอนได้ดีจะเป็น 5.0-7.8 เพราะอนุมูลเหล่านี้จะไปทำหน้าที่ยึดอนุมูลไฮดรอกไซด์ที่เกิดจากสารส้ม

4.3.7 คุณสมบัติความขุ่น

ความขุ่นในน้ำเกิดจากเศษดินและแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 0.002-0.005 มิลลิเมตร อนุภาคเหล่านี้จะตกตะกอนนอนก้นได้เองถ้ามีเวลามากพอ การใส่สารเคมีช่วยรวมตะกอนจะทำให้เกิดฟล็อกได้ง่ายและรวดเร็ว เพียงแต่ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมและปฏิบัติดังนี้

1) ควรใส่สารช่วยรวมตะกอนเพิ่มขึ้นตามความขุ่นที่เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มของสารเคมีไม่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความขุ่นที่เพิ่มขึ้น

2) ถ้ามีความขุ่นมาก ควรใส่สารช่วยรวมตะกอนเพียงเล็กน้อย เพราะโอกาสที่อนุภาคต่างๆ จะมาชนกันและจับตัวกันมีมาก ในทำนองเดียวกัน น้ำที่มีความขุ่นต่ำจะจับตัวตกตะกอนได้ยากกว่า

กระบวนการทำให้ตะกอนลอย (Floatation)

การทำให้ลอย [2, 7-9, 11, 15, 17-18] เป็นการแยกสิ่งสกปรกออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย โดยการทำให้อากาศละลายในน้ำเสียลอยขึ้นสู่ชั้นบนของผิวน้ำเพื่อทำการกวาดทิ้ง วิธีนี้นิยมใช้กับสิ่งสกปรกที่ตกตะกอนยากหรือสิ่งสกปรกที่อยู่ในลักษณะครึ่งจมครึ่งลอย เช่น ตะกอนไขมัน และน้ำมันต่างๆ วิธีทำให้ตะกอนลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำจะต้องทำให้ความถ่วงจำเพาะของตะกอนมีน้อยกว่าน้ำเสีย โดยการใช้ฟองอากาศเกาะรวมกับตะกอน เพื่อให้ความถ่วงจำเพาะของฟองอากาศรวมกับตะกอนมีค่าน้อยกว่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเสีย

ในทางปฏิบัติระบบการทำให้ตะกอนลอยนิยมใช้เพื่อแยกตะกอนที่มีน้ำหนักเบา หรือ ตะกอนที่มีแนวโน้มที่จะลอยขึ้นมา ซึ่งถ้าใช้วิธีการตกตะกอนจะไม่สามารถกระทำได้ดีเท่าที่ต้องการ สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตอาหาร กระป๋อง โรงงานผลิตน้ำมันพืช โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โรงงานกระดาษ จะมีตะกอนประเภทดังกล่าวมาก ดังนั้นจึงเลือกใช้ระบบการทำให้ตะกอนลอยเพื่อแยกตะกอนเหล่านี้ออกจากน้ำเสียแทนการใช้ถังตกตะกอนแบบธรรมดา เพื่อให้ประสิทธิภาพในการแยกตะกอนที่สูงกว่าและประหยัดเนื้อที่ในการบำบัดระบบการทำให้ตะกอนลอย และยังสามารถใช้เพื่อทำให้ตะกอนชีวภาพที่ต้องการที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น (Thickening) และใช้ในการกำจัดสาหร่ายออกจากน้ำเสียได้เป็นอย่างดี

ในทางปฏิบัติสามารถนำระบบการทำให้ตะกอนลอยไปใช้งานได้ดังนี้

- 1) ใช้ทำหน้าที่เป็นระบบบำบัดก่อนขั้นต้น คือ ติดตั้งก่อนหน้าถังตกตะกอนใบแรก
- 2) ใช้ทำหน้าที่เป็นระบบบำบัดขั้นต้น คือ ติดตั้งก่อนระบบบำบัดขั้นที่สอง
- 3) ใช้เพิ่มความเข้มข้นของตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง
- 4) ใช้บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมขั้นตอนหนึ่งก่อนที่จะไหลไปรวมกับน้ำเสียจากชุมชนเพื่อนำไปบำบัดต่อไป
- 5) ใช้แยกตะกอนบางประเภทซึ่งไม่สามารถแยกออกได้โดยวิธีอื่นออกจากน้ำเสีย

5.1 วิธีการทำให้ตะกอนลอย

การทำให้ตะกอนลอยที่นิยมใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย มี 3 วิธี คือ

5.1.1 Air Floatation

5.1.2 Vacuum Floatation

5.1.3 Dissolved Air Floatation หรือ DAF

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกตะกอนของทั้งสามวิธีข้างต้นให้สูงขึ้น อาจเติมสารเคมีบางชนิดลงไปเพื่อให้อนุภาคสิ่งสกปรกจับตัวกันรอบฟองอากาศได้ดียิ่งขึ้น สารเคมีที่นิยมใช้สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการทำให้ตะกอนลอย ได้แก่ สารอนินทรีย์ เช่น สารส้ม, FeCl_3 , แอคติเวตเตดซิลิกา, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ และสารอินทรีย์ เช่น Amyl Alcohol, น้ำมันสน, Cryselic Acid

5.1.1 Air Floatation

Air Floatation เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด คือ เป่าฟองอากาศลงในน้ำเสียโดยตรงที่ความดันบรรยากาศ ในการเป่าอากาศจะทำให้เกิดฟองอากาศที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร เพื่อให้ฟองอากาศนำพาสิ่งสกปรกลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ จากนั้นจะกวาดตะกอนที่ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำทิ้งไป วิธี Air Floatation นี้เหมาะสำหรับแยกสิ่งสกปรกที่เบามากซึ่งมีแนวโน้มที่จะลอยอยู่แล้ว แต่วิธีการนี้ไม่เป็นที่นิยมใช้ในการแยกตะกอนต่างๆ ออกจากน้ำเสียเพราะประสิทธิภาพในการแยกตะกอนมีค่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี Dissolved Air Floatation

5.1.2 Vacuum Floatation

Vacuum Floatation หลักการของวิธีนี้ คือ พยายามเป่าอากาศลงในน้ำเสียจนถึงจุดอิ่มตัว ระบบนี้ต้องใช้ถังปิด ซึ่งภายในจะเก็บน้ำที่ถูกเป่าอากาศลงไปจนถึงจุดอิ่มตัว ภายในถังจะมีสภาพเป็นสุญญากาศ เมื่อถังนี้เปิดออกโดยใช้ตัวควบคุมแล้ว อากาศที่ละลายอยู่ในน้ำจะแยกออกจากน้ำในลักษณะของฟองอากาศเล็กๆ พาตะกอนต่างๆ ในน้ำเสียลอยขึ้นสู่ผิวน้ำในลักษณะฝ้าตะกอน (Scum) ซึ่งสามารถแยกออกได้โดยการกวาดและ/หรือการสูบลอย วิธีนี้ต้องการพื้นที่สำหรับการติดตั้งระบบน้อยกว่า วิธี Air Floatation และ วิธี Dissolved Air Floatation

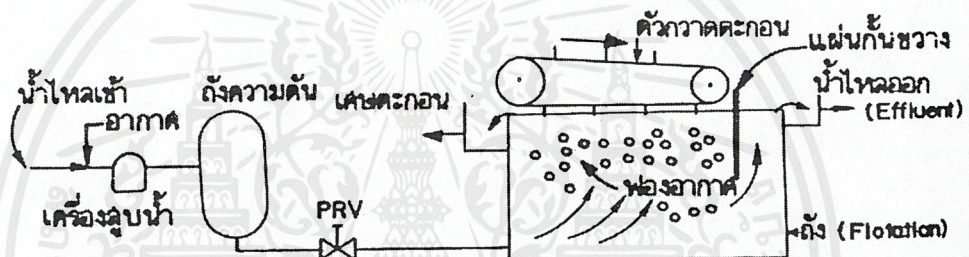
5.1.3 Dissolved Air Floatation

Dissolved Air Floatation เป็นระบบที่ใช้แพร่หลายมากที่สุด หลักการของวิธีนี้คือการอัดอากาศลงในน้ำเสียภายใต้ความดันสูงกว่าบรรยากาศ ทั้งนี้เพราะต้องการให้อากาศละลายในน้ำได้มากขึ้น จากนั้นจึงปล่อยความดันให้เข้าสู่สภาวะของความดันบรรยากาศ ทำให้อากาศละลายน้ำได้น้อยลง อากาศส่วนเกินจะหนีออกจากน้ำเป็นฟองเล็กพาสิ่งสกปรกลอยขึ้นสู่ผิวน้ำเพื่อกวาดออกไปกำจัดต่อไป

การทำให้ลอยวิธีนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

1) แบบที่ไม่มีการหมุนเวียน (Dissolved Air Flootation without Recycle)

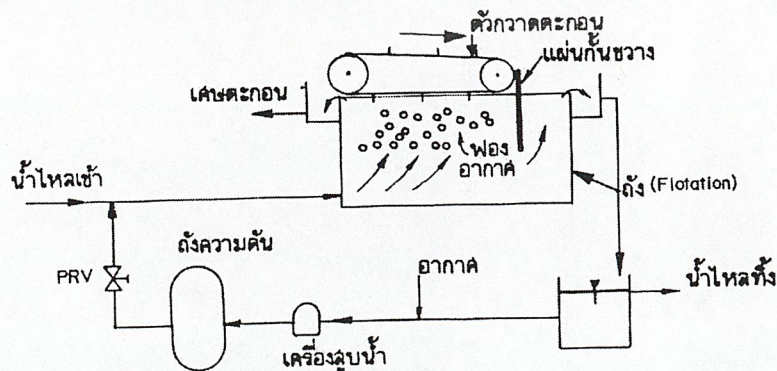
รูปที่ 5.1 เหมาะสำหรับใช้ในกรณีที่น้ำเสียมีปริมาณไม่มากนักหรือน้ำเสียที่มีตะกอนชนิดไม่แตกง่าย น้ำเสียทั้งหมดหรือเพียงบางส่วนจะถูกสูบด้วยเครื่องสูบน้ำความดันสูง (High Pressure Pump) เข้าไปในถังความดัน ซึ่งจะมีความดันภายในถึงประมาณ 2.0-3.0 บาร์ พร้อมกับอัดอากาศเข้าไปในน้ำด้วย น้ำเสียจะถูกกักอยู่ในถังความดันนานหลายนาที เพื่อให้อากาศละลายในน้ำได้ทั่วถึง จากนั้นจึงปล่อยน้ำออกจากถังความดันไปยังถังลอย โดยมีวาล์วลดความดัน (Pressure Reducing Valve) เพื่อควบคุมความดัน น้ำที่ไหลเข้าสู่ถังลอยจะมีฟองอากาศจำนวนมากลอยอยู่ทั่วถึง



รูปที่ 5.1 ระบบ Dissolved Air Flootation แบบไม่มีการหมุนเวียน [8]

2) แบบที่มีการหมุนเวียน (Dissolved Air Flootation with Recycle)

รูปที่ 5.2 นิยมใช้กับน้ำเสียปริมาณมากที่มีตะกอนชนิดแตกตัวได้ง่าย ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะให้น้ำตะกอนไหลเข้าสู่ถังความดันโดยตรงเพราะตะกอนจะแตกกระจายได้ ลักษณะการทำงานของระบบนี้คือจะนำน้ำใสจากถังลอย (Flotation Air with Recycle) ส่วนหนึ่งไปยังถังความดันอิมตัวแล้วจึงปล่อยออกไปรวมกับน้ำเสียที่ถูกเตรียมตะกอนแล้ว เพื่อนำไปปล่อยเข้าสู่ถังลอยเพื่อแยกตะกอนออกจากน้ำเสียต่อไป



รูปที่ 5.2 ระบบ Dissolved Air Flootation แบบมีการหมุนเวียน [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้งานระบบ Dissolved Air Floatation มีดังนี้

- 1) ในการผลิตน้ำประปา แยกตะกอนสิ่งสกปรกออกด้วยระบบ DAF แทนที่จะใช้ถังตกตะกอน
- 2) แยกเศษเยื่อกระดาษจากน้ำทิ้งของโรงงานกระดาษ
- 3) แยกน้ำมันจากน้ำทิ้งของโรงงานกลั่นน้ำมัน สนามบิน อุตสาหกรรมอาหาร โรงงานผลิตเครื่องจักรกล เป็นต้น
- 4) แยกตะกอนไฮดรอกไซด์ของโลหะต่างๆ ในน้ำทิ้งของโรงงานบางชนิด เพิ่มความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำทิ้งแบบ Activated Sludge

5.2 ข้อดีของระบบการทำให้ตะกอนลอย

- 1) สามารถแยกไขมัน น้ำมัน ตะกอนเบา และตะกอนหนักต่างๆ ออกจากน้ำเสียโดยใช้เพียงถังเดียว
- 2) ระบบนี้ต้องการพื้นที่ในการติดตั้งน้อย เนื่องจากระบบมีอัตราการล้นออกของน้ำสูง และมีเวลาเก็บกักต่ำ ทำให้สามารถใช้ถังลอยที่มีขนาดเล็ก และประหยัดค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย
- 3) ระบบนี้ไม่มีปัญหาในเรื่องกลิ่นเหม็นรบกวน เพราะเวลาเก็บกักน้ำเสียในถังลอยมีน้อย และปริมาณออกซิเจนของน้ำเสียในถังลอยจะมีมากเกินไป จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นรบกวน
- 4) ระบบนี้สามารถแยกตะกอนชนิดต่างๆ ออกจากน้ำเสียได้มากกว่าระบบการตกตะกอน
- 5) ตะกอนบางชนิดที่แยกออกจากน้ำเสียสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

5.3 ข้อเสียของระบบการทำให้ตะกอนลอย

- 1) ต้องการเครื่องมือในการควบคุมระบบมากกว่าถังตกตะกอนธรรมดา ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี ค่าบำรุงรักษา จะสูงกว่าการใช้ถังตกตะกอน
- 2) ประสิทธิภาพในการแยกตะกอนแขวนลอยโดยระบบการทำให้ตะกอนลอยจะต่ำกว่าของระบบถังตกตะกอน
- 3) ระบบ Vacuum Floatation มีราคาสูง เพราะต้องการถังที่มีความแข็งแรงสามารถทนต่อความดันสูงๆ ได้ และต้องคอยตรวจสอบระบบอย่างสม่ำเสมอไม่ให้มีรอยแตกรั่วเกิดขึ้นในถังได้ ถ้ามีรอยแตกรั่วของถังเพียงเล็กน้อย ระบบจะไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) การควบคุมระบบมีความยุ่งยากกว่าถังตกตะกอน

5.4 การวิเคราะห์ระบบการทำให้ตะกอนลอย

การวิเคราะห์ระบบการทำให้ตะกอนลอยขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอนในน้ำเสียที่ต้องการแยก ดังนั้นในการออกแบบระบบการทำให้ตะกอนลอยจำเป็นต้องทราบข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแยกตะกอนต่างๆ ในน้ำเสียนั้นๆ โดยวิธีการทำให้ตะกอนลอย ซึ่งอาจได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ข้อมูลที่จำเป็นต้องทราบในการออกแบบระบบ คือ ความเข้มข้นของตะกอน ปริมาณอากาศที่ต้องใช้ในระบบ ความเร็วลอยขึ้นของตะกอน Solid Loading Rate (SLR) และ อุณหภูมิของน้ำเสีย ข้อมูลที่สำคัญอย่างยิ่งอีกข้อมูลหนึ่ง คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณของอากาศที่ต้องการใช้ในระบบกับความเข้มข้นของตะกอนในน้ำเสีย (A/S) กล่าวคือ ปริมาณอากาศหรือฟองอากาศที่อัดลงในน้ำเสียจะต้องมีปริมาณที่เหมาะสมกับความเข้มข้นของตะกอนในน้ำเสีย คือ เมื่อค่า A/S เพิ่มขึ้นจะได้ปริมาณของตะกอนส่วนที่ลอยขึ้นมาลดลง และจะได้ค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย (TSS) ในน้ำที่ผ่านระบบแล้วมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราส่วนนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของตะกอน

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณอากาศกับปริมาณตะกอน (A/S) อัตราการละลายของอากาศในน้ำ (Air Solubility) ความดันที่ใช้ และความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทั้งในกรณีที่ไม่มีการหมุนเวียนจะแทนได้ดังสมการ

$$\frac{A}{S} = \frac{1.3Z(fP - 1)}{S_a} \quad (5.1)$$

- เมื่อ 1.3 = อากาศ 1 มิลลิลิตร ที่ 0 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ (มิลลิกรัม)
 A = ปริมาณของอากาศที่ใช้ (มิลลิกรัมของอากาศ)
 S = ปริมาณของตะกอนของแข็งในน้ำทิ้ง (มิลลิกรัมของตะกอน)
 Z = การละลายของอากาศในน้ำที่ความดันบรรยากาศ (มิลลิกรัม/ลิตร) ซึ่งขึ้นกับอุณหภูมิของน้ำ
 f = อัตราส่วนของอากาศที่ละลายในน้ำทิ้งที่ความดัน P
 P = ความดันสมบูรณ์ (Absolute Pressure, บรรยากาศ)
 S_a = ความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้ง (มิลลิกรัม/ลิตร)

สำหรับระบบ DAF ที่มีการหมุนเวียนสมการที่ (5.1) จะกลายเป็นสมการที่ (5.2)

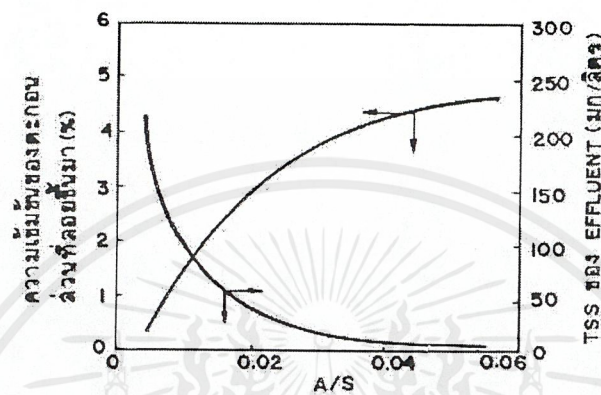
$$\frac{A}{S} = \frac{Z(fP - 1)R}{S_a Q} \quad (5.2)$$

เมื่อ R = น้ำใสส่วนที่นำกลับมาใช้ (ลูกบาศก์เมตร/วัน)

Q = ปริมาณน้ำทิ้งเข้าสู่ระบบ (ลูกบาศก์เมตร/วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณอากาศหรือฟองอากาศที่พ่นลงในน้ำเสียจะต้องมีปริมาณที่เหมาะสมกับความเข้มข้นของตะกอนในน้ำเสีย ดังแสดงในรูปที่ 5.3 คือ เมื่อค่า A/S มีเพิ่มขึ้น จะได้ปริมาณของตะกอนส่วนที่ลอยขึ้นมามากลง และจะได้ค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในน้ำที่ผ่านระบบแล้ว (Effluent) เพิ่มขึ้น



รูปที่ 5.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนของปริมาณอากาศกับปริมาณตะกอน (A/S) [8]

คำกำหนดในการออกแบบระบบ DAF ที่สำคัญได้แก่ P, R, S_u และระยะเวลาที่น้ำทิ้งอยู่ใน DAF ในกรณีที่ใช้ในการทำให้น้ำใส (Clarification) เวลาที่น้ำทิ้งอยู่ในถัง DAF ควรจะนานประมาณ 20-30 นาที ถ้าใช้เพิ่มความเข้มข้นของตะกอน เวลาจะต้องนานกว่านี้ เพื่อให้ตะกอนที่ลอยขึ้นมามีความแน่น พื้นที่ผิวของตัวถังคำนวณได้จากอัตราส่วนน้ำสิ้นซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.2 ถึง 4 แกลลอน/นาที/ฟุต ขนาดของถังเก็บจะต้องใหญ่พอที่จะกักน้ำทิ้งไว้ได้นาน 1-3 นาที ตารางที่ 5.1 แสดงปริมาณอากาศที่ละลายอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ

ตารางที่ 5.1 ปริมาณอากาศที่ละลายอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ [8]

อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณอากาศที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)
0	37.0
5	32.5
10	28.9
15	26.0
20	23.6
25	21.5

ตารางที่ 5.1 ปริมาณอากาศที่ละลายอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ (ต่อ)

อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณอากาศที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)
30	19.8
35	18.4
40	17.1

5.5 การออกแบบระบบการทำให้ตะกอนลอย

ตามที่ได้อธิบายข้างต้น ระบบการทำให้ตะกอนลอยมี 3 วิธี ดังนั้นก่อนที่จะตัดสินใจเลือกระบบการทำให้ตะกอนลอยจึงต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ราคาค่าก่อสร้างและค่าติดตั้งคุณภาพของน้ำเสียที่ต้องการบำบัด คุณภาพของน้ำที่ออกจากระบบ ความยากง่ายในการควบคุมและการบำรุงรักษาระบบ เป็นต้น

