

การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณการเติมสารตกตะกอนใน
ระบบ Sludge Dewatering ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของ
โรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2
The Correlation of The Amount of Coagulant Added
in The Sludge Dewatering Process of
Demineralization System at North Bangkok Power
Plant Block 2



ปณิธา — ชาญเวทประสาตร์
พรพิชชา — เจียมสุข
รัศมี — เจริญสวรรค์

สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร
บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2565
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องยกย่องเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Correlation of The Amount of Coagulant Added
in The Sludge Dewatering Process of
Demineralization System at North Bangkok Power
Plant Block 2



PANTITA CHANWETPRASAT
PORNPICHA JEAMSUK
RATSAMI CHAROENSAHWAN

A COOPERATIVE EDUCATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (ENVIRONMENTAL CHEMISTRY)
DEPARTMENT OF CHEMISTRY, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ACADEMIC YEAR 2022
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สหกิจศึกษา

การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณการเติมสารตกตะกอนในระบบ
Sludge Dewatering ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงไฟฟ้าพระ
นครเหนือชุดที่ 2

The Correlation of The Amount of Coagulant Added in
The Sludge Dewatering Process of Demineralization
System at North Bangkok Power Plant Block 2

ชื่อนักศึกษา

นางสาวปณิธิดา ชาญเวทประสาตร์ รหัสนักศึกษา 62050413

นางสาวพรพิชชา เจียมสุข รหัสนักศึกษา 62050418

นางสาววิศมี เจริญสุวรรณค์ รหัสนักศึกษา 62050436

ปริญญา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

ภาควิชา

เคมี

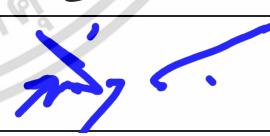
ปีการศึกษา

2565

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กฤษณัฐ สุวรรณรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติ
ให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) ประจำปี
การศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ชมพูนุท ไชยรักษ์ ประธานกรรมการ	
นางสาวจุติมา ผ่องโยธากาน กรรมการ	
ดร.กฤษณัฐ สุวรรณรัตน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สหกิจศึกษา	การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณการเติมสารตกตะกอนในระบบ Sludge Dewatering ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปณิศา ชาญเวทประสาตร์ รหัสนักศึกษา 62050413		
	นางสาวพรพิชชา เจียมสุข	รหัสนักศึกษา 62050418	
	นางสาวรัศมี เจริญสุวรรณค์	รหัสนักศึกษา 62050436	
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)		
ภาควิชา	เคมี		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2565		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กณิสฺสคุณธ์ สุวรรณรัตน์		

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษเล่มนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของสารตกตะกอนที่เติมเพื่อตกตะกอนน้ำทิ้งจากระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2 โดยเก็บน้ำตัวอย่างวัดค่าความขุ่น และ พีเอชของน้ำตัวอย่าง ทั้งก่อนและหลังการตกตะกอน ทดสอบด้วยวิธีจาร์เทสต์ สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน คือ สารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ความเข้มข้น 0.1% ซึ่งสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์มีค่าพีเอช อยู่ที่ 7 งานวิจัยนี้ศึกษาค่าความขุ่นที่เปลี่ยนแปลงไปตามการล้างย้อนของระบบกรองน้ำใส เอาตะกอนของแม่น้ำเจ้าพระยาออกมาในแต่ละวันด้วยลักษณะทางเคมี พบว่าค่าพีเอชของน้ำตัวอย่างที่วัดทั้งก่อน และ หลังทำการตกตะกอนมีค่าคงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ การทำลายประจุตัวเสถียรภาพคอลลอยด์

สำหรับในด้านค่าความขุ่นและปริมาณสารตกตะกอนที่ต้องเติมนั้นมีความสัมพันธ์แปรผันตรงกัน ได้สมการเส้นตรง $y = 0.1137X - 10.14$ และ $R^2 = 0.9668$ สามารถนำสมการดังกล่าวหาความเข้มข้นของพอลิเมอร์ได้ และคำนวณเพื่อปรับ Stroke Pump Polymer ในระบบจริงได้

คำสำคัญ: แคทไอออนพอลิเมอร์, ตะกอนคอลลอยด์, ค่าความขุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	The Correlation of The Amount of Coagulant Added in The Sludge Dewatering Process of Demineralization System at North Bangkok Power Plant Block 2		
Students	Pantita	Chanwetprasat	Student ID 62050413
	Pornpicha	Jeamsuk	ID 62050418
	Ratsami	Charoensahwan	ID 62050436
Degree	Bachelor of Science (Environmental Chemistry)		
Department	Chemistry		
School	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2023		
Advisor	Dr. Glinsukol Suwannarat		

Abstract

This special project aimed to study The Correlation of the amount of coagulant added in the sludge dewatering process of the demineralization system at North Bangkok Power Plant Block 2. by collecting water samples for measuring the turbidity and pH both before and after sedimentation, then testing with the Jar test. The chemical used for the sedimentation was a cationic polymer concentrated at 0.1%, which has a pH of 7. The results of the study showed that the physical characteristics including the color of the water and the turbidity changed according to the backwashing of the microfiltration system that removed Chao Phraya River sludge each day. With chemical characteristics, it was found that the pH of water samples measured both before and after sedimentation was constant. There were no significant changes. The related factors were the destabilization of colloids. For turbidity and the amount of coagulant to be added, there was a direct variation.

For turbidity and the amount of coagulant to be added, there was a direct variation. A line equation was $y = 0.1137X - 10.14$ และ $R^2 = 0.9668$ The equation can find the Concentration of a polymer and calculate to adjust the stroke pump of polymer in an actual system.

Keywords: Cationic Polymer, Sludge, Turbidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสวจนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจากผู้มีพระคุณหลายท่านที่ให้คำแนะนำ และให้การช่วยเหลือในหลาย ๆ ด้านในตลอดระยะเวลาที่ทำโครงการสหกิจศึกษาจนทำให้โครงการสหกิจศึกษานี้เสร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร.กลั่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ ที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษาเป็นอย่างสูงที่คอยให้คำปรึกษา คำชี้แนะ และคำแนะนำ ทั้งยังมอบความรู้ ตลอดจนความเอาใจใส่ทุกรายละเอียดในการทำโครงการสหกิจศึกษานี้ พร้อมทั้งชี้จุดที่บกพร่อง และปรับปรุงแก้ไขจนทำให้โครงการสหกิจศึกษาสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ชมพูนุท ไชยรักษ์ ประธานกรรมการ และคุณจุติมา ผ่องโยธากาน กรรมการผู้คุมสอบที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการเข้าร่วมรับฟังโครงการสหกิจศึกษานี้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขโครงการสหกิจศึกษาให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณจุติมา ผ่องโยธากาน และคุณณัฐ โต๊ะสัมฤทธิ์ ที่ปรึกษาตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำโครงการสหกิจศึกษานอกสถานที่ และขอขอบพระคุณแผนกเคมีทุกท่านที่ให้ความเอาใจใส่คำแนะนำ และข้อชี้แนะในการทำโครงการสหกิจศึกษา ณ โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ ทั้งยังอำนวยความสะดวกในทุกด้าน เช่น เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ และน้ำตัวอย่างที่ใช้สำหรับการศึกษาในการทำโครงการสหกิจศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือ และให้คำแนะนำข้อปฏิบัติต่าง ๆ พร้อมทั้งให้ความใส่ใจ เป็นกำลังที่สำคัญในการทำโครงการสหกิจศึกษาเมื่อปฏิบัติงานอยู่ในโรงไฟฟ้าพระนครเหนือทำให้โครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ปณิตตา ชาญเวทประสาตร์

พรพิชชา เจียมสุข

รัศมี เจริญสุวรรณค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
คำย่อ/สัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือ	3
2.1.1 ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์.....	3
2.1.2 ระบบบำบัดกากตะกอนน้ำทิ้ง.....	4
2.2 การบำบัดและกำจัดสลัดจ์	5
2.2.1 ที่มาและลักษณะของสลัดจ์	5
2.2.2 การปฏิบัติการขั้นต้น	5
2.2.3 การทำชั้นสลัดจ์.....	6
2.2.4 การปรับเสถียรสลัดจ์.....	7
2.2.5 การแยกน้ำออก.....	8
2.2.6 การกำจัดสลัดจ์ขั้นสุดท้าย.....	11
2.3 กระบวนการโคแอกกูเลชัน และกระบวนการฟล็อกคูเลชัน.....	12
2.3.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของคอลลอยด์.....	14
2.3.2 Electric Double Layer Theory.....	16
2.3.3 การสร้างตะกอน.....	17
2.3.4 การรวมตะกอน	18

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 2.4 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการสร้างตะกอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 Cationic Polymer.....	19
2.4.2 Anionic Polymer.....	20
2.4.3 Nonionic polymer.....	20
2.5 การควบคุมการสร้างตะกอน.....	22
2.5.1 วิธีจาร์เทสต์.....	22
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	26
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี.....	26
3.1.1 อุปกรณ์.....	26
3.1.2 สารเคมี.....	26
3.1.3 น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา.....	27
3.2 วิธีการทดลอง.....	27
3.2.1 การเตรียมสารละลาย Cationic Polymer.....	27
3.2.2 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์.....	27
3.2.3 ศึกษาการมีผลด้านความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำตัวอย่างก่อนเติม Cationic Polymer และหลังการตกตะกอน.....	27
3.2.4 ศึกษาการเติมสารตกตะกอนในการน้ำทิ้งที่ได้จากระบบการผลิตน้ำ Demineralized.....	28
3.2.5 การประกันคุณภาพในการวิเคราะห์.....	28
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	29
4.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์กับค่าความขุ่น...	29
4.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์กับปริมาณการตกตะกอน.....	33
4.3 ผลการศึกษาการเปรียบเทียบด้านความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำตัวอย่างก่อนเติม แคทไอออนพอลิเมอร์ และหลังการตกตะกอน.....	36
4.4 ศึกษาการเติมสารตกตะกอน (Coagulant) ในการน้ำทิ้งที่ได้จากระบบการผลิตน้ำ Demineralized.....	37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	39
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	39
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	39
เอกสารอ้างอิง.....	41
เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า	
ภาคผนวก.....	44
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้	

ภาคผนวก ก	45
ภาคผนวก ข	46
ภาคผนวก ค	79
ภาคผนวก ง	80
ภาคผนวก จ	84



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 กรรมวิธีทำชั้นสไลด์.....	6
4.1 ช่วงค่าความขุ่น (Turbidity) กับการปรับ Stroke Pump Polymer.....	38
ข.1 ข้อมูลผลการทดลอง	46
ข.2 การทดลองครั้งที่ 1 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 262 NTU	69
ข.3 การทดลองครั้งที่ 2 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 360.67 NTU.....	69
ข.4 การทดลองครั้งที่ 3 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 1019.33 NTU.....	70
ข.5 การทดลองครั้งที่ 4 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 500.67 NTU.....	71
ข.6 การทดลองครั้งที่ 5 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 544.67 NTU.....	71
ข.7 การทดลองครั้งที่ 6 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 831.67 NTU.....	72
ข.8 การทดลองครั้งที่ 7 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 482.00 NTU.....	73
ข.9 การทดลองครั้งที่ 8 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 474.67 NTU.....	73
ข.10 การทดลองครั้งที่ 9 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 1607.33 NTU.....	74
ข.11 การทดลองครั้งที่ 10 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 1065.33 NTU	75
ข.12 การทดลองครั้งที่ 11 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 1163.33 NTU	75
ข.13 การทดลองครั้งที่ 12 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 866.67 NTU.....	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.14 การทดลองครั้งที่ 13 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 744.67 NTU	77
ข.15 การทดลองครั้งที่ 14 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 727.33 NTU.....	77
ข.16 การทดลองครั้งที่ 15 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 499.33 NTU.....	78
ค.1 ช่วงค่าความขุ่น (Turbidity) กับการปรับ Stroke Pump Polymer.....	79
จ.1 ข้อมูลการวิเคราะห์ผลทางสถิติความเป็นกรด-ด่างก่อน และหลังเติมแคทไอออนพอลิเมอร์	84



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2	4
2.2 ระบบบำบัดกากตะกอนน้ำทิ้งของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2	4
2.3 เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบอัดกรอง (Filter Press)	9
2.4 เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบสายพานรีดน้ำ (Belt Press)	10
2.5 เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบหมุนเหวี่ยง (Decanter Centrifuge)	10
2.6 การจำแนกขนาดของสารต่าง ๆ ในน้ำ	13
2.7 ประจุไฟฟ้าของอนุภาคดินเหนียว	14
2.8 การแตกตัวเป็นไอออนของ Functional Group	15
2.9 โมเดลที่ใช้อธิบาย Electrical Double Layer Theory	16
2.10 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของกระบวนการโคแอกกูเลชัน	17
2.11 รูปร่างพอลิเมอร์ประกอบด้วยน้ำหนักโมเลกุลในปริมาณล้านหน่วย	19
2.12 ประสิทธิภาพ Acrylamide Polymer	20
2.13 พอลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ	21
2.14 เครื่องจาร์เทสต์ (Jar Test)	22
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคทไอออนกับค่าความขุ่นหลังทดลอง ณ ความขุ่นต่าง ๆ	29
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นเริ่มต้น และความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสมกับค่าความขุ่นที่น้อยที่สุด	31
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นและความเข้มข้นของพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับค่าความขุ่นที่น้อยที่สุด (ใหม่)	32
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคทไอออนกับปริมาณตะกอน ณ ความขุ่นต่าง ๆ	33
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับปริมาณการตกตะกอน	35
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และความเข้มข้นของพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับปริมาณการตกตะกอน (ใหม่)	36
4.7 การเปรียบเทียบด้านความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำตัวอย่างก่อนเติมแคทไอออนพอลิเมอร์ และหลัง	

เอกสารนี้เป็นการตกตะกอนแบบไวส์แมนสำหรับการใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต 37

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.1 ตัวอย่างน้ำจาก Sludge Sump.....	80
ง.2 ลักษณะของน้ำ Sludge Sump.....	80
ง.3 การทำ Jar test ใช้ความเร็ว 130 min^{-1} เป็นเวลา 1 นาที.....	81
ง.4 การทำ Jar test ใช้ความเร็ว 25 min^{-1} เป็นเวลา 30 นาที.....	81
ง.5 ปริมาณตะกอนในกรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff cone) หลังจากตั้งทิ้งไว้ 30 นาที	82
ง.6 แสดงความแตกต่างของลักษณะตะกอนที่พัฒนามากับแหล่งน้ำดิบแม่น้ำเจ้าพระยา	83



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
ppm	part per million
L/hr.	ลิตรต่อชั่วโมง
min ⁻¹	รอบต่อนาที
MF	Microfiltration
mg/l	มิลลิกรัมต่อลิตร
ml	มิลลิลิตร
% w/v	% weight/volume

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในน้ำธรรมชาติเกิดการละลายและเจือปนของสารต่าง ๆ ในน้ำเนื่องจากน้ำมีสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดีของน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดสี กลิ่น ความขุ่น สารต่าง ๆ เหล่านี้อาจอยู่ในรูปของอนุภาคที่ละลายน้ำได้ หรือแขวนลอยในรูปคอลลอยด์ หรือตกตะกอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของอนุภาค คอลลอยด์ในน้ำมีทั้งชนิดที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) และไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) คอลลอยด์ชนิดที่ชอบน้ำสามารถดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้ เนื่องจากตัวเองมีสภาพขั้ว ซึ่งมีความยุ่งยากต่อกระบวนการผลิตน้ำและกระบวนการบำบัดน้ำเสีย เพราะจำเป็นต้องเติมสารรวมตะกอน (Coagulant) การตกตะกอน (Sedimentation) หรือการเร่งให้ตกตะกอนด้วยสารเคมี (Precipitation) เป็นวิธีการที่นิยมใช้เพื่อแยกคอลลอยด์ และสารแขวนลอยออกจากน้ำดิบ (Raw water) ให้ได้น้ำใส แต่อย่างไรก็ตามการกำจัดความขุ่นโดยสารรวมตะกอนนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของคอลลอยด์ที่แขวนลอยอยู่ อุณหภูมิ พีเอช องค์ประกอบทางเคมีในน้ำ ชนิดและขนาดของสารรวมตะกอนที่เติมลงไป ตลอดจนอัตราเร็วและเวลาในการกวนผสมสารรวมตะกอนลงในน้ำด้วย

โรงไฟฟ้าพระนครเหนือเป็นโรงไฟฟ้าแบบพลังงานความร้อนร่วม (Combined Cycle System) ผลิตกระแสไฟฟ้าจากการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นแหล่งเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ (Combustion) ความร้อนและความดันที่ได้จากการเผาไหม้จะถูกส่ง ไปยังเครื่องกังหันน้ำ (Gas Turbine) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยก๊าซที่เหลือจากการเผาไหม้ของเครื่องกังหันก๊าซจะถูกส่งไปยังเครื่องผลิตไอน้ำ (Heat Recovery Steam Generator, HRSG) โดยการนำก๊าซร้อนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานในการผลิตไอน้ำ ไอน้ำที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปที่เครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) พลังงานที่ได้จากกังหันไอน้ำจะถูกส่งไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ดังนั้นน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตไอน้ำ จำเป็นต้องใช้น้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง หรือน้ำที่ปราศจากแร่ธาตุ (Demineralization Water) โดยการนำน้ำดิบมาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้น้ำมีความบริสุทธิ์ก่อนนำไป ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป สำหรับการผลิตน้ำบริสุทธิ์จะนำน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยา มาเข้าสู่ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ ขั้นตอนแรกคือการกรองความขุ่นด้วยเมมเบรน (Micro Filtration) น้ำที่ผ่านการกรองความขุ่นแล้ว จะเข้าสู่ ถัง Treated Water เพื่อเข้าสู่กระบวนการบำบัดขั้นต่อไป และเพื่อไม่ให้ตะกอนจากแหล่งน้ำดิบเกิดการอุดตันที่เมมเบรน จึงมี Backwash process เพื่อดันตะกอนออกจากเมมเบรน น้ำตะกอนนี้จะเรียกว่า Sludge Water เข้าสู่ระบบ Sludge Dewatering โดยในระบบนี้จะมีการทำให้สลัดจ์รวมตัวกันโดยการปั่นเร็ว และมีการทำให้ตะกอนที่รวมตัวกันได้นั้นตกตะกอนโดยการปั่นกวนช้า โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีการเติมพอลิเมอร์ช่วยในการตกตะกอน จากนั้นจะเข้าเครื่องรีดตะกอน ปัญหาที่พบคือสลัดจ์ไม่รวมตัวกัน ซึ่งอาจเกิดจากการใช้พอลิเมอร์ในปริมาณที่ไม่เหมาะสม

ด้วยเหตุนี้โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ จึงมีความประสงค์ให้นักศึกษาจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเจ้าเกล้าคุณทหารลาดกระบังมาทำการศึกษาเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ของปริมาณการเติมสารตกตะกอนในระบบ Sludge dewatering ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาปริมาณการเติมสารที่ช่วยในการรวมตะกอน (Coagulant) ที่เหมาะสมในการตกตะกอนของระบบรีดน้ำสลัดจ์ (Sludge Dewatering) ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์
- 2) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และปริมาณสารที่ช่วยในการรวมตัว (Coagulant)

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) ข้อมูลที่ใช้ทำการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นผลการทำการทดลองจาร์เทสต์ในระบบ Sludge Dewatering ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ ที่โรงไฟฟ้าพระนครเหนือเป็นระยะเวลา 4 เดือน
- 2) ศึกษาการทำการทดลองจาร์เทสต์ เป็นการทดลองระดับ Lab Scale ในห้องปฏิบัติการ
 - ตัวแปรต้น คือ ปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์ (Cationic Polymer)
 - ตัวแปรตาม คือ ปริมาณตะกอน
 - ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณน้ำจากบ่อ Sludge Sump Backwash Water
- 3) ตัวอย่างที่นำมาทำการทดลองจาร์เทสต์เป็นแหล่งน้ำดิบที่เก็บมาจาก แม่น้ำเจ้าพระยา ตำบลบางกรวย อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี โดย coagulant ที่ใช้ในการทดลองคือ แคทไอออนพอลิเมอร์ (Cationic Polymer) 0.1% (1 ml จะมีความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ (Cationic Polymer) 1 mg/L)
- 4) ศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำตัวอย่างก่อน และหลังการทำการทดลองจาร์เทสต์ โดยพารามิเตอร์ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความขุ่น (Turbidity)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทราบปริมาณการเติมสารที่ช่วยในการรวมตะกอน (Coagulant) ที่เหมาะสมในการ ตกตะกอนของระบบ Sludge dewatering ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์
- 2) ทราบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และปริมาณสารที่ช่วยในการรวมตะกอน (Coagulant)
- 3) สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงระบบ Sludge Dewatering ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

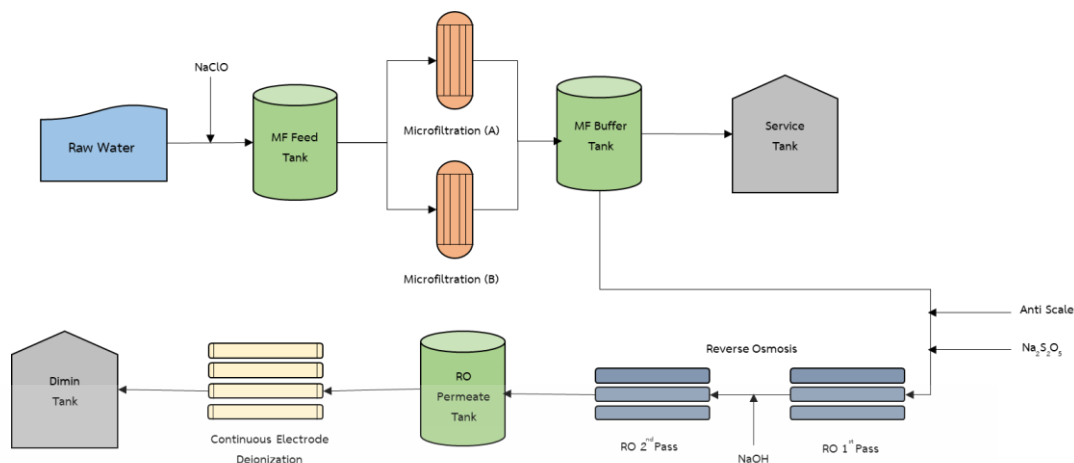
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.)

โรงไฟฟ้าพระนครเหนือทั้ง 2 ชุด เป็นโรงไฟฟ้าแบบพลังงานความร้อนร่วม (Combined Cycle system) โดยใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงก๊าซในเครื่องกังหันก๊าซ (Gas Turbine) เป็นแหล่งพลังงานต่อเพลาเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) และใช้ความร้อนที่เหลือจากการเผาไหม้ (Exhaust gas) ที่ออกจากเครื่องกังหันก๊าซ เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานในการผลิตไอน้ำที่เครื่องผลิตไอน้ำแรงดันสูง (Heat Recovery Steam Generator, HRSG) เกิดการขับเคลื่อนเครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนไอน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วจากเครื่องกังหันไอน้ำ จะถูกเปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นน้ำ เพื่อนำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตไอน้ำอีกครั้งโดยผ่านเข้าสู่เครื่องควบแน่น (Condenser) และใช้น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นน้ำหล่อเย็น แล้วจึงนำไปผ่านหอหล่อเย็น (Cooling Tower) เพื่อลดอุณหภูมิ ดังนั้นน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตจะต้องเป็นน้ำที่สะอาดบริสุทธิ์ปราศจากแร่ธาตุ (Demineralized Water) เพื่อประสิทธิภาพในการต้มน้ำที่ดี และเพื่อป้องกันการชำรุดเสียหาย สามารถยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า

2.1.1 ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Water Treatment Plant)

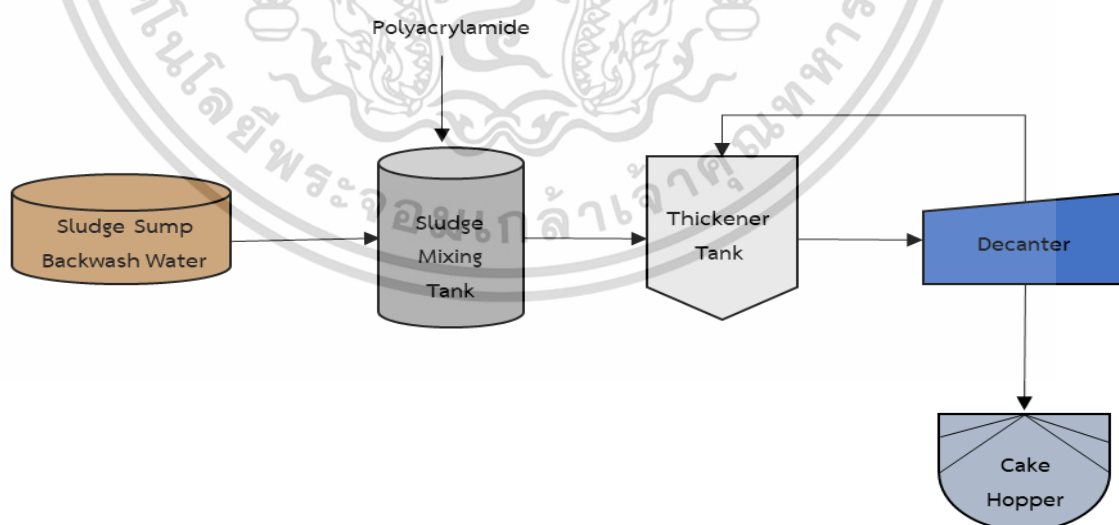
โรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2 มีการใช้แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำบริสุทธิ์ โดยสูบน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาแล้วเติมสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) เพื่อฆ่าเชื้อโรค น้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคจะเข้าไปเก็บที่ MF Feed Tank น้ำจาก MF Feed Tank จะเข้าสู่ระบบ Microfiltration (MF) เพื่อกรองลดความขุ่นของน้ำ และกำจัดเชื้อโรคบางส่วน น้ำที่ผ่านการลดความขุ่นแล้วจะนำไปเก็บที่ MF Buffer Tank น้ำจาก MF Buffer Tank จะแบ่งน้ำเป็น 2 ส่วน น้ำส่วนที่ 1 นำไปเก็บที่ Service Tank เพื่อใช้ในสารอุปโภค และงานดับเพลิงในโรงไฟฟ้าพระนครเหนือ น้ำส่วนที่ 2 จะเข้าสู่ระบบ Reverse Osmosis (RO) เพื่อกำจัดเกลือ ก่อนที่จะเข้าสู่ระบบ RO จะมีการเติมสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) เพื่อกำจัดคลอรีนที่หลงเหลืออยู่ในน้ำ และเติมสารแอนตี้สเกล (Anti Scale) เพื่อป้องกันการเกาะตัวของตะกอน ก่อนเข้าสู่ระบบ RO 2nd Pass จะมีการเติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เพื่อกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) น้ำที่ผ่านระบบ RO จะถูกเก็บไว้ที่ RO Permeate Tank น้ำจาก RO Permeate Tank จะเข้าสู่ระบบ (Continuous Electrode Deionization, CDEI) เป็นการแยกไอออนด้วยกระแสไฟฟ้า เพื่อกำจัดไอออนที่ยังคงเหลือในน้ำ และลดซิลิกา (Silica) น้ำที่ได้จะมีความบริสุทธิ์ปราศจากไอออน (Demineralized Water) น้ำที่ผ่านระบบ CDEI จะถูกเก็บไว้ที่ Demin Tank เพื่อนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป



รูปที่ 2.1 ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2

2.1.2 ระบบบำบัดกากตะกอนน้ำทิ้ง (Sludge Dewatering System)

โรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2 มีน้ำทิ้งที่ได้จากการทำความสะอาดภายในของระบบ Microfiltration (MF) น้ำทิ้งจะเก็บไว้ที่บ่อสลัดจ์ (Sludge Sump Backwash Water) ซึ่งน้ำทิ้งในบ่อสลัดจ์จะมีการบำบัดกากตะกอน โดยเข้าสู่บ่อกวนเร็ว (Sludge Mixing Tank) และเติมสารโพลีอะคริลาไมด์ (Polyacrylamide, PAM) เพื่อสร้างตะกอน น้ำที่มีตะกอนอยู่แล้วจะเข้าสู่บ่อกวนช้า (Thickener Tank) เพื่อรวมตะกอน จากนั้นจะสูบตะกอนเข้าสู่เครื่องหมุนเหวี่ยง (Decanter) เพื่อทำการเหวี่ยงอนุภาคของเหลวและของแข็ง โดยอนุภาคของเหลวจะกลับเข้าสู่บ่อกวนช้า และอนุภาคของแข็งจะตกลงไปที่เก็บกากตะกอนของเสีย (Cake Hopper) เพื่อนำไปกำจัดของเสียต่อไป



รูปที่ 2.2 ระบบบำบัดกากตะกอนน้ำทิ้งของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การบำบัดและกำจัดสลัดจ์ (Sludge Treatment and Disposal) (นลิน, 2548)

สลัดจ์ (Sludge) หมายถึง ของแข็งที่แยกออกจากน้ำเสียหรือของแข็งส่วนเกินที่ได้จากกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการทางเคมีหรือกระบวนการทางชีวภาพ ดังนั้นลักษณะทางกายภาพและทางเคมี รวมถึงปริมาณของสลัดจ์จะขึ้นอยู่กับกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยตรง

สลัดจ์ที่ได้มาจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียต้องได้รับการบำบัดก่อนนำไปทิ้ง กรรมวิธีการบำบัดและกำจัดสลัดจ์มีหลายขั้นตอน

