

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้สารส้ม และระยะเวลาในการกวน
เพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นทางเคมี ของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก

ปริญญานิพนธ์
ของ
อาจารย์ กันนุลา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2545
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

110 2
05/05/01
33

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้สารส้ม และระยะเวลาในการกวน
เพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นทางเคมี ของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก

บทคัดย่อ
ของ
อาจารย์ กันนูลา

- 8 ต.ค. 2545

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2545

4149047

อาจหาญ กันนุลา. (2545). การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้สารส้มและระยะเวลาในการกวนเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นทางเคมี ของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก. ปริญญาโท. (อุตสาหกรรมศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร. อุปวิทย์ สุวกันทรกุล, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถนอมสิน ตีสภาพร.

การศึกษหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้สารส้ม และระยะเวลาในการกวนเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นทางเคมี ของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก โดยใช้สารส้มแต่เพียงอย่างเดียว แล้วปรับระยะเวลาในการกวน พบว่าในการทดลองใช้ปริมาณสารส้ม 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัมต่อลิตร และปรับระยะเวลาในการกวน 1, 5, 10 และ 15 นาที เมื่อปริมาณสารส้มเพิ่มขึ้นสามารถตกตะกอนและลดค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอยได้ โดยที่ความเข้มข้นของปริมาณสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการตกตะกอนมากที่สุด และเมื่อนำไปทดลองในกระบวนการจริงสามารถลดค่าBOD ได้ต่ำกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณสารแขวนลอยได้ต่ำกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการและลดกากตะกอน ทำให้ค่าใช้จ่ายในการทำจัดการกากตะกอนลดลงตามไปด้วย

การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณสารส้ม และระยะเวลาในการกวน สรุปได้ว่า

1. อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร ใช้เวลาในการกวน 1 นาที สามารถลดค่า BOD ได้ ร้อยละ 65.40 และวัดปริมาณสารแขวนลอยได้ 140 มิลลิกรัมต่อลิตร
2. ต้นทุนของสารเคมีลดลงร้อยละ 60 และต้นทุนในกระบวนการบำบัดลดลงร้อยละ 75

THE STUDY OF PROPORTION SUITABLE FOR THE USED OF ALUMINIUM SULFATE AND FLASH-
MIXING TIME TO REDUCE SEDIMENT IN THE FIRST STATION OF CHEMICAL WATER
TREATMENTS SYSTEM AT CORRUGATING CARTON FACTORY

AN ABSTRACT
BY
ARJHARN KUNNULA

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the master degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University
May 2002

Arjham Kunnula. (2002). *The Study of Proportion Suitable for the Used of Aluminium Sulfate and Flash Mixing Time to Reduce Sediment in The First Station of Chemical Water Treatments System at Corrugating Carton Factory*. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr. Upawit Suwakantagul, Assistant Professor Thanomsin Disataporn.

The study was the experiment of proportion suitable for the used of aluminium sulfate and flash mixing time to reduce sediment in the first station of chemical water treatments system at corrugating carton factory. The study were used the aluminium sulfate ratio of 0.5, 1.5, 2.5 and 3.5 mg/l and adjusted of flash mixing time were 1, 5, 10 and 15 minus. The results of ratio aluminium sulfate of 3.5 mg/l and flash mixing time of 5 minus was suitable for the sediment of wastewater. The valum of biochemical oxygen demand (BOD) showed lated than 500 mg/l and sudpensolid lated than 200 mg/l. The ratio of aluminium sulfate of 3.5 mg/l and flash mixing of 5 minus used for the water treatment and the result of experiment was under the industrial estate improvement.

The result of this experiment was the best proportion of aluminium sulfate ratio and flash mixing time have detail as follow

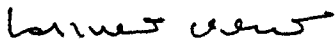
1. The aluminium sulfate proportion of 3.5 mg/l and flash mixing time 1 minus reduce the biochemical oxygen demand 65.40 percentage and sudpensolid 140 mg/l
2. The cost of chemical in the water treatment reduce 60 percentage and cost of process treatment system reduce 75 percentage

ปริญญานิพนธ์เรื่อง

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้สารส้ม และระยะเวลาในการกวน
เพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นทางเคมี ของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก

ของ
นายอาจหาญ กันนุลา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

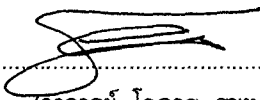
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร ณะวานนท์)
วันที่ ๗ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร. อุพิทย์ สุคันธกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถนอมสิน ดิสถาพร)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)

ประกาศคุณูปการ

การจัดทำปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากคำแนะนำอันมีค่าของคณะกรรมการควบคุม จาก
ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล และผศ. ถนอมสิน คิสภาพร ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และอาจารย์ โอภาส สุขหวาน ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบให้
ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และให้แนวคิดรวมไปถึงกำลังใจในการดำเนินงานเพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ บริษัท อาร์ที เอ็นไวโรเมนท์ ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ในการทดลองรวมถึง
เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและทดสอบเพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา และ
ผู้สนใจตามสมควร

อาจหาญ กันนุลา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
สมมติฐานในการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม.....	8
มาตรฐานน้ำทิ้งกรมโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม.....	12
หลักการบำบัดน้ำเสียและวิธีบำบัด.....	20
วิธีบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ.....	20
วิธีบำบัดน้ำเสียแบบเคมีและฟิสิกส์.....	20
วิธีบำบัดน้ำเสียแบบชีวเคมี.....	24
ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก.....	25
คุณสมบัติของสารส้ม.....	30
การจัดความชุ่มและการตกตะกอน.....	36
การทำน้ำให้ใส.....	36
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	46
วิเคราะห์ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี.....	46
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	47
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	47
ตัวแปรที่จะศึกษา.....	47
การดำเนินการทดลอง.....	47
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
4 ผลการทดลอง.....	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	59
สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการดำเนินการวิจัย.....	59
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
สรุปผลการวิจัย.....	60
อภิปรายผล.....	62
ข้อเสนอแนะ.....	63
บรรณานุกรม.....	64
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.....	67
มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรม.....	68
กระทรวงอุตสาหกรรม.....	68
กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.....	70
ภาคผนวก ข.....	72
น้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก.....	73
อุปกรณ์ที่ใช้ในการกวนในห้องปฏิบัติการ.....	74
น้ำเสียที่ผ่านการตกตะกอนโดยใช้สารส้ม 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัม/ลิตร ใช้ระยะเวลา	
ในการกวน 5 และ 1 นาที.....	75
บ่อพักน้ำเสียของระบบบำบัดทางเคมี.....	76
ตะกอนที่ได้จากการบำบัดโดยใช้สารพอลิเมอร์, ปูนขาว และสารส้ม.....	77
ตะกอนที่ได้จากการบำบัดโดยใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว.....	78
อุปกรณ์ที่ใช้ในการกวนในถังปฏิกรณ์.....	79
น้ำเสียที่ได้จากการทดลองในกระบวนการจริง โดยใช้สารส้ม 3.5 กรัม/ลิตร ใช้ระยะเวลา	
ในการกวน 1 นาที.....	80
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	81

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ส่วนประกอบและคุณสมบัติของสีที่ใช้ในการพิมพ์.....	25
2 ปริมาณและต้นทุนในการใช้สารเคมี.....	26
3 ต้นทุนในการใช้พลังงาน, ค่าขนส่ง และการกำจัดกากตะกอน.....	27
4 ผลการบำบัดน้ำเสียของบริษัทยูนิเจนคาร์บอนอินทรีย์ จำกัด.....	30
5 ขนาดและการตกตะกอนของมลพิษที่ทำให้เกิดความขุ่นชนิดต่าง.....	37
6 คุณสมบัติของสารเคมีช่วยตกตะกอน.....	39
7 ค่า BOD ที่วัดได้จากความสัมพันธ์ของปริมาณสารส้ม กับระยะเวลาในการกวน.....	52
8 ปริมาณสารแขวนลอยที่วัดได้จากความสัมพันธ์ของปริมาณสารส้มกับระยะเวลาในการกวน.....	52
9 ค่าBOD ของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก.....	53
10 ค่าBOD, ปริมาณสารแขวนลอย และค่า pH ที่ได้จากความสัมพันธ์ของปริมาณสารส้มกับระยะเวลาในการกวน.....	54
11 ค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยที่วัดได้จากการใช้สารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร	56
12 ปริมาณการใช้และต้นทุนในการบำบัด.....	57
13 ต้นทุนในกระบวนการและผลการบำบัด.....	58

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 เครื่องช่วยกว่นเข้าชนิดแผงกัน.....	23
2 ถังตกตะกอนแบบไม่มีการนำตะกอนกลับ (Static) ชนิดทรงกระบอกและก้นกรวย.....	23
3 แผนผังการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียบริษัท ยูเนี่ยนคาร์บอนอินดัสทรี จำกัด.....	28
4 ขบวนการกำจัดน้ำเสียโดยทั่ว ๆ ไป.....	32
5 การตกตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเครื่องสุกัณฑ์ด้วยสารส้มร่วมกับสารช่วยตกตะกอน.....	33
6 การตกตะกอนน้ำเสียจากโรงงานกระดาษเพื่อการกำจัดสีและสารอินทรีย์.....	33
7 การตกตะกอนน้ำเสียจากโรงงานทอผ้าเพื่อกำจัดสีและสารอินทรีย์ด้วยสารส้ม.....	34
8 แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างอนุภาคคอลลอยด์.....	38
9 สารเคมีช่วยตกตะกอนช่วยลดแรงผลักระหว่างอนุภาค.....	38
10 ผลของปริมาณสารส้มต่อช่วง pH ที่เหมาะสมในการตกตะกอน.....	40
11 อัตราการไหลของฟล็อกหลังจากการเติมสารส้ม.....	40
12 แสดงวิธีดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการ.....	49
13 แสดงวิธีดำเนินการทดลองในกระบวนการจริง.....	51

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัญหาสิ่งแวดล้อมนับวันจะทวีความรุนแรงขึ้นตามลำดับ ซึ่งปฏิเสธไม่ได้ว่าจะไม่มีผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตและความปลอดภัยของมนุษย์ สภาพแวดล้อมเป็นพิษเกิดขึ้นในวงจรของระบบนิเวศอย่าง ต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นสภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ ทางน้ำ ทางเสียง ทุก ๆ ด้านล้วนเกี่ยวข้องกับ การดำเนินชีวิตของมนุษย์ทั้งสิ้น มลพิษทางน้ำเป็นปัญหาใหญ่ทางด้านสุขภาพที่ครอบคลุมระบบประปา การกำจัดน้ำเสีย การจมน้ำสำหรับงานเกษตร อุตสาหกรรม และการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งแหล่งน้ำ ธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วไปมีคุณภาพไม่ดีพอสำหรับการดำเนินการตามกระบวนการต่าง ๆ ข้างต้น (เกรียงศักดิ์ อุคม-สินโรจน์. 2539 : 73) จากการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พบว่าสาเหตุ ของน้ำเน่าเสียมาจากแหล่งสำคัญ 3 แหล่งคือ น้ำเสียจากแหล่งชุมชน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และน้ำเสียจากกิจกรรมทางการเกษตร (จรงค์ จริยะพันธ์. 2539 : 87) น้ำเสียเป็นน้ำที่ไหลมาจากแหล่ง ต่าง ๆ ที่ระบายออกมามุ่งสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ได้แก่ แหล่งเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ แหล่งชุมชนและ อุตสาหกรรม ลักษณะของน้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ นั้นมีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง โดยปกติ น้ำเสียจาก โรงงานอุตสาหกรรมจะสร้างปัญหาให้กับแหล่งน้ำธรรมชาติมากที่สุด โดยเฉพาะน้ำเสียที่มาจากกลุ่ม อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปิโตรเคมี และฟอกย้อม น้ำเสียเหล่านี้จะมีสารพิษอันตรายไหลปะปนมาด้วย และยากแก่การย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ (สุรพล สายพานิช. 2539 : 42) ซึ่งแตกต่างจากน้ำเสีย ที่มาจากกลุ่มอุตสาหกรรมกระดาษ น้ำตาล เครื่องดื่ม และผลิตสี น้ำเสียจากโรงงานในกลุ่มหลังนี้สาร ปนเปื้อนส่วนใหญ่เป็นสารประเภทสารอินทรีย์ถึงแม้จะมีประเภทอินทรีย์อยู่บ้าง แต่เป็นกลุ่มที่สามารถ ตกตะกอนได้เองตามธรรมชาติหรือตกตะกอนได้ในกระบวนการบำบัดซึ่งเทียบได้ไม่เกินร้อยละ 20 ของน้ำ เสียที่เกิดขึ้น (จรงค์ จริยะพันธ์. 2539 : 86) ผลของน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรม เป็นสาเหตุสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้ น้ำเสียมีกลิ่นเหม็น และไม่เหมาะที่จะนำมาใช้สอยโดยน้ำเสียจากโรงงาน แต่ละโรงนั้นมีความเข้มข้นมากกว่าจากอาคารบ้านเรือนหลายเท่า และมีความแตกต่างกันในแต่ละแห่ง ถึงแม้จะเป็นโรงงานผลิตสินค้าประเภทเดียวกันก็ตาม ทำให้การบำบัดน้ำเสียต้องปรับสภาพของ กระบวนการให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของน้ำเสีย จึงจะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ปราณี พันธุ์สินชัย. 2538 : 89)

กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ทำการสำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2539 เกี่ยวกับเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย ของโรงงานอุตสาหกรรมทั่วประเทศ 1,000 แห่ง พบว่าในเขตชนบทส่วนใหญ่การบำบัดจะใช้วิธีเป็นบ่อตก เก็บหรือบ่อฝัง (Oxidation Pond : OP) ประมาณร้อยละ 50 เพราะเป็นวิธีที่ง่ายในการเดินระบบ แต่ต้องใช้ ที่ดินเป็นจำนวนมาก ในกรณีที่มีที่ดินน้อยและอยู่ใกล้เขตชุมชนเมือง พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมจะนิยมใช้ ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge : AS) ร้อยละ 8.5 รองลงไปเป็นระบบใช้สารเคมีตกตะกอน (PHysical Chemical Treatment : PCT) ร้อยละ 8.3 และระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon : AL) ร้อยละ 5.9 นอกจากนั้นก็มีระบบอื่น ๆ เช่น การหมักในกองดินไร้อากาศ (Anaerobic Filter : AF) ร้อยละ 4.2 บ่อเกรอะ (Septic Tank : ST) ร้อยละ 2.9 คลองวางเวียน (Oxidation Ditch : OD)

ร้อยละ 2.4 เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมจะมีข้อเกี่ยวข้องกับราคาที่ดิน หากเป็นสภาพชนบทที่ราคาที่ดินไม่แพงมากนัก น้อยกว่า 100,000 บาทต่อไร่ จะใช้ระบบบ่อฝัง, บ่อระเหย แต่เมื่อราคาที่ดินแพง 0.5-0.7 ล้านบาทต่อไร่ เทคโนโลยีที่ใช้จะเป็นบ่อเติมอากาศ และเมื่อราคาที่ดินสูงกว่าไร่ละ 1 ล้านบาทก็จะนำเอาวิธีที่ทันสมัยมาใช้ แม้ว่าการลงทุนในเบื้องต้นจะสูงมากก็ตาม (จำจวน เบญจศิริ, 2540 : 32)

ระบบบำบัดน้ำเสียในประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ที่นิยมใช้ก็คือ กลุ่มแรกเป็นบ่อปรับสภาพตามธรรมชาติ (Stabilization Pond) ซึ่งประกอบไปด้วย บ่อฝัง และบ่อหมัก ลักษณะบ่อดังกล่าวเป็นเพียงบ่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นใช้กับน้ำเสียที่มีค่าBOD สูง ๆ 1,000-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และผลการบำบัดน้ำเสียยังมีค่าBOD สูงกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม และระบบบ่อปรับสภาพตามธรรมชาตินี้ในทุก ๆ แบบจะให้มาตรฐานการบำบัดดีเฉพาะในระยะ 1-2 ปีแรก เพราะตะกอนจะเริ่มสะสมที่ก้นบ่อและจะเริ่มลอยขึ้นมาบนผิวน้ำ จึงต้องเปลี่ยนหมุนเวียนการใช้งานบ่อบางส่วนหรือขุดลอกขึ้นมา ลักษณะระบบดังกล่าวไม่สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีสารปนเปื้อนทางเคมีได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2538) กลุ่มที่สองได้แก่กลุ่มของการเลี้ยงเชื้อแบบตะกอนเร่ง ระบบแบบนี้มีประสิทธิภาพดีกับน้ำเสียในระบบกายภาพ ชีวภาพ และทางเคมี แต่มีราคาเริ่มต้นแพงมากและมีความยืดหยุ่นน้อยเมื่อปริมาณสารปนเปื้อนเปลี่ยนแปลง (สุจินต์ พนาปวุฒิกุล, 2539 : 77) กลุ่มที่สามคือกลุ่มตัวกลางชีวภาพ (Biofilm : B) ได้แก่ระบบโปรยกรองและจานหมุนชีวภาพ ระบบนี้ใช้ได้ดีที่เมื่อน้ำเสียมีความเข้มข้นของความสกปรกต่ำ ประสิทธิภาพในการบำบัดและต้นทุนไม่สูงมากนัก แต่ไม่สามารถใช้กับน้ำเสียที่มีสารเคมีปนเปื้อนได้เพราะประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำ ค่าBOD ที่ได้อยู่ในช่วง 100-200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปัญหาอีกประการหนึ่งคือการอุดตันในท่อของตัวกลางมีปัญหาแก้ยาก เมื่อไฟดับการเลี้ยงเชื้อให้มากขึ้นเป็นไปได้ยากและใช้เวลานานขึ้น เมื่อน้ำเสียผ่านระบบบำบัดแล้วจะไม่ได้มาตรฐาน (สุจินต์ พนาปวุฒิกุล, 2539 : 77) กลุ่มที่สี่คือกลุ่มเคมีตกตะกอนที่ประกอบไปด้วย สารส้ม , ปูนขาว และสารฟอสเฟต โดยส่วนมากระบบดังกล่าวจะใช้เมื่อน้ำเสียปนเปื้อนสารเคมีบางชนิด เช่น โลหะหนักมีความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นต้น ซึ่งน้ำเสียดังกล่าวไม่สามารถบำบัดด้วยวิธีอื่นได้ โรงงานที่เป็นแหล่งกำเนิดของน้ำเสียลักษณะนี้ได้แก่ โรงงานชุบโลหะ, ฟอกหนัง และโรงงานกระดาษ น้ำเสียจากโรงงานหนึ่งจะมีการแปรผันในรูปของอัตราการไหลกับความเข้มข้นค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับเวลา ทำให้การเติมสารเคมีเป็นสัดส่วนกันทั้งสองกรณีเป็นไปได้ยาก (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2540 : 140)

น้ำเสียจากโรงงานผลิตถ่านหินอุตสาหกรรมมีปริมาณสารแขวนลอยตั้งแต่ 200 - 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าBOD ที่สูงมีผลมาจากสีที่ใช้ในการผลิต เมื่อภาพลงบนผิวกล้องส่วนผสมของสีประกอบไปด้วยผงสีร้อยละ 18, น้ำยาลดฟองร้อยละ 1, สารเพิ่มการยึดเกาะหรือการร้อยละ 72 และสารทำลายลายร้อยละ 10 ค่าpH ของน้ำสีอยู่ในช่วง 7.5 - 9.0 น้ำเสียหลังกระบวนการผลิตจะเจือจางโดยมีส่วนผสมของน้ำร้อยละ 40 น้ำเสียที่ออกจากกระบวนการผลิตของโรงงานที่มีกำลังการผลิต 2,500 ตันต่อเดือน ประมาณ 20.7 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน การบำบัดน้ำเสียปัจจุบันใช้ระบบบำบัดแบบเคมี บำบัดครั้งละ 1.7 ลูกบาศก์เมตร สารเคมีที่ใช้มีสารส้ม 3 กิโลกรัม, พอลิอิเล็กโตรไลต์ 300 กรัม และปูนขาว 9 กิโลกรัม ตะกอนที่ได้จากการบำบัดความเข้มข้นร้อยละ 30 มีน้ำหนัก 150 กิโลกรัม ค่าขนส่งกากตะกอนเพื่อนำไปกำจัดที่ศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมมาบตาพุด เป็นเงิน 5,000 บาทต่อตัน และค่ากรรมวิธีบำบัดกากตะกอนเป็นพิษหรือขยะอันตรายเป็นเงิน 15,000 บาทต่อตัน

การบำบัดน้ำเสียทางเคมีเป็นทางเลือกหนึ่งของการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งน้ำเสียที่บำบัดจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง มีโลหะหนักและสารพิษ มีตะกอนแขวนลอยและสารอินทรีย์เป็นพิษละลายน้ำปริมาณมาก (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2540 : 140) การผสมสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดจะประกอบไปด้วย ปูนขาว, สารส้ม และ พอลิอิเล็กโตรไลต์ คุณสมบัติของปูนขาวทำให้ตะกอนมีขนาดใหญ่ขึ้น

ตกตะกอนได้ดี แต่มีปัญหาทำให้สลัดจ์มีปริมาณสูง และมี pH สูงไปด้วยอาจต้องเติมกรดให้ ค่า pH กลับมาเป็นกลาง ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากขึ้น พอลิอิเล็กโตรไลต์เป็นสารช่วยให้เกิดเมตะกอนใหญ่ขึ้น ตกตะกอนได้เร็ว ปัญหาอยู่ที่มีความหนืดสูงต้องละลายน้ำอุ่นและกวนอย่างช้า ๆ ตอนนำไปใช้ต้องใช้ อุปกรณ์เดิมจึงจะนำไปใช้ได้ดี ส่วนสารส้มเป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันมากราคาดูก มี pH ใช้งานในช่วง 5.5-8 มีลักษณะใส เมื่อละลายน้ำมีคุณสมบัติค่อนข้างไปทางกรด สารส้มจะแตกตัวเกิดเป็นอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่ละลายน้ำได้จึงนิยมใช้ในการขจัดสีในน้ำ ในการกำจัดความขุ่นที่ทำให้เกิดค่า BOD จะใช้ 20-50 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้ากำจัดสีในงานอุตสาหกรรมจะใช้ 200-300 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการบำบัดน้ำเสียที่มีสมบัติเป็นด่างและมีตะกอนขนาดใหญ่อาจไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมี ปูนขาว และพอลิอิเล็กโตรไลต์ เพราะจะทำให้ น้ำมีสมบัติเป็นกรดอ่อน ๆ หลังการบำบัด (ณรงค์ วุฑฒเสถียร, 2540 : 93) อุตสาหกรรมหลายประเภทสามารถนำประโยชน์ของสารส้มมาใช้กำจัดน้ำเสียของตนได้ โดยใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวก็สามารถกำจัดน้ำทิ้งให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม (สมร มุคตมาระ, 2540 : 3)

การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีบำบัดแบบเคมีของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก โดยการตกตะกอนด้วยสารส้มแต่เพียงอย่างเดียว โดยควบคุมปริมาณสารส้มและเวลาในการกวน น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า เพราะจะช่วยลดค่าสารเคมีในการบำบัด ลดขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ ค่าขนส่งกากตะกอนและการกำจัดกากตะกอนเป็นพิษ ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้สารส้มและเวลาในการกวนเพื่อลดค่า BOD และสารแขวนลอย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้ม และระยะเวลาในการกวนเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ในนิคมอุตสาหกรรม

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวนเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้น ที่มีผลต่อการลดต้นทุน
2. ลดปริมาณกากตะกอน ค่าขนส่งและค่าการกำจัด

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมและระยะเวลาในการกวนเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกในนิคมอุตสาหกรรม โดยมีขอบเขตงานวิจัยดังนี้

1. ขั้นตอนการทดลอง

- 1.1 ใช้น้ำเสียจากโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกของบริษัทยูนิเวนคาร์ตอนอินดัสทรี ในเขตนิคมอุตสาหกรรมเวสไกรว์ จำนวน 16 ลิตร มีค่า BOD 800 – 1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 1.2 ใช้ถ้วยตวงรูปทรงกระบอกขนาด 1 ลิตรจำนวน 4 ใบ
- 1.3 อุปกรณ์ในการกวนความเร็วคงที่ 100 รอบต่อนาที
- 1.4 ใช้ปริมาณสารส้ม 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

1.5 ใช้เวลาในการกวน 1, 5, 10 และ 15 นาที ตามลำดับ

1.6 ใช้เวลาในการตกตะกอน 45 นาที

2. ขั้นตอนการนำไปทดลองใช้จริง

2.1 ใช้น้ำเสียจากโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกของบริษัทยูนิยามคาร์บอนอินทรีย์ในเขตนิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์ จำนวน 1.5 ลูกบาศก์เมตร ค่าBODอยู่ในช่วง 800 - 1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีประกอบด้วย บ่อพักน้ำเสียขนาด 6 x 6 x 2 เมตร ถึงปฏิกิริยาขนาด 1.7 ลูกบาศก์เมตร บ่อพักน้ำทิ้งขนาด 3 x 4 x 1 เมตร และลานตากตะกอนขนาด 16 x 4 เมตร

2.3 อุปกรณ์การกวนมอเตอร์ขนาด 2.7 กิโลวัตต์ ความเร็วคงที่ 100 รอบต่อนาที

2.4 การจัดใบพัดกวน 3 ชั้น มุมใบพัดเอียง 60 องศา แต่ละใบห่างกัน 40 เซนติเมตร

2.5 ใช้อัตราส่วนของสารส้มและเวลาในการกวนที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลอง

ตัวแปรที่จะศึกษาคือ

1. ตัวแปรอิสระ

1.1 ปริมาณสารส้ม

1.2 เวลาที่ใช้ในการกวน

2. ตัวแปรตาม

2.1 ค่าBOD

2.2 ปริมาณสารแขวนลอย

2.3 ค่าpH

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. น้ำเสียจากโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของเครื่องจักรที่ผลิตกล่องกระดาษ โดยกระบวนการผลิตจะมีการพิมพ์สีลงบนแผ่นกระดาษโดยใช้แม่พิมพ์ น้ำเสียที่ได้มาจากน้ำที่ใช้ผสมสี และหลังการผลิตจะมีการล้างส่วนของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

2. วิธีการบำบัดน้ำเสีย หมายถึง กระบวนการทำหรือปรับปรุงน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เพื่อให้สมบัติของน้ำทิ้งเป็นไปตามมาตรฐานการควบคุม การระบายน้ำกำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

3. ปริมาณในการเติม หมายถึง ขนาดหรือปริมาณของสารเคมีที่ใช้เติมลงไปในกระบวนการบำบัด เช่น ปูนขาว, สารส้ม และพอลิอิเล็กโตรไลต์ เพื่อให้เกิดความสมดุลตามวิธีการที่ทำให้สมบัติของน้ำเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเกณฑ์มาตรฐานโดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

3.1 ความเข้มข้นของสารปนเปื้อน ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์

3.2 ปริมาณของสารแขวนลอยที่มีในระบบ

3.3 pH ของน้ำ

4. เวลาในการบำบัด หมายถึง เวลาที่ใช้ในการดำเนินการตั้งแต่เริ่มเข้าสู่กระบวนการ

บำบัดขั้นต้นจนผ่านขั้นตอนสุดท้าย สมบัติของน้ำที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และกระบวนการ ระยะเวลาในการบำบัดขึ้นอยู่กับ

4.1 วิธีการบำบัดน้ำเสียตั้งแต่เริ่มจนจบกระบวนการ

4.2 สมบัติของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด

4.3 ความเข้มข้นของน้ำเสียที่กำหนด BOD

4.4 อุณหภูมิและการแทรกซึมของอากาศ

5. ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย หมายถึง ความสามารถในการบำบัดหรือลดค่าความเข้มข้นของความสกปรกของน้ำที่เข้าสู่กระบวนการให้เป็นไปตามมาตรฐานและจุดมุ่งหมายโดยวัดได้จากผลต่างของค่าความเข้มข้นของน้ำเสียที่ไหลเข้ากับความเข้มข้นของน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดด้วยค่าความเข้มข้นของน้ำเสียแล้วคิดเป็นร้อยละ

6. ค่าBOD หมายถึง ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ค่าBODเป็นค่าที่ใช้บอกถึงผลกระทบของน้ำเสียที่มีต่อปริมาณออกซิเจน และใช้ในการประเมินความสกปรกของน้ำเสียมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

7. ปริมาณสารแขวนลอย หมายถึง มลพิษในน้ำที่ก่อให้เกิดความขุ่นจะมีตั้งแต่กรวด, ทราย, โคลน, เลน, เศษดิน, แบคทีเรีย และอนุภาคเล็ก ๆ ที่ไม่สามารถจมตัวได้เอง ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำทั้งหมดจะต้องไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทิ้ง แห้งรองรับหรือประเภทของอุตสาหกรรม แต่จะต้องไม่เกิน 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

8. สารส้ม หมายถึง สารที่เป็นของแข็งมีลักษณะเป็นสีขาวขุ่น เมื่อนำมาละลายน้ำจะทำให้ pH ของน้ำเป็นกรด นิยมนำมาใช้ในการตกตะกอน

9. นิคมอุตสาหกรรม หมายถึง โครงการที่จัดไว้สำหรับการประกอบการอุตสาหกรรม ที่มีการดำเนินการตามกฎหมายว่าด้วยนิคมอุตสาหกรรมซึ่งมีการจัดพื้นที่สำหรับโรงงาน ระบบบำบัดน้ำเสีย สาธารณูปโภคต่าง ๆ รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรม

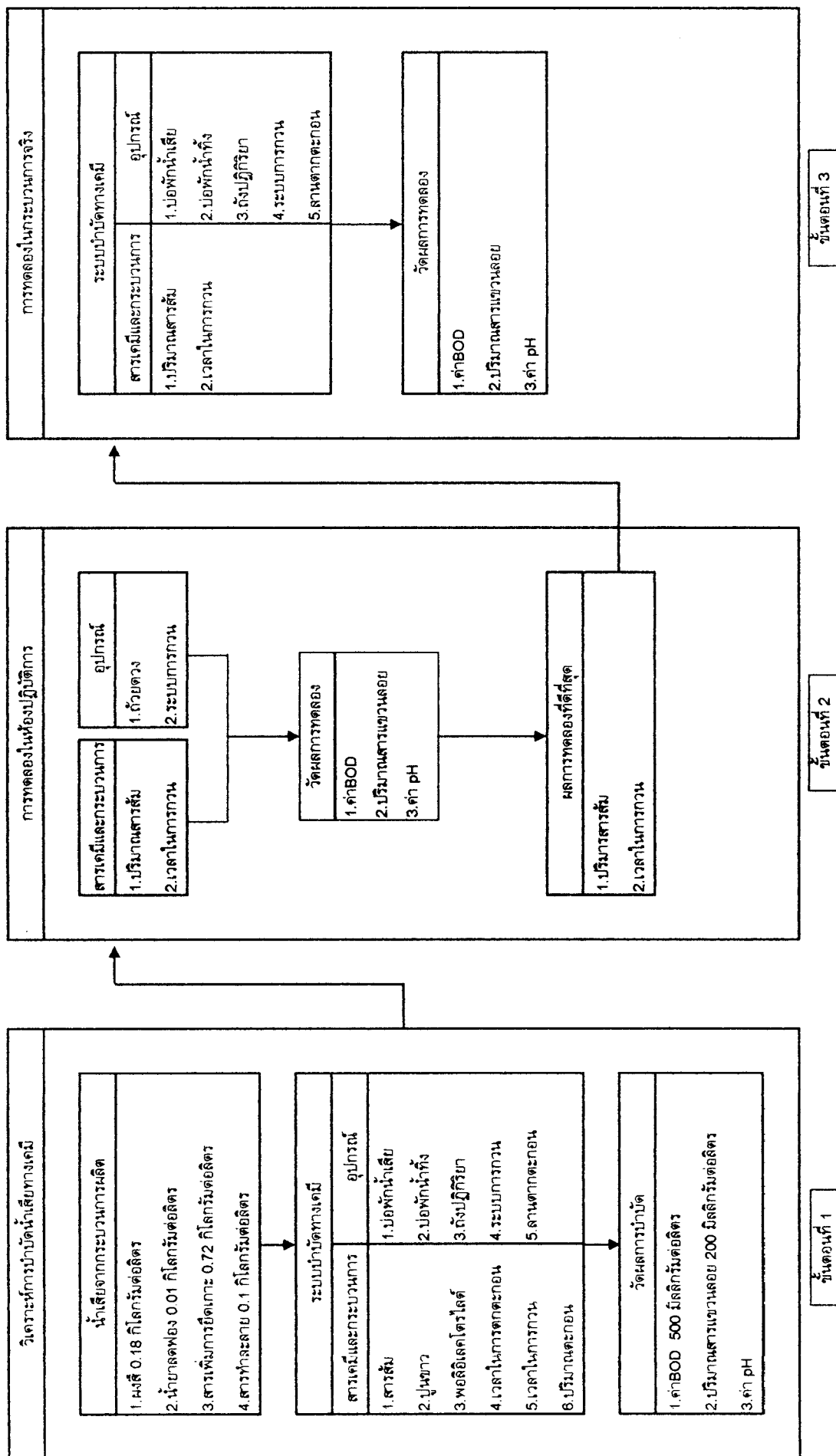
10. น้ำเสีย หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปน หรือน้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรม หรือ เกิดจากการใช้น้ำของคน ที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

11. อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้ม หมายถึง อัตราส่วนของปริมาณสารส้มที่ใช้ในการตกตะกอนน้ำเสียของโรงงานผลิตถ่านกระดากสุกฟู เพื่อลดค่า BOD, ปริมาณสารแขวนลอย และค่า pH ให้ได้ตามมาตรฐานของนิคมอุตสาหกรรม

12. ระยะเวลาในการกวนหมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการกวนสารส้ม ให้เข้ากับน้ำเสียเพื่อให้สารละลายสารส้มผสมกับน้ำเสียได้อย่างทั่วถึงตลอดพื้นผิวของถังปฏิกรณ์

13. เกณฑ์มาตรฐานของนิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์ หมายถึง หลักเกณฑ์ทั่วไปในการระบายน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรม ตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรมและกระทรวงวิทยาศาสตร์ มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ค่าBOD จะต้องไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีปริมาณสารแขวนลอยจะต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า pH ณ จุดระบายน้ำ 5.5 - 9

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมุติฐานการวิจัย

อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวนสามารถบำบัดน้ำเสียขั้นต้นทางเคมี
ของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของนิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานวิจัยเรื่องการศึกษาความเหมาะสมในการใช้สารส้มลดค่าความสกปรกในระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีเรื่องที่ได้ศึกษาดังต่อไปนี้

1. น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม
2. มาตรฐานน้ำทิ้งกรมโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม
3. หลักการบำบัดน้ำเสียและวิธีบำบัด
4. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก
5. คุณสมบัติของสารส้ม
6. การกำจัดความขุ่นและการตกตะกอน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมปัญหามลพิษจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม หมวดที่ 4 ข้อการควบคุมมลพิษทางน้ำ โดยคณะกรรมการควบคุมมลพิษ มีอำนาจประกาศควบคุมแหล่งมลพิษทางน้ำ และเจ้าของแหล่งกำเนิดนั้น ๆ จะต้องติดตั้งระบบบำบัด หรือจัดผู้ควบคุมดูแลตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่กำหนด ท้องที่ใดที่มีระบบบำบัดบริการแล้วและเจ้าของแหล่งกำเนิดไม่ประสงค์จะจัดสร้างระบบของตนเอง จะต้องส่งน้ำเสียหรือของเสียไปขอรับบริการที่ระบบบำบัดรวม และเสียค่าบริการตามที่กฎหมายกำหนด คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติมีอำนาจประกาศมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น มาตรฐานคุณภาพน้ำคลอง แม่น้ำ ทะเลสาบ ทะเล หรือมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล และน้ำผิวดิน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2535)

มลพิษทางน้ำและลักษณะของน้ำเสีย หมายถึง น้ำที่เสื่อมคุณภาพหรือน้ำที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากมีสิ่งแปลกปลอมที่ไม่พึงประสงค์ปนเปื้อน ทำให้เกิดความเสียหายต่อการใช้ประโยชน์ (บุญยง ไส่ห้วงศ์วัฒน์. 2538 : 176-182) ลักษณะของน้ำเสียสามารถแบ่งได้ดังนี้

1.1 น้ำเสียทางกายภาพ มีองค์ประกอบที่บ่งบอก คือ

1.1.1 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิปกติของน้ำที่สิ่งมีชีวิตสามารถอาศัยอยู่ได้ อยู่ระหว่าง 20 – 35 องศาเซลเซียส ถ้าร้อนหรือเย็นกว่านี้ อาจทำให้สิ่งมีชีวิตตายได้ เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาเคมีและมีผลกระทบต่ออัตราการละลายออกซิเจนในน้ำ มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม อุณหภูมิในน้ำต้องไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส

1.1.2 สีและความขุ่น (Color and Turbidity) สีของน้ำเป็นลักษณะของน้ำเสียที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าได้ง่ายและบ่งชี้ที่สุด ปกติแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปจะมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล แต่การที่สีของน้ำเปลี่ยนจากปกติจนเป็นสีดำ สีแดง สีเขียว หรือสีอื่น ๆ เนื่องจากสารแขวนลอยและสารละลายรวมทั้งสารอินทรีย์ ที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งบางครั้งพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำ อาจทำให้สีของน้ำเปลี่ยนไปโดยน้ำนั้นไม่ได้เป็นน้ำเสียแต่อย่างใดเลย สำหรับสีในแหล่งน้ำธรรมชาติในประเทศไทย มีค่าระหว่าง 11-18 หน่วย ส่วนความขุ่นนั้นโดยธรรมชาติอยู่ระหว่าง 25-75 เจทียู ตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม สีในน้ำไม่ควรเกิน 20 หน่วย ความขุ่นไม่ควรเกิน 25 เจทียู

1.1.3 กลิ่น (Odor) น้ำธรรมชาติเป็นน้ำที่ไม่มีกลิ่น น้ำที่มีกลิ่นมักเป็นน้ำเสียซึ่งอาจจะมีสารเคมีหรือสิ่งเน่าเปื่อยปะปนอยู่จนทำให้มีกลิ่น โดยปกติเกิดจากกลิ่นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ กลิ่นในน้ำจึงขึ้นอยู่กับปริมาณสิ่งปฏิกูลที่ละลายอยู่ในน้ำ

1.1.4 การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) การนำไฟฟ้าของน้ำ หมายถึง ความสามารถของน้ำในการเป็นสื่อนำกระแสไฟฟ้า ตัวการที่เป็นสื่อนำกระแสไฟฟ้าในแหล่งน้ำคือ สารประกอบอนินทรีย์ที่ละลายน้ำแล้วให้อิออน เช่น กรดอนินทรีย์, ต่างหรือเกลือ การวัดการนำไฟฟ้าสามารถอธิบายถึงความเข้มข้นของแร่ธาตุ หรือ สารประกอบต่าง ๆ หรือปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำได้ ซึ่งนั่นก็หมายความว่าน้ำจะมีสารที่ทำให้เกิดน้ำเสียมากขึ้นด้วยเช่นกัน แหล่งน้ำธรรมชาติจะมีค่าความนำไฟฟ้าได้ระหว่าง 0.10-5.0 มิลลิโหมห์ / เซนติเมตร

1.1.5 ของแข็งในน้ำ (Total Solids) หมายถึง ของแข็งที่เป็นสารแขวนลอย (Suspended Solids) เช่น ตะกอนและสารที่ละลายน้ำได้ (Dissolved Solids) ปกติน้ำที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค จะมีของแข็งในน้ำระหว่าง 20-1,000 มิลลิกรัม / ลิตร อาจเป็นได้ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งถ้ามีน้ำมีของแข็งเกินกว่า 1,000 มิลลิกรัม / ลิตร ไปใช้ผลิตน้ำประปาแล้วจะเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก

1.1.6 ลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ เช่น ค่าความหนาแน่นและความหนืดซึ่งจะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ ความก่อกวนของบรรยากาศ ความลึก และความเข้มข้นของสารแขวนลอย

1.2 น้ำเสียทางเคมี (Chemical Waste Water) มีสมบัติที่สำคัญได้แก่

1.2.1 ความกระด้างของน้ำ (Hardness) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ น้ำกระด้างชั่วคราวซึ่งมีสาเหตุมาจาก มีสารพวกคาร์บอเนต, ไบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียมละลายอยู่ ส่วนความกระด้างถาวรเกิดจากมีสารพวกซัลเฟต, คลอไรด์ของแคลเซียมและแมกนีเซียมละลายอยู่ น้ำที่มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัม / ลิตร ไม่ควรใช้เป็นน้ำดื่ม

1.2.2 ความเป็นกรดต่างของน้ำ (pH Value of water) น้ำที่ใช้ปกติมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 6.5 - 8.5 หรืออาจจะมีได้ในช่วง 5.0 - 9.0 ถ้าน้อยกว่าหรือมากกว่าแล้วสิ่งมีชีวิตในน้ำนั้นจะได้รับอันตราย สำหรับน้ำที่ใช้ดื่ม pH ควรอยู่ระหว่าง 6-8

1.2.3 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen หรือ DO) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเป็นตัวช่วยกำจัดมลภาวะในน้ำ โดยการเติมออกซิเจนทำให้ลดปริมาณสารอินทรีย์ และแบคทีเรียบางชนิดในน้ำได้ นอกจากนั้นออกซิเจนที่ละลายน้ำช่วยให้น้ำรสดีขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำเป็นอย่างมาก น้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดีจะมีค่า DO อยู่ประมาณ 5-7 ppm น้ำเสียจะมีค่า DO อยู่ต่ำกว่า 3 ppm. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะละลายได้น้อยมาก ถ้าน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น และ DO จะลดลงอย่างรวดเร็ว ถ้ามีสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ สำหรับค่า BOD (Biochemical - Oxygen Demand) เป็นค่าที่ใช้วัดปริมาณออกซิเจนซึ่งแบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ สามารถบอกความสกปรกของน้ำได้ พระราชบัญญัติน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดไว้ว่า น้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่น้ำสาครต้องมีค่า BOD ไม่เกิน 20 ppm. ส่วนค่า COD (Chemical Oxygen Demand) เป็นปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิไดซ์ โดยตัวเติมออกซิเจนอย่างแรงภายใต้สภาวะที่เป็นกรด โดยปกติค่า COD จะสูงกว่าค่า BOD

1.2.4 โลหะหนัก (Heavy Metal) หมายถึง ธาตุที่มีเลขอะตอมในช่วง 23-92 ในตารางธาตุ และมีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 ขึ้นไปในสภาพปกติ โลหะหนักเมื่ออยู่ในรูปของธาตุบริสุทธิ์ มีความเป็นพิษเล็กน้อย แต่ถ้าอยู่ในรูปของสารประกอบจะอันตรายมาก โลหะหนักที่มีบทบาทต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดได้แก่ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม เป็นต้น

โดยปกติการตรวจวัดความสกปรกของน้ำทางด้านชีววิทยา มักจะตรวจสอบด้วยการหาปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ของสัตว์เลื้อยคลาน สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ถ้าพบปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกิน 10 mpn / 100 มิลลิลิตร ไม่ควรใช้ดื่ม และถ้าเกิน 25000 mpn / มิลลิลิตรไม่ควรลงไปอาบในแหล่งน้ำนั้น

1.3 น้ำเสียทางชีววิทยา (Biological Waste Water) สภาพน้ำเสียทางชีววิทยา หมายถึง น้ำมีสิ่งที่มีชีวิตที่เป็นพิษเป็นภัย ต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง โดยสิ่งที่มีชีวิตนั้นอาจจะไม่ทำให้น้ำเน่าเสีย เพียงแต่ตัวมันเองอาศัยอยู่แล้วทำให้เกิดพิษขึ้น เมื่อถูกนำไปบริโภค หรือจากกิจกรรมการดำรงชีพของมันทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำได้ เช่น แบคทีเรีย, ไวรัส และพยาธิ เป็นต้น

1.4 เคมีวิทยาของน้ำเสียคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำเสียที่จะใช้ในการตรวจวิเคราะห์ เพื่อหาสิ่งเจือปนในน้ำเสีย เพื่อให้ทราบคุณสมบัติเพื่อใช้ในการบวนการออกแบบ ควบคุม และแก้ปัญหาในระบบบำบัดคือ

1.4.1 ของแข็ง (Solids) หมายถึง สารทุกอย่างในของเหลวยกเว้นน้ำ ของแข็งประกอบด้วยสารอินทรีย์และอนินทรีย์มากมายหลายชนิด เพราะคุณสมบัติของสารที่เป็นของแข็งแต่ละตัวแตกต่างกัน และมีประโยชน์ในการวิเคราะห์แตกต่างกันอีกด้วย เช่น ของแข็งที่ไม่ละลาย (Settleable - Solids) มีประโยชน์ในการออกแบบถังตกตะกอนใช้วิเคราะห์ระบบบำบัดน้ำเสียของบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อตรวจวัดประสิทธิภาพของถังตกตะกอน ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) มีประโยชน์เพื่อใช้สำหรับหาปริมาณสารอินทรีย์ที่จะเข้าระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา และใช้ในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียด้วย และของแข็งที่ละลายได้ (Dissolved Solids) ใช้ประโยชน์เพื่อตรวจหาคุณลักษณะของน้ำเสียโดยประมาณ เพื่อใช้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

1.4.2 BOD (Biochemical Oxygen Demand) หมายถึง ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ค่าBOD เป็นค่าที่ใช้บอกถึงผลกระทบของน้ำเสียที่มีต่อปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำโดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เป็นวิธีที่ใช้ประเมินความสกปรกของน้ำเสียจากบ้านเรือน หรือน้ำเสียที่ย่อยสลายทางชีวะได้ กรณีนำมาใช้กับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต้องระวังเพราะอาจมีสารบางชนิดที่สามารถยับยั้งการทดลองได้ เช่น สารที่เป็นพิษต่อแบคทีเรีย แม้ว่าค่าBODจะสามารถตรวจสอบลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การใช้ค่านี้ในการติดตามตรวจสอบการทำงานของระบบได้ไม่ดี เนื่องจากต้องใช้เวลารอถึง 5 วัน ตามปกติจะต้องใช้เวลา 20 วัน เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งสามารถย่อยได้ร้อยละ 95-99 เป็นผลการวิเคราะห์ที่นานเกินไป จึงกำหนดเวลา 5 วัน ซึ่งผลการวิเคราะห์สารอินทรีย์ส่วนใหญ่จะย่อยสลายได้ร้อยละ 75-80 ของ BODทั้งหมด ดังนั้นค่าBODจึงถูกกำหนดเป็นมาตรฐานในการควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งมาตลอด

1.4.3 COD (Chemical Oxygen Demand) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนทั้งหมด ที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิเดชันสารอินทรีย์ในน้ำให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ค่าCODสูงกว่า BOD และสูงมากเมื่อมีสารอินทรีย์ที่ยากต่อการย่อยสลายทางชีววิทยา ดังนั้น ข้อเสียของค่าCOD คือไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายทางชีววิทยาและสารที่ยากต่อการย่อยสลายทางชีววิทยาได้ ส่วนข้อดี คือใช้เวลาวิเคราะห์เพียง 3 ชั่วโมง ความสำคัญและประโยชน์ของCOD คือ ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการควบคุมระบบบำบัดเนื่องจากการวิเคราะห์CODใช้เวลาสั้น สามารถนำมาปรับปรุงกระบวนการได้ในระยะเวลาอันสั้น

1.4.4 ไนโตรเจน (Nitrogen) สารประกอบไนโตรเจนที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสียแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.4.4.1 สารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ ได้แก่ โปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก ซึ่งเป็นส่วนประกอบของพืช สัตว์ และของเสียที่ขับถ่ายออกมา

1.4.4.2 สารประกอบไนโตรเจนอนินทรีย์ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซึ่งอาจอยู่ในรูปของเกลือของยูเรีย

สารประกอบไนโตรเจนรูปต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันโดยสามารถเปลี่ยนรูปจากสารอินทรีย์เป็นรูปสารอนินทรีย์ โดยกระบวนการทางชีววิทยาและสารอนินทรีย์ในรูปต่าง ๆ ก็อาจเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้ โดยแบคทีเรียเช่นเดียวกัน ซึ่งกระบวนการสำคัญคือ การเปลี่ยนสารอินทรีย์ในรูปที่ไม่ละลายให้เป็นรูปที่ละลาย และแบคทีเรียสามารถนำไปใช้ได้ ความสำคัญหลักของไนโตรเจน คือ เป็นตัวชี้บ่งถึงความสะอาดของน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยการตรวจวัดค่าพบไนโตรเจนในรูปของไนโตรเจนอินทรีย์ แสดงว่าน้ำนั้นมีความสกปรกและเพิ่งได้รับการบำบัดมาสำหรับในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยามีปริมาณของไนโตรเจนอินทรีย์จะต้องเพียงพอสำหรับแบคทีเรีย เพื่อให้เจริญเติบโตได้สัดส่วนกัน สำหรับสัดส่วนที่เหมาะสมของBODต่อไนโตรเจนคือ 100 : 5 ดังนั้นการวิเคราะห์ไนโตรเจนจึงมีความสำคัญมากในการควบคุมระบบบำบัดทางชีววิทยา

1.4.5 ฟอสฟอรัส (Phosphorus) ในน้ำเสียฟอสฟอรัสมักอยู่ในรูปของฟอสเฟต พอลิฟอสเฟตและฟอสเฟตอินทรีย์ ซึ่งฟอสเฟตอินทรีย์สามารถเปลี่ยนรูปกลับไปมาเป็นฟอสเฟต โดยการคัมกับกรดและตรวจวัดฟอสเฟตทั้งหมดด้วยการตรวจวัดสี ความสำคัญของฟอสเฟต หลัก ๆ คือ เป็นอาหารที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในการสร้างเซลล์ใหม่ ดังนั้นการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสจึงมีความสำคัญในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา นอกจากนี้สารประกอบฟอสเฟตยังสามารถใช้ป้องกันการกัดกร่อนของระบบท่อประปา และหม้อไอน้ำ แต่เมื่อถูกทิ้งลงในแหล่งน้ำอาจจะกระตุ้นการเติบโตของพืชน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาทางน้ำได้อีกด้วย (อรทัย ขวาลภาฤทธิ์. 2540 : 62)

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม 2536 ได้ให้ความหมายมลพิษทางน้ำหรือน้ำเสีย หมายถึง น้ำที่เสื่อมคุณภาพหรือน้ำที่มีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากมีสิ่งไม่พึงปรารถนาปนเปื้อน ทำให้เกิดความเสียหายต่อการใช้ประโยชน์รวมทั้งสารมลพิษจากการขนส่ง อุตสาหกรรม การเกษตร และธุรกิจการค้าโดยเรียกสารเหล่านี้ว่า สารมลพิษทางน้ำ (Water Pollutants) สารมลพิษดังกล่าวมีทั้งชนิดที่ไม่มีการสลายตัว เช่น DDT ตะกั่วปรอท และสารมลพิษที่สลายตัวได้ด้วยวิธีการทางชีววิทยา สารมลพิษในน้ำอาจแบ่งได้หลายชนิดดังนี้

1. จุลินทรีย์ (Micro – Organism) เป็นสิ่งมีชีวิตที่พบได้ทั่วไปทั้งแหล่งน้ำตามธรรมชาติและแหล่งน้ำที่ดัดิน เช่น ไวรัส โปรโตซัว แบคทีเรีย การตรวจสอบหาปริมาณจุลินทรีย์ที่นิยมใช้คือหาปริมาณของ Coliform buekterial.

2. สารอินทรีย์ (Organic Substance) รวมถึงสารอินทรีย์สังเคราะห์ซึ่ง ได้แก่ ยาฆ่าแมลง และสารอินทรีย์อื่น ๆ ที่เป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์ ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้มีทั้งพวกที่สามารถสลายได้ด้วย การกระทำของจุลินทรีย์ และที่ไม่สามารถย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ซึ่งกลุ่มหลังถ้าต้องการย่อยสลายต้องใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจนซึ่งละลายในน้ำ ซึ่งอาจจะทำให้ออกซิเจนในน้ำหมดไป และทำให้น้ำเน่าเสียได้

3. สารอนินทรีย์ (Inorganic Substance) พบทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ เกลือคลอไรด์ ซัลเฟต โบคาร์บอนเนต และแมกนีเซียม หากมีปริมาณมากเกินไป จะก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำได้ บางครั้งแม้ไม่เป็นอันตรายต่อการดำรงชีพของมนุษย์ และสัตว์ แต่อาจไม่เหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรม

ซัลเฟต ไบคาร์บอเนต และแมกนีเซียม หากมีปริมาณมากเกินไป จะก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำได้ บางครั้งแม้ไม่เป็นอันตรายต่อการดำรงชีพของมนุษย์ และสัตว์ แต่อาจไม่เหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรม

4. สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (Nitrogen and PHosphorus Compounds)

สารประกอบพวกนี้เป็นอาหารหลักของพืช ซึ่งมีอยู่ปริมาณเล็กน้อยในแหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นปุ๋ยของพืชทุกชนิด โดยเฉพาะ สาหร่ายสีเขียวเซลล์เดี่ยวที่เรียกว่า อัลจี (Algae) ทำให้เกิดภาวะการเจริญของอัลจีมากเกินไปที่เรียกว่า Algae Bloom หรือ Eutrophication ซึ่งมีส่วนทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง จนในที่สุดเกิดการเน่าเสียได้

5. ความร้อน (Thermal) ส่วนใหญ่เกิดจากการระบายน้ำหล่อเย็นในระบบของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า ทำให้อุณหภูมิน้ำสูงขึ้น แล้วส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนลดลง มีผลกระทบต่อ การดำรงชีพของสัตว์น้ำ

6. น้ำมันและสิ่งสกปรก (Oil and Floating Material) ขยะมูลฝอย ทำให้น้ำในแหล่งน้ำไม่เหมาะที่จะนำมาใช้และน่ารังเกียจ น้ำมันทำให้ออกซิเจนจากอากาศลงสู่ผิวน้ำได้น้อยลง ส่งผลต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ และยังเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ในน้ำโดยตรงอีกด้วย

7. สารกัมมันตรังสี ได้แก่ สารมลพิษที่กัมมันตรังสีออกมาส่วนมากสารมลพิษเหล่านี้ได้มาจากเหมืองแร่ เชื้อเพลิง ปรมณู และกระบวนการผลิตจากโรงงานปรมณูที่มีการใช้สารกัมมันตรังสี แล้วปล่อยสารพิษเหล่านี้ลงสู่แหล่งน้ำ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2536)

2. มาตรฐานน้ำทิ้งกรมโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

หลักเกณฑ์ทั่วไปในการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษจะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2541 โดยมีรายละเอียดคือ

2.1 โรงงานอุตสาหกรรม หมายความว่า โรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานอุตสาหกรรมหรือผู้ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการอุตสาหกรรม

นิคมอุตสาหกรรม หมายความว่า นิคมอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยนิคม - อุตสาหกรรม หรือโครงการที่จัดไว้สำหรับประกอบอุตสาหกรรมที่มีการจัดการการระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อมร่วมกัน โดยมีน้ำเสียและน้ำทิ้งอยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งมวลสารที่ปนอยู่ในของเหลวนั้น โดยน้ำเสียและน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการควบคุมที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมกำหนด

2.2 การบำบัดน้ำเสีย หมายความว่า กระบวนการทำหรือปรับปรุงน้ำเสียเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2539 ห้ามมิให้ใช้วิธีการทำให้เจือจาง โดยโรงงานหรือนิคมอุตสาหกรรมที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษจะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

2.3 ห้ามมิให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองโรงงานอุตสาหกรรม หรือนิคมอุตสาหกรรม ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม เว้นเสียแต่ว่าน้ำดังกล่าวได้ผ่านการบำบัดหรือไม่ต้องมีคุณภาพ ตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

2.4 การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ความถี่และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งให้เก็บ ณ จุดที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม นอกเขตที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม ในกรณีที่มีการระบายน้ำทิ้งหลายจุดให้เก็บทุกจุดที่มีการระบาย การเก็บน้ำทิ้งใช้วิธีเก็บแบบจ้วง 1 ครั้ง โดยเก็บแบบผสมรวมกัน 4 ครั้ง ๆ ละ 500 มิลลิลิตร ทุก ๆ 2 ชั่วโมง (กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ . 2540)

2.5 พระราชบัญญัติโรงงานอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (2535) ได้ออกประกาศโดยกระทรวงอุตสาหกรรมโดยกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้ง ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรมดังนี้

1. น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้ความหมายรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงาน รวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

2. น้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

2.1 ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าไม่น้อยกว่า 5.5 และไม่มากกว่า 9.0

2.2 ทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids) ต้องมีค่าดังนี้

2.2.1 ค่าทีดีเอส ไม่มากกว่า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดแต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.2 น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำที่มีความเค็ม (Salinity) มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าทีดีเอส ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่า ทีดีเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.3 สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดแต่ต้องไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.4 โลหะหนักมีค่าดังนี้

ปรอท (Mercury)	ไม่มากกว่า	0.005	มิลลิกรัมต่อลิตร
เซเลเนียม (Selenium)	ไม่มากกว่า	0.02	มิลลิกรัมต่อลิตร
แคดเมียม (Cadmium)	ไม่มากกว่า	0.03	มิลลิกรัมต่อลิตร
ตะกั่ว (Lead)	ไม่มากกว่า	0.2	มิลลิกรัมต่อลิตร
อาร์เซนิก (Arsenic)	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
โครเมียม (Chromium)			
-Hexavalent Chromium	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
-Trivalent Chromium	ไม่มากกว่า	0.75	มิลลิกรัมต่อลิตร
บาเรียม (Barium)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
นิกเกิล (Nickel)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า	2.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
สังกะสี (Zinc)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
แมงกานีส (Manganese)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.5 ซัลไฟด์ (Sulphide) คัดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.6 ไซยาไนด์ (Cyanide) คัดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.7 ฟอรัลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.8 สารประกอบฟีนอล (Phenols Compounds) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.9 คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.10 สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืช (Pesticide) ต้องไม่มี

2.2.11 อุณหภูมิ ไม่มากกว่า 40 องศาเซลเซียส

2.2.12 สี ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

2.2.13 กลิ่น ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

2.2.14 น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ อาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.15 ค่าBOD (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำ หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.16 ค่าTKN (Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ อาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำ หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.17 ค่าCOD (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำ หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดแต่ต้องไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามข้อ 2 ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดของน้ำทิ้ง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรด และค่าของน้ำ (pH meter)

2) การตรวจสอบค่า ทีเคเอส ให้ใช้วิธีการระเหยแห้ง ระหว่างอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง

3) การตรวจสอบค่าสารแขวนลอย ให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว

4) การตรวจสอบค่าโลหะหนักให้ใช้วิธีการดังนี้

4.1) การตรวจสอบค่าสังกะสี โครเมียม ทองแดง แคดเมียม บารเรียม ตะกั่ว นิกเกิล และแมงกานีส ให้ใช้วิธีอะตอมมิก แอปซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตริ ชนิดไดเรค-แอลไฟเรชั่น หรือวิธีพลาสมา อิมิสชัน สเปกโตรสโคปี ชนิดอินดักทีฟ คัปเพิล พลาสมา

4.2) การตรวจสอบค่าอาร์เซนิก และเซเลเนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอปซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตริ ชนิดไฮโดรเจนแฮโลเรชั่น หรือวิธีพลาสมา อิมิสชัน สเปกโตรสโคปี ชนิดอินดักทีฟ คัปเพิล พลาสมา

4.3) การตรวจสอบค่าปรอท ให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอปซอพชั่นโคลด์ เวเปอร์ เทคนิค

5) การตรวจสอบค่าซัลไฟต์ ให้ใช้วิธีการไตเตรท

- 6) การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธีไพริดินบาร์บิตูริกแอซิด
- 7) การตรวจสอบค่าฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีเทียบสี
- 8) การตรวจสอบค่าสารประกอบฟีนอล ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธี 4-อะมิโนแอนติ-

ไพรีน

- 9) การตรวจสอบค่าคลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไอโอโดเมตริก
- 10) การตรวจสอบค่าสารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืช หรือสัตว์ให้ใช้วิธี แก๊สโครมาโตกราฟี

ราฟิ

- 11) การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิวัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
- 12) การตรวจสอบน้ำมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลายแล้ว แยกหาน้ำหนักของ

น้ำมันและไขมัน

13) การตรวจสอบค่าBOD ให้ใช้วิธีอะไซด์ โมดิฟิเคชัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันติดต่อกันหรือวิธีอื่นที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมให้ความเห็นชอบ

14) การตรวจสอบค่าTKNให้ใช้วิธีเจลดาคัล

15) การตรวจสอบค่าCOD ให้ใช้วิธีย่อยสลายโดยโพแทสเซียมไดโครเมต

4. การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามข้อ 3 จะต้องเป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

2.6 ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (2539) ได้กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมออกสู่สิ่งแวดล้อมไว้ดังต่อไปนี้

1. ในประกาศนี้

-โรงงานอุตสาหกรรม หมายความว่า โรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

-นิคมอุตสาหกรรม หมายความว่า นิคมอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยนิคมอุตสาหกรรมหรือโครงการที่จัดไว้สำหรับการประกอบการอุตสาหกรรมที่มีการจัดการระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อมร่วมกัน