ข้อมูลที่จำเป็นจะต้องทราบเพื่อใช้ในการออกแบบระบบการทำให้ตะกอนลอยอาจได้มาจากข้อมูลจากวารสารทางวิชาการ การทดลองในห้องปฏิบัติการ ระบบบำบัดน้ำเสียจริง ฯลฯ ข้อมูลที่จำเป็นจะต้องใช้ในการออกแบบระบบการทำให้ตะกอนลอยมีดังนี้

1) ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำเสียที่ต้องการบำบัด

1.1 อัตราการไหลเข้าและการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลเข้า

1.2 ชนิดและปริมาณของตะกอนในน้ำเสีย

1.3 คุณภาพทั่วไปของน้ำเสีย เช่น ค่าบีโอดี ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ เป็นต้น

2) น้ำที่ผ่านระบบการทำให้ตะกอนลอย

2.1 ความเข้มข้นของตะกอนที่ยอมให้มีได้

2.2 ปริมาณของตะกอนที่ต้องการให้มีในส่วนที่แยกออกมาได้ (Total Solids in Float)

3) ข้อมูลที่ได้รับจากห้องปฏิบัติการ

3.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง A/S กับ TSS ของน้ำที่ผ่านออกจากระบบ

3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง A/S กับความเข้มข้นของตะกอนที่ลอยขึ้นมา

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง A/S กับความเร็วลอยขึ้นของตะกอน ตัวอย่าง

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลอยขึ้นของฟองอากาศกับขนาดของฟองอากาศแสดงในตารางที่ 5.2

อัตราส่วนของปริมาณอากาศกับปริมาณตะกอน (A/S) ค่า A/S มีความสำคัญมากต่อการออกแบบระบบการทำให้ตะกอนลอยเพราะจะมีผลต่อคุณภาพของน้ำที่ไหลออกจากระบบ ในทางปฏิบัติค่า A/S ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 0.04 ถึง 0.06

4) อัตราน้ำล้นจากถัง (Overflow Rate) จะมีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนแขวนลอย ถ้าอัตราน้ำล้นของถังสูง ประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนแขวนลอยจะลดลง สำหรับในทางปฏิบัติค่าอัตราน้ำล้นของถัง (รวมทั้งน้ำไหลหมุนเวียนกลับ) ควรมีประมาณ 60 ถึง 235 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร/วัน

5) ปริมาณของน้ำไหลหมุนเวียน ควรให้มีค่าประมาณ 0.2 ถึง 0.5 เท่าของปริมาณของน้ำที่ไหลเข้าระบบ

6) ความดันภายในถังความดัน ถังความดันควรจะใช้ความดันประมาณ 2.8 ถึง 3.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

7) เวลาพักในถังความดัน ควรมีค่าประมาณ 2 ถึง 4 นาที

8) ค่า Solid Loading ของน้ำตะกอนประเภทต่างๆ สำหรับการแยกตะกอนโดยวิธี Dissolved Air Flootation มีดังนี้ [8]

- ตะกอนแขวนลอยชีวภาพในถังเติมอากาศ	25-75	กก./ตร.ม.-วัน
- ตะกอนแขวนลอยชีวภาพในถังตกตะกอน (เฉพาะส่วนที่ตกตะกอน)	50-100	กก./ตร.ม.-วัน
- ตะกอนแขวนลอยชีวภาพในถังเติมออกซิเจน	60-150	กก./ตร.ม.-วัน
- 50% ของตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น รวมกับ 50 % ของตะกอนแขวนลอยชีวภาพใน ถังตกตะกอน(เฉพาะส่วนที่ตกตะกอน)	100-200	กก./ตร.ม.-วัน
- ตะกอนจากระบบบำบัดขั้นต้น (เฉพาะส่วนที่ตกตะกอน)	≤ 260	กก./ตร.ม.-วัน

9) ความลึกของถังลอย ถังลอยมีทั้งรูปทรงกลมและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยทั่วไปความลึกของถังจะมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 3 เมตร

ตารางที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลอยขึ้นของฟองอากาศกับขนาดของฟองอากาศ [8]

ขนาดของฟองอากาศ (มิลลิเมตร)	ความเร็วลอยขึ้นของฟองอากาศ (เซนติเมตร/วินาที)
0.2	1.9
0.3	3.3
0.4	4.9
0.5	6.7
1.0	13.0
2.0	18.0
3.0	19.5
4.0	20.0
5.0	20.1
10.0	22.0
20.0	30.0
30.0	38.0
40.0	46.0
50.0	55.0

บทที่ 6

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน

6.1 ลักษณะน้ำเสียของโรงงานและค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบโดยเฉลี่ยเดือนละ $5,408 \text{ m}^3$

ตารางที่ 6.1 องค์ประกอบของน้ำเสียโดยเฉลี่ยประจำปี 2545 วัดจาก Equalizing Tank (EQ) และ Polishing Pond

องค์ประกอบ	ค่าที่วัดได้จาก	
	EQ	Polishing Pond
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	8.15*	7.53
ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid: SS, mg/l)	541	27.61
คลอไรด์ไอออน (Cl ⁻ , mg/l)	517.05	446.8
ไขมันและน้ำมัน (Grease & Oil, mg/l)	56.04	5.34
ชีโอดี (Chemical Oxygen Demand: COD, mg/l)	2,823.37	49.1
บีโอดี (Biological Oxygen Demand: BOD, mg/l)	2,210.25	7.83

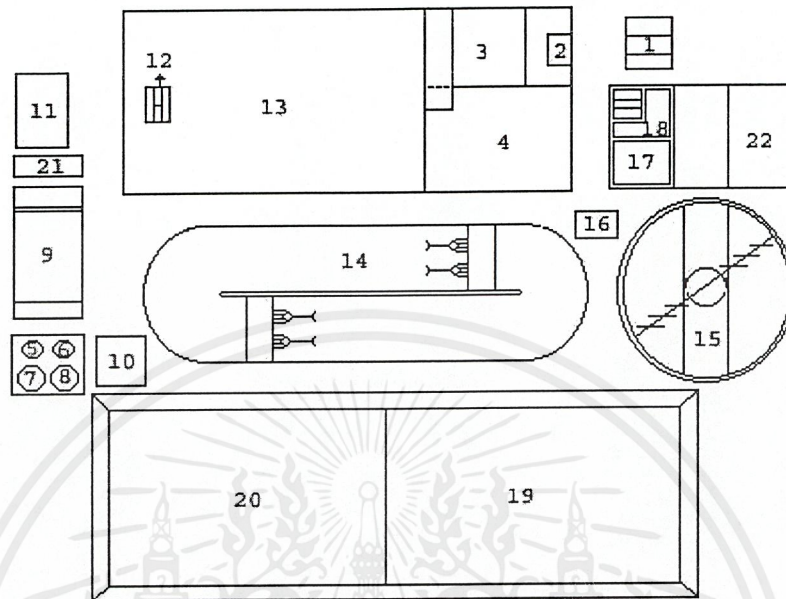
หมายเหตุ * ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังปรับด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียประจำปี 2545 โดยเฉลี่ยต่อเดือน

1. สารส้ม จำนวน 3,956.25 กิโลกรัม เป็นเงิน 21,760 บาท
 2. พอลิอิเล็กโตรไลต์ จำนวน 24 กิโลกรัม เป็นเงิน 6,000 บาท
 3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 32,852 กิโลกรัม เป็นเงิน 9,856 บาท
 4. ไฟฟ้า จำนวน 495.25 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง
เป็นเงิน 27,026 บาท
 5. ค่าสูบลำไส้เดือนละ 29,000 บาท
 6. พนักงานดูแลระบบวันละ 2 คน เป็นเงิน 8,736 บาท (168 บาท/คน/วัน)
 7. ค่าดูแลวันอาทิตย์วันละ 1,000 บาท เป็นเงิน 4,000 บาท
- รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด 106,378 บาท/เดือน (19.67 บาท/ลูกบาศก์เมตรน้ำเสีย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานไทยเพรซิเดนท์ฟู้ดส์ ศรีราชา



- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1. Pump Sump | 12. Flow Measurement Tank |
| 2. Hydroscreen | 13. Anaerobic Filter |
| 3. Grease & Oil Trap | 14. Aeration Tank |
| 4. Equalizing Tank | 15. Sedimentation Tank |
| 5. ถังกวนเร็ว | 16. Sludge Sump |
| 6. ถังกวนช้า | 17. Sludge Storage Tank |
| 7. PE Tank | 18. Sludge Condition Tank |
| 8. Alum Tank | 19. Peak Tank |
| 9. DAF Unit | 20. Polishing Pond |
| 10. Sludge Sump | 21. DAF Control Panel |
| 11. Effluent Sump | 22. Control Room |

รูปที่ 6.1 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานไทยเพรซิเดนท์ฟู้ดส์ ศรีราชา [1]

การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานไทยเพรซิเดนท์ฟูลส์ ศรีราชา [1]

1) น้ำเสียจากทุกส่วนของโรงงานจะไหลเข้าบ่อสูบ (Pump Sump: 1) และจะถูกสูบผ่านตะแกรงกรองละเอียด (Hydroscreen: 2) เพื่อแยกเอาขยะและสิ่งปนเปื้อนขนาดใหญ่ออกก่อนที่น้ำเสียจะผ่านเข้าบ่อดักไขมันและน้ำมัน (Grease & Oil Trap: 3) เพื่อดักไขมันออกจากน้ำเสีย จากนั้นน้ำเสียจะไหลเข้าไปรวมกันในบ่อ EQ (Equalizing Tank: 4) เพื่อปรับสภาพน้ำเสียโดยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมก่อนจะส่งเข้าสู่ระบบบำบัดในขั้นตอนต่อไป ในกรณีที่น้ำเสียไหลเข้าระบบมากจนบำบัดไม่ทัน น้ำเสียส่วนเกินจะไหลไปยัง Peak Tank (19) เพื่อพักน้ำไว้ก่อน

2) น้ำเสียจากบ่อ EQ จะถูกปั๊มเข้าสู่ระบบ DAF (9) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้แยกไขมันและน้ำมันออกจากน้ำเสียโดยการทำให้เกิดตะกอนลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ แล้วทำการกวาดทิ้งก่อนที่จะส่งน้ำเสียเข้าระบบ AF (13) และระบบ AS ในขั้นตอนนี้จะมีการเติมสารเพื่อช่วยเร่งการตกตะกอนคือ สารละลายสารส้ม และสารละลายพอลิอิเล็กโตรไลต์ เข้าไปในถังกวนเร็ว (5) และถังกวนช้า (6) ตามลำดับ

3) น้ำใสจากระบบ DAF จะผ่านเข้าสู่ระบบ AF ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพโดยใช้จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้โดยไม่ใช้ออกซิเจนเพื่อลดค่าบีโอดีก่อนเข้าระบบ AS

4) จากระบบ AF น้ำจะเข้าสู่ระบบ AS ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพที่ใช้จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้ออกซิเจนซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงในการลดค่าบีโอดี ระบบ AS ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

4.1 ถังเติมอากาศ (14) ซึ่งภายในถังเติมอากาศจะมีแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน (Aerobic Bacteria) แบบจมได้เรียกว่า “สลัดจ์” ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

4.2 น้ำจากถังเติมอากาศจะไหลเข้าบ่อดกตะกอน (Sedimentation Tank: 15) เพื่อตกตะกอนแยกสลัดจ์ออกจากน้ำใส

5) สลัดจ์จากบ่อดกตะกอนจะถูกส่งเข้าสู่บ่อสูบตะกอน (Sludge Sump: 16) ซึ่งทำหน้าที่ส่งตะกอนกลับเข้าสู่ระบบ AS ในกรณีที่จุลินทรีย์ในระบบ AS มีความเข้มข้นน้อยเกินไป สลัดจ์จะถูกรวบรวมไว้ในถังรวมตะกอน (Sludge Storage Tank: 17) และส่งตะกอนส่วนเกินเข้าสู่ถังปรับสภาพตะกอน (Sludge Condition Tank: 18) เพื่อรอการกำจัดต่อไป

6) น้ำใสที่ได้จากบ่อดกตะกอนจะไหลไปรวมกันที่บ่อดักน้ำใส (Polishing Pond: 20) เพื่อรอการตรวจสอบและส่งไปบำบัดที่ส่วนบำบัดกลางของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ศรีราชาต่อไป

6.3 หลักการทำงานของระบบ DAF [2, 20]

ระบบกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยวิธีทำให้ลอยของโรงงานไทยเพรซิเดนท์ฟู้ดส์ (รูปที่ 6.2) เป็นแบบที่มีการหมุนเวียนนำน้ำใสส่วนหนึ่งจากถังลอยมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศด้วยความดันจากถังความดัน ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

1) ปัมมน้ำจะสูบน้ำเสียจากบ่อ EQ เข้าสู่ระบบ DAF การปรับอัตราการไหลของน้ำเสียใช้วาล์วบายพาส

2) น้ำเสียจะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการเตรียมตะกอน โดยผ่านสแตติกมิกเซอร์ที่มีการป้อนสารละลายสารส้มและสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ผสมกับน้ำเสีย

3) น้ำเสียและสารเคมีจะผ่านเข้าสู่ถังกวนเร็วเพื่อให้สารเคมีกระจายตัวเข้ากันกับน้ำเสียอย่างทั่วถึง และผ่านเข้าสู่ถังกวนช้าเพื่อให้ตะกอนอนุภาคในน้ำเสียจับตัวกันเป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

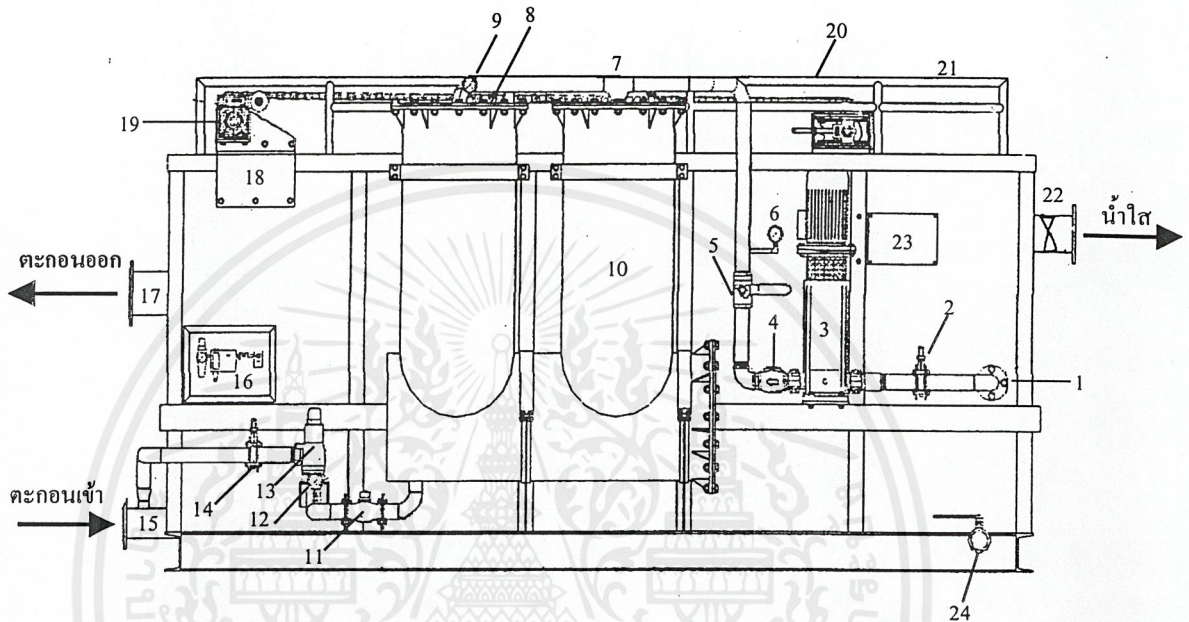
4) น้ำตะกอนจากถังกวนช้าจะผ่านเข้าสู่ถังลอยเพื่อให้ตะกอนลอยตัวด้วยแรงดันของอากาศที่มาจากน้ำในขั้นตอนการอัดอากาศ ซึ่งมีการทำงานดังนี้

4.1 ปัมมน้ำมัลติสเตจ (3) ดูดน้ำจากท่อดูด (1) ผ่านวาล์วปรับน้ำขาเข้า (2) ซึ่งน้ำจากท่อดูดนี้เป็นน้ำใสที่ผ่านกระบวนการบำบัดจากระบบ DAF แล้ว ปัมมน้ำมัลติสเตจนี้จะให้ปริมาณน้ำที่ 180 ลิตร/นาที ที่ความดัน 8 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ความดันของน้ำสามารถวัดได้จากมาโนมิเตอร์ (6) น้ำที่ออกจากปั๊มจะผ่านวาล์วกันกลับ (Check Valve: 4) วาล์วปรับน้ำขาออก (5) หัวฉีดสเปรย์ ท่อน้ำขาเข้า (7) และถังความดัน (10)

4.2 น้ำจะเข้าสู่ถังความดันในลักษณะสเปรย์ ส่วนลมแรงดันสูงกว่าบรรยากาศประมาณ 3-5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร จะเข้าสู่ถังความดันที่ท่ออากาศเข้าสู่ถังความดัน (8) ทำให้อากาศละลายน้ำได้มาก

4.3 น้ำซึ่งอิ่มตัวด้วยอากาศในถังความดันจะเคลื่อนที่ออกจากถังความดันเมื่อเปิดโซลีนอยด์วาล์ว (11) และจะถูกปล่อยเข้าสู่ความดันบรรยากาศเมื่อความดันในน้ำซึ่งอิ่มตัวด้วยอากาศนี้สามารถเอาชนะแรงต้านทานสปริงของรีลิววาล์ว (Relieve Valve: 13) ซึ่งมีค่าประมาณ 3-4 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

4.4 น้ำซึ่งอึดตัวด้วยอากาศหลังผ่านรีลิฟวาล์ว สามารถปรับความดันได้จาก วาล์วปรับน้ำขาออก (14) น้ำซึ่งอึดตัวด้วยอากาศนี้จะเข้าสู่ท่อตะกอนเข้า (15) ที่สภาวะความดันบรรยากาศทำให้อากาศละลายน้ำได้น้อยลง อากาศส่วนเกินก็จะหนีออกจากน้ำเป็นฟองเล็กๆ พาตะกอนลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ



- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1. ท่อดูดน้ำใส | 13. รีลิฟวาล์ว |
| 2. วาล์วปรับน้ำขาเข้า | 14. วาล์วปรับปริมาณน้ำขาออก |
| 3. ปั๊มน้ำมัลติสเตจ | 15. ท่อตะกอนเข้า |
| 4. วาล์วกักเก็บ | 16. ตู้ควบคุมแรงดัน |
| 5. วาล์วปรับน้ำขาออก | 17. ท่อตะกอนออก |
| 6. มาโนมิเตอร์วัดความดันของปั๊ม | 18. แผงปรับแทนลูกปืน |
| 7. ท่อน้ำเข้าถึงความดัน | 19. มอเตอร์ขับเคลื่อนใบกวาดตะกอน |
| 8. ท่ออากาศเข้าถึงความดัน | 20. แทนลูกปืนปรับความตึงโซ่ |
| 9. มาโนมิเตอร์วัดความดันในถึงความดัน | 21. แผงกันโซ่ |
| 10. ถึงความดัน | 22. ท่อน้ำใสออก |
| 11. โซลินอยด์วาล์ว | 23. กล่องต่อเชื่อมไฟ |
| 12. มาโนมิเตอร์วัดความดัน | 24. วาล์วน้ำทิ้ง |

รูปที่ 6.2 การอัดอากาศและระบบ DAF [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เมื่อตะกอนต่างๆ ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำที่ถังลอย (Floatation Tank) ไบโกลจะกวาดตะกอนเหล่านั้นให้ตกลงสู่ถาดรับตะกอนและไหลออกทางท่อตะกอนออกไปรวมกันในบ่อเก็บตะกอน ไบโกลนี้จะติดตั้งอยู่บนโซ่ซึ่งถูกขับโดยมอเตอร์ (19) เมื่อตะกอนต่างๆ ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำที่ถังลอย น้ำใสจะอยู่บริเวณด้านล่างของถังลอย และจะอยู่ในส่วนของแผงกั้นน้ำดี น้ำดีจะไหลขึ้นออกบริเวณแผ่นปรับระดับน้ำ (Weir) ซึ่งทำหน้าที่ปรับระดับน้ำภายในถังลอย น้ำใสจะไหลผ่านท่อน้ำ (Clear Water Pipe: 22) ผ่านเข้าไปรวมกันที่ Effluent Sump และผ่านเข้าระบบ AF ต่อไป

ท่อน้ำทิ้ง (Drain Pipe: 24) ติดตั้งอยู่บริเวณด้านล่างของถังลอย เพื่อถ่ายน้ำทิ้งเมื่อทำความสะอาดหรือซ่อมแซมระบบ