2.2.1 ที่มาและลักษณะของสลัดจ์

สลัดจ์มาจากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งแยกเอาของแข็ง และสารอินทรีย์ออกจากน้ำเสีย แล้วปล่อยน้ำที่บำบัดแล้วทิ้งไป คงเหลือแต่สลัดจ์ที่ต้องผ่านการบำบัด ลักษณะของสลัดจ์จะมีความแตกต่างกัน เนื่องจากแหล่งที่มา ชนิดของของแข็ง อายุสลัดจ์ และกรรมวิธีที่ทำให้เกิดสลัดจ์ ได้แก่

- 1) สลัดจ์จากถังตกตะกอนชั้นแรก จะมีสีเทาเป็นเมือก มีกลิ่นเหม็นมาก และสามารถย่อยสลายได้โดยง่าย
- 2) สลัดจ์จากการใช้สารเคมี มักจะมีสีดำหรือแดงหากมีเหล็กปนอยู่มาก มีกลิ่นเหม็น เป็นเมือก ร่วนหากทิ้งทิ้งไว้จะย่อยสลายอย่างช้า ๆ และมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น
- 3) สลัดจ์จากถังเติมอากาศ มีสีน้ำตาล ลักษณะเป็นปุ๋ย ไม่มีกลิ่น แต่หากหยุดเติมอากาศจะกลายเป็นสภาพอย่างรวดเร็วยุ่เปลี่ยนเป็นสีดำและมีกลิ่นเหม็นของการหมัก
- 4) สลัดจ์จากการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน มีสีน้ำตาลแก่ปนดำมีก๊าซมากหากย่อยสลายจนเต็มที่แล้ว จะมีเพียงกลิ่นจาง ๆ คล้ายกลิ่นยาง สามารถแตกตัวได้ง่าย

2.2.2 การปฏิบัติการขั้นต้น

การปฏิบัติการขั้นต้น ได้แก่ การบดสลัดจ์ การแยกกรวดทราย การผสม และการเก็บกัก มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สลัดจ์ที่มาจากส่วนต่าง ๆ ของระบบมีลักษณะเดียวกัน

- 1) การบดสลัดจ์ ทำให้ของแข็งในสลัดจ์มีขนาดเล็กลง เพื่อความง่ายในการบำบัดสลัดจ์ ป้องกันการอุดตันในท่อและยังช่วยให้สลัดจ์ที่เป็นของแข็งทำปฏิกิริยาได้ดีขึ้น

2) การแยกกรวดทราย หากมีกรวดทรายหลุดรอดไปถึงกระบวนการบำบัดสลัดจ์ก็จะเกิดการสะสมในถังย่อยสลายสลัดจ์ และสิ้นเปลืองเนื้อที่การแยกกรวดและทรายมักอาศัยวิธีแรงหนีศูนย์กลาง

3) การผสมสลัดจ์ ใช้ในกรณีที่มีสลัดจ์หลายชนิด

4) การเก็บสลัดจ์ เป็นการเก็บสลัดจ์ไว้ระยะหนึ่ง เพื่อเตรียมนำไปบำบัดต่อไป

2.2.3 การทำชั้นสลัดจ์ (Sludge Thickening)

การทำให้สลัดจ์เข้มข้น คือ การแยกน้ำออกจากของแข็ง ทำให้ปริมาณของแข็งในสลัดจ์สูงขึ้น กรรมวิธีในการทำให้ตะกอนเข้มข้น คือ การตกตะกอน (Sedimentation) การทำให้ลอย (Flotation) และการหมุนเหวี่ยง (Centrifugation) การลดปริมาตรของสลัดจ์ทำให้ขนาดถัง และอุปกรณ์ของกระบวนการที่ติดตามมา เช่น ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการปรับสภาพสลัดจ์ เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทำให้แห้ง และผลผลิตจากการทำให้สลัดจ์เข้มข้นแบบตกตะกอน (Sedimentation)

2.2.3.1 การทำให้สลัดจ์เข้มข้นแบบตกตะกอน (Sedimentation)

เป็นการตกตะกอนโดยใช้ถังทำชั้น (Thickener) ลักษณะของถังทำชั้นจะมีเครื่องกวาด และ กวนสลัดจ์ เครื่องกวาดสลัดจ์ ทำหน้าที่กวาดสลัดจ์ที่ตกลงกันถึงให้รวมกัน และไหลเข้าไปอยู่ในหลุมเก็บสลัดจ์ เพื่อจะระบายทิ้ง ส่วนเครื่องกวนสลัดจ์จะหมุนช้า ๆ และมีหน้าที่เปิดช่องว่างในชั้นสลัดจ์ เพื่อให้ให้น้ำหนีออกจากชั้นของสลัดจ์ จะเป็นผลให้สลัดจ์อัดตัวแน่นขึ้นอีก การตกตะกอนของสลัดจ์จะมีน้ำที่อยู่ข้างล่างใต้ชั้นสลัดจ์ถูกเปียดและไหลขึ้นมาข้างบน ถ้าชั้นสลัดจ์มีความเข้มข้นมากจนกระทั่งมีช่องว่างเหลืออยู่น้อย การจมตัวของสลัดจ์ จะเกิดขึ้นได้ยาก เนื่องจากว่าน้ำที่ถูกแทนที่ไม่สามารถหนีขึ้นมาข้างบนได้ การกวนอย่างช้า ๆ โดยใบกวนที่มีขนาดใหญ่จะช่วยให้เกิดช่องว่างในชั้นสลัดจ์ ทำให้สามารถเคลื่อนที่ขึ้นมาทางด้านบนได้ และสามารถช่วยการทำให้ชั้นของสลัดจ์ได้ผลดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 2.1 กรรมวิธีทำชั้นสลัดจ์

กรรมวิธี	ชนิดของสลัดจ์	ความนิยมและผล
ตกตะกอน	สลัดจ์ขั้นแรก	นิยมใช้และได้ผลดี
ตกตะกอน	สลัดจ์ขั้นแรก และเอเอส	ใช้มากโดยเฉพาะในโรงงานขนาดเล็ก และตกตะกอนชั้นร้อยละ 4-6
ตกตะกอน	เอเอส	ไม่ใช้และได้ผลไม่ดี
ลอยตัวด้วยอากาศ	เอเอส	นิยมใช้และได้ผลดี
หมุนเหวี่ยง	เอเอส	ใช้น้อยและมีปัญหา

ที่มา: นลิน, 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 การทำให้ชั้นแบบลอยตัว (Flotation)

เป็นการทำให้สลัดจ์ลอยตัวขึ้นข้างบน เกิดขึ้นโดยอาศัยลมช่วยทำให้เกิดฟองอากาศพาสลัดจ์ลอยตัวขึ้นสู่บนผิวน้ำ การทำชั้นสลัดจ์แบบลอยตัวแบบที่นิยมใช้กัน คือ การลอยตัวด้วยอากาศละลาย (Dissolved Air Flotation, DAF) อากาศถูกอัดอยู่ภายในน้ำและถูกปล่อยผ่านหัวฉีดให้ผสมกับสลัดจ์ เมื่อลดแรงดันอากาศจะกลายเป็นฟองขนาดเล็กเกาะจับกันกับฟล็อกแบคทีเรีย ทำให้ฟล็อกลอยตัวขึ้นบนผิวน้ำข้างบนซึ่งมีสลัดจ์เข้มข้นอยู่ถูกกวาดออกไป

2.2.3.3 การทำให้ชั้นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)

เครื่องหมุนเหวี่ยงมักใช้ในการแยกน้ำออกจากสลัดจ์ (Dewatering) สามารถนำมาใช้ทำชั้นกับสลัดจ์ชีวภาพที่ทิ้งจากระบบเอเอส วิธีนี้ไม่นิยมใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กเนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่มีข้อดีที่ประหยัดพื้นที่ได้มากและกระทัดรัดบางครั้งจึงมีการนำไปใช้กับระบบเอเอสขนาดใหญ่

2.2.4 การปรับเสถียรสลัดจ์

สลัดจ์ระบบบำบัดน้ำเสียมีส่วนประกอบ คือ สารอินทรีย์ที่สามารถเน่าเปื่อยและย่อยสลายได้ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเป็นที่น่ารังเกียจ การปรับเสถียรสลัดจ์มีวัตถุประสงค์เพื่อลดกลิ่นเหม็นลดจำนวนเชื้อโรคและการเน่าเปื่อยของสลัดจ์ โดยกรรมวิธีที่ใช้ ได้แก่ การออกซิไดซ์ด้วยคลอรีนการเปลี่ยนสภาพด้วยปูนขาว การย่อยแบบไร้อากาศ และการย่อยแบบใช้อากาศ

2.2.4.1 การออกซิไดซ์ด้วยคลอรีน

กระทำโดยให้ก๊าซคลอรีนปริมาณสูง ทำปฏิกิริยากับสลัดจ์ในถังปิดในเวลาสั้น ๆ วิธีนี้มีขีดจำกัดในการใช้กับโรงบำบัดน้ำเสียที่มีขนาดเล็กกว่า 0.2 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

2.2.4.2 การเปลี่ยนสภาพด้วยปูนขาว

กระทำโดยเติมปูนขาวให้ตะกอนมีค่าพีเอช สูงถึง 12 จะทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ มีผู้พบว่าหากคงค่าพีเอชที่ 12 ไว้นาน 3 ชั่วโมง จะสามารถฆ่าจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการย่อยแบบไร้อากาศ แต่หลังจากเปลี่ยนสภาพแล้วสารอินทรีย์ที่คงอยู่อาจเน่าเปื่อยได้อีกเมื่อค่าพีเอชลดลง

2.2.4.3 การย่อยแบบไร้อากาศ (กิตติมา และคณะ, 2555)

อาศัยการทำงานของแบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สร้างมีเทน จึงจำเป็นต้องรักษาสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องของแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม หากการทำงานของเอกสารนี้เป็นเอกสารทงวนโงสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่เรียกกลุ่มหนึ่งเปลี่ยนไป จะมีผลต่อการทำงานของแบบที่เรียกอีกกลุ่มหนึ่ง และประสิทธิภาพโดยรวมของระบบได้

2.2.4.4 การย่อยแบบใช้อากาศ

อาศัยแบบที่เรียกกลุ่มที่ใช้อากาศสามารถจำแนกได้เป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 เป็นกระบวนการนำสารอินทรีย์หรือสารอาหารเข้าไปในเซลล์ โดยจุลินทรีย์จะส่งเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มาเกาะติดที่ผนังเซลล์ เพื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสารโมเลกุลเล็กที่จะสามารถผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ได้

ขั้นตอนที่ 2 เป็นกระบวนการทางชีวเคมีภายในเซลล์จุลินทรีย์เพื่อที่จะผลิตพลังงานไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ และการสร้างเซลล์ใหม่ เมื่อสารอินทรีย์ในน้ำเสียถูกเปลี่ยนรูปมาเป็นจุลินทรีย์เซลล์ใหม่ จะรวมกันเป็นฟล็อกก็จะมีน้ำหนักมากขึ้น และแยกออกจากน้ำเสียได้ง่ายด้วยการตกตะกอน

2.2.5 การแยกน้ำออก (นลิน, 2548)

การแยกน้ำออกจากสลัดจ์ช่วยลดปริมาณสลัดจ์ที่จะต้องนำไปกำจัดในขั้นสุดท้าย เป็นการลดค่าใช้จ่าย นอกจากสลัดจ์ที่แห้ง (น้ำน้อยกว่าร้อยละ 70) สามารถขนถ่าย ตัก บรรจุได้ง่าย ในการถมที่ควรใช้สลัดจ์แห้ง เพื่อป้องกันน้ำเสียไหลซึมออกไป กรรมวิธีที่ใช้ในการแยกน้ำ ได้แก่ การกรองด้วยสุญญากาศ การเหวี่ยง การกรองด้วยแรงอัด การกรองด้วยสายพาน การตากสลัดจ์ และบ่อกักสลัดจ์ การเลือกใช้วิธีแยกน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของสลัดจ์ ความแห้งที่ต้องการ และขนาดของที่ดินโรงบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กที่มีที่ดินเพียงพอมักใช้ลานตากสลัดจ์หรือบ่อกักสลัดจ์ สำหรับโรงบำบัดสลัดจ์ที่มีพื้นที่น้อยควรใช้เครื่องจักรกลในการแยกน้ำ เช่น เครื่องอัดกรอง (Filter Press) สายพานรีดน้ำ (Belt Press) หรือเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)

2.2.5.1 เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบอัดกรอง (Filter Press)

การกำจัดน้ำของเครื่องอัดกรองทำงานโดยใช้เครื่องสูบสลัดจ์ที่มีแรงดันสูงอัดน้ำผ่านผ้ากรองให้ออกจากสลัดจ์ เครื่องอัดสลัดจ์ประเภทนี้ประกอบด้วยผ้ากรองสี่เหลี่ยมขนาดต่าง ๆ วางประกบกันในแนวนอนที่ตั้งฉากกับพื้น สลัดจ์จะถูกสูบเข้าไปในช่องระหว่างผ้ากรองด้วยความดันสูงผ้ากรองจะบรรจุอยู่ในกรอบที่เป็นโครงเหล็กหรือพลาสติกชนิดแข็ง ในการกรองจะใช้เวลาประมาณ 1-3 ชั่วโมง น้ำใสจะถูกกรองออกมาและสลัดจ์แห้งจะติดอยู่ภายในช่องว่างระหว่างผ้ากรองซึ่งสามารถถอดออกได้

เมื่อกรองจนแห้งพอแล้ว ก็จะมีการถอดแผ่นกรองเพื่อเอาสลัดจ์แห้งออก และทำความสะอาดผ้ากรอง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบอัดกรอง (Filter Press) (Wikimedia, 2023)

2.2.5.2 เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบสายพานรีดน้ำ (Belt Press)

เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบสายพานรีดน้ำประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องป้อนสลัดจ์แบบ Mono หรือ Diaphragm เครื่องป้อนโพลิเมอร์ เครื่องกวนสลัดจ์และเครื่องรีดน้ำสลัดจ์จะถูกผสมกับโพลิเมอร์ (ชนิดประจุบวก) เพื่อให้กรองง่ายและป้อนเข้าสู่เครื่องรีดน้ำสลัดจ์ที่มีสายพานผ้ากรองเคลื่อนที่ผ่านลูกกลิ้ง สลัดจ์จะอยู่บนผ้ากรองที่หมุนช้า ๆ การก้ำจัดน้ำจะเกิดขึ้นบนผ้ากรอง 2 บริเวณ คือ บริเวณใช้แรงดึงดูดโลก และบริเวณที่มีแรงดัน สลัดจ์จะถูกป้อนเข้าผ้ากรองบริเวณแรกที่กรองน้ำโดยใช้แรงดึงดูดโลก จากนั้นสายพานจะพาสลัดจ์ไปรีดน้ำด้วยลูกกลิ้ง เนื่องจากการกรองสลัดจ์โดยไม่เติมโพลิเมอร์จะไม่สามารถรีดน้ำออกจากสลัดจ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การรีดน้ำด้วยวิธีนี้จึงต้องมีการเติมโพลิเมอร์ชนิดประจุบวก (Cation Polymer) เพื่อให้อนุภาคของสลัดจ์จับตัวเกาะกันเป็นฟล็อกได้ เนื่องจากว่าโพลิเมอร์ชนิดประจุบวกจะไปทำให้ประจุลบของสลัดจ์ลดลง จึงสามารถจับและเกาะกันได้นั่นน้ำจะถูกดันออกไป

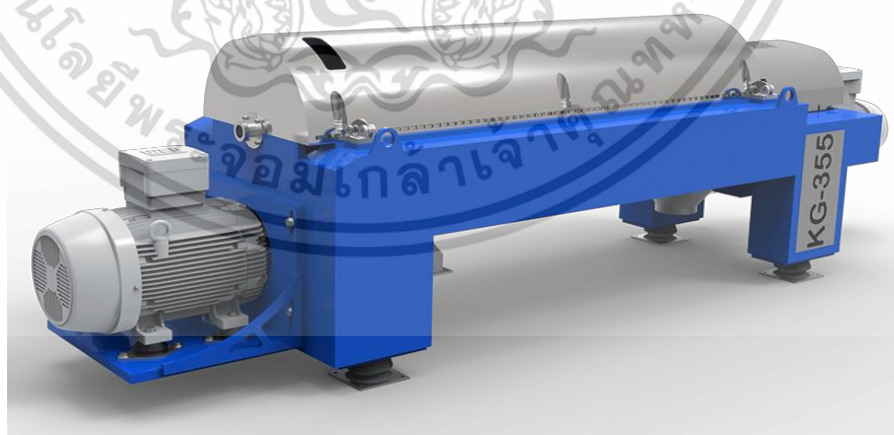
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบสายพานรีดน้ำ (Belt Press) (Phoenix, 2021)

2.2.5.3 เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบหมุนเหวี่ยง (Decanter Centrifuge) (บุญยาพร และคณะ, 2560)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยก (Separation) ของแข็งแขวนลอยออกจากของเหลว มีการทำงานแบบต่อเนื่อง เหมาะกับของเหลวที่มีปริมาณสารแขวนลอยสูง ชั้นหนืดมาก ตัวเครื่องมีส่วนประกอบหลัก คือ กระบอกที่มีปลายข้างหนึ่งเป็นกรวยวางในแนวนอน ภายในมีเกลียวลำเลียง (Screw conveyor) การแยกทำได้โดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force) แยกกากตะกอนให้ลำเลียงออกมาทางปลายด้วยกรวย



รูปที่ 2.5 เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบหมุนเหวี่ยง (Decanter Centrifuge) (ABM Equipment, ม.ป.ป.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีในการแยกน้ำออกจากสลัดจ์บางชนิดจะรวมการปรับสภาพสลัดจ์ เพื่อช่วยให้แยกน้ำออกจากสลัดจ์ได้ง่าย วิธีนิยมใช้มากที่สุด คือ การเติมสารเคมี และการใช้ความร้อน การใช้สารเคมีเป็นวิธีที่ประหยัดกว่า โดยสามารถเพิ่มอัตราการแยกน้ำ และเปลี่ยนแปลงการใช้ได้สะดวก

2.2.6 การกำจัดสลัดจ์ขั้นสุดท้าย (นลิน, 2548)

เป็นการนำสลัดจ์ไปทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก มีความจำเป็นต้องมีสลัดจ์ที่ได้คุณภาพ เพื่อให้ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ มีความปลอดภัยต่อคน และสัตว์ ซึ่งต้องพิจารณาสารอินทรีย์ ธาตุอาหาร เชื้อโรค โลหะหนัก และสารพิษต่าง ๆ ว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด

2.2.6.1 การขนส่งผ่านท่อหรือบรรทุกเรือน้ำไปทิ้งทะเล (Marine Disposal) (สุเทพ, 2549)

เป็นวิธีการที่ใช้กันหลายประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองใหญ่ ๆ ที่ตั้งอยู่ติดทะเล อย่างไรก็ตามจากผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคุณภาพน้ำทะเลและระบบนิเวศของแหล่งน้ำ เป็นผลให้การกำจัดตะกอนโดยวิธีดังกล่าวได้รับการต่อต้านจากหลายหน่วยงานประเทศต่าง ๆ ได้ออกกฎหมายห้ามมิให้กำจัดตะกอนโดยทิ้งทะเล หรืออาจยอมให้มีการทิ้งทะเลได้ แต่กำหนดให้ห่างจากฝั่งออกไปเป็นระยะทางไกล ๆ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มมากขึ้น

2.2.6.2 การนำไปปรับปรุงดิน (Land Application)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กัน ตะกอนที่นำไปกำจัดอาจอยู่ในรูปตะกอนเปียกหรือตะกอนแห้ง จะมีสารประกอบหลายอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และธาตุอาหารอื่น ๆ ตะกอนที่จะนำไปกำจัดควรจะผ่านกระบวนการบำบัดแล้วและแยกน้ำออกจนที่สภาพเป็นตะกอนแห้ง เพื่อไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นและปัญหาภาวะมลพิษในพื้นที่ที่นำไปกำจัด ปัญหาของการกำจัดตะกอนวิธีนี้นี้ คือ ตะกอนอาจมีส่วนผสมของสารบางอย่างซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายในระยะยาวต่อพืช และสัตว์ที่กินพืชนั้นเป็นอาหารจึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบส่วนประกอบของตะกอนก่อนที่จะนำมาใช้ ปัญหาการหาพื้นที่เกษตรกรรมที่มีเนื้อที่มากพอแล้วมีระยะไม่ไกลจากสถานที่บำบัดน้ำเสียมากเกินไป และหากเป็นพื้นที่นา ซึ่งในการทำปุ๋ยเพาะปลูกจำเป็นต้องมีการกักเก็บน้ำในระยะเวลาหนึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการกำจัดตะกอน ปัญหาด้านสภาพภูมิอากาศก็เป็นปัญหาที่สำคัญโดยเฉพาะช่วงฤดูฝน

2.2.6.3 การนำไปฝังกลบ (Landfill)

ตะกอนอยู่ในรูปตะกอนแห้ง โดยตะกอนที่นำไปกำจัดควรอยู่ในรูปตะกอนแห้ง (Sludge Cake) ซึ่งมีของแข็งอยู่มากกว่าร้อยละ 30 ของสลัดจ์ทั้งหมด เพื่อที่จะให้การกำจัดตะกอนเป็นไปอย่างถูกสุขลักษณะ ควรเป็นการกำจัดแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างสำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้วยตัวเองได้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และจำเป็นจัดหาพื้นที่สำหรับการกำจัดที่เหมาะสม ซึ่งมีระยะไม่ห่างไกลจากโรงบำบัดน้ำเสียมากเกินไป ไม่อยู่ใกล้แหล่งชุมชน มีการศึกษาถึงผลกระทบที่อาจมีต่อคุณภาพน้ำใต้ดิน และแหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ใกล้เคียง

2.2.6.4 การเผา (Incineration)

จากทฤษฎีตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียเป็นวัสดุอย่างที่ดีที่สามารถนำไปกำจัดโดยการเผา เนื่องจากตะกอนที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 80 สามารถที่จะเผาไหม้ได้เองโดยไม่ต้องอาศัยเชื้อเพลิงอื่น การเผามีข้อดีที่สามารถกำจัดตะกอนได้อย่างสมบูรณ์โดยมีต้องส่งไปกำจัดที่อื่น และได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีของเตาเผาให้มีประสิทธิภาพสูงและง่ายต่อการควบคุมการทำงาน ค่าลงทุนในการก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการยังค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ

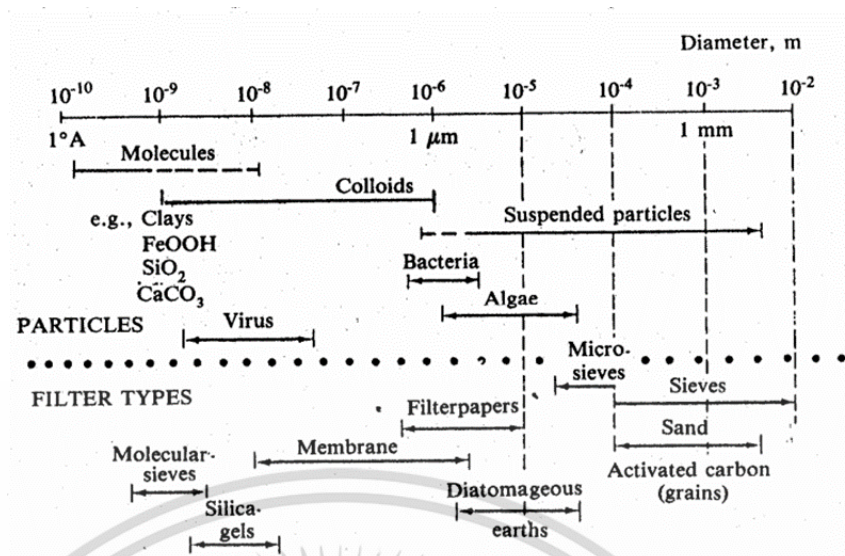
2.2.6.5 การหมักทำปุ๋ย (Composting)

การหมักทำปุ๋ยเป็นวิธีการกำจัดตะกอนที่ดีวิธีหนึ่งสำหรับตะกอนที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีปริมาณสารพิษปนอยู่น้อย ด้วยเหตุผลเดียวกันกับการกำจัดโดยนำไปปรับปรุงดิน โดยนำกากตะกอนมาหมักเป็นเวลา 20 วัน อาจมีการผสมกับกากเหลือใช้จากกระบวนการผลิตอื่น ๆ เช่น ฟางข้าวเพื่อให้แห้งเร็วขึ้น จนมีของแข็งร้อยละ 95 และผสมด้วยกากถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจน หรือผสมด้วยแกลบเพื่อเพิ่มความร่วนซุย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและการใช้งาน

2.3 กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation) และกระบวนการฟล็อกคูเลชัน (Flocculation) (มันสิน, 2537)

“อนุภาคคอลลอยด์” (Colloidal Particle) ในปัจจุบัน ยังไม่มีการกำหนดขนาดที่แน่นอนของอนุภาคคอลลอยด์ หนังสือตำราต่าง ๆ อาจกำหนดขนาดของอนุภาคคอลลอยด์ไม่เท่ากัน โดยทั่วไปถือว่าอนุภาคที่มีขนาดอยู่ในช่วง 10^{-6} มิลลิเมตร (1 nm) จนถึง 10^{-3} มิลลิเมตร (1 ไมครอน) เป็นอนุภาคคอลลอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การจำแนกขนาดของสารต่าง ๆ ในน้ำ (มันสิน, 2537)

ดังนั้นการทำให้คอลลอยด์เกิดการจับกลุ่มของอนุภาคต่าง ๆ จนเป็นก้อน (เรียกว่า ฟล็อก หรือ Floc) ซึ่งสามารถตกตะกอนได้ง่าย กระบวนการในการทำให้คอลลอยด์หลาย ๆ อนุภาคจับตัวกันเป็นฟล็อก เรียกว่า

“โคแอกกูเลชัน” ซึ่งนักวิจัยให้ความหมายแก่ “Coagulation หรือ โคแอกกูเลชัน” ว่าเป็นการทำลายประจุของอนุภาคคอลลอยด์ และให้ความหมายแก่ “Flocculation หรือ ฟล็อกคูเลชัน” ว่าเป็นการรวมอนุภาคคอลลอยด์ให้เป็นกลุ่มก้อนหรือ ฟล็อก (Floc) อย่างไรก็ตามวิศวกรจำกัดความหมายของฟล็อกคูเลชันว่าเป็นการทำให้อนุภาคคอลลอยด์ (อาจถูกทำลายเสถียรภาพหรือยังก็ได้) เกิดการสัมผัสและเกาะติดกันเป็นฟล็อก ส่วนโคแอกกูเลชันนั้นหมายถึง กระบวนการทั้งหมดในการทำให้อนุภาคคอลลอยด์ มารวมกันเป็นฟล็อก

ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่า โคแอกกูเลชันหรือการทำให้อนุภาคคอลลอยด์ต่าง ๆ รวมตัวจับกันเป็นฟล็อก ควรมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ต้องทำลายเสถียรภาพ (Destabilization) ของคอลลอยด์ เช่น ลดแรงผลักระหว่างอนุภาคโดยทางใดทางหนึ่ง
- 2) ต้องทำให้อนุภาคคอลลอยด์ต่าง ๆ เคลื่อนที่มากระทบหรือสัมผัสกันมากที่สุด เมื่ออนุภาคถูกทำลายเสถียรภาพแล้ว จะสร้างโอกาสสัมผัสระหว่างอนุภาคได้ง่ายกว่าเดิม

ระบบคอลลอยด์ อาจจำแนกตามแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง Dispersed Phase หรือ Dispersing Phase ถ้าแรงยึดเหนี่ยวมีกำลังอ่อน ระบบเรียกว่า Hydrophilic ในกรณีที่ Dispersing Phase เป็น

น้ำศัพท์ที่ใช้จะเป็น Hydrophobic และ Hydrophilic แทนตัวอย่างของอนุภาคแบบ ไฮโดรโฟบิก ได้แก่ ดินเหนียว, ทอง, และโลหะอื่น ๆ ส่วนตัวอย่างของอนุภาคแบบไฮโดรฟิลิก ได้แก่ โปรตีน, สบู่, และผงซักฟอก คอลลอยด์แบบไฮโดรโฟบิก สามารถแยกออกจากน้ำได้ง่ายกว่าคอลลอยด์แบบไฮโดรฟิลิก เหตุผล คือ คอลลอยด์ไฮโดรฟิลิก (ชอบน้ำ) มีโมเลกุลของน้ำห่อหุ้มอยู่ จึงต้องใช้แรงมากในการบังคับให้อนุภาคต่าง ๆ เกาะจับกันเป็นกลุ่มก้อนเพราะโมเลกุลของน้ำเป็นเสมือนสิ่งกีดขวางที่ป้องกันมิให้อนุภาคต่าง ๆ เข้าใกล้และจับตัวกัน