-น้ำเสีย หมายความว่า ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมวลสารที่ปะปน หรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

-น้ำทิ้ง หมายความว่า น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมหรือนิคมอุตสาหกรรม ที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของโรงงานรวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรมหรือนิคมอุตสาหกรรมด้วย โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

2. ให้กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามข้อ 1 ดังนี้

1) ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value) ระหว่าง 5.5 ถึง 9.0

2) ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids) ต้องมีค่าดังนี้

2.1) ค่าทีดีเอส ไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2) น้ำทิ้งซึ่งจะระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือลงสู่ทะเล ค่าที่ติเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าที่ติเอส ที่มีอยู่ใน แหล่งน้ำกร่อยหรือทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

3) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกัน จากที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภท ของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

4) อุณหภูมิ (Temperature) ของน้ำทิ้งที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส

5) สีหรือกลิ่น (Color or Oder) เมื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะแล้วไม่เป็น ที่พึง รังเกียจ

6) ซัลไฟด์ (Sulfide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

7) ไซยาไนด์ (Cyanide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ไม่เกิน 0.2

มิลลิกรัมต่อลิตร

8) โลหะหนักมีค่าดังนี้

8.1) สังกะสี (Zn) ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

8.2) โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium) ไม่เกิน 0.25

มิลลิกรัมต่อลิตร

8.3) โครเมียมชนิดไตรวาเลนต์ (Trivalent chromium) ไม่เกิน 0.75

มิลลิกรัมต่อลิตร

8.4) อาร์เซนิก (As) ไม่เกิน 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร

8.5) ทองแดง (Cu) ไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

8.6)ปรอท (Hg) ไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร

8.7) แคดเมียม (Cd) ไม่เกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

8.8) บาเรียม (Ba) ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

8.9) ตะกั่ว (Pb) ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

8.10) นิกเกิล (Ni) ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

8.11) แมงกานีส (Mn) ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

9) น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตรหรืออาจ แตกต่างจากที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

10) ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

11) สารประกอบฟีนอล (Phenols) ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

12) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

13) สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide) ต้องตรวจไม่พบตามวิธี

ตรวจสอบที่กำหนด

14) ค่าBOD (Biochemical Oxygen Demand) ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตรหรืออาจ แตกต่างจากที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

15) ค่าTKN (Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจ

แตกต่างกันที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

16) ค่าCOD (Chemical Oxygen Demand) ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตรหรืออาจแตกต่างกันที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากนิคมอุตสาหกรรม ต้องเป็นไปตามข้อ 2 เว้นแต่ค่าBOD ต้องมีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

4. การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามข้อ 2 และจากนิคม-อุตสาหกรรมตามข้อ 3 ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1 การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำ ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)

4.2 การตรวจสอบค่าที่ติเอส ให้ใช้วิธีการระเหยแห้ง ระหว่างอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง

4.3 การตรวจสอบค่าสารแขวนลอย ให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)

4.4 การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

4.5 การตรวจสอบค่าซัลไฟด์ ให้ใช้วิธีการ ไตเตรท (Titrate)

4.6 การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธีไพริดีนบาร์-บิฟูริกแอซิด (Pyridine-Barbituric Acid)

4.7 การตรวจสอบค่าโลหะหนัก ให้ใช้วิธีการดังนี้

4.7.1 การตรวจสอบค่าสังกะสี โครเมียม ทองแดง แคดเมียม บารีอัม ตะกั่ว นิกเกิล และแมงกานีส ให้ใช้วิธีอะตอมมิก แอปซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตริ ชนิดไดเรกต์แอสไพเรชัน หรือวิธีพลาสมา อิมิสชัน สเปกโตรสโคปี ชนิดอินดักทีฟลี คัพเพิล พลาสมา

4.7.2 การตรวจสอบค่าอาร์เซนิค และเซเลเนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิก-แอปซอพชั่นสเปกโตรโฟโตเมตริ ชนิดไฮโดรต เจนเนอเรชัน หรือวิธีพลาสมา อิมิสชัน สเปกโตรสโคปี ชนิดอินดักทีฟลีคัพเพิล พลาสมา

4.7.3 การตรวจสอบค่าปรอทให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอปซอพชั่นโคลด์เวเปอร์เทคนิค

4.8 การตรวจสอบค่าน้ำมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลายแล้วแยกหาน้ำมันของน้ำมันและไขมัน

4.9 การตรวจสอบค่าฟอर्मาลดีไฮด์ให้ใช้วิธีเทียบสี (Spectrophotometry)

4.10 การตรวจสอบค่าสารประกอบฟีนอล ให้ใช้วิธีกลั่น และตามด้วยวิธี 4-อะมิโนแอนติไพรีน

4.11 การตรวจสอบค่าคลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไอโอโดเมตริก

4.12 การตรวจสอบค่าสารที่ใช้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ให้ใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟี

4.13 การตรวจสอบค่าBOD ให้ใช้วิธีอะไซด์ โมดิฟิเคชัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

4.14 การตรวจสอบค่าTKN ให้ใช้วิธีเจลดาคัล

4.15 การตรวจสอบค่าCOD ให้ใช้วิธีย่อยสลาย โดยโพแทสเซียม ไดโครเมต

5. การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากนิคมอุตสาหกรรมตามข้อ 4 จะต้องเป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์และน้ำเสียของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย หรือของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

6. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ความถี่ และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

2.7 การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ฉบับที่ 45 (พ.ศ.2541) ได้กำหนด หลักเกณฑ์ทั่วไปในการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรม ดังนี้

เพื่อให้การระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างถูกต้องและเหมาะสม การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย จึงเห็นควรประกาศกำหนดหลักเกณฑ์ทั่วไปในการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรม ดังต่อไปนี้

2.7.1 ให้ยกเลิกประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยที่ 13/2530 เรื่อง หลักเกณฑ์ทั่วไปในการระบายน้ำเสียลงสู่ระบบกำจัดน้ำเสียส่วนกลาง

2.7.2 ในประกาศนี้

-น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้แล้วทุกชนิดที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมและกิจการอื่น ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม และให้หมายความรวมถึงน้ำทิ้งจากการใช้น้ำของคนงาน

-ผู้ประกอบการ หมายถึง ผู้ซึ่งได้รับอนุญาตให้ประกอบอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรม

2.7.3 การระบายน้ำทิ้ง ผู้ประกอบการทุกราย ยกเว้นผู้ประกอบการในนิคมอุตสาหกรรมบางชั้น, นิคมอุตสาหกรรมผาแดง และนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เฉพาะที่การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยอนุญาตให้ระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะโดยตรง จะต้องก่อสร้างระบบระบายน้ำทิ้ง เพื่อระบายน้ำทิ้งทุกส่วนลงสู่ท่อน้ำทิ้งส่วนกลางของนิคมอุตสาหกรรม โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

2.7.3.1 น้ำทิ้งที่ระบายออกจะต้องมีความเร็วเพียงพอที่จะพัดพาสิ่งปฏิกูลให้ไหลลงท่อระบายน้ำทิ้งส่วนกลางโดยไม่ตกค้าง

2.7.3.2 ระบบระบายน้ำทิ้งต้องเป็นระบบท่อบีบ และไม่สามารถกลับเหม็น

2.7.3.3 ระบบระบายน้ำทิ้งจะต้องแยกจากระบบระบายน้ำฝน โดยเด็ดขาด ทั้งนี้ เพื่อป้องกันมิให้น้ำฝน ไหลลงท่อน้ำทิ้งส่วนกลาง และต้องป้องกันมิให้น้ำทิ้งไหลลงสู่ระบบระบายน้ำฝนของนิคมอุตสาหกรรมโดยเด็ดขาด

2.7.3.4 จะต้องมีย่อตรวจระบาย (Manhole) อย่างน้อย 1 บ่อ ภายในโรงงานก่อนที่จะปล่อยน้ำทิ้งลงท่อน้ำทิ้งส่วนกลาง ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

2.7.3.5 ในกรณีที่น้ำทิ้งมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงมากในช่วงเวลาหนึ่ง จะต้องมีย่อเก็บกักขนาดเหมาะสมพอที่จะปรับสภาพของน้ำทิ้งให้คงที่ก่อนระบายลงสู่ท่อระบายน้ำทิ้งส่วนกลาง

2.7.3.6 จะต้องมีย่อสูบน้ำปิด-เปิด ก่อนที่จะระบายน้ำทิ้งลงท่อระบายน้ำทิ้งส่วนกลาง

2.7.3.7 การต่อท่อน้ำทิ้งจากโรงงานเข้ากับท่อระบายน้ำทิ้งส่วนกลาง จะต้องเชื่อมรอยต่อให้สนิท เพื่อป้องกันการซึมเข้า-ออก และจะต้องต่อลงที่ตำแหน่งบ่อตรวจระบาย (Manhole) ที่การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยได้จัดเตรียมไว้ให้แล้ว

2.7.4 กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรม เป็นไปตามตารางแนบท้ายประกาศนี้ และห้ามระบายสารที่มีผลต่อการระบายและการบำบัดน้ำทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำทิ้งส่วนกลางและแหล่งน้ำสาธารณะ เช่น

- สารที่มีความหนืดสูง
- สารที่จับหรือตกตะกอนในท่อระบายทำให้อุดตัน
- ตะกอนแคลเซียมคาร์ไบด์
- สารตัวทำละลาย (Solvent) เป็นต้น

2.7.5 การตรวจสอบค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามข้อ 4 ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

2.7.5.1 การตรวจสอบค่าBOD ให้ใช้วิธีอะไซด์โมดิฟิเคชัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม หรือกระทรวงอุตสาหกรรม ให้ความเห็นชอบ

2.7.5.2 การตรวจสอบค่าCOD ให้ใช้วิธีย่อยสลายโดยโพแทสเซียมไดโครเมต

2.7.5.3 การตรวจสอบค่าสารแขวนลอย ให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว

2.7.5.4 การตรวจสอบค่า ทีดีเอส ให้ใช้วิธีการระเหยแห้งระหว่างอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง

2.7.5.5 การตรวจสอบค่าTKN ให้ใช้วิธีเจลดาคัล

2.7.5.6 การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำทิ้ง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ

2.7.5.7 การตรวจสอบค่าโลหะหนัก ให้ใช้วิธีการดังนี้

-การตรวจสอบค่า โคโรเมียม, ทองแดง, แคดเมียม, บารיום, ตะกั่ว, นิกเกิล, แมงกานีส และเงิน ให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโตรโฟโตเมตรี ชนิดไดเรกต์เรดแอสไพเรชัน หรือวิธีพลาสมา อิมิสชัน สเปกโตรสโคปี ชนิดอินดักทีฟลี คัพเพิล พลาสมา

-การตรวจสอบค่าอาร์เซนิก และเซเลเนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมตรี ชนิด ไฮโดรเจนเนอเรน หรือวิธีพลาสมา อิมิสชัน สเปกโตรสโคปี ชนิดอินดักทีฟลี คัพเพิล พลาสมา

-การตรวจสอบค่าปรอท ให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันโคลด์เวเปอร์เทคนิค

2.7.5.8 การตรวจสอบเหล็กทั้งหมด ให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโตรโฟโตเมตรี ชนิดไดเรกต์เรดแอสไพเรชัน หรือวิธีพลาสมา อิมิสชัน สเปกโตรสโคปี ชนิดอินดักทีฟลี คัพเพิล พลาสมา

2.7.5.9 การตรวจสอบค่าฟลูออไรด์ ให้ใช้วิธีการเทียบสี

2.7.5.10 การตรวจสอบค่าซัลไฟด์ ให้ใช้วิธีการไตเตรท

- ไฟริติน บาร์บิทรูคแอซิด
- 2.7.5.11 การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธี
- 2.7.5.12 การตรวจสอบค่าฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีเทียบสี
- 2.7.5.13 การตรวจสอบค่าสารประกอบฟีนอล ให้ใช้วิธีกลั่น และ
- ตามด้วยวิธี 4-อะมิโนแอนติไพรีน
- 2.7.5.14 การตรวจสอบค่าคลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไอโอโดเมตริก
- 2.7.5.15 การตรวจสอบค่าคลอไรต์คิดเทียบเป็นคลอรีน ให้ใช้
- วิธีการไตเตรท
- 2.7.5.16 การตรวจสอบค่าสารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์
- ให้ใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟี
- 2.7.5.17 การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ
- วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
- 2.7.5.18 การตรวจสอบค่าน้ำมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วย
- ตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

2.7.6 การตรวจสอบค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตาม

ข้อ 2.7.5 จะต้องเป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำทิ้ง ของสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยหาก

คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมรายใดมากกว่ามาตรฐานที่การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

กำหนดไว้ในข้อ 2.7.4 จะต้องจัดให้มีระบบบำบัดน้ำทิ้งเบื้องต้นก่อนระบายน้ำทิ้งนั้น ลงสู่ระบบบำบัดน้ำทิ้ง

ส่วนกลาง (กระทรวงอุตสาหกรรม. 2541)

3. หลักการบำบัดน้ำเสีย และวิธีบำบัด

การบำบัดน้ำเสียขึ้นอยู่กับสิ่งเจือปนอยู่ในน้ำเสีย โดยปกติของแข็งหรือตะกอนแขวนลอย

ที่ลอยอยู่ในน้ำเสียมักบำบัดออกด้วยวิธีทางกายภาพ ตะกอนขนาดเล็ก หรือสารละลายในน้ำเสียต้องบำบัด

ออกโดยใช้วิธีเคมี ซึ่งสามารถทำให้ตะกอนขนาดเล็กหรือสารละลายกลายเป็นตะกอนแขวนลอยที่รวมกัน

เป็นก้อนใหญ่ จนสามารถบำบัดออกจากน้ำเสียได้โดยวิธีกายภาพ วิธีการบำบัดน้ำเสียแบ่งออกได้ 3 วิธี

ด้วยกัน (มันลิน ตันจุลเวศม์. 2537 : 38-60)

3.1 วิธีบำบัดน้ำเสียแบบกายภาพ น้ำเสียที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับวิธีนี้

ได้แก่ น้ำเสียที่มีสิ่งเจือปนประเภท ของแข็งขนาดใหญ่ เช่น เศษผ้า พลาสติก เศษอาหาร กรวด หวาย และ

ไขมัน โดยน้ำเสียที่มีสมบัติดังกล่าวจะใช้วิธีทางกายภาพแยกออกได้โดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ตะแกรง

ละเอียด ตะแกรงหยาบ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมัน และถังตกตะกอน โดยอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถดักสิ่ง

ปนเปื้อนมาจากน้ำได้ เพียงแต่ออกแบบให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำและการใช้งานที่ง่ายต่อการควบคุม

ก็สามารถใช้วิธีทางกายภาพให้มีประสิทธิภาพได้

3.2 วิธีการบำบัดน้ำเสียแบบเคมีและฟิสิกส์ เป็นวิธีที่มีการนำมาใช้นานแล้ว

แต่ถึงอย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็ยังมีช่องว่างที่ต้องมีการพัฒนาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ในปัจจุบันมีการ

พัฒนาอย่างต่อเนื่อง ได้มีการนำเอาวิธีบำบัดน้ำเสียวิธีนี้ไปใช้ร่วมกับวิธีการบำบัดทางชีววิทยาคือ การ

บำบัดน้ำเสียด้วยวิธีเคมีและฟิสิกส์ครอบคลุม ดังหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

3.2.1 การก่อก้อนและรวมตะกอน

3.2.2 การตกตะกอน

3.2.3 การกรอง

3.2.4 การดูดซับ

3.2.5 การแลกเปลี่ยนประจุ

3.2.6 การแยกสารด้วยเยื่อสังเคราะห์

3.2.7 การออกซิเดชันทางเคมี

3.2.8 การตกตะกอนทางเคมี

3.2.9 การฆ่าเชื้อโรค

3.2.1 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีก่อกตะกอน

3.2.1.1 กระบวนการก่อกตะกอน

สารแขวนลอยที่ปนมากับน้ำและน้ำเสียนั้นมีขนาดใหญ่น้อยต่าง ๆ กัน พวกที่มีขนาดใหญ่จะสามารถตกตะกอนเองได้ ส่วนที่มีขนาดเล็กไม่สามารถตกตะกอนเองได้ มีความจำเป็นจะต้องกำจัดออก กระทำได้โดยเติมสารเคมีลงไปช่วยก่อให้เกิดเป็นตะกอนใหญ่ขึ้นและสามารถตกตะกอนเองได้ในเวลาต่อมา การก่อให้เกิดตะกอนได้โดยใช้สารเคมีช่วยนี้เราเรียกว่า "Coagulation" สารเคมีที่มีคุณสมบัติดังกล่าวเราเรียกว่า Coagulant ในกระบวนการก่อกตะกอนมีขั้นตอนดังนี้

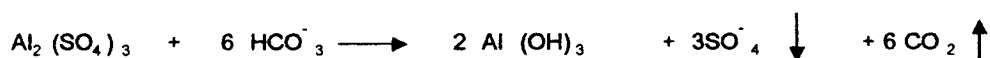
1) สารที่ใช้ในการก่อกตะกอน (Coagulants)

สารที่นำมาใช้ในการก่อกตะกอนนั้นมักจะละลายได้ในน้ำ ส่วนใหญ่จะเป็นเกลือของเหล็ก อะลูมิเนียม และแคลเซียม การที่จะเลือกเกลือตัวหนึ่งตัวใดมาใช้ให้เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับสภาพของน้ำและน้ำเสียที่เราจะกำจัดตะกอนออก เช่น ความเป็นกรดและด่าง

สารที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมี $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 และ FeSO_4 ในจำนวนสารที่กล่าวมานี้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ และ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ เป็นที่นิยมใช้มากเพราะราคาถูก

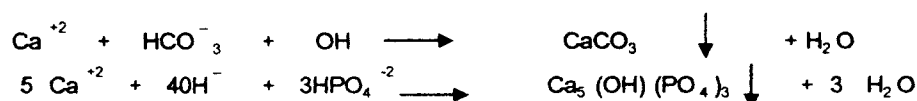
2) สารที่นำมาช่วยในการก่อกตะกอน (Coagulant Aids)

สารที่นำมาช่วยก่อกตะกอน Coagulant Aids พวกนี้มีอยู่หลายตัวด้วยกัน เช่น พอลิอิเล็กโตรไลต์ (Polyelectrolytes) สารพวกนี้นำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดให้ดียิ่งขึ้นหรือเร็วขึ้น เมื่อนำเอาสารก่อกตะกอน เช่น สารส้มมาเติมลงในน้ำ สารส้มจะเกิดปฏิกิริยากับต่างที่อยู่ในน้ำดังนี้



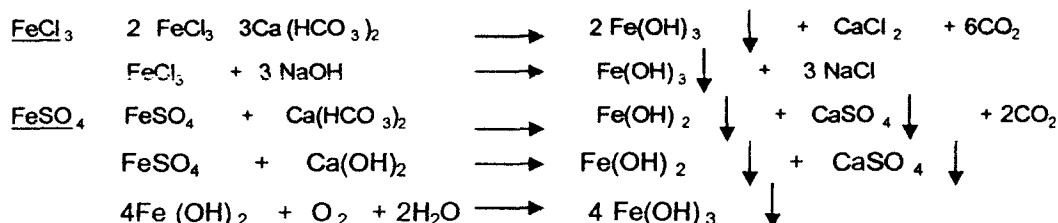
$\text{Al}(\text{OH})_3$ ที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเป็นตะกอนวันตกลงมาอย่างช้า ๆ ขณะที่ตกลงมาจะชักพาเอาอนุภาคขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำตกตามลงมาด้วย

สำหรับในกรณีปูนขาว เมื่อเติมลงไปไปในน้ำจะทำปฏิกิริยากับต่าง และฟอสฟอรัสที่มีอยู่กลายเป็นสารตัวใหม่ตกตะกอนชักพาเอาสารแขวนลอยตกลงมาด้วยดังสมการ



ในสมการเหล่านี้สามารถกำจัดพวกฟอสฟอรัสออกจากน้ำเสียได้ด้วย

สำหรับ FeCl_3 และ FeSO_4 ก็มีปฏิกิริยาเช่นเดียวกับสารส้ม ดังสมการ



3) ประโยชน์ของกระบวนการก่ตะกอน

กระบวนการก่ตะกอนนี้เป็นที่นิยมใช้กันในระบบการทำน้ำประปา และระบบการกำจัดน้ำเสีย ในการทำน้ำประปหากน้ำดิบมีความขุ่นมาก ความขุ่นนี้จะถูกกำจัดโดยระบบก่ตะกอนตามด้วยการตกตะกอนและการกรอง ส่วนในด้านน้ำเสียระบบก่ตะกอนนี้อาจถูกนำมาใช้ในการกำจัดสียาฆ่าแมลง การลดสารอินทรีย์ ลดสารพวกฟอสเฟต หรือสารแขวนลอยที่ไม่ต้องการออก เพื่อเข้าระบบกำจัดอื่นต่อไป

4) ปริมาณของสารก่ตะกอน

สารเคมีที่จะนำเอามาใช้ในการก่ตะกอนนั้นมีหลายตัวด้วยกัน ปริมาณสารที่นำมาใช้ของแต่ละตัวจะมากน้อยเพียงไรนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารแขวนลอยและสภาพของน้ำหรือน้ำเสีย วิธีหาปริมาณสารก่ตะกอนที่เหมาะสม หาได้โดยใช้เครื่องมือทดสอบการตกตะกอนและสิ่งปนเปื้อนที่เรียกว่า จาร์เทส (Jar Test)

3.2.1.2 การออกแบบกระบวนการก่ตะกอน

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีก่ตะกอนนี้ สามารถกระทำได้โดยการเติมสารเคมีช่วยก่ตะกอนลงไปในน้ำเสีย เพื่อทำการแยกตะกอนแขวนลอย สีส สารอินทรีย์ ฯลฯ ออกจากน้ำเสีย ซึ่งสามารถกระทำได้โดยกระบวนการก่ตะกอน ตามด้วยกระบวนการรวมตัวของตะกอน จากนั้นจึงทำการแยกตะกอนที่เกิดขึ้นออกจากน้ำเสียด้วยการส่งเข้าถังตกตะกอน น้ำที่ออกจากระบบนั้นสามารถระบายทิ้งหรือส่งเข้าระบบบำบัดขั้นต่อไปหรือนำกลับมาใช้ได้อีก ส่วนตะกอนที่รวบรวมได้จะถูกส่งไปบำบัดต่อเพื่อให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะส่งไปกำจัดขั้นสุดท้าย ซึ่งองค์ประกอบของกระบวนการก่ตะกอนมีดังนี้

1) การกวนเร็ว (Rapid Mixing)

การกวนเร็วเป็นหัวใจของกระบวนการก่ตะกอน โดยมีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

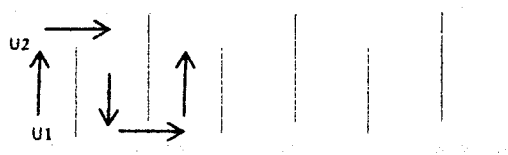
- 1.1) เพื่อให้สารช่วยตกตะกอนผสมกับน้ำหรือน้ำเสียทันทีและทั่วถึง
- 1.2) เพื่อให้เกิดความปั่นป่วนในน้ำและทำให้ฟล็อกกระจายตัวอย่างรวดเร็วทำ

ให้เกิดการสัมผัสกับสารเคมีที่เติมลงไปทันที

2) การรวมตัวของตะกอน

การทำให้ตะกอนเล็กและเบา รวมตัวกันเป็นตะกอนใหญ่และหนักได้นั้นมีความสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการก่ตะกอนอย่างมาก วัตถุประสงค์หลักของการรวมตัวของตะกอนเพื่อให้ตะกอนเล็ก ๆ ที่เกิดขึ้นรวมตัวกันเป็นตะกอนใหญ่ โดยการทำให้ตะกอนไม่มีประจุ หรือมีประจุเป็นกลาง ปัจจัยสำคัญที่สามารถช่วยให้ตะกอนรวมตัวได้ดีในช่วงแรกคือการผสมสารช่วยตกตะกอนให้เข้ากับน้ำและน้ำเสียอย่างรวดเร็วและทั่วถึง แต่ภายหลังจากที่เกิดตะกอนเล็กขึ้นแล้วการกวนแบบช้า ๆ เพื่อให้ตะกอน

เหล่านี้ได้มีโอกาสปะทะกันอย่างทั่วถึง และเพียงพอที่จะยังทำให้ตะกอนเล็ก ๆ รวมตัวเป็นตะกอนใหญ่ได้มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้น้ำที่ผ่านถังตกตะกอนมีสมบัติดีขึ้น



ภาพประกอบ 1 เครื่องช่วยกววช้ำชนิดแผงกัน

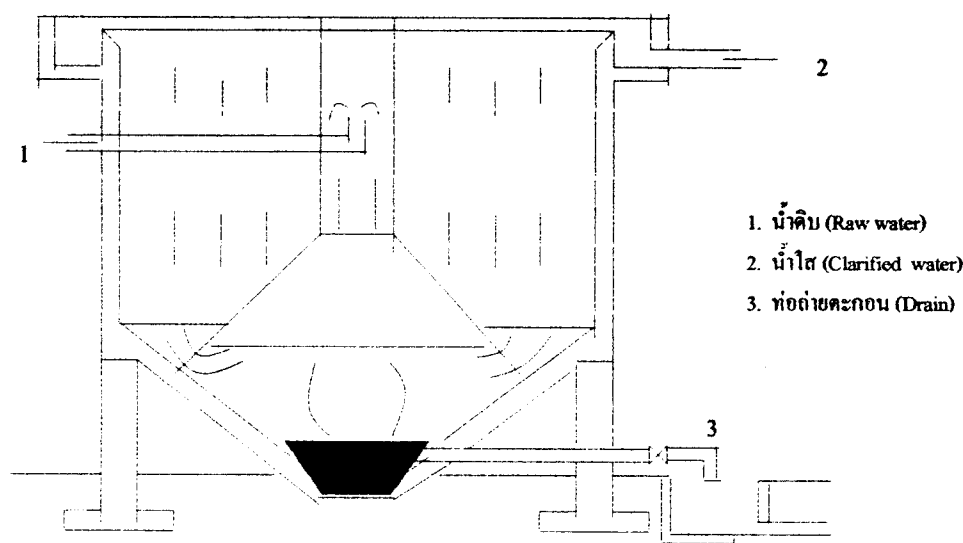
3) การตกตะกอน

การตกตะกอน คือ กระบวนการแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสีย วัตถุประสงค์หลักของการตกตะกอนก็เพื่อให้น้ำใส ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนนอกจากสารเคมีและระบบการกวนแล้วยังมีสิ่งหนึ่งที่สำคัญคือการออกแบบถังตกตะกอนที่เหมาะสม หลักการสำคัญของถังตกตะกอนคือการเป็นจุดรวมของพื้นที่สำหรับแยกตะกอนออกจากน้ำ หลักการสำคัญที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ในการออกแบบมีดังนี้

3.1) ระยะเวลาที่อยู่ในถัง ปกติในระบบบำบัดน้ำเสีย ระยะเวลาที่ให้น้ำเสียอยู่ในถังประมาณ 90-150 นาที บางครั้งระบบการตกตะกอนไม่มีตัวแปรอื่นที่ทำให้ตกตะกอนช้า อาจจะใช้เวลา 30-60 นาที

3.2) รูปแบบของถังตกตะกอน โดยทั่วไปมีหลายชนิดด้วยกันแต่ที่เหมาะสมสำหรับระบบการบำบัดแบบเคมีมีดังนี้ (สมพล บุญทานนท์, 2531)

ถังตกตะกอนแบบไม่มีการนำตะกอนกลับ การตกตะกอนสามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง รูปแบบโดยทั่วไปจะเป็นทรงกระบอกและก้นกรวยตามภาพประกอบ 2 ความลาดชันของผนังกรวย 45 – 65 องศา ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสีย



ภาพประกอบ 2 ถังตกตะกอนแบบไม่มีการนำตะกอนกลับ (Static) ชนิดทรงกระบอกและก้นกรวย

3.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีวเคมี การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีวเคมีหรือโดยจุลินทรีย์ เป็นวิธีที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยเฉพาะ สารอินทรีย์ซึ่งเป็นตัวก่อกำเนิดความสกปรก จะถูกใช้เป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่เพาะเลี้ยงไว้ในถังเลี้ยงเชื้อ ทำให้น้ำเสียมีความสกปรกลดลง จุลินทรีย์ที่ใช้มีทั้งแบบที่ใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน ระบบบำบัดน้ำที่ใช้วิธีบำบัดแบบชีวเคมี ได้แก่

3.3.1 การทำให้น้ำเป็นกลาง น้ำเสียที่มีค่า pH ต่ำ คือมีสมบัติเป็นกรดจะสามารถทำให้น้ำเป็นกลางโดยใช้ปูนขาวหรือโซดาไฟ ส่วนน้ำที่มีค่า pH สูง คือมีสมบัติเป็นด่าง จะสามารถทำให้น้ำเป็นกลางโดยใช้กรดชนิดต่าง ๆ เช่น กรดกำมะถัน กรดไฮโดรคลอริก หรือบางครั้งถ้าน้ำที่ผ่านกระบวนการแล้วไม่ต้องการให้มีสมบัติเป็นกรดหรือมีการปนเปื้อนกรด การทำให้น้ำเป็นด่างจะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แทน

3.3.2 การกำจัดตะกอนแขวนลอยด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน ตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ช้ามากเรียกว่า คอลลอยด์ (Colloid) คอลลอยด์ไม่สามารถแยกตัวออกจากน้ำได้โดยวิธีตกตะกอนตามธรรมชาติ เนื่องจากมีขนาดเล็กเกินไป การเติมสารเคมีบางชนิด เช่น สารส้ม สามารถทำให้คอลลอยด์หลาย ๆ อนุภาคจับตัวกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า ฟล็อก (Floc) จนมีน้ำหนักมากและสามารถตกตะกอนได้รวดเร็ว สารเคมีทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวประสานให้อนุภาครวมกันเป็นฟล็อก กระบวนการประสานคอลลอยด์นี้เรียกว่า โคแอกกูเลชัน (Coagulation) อุปกรณ์สำคัญของกระบวนการนี้มี 2 ส่วน คือ ถังกวนเร็ว และถังกวนช้า ถังกวนเร็วเป็นที่เติมสารเคมีและเป็นทางเข้าของน้ำเสีย สารเคมีและน้ำเสียจะผสมกันทันทีอย่างรวดเร็วในถังนี้ ถังกวนช้าเป็นที่สำหรับสร้างฟล็อก ที่เกิดจากการรวมตัวของคอลลอยด์ เพื่อส่งไปตกตะกอน ซึ่งอยู่ในขั้นตอนนี้คอลลอยด์จากถังกวนช้า น้ำที่ออกจากถังกวนช้าจะเข้าไปสู่ถังกรองน้ำที่ออกมาจึงมีความใสสูงมาก

