

เอกสารอ้างอิง

- กองควบคุมโรงงาน "สถิติจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละจังหวัด จำแนกตามประเภท
ใน พรบ. โรงงาน ปี พ.ศ. 2527-2532" กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวง
อุตสาหกรรม, 2531.
- กระทรวงอุตสาหกรรม "ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2525)", 2525.
- จันทนา จันทโร และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ "การศึกษาความเป็นไปได้โครงการด้านธุรกิจ
และอุตสาหกรรม" โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.
- จิระศักดิ์ รัตนไพฑูรย์ "ลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อมภายในเขต
ราชบุรีบูรณะ กรุงเทพมหานคร" วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- ชัยวัฒน์ เจนวาณิชชัย "สารานุกรมธาตุ" O.S. PRINTING HOUSE CO., LTD., 2525.
- บุญจง จรัสदारงนิตย์ "ผลของตะกั่วต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย"
วิทยานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- พิชัย บุญยกาญจน์ "เอกสารประกอบการเรียนวิชา Applied Hydraulics" ภาควิชา
วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2532.
- ภัทราภรณ์ สุ่มแจกกุล "ผลของถังกักน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย"
วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- มงคล ปริญญาปริวัฒน์ "การจัดการและบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแผ่นเหล็กอบสังกะสี"
วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.
- มันเฒ่า ดันกุลเวศม์ "การบำบัดน้ำเสียทางเคมี" เอกสารประกอบการอบรมผู้ควบคุมดูแล
ระบบบำบัดน้ำเสีย ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.
- วันชัย วิจิรวณิช และ ชลุม พLOYมย์คำ "เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม" โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2534.
- วิไลลักษณ์ กิจจนะพานิช "การประปา" ภาควิชาวิศวกรรมสภาวะแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2531.

- สุดใจ จำปา "การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะ" เอกสารประกอบการอบรมเจ้าหน้าที่
ของโรงงานชุบโลหะจากการนิคมอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพมหานคร, 2524.
- สุรพงษ์ วัฒนจิระ "อิทธิพลร่วมของตะกั่วกับสังกะสีที่มีต่อกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยง
ตะกอนแขวนลอยผสมสมบูรณ์" วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- สำนักงานบริการและการกำจัดกากอุตสาหกรรม "เอกสารศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรม
แสมดำ บางขุนเทียน กรุงเทพฯ" กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม,
2531.
- อนันต์ ทองมธู "ชุบโครเมียม-ชุบทอง" ห้างหุ้นส่วนภาพพิมพ์จำกัด, 2527.
- APHA, AWWA and WPCF "Standard Method for the Examination of Water and
Wastewater" 17th Edition, 1989.
- Benefield, L.D., Judkins, J.F., and Weand, B.L. "Process Chemistry for
Water and Wastewater Treatment" Prentice-Hall INC., New Jersey,
USA, 1982.
- Ecklenfelder, W.W. Jr "Industrial Water Pollution Control" 2nd Edition,
McGraw Hill Book Company, USA, 1989.
- Forstner, U., and Wittmann, G.T.W. "Metal Pollution in the Aquatic
Environment" 2nd Edition. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg,
Germany, 1981.
- Gokcay, C.F., and Yetis, U. "Effect of Chromium(VI) on Activated Sludge"
Water Research, Vol. 25, NO.1, Great Britain, 1991, P.65-73.
- Nemerrow, N.L. "Industrial Water Pollution, Origin, Characteristics and
Treatment" Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1978,
P.503-510.
- Patterson, J.W. "Industrial Wastewater Treatment Technology" 2nd
Edition, Butterworth Publishers, 1985.
- Tay, J.H. "Waste Minimization and Recycling in Electroplating Workshop"
Nanyang Technological Institute, Singapore, 1986.
- Thailand Institute of Scientific and Technological Research, TISTR
"Recovery of Heavy Metals from Electroplating Wastes" Report
Submitted to UNEP, 1982.
- Wentz, C.A. "Hazardous Waste Management" McGraw Hill Book Company,
Singapore, 1989.

WPCF and ASCE "Wastewater Treatment Plant Design" Lancaster Press, INC.,
Lancaster, USA, 1977, P.227.

ภาคผนวก ก.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 12 (พ.ศ.2525)

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2525)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512
เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน



อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 19(6) แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์ และวิธีการที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานทุกประเภท หรือชนิดที่มีหน้าที่กระทำการเกี่ยวกับการระบายน้ำทิ้งดังต่อไปนี้

ให้ยกเลิกความในข้อ 22 แห่งประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2513) ลงวันที่ 24 กรกฎาคม 2513 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ข้อ 22 ห้ามมิให้ระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงาน เว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง แต่ต้องไม่ใช่วิธีทำให้เจือจาง (Dilution) โดยให้น้ำทิ้งมีลักษณะดังต่อไปนี้

- (1) ค่าความเป็นกรดต่าง (pH value) ระหว่าง 5 ถึง 9
- (2) ค่าของเปอร์มันกาเนต (Permanganate value) ไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัม

ต่อลิตร

- (3) สารที่ละลายได้ (Dissolve Solids) ต้องมีค่าดังนี้

3.1 สารที่ละลายได้ (Dissolve Solids) ต้องไม่มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ได้ แล้วแต่ภูมิประเทศหรือลักษณะการระบายตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 น้ำทิ้งซึ่งจะระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือลงสู่ทะเล ค่าสารที่ละลายได้ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าสารที่ละลายได้ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

- (4) ซัลไฟด์ (Sulphide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

- (5) ไสยาไนต์ (Cyanide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนต์ (HCN) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

- (6) โลหะหนักมีค่าดังนี้

6.1 สังกะสี (Zinc) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.2 โครเมียม (Chromium) ไม่มากกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.3 อาร์เซนิก (Arsenic) ไม่มากกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.4 ทองแดง (Copper) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.5 ปรอท (Mercury) ไม่มากกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.6 แคดเมียม (Cadmium) ไม่มากกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.7 บาเรียม (Barium) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.8 เซเลเนียม (Selenium) ไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.9 ตะกั่ว (Lead) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.10 นิกเกิล (Nickel) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.11 แมงกานีส (Manganese) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

(7) น้ำมันทาร์ (Tar) ไม่มีเลย

(8) น้ำมันและไขมัน (Oil&Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้น โรงงานกลั่นน้ำมันและโรงงานประกอบกิจการผสมน้ำมันหล่อลื่น จาระบี ตามประเภทหรือชนิด โรงงาน ลำดับที่ 49 50(4) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ให้มีน้ำมันไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

(9) ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(10) ฟีนอลและครีโซลส์ (Phenols & Cresols) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(11) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