2.3.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของคอลลอยด์

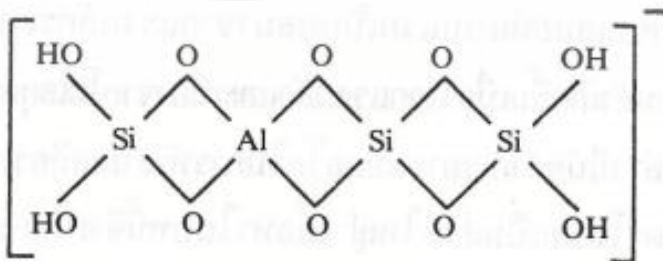
อนุภาคคอลลอยด์อาจมีประจุบวกหรือลบก็ได้ ที่พบมักเป็นอนุภาคลบ และเป็นแบบไฮโดรโฟบิก (อนุภาคที่ไม่ชอบน้ำ) ตัวอย่างของอนุภาคประจุลบในน้ำ คือ ความขุ่นในน้ำผิวดิน ซึ่งส่วนมากเป็นอนุภาคของดินเหนียวชนิดต่าง ๆ อนุภาคประจุบวกมักเป็นอินทรีย์สารซึ่งเป็นอนุภาคแบบไฮโดรฟิลิก

การที่อนุภาคคอลลอยด์มีประจุไฟฟ้า ทำให้มีแรงผลักระหว่างอนุภาคจึงเป็นสาเหตุทำให้อนุภาคต่าง ๆ กระจายอยู่ในน้ำโดยไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนซึ่งเรียกว่า ฟล็อก (Floc) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ประจุไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้คอลลอยด์มีเสถียรภาพ

อนุภาคคอลลอยด์ได้ประจุไฟฟ้ามาจากหลายทาง ดังต่อไปนี้

ก. ความไม่บริสุทธิ์ของผลึกสาร

ประจุไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์อาจได้มาจากการแลกเปลี่ยนอะตอม ของผลึกอนุภาคกับอะตอมจากภายนอกซึ่งมีประจุไม่เท่ากัน ยกตัวอย่างเช่นเมื่อ Al^{+3} แลกที่กับ Si^{+4} ซึ่งอยู่ในโครงสร้างผลึกของดินเหนียว (ดูที่ภาพ 2.7) ทำให้อนุภาคดินเหนียวมีประบน้อยลง จึงแสดงอำนาจของประจุลบ ประจุลบของความขุ่นในน้ำผิวดินมีกำเนิดดังที่กล่าวไปเป็นส่วนใหญ่



รูปที่ 2.7 ประจุไฟฟ้าของอนุภาคดินเหนียว (มันสิน, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ประจุไฟฟ้าของไอออนที่ถูกดูดติดผิวของอนุภาคคอลลอยด์

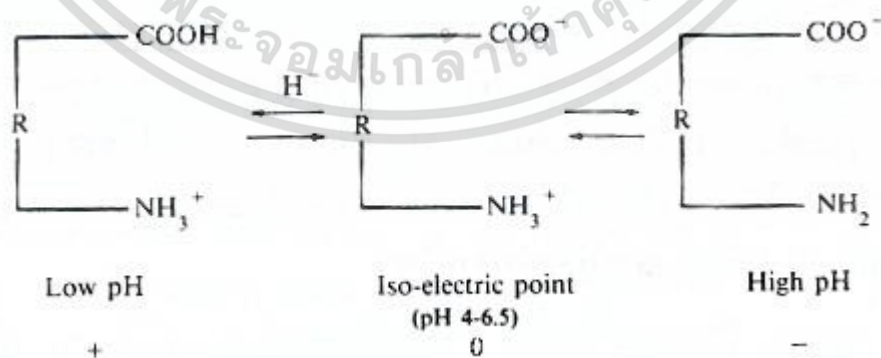
ฟองก๊าซ ละอองน้ำมัน หรืออนุภาคคอลลอยด์อีกหลายชนิดได้ประจุไฟฟ้าบนผิวเนื่องจากมันสามารถเลือกดูดไอออน (ที่มีประจุลบหรือบวกก็ได้) บางชนิดมาติดบนผิวได้ ไอออนที่ถูกดูดติดเรียกว่า Peptizing Ions อนุภาคคอลลอยด์ที่กระจายอยู่ในน้ำมักชอบดูดไอออนลบมากกว่าไอออนบวก เพราะ ไอออนบวกจะมีโมเลกุลของน้ำล้อมรอบอยู่ เช่น Al, Fe ทำให้ไอออนบวกไม่สามารถเข้าถึงผิวของอนุภาคคอลลอยด์ได้แนบชิดเท่ากับไอออนลบ โมเลกุลของน้ำเป็นเสมือนสิ่งกีดขวางการจับตัวระหว่างไอออนบวกและอนุภาคคอลลอยด์ ด้วยเหตุดังกล่าว อนุภาคคอลลอยด์ในน้ำจึงมักมีประจุลบมากกว่าบวก

ค. การละลายตัวของไอออน (Ion Dissolution)

อนุภาคคอลลอยด์บางชนิดจะมีประจุไฟฟ้า ถ้าไอออนต่างชนิดที่ประกอบกันจะละลายน้ำได้ไม่เท่ากัน

ง. การแตกตัวเป็นไอออนของ Functional Group

อนุภาคคอลลอยด์จำนวนมากได้ประจุไฟฟ้า เนื่องจากการแตกตัวเป็นไอออนของ Functional Group บนผิวอนุภาค ยกตัวอย่าง เช่น โปรตีนได้ประจุไฟฟ้าจากการแตกตัวเป็นไอออนของหมู่เอมิโน (Amino Group) หรือหมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl Group) ซึ่งขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำเมื่อน้ำมีพีเอชต่ำ โปรตีนจะมีประจุบวกและจะมีประจุลบที่พีเอชสูงซึ่งโปรตีนอาจไม่มีประจุเลยที่ระดับพีเอชระหว่างค่าสูงและต่ำ



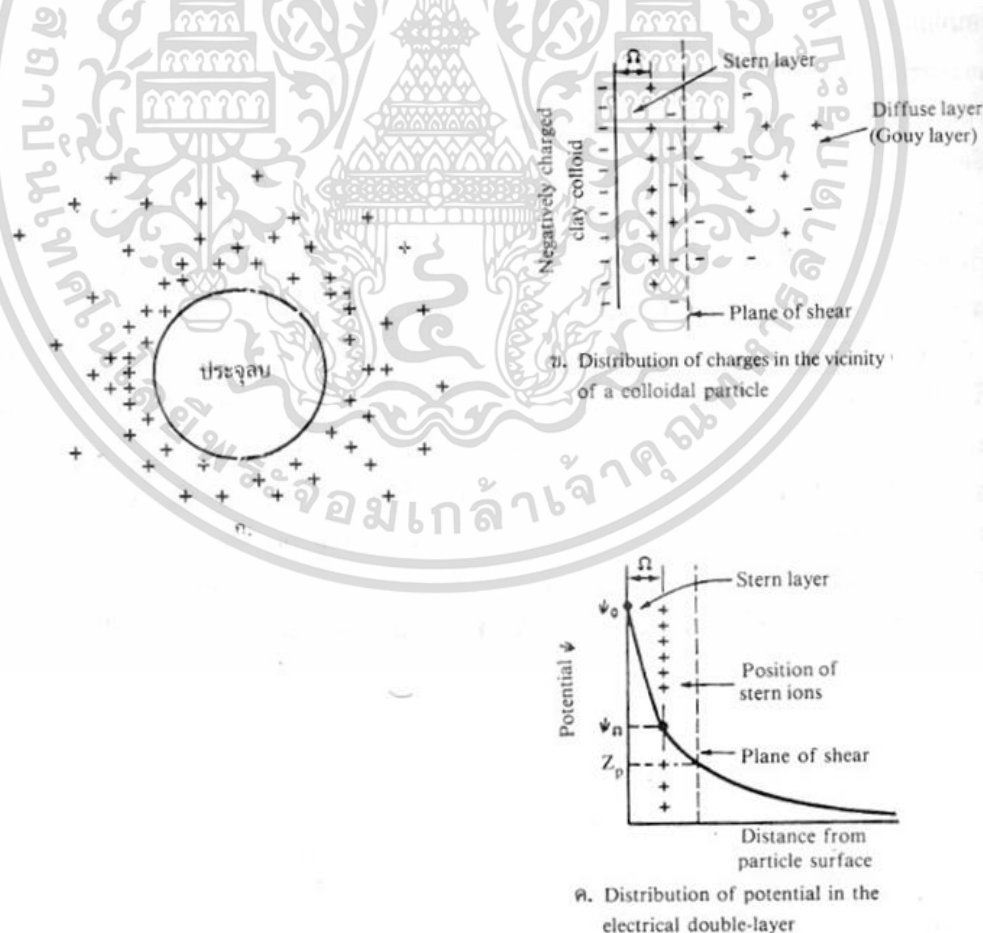
รูปที่ 2.8 การแตกตัวเป็นไอออนของ Functional Group (มันสิน, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 Electric Double Layer Theory

ความแตกต่างระหว่างคอลลอยด์แบบไฮโดรโฟบิกและแบบไฮโดรฟิลิกคือ เสถียรภาพ (Stability) ของคอลลอยด์แบบแรกเป็นผลมาจากแรงผลักระหว่างไอออนชนิดเดียวกัน ส่วนเสถียรภาพของคอลลอยด์แบบหลังเกิดขึ้นเนื่องจากแรงผลัก และโมเลกุลของน้ำที่ห่อหุ้มอนุภาค (Particle Solvation) ความแตกต่างดังกล่าว มีนัยสำคัญมากต่อกลไกในการทำลายเสถียรภาพ

ทฤษฎีที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติของคอลลอยด์ คือ Electric Double Layer Theory ซึ่งผู้คิดค้นคือ Helmholtz และพัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้นด้วย Gouy, Chapman และ Stern ขอให้พิจารณาอนุภาคดินเหนียว ซึ่งมีประจุลบเป็นตัวอย่างประกอบคำอธิบาย เนื่องจากประจุลบของอนุภาคคอลลอยด์สามารถสร้างแรงดึงดูดที่ทำให้ประจุไอออนบวก (ดังแสดงในภาพ ที่ 2.9) ในน้ำวิ่งเข้ามาหาได้ ทำให้ประจุบวกมาแออัดกันอยู่ใกล้ผิวอนุภาคคอลลอยด์ ความหนาแน่นของไอออนบวกจะสูงที่สุดในบริเวณที่อยู่ติดกับอนุภาคคอลลอยด์ และลดน้อยลงไปตามระยะห่างจากอนุภาค

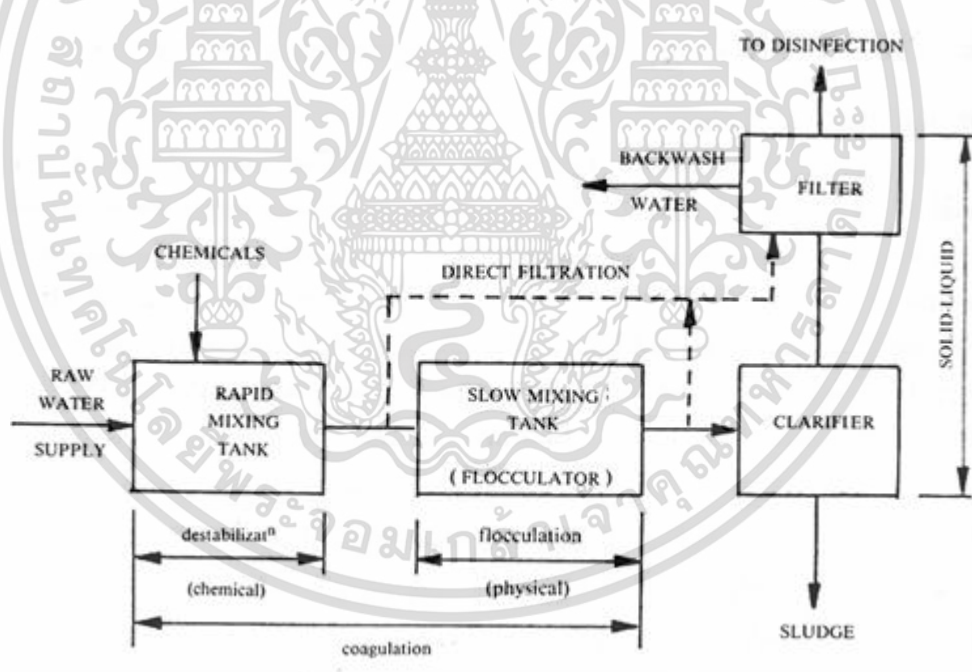


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งรูปที่ 2.9 โมเดลที่ใช้อธิบาย Electrical Double Layer Theory (มันสิน, 2537) นำไปใช้

ระบบคอลลอยด์อาจมีเสถียรภาพหรือไม่ก็ได้ ดังได้กล่าวแล้วว่าคอลลอยด์นั้นถือว่าเสถียรภาพเมื่อสามารถดำรงสถานะแขวนลอยในน้ำได้โดยไม่ตกตะกอนภายในเวลาสั้น เมื่อทำให้อนุภาคคอลลอยด์ตกตะกอนและแยกตัวจากน้ำก็ถือว่า เสถียรภาพของคอลลอยด์ถูกทำลายและไม่มีเสถียรภาพอีกต่อไป ด้วยเหตุนี้ เสถียรภาพของคอลลอยด์จึงขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างอนุภาค

2.3.3 การสร้างตะกอน (Coagulation)

การตกตะกอนหนัก โดยการเติมสารเคมีที่เรียกว่าโคแอกกูแลนต์ (Coagulant) เพื่อผสมน้ำดิบกับสารเปลี่ยนแปลงสภาพของคอลลอยด์ (colloid) โดยมีขนาดอยู่ในช่วง 10^{-6} ถึง 10^{-3} มิลลิเมตร เพื่อลดเสถียรภาพ (Destabilization) ที่มีขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและตกตะกอนลงมา เมื่อเติมโคแอกกูแลนต์ลงไปจะต้องมีการผสมโดยการกวนเร็ว (Rapid mixing) เพื่อให้สารผสมเข้ากันอย่างทั่วถึง จากนั้นจะทำการกวนช้า (Flocculation) เพื่อให้สารแขวนลอยและโคแอกกูแลนต์จับตัวกัน



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของกระบวนการโคแอกกูเลชัน

โคแอกกูเลชันเอ็ด (Coagulation Aid) หรือ โคแอกกูแลนต์เอ็ด (Coagulant Aid) หมายถึง สารที่ช่วยทำให้โคแอกกูแลนต์สร้างโคแอกกูเลชันได้ดียิ่งขึ้น ตัวอย่างของโคแอกกูเลชันเอ็ด ได้แก่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า สารอินทรีย์ธรรมชาติ หรือสังเคราะห์, Activated Silica, ดินเหนียวชนิดต่าง ๆ , ปูนขาว ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันที่จริงแล้ว สารพอลิเมอร์อาจนำมาใช้เป็นตัวโคแอกกูแลนต์เลยก็ได้ แต่มีราคาแพงกว่าโคแอกกูแลนต์สามัญอื่น ๆ ในทางปฏิบัติจึงใช้พอลิเมอร์เป็นตัวช่วยสนับสนุนสร้างโคแอกกูเลชัน อีกประการหนึ่ง แม้ว่าพอลิเมอร์สามารถทำลายเสถียรภาพของอนุภาคได้แต่ไม่เหมาะสำหรับใช้ลำพังกับน้ำที่มีความขุ่นต่ำ เนื่องจากพอลิเมอร์ไม่สร้างเป่าสัมผัสเพิ่มขึ้นน้ำที่มีความขุ่นต่ำจึงสัมผัสกันระหว่างอนุภาคน้อย และไม่อาจสร้างฟล็อกขนาดใหญ่ได้

พอลิเมอร์ที่ใช้เป็นโคแอกกูแลนต์ ต้องสามารถเกาะติดผิวของอนุภาคความขุ่น ดังนั้นจึงมักปรากฏว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างความเข้มข้นของความขุ่นกับปริมาณพอลิเมอร์ที่ใช้สร้าง โคแอกกูเลชันกล่าวคือ ถ้าความขุ่นสูงก็ต้องการพอลิเมอร์มาก แต่ถ้าความขุ่นต่ำก็ต้องการพอลิเมอร์น้อย พอลิเมอร์สร้างโคแอกกูเลชันให้กับน้ำขุ่นได้ 2 วิธี ซึ่งล้วนต้องอาศัยคุณสมบัติในการเกาะจับกันกับคอลลอยด์ วิธีแรกเป็นการทำลายประจุลบของอนุภาคคอลลอยด์ด้วยพอลิเมอร์ที่มีประจุบวก ทำให้เสถียรภาพของคอลลอยด์หมดสิ้นไป วิธีที่สองเป็นการสร้างโคแอกกูเลชัน โดยมีพอลิเมอร์เป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างอนุภาคคอลลอยด์หลาย ๆ ตัว ประจุของพอลิเมอร์ในกรณีนี้ไม่ใช่เรื่องสำคัญ เพราะไม่จำเป็นต้องทำให้คอลลอยด์เป็นกลางสำคัญที่พอลิเมอร์ต้องมีขนาดใหญ่เพื่อเป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างอนุภาคและความปั่นป่วน ที่เกิดจากการกวนน้ำด้วยเหตุนี้โคแอกกูเลชันที่เกิดจากวิธีสร้างสะพานนี้จึงต้องการพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ๆ ซึ่งมักเป็นชนิดลบหรือไม่มีประจุ

2.3.4 การรวมตะกอน (Flocculation) คือ การทำให้อนุภาคคอลลอยด์ หรือ ฟล็อก (Floc) ที่ผ่านการผสมเร็วมาแล้ว ได้รวมตัวใหญ่ขึ้นมีน้ำหนักขึ้นจนสามารถตกตะกอนได้ สร้างโอกาสเพื่อเพิ่มการสัมผัสกันของตะกอนเพื่อกลุ่มฟล็อกใหญ่ขึ้น จากการปั่นกวนน้ำอย่างช้า ๆ (slow mixing) ซึ่งการทำให้คอลลอยด์ไม่แขวนลอยในน้ำได้ด้วยการทำลายเสถียรภาพคอลลอยด์

2.4 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการสร้างตะกอน (coagulation aid) (มันสิน, 2537)

การใช้สารช่วยสร้างตะกอน (Coagulation aid) คือ สารที่เติมลงในระหว่างกระบวนการสร้างตะกอนเดิมช่วยปรับปรุงให้กระบวนการสร้างตะกอนดีขึ้น ช่วยให้ฟล็อกตกตะกอนได้ง่าย อีกทั้งช่วยลดปริมาณการใช้สารสร้างตะกอนให้น้อยลง และลดปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น โครงสร้างของพอลิเมอร์ประกอบด้วยสายยาวของคาร์บอนต่อกันทำให้น้ำหนักโมเลกุลมาก และปลายสายสามารถยึดเกาะอนุภาคต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดการรวมกลุ่มของฟล็อกให้ใหญ่ขึ้น และจมตัวได้ดีขึ้น กลไกนี้ คือ กลไก

การสร้างสะพานเชื่อมระหว่างอนุภาคและการใช้พอลิเมอร์เป็นสารสร้างตะกอน และไม่เหมาะกับการใช้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าตามลำพังในน้ำที่มีความขุ่นต่ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอลิเมอร์สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1) พอลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมีหลายชนิด เช่น เซลลูโลส (Cellulose), เจลาติน (Gelatin) และ แป้ง (Starch)

2) พอลิเมอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ซึ่งในปี ค.ศ. 1979 ได้มีการสังเคราะห์พอลิเมอร์ขึ้นอย่างสมบูรณ์และนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง Polyacrylamide ที่สร้างขึ้นจาก Monomer ที่รวมกันเป็นสายโซ่ยาวจำนวนโมเลกุลจะประกอบด้วยน้ำหนักโมเลกุลในปริมาณเป็นล้านหน่วยแสดงดังรูปที่ 2.11



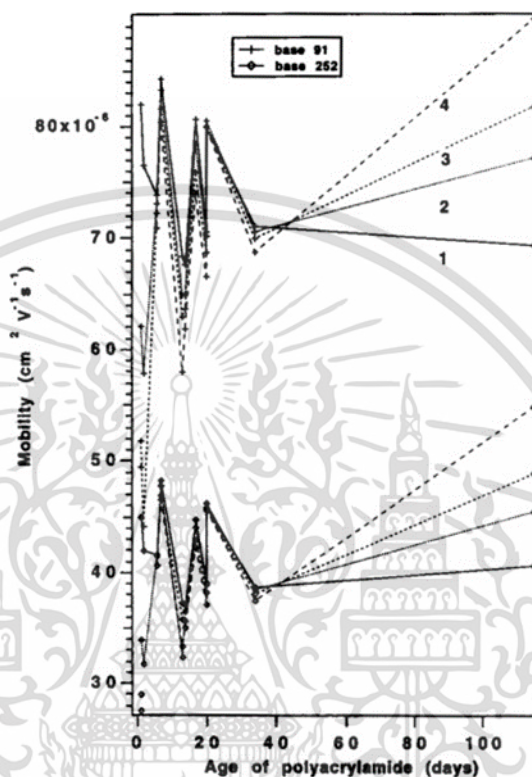
รูปที่ 2.11 รูปร่างพอลิเมอร์ประกอบด้วยน้ำหนักโมเลกุลในปริมาณล้านหน่วย (USEPA, 1979)

องค์ประกอบและรูปแบบทางด้านกายภาพของพอลิเมอร์มีรูปร่างเป็นโซ่ยาว (long chain) เป็นสารเคมีชนิดพิเศษสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้อย่างสมบูรณ์จาก Monomers หลาย ๆ สายรวมกัน หรือสามารถทำได้จากการเพิ่มสารเคมีลงไปเพื่อเพิ่มหน้าที่ของ Monomers ซึ่งเป็นตัวแบ่งประเภทของพอลิเมอร์ ที่เกิดขึ้น ดังนั้น Monomer จึงเป็นส่วนประกอบหนึ่งของ พอลิเมอร์แขนงของ Monomer ค่อนข้างกว้างจึงใช้ในการสังเคราะห์สารอินทรีย์พอลิเมอร์ เช่น Acrylamide สารอินทรีย์สังเคราะห์ พอลิเมอร์ สามารถแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ คือ

2.4.1 Cationic Polymer มีประจุบวกบนส่วนของสารอินทรีย์ ระดับของประจุบนพอลิเมอร์ขึ้นอยู่กับจำนวนไอออนของ Nitrogen Groups มีประสิทธิภาพสูงในการปรับสภาพตะกอนซึ่งมีประจุลบ

ตัวอย่าง Cationic Polymer เช่น Polydiallyldimethyl Ammonium (PDADMA, Cat-Floc) สรรวามตะกอน Polyacrylamide ประเภท Cationic เตรียมได้โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ

สารเคมีชนิด Non-ionic-Polyacrylamide หรือเป็นการรวม Cationic Monomer ด้วย Acrylamide Polymer ชนิด Cationic Polymer จะนิยมใช้ในงานปรับสภาพตะกอน เนื่องจากของแข็งในน้ำตะกอนสดนั้นมีประจุลบ



รูปที่ 2.12 ประสิทธิภาพ Acrylamide Polymer

2.4.2 Anionic Polymer มีประจุลบบนส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ จำนวนประจุลบขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มของacrylamide ที่ละลายอยู่ใน Acrylic acid ชนิดของ Anionic Polymer เช่น Polyacrylamide acid (PAA), Hydrolyzed Polyacrylamide (HPAM) และ Polystyrene sulfate (PSS) สารรวมตะกอน Polyacrylamide ประเภท Anionic มีประจุไฟฟ้าเป็นลบเมื่อละลายน้ำและทำให้เกิดกลุ่ม Amide Group (NH^-) หรือเกิดจากการรวมกลุ่มของ Anionic Monomer จนเป็น Acrylamide Polymer

2.4.3 Nonionic polymer ไม่ละลายน้ำแต่มีประสิทธิภาพในการเชื่อมอนุภาคของตะกอนให้เกิดการรวมกลุ่มกันได้ดีในทางปฏิบัติ Nonionic Polymer อาจเกิดจากการรวมกันของสารอินทรีย์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอลิเมอร์ Inorganic Polymer และสารอินทรีย์พอลิเมอร์ (Organic Polymer) ซึ่งจะเพิ่มความแข็งแรงของ Floc

โครงสร้างในรูปสารละลายของสารอินทรีย์พอลิเมอร์ เมื่อละลายน้ำจะเปลี่ยนเป็นสารละลาย ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามความหนืด ค่าความหนืด (Viscosity) ขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุล และระดับของประจุไฟฟ้าที่การเจือจางมาก ๆ โมเลกุลจะยืดแขนออก เพราะว่าผลของการผลักจึงทำให้เกิดการประชิดตามความยาวของสายพอลิเมอร์ที่ความเข้มข้นปกติสายโซ่ที่ยาวของพอลิเมอร์จะขดบ้นนิขฐานว่ามีรูปร่างคล้ายไส้ไก่ (ม้วนเป็นวง) แสดงดังภาพ 2.13



รูปที่ 2.13 พอลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ (มันสิน, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความยาวของสายโมเลกุลของพอลิเมอร์ค่อนข้างยาว ดังนั้นจึงไม่สามารถบอกตัวเลขของสายพอลิเมอร์ได้ทั้งหมดเมื่อพอลิเมอร์ละลายน้ำซึ่งประมาณพอลิเมอร์ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร จะมีสายพอลิเมอร์ประมาณ 120 ล้านสายต่อน้ำ 1 ลิตร

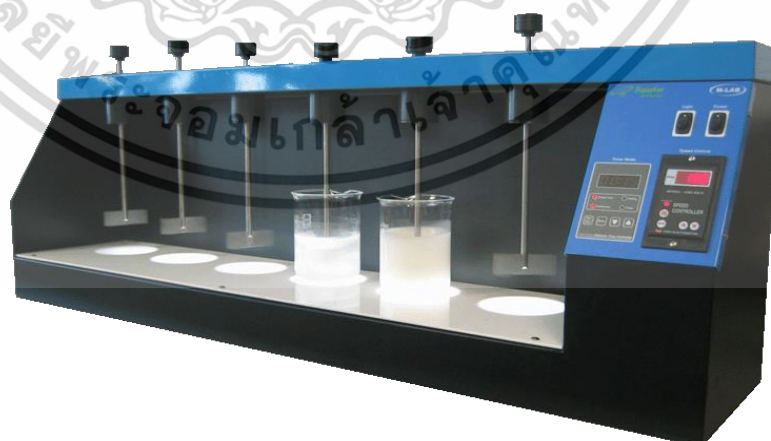
2.5 การควบคุมการสร้างตะกอน (บุญยาพร และคณะ, 2560)

การควบคุมการสร้างตะกอนให้ได้ผลดีจะต้องควบคุมสภาวะต่าง ๆ ให้เหมาะสม ปัจจัยที่ควบคุมได้แก่ ระดับพีเอชของน้ำ ความเร็วเกรเดียนท์ ระยะเวลาทวนน้ำ ปริมาณ และชนิดของสารรวมตะกอน วิธีการควบคุมการสร้างตะกอนนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น จาร์เทสต์ (Jar Test) การวัดค่าซีตาโพเทนเชียล การหาค่าดัชนีการกรอง (Filtrability Index) เป็นต้น ซึ่งจะขอกล่าวเฉพาะวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือ จาร์เทสต์

2.5.1 วิธีจาร์เทสต์ (Jar Test) (กองควบคุมคุณภาพน้ำ, 2544)

จาร์เทสต์ (Jar Test) เป็นการทดลองที่ใช้ในการตรวจสอบหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับเติมลงในน้ำดิบ (Optimum dose of coagulant) เพื่อตกตะกอนสารแขวนลอยในน้ำ และนำผลที่ได้ไปปรับจ่ายในกระบวนการผลิตน้ำ

หลักการสำหรับการทดลองจาร์เทสต์ ได้แก่ การจำลองการทำงานของถังตกตะกอน ซึ่งเริ่มจากการทวนเร็ว เพื่อกระจายสารโคแอกกูแลนต์ให้สม่ำเสมอ การทวนช้า เพื่อให้สารโคแอกกูแลนต์มีโอกาสเคลื่อนที่เข้าร่วมกับความขุ่นเพื่อสร้างฟล็อก



รูปที่ 2.14 เครื่องจาร์เทสต์ (Jar Test) (M-LAB, 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 Morrow และ Rausch (1974) รายงานว่าโพลีเมอร์ประจุบวก (Cationic Polymer) สามารถใช้เป็น สารสร้างตะกอนที่เป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic Coagulants) ให้แก่ น้ำดิบที่มีความขุ่นสูงและต่ำได้เมื่อใช้ค่า G ในการกวนเร็วมากกว่า 400 วินาที ทำให้ได้ตะกอนที่มีปริมาตรต่ำจึงง่ายต่อการนำไปกำจัด นอกจากนี้ตะกอนที่เกิดขึ้นจะหนัก และมีความหนาแน่นมากกว่าตะกอนที่เกิดขึ้นจากการใช้สารสร้างตะกอนที่เป็นสารอนินทรีย์จึงทำให้การตกตะกอนและการรวมตัวกันของตะกอนดีกว่า แต่ในการใช้โพลีเมอร์ในการกำจัดสิ่งที่ไม่ได้ผลที่ดีพอและค่าความเป็นด่าง , ความกระด้าง , พีเอช และอุณหภูมิจะไม่มีผลต่อการทำงานของโพลีเมอร์บำบัดน้ำได้ทำให้ได้กลุ่มตะกอนที่มีขนาดเล็กและแน่น (Dense Flocc) ตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับตะกอนที่เกิดจากการใช้สารส้ม หรือ เหลือเฟือคลอรีน ทำให้เกิดกลุ่มตะกอนที่รวดเร็ว มากกว่าการใช้สารส้ม หรือ เหลือเฟือของเหล็กเป็นสารสร้างตะกอน สะดวกในการใช้งาน ไม่มีความเป็นพิษและอันตรายต่อผู้ใช้ สามารถทำลายหรือลดสภาพความเป็นด่างน้อยกว่าการใช้สารส้ม หรือ เหลือเฟือของเหล็กในการสร้างตะกอนทำให้สารเคมีบางชนิด เช่น ซัลเฟต ตกค้างในน้ำในปริมาณที่น้อย

2.6.2 กรณิการ์ (2525) ศึกษากระแสการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษากลุ่มน้ำเจ้าพระยา เสนอต่อ International Development Research Centre (IDRC) แนะนำให้ใช้อัตราการกวนเร็ว 130 min^{-1} นาน 1 นาที จากนั้นลดลงเหลือความเร็ว $30 - 40 \text{ min}^{-1}$ นาน 20 นาที แล้วตั้งทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมงพบว่าขนาดตะกอนเฉลี่ยเท่ากับ 0.027 มม. ความเร็วการตกของตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 21.31 มม.