3.3.3 การกำจัดโลหะหนักด้วยวิธีตกผลึก โลหะหนักที่พบในน้ำเสีย และเป็นปัญหามักอยู่ในรูปของสารละลาย ทำให้ไม่สามารถบำบัดออกจากน้ำได้ด้วยวิธีตกตะกอนหรือกรองเพียงลำพัง การกำจัดโลหะหนักจำเป็นต้องทำให้เกิดการตกผลึกในรูปของแข็ง (Precipitation) จากนั้น จึงทำให้ผลึกแข็ง ซึ่งส่วนมากมักเป็นคอลลอยด์รวมกันเป็นกลุ่มหรือฟล็อก เพื่อให้สามารถแยกออกจากน้ำได้โดยวิธีตกตะกอนและวิธีกรอง ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการกำจัดโลหะหนักต้องใช้วิธีตกผลึกรวมกับวิธีโคแอกกูเลชัน และตามด้วยวิธีตกตะกอนและกรองก่อนปล่อยน้ำออกจากระบบ โลหะหนักเช่น ดีบุก สังกะสี ตะกั่ว ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย มักทำให้ตกผลึกได้โดยการเพิ่มค่า pH ดังนั้นการเติมปูนขาวในถังน้ำเสียจนมีค่า pH ถึงระดับที่เหมาะสมจะทำให้โลหะหนักตกผลึกได้

3.3.4 การกำจัดไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำ ไขมันหรือน้ำมันที่ละลายน้ำจะเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ ไม่สามารถกำจัดออกจากน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ จำเป็นต้องทำให้ไขมันแยกตัวออกจากน้ำด้วยวิธีทางเคมีเสียก่อน จากนั้น จึงใช้วิธีทางกายภาพกำจัดออกจากน้ำเสีย สารเคมีที่นิยมใช้อาจเป็นสารอินทรีย์ เช่น กรดกำมะถัน สารส้ม หรือใช้สารอินทรีย์สังเคราะห์ กรดกำมะถัน เป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันมาก แต่สารอินทรีย์สังเคราะห์จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า

3.4 การกำจัดสีย้อมจากน้ำเสียด้วยวิธีเคมี กระบวนการกำจัดสีย้อมจากน้ำเสีย กระทำเช่นเดียวกับการกำจัดตะกอนแขวนลอยด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน และใช้สารเคมีชนิดเดียวกันได้ สารส้มสามารถทำให้สีย้อมตกผลึกและรวมตัวกันเป็นฟล็อกได้ในเวลาเดียวกัน แล้วใช้ถังตกตะกอนและถังกรองกำจัดฟล็อกออกจากน้ำ

4. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก

ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีและต้นทุนการบำบัดของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก

4.1 องค์ประกอบของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก องค์ประกอบหลักคือสิ่งที่ใช้ในการพิมพ์ ซึ่งมีส่วนประกอบและคุณสมบัติตามตาราง 1

ตาราง 1 แสดงส่วนประกอบและคุณสมบัติของสิ่งที่ใช้ในการพิมพ์

ส่วนประกอบของสี	ปริมาณส่วนผสม (กิโลกรัม / ลิตร)	ค่าพีเอช
ผงสี	0.18	-
น้ำยาลดฟอง	0.01	8.5-9.5
สารเพิ่มการยึดเกาะ	0.72	7.5-8.0
สารทำลายลาย	0.10	8.5-9.0

จากตาราง 1 องค์ประกอบของสีและคุณสมบัติความเป็นกรดเป็นด่างสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.1.1 ผงสีมีปริมาณส่วนผสม 0.18 กิโลกรัมต่อลิตร สภาพก่อนการใช้งานมีลักษณะเป็นผงคล้ายแป้ง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.004 มิลลิเมตร เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดสีบนกล่องกระดาษ

4.1.2 น้ำยาลดฟอง มีปริมาณส่วนผสม 0.01 กิโลกรัมต่อลิตร มีสมบัติเป็นด่างอ่อน ๆ วัดค่า pH ได้ 8.5-9.5 ในสัปดาห์ละครั้งที่มีความจุ 20 ลิตร จะมีน้ำยาลดฟองผสมอยู่ 0.2 กิโลกรัมต่อลิตร และมีส่วนสำคัญที่ทำให้น้ำเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตมีค่า pH สูง ช่วยในการหักล้างค่าความเป็นกรดที่ได้จากสารส้ม

4.1.3 สารเพิ่มการยึดเกาะมีปริมาณส่วนผสม 0.72 กิโลกรัมต่อลิตร ค่า pH ที่วัดได้ 7.5-8.0 มีลักษณะเหนียว ประกอบไปด้วย เรซินขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าหนึ่งไมครอน หรือเท่ากับคอลลอยด์ขนาดเล็ก เมื่อแห้งแล้วจะตึงเป็นแผ่นฟิล์ม ทนต่อการขัดถูได้ดี

4.1.4 สารทำลายลาย มีปริมาณส่วนผสม 0.1 กิโลกรัมต่อลิตร วัดค่า pH ได้ 8.5-9 มีสมบัติเป็นด่างอ่อน ๆ มีส่วนประกอบหลักคือ แอลกอฮอล์ไวต่อการระเหย เมื่อนำมาใช้งานแล้วจะไม่มีสารตกค้างปนมากับสี

4.2 ต้นทุนของระบบบำบัด มีค่าใช้จ่ายรวม 2 ล้าน คือค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสารเคมีในการบำบัด และค่าใช้จ่ายผลของกระบวนการบำบัด ดังแสดงตามตาราง 2 และตาราง 3

ตาราง 2 แสดงปริมาณและต้นทุนในการใช้สารเคมี

รายการ	ต้นทุนสารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัด (15 ครั้ง / วัน)			
	ปริมาณการใช้/ครั้ง (กิโลกรัม)	ปริมาณการใช้/วัน (กิโลกรัม)	ราคาต่อหน่วย (บาท/กิโลกรัม)	ต้นทุนรวมต่อวัน (บาท)
1. สารส้ม	3	45	14	630
2. พอลิเมอร์	0.3	4.5	220	990
3. ปูนขาว	9	135	8	1080
รวม				2700

(แผนกจัดซื้อ : บริษัทยูเนี่ยนคาร์บอนอินดัสทรี จำกัด)

จากตาราง 2 ต้นทุนที่ใช้ในระบบบำบัด ประกอบไปด้วย

4.2.1 สารส้ม ปริมาณสารส้มที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียต่อครั้งคือ 3 กิโลกรัมโดยการละลายน้ำในถังขนาด 20 ลิตร ค่าใช้จ่ายของสารส้ม 14 บาท ต่อหนึ่งกิโลกรัม การบำบัดแต่ละครั้งจะเสียค่าใช้จ่าย 42 บาท ใน 1 วัน บำบัดทั้งสิ้น 15 ครั้ง ต้องใช้สารส้มจำนวน 45 กิโลกรัมคิดเป็นเงิน 630 บาท

4.2.2 สารพอลิเมอร์ ในการบำบัดน้ำเสียแต่ละครั้ง พบว่ามีการใช้สาร พอลิเมอร์ 300 กรัม ราคา กิโลกรัมละ 220 บาท ในการบำบัดแต่ละครั้งจะต้องเสียค่าใช้จ่าย 66 บาท ใน 1 วันมีการบำบัดรวม 15 ครั้ง จะต้องเสียค่าพอลิเมอร์ เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 990 บาท

4.2.3 ปูนขาว ในการบำบัดน้ำเสียแต่ละครั้ง พบว่ามีการใช้ปูนขาวจำนวน 9 กิโลกรัมต่อครั้ง ราคาของปูนขาวทั่วไป กิโลกรัมละ 8 บาท การบำบัดแต่ละครั้งจะต้องเสียค่าปูนขาวรวม 72 บาท ในแต่ละวันมีการบำบัดรวม 15 ครั้ง คิดเป็นเงิน 1,080 บาท

ตาราง 3 แสดงต้นทุนในการใช้พลังงาน, ค่าขนส่ง และการกำจัดกากตะกอน

รายการ	ต้นทุนที่ใช้ในระบบบำบัด	
	ต้นทุนในการบำบัด	
	ต่อครั้ง (บาท)	ต่อวัน 15 ครั้ง (บาท)
1. ค่าพลังงานไฟฟ้า	1	22
2. ค่าขนส่งกากตะกอน	750	11250
3. ค่ากำจัดกากตะกอน	2250	33750
รวม	3001	45022

(แผนกจัดซื้อ : บริษัทยูเนี่ยนคาร์บอนอินดัสทรี จำกัด)

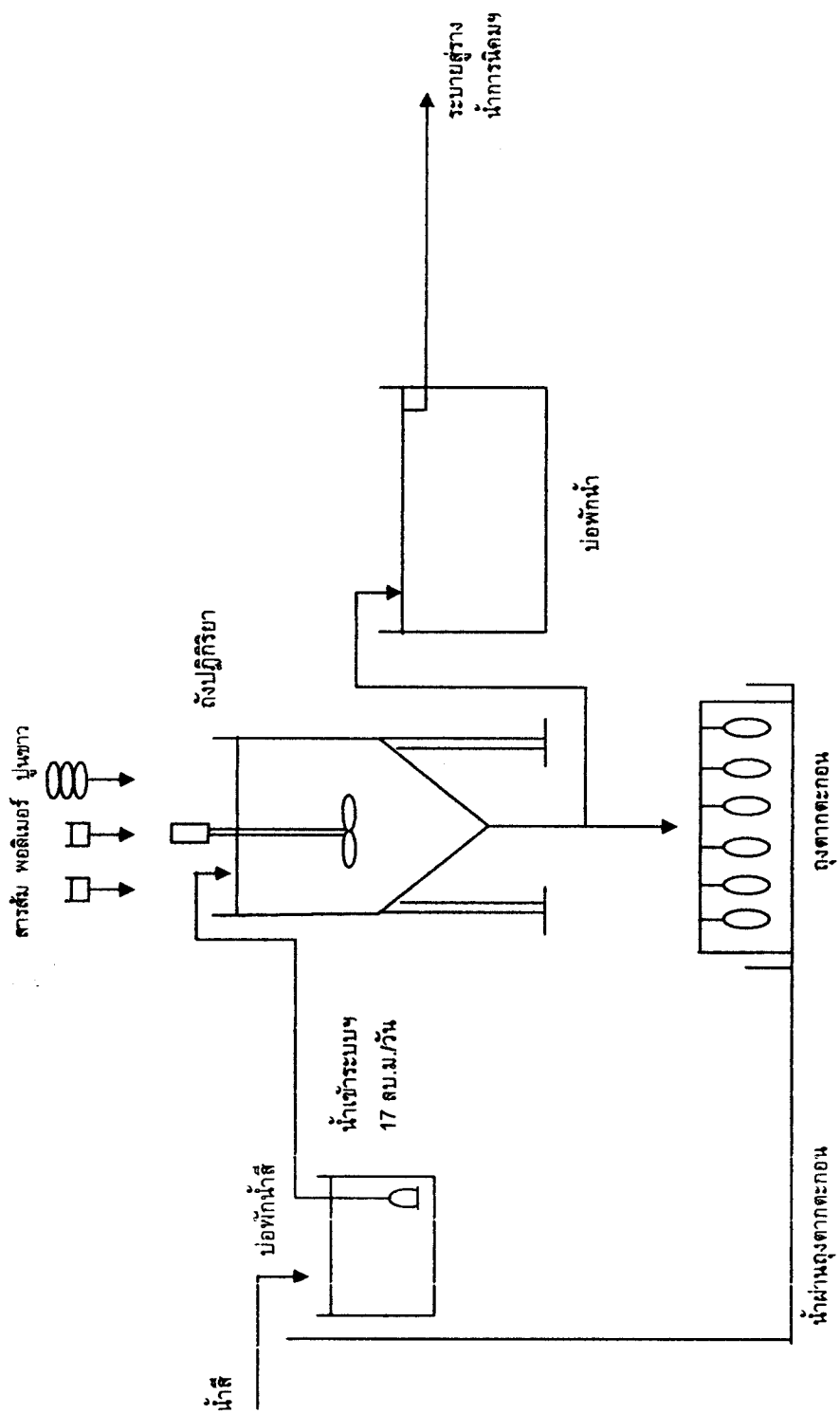
จากตาราง 3 เป็นต้นทุนที่เกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการและผลจากการบำบัด โดยแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ

4.2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้า ในระบบบำบัดเดิมพบว่ามีการใช้เครื่องช่วยกวาดเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 2.7 กิโลวัตต์ ใช้เวลาในการกวาดแต่ละครั้ง 15 นาที คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 0.67 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ค่าพลังงานไฟฟ้า ยูนิคละ 2.2 บาท ดังนั้นการบำบัดแต่ละครั้งจะต้องเสียค่าพลังงานไฟฟ้า 1.48 บาท แต่ละวันบำบัด 15 ครั้งคิดเป็นเงินสำหรับค่าพลังงานไฟฟ้าในการกวาด 22.20 บาท

4.2.5 ปริมาณตะกอนและการกำจัดน้ำเสียของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ที่มีการบำบัดโดยใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด คือ สารส้ม, ปูนขาว และพอลิอิเล็กโตรไลต์ ตะกอนจากการบำบัดกำหนดให้เป็นขยะอันตราย ในการบำบัดแต่ละครั้งจะให้ปริมาณตะกอนมีน้ำหนักรวม 320 กิโลกรัม มีลักษณะเหนียวความหนืดสูง และเมื่อตากตะกอนให้มีความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 30 พบว่า ตกตะกอนมีน้ำหนัก 150 กิโลกรัม ตะกอนยังมีลักษณะนุ่มเหมือนยาง ถ้าต้องการให้ความชื้นหมดไปต้องใช้เวลาราว 14 วัน เป็นอย่างน้อย การขนส่งกากตะกอนไปยังโรงบำบัดของเสียรวมคิดค่าขนส่ง 5,000 บาทต่อตัน และค่ากำจัดกากตะกอน 15,000 บาทต่อตัน ในการบำบัดแต่ละครั้งเมื่อปริมาณความชื้นเหลือร้อยละ 30 จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งกากตะกอนคิดเป็นเงิน 750 บาท และค่ากำจัดกากตะกอน 2,250 บาท

4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบบำบัด

ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของบริษัทยูเนี่ยนคาร์บอน อินดัสทรี จำกัด มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ปอดพักน้ำเสีย, ถังปฏิกิริยาและระบบการกวาด ตามภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แผนผังการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียบริษัท ยูเนี่ยนคาร์บอนอินดัสทรี จำกัด

วิเคราะห์จากภาพประกอบ 3 ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกมีอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการดังนี้

4.3.1 บ่อพักน้ำเสีย บ่อพักน้ำทิ้งและลานตากตะกอน ตามภาพประกอบ 3 องค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียเหล่านี้เป็นส่วนที่ขึ้นอยู่กับมูลค่าตามการประเมินของแต่ละพื้นที่ซึ่งมีความแตกต่างกัน บริษัทยูเนี่ยนคาร์บอนอินดัสทรี จำกัด อยู่ในเขตนิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ราคาประเมินของที่ดินราคาตารางเมตรละ 1,100 บาท ขนาดของบ่อพักน้ำเสีย บ่อพักน้ำทิ้งและลานตากตะกอนของระบบบำบัดใช้พื้นที่รวม 112 ตารางเมตร คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 123,200 บาท ในการบำบัดในระบบเคมีที่มีสารเคมีครบทั้ง 3 ชนิด คือ สารส้ม, ปูนขาว และพอลิเมอร์ พบว่าการหมุนเวียนของน้ำเสียน้ำทิ้ง และระยะเวลาในการตากตะกอนอยู่ในระดับที่เหมาะสมถ่ายเทได้ตลอดเวลา

4.3.2 ถังปฏิกริยาและระบบการกวน ปฏิกริยาเคมีในการบำบัดจะเกิดขึ้นในถังปฏิกริยา มีการนำน้ำเสียจากบ่อพักเข้าสู่ถังโดยระบบปั๊ม ที่ใช้แรงดันลมขนาด 4 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ขนาดของถังมีลักษณะรูปทรงกระบอกกันกรวย ความจุ 2.0 ลูกบาศก์เมตร บนฝาดังมีการติดตั้งระบบการกวนใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2.7 กิโลวัตต์ มีระบบการจัดใบพัด 3 ชั้น แต่ละชั้นมี 3 ใบ ขนาดความยาวของใบพัด 12 เซนติเมตร แต่ละชั้นห่างกัน 40 เซนติเมตร หมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ 100 รอบต่อนาที ถังปฏิกริยาและใบพัดกวนทำด้วย สแตนเลสป้องกันสนิมจากการกัดกร่อน ค่าใช้จ่ายในการลงทุนในการสร้างถังปฏิกริยาและใบพัดกวนเป็นจำนวนเงิน 125,000 บาท

4.4 การศึกษาและวิเคราะห์ผลการบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก

จากการศึกษาผลของการบำบัดน้ำเสียของบริษัทยูเนี่ยนคาร์บอน อินดัสทรี จำกัด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือน พฤศจิกายน 2544 แสดงค่า BOD ปริมาณสารแขวนลอย ตามตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 แสดงผลการบำบัดน้ำเสียของบริษัท ยูเนี่ยนคาร์บอน อินดัสทรี จำกัด

วัน / เดือน / ปี	ค่า BOD (มิลลิกรัม / ลิตร)	ค่าสารแขวนลอย (มิลลิกรัม / ลิตร)	ค่า pH
21/12/00	270	10	6.5
25/01/01	380	18	7
28/02/01	400	32	6.5
30/03/01	60	12	7
25/04/01	60	12	7
28/05/01	270	28	7.5
27/06/01	500	54	5.7
30/07/01	300	30	6.5
30/08/01	320	34	6.6
27/09/01	50	8	6.6
31/10/01	360	28	6.4
27/11/01	260	38	6.5

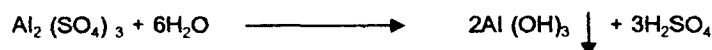
(บริษัท ยูเนี่ยนคาร์บอน อินดัสทรี จำกัด)

จากตาราง 4 ผลการบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก บริษัทยูเนี่ยนคาร์บอน อินดัสทรี จำกัด ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ข้อกำหนดของการนิคมอุตสาหกรรม ระบุว่าน้ำเสียของโรงงานแต่ละแห่งจะวัดตัวแปร 2 ค่า คือ ค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอย ซึ่งมาตรฐานระบุไว้ BOD ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารแขวนลอยไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการตรวจสอบผลของการตรวจวัดค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอย ผู้วิจัยพบว่า ค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2544 จนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2544 ไม่เกินค่ามาตรฐานที่นิคมอุตสาหกรรมกำหนด

5. คุณสมบัติของสารส้ม

สารส้ม (Alum) เป็นของแข็งที่มีสีใส เป็นสารนำมาใช้ในการตกตะกอนมาเป็นเวลานาน เนื่องจากมีคุณสมบัติดังกล่าวจึงมีผู้นำสารส้มมาช่วยในระบบบำบัดน้ำเสีย

สารส้มมีสูตรทางเคมีเป็น $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ เมื่อนำมาละลายน้ำจะทำให้ pH ของน้ำเป็นกรด เมื่อเติมสารส้มลงในน้ำให้มีความเข้มข้นของสารส้มเท่ากับร้อยละ 1 pH ของน้ำจะมีค่าประมาณ 3.5 เมื่อนำสารส้มมาละลายน้ำจะเกิดการแตกตัวดังแสดงในสมการต่อไปนี้



อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Al}(\text{OH})_3$) ที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเป็นตะกอนวันตกลงมาอย่างช้า ๆ ในขณะที่ตกลงมาจะชักพาเอาอนุภาคขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำตกตามลงไปด้วย นับว่าเป็นประโยชน์อย่างมากต่อระบบกำจัดน้ำเสีย เพราะน้ำเสียส่วนใหญ่จะมีสารแขวนลอยปนอยู่มากน้อย ซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการกำจัดทั้งทางเคมีและชีวภาพ

ตามขั้นตอนการกำจัดน้ำเสียที่แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 3 สารส้มมีส่วนช่วยในระบบกำจัดนี้ได้หลายขั้นตอนด้วยกัน และทำให้ระบบกำจัดมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในแต่ละระดับดังนี้

5.1 การกำจัดเบื้องต้น

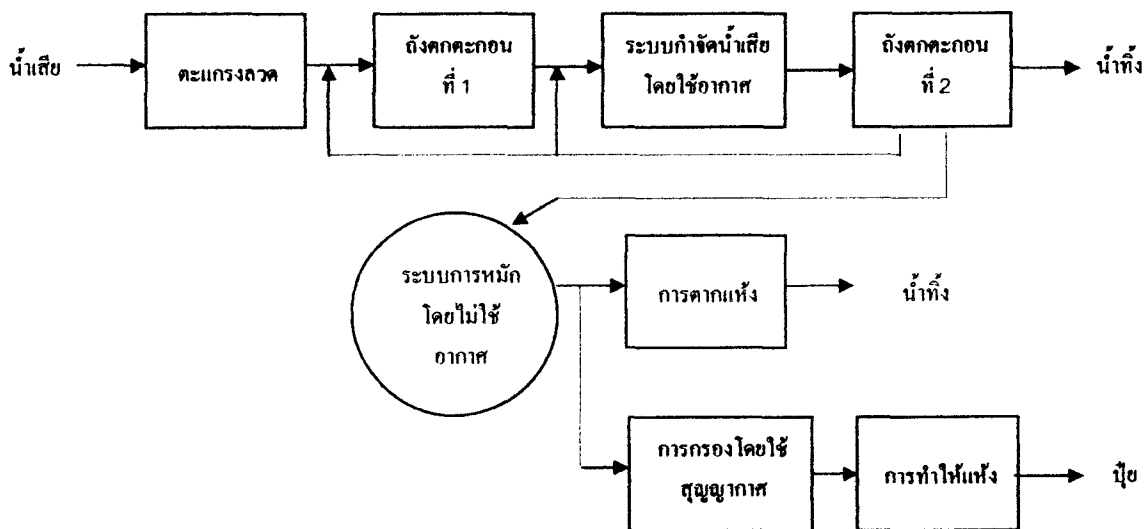
สารแขวนลอยที่ปนมากับน้ำเสีย หากมีขนาดใหญ่ก็จะสามารถตกตะกอนเองได้ ในถังตะกอน เมื่อปล่อยทิ้งไว้ไม่เกิน 2 ชั่วโมง ส่วนที่เป็นขนาดเล็กไม่สามารถตกตะกอนเองได้และมีเป็นจำนวนมากก็จำเป็นต้องใช้สารส้มช่วย ส่วนปริมาณของสารส้มจะใช้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับขนาดและปริมาณของสารแขวนลอย และค่า pH ของน้ำเสียนั้น ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด เพื่อให้ได้มาซึ่งปริมาณที่เหมาะสม จำเป็นจะต้องทำการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธีที่เรียกว่า จาร์ทดสอบ (Jar Test Method) สารส้มนอกจากจะใช้ในการตกตะกอนสารแขวนลอยที่ปนมาในน้ำแล้ว ยังประโยชน์อย่างอื่นได้อีก ได้แก่

5.1.1 ช่วยกำจัดสี หากน้ำทิ้งนั้นมีสีปนมาด้วย เมื่อเติมสารส้มที่มีปริมาณพอเหมาะลงไปก็จะทำให้สีลดลงไปด้วย ทั้งนี้เพราะสีในน้ำทิ้งมักเกิดจากอนุภาคแขวนลอยที่มีขนาดตั้งแต่ 10^{-7} ถึง 10^{-4} เซนติเมตร เมื่ออนุภาคเหล่านี้ถูกชะตกลงมากับตะกอนอะลูมิเนียมอันเกิดจากสารส้ม สีของน้ำทิ้งก็จะจางลงไปด้วย ความขุ่นของน้ำก็จะลดลงด้วยเช่นกัน

5.1.2 ช่วยกำจัดสารอินทรีย์ สารอินทรีย์ที่ปนมากับน้ำทิ้งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดมลภาวะและค่า BOD การตกตะกอนด้วยสารส้มจะทำให้สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียลดลงอาจลดลงได้ถึงร้อยละ 30 ซึ่งจะทำให้การกำจัดขั้นต่อไปง่ายขึ้น

5.1.3 ช่วยกำจัดโลหะหนักและยาฆ่าแมลง น้ำทิ้งบางชนิดจะมีสารโลหะหนัก หรือ ยาฆ่าแมลงปนมาด้วย สารส้มที่เติมลงไปจะทำให้ปฏิกิริยากับโลหะหนักที่ละลายอยู่ในน้ำและตกตะกอนได้ สำหรับยาฆ่าแมลงนั้นพบว่า สารส้มสามารถกำจัดได้ดี ที่ปนมาในน้ำในความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ถึงร้อยละ 95 นอกจากที่ดีแล้วสารส้มยังสามารถตกตะกอนยาฆ่าแมลงตัวอื่น ๆ เช่น อัลดริน, เอ็นดริน, ดีลดริน ได้อีกด้วย

5.1.4 ช่วยกำจัดฟอสเฟต ฟอสเฟตมักปนมากับน้ำเสียเพราะ น้ำเสียส่วนใหญ่จะมีผงซักฟอกปนมาด้วย เมื่อเติมสารส้มลงไป ในน้ำเสียที่มีฟอสเฟตจะเกิดตะกอนของอะลูมิเนียมฟอสเฟต (AlPO_4) ตกลงมาถึงตกตะกอน



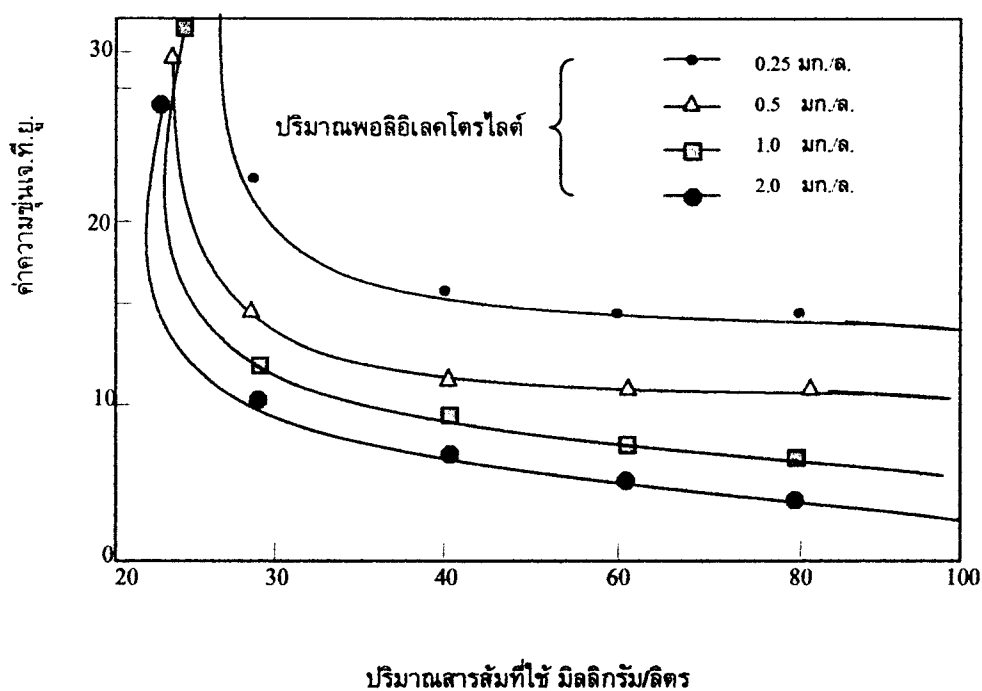
ภาพประกอบ 4 ขบวนการกำจัดน้ำเสียโดยทั่ว ๆ ไป

สารส้มมีคุณสมบัติประโยชน์มากในการกำจัดเบื้องต้น โรงงานหลายประเภทด้วยกันที่สามารถนำประโยชน์ของสารส้มมาใช้กำจัดน้ำเสียของตนได้ โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทใช้สารส้มแต่เพียงอย่างเดียวก็สามารถกำจัดน้ำทิ้งให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมได้ เช่น โรงงานผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ โรงงานดังกล่าวจะมีความขุ่น หรือสารแขวนลอยที่มีขนาดเล็กปนออกมาจากน้ำเสียมาก ในบางครั้งสารส้ม อย่างเดียวไม่สามารถทำให้สารแขวนลอยนี้ตกลงมาที่เท่าที่ควร จำเป็นจะต้องใช้สารช่วยตกตะกอน มาช่วยด้วยเพื่อให้การตกตะกอนดีขึ้น จากผลของการทดลองพบว่าสารช่วยตกตะกอนที่จะนำมาช่วยสารส้มนั้นมีความเข้มข้นมากไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถช่วยสารส้มให้สารแขวนลอยตกตะกอนได้ดีขึ้นดังแสดงในภาพประกอบที่ 5

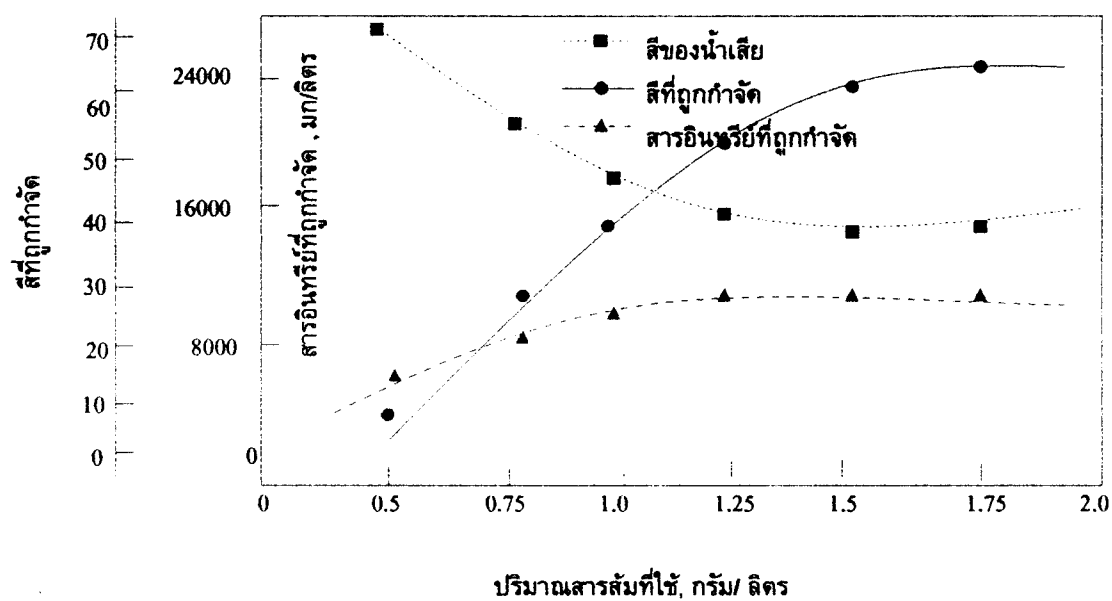
ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ สารส้มสามารถนำไปใช้ในการตกตะกอนได้อย่างมีประสิทธิภาพได้แก่