(12) ยาฆ่าแมลง (Insecticide) สารกัมมันตภาพรังสี ไม่มีเลย

(13) ถ้าอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำน้ำสาธารณะอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 8 ถึง 1 ต่อ 150 สารที่ลอยเจือปนอยู่ต้องไม่มากกว่า 30 ส่วนใน 1,000,000 ส่วน ถ้าอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำน้ำสาธารณะอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 151 ถึง 1 ต่อ 300 สารที่ลอยเจือปนอยู่ต้องไม่มากกว่า 60 ส่วนใน 1,000,000 ส่วน ถ้าอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำน้ำสาธารณะอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 300 ถึง 1 ต่อ 500 สารที่ลอยเจือปนอยู่ต้องไม่มากกว่า 150 ส่วนใน 1,000,000 ส่วน

(14) ค่าของ บี. โอ. ดี. (B.O.D.) (5 วันที่ยุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้แล้วแต่ภูมิประเทศ หรือลักษณะการระบายตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร (บี. โอ. ดี. หรือ B.O.D. ย่อมาจาก Biochemical Oxygen Demand) ยกเว้นเฉพาะโรงงานประเภทหรือชนิดดังต่อไปนี้

14.1 โรงงานประกอบกิจการทำอาหารจากสัตว์น้ำ และบรรจุในภาชนะที่ผนึกและอากาศเข้าไม่ได้ ตามประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 7(1) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ต้องมีค่าบี. โอ. ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่าบี. โอ. ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.2 โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง ตามประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 9(3) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ซึ่งมีกรรมวิธีผลิตดังนี้

14.2.1 เหยือกแยกแป้งแล้วทำให้แห้งด้วยลมร้อน ต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้แล้วแต่ภูมิประเทศ หรือลักษณะการระบายตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.2.2 แยกแป้งด้วยการตกตะกอนแล้วทำให้แห้งบนพื้นอังไฟ ต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไปต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.3 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับทำผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้ง เป็นเส้นหรือชิ้นตามประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 10(3) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ชนิดทำก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน และเส้นหมี่ที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบไม่เกิน 500 กิโลกรัมต่อวัน ต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.4 โรงงานหมัก ฟอก หนังสัตว์ ตามประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 29 แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ที่ใช้หนังสัตว์สดเป็นวัตถุดิบต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.5 โรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ ซานอ้อย หญ้า เศษผ้า ฯลฯ ตามประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 38(1) แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

14.6 โรงงานห้องเย็น ตามประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 92 แห่งกฎกระทรวงฉบับที่ 1 (พ.ศ.2512) ต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และนับแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 เป็นต้นไป ต้องมีค่าบี.โอ.ดี. (B.O.D.) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

(15) อุณหภูมิของน้ำทิ้งที่จะระบายลงสู่น้ำสาธารณะ ไม่มากกว่า 40 องศาเซลเซียส

(16) สีหรือกลิ่นของน้ำทิ้ง เมื่อระบายลงสู่น้ำสาธารณะแล้ว ไม่เป็นที่รังเกียจ

ประกาศ ณ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2525

พลตรี ชำติชาย ชูณหะวัณ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ภาคผนวก ข.

ส่วนประกอบและสภาพการทำงานที่เหมาะสมของนายช่างต่างๆ

น้ำยาชุบทองแดง

1. ชุบแบบกรด

คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4)	220 g/l
กรดกำมะถัน ถน. 1.84	60 g/l
น้ำยาเงา	ตามผู้ผลิต
อุณหภูมิ	20-30 องศาเซลเซียส
ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า	3-4 Amp/dm ²
ตัวล่อ	ฟอสฟอไรต์คอปเปอร์

2. ชุบแบบต่าง

	แบบสไตรค์	แบบร็อกเซล	แบบประสิทธิภาพสูง
คอปเปอร์ไซยาไนด์ $\text{Cu}(\text{CN})_2$ g/l	30	25	75
โซเดียมไซยาไนด์ NaCN g/l	48	35	93
โซเดียมคาร์บอเนต Na_2CO_3 g/l	15	30	-
โซเดียมไฮดรอกไซด์ NaOH g/l	-	-	30
ร็อกเซลซอล g/l	-	45	-
พีเอช	-	12.5	-
อุณหภูมิ องศาเซลเซียส	40-60	50-60	60
ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า Amp/ft ²	10-30	2-5	10-60
แรงเคลื่อนไฟฟ้า โวลท์	6	-	0.75-4

น้ำยาชุบโครเมียม (แสดงส่วนผสมแบบทั่วไป)

	ชนิดบาง	ชนิดแข็งหรือหนา
กรดโครมิก CrO_3	250 g/l	250 g/l
กรดกำมะถัน ถน. 1.84	2.5 g/l	2.5 g/l
อุณหภูมิ	45 องศาเซลเซียส	50-52 องศาเซลเซียส
ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า	100-140 Amp/dm ²	27-32 Amp/dm ²
ตัวล่อ	ตะกั่ว	ตะกั่ว

น้ำยาชุบสังกะสี

1. แบบต่าง

	แบบมีไซยาไนด์	แบบไซยาไนด์ต่ำ	แบบไม่มีไซยาไนด์
Zinc g/l	20-45	5-15	5-15
Total NaOH g/l	60-120	70-100	70-100
Total NaCN g/l	50-140	5-15	0
Brighteners	-	sufficient quantity	
Na_2CO_3 g/l	20-120		

2. แบบกรด (ตัวอย่างจากหลายสูตร)

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	240 g/l
NH_4Cl	15 g/l
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	30 g/l
Licorice	1 g/l

น้ำยาชุบนิเกิล

	นิเกิลดำ	นิเกิลกึ่งเงา	นิเกิลเงา	นิเกิลดำ
นิเกิลซัลเฟต NiSO_4 g/l	250	300	250-300	150
นิเกิลคลอไรด์ NiCl_2 g/l	50	40	50-60	-
กรดบอริก H_2BO_3 g/l	30-40	40	40	25
แอมโมเนียมโมลิบเดต g/l	-	-	-	40
พีเอช	3.5-4.5	4.2	-	4.5-5.5
อุณหภูมิ องศาเซลเซียส	45	55-60	45-50	-
ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า Amp/ft ²	20	20-40	20-60	0.5-2

น้ำยาชุบของญี่ปุ่น (ตัวอย่างบางสูตร)

นิเกิลซัลเฟต NiSO_4 g/l	470
นิเกิลคลอไรด์ NiCl_2 g/l	30
กรดบอริก H_2BO_3 g/l	34
พีเอช	4-4.6
สารเติมเพิ่ม ml/l K-3	6
K-4	20
K-5	0.3
K-8	0.6

น้ำยาชุบนิเกิลแบบแข็ง (แบบ Watt Solution)

นิเกิลซัลเฟต NiSO_4 g/l	240
นิเกิลคลอไรด์ NiCl_2 g/l	45
กรดบอริก H_2BO_3 g/l	30
พีเอช	4.5-5.2
อุณหภูมิ องศาเซลเซียส	27-50
ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า Amp/ft ²	36-72

ภาคผนวก ค.

ตารางแสดงความสามารถในการละลายของสารประกอบโลหะ
และคุณสมบัติของสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย (Benefield และคณะ, 1982)

Table of common chemicals used to treat water.