2.6.3 กิตติยา และคณะ (2544) ศึกษาการใช้เทคนิคลอยตะกอนแบบการละลายของอากาศ (DAF) การทดลองนี้ใช้น้ำตัวอย่างที่เตรียมขึ้นจากการผสมดินเคโอลินที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 8.2 ไมครอน ในน้ำ มีความเข้มข้นที่แน่นอนในช่วง $10-100 \text{ mg/L}$ เครื่องจักรทดสอบหาปริมาณสารรวมตะกอน ได้แก่ สารส้ม และเฟอร์ริกคลอไรด์ที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบกับอุปกรณ์ DAF ที่มีความจุ 10 ลิตร ทำงานที่ความดัน 4 บาร์เกจ และอัตราส่วนปริมาตรอยู่ในช่วง 5-25% ผลการทดลองพบว่าเมื่อไม่เติมสารรวมตะกอนประสิทธิภาพของการบำบัดแปรผันกับความเข้มข้นของสารแขวนลอย ประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 22.2-27.7% เมื่อเติมสารรวมตะกอนประสิทธิภาพของการบำบัดเพิ่มสูงขึ้น และแปรผันตรงกับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นสารแขวนลอย การเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนปริมาตรมีผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดสูงขึ้นเล็กน้อย และการใช้เฟอร์ริกคลอไรด์เป็นสารรวมตะกอนมีประสิทธิภาพการบำบัดดีกว่าการใช้สารส้มร้อยละ 10-15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 คุณัช และคณะ (2561) ศึกษาสารตกตะกอนที่เหมาะสมกับสำหรับกระบวนการผลิตน้ำประปาในช่วงน้ำดิบความขุ่นต่ำ (10 – 30 เอ็นทียู) ความขุ่นปกติ (30 – 50 NTU) และความขุ่นสูง (100 – 120 NTU) โดยใช้สารส้ม พอลิอะลูมิเนียม คลอไรด์ชนิดเหลว พอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ชนิดความเป็นเบสสูง และอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮเดรตเป็นสารตกตะกอนในการผลิตน้ำประปาด้วยวิธีจาร์เทสต์ และทำการปรับค่าความเป็นต่างของน้ำดิบเท่ากับ 10 60 และ 100 mg/l ของแคลเซียมคาร์บอเนต ผลการทดลองพบว่า สารตกตะกอนทั้ง 4 ชนิด สามารถกำจัดความขุ่นของน้ำดิบให้ต่ำกว่า 4 NTU ตามมาตรฐานการประปาฯ ครบถ้วนได้ โดยเมื่อความขุ่นน้ำดิบเริ่มต้น 10 – 30 NTU สารตกตะกอนที่เหมาะสม คือ พอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ชนิดเหลวที่ความเข้มข้น 8 mg/l มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นร้อยละ 83.02 ความขุ่นน้ำดิบเริ่มต้น 30 – 50 NTU สารตกตะกอนที่เหมาะสม คือ พอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ชนิดความเป็นเบสสูงที่ความเข้มข้น 6 mg/l มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นร้อยละ 92.16 และเมื่อความขุ่นน้ำดิบเริ่มต้น 120 – 150 NTU สารตกตะกอนที่เหมาะสม คือ พอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ชนิดเหลวที่ความเข้มข้น 20 mg/l มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นร้อยละ 97.04

2.6.5 มั่นสิน (2537) ศึกษาการควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชัน ในการควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชัน จำเป็นต้องรู้ชนิดและปริมาณสารที่เหมาะสมตลอดจนสภาวะต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการโคแอกกูเลชันซึ่ง ได้แก่ ระดับพีเอชของน้ำ ความเร็วการเคลื่อนที่ และระยะเวลาในการกวนน้ำ ความก้าวหน้าของทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการโคแอกกูเลชันยังไม่สามารถจะใช้กำหนดและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ จึงได้มีผู้พยายามพัฒนาวิธีควบคุมโคแอกกูเลชันนอกเหนือจากการทดลองจาร์เทสต์ ได้แก่วิธีการควบคุมโดยวัดศักย์ไฟฟ้า (Zeta Potential) การควบคุมโดยวิเคราะห์หาสารโคแอกกูแลนท์ที่เหลือ (Residual Coagulant Analysis) และการควบคุมโดยการหาความสามารถในการกรอง (Filterability) เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทดลองจาร์เทสต์และการหาความสามารถในการกรอง

2.6.6 เสริมพล และไชยยุทธ (2524) ศึกษาการกำจัดความขุ่นและสารคาร์บอนอินทรีย์ที่ละลายน้ำด้วยกระบวนการสร้างและรวมตะกอนเสนอแนะให้ใช้อัตราการกวนเร็ว 100 min^{-1} นาน 3 นาที แล้วเปลี่ยนมากวนช้า 30 min^{-1} นาน 12 นาที แล้วตั้งทิ้งให้ตกตะกอน พบว่า สภาวะเหมาะสมในการบำบัดน้ำผิวดิน คือ การใช้สารสร้างตะกอนชนิด Alum เข้มข้น 40 mg/L เนื่องจาก มีต้นทุนการบำบัดน้ำต่ำที่สุด (0.1135 บาทต่อลูกบาศก์เมตร) และง่ายต่อการใช้งาน

2.6.7 รมลวรรณ (2555) ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของตะกอนจาก Solid contact และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ตะกอนจาก Sludge Lagoon ที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำประปาที่ใช้กระบวนการตกตะกอนทางเคมี

เคมี โดยใช้สารส้มเป็นสารจับตะกอน และทำการทดลองด้วยวิธี Jar Test เมื่อนำสารส้มมาใช้เป็นสารจับตะกอนเพียงอย่างเดียวที่ค่าความขุ่น 19.1, 46.1, 47.4, 53.0 และ 87.9 NTU ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมมีค่า 35.5, 66.5, 70, 69 และ 55 mg/l ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นมีค่า 92.04%, 97.59%, 98.16%, 98.06% และ 98.10% ตามลำดับ เมื่อนำตะกอนสดกลับมาใช้เป็นสารช่วยจับตะกอนร่วมกับสารส้ม ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมมีค่า 23, 50, 64, 55 และ 42.5 mg/l ตามลำดับ ปริมาณตะกอนสดที่เหมาะสมมีค่า 292, 412, 429, 345 และ 275% ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นมีค่า 92.41%, 97.81%, 98.67%, 98.68 และ 98.65% ตามลำดับ เมื่อนำตะกอนแห้งกลับมาใช้เป็นสารช่วยจับตะกอนร่วมกับสารส้ม ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมมีค่า 28, 54, 68, 69 และ 50 mg/l ตามลำดับ ปริมาณตะกอนแห้งที่เหมาะสมมีค่า 408, 340, 340, 374 และ 442 mg/l ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นมีค่า 93.14%, 97.74%, 98.40%, 98.60% และ 98.40% ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า การใช้ตะกอนสด และตะกอนแห้งสามารถลดปริมาณสารส้มที่ใช้ และลดค่าใช้จ่ายของสารเคมี ตะกอนดังกล่าวจะเพิ่มมวลของแข็งแขวนลอย และความขุ่นของน้ำดิบ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอนในช่วงฤดูแล้งที่น้ำดิบมีค่าความขุ่นต่ำได้

2.6.8 บุญยาพร และคณะ (2560) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่น และอัตราการเติมสารแคทไอออนพอลิเมอร์ (Cation Polymer) ในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงไฟฟ้าพระนครเหนือ ชุดที่ 2 โดยมีตัวแปรเป็นความขุ่นของน้ำ จึงแบ่งน้ำทิ้งออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ น้ำทิ้งที่มีความขุ่นสูง (> 2,000 NTU) และน้ำทิ้งที่มีความขุ่นต่ำ (< 2,000 NTU) ผลการทดลองพบว่า จากปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้น 0.25% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ช่วงน้ำทิ้งที่มีความขุ่นสูงปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้ง คือ 7 มิลลิตรต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร และช่วงน้ำทิ้งที่มีความขุ่นต่ำปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้ง คือ 3 มิลลิตรต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร จะได้กากตะกอนมากที่สุด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการทดลองนี้ เป็นการทดลองเพื่อหาปริมาณสารรวมตะกอน (Coagulant) ที่เหมาะสมกับค่าความขุ่น (Turbidity) ของน้ำทิ้งที่ได้จากการ Back wash ระบบ Microfiltration (MF) ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Demineralized) ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือ ชุดที่ 2 โดยเก็บตัวอย่างน้ำจาก Sludge Sump ในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2566 – เมษายน พ.ศ. 2566 มาวิเคราะห์วัดค่าความขุ่นพีเอช และปริมาณ ตะกอนในน้ำตัวอย่างโดยการทำให้ Jar Test โดยวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์

1. ชุดอุปกรณ์ใช้ทำ Jar test ประกอบด้วยใบพัด 6 หน่วย รุ่น JR 6D ยี่ห้อ MLAB
2. เครื่องวัดความขุ่น (Portable Turbidimeter) รุ่น HAC-2100Q-IS ยี่ห้อ HACH ประเทศจีน
3. เครื่องวัดพีเอช รุ่น S400 ยี่ห้อ SevenExcellence
4. ปีกเกอร์ ขนาด 2000 ml จำนวน 6 ใบ
5. ถังใส่น้ำตัวอย่าง
6. แท่งแก้วคนสาร
7. กรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff cone) ขนาด 1000 ml จำนวน 6 อัน
8. ปีเปต
9. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
10. กระดาษชั่งสาร
11. ซ้อนตักสาร
12. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 1,000 ml

3.1.2 สารเคมี

1. แคทไอออนพอลิเมอร์ (Cationic Polymer) บริษัท Nalco Water, an Ecolab
2. น้ำกลั่นปราศจากไอออน (Demineralized) จากระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำทิ้งจากการล้างย้อน ของระบบ Microfiltration (MF) มีการกรองด้วย Micro filter ก่อนเข้าระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์และทำการ Back wash มาที่บ่อ Sludge Sump นำมาเทรวมกัน เพื่อให้ได้น้ำที่มีมวลเดียวกัน และคุณภาพเดียวกัน

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมสารละลาย Cationic Polymer

ชั่งตัวละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ มา 1 กรัม ละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ ด้วยน้ำ Service และเจือจางในขวดวัดปริมาตร 1,000 ml จะได้สารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้น 0.1% w/v (1,000 ppm)

3.2.2 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์

- 1) วัดค่าความขุ่น (Turbidity) ของน้ำตัวอย่างก่อนทำการตกตะกอน เพื่อประมาณค่าในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- 2) ตวงน้ำตัวอย่างลงในบีกเกอร์ปริมาณ 1,000 ml
- 3) เติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้น 0.1% w/v ลงในน้ำตัวอย่างโดยใช้ปริมาณสารละลายพอลิเมอร์ที่แตกต่างกันในช่วงปริมาณที่ต่างกันอยู่ 10 ml (ดูช่วงปริมาณสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เติม และลักษณะตะกอนที่เหมาะสม)
- 4) เมื่อดูปริมาณสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ในช่วงกว้างแล้ว จึงนำช่วงที่เหมาะสมมาใส่แคทไอออนพอลิเมอร์ให้พอดีกับค่าความขุ่นในครั้งนั้น ๆ
- 5) ทดสอบการตกตะกอนน้ำตัวอย่างโดยการทำ Jar Test โดยกวนน้ำในบีกเกอร์ด้วยความเร็ว 130 min^{-1} เป็นเวลา 1 นาที และกวนด้วยความเร็ว 25 min^{-1} เป็นเวลา 30 นาที
- 6) วัดปริมาณตะกอนด้วยกรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff cone) อ่านค่าปริมาณเป็น ml
- 7) นำน้ำส่วนใสด้านบนกรวยอิมฮอฟฟ์ วัดค่าความขุ่น (Turbidity) ด้วยเครื่อง Turbidimeter และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter
- 8) วิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลอง
- 9) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2.3 ศึกษาการมีผลด้านความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำตัวอย่างก่อนเติม Cationic Polymer และหลังการตกตะกอน

- 1) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำก่อนการเติมแคทไอออนพอลิเมอร์
- 2) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์

เอกสารนี้ (3) วัดค่าน้ำตัวอย่างหลังทำการตกตะกอนด้วยแคทไอออนพอลิเมอร์ ภาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ศึกษาการเติมสารตกตะกอน (Coagulant) ในการน้ำทิ้งที่ได้จากระบบการผลิตน้ำ Demineralized

- 1) วัดค่าความขุ่น (Turbidity) ของน้ำทิ้ง จากระบบการผลิตน้ำ Demineralized จาก Sludge Sump
- 2) ปรับอัตราการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ในระบบ Sludge Dewatering ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2 โดยคำนวณปริมาณการใช้สารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสมที่สุดในช่วงค่าความขุ่นขณะนั้นจากการทดลองที่ 3.2.2
- 3) เก็บตัวอย่างน้ำหลังการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ จากระบบบำบัดกากตะกอนน้ำเสียจากบ่อกักน้ำหลังการบำบัด วิเคราะห์หา ค่าความขุ่น (Turbidity), ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ลักษณะของตะกอน

3.2.5 การประกันคุณภาพในการวิเคราะห์

- 1) การทดลองใช้วิธีตามมาตรฐานของกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 1
- 2) อ้างอิงจำนวนรอบการปั่นกววน (RPM) ที่ในการทดลองจากระบบจริงของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือ ชุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

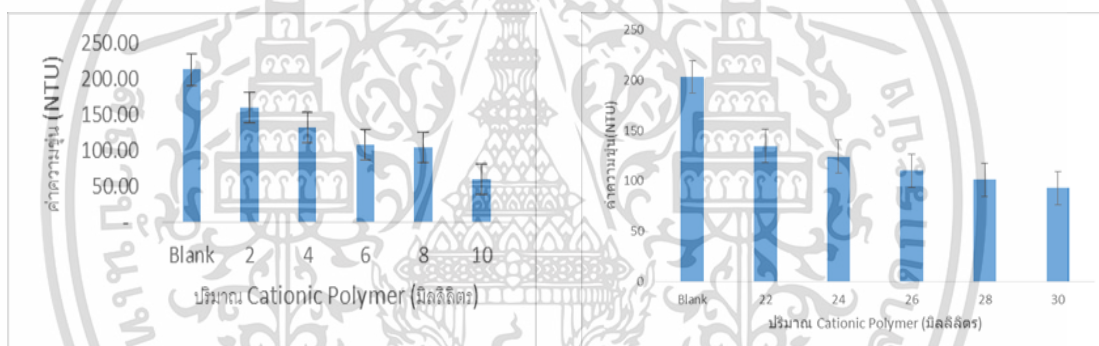
บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณการเติมสารรวมตะกอน (Coagulant) ในระบบ Sludge Dewatering ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ ชุดที่ 2

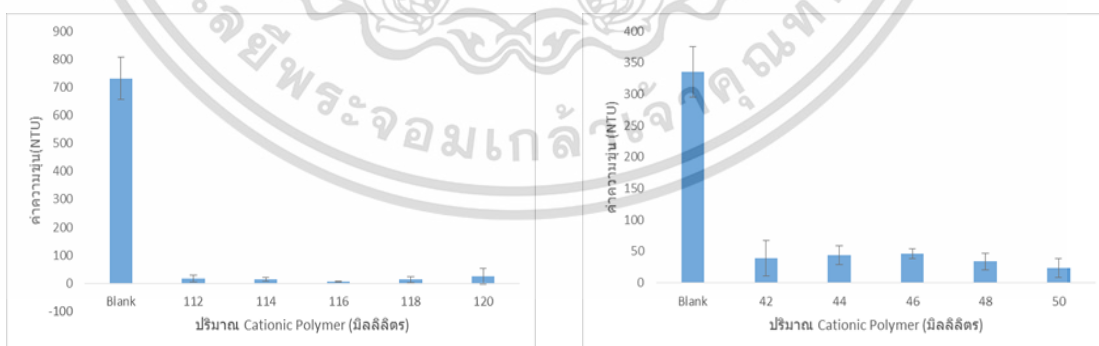
4.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์กับค่าความขุ่น

สำหรับการทดลองในแต่ละครั้งจะเก็บตัวอย่างน้ำจาก Sludge Sump ซึ่งมีค่าความขุ่น (Turbidity) ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละวัน โดยจะวัดค่าความขุ่น (Turbidity) ก่อนทำการทดลองเพื่อหาช่วงแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอน ซึ่งเมื่อได้ช่วงที่เหมาะสมแล้ว จึงนำไปทดสอบด้วยวิธี Jar Test ได้ผลการทดลองดังนี้



ก. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 262 NTU

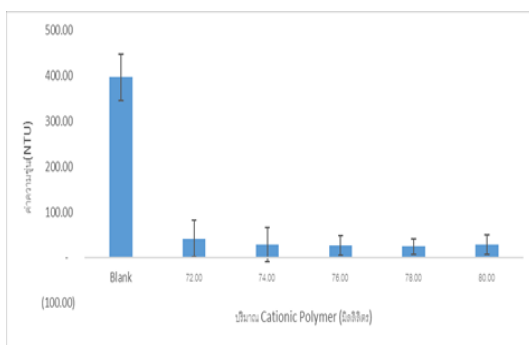
ข. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 360.67 NTU



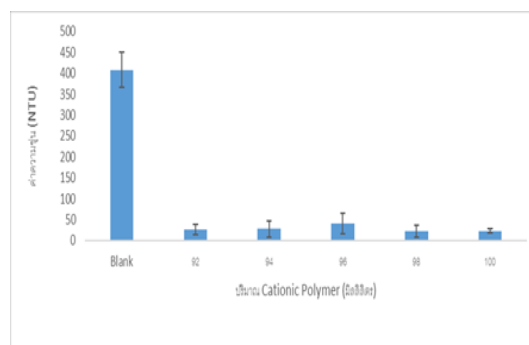
จ. ความขุ่นเริ่มต้น 1019.33 NTU

ฉ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 500.67 NTU

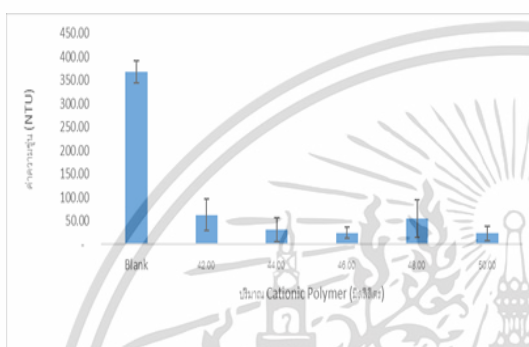
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



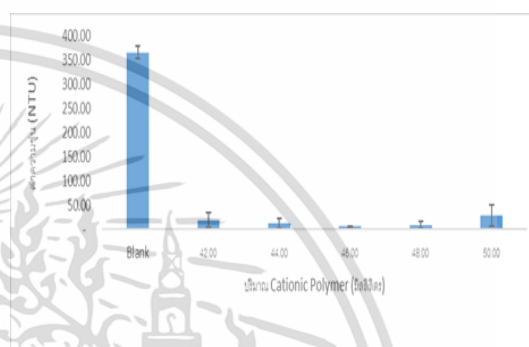
ค. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 544.67 NTU



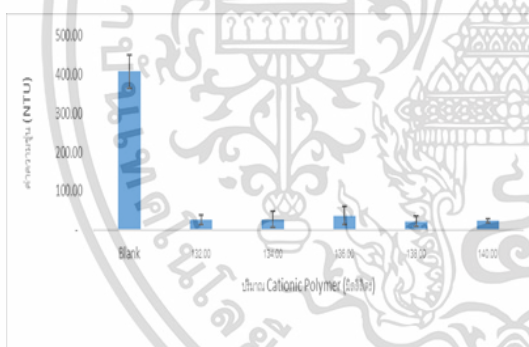
ข. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 831.67 NTU



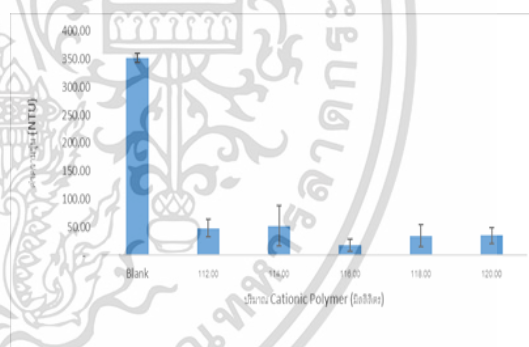
ง. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 482.00 NTU



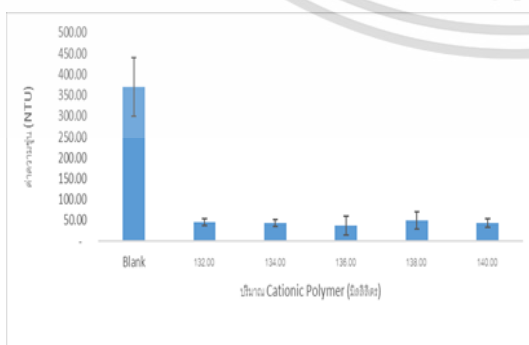
จ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 474.67 NTU



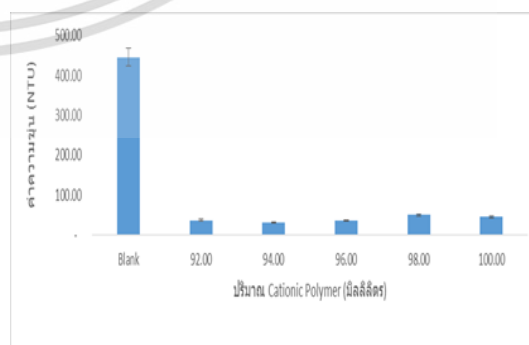
ฉ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 1607.33 NTU



ช. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 1065.33 NTU

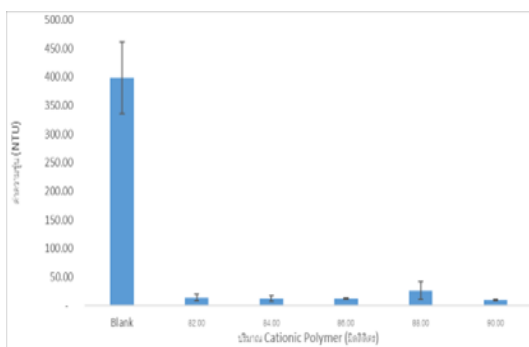


ซ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 1163.33 NTU

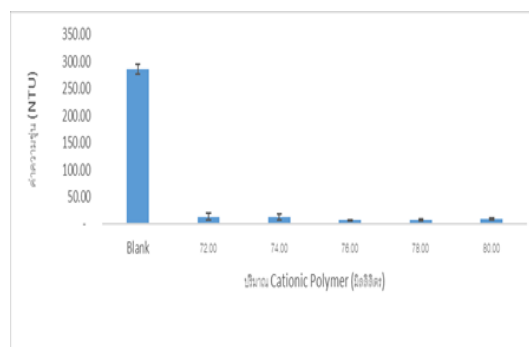


ณ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 866.67 NTU

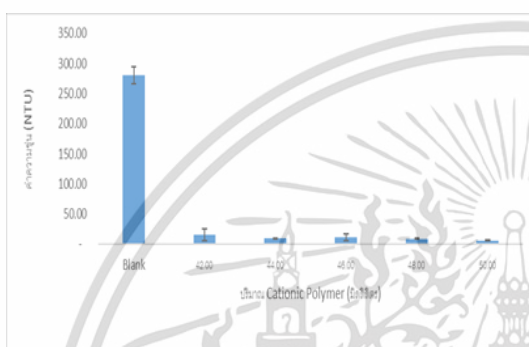
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ญ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 744.67 NTU



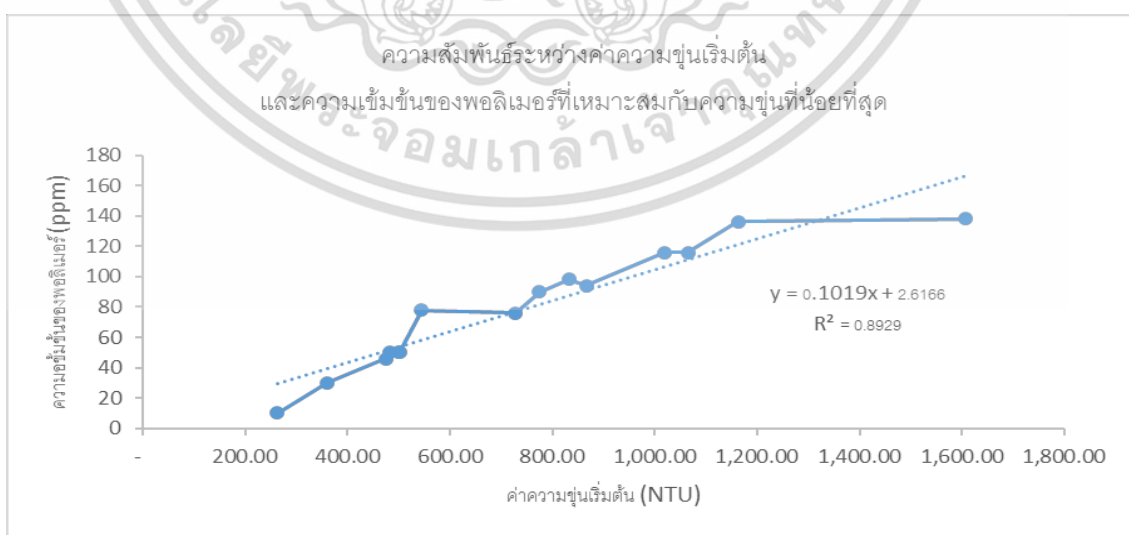
ฎ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 727.33 NTU



ฏ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 499.33 NTU

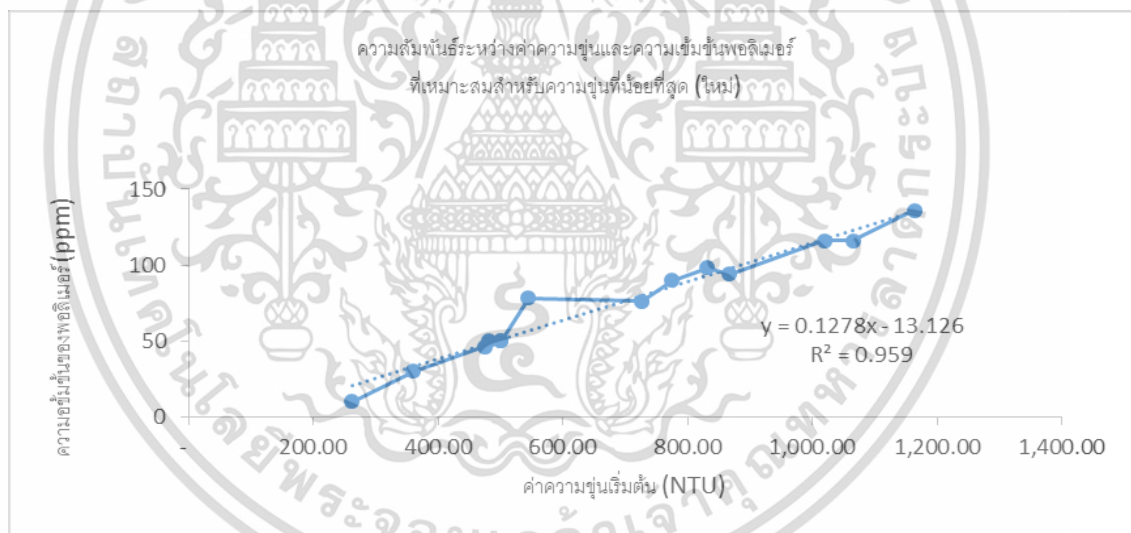
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคทไอออนกับค่าความขุ่นหลังทดลอง ณ ความขุ่นต่าง ๆ

จากการทดลองทั้ง 15 ครั้งใน รูปที่ 4.1 สามารถหาความสัมพันธ์ของปริมาณแคทไอออนกับค่าความขุ่นหลังทดลอง ณ ความขุ่นต่าง ๆ ได้ดังนี้



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นเริ่มต้น และความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เหมาะสมกับความขุ่นที่น้อยที่สุด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และดัดแปลงข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสม ณ ช่วงความขุ่นต่างๆของ Sludge sump จริงในภายในระยะเวลาที่ทดลอง ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแต่ละช่วงความขุ่นใช้ปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์ที่ต่างกัน จากภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเมื่อความขุ่นเริ่มต้นของ Sludge Sump เพิ่มขึ้นจะใช้แคทไอออนพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น เพื่อให้มีความขุ่นน้อยที่สุด ชุดข้อมูลที่ได้มีลักษณะเป็นสมการเส้นตรง โดยมีค่า $y = 0.1019x + 2.6166$ และ $R^2 = 0.8929$ ซึ่งเมื่อมีน้ำจาก Sludge sump มีความขุ่นที่สูงขึ้น จะใช้ปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์ที่สูงขึ้นด้วย เพื่อให้มีความใส แต่จากผลการทดลองใน ภาพที่ 4.1.2 จะเห็นได้ว่า ในค่าที่มีความขุ่นเริ่มต้นตั้งแต่ 1200 NTU ขึ้นไป ความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ ที่ใช้มีความเสถียร และมีแนวโน้มคงที่ ทางผู้วิจัยจึงทำการตัดค่าความขุ่นเริ่มต้นที่ 1200 NTU เป็นต้นไปออก ได้เป็นกราฟความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสม ค่าความขุ่นที่น้อยที่สุด (ใหม่)