บทที่ 7

การสำรวจงานวิจัย

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานน้ำมันและสบู่โดยใช้กระบวนการตะกอนลอย [20]

น้ำเสียจากโรงงานน้ำมันและสบู่สามารถบำบัดได้ด้วยระบบ DAF โดยใช้สารช่วยตกตะกอน คือ สารส้ม และเฟอร์ริกคลอไรด์ในปริมาณที่เหมาะสม ตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของ DAF คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย ความเข้มข้นของสารช่วยตกตะกอน เวลาพัก และอัตราส่วนของอากาศกับไขมันและน้ำมัน (A/S ratio) พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันเท่ากับ 99.1% ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัดค่าซีไอดีบีไอดีและค่าความขุ่นเท่ากับ 94.5%, 96% และ 94.8% ตามลำดับ

การประเมินผลการรวมตะกอนในโรงกรองน้ำผิวดินเปรียบเทียบกับวิธีจาร์เทสต์ [10]

การกำจัดความขุ่นในน้ำผิวดินของโรงกรองน้ำผิวดินของการประปาปราจีนบุรีใช้วิธีการรวมตะกอนร่วมกับการตกตะกอนและการกรอง ซึ่งงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินผลหน่วยรวมตะกอนที่ประกอบด้วยขั้นตอนการกวนเร็วและการกวนช้า จากการทดลองขั้นตอนการกวนเร็วในท่อแบบสเตติกมิกเซอร์ พบว่าการเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำดิบไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความขุ่นที่เหลือ ส่วนขั้นตอนการกวนช้าซึ่งใช้แผ่นกั้นแบ่งเป็น 2 ถัง ถังหนึ่งมีแผ่นกั้นเป็นคอนกรีต อีกถังหนึ่งมีแผ่นกั้นเป็นไม้ แต่ถังสามารถรับอัตราการไหลของน้ำดิบในช่วง 120-200 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง พบว่าแต่ละถังมีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นประมาณ 75% เวลาในการรวมตะกอนที่เหมาะสมทั้งสองแบบอยู่ในช่วง 15.5 ถึง 24 นาที ความเข้มข้นของสารละลายสารส้มที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25-45 มิลลิกรัมต่อลิตร

การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันปาล์มโดยใช้กระบวนการตะกอนลอย [21]

รายงานฉบับนี้เป็นรายงานฉบับที่ 2 เรื่องการบำบัด Palm Oil Mill Effluent (POME) โดยใช้กระบวนการตะกอนลอย ทำการทดลองที่ The Environmental Engineering Laboratory มหาวิทยาลัยสิงคโปร์ ได้ข้อสรุปว่ากระบวนการตะกอนลอยเป็นกระบวนการที่เหมาะสมสำหรับแยกของแข็งออกจากน้ำเสียของโรงงานน้ำมันปาล์ม (POME)

การทดลองเพื่อหาค่าตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของระบบ DAF จะพิจารณา

1) ประสิทธิภาพของผกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2) อัตราภาระปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solid Loading Rate)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) อัตราภาระผิว (Surface Loading Rate)
- 4) อัตราส่วนของอากาศกับปริมาณของแข็ง (A/S Ratio)
- 5) กระบวนการรวมตะกอน (Flocculation)

มีการนำน้ำหมุนเวียนกลับมาอัดอากาศที่ความดันสูง อากาศจะถูกอัดทำให้ละลายอิมตัวอยู่ในน้ำ เมื่อปล่อยให้เข้าสู่ความดันบรรยากาศจะเกิดเป็นฟองอากาศเล็กๆ นำพาสารแขวนลอยไขมัน น้ำมัน ลอยขึ้นบนผิวน้ำและนำไปกำจัดต่อไป การเพิ่มอัตราภาระปริมาณของแข็งแขวนลอยในระบบ DAF จะมีผลกระทบต่อลักษณะของน้ำที่ออกจากกระบวนการนี้ คือ เมื่ออัตราภาระปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่ามากกว่า $1,650 \text{ kg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ น้ำที่ออกจากกระบวนการจะมีคุณภาพลดลง คือ จะยังคงมีปริมาณของแข็งแขวนลอย ไขมัน และน้ำมันในน้ำเสียหลังผ่านระบบ DAF สูง ดังนั้นค่าอัตราภาระผิวในการออกแบบอัตราภาระของ DAF จึงไม่ควรเกิน $2 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมาก ค่า A/S ที่เหมาะสม มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราน้ำหมุนเวียน ซึ่งอัตราน้ำหมุนเวียนสามารถหาได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ และต้องพิจารณาปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์และขอบข่ายการทำงานของ DAF ควบคู่กัน

การใช้กระบวนการตะกอนลอยสำหรับการบำบัดน้ำและน้ำเสีย [22]

กระบวนการตะกอนลอย เป็นเทคโนโลยีการบำบัดความขุ่น สี สารแขวนลอย ไขมันและน้ำมันอย่างสมบูรณ์ และสามารถลดค่าบีโอดี ซีโอดี และฟอสฟอรัสด้วย แม้ว่ากระบวนการตะกอนลอยจะเป็นกระบวนการที่ใช้บำบัดน้ำเสียได้หลากหลาย แต่ต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายและพื้นที่ในการติดตั้งระบบด้วย กระบวนการตะกอนลอยมีประสิทธิภาพอย่างสูงสุดในระดับที่มีสารเจือปนในน้ำสูง

การปรับปรุงการอัดอากาศที่ถึงความดันในระบบ Dissolved Air Flotation [17]

โครงการนี้ปรับปรุงการอัดอากาศที่ถึงความดันในระบบ Dissolved Air Flotation โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการออกแบบและสร้างระบบการอัดอากาศที่ถึงความดันอย่างต่อเนื่อง ส่วนที่สองเป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการละลายน้ำของออกซิเจนในถึงความดัน

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการละลายน้ำของออกซิเจนในถึงความดันโดยมีการเติมอากาศด้วยเครื่องอัดอากาศ พบว่าเมื่อความดันและอัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้นอัตราการละลายน้ำของออกซิเจนจะสูงขึ้น เมื่อระดับน้ำในถึงความดันสูงขึ้นจะทำให้อัตราการละลายน้ำของออกซิเจนลดลง เมื่อเพิ่มความดันเกินกว่า 6 บาร์ อัตราการเพิ่มขึ้นของการละลายของออกซิเจนจะ

ลดลง และจากการทดลองยังพบอีกว่าถ้าเติม Packings ในถังความดันจะทำให้ค่าการละลายของออกซิเจนสูงกว่าเมื่อไม่มี Packings

การกำจัดน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้งจากโรงอาหารสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีโดยวิธี DAF [15]

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบระบบ DAF ที่ใช้ Ventury Ejector เป็นตัวเติมอากาศและศึกษาประสิทธิภาพของระบบ DAF ในการกำจัดไขมันและน้ำมันจากน้ำเสียของโรงอาหารสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พบว่าอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบและความดันของถังความดันที่เหมาะสมที่ทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้ดีที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.55 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และ 2 บาร์ ตามลำดับ ค่า A/S ที่เหมาะสมของระบบอยู่ในช่วง 0.025-0.035 โดยการปฏิบัติงานที่อัตราการไหลและความดันของถังความดันที่เหมาะสม ระบบ DAF จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารแขวนลอยได้ประมาณ 82% และกำจัดไขมันและน้ำมันได้ประมาณ 80%

การกำจัดไขมันจากน้ำเสียโรงอาหารโดยกระบวนการตะกอนลอย [5]

งานวิจัยนี้หาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมและประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันจากน้ำเสียของโรงอาหารของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีโดยใช้กระบวนการทำให้ลอยจากการทดลองด้วย Jar Test พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการบำบัดเท่ากับ 6-7 สารช่วยตกตะกอนที่เหมาะสม คือ เฟอร์ริกคลอไรด์ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารส้ม 200 มิลลิกรัมต่อลิตร การทดลองในระบบ DAF ในสภาวะแรกซึ่งไม่ใช้สารช่วยตกตะกอนเลย พบว่าค่า A/S ที่เหมาะสมในการบำบัดจะอยู่ในช่วง 0.03-0.04 สามารถลดปริมาณของแข็งแขวนลอยลงได้ 50% และลดปริมาณไขมันและน้ำมันได้ 60% ในสภาวะที่สองใช้เฟอร์ริกคลอไรด์ช่วยตกตะกอน พบว่าอัตราส่วน A/S ที่เหมาะสมในการบำบัดจะอยู่ในช่วง 0.025-0.035 สามารถลดปริมาณของแข็งแขวนลอยลงได้ 70% ลดปริมาณไขมันและน้ำมัน 75% ลดซีโอดี 55% สภาวะที่สามใช้สารส้มช่วยตกตะกอน พบว่าอัตราส่วน A/S ที่เหมาะสมในการบำบัดอยู่ในช่วง 0.03-0.04 สามารถลดปริมาณของแข็งแขวนลอยลงได้ 70 % ลดปริมาณไขมันและน้ำมัน 85% ลดซีโอดี 55%

การใช้กระบวนการตะกอนลอยในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมปลาทุ่นำกระป๋อง [9]

ได้ศึกษาวิธีการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมปลาทุ่นำกระป๋องด้วยระบบ DAF ในระดับห้องปฏิบัติการโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กระบวนการ คือ กระบวนการที่ไม่ใช้สารเคมี กระบวนการที่ใช้สารเคมีน้อย และกระบวนการที่ใช้สารเคมีมาก โดยที่กระบวนการที่ใช้สารเคมีน้อยใช้สารช่วยตกตะกอน คือ Carboxymethyl Cellulose (CMC) สำหรับกระบวนการที่ใช้

สารเคมีมากใช้สารละลายแคลเซียมฟอสเฟต $[Ca_3(PO_4)_2]$ เป็นการสร้างตะกอน และสาร CMC เป็นสารช่วยตกตะกอน

ผลการทดลองระบบตะกอนลอยแบบชั้นเดียว พบว่าปริมาณโปรตีนซึ่งวัดในรูปของ Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) ถูกกำจัดได้ประมาณร้อยละ 5-30 ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอยในกระบวนการที่ใช้สารเคมีน้อย พบว่าให้ผลการบำบัดไม่แตกต่างกับกระบวนการที่ไม่ใช้สารเคมี ในขณะที่ประสิทธิภาพการกำจัด TKN ของกระบวนการที่ใช้สารเคมีมากเพิ่มขึ้นร้อยละ 6-26 ประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอยของกระบวนการที่ไม่ใช้สารเคมี กระบวนการที่ใช้สารเคมีน้อย และกระบวนการที่ใช้สารเคมีมากมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 70-80, 60-80 และ 85-95 ตามลำดับที่อัตราส่วนของอากาศกับตะกอนแขวนลอย (A/S Ratio) ในช่วง 0.02-0.03

ส่วนผลการทดลองระบบตะกอนลอยแบบสองชั้นตอน พบว่าปริมาณโปรตีนที่วัดในรูปของ TKN ถูกกำจัดได้ร้อยละ 3-25 ประสิทธิภาพการกำจัด TKN ของกระบวนการที่ไม่ใช้สารเคมี กระบวนการที่ใช้สารเคมีน้อย และกระบวนการที่ใช้สารเคมีมากมีค่าร้อยละ 3-5, 5-10 และ 20-25 ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอยมีค่าในช่วงร้อยละ 50-70 โดยกระบวนการที่ใช้สารเคมีมากจะมีประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอยสูงสุดที่อัตราส่วนของอากาศกับตะกอนแขวนลอยในช่วง 0.03-0.05

โคแอกกูแลนต์และโคแอกกูแลนต์เอดจากไคโทแซน [14]

ศึกษาการนำไคโทแซนมาทดสอบความสามารถในการเป็นโคแอกกูแลนต์และโคแอกกูแลนต์เอดร่วมกับสารส้ม เพื่อกำจัดความขุ่นในกระบวนการโคแอกกูเลชันด้วยวิธีจาร์เทสต์ จากการทดลองพบว่าการใช้ไคโทแซนเป็นโคแอกกูแลนต์จะสามารถลดความขุ่นของน้ำได้ดีเมื่อน้ำดิบมีความขุ่นสูง คือ ประมาณ 100 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) ขึ้นไป และค่าความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างเป็นกรด คือ 5-7 ปริมาณไคโทแซนที่เหมาะสมเท่ากับ 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร และสามารถลดความขุ่นได้สูงถึงร้อยละ 69, 84 และ 86 ที่ความขุ่นของน้ำดิบเท่ากับ 100, 200 และ 300 NTU ตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในน้ำโดยใช้ไคโทแซนเป็นสารโคแอกกูแลนต์เอดร่วมกับสารส้ม พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นได้สูงกว่าการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว ซึ่งการใช้ไคโทแซนปริมาณ 0.01-0.2 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับสารส้มที่ร้อยละ 50 ของปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นได้ดีที่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ 6-8 โดยค่าความขุ่นของน้ำหลังการตกตะกอนต่ำกว่ามาตรฐานในทุกค่าความขุ่นที่ทดลอง การใช้ไคโทแซนเป็นโคแอกกูแลนต์เอดในปริมาณที่เหมาะสมจะสามารถลดปริมาณการใช้สารส้มได้ถึงร้อยละ 50

บทที่ 8

การทดลอง

8.1 ตัวแปรที่ศึกษา

8.1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ DAF

8.1.2 อัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารเคมี คือ สารละลายสารส้ม และสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ประเภทแคตไอออน

8.1.3 ความดันของอากาศในถังความดัน

8.1.4 ความดันของน้ำใสหมุนเวียนที่นำกลับมาใช้ใหม่ในขั้นตอนการเติมอากาศ

8.2 วิธีการทดลองด้วยวิธี Jar Test

8.2.1 หาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่เหมาะสมด้วยวิธี Jar Test [1]

สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยระบบ DAF คือ สารละลายสารส้ม ความเข้มข้น 50 กรัม/ลิตร และสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ ความเข้มข้น 0.4 กรัม/ลิตร (ความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเป็นความเข้มข้นที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานจากคำแนะนำของบริษัทผู้ขายสารเคมี)

การปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียทำโดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร ที่ทางโรงงานสั่งซื้อมา

การทดลองเพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่เหมาะสมด้วยวิธี Jar Test ใช้สารละลายสารส้ม 3.2 มิลลิลิตร และสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ 6 มิลลิลิตร ตามการทดลอง Jar Test ที่บริษัทผู้ติดตั้งระบบ DAF เคยทำไว้

การหาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่เหมาะสมด้วยวิธี Jar Test มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เตรียมตัวอย่างน้ำเสีย 800 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ จำนวน 6 บีกเกอร์
- 2) วัดค่าความขุ่น (Turbidity) ของน้ำเสียก่อนการทดลองด้วย Spectrophotometer
- 3) ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างโดยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในแต่ละบีกเกอร์ให้ได้ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ตามลำดับ (วัดด้วย pH Meter)
- 4) เติมสารละลายสารส้ม ความเข้มข้น 50 กรัม/ลิตร 3.2 มิลลิลิตร
- 5) กวนสารทุกบีกเกอร์พร้อมกันด้วยความเร็ว 120 รอบ/นาที 3 นาที
- 6) เติมสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ความเข้มข้น 0.4 กรัม/ลิตร 6 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 7) กวนสารทุกบีกเกอร์พร้อมกันด้วยความเร็ว 30 รอบ/นาที 12 นาที
- 8) ปลอ่ยให้ตะกอนจมตัวเป็นเวลา 30 นาที
- 9) วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และค่าความขุ่นของน้ำส่วนที่ใสในแต่ละบีกเกอร์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของน้ำเสียที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียต่างๆ รายละเอียดการวัดค่าความขุ่นแสดงไว้ในภาคผนวก ข.1
- 10) เลือกค่าความเป็นกรด-ด่างที่ให้ค่าการบำบัดความขุ่นของน้ำเสียที่ดีที่สุดเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

8.2.2 หาปริมาณของสารละลายสารส้มที่เหมาะสมด้วยวิธี Jar Test

ทำการทดลองเหมือนการทดลองที่ 8.2.1 แต่ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างในขั้นตอนที่ 3) ให้เท่ากับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียที่ดีที่สุดที่สุดในขั้นตอนที่ 10) และเปลี่ยนค่าปริมาตรสารส้มในขั้นตอนที่ 4) จาก 3.2 มิลลิลิตร เป็น 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5 และ 5 มิลลิลิตร ตามลำดับ ผลที่ให้ค่าการบำบัดความขุ่นของน้ำเสียที่ดีที่สุดเพื่อเลือกปริมาณสารส้มที่จะใช้ในการทดลองต่อไป

8.2.3 หาปริมาณของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมด้วย Jar Test

ทำการทดลองเหมือนการทดลองที่ 8.2.1 แต่ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างในขั้นตอนที่ 3) ให้เท่ากับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียที่ดีที่สุดที่สุดในขั้นตอนที่ 10) ใช้ปริมาตรสารส้มที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.2.2 และเปลี่ยนค่าปริมาตรสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ในขั้นตอนที่ 6) จาก 6 มิลลิลิตร เป็น 3, 4, 5, 7 และ 8 มิลลิลิตร ตามลำดับ ผลที่ให้ค่าการบำบัดความขุ่นของน้ำเสียที่ดีที่สุดเพื่อเลือกปริมาณสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่จะใช้ในการทดลองต่อไป

8.3 ปรับปรุงระบบ DAF โดยการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม

ปัจจุบันการเตรียมสารเคมีและป้อนสารเคมีใช้ถึงเดียวกัน ดังนั้นในช่วงต้นเมื่อเตรียมสารละลายใหม่ความเข้มข้นจะไม่คงที่ ซึ่งอาจส่งผลต่อการบำบัดน้ำเสีย จึงติดตั้งอุปกรณ์เพื่อใช้เตรียมสารเคมีเพิ่มเติม คือ สร้างฐานคอนกรีตขนาดประมาณ $1.5 \times 3 \times 0.7$ เมตร และติดตั้งถังพลาสติกเพื่อใช้เตรียมสารเคมี คือ สารละลายสารส้ม ความเข้มข้น 50 กรัม/ลิตร และสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ ความเข้มข้น 0.4 กรัม/ลิตร และชุดกวนสารซึ่งประกอบด้วยมอเตอร์และใบพัดกวนสาร จำนวน 2 ชุด

8.4 หาอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม และสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์

8.4.1 หาอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

ในการทดลองจำเป็นต้องทราบอัตราการไหลที่แน่นอนของน้ำเสียที่เข้าระบบ เพื่อนำไปคำนวณอัตราการไหลของสารเคมีที่เหมาะสมกับอัตราการไหลของน้ำเสีย ซึ่งอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียสามารถปรับได้จากวาล์วบายพาสที่ระดับ 5-8 ซึ่งมีอัตราการไหลประมาณ 9-20 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (ภาคผนวก ก.2 ตารางที่ ก.2.1) ถ้าปรับวาล์วบายพาสให้อยู่ที่ระดับต่ำหรือสูงกว่านี้อัตราการไหลของน้ำเสียจะไม่เหมาะสมที่จะใช้งาน (หากเปิดน้ำเข้าระบบที่อัตราการไหลน้อยกว่า 9 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง จะทำให้ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ทันกับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน และหากปรับอัตราการไหลให้มีค่ามากกว่า 20 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง จะทำให้ปริมาณน้ำเสียไหลเข้าระบบมากเกินไปจนล้นระบบได้) การวัดอัตราการไหลของน้ำเสียมีวิธีการดังนี้

- 1) หาพื้นที่หน้าตัดของบ่อ Effluent โดยวัดความกว้างและความยาว
- 2) ปรับอัตราการไหลของน้ำเสียจากวาล์วบายพาส ให้อยู่ที่ระดับ 5
- 3) จับเวลาของน้ำเสียที่ไหลเข้าบ่อ Effluent ตั้งแต่ น้ำเสียอยู่ที่ระดับอ้างอิงจน น้ำเสียมีระดับสูงกว่าระดับอ้างอิง 50 เซนติเมตร
- 4) คำนวณอัตราการไหลของน้ำเสีย
- 5) วัดอัตราการไหลของน้ำเสียเมื่อปรับวาล์วบายพาสให้อยู่ที่ระดับ 6, 7 และ 8 ตามลำดับ และทดลองซ้ำในขั้นตอนที่ 3) และ 4)

8.4.2 หาอัตราการไหลของสารละลายสารส้ม

อัตราการไหลของสารละลายสารส้มสามารถปรับได้จากการหมุนวาล์วที่ตัวปั๊ม ซึ่งหมุนได้ทั้งสิ้น 10 รอบ คิดเป็น 100 %Stroke (ภาคผนวก ก.2 ตารางที่ ก.2.2) วิธีวัดอัตราการไหลของสารละลายสารส้มมีดังนี้

