

ภาคผนวก ข

คำจำกัดความ

1. โรงงานอุตสาหกรรม หมายถึง โรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน
2. น้ำเสีย หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมวลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น
3. น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรม ที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของโรงงาน รวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้
4. โลหะหนัก หมายถึง โลหะหนักที่มีน้ำหนักจำเพาะมากกว่า 4 มีน้ำหนักอะตอมสูง มีเลขอะตอมอยู่ระหว่าง 23-92 กลุ่มของโลหะหนักอยู่ในคาบที่ 4-7 ตรงครึ่งล่างของตารางธาตุเรียกโลหะกลุ่มนี้ว่า กลุ่มโลหะทรานซิชัน โดยปกติโลหะหนักมีสถานะเป็นของแข็ง (ยกเว้นปรอทที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ) คุณสมบัติทางกายภาพของโลหะหนักคือ นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี มีความมันวาว เหนียว สามารถนำมาตีเป็นแผ่นบางๆได้ สะท้อนแสงได้ดี คุณสมบัติทางด้านเคมีที่สำคัญของโลหะหนัก คือ มีค่าออกซิเดชันได้หลายค่า ทำให้สามารถรวมตัวกับสารประกอบเชิงซ้อนได้หลายรูป สารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหนักโดยทั่วไปจะมีสี ซึ่งละลายน้ำแล้วมีฤทธิ์เป็นได้ทั้งกรดอ่อนและเบสอ่อน โลหะหนักอาจเป็นตัวออกซิไดซ์หรือตัวรีดิวซ์ก็ได้ การที่โลหะหนักสามารถรวมตัวกับสารอื่นๆเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้หลายรูปที่เสถียรมากกว่าในรูปโลหะอิสระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสามารถที่จะถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตโดยผ่านไปตามห่วงโซ่อาหารโลหะหนักเหล่านี้จะแพร่กระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อมโดยปนเปื้อนอยู่ในดิน น้ำ อากาศ และ อาหาร แล้วเข้าสู่มนุษย์ โลหะหนักหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นอันตรายร้ายแรงเมื่อเข้าสู่สมในเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตพิการหรือตายได้ กลุ่มโลหะเหล่านี้จึงเป็นสาเหตุของมลพิษที่มีต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งมาจากหลายแหล่ง เช่น ตะกั่วที่อยู่ในน้ำมันเบนซิน น้ำเสียจากอุตสาหกรรม และการชะไออนของโลหะหนักออกมาจากดินลงสู่ทะเลสาบและแม่น้ำ โดยอิทธิพลของฝนกรด

ภาคผนวก ค

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 2 (พ.ศ . 2539)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 14 แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 22 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ที่ระบุว่า “ ห้ามระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงาน เว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างจนน้ำทิ้งนั้นมีลักษณะเป็นไปตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilutions) “ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ดังนี้

ข้อ 1 คำจำกัดความ

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงาน รวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำทิ้งเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

ข้อ 2 น้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าไม่น้อยกว่า 5.5 และไม่มากกว่า 9.0

(2) ทึดเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids) ต้องมีค่าดังนี้

2.1 ค่า ทึดเอส ไม่มากกว่า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดแต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม (Salinity) มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า ทึดเอส ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทึดเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

(3) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้น กับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

(4) โลหะหนักมีค่าดังนี้

4.1	ปรอท (Mercury)	ไม่มากกว่า	0.005	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.2	เซเลเนียม (Selenium)	ไม่มากกว่า	0.02	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.3	แคดเมียม (Cadmium)	ไม่มากกว่า	0.03	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.4	ตะกั่ว (Lead)	ไม่มากกว่า	0.2	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.5	อาร์เซนิก (Arsenic)	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6	โครเมียม (Chromium)	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร

4.6.1 Hexavalent Chromium	ไม่มากกว่า	0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6.2 Trivalent Chromium	ไม่มากกว่า	0.75	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.7 บาเรียม (Barium)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.8 นิกเกิล (Nickel)	ไม่มากกว่า	1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.9 ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า	2.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.10 สังกะสี (Zinc)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.11 แมงกานีส (Manganese)	ไม่มากกว่า	5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร

(5) ซัลไฟด์ (Sulphide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(6) ไซยาไนด์ (Cyanide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัม

ต่อกรัม

(7) ฟอรัลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(8) สารประกอบฟีนอล (phenols Compound) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(9) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(10) เพสตีไซด์ (Pesticide) ต้องไม่มี

(11) อุณหภูมิ ไม่มากกว่า 40 องศาเซลเซียส

(12) สี ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

(13) กลิ่น ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

(14) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

(15) ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

(16) ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

(17) ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ 3 การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามข้อ 2 ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำทิ้ง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)

(2) การตรวจสอบค่า บีโอดี ให้ใช้การระเหยแห้ง ระหว่างอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ถึง อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง

(3) การตรวจสอบค่าสารแขวนลอย ให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber filter Disc)

(4) การตรวจสอบค่าโลหะหนัก ให้ใช้วิธีการดังนี้

4.1 การตรวจสอบค่าสังกะสี โครเมียม ทองแดง แคดเมียม แบเรียม ตะกั่ว นิเกิลและแมงกานีส ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไดเรกต์แอสไพเรชัน (Direct Aspiration) หรือ วิธีพลาสมาอิมมิสชันสเปกโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟคัปเพิลพลาสมา (Inductively Coupled plasma :ICP)

4.2 การตรวจสอบค่าอาร์เซนิกและเซลีนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมตรี (Absorption Spectrophotometry) ชนิดไฮไดรด์ เจนเนอเรชัน (Hydride Generation) หรือวิธีพลาสมา อิมมิสชันสเปกโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟคัปเพิลพลาสมา (Inductively Coupled Plasma : ICP)