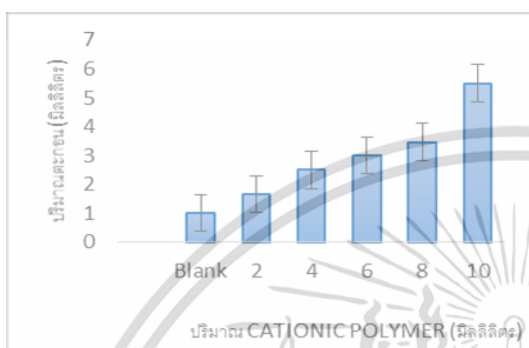


รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นและความเข้มข้นของพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับค่าความขุ่นที่น้อยที่สุด (ใหม่)

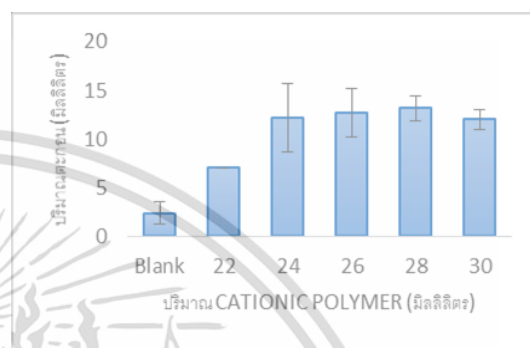
จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และความเข้มข้นของพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับค่าความขุ่นที่น้อยที่สุด (ใหม่) ในรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าผลการทดลองได้สมการใหม่เป็น $y = 0.1278X - 13.126$ และ $R^2 = 0.959$ จะเห็นได้ว่า กราฟเส้นตรงเข้าใกล้เส้นแนวนอนมากขึ้น และจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น ทำให้ผลการทดลองมีความถูกต้องมากขึ้น เมื่อค่าความขุ่นเริ่มต้นอยู่ที่ 100-1200 NTU เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบให้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์กับปริมาณการตกตะกอน

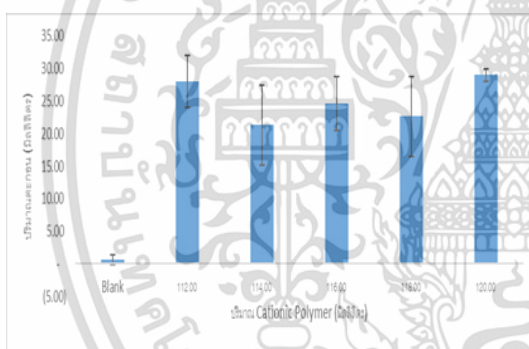
สำหรับการทดลองในแต่ละครั้งจะเก็บตัวอย่างน้ำจาก Sludge Sump ซึ่งมีค่าความขุ่น (Turbidity) ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละวัน โดยจะวัดค่าความขุ่น (Turbidity) ก่อนทำการทดลอง เพื่อหาช่วงแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอน ซึ่งเมื่อได้ช่วงที่เหมาะสมแล้ว จึงนำไปทดสอบด้วยวิธี Jar Test ได้ผลการทดลองดังนี้



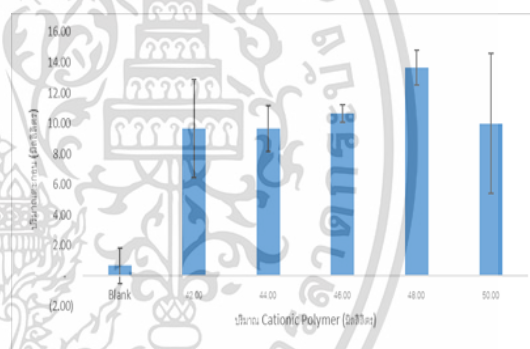
ก. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 262 NTU



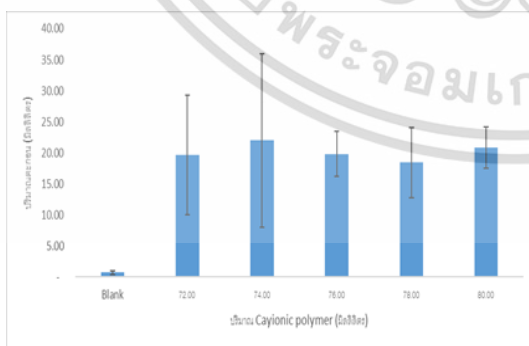
ข. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 360.67 NTU



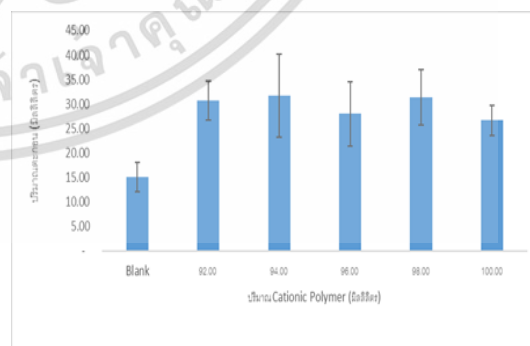
ง. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 1019.33 NTU



ค. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 500.67 NTU

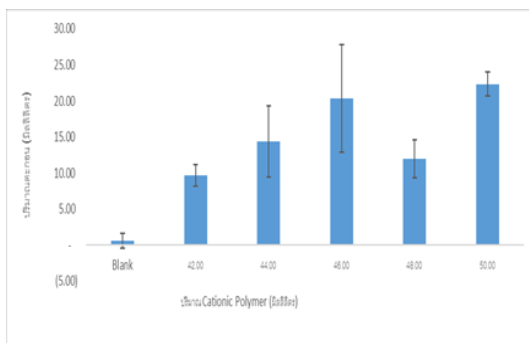


ค. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 544.67 NTU

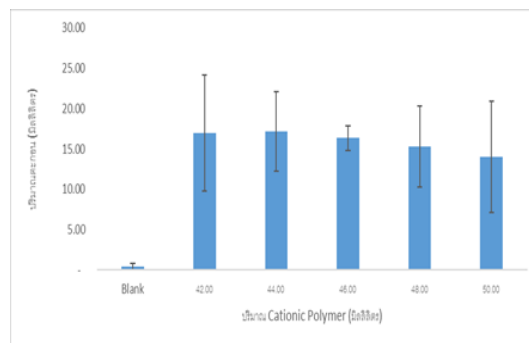


ข. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 831.67 NTU

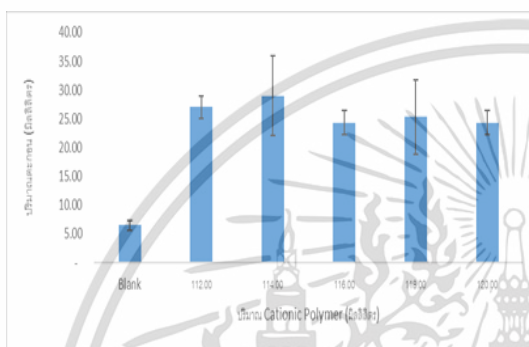
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



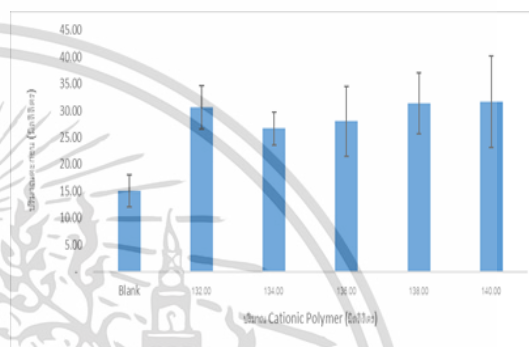
ง. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 482.00 NTU



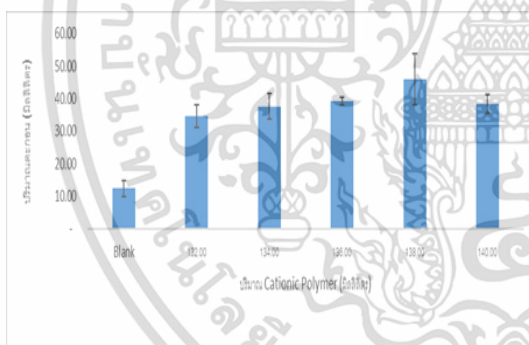
จ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 474.67 NTU



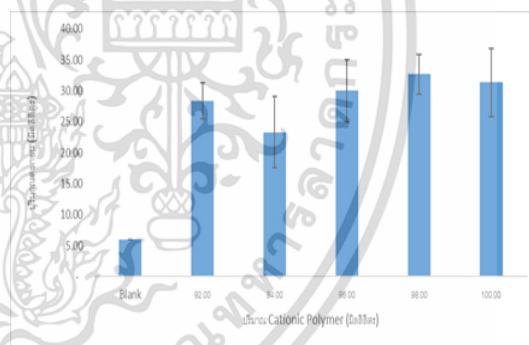
ฉ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 1607.33 NTU



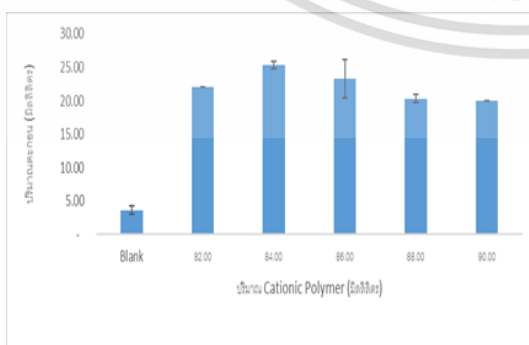
ช. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 1065.33 NTU



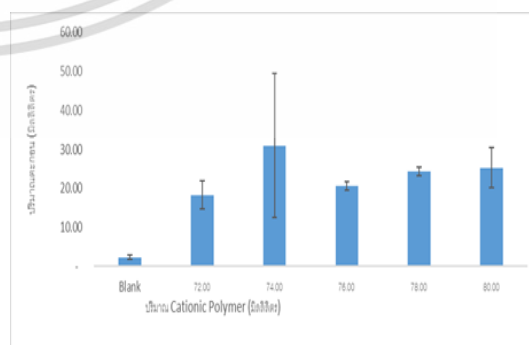
ซ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 1163.33 NTU



ณ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 866.67 NTU

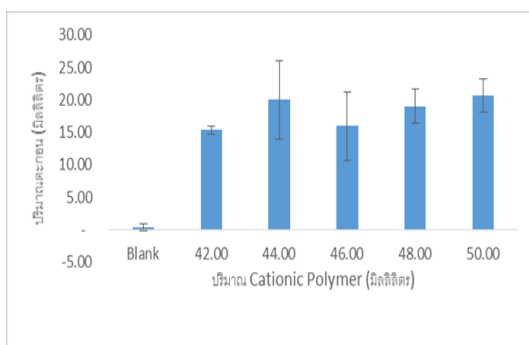


ญ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 744.67 NTU



ฎ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 727.33 NTU

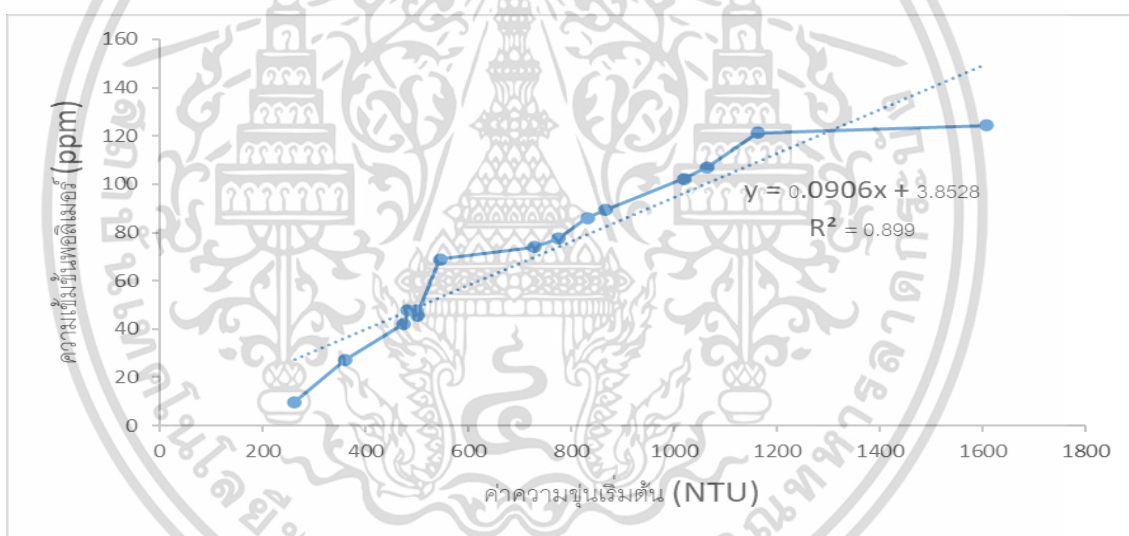
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ณ. ค่าความขุ่นเริ่มต้น 499.33 NTU

รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคทไอออนกับปริมาณตะกอน ณ ความขุ่นต่าง ๆ

จากการทดลองทั้ง 15 ครั้งในรูปที่ 4.4 สามารถหาความสัมพันธ์ของปริมาณแคทไอออนกับปริมาณตะกอน ณ ความขุ่นต่าง ๆ ได้ดังนี้

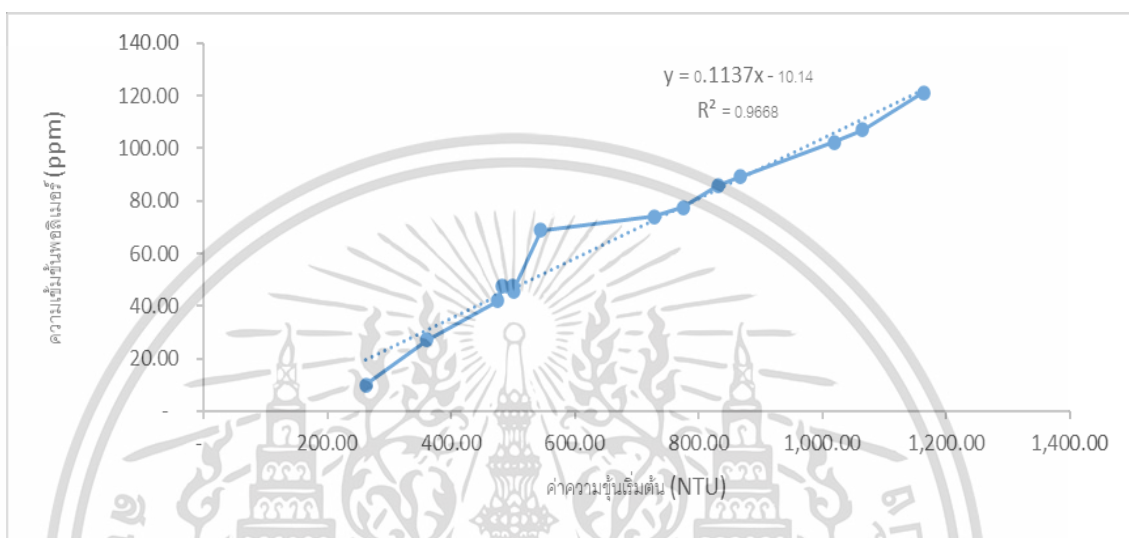


รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับปริมาณการตกตะกอน

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสม ณ ช่วงความขุ่นต่างๆของ Sludge sump จริงในภายในระยะเวลาที่ทดลอง ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแต่ละช่วงความขุ่นใช้ปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์ที่ต่างกัน จากรูปที่ 4.5 เห็นได้ว่าเมื่อความขุ่นเริ่มต้นของ Sludge Sump เพิ่มขึ้นจะใช้แคทไอออนพอลิเมอร์ ที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ตะกอนมีปริมาณมาก ชุดข้อมูลที่ได้มีลักษณะเป็นสมการเส้นตรง โดยมีค่า $y = 0.0906x + 3.8528$

และ $R^2 = 0.899$ แต่จากผลการทดลองใน รูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า ในค่าที่มีความขุ่นเริ่มต้นตั้งแต่ 1200 NTU ขึ้นไป ความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิ-เมอร์ ที่ใช้มีความเสถียร และมีแนวโน้มคงที่ ทางไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุใดแบบส่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยจึงทำการตัดค่าความขุ่นเริ่มต้นที่ 1200 NTU เป็นต้นไปออก ได้เป็นกราฟความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ ที่เหมาะสมสำหรับ ปริมาณการตกตะกอน (ใหม่) ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะเลือกสมการเส้นตรงสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าความ ขุ่นและความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับปริมาณการตกตะกอน ไปใช้ในการ คำนวณปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์ในระบบจริง



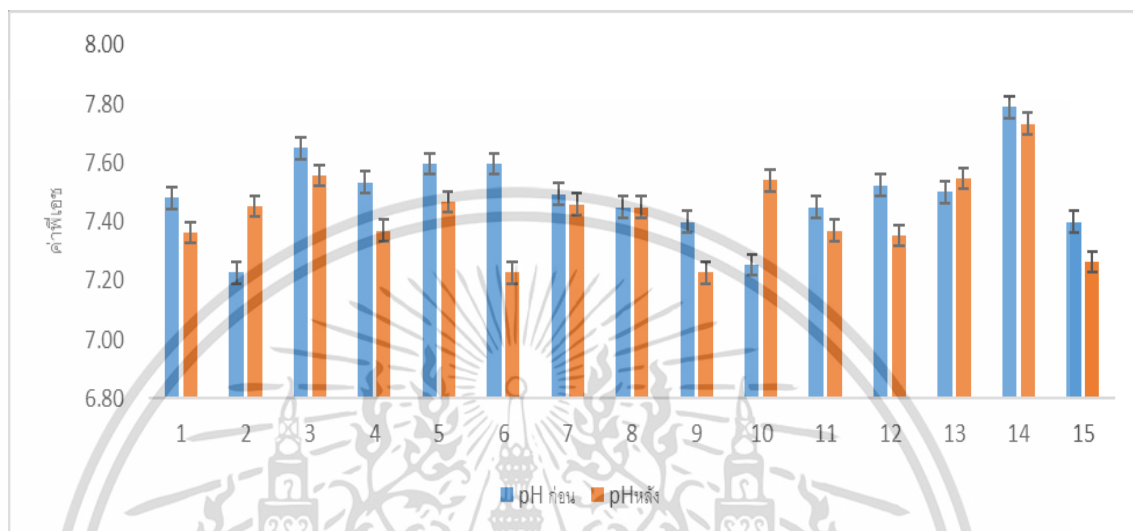
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และความเข้มข้นของพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับปริมาณ การตกตะกอน (ใหม่)

จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และความเข้มข้นของพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับค่า ความขุ่นที่น้อยที่สุด (ใหม่) ในรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าผลการทดลองได้สมการใหม่เป็น $y = 0.1278X - 13.126$ และ $R^2 = 0.959$ จะเห็นได้ว่า กราฟเส้นตรงเข้าใกล้เส้นแนวโน้มมากขึ้น และจาก ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น และความเข้มข้นของพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับปริมาณการ ตกตะกอน (ใหม่) ในรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าผลการทดลองได้สมการใหม่เป็น $y = 0.1137X - 10.14$ และ $R^2 = 0.9668$ จะเห็นได้ว่า สมการใหม่นี้มีความสัมพันธ์กันมากกว่าสมการดั้งเดิม ทางผู้วิจัย จึงได้นำสมการใหม่มาใช้ในการคำนวณหา Strok Pump Polymer เพื่อปรับใช้ในระบบ Sludge Dewatering จริง

4.3 ผลการศึกษาการเปรียบเทียบด้านความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำตัวอย่างก่อนเติม แคทไอออนพอลิเมอร์ และหลังการตกตะกอน

จากการทดลองวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำตัวอย่าง ก่อนเติมแคทไอออนพอลิเมอร์ และ หลังเติมแคทไอออนพอลิเมอร์ทางผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยก่อน และหลังการทดลองในแต่ละครั้ง โดยค่า ความเป็นกรด-ด่างหลังการทดลองเป็นค่าเฉลี่ยที่อิงจากปริมาณแคทไอออนพอลิเมอร์ ที่ทำให้น้ำมีการ

ตกตะกอนมากที่สุดในแต่ละครั้ง ได้ผลการทดลองตามรูปที่ 4.7 จากภาพจะเห็นได้ว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำตัวอย่างก่อนและหลังเติมแคทไอออนพอลิเมอร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เท่ากับ 0.02 และ 0.18 ตามลำดับ ดังนั้น แคทไอออนพอลิเมอร์ จึงไม่มีผลต่อความเป็นกรดด่างของน้ำตัวอย่าง



รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบด้านความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำตัวอย่างก่อนเติมแคทไอออนพอลิเมอร์ และ หลังการตกตะกอน

4.4 ศึกษาการเติมสารตกตะกอน (Coagulant) ในการน้ำทิ้งที่ได้จากระบบการผลิตน้ำ Demineralized

ผลจากการนำสมการ $y = 0.1137X - 10.14$ จากค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นและความเข้มข้นของพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับปริมาณการตกตะกอน สำหรับช่วงความขุ่นที่ 100-1200 NTU สามารถนำมาคำนวณหา Stroke Pump Polymer ได้ดังตารางที่ 4.17

สูตรการคำนวณ Stroke Pump Polymer

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

C_1 = ความเข้มข้นของสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ในระบบ (ppm)

V_1 = ปริมาตรของสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ที่ต้องการเติมในระบบจริง (L/hr.)

C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ที่มาจาก Lab Scale (ppm)

V_2 = ปริมาตรของสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ที่ต้องการเติมในระบบจริง+ปริมาตรน้ำในระบบทั้งหมด (L/hr.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ช่วงค่าความขุ่น (Turbidity) กับการปรับ Stroke Pump Polymer

ค่าความขุ่น Sludge Sump (NTU)	แคทไอออนพอลิเมอร์ (ppm)	Stroke Pump Polymer (L/hr.)
101-200	6.91	55.54
201-300	18.00	145.75
301-400	28.84	235.24
401-500	39.45	324.12
501-600	49.83	412.34
601-700	59.98	499.83
701-800	69.92	586.71
801-900	79.66	673.02
901-1000	89.19	758.63
1001-1100	98.52	843.57
1101-1200	107.67	927.97

ผลการคำนวณจากตารางที่ 4.1 สามารถนำไปปรับใช้ในระบบ Sludge Dewatering ได้โดยการปรับ Stroke Pump Polymer ให้เหมาะสมกับช่วงความขุ่น Sludge Sump ที่มีช่วงความขุ่นระหว่าง 100-1200 NTU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาหาความสัมพันธ์ของปริมาณการเติมสารตกตะกอน (Cationic Polymer) ในระบบ Sludge Dewatering ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2 ที่เก็บตัวอย่างน้ำจาก Sludge Sump นำมาเทรวมกันเพื่อให้ได้น้ำที่มีมวล และคุณภาพเดียวกัน พบว่าลักษณะทางกายภาพ คือ สีของน้ำ และค่าความขุ่น (Turbidity) เปลี่ยนแปลงไปตามการ Back wash ระบบ Microfiltration (MF) เอาตะกอนของแม่น้ำเจ้าพระยาออกมาในแต่ละวัน ลักษณะทางเคมี พบว่าค่าพีเอชของน้ำตัวอย่างที่วัดทั้งก่อน และหลังทำการตกตะกอนมีค่าคงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งได้ทำการวัดค่า pH ของพอลิเมอร์ที่ใช้ตกตะกอนด้วยอยู่ที่ pH 7

สำหรับความสัมพันธ์ของค่าความขุ่นและปริมาณสารตกตะกอนที่ต้องเติมนั้นมีความสัมพันธ์แปรผันตรงกัน และสามารถนำสมการเส้นตรง $y = 0.1137X - 10.14$ และ $R^2 = 0.9668$ มาคำนวณหาความเข้มข้นของพอลิเมอร์เพื่อให้ได้ปริมาณตะกอนที่มากที่สุด และคำนวณเพื่อปรับ Stroke Pump Polymer ในระบบจริงได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรศึกษาเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำในช่วงฤดูกาลอื่นๆ เพิ่มเติมเนื่องจากน้ำตัวอย่างที่ศึกษาอยู่ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2566 – เมษายน พ.ศ. 2566 จะมีคุณภาพของน้ำขึ้นกับแหล่งน้ำดิบ คือ แม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาล และจากผลการทดลอง สมการ $y = 0.1137X - 10.14$ และ $R^2 = 0.9668$ สามารถหา Stroke pump polymer ได้ในช่วงความขุ่นเริ่มต้นที่ 100-1200 NTU เท่านั้น ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในช่วงความขุ่นที่กว้างขึ้น เพื่อหาสมการใหม่ในการคำนวณ

2) ในการศึกษาอนุภาคคอลลอยด์ของตะกอน และอินทรีย์วัตถุ ควรนำน้ำตัวอย่างไปวัดค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น Total Dissolved Solids (TDS), สัตส่วน (Suspended Solids: SS) กับสารอินทรีย์ในน้ำ เนื่องจากผลการทดลองยังไม่ครอบคลุมถึงปัญหาของลักษณะตะกอนที่ติดอยู่ในท่อส่งตะกอน ทำให้เกิดการอุดตัน

3) เนื่องจาก Stroke Pump Polymer ของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ ชุดที่ 2 สามารถปรับได้สูงสุดที่ 100 L/hr. แต่จากการคำนวณมีค่าการปรับ Stroke Pump Polymer

เกิน 100 L/hr. ทางผู้วิจัยจึงเสนอให้มีการเปลี่ยนความเข้มข้นของ Cationic Polymer ในระบบ เพื่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การปรับ Stroke Pump Polymer ที่เป็นไปได้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ควรศึกษาประเด็นสารเคมีที่ใช้ในระบบ Sludge Dewatering เพิ่มเติม อาจมี Polymer ชนิดอื่นที่สามารถจับประจุ หรืออนุภาคคอลลอยด์ได้มากกว่า Cationic Polymer



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กิตติยา นาวิก, วรุฒิ ศรีโสภิต, แสงนวล ศรีรัตนชัยวาลย์ และอนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล. (2544).

**ประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาคของแข็ง โดยใช้เครื่องลอยตะกอนชนิดอากาศละลายแบบ
กะ.** วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. น. 40.

การประปานครหลวง. (ม.ป.ป). **การศึกษาสารตกตะกอนที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิต
น้ำประปา** การประปานครหลวง. เอกสารอัดสำเนา

กรมควบคุมมลพิษ. (2545). **น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2563). **แก้ไขปัญหาน้ำดิบ แยกตามพารามิเตอร์ที่ตรวจพบ.**
กรุงเทพฯ : สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กลุ่มพัฒนาระบบจัดการคุณภาพน้ำบริโภค.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2547). **วิศวกรรมการจัดน้ำเสีย.** เล่มที่ 4. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: เอส.
อาร์. พรินติ้ง แมสโปรดักส์.

คุณช पालวัฒน์ไชย, เจมจิรา ไชยสาร, ญาณิศา ตันติपालกุล และธิดารัตน์ เดชฉกรรจ์. (2561).
**การศึกษาสารตกตะกอนที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตน้ำประปาการประปานคร
หลวง.** วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. น. 207.

จุฑามาศ บุบผาพวง, รุ่งนภา วงศ์จักร และศิริกุล บุญส่ง. (2544). **การศึกษาปริมาณสารสัมผัสที่
เหมาะสมในกระบวนการโคแอกกูเลชันของการผลิตประปาจากแหล่งน้ำผิวดินที่แตกต่างกัน
กัน บริเวณรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชา
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ณัฐสิมา โทจันทร์. วีระวัฒน์ อุ่นเสนา และณพัฏฐอร บัวฉุน. (2565). **ประสิทธิภาพการลดความขุ่นในน้ำ
ด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมีร่วมกับการกรองอย่างง่าย.** วารสารวิทยาศาสตร์และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นแต่ไม่มีเหตุที่ขัดแย้งกัน และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นลิน สิทธิธรณ์. (2548). การบำบัดน้ำเสียชุมชน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. คณะแพทยศาสตร์.
ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม.

บุญยาพร แก้วกล้า และณัฐปภัสร ลิ้มวัฒนวงศ์. (2560). ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากโรงไฟฟ้าพระ
นครเหนือด้วยวิธีโคแอกกูเลชัน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ปฐิพากย์ ปุ่นอุดม และไพบุลย์ กลมกล่อม. (2560). การจัดการความขุ่นของตะกอนในน้ำมันล้างหมึก
พิมพ์ด้วยสารรวมตะกอน. การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. น. 51.

มันสิน ตันกุลเวศม์. (2537). คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

สุเทพ สิริวิทยาปกรณ์. (2549). เทคโนโลยีน้ำเสีย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. น. 117.

สุรีพร ช่างทองเก่ง. (2555). การบำบัดกรดน้ำส้มในน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร
โดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2566 จาก MWA:
<http://www.updc.clm.up.ac.th/bitstream/123456789/965/1/Sureeporn%20Changthongkeng.pdf>

ธัญลักษณ์ ราชวรภัคดี และธีระพล พูลสวัสดิ์. (2562). ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมสำหรับการกำจัด
ความขุ่นสูงในน้ำของระบบผลิตน้ำประปา. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับ
บัณฑิตศึกษาแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. น. 98.