1. อุตสาหกรรมกระดาษ น้ำเสียจากโรงงานกระดาษมีดักินปนอยู่ในปริมาณสูงทำให้น้ำเสียที่ออกมา มีสีน้ำตาลนอกจากสีแล้วยังมีสารแขวนลอยและสารอินทรีย์สูงมากด้วย เมื่อเติมสารส้มลงไปทำให้ตะกอนถูกชะตกลงมา เป็นเหตุให้สีของน้ำทิ้งจะจางลง จากการทดลองพบว่าหลังจากตกตะกอนแล้วสีของน้ำทิ้งจางลงไปถึงร้อยละ 50 ส่วนสารอินทรีย์ลดน้อยลงไปประมาณร้อยละ 20 ด้วยเพียงเติมสารส้มลงไป 1.5 กรัม ต่อ น้ำทิ้ง 1 ลิตรดังแสดงในภาพประกอบที่ 6

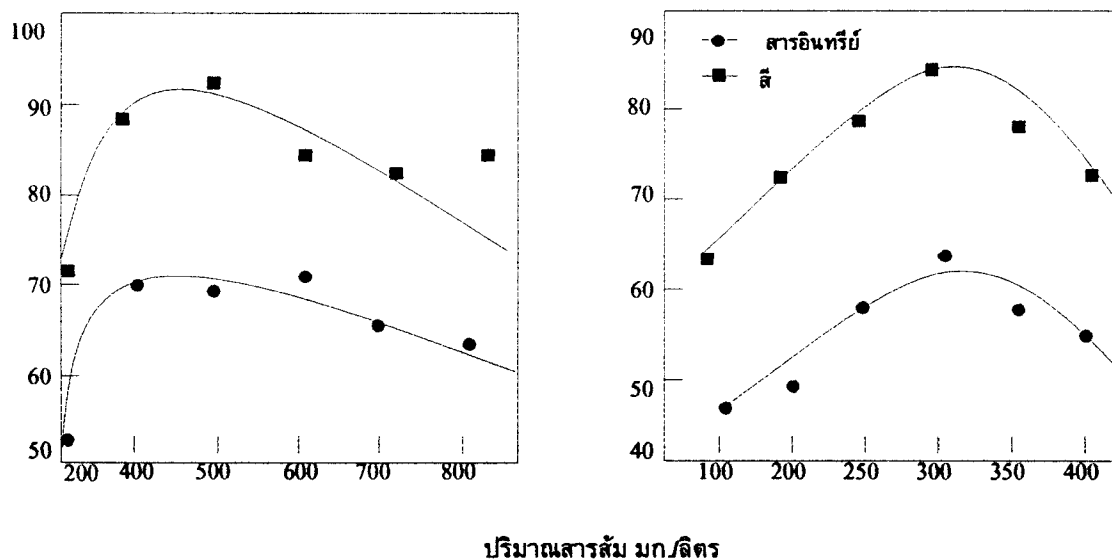
2. อุตสาหกรรมทอผ้า น้ำเสียจากโรงงานทอผ้าใช้สีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมา คือ สารอินทรีย์ เมื่อเติมสารส้มลงไปประมาณ 300 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถกำจัดสีและลดปริมาณของสารอินทรีย์ได้ถึงร้อยละ 85 และ 60 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 5 การตกตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเครื่องสุบภัณฑ์ด้วยสารส้มรวมกับสารพอลิเอทิลีนไกลคอล ในปริมาณต่าง ๆ กัน



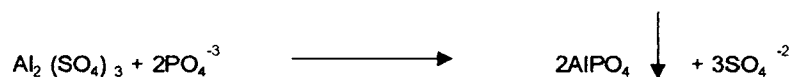
ภาพประกอบ 6 การตกตะกอนน้ำเสียจากโรงงานกระดาษเพื่อการกำจัดสีและสารอินทรีย์



ภาพประกอบ 7 การตกตะกอนน้ำเสียจากโรงงานทอผ้าเพื่อกำจัดสีและสารอินทรีย์ด้วยสารส้ม

จะเห็นได้ว่า น้ำทิ้งที่ผ่านการตกตะกอนด้วยสารส้มแล้วนั้น ทั้งสีและสารอินทรีย์ก็จะลดลงไปตามส่วน จะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำทิ้งนั้น ๆ เมื่อปริมาณของสีและสารอินทรีย์ลดลงไปแล้วทำให้การกำจัดในขั้นตอนที่สองจะง่ายขึ้น มีประสิทธิภาพสูงและได้มาตรฐานน้ำทิ้งตรงตามความต้องการของกระทรวงอุตสาหกรรม

5.2 น้ำที่ผ่านขบวนการกำจัดสารอินทรีย์ทางเคมีแล้วจะมีสารอินทรีย์เหลืออยู่ในน้ำทิ้งน้อยมากเพราะสารอินทรีย์ที่มีอยู่จะถูกบักเทรียย่อยสลายกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ บางส่วนจะถูกนำมาเสริมสร้างตัวบักเทรียและเพิ่มจำนวนบักเทรียในถังกำจัด ตัวบักเทรียที่ตายไปตัวอ่อนก็มาทดแทนจึงทำให้ประสิทธิภาพของการกำจัดคงที่ แต่มีสารอินทรีย์บางจำพวกที่มีส่วนผสมของฟอสเฟตสูง แม้ผ่านวิธีการกำจัดทางชีวภาพแล้วยังมีสารพวกฟอสเฟตสูงอันเป็นเหตุยังให้ปล่อยทิ้งไปไม่ได้ ต้องลดปริมาณฟอสเฟตลง เพราะหากปล่อยไปอาจทำให้พืชน้ำบางชนิดเจริญเติบโตได้รวดเร็วเสียสมดุลธรรมชาติไป เมื่อนำน้ำนี้มาตกตะกอนด้วยสารส้มก็จะลดสารฟอสเฟตลงไปได้ ดังสมการ



หลังตกตะกอนแล้วความเข้มข้นของฟอสเฟตไม่ควรเกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงจะปล่อยน้ำลงแม่น้ำลำคลองได้ จากผลการทดลองพบว่า น้ำทิ้งจากโรงงานทอผ้าซักฟอกเมื่อเติมสารส้มลงไปราว 200 มิลลิกรัมต่อลิตร จะลดความเข้มข้นของสารฟอสเฟตลงไปได้ถึงร้อยละ 85 และหลังจากตกตะกอนปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตจะมีไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.3 น้ำที่ผ่านออกจากถังเลี้ยงตะกอนจะต้องผ่านถังตกตะกอนเพื่อให้บักเทรียที่ปนมา

กับน้ำตกตะกอน ตามมาตรฐานของน้ำทิ้งไม่ควรมีตะกอนแขวนลอยเกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร หากน้ำที่ออกจากถังตกตะกอนไม่ได้มาตรฐานดังกล่าวสารส้มจะมีส่วนช่วยได้มาก ส่วนตะกอนที่ตกลงมาหรือตะกอนที่ผ่านการหมักแล้ว หากถูกเติมด้วยสารส้มจะทำให้รวมตัวเข้มข้นขึ้น ช่วยต่อการกรองด้วยระบบสุญญากาศ หรืออัดแห้งเป็นก้อนตะกอนเพื่อให้ต่อการนำไปทิ้งต่อไป

5.4 ตะกอนที่เกิดจากการเติมสารส้มมีขนาดเล็ก อาจเป็นผลให้ตะกอนที่เกิดตกเข้าไปถึงตะกอน สารช่วยตกตะกอนอาจช่วยแก้ปัญหานี้ได้โดยทำให้ตะกอนมีขนาดใหญ่ขึ้นและทำให้ตกตะกอนได้ง่ายขึ้น สารช่วยตกตะกอนมักเติมหลังจากที่เติมสารส้มลงไปแล้ว สารช่วยตกตะกอนมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน การที่จะเลือกใช้ชนิดใดให้เหมาะสมนั้น จำเป็นจะต้องทำการทดลอง เพราะคุณสมบัติของน้ำมีสารเจือปนมากน้อยแตกต่างกันออกไป สารช่วยตกตะกอนที่ใช้กันทั่วไปอาจมีชื่อทางการค้าแตกต่างกันแต่มีหน้าที่ทำให้ตะกอนที่เกิดตกง่ายหรือเร็วขึ้นซึ่งมีส่วนช่วยน้อยมากเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำ

5.5 การทดลองหาปริมาณสารส้มและค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอน โดยใช้การทดสอบการตกตะกอนระบบจาร์เทสต์ (Jar Test Method) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการทดสอบการตกตะกอนสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ในน้ำดิบโดยใช้สารตกตะกอน เช่น สารส้ม โดยผลการทดลองจะได้สารตกตะกอนที่เหมาะสมที่สุด โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ คือ เครื่องกวน ที่สามารถปรับความเร็วได้ 2 จังหวะ คือ กวนเร็ว 100 รอบต่อนาที ซึ่งการกวนเร็วนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้สารส้มผสมเข้ากับน้ำ ที่จะทำการตกตะกอน และจังหวะกวนช้า 20 รอบต่อนาที เพื่อช่วยให้เกิดการจับตัวของตะกอน ใช้ถ้วยตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร ใช้ถ้วยตวงทั้งหมด 6 ใบ การเติมสารส้มต้องเติมให้เร็วที่สุด เพราะอัตราเร็วมีผลต่อการตกตะกอนเป็นอย่างมาก สารเคมีที่ใช้เป็นสารละลายสารส้ม $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการตกตะกอนควรมีอะลูมิเนียมอยู่ 4 มิลลิกรัมต่อลิตรโดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

5.5.1 ใช้กระบอกตวง ขนาด 1 ลิตร ตวงตัวอย่างน้ำปริมาตร 800 มิลลิลิตร ใส่ลงในถ้วยตวง ขนาด 1 ลิตร จำนวน 5-6 ใบ แล้วนำถ้วยตวงไปวางใต้ใบพัดของเครื่องกวน ปรับให้ใบพัดอยู่สูงจากก้นถ้วยตวงประมาณ 6 ซม.

5.5.2 นำตัวอย่างน้ำต่างหากปริมาตร 250 มิลลิลิตร ทำการวัดค่า pH และความขุ่น

5.5.3 ใช้ปิเปตดูดสารละลายของสารส้มใส่ในหลอดทดลองที่หนีบติดกับไม้ยาว ในปริมาณมากน้อยต่างกันเรียงกันไปตามลำดับ

5.5.4 เปิดสวิทช์ให้เครื่องกวน กวนน้ำให้เข้ากันก่อนอย่างน้อย 1 นาที, โดยใช้ความเร็วในการกวน 100 รอบต่อนาที

5.5.5 ใส่สารละลายของสารส้มลงในถ้วยตวงพร้อม ๆ กัน ในขณะเดียวกับที่เครื่องกวนยังกวนอยู่ เริ่มจับเวลาในขณะที่เติม ล้างหลอดที่เติมสารละลายด้วยน้ำกลั่นทันที แล้วเทน้ำที่ล้างนั้นเติมลงไปในถ้วยตวงด้วย

5.5.6 หลังจากกวนที่อัตราเร็ว 100 รอบ ต่อนาที นาน 1 นาที ก็ลดความเร็วลงเหลือ 20 รอบต่อนาที ทำการกวนต่อไปอีก 15 นาที แล้วหยุดเครื่อง ค่อย ๆ ยกถ้วยตวงออกจากเครื่องกวน ตั้งทิ้งไว้อีก 15 นาที แล้วจึงเทน้ำผิวหน้าออกใส่ถ้วยตวงอื่นที่สะอาด ในกรณีที่เห็นตะกอนเบาลอยอยู่ในตัวอย่าง ก็ไม่ควรใช้วิธีเทอน้ำผิวหน้าออกมาแต่ให้ใช้ไซฟอนหรือปิเปต ดูดน้ำที่ระดับลึก 3-4 ซม. จากผิวหน้าในถ้วยตวงออกแทน

5.5.7 นำน้ำที่แยกได้หลังตกตะกอนไปตรวจวัดค่าความขุ่น และค่า pH ภายในเวลาไม่เกิน 3 ชม. หลังการตกตะกอน เสร็จแล้วรวบรวมผลการทดลองแสดงตามแบบตาราง ซึ่งแสดงวิธีการรายงานผลการทดลองการตกตะกอนด้วยสารส้ม ในตัวอย่างน้ำ 5 ชุด ที่ทำการตกตะกอนพร้อมกัน

เวลาไม่เกิน 3 ชม. หลังการตกตะกอน เสร็จแล้วรวบรวมผลการทดลองแสดงตามแบบตาราง ซึ่งแสดงวิธีการรายงานผลการทดลองการตกตะกอนด้วยสารส้ม ในตัวอย่างน้ำ 5 ชุด ที่ทำการตกตะกอนพร้อมกัน ผลที่ได้จากการทดลองแบบจาร์เทส (Jar Test) เมื่อนำไปใช้กับระบบขนาดใหญ่พบว่าปริมาณของสารส้มที่ต้องการอาจลดลงไปจากเดิมเล็กน้อยเนื่องจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตจริงมีส่วนเจือปนที่เป็นองค์ประกอบช่วยในการตกตะกอนได้ดี (สมร มุตตามระ. 2531)

6. การกำจัดความขุ่นและการตกตะกอน

การขจัดความขุ่นอันได้แก่สารแขวนลอยต่าง ๆ (Suspended Solid) รวมทั้งอนุภาคคอลลอยด์ชนิดต่าง ๆ มีขั้นตอน ดังนี้

6.1 การทำน้ำให้ใส (Clarification)

6.2 การกรอง (Filtration)

6.1 การทำน้ำให้ใส คือกระบวนการที่พวกลายสารแขวนลอยต่าง ๆ เกิดการจับตัว (Coagulation) การรวมตัว (Flocculation) และการตกตะกอน (Sedimentation) มลพิษที่ก่อให้เกิดความขุ่นในน้ำจะมีตั้งแต่กรวด หทราย โคลน เลน เศษดิน แบคทีเรีย และอนุภาคคอลลอยด์ต่าง ๆ พวกรวดหรือทรายซึ่งมีขนาดค่อนข้างใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับมลพิษที่ก่อให้เกิดความขุ่นอื่น ๆ จะจมตัวตกตะกอนได้เองในเวลาไม่นานนัก นอกจากนั้นต้องใส่สารเคมีเพื่อช่วยในการตกตะกอน

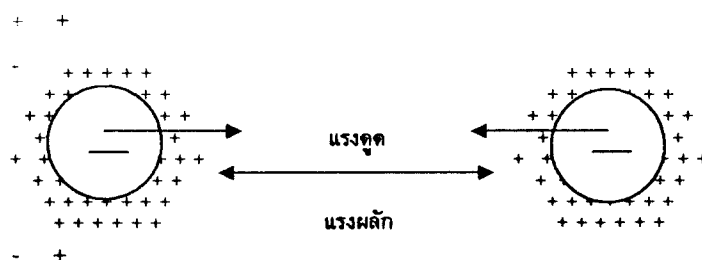
ตาราง 5 ขนาดและการตกตะกอนของมลพิษที่ทำให้เกิดความขุ่นชนิดต่าง ๆ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มิลลิเมตร	ชนิด	อัตราการจมตัว มิลลิเมตร / วินาที	ระยะเวลาในการจมตัว เป็นระยะทาง 1 ฟุต
10.0	กรวด	1,000	0.3 วินาที
1.0	กรวด	100	3.0 วินาที
0.8	กรวด	83	3.7 วินาที
0.5	กรวด	53	5.8 วินาที
0.4	ทรายหยาบ	42	7.3 วินาที
0.3	ทรายหยาบ	32	9.5 วินาที
0.2	ทรายหยาบ	21	14.5 วินาที
0.1	ทรายหยาบ	8	38.0 วินาที
0.08	ทรายหยาบ	6	51.0 วินาที
0.06	ทรายหยาบ	3.8	1.3 นาที
0.05	ทรายหยาบ	2.9	1.8 นาที
0.04	ทรายละเอียด	2.1	2.4 นาที
0.03	ทรายละเอียด	1.3	3.9 นาที
0.02	ทรายละเอียด	0.62	8.2 นาที
0.01	ทรายละเอียด	0.154	33.0 นาที
0.005	ทรายละเอียด	0.0385	2.2 ชม.
0.004	โคลนเศษดิน	0.0247	3.5 ชม.
0.003	โคลนเศษดิน	0.0138	6.2 ชม.
0.002	โคลนเศษดิน	0.0062	13.6 ชม.
0.0015	โคลนเศษดิน	0.0035	24.0 ชม.
0.001	แบคทีเรีย	0.00154	55.0 ชม.
0.0001	อนุภาคอลลอยด์	0.0000154	230 ชม.
0.00001	อนุภาคอลลอยด์	1.54×10^{-6}	6.3 ปี
0.000001	อนุภาคอลลอยด์	1.54×10^{-7}	63 ปี

(ณรงค์ วุฑฒเสถียร. ม.ป.ป. : 72)

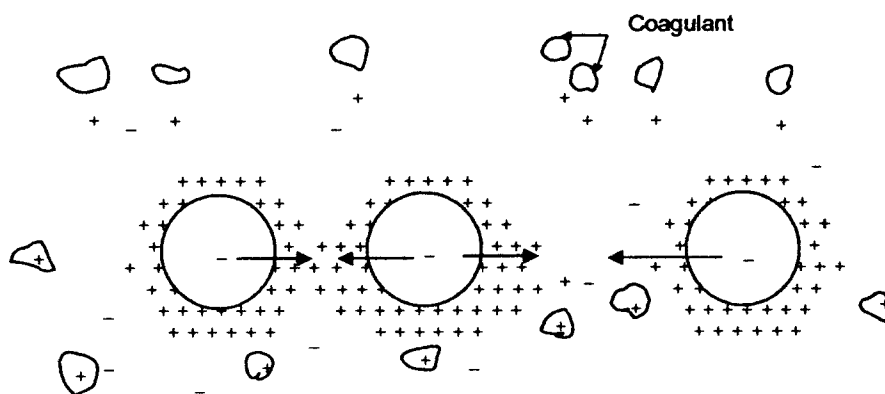
6.1.1 การจับตัว (Coagulation)

พวกอนุภาคคอลลอยด์ที่มีขนาด 1-500 มิลลิไมครอนทั้งหลายเป็นส่วนหนึ่งของความขุ่นที่ปรากฏอยู่ในน้ำ คอลลอยด์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ จำพวกหนายน้ำ (Hydrophobic) เช่น เศษดินโคลนในน้ำ และจำพวกชอบน้ำ (Hydrophilic) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่ทำให้เกิดสี แรงที่กระทำบนอนุภาคคอลลอยด์จะมีทั้งแรงดึงดูดและแรงผลัก



ภาพประกอบ 8 แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างอนุภาคคอลลอยด์

แรงดึงดูดเกิดจากแรงแวนเดอร์วาลส์ ซึ่งจะดูดให้อนุภาคที่อยู่ใกล้กันให้เข้าใกล้ชิดกันยิ่งขึ้น แรงผลักเกิดจากประจุบวกที่ปรากฏอยู่บนผิวรอบนอกของอนุภาคจะมีชั้นของประจุบวกล้อมรอบอยู่ จึงพยายามที่จะผลักตัวแยกออกจากกัน ในสภาพปกติแรงผลักระหว่างอนุภาคจะมีค่ามากกว่าแรงดึงดูดมากจึงทำให้อนุภาคคอลลอยด์กระจายตัวอยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา



ภาพประกอบ 9 สารเคมีช่วยตกตะกอนช่วยลดแรงผลักระหว่างอนุภาค

การวัดศักย์ซีตา (Zeta Potential) เป็นการวัดแรงที่อนุภาคกระทำต่อกัน ถ้าสามารถลดศักย์ซีตาในระบบของเหลวให้เป็นศูนย์หรือใกล้เคียงศูนย์ จะทำให้อนุภาคต่าง ๆ จับตัวกันได้ดี น้ำที่มีค่า pH 5-8 จะมีศักย์ซีตา -14 ถึง -30 มิลลิโวลต์ ถ้าค่านี้เป็นลบมากเท่าใดก็แสดงว่าอนุภาคมีประจุไฟฟ้าแรง เมื่อศักย์ซีตาลดลงอนุภาคก็จะมีแรงผลักลดลง จึงทำให้สามารถเข้ามาอยู่ใกล้ชิดกันมากยิ่งขึ้น โอกาสที่จะชนกันจนจับตัวกันได้ก็ย่อมจะมีมากขึ้น วิธีการทำลายแรงผลักระหว่างอนุภาคคอลลอยด์หรือลดศักย์ซีตาทำได้โดยการเติมสารเคมีบางชนิด เช่น สารส้ม เหล็กซัลเฟต สารเหล่านี้จะแตกตัวในน้ำเป็นไอออนของ

โลหะที่มีประจุไฟฟ้าบวกซึ่งจะไปลดแรงผลักระหว่างอนุภาคคอลลอยด์ โดยการลดชั้นประจุไฟฟ้า (Diffused Double Layer) ที่ห่อหุ้มอนุภาคไว้ เมื่อลดแรงผลักระหว่างอนุภาคได้แล้ว ถ้ามีการกวนเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยจะทำให้อนุภาคตะกอน ซึ่งแรงดึงดูดจะหุ้มนำอนุภาคให้ติดกันทำให้เกิดการจับตัวเป็นกลุ่มใหญ่ขึ้น เรียกว่า ฟล็อก (ณรงค์ วุฑฒเสถียร. 2540)

ในทางปฏิบัติ การกวนอย่างแรงและเร็ว จะช่วยให้สารเคมีกระจายอย่างทั่วถึงในน้ำและอนุภาคมีโอกาสชนกันมากขึ้น ฉะนั้นในน้ำที่มีความขุ่นต่ำ จึงต้องมีการเติมเศษดินหรือนำเอาตะกอนกลับเข้ามาใส่น้ำอีกเพื่อเพิ่มโอกาสที่อนุภาคจะชนกันให้มากขึ้น การเติมสารเคมีช่วยตกตะกอนซึ่งจะให้โอออนประจุบวกเพื่อไปลดศักย์ซีตาที่เป็นลบ การจับตัวระหว่างอนุภาคจะเกิดได้ดีเมื่อศักย์ซีตาค่าเป็นลบข้างเล็กน้อย ฉะนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีการสะเทินประจุให้เป็นกลางจนหมดสิ้น ถ้าใส่สารเคมีมากเกินไป โอออนประจุบวกของสารเคมีที่แตกตัวจะไปเกาะอยู่ที่ผิวของอนุภาคจนทำให้อนุภาคมีศักย์ซีตาเป็นบวก จะทำให้อนุภาคเกิดแรงผลักระหว่างอนุภาคออกจากกันแทนที่จะจับตัวกันตกตะกอน ฉะนั้นในการใช้สารเคมี เช่น สารส้ม ถ้าใส่มากเกินไปแทนที่น้ำจะใสก็จะขุ่นมากขึ้น

6.1.2 การรวมตัว (Flocculation)

ฟล็อกที่เกิดจากการจับตัวของอนุภาคคอลลอยด์นั้น ในบางครั้งจะมีขนาดไม่ใหญ่พอที่จะตกตะกอนได้ในเวลาอันรวดเร็ว จึงต้องมีการกวนช้า (Slow Mixing) เพื่อให้ฟล็อกเล็ก ๆ มีโอกาสจับตัวรวมกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้นไปอีก ถ้าหากกวนเร็วหรือแรงเกินไปจะเกิดแรงเฉือนทำให้ฟล็อกแตกออกได้ การใส่สารเคมีจำพวก พอลิเมอร์ หรือ พอลิอิเล็กโตรไลต์ ซึ่งจัดเป็นพวกสารที่ช่วยในการรวมตัว จะช่วยเพิ่มอัตราการรวมตัวเป็นฟล็อกขนาดใหญ่ได้โดยง่าย

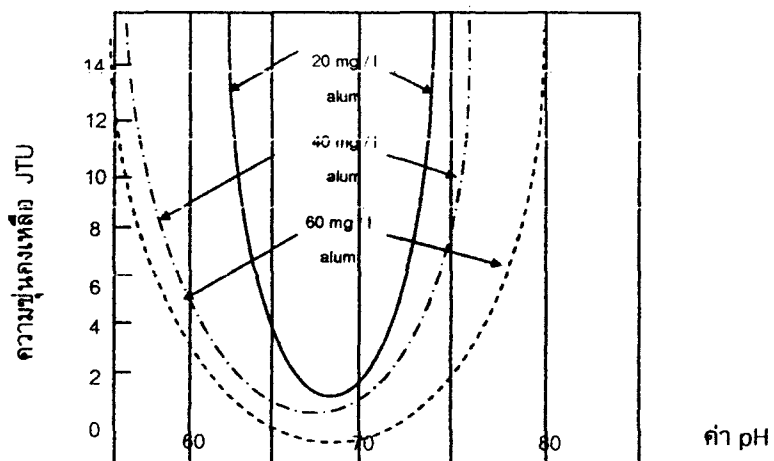
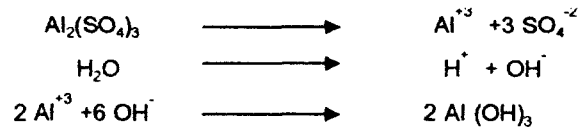
6.1.3 สารเคมีช่วยในการรวมตัว (Coagulants)

ตาราง 6 คุณสมบัติของสารเคมีช่วยตกตะกอน

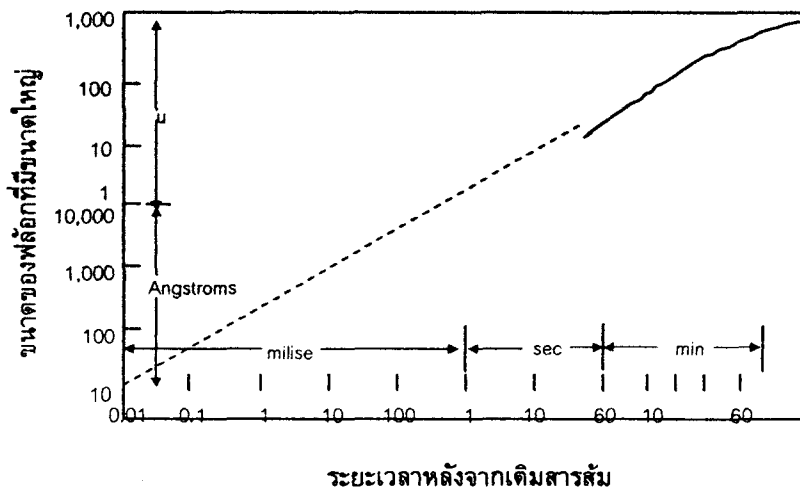
สาร	สูตรเคมี	น้ำหนักสมมูล	ค่า pH ที่ความเข้มข้น
สารส้ม	$\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$	100	3.4
ปูนขาว	$\text{Ca} (\text{OH})_2$	40	12.0
เฟอร์ริกคลอไรด์	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	91	3-4
เฟอร์ริกซัลเฟต	$\text{Fe}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	51.5	3-4
เฟอร์รัสซัลเฟต	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	139	3-4
โซเดียมอะลูมิเนต	$\text{Na}_2 \text{Al}_2 \text{O}_3$	100	11-12

สารส้ม (Aluminium Sulfate or Alum) มีปริมาณ Al_2O_3 อย่างต่ำร้อยละ 17 การใช้สารส้มจะได้ผลดีเพียงใดนั้นขึ้นกับค่า pH และความเป็นต่างเป็นอย่างมาก ยิ่งถ้าใช้สารส้มในปริมาณน้อย สภาพการเกิดฟล็อกก็ขึ้นกับค่า pH มากขึ้น

เมื่อสารส้มละลายในน้ำที่มีความเป็นด่างอยู่ จะแตกตัวดังนี้



ภาพประกอบ 10 ผลของปริมาณสารส้มต่อช่วง pH ที่เหมาะสมในการตกตะกอน



ภาพประกอบ 11 อัตราการโตของฟล็อกหลังจากการเติมสารส้ม

จะเห็นได้ว่าน้ำจะแตกตัวให้ OH^- ไอออนออกมาและจะทำปฏิกิริยาหมดไป ความเป็นด่างในน้ำจะลดลงจนกระทั่งไม่มี OH^- ไอออนเพียงพอที่จะทำปฏิกิริยากับสารส้มอีก จึงต้องปรับค่า pH ให้สูงขึ้นโดย

การเติมปูนขาว โซดาแอชหรือโซดาไฟ ช่วง pH 6.0 - 7.8 เป็นช่วงที่ดีที่สุดสำหรับสารส้มในการตกตะกอน ซึ่งอย่างน้อยต้องเติมสารส้มในปริมาณ 34 ppm เพื่อการตกตะกอน

6.1.4 สารเคมีช่วยในการตกตะกอน (Coagulant Aids or Polyelectrolytes) ในการตกตะกอนด้วยสารเคมีช่วยตกตะกอนนั้น ในบางครั้งจะพบปัญหาในเรื่องตะกอนตกช้าฟล็อกมีลักษณะเปื่อยยุ่ยแตกง่ายเมื่อถูกน้ำพัดพาในถังตกตะกอน จึงต้องใส่สารเคมีที่เป็นพวกพอลิเมอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอน เพราะมีลักษณะเป็นเส้นยาว (Chain) และมีประจุไฟฟ้าด้วยซึ่งจะช่วยให้อนุภาคคอลลอยด์จับตัว รวมตัวกันเป็นฟล็อกเร็วขึ้น และช่วยให้ฟล็อกเล็ก ๆ จับเป็นตะกอนเม็ดใหญ่ขึ้น พอลิอิเล็กโทรไลต์ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นสารอินทรีย์สังเคราะห์ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลสูงอยู่ในช่วง 10,000 – 1,000,000 หรือมากกว่า สารเหล่านี้ได้แก่พวก พอลิแอคไธเอไมด์ (Polyacrylamides) , พอลิเอมีน (Polyamines) , พอลิเอคิลเลต (Polyacrylates), โพลีเอทิลีนอิมิน (Polyethyleneimine) สารเหล่านี้มีโครงสร้างเป็นร่างแหและโมเลกุลมีขนาดใหญ่ สามารถแตกตัวในน้ำแสดงประจุไฟฟ้าได้ มี 4 ชนิด คือ มีประจุลบ (Anionic), มีประจุบวก (Cationic), มีทั้งประจุบวกและลบ (Ampholytic), และไม่แสดงประจุไฟฟ้า (Non-ionic)

พวกพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่มีประจุลบ และประจุบวก นิยมใช้ร่วมกับสารส้มเพื่อช่วยให้ฟล็อกจับตัวได้รวดเร็ว และมีขนาดใหญ่ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณสารส้มที่ใช้ลงได้อีกด้วย การใช้สารส้มแต่เพียงอย่างเดียวในปริมาณมาก ๆ ก็ไม่เพียงพอสำหรับการตกตะกอน อีกทั้งถ้าใส่สารส้มมากเกินไปตะกอนจะฟุ้งกระจายทำให้น้ำขุ่น การใช้สารพอลิอิเล็กโทรไลต์ จะช่วยแก้ปัญหาในกรณีที่น้ำดิบมีความขุ่นมากกว่าปกติหรืออัตราการไหลของน้ำมากกว่าปกติ