Chemical	Common Name	Typical Specs	Equiv. Weight	Bulk Density lb/cu ft or lb/gal	Approx. pH 1% Solution	Solubility
Aluminum sulfate $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	Alum	Lump—17% Al_2O_3 Liquid—8.5% Al_2O_3	100 ⁽¹⁾	60 11	3.4	4.2 lb/gal @ 60°F
Bentonitic clay	Bentonite	—	—	60	—	Insoluble
Calcium carbonate $CaCO_3$	Limestone	96% $CaCO_3$	50	80	9	Insoluble
Calcium hydroxide $Ca(OH)_2$	Hydrated lime Slaked lime	96% $Ca(OH)_2$	40 ⁽¹⁾	40	12	Insoluble
Calcium hypochlorite $Ca(OCl)_2 \cdot 4H_2O$	HTH	70% Cl_2	103	55	6-8	3% @ 60°F
Calcium oxide CaO	Burned lime, Quicklime	96% CaO	30 ⁽¹⁾	60	12	Slake @ 10-20%
Calcium sulfate $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Gypsum	98% Gypsum	86 ⁽¹⁾	55	5-6	Insoluble
Chlorine (Cl_2)	Chlorine	Gas—99.8% Cl_2	35.5	gns	—	0.07 lb/gal @ 60°F
Copper sulfate $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Blue vitriol	98% Pure	121 ⁽¹⁾	75	5-6	2 lb/gal @ 60°F
Dolomitic lime $Ca(OH)_2 \cdot MgO$	Dolomitic lime	36-40% MgO	67 ⁽²⁾	40	12.4	Insoluble
Ferric chloride $FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Iron chloride	Lump—20% Fe Liquid—20% Fe	91 ⁽¹⁾	70 13	3-4	45% @ 60°F
Ferric sulfate $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 3H_2O$	Iron sulfate	18.5% Fe	51.5 ⁽¹⁾	70	3-4	30% @ 60°F



Table of common chemicals used to treat water (Cont'd)

Chemical	Common Name	Typical Specs	Equiv. Weight	Bulk Density lb/cu ft or lb/gal	Approx. pH 1% Solution	Solubility
Ferrous sulfate $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Copperas	20% Fe	139 ⁽¹⁾	70	3-4	1 lb/gal @ 60°F
Hydrochloric acid HCl	Muriatic acid	30% HCl 20° Baume	120 ⁽¹⁾	9.6	1-2	35% @ 60°F
Sodium aluminate NaAlO_2	Aluminate	Flake—46% Al_2O_3 Liquid—26% Al_2O_3	100 ⁽¹⁾	50 13	11-12	40% @ 60°F
Sodium chloride NaCl	Rock salt, Salt	98% Pure	58.5	60	6-8	2.6 lb/gal @ 60°F
Sodium carbonate Na_2CO_3	Soda ash	98% Pure 58% Na_2O	53	60	11	1.5 lb/gal @ 60°F
Sodium hydroxide NaOH	Caustic, Lye	Flake—99% NaOH Liquid—50-70%	40	65 12	12.8	70% @ 60°F
Sodium phosphate Na_2HPO_4	Disodium phosphate	49% P_2O_5	47.3	55	9	20% @ 60°F
Sodium metaphosphate NaPO_3	Hexameta- phosphate	66% P_2O_5	34	47	5-6	1 lb/gal @ 60°F
Sulfuric acid	Oil of vitriol	94-96% 66° Baume	50 ⁽¹⁾	15	1-2	Infinite

(1) Effective equivalent weight of commercial product.

(2) Effective equivalent weight based on $\text{Ca}(\text{OH})_2$ content.

Source:

Water: The Universal Solvent, Edited by Frank N. Kemmer, Nalco Chemical Company, Oak Brook, IL (1977).

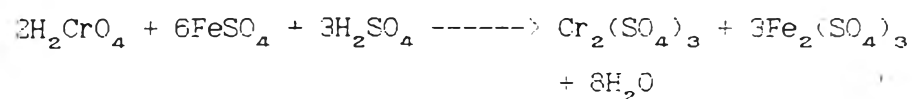
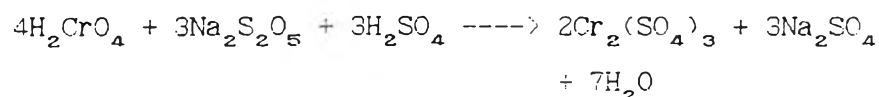
Table of solubility product constants at 25 °C.

Anion	Equilibrium Reaction	K_{sp}
Carbonates		
MgCO ₃	$\text{MgCO}_3(s) = \text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	4.0×10^{-5}
NiCO ₃	$\text{NiCO}_3(s) = \text{Ni}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	1.4×10^{-7}
CaCO ₃	$\text{CaCO}_3(s) = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	4.7×10^{-9}
MnCO ₃	$\text{MnCO}_3(s) = \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	4.0×10^{-10}
CuCO ₃	$\text{CuCO}_3(s) = \text{Cu}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	2.5×10^{-10}
FeCO ₃	$\text{FeCO}_3(s) = \text{Fe}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	2.0×10^{-11}
ZnCO ₃	$\text{ZnCO}_3(s) = \text{Zn}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	3.0×10^{-11}
CdCO ₃	$\text{CdCO}_3(s) = \text{Cd}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	5.2×10^{-12}
PbCO ₃	$\text{PbCO}_3(s) = \text{Pb}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	1.5×10^{-13}
Chromate		
CaCrO ₄	$\text{CaCrO}_4(s) = \text{Ca}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-}$	7.1×10^{-4}
PbCrO ₄	$\text{PbCrO}_4(s) = \text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-}$	1.8×10^{-14}
Fluoride		
MgF ₂	$\text{MgF}_2(s) = \text{Mg}^{2+} + 2\text{F}^-$	8×10^{-8}
CaF ₂	$\text{CaF}_2(s) = \text{Ca}^{2+} + 2\text{F}^-$	1.7×10^{-10}
Hydroxide		
Mg(OH) ₂	$\text{Mg(OH)}_2(s) = \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$	8.9×10^{-12}
Mn(OH) ₂	$\text{Mn(OH)}_2(s) = \text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^-$	2.0×10^{-13}
Cd(OH) ₂	$\text{Cd(OH)}_2(s) = \text{Cd}^{2+} + 2\text{OH}^-$	2.0×10^{-14}
Pb(OH) ₂	$\text{Pb(OH)}_2(s) = \text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^-$	4.2×10^{-15}
Fe(OH) ₂	$\text{Fe(OH)}_2(s) = \text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^-$	1.8×10^{-15}
Ni(OH) ₂	$\text{Ni(OH)}_2(s) = \text{Ni}^{2+} + 2\text{OH}^-$	1.6×10^{-16}
Zn(OH) ₂	$\text{Zn(OH)}_2(s) = \text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^-$	4.5×10^{-17}
Cu(OH) ₂	$\text{Cu(OH)}_2(s) = \text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^-$	1.6×10^{-19}
Cr(OH) ₃	$\text{Cr(OH)}_3(s) = \text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^-$	6.7×10^{-31}
Al(OH) ₃	$\text{Al(OH)}_3(s) = \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$	5.0×10^{-33}
Fe(OH) ₃	$\text{Fe(OH)}_3(s) = \text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^-$	6.0×10^{-38}
Phosphate		
MgNH ₄ PO ₄	$\text{MgNH}_4\text{PO}_4(s) = \text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+ + \text{PO}_4^{3-}$	2.5×10^{-13}
AlPO ₄	$\text{AlPO}_4(s) = \text{Al}^{3+} + \text{PO}_4^{3-}$	6.3×10^{-19}
Mn ₃ (PO ₄) ₂	$\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2(s) = 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-}$	1.0×10^{-22}
Ca ₃ (PO ₄) ₂	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(s) = 3\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-}$	1.3×10^{-32}
Mg ₃ (PO ₄) ₂	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2(s) = 3\text{Mg}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-}$	10^{-32}
Pb ₃ (PO ₄) ₂	$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2(s) = 3\text{Pb}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-}$	1.0×10^{-32}
Sulfate		
CaSO ₄	$\text{CaSO}_4(s) = \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$	2.5×10^{-5}
PbSO ₄	$\text{PbSO}_4(s) = \text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$	1.3×10^{-8}

ภาคผนวก ง.