ธมลวรรณ ชูประจง. (2555). การนำตะกอนจากระบบผลิตน้ำประปาลับมาใช้ใหม่ เพื่อเป็นสาร
ช่วยสร้างตะกอนและลดการใช้ปริมาณสารส้ม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุสารัตน์ ถาวรชัยสิทธิ์. (2564). **Acids-Bases**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาเคมีสิ่งแวดล้อม.

Amula O.S.and Amoo I.A. (2007). **Coagulation/flocculation process and sludge conditioning in beverage industrial wastewater treatment**. Journal of Hazardous Materials, 141, 778-783.

Jingyeong Shin. (n.d.). **Effect of type of coagulants on removal efficiency and removal mechanisms of antibiotic resistance genes in anaerobic digestion of primary sludge produced via a chemically enhanced primary treatment process** Author links open overlay panel. Bioresource Technology,200, _778-783.

Mekdimu Mezemir Damtie. (2022) . **The influence of hydrophobicity on sludge dewatering associated with cationic starch-based flocculants**. journal of environmental-management, 121, 742-744.

North Bangkok Power Plant. (n.d.). **Water treatment plant NBCC-2**. [Slide]. Nonthaburi : North Bangkok Power Plant.

Terashima Y., Ozaki H., Rodriguez, M.A..Luque, S. and Alvarez, J.R. (2006). **Recovery of heavy metals from metal industry waste waters by chemical precipitation and nanofiltration**. Water Research, 537-545.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมี

ก-1 การเตรียมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ (Cationic Polymer)

1) การเตรียมสารละลาย Cationic Polymer ความเข้มข้น 0.1% (1,000 ppm)

ชั่งตัวละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ (Cationic Polymer) มา 1 กรัม ละลายด้วยน้ำ
Service เล็กน้อย

ใส่ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 1,000 มิลลิลิตร และปริมาตร
ด้วยน้ำ Service ให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ข้อมูลผลการทดลอง

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลผลการทดลอง

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกววน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
1	15/2/2023	274	7.06	0	0	234	7.79	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				2	0.6	212	7.79	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				4	1	175	7.57	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				6	2	160	7.59	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย
				8	2.4	154	7.64	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย
				10	4.5	110	7.81	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกววน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
1	15/2/2023	266	7.3	0	0	222	7.56	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				2	2.4	149	7.63	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				4	2.5	123	7.37	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				6	3	74.3	7.38	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย
				8	3	75.3	7.47	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย
				10	6	5.25	7.45	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย
		246	7.73	0	0.5	185	7.45	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				2	2	122	7.49	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				4	4	102	7.27	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				6	4	91.6	7.37	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				8	5	86.4	7.46	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย
				10	6	66.5	7.45	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกววน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
2	16/02/66	376	7.03	0	1	231	7.8	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				22	7	150	7.79	ตะกอนจับตัวกันเป็นเส้นใหญ่
				24	8.5	142	7.81	ตะกอนจับตัวกันเป็นเส้นใหญ่
				26	10	125	7.25	ตะกอนจับตัวกันเป็นเส้นใหญ่
				28	12	128	7.43	ตะกอนรวมตัวกันร่วนๆ น้ำใส
				30	11	126	7.06	ตะกอนรวมตัวกันร่วนๆ น้ำใส
		307	7.89	0	3	185	7.07	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				22	7	135	7.37	ตะกอนจับตัวกันเป็นเส้นใหญ่
				24	12.5	125	7.57	ตะกอนจับตัวกันเป็นเส้นใหญ่
				26	13	110	7.56	ตะกอนจับตัวกันเป็นเส้นใหญ่
				28	13	95.8	7.57	ตะกอนรวมตัวกันร่วนๆ น้ำใส
				30	13	84.7	7.22	ตะกอนรวมตัวกันร่วนๆ น้ำใส

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิเมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
2	16/02/66	339	7.44	0	3	194	7.17	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				22	7	119	7.37	ตะกอนจับตัวกันเป็นเส้นใหญ่
				24	15.5	105	7.37	ตะกอนจับตัวกันเป็นเส้นใหญ่
				26	15	95.5	7.36	ตะกอนจับตัวกันเป็นเส้นใหญ่
				28	14.5	79.7	7.46	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				30	12	67.7	7.40	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
3	22/03/66	1014	7.43	0	0	7.80	7.89	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				112	32	7.48	7.99	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				114	30	13.9	7.93	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				116	28	7.6	7.90	ตะกอนจับตัวเป็นก้อนมากขึ้น
				118	16	26	7.90	ตะกอนจับตัวเป็นก้อนมากขึ้น
				120	16	58.1	7.91	ตะกอนจับตัวเป็นก้อนมากขึ้น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิเมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
3	22/03/66	994	7.86	0	0	645	7.45	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				112	24	12.2	7.75	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				114	28	19.8	7.75	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				116	20	6.58	7.74	ตะกอนจับตัวเป็นก้อนมากขึ้น
				118	28	7.56	7.77	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				120	20	13.1	7.77	ตะกอนจับตัวเป็นก้อนมากขึ้น
		1050	7.38	0	0	769	7.65	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				112	28	32	7.83	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				114	29	5.97	7.81	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				116	26	5.62	7.84	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				118	24	6.24	7.84	ตะกอนจับตัวเป็นก้อนมากขึ้น น้ำใส
				120	28	6.26	7.86	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิเมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
4	23/03/66	507	7.32	0	2	317	7.53	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				42	6	7.46	7.66	ตะกอนรวมตัวกันเป็นก้อนมากขึ้น น้ำใส
				44	15	31.5	7.67	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				46	10	44.8	7.54	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				48	8	20.1	7.63	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				50	5	6.53	7.65	ตะกอนรวมตัวกันก้อนมากขึ้น น้ำใส
		497	7.27	0	0	381	7.47	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				42	11	61.2	7.42	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				44	13	60.8	7.43	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				46	11	54.4	7.43	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				48	10	46.1	7.43	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				50	11	28.1	7.44	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิเมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
4	23/03/66	498	7.52	0	0	307	7.53	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				42	12	48.2	7.59	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				44	13	39.5	7.59	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				46	11	39	7.58	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				48	8	20.1	7.63	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				50	5	6.53	7.65	ตะกอนรวมตัวกันก้อนมากขึ้น น้ำใส
5	1/3/2023	544	7.33	0	0.4	369	7.49	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				72	11	84.2	7.51	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย
				74	12	72.8	7.57	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย
				76	17.5	30	7.57	ตะกอนเป็นละอองจับตัวกันเล็กน้อย
				78	20.8	5.61	7.58	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				80	24.5	4.67	7.59	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิเมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
5	1/3/2023	521	7.58	0	0.8	366	7.66	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				72	30	35	7.59	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				74	16	6.06	7.6	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				76	24	4.88	7.6	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				78	22.5	31.1	7.63	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				80	20	34.7	7.54	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
		569	7.49	0	1	456	7.45	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				72	18	4.6	7.59	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				74	38	9.29	7.56	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				76	18	47.4	7.56	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำขุ่น
				78	12	37.9	7.58	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำขุ่น
				80	18	45.7	7.58	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำขุ่น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกววน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
6	2/3/2023	870	7.27	0	12	443	7.6	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				92	30	11.3	7.79	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				94	32	5.65	7.73	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				96	35	12.5	7.66	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				98	25	21.7	7.65	ตะกอนรวมตัวกันมาก
				100	30	20.5	7.62	ตะกอนรวมตัวกันมาก
		765	7.24	0	15	420	7.49	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				92	35	31.7	7.48	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				94	40	30	7.5	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				96	22	47.2	7.6	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				98	33	36.3	7.73	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				100	24	28.4	7.6	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
6	2/3/2023	860	7.17	0	18	361	7.43	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				92	27	35.9	7.42	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				94	23	46.1	7.42	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				96	27	60.6	7.42	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ
				98	36	8.6	7.41	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				100	26	19.6	7.41	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
7	8/3/2023	484	7.42	0	0	371	7.58	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				42	10	102	7.59	ตะกอนรวมตัวกันเล็กน้อย
				44	12	55.2	7.58	ตะกอนรวมตัวกันเล็กน้อย
				46	28	25.6	7.6	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				48	10	96.5	7.61	ตะกอนรวมตัวกันเล็กน้อย
				50	42	41.1	7.59	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
7	8/3/2023	470	7.36	0	0	344	7.47	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				42	8	45.8	7.45	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				44	20	4.84	7.46	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				46	13	35.5	7.46	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				48	11	52.2	7.45	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				50	20	12.9	7.46	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
		492	7.6	0	0	390	7.55	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				42	11	41.5	7.45	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				44	11	33.6	7.43	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				46	20	12.1	7.44	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				48	15	16	7.44	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				50	5	16.2	7.43	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
8	9/3/2023	460	7.5	0	0	380	7.48	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				42	11	36.2	7.49	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				44	11.5	22.5	7.47	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				46	18	5.84	7.45	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				48	16	4.69	7.43	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				50	10	49.8	7.43	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
		482	7.4	0	0	366	7.43	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				42	25	6.58	7.43	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				44	20	4.22	7.44	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				46	15	5.42	7.45	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				48	10	4.87	7.45	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				50	10	30.2	7.43	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
8	9/03/66	482	7.45	0	0	354	7.43	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				42	15	13.8	7.44	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				44	20	10.3	7.47	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				46	16	4.45	7.45	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				48	20	17.8	7.47	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				50	22	5.26	7.45	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
9	15/3/2023	870	7.27	0	12	443	7.6	ตะกอนลอยเป็นละอองตกเล็กน้อย
				132	30	11.3	7.79	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				134	32	5.65	7.73	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				136	35	12.5	7.66	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				138	25	21.7	7.65	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น
				140	30	20.5	7.64	ตะกอนรวมตัวกันมากขึ้น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
9	15/3/2023	765	7.24	0	15	420	7.49	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				132	35	31.7	7.48	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				134	40	30	7.5	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				136	22	37.2	7.6	ตะกอนรวมตัวเป็นเส้น น้ำขุ่น
				138	33	36.2	7.73	ตะกอนรวมตัวกันร่วน ๆ น้ำใส
				140	24	28.4	7.6	ตะกอนรวมตัวเป็นเส้น น้ำขุ่น
		860	7.17	0	18	361	7.43	ตะกอนลอยเป็นละอองฟุ้ง
				132	27	35.9	7.42	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				134	23	46.1	7.42	ตะกอนจับตัวกันมาก
				136	27	60.6	7.42	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				138	36	8.6	7.42	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				140	26	19.6	7.41	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
10	16/3/2023	972	7.43	0	6	361	7.39	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				112	25	30	7.46	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				114	30	75.4	7.43	ตะกอนจับตัวกันมาก
				116	25	24.2	7.38	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				118	25	23.2	7.36	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				120	25	24.2	7.35	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
		1188	7.56	0	7.5	346	7.13	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				112	29	57.9	7.03	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				114	18	10.5	7.18	ตะกอนจับตัวกันมาก
				116	22	5.67	7.19	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				118	37	56.7	7.11	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				120	22	51.2	7.2	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
10	16/3/2023	1036	7.63	0	6	350	7.3	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				112	27	56.2	7.32	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				114	28	70.5	7.33	ตะกอนจับตัวกันมาก
				116	26	23	7.33	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				118	25	23	7.39	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				120	26	29	7.21	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
11	22/3/2023	1024	7.34	0	10	290	7.39	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				132	38	38.4	7.38	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				134	40	33.9	7.38	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				136	40	12.6	7.46	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				138	40	38.3	7.47	ตะกอนจับตัวกันมาก
				140	40	33.6	7.47	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกววน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
11	22/3/2023	1318	7.36	0	12	395	7.5	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				132	31	43.7	7.47	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				134	33	47.5	7.45	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				136	38	45.5	7.45	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				138	55	37.5	7.46	ตะกอนจับตัวกันมาก
				140	40	43.5	7.48	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
		1148	7.41	0	15	425	7.44	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				132	35	54.4	7.42	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				134	40	50	7.46	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				136	40	56.5	7.44	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				138	43	74	7.45	ตะกอนจับตัวกันมาก
				140	35	54.1	7.38	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกววน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
12	23/3/2023	872	7.36	0	6	494	7.42	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				92	30	57.5	7.41	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				94	30	44.3	7.36	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				96	35	57.8	7.38	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				98	35	79.1	7.43	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				100	35	58.1	7.35	ตะกอนจับตัวกันมาก
		850	7.35	0	6	452	7.52	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				92	25	32	7.54	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				94	20	25.2	7.54	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				96	30	30.5	7.53	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				98	29	42.8	7.52	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				100	25	45.5	7.55	ตะกอนจับตัวกันมาก

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
12	23/3/2023	878	7.36	0	6	390	7.67	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				92	30	23.5	7.66	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				94	20	27	7.67	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				96	25	20.7	7.66	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				98	34	28.8	7.65	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				100	34	32.2	7.68	ตะกอนจับตัวกันมาก
13	4/4/2023	754	7.56	0	4	385	7.48	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				82	22	21	7.66	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				84	21	18.7	7.53	ตะกอนจับตัวกันมาก
				86	25	13.5	7.51	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				88	26	8.63	7.5	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				90	20	9.04	7.5	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
13	4/4/2023	772	7.54	0	3	467	7.54	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				82	22	11.1	7.56	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				84	20	10.5	7.44	ตะกอนจับตัวกันมาก
				86	20	13.3	7.65	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				88	25	37.4	7.56	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				90	20	10.4	7.54	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
		798	7.54	0	4	344	7.48	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				82	22	10.9	7.56	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				84	20	9.98	7.53	ตะกอนจับตัวกันมาก
				86	25	10.9	7.46	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				88	25	33.1	7.48	ตะกอนรวมกันหนาขึ้น
				90	20	10.6	7.46	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
14	5/4/2023	712	7.71	0	2	279	7.81	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				72	22	7.28	7.81	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				74	50	7.51	7.82	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				76	20	7.66	7.82	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				78	25	5.45	7.81	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				80	30	6.13	7.79	ตะกอนจับตัวกันมาก
		750	7.78	0	3	296	7.77	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				72	15	19.7	7.76	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				74	13	18	7.74	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				76	22	6.61	7.73	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				78	23	8.2	7.72	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				80	20	9.75	7.7	ตะกอนจับตัวกันมาก

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
14	5/4/2023	720	7.71	0	2	282	7.8	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				72	18	12	7.81	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				74	30	10.5	7.82	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				76	20	5.2	7.82	ตะกอนรวมตัวกัน น้ำใสขึ้น
				78	25	7.3	7.81	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				80	26	9.23	7.81	ตะกอนจับตัวกันมาก
15	11/4/2023	495	7.24	0	1	266	7.53	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				42	15	9.39	7.57	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				44	14	9.24	7.46	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				46	10	8.2	7.54	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				48	16	8.75	7.56	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				50	23	5.89	7.63	ตะกอนจับตัวกันมาก

ครั้งที่	ว/ด/ป	ลักษณะน้ำดิบก่อนปั่นกวน		ลักษณะน้ำดิบหลังตกตะกอน				
		ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ปริมาณพอลิ เมอร์ (mL)	ปริมาณตะกอน (mL)	ความขุ่น (NTU)	พีเอช	ลักษณะตะกอน
15	11/4/2023	491	7.23	0	0	293	7.58	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				42	16	27	7.61	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				44	26	9.29	7.61	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				46	20	18	7.63	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				48	21	7.96	7.67	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				50	18	5.89	7.59	ตะกอนจับตัวกันมาก
		512	7.32	0	0	282	7.53	ไม่เห็นตะกอนจับตัวกัน
				42	15	9.39	7.58	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				44	20	9.28	7.61	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				46	18	8.35	7.61	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				48	20	9.7	7.59	มีตะกอนเม็ดเล็กรวมตัวกันมาก
				50	21	6.75	7.59	ตะกอนจับตัวกันมาก

ตารางที่ ข.2 การทดลองครั้งที่ 1 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 262 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
262	0	213.66 ± 25.54	1 ± 0.28
	2	161 ± 46.18	1.66 ± 0.94
	4	133.33 ± 37.58	2.5 ± 1.5
	6	108.63 ± 45.31	3 ± 1
	8	105.23 ± 42.59	3.46 ± 1.36
	10	60.58 ± 52.62	5.5 ± 0.86

ตารางที่ ข.3 การทดลองครั้งที่ 2 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 360.67 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
360.67	0	203.33 ± 24.37	2.33 ± 1.154
	22	134.67 ± 15.50	7 ± 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
360.67	24	124 ± 18.52	12.16 ± 3.51
	26	110.16 ± 14.75	12.66 ± 2.51
	28	101.16 ± 24.59	13.16 ± 1.25
	30	92.8 ± 29.98	12 ± 1

ตารางที่ ข.4 การทดลองครั้งที่ 3 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์
สำหรับค่าความขุ่น 1019.33 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
1019.33	0	731.33 ± 74.96	0.6 ± 0.7
	112	17.27 ± 13.00	28 ± 4
	114	13.23 ± 6.93	21.33 ± 6.19
	116	6.6 ± 0.99	24.67 ± 4.16
	118	13.26 ± 11.04	22.67 ± 6.11
	120	25.82 ± 28.16	29 ± 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 การทดลองครั้งที่ 4 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์
สำหรับค่าความขุ่น 500.67 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
500.67	0	335 ± 40.14	0.66 ± 1.15
	42	38.93 ± 28.02	9.66 ± 3.21
	44	43.93 ± 15.14	9.66 ± 1.52
	46	46.06 ± 7.77	10.66 ± 0.57
	48	34.03 ± 13.10	13.66 ± 1.15
	50	23.24 ± 14.89	10 ± 4.58

ตารางที่ ข.6 การทดลองครั้งที่ 5 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์
สำหรับค่าความขุ่น 544.67 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
544.67	0	397 ± 51.11	0.73 ± 0.30
	72	41.26 ± 40.16	19.66 ± 9.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
544.67	74	29.38 ± 37.63	22 ± 14
	76	27.42 ± 21.37	19.83 ± 3.61
	78	24.87 ± 17.02	18.43 ± 5.63
	80	28.35 ± 21.23	20.83 ± 3.32

ตารางที่ ข.7 การทดลองครั้งที่ 6 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์
สำหรับค่าความขุ่น 831.67 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
831.67	0	408 ± 42.29	15 ± 3
	92	26.3 ± 13.15	30.66 ± 4.04
	94	27.25 ± 20.36	31.66 ± 8.50
	96	40.1 ± 24.82	28 ± 6.55
	98	22.2 ± 13.85	31.33 ± 5.68
	100	22.83 ± 4.84	26.66 ± 3.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นทำมาเพื่อตัดแบบลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.8 การทดลองครั้งที่ 7 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์
สำหรับค่าความขุ่น 482.00 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
482	0	368.33 ± 23.11	0.6 ± 1.03
	42	63.1 ± 33.75	9.66 ± 1.52
	44	31.21 ± 25.26	14.33 ± 4.93
	46	24.4 ± 11.74	20.33 ± 7.50
	48	54.9 ± 40.31	12 ± 2.64
	50	23.4 ± 15.41	22.33 ± 18.61

ตารางที่ ข.9 การทดลองครั้งที่ 8 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์
สำหรับค่าความขุ่น 474.67 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
474.67	0	366.67 ± 13.01	0.43 ± 0.40
	42	18.86 ± 15.44	17 ± 7.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
474.67	44	12.34 ± 9.30	17.16 ± 4.90
	46	5.27 ± 0.76	16.33 ± 1.52
	48	9.12 ± 7.55	15.33 ± 5.03
	50	28.42 ± 22.38	14 ± 6.92

ตารางที่ ข.10 การทดลองครั้งที่ 9 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์
สำหรับค่าความขุ่น 1607.33 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
1607.33	0	370 ± 70.88	12.33 ± 2.51
	132	45.5 ± 8.15	34.66 ± 3.51
	134	43.8 ± 8.66	37.67 ± 4.04
	136	38.2 ± 22.84	39.33 ± 1.15
	138	49.93 ± 20.84	46 ± 7.93
	140	43.73 ± 10.25	38.33 ± 2.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.11 การทดลองครั้งที่ 10 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 1065.33 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
1065.33	0	352.33 ± 7.76	6.5 ± 0.86
	112	48.03 ± 15.64	27 ± 2
	114	52.13 ± 36.13	29 ± 6.92
	116	17.63 ± 10.36	24.33 ± 2.81
	118	34.3 ± 19.39	25.33 ± 6.42
	120	34.8 ± 14.40	24.33 ± 2.08

ตารางที่ ข.12 การทดลองครั้งที่ 11 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 1163.33 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
1163.33	0	370 ± 70.88	12.33 ± 2.51
	132	45.5 ± 8.15	34.66 ± 3.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
1163.33	134	43.8 ± 8.66	37.66 ± 4.04
	136	38.2 ± 22.84	39.33 ± 1.15
	138	49.93 ± 20.84	46 ± 7.93
	140	43.73 ± 10.25	38.33 ± 2.88

ตารางที่ ข.13 การทดลองครั้งที่ 12 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์
สำหรับค่าความขุ่น 866.67 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
866.67	0	445.33 ± 52.31	6 ± 0
	92	37.66 ± 17.69	28.33 ± 2.88
	94	32.16 ± 10.54	23.33 ± 5.77
	98	50.23 ± 25.96	32.67 ± 3.21
	100	45.27 ± 12.95	31.33 ± 5.59
	120	34.8 ± 14.40	24.33 ± 2.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.14 การทดลองครั้งที่ 13 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 744.67 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
774.67	0	398.66 ± 62.62	3.66 ± 0.57
	82	14.33 ± 5.77	22 ± 0
	84	13.06 ± 4.89	25.33 ± 0.57
	86	12.57 ± 1.44	23.33 ± 2.88
	88	26.37 ± 15.51	20.33 ± 0.56
	90	10.01 ± 0.84	20 ± 0

ตารางที่ ข.15 การทดลองครั้งที่ 14 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ สำหรับค่าความขุ่น 727.33 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
727.33	0	285.67 ± 9.07	2.33 ± 0.57
	72	12.99 ± 6.26	18.33 ± 3.51
	74	12.00 ± 5.40	31 ± 18.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
727.33	76	6.49 ± 1.23	20.66 ± 1.15
	78	6.93 ± 1.40	24.33 ± 1.15
	80	8.37 ± 1.95	25.33 ± 5.03

ตารางที่ ข.16 การทดลองครั้งที่ 15 ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์
สำหรับค่าความขุ่น 499.33 NTU

ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		
	ค่าเฉลี่ย		
ค่าความขุ่น เริ่มต้น (NTU)	ปริมาณ แคทไอออนพอลิ เมอร์ (ml)	ค่าความขุ่น (NTU)	ปริมาณ ตะกอน (ml)
499.33	0	280.33 ± 13.57	0.33 ± 0.57
	42	15.26 ± 10.16	15.33 ± 0.57
	44	9.27 ± 0.02	20 ± 6
	46	11.51 ± 5.61	16 ± 5.29
	48	8.80 ± 0.87	19 ± 2.64
	50	6.17 ± 0.49	20.66 ± 2.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณผลการทดลอง

ค-1 การหา Stroke pump polymer (L/hr.)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

C_1 = ความเข้มข้นของสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ในระบบ (ppm)

V_1 = ปริมาตรของสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ที่ต้องการเติมในระบบจริง (L/hr.)

C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ที่มาจาก Lab Scale (ppm)

V_2 = ปริมาตรของสารละลายแคทไอออนพอลิเมอร์ที่ต้องการเติมในระบบจริง+ปริมาตรน้ำในระบบทั้งหมด (L/hr.)

ตารางที่ ค.1 ช่วงค่าความขุ่น (Turbidity) กับการปรับ Stroke Pump Polymer

ค่าความขุ่น Sludge Sump (NTU)	แคทไอออนพอลิเมอร์ (ppm)	Stroke Pump Polymer (L/hr.)
101-200	6.91	55.54
201-300	18.00	145.75

ตัวอย่างการคำนวณ

ช่วงค่าความขุ่นของ Sludge Sump ที่ 101-200 NTU มีความเข้มข้นของแคทไอออนพอลิเมอร์ (Cationic Polymer) 6.91 ppm

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$(1,500 \text{ ppm})(X) = (6.91 \text{ ppm})(X+12,000 \text{ L/hr.})$$

$$(1,500X \text{ ppm}) = (6.91X \text{ ppm}) + (6.91 \times 12,000 \text{ L/hr.})$$

$$(1,500X \text{ ppm}) - (6.91X \text{ ppm}) = 82,920 \text{ L/hr.}$$

$$(1,493.09X \text{ ppm}) = 82,920 \text{ L/hr.}$$

$$X = \frac{82,920 \text{ L/hr.}}{1,493.09 \text{ ppm}}$$

$$X = 55.54 \text{ L/hr.}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ดังนั้น Stroke pump polymer เท่ากับ 55.54 L/hr.

ภาคผนวก ง

ภาพประกอบการศึกษา

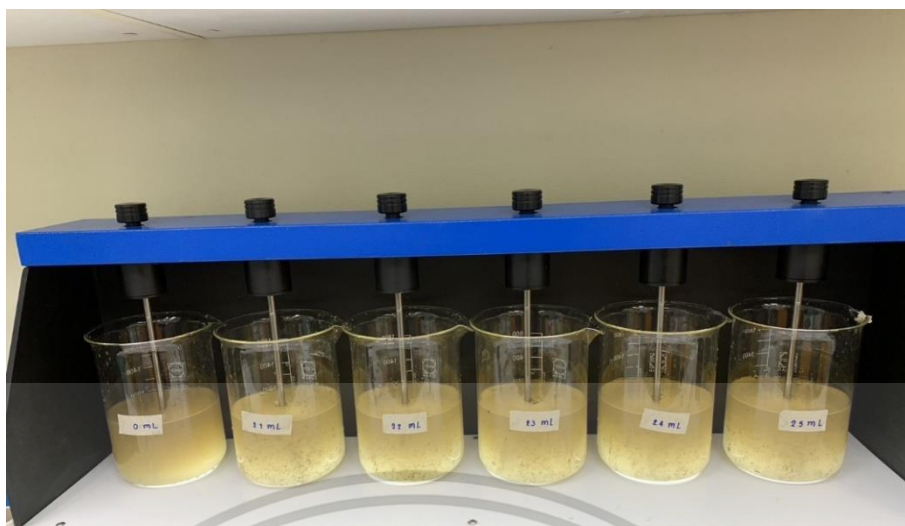


รูปที่ ง.1 ตัวอย่างน้ำจาก Sludge Sump



รูปที่ ง.2 ลักษณะของน้ำ Sludge Sump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.๓ การทำ Jar test ใช้ความเร็ว 130 min^{-1} เป็นเวลา 1 นาที



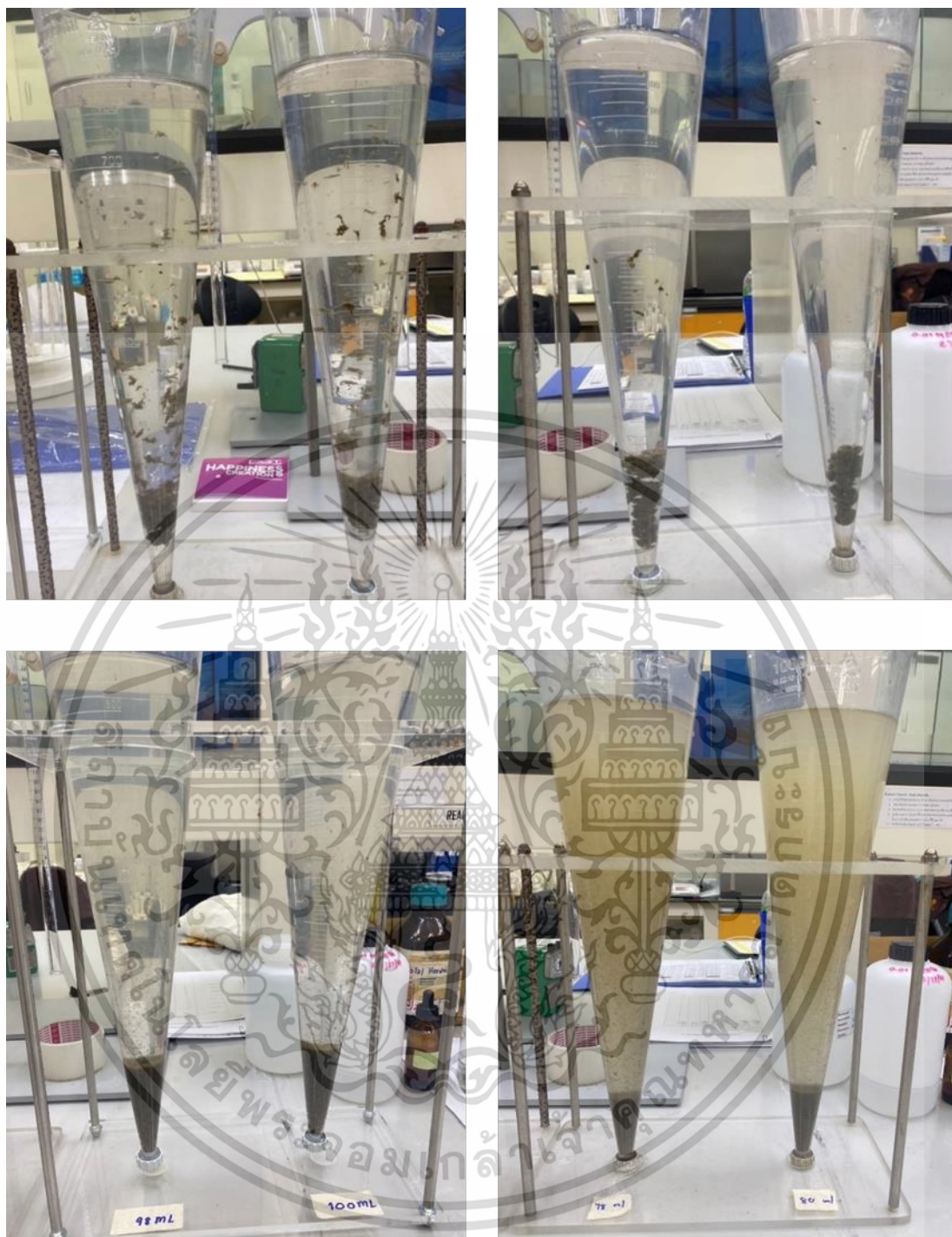
รูปที่ ๓.๔ การทำ Jar test ใช้ความเร็ว 25 min^{-1} เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.5 ปริมาณตะกอนในกรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff cone)
หลังจากตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.6 แสดงความแตกต่างของลักษณะตะกอนที่พัฒนามากับแหล่งน้ำดิบแม่น้ำเจ้าพระยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ จ.1 ข้อมูลการวิเคราะห์ผลทางสถิติความเป็นกรด-ด่างก่อน และหลังเติมแคทไอออนพอลิเมอร์

	pH ก่อน	pH หลัง
Mean	7.489555556	7.425333333
Variance	0.020450582	0.01890127
Observations	15	15
Pearson Correlation	0.337722014	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	14	
t Stat	1.540431442	
P(T<=t) one-tail	0.072874596	
t Critical one-tail	1.761310136	
P(T<=t) two-tail	0.145749191	
t Critical two-tail	2.144786688	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 7 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า นางสาวปณิตตา ชาญเวทประสาตร์

รหัสประจำตัว 62050413

นางสาวพรพิชชา เจียมสุข

รหัสประจำตัว 62050418

นางสาวรัศมี เจริญสุวรรณค์

รหัสประจำตัว 62050436

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม ภาควิชา เคมี ขอรับรองว่าโครงการพิเศษ/
ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณการเติมสารตกตะกอนในระบบ Sludge Dewatering ของ
ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ของโรงไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 2

ชื่อภาษาอังกฤษ The Correlation of The Amount of Coagulant Added in The Sludge Dewatering
Process of Demineralization System at North Bangkok Power Plant Block 2

ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่ได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว
และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหา
พิเศษ/สหกิจศึกษานับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 4.73%

ลงชื่อ.....ปณิตตา ชาญเวทประสาตร์.....