6.1.5 ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการจับและรวมตัวเป็นฟล็อก

6.1.5.1 การใช้สารส้มจะได้ผลดีเมื่อ pH อยู่ในช่วง 6.0 – 7.8 และที่ pH เท่าใดจึงจะให้ผลสูงสุดนั้น ขึ้นกับสภาพน้ำแต่ละชนิดซึ่งต้องทดสอบจึงจะทราบแน่ชัด หากมีการใส่สารส้มลงไปให้มากเพื่อพยายามเร่งให้น้ำตกตะกอนได้ดียิ่งขึ้นก็จะทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น จึงไม่อยู่ในช่วง pH ที่ดีที่สุดสำหรับการตกตะกอน

6.1.5.2 เกลือแร่ต่าง ๆ การมีอนุโมลซัลเฟตหรือฟอสเฟตจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการจับตัวเป็นฟล็อกเปลี่ยนแปลงไป ผลของไอออนชนิดต่าง ๆ ต่อการจับตัวเป็นฟล็อก จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

- (1) เปลี่ยนแปลงช่วง pH ที่ดีที่สุดในการเกิดฟล็อก
- (2) เปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการเกิดฟล็อก
- (3) ปริมาณที่เหมาะสมของสารเคมีช่วยตกตะกอนสำหรับ

การเกิดฟล็อก จะเปลี่ยนแปลงไป

(4) ปริมาณสารเคมีช่วยตกตะกอนที่เหลือในน้ำเปลี่ยนแปลงไปพวกอนุโมลประจุลบ เช่น ซัลเฟตและฟอสเฟต สามารถเปลี่ยนแปลงช่วง pH ที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนให้กว้างขึ้นได้ เช่น ถ้าใช้สารส้ม และมีอนุโมลซัลเฟตอยู่ 125 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงที่จับตัวตกตะกอนจะเป็น pH 5.0 – 7.8 แทน เพราะพวกอนุโมลเหล่านี้ จะไปทำหน้าที่แทนอนุโมลไฮดรอกไซด์ที่เกิดจากสารส้ม

6.1.5.3 คุณสมบัติของความขุ่น ความขุ่นในน้ำเกิดจากเศษดินและแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 0.002 – 0.005 มิลลิเมตร อนุภาคเหล่านี้จะตกตะกอนนอนกันได้อเองถ้ามีเวลามากพอ การใส่สารเคมีช่วยตกตะกอนจะทำให้เกิดฟล็อกได้ง่ายและรวดเร็ว เพียงแต่ปรับค่า pH ให้เหมาะสมและปฏิบัติดังนี้

(1) ควรใส่สารช่วยตกตะกอนเพิ่มขึ้นตามความขุ่นที่เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มของสารเคมีไม่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความขุ่นที่เพิ่มขึ้น

(2) ถ้าน้ำมีความขุ่นมาก ควรใส่สารช่วยตกตะกอนเพียงเล็กน้อยเพราะโอกาสที่อนุภาคต่าง ๆ จะมาชนกันและจับตัวกันมีมาก ในทำนองเดียวกัน น้ำที่มีความขุ่นต่ำ จะจับตัวตกตะกอนได้ยากกว่า

6.1.5.4 ชนิดของสารเคมีช่วยตกตะกอน โดยปกติมักนิยมใช้สารส้ม เพราะมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย แต่ก็มีข้อจำกัดอยู่บางประการ เช่น ถ้าน้ำมีสภาพค่อนข้างเป็นด่าง สารส้มจะแตกตัวเกิดเป็นอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่ละลายน้ำได้ จึงไม่มีผลช่วยในการจับตัวเป็นฟล็อก เพอร์ริกซัลเฟต ($\text{Fe}_2\text{SO}_4)_3$ ใช้งานได้ในช่วง pH 5.5 – 8.8 จึงนิยมในการขจัดสีในน้ำ เพราะตกตะกอนอนุภาคคอลลอยด์ที่ทำให้เกิดสี จะเกิดได้ดีที่ pH 5.6 ถ้าน้ำมีสภาพเป็นด่าง เพอร์ริกไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการแตกตัวก็ไม่ละลายในน้ำ จึงสามารถใช้งานได้ดีในช่วงที่เป็นด่าง

6.1.5.5 อุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิลดลง ความหนืด (Viscosity) ของน้ำจะเพิ่มขึ้น อัตราการตกตะกอนของฟล็อกย่อมจะช้าลง เพราะมีแรงเสียดทานเพิ่มขึ้นเนื่องจากความหนืดของน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ค่า pH ก็เปลี่ยนแปลงไปเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะมีผลมากในกรณีที่ใช้สารเคมีช่วยตกตะกอนในปริมาณต่ำและเมื่ออุณหภูมิลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ของสารเคมีในน้ำย่อมลดลงไปด้วย

6.1.5.6 การกวน เพื่อให้เกิดความปั่นป่วนขึ้นในน้ำ ในตอนแรกจะเป็นการกวนเร็วในขณะที่มีการเติมสารเคมีช่วยตกตะกอนเพื่อให้สารเคมีกระจายตัวในน้ำอย่างทั่วถึงและช่วยเพิ่มอัตราการชนกันระหว่างอนุภาคความขุ่นกับสารเคมีให้มากขึ้น โอกาสที่จะจับตัวเป็นฟล็อกก็จะเพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการกวนเร็วอยู่ประมาณ 30 – 60 วินาที การกวนช้า ก็เพื่อให้ฟล็อกเล็ก ๆ ที่เกิดจากการกวนเร็วมีโอกาสที่จะชนกันเพิ่มขึ้น เพื่อจับตัวรวมกันเป็นฟล็อกที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น การกวนนี้ต้องการเพียงแค่ให้ฟล็อกลอยตัวอยู่ในน้ำได้โดยไม่ตกตะกอน ไม่กวนแรงจนกระทั่งฟล็อกแตกออกเพราะแรงเฉือน ระยะเวลาที่เหมาะสมในการกวนช้าอยู่ประมาณ 30 – 60 นาที

6.1.5.7 อัตราการเกิดฟล็อก ในระยะแรกของการเกิดฟล็อก ถ้ามีอนุภาคมามากเกินไปมากเท่าใด อัตราการเกิดจับตัวเป็นฟล็อกก็จะมีมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มจำนวนฟล็อกแล้วยังเพิ่มน้ำหนักและขนาดฟล็อกอีกด้วย ทำให้จมตัวได้ง่ายยิ่งขึ้น ถ้าน้ำดิบเป็นน้ำที่มีความขุ่นน้อยจะพบปัญหาว่าเกิดฟล็อกยากและตกตะกอนช้า ปัญหานี้แก้ไขได้ โดยนำตะกอนที่ตกแล้วส่วนหนึ่งหมุนเวียนกลับมาใช้เพื่อเพิ่มโอกาสที่อนุภาคและฟล็อกจะชนกันให้เพิ่มมากขึ้น ถึงตกตะกอนแบบนำตะกอนหมุนเวียนกลับ (Solid Contact Clarifier) ใช้หลักการนี้

6.1.6 การผสมเร็ว (Flash Mix)

การกวนอย่างรวดเร็วในขณะที่เติมสารเคมี เช่น สารส้ม ก็เพื่อทำให้เกิดความปั่นป่วนในน้ำทำให้สารเคมีที่ใส่ลงไปสามารถกระจายตัวในน้ำได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง เพราะฟล็อกจะเกิดขึ้นทันทีที่สารเคมีสัมผัสกับน้ำ การผสมเร็วขึ้นกับค่าความสัมพัทธ์ของอนุภาค 2 อนุภาคหารด้วยระยะห่างระหว่างอนุภาค (Velocity- Gradients) เป็นอย่างมาก ค่านี้ได้มาจากการวัดสัมพัทธ์ของอนุภาคสองอนุภาคหารด้วยระยะห่างระหว่างอนุภาค เช่น อนุภาคสองอนุภาคในน้ำอยู่ห่างกัน 0.1 ฟุต และต่างก็เคลื่อนที่ด้วยความเร็วอันหนึ่ง แต่เมื่อวัดความเร็วสัมพัทธ์ระหว่างอนุภาคทั้งสองได้ความเร็ว 1 ฟุตต่อวินาที เพราะฉะนั้นวีโลซิตี-แกรเดียนต์ คือ 10 พลังงานที่ใช้กวนน้ำจะอยู่ประมาณ 1–2 แรงม้า อัตราไหลของน้ำ 1 ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที (375 gpm) การคำนวณหาพลังงานที่ใช้ในการกวนเป็นไปตามสูตร

$$G = \sqrt{\frac{550P}{Vu}}$$

G = ความเร็วสัมพัทธ์ของอนุภาคสองอนุภาคหารด้วยระยะห่างระหว่างอนุภาคมีหน่วยเป็นวินาที (Velocity Gradient)

u = ความหนืดของน้ำ ปอนต์ - วินาทีต่อตารางฟุต
(แปลงเป็น Centipoise โดยคูณกับ 2.088×10^{-5})

V = ปริมาตรของถังผสมเร็ว ลูกบาศก์ฟุต

P = พลังงานที่ใช้กวนน้ำ แรงม้า

ถ้ามีการผสมเร็วเกิดขึ้นช้าเกินไป น้ำบางส่วนจะสัมผัสกับสารเคมีมากเกินไป และบางส่วนจะไม่สัมผัสกับสารเคมีเลย ถ้ากวนแรงมากเกินไป ฟล็อกที่เกิดขึ้นแล้วจะแตกออกเป็นอนุภาคคอลลอยด์อีก

เวลาการผสมเร็ว	ค่า G
20 วินาที	1,000
30 วินาที	900
40 วินาที	790
นานกว่านี้	700

6.1.7 การกวนช้า

ในการกวนช้า อัตราการเกิดการรวมตัวของฟล็อกเล็ก ๆ ให้เป็นฟล็อกหรือตะกอนขนาดใหญ่ ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้คือ

- (1) จำนวนฟล็อกหรือความเข้มข้นของฟล็อกในน้ำ
- (2) ปริมาตรของฟล็อกในน้ำ
- (3) ความแรงของการกวนช้า ซึ่งก็คือค่า G

ในถังกวนช้า (Flocculator) จะมีการกวนอย่างช้า ๆ เพื่อให้ตะกอนรวมตัวกัน ถ้ากวนแรงเกินไปตะกอนจะแตก เจือปนในการออกแบบถังกวนช้าขึ้นกับค่า GCt

G = ความเร็วสัมพัทธ์ของอนุภาคสองอนุภาคหารด้วยระยะห่างระหว่างอนุภาคมีหน่วยเป็นวินาที (Velocity Gradient)

C = ปริมาตรตะกอน / ปริมาตรน้ำ

t = เวลาในการกวนช้า / วินาที

การกวนช้าที่ดีจะต้องมีค่า GCt อยู่ระหว่าง 50 – 200 ซึ่งค่านี้ใช้ได้กับถัง

กวนช้าแบบปกติและแบบนำตะกอนหมุนเวียนกลับมาใช้ ถึงกวนช้ามีทั้งแบบใช้ใบพัดกวนและแบบก้นเป็นช่อง (Baffle) ให้น้ำไหลลงไปวนมา แต่แบบนี้ไม่เป็นที่ยอมรับเพราะขนาดถังต้องมีขนาดใหญ่ แบบที่ใช้ใบพัดมีทั้งแบบที่มีใบพัดอยู่ในแนวตั้งและแนวนอน และถ้าใช้ถังกวนช้ามาต่ออนุกรมกันเข้าหลาย ๆ ถัง เพื่อจะได้กวนโดยมีค่า Velocity Gradient ต่ำ จะทำให้ได้ฟล็อกหรือตะกอนที่มีเนื้อแน่นและหนัก ตะกอนจะได้ตกอย่างรวดเร็ว

แรงต้านทานของน้ำเท่ากับน้ำหนักอนุภาค เพราะฉะนั้นความเร็วในการจมตัว (Settling Velocity) จะคงที่และขึ้นกับขนาด รูปร่าง ความหนาแน่นของอนุภาค และความหนืดของน้ำ รวมทั้งปัจจัยในการเลือกใช้ถังตกตะกอน เพื่อให้ตกตะกอนเร็วขึ้น ได้แก่ เวลาในการกักเก็บน้ำอัตราการไหลล้น (Overflow Rate) และภาระที่ฝายน้ำล้น (Weir Hoading) เป็นต้น (ณรงค์ วุฑฒเสถียร .2540 : 71-95)

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นฤชา ฤชุพันธ์ (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การก่อกำเนิดตะกอนโดยใช้สารส้มในกระบวนการกำจัดความขุ่น โดยใช้น้ำขุ่นส่งเคราะห์จากดินคาโอลินให้มีความขุ่น 50 เจทียู ปรับความเข้มข้นของสารส้ม 5, 10, 20, 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของพอลิเมอร์ประจุลบเท่ากับ 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเร็วของใบพัดกวนเร็วเท่ากับ 100 รอบต่อนาที ผลการวิจัยพบว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นความขุ่นของน้ำจะลดลง และคงที่ในที่สุด ในช่วงแรกที่เติมสารส้มระบบจะปรับสภาวะเพื่อเข้าสู่สภาวะเสถียรหรืออิมพัล และพบว่าเมื่อปริมาณความเข้มข้นของพอลิเมอร์ประจุลบเพิ่มขึ้น จะทำให้น้ำเสียเข้าสู่สภาวะอิมพัลเร็วขึ้น อธิบายได้ว่าเนื่องจากสารพอลิเมอร์เป็นสารโมเลกุลใหญ่ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่ออนุภาคได้เป็นอย่างดี ทำให้อนุภาคเกาะกันและจมตัวลงในที่สุด ส่วนสารส้มไม่มีผลต่อการเข้าสู่สภาวะคงตัว แต่มีผลต่อคุณภาพน้ำที่ผลิตได้ อธิบายได้ว่าความขุ่นของน้ำจะมีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารส้มเพิ่มมากขึ้น ระบบจะใช้เวลาในการตกตะกอนจนความขุ่นมีค่าคงที่ไม่เกิน 3 ชั่วโมง ซึ่งอิทธิพลของสารส้มที่มีต่อความขุ่นของน้ำ เป็นผลให้ความขุ่นของน้ำลดลง และคุณภาพของน้ำดีขึ้น

หทัยรัตน์ ลิขิตอนุภาค (2535) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การนำสารส้มกลับคืนมาเพื่อนำไปใช้ใหม่ ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกองขยะอ่อนนุช โดยใช้น้ำเสียจากโรงขยะอ่อนนุชเป็นน้ำในการทดลอง สารเคมีที่ใช้เป็นสารส้มที่ทำการกลับคืนมาซึ่งมีปริมาณอนุมูลลดลงจากเดิม ร้อยละ 32.3 – 56.8 ซึ่งผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดค่า BOD ได้ร้อยละ 66.50 และ COD ร้อยละ 93.60 และลดลงเรื่อย ๆ ไม่เหมือนในรอบแรกประสิทธิภาพในการกำจัด BOD และ COD สูงมาก ส่วนประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นได้ร้อยละ 96.90 หลังการบำบัดโดยใช้สารส้มในการตกตะกอนมีตะกอนเกิดขึ้นร้อยละ 45 ตะกอนมีค่าความชื้นร้อยละ 99 ซึ่งกากตะกอนดังกล่าวสามารถทำให้เกิดประโยชน์ได้อีกเนื่องจากไม่มีสารเคมีจากการบำบัดเจือปน ในการใช้สารส้มที่ทำการกลับคืนมาใช้ในการบำบัดทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมีอื่น ๆ ที่เพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วย เนื่องจากค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสารเคมีจะเพิ่มขึ้นตามรอบในการบำบัด และยังลดปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นอีก จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ค่าใช้จ่ายในการกำจัดน้ำเสียจากขยะด้วยสารส้ม 1 ลูกบาศก์เมตร จะเสียค่าใช้จ่ายเพียงหนึ่งในสี่ของปริมาณที่เหมาะสมของระบบบำบัดโดยใช้สารเคมีเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอน

สมร มุตตามระ (2535) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ความสำคัญของสารส้มต่อระบบกำจัดน้ำเสีย โดยได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารส้มในการกำจัดน้ำเสียเบื้องต้น การช่วยกำจัดสี การกำจัดสารอินทรีย์ การกำจัดโลหะหนักและยาฆ่าแมลง และการกำจัดฟอสเฟตในน้ำ ผลการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่าการกำจัดน้ำเสียเบื้องต้นของระบบบำบัด เป็นการกำจัดสารแขวนลอยที่ปนมากับน้ำเสีย หากมีขนาดใหญ่มากสามารถตกตะกอนได้เอง แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง หากเป็นขนาดเล็ก และมีจำนวนมากทำให้เกิดความขุ่นต้องใช้สารส้มช่วย ในการตกตะกอน ส่วนปริมาณสารส้มในการตกตะกอนแขวนลอยไม่ควรเกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ให้ตรวจวัดค่า pH ของน้ำด้วย ถ้าน้ำมีค่า pH 6.5 ขึ้นไป จะตกตะกอนได้ดีในการกำจัดสี จะใช้สารส้มไม่เกิน 10 – 15 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกำจัดสีที่มีขนาดของตะกอนลอยขนาดตั้งแต่ 10^{-7} ถึง 10^{-4} เซนติเมตร ตะกอนของอนุมูลที่มีได้จากสารส้มจะทำให้สีเจือจางลง ความขุ่นของน้ำจึงลดลงตาม การกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งเป็น

pH ของน้ำด้วย ถ้าน้ำมีค่า pH 6.5 ขึ้นไป จะตกตะกอนได้ดีในการกำจัดสี จะใช้สารส้มไม่เกิน 10 – 15 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกำจัดสีที่มีขนาดของตะกอนลอยขนาดตั้งแต่ 10^{-7} ถึง 10^{-4} เซนติเมตร ตะกอนของอลูมิเนียมที่ได้จากสารส้มจะทำให้สีเจือจางลง ความขุ่นของน้ำจึงลดลงตาม การกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิดค่า BOD และมลภาวะ การตกตะกอนด้วยสารส้มสามารถลดค่า BOD ได้มากกว่าร้อยละ 30 ซึ่งช่วยลดภาระในการกำจัดขั้นต่อไป การกำจัดโลหะหนักหรือยาฆ่าแมลง สารส้มที่เติมลงไปจะทำปฏิกิริยาเคมีกับอนุมูลโลหะหนักที่ละลายอยู่ในน้ำให้ตกตะกอนโดยสารส้ม สามารถกำจัดได้ดีที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ถึง ร้อยละ 95 ส่วนการกำจัดฟอสเฟตในน้ำเสียที่มาในรูปของผงซักฟอก เมื่อเติมสารส้มลงไป ในน้ำเสียที่มีฟอสเฟตจะเกิดตะกอนของอลูมิเนียมฟอสเฟตตกลงเป็นตะกอน จากผลการศึกษาวิจัย สรุปได้ว่า สารส้มมีประโยชน์มากในการกำจัดน้ำเสียเบื้องต้น ดังนั้น อุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมสุรภัณฑ์, อุตสาหกรรมแปรรูปทางการเกษตร และอุตสาหกรรมกระดาษ ใช้สารส้มแต่เพียงอย่างเดียวก็สามารถกำจัดน้ำทิ้งให้สมบัติตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมได้

จารุทัศน์ มลิณะเลข (2537) การบำบัดสีจากน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมโดยวิธีทางเคมีศึกษาการตกตะกอนโดยใช้สารเคมีต่าง ๆ ได้แก่ เพอร์คลอไรด์ เพอร์สัลเฟต สารส้ม โดยศึกษาจากความสามารถของการตกตะกอนในการลดความเข้มข้นของ COD ของสีย้อมในน้ำเสียจากโรงงานสีฟอกย้อม ผลการทดสอบพบว่า ตะกอนสีสามารถตกตะกอนได้ดีโดยมีตะกอนสี รีแอกทีฟ สีแอลิก สีเบสิค ตกตะกอนได้ดีที่สุดคือเพอร์สัลเฟต ประสิทธิภาพร้อยละ 77-99 ประสิทธิภาพในการลดค่า COD ร้อยละ 60-93 สารที่ตกตะกอนสีคิสเพอร์สได้ดีที่สุดคือสารส้ม ประสิทธิภาพในการกำจัดสีและตกตะกอนสีได้ร้อยละ 99 ประสิทธิภาพในการลดค่า COD ร้อยละ 70-84 และปริมาณของสารส้มที่ใช้ในการตกตะกอนน้อยกว่าเพอร์สัลเฟตมาก และเมื่อนำผลการวิจัยไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสามารถลดค่า BOD ได้ร้อยละ 75

บุญชู สีลาจรจิต และนัยนา นิยมชื่น (บทคัดย่อ) การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตกระดาษ การศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตกระดาษของโรงงานต้นแบบที่โป่งแยง อ.แอมริม จ.เชียงใหม่ น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตมีค่า COD เกิน 4,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้ระบบเคมีร่วมกับระบบกรอง โดยคำนึงถึงความประหยัด โดยการใส่สารส้มตกตะกอนก่อนกระบวนการแล้วผ่านระบบกรอง โดยปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสารส้ม 2.4, 3.4, 4.1 และ 5.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทดลองในห้องปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่าน้ำเสียที่เข้าสู่กระบวนการมีค่า BOD เฉลี่ย 55,373 และ 21,524 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อผ่านระบบบำบัด 2 ขั้นตอนแล้ว COD มีค่าเฉลี่ยจากการทดลองจริง โดยผล COD เฉลี่ย 149 และ BOD เฉลี่ย 52 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ว่าสารส้มสามารถตกตะกอนและลดค่า BOD ของน้ำเสียได้ตามวัตถุประสงค์

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าสารส้มเมื่อละลายน้ำจะแตกตัว ตะกอนของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ซึ่งมีลักษณะเป็นวุ้นสามารถที่จะชักพอนุภาคแขวนลอยเล็ก ๆ ตกตะกอนได้ ซึ่งโดยปกติของสารแขวนลอยถ้าหากมีขนาดใหญ่ก็สามารถตกตะกอนได้เองตามธรรมชาติ น้ำเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตส่งกระดาษลูกฟูกมีอนุภาคของสีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.004 มิลลิเมตร ซึ่งตามปกติจะตกตะกอนภายในเวลา 2-3 ชั่วโมง ดังนั้นการเลือกใช้สารส้มแต่เพียงอย่างเดียวในการตกตะกอนและควบคุมเวลาในการกวนเพื่อให้สารส้มกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอจะเป็นวิธีการที่เหมาะสม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัย การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้สารส้ม และระยะเวลาในการกวนเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นทางเคมี ของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก เป็นงานวิจัยเชิงทดลองซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามตัวข้อต่อไปนี้

1. วิเคราะห์กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
3. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง
4. ตัวแปรที่จะศึกษา
5. การดำเนินการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก มีองค์ประกอบที่สำคัญที่ผู้วิจัยจะดำเนินการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ คือ น้ำเสียจากกระบวนการผลิต, ค่าใช้จ่ายในการบำบัด และผลของการบำบัด ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำเสียและองค์ประกอบของสีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

- 1.1.1 ผงสี
- 1.1.2 น้ำยาลดฟอง
- 1.1.3 สารเพิ่มการยึดเกาะ
- 1.1.4 สารทำละลาย

1.2 วิเคราะห์ระบบบำบัดทางเคมี

- 1.2.1 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายด้านกระบวนการ อุปกรณ์ และสารเคมี
- 1.2.2 ค่าใช้จ่าย สารส้ม ปูนขาว พอลิอิเล็กโตรไลต์
- 1.2.3 ค่าพลังงานไฟฟ้า ในระบบการกวน
- 1.2.4 ค่าขนส่ง และกำจัดกากตะกอน

1.3 วิเคราะห์ผลการบำบัด

- 1.3.1 ค่า BOD 500 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 1.3.2 ปริมาณสารแขวนลอย 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองหาอัตราส่วนของสารส้มและระยะเวลาในการกวนที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการ และกระบวนการจริง มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ดังต่อไปนี้

2.1 อุปกรณ์ในระบบบำบัดทางเคมีประกอบด้วย

2.1.1 บ่อพักน้ำเสียขนาด 6x6x2 เมตร โครงสร้างทำด้วยคอนกรีต

2.1.2 ถังปฏิกริยาทรงกระบอกก้นกรวย ขนาด 107 ลูกบาศก์เมตร

2.1.3 บ่อพักน้ำทิ้งขนาด 3x4x1 เมตร โครงสร้างทำด้วยคอนกรีต

2.2 อุปกรณ์การกวนใช้มอเตอร์ขนาด 2.7 กิโลวัตต์ 380 โวลต์ 1 ตัว ความเร็วรอบคงที่ 100 รอบ ต่อ นาที

2.3 ระบบใบพัดกวน 3 ชั้น มุมใบพัดเอียง 60 องศา แต่ละใบห่างกัน 40 เซนติเมตร 1 ชุด

2.4 ถ้วยตวงขนาดความจุ 1 ลิตรรูปทรงกระบอก จำนวน 4 ใบ

2.5 ภาชนะสำหรับละลายสารส้มขนาดความจุ 20 ลิตร

2.6 เครื่องมือวัดค่า BOD สารแขวนลอย และ pH

3. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวน วัสดุที่ใช้ในการทดลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 น้ำเสียจากโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกของบริษัทยูเนี่ยนคาร์บอน อินดัสทรีในเขตนิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์ ที่มีขนาดกำลังการผลิต 2500 ตันต่อเดือน และมีปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิต 20.7 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน องค์ประกอบของน้ำเสียคือสิ่งที่ใช้ในการพิมพ์ประกอบด้วย ผงสี 0.18 กิโลกรัมต่อลิตร น้ำยาลดฟอง 0.01 กิโลกรัมต่อลิตร สารเพิ่มการยึดเกาะ 0.72 กิโลกรัมต่อลิตร และสารทำละลาย 0.1 กิโลกรัมต่อลิตร

3.2 สารเคมีที่ใช้ได้แก่ สารส้ม โดยใช้เกรดทั่วไป มีลักษณะเป็นผงสีขาวขุ่น มีสูตรทางเคมีคือ $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$ ละลายน้ำที่ความเข้มข้น 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัมต่อลิตร

3.3 การสุ่มตัวอย่างการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้การสุ่มตัวอย่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตโดยดำเนินการดังนี้

3.3.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อพักน้ำเสียโดยใช้ขวดพลาสติกความจุขนาด 1 ลิตร คอนเซ็ปต์และป้ายรวม 2 ลิตร

3.3.2 นำน้ำเสียไปวัดค่า BOD เพื่อทดสอบค่าก่อนการทดลองให้อยู่ในช่วง 800–1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.3.3 เก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 5 วัน นำค่า BOD ที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกช่วงเวลาที่จะเก็บตัวอย่างน้ำเสียไปทำการทดลอง

4. ตัวแปรที่จะศึกษา

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวนมีตัวแปรที่จะดำเนินการศึกษาดังนี้

4.1 ตัวแปรอิสระ คือ อัตราส่วนของสารส้ม และระยะเวลาที่ใช้ในการกวน

4.2 ตัวแปรตาม คือ ค่า BOD, ปริมาณสารแขวนลอย และค่า pH

5. การดำเนินการทดลอง

การทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้ม และระยะเวลาในการกวน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือการทดลองในห้องปฏิบัติการและการทดลองนำไปใช้ในระบบจริง

5.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการมีขั้นตอนดังนี้

5.1.1 เตรียมสารส้มละลายน้ำที่มีความเข้มข้น 0.5 , 1.5 , 2.5 และ 3.5 กรัมต่อลิตร กวนให้ละลายน้ำ

5.1.2 นำน้ำเสียที่ได้จากการสูดตัวอย่างจำนวน 16 ลิตร ใส่ลงในถ้วยตวงขนาด 1 ลิตร 4 ใบจำนวน 4 ลิตร

5.1.3 ใส่สารละลายสารส้ม 0.5 , 1.5 , 2.5 และ 3.5 กรัมต่อลิตร ลงในถ้วยตวงใน ที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ

5.1.4 ใช้อุปกรณ์มอเตอร์กวน ความเร็ว 100 รอบต่อนาทีใช้เวลาในการกวน 1 นาที แล้วหยุด

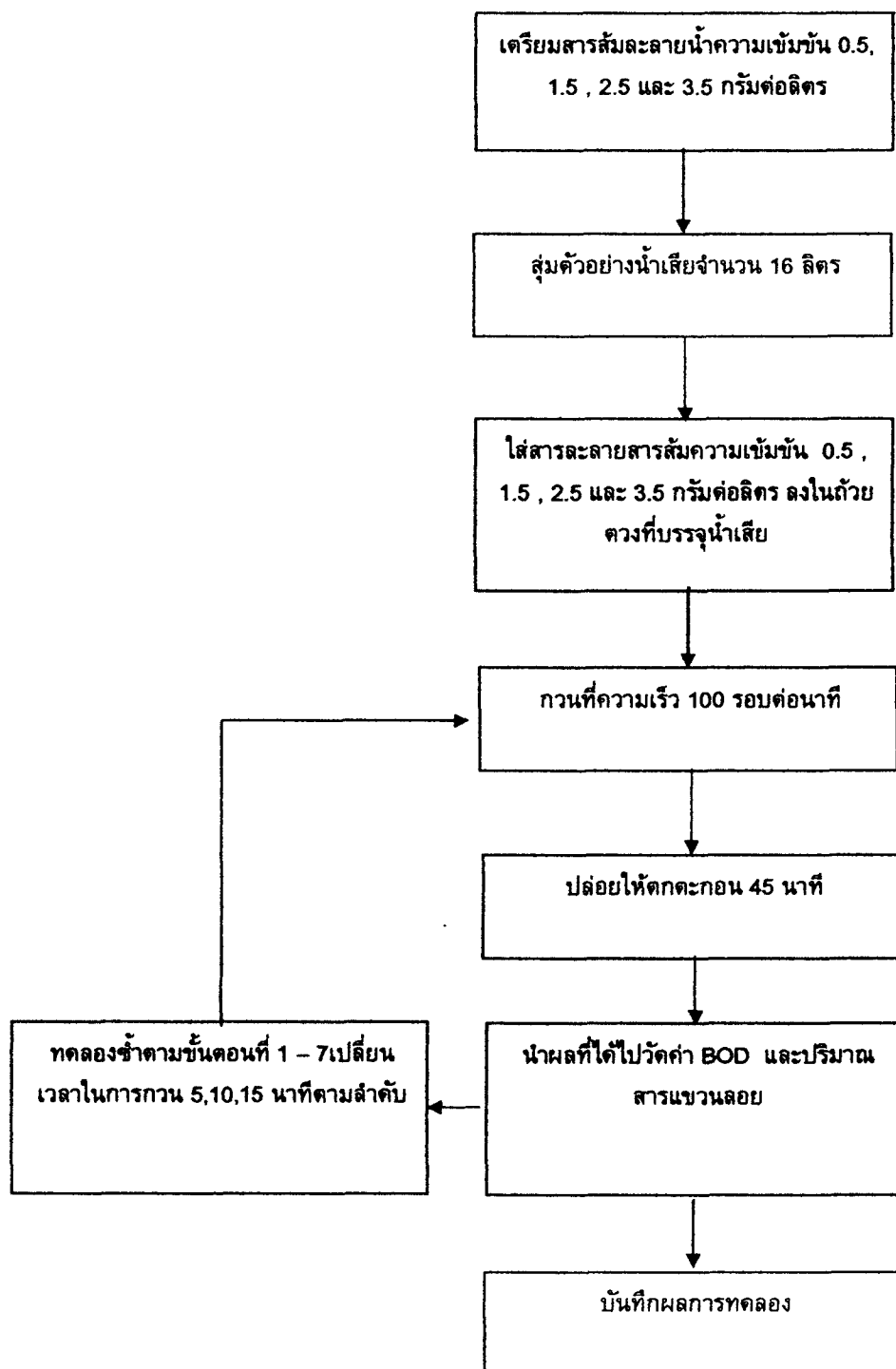
6.1.5 ปล่อยให้ตกตะกอนนาน 45 นาที ทั้ง 4 ใบ