การคำนวณปริมาณสารเคมีในการกำจัด CN และ Cr(VI)

การคำนวณสารเคมีสำหรับการรีดิวซ์ Cr(VI)



Cr(VI) 1 กรัม ในทางทฤษฎีต้องใช้ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 16.03 กรัม

3.5 เท่าของค่าทางทฤษฎี เท่ากับ 56.11 กรัม

Cr(VI) 1 กรัม ในทางทฤษฎีต้องใช้ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 2.81 กรัม

1.75 เท่าของค่าทางทฤษฎี เท่ากับ 4.92 กรัม

ตัวอย่าง Cr(VI) 212 mg/l . 500 ml

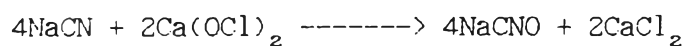
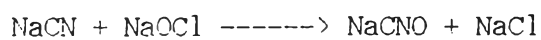
มี Cr(VI) 0.106 กรัม จะต้องใช้ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 5.95 กรัม

จะต้องใช้ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.52 กรัม

สามารถสรุปได้ดังนี้

Cr(VI) ,mg/l	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,กรัม	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$,กรัม
212	5.95	0.52
530	14.87	1.31
1060	29.74	2.61

การคำนวณสารเคมีเพื่อกำจัดไซยาไนด์



ไซยาไนด์(CN) 1 กรัม เปลี่ยนไปเป็นไซยาเนต(CNO) ต้องใช้ NaOCl 2.86 กรัม
หรือ ต้องใช้ Ca(OCl)_2 2.75 กรัม

CN 200 mg/l , 500 ml จะมี CN 0.1 กรัม

จะต้องใช้ NaOCl 0.286 กรัม หรือ ต้องใช้ Ca(OCl)_2 0.275 กรัม

ต้องใช้ NaOCl 10 % (ถพ.1.1814) = $0.286 \times 10 / 1.1814 = 2.42$ ml

หรือ Ca(OCl)_2 64 % = $0.275 / 0.64 = 0.43$ กรัม

สามารถสรุปได้ดังนี้

CN ,mg/l	NaOCl 10% ,ml				Ca(OCl)_2 64% ,gm			
	1.0*	1.25*	1.50*	2.0*	1.0*	1.25*	1.5*	2.0*
(500 ml)								
200	2.42	3.02	3.63	4.84	0.43	0.54	0.65	0.86
500	6.05	7.56	9.08	12.10	1.07	1.34	1.61	2.15
1000	12.10	15.13	18.16	24.21	2.15	2.69	3.22	4.30

* จำนวนเท่าของค่าความต้องการทางทฤษฎี

ภาคผนวก จ.
การสำรวจลักษณะน้ำเสียโรงงานชุบโลหะ

TABLE 1 CHARACTERISTICS OF WASTEWATER OF FACTORY I

I. ACIDIC WASTEWATER

PARAMETERS	11/3/35	12/3/35	13/3/35	14/3/35	16/3/35	AVE.	MAX.	MIN.	STDS
Q ,cu.m./d	7.987	9.574	9.077	8.995	8.939	8.914	9.574	7.987	0.576
pH	1.65	1.20	1.20	1.30	1.30	1.33	1.65	1.20	0.19
ACIDITY ,mg/l as CaCO ₃	2844	9044	10464	8160	8352	7773	10464	2844	2900
ALKALINITY ,mg/l as CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUSPENDED SOLIDS ,mg/l	20	108	79	98	53	72	108	20	36
DISSOLVED SOLIDS ,mg/l	2231	3078	3903	5133	3128	3507	5133	2231	1086
PRODUCT ,TONS/DAY						4.5			
WORKING TIMES ,hr.	8	8	10	10	8	8.8	10	8	1.1

II. ALKALINE WASTEWATER

PARAMETERS	11/3/35	12/3/35	13/3/35	14/3/35	16/3/35	AVE.	MAX.	MIN.	STDS
Q ,cu.m./d	5.325	6.382	6.052	5.996	5.960	5.943	6.382	5.325	0.384
pH	11.65	11.65	11.80	12.00	12.00	11.82	12.00	11.65	0.18
ACIDITY ,mg/l as CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALKALINITY ,mg/l as CaCO ₃	1722	1978	3949	1751	2185	2317	3949	1722	931
SUSPENDED SOLIDS ,mg/l	320	672	998	908	1670	914	1670	320	498
DISSOLVED SOLIDS ,mg/l	2376	3046	5880	5234	7474	4802	7474	2376	2089
GREASE&OIL ,mg/l	520	2173	661	1529	1637	1304	2173	520	697
WORKING TIMES ,hr.	8	8	10	10	8	8.8	10	8	1.1

III. TOXIC WASTEWATER

PARAMETERS	11/3/35	12/3/35	13/3/35	14/3/35	16/3/35	AVE.	MAX.	MIN.	STDS
Q ,cu.m./d	19.491	21.602	24.943	28.149	19.878	22.813	28.149	19.491	3.679
pH	10.15	7.00	9.95	6.20	6.10	7.88	10.15	6.10	2.01
ACIDITY ,mg/l as CaCO ₃	0	247	0	386	405	209	405	0	199
ALKALINITY ,mg/l as CaCO ₃	862	421	1110	140	124	543	1110	140	427
SUSPENDED SOLIDS ,mg/l	250	608	623	220	305	406	623	220	200
DISSOLVED SOLIDS ,mg/l	1252	4156	4552	4016	3060	3408	4552	1252	1321
Zn ,mg/l	130	365	550	356	336	360	550	130	128
Cr ,mg/l	12.2	11.2	32.8	25.6	77.4	31.8	77.4	11.2	27.1
Ni ,mg/l	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4			
Pb ,mg/l	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0			
CYANIDE mg/l as HCN	254	234	909	151	192	248	909	151	316