(นางสาวปณิตตา ชาญเวทประสาตร์)

นักศึกษา

ลงชื่อ.....[Signature].....

(นางสาวพรพิชชา เจียมสุข)

นักศึกษา

ลงชื่อ.....รัศมี เจริญสุวรรณค์.....

(นางสาวรัศมี เจริญสุวรรณค์)

นักศึกษา

ข้าพเจ้า ดร.กลีนสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบ
โครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษา
จริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....[Signature].....

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plagiarism Checking Report

Created on Jun 7, 2023 at 21:19 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3207099	Jun 7, 2023 at 21:19 PM	62050436@kmitl.ac.th	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณการเติมสาร ไฟนอนล.docx	Completed	4.73 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการตกตะกอนทางเคมีด้วยเครื่องกำเนิดประจุไฟฟ้า,Improvement of coagulation efficiency with ion generator	กนกวรรณ อินทรโม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	1
2	การกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดโดยการสร้างตะกอนที่มีประสิทธิภาพ : กรณีศึกษาระบบผลิตน้ำของโรงไฟฟ้าวังน้อย,กฟผ.	วัชรินทร์ เวชแดง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	1
3	การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการตกตะกอนโดยใช้ผงเหล็กออกไซด์ ในระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์,Process by iron oxide powder in wastewater treatment plant of car parts manufacturing	ภูเบศร์ ศรีสุนทรศิริ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	0
4	การใช้สารสกัดจากใบผสมเมล็ดมะรุมสำหรับการกำจัดความขุ่นจากน้ำเสียโรงงานผักกาดดอง,Utilization of extracted moringa oleifera leave and seed mixtures for turbidity removal from picked mustard greens factory wastewater	ยศวดี อรุณรัตน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	0
5	การบำบัดไขมันในบ่อดักไขมันโรงอาหารโดยใช้กลุ่มแบคทีเรียคัดสายพันธุ์ TREATMENT OF FAT-OILAND GREASE IN WASTEWATER FROM CANTEEN GREASE TRAPS BY SELECTED BACTERIA	เลาห์ประเสริฐ, ประชุมพร	วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)	0
6	http://www3.rdi.ku.ac.th/cl/knowledge/2564/coagulation_method.pdf	www3.rdi.ku.ac.th	www3.rdi.ku.ac.th_nutch	0
7	การกำจัดเหล็กและแมงกานีสออกจากน้ำผิวดินโดยวิธีจาร์เทสในห้องปฏิบัติการด้วยปูนขาวและแมกนีเซียมคาร์บอเนต	ยุภาพันธ์ ทองไทย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	0
8	การกำจัดสีและความขุ่นออกจากน้ำทิ้งโดยกระบวนการสร้างตะกอนเคมี กรณีศึกษาอาคารบำบัดน้ำเสยรวม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,Removal of Color and Turbidity from Effluent by Chemical Coagulation : A Case Study in a Wastewater Treatment Plant of Kasetsart University	นิทัศน์ อังทองกำเนิด	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Match Details

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

ทำงานของแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบได้ 2244 การย่อยแบบใช้อากาศอาศัยแบคทีเรียกลุ่มที่ใช้อากาศสามารถจำแนกได้เป็น 2 ขั้นตอนขั้นตอนที่ 1 เป็นกระบวนการนำสารอินทรีย์หรือสารอาหารเข้าไปในเซลล์โดยจุลินทรีย์จะส่งเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มาเกาะติดที่ผนังเซลล์เพื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสารโมเลกุลเล็กที่จะสามารถผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ได้ขั้นตอนที่ 2 เป็นกระบวนการทางชีวเคมีภายในเซลล์จุลินทรีย์เพื่อที่จะผลิต

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

เป็นองค์ประกอบโดยการลดลงของค่า BOD เป็นปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียกลุ่มที่ใช้อากาศ Aerobic Bacteria ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การเขย่าความเร็วรอบในการเขย่า 200 รอบต่อนาทีในการเติมออกซิเจนลงไปในน้ำเสียโดยการลดลงของค่า BOD เป็นกระบวนการนำสารอินทรีย์หรือสารอาหารเข้าไปในเซลล์โดยจุลินทรีย์จะสร้างเอนไซม์ขึ้นมาซึ่งจะทำหน้าที่เหมือน Catalyst ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มาเกาะติดที่ผนังเซลล์เพื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสารโมเลกุลเล็กที่จะสามารถซึมผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ได้จากนั้นจะเป็นกระบวนการทางชีวเคมีภายในเซลล์จุลินทรีย์เพื่อที่จะผลิตพลังงานไปใช้ในกิจกรรมต่างๆและการสร้างเซลล์ใหม่ 15 เมื่อเปรียบเทียบขนาดของเซลล์พบว่า B subtilis เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างสปอร์ภายในตัวเองและมีขนาดเซลล์ที่ใหญ่กว่า S epidermidis และ P aeruginosa 16 ซึ่งหากเปรียบเทียบผลการวิจัยครั้งนี้กับการลด BOD ในน้ำเสียที่มีน้ำมันปนเปื้อนด้วยวิธีทางกายภาพพบว่า การลด BOD ด้วยชุดทำความเย็นและการบำบัดด้วยระบบตะกอนแรงของน้ำมันปาล์มที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์ผลของการใช้ชุดทำความเย็นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสนาน 10 นาทีสามารถลดค่า BOD 5 ในน้ำเสียได้ร้อยละ 4266 17 นอกจากนี้กลุ่มแบคทีเรียคัตติสสายพันธุ์สามารถลดความหนาของชั้นไขมันได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 005 p 0001 โดยเชื้อ P aeruginosa มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการลดความหนาของชั้นไขมันคือลดได้ร้อยละ 4898 ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่า B subtilis และ S epidermidis ที่ลดได้ร้อยละ 3265 และ 2653 ตามลำดับเมื่อนำเชื้อแบคทีเรียมาผสมรวมกันพบว่าประสิทธิภาพ

ชอบน้ำมีโมเลกุลของน้ำหอมอยู่จึงต้องใช้แรงมากในการบังคับให้อนุภาคต่างๆเกาะจับกันเป็นกลุ่มก้อนเพราะโมเลกุลของน้ำเป็นเสมือนสิ่งกีดขวางที่ป้องกันมิให้อนุภาคต่างๆเข้าใกล้และจับตัวกัน 231 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของคอลลอยด์อนุภาคคอลลอยด์อาจมีประจุบวกหรือลบก็ได้ที่พบมักเป็นอนุภาคลบและเป็นแบบไฮโดรโฟบิติดูอนุภาคที่ไม่ชอบน้ำตัวอย่างของอนุภาคประจุลบในน้ำคือความขุ่นในน้ำผิวดินซึ่งส่วนมากเป็นอนุภาคของดินเหนียว

ว่า Hydrophobic และ Hydrophilic แทนด้วยอย่างของอนุภาคแบบ Hydrophobic เช่นดินเหนียวทองและโลหะต่างๆส่วนตัวอย่างอนุภาคแบบ Hydrophilic เช่นโปรตีนสบูและผงซักฟอกเป็นต้นคอลลอยด์แบบ Hydrophobic สามารถแยกออกจากน้ำได้ง่ายกว่าคอลลอยด์แบบ Hydrophilic เหตุผลต่างๆคือคอลลอยด์แบบ Hydrophilic มีโมเลกุลของน้ำหอมอยู่จึงต้องใช้แรงมากในการบังคับให้อนุภาคต่างๆเกาะจับกันเป็นกลุ่มก้อนเพราะโมเลกุลของน้ำเป็นเสมือนสิ่งกีดขวางที่ป้องกันมิให้อนุภาคต่างๆเข้าใกล้กัน 17 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์สิ่งที่ทำให้อนุภาคคอลลอยด์มีความแตกต่างจากตะกอนแขวนลอยอะตอมและโมเลกุลขนาดเล็กคือขนาดซึ่งได้กล่าวไปแล้วและอีกอย่างหนึ่งก็คือคุณสมบัติทางไฟฟ้าอนุภาคคอลลอยด์อาจมีประจุบวกหรือลบก็ได้แต่ที่มักพบคืออนุภาคคอลลอยด์ประจุลบและเป็นอนุภาคแบบไม่ชอบน้ำ Hydrophobic ตัวอย่างอนุภาคประจุลบในน้ำคือความขุ่นในน้ำผิวดินซึ่งส่วนมากเป็นอนุภาคของดินเหนียวต่างๆอนุภาคประจุลบมักเป็นอินทรีย์สารซึ่งเป็นอนุภาคแบบชอบน้ำ Hydrophilic การที่อนุภาคคอลลอยด์มีประจุไฟฟ้าทำให้มีแรงผลักระหว่างประจุซึ่งเป็นสาเหตุทำให้อนุภาคต่างๆกระจายตัวในน้ำโดยไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนซึ่งเรียกว่า floc ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าประจุไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้คอลลอยด์มีเสถียรภาพสาเหตุที่อนุภาคคอลลอยด์มีประจุนั้นเกิดได้จาก 1 ความไม่บริสุทธิ์ของผลึกสารประจุไฟฟ้าของคอลลอยด์อาจได้มาจากการแลกเปลี่ยนอะตอมจากภายนอกซึ่งมีประจุไม่เท่ากันยกตัวอย่างเช่นเมื่อ Al³⁺ แลกที่กับ Si⁴⁺ ซึ่งอยู่ในโครงผลึกของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดต่างๆอนุภาคประจุบวกมักเป็นอินทรีย์สารซึ่งเป็นอนุภาคแบบไฮโดรฟิลิก การที่อนุภาคคอลลอยด์มีประจุไฟฟ้าทำให้มีแรงผลักระหว่างอนุภาคจึงเป็นสาเหตุทำให้อนุภาคต่างๆกระจายอยู่ในน้ำโดยไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนซึ่งเรียกว่าฟลอค Floc ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าประจุไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คอลลอยด์มีเสถียรภาพอนุภาคคอลลอยด์ได้ประจุไฟฟ้ามาจากหลายทางดังต่อไปนี้ความไม่บริสุทธิ์ของผลึกสารประจุไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์อาจได้มาจากการแลกเปลี่ยนอะตอมของผลึกอนุภาคกับอะตอม

เนื่องจากมีโมเลกุลของน้ำห่อหุ้มอยู่จึงต้องไข\ n แรงมากในการบังคับให้อนุภาคต่างๆเกาะจับกันเป็นกลุ่มก้อนเพราะโมเลกุลของน้ำเป็นเสมือน\ n สิ่งกีดขวางที่ป้องกันไม่ให้อนุภาคต่างๆเข้าใกล้และจับตัวกัน(มันสิ้น\, 2542)\ n คุณสมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์(มันสิ้น\, 2542)\ n อนุภาคคอลลอยด์ที่พบในงานด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมมักจะมีประจุลบและเป็นอนุภาค\ n แบบไฮโดรโฟบิกได้แก่ความขุ่นในน้ำผิวดินส่วนอนุภาคประจุบวกมักเป็นอินทรีย์สารซึ่งเป็น\ n อนุภาคแบบไฮโดรฟิลิกการที่อนุภาคคอลลอยด์มีประจุไฟฟ้าทำให้มีแรงผลักระหว่างอนุภาคจึง\ n เป็นสาเหตุทำให้อนุภาคต่างๆกระจายอยู่ในน้ำโดยไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนซึ่งเรียกว่าฟลอค\ n (Floc)ประจุไฟฟ้าจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คอลลอยด์มีเสถียรภาพ\ n ทฤษฎีที่ใช้อธิบายคุณสมบัติทางไฟฟ้าของคอลลอยด์คือ Electric Double Layer Theory\ n พิจารณาจากประจุลบของอนุภาคสามารถสร้างแรงดึงดูดที่ทำให้ไอออนประจุบวกที่อยู่ในน้ำวิ่งเข้า\ n 7\ n มาหาได้จึงทำให้อิออนประจุบวกมาแออัดกันอยู่ใกล้ผิวอนุภาคคอลลอยด์(ภาพที่ 2 ก)อิออนบวก\ n นี้เรียกว่า Counter Ion ความหนาแน่นของอิออนบวกจะสูงที่สุดในบริเวณที่ติดกับอนุภาค\ n คอลลอยด์และลดน้อยลงตามระยะห่างจากอนุภาคเนื่องจากศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากประจุลบของ\ n อนุภาคคอลลอยด์ซึ่งมีค่าสูงสุดที่ผิว(Nernst Potential)และน้อยลงเมื่อห่างออกไป(ภาพที่ 2 ข)การ\ n กระจายตัวของอิออนบวกและลบจะเป็นไปตามปกติเมื่อศักย์ไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ซึ่งแสดงว่าไม่อยู่\ n ภายใต้อำนาจไฟฟ้าของคอลลอยด์\ n ตามทฤษฎี Double Layer เชื่อว่าอิออนบวกชั้นในสุดไม่สามารถเข้าถึงผิวของอนุภาคคอลลอยด์เพราะอิออนบวกมักมีโมเลกุลของน้ำห่อหุ้มอยู่ระยะห่างระหว่างผิว

จากภายนอกซึ่งมีประจุไม่เท่ากันยกตัวอย่างเช่นเมื่อ Al 3 แลกที่กับ Si 4 ซึ่งอยู่ในโครงสร้างผลึกของดินเหนียวดูที่ภาพ 27 ทำให้อนุภาคดินเหนียวมีประจุลบจึงแสดงอำนาจของประจุลบประจุลบของความขุ่นในน้ำผิวดินมีกำเนิดดังที่กล่าวไปเป็นส่วนใหญ่ว่า 27 ประจุไฟฟ้าของอนุภาคดินเหนียวมันสิ้น 2537 ประจุไฟฟ้าของอิออนที่ถูกดูดติดผิวของอนุภาคคอลลอยด์ฟองก๊าซละอองน้ำมันหรืออนุภาคคอลลอยด์อีกหลายชนิดได้ประจุไฟฟ้า

ก่อนเพราะโมเลกุลน้ำเป็นเสมือนสิ่งกีดขวางป้องกันไม่ให้อนุภาคต่างๆเข้าใกล้กัน 17 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์สิ่งที่ทำให้อนุภาคคอลลอยด์มีความแตกต่างจากตะกอนแขวนลอยอะตอมและโมเลกุลขนาดเล็กคือขนาดซึ่งได้กล่าวไปแล้วและอีกอย่างหนึ่งก็คือคุณสมบัติทางไฟฟ้าอนุภาคคอลลอยด์อาจมีประจุบวกหรือลบก็ได้แต่ที่มักพบคืออนุภาคคอลลอยด์ประจุลบและเป็นอนุภาคแบบไม่ชอบน้ำ Hydrophobic ตัวอย่างอนุภาคประจุลบในน้ำคือความขุ่นในน้ำผิวดินซึ่งส่วนมากเป็นอนุภาคของดินเหนียวต่างอนุภาคประจุบวกมักเป็นอินทรีย์สารซึ่งเป็นอนุภาคแบบชอบน้ำ Hydrophilic การที่อนุภาคคอลลอยด์มีประจุไฟฟ้าทำให้มีแรงผลักระหว่างประจุซึ่งเป็นสาเหตุทำให้อนุภาคต่างๆกระจายตัวในน้ำโดยไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนซึ่งเรียกว่า floc ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าประจุไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้คอลลอยด์มีเสถียรภาพสาเหตุที่อนุภาคคอลลอยด์มีประจุนี้เกิดได้จาก 1 ความไม่บริสุทธิ์ของผลึกสารประจุไฟฟ้าของคอลลอยด์อาจได้มาจากการแลกเปลี่ยนอะตอมจากภายนอกซึ่งมีประจุไม่เท่ากันยกตัวอย่างเช่นเมื่อ Al3 แลกที่กับ Si4 ซึ่งอยู่ในโครงสร้างผลึกของดินเหนียวภาพที่ 7 ทำให้อนุภาคของดินเหนียวมีประจุลบจึงแสดงอำนาจของประจุลบเช่นประจุลบของความขุ่นในน้ำผิวดินเป็นต้นภาพที่ 7 แสดงการเกิดประจุลบของอนุภาคคอลลอยด์ 18 2 ประจุไฟฟ้าของอิออนที่ถูกดูดติดผิวของอนุภาคคอลลอยด์ฟองก๊าซละอองน้ำมันหรืออนุภาคอีกหลายชนิดได้ประจุไฟฟ้าบนผิวเนื่องจากมันสามารถเลือกดูดอิออนประจุลบหรือประจุบวกบางชนิด

ค่าโปรตีนจะมีประจุบวกและจะมีประจุลบที่พีเอชสูงซึ่งโปรตีนอาจไม่มีประจุเลยที่ระดับพีเอชระหว่างค่าสูงและต่ำรูปที่ 28 การแตกตัวเป็นไอออนของ Functional Group มันสิ้น 2537 232 Electric Double Layer Theory ความแตกต่างระหว่างคอลลอยด์แบบไฮโดรโฟบิกและแบบไฮโดรฟิลิกคือเสถียรภาพ Stability ของคอลลอยด์แบบแรกเป็นผลมาจากแรงผลักระหว่างไอออนชนิดเดียวกันส่วนเสถียรภาพของคอลลอยด์แบบหลังเกิดขึ้นเนื่องจากแรงผลักระหว่างโมเลกุลของน้ำที่ห่อหุ้มอนุภาค Particle

ละอองน้ำมันหรืออนุภาคอีกหลายชนิดได้ประจุไฟฟ้าบนผิวเนื่องจากมันสามารถเลือกดูดอิออนประจุลบหรือประจุบวกบางชนิดมาติดบนผิวได้อิออนที่ถูกดูดติดผิวเรียกว่า Peptizing Ions อนุภาคคอลลอยด์ที่กระจายอยู่ในน้ำมักชอบดูดอิออนลบมากกว่าอิออนบวกเพราะอิออนบวกจะมีโมเลกุลของน้ำล้อมรอบเช่น Al H 2 O 6 3 หรือ Fe H 2 O 6 3 ทำให้อิออนบวกไม่สามารถเข้าถึงผิวของคอลลอยด์ได้เท่ากับอิออนลบด้วยเหตุนี้อนุภาคคอลลอยด์ในน้ำจึงมีประจุเป็นลบมากกว่าประจุบวก 3 การแตกตัวเป็นไอออนของ Functional Group อนุภาคคอลลอยด์จำนวนมากได้ประจุไฟฟ้าเนื่องจากการแตกตัวเป็นไอออนของ Functional Group บนผิวของอนุภาคเช่นโปรตีนได้ประจุไฟฟ้าจากการแตกตัวเป็นไอออนของหมู่แอมิโน Amino Group หรือหมู่คาร์บอกซิล Carboxyl Group ซึ่งขึ้นกับค่าพีเอชของน้ำเมื่อนำมีพีเอชต่ำโปรตีนจะมีประจุบวกและจะเป็นประจุลบเมื่อค่าพีเอชสูงแต่ที่ค่าพีเอชบางช่วงโปรตีนจะไม่มีประจุไฟฟ้าเลยเรียกค่าพีเอชในช่วงนี้ว่า Isoelectric pH Electric Double Layer Theory ความแตกต่างระหว่างคอลลอยด์แบบ Hydrophobic และ Hydrophilic คือเสถียรภาพ Stability ของคอลลอยด์แบบแรกเป็นผลมาจากแรงผลักระหว่างอิออนชนิดเดียวกันส่วนเสถียรภาพของคอลลอยด์แบบที่ 2 เกิดขึ้นจากแรงผลักระหว่างโมเลกุลของน้ำที่ห่อหุ้มอนุภาค Particle Solvation ความต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญมากต่อกลไกในการทำลายเสถียรภาพทั้งนี้เนื่องจากความขุ่นในน้ำมักเกิดจากคอลลอยด์แบบ Hydrophobic ในที่นี้จึงได้เน้นส่วนที่เกี่ยวกับคอลลอยด์แบบ Hydrophobic เท่านั้นทฤษฎีที่ใช้อธิบายคุณสมบัติทางไฟฟ้าของคอลลอยด์คือ Electric Double Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษามาก่อนหน้านี้ ไม่ควรเผยแพร่ในที่สาธารณะ

Solvation ความแตกต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญมากต่อกลไกในการทำลายเสถียรภาพทฤษฎีที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติของคอลลอยด์คือ Electric Double Layer Theory ซึ่งผู้คิดค้นคือ Helmholtz และพัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้นด้วย Gouy Chapman และ Stern ขอให้พิจารณานาฏภาคดินเหนียวซึ่งมีประจุลบเป็นตัวอย่างประกอบคำอธิบายเนื่องจากประจุลบของอนุภาคคอลลอยด์สามารถสร้างแรงดึงดูดที่ทำให้ประจุไอออนบวกดึงดูดแสดงในภาพที่ 29 ในน้ำรั้งเข้ามาหาได้ทำให้ประจุบวกมาแออัดกันอยู่ใกล้ผิวอนุภาคคอลลอยด์ความหนาแน่น

ช่วงโปรตีนจะไม่ประจุไฟฟ้าเลยเรียกค่าพีเอชในช่วงนี้ว่า Isoelectric pH Electric Double Layer Theory ความแตกต่างระหว่างคอลลอยด์แบบ Hydrophobic และ Hydrophilic คือเสถียรภาพ Stability ของคอลลอยด์แบบแรกเป็นผลมาจากแรงผลักระหว่างไอออนชนิดเดียวกันส่วนเสถียรภาพของคอลลอยด์แบบที่ 2 เกิดขึ้นจากแรงผลักระหว่างโมเลกุลของน้ำที่ห่อหุ้มอนุภาค Particle Solvation ความต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญมากต่อกลไกในการทำลายเสถียรภาพทั้งนี้เนื่องจากความขุ่นในน้ำมักเกิดจากคอลลอยด์แบบ Hydrophobic ในที่นี้จึงได้เน้นส่วนที่เกี่ยวกับคอลลอยด์แบบ Hydrophobic เท่านั้นทฤษฎีที่ใช้อธิบายคุณสมบัติทางไฟฟ้าของคอลลอยด์คือ Electric Double Layer Theory ซึ่งผู้คิดทฤษฎีนี้คือ Helmholtz และพัฒนาให้สมบูรณ์โดย Gouy Chapman และ Stern ขอให้พิจารณานาฏภาคดินเหนียวซึ่งมีอนุภาคเป็นลบเป็นตัวอย่างประกอบคำอธิบายเนื่องจากประจุลบของคอลลอยด์สามารถสร้างแรงดึงดูดที่ทำให้ไอออนบวกที่อยู่น้ำเข้ามาใกล้ได้จึงทำให้ไอออน 19 ประจุบวกมาแออัดใกล้ผิวของอนุภาคคอลลอยด์แสดงในภาพที่ 81 ไอออนบวกนี้เรียกว่า Counter Ion ความหนาแน่นของไอออนบวกจะสูงที่สุดในบริเวณที่ผิวของอนุภาคคอลลอยด์และลดน้อยลงไปตามระยะห่างจากอนุภาคทั้งนี้ก็เป็นไปตามศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากประจุลบของอนุภาคคอลลอยด์ซึ่งมีค่าสูงสุดที่ผิว Nernst Potential และน้อยลงเมื่อห่างออกไปภาพที่ 82 ที่ตำแหน่งที่ศักย์ไฟฟ้าเท่ากับศูนย์แสดงว่าไม่อยู่ภายใต้อำนาจไฟฟ้าของคอลลอยด์ทำให้การกระจายตัวของไอออนบวกและลบเป็นไปตามปกติตามทฤษฎี Double Layer เชื่อว่าไอออนบวกชั้นในสุดไม่สามารถเข้าถึงผิวของอนุภาคคอลลอยด์ทั้งนี้เพราะไอออนบวกมักมีโมเลกุลของน้ำห่อหุ้มอยู่ระหว่างระหว่างผิวอนุภาค

ของไอออนบวกจะสูงที่สุดในบริเวณที่อยู่ติดกับอนุภาคคอลลอยด์และลดน้อยลงไปตามระยะห่างจากอนุภาครูปที่ 29 โมเดลที่ใช้อธิบาย Electrical Double Layer Theory มั่นสิน 2537 ระบบคอลลอยด์อาจมีเสถียรภาพหรือไม่ก็ได้ดังได้กล่าวแล้วว่าคอลลอยด์นั้นถือว่าเสถียรภาพเมื่อสามารถดำรงสถานะแขวนลอยในน้ำได้โดยไม่ตกตะกอนภายในเวลาสั้นเมื่อทำให้อนุภาคคอลลอยด์ตกตะกอนและแยกตัวจากน้ำก็ถือว่าเสถียรภาพของคอลลอยด์ถูกทำลายและไม่มีเสถียรภาพอีกต่อไปด้วยเหตุนี้เสถียรภาพของคอลลอยด์จึง

หรือเกลือเฟอริกคลอไรด์ทำให้เกิดกลุ่มตะกอนที่ ก รวดเร็วกว่าการใช้สารส้มหรือเกลือของเหล็กเป็นสารสร้างตะกอนสะดวกในการใช้งานไม่มี ก ความเป็นพิษและอันตรายต่อผู้ใช้สามารถทำลายหรือลดสภาพความเป็นต่งน้อยกว่าการใช้สารส้ม ก หรือเกลือของเหล็กในการสร้างตะกอนทำให้สารเคมีบางชนิดเช่นซิลิเกตตกค้างในน้ำในปริมาณ ก ที่น้อย น5 คอลลอยด์ ก เสถียรภาพของคอลลอยด์มีนสิน(2554)กล่าวว่าคอลลอยด์อาจมีเสถียรภาพหรือไม่ก็ได้ ก คอลลอยด์จะถือว่ามีความเสถียรภาพเมื่อสามารถดำรงสถานะแขวนลอยในน้ำได้โดยไม่ตกตะกอนใน ก เวลาอันสั้นเมื่อทำให้อนุภาคคอลลอยด์ตกตะกอนและแยกตัวจากน้ำก็ถือว่าเสถียรภาพของคอลลอยด์ ก ถูกทำลายและไม่มีเสถียรภาพอีกต่อไปด้วยเหตุนี้เสถียรภาพของคอลลอยด์จึงขึ้นอยู่กับแรงดูดและ ก แรงผลักระหว่างอนุภาคแรงผลักระหว่างอนุภาคคอลลอยด์ต่าง ๆ สามารถจับกันเป็นกลุ่มก้อนหรือฟลอคได้ทำให้ ก คอลลอยด์ไม่มีเสถียรภาพ ก 14 ก -แรงดูดระหว่างอนุภาคเรียกว่าแรงแวนเดอร์วาลส์(Van der Waals Force)เป็นแรงอ่อนที่มี ก อำนาจเมื่ออนุภาคอยู่ใกล้กันส่วนแรงผลักระหว่างอนุภาคเป็นผลมาจากประจุไฟฟ้าของอนุภาคหรือ ก nZeta potential ก -ผลลัพท์ระหว่างอนุภาคทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างอนุภาคแรงดูดจะมี ก อำนาจเหนือกว่าแรงผลักระหว่างอนุภาคคอลลอยด์เคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันมากๆโดยปรกติแล้วแรง ก ผลักซึ่งเกิดจากซ้ำไฟเทนเชียลไม่เปิดโอกาสให้อนุภาคต่างๆเข้ามาใกล้กันจนเกิดการดูดเข้าหากัน ก การรักษาความคงตัวโดยประจุบนพื้นผิวของคอลลอยด์ได้มีการอธิบายบทบาทของประจุไฟฟ้าบน ก พื้นผิวของคอลลอยด์โดย DLVO theory ก n - (Derjaguin-Landau-Verwey-Overbeek)ไว้ว่าความคงตัวของระบบคอลลอยด์ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นอยู่กับแรงดูดและแรงผลักระหว่างอนุภาค 233 การสร้างตะกอน Coagulation การตกตะกอนหนักโดยการเติมสารเคมีที่เรียกว่าโคแอกกูแลนต์ Coagulant เพื่อผสมน้ำดิบกับสารเปลี่ยนสภาพของคอลลอยด์ colloid โดยมีขนาดอยู่ในช่วง 106 ถึง 103 มิลลิเมตรเพื่อลดเสถียรภาพ Destabilization ที่มีขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและตกตะกอนลงมาเมื่อเติมโคแอกกูแลนต์ลงไปจะต้องมีการผสมโดยการกวนเร็ว Rapid mixing เพื่อให้สารผสมเข้ากันอย่างทั่วถึงจากนั้นจะทำ