4.3 การตรวจสอบค่าปรอท ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอร์พชัน คอลด์ เวปอร์ เทคนิค (Atomic Absorption Cold Vapour Technique)

(5) การตรวจสอบค่าซัลไฟด์ ให้ใช้วิธีการไทเทรต (Titrate)

(6) การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธีไพรีดิน บาร์บิทูริกแอซิด (pyridine-Barbituric Acid)

(7) การตรวจสอบค่าฟอร์มมาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีการเทียบสี (Spectrophotometry)

(8) การตรวจสอบค่าสารประกอบฟีนอล ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธี 4-อะมิโนแอนติไพรีน (Distillation, 4-Aminoantipyrine)

(9) การตรวจสอบค่าคลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไอโอดิเมตริก (Iodometric Method)

(10) การตรวจสอบค่าสารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ ให้ใช้วิธีก๊าซโครโตกราฟี (Gas-Chromatography)

(11) การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

(12) การตรวจสอบค่าน้ำมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

(13) การตรวจสอบค่าบีโอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์ โมดิฟิเคชัน (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมให้ความเห็นชอบ

(14) การตรวจสอบค่าทีเคเอ็น ให้ใช้วิธีเจลดาล์ (Kjeldahl)

(15) การตรวจสอบค่าซีโอดี ให้ใช้วิธีย่อยสลาย โดยโปตัสเซียม ไดโครเมต (Potassium dichromate digestion)

ข้อ 4. การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามข้อ 3 จะต้องเป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ของสมาคมวิศวกรแวดล้อมแห่งประเทศไทย หรือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ซึ่ง American Public Health Association, American Water Work Assciation และ Water Environment Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2539

ไชยวัฒน์ สิ้นสูงค์

(นายไชยวัฒน์ สิ้นสูงค์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 113 ตอนที่ 52 ง วันที่ 27 มิถุนายน 2539

ภาคผนวก ง

การส่งผ่านมวล

การส่งผ่านมวลหรือการเคลื่อนที่ของไอออนเข้าหาขั้วอิเล็กโทรด ในระบบทางเคมีไฟฟ้าสามารถเกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบ

1.การแพร่

การแพร่เกิดเมื่อมีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของไอออนบริเวณผิวของขั้วอิเล็กโทรดกับในสารละลายจากความเข้มข้นสูงของไอออนไปสู่ความเข้มข้นต่ำ อัตราเร็วของการแพร่ขึ้นกับความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นทั้งสองแห่ง เช่น ในการทำอิเล็กโทรไลซิส เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ที่บริเวณผิวของขั้วแคโทดไอออนที่มีประจุบวกจะเปลี่ยนรูปเป็นโลหะเกาะที่ขั้วแคโทด ทำให้ความเข้มข้นของไอออนที่มีประจุบวกที่บริเวณผิวของขั้วแคโทดน้อยกว่าในสารละลาย ทำให้เกิดการแพร่ของไอออนที่มีประจุบวกในสารละลายไปยังผิวหน้าของขั้วแคโทด ยังมีความแตกต่างของความเข้มข้นไอออนที่มีประจุบวกในสารละลายกับบริเวณผิวของขั้วแคโทดมากเท่าใดก็ยิ่งมีการแพร่ได้รวดเร็ว การแพร่ทำให้เกิดกระแสขึ้นเรียกว่า กระแสจากการแพร่

2.การไม่เกรท

การเคลื่อนที่ของไอออนภายใต้อิทธิพลของสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในสารละลายนั้น เมื่อไอออนบวกเคลื่อนที่เข้าหาขั้วแอโนด และไอออนลบเคลื่อนที่เข้าหาขั้วแคโทด ความเร็วของการเคลื่อนที่เข้าหาหรือเคลื่อนออกจากผิวหน้าของขั้วไฟฟ้า อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วแต่ศักย์ไฟฟ้าที่ผิวหน้าของขั้วไฟฟ้านั้นซึ่งทำให้การไหลของกระแสในวงจรเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามไปด้วย และการที่มีไอออนหลายๆชนิดจำนวนมากในสารละลาย ทำให้อัตราส่วนของไอออนที่สนใจต่อประจุทั้งหมดจะลดลงและเมื่อใดที่อัตราส่วนของกระแสที่เกิดจากไอออนที่สนใจต่อประจุทั้งหมดลดลงเข้าใกล้ศูนย์การไม่เกรทชันของไอออนที่สนใจไปยังขั้วแคโทด จะไม่ขึ้นกับศักย์ไฟฟ้า ที่ให้แก่เซลล์

3.การพา

การพาเป็นการเคลื่อนที่ของไอออนในสารละลายถูกพาเข้าหาหรือออกจากผิวหน้าของขั้วไฟฟ้า เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความหนาแน่นของสารละลายและแรงทางกลศาสตร์ เช่น การใช้แท่งแม่เหล็กกวนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ การคนสารละลาย การเขย่าสารละลาย หรือการทำให้สารละลายอิเล็กโทรไลต์มีการเคลื่อนที่ หรือ ให้มีการเคลื่อนที่ผ่านเซลล์ หรือ ให้มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กโทรดทั้งหมดนี้ ทำให้ไอออนเคลื่อนที่เข้าหาขั้วอิเล็กโทรดได้เร็วขึ้น สิ่งที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของไอออนเข้าหาขั้วทั้ง 3 แบบ คือ อุณหภูมิ ความหนาแน่นของสารละลายและความแรงของไอออน