IV. COMBINED WASTEWATER

PARAMETERS	11/3/35	12/3/35	13/3/35	14/3/35	16/3/35	AVE.	MAX.	MIN.	STDS
Q ,cu.m./d	32.803	37.553	40.072	43.140	34.777	37.670	43.140	32.803	4.116
pH	1.75	1.90	2.15	2.50	1.95	2.05	2.50	1.75	0.29
ACIDITY ,mg/l as CaCO ₃	3456	2304	2208	1824	2496	2458	3456	1824	609
ALKALINITY ,mg/l as CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUSPENDED SOLIDS ,mg/l	444	558	444	376	186	402	558	186	137
DISSOLVED SOLIDS ,mg/l	4316	3772	6590	6678	8510	5973	8510	3772	1930
Zn ,mg/l	296	430	490	450	600	453	600	296	110
Cr ,mg/l	49.4	38.4	37.8	33.8	25.8	37	49.4	25.8	8.5
Ni ,mg/l	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4			
Pb ,mg/l	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0			
CYANIDE mg/l as HCN	52	5	244	234	229	155	244	5	117

TABLE 2 CHARACTERISTICS OF WASTEWATER OF FACTORY II

I. ALKALINE WASTEWATER

PARAMETERS	28/3/35	30/3/35	31/3/35*	1/4/35	2/4/35	AVE.	MAX.	MIN.	STDS
Q, cu. m./d	1.552	0.706	3.003	3.48	3.143	2.22	3.48	0.706	1.314
pH	9.22	7.79	2.74	7.61	7.44	8.02	9.22	7.44	0.82
ACIDITY, mg/l as CaCO ₃	0	13	260	13	21	12	21	0	9
ALKALINITY, mg/l as CaCO	661	288	0	232	257	360	661	232	202
SUSPENDED SOLIDS, mg/l	219	26	33	11	43	75	219	11	97
DISSOLVED SOLIDS, mg/l	1427	510	1346	332	372	660	1427	332	516
GREASE & OIL, mg/l	31.2	38.4	45.2	4.4	48.8	30.7	48.8	4.4	19
PRODUCT, ton/d	1.026	0.784	0.711	0.407	0.568	0.691	1.026	0.407	0.266
WORKING TIME, hr	15	8.5	12	8.5	15	11.8	15	8.5	3.8

II. TOXIC WASTEWATER

PARAMETERS	28/3/35	30/3/35	31/3/35	1/4/35	2/4/35	AVE.	MAX.	MIN.	STDS
Q, cu. m./d	22.666	14.164	12.368	16.672	19.205	17.015	22.666	12.366	4.08
pH	2.54	6.74	5.28	6.24	7.18	5.6	7.18	2.54	1.85
ACIDITY, mg/l as CaCO ₃	473	65	236	300	53	225	473	53	175
ALKALINITY, mg/l as CaCO	0	178	13	106	284	116	284	0	119
SUSPENDED SOLIDS, mg/l	29	19	63	76	80	53	80	19	28
DISSOLVED SOLIDS, mg/l	1380	493	1194	603	835	901	1380	493	379
Zn, mg/l	1.4	1	4	8	5	3.9	8	1	3
Cr, mg/l	242	40.8	154	86.8	41.8	113.1	242	40.8	85.6
Ni, mg/l	15	25.2	10.6	29	31.2	22.2	31.2	10.6	9
Pb, mg/l	<1.0	<1.0	1.4	1.8	<1.0	<1.0	1.8	<1.0	0.9
CYANIDE, mg/l as HCN	4.5	2.3	23	4.2	31	13	31	2.3	13.1

III. COMBINED WASTEWATER

PARAMETERS	28/3/35	30/3/35	31/3/35	1/4/35*	2/4/35	AVE.	MAX.	MIN.	STDS
Q, cu. m./d	24.218	14.87	15.369	20.152	22.348	19.201	24.218	14.87	4.779
pH	7.33	6.9	5.48	1.8	6.83	6.64	7.33	5.48	0.8
ACIDITY, mg/l as CaCO ₃	23	30	200	2126	42	74	200	23	84
ALKALINITY, mg/l as CaCO	227	225	38	0	222	178	227	38	93
SUSPENDED SOLIDS, mg/l	59	108	121	35	63	88	121	59	31
DISSOLVED SOLIDS, mg/l	547	550	1082	628	394	643	1082	394	301
Zn, mg/l	1.2	3	13.8	5	8	6.5	13.8	1.2	5.7
Cr, mg/l	32.4	45.8	89	30.8	12	45	89	12	32.6
Ni, mg/l	6.8	11	8.8	52	12	9.6	12	6.8	2.3
Pb, mg/l	<1.0	<1.0	10.4	2.8	<1.0	3	10.4	<1.0	5
CYANIDE, mg/l as HCN	2.9	5.8	3.8	4.2	5.7	4.5	5.8	2.9	1.5

* = NOT CALCULATED

ภาคผนวก ฉ.

การบำบัดน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นด่างด้วยน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรด

(น้ำเสียโรงงานที่ 1)

TABLE 1 ALKALINE WASTEWATER NEUTRALIZATION BY ACIDIC WASTEWATER

ALKALINE WASTE NEUTRALIZATION BY ACIDIC WASTEWATER (FACTORY II)

VOLUME OF ALKALINE WASTE : 100 ml

FINAL pH : pH 7

SEDIMENTATION TIME : 30 min

ITEM	11/3/35	12/3/35	13/3/35	14/3/35	16/3/35
INITIAL pH	12.08	11.95	12.15	12.24	12.31
ACIDIC WASTE USED ,ml	57.2	21	39.3	47.1	52.7
SLUDGE VOLUME ,ml	25	22	42	40	45
TOTAL DISSOLVED SOLIDS ,mg/l	1468	2200	3910	3376	3786
SUSPENDED SOLIDS ,mg/l	54	72	48	58	62



ภาคผนวก ช.

การบำบัดน้ำเสียที่มีโลหะหนักและไซยาไนด์

น้ำเสียสังเคราะห์

ภาคผนวก ช1.
การบำบัดน้ำเสียที่มีโครเมียม
น้ำเสียสังเคราะห์

TABLE 1 Cr (VI) REDUCTION BY USING $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ OR FeSO_4 Cr REDUCTION VOLUME OF SAMPLES 4 LITSI. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 1.75 TIMES

ITEM	Cr(VI) .mg/l			Cr 212 mg/l + Pb 208 mg/l
	212	530	1060	
INITIAL pH	2.66	2.21	1.93	2.21
H ₂ SO ₄ Conc USED ,ml	1.2	1.8	2.5	0.7
FINAL pH	2.13	2.40	2.51	2.01
FINAL Cr(VI) ,mg/l	0.0	0.0	0.0	0.2

II. FeSO_4 3.5 TIMES

ITEM	Cr(VI) ,mg/l		
	212	530	1060
INITIAL pH	2.49	2.09	*****
H ₂ SO ₄ Conc USED ,ml	3.2	4.3	*****
FINAL pH	1.81	1.91	*****
FINAL Cr(VI) ,mg/l	0.0	0.0	*****

TABLE 2 Cr TREATMENT BY USING $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ AND NaOH (Cr 212 mg/l)