6.1.6 นำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วไปวัดค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอย

6.1.7 ทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 1 – 7 โดยเปลี่ยนเวลาในการกวนเป็น 5, 10, 15 นาที

ตามลำดับ

6.1.8 บันทึกผลการทดลอง ลงในตารางความสัมพันธ์ของปริมาณสารส้มกับเวลา ในการกวน การทดลองในห้องปฏิบัติการ เป็นไปตามภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แสดงวิธีดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการ

5.2 การทดลองในกระบวนการจริง

5.2.1 นำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ได้ปริมาณสารส้ม และเวลาในการกวนที่เหมาะสมโดยวัดค่า BOD และสารแขวนลอยได้ตามมาตรฐาน นิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์ คือ 500 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยนำเวลาในการกวนน้อยที่สุดมา 1 ค่า

5.2.2 เลือกช่วงเวลาในการทดลองที่ได้จากการสุ่มวัดค่า BOD ของน้ำเสียอยู่ในช่วง 800 – 1200 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.2.3 เตรียมสารส้มละลายน้ำความเข้มข้นที่ได้จากการทดลองใส่ภาชนะจำนวน 20 ลิตร

5.2.4 สูบน้ำจากบ่อกักน้ำเสียขึ้นสู่ถังปฏิกริยาขนาด 1.7 ลูกบาศก์เมตร จนระดับน้ำอยู่ระดับ 1.5 ลูกบาศก์เมตรแล้วหยุด

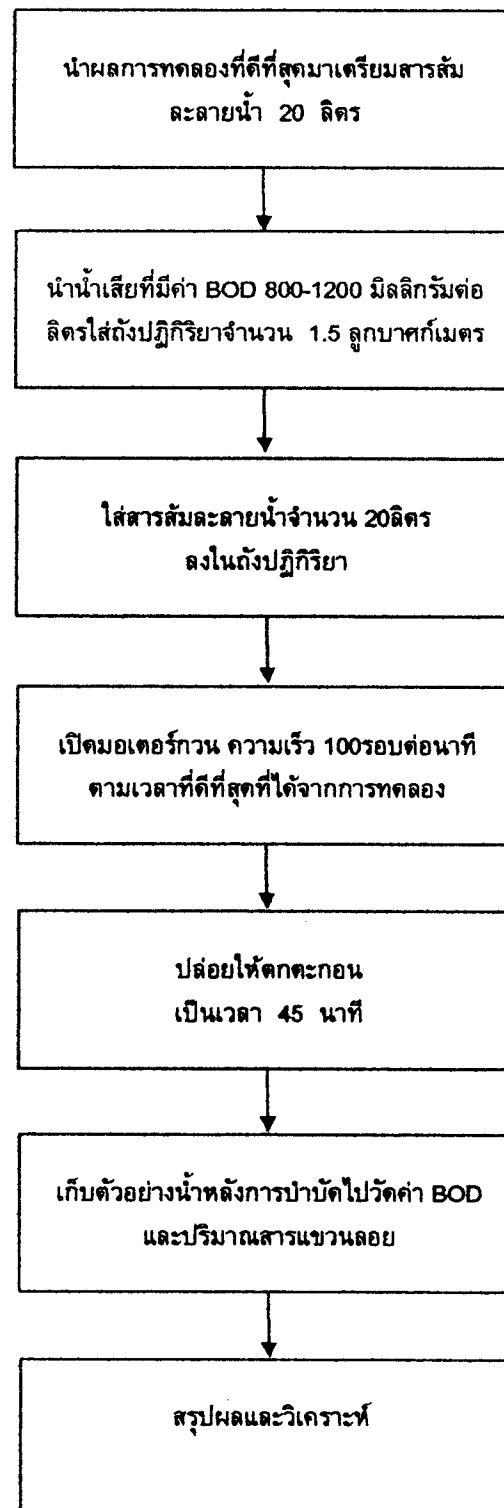
5.2.5 เทสารส้มละลายน้ำที่เตรียมไว้แล้วจำนวน 20 ลิตรลงในถังปฏิกริยา

5.2.6 เปิดมอเตอร์กวนความเร็ว 100 รอบต่อนาที ตามเวลาที่ได้จากการทดลองแล้วหยุดกวน

5.2.7 ปล่องให้ตกตะกอนเป็นเวลา 45 นาที

5.2.8 เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจำนวน 1 ลิตร ไปวัดค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอย

5.2.8 สรุปผลการทดลองและวิเคราะห์ การทดลองในกระบวนการจริงเป็นไปตามภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 แสดงวิธีดำเนินการทดลองในกระบวนการจริง

6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมี โดยมีการวัดผลการทดลองคือค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ทั่วไปในการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ในนิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์กำหนด ตามประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ฉบับที่ 44 / 2541 คือ ค่า BOD ต้องได้ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารแขวนลอย 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตาราง 7 แสดงค่า BOD ที่วัดได้จากความสัมพันธ์ของปริมาณสารส้ม กับระยะเวลาในการกวน

ปริมาณสารส้ม (กรัม / ลิตร)	ระยะเวลาในการกวน (นาที)			
	1	5	10	15
0.5				
1.5				
2.5				
3.5				

ตาราง 8 แสดงปริมาณสารแขวนลอยที่วัดได้จากความสัมพันธ์ของปริมาณสารส้ม กับระยะเวลาในการกวน

ปริมาณสารส้ม (กรัม / ลิตร)	ระยะเวลาในการกวน (นาที)			
	1	5	10	15
0.5				
1.5				
2.5				
3.5				

โดยใช้ความเข้มข้นของปริมาณสารส้ม 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัมต่อลิตร แล้วปรับระยะเวลาในการกวนของปริมาณสารส้มแต่ละค่า เป็น 1, 5, 10 และ 15 นาทีโดยผลการทดลองบันทึกลงในตาราง 7 และตาราง 8 และค่า pH อยู่ในช่วง 5.5 – 9

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้สารส้มและระยะเวลาในการกวนเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นทางเคมีของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก รายละเอียดของผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. ผลการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวน
2. ผลการทดลองการนำอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวนไปทดลองใช้ในกระบวนการจริง
3. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนของระบบบำบัดโดยใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว

1. ผลการทดลองและวิเคราะห์อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวน

การทดลองและวิเคราะห์ผลหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวน ผู้วิจัยได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่การสูบน้ำเสียเพื่อวัดค่า BOD ที่จะนำไปทำการทดลอง แล้วทำการทดลองวิเคราะห์ผลการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.1 ผลการสูบน้ำเสียจากกระบวนการผลิต ในเวลา 10.00 นาฬิกา และ 16.00 นาฬิกา ได้ผลการวัดค่า BOD ตามตาราง 9

ตาราง 9 แสดงค่า BOD ของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

วันที่	เวลาที่ทำการสูบน้ำตัวอย่าง	
	10.00 นาฬิกา	16.00 นาฬิกา
	ค่า BOD	ค่า BOD
1	1400	980
2	1230	1240
3	1320	1320
4	1420	1100
5	1410	850
ค่าเฉลี่ย	1356	1098

ตาราง 9 ค่า BOD ในระยะเวลาป้าย วัดค่าเฉลี่ยได้ 1098 มิลลิกรัมต่อลิตร น้อยกว่าในช่วงเวลาเข้าคือ 1356 มิลลิกรัมต่อลิตร การเลือกเก็บตัวอย่างจะเก็บตัวอย่างน้ำเสียในช่วงเวลาป้ายจะได้ค่า BOD ตลอดทั้งวันเพื่อใช้ในการทดลอง

1.2 ผลการทดลองหาอัตราส่วนของสารส้ม และระยะเวลาในการกวน ค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยได้จากการทดลองนำน้ำเสียมาตกตะกอนด้วยสารส้ม โดยใช้อัตราส่วนของสารส้ม 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัมต่อลิตร และปรับเวลาในการกวน 5, 10, 15 และ 20 นาที โดยใช้สารส้มละลายน้ำแล้วผสมลงไปบนน้ำเสียที่เตรียมไว้ กวนด้วยความเร็วคงที่ 100 รอบต่อนาที ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 45 นาที นำน้ำที่ผ่านการตกตะกอนไปวัดค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยได้ตามตาราง 10

ตาราง 10 แสดงค่า BOD ปริมาณสารแขวนลอย(SS) และค่า pH ที่ได้จากความสัมพันธ์ของปริมาณสารส้มกับระยะเวลาในการกวน

ปริมาณสารส้ม (กรัม / ลิตร)	ระยะเวลาในการกวน								ค่าpH
	1 นาที		5 นาที		10 นาที		15 นาที		
	BOD	SS	BOD	SS	BOD	SS	BOD	SS	
0.5	720	400	780	440	840	500	820	650	8.5
1.5	620	380	620	380	720	390	840	440	7.0
2.5	500	210	580	250	620	270	620	290	5.5
3.5	420	120	490	120	480	140	520	180	5.0

1.3 วิเคราะห์ผลการทดลองอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มกับระยะเวลาในการกวน เพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองที่ดีที่สุด

1.3.1 จากตาราง 10 เมื่อเติมปริมาณสารส้มที่ความเข้มข้น 0.5 กรัมต่อลิตร ปรับเปลี่ยนเวลาในการกวน 1, 5, 10 และ 15 นาที ตามลำดับ ตามตาราง 10 พบว่า เวลาในการกวนทั้ง 4 ช่วงเวลานั้นให้ค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยเกินมาตรฐานกำหนดทั้งสิ้น ค่าต่ำสุดที่วัดได้คือ ค่า BOD 720 และปริมาณสารแขวนลอย 400 อยู่ในช่วงเวลาในการกวน 1 นาที ทั้งค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยจะเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาการกวนที่เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ นั่นก็คือเมื่อเรากวนอย่างแรงและเร็วโดยใช้เวลาอันสั้นจะทำให้ตะกอนเกาะกลุ่มกัน โดยอาศัยคุณสมบัติของสารส้มที่มีลักษณะเป็นวุ้นแล้วเกาะกันตกตะกอนลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อวิเคราะห์เวลาการกวนที่เพิ่มขึ้น พบว่าตะกอนแตกกระจายไม่เกาะกลุ่มกันและตกตะกอนอย่างช้า ๆ ส่วนที่เหลือที่ไม่ตกตะกอนจะมีปริมาณมาก และทำให้ปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อเวลาในการกวนเพิ่มขึ้น ส่วนค่า pH ที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์ต่ำคือ 5

เมื่อเติมสารส้มที่ความเข้มข้น 1.5 กรัมต่อลิตร ผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนเวลาในการกวนเป็น 1, 5, 10 และ 15 นาที พบว่าค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยวัดค่า BOD ได้ 620, 620, 720 และ 840 วัดปริมาณสารแขวนลอยได้ 380, 380, 390 และ 440 ตามลำดับ

ปริมาณสารส้ม 1.5 กรัมสามารถลดค่า BOD ได้ถึงร้อยละ 43.50 เทียบกับค่าเฉลี่ยของน้ำเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตและสามารถลดค่า BOD ได้ร้อยละ 30 ของค่าต่ำสุดที่ปริมาณสารส้ม 0.5 กรัมต่อลิตร ความแตกต่างของค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1.5 นั้นมีไม่มาก เนื่องจากปริมาณ BOD นั้นมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการตกตะกอนโดยใช้สารส้มทั่วไป จึงทำให้คุณสมบัติของสารส้มมีผลน้อยเมื่อค่า BOD ของน้ำเสียมีค่าสูง

เมื่อเติมสารส้มที่ความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร พบว่าลักษณะของน้ำเสียมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเวลาในการกวน 1 นาที ผ่านไป และปล่อยให้ตกตะกอน เมื่อน้ำนิ่งจะเห็นการตกตะกอนชัดเจนยิ่งขึ้น มีการแยกตะกอนแขวนลอยอยู่ด้านบนผิวน้ำ ส่วนตะกอนที่หนักจะตกลงสู่ด้านล่าง และเมื่อผ่านไป 30 นาที จะเห็นน้ำใสมากขึ้น ผลการตรวจวัดค่า BOD ที่ได้คือ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณสารแขวนลอย 210 ซึ่งค่า BOD พอดีกับค่ามาตรฐาน ส่วนค่าสารแขวนลอยเกินอยู่ 10 มิลลิกรัม ส่วนค่า pH ที่ได้ 6.5 จะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณสารส้มเพิ่มขึ้นคุณสมบัติของน้ำค่าความเป็นด่างจะลดลง เนื่องจากสารส้มมีสมบัติเป็นกรดอ่อน ๆ เมื่อเวลาในการกวนเพิ่มเป็น 5, 10 และ 15 นาที สิ่งที่เกิดขึ้นก็คือเมื่อปล่อยให้ตกตะกอนจะมีตะกอนแขวนลอยปริมาณมาก น้ำจะไม่ใสมากตะกอนที่ตกลงสู่ด้านล่างมีขนาดเล็ก เนื่องจากระยะเวลาในการกวนมากทำให้ตะกอนที่จับตัวกันตอนเริ่มกวนแตกกระจายทำให้เกิดตะกอนแขวนลอยปริมาณมาก น้ำจะไม่ใสมากตะกอนที่ตกลงสู่ด้านล่างมีขนาดเล็ก เนื่องจากระยะเวลาในการกวนมากทำให้ตะกอนที่จับตัวกันตอนเริ่มกวนแตกกระจาย ทำให้เกิดตะกอนแขวนลอยปริมาณมาก การวัดค่า BOD ได้ 580, 620 และ 620 ส่วนปริมาณสารแขวนลอยวัดได้ 250, 270 และ 290 ค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยเกินมาตรฐานที่นิคมอุตสาหกรรมกำหนด ทั้งนี้ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม 2.5 กรัมต่อลิตรนั้น ให้การตกตะกอนอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และสมบัติของน้ำมีค่า pH อยู่ในช่วงที่กำหนดคือ 5.5-9

เมื่อเติมสารส้มที่มีความเข้มข้น 3.5 กรัมต่อลิตร สังเกตหลังจากเวลาการกวนในแต่ละช่วงเวลาเริ่มที่ 1, 5, 10 และ 15 นาที ตามลำดับ สภาวะการตกตะกอนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เวลาในการกวน 1 นาที และ 5 นาที ตะกอนจะตกเร็วในอัตราใกล้เคียงกัน และ 10, 15 นาที จะช้าลงตามลำดับ หลังจากเวลาผ่านไป 45 นาทีพบว่า น้ำเสียที่ตกตะกอนโดยสารส้ม 3.5 กรัม ให้น้ำใสกว่าทุกค่า ถึงแม้ในระยะเวลาการกวนที่เพิ่มขึ้นจะก่อให้เกิดตะกอนลอยมากขึ้นก็ตาม

ผลการทดสอบค่า BOD พบว่าที่ระยะเวลาในการกวนทั้ง 4 ค่าคือ 1, 5, 10 และ 15 นาที วัดได้ 420, 490, 480 และ 520 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ที่เวลาในการกวน 15 นาที ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ในระยะเวลาในการกวน 1 นาที น้ำที่ได้จะมีลักษณะใสมาก ตะกอนขนาดเล็กที่สังเกตเห็นได้ นั้นยังตกตะกอนอย่างต่อเนื่อง ปริมาณตะกอนแขวนลอยมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับเวลาในการกวนที่ 5, 10 และ 15 นาที

วิเคราะห์ค่าปริมาณสารแขวนลอยที่ระยะเวลาในการกวน 1, 5, 10 และ 15 นาที วัดได้ 120, 120, 140 และ 180 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ระยะเวลาในการกวนที่เพิ่มขึ้นมีผลมากต่อปริมาณสารแขวนลอย เนื่องจากตะกอนขนาดใหญ่ที่จับตัวกันตอนเริ่มกวนจะแตกตัวเป็นตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กมีน้ำหนักเบา จึงตกตะกอนได้ยาก แต่ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตรตามที่มาตรฐานกำหนด เป็นผลมาจากคุณสมบัติของสารส้มที่สามารถช่วยในการตกตะกอน

ค่า pH ที่ได้ จากการทดลอง สารส้มมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน ๆ โดยทางทฤษฎีแล้วเมื่อนำสารส้มไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียจะต้องควบคุมปริมาณให้เหมาะสมกับสมบัติของน้ำเสีย จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณสารส้ม 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัมต่อลิตร ค่า pH ที่ได้จะลดลงตามลำดับคือ 8.5, 7.5.5 และ 5 ที่ค่า pH 5 นั้นน้ำเสียที่ได้จากการทดลองจะมีสมบัติเป็นกรดอ่อน ๆ โดยปกติแล้วตามมาตรฐาน

นิคมอุตสาหกรรมถึงแม้ไม่ระบุในความต้องการแต่ค่า pH ที่ได้ควรจะอยู่ในเกณฑ์ 5.5 - 9 ถ้าต่ำกว่าหรือสูงกว่า จะต้องทำให้เจือจางลง

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ดีที่สุด เมื่อวิเคราะห์ผลการทดลองเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของปริมาณสารส้ม 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัมลงในน้ำเสียเพื่อตกตะกอนแล้วปรับเวลาในการกวนเป็น 1, 5, 10 และ 15 นาที ผู้วิจัยพบว่าความเข้มข้นของปริมาณสารส้มมีผลต่อความสามารถในการตกตะกอนและเป็นผลให้ค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยลดลง แต่เมื่อเพิ่มถึง 3.5 กรัมต่อลิตรแล้ว พบว่าน้ำที่ผ่านการตกตะกอนในการทดลองมีสมบัติค่อนข้างคงที่คือ 5 - 5.5 แต่ทั้งนี้ที่ความเข้มข้นของสารส้ม 2.5 กรัมต่อลิตร น้ำที่ผ่านการตกตะกอนไม่สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนิคมอุตสาหกรรม จึงไม่อาจนำมาวิเคราะห์เพื่อเลือกทดลองในระบบจริง ส่วนที่ผู้วิจัยวิเคราะห์เลือกคือที่ความเข้มข้นของสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร และใช้ระยะเวลาในการกวน 1, 5 และ 10 นาที เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวทั้งค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยผ่านเกณฑ์มาตรฐานนิคมอุตสาหกรรม ถึงแม้ค่า pH ที่วัดได้ 5.0 จะมีลักษณะเป็นกรดอ่อน ๆ ก็ตาม

2. วิเคราะห์ผลการทดลองการนำอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณสารส้มกับระยะเวลาในการกวนไปทดลองใช้ในระบบการจริงตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ผลการทดลองเริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์เลือกอัตราส่วนที่ดีที่สุดจากการทดลองโดยเลือกใช้ปริมาณสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตรกับระยะเวลาในการกวน 1, 5 และ 10 นาที ใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก 1.5 ลูกบาศก์เมตร ผสมสารส้มในถังปฏิกิริยา แล้วปล่อยให้ตกตะกอน 45 นาที ได้ผลการทดลองตามตาราง 11

ตาราง 11 แสดงค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยที่วัดได้จากการใช้สารส้ม 3.5 กรัม ต่อลิตร

ปริมาณสารส้ม (กรัม/ลิตร)	ระยะเวลาในการกวน (นาที)	ค่า BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)	ปริมาณสารแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่า pH
3.5	1	380	140	6
	5	420	210	6.5
	10	500	240	7

2.2 วิเคราะห์ผลการบำบัด

จากตาราง 11 ที่ระยะเวลาในการกวน 1, 5 และ 10 นาทีวัดค่า BOD ได้ 380, 420 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนิคมอุตสาหกรรม ปริมาณสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร มีผลต่อการตกตะกอนมาก น้ำเสียที่ไม่มีลักษณะใสมีตะกอนแขวนลอยปนอยู่น้อยมาก การเพิ่มระยะเวลาในการกวนทำให้ตะกอนที่จับตัวกันในครั้งแรกแตกตัวออกเมื่อเวลาในการกวนเพิ่มขึ้น 5 และ 10 นาที วัด

ค่าปริมาณสารแขวนลอยได้ 140, 210 และ 240 ตามลำดับ ซึ่งที่เวลาในการกวน 5 และ 10 นาทีไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนิคมอุตสาหกรรม

ค่า pH จากตาราง 11 พบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการกวนจาก 1, 5 และ 10 นาทีนั้น ทำให้ปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้น 140, 210 และ 240 และวัดค่า pH ได้ 6, 6.5 และ 7 ในการทดลองน้ำเสียที่ใช้ในการบำบัดมีความเป็นด่างสูง pH ที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์สูงถึง 9.5 ซึ่งเป็นผลมาจากน้ำเสียซึ่งประกอบไปด้วยตะกอนแขวนลอยจำนวนมาก ดังนั้นในการทดลอง เมื่อปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้นทำให้มีผลโดยตรงต่อการเพิ่มของค่า pH

จากผลการทดลองปริมาณสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร และระยะเวลาในการกวน 1 นาที ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด โดยวัดค่า BOD ได้ 380 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารแขวนลอย 140 และค่า pH 6 มีความสามารถในการกำจัดค่า BOD จาก 1,098 มิลลิกรัมต่อลิตรได้ร้อยละ 65.4 ผลของการบำบัดหลังจากถ่ายตะกอนใส่ถุงบรรจุ ผงตะกอนมีขนาดเล็กเหมือนผงสี ไม่มีความเหนียว ตะกอนทั้งหมดมีน้ำหนัก 130 กิโลกรัม เมื่อตากให้ความชื้นเหลือร้อยละ 30 มีน้ำหนัก 40 กิโลกรัม การเพิ่มระยะเวลาในการกวนไม่มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณตะกอน

3. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกโดยใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว

ต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียเกิดจากค่าใช้จ่ายสารเคมีที่ใช้ในการบำบัด และผลของกระบวนการบำบัด ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นการลดสารเคมีที่ใช้ซึ่งจะเป็นผลทำให้กากตะกอนที่ได้จากการบำบัดเป็นเพียงขยะธรรมดา ไม่เป็นพิษ เพื่อจะได้ลดค่ากำจัดกากตะกอน ราคาต้นทุนการบำบัดโดยใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว แสดงดังตาราง 12 และตาราง 13

ตาราง 12 แสดงปริมาณการใช้และต้นทุนในการบำบัด

รายการ	ต้นทุนสารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัด (15 ครั้ง / วัน)			
	ปริมาณการใช้/ครั้ง (กิโลกรัม)	ปริมาณการใช้/วัน (กิโลกรัม)	ราคาต่อหน่วย (บาท/กิโลกรัม)	ต้นทุนรวมต่อวัน (บาท)
สารส้ม	5.25	78.75	14	1102.5

จากตาราง 12 ต้นทุนด้านสารเคมีในการบำบัด โดยใช้สารส้มปริมาณ 3.5 กรัมต่อลิตร ใน 1 วันมีการบำบัดทั้งสิ้น 15 ครั้ง โดยแต่ละครั้งใช้สารส้ม 5.25 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน 1,102.5 บาท ค่าสารส้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 75 ไม่มีค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีอื่น และเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการบำบัด ถ้าใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิดพบว่าค่าใช้จ่ายลดลงร้อยละ 60 ส่วนต้นทุนในกระบวนการและผลการบำบัดโดยพิจารณาผลการทดลองที่ดีที่สุดที่เวลาในการกวน 1 นาที เป็นไปตามตาราง 13

ตาราง 13 แสดงต้นทุนในกระบวนการบำบัด

รายการ	ต้นทุนที่ใช้ในกระบวนการบำบัด	
	ต้นทุนในการบำบัด	
	ต่อครั้ง (บาท)	ต่อวัน 15 ครั้ง (บาท)
1. ค่าพลังงานไฟฟ้า	0.22	3.3
2. ค่าขนส่งกากตะกอน	80	1200
3. ค่ากำจัดกากตะกอน	0	0
รวม	81	1207.5

จากตาราง 13 วิเคราะห์ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้า ในการบำบัดโดยใช้เวลาในการกวน 1 นาที มอเตอร์ไฟฟ้ามีขนาด 2.7 กิโลวัตต์ ใช้เวลาการกวน 1 นาที คิดเป็นค่า พลังงานไฟฟ้าได้ 0.22 กิโลวัตต์ต่อ ชั่วโมง ค่าพลังงานไฟฟ้าชนิดละ 2.2 บาทในการบำบัดแต่ละครั้งเสียค่าไฟ 0.22 บาท และในแต่ละวันบำบัด 15 ครั้งคิดเป็นเงิน 3.3 บาท ลดลงร้อยละ 85.13

วิเคราะห์ต้นทุนด้านอุปกรณ์ในระบบบำบัด ผู้วิจัยวิเคราะห์เฉพาะต้นทุนของพื้นที่ที่ใช้ในการสร้าง ลานตากตะกอนและบ่อพักน้ำเสีย โดยวิเคราะห์จากปริมาณตะกอนที่ได้จากการบำบัด กรณีที่ใช้สารเคมี 3 ชนิดได้ปริมาณตะกอน 320 กิโลกรัม เมื่อบำบัดด้วยสารส้มเพียงอย่างเดียวมีตะกอนเพียง 130 กิโลกรัม ปริมาณตะกอนลดลงร้อยละ 60 และใช้พื้นที่ตาก 0.64 ตารางเมตร จากเดิมใช้ 4 ตารางเมตร ลดลงร้อยละ 84 ขนาดของบ่อพักน้ำเสีย 6 x 6 x 2 เมตร หรือความจุ 36 ลูกบาศก์เมตร ผู้วิจัยพบว่าเวลาตากตะกอนใน กระบวนการเดิมใช้เวลา 30 นาที และในการทดลองใช้ 45 นาทีไม่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำเสียที่สามารถ รับผิดชอบได้ต่อวัน ขนาดของบ่อพักน้ำทั้ง 3 x 4 x 1 เมตรนั้นจะต้องเพิ่มบ่อพักเล็กอีก 1 บ่อ ขนาดเท่ากันคือ 3 x 2 x 1 เมตรหรือจุ 6 ลูกบาศก์เมตร เพื่อให้ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดตกตะกอนแฉวนลอยเพิ่มอีก

วิเคราะห์ปริมาณตะกอนจากระบบบำบัด ตะกอนจากระบบบำบัดเมื่อมีความชื้น ร้อยละ 30 มีปริมาณ 40 กิโลกรัม และกากตะกอนที่ได้เป็นเพียงตะกอนที่อยู่ในขอบข่ายขยะทั่วไป โดยคิด น้ำหนักขนส่ง ในการกำจัดตันละ 2,000 บาท ถ้าเป็นขยะอันตรายคิดค่าขนส่งตันละ 5,000 บาท ทำให้ลด ค่าขนส่งลงได้ร้อยละ 60 ค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากตะกอน คิดในขอบข่ายขยะอันตรายคิดเป็นเงิน 15,000 ต่อตัน เมื่อบำบัดโดยใช้สารส้มจะไม่เกิดค่าใช้จ่ายส่วนนี้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้ม และระยะเวลาในการกวนเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายเพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวน เพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ในนิคมอุตสาหกรรม

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวนเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นที่มีผลต่อการลดต้นทุน
2. ลดปริมาณกากตะกอน ค่าขนส่ง และค่าการกำจัด

สมมุติฐานในการวิจัย

อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวน สามารถบำบัดน้ำเสียขั้นต้นทางเคมีของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของนิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์

การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวน เพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีและต้นทุนการบำบัดของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก โดยแยกหัวข้อศึกษา ดังนี้

- 1.1 ศึกษาวิเคราะห์สมบัติและองค์ประกอบของสปีชีส์ใช้ในการพิมพ์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้เกิดน้ำเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งสปีชีส์ใช้ในการพิมพ์ประกอบด้วย ผงสี 0.18 , น้ำยาลดฟอง 0.01, สารเพิ่มการยึดเกาะ 0.72 และสารทำละลาย 0.10
- 1.2 ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนในการบำบัด โดยศึกษาค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสารเคมีและค่าใช้จ่ายในกระบวนการและผลของการบำบัด โดยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสารเคมี ประกอบไปด้วย สารส้ม, ปูนขาว และพอลิเมอร์ ส่วนค่าใช้จ่ายในกระบวนการและผลของการบำบัด ได้แก่ ค่าพลังงานไฟฟ้า, ค่าขนส่ง, กากตะกอน และค่ากำจัดกากตะกอน
- 1.3 ศึกษาวิเคราะห์ผลการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดของบริษัทยูเนี่ยนคาร์บอนอินดัสทรี จำกัด โดยใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด ซึ่งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์ โดยวัดตัวแปร 2 ค่า คือค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอย

2. การทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวน

2.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลองและการสุ่มตัวอย่างในการวิจัยใช้น้ำเสียจากโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ที่มีกำลังการผลิตขนาด 2,500 ตันต่อเดือน และมีน้ำเสียจากกระบวนการผลิต 20.70 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยน้ำเสียประกอบไปด้วย ผงสีร้อยละ 0.18, น้ำยาลดฟองร้อยละ 0.1, สารเพิ่มการยึดเกาะร้อยละ 0.72 และสารทำละลายร้อยละ 0.1 โดยทำการสุ่มตัวอย่าง 5 วันๆ ละ 2 ครั้ง ช่วงเช้าเก็บตัวอย่างเวลา 10.00 นาฬิกา ช่วงบ่ายเวลา 16.00 นาฬิกา นำไปวัดค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอยเพื่อหาค่าเฉลี่ยตลอดทั้งวัน