- 1) หาพื้นที่หน้าตัดของถังป้อนสารละลายสารส้มโดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง
- 2) หมุนวาล์วเพื่อปรับอัตราการไหลจำนวน 1 รอบ
- 3) จับเวลาการป้อนสารละลายสารส้มที่ทำให้สารส้มลดระดับลงจากระดับอ้างอิง 5 เซนติเมตร
- 4) คำนวณอัตราการไหลของสารละลายสารส้ม
- 6) หมุนวาล์วเพื่อปรับอัตราการไหลจำนวน 3, 6 และ 10 รอบ ตามลำดับ และทดลองซ้ำในขั้นตอนที่ 3) และ 4)

8.4.3 หาอัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์

อัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์สามารถปรับได้จากการหมุนวาล์วที่ตัวปั๊มซึ่งหมุนได้ทั้งสิ้น 6 รอบ คิดเป็น 100 %Stroke (ภาคผนวก ก.2 ตารางที่ ก.2.3)

วิธีวัดอัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์เหมือนวิธีวัดอัตราการไหลของสารละลายสารส้ม แต่หมุนวาล์วจำนวน 1, 2, 4 และ 6 รอบ ตามลำดับ

8.5 ทดลองในระบบบำบัดน้ำเสียจริงเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของระบบ Dissolved Air Flootation ของโรงงาน

เนื่องจากน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดมีค่าประมาณวันละ 200-300 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 10-15 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (การเดินระบบบำบัดน้ำเสียจะเดินวันละ 20 ชั่วโมง) จึงเลือกปรับอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบด้วยวาล์วบายพาสให้มีค่า 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (ระดับ 7) เพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ทันกับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน

8.5.1 หาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในบ่อ EQ ที่เหมาะสมก่อนผ่านเข้าระบบ DAF

- 1) ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในบ่อพักน้ำเสียให้มีค่าเท่ากับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียที่ดีที่สุดจากทดลอง 8.2.1
- 2) เปิดน้ำเสียเข้าระบบ DAF ด้วยอัตราการไหลประมาณ 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
- 3) เก็บตัวอย่างน้ำเสีย วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง
- 4) ป้อนสารละลายสารส้ม และสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ ในอัตราส่วนที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.2.2 และ 8.2.3 ตามลำดับ
- 5) ปรับความดันอากาศในถังอัดความดัน 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามค่าที่บริษัทผู้ติดตั้งระบบ DAF กำหนดไว้
- 6) ปรับความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF และนำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามค่าที่ บริษัทผู้ติดตั้งระบบ DAF กำหนดไว้
- 7) ปล่อยให้ระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วสังเกตลักษณะของตะกอนที่ลอยขึ้นมา รวมทั้งลักษณะของน้ำที่ไหลออกจาก DAF
- 8) เก็บตัวอย่างน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF ไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง
- 9) ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1) ถึง 8) โดยปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง จากในข้อ 1) อีก 2 ค่า ในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่าง 5-7 (ซึ่งเป็นช่วงที่สารส้มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ) เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่ได้จากการทดลอง Jar Test อาจไม่ใช่ค่าที่เหมาะสม

สำหรับใช้ในระบบจริง จึงต้องทดลองในระบบจริงเพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่เหมาะสม และสังเกตความเปลี่ยนแปลงของลักษณะตะกอนที่ลอยขึ้นมา

10) เลือกค่าความเป็นกรด-ด่างที่ทำให้ตะกอนมีลักษณะที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

8.5.2 หาอัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายสารส้มที่เหมาะสมเพื่อใช้ในระบบ DAF

- 1) ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในบ่อพักน้ำเสียให้มีค่าเท่ากับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียที่ดีที่สุดจากการทดลอง 8.5.1
- 2) เปิดน้ำเสียเข้าระบบ DAF ด้วยอัตราการไหลประมาณ 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
- 3) เก็บตัวอย่างน้ำเสีย วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไขมันและน้ำมัน (วิธีการวัดปริมาณไขมันและน้ำมันอธิบายในภาคผนวก ข.2)
- 4) ทำการทดลองเหมือนข้อ 4) ถึง 7) ในการทดลองที่ 8.5.1
- 5) สังเกตลักษณะของตะกอนที่ลอย และเก็บตัวอย่างน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไขมันและน้ำมัน
- 6) ทำการทดลองเช่นเดิมแต่ปรับค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายสารส้ม ทุก 0.25 รอบของวาล์วที่ใช้ปรับ % Stroke ของปั๊ม (อัตราการไหลโดยประมาณ ดูจากภาคผนวก ก.3 ตารางที่ ก.3.1)
- 7) เลือกอัตราการไหลของสารละลายสารส้มที่ให้ค่าการบำบัดที่ดีที่สุดเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

8.5.3 หาอัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในระบบ DAF

ทำการทดลองเหมือนการทดลองที่ 8.5.2 ใช้อัตราการไหลของสารละลายสารส้มที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.5.2 และปรับค่าอัตราการไหลของสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ ทุก 0.25 รอบของวาล์วที่ใช้ปรับ % Stroke ของปั๊ม (อัตราการไหลโดยประมาณ ดูจากภาคผนวก ก.3 ตารางที่ ก.3.2) และเลือกอัตราการไหลของสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

8.5.4 หาความดันอากาศในถังความดันที่เหมาะสม และความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF และนำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ

ทำการทดลองเหมือนการทดลองที่ 8.5.2 ใช้อัตราการไหลของสารละลายสารส้มที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.5.2 และใช้อัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.5.3 ปรับความดันอากาศในถังความดัน 3, 3.6, และ 4 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

8.5.5 หาช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่สามารถเดินระบบได้โดยไม่มีผลกระทบจากค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียซึ่งเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

ทำการทดลองเหมือนการทดลองที่ 8.5.2 ใช้อัตราการไหลของสารละลายสารส้มที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.5.2 ใช้อัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.5.3 ใช้ความดันอากาศในถังความดันที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.5.4 และความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร แต่ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียก่อนเข้า DAF ในช่วง 5-7

8.5.6 หาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมในกรณีที่น้ำเสียในบ่อ EQ มีปริมาณน้อย

ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ DAF ภายใต้สภาวะที่ได้จากการทดลองที่ผ่านมาจะลดต่ำลงได้ถ้าปริมาณน้ำในบ่อ EQ มีน้อย เพราะน้ำที่อยู่บริเวณด้านล่างของบ่ออาจมีอนุภาคแขวนลอยอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งอัตราการเติมสารละลายสารส้มและสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ได้คำนวณไว้อาจไม่เพียงพอที่จะบำบัดอนุภาคแขวนลอยเหล่านั้นได้หมด ดังนั้นจึงต้องทดลองเพื่อหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมของระบบ DAF ในกรณีดังกล่าวด้วย

วิธีที่ 1 ทำการทดลองตามสภาวะที่ได้จากการทดลองที่ 8.5.2-8.5.5 แต่เพิ่มอัตราการไหลของสารละลายสารส้มให้มากขึ้นจากอัตราการไหลของสารละลายสารส้มที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.5.2 อีก 0.5 รอบของวาล์วที่ใช้ปรับ % Stroke ของปั๊ม

วิธีที่ 2 ทำการทดลองตามสภาวะที่ได้จากการทดลองที่ 8.5.3-8.5.5 แต่เพิ่มอัตราการไหลของสารละลายสารส้มขึ้นจากอัตราการไหลของสารละลายสารส้มที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.5.2 อีก 0.25 รอบของวาล์วที่ใช้ปรับ % Stroke ของปั๊ม และเพิ่มอัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ขึ้นจากอัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ให้ค่าการบำบัดน้ำเสียดีที่สุดจากการทดลอง 8.5.3 อีก 0.25 รอบของวาล์วที่ใช้ปรับ % Stroke ของปั๊ม

วิธีที่ 3 ทำการทดลองตามสภาวะที่ได้จากการทดลองที่ 8.5.3-8.5.5 แต่ลดอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบ DAF จากวาล์วบายพาสให้น้อยลงจากระดับ 7 เป็นระดับ 6 ที่มีอัตราการไหลประมาณ 10.1 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (ไม่ได้ทดลองปรับอัตราการไหลเพิ่มขึ้นเป็น

ระดับ 8 เนื่องจากการผ่านน้ำเข้าระบบมากขึ้นจะทำให้สารส้มและพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่เติมในปริมาณเท่าเดิมไม่เพียงพอที่จะจับอนุภาคแขวนลอยไว้ได้หมด)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9

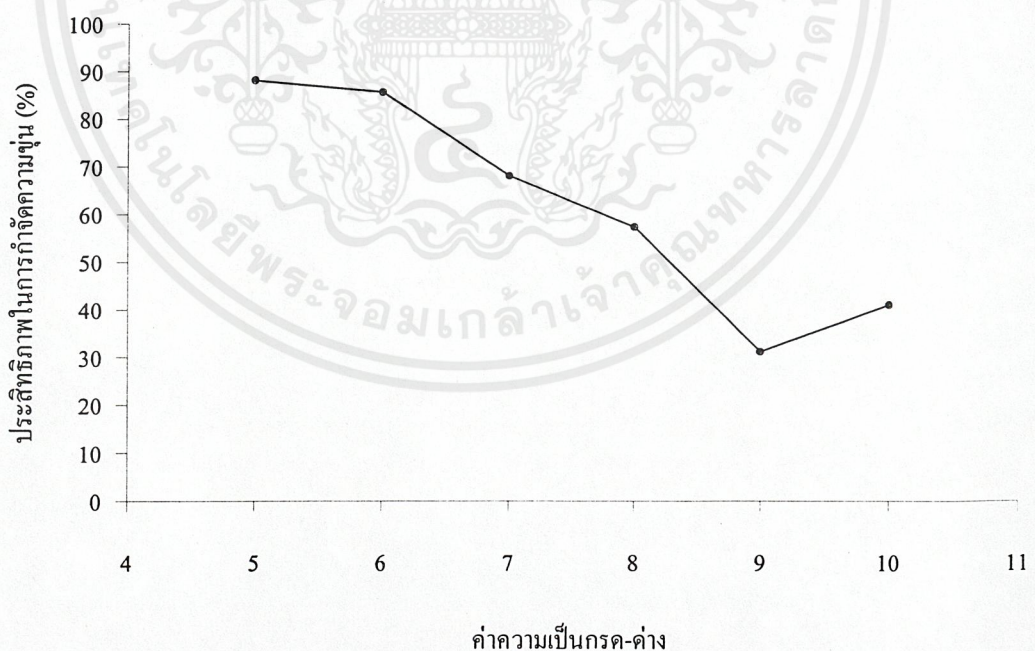
ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

9.1 ผลการทดลองด้วยวิธี Jar Test

วิธี Jar Test เป็นการทดลองเพื่อหาปริมาณค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารเคมีที่เหมาะสม ตัวแปรที่ใช้ตัดสิน คือ ค่าความขุ่นที่เหลือในน้ำเสียต้องมีค่าน้อยซึ่งแสดงในรูปประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น และลักษณะของฟล็อกที่เกิดขึ้นมีขนาดใหญ่สามารถตกตะกอนได้เร็วและได้น้ำใส

9.1.1 ผลการทดลองหาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่เหมาะสมด้วยวิธี Jar Test

ปริมาตรน้ำเสียที่ใช้	= 0.8 ลิตร
สารละลายสารส้ม (ความเข้มข้น 50 ก./ล.)	= 3.2 มิลลิลิตร
สารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ (ความเข้มข้น 0.4 ก./ล.)	= 6 มิลลิลิตร



รูปที่ 9.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียกับประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test

ตารางที่ 9.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียกับลักษณะของฟล็อกที่เกิดขึ้นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test

ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ลักษณะของฟล็อก
5	ฟล็อกมีขนาดใหญ่ ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์เร็วมาก
6	ฟล็อกมีขนาดใหญ่ ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์ค่อนข้างเร็ว
7	ฟล็อกค่อนข้างใหญ่ ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์ช้า
8	ฟล็อกเล็ก ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์ช้ามาก
9	ฟล็อกเล็กมาก แฉวนลอยอยู่ในน้ำไม่ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์
10	ไม่เกิดฟล็อก

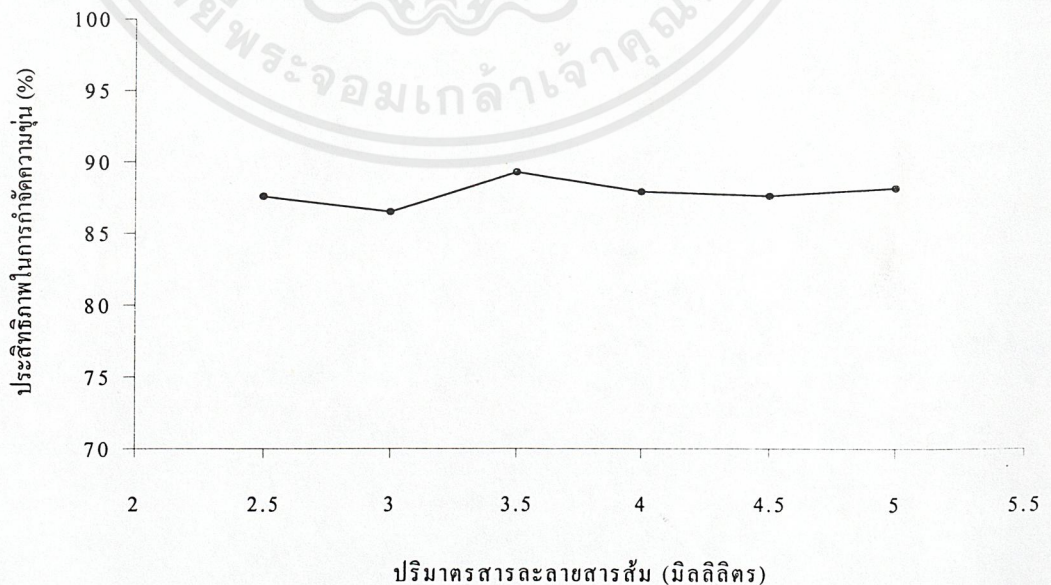
จากรูปที่ 9.1 และตารางที่ 9.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นสูงสุดคือ 5 และฟล็อกที่เกิดขึ้นมีขนาดใหญ่ตกลงสู่ด้านล่างของบีกเกอร์ได้เร็ว จึงเลือกใช้น้ำนี้สำหรับการทดลอง Jar Test ในการทดลองที่ 9.1.2 และ 9.1.3 ต่อไป และใช้เป็นค่าเริ่มต้นสำหรับการทดลองในระบบ DAF ต่อไป (การทดลองที่ 9.3.1)

9.1.2 ผลการทดลองหาปริมาณของสารละลายสารส้มที่เหมาะสมด้วยวิธี Jar Test

ปริมาตรน้ำเสียที่ใช้ = 0.8 ลิตร

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย = 5

สารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ (ความเข้มข้น 0.4 ก./ล.) = 6 มิลลิลิตร



รูปที่ 9.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารละลายสารส้มกับประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test

ตารางที่ 9.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรสารละลายสารส้มกับลักษณะของฟล็อกที่เกิดขึ้นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test

สารละลายสารส้ม (มล.)	ลักษณะของฟล็อก
2.5	ฟล็อกมีขนาดเล็ก ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์ช้า
3	ฟล็อกมีขนาดใหญ่ ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์เร็วมาก
3.5	ฟล็อกมีขนาดใหญ่ ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์เร็วมาก
4	ฟล็อกมีขนาดเล็ก ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์ช้า
4.5	ฟล็อกมีขนาดเล็ก ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์ช้า
5	ฟล็อกมีขนาดเล็ก ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์ช้า

จากรูปที่ 9.2 และตารางที่ 9.2 จะเห็นว่าปริมาณสารส้มให้ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นสูงสุด คือ 3.5 มิลลิลิตร และตะกอนที่เกิดขึ้นมีลักษณะที่เหมาะสม จึงเลือกใช้ค่านี้สำหรับการทดลอง Jar Test ในการทดลองที่ 9.1.3 ต่อไป นอกจากนี้จะใช้ค่านี้เพื่อคำนวณอัตราการใช้ปริมาณของสารละลายสารส้ม และใช้เป็นค่าอัตราการใช้เริ่มต้นสำหรับการทดลองในระบบ DAF ต่อไป (ภาคผนวก ค.1)

9.1.3 ผลการทดลองหาปริมาณของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมด้วยวิธี Jar Test

ปริมาณน้ำเสียที่ใช้

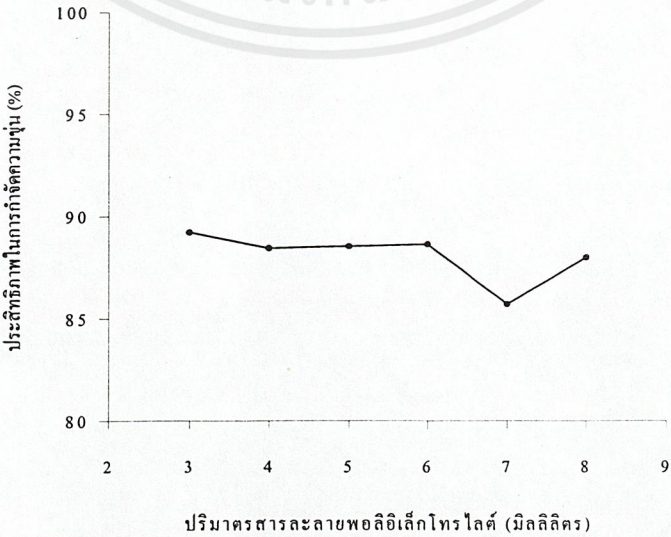
ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย

สารละลายสารส้ม (ความเข้มข้น 50 ก./ล.)

= 0.8 ลิตร

= 5

= 3.5 มิลลิลิตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 9.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์กับประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test

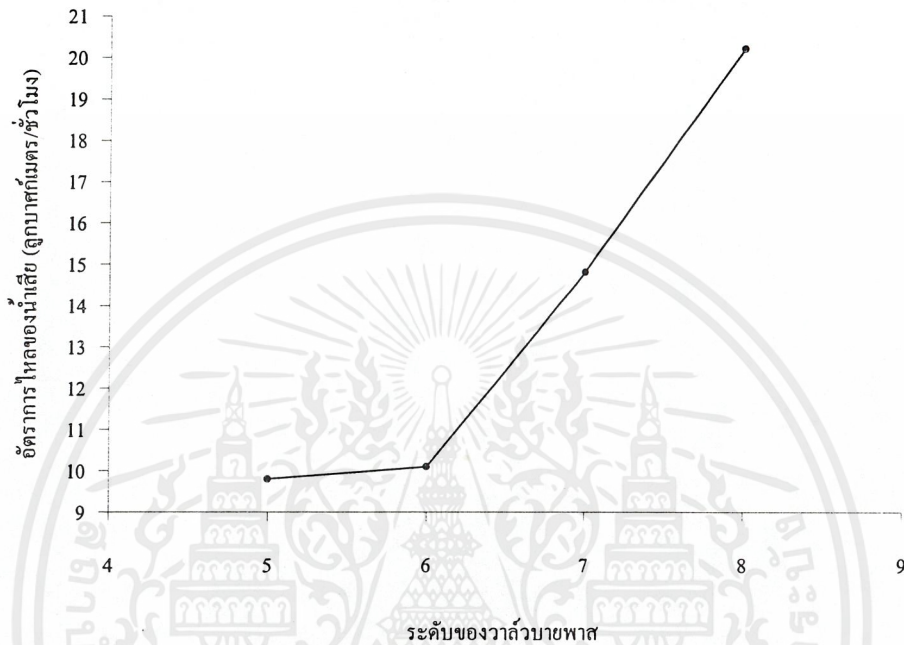
ตารางที่ 9.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์กับลักษณะของฟล็อกที่เกิดขึ้นจากการทดลองด้วยวิธี Jar Test

สารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ (มล.)	ลักษณะของฟล็อก
3	ฟล็อกมีขนาดเล็ก ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์ช้า น้ำใสมาก
4	ฟล็อกมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์เร็ว น้ำใสมาก
5	ฟล็อกมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์เร็ว น้ำใสมาก
6	ฟล็อกมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์เร็ว น้ำใสมาก
7	ฟล็อกมีขนาดใหญ่ ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์เร็ว น้ำค่อนข้างใส
8	ฟล็อกมีขนาดใหญ่ ตกลงสู่ด้านล่างบีกเกอร์เร็ว น้ำค่อนข้างใส

จากรูปที่ 9.3 จะเห็นว่าประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นเมื่อเติมสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ 3-6 มิลลิลิตร มีค่าใกล้เคียงกัน และจากตารางที่ 9.3 จะเห็นว่าลักษณะของฟล็อกที่เหมาะสมจะเกิดขึ้นเมื่อเติมสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ 4-8 มิลลิลิตร ดังนั้นปริมาตรสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ที่ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น ลักษณะฟล็อกดี ได้น้ำใส และประหยัดสารเคมี คือ 4 มิลลิลิตร จึงเลือกใช้ค่านี้เพื่อคำนวณอัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ และใช้เป็นค่าอัตราการไหลเริ่มต้นสำหรับการทดลองในระบบ DAF ต่อไป (ภาคผนวก ก.1)