IMPURITY : Cr 212 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE 500 ml.
 CHEMICAL USED : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
pH ADJUSTMENT NaOH 1 N,ml	11.6	12.1	12.2	12.3	12.5	13.1	13.5	15.4
FINAL pH	7.44	7.43	7.39	7.34	7.35	7.90	9.86	10.64
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	90	115	105	95	100	100	90	85
90 min (Sed.)	75	95	90	80	85	85	65	65
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	30	22	24	20	14	26	24	90
SS IN SLUDGE ,mg/l	3980	3020	3880	4120	3620	4200	4520	3960
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cr	16.8	2.7	2.2	2.3	1.2	0.9	3.5	26.5
DISSOLVED Cr	1.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	4.1	13.8

TABLE 3 Cr TREATMENT BY USING $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ AND NaOH (Cr 530 mg/l)

IMPURITY : Cr 530 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE 500 ml.
 CHEMICAL USED : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
pH ADJUSTMENT NaOH 1 N,ml	12.4	13.8	13.8	13.9	14.1	14.8	15.8	18.4
FINAL pH	8.91	7.32	7.52	7.85	7.94	7.82	9.06	10.57
SLUDGE VOLUME (ml/500ml.)								
30 min (Sed.)	185	185	185	245	245	240	240	240
90 min (Sed.)	155	145	140	180	165	165	165	165
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	108	50	44	18	20	50	26	34
SS IN SLUDGE ,mg/l	5060	5460	5340	4200	4940	4180	4580	5640
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cr	38.6	15.1	9.8	1.0	0.4	0.5	0.4	1.5
DISSOLVED Cr	2.0	1.2	0.8	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50ml.)	0.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.5	1.9	3.1

TABLE 4 Cr TREATMENT BY USING $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ AND NaOH (Cr 1060 mg/l)

IMPURITY : Cr 1060 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE 500 ml.
 CHEMICAL USED : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	25.6	26.9	27.6	28.0	29.2	30.8	32.8	36.3
FINAL pH	6.93	7.47	7.32	7.34	7.59	8.00	8.47	10.06
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	120	170	220	480	495	425	350	320
90 min (Sed.)	80	140	180	360	435	340	260	245
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	156	122	32	26	52	30	50	54
SS IN SLUDGE ,mg/l	8080	11520	13520	10800	9880	9380	8900	8920
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cr	81.2	25.5	1.2	0.9	0.9	0.9	0.9	1.2
DISSOLVED Cr	24.3	5.5	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0	0	0.5	0.7	1.4	2	4.3	9.7

TABLE 5 Cr TREATMENT BY USING $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ AND $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cr 212 mg/l)

IMPURITY : Cr 212 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE 500 ml.
 CHEMICAL USED : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
pH ADJUSTMENT								
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 1 N,ml	8.6	9.0	11.0	11.4	11.8	12.6	13.2	13.9
FINAL pH	7.47	7.56	7.55	7.68	8.40	8.70	9.87	10.56
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	115	135	160	185	200	215	210	225
90 min (Sed.)	80	95	110	125	140	150	150	155
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	20	16	8	14	8	16	10	12
SS IN SLUDGE ,mg/l	4300	4680	5100	4020	3720	3620	3680	3840
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cr	3.2	1.6	2.1	1.5	1.4	1.2	1.7	1.5
DISSOLVED Cr	1.8	0.8	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.2	1.8	2.6	3.3	3.6	4.1	5.4	6.0

TABLE 6 Cr TREATMENT BY USING $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ AND $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cr 530 mg/l)

IMPURITY : Cr 530 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	17.9	19.2	19.5	20.0	21.0	22.1	22.5	24.0
FINAL pH	7.45	7.76	7.87	8.12	8.19	8.22	8.15	8.82
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	280	385	385	395	390	420	435	435
90 min (Sed.)	180	255	265	260	235	270	280	285
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	46	28	16	20	36	24	14	16
SS IN SLUDGE ,mg/l	5600	5100	4400	4920	5960	5400	5660	5120
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cr	3.6	1.3	1.1	1.4	1.5	1.3	1.5	1.4
DISSOLVED Cr	2.0	0.9	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.2	1.4	1.5	2.1	2.2	2.2	2.2	4.5

TABLE 7 Cr TREATMENT BY USING $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ AND $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cr 1060 mg/l)

IMPURITY : Cr 1060 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	34.2	34.4	36.7	37.5	41.0	43.2	48.6	52.2
FINAL pH	7.29	7.50	7.92	7.99	8.16	8.26	8.61	10.12
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	490	480	450	445	455	455	465	465
90 min (Sed.)	300	335	325	305	320	335	345	385
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	52	38	40	42	48	22	42	26
SS IN SLUDGE ,mg/l	8620	7960	8560	9300	9220	8840	8620	9080
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cr	3.2	1.5	1.3	1.2	1.4	1.1	1.0	1.1
DISSOLVED Cr	2.1	1.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.2	1.4	2.4	2.4	3.3	3.5	4.2	19.2

TABLE 10 Cr TREATMENT BY USING FeSO_4 AND Ca(OH)_2 (Cr 212 mg/l)

IMPURITY : Cr 212 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : FeSO_4 , Ca(OH)_2

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	52.3	55.2	58.1	60.7	61.8	63.0	64.0	67.4
FINAL pH	5.97	6.85	7.30	7.34	7.13	8.57	10.02	9.04
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	225	215	240	260	305	260	325	385
90 min (Sed.)	165	165	170	170	190	195	210	230
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	72	82	64	80	82	70	72	90
SS IN SLUDGE ,mg/l	26100	23880	24040	19500	18060	20880	19840	20800
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cr	0.7	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.8
DISSOLVED Cr	0.5	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0	0	0.2	0.2	0.1	1.2	2.5	3.5

TABLE 11 Cr TREATMENT BY USING FeSO_4 AND Ca(OH)_2 (Cr 530 mg/l)

IMPURITY : Cr 530 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : FeSO_4 , Ca(OH)_2

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	108.0	110.0	116.0	120.0	122.5	123.9	125.0	126.4
FINAL pH	6.60	7.50	7.64	7.24	8.54	9.20	9.90	10.91
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	315	305	345	315	350	310	320	320
90 min (Sed.)	280	260	295	285	295	260	275	275
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	54	62	34	54	30	42	40	54
SS IN SLUDGE ,mg/l	43140	48620	44720	49360	46140	52240	51180	45440
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cr	1.0	0.9	1.1	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1
DISSOLVED Cr	0.6	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.0	0.2	0.2	0.1	0.8	1.1	1.9	4.6

TABLE 12 Cr-Pb TREATMENT BY USING $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ AND $\text{Ca}(\text{OH})_2$

IMPURITY : Cr 212 mg/l + Pb 208 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH		2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml		8.8	9.0	9.3	9.5	9.8	10.2	
FINAL pH		7.89	8.22	8.36	8.85	9.10	9.56	
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)		100	90	70	110	95	135	
90 min (Sed.)		80	70	60	85	75	100	
SS IN SUPERNATANT ,mg/l		42	46	42	42	38	34	
SS IN SLUDGE ,mg/l		5460	7060	7220	6600	6360	5740	
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cr		5.2	3.9	4.1	3.9	3.2	3.3	
DISSOLVED Cr		0.4	0.2	0.3	0.4	0.5	1.2	
TOTAL Pb		4.0	3.1	2.1	1.0	0.9	2.6	
DISSOLVED Pb		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)		0.6	0.8	1.0	1.4	1.7	2.4	