ส่วน Ca^{2+} ที่ละลายน้ำจะหมดไปน้ำจึงไม่กระด้างอีกดังสมการที่ 1 $\text{Ca HCO}_3 \text{ 2 Ca OH 2 2 CaCO}_3 \text{ 2 H}_2\text{O 1}$ ปริมาณรีแอเจนต์ที่ใช้ในปฏิกิริยาหาได้จาก การคำนวณปริมาณสารสัมพันธ์ Stoichiometry Coagulation คือการตกตะกอนหนักโดยการเติมสารเคมีที่เรียกว่าโคแอกกูแลนต์ Coagulant เพื่อเปลี่ยนสภาพของของแข็งแขวนลอย Suspended solids ที่มีขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและตกตะกอนลงมาเมื่อเติมโคแอกกูแลนต์ลงไปจะต้องมีการผสมโดยการกวนเร็ว Rapid mixing เพื่อให้สารเข้าผสมกันอย่าทั่วถึงจากนั้นจะทำการกวนช้า Flocculation เพื่อให้สารแขวนลอยและโคแอกกูแลนต์จับตัวกันกระบวนการทั้งหมดเรียกว่า Coagulation ตลอดทั้งกระบวนการไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นแต่เป็นเพียงกลไกให้สารได้สัมผัสกันเท่านั้นเช่น กระบวนการตกตะกอนความขุ่นโดยสารส้ม $\text{Alum Al SO}_4 \text{ 212H}_2\text{O}$ หรือการกำจัดด้วยสารเฟอร์ริกคลอไรด์ Ferric chloride FeCl_3 เป็นต้นทั้งสารส้มและเฟอร์ริกคลอไรด์เป็นโคแอกกูแลนต์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายการหาปริมาณโคแอกกูแลนต์ที่เติมลงไปและสภาวะที่เหมาะสมได้แก่ค่าพีเอช pH อัตราการกวนเร็วและการกวนช้าสำหรับน้ำเสียและโคแอกกูแลนต์แต่ละชนิดได้จากการทดลองโดยอาศัยวิธีการที่เรียกว่า JAR test JAR test คือการหาเงื่อนไขหรือสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนได้แก่ 1 การเปรียบเทียบชนิดของโคแอกกูแลนต์ 2 การเปรียบเทียบค่าพีเอช pH ที่ทำให้การตกตะกอนดีที่สุด 3 หาปริมาณของโคแอกกูแลนต์ที่เลือกใช้เพื่อไม่ให้เติมในปริมาณที่สูงเกินไป เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและอื่นๆอีกได้แก่การหาอัตราการกวนเร็วกวนช้า เป็นต้นเงื่อนไขเหล่านี้มีประโยชน์อย่างมากเมื่อนำไปใช้กับระบบใหญ่

ขึ้นดังนั้น Monomer จึงเป็นส่วนประกอบหนึ่งของพอลิเมอร์แขนงของ Monomer ค่อนข้างกว้างจึงใช้ในการสังเคราะห์สารอินทรีย์พอลิเมอร์เช่น Acrylamide สารอินทรีย์สังเคราะห์พอลิเมอร์สามารถแบ่งเป็นชนิดต่างๆคือ 241 Cationic Polymer มีประจุบวกบนส่วนของสารอินทรีย์ระดับของประจุบนพอลิเมอร์ขึ้นอยู่กับจำนวนไอออนของ Nitrogen Groups มีประสิทธิภาพสูงในการปรับสภาพตะกอนซึ่งมีประจุลบตัวอย่าง Cationic Polymer เช่น Polydiallyldimethyl Ammonium PDADMA CatFloc สารรวมตะกอน Polyacrylamide ประเภท Cationic เติร์มได้โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสาร

การใช้สารช่วยสร้างตะกอน (Coagulation Aid) ในการใช้สารช่วยสร้างตะกอนส่วนใหญ่จะเป็นสารประเภทพอลิเมอร์องค์ประกอบและรูปแบบทางด้านกายภาพของพอลิเมอร์มีรูปร่างเป็นโซยาว (Long Chain) เป็นสารเคมีชนิดพิเศษ สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้อย่างสมบูรณ์จากมอนอเมอร์หลายๆตัวรวมกันหรือสามารถหาได้จาก การเพิ่มสารเคมีลงไปเพื่อเพิ่มหน้าที่ของมอนอเมอร์ซึ่งเป็นตัวแบ่งประเภทของพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้น ดังนั้นมอนอเมอร์จึงเป็นส่วนประกอบหนึ่งของพอลิเมอร์แขนงของมอนอเมอร์ค่อนข้างกว้างจึงใช้ในการสังเคราะห์สารอินทรีย์พอลิเมอร์เช่น acrylamide สารอินทรีย์สังเคราะห์พอลิเมอร์สามารถแบ่งเป็นชนิดต่างๆคือ Cationic Polymer มีประจุบวกบนส่วนของสารอินทรีย์ระดับของประจุบนพอลิเมอร์ขึ้นอยู่กับจำนวนไอออนของไนโตรเจนที่มีประสิทธิภาพสูงในการปรับสภาพตะกอนซึ่งมีประจุลบตัวอย่างของพอลิเมอร์ประจุบวกได้แก่ Polydiallyldimethyl Ammonium (PDADMA), cat - n floc (สารรวมตะกอน Polyacrylamide ประเภทประจุบวกเติร์มได้โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ สารเคมีชนิด Polyacrylamide ชนิดไม่มีประจุหรือเป็นการรวมมอนอเมอร์ประเภทประจุบวกด้วย - Acrylamide Polymer โดยพอลิเมอร์ชนิดประจุบวกจะนิยมใช้ในงานปรับสภาพตะกอน เนื่องจากของแข็งในน้ำตะกอนสดนั้นมีประจุลบ - Anionic Polymer มีประจุลบบนส่วนที่เป็นสารอินทรีย์จำนวนประจุลบขึ้นอยู่กับจำนวน กลุ่มของ Acrylamide ที่ละลายอยู่ในกรด Acrylic พอลิเมอร์ชนิดประจุลบได้แก่ Polyacrylamide \ nAcid (PAA), Hydrolyzed Polyacrylamide (HPAM) และ Polystyrene Sulfate (PSS) สารรวม ตะกอน Polyacrylamide ประเภทประจุลบมีประจุไฟฟ้าเป็นลบเมื่อละลายน้ำและทำให้เกิดกลุ่ม nAmide (NH \ n2 \ n) หรือเกิดจากการรวมกลุ่มของมอนอเมอร์ชนิดประจุลบจนเป็น Acrylamide Polymer \ nNonionic polymer ไม่ละลายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคมีชนิด Nonionic Polyacrylamide หรือเป็นการรวม Cationic Monomer ด้วย Acrylamide Polymer ชนิด Cationic Polymer จะนิยมใช้ในงานปรับสภาพตะกอนเนื่องจากของแข็งในน้ำตะกอนสแต้นมีประจุลบรูปที่ 212 ประสิทธิภาพ Acrylamide Polymer 242 Anionic Polymer มีประจุลบบนส่วนที่เป็นสารอินทรีย์จำนวนประจุลบขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มของ acrylamide ที่ละลายอยู่ใน Acrylic acid ชนิดของ Anionic Polymer เช่น Polyacrylamide acid PAA Hydrolyzed Polyacrylamide HPAM และ Polystyrene sulfate PSS สารรวมตะกอน Polyacrylamide ประเภท Anionic มีประจุไฟฟ้าเป็นลบเมื่อละลายน้ำและทำให้เกิดกลุ่ม Amide Group

มีประจุบวกบนส่วนของสารอินทรีย์ระดับของประจุบนพอลิเมอร์ n ขึ้นอยู่กับจำนวนไอออนของไนโตรเจนมีประสิทธิภาพสูงในการปรับสภาพตะกอนซึ่งมีประจุลบ n ตัวอย่างของพอลิเมอร์ประจุบวกได้แก่ Polydiallyldimethyl Ammonium (PDADMA \, cat-floc) สาร n รวมตะกอน Polyacrylamide ประเภทประจุบวกเตรียมได้โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสารเคมีชนิด n 15 n Polyacrylamide ชนิดไม่มีประจุหรือเป็นการรวมมอนอเมอร์ประเภทประจุบวกด้วย Acrylamide n Polymer โดยพอลิเมอร์ชนิดประจุบวกจะนิยมใช้ในงานปรับสภาพตะกอนเนื่องจากของแข็งในน้ำ n ตะกอนสแต้นมีประจุลบ n Anionic Polymer มีประจุลบบนส่วนที่เป็นสารอินทรีย์จำนวนประจุลบขึ้นอยู่กับ n จำนวนกลุ่มของ Acrylamide ที่ละลายอยู่ในกรด Acrylic พอลิเมอร์ชนิดประจุลบได้แก่ n Polyacrylamide Acid (PAA \), Hydrolyzed Polyacrylamide (HPAM) และ Polystyrene Sulfate n (PSS) สารรวมตะกอน Polyacrylamide ประเภทประจุลบมีประจุไฟฟ้าเป็นลบเมื่อละลายน้ำและทำให้ n ให้เกิดกลุ่มเอไมด์ (Amide) ($NH \setminus n_2 \setminus n$) หรือเกิดจากการรวมกลุ่มของมอนอเมอร์ชนิดประจุลบจนเป็น n Acrylamide Polymer n Nonionic polymer ไม่ละลายน้ำแต่มีประสิทธิภาพในการเชื่อมอนุภาคของตะกอนให้ n เกิดการรวมกลุ่มกันได้ดีในทางปฏิบัติพอลิเมอร์ประเภทนี้อาจจะเกิดจากการรวมกันของสาร n อนินทรีย์พอลิเมอร์ (Inorganic Polymer) และสารอินทรีย์พอลิเมอร์ (Organic Polymer) ซึ่งจะเพิ่ม n ความแข็งแรงของตะกอนโครงสร้างในรูปสารละลายของสารอินทรีย์พอลิเมอร์เมื่อละลายน้ำจะ n เปลี่ยนเป็นสารละลายซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามความหนืดค่าความหนืดขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุลและ n ระดับของประจุไฟฟ้าที่การเจือจางมาก n โมเลกุลจะยืดแขนออกเพราะว่าผลของการผลึกจึงทำให้ n เกิดการประชิดตามความยาวของสายพอลิเมอร์ที่ความเข้มข้นปกติสายโซ่ที่ยาวของพอลิเมอร์ประจุ n ลบสั้นนิฐานว่ามีรูปร่างคล้ายโซ่ไข (มีวนเป็นวง) อย่งไรก็ตามเนื่องจากความยาวของสาย n โมเลกุลของพอลิเมอร์

Test การวัดค่าซีตาโพเทนเชียลการหาค่าดัชนีการกรอง Filtrability Index เป็นต้นซึ่งจะขอกล่าวเฉพาะวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดคือจาร์เทสต์ 251 วิธีจาร์เทสต์ Jar Test กองควบคุมคุณภาพน้ำ 2544 จาร์เทสต์ Jar Test เป็นการทดลองที่ใช้ในการตรวจสอบหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับเติมลงในน้ำดิบ Optimum dose of coagulant เพื่อตกตะกอนสารแขวนลอยในน้ำและนำผลที่ได้ไปปรับจ่ายในกระบวนการผลิตน้ำหลักสำหรับการทดลองจาร์เทสต์ได้แก่การจำลองการทำงาน

ความเร็วแรงเหวี่ยง G และระยะเวลาในการกวนน้ำอย่างไรก็ตามเนื่องจากความเร็วแรงเหวี่ยงและความเร็วในการกวนน้ำมักกำหนดไว้ก่อนแล้วในการออกแบบและไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้การควบคุมโคแอกกูเลชั่นจึงมุ่งหมายในการควบคุมปริมาณของสารสร้างตะกอนที่เหมาะสมและระดับพีเอชของน้ำเพื่อให้เกิดการโคแอกกูเลชั่นได้ดีที่สุดการควบคุมสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเกิดโคแอกกูเลชั่นสามารถกระทำได้ 2 วิธีคือโดยวิธีจาร์เทสต์ jar test และโดยวิธีวัดศักย์ไฟฟ้าซีตาโพเทนเชียล zeta potential วิธีการควบคุมโคแอกกูเลชั่นที่ได้รับความนิยมมากที่สุดและใช้กันมานานแล้วคือวิธีจาร์เทสต์ jar test ส่วนวิธีวัดศักย์ไฟฟ้าซีตาโพเทนเชียล zeta potential จะไม่ได้รับความนิยมเนื่องจากอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและการวัดต้องอาศัยความชำนาญอย่างมากซึ่งจะขอกล่าวเฉพาะวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดคือวิธีจาร์เทสต์จาร์เทสต์ JAR TEST จาร์เทสต์เป็นการทดลองที่ใช้ในการตรวจสอบหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับเติมลงในน้ำดิบ Optimum dose of coagulant ใช้ในการตกตะกอนสารแขวนลอยในน้ำเพื่อนำผลที่ได้ไปปรับจ่ายในกระบวนการผลิตน้ำประปาทั้งนี้โดยปกติสารเคมีที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่สารส้มปูนขาวและคลอรีนสารส้มจะใช้เป็นสารสร้างตะกอนปูนขาว Calcium Hydroxide หรือ Calcium Oxide ใช้สำหรับการปรับค่า pH ให้สูงขึ้นใช้กรณีที่มีค่า pH ต่ำลงเมื่อเติมสารส้มและสารเคมีตัวสุดท้ายที่ใช้ในระบบประปาได้แก่คลอรีนซึ่งใช้ในการฆ่าเชื้อโรคหลักการทดลองจาร์เทสต์ได้แก่การจำลองการทำงานของถังตกตะกอนซึ่งเริ่มจากการกวนเร็วเพื่อกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า 400 วินาทีทำให้ได้ตะกอนที่มีปริมาตรต่ำจึงง่ายต่อการนำไปกำจัด นอกจากนี้ตะกอนที่เกิดขึ้นจะหนักและมีความหนาแน่นมากกว่าตะกอนที่เกิดขึ้นจากการใช้สารสร้างตะกอนที่เป็นสารอนินทรีย์จึงทำให้การตกตะกอนและการรวมตัวกันของตะกอนดีกว่าแต่ในการใช้โพลีเมอร์ในการกำจัดสิ่งที่ไม่ได้ผลที่ดีพอและค่าความเป็นต่างความกระต้างที่เอชและอุณหภูมิจะไม่ผลต่อการทำงานของโพลีเมอร์บำบัดน้ำได้ทำให้ได้กลุ่มตะกอนที่มีขนาดเล็กและแน่น Dense Floc ตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบน้อย

พอลิเมอร์ (Organic Polymer) ซึ่งจะมีเพิ่ม \ n ความแข็งแรงของตะกอน โครงสร้างในรูปสารละลายของสารอินทรีย์พอลิเมอร์เมื่อละลายน้ำจะ \ n เปลี่ยนเป็นสารละลายซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามความหนืดค่าความหนืด (Viscosity) ขึ้นอยู่กับน้ำหนัก \ n โมเลกุลและระดับของประจุไฟฟ้าที่การเจือจางมาก \ n โมเลกุลจะยึดแขนออกเพราะว่าผลของการ \ n ผลักจึงทำให้เกิดการประชิดตามความยาวของสายพอลิเมอร์ที่ความเข้มข้นปกติสายโซ่ที่ยาวของ \ n 13 \ n พอลิเมอร์ประจุลบสันนิษฐานว่ามีรูปร่างคล้าย \ n ไขว่ (มันเป็นวง) อย่างไรก็ตามเนื่องจากความ \ n ยาวของสายโมเลกุลของพอลิเมอร์ค่อนข้างยาวดังนั้นจึงไม่สามารถบอกตัวเลขของสายพอลิเมอร์ \ n พอลิเมอร์ละลายน้ำซึ่งประมาณพอลิเมอร์ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัม/ลิตรจะมีสายพอลิเมอร์ \ n ประมาณ 120 ล้านสายต่อน้ำ 1 ลิตรพอลิเมอร์ประจุลบสามารถใช้เป็นสารสร้างตะกอนที่เป็นสา \ n ภา \ n อนินทรีย์ให้แก่บำบัดที่มีความข้นสูงและต่ำได้เมื่อใช้อัตราการกวนเร็วมากกว่า 400 รอบต่อนาที \ n ทำให้ได้ตะกอนที่มีปริมาตรต่ำจึงง่ายต่อการนำไปกำจัด นอกจากนี้ตะกอนที่เกิดขึ้นจะหนักและมี \ n ความหนาแน่นมากกว่าตะกอนที่เกิดขึ้นจากการใช้สารสร้างตะกอนที่เป็นสารอนินทรีย์จึงทำให้ \ n การตกตะกอนและการรวมตัวกันของตะกอนดีกว่าแต่ในการใช้พอลิเมอร์ในการกำจัดสิ่งที่ไม่ได้ \ n ผลที่ดีพอและค่าความเป็นต่างความกระต้างที่เอชและอุณหภูมิจะไม่ผลต่อการทำงานของพอลิเมอร์บำบัดน้ำได้ \ n พอลิเมอร์มาใช้เป็นสารสร้างตะกอนหรือสารช่วยเร่งให้ตกตะกอนกันอย่างมากมาย \ n เนื่องจากการใช้พอลิเมอร์จะช่วยลดปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำได้ทำให้ได้ \ n กลุ่มตะกอนที่มีขนาดเล็กและแน่น (Dense Floc) ตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบน้อยเมื่อ \ n เปรียบเทียบกับตะกอนที่เกิดจากการใช้สารส้มหรือเกลือเฟอริก

เมื่อเปรียบเทียบกับตะกอนที่เกิดจากการใช้สารส้มหรือเกลือเฟอริกคลอไรด์ทำให้เกิดกลุ่มตะกอนที่รวดเร็วมากกว่าการใช้สารส้มหรือเกลือของเหล็กเป็นสารสร้างตะกอนสะดวกในการใช้งานไม่มีความเป็นพิษและอันตรายต่อผู้ใช้สามารถทำลายหรือลดสภาพความเป็นต่างน้อยกว่าการใช้สารส้มหรือเกลือของเหล็กในการสร้างตะกอนทำให้สารเคมีบางชนิดเช่นซิลิเฟตตกค้างในน้ำในปริมาณที่น้อย 262 กรณีการ 2525 ศึกษากระแสการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกรณีศึกษาผู้นำเจ้าพระยาเสนอต่อ

จะไม่มีผลต่อการทำงานของพอลิเมอร์บำบัดน้ำได้ \ n พอลิเมอร์มาใช้เป็นสารสร้างตะกอนหรือสารช่วยเร่งให้ตกตะกอนกันอย่างมากมาย \ n เนื่องจากการใช้พอลิเมอร์จะช่วยลดปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำได้ทำให้ได้ \ n กลุ่มตะกอนที่มีขนาดเล็กและแน่น (Dense Floc) ตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบน้อยเมื่อ \ n เปรียบเทียบกับตะกอนที่เกิดจากการใช้สารส้มหรือเกลือเฟอริกคลอไรด์ทำให้เกิดกลุ่มตะกอนที่ \ n รวดเร็วมากกว่าการใช้สารส้มหรือเกลือของเหล็กเป็นสารสร้างตะกอนสะดวกในการใช้งานไม่มี \ n ความเป็นพิษและอันตรายต่อผู้ใช้สามารถทำลายหรือลดสภาพความเป็นต่างน้อยกว่าการใช้สารส้ม \ n หรือเกลือของเหล็กในการสร้างตะกอนทำให้สารเคมีบางชนิดเช่นซิลิเฟตตกค้างในน้ำในปริมาณ \ n ที่น้อย \ n 5 .คอลลอยด์ \ n เสถียรภาพของคอลลอยด์มันสิน (2554) กล่าวว่าการคอลลอยด์อาจมีเสถียรภาพหรือไม่ก็ได้ \ n คอลลอยด์จะถือว่าเสถียรภาพเมื่อสามารถดำรงสถานะแขวนลอยในน้ำได้โดยไม่ตกตะกอนใน \ n เวลาอันสั้นเมื่อทำให้อนุภาคคอลลอยด์ตกตะกอนและแยกตัวจากน้ำก็ถือว่าเสถียรภาพของคอลลอยด์ \ n ถูกทำลายและไม่เสถียรภาพอีกต่อไปด้วยเหตุนี้เสถียรภาพของคอลลอยด์จึงขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดและ \ n แรงผลักระหว่างอนุภาคแรงผลักจะต้องสูงกว่าแรงดึงดูดจึงทำให้คอลลอยด์มีเสถียรภาพถ้าแรงดึงดูด \ n มากกว่าแรงผลักอนุภาคคอลลอยด์ต่างๆสามารถจับกันเป็นกลุ่มก้อนหรือฟล็อกได้ทำให้ \ n คอลลอยด์ไม่มีเสถียรภาพ \ n 14 \ n -แรงดูดระหว่างอนุภาคเรียกว่าแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals Force) เป็นแรงอ่อนที่มี \ n อานาจเมื่ออนุภาคอยู่ใกล้กันส่วนแรงผลักระหว่างอนุภาคเป็นผลมาจากประจุไฟฟ้าของอนุภาคหรือ \ n Zeta potential \ n -ผลลัพธ์ระหว่างอนุภาคทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างอนุภาคแรงดึงดูดจะมี \ n อานาจเหนือกว่าแรงผลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกกุลเลชันจำเป็นต้องรู้ชนิดและปริมาณสารที่เหมาะสมตลอดจนสภาวะต่างๆที่เอื้ออำนวยต่อการโคแอกกุลเลชันซึ่งได้แก่ระดับพีเอชของน้ำความเร็วการเคลื่อนที่และระยะเวลาในการกวนน้ำความกัวหน้าของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการโคแอกกุลเลชันยังไม่สามารถจะชี้กำหนดและควบคุมตัวแปรต่างๆดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จึงได้มีผู้พยายามพัฒนาวิธีควบคุมโคแอกกุลเลชันนอกเหนือจากการทดลองจาร์เทสต์ได้แก่วิธีการควบคุมโดยวัดศักย์ไฟฟ้า Zeta Potential การควบคุมโดยวิเคราะห์หาสารโค

เป็นต้องรู้ชนิดและปริมาณสารที่เหมาะสม\ n ตลอดจนสภาวะต่างๆที่เอื้ออำนวยต่อการโคแอกกุลเลชันซึ่งได้แก่ระดับพีเอชของน้ำความเร็ว\ n แกรเดียนท์และระยะเวลาในการกวนน้ำความกัวหน้าของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการโค\ n แอกกุลเลชันยังไม่สามารถจะชี้กำหนดและควบคุมตัวแปรต่างๆดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จึงได้\ n มีผู้พยายามพัฒนาวิธีควบคุมโคแอกกุลเลชันนอกเหนือจากการทดลองจาร์เทสต์ได้แก่วิธีการควบคุม\ n โดยวัดศักย์ไฟฟ้า(Zeta Potential)การควบคุมโดยวิเคราะห์หาสารโคแอกกุลแลนท์ที่เหลือ(Residual \ nCoagulant Analysis)และการควบคุมโดยการหาความสามารถในการกรอง(Filterability)เป็นต้น\ n ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทดลองจาร์เทสต์และการหาความสามารถในการกรอง(มันสิน\, 2537)\ n7 .การทดลองจาร์เทสต์\ n จาร์เทสต์เป็นวิธีที่ใช้มาตั้งแต่ดั้งเดิมและปัจจุบันยังใช้อยู่อย่างกว้างขวางจาร์เทสต์เป็นวิธี\ n ทดสอบอย่างง่ายโดยทำการทดลองในบีกเกอร์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสามารถปรับความเร็ว\ n รอบได้ส่วนมากมักมีใบพัดกวนน้ำ 6 ใบในการทดลองแต่ละครั้งจะเลือกชนิดของสารโคแอกกุล\ n แลนท์และกำหนดสภาวะต่างๆได้แก่ปริมาณของน้ำด้วยความเร็วรอบระยะเวลาการกวนน้ำ\ n และระยะเวลาในการตกตะกอนไว้ค่าหนึ่งจึงทำการทดลองโดยปรับเปลี่ยนเป็นปริมาณสารโคแอกกุล\ n แลนท์ส่วนระดับพีเอชอาจปรับเปลี่ยนหรือคงที่ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์จากนั้นก็จะได้ค่าประมาณ\ n ชนิดของสารโคแอกกุลแลนท์และระดับพีเอชที่เหมาะสมต่อการเกิดโคแอกกุลเลชันในการทดลองควร\ n ทำหลายๆครั้งเพื่อให้ได้ค่าตัวแปรที่เหมาะสมยิ่งขึ้น\ n 16 \ n8 .การวัดความเป็นต่าง(อัลคาไลน์ดี)\ n การวัดความสามารถของสารละลายในการเปลี่ยนสภาพกรดให้เข้าสู่จุดสะเทินของ\ n คาร์บอนเนตหรือไบคาร์บอนเนตสภาพ

แอกกุลแลนท์ที่เหลือ Residual Coagulant Analysis และการควบคุมโดยการหาความสามารถในการกรอง Filterability เป็นต้นในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทดลองจาร์เทสต์และการหาความสามารถในการกรอง 266 เสริมพลและไชยยุทธ 2524 ศึกษาการกำจัดความขุ่นและสารคาร์บอนอินทรีย์ที่ละลายน้ำด้วยกระบวนการสร้างและรวมตะกอนเสนอแนะให้ใช้อัตราการกวนเร็ว 100 min⁻¹ นาน 3 นาทีแล้วเปลี่ยนมา กวนช้า 30 min⁻¹ นาน 12 นาทีแล้วตั้งทิ้งให้ตกตะกอนพบว่าสภาวะเหมาะสมในการบำบัดน้ำผิวดิน

กำหนดและควบคุมตัวแปรต่างๆดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์จึงได้มีผู้\ n พยายามพัฒนาวิธีควบคุมโคแอกกุลเลชันนอกเหนือจากการทดลองจาร์เทสต์ได้แก่วิธีการควบคุม\ n โดยวัดศักย์ไฟฟ้า(Zeta Potential)การควบคุมโดยวิเคราะห์หาสารโคแอกกุลแลนท์ที่เหลือ(Residual \ nCoagulant Analysis)และการควบคุมโดยการหาความสามารถในการกรอง(Filterability)เป็นต้น\ n ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทดลองจาร์เทสต์และการหาความสามารถในการกรอง(มันสิน\, 2537)\ n การทดลองจาร์เทสต์(ชัยยุทธ\, 2530)จาร์เทสต์เป็นวิธีที่ใช้มาตั้งแต่ดั้งเดิมและปัจจุบันยัง\ n ใช้อยู่อย่างกว้างขวางจาร์เทสต์เป็นวิธีทดสอบอย่างง่ายโดยทำการทดลองในบีกเกอร์เครื่องมือที่\ n ใ้ใช้ในการทดลองสามารถปรับความเร็วรอบได้ส่วนมากมักมีใบพัดกวนน้ำ 6 ใบในการทดลองแต่\ n ละครั้งจะเลือกชนิดของสารโคแอกกุลแลนท์และกำหนดสภาวะต่างๆได้แก่ปริมาณของน้ำ\ n ด้วยความเร็วรอบระยะเวลาการกวนน้ำและระยะเวลาในการตกตะกอนไว้ค่าหนึ่งจึงทำการ\ n ทดลองโดยปรับเปลี่ยนเป็นปริมาณสารโคแอกกุลแลนท์ส่วนระดับพีเอชอาจปรับเปลี่ยนหรือคงที่\ n ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์จากนั้นก็จะได้ค่าประมาณชนิดของสารโคแอกกุลแลนท์และระดับพีเอชที่\ n เหมาะสมต่อการเกิดโคแอกกุลเลชันในการทดลองควรทำหลายๆครั้งเพื่อให้ได้ค่าตัวแปรที่เหมาะสม\ n ยิ่งขึ้น\ n เสริมพลและไชยยุทธ(2524)เสนอแนะให้ใช้อัตราการกวนเร็ว 100 รอบ/นาที่นาน 3 นาที\ n แล้วเปลี่ยนมา กวนช้า 30 รอบ/นาที่นาน 12 นาทีแล้วตั้งทิ้งให้ตกตะกอน\ n กรณีการ(2525)แนะนำให้ใช้อัตราการกวนเร็ว 100 รอบ/นาที่นาน 1 นาทีจากนั้นลดลง\ n เหลือความเร็ว 30 -- 40 รอบ/นาที่นาน 20 นาทีแล้วตั้งทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้