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

อุปกรณ์ในระบบบำบัดทางเคมีประกอบด้วย

1. บ่อพักน้ำเสีย ขนาด 72 ลูกบาศก์เมตร ทำด้วยคอนกรีต
2. ถังปฏิกิริยาทรงกระบอกก้นกรวย ขนาด 107 ลูกบาศก์เมตร
3. บ่อพักน้ำทิ้ง ขนาด 12 ลูกบาศก์เมตร ทำด้วยคอนกรีต
4. อุปกรณ์การกวนใช้มอเตอร์ ขนาด 2.7 กิโลวัตต์ 380 โวลต์ 1 ตัว ความเร็วรอบคงที่ 100 รอบต่อนาที
5. ใบพัดกวน 3 ชั้น มุมใบพัดเอียง 60 องศา แต่ละใบห่างกัน 40 เซนติเมตร 1 ชุด
6. ถ้วยตวงขนาดความจุ 1 ลิตร รูปทรงกระบอกจำนวน 4 ใบ
7. ภาชนะสำหรับละลายสารส้มขนาดความจุ 20 ลิตร
8. เครื่องมือวัดค่าBOD และสารแขวนลอย

2.3 ทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสม และระยะเวลาในการกวน โดยใช้ความเข้มข้นของปริมาณสารส้ม 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัมต่อลิตร และเปลี่ยนระยะเวลาในการกวนของสารส้มแต่ละค่า 4 ครั้ง คือ 1, 5, 10 และ 15 นาทีตามลำดับ แล้วนำผลการตกตะกอนที่ได้ไปวัดค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอย พิจารณาค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอยที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานนิคมอุตสาหกรรมจำนวน 1 ค่า เพื่อนำไปทดลองในกระบวนการจริง

2.4 นำค่าอัตราส่วนของสารส้มและระยะเวลาในการกวนที่ดีที่สุด ไปทดลองในกระบวนการบำบัดจริงของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ในนิคมอุตสาหกรรมเวดไกรว์ แล้วนำผลที่ได้ไปวัดค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอย

2.5 วิเคราะห์ต้นทุนของการบำบัดโดยใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว โดยพิจารณาคำนวณสารเคมีที่ใช้ และต้นทุนที่เกิดจากกระบวนการและผลการบำบัด ได้แก่ ค่าพลังงานไฟฟ้า, ค่าขนส่ง และค่ากำจัดกากตะกอน

สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ผลการทดลองอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวน เพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก เป็นไปตามขอบเขตการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษากระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก มีสมบัติน้ำเสียที่ประกอบไปด้วย ผงสี 0.18 กิโลกรัมต่อลิตร น้ำยาลดฟอง 0.01 กิโลกรัมต่อลิตร สารเพิ่มการยึดเกาะ 0.72 กิโลกรัมต่อลิตร และสารทำละลาย 0.1 กิโลกรัมต่อลิตร โดยการบำบัดน้ำเสียแต่ละครั้งจำนวน 15 ลูกบาศก์เมตร ใช้สารเคมี 3 ชนิดคือ สารส้ม 3 กิโลกรัม, พอลิเมอร์ 0.3 กิโลกรัม และปูนขาว 9 กิโลกรัม ผลการ

บำบัดได้ค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอยผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนิคมอุตสาหกรรม มีต้นทุนการบำบัดสารเคมีต่อครั้ง 2,700 บาท ต้นทุนด้านกระบวนการและผลการบำบัดต่อครั้ง 3,001 บาท

2. ทดลองหาอัตราส่วนของสารส้มและระยะเวลาในการกวนที่เหมาะสมเพื่อนำผลการทดลองที่ดีที่สุดไปทดลองในกระบวนการบำบัดจริงของโรงงานผลิตกลองกระต่ายลูกฟูก มีรายละเอียดดังนี้

2.1 เมื่อใช้ปริมาณสารส้ม 0.5 กรัมต่อลิตรเปลี่ยนเวลาในการกวน 1, 5, 10 และ 15 นาที วัดค่าBOD ได้ต่ำสุด 720 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณสารแขวนลอยต่ำสุด 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานนิคมอุตสาหกรรม

2.2 เมื่อใช้ปริมาณสารส้ม 1.5 กรัมต่อลิตรเปลี่ยนเวลาในการกวน 1, 5, 10 และ 15 นาที วัดค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอยได้ต่ำสุด 620 และ 380 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานนิคมอุตสาหกรรม

2.3 เมื่อใช้ปริมาณสารส้ม 2.5 กรัมต่อลิตรเปลี่ยนเวลาในการกวน 1, 5, 10 และ 15 นาที วัดค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอยได้ต่ำสุด 500 และ 210 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าBOD ผ่านแต่ปริมาณสารแขวนลอยไม่ผ่าน ค่าpH ที่ได้เริ่มลดลงวัดได้ 5.5

2.4 เมื่อใช้ปริมาณสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร เปลี่ยนระยะเวลาในการกวน 1, 5, 10 และ 15 นาที วัดค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอยที่ระยะเวลาในการกวน 1, 5 และ 10 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโดยค่าBOD วัดได้ 420, 490 และ 480 ส่วนสารแขวนลอยวัดได้ 120, 120 และ 140 ค่า pH ที่วัดได้มีสมบัติเป็นกรดอ่อน ๆ

2.5 พิจารณาเลือกปริมาณสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร และระยะเวลาในการกวน 1, 5 และ 10 นาที วัดได้ 420, 490 และ 480 เป็นผลการทดลองที่ดีที่สุดนำไปทดลองในกระบวนการจริง เนื่องจากค่า BOD และสารแขวนลอยผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนิคมอุตสาหกรรม

3. นำผลการทดลองอัตราส่วนของสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร และระยะเวลาในการกวน 5 นาที ทดลองในกระบวนการจริง ผลการวัดค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอยมีดังนี้

3.1 ค่าBOD วัดได้ 380, 420 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนิคมอุตสาหกรรม

3.2 ปริมาณสารแขวนลอยวัดได้ 140, 210 และ 240 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาในการกวน 1 นาที ผ่านเกณฑ์มาตรฐานนิคมอุตสาหกรรม

3.3 ค่าpH วัดได้ 6.5 และ 7 มีสมบัติค่อนข้างเป็นกลาง อยู่ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม กำหนด

4. ต้นทุนของกระบวนการบำบัดเมื่อใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวและผลการบำบัด มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ต้นทุนในการใช้สารเคมีเพื่อการบำบัด เมื่อใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว โดยค่าสารส้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 75 แต่เมื่อเทียบกับการบำบัดโดยใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด คือ พอลิเมอร์, ปูนขาว และสารส้ม แล้วต้นทุนสารเคมีลดลงร้อยละ 60

4.2 ต้นทุนในกระบวนการ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ในการกวนลดลงร้อยละ 85.13 และต้นทุนค่าขนส่งกากตะกอนลดลงร้อยละ 60 กากตะกอนที่ได้จากผลของการบำบัดเป็นเพียงขยะทั่วไป ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการกำจัด ค่าใช้จ่ายในการกำจัดลดลงร้อยละ 100

อภิปรายผล

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้ม และระยะเวลาในการกวนเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้น ของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ในนิคมอุตสาหกรรม มีรายละเอียดดังนี้

1. น้ำเสียของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกมีค่า BOD เฉลี่ย 1,227 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า pH ก่อนการบำบัดอยู่ในช่วง 8.5 – 9 องค์ประกอบที่ทำให้เกิดค่า BOD ที่สำคัญที่สุดคือ ผงสี เนื่องจากได้มาจากสไลด์สารที่ได้จากธรรมชาติได้แก่พวกบีโตรเลียม และองค์ประกอบที่ทำให้เกิดค่า pH ที่สำคัญคือ สารทำละลาย เพราะมีสมบัติเป็นด่างวัด pH ได้ 8.5 – 9 น้ำเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตในการบำบัดโดยใช้สารส้ม, พอลิเมอร์ และปูนขาว เพื่อเร่งปฏิกิริยาให้สามารถตกตะกอนได้เร็วและให้ทันต่ออัตราการไหลของน้ำเสียในแต่ละวัน แต่ทำให้เกิดต้นทุนในการกำจัดกากตะกอนสูง ในการศึกษาครั้งนี้ต้องลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสารเคมี ค่าขนส่ง และการกำจัดกากตะกอนโดยใช้สารส้มแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งสามารถลดค่า BOD และค่า pH ได้ต่ำกว่ามาตรฐานนิคมอุตสาหกรรมกำหนด และต้นทุนในการขนส่งและการกำจัดกากตะกอนลดลง

2. การทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวน ผลของค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยที่ความเข้มข้นของปริมาณสารส้ม 0.5, 1.5 และ 2.5 กรัมต่อลิตร ให้ผลความแตกต่างน้อยมากทำให้ผลการทดลองที่มีค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่จะนำไปใช้ในการทดลองจริงมีน้อย คือได้เฉพาะที่ความเข้มข้นของปริมาณสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร ระยะเวลาในการกวน 1, 5 และ 10 นาที การเพิ่มของระยะเวลาในการกวนไม่มีผลต่อค่า BOD มากนัก แต่จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มของปริมาณสารแขวนลอย และการเพิ่มของปริมาณสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตร ทำให้น้ำเสียมีสมบัติเป็นกรด

3. การทดลองนำอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารส้มและระยะเวลาในการกวนไปทดลองในกระบวนการจริง ได้ผลดังนี้

3.1 ผลของสารส้ม 3.5 กรัมต่อลิตรและระยะเวลาในการกวน 1, 5 และ 10 นาที วัดค่า BOD ได้ 380, 420 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณสารแขวนลอย 140, 210 และ 240 ผลที่ได้ระยะเวลาในการกวน 1 นาที ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเพียงค่าเดียว เนื่องจากที่ระยะเวลาในการกวน 5 และ 10 นาทีนานเกินไป ทำให้ตะกอนที่จับตัวกันในตอนแรกแตกกระจายกลายเป็นตะกอนแขวนลอยขนาดเล็ก ถึงแม้ว่าค่า BOD ที่วัดได้จะผ่านเกณฑ์มาตรฐานก็ตาม แต่ถ้าจะให้ปริมาณสารแขวนลอยลดลงมากกว่านี้ จะต้องเพิ่มระยะเวลาในการตกตะกอนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากตะกอนของผงสีมีขนาดเล็กมาก ทำให้ตกตะกอนได้ช้า หรือเพิ่มใบกวนคบนผิวหน้าที่บดพังก่อนก่อนปล่อยลงสู่ระบบบำบัดรวม

3.2 ต้นทุนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวมี 2 ด้าน คือ สารเคมีและผลของกระบวนการ

3.2.1 จากผลการบำบัดโดยใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว ทำให้ค่าใช้จ่ายของการใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด คือ สารส้ม, พอลิเมอร์ และปูนขาว ลดลงร้อยละ 60 และให้ผลการบำบัดมีค่า BOD และปริมาณสารแขวนลอยผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนิคมอุตสาหกรรม

3.2.2 ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้า เมื่อใช้ระยะเวลาในการกวนจาก 15 นาที ลดลงเหลือ 1 นาที ลดลงร้อยละ 85.13 ในส่วนค่าพลังงานไฟฟ้ามีผลต่างน้อยมากเมื่อคิดเป็นจำนวนเงิน กรณีที่ระบบการกวนมีการใช้พลังงานไฟฟ้าบ่อย ๆ ค่าใช้จ่ายดังกล่าวไม่น่ามาพิจารณาได้

3.2.3 ค่าขนส่งกากตะกอนและการกำจัด เมื่อใช้สารเคมี 3 ชนิดคือสารส้ม, พอลิเมอร์ และปูนขาว เป็นจำนวนเงินต้นละ 5,000 บาท เมื่อใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวลดลงเหลือ 2,000

ทำให้ลดค่าขนส่งได้ร้อยละ 60 จากการที่ค่าขนส่งลดลงเป็นผลมาจากการที่ไม่มีสารพอลิเมอร์ เนื่องจากสารพอลิเมอร์ย่อยสลายได้ยากตามธรรมชาติ ต้องผ่านกระบวนการกำจัด ค่าขนส่งและการกำจัดจะมีราคาสูงพิจารณาอยู่ในขอบข่ายอันตราย จากการใช้เคมีทั้ง 3 ชนิด ค่ากำจัดคิดตันละ 15,000 บาท เมื่อนำбатโดยใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้ร้อยละ 100

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าสมบูรณ์กว่านี้ ผู้วิจัยได้เสนอแนะเพื่อให้เกิดการศึกษาค้นคว้าในอนาคต ดังนี้

1. การทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อที่จะนำไปใช้ในกระบวนการจริงนั้นควรจะพิจารณาปริมาณความเข้มข้นของสารส้มให้มีค่าแตกต่างกันมากขึ้น เพื่อที่จะให้ได้ค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอย มีตัวเลือกที่จะนำไปทดลองจริงหรือใช้จริงมากขึ้น
2. การทดลองในห้องปฏิบัติการ ควรจะทดลองในภาชนะที่มีความสูงของพื้นที่หน้าตัดที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับการบำบัดจริง เพื่อที่จะประเมินเบื้องต้นเกี่ยวกับผลการบำบัดได้
3. การนำผลการทดลองในกระบวนการจริงไปใช้สามารถพิจารณาผลที่ค่าBOD และปริมาณสารแขวนลอยผ่านเกณฑ์มาตรฐานหรือค่าปริมาณสารแขวนลอยเกินมาตรฐานได้ โดยการใช้เวลาในการตกตะกอนมากขึ้นและสร้างบ่อลอคหรือระบบใบกวาดตะกอนผิวน้ำในบ่อพักน้ำก่อนปล่อยออกไปสู่ระบบบำบัดรวม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2540). *เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- กรณีการณ์ สิริสิงห. (2522). *เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ : คณะสาธารณสุขศาสตร์-มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สมาคม. การประปาแห่งประเทศไทย. (2522) "สารช่วยตกตะกอนพอลิอิเล็กโทรไลต์," *วารสารสมาคมการประปาแห่งประเทศไทย*.
- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2540). *การบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2543). *การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณรงค์ วุทธเสถียร. (2540). *การปรับสภาพน้ำสำหรับงานอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี- (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ทวี จิตไมตรี. (2538). *จุลชีววิทยาของระบบบำบัดน้ำเสีย*. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- ธีระ เกรอต. (2540). *ระบบบำบัดน้ำเสีย*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2525). *คู่มือการวิเคราะห์น้ำทิ้ง*. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ตันกุลเทศ. (2537). *เทคนิคการบำบัดน้ำเสีย*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมร มุตตามระ. (2525). *ความสำคัญของสารส้มต่อระบบกำจัดน้ำเสีย*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย.
- สุจินต์ พนาปวุฒิกุล. (2539). "การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม," *วารสารเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม*. 23(126) : 77-84.
- เสริมพล รัตนสุขและไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. (2524). *การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน*. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- Amirtharajah, A. and Mills, K.M. (1982). *Rapid-Mix Design of Mechanisms of Alum Coagulation*. 74(4) : 212-214.
- Constantine, T.A. and J. Amer. Wtr. Wk. Assoc., (1982). *Advanced Water Treatment for Color and Organics Removal*. 74(6) : 310.

ภาคผนวก ก

ตารางแนบท้ายประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 452541 เรื่อง หลักเกณฑ์ทั่วไปในการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรม
มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรม (หน่วย มิลลิกรัม/ลิตร)

นิคมอุตสาหกรรม	BOD5 ที่ 20 องศาเซลเซียส	SS	TDS	TKN	pH	โลหะหนัก												Total Iron	Fluoride	Sulphide	Cyanide as HCN	Formaldehyde	Phenols compound	Chloride as Cl2	Free Chlorine	Pesticide	Temperature °c	Color	Odour	Oil & Grease	Radioactive	Surfactants
						Hg	Se	Cd	Pb	As	Cr ³⁺	Cr ⁶⁺	Ba	Ni	Cu	Zn	Mn															
นิคม อีสเทิร์นซีบอร์ด	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	1,000	1,500	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
นิคม อุตสาหกรรมทั่วไป (เหมือง)	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
นิคม อุตสาหกรรมกระดาษที่ 1, 2, 3 และ 4	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30
	500	750	3,000	100	5.5-9.0	0.005	0.02	0.03	0.2	0.25	0.75	0.25	1	1	2.0	5	5	1	10	5	1	0.2	1	1	2,000	1	•	45	•	10	•	30

ร่างอุตสาหกรรม 2539)

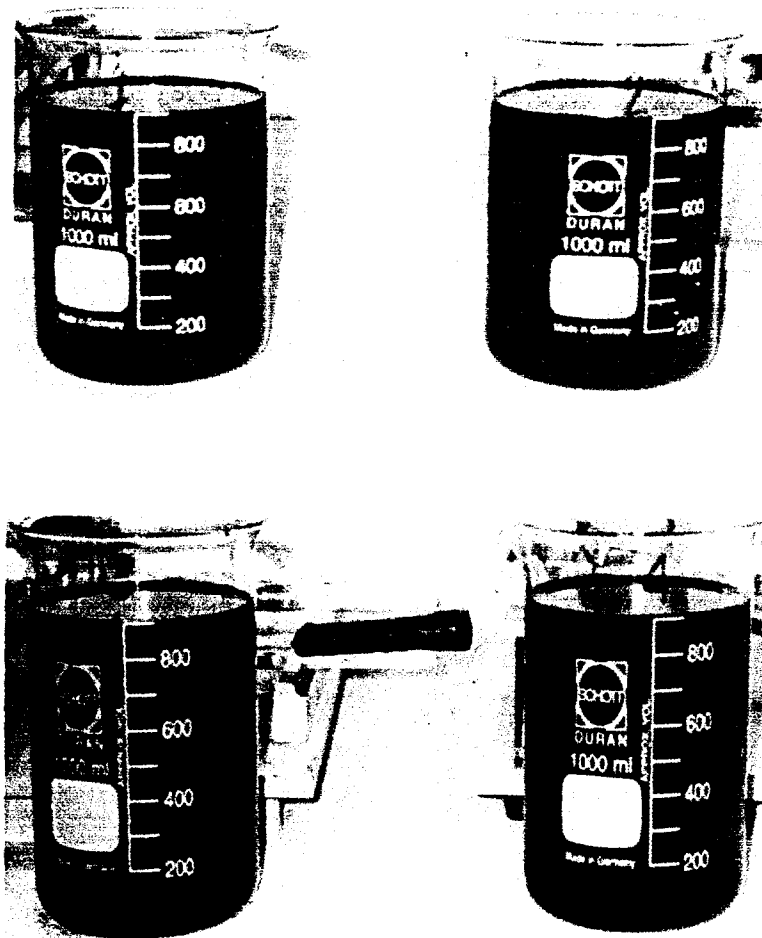
เหตุ : โรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในนิคมฯ บางชัน, นิคมฯ หาดแดง, นิคมฯ มาบตาพุด ที่การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยอนุญาตให้ระบายน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้
ไม่มีคุณภาพน้ำทิ้งเฉพาะค่า COD แตกต่างจากที่กำหนดไว้โดยให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) และประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทิ้งและประเภทแหล่งรองรับน้ำทิ้ง แต่ต้องไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัม/ลิตร
น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำที่มีความเค็ม (Salinity) มากกว่า 2,000 มิลลิกรัม/ลิตร ค่า TDS ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร
หมายถึง ต้องตรวจสอบความถี่ในการตรวจสอบที่กำหนด

ตารางค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

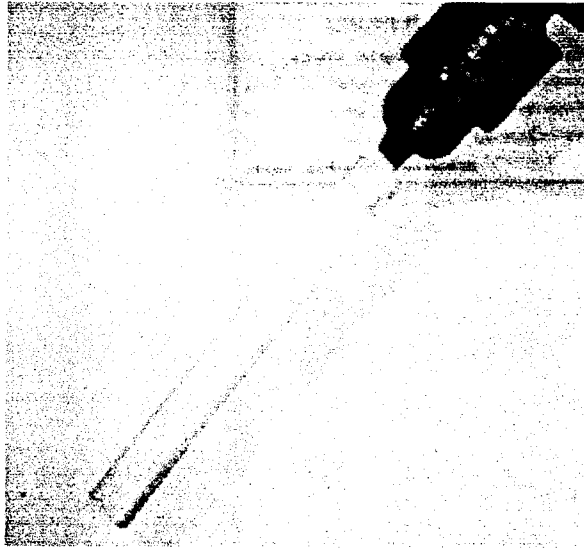
พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH Value)	- 5.5 – 9.0	- pH Meter
2. ค่าที่ติเอส(TDS หรือ Total Dissolved Solids)	- ไม่เกิน 3,000 มก. ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่ง รองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล. - น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเลค่าที่ติเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าที่ติเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก./ล.	- ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 °C เซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	- ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมหรือประเภท ของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มก./ล.	- กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)
4. อุณหภูมิ (Temperature)	- ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส	- เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
5. สีหรือกลิ่น	- ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส	- ไม่ได้กำหนด
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H ₂ S)	- ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	- Titrate
7. ไซยาไนต์ (Cyanide as HCN)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	- กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine - Barbituric Acid
8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	- สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกน้ำมันของน้ำมันและไขมัน
9. ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	- ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	- Spectrophotometry
10. สารประกอบฟีนอล (PHenols)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	- กลั่นและตามด้วยวิธี 4- Amino- antipyrine
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	- Iodometric Method
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล. - ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	- Gas-Chromatography
13. ค่าBOD (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	- ไม่เกิน 1.0 มก. ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม	- Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง
14. ค่าTKN (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	- ไม่เกิน 100 มก. ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มก./ล.	- Kjeldahl

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
15.ค่าCOD (Chemical Oxygen Demand : COO)	- ไม่เกิน 120 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่ง รองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มก./ล.	-Potassium Dichromate Digestion
16.โลหะหนัก (Heavy Metal)		
1. สังกะสี (Zn)	- ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	- Atomic Absorption Spectro- PHotometry ชนิด Direct Aspirati หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
2. โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium)	- ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	
3. โครเมียมชนิดไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium)	- ไม่เกิน 0.75 มก./ล.	
4. ทองแดง (Cu)	- ไม่เกิน 2.0 มก./ล.	
5. แคดเมียม (Cd)	- ไม่เกิน 0.03 มก./ล.	
6. บาเรียม (Ba)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
7. ตะกั่ว (Pb)	- ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	
8. นิกเกิล (Ni)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
9. แมงกานีส (Mn)	- ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	
10.อาร์เซนิก (As)	- ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	
11.เซเลเนียม (Se)	- ไม่เกิน 0.02 มก./ล.	- Atomic Absorption Spectrophotometry ชนิด Hydride Generation หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
12.ปรอท (Hg)	- ไม่เกิน 0.005 มก./ล.	- Atomic Absorption Cold Vapou Technique

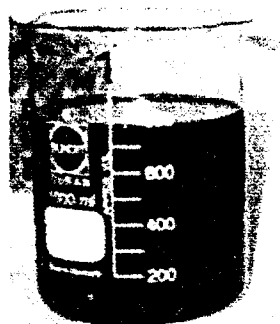
ภาคผนวก ข



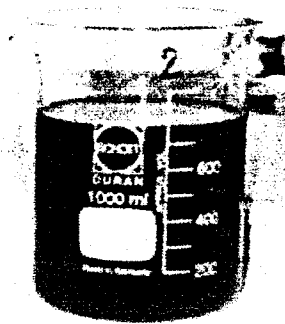
น้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก



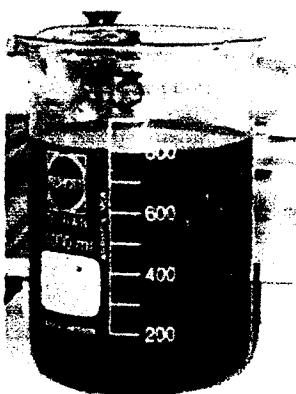
อุปกรณ์ที่ใช้ในการกวนในห้องปฏิบัติการ



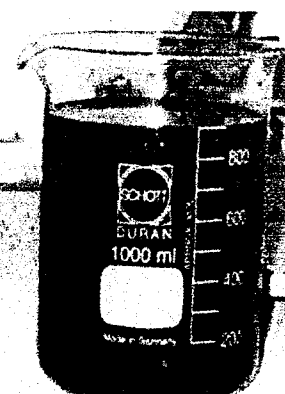
ความเข้มข้น 0.5 กรัม/ลิตร
ใช้ระยะเวลาในการกวน 5 นาที



ความเข้มข้น 1.5 กรัม/ลิตร
ใช้ระยะเวลาในการกวน 1 นาที

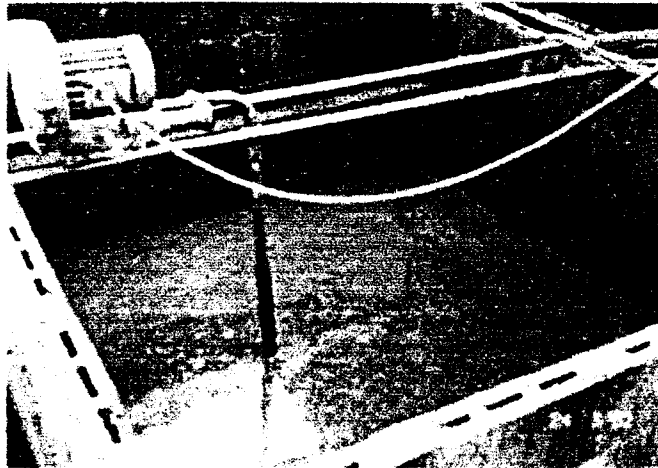


ความเข้มข้น 2.5 กรัม/ลิตร
ใช้ระยะเวลาในการกวน 5 นาที

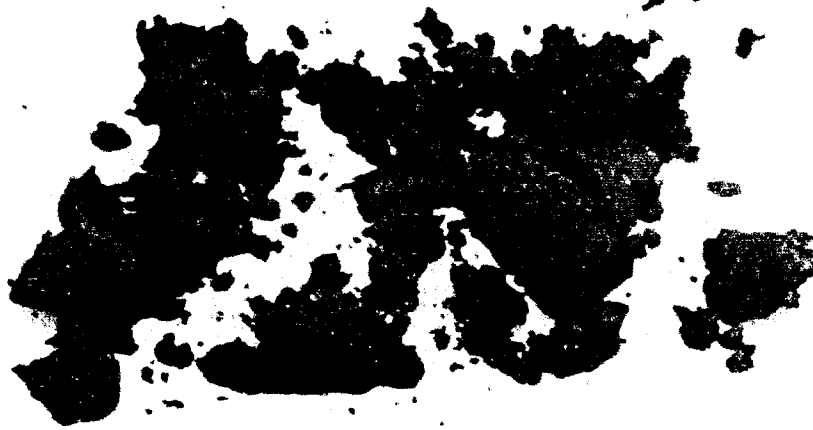


ความเข้มข้น 3.5 กรัม/ลิตร
ใช้ระยะเวลาในการกวน 1 นาที

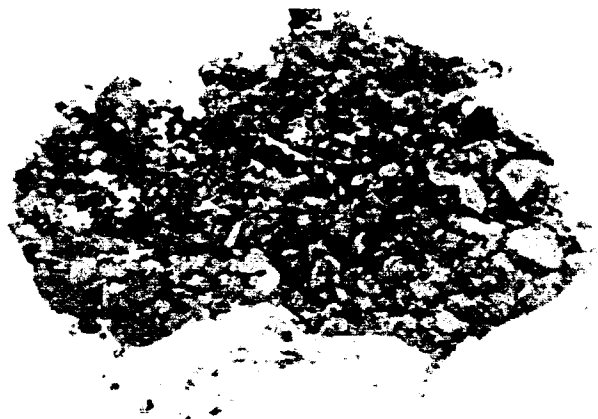
น้ำเสียที่ผ่านการตกตะกอนโดยใช้สารส้ม 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัม/ลิตร
ใช้ระยะเวลาในการกวน 5 และ 1 นาที



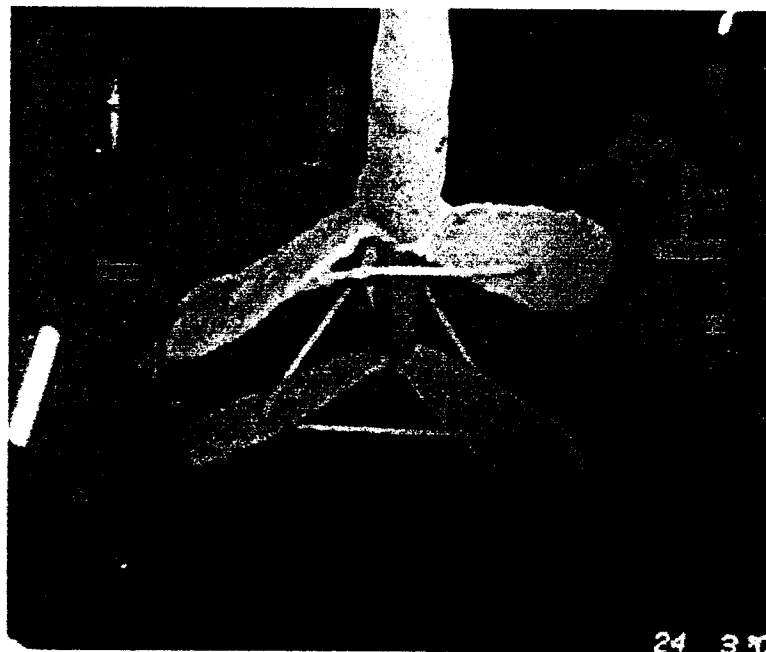
บ่อพักน้ำเสียของระบบบำบัดทางเคมี



ตะกอนที่ได้จากการบำบัดโดยใช้สารพอลิเมอร์, ปูนขาว และสารส้ม



ตะกอนที่ได้จากการบำบัดโดยใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว



อุปกรณ์ที่ใช้ในการกวนในถังปฏิกริยา



น้ำเสียที่ได้จากการทดลองในกระบวนการจริง โดยใช้สารส้ม 3.5 กรัม/ลิตร
และใช้ระยะเวลาในการกวน 1 นาที

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	นายอาจหาญ กันนุลา
วัน เดือน ปีเกิด	15 มิถุนายน 2510
สถานที่เกิด	064 หมู่ที่ 1 บ้านละลาย ต.ละลาย อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	310 ซอยอ่อนนุช แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง จ.กรุงเทพฯ (01) 8083172
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้จัดการโรงงาน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท ยูเนี่ยนคาร์คอนอินดัสทรี จำกัด ต.บางสมัคร อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา (038) 570163-8
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2527	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ
พ.ศ. 2531	อาชีวศึกษา (ปวช.) สาขาไฟฟ้ากำลัง จากโรงเรียนเทคโนโลยีกรุงเทพฯ จ.กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2533	อาชีวศึกษา (ปวส.) สาขาไฟฟ้ากำลัง จากวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพฯ จ.กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2536	อุดมศึกษา (ปริญญาตรี) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ม.สยาม จ.กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2545	อุดมศึกษา (ปริญญาโท) วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ม.ศรีนครินทรวิโรฒ จ.กรุงเทพฯ