ภาคผนวก ช2.
การบำบัดน้ำเสียที่มีทองแดง
น้ำเสียสังเคราะห์

TABLE 13 Cu TREATMENT BY USING NaOH (Cu 244 mg/l)

IMPURITY : Cu 244 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE 500 ml.
 CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	6.4	9.8
FINAL pH	7.46	7.57	7.91	8.42	8.99	9.55	10.00	10.95
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	50	70	70	58	58	55	25	15
90 min (Sed.)	48	58	55	52	52	52	20	15
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	32	12	16	24	16	40	14	12
SS IN SLUDGE ,mg/l	3180	2700	2860	3300	3160	2860	8320	14740
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cu	8.2	10.0	6.8	7.4	6.9	6.8	7.8	6.4
DISSOLVED Cu	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	0.3	0.4	0.5	0.9	1.1	1.4	6.9	15.9

TABLE 14 Cu TREATMENT BY USING NaOH (Cu 609 mg/l)

IMPURITY : Cu 609 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE 500 ml.
 CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	11.2	11.6	11.8	12.0	12.2	12.4	12.6	13.4
FINAL pH	7.20	7.84	8.02	8.71	8.91	9.27	9.87	10.90
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	100	80	92	95	95	80	90	80
90 min (Sed.)	75	75	82	80	80	75	80	65
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	12	22	24	20	24	16	32	46
SS IN SLUDGE ,mg/l	5580	4000	5100	3780	4060	4720	4780	5140
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cu	8.5	7.8	6.4	7.0	5.0	8.9	6.1	7.5
DISSOLVED Cu	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	1.0	2.1	2.8

TABLE 15 Cu TREATMENT BY USING NaOH (Cu 1218 mg/l)

IMPURITY : Cu 1218 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	23.0	23.7	24.8	25.4	25.8	26.1	26.4	26.7
FINAL pH	7.42	7.85	8.11	8.63	9.10	9.45	10.03	10.69
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	32	55	100	155	102	118	128	160
90 min (Sed.)	30	50	82	115	75	90	95	110
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	166	60	54	48	78	26	52	68
SS IN SLUDGE ,mg/l	12320	12600	13000	9420	9160	10520	9420	7890
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cu	32.0	20.7	9.5	4.7	6.1	5.3	6.2	4.0
DISSOLVED Cu	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.7	3.3

TABLE 16 Cu TREATMENT BY USING NaOH (Cu 6092 mg/l)

IMPURITY : Cu 6092 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	113.7	113.9	114.2	115.9	118.9	118.9	120.9	122.0
FINAL pH	7.98	8.02	8.29	8.45	9.07	9.43	10.02	10.83
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	335	295	315	290	240	400	375	295
90 min (Sed.)	155	135	145	140	130	210	195	155
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	102	86	126	48	144	104	118	94
SS IN SLUDGE ,mg/l	29320	34760	33160	32900	38580	25200	25780	37920
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cu	15.7	22.1	15.8	15.7	14.9	8.0	12.2	17.3
DISSOLVED Cu	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.6	2.1

TABLE 17 Cu TREATMENT BY USING $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cu 244 mg/l)

IMPURITY : Cu 244 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.2	4.3	4.4
FINAL pH	7.20	7.54	8.16	8.67	9.06	9.68	10.06	10.73
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	62	72	48	60	50	55	50	65
90 min (Sed.)	55	65	42	55	45	50	40	35
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	18	32	34	28	16	30	22	24
SS IN SLUDGE ,mg/l	3780	3480	6820	4460	5620	4540	6020	6740
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cu	5.7	5.1	6.5	6.7	5.1	5.1	6.3	6.3
DISSOLVED Cu	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.2	2.6

TABLE 18 Cu TREATMENT BY USING $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cu 609 mg/l)

IMPURITY : Cu 609 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	10.9	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.8
FINAL pH	7.43	7.87	8.23	8.80	9.41	9.91	10.30	10.69
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	52	100	75	70	70	75	42	40
90 min (Sed.)	50	72	62	62	62	60	42	40
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	34	16	36	26	28	20	32	38
SS IN SLUDGE ,mg/l	11000	7420	10560	9500	9280	8920	12700	13840
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cu	6.8	4.6	6.5	5.7	5.9	6.0	8.5	11.4
DISSOLVED Cu	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.3	0.5	0.8	1.1	1.3	1.5	1.9	2.9

TABLE 19 Cu TREATMENT BY USING $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cu 1218 mg/l)

IMPURITY : Cu 1218 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE: 500 ml.
 CHEMICAL USED : $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	20.6	21.1	21.8	22.4	23.0	24.0	24.9	26.0
FINAL pH	7.21	8.89	8.36	8.83	9.22	9.52	9.85	11.02
SLUDGE VOLUME								
(ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	90	135	112	100	115	140	110	75
90 min (Sed.)	65	95	85	75	90	100	85	60
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	56	36	38	60	44	94	22	62
SS IN SLUDGE ,mg/l	15040	12560	14560	15000	17550	8700	10280	15800
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cu	5.7	4.7	6.2	6.4	7.4	6.6	8.9	14.1
DISSOLVED Cu	0.2	0.8	0.9	1.1	0.9	2.0	2.0	2.2
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2	6.0

TABLE 20 Cu TREATMENT BY USING $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cu 6092 mg/l)

IMPURITY : Cu 6092 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE: 500 ml.
 CHEMICAL USED : $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	112.5	112.8	113.0	113.5	114.0	116.8	129.0	130.8
FINAL pH	7.21	7.64	8.01	8.58	9.37	9.78	10.12	10.64
SLUDGE VOLUME								
(ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	365	425	390	455	370	350	438	472
90 min (Sed.)	210	295	260	315	225	220	255	272
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	12	10	10	14	26	16	24	26
SS IN SLUDGE ,mg/l	53120	38020	43740	39300	51900	52520	45600	45100
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Cu	5.1	4.5	4.7	4.8	6.0	4.9	4.7	8.1
DISSOLVED Cu	0.8	0.9	1.1	0.7	0.8	0.8	0.5	1.3
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.0

ภาคผนวก ช3.
การบำบัดน้ำเสียที่มีกลิ่น
น้ำเสียสังเคราะห์

TABLE 21 Ni TREATMENT BY USING NaOH (Ni 200 mg/l)

IMPURITY : Ni 200 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
pH ADJUSTMENT NaOH 1 N,ml	0.6	2.0	2.9	3.3	3.8	4.2	4.9	6.3
FINAL pH	7.51	7.60	8.03	8.60	9.16	9.61	10.27	10.95
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	15	60	85	90	90	90	70	65
90 min (Sed.)	15	50	65	70	70	70	65	50
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	24	22	20	12	22	8	10	8
SS IN SLUDGE ,mg/l	2720	4840	2500	2820	2760	3400	3460	4140
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL NI	184.0	64.6	17.6	6.2	5.6	5.1	5.4	5.4
DISSOLVED Ni	138.0	46.7	5.5	1.5	0.5	0.3	0.3	0.2
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	3.9	4.3	4.8	5.1	5.6	6.0	8.2	11.4