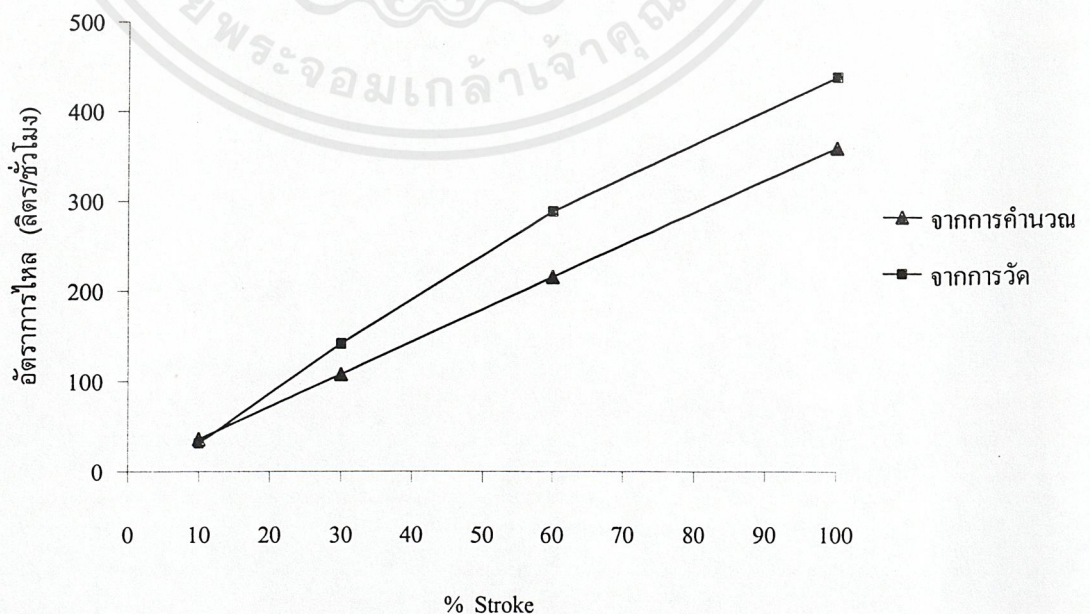
9.2 ผลการทดลองหาอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม และสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์

9.2.1 หาอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย



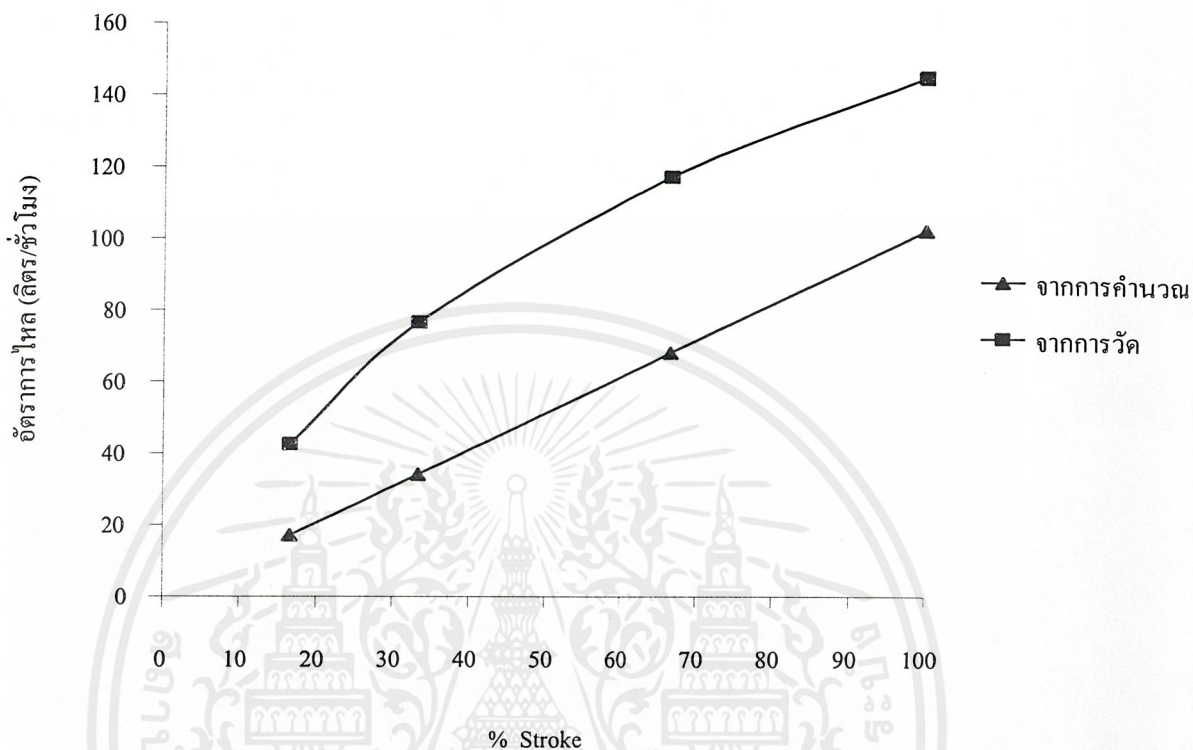
รูปที่ 9.4 อัตราการไหลของน้ำเสียเมื่อปรับวาล์วบายพาสที่ระดับต่างกัน

9.2.2 หาอัตราการไหลของสารละลายสารส้ม



รูปที่ 9.5 อัตราการไหลของสารละลายสารส้มความเข้มข้น 50 กรัม/ลิตร

9.2.3 หาอัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์



รูปที่ 9.6 อัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ความเข้มข้น 0.4 กรัม/ลิตร

รูปที่ 9.4 แสดงอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบเมื่อปรับวาล์วบายพาสที่ระดับต่างๆ (ผลการทดลองแสดงในภาคผนวกที่ ก.2 ตารางที่ ก.2.1) เนื่องจากปริมาณน้ำเสียที่ผ่านเข้าระบบมีปริมาณ 10-15 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ดังนั้นจึงปรับวาล์วบายพาสที่ระดับ 7 ที่มีอัตราการไหลของน้ำเสียประมาณ 14.8 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เพื่อใช้ในการทดลองในระบบจริง

รูปที่ 9.5 แสดงอัตราการไหลของสารละลายสารส้มเมื่อปรับ % Stroke ของปั๊มที่ค่าต่างๆ (ผลการทดลองแสดงในภาคผนวกที่ ก.2 ตารางที่ ก.2.2)

รูปที่ 9.6 แสดงอัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์เมื่อปรับ % Stroke ของปั๊มที่ค่าต่างๆ (ผลการทดลองแสดงในภาคผนวกที่ ก.2 ตารางที่ ก.2.3)

9.3 ผลการทดลองในระบบบำบัดน้ำเสียจริงเพื่อหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมของระบบ Dissolved Air Floatation ของโรงงาน

9.3.1 ผลการทดลองหาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในบ่อ EQ ที่เหมาะสมก่อนผ่านเข้าระบบ DAF

อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม และสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ในการทดลองนี้ได้จากการคำนวณในภาคผนวก ค โดยใช้ปริมาตรของสารเคมีทั้งสองที่ได้จากการทดลอง Jar Test

อัตราการไหลของน้ำเสีย = 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม = 65 ลิตร/ชั่วโมง

อัตราการไหลของสารละลาย = 75 ลิตร/ชั่วโมง

พอลิอิเล็กโทรไลต์

ความดันอากาศในถังความดัน = 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

ความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF = 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ

ตารางที่ 9.4 ลักษณะของฟล็อกที่ลอยขึ้นด้านบนถึงลอยเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในบ่อ EQ อยู่ในช่วง 5-7

การทดลองที่	ค่าความเป็นกรด-ด่างในบ่อ EQ (โดยประมาณ)	ลักษณะของตะกอน
1	5	ตะกอนเบา ลักษณะเป็นฟองสีขาว ลอยคลุมทั่วผิวน้ำถึงลอย น้ำที่ออกจาก DAF ใส
2	6	ตะกอนหนัก มีขนาดใหญ่ เกาะตัวค่อนข้างแน่น ลอยอยู่มากบริเวณส่วนทางเข้าของถังลอย น้ำที่ออกจาก DAF ใสมาก
3	7	ตะกอนหนัก มีขนาดเล็ก ลอยคลุมทั่วผิวน้ำถึงลอย น้ำที่ออกจาก DAF ใส

จากตารางที่ 9.4 เมื่อทดลองปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย ถึงแม้ว่าน้ำที่ออกจาก DAF จะใสเหมือนกัน แต่ลักษณะตะกอนที่ลอยขึ้นสู่ด้านบนของถังลอยจะต่างกัน เมื่อความ

เป็นกรด-ด่างของน้ำเสียมีค่าประมาณ 5 ตะกอนที่ลอยขึ้นด้านบนของถังลอยมีฟองอากาศแทรกตัว เอกสารนี้ อยู่ในเนื้อตะกอนจำนวนมากทำให้ตะกอนพอง ฟู เปื่อยยุ่ย ลอยปกคลุมทั่วทั้งผิวน้ำถึงลอย เรียก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะกอนที่มีลักษณะเช่นนี้ว่า ตะกอนเบา ตะกอนที่มีลักษณะเช่นนี้เมื่อถูกกวาดลงสู่ท่อตะกอนออกแล้วจะไหลลงสู่บ่อสูบน้ำตะกอนได้ยาก เพราะว่าตะกอนที่พองฟูจะไปติดค้างอยู่ข้อต่อ ข้องอ ของท่อตะกอน ทำให้การไหลของตะกอนเป็นไปได้ยาก เมื่อตะกอนถูกใบกวาดกวาดลงท่อมากขึ้นก็จะสะสมอยู่ในท่อจนในที่สุดก็จะล้นออกทางปากท่อและถลอลอย ทำให้บริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานสกปรก ซึ่งแก้ไขได้โดยปิดการทำงานของใบกวาด ถัดน้ำล้างท่อตะกอนเพื่อไล่ตะกอนให้ไหลลงสู่บ่อสูบน้ำตะกอน และล้างพื้นที่ปฏิบัติงานที่สกปรก

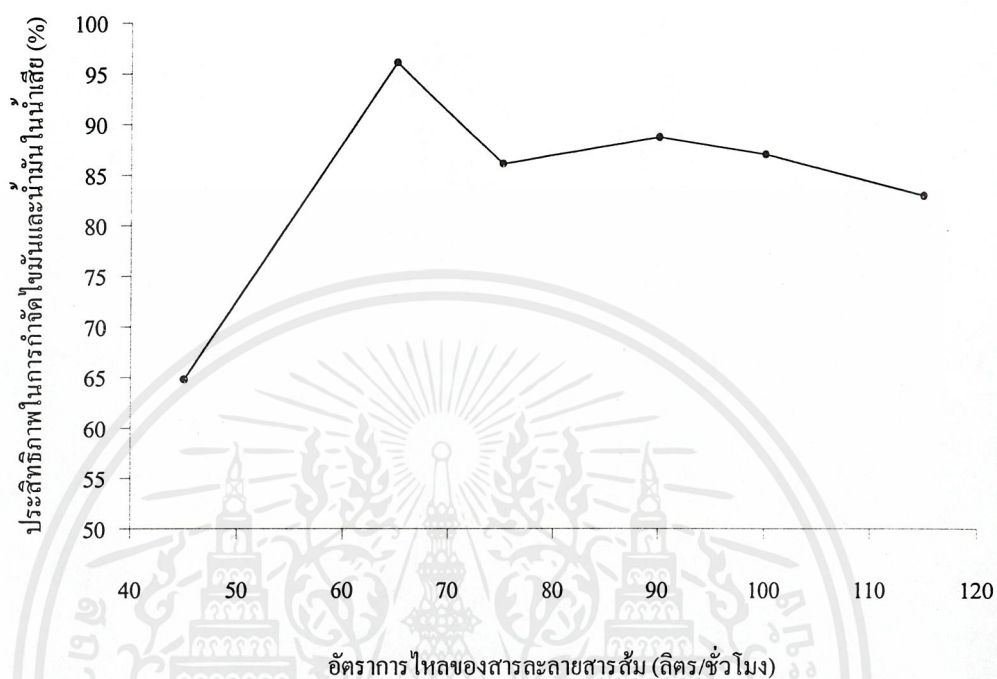
เมื่อความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียมีค่าประมาณ 6 ตะกอนที่ลอยขึ้นด้านบนของถังถลอลอย จะมีขนาดใหญ่ เกาะตัวกันค่อนข้างแน่น ไม่มีฟองอากาศแทรกตัวอยู่มากนัก เรียกตะกอนที่มีลักษณะเช่นนี้ว่า ตะกอนหนัก ตะกอนที่มีลักษณะนี้เมื่อถูกใบกวาดกวาดลงท่อตะกอนจะสามารถไหลไปตามท่อตะกอนและตกลงสู่บ่อสูบน้ำตะกอนได้ง่ายโดยไม่ค้างท่อ นอกจากนี้ตะกอนที่เกิดขึ้นยังลอยมากบริเวณด้านหน้าของถังถลอลอย ทำให้สามารถกวาดได้ง่ายและไม่ทำให้เกิดตะกอนฟุ้งบริเวณด้านทางออกของระบบ DAF ทำให้น้ำออกใสมาก

เมื่อความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียมีค่าประมาณ 7 จะไม่เกิดตะกอนเบาเหมือนกับเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5 แต่ตะกอนจะลอยขึ้นด้านบนของถังถลอลอยน้อย ซึ่งการที่ตะกอนลอยขึ้นน้อยอาจมีตะกอนบางส่วนจมตัวและสะสมอยู่ด้านล่างของถังถลอลอย นอกจากนี้ตะกอนยังมีขนาดเล็ก ลอยปกคลุมทั่วทั้งผิวหน้าถังถลอลอย ทำให้ใบกวาด กวาดตะกอนลงท่อได้ยาก

สรุปได้ว่าลักษณะของตะกอนที่ดี คือ ตะกอนที่ได้จากค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียเท่ากับ 6 ดังนั้นในการทดลองต่อไป เช่น การทดลองที่ 9.3.2 จะปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียให้มีค่าใกล้เคียง 6

9.3.2 ผลการทดลองหาอัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายสารส้มที่เหมาะสมเพื่อใช้ในระบบ DAF

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียประมาณ	6
อัตราการไหลของน้ำเสีย	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
อัตราการไหลของสารละลาย	= 75 ลิตร/ชั่วโมง
พอลิอิเล็กโทรไลต์	
ความดันอากาศในถังความดัน	= 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF	= 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ	



รูปที่ 9.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของสารละลายสารส้มกับประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน

จากรูปที่ 9.7 เมื่อเติมสารละลายสารส้มด้วยอัตราการไหล 45 ลิตร/ชั่วโมง จะเห็นว่าประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันต่ำมาก คือ 64 % เนื่องจากปริมาณสารส้มที่ใช้เติมลงในน้ำเสียไม่เพียงพอที่จะจับและรวมอนุภาคแขวนลอยในน้ำเสียไว้ได้หมด น้ำเสียที่ผ่านออกจาก DAF จึงยังมีไขมันและน้ำมันเจือปนอยู่มาก ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันจะสูงสุด คือ 96 % เมื่อเติมสารละลายสารส้มด้วยอัตราการไหล 65 ลิตร/ชั่วโมง และประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันจะลดลงเหลือ 83-86 % เมื่ออัตราการไหลของสารละลายสารส้มเพิ่มขึ้น และลักษณะของตะกอนที่เกิดขึ้นก็จะเล็กลง ปริมาณสารส้มที่มากจะทำให้ น้ำเสียมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันจึงลดลง ดังนั้นอัตราการไหลของสารละลายสารส้มที่เหมาะสม คือ 65 ลิตร/ชั่วโมง จึงใช้ค่านี้สำหรับการทดลองต่อไป

9.3.3 หาอัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในระบบ DAF

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียประมาณ	6
อัตราการไหลของน้ำเสีย	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม	= 65 ลิตร/ชั่วโมง
ความดันอากาศในถังความดัน	= 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF	= 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ	



รูปที่ 9.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์กับประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน

จากรูป 9.8 จะเห็นว่าเมื่อปรับค่าอัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์อยู่ในช่วง 60-90 ลิตร/ชั่วโมง จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 95-99 % ลักษณะของตะกอนไม่ค่อยแตกต่างกัน คือ ตะกอนมีขนาดใหญ่ เกาะตัวแน่น กวาดง่าย ดังนั้นจึงเลือกอัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ 67 ลิตร/ชั่วโมง ที่ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันสูงสุดเท่ากับ 99 % เพื่อใช้สำหรับการทดลองต่อไป

9.3.4 ผลการทดลองหาความดันของน้ำใที่ออกจากระบบ DAF และนำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ และความดันอากาศในถังความดันที่เหมาะสมกับระบบจริง

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียประมาณ	6
อัตราการไหลของน้ำเสีย	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม	= 65 ลิตร/ชั่วโมง
อัตราการไหลของสารละลาย	= 67 ลิตร/ชั่วโมง
พอลิอิเล็กโทรไลต์	
ความดันของน้ำใที่ออกจากระบบ DAF	= 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ	



รูปที่ 9.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศในถังความดันกับความดันกับประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน

จากรูปที่ 9.9 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันของระบบ DAF ลดลงเมื่อความดันในถังอัดความดันสูงขึ้น จาก 3 เป็น 4 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ในที่นี้ไม่ได้แสดงผลทดลองเมื่อความดันในถังความดันมีค่าต่ำกว่า 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร เพราะวามาโนมิเตอร์ไม่สามารถวัดความดันในช่วงต่ำกว่า 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และเมื่อปรับรีลิวแล้ว ให้มีค่าความดันต่ำกว่า 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร น้ำและอากาศจะพุ่งออกมาอย่างถึงลอยอย่างรุนแรง ทำให้ตะกอนฟุ้งและเกิดฟองขึ้นจำนวนมาก ดังนั้นความดันของอากาศในถังความดันที่เหมาะสมจึงมีค่า 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับความดันของน้ำใสที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศจะใช้ค่า 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าที่บริษัทผู้ติดตั้งระบบ DAF แนะนำ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบความดันของน้ำใสที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ 3 และ 4 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร พบว่าปั๊มทำงานผิดปกติ เพราะน้ำเข้าปั๊มน้อยเกินไปทำให้เกิดเสียงดัง จึงไม่สามารถทดลองได้

9.3.5 การทดลองหาช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถเดินระบบ DAF ได้โดยไม่มีผลกระทบจากค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียซึ่งเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

อัตราการไหลของน้ำเสีย = 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม = 65 ลิตร/ชั่วโมง

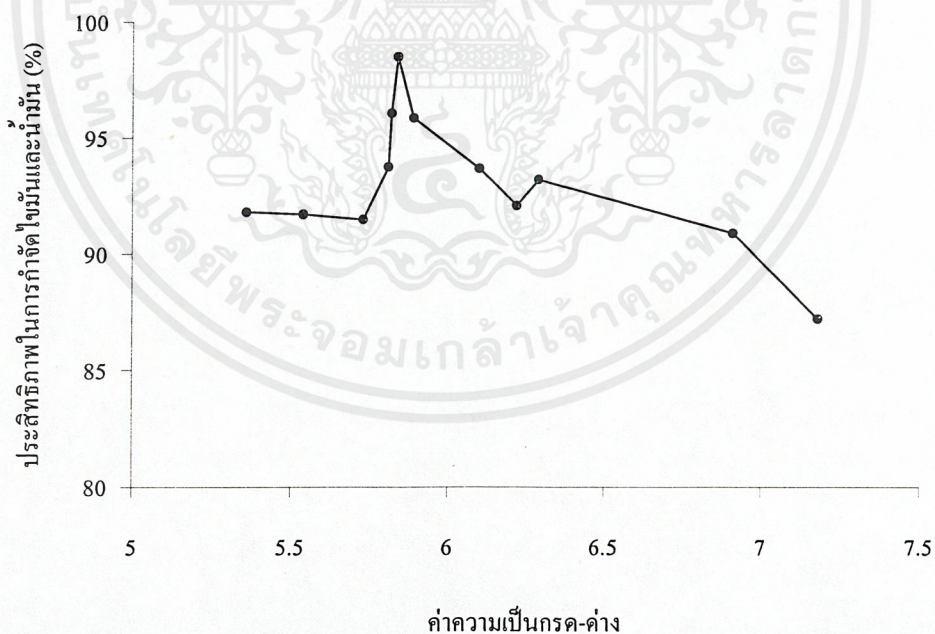
อัตราการไหลของสารละลาย = 67 ลิตร/ชั่วโมง

พอลิอิเล็กโทรไลต์

ความดันอากาศในถังความดัน = 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

ความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF = 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ



รูปที่ 9.10 ความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำเสียกับประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน

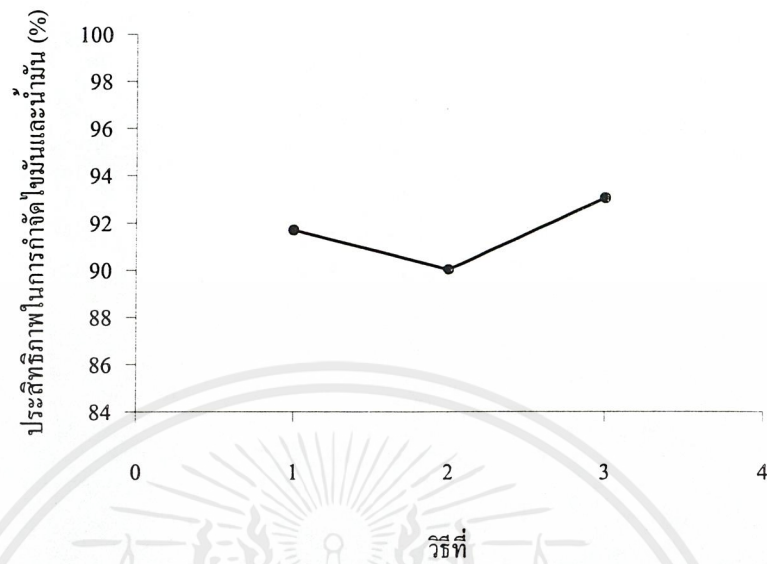
การปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ DAF ให้มีค่าแน่นอนทำได้ค่อนข้างยาก ปกติค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่ผ่านเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 4-6 ยกเว้นในกรณีที่ฝ่ายผลิตใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ล้างอุปกรณ์และพื้นที่การปฏิบัติงานก็จะทำให้น้ำเสียมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง ซึ่งบางครั้งสูงถึง 11 การควบคุมความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียของโรงงานไม่ได้เป็นระบบอัตโนมัติแต่ใช้การวัดโดยพนักงาน ในกรณีที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ DAF ต่ำ ก็จะต้องเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อปรับค่าให้อยู่ในช่วงเป็นกลาง แต่ในกรณีที่ค่าความเป็นด่างของน้ำเสียมีค่าสูงจะไม่สามารถแก้ไขได้จำเป็นต้องปล่อยน้ำเสียเข้าระบบ DAF เช่นนั้น ดังนั้นการหาช่วงความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ DAF เพื่อให้ DAF ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้สะดวกต่อการปฏิบัติงานของผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย จากรูปที่ 9.10 จะสรุปได้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในช่วง 5.8-6.3 ระบบ DAF ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะมีประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันประมาณ 93-98 %

9.3.6 ผลการทดลองเพื่อหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมในกรณีที่มีปริมาณน้ำเสียในบ่อ EQ น้อย

วิธีที่ 1	อัตราการไหลของน้ำเสีย	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
	<u>อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม</u>	<u>= 90 ลิตร/ชั่วโมง</u>
	อัตราการไหลของสารละลาย	= 67 ลิตร/ชั่วโมง
	พอลิอิเล็กโทรไลต์	
วิธีที่ 2	อัตราการไหลของน้ำเสีย	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
	<u>อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม</u>	<u>= 75 ลิตร/ชั่วโมง</u>
	<u>อัตราการไหลของสารละลาย</u>	<u>= 75 ลิตร/ชั่วโมง</u>
	พอลิอิเล็กโทรไลต์	
วิธีที่ 3	<u>อัตราการไหลของน้ำเสีย</u>	<u>= 10.1 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง</u>
	อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม	= 65 ลิตร/ชั่วโมง
	อัตราการไหลของสารละลาย	= 67 ลิตร/ชั่วโมง
	พอลิอิเล็กโทรไลต์	

ในทุกวิธีใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียประมาณ 6 ความดันอากาศในถังความดัน และความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศเท่ากับ 3 และ 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9.11 ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันของการทดลอง 3 วิธี
ในกรณีที่น้ำในบ่อ EQ มีปริมาณน้อย

จากรูปที่ 9.11 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันในกรณีที่น้ำในบ่อ EQ มีปริมาณน้อย จากทั้ง 3 วิธีมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้วการปรับลดอัตราการไหลของน้ำเสียจะไม่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม ซึ่งต่างจากการเพิ่มปริมาณสารเคมี ดังนั้นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแก้ปัญหาในกรณีที่น้ำเสียในบ่อ EQ มีปริมาณน้อย คือ ลดอัตราการไหลของน้ำเสียลง ในการทดลองนี้แนะนำให้ควรเป็น 10.1 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

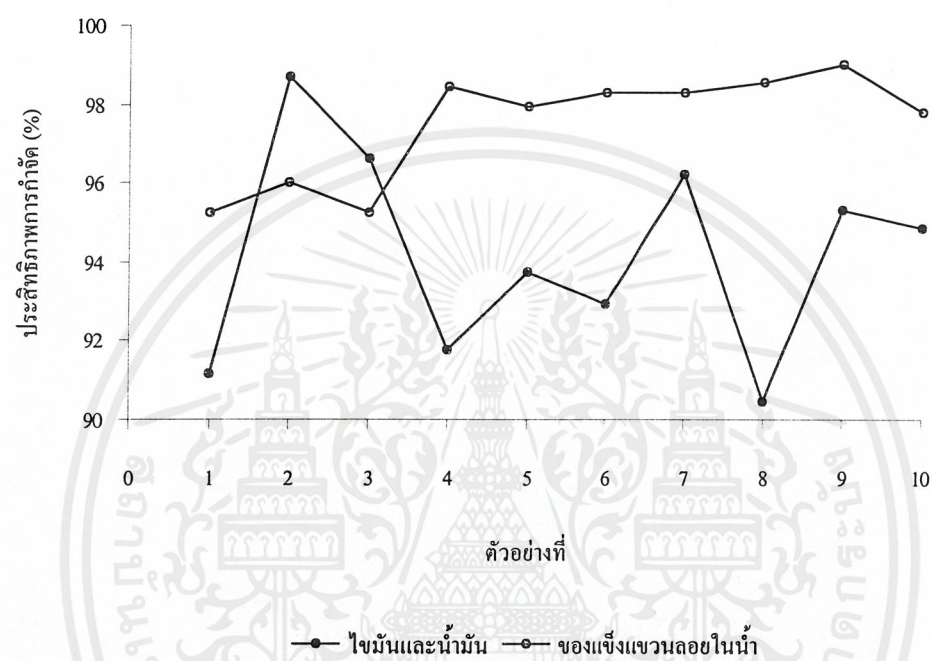
9.4 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของระบบ DAF เมื่อเดินระบบในสภาวะปกติด้วยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

สภาวะที่เหมาะสมของระบบ DAF จากการทดลองมีดังนี้

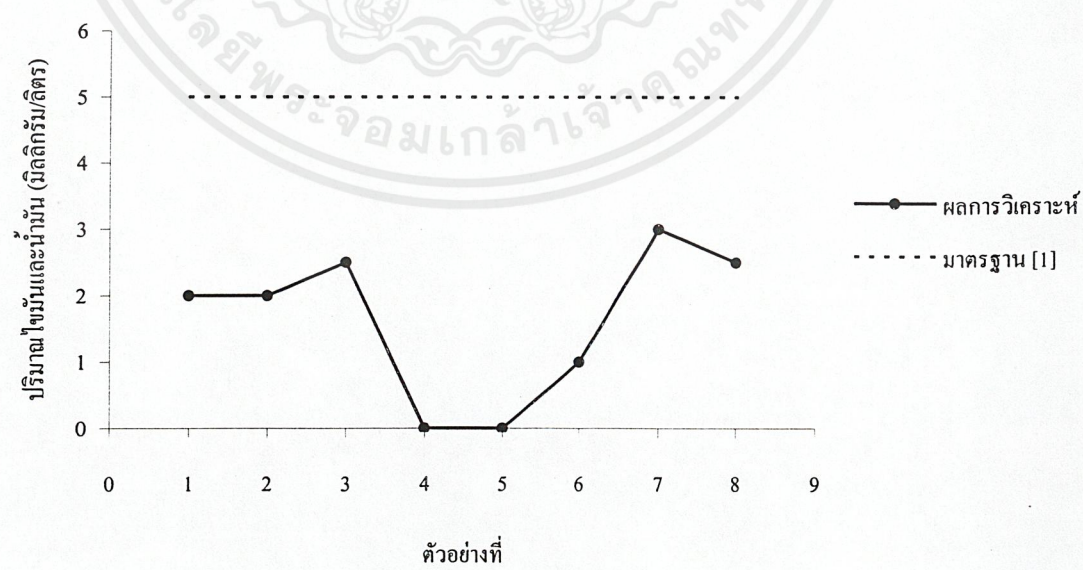
ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียประมาณ	6
อัตราการไหลของน้ำเสีย	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม	= 65 ลิตร/ชั่วโมง
อัตราการไหลของสารละลาย	= 67 ลิตร/ชั่วโมง
พอลิอิเล็กโทรไลต์	
ความดันอากาศในถังความดัน	= 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF	= 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่นักกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9.12 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน และของแข็งแขวนลอยของระบบ DAF รูปที่ 9.13 แสดงปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำที่ออกจากระบบบำบัดเสีย รูปที่ 9.14 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำที่ออกจากระบบบำบัดเสีย เมื่อปรับตัวแปรต่างๆ ดังกล่าวตามสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลอง

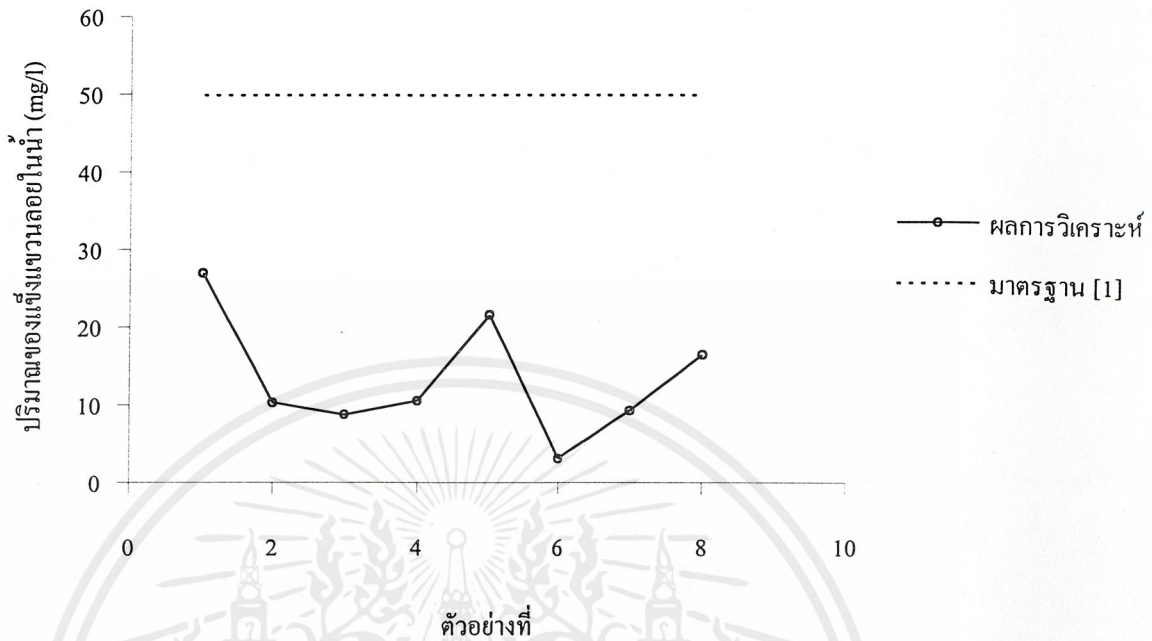


รูปที่ 9.12 ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน และของแข็งแขวนลอยของระบบ DAF



รูปที่ 9.13 ปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำที่ออกจากระบบบำบัดเสียเมื่อระบบ DAF ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ภายใต้สภาวะที่ได้จากการทดลองศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9.14 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียเมื่อระบบ DAF ทำงานภายใต้สภาวะที่ได้จากการทดลอง

จากรูปที่ 9.12 ระบบ DAF มีประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันเฉลี่ย 94 % และประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 97 % จากรูปที่ 9.13 จะเห็นว่าน้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียมีไขมันและน้ำมันเจือปน 0-3 มิลลิกรัม/ลิตร และจากรูปที่ 9.14 น้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียมีของแข็งแขวนลอยอยู่ในช่วง 3-27 มิลลิกรัม/ลิตร ดังนั้นถ้าระบบ DAF ทำงานภายใต้สภาวะที่ได้จากการทดลองในงานวิจัยนี้ ทั้งปริมาณไขมันและน้ำมัน และของแข็งแขวนลอยจากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะอยู่ภายใต้มาตรฐานน้ำทิ้งของกรมโรงงานอุตสาหกรรม คือ น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้อยกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

ตารางที่ 9.5 เปรียบเทียบสภาวะและประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ DAF ก่อนและหลังการทดลองดังนี้

ตารางที่ 9.5 สภาวะและประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ DAF ก่อนและหลังการทดลอง

รายการ	สภาวะเดิม	สภาวะจากการทดลอง
ช่วงความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย	4-11	5.8-6.3
อัตราการไหลเชิงปริมาตรสารละลายสารส้ม (l/h)	140	65
อัตราการไหลเชิงปริมาตรสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ (l/h)	120	67
ความดันในถังอากาศ (kg/cm^2)	3	3
ความดันของน้ำใส่ที่ออกจากระบบ DAF ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ (kg/cm^2)	5	5
ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันโดยเฉลี่ยของระบบ DAF (%)	70	94
ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันโดยเฉลี่ยของทั้งระบบ (%)	85	97*
ไขมันและน้ำมันที่เหลือในน้ำที่บ่อ Polishing (mg/l)	0-32	0-3
ไขมันและน้ำมันที่เหลือในน้ำที่บ่อ Polishing โดยเฉลี่ย (mg/l)	5.3	1.6
ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยโดยเฉลี่ยของระบบ DAF (%)	83	97
ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยโดยเฉลี่ยของทั้งระบบ (%)	95	98*
ของแข็งแขวนลอยที่เหลือในน้ำที่บ่อ Polishing (mg/l)	2.5-126	3-27
ของแข็งแขวนลอยที่เหลือในน้ำที่บ่อ Polishing โดยเฉลี่ย (mg/l)	28	13.4

หมายเหตุ * คำนวณจากคุณภาพน้ำเสียขาเข้าจากค่าเฉลี่ยของน้ำเสียในบ่อ EQ ของโรงงานและจากคุณภาพน้ำเสียขาออกจากข้อมูลจากการทดลอง

จากตารางที่ 9.5 จะเห็นว่าประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันของระบบ DAF และระบบบำบัดน้ำเสียโดยรวมภายหลังที่ระบบ DAF ทำงานภายใต้สภาวะที่ได้จากการทดลองจะดีขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะเดิม ผลจากงานวิจัยนี้สามารถลดปัญหาปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดของโรงงานเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง และประหยัดค่าสารเคมีที่ใช้ (เทียบกับค่าใช้จ่ายที่เคยใช้ซึ่งได้รายงานไว้ในบทที่ 6) ปริมาณการใช้สารละลายสารส้มลด 54% ลดคิดเป็นเงิน 141,005 บาท/ปี และปริมาณการใช้สารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ลดลง 44% คิดเป็นเงิน 31,680 บาท/ปี รวมทั้งสิ้นเป็นเงิน 172,685 บาท/ปี

เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อวัตถุประสงค์ในการให้ข้อมูลเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อการพาณิชย์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 10

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

10.1 สรุปผลการทดลอง

สภาวะที่เหมาะสมของระบบกำจัดไขมันและน้ำมันด้วยวิธี Dissolved Air Floatation จากงานวิจัยนี้คือ

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ DAF ในช่วง 5.8-6.3

อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

อัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายสารส้ม 65 ลิตร/ชั่วโมง

อัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายพอลิเล็กโทรไลต์ 67 ลิตร/ชั่วโมง

ความดันอากาศในถังความดัน 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

ความดันของน้ำในถังนำกลับมาใช้ใหม่ในขั้นตอนการเติมอากาศ 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

สภาวะดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันในช่วง 90-99 % ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94 % และประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยอยู่ในช่วง 95-99 % ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97 % น้ำที่ออกจากกระบบบำบัดน้ำเสียจะมีไขมันและน้ำมันเจือปนอยู่ในช่วง 0-3 มิลลิกรัม/ลิตร คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.6 มิลลิกรัม/ลิตร และมีของแข็งแขวนลอยอยู่ในช่วง 3-27 มิลลิกรัม/ลิตร คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.4 มิลลิกรัม/ลิตร (ภาคผนวก ก.3) และสามารถลดค่าสารเคมี คือ สารส้มและพอลิเล็กโทรไลต์คิดเป็นเงิน 172,685 บาท/ปี

ในกรณีที่น้ำเสียในบ่อ EQ มีปริมาณน้อย สภาวะที่เหมาะสมของระบบ DAF จะเป็นเช่นเดียวกับสภาวะการทำงานปกติ แต่ต้องลดอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบ DAF ลงเหลือ 10.1 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ซึ่งที่สภาวะนี้ระบบ DAF จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันประมาณ 93 % ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยประมาณ 98 % (ค่าจากการทดลองวิธีที่ 3)

10.2 ข้อเสนอแนะ

10.1 เนื่องจากระบบ DAF จะทำงานได้ดีเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียอยู่ในช่วง 5.8-6.3 การเติมสารละลายสารส้มส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียหลังผ่านระบบ DAF มีค่าต่ำลง คือ ประมาณ 4.8-5.4 น้ำเสียมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำจะไม่เหมาะที่จะนำเข้าระบบบำบัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำเสียทางชีวภาพ จึงควรติดตั้งระบบการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในน้ำเสีย บ่อ Effluent ซึ่งเป็นน้ำที่ผ่านออกจากระบบ DAF เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

10.2 โดยส่วนใหญ่ น้ำเสียที่ผ่านเข้าระบบบำบัดน้ำเสียจะมีค่าเป็นกรด ซึ่งสามารถปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมได้โดยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่ในช่วงที่ฝ่ายผลิตหยุดผลิตและต้องล้างอุปกรณ์และบริเวณการผลิตโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำเสียที่จะเข้าระบบบำบัดจะมีสภาพเป็นด่าง ดังนั้นจึงควรติดตั้งท่อบายพาสและปั๊มเพื่อปัมน้ำเสียจาก Pump Sump ไปไว้ที่ Peak Load ในช่วงที่น้ำเสียมีความเป็นด่างสูง เพื่อรอส่งเข้าบำบัดในช่วงที่มีการผลิต เพราะน้ำเสียที่จะเข้าระบบบำบัดจะมีสภาพเป็นกรด และในแง่ของการปฏิบัติงานฝ่ายผลิตควรแจ้งผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียว่าจะมีการปล่อยน้ำเสียซึ่งมีความเป็นด่างสูงเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

10.3 เพื่อควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในบ่อ EQ (ประมาณ 6) และ บ่อ Effluent (ประมาณ 7) ควรติดตั้งระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำเสีย เช่น ติดตั้ง pH Controller เป็นต้น

10.4 เพื่อการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างของบ่อ EQ อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อป้องกันปัญหาตะกอนสะสมอยู่ด้านล่างของบ่อ จึงควรติดตั้งระบบปั่นกวานในบ่อ EQ เพื่อให้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เติมสำหรับปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย และตะกอนในบ่อกระจายตัวอย่างทั่วถึง

รายการเอกสารอ้างอิง

1. บริษัท ไทยเพรสซิเดนทึฟลูตส์ จำกัด (มหาชน). คู่มือสนามสำหรับการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย, 2537.
2. บริษัท ไทยเพรสซิเดนทึฟลูตส์ จำกัด (มหาชน). คู่มือสนามสำหรับการเดินระบบกำจัดไขมันและน้ำมันโดยวิธีการทำให้ลอย, 2538.
3. ชีระ เกรอต. วิศวกรรมน้ำเสีย การบำบัดทางชีวภาพ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
4. มั่นสิน ตันจุลเวศม์. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
5. ชีรวุฒิ สงวนชาติ และ พิชิต แสงแก้ว. การกำจัดไขมันจากน้ำเสียโรงอาหารโดยกระบวนการตะกอนลอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ปีการศึกษา 2537.
6. ณรงค์ วุทธเสถียร. การปรับสภาพน้ำสำหรับอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ส.เอเชียเพรส จำกัด, 2540.
7. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (Environmental Engineering). พิมพ์ครั้งที่ 2. มิตรนราการพิมพ์, 2539.
8. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย (Wastewater Engineering) เล่มที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. มิตรนราการพิมพ์, 2533.
9. บุญชัย วิจิตรเสถียร. การใช้กระบวนการตะกอนลอยในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมปลาทุ่นกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ปีการศึกษา 2537.
10. ทรงพล ตันศรีตรัง. การประเมินผลการรวมตะกอนในโรงกรองน้ำผิวดินเปรียบเทียบกับวิธีจาร์เทสต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ปีการศึกษา 2529.
11. Gray, N. F. *Water Technology :A Introduction for Scientists and Engineers*. John Wiley & Sons, Inc., 1999
12. Ronald L. Droste. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. John Wiley & Sons, Inc., 1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเอกสารอ้างอิง (ต่อ)

13. คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
14. อิศวิน กิตติชัชวาล. โคแอกกูแลนต์และโคแอกกูแลนต์เอดจากไคโทแซน. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
15. นำชัย นิลทอง และ โรมรัน ว่องไวไวยรัตน์. การกำจัดน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้งจาก
โรงอาหารสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยวิธี DAF (Dissolved Air
Flotation). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ปีการศึกษา 2538.
16. พรศักดิ์ ทวีมหาเกียรติ. การลดและควบคุมต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรม
น้ำมันพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม
อุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ปีการศึกษา 2539
17. ปานจันทร์ หลงประดิษฐ์ และ ไผ่ทน ศรีจรูญ. การปรับปรุงการอัดอากาศที่ถังความดันใน
ระบบ Dissolved Air Flotation. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชา
วิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ปีการศึกษา 2536.
18. K.A.Matis. *Flotation Science and Engineering*. New York: Marcel Dekker Inc., 1995
19. Hi-Tech Purity Limited. *DAF Unit*. Presented at the Thai President Foods Public Co., Ltd.
20. Nawar, S. S. et al. *Treatment of Waste Water from an Oil and Soap Factory via
Dissolved Air Flotation*. Environment International V.4 N.1 1980
21. Ng. W. J et al. *Palm Oil Mill Effluent Treatment Liquid-Solid Separation with
Dissolved Air Flotation*. Biological Wastes V.25 1988
22. Voradarajan. R. and Viraraghavan. T. *Dissolved Air Flotation in Water and Wastewater
Treatment*. Indian J Environ Prot V. 13, N. 2, 1972
23. บริษัท ไทยเพรสซิเดนท์ฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน). *แผนการปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์*.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลจากการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1 การทดลองหาค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาตรของสารเคมีที่เหมาะสมด้วยวิธี Jar Test

ก.1.1 การทดลองหาค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม

ปริมาตรน้ำเสียที่ใช้ = 0.8 ลิตร

สารละลายสารส้ม = 3.2 มิลลิลิตร

สารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ = 6 มิลลิลิตร

ตารางที่ ก.1.1 ความสามารถในการกำจัดความขุ่นในน้ำเสียที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ

การทดลองที่	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ความขุ่นที่เหลือ (NTU)	ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น (%)
1	5	35.08	88.14
2	6	43.19	85.73
3	7	96.04	68.15
4	8	128.81	57.44
5	9	189.82	31.28
6	10	178.18	41.13

หมายเหตุ NTU: Nephelometric Turbidity Unit

ก.1.2 การทดลองหาปริมาณของสารละลายสารส้มที่เหมาะสม

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย = 5

สารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ = 6 มิลลิลิตร

ความขุ่นของน้ำเสียก่อนทดลอง = 302.66 NTU

ตารางที่ ก.1.2 ความสามารถในการกำจัดความขุ่นในน้ำเสียที่ปริมาตรสารละลายสารส้มต่างๆ

การทดลองที่	ปริมาตรสารละลายสารส้ม (ml)	ความขุ่นที่เหลือ (NTU)	ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น (%)
1	2.5	37.65	87.56
2	3.0	40.89	86.49
3	3.5	32.41	89.29
4	4	36.59	87.91
5	4.5	37.47	87.62
6	5.0	35.80	88.17

ก.1.3 การทดลองหาปริมาณของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสม

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย = 5

สารละลายสารส้ม = 3.5 มิลลิลิตร

ความขุ่นของน้ำเสียก่อนทดลอง = 302.66 NTU

ตารางที่ ก.1.3 ความสามารถในการกำจัดความขุ่นในน้ำเสียที่ปริมาณสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ต่างๆ

การทดลองที่	ปริมาณสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ (ml)	ความขุ่นที่เหลือ (NTU)	ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น (%)
1	3	32.68	89.21
2	4	35.04	88.43
3	5	34.76	88.52
4	6	34.44	88.62
5	7	43.32	85.69
6	8	36.4	87.97

ก.2 ผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย สารละลายสารส้ม และสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์

ตารางที่ ก.2.1 อัตราการไหลของน้ำเสียที่ระดับวาล์วบายพาสต่างๆ

ระดับของวาล์วบายพาส	อัตราการไหลของน้ำเสีย (m ³ /h)
5	9.8
6	10.1
7	14.8
8	20.2

ตารางที่ ก.2.2 อัตราการไหลของสารละลายสารส้มที่ % Stroke ของปั๊มต่างๆ

จำนวนรอบของวาล์วที่ปรับ % Stroke ปั๊ม	% Stroke	อัตราการไหลที่ได้จากการคำนวณ (l/h)	อัตราการไหลที่ได้จากการทดลอง (l/h)
1	10	36	31.2
3	30	108	142
6	60	216	289
10	100	360	439

ตารางที่ ก.2.3 อัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ % Stroke ของปั๊มต่างๆ

จำนวนรอบของวาล์วที่ปรับ % Stroke ปั๊ม	% Stroke	อัตราการไหลตามทฤษฎี (l/h)	อัตราการไหลที่ได้จากการทดลอง (l/h)
1	16.67	17	42.52
2	33.33	34	76.55
4	66.67	68	117
6	100	102	144.6

ก.3 ผลการทดลองจากระบบจริงเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของระบบ DAF

ก.3.1 หาอัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายสารส้มที่เหมาะสมเพื่อใช้ในระบบ DAF

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียประมาณ	6
อัตราการไหลของน้ำเสีย	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
อัตราการไหลของสารละลาย	= 75 ลิตร/ชั่วโมง
พอลิอิเล็กโทรไลต์	
ความดันอากาศในถังความดัน	= 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF	= 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ	

ตารางที่ ก.3.1 ความสามารถในการกำจัดปริมาณไขมันและน้ำมันที่อัตราการไหลของสารละลายสารส้มต่างๆ

การทดลอง ที่	สารละลาย สารส้ม (l/h)	ค่าความเป็นกรด-ด่างที่		ไขมันและน้ำมันที่ (mg/l)		ประสิทธิภาพ (%)
		EQ	DAF	EQ	DAF	
1	45	6.01	5	44	15.5	64.8
2	65	5.81	4.61	51	2	96.1
3	75	6.07	5.1	50.5	7	86.1
4	90	6.16	5	62	7	88.7
5	100	5.99	4.72	58.5	7.5	87
6	115	5.64	4.43	61.5	10.5	82.9

ก.3.2 ผลการทดลองหาอัตราการใช้ผงฟอสฟอรัสเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียในระบบ DAF

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียประมาณ	6
อัตราการใช้ผงฟอสฟอรัส	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
อัตราการใช้ผงฟอสฟอรัสของสารละลายสารส้ม	= 65 ลิตร/ชั่วโมง
ความดันอากาศในถังความดัน	= 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ความดันของน้ำในถังที่ออกจากระบบ DAF	= 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ	

ตารางที่ ก.3.2 ความสามารถในการกำจัดปริมาณไขมันและน้ำมันที่อัตราการใช้ผงฟอสฟอรัสต่าง ๆ

การทดลอง ที่	สารละลาย PE (l/h)	ค่าความเป็นกรด-ด่างที่		ไขมันและน้ำมันที่ (mg/l)		ประสิทธิภาพ (%)
		EQ	DAF	EQ	DAF	
1	60	6.05	4.9	88.5	4.5	94.9
2	67	6.46	5.09	64	10.5	98.5
3	75	5.84	5.24	102	1.5	95.4
4	83	5.89	5.17	143	3.5	97.5
5	90	5.86	5.08	106.5	5	95.0

ก.3.3 ผลการทดลองหาความดันอากาศในถังความดันที่เหมาะสมเพื่อใช้ในระบบ DAF

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียประมาณ 6

อัตราการไหลของน้ำเสีย = 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม = 65 ลิตร/ชั่วโมง

อัตราการไหลของสารละลาย = 67 ลิตร/ชั่วโมง

พอลิอิเล็กโทรไลต์

ความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF = 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ

ตารางที่ ก.3.3 ความสามารถในการกำจัดปริมาณไขมันและน้ำมันที่ความดันอากาศในถังความดันต่างๆ

การทดลองที่	ความดันอากาศในถังความดัน	ค่าความเป็นกรด-ด่างที่		ไขมันและน้ำมันที่ (mg/l)		ประสิทธิภาพ (%)
		EQ	DAF	EQ	DAF	
1	2*	-	-	-	-	-
2	3	6.32	5.18	88.5	7	92.1
3	3.6	5.65	4.66	81.5	11.5	85.9
4	4	5.32	4.44	18	110	83.6

หมายเหตุ * ไม่สามารถทดลองได้เพราะน้ำกับอากาศจะพุ่งออกมาจากถังความดันอย่างรุนแรง

ก.3.4 ผลการทดลองหาช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่สามารถเดินระบบได้โดยไม่มีผลกระทบจากค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียซึ่งเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

- อัตราการไหลของน้ำเสีย = 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
- อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม = 65 ลิตร/ชั่วโมง
- อัตราการไหลของสารละลาย = 67 ลิตร/ชั่วโมง
- พอลิอิเล็กโทรไลต์
- ความดันอากาศในถังความดัน = 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
- ความดันของน้ำไลที่ออกจากระบบ DAF = 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
- ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ

ตารางที่ ก.3.4 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถเดินระบบ DAF ได้โดยไม่มีผลกระทบจากค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย

ตัวอย่างที่	ค่าความเป็นกรด-ด่างที่		ปริมาณไขมันและน้ำมันที่		ประสิทธิภาพ (%)
	EQ	DAF	EQ	DAF	
1	5.36	4.5	122	10	91.8
2	5.54	4.37	112.67	9.33	91.71
3	5.73	4.42	76.5	6.5	91.5
4	5.81	4.3	48	3	93.75
5	5.82	4.61	51	2	96.07
6	5.84	4.72	102	1.5	98.5
7	5.89	4.84	60.5	2.5	95.87
8	6.1	4.85	55.5	3.5	93.69
9	6.22	4.91	88.5	7	92.09
10	6.29	5.06	73.5	5	93.2
11	6.91	5.54	66	6	90.9
12	7.18	5.45	156.5	20	87.22

ก.3.5 ผลการทดลองเพื่อหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมในกรณีที่ปริมาณน้ำเสียในบ่อ EQ น้อย

วิธีที่ 1	อัตราการไหลของน้ำเสีย	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
	<u>อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม</u>	<u>= 90 ลิตร/ชั่วโมง</u>
	อัตราการไหลของสารละลาย	= 67 ลิตร/ชั่วโมง
	พอลิอิเล็กโทรไลต์	
วิธีที่ 2	อัตราการไหลของน้ำเสีย	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
	<u>อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม</u>	<u>= 75 ลิตร/ชั่วโมง</u>
	<u>อัตราการไหลของสารละลาย</u>	<u>= 75 ลิตร/ชั่วโมง</u>
	พอลิอิเล็กโทรไลต์	
วิธีที่ 3	<u>อัตราการไหลของน้ำเสีย</u>	<u>= 10.1 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง</u>
	อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม	= 65 ลิตร/ชั่วโมง
	อัตราการไหลของสารละลาย	= 67 ลิตร/ชั่วโมง
	พอลิอิเล็กโทรไลต์	

ในทุกวิธีใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียประมาณ 6 ความดันอากาศในถังความดัน และความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศเท่ากับ 3 และ 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรตามลำดับ

ตารางที่ ก.3.5 เปรียบเทียบความสามารถในการกำจัดปริมาณไขมันและน้ำมันของการทดลอง 3 วิธี เพื่อใช้ในกรณีที่น้ำเสียในบ่อ EQ มีปริมาณน้อย

วิธีที่	ค่าความเป็นกรด-ด่างที่		ปริมาณไขมันและน้ำมัน (มก./ล.) ที่		ประสิทธิภาพ (%)	ปริมาณของแข็งแขวนลอย (มก./ล.) ที่		ประสิทธิภาพ (%)
	EQ	DAF	EQ	DAF		EQ	DAF	
1	6.66	5.30	48	4	91.67	337.1	11.9	96.47
2	6.61	5.33	40	4	90.00	327.3	15.28	95.33
3	6.50	5.27	43	3	93.02	344.8	6.48	98.12

ก.4 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของระบบ DAF เมื่อทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติด้วย ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียประมาณ	6
อัตราการไหลของน้ำเสีย	= 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม	= 65 ลิตร/ชั่วโมง
อัตราการไหลของสารละลาย	= 67 ลิตร/ชั่วโมง
พอลิอิเล็กโทรไลต์	
ความดันอากาศในถังความดัน	= 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ความดันของน้ำใสที่ออกจากระบบ DAF	= 5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ที่นำกลับมาใช้ในขั้นตอนการเติมอากาศ	

ตารางที่ ก.4.1 ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมัน และของแข็งแขวนลอยของระบบ DAF

ตัวอย่าง ที่	ค่าความเป็น กรด-ด่างที่		ไขมันและน้ำมันที่		ประ สั ท ธิ ภ า พ (%)	ของแข็งแขวนลอย ในน้ำ		ประ สั ท ธิ ภ า พ (%)
	EQ	DAF	EQ (mg/l)	DAF (mg/l)		EQ (mg/l)	DAF (mg/l)	
1	5.69	5.03	79	7	91.14	496.67	23.67	95.23
2	5.85	5.09	113	1.5	98.67	436.67	17.33	96.03
3	5.92	5.10	88	3	96.6	420.00	20.00	95.24
4	5.89	4.98	85	7	91.76	450.00	7.00	98.44
5	6.02	5.00	64	4	93.75	523.33	10.83	97.93
6	5.94	4.97	85	6	92.94	383.33	6.50	98.30
7	6.02	4.90	53	2	96.22	393.33	6.66	98.30
8	6.19	4.98	57.5	5.5	90.43	485.00	7.16	98.52
9	6.36	5.33	85.5	4	95.32	673.33	6.67	99.01
10	6.05	5.02	58.5	3	94.87	426.67	9.33	97.80

หมายเหตุ สุ่มเก็บตัวอย่างระหว่าง วันที่ 22-26 มีนาคม 2546

ตารางที่ ก.4.2 ปริมาณไขมันและน้ำมันและของแข็งแขวนลอยของระบบ DAF

ตัวอย่างที่	ปริมาณไขมันและน้ำมัน (mg/l)	ของแข็งแขวนลอยในน้ำ (mg/l)
1	2	27
2	2	10.33
3	2.5	8.83
4	0	10.5
5	0	21.5
6	1	3
7	3	9.33
8	2.5	16.3

หมายเหตุ สุ่มเก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 24-26 มีนาคม 2546

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์น้ำเสีย

ข.1 ค่าความขุ่น (Turbidity of Water)

ข.2 ปริมาณ ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil of Water)

ข.3 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (Suspended Solids of Water)



ข.1 ค่าความขุ่น (Turbidity of Water) [23]

คำจำกัดความ

ความขุ่นเกิดจากปริมาณสารแขวนลอย สีที่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ แพลงตอน เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ ซึ่งจะมีปริมาณแตกต่างกัน เมื่อนำแสงจากแหล่งกำเนิดให้ตกกระทบ กับวัตถุ (ตัวอย่างน้ำ) จะเกิดการดูดกลืนแสง การกระจายแสง การหักเหของแสง และการทะลุผ่าน ของแสงไปยังตัวอย่าง ซึ่งมีค่าแตกต่างกันไปตามชนิดของตัวอย่างที่ใช้ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ สารแขวนลอย เนื่องจากมีรูปร่างและดัชนีหักเหของแสงของอนุภาคที่อยู่ในตัวอย่างนั้นๆ

การวัดความขุ่นจะวัดที่ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 420 nm โดยทำ อนุกรมของสารจากสารละลายความขุ่นมาตรฐานเพื่อทำ Standard Turbidity Curve มีหน่วยเป็น Nephelometric Turbidity Unit (NTU)

ขอบเขต

ใช้กับตัวอย่างน้ำที่มีความขุ่นไม่เกิน 80 NTU ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ Standard Turbidity Curve ที่ ใช้และการเจือจางสารละลายตัวอย่าง (น้ำใช้ และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว) โดยสามารถคำนวณ กับตัวอย่างที่มีความขุ่นเกิน 80 NTU ได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) ปีเปตขนาด 1, 2 และ 10 มิลลิลิตร
- 2) ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร
- 3) Incubator
- 4) Spectrophotometer
- 5) Vortex Mixer

สารเคมี

- 1) สารละลายไฮโดรซัลฟิวเรต $(\text{NH}_2)\text{H}_2\text{SO}_4$
- 2) สารละลายเฮกซะเมทิลเตตรามิน $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$
- 3) น้ำกลั่น

วิธีการวิเคราะห์

1) การทำ Standard Turbidity Curve

1.1 เตรียมสารละลายสต็อกความขุ่นมาตรฐาน

1.1.1 สารละลายที่ 1 ละลายไฮโดรเจนซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{SO}_4$ 0.5 กรัม ใน น้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรจนได้ 50 มิลลิลิตร ด้วยขวดรูปชมพู่ เขย่าให้เข้ากัน

1.1.2 สารละลายที่ 2 ละลายเฮกซะเมทิลเตตรามิน ($(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ 5.0 กรัม ใน น้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรจนได้ 50 มิลลิลิตร ด้วยขวดรูปชมพู่ เขย่าให้เข้ากัน

1.1.3 ปิเปตสารละลายที่ 1 และ 2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ใน Incubator 25 ± 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 160 มิลลิลิตร สต็อกความขุ่นมาตรฐานนี้มีความขุ่น = 400 NTU หมายเหตุ สารละลายสต็อกความขุ่นมาตรฐาน 400 NTU ใช้ได้ 1 เดือน

1.2 เตรียมอนุกรมสารละลายความขุ่น

1.2.1 คูณสารละลายสต็อกความขุ่นมาตรฐานมา 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตร ด้วยน้ำกลั่นจนได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยขวดรูปชมพู่ ซึ่งสารละลายนี้มีความขุ่น = 80 NTU

1.2.2 เตรียมอนุกรมของสารละลายความขุ่นดังนี้

ตารางที่ ข.1 อนุกรมของสารละลายความขุ่น

อนุกรมของสารละลาย ความขุ่น (NTU)	สารละลายความขุ่น 80 NTU (มล.)	ปริมาตรเจือจาง (มล.)
0	0	20
5	1.25	18.75
10	2.5	17.5
20	5	15
30	7.5	12.5
40	10	10
50	12.5	7.5
60	15	5
70	17.5	2.5
80	20	0

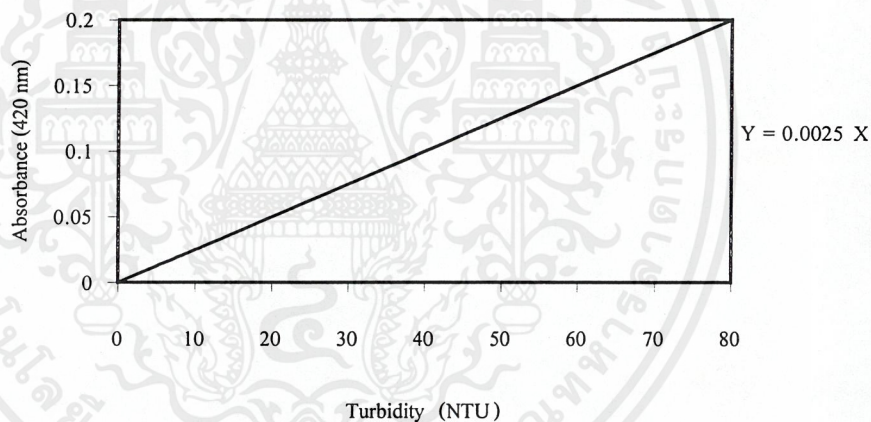
1.3 การสร้าง Standard Turbidity Curve

1.3.1 ตั้งค่าการดูดกลืนแสงของเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 nm

1.3.2 ใช้อนุกรมสารละลายความขุ่น 0 NTU ในการตั้งค่าการดูดกลืนแสง 0.000 abs

1.3.3 ใช้อนุกรมสารละลายความขุ่น วัดค่าการดูดกลืนแสงเรียงลำดับจาก NTU น้อยไปมาก เมื่อเปลี่ยนตัวอย่างที่จะวัดต้องล้างหลอดด้วยน้ำกลั่นก่อน และล้างหลอดด้วยตัวอย่างที่ต้องการวัดก่อนทุกครั้ง

1.3.4 นำค่าการดูดกลืนแสง ที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานความขุ่นโดยให้ค่าการดูดกลืนแสง เป็นแกน Y และให้ค่าความขุ่นมาตรฐานเป็นแกน X ดังตัวอย่าง



รูปที่ ข.1 Standard Turbidity Curve

2) วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.1 เตรียมสารละลายตัวอย่าง โดยกำหนดช่วงการเจือจางตามความขุ่นดังนี้

ตารางที่ ข.2 ช่วงของการเจือจางตัวอย่างน้ำเสียก่อนการวัดค่าความขุ่น

ช่วงความขุ่น (NTU)	ปริมาตรตัวอย่าง (มล.)	ปริมาตรน้ำ (มล.)	Dilute Factor (สำหรับคูณกลับ)
0-80	10	0	-
81-160	5	5	2
161-400	2	8	5
401-800	1	9	10
801-1,200	1	14	15
1,201-1,600	1	19	20

2.2 นำสารละลายที่เจือจางอย่างเหมาะสมแล้ว มาวัดการดูดกลืนแสงที่ 420 nm โดยใช้น้ำกลั่นที่ใช้ในการเจือจางตัวอย่างเป็น Blank เพื่อตั้ง Reference Absorbance 0.000 abs. ก่อนวัดตัวอย่างทุกครั้ง

2.3 นำค่าที่ได้มาคำนวณค่าความขุ่นโดยใช้สูตรสมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟ Standard Turbidity Curve

$$Y = mX + C \quad (\text{ข.1})$$

เมื่อ $Y =$ ค่าการดูดกลืนแสง (abs.)

$m =$ ความชันของเส้นตรง

$X =$ ค่าความขุ่น (NTU)

$C =$ Intercept

ตัวอย่าง จาก Standard Turbidity Curve ได้สมการเส้นตรงคือ $Y = 0.0025X + 0$ เมื่อนำตัวอย่างน้ำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ 0.10 abs. ค่าความขุ่นของน้ำคำนวณได้ดังนี้

$$X = (Y - C) / m$$

$$X = (0.10 - 0) / 0.0025$$

$$X = 40 \text{ NTU}$$

ดังนั้นความขุ่นของน้ำตัวอย่าง คือ 40 NTU

ข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวัง

- 1) ควรทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทันที ถ้าต้องเก็บตัวอย่างไว้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ให้เก็บไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเก็บไว้เกิน 24 ชั่วโมง ต้องเติมเมอร์คิวริกคลอไรด์ 1 กรัมต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร และเก็บไว้ในตู้เย็น
- 2) การเตรียมตัวอย่างก่อนการวัด ให้เขย่าตัวอย่างน้ำด้วย Vortex Mixer ทุกครั้ง
- 3) ตัวอย่างน้ำที่เป็นสารแขวนลอย มีอนุภาคใหญ่ มีการปนเปื้อนของสี และมีฟองอากาศ ปนเปื้อนไม่เหมาะที่จะนำมาทดสอบ เพราะจะทำให้การวัดคลาดเคลื่อน
- 4) ควรเข็ดหลอดใส่น้ำที่จะวัดค่าความขุ่นให้สะอาดก่อนทำการวัดและไม่ควรให้มีรอยขีดข่วนหรือรอยนิ้วมือเกิดขึ้นบนหลอด การทำความสะอาดไม่ควรใช้แปรงหรือสก็อตไบรท์ เพราะจะทำให้เกิดรอยขีดข่วน ควรใช้น้ำยาทำความสะอาดหรือน้ำเปล่า



ข.2 ปริมาณไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil of Water) [23]

คำจำกัดความ

ไขมันและน้ำมันที่อยู่ในน้ำจะเป็นดัชนีบอกคุณภาพของน้ำได้ น้ำที่คุณภาพดีควรมีปริมาณไขมันและน้ำมันต่ำ ไขมันและน้ำมันเป็นสารที่ไม่มีขั้ว (Non-polar) ซึ่งสามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์พวกคลอโรฟอร์ม อีเทอร์ เฮกเซน เนื่องจากตัวทำละลายอินทรีย์ไม่ละลายน้ำ จึงนำสารละลายอินทรีย์เหล่านี้มาสกัดหาปริมาณไขมันและน้ำมันออกมาจากน้ำตัวอย่าง เมื่อตัวทำละลายอินทรีย์ระเหยออกจะเหลือไขมันและน้ำมันที่มีอยู่ในน้ำตัวอย่าง

ขอบเขต

ใช้หาปริมาณไขมันและน้ำมันที่มีอยู่ในน้ำและวัตถุดิบทั่วไป

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กรวยแยก (Separatory Funnel) พร้อมขาตั้ง
2. กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร
3. ปีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. กรวยแก้ว
5. กระดาษกรอง Wattman No. 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 12.5 ซม.
6. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร
7. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง
8. Water Bath
9. ตู้อบ (Hot Air Oven)
10. โถทำแห้ง (Desiccator)

สารเคมี

เฮกเซน

วิธีวิเคราะห์

- 1) เตรียมน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในกรวยแยก
- 2) เตรียมเฮกเซน 100 มิลลิลิตรแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ส่วนละ 20 มิลลิลิตร
- 3) รินเฮกเซน 20 มิลลิลิตร ผสมลงในสารตัวอย่าง ปิดฝา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ก่อนเขย่าให้ใช้มือขวาจับที่ปากขวด นิ้วชี้ปิดฝาของกรวยแยก ส่วนมือซ้ายหงายขึ้น ใช้ นิ้วชี้และนิ้วหัวแม่มือปิด - เปิดควาล์ว

5) เขย่าเฮกเซนกับน้ำตัวอย่างผสมกันประมาณ 5 นาที ในขณะที่เขย่าให้เปิดควาล์วเพื่อให้อากาศออกเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันก๊าซดันฝาขวด

6) วางกรวยแยก ไว้บนขาตั้ง ทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ น้ำแยกออกจากเฮกเซน

7) เปิดควาล์วแยกส่วนที่เป็นตะกอน (ชั้นที่ขุ่น) ออกให้หมด ส่วนที่เหลือ (ไขมัน + เฮกเซน) แยกใส่ขวดรูปชมพู่

8) นำน้ำตัวอย่างเดิมรินใส่กรวยแยก เริ่มทำใหม่ตั้งแต่ข้อ 3 ถึง 7 ทำทั้งหมดอีก 4 ครั้ง ครั้งสุดท้ายไม่ต้องรินส่วนที่เป็นเฮกเซนและไขมันออกจากกรวยแยก แต่ให้รวมเฮกเซนและไขมันที่สกัดได้นำมาสกัดอีกครั้ง แล้วปล่อยส่วนที่เป็นตะกอนออกจากกรวยแยก

9) กรองส่วนที่เป็นเฮกเซนทั้งหมดลงในกระดาษกรอง เก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ใช้ในข้อ 11

10) นำขามระเหยที่อบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถทำแห้งซึ่งน้ำหนักที่แน่นอนบันทึกเป็น W_1

11) นำสารละลายที่ได้จากข้อ 9 เทใส่ขามระเหย

12) นำไประเหยให้แห้งใน Water Bath แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใช้คีมคีบขามระเหยใส่ในโถทำแห้งทิ้งไว้ให้เย็น

13) ใช้คีมคีบขามระเหยนำออกมาชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน

14) ทำซ้ำข้อ 12 ถึง 13 จนได้น้ำหนักคงที่ (ต่างกันไม่เกิน ± 0.002 กรัม) นำน้ำหนัก 2 ค่าหลังมาหาค่าเฉลี่ยบันทึกเป็น W_2

$$\text{น้ำหนักของไขมันที่สกัดได้} = \frac{(W_2 - W_1) \times 1,000 \times 1,000}{V} \quad (\text{ข.2})$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักขามระเหย (กรัม)

W_2 = น้ำหนักขามระเหย + ไขมัน (กรัม)

V = ตัวอย่างน้ำที่เตรียม 100 มิลลิลิตร

ข.3 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (Suspended Solids of Water) [23]

คำจำกัดความ

Suspended Solids เป็นปริมาณของแข็งในสารละลายที่ไม่สามารถผ่านกระดาษกรอง GF/C ได้ น้ำหนักตะกอนที่ติดอยู่บนกระดาษกรองจะนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส และทำให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น คือ น้ำหนักของแข็งที่แขวนลอยทั้งหมดต่อปริมาณน้ำตัวอย่างที่ใช้

ขอบเขต

วิธีนี้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์สารแขวนลอยในน้ำทั่วไป

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ปีเปตขนาดต่างๆ
2. Water Bath
3. ตู้อบ (Hot Air Oven)
4. โถทำแห้ง (Desiccator)
5. กระดาษกรอง
6. Vacuum Pump และชุด Suction
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

วิธีการวิเคราะห์

1. อบกระดาษกรอง GF/C ในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2. นำกระดาษกรองมาทิ้งไว้ให้เย็นในโถทำแห้งจนกระทั่งต้องการใช้ แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน บันทึกเป็น W_1

3. เตรียมชุด Suction สวมไว้กับเครื่อง Vacuum Pump

4. นำกระดาษกรองที่ชั่งแล้วมาวางในกรวยกรองของชุด Suction ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งติดต่อกัน โดยใช้น้ำครั้งละ 2 มิลลิลิตร เปิดเครื่องสุญญากาศต่อให้ดูดน้ำออกจนแห้งทิ้งน้ำล้างไป

5. เลือกปริมาตรน้ำตัวอย่างที่จะใช้ โดยพิจารณาจากลักษณะของน้ำ ถ้ามีของแข็งแขวนลอยมากควรใช้ปริมาตรน้อยๆ แต่ถ้าน้ำใสควรใช้ปริมาตรน้ำตัวอย่างมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การคำนวณผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1 คำนวณอัตราการไหลของสารละลายสารส้มและสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์เพื่อใช้ทดลองในระบบจริงจากปริมาณสารละลายสารส้มและสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ได้จากวิธี Jar Test

ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ทดลอง 0.8 ลิตร

ปริมาตรสารละลายสารส้ม ความเข้มข้น 50 กรัม/ลิตร ที่ใช้ คือ 3.5 มิลลิลิตร

ปริมาณสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ ความเข้มข้น 0.4 กรัม/ลิตร ที่ใช้คือ 4 มิลลิลิตร

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของสารส้มที่ใช้เติมในน้ำเสีย} &= \frac{50 (\text{ก./ล.}) \times 3.5 \times 10^{-3} (\text{ล.})}{0.8 (\text{ล.})} \\ &= 0.22 (\text{ก./ล.}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้เติมในน้ำเสีย} &= \frac{0.4 (\text{ก./ล.}) \times 4 \times 10^{-3} (\text{ล.})}{0.8 (\text{ล.})} \\ &= 0.002 (\text{ก./ล.}) \end{aligned}$$

อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบ DAF คือ 14.8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณสารส้มที่ใช้} &= 0.22 (\text{ก./ล.}) \times 14.8 \times 10^3 (\text{ล./ชม.}) \\ &= 3,256 (\text{ก./ชม.}) \text{ หรือ } 3.256 (\text{กก./ล.}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณสารพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้} &= 0.002 (\text{ก./ล.}) \times 14.8 \times 10^3 (\text{ล./ชม.}) \\ &= 29.6 (\text{ก./ชม.}) \text{ หรือ } 0.0296 (\text{กก./ชม.}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม ความเข้มข้น 50 กรัม/ลิตร} &= \frac{3,256 (\text{ก./ชม.})}{50 (\text{ก./ล.})} \\ &= 65.12 (\text{ล./ชม.}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ ความเข้มข้น 0.4 กรัม/ลิตร} &= \frac{29.6 (\text{ก./ชม.})}{0.4 (\text{ก./ล.})} \\ &= 74 (\text{ล./ชม.}) \end{aligned}$$

จากการคำนวณจะได้ว่าอัตราการไหลของสารละลายสารส้มและสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์เท่ากับ 65 และ 74 ลิตร/ชั่วโมง ตามลำดับ เพื่อให้สะดวกในการปรับอัตราการไหลในระบบจริงจึงใช้อัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์เป็น 75 ลิตร/ชั่วโมง

ค.2 จำนวนอัตราการไหลทางทฤษฎีของสารละลายสารส้มและสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ ที่ % Stroke ของปั๊มต่างๆ

ค.2.1 ตัวอย่างการคำนวณอัตราการไหลทางทฤษฎีของสารละลายสารส้มที่ 10 % Stroke

อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม ที่ 100 % Stroke $= 360 \text{ (ล./ชม.)}$

ดังนั้น อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม ที่ 10 % Stroke $= 360 \times \frac{10}{100} \text{ (ล./ชม.)}$
 $= 36 \text{ (ล./ชม.)}$

ค.2.2 ตัวอย่างการคำนวณอัตราการไหลทางทฤษฎีของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ 16.67 % Stroke

อัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ 100 % Stroke $= 102 \text{ (ล./ชม.)}$

ดังนั้น อัตราการไหลของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ 16.67 % Stroke $= 102 \times \frac{16.67}{100} \text{ (ล./ชม.)}$
 $= 17 \text{ (ล./ชม.)}$

ค.3 คำนวณประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันและของแข็งแขวนลอยโดยเฉลี่ยของทั้งระบบ เมื่อระบบ DAF ทำงานด้วยสภาวะที่ได้จากการทดลอง

ค.3.1 ตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันโดยเฉลี่ยของทั้งระบบ เมื่อระบบ DAF ทำงานด้วยสภาวะที่ได้จากการทดลอง

ปริมาณไขมันและน้ำมันที่เหลือในน้ำที่บ่อ Polishing โดยเฉลี่ย	= 1.6 (มก./ล.)
ปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำเสียที่บ่อ EQ โดยเฉลี่ย	= 56.04 (มก./ล.)
ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและน้ำมันโดยเฉลี่ยของทั้งระบบ	$= \frac{56.04 - 1.6}{56.04} \times 100\%$
	= 97%

ค.3.2 ตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยโดยเฉลี่ยของทั้งระบบ เมื่อระบบ DAF ทำงานด้วยสภาวะที่ได้จากการทดลอง

ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่เหลือในน้ำที่บ่อ Polishing โดยเฉลี่ย	= 13.4 (มก./ล.)
ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่บ่อ EQ โดยเฉลี่ย*	= 54.1 (มก./ล.)
ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยโดยเฉลี่ยของทั้งระบบ	$= \frac{54.1 - 13.4}{54.1} \times 100\%$
	= 98%

หมายเหตุ *คุณภาพน้ำเสียโดยเฉลี่ยประจำปี 2545 วัดจากบ่อ EQ

ค.4 คำนวณค่าใช้จ่ายที่ลดลงของสารละลายสารส้มและสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายที่เคยใช้ที่ได้รายงานในบทที่ 6

ค.4.1 คำนวณค่าใช้จ่ายที่ลดลงของสารละลายสารส้ม

$$\begin{aligned}
 &\text{อัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายสารส้ม (สภาวะเดิม)} = 140 \text{ (ล./ชม)} \\
 &\text{อัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลายสารส้ม (จากการทดลอง)} = 65 \text{ (ล./ชม.)} \\
 &\text{เปอร์เซ็นต์ของสารละลายสารส้มที่ลดลง} = \frac{140 - 65}{140} \times 100 \\
 &= 54\% \\
 &\text{ค่าใช้จ่ายในการซื้อสารส้ม (สภาวะเดิม)} = 261,120 \text{ (บาท/ปี)} \\
 &\text{ค่าใช้จ่ายที่ลดลงของสารส้ม} = \frac{54 \times 261,120}{100} \\
 &= 141,005 \text{ (บาท/ปี)}
 \end{aligned}$$

ค.4.2 คำนวณค่าใช้จ่ายที่ลดลงของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์

$$\begin{aligned}
 &\text{อัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลาย} = 120 \text{ (ล./ชม)} \\
 &\text{พอลิอิเล็กโทรไลต์ (สภาวะเดิม)} \\
 &\text{อัตราการไหลเชิงปริมาตรของสารละลาย} = 67 \text{ (ล./ชม)} \\
 &\text{พอลิอิเล็กโทรไลต์ (จากการทดลอง)} \\
 &\text{เปอร์เซ็นต์ของสารละลายพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่ลดลง} = \frac{120 - 67}{120} \times 100 \\
 &= 44\% \\
 &\text{ค่าใช้จ่ายในการซื้อพอลิอิเล็กโทรไลต์ (สภาวะเดิม)} = 72,000 \text{ (บาท/ปี)} \\
 &\text{ค่าใช้จ่ายที่ลดลงของพอลิอิเล็กโทรไลต์} = \frac{44 \times 72,000}{100} \\
 &= 31,680 \text{ (บาท/ปี)}
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ง

มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง [1]

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานน้ำทิ้ง สหพัฒนศรีราชา	มาตรฐานน้ำทิ้ง นิคมฯ แหลมฉบัง	มาตรฐานน้ำทิ้ง นิคมฯ มาบตาพุด	มาตรฐานน้ำทิ้ง กรมโรงงาน อุตสาหกรรม
1	Biochemical Oxygen Demand (BOD)	< 120 mg/l	< 500 mg/l	< 500 mg/l	< 20 mg/l
2	Chemical Oxygen Demand (COD)	< 500 mg/l	< 750 mg/l	< 750 mg/l	< 120 mg/l
3	Suspended Solid (SS)	< 200 mg/l	< 200 mg/l	< 200 mg/l	< 50 mg/l
4	Total Dissolve Solid (TDS)	< 3,000 mg/l	< 3,000 mg/l	< 3,000 mg/l	< 3,000 mg/l
5	Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	< 100 mg/l	< 100 mg/l	< 100 mg/l	< 100 mg/l
6	pH	5.5-9	5.5-9	5.5-9	5.5-9
7	Temperature	< 45 °C	< 45 °C	< 45 °C	< 40 °C
8	Sulphide (H ₂ S)	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l
9	Cyanide as HCN	< 0.20 mg/l	< 0.20 mg/l	< 0.20 mg/l	< 0.20 mg/l
10	Zinc (Zn)	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l
11	Hexavalent Chromium (Cr ⁺⁶)	< 0.25 mg/l	< 0.25 mg/l	< 0.25 mg/l	< 0.25 mg/l
12	Trivalent Chromium (Cr ⁺³)	< 0.75 mg/l	< 0.75 mg/l	< 0.75 mg/l	< 0.75 mg/l
13	Arsenic (As)	< 0.25 mg/l	< 0.25 mg/l	< 0.25 mg/l	< 0.25 mg/l
14	Copper (Cu)	< 2.0 mg/l	< 2.0 mg/l	< 2.0 mg/l	< 2.0 mg/l
15	Mercury and Mercury Compound (Hg)	< 0.005 mg/l	< 0.005 mg/l	< 0.005 mg/l	< 0.005 mg/l
16	Cadmium (Cd)	< 0.03 mg/l	< 0.03 mg/l	< 0.03 mg/l	< 0.03 mg/l

ตารางที่ ง.1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานน้ำทิ้ง สหพัฒนศรีราชา	มาตรฐานน้ำทิ้ง นิคมฯ แหลมฉบัง	มาตรฐานน้ำทิ้ง นิคมฯ มาบตาพุด	มาตรฐานน้ำทิ้ง กรมโรงงาน อุตสาหกรรม
17	Barium (Ba)	< 1.0 mg/l	< 1.0 mg/l	< 1.0 mg/l	< 1.0 mg/l
18	Selenium (Se)	< 0.02 mg/l	< 0.02 mg/l	< 0.02 mg/l	< 0.02 mg/l
19	Silver	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l	ต้องไม่มี
20	Lead (Pb)	< 0.20 mg/l	< 0.20 mg/l	< 0.20 mg/l	< 0.20 mg/l
21	Nickel (Ni)	< 1.0 mg/l	< 1.0 mg/l	< 1.0 mg/l	< 1.0 mg/l
22	Soluble Manganese (Mn)	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l
23	Soluble Iron (Fe)	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l	ต้องไม่มี
24	Formaldehyde	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l
25	Phenol & Cresols	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l
26	Free Chlorine	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l
27	Pesticide	ต้องไม่มี	ต้องไม่มี	ต้องไม่มี	ต้องไม่มี
28	Radioactive Compound	ต้องไม่มี	ต้องไม่มี	ต้องไม่มี	ต้องไม่มี
29	Fluoride (F)	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l
30	Grease & Oil	< 10 mg/l	< 10 mg/l	< 10 mg/l	< 5 mg/l
31	Synthetic Detergent	< 15 mg/l	< 15 mg/l	< 15 mg/l	< 15 mg/l
32	Chloride as CL	< 2,000 mg/l	< 2,000 mg/l	< 2,000 mg/l	< 2,000 mg/l
33	Color	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
34	Odour	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