TABLE 22 Ni TREATMENT BY USING NaOH (Ni 500 mg/l)

IMPURITY : Ni 500 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06
pH ADJUSTMENT NaOH 1 N,ml	2.7	5.1	7.6	8.3	8.9	9.1	10.1	11.3
FINAL pH	7.18	7.43	8.11	8.51	9.25	9.81	10.15	10.72
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	65	120	155	160	175	150	120	140
90 min (Sed.)	55	90	120	125	135	115	90	100
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	16	18	14	12	10	12	16	16
SS IN SLUDGE ,mg/l	2840	3600	3600	4060	5800	6160	6220	5100
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL NI	344.5	148.2	23.7	9.6	4.3	2.0	1.9	1.6
DISSOLVED NI	291.1	111.4	12.3	3.4	0.3	0.2	0.2	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	1.6	2.4	2.9	4.7	7.5	9.5	12.1	16.9

TABLE 23 Ni TREATMENT BY USING NaOH (Ni 1000 mg/l)

IMPURITY : Ni 1000 mg/l
 VOLUME OF SAMLE : 500 ml.
 CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	4.7	11.4	15.7	17.6	18.7	20.1	20.6	22.5
FINAL pH	7.21	7.35	7.83	8.65	9.27	9.50	9.93	10.41
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	110	245	350	340	290	325	280	330
90 min (Sed.)	75	165	225	225	205	215	180	215
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	46	36	24	30	10	20	18	10
SS IN SLUDGE ,mg/l	6560	5980	5940	6300	5340	5380	6080	5960
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL NI	739.0	255.9	36.5	5.9	1.5	1.6	1.5	1.3
DISSOLVED NI	699.9	205.4	21.8	3.6	0.4	0.2	0.2	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	3.0	3.3	3.7	6.1	10.7	14.4	18.9	25.1

TABLE 24 Ni TREATMENT BY USING NaOH (Ni 5000 mg/l)

IMPURITY : Ni 5000 mg/l
 VOLUME OF SAMLE : 500 ml.
 CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	35.3	68.2	78.0	82.6	85.8	90.1	93.8	99.3
FINAL pH	7.13	7.61	8.01	8.49	9.14	9.56	10.07	10.44
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	360	495	500	495	485	495	520	530
90 min (Sed.)	240	375	355	390	375	410	410	410
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	208	94	52	58	98	138	78	68
SS IN SLUDGE ,mg/l	14200	16060	16860	12660	15440	15160	14820	16300
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL NI	2069.0	425.1	88.8	15.9	4.6	3.9	4.1	4.0
DISSOLVED NI	1984.0	387.1	69.8	8.3	1.5	0.3	0.4	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	2.3	4.8	6.8	8.7	18.1	29.1	45.5	62.7

TABLE 25 Ni TREATMENT BY USING Ca(OH)_2 (Ni 200 mg/l)

IMPURITY : Ni 200 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE 500 ml.
 CHEMICAL USED : Ca(OH)_2

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	7.21	7.21	7.21	7.21	7.21	7.21	7.21	7.21
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	0.3	0.5	1.1	1.4	2.3	2.6	3.6	3.7
FINAL pH	7.31	7.67	8.00	8.47	9.02	9.87	10.03	10.81
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	10	20	75	85	70	68	60	60
90 min (Sed.)	10	20	60	65	58	58	52	50
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	22	26	34	34	26	30	38	36
SS IN SLUDGE ,mg/l	1180	2040	3240	3720	4120	5180	4260	4540
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL NI	180.9	161.1	35.1	18.0	4.5	3.4	3.1	3.3
DISSOLVED NI	163.7	123.2	18.3	3.3	0.5	0.4	0.2	0.3
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.6	0.8	0.9	1.2	1.7	3.6	4.6	6.7

TABLE 26 Ni TREATMENT BY USING Ca(OH)_2 (Ni 500 mg/l)

IMPURITY : Ni 500 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE 500 ml.
 CHEMICAL USED : Ca(OH)_2

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	0.6	2.1	4.7	7.4	7.9	8.3	8.7	9.5
FINAL pH	7.50	7.56	8.23	9.21	8.97	9.54	9.87	10.71
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	10	55	148	152	160	140	125	125
90 min (Sed.)	10	40	100	105	120	105	95	95
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	26	28	14	28	26	32	22	22
SS IN SLUDGE ,mg/l	3440	3380	5340	5800	5180	6060	7040	6980
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL NI	460.5	392.0	24.4	2.6	2.5	1.2	1.1	1.1
DISSOLVED NI	436.6	365.4	21.5	1.2	1.0	0.5	0.4	0.5
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.2	1.3	2.0	4.2	3.2	5.3	6.7	10.8

TABLE 27 Ni TREATMENT BY USING Ca(OH)₂ (Ni 1000 mg/l)

IMPURITY : Ni 1000 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE 500 ml.
 CHEMICAL USED : Ca(OH)₂

ITEM	MIXING pH								
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	
INITIAL pH	6.94	6.94	6.94	6.94	6.94	6.94	6.94	6.94	
pH ADJUSTMENT									
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	7.1	9.5	14.3	15.8	17.3	18.8	25.0	29.5	
FINAL pH	7.13	7.45	8.40	8.92	9.25	9.94	10.48	10.77	
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)									
30 min (Sed.)	30	162	245	235	245	212	290	255	
90 min (Sed.)	25	120	185	190	185	165	180	170	
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	44	40	40	34	16	54	20	22	
SS IN SLUDGE ,mg/l	7760	7000	6420	7160	6340	7840	7020	7160	
HEAVY METALS ,mg/l									
TOTAL NI	808.0	333.4	10.4	3.4	1.3	1.2	0.9	1.5	
DISSOLVED NI	761.0	293.5	8.7	1.6	0.3	0.5	0.3	0.7	
pH ADJUSTMENT TO pH 7									
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	2.7	3.1	5.8	9.4	11.0	13.0	14.9	15.5	

TABLE 28 Ni TREATMENT BY USING Ca(OH)₂ (Ni 5000 mg/l)

IMPURITY : Ni 5000 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE 500 ml.
 CHEMICAL USED : Ca(OH)₂

ITEM	MIXING pH								
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	
INITIAL pH	6.08	6.08	6.08	6.08	6.08	6.08	6.08	6.08	
pH ADJUSTMENT									
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	62.2	72.3	83.6	85.7	87.7	91.0	94.0	102.1	
FINAL pH	6.97	7.28	7.84	8.50	9.05	9.66	10.00	10.75	
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)									
30 min (Sed.)	187	350	375	342	345	310	345	340	
90 min (Sed.)	120	210	245	245	245	230	255	240	
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	230	76	64	72	78	70	44	52	
SS IN SLUDGE ,mg/l	42580	39740	36020	36280	35080	38180	33680	33940	
HEAVY METALS ,mg/l									
TOTAL NI	2113.0	503.3	60.2	12.8	6.8	5.7	3.4	2.5	
DISSOLVED NI	2089.0	478.6	46.6	3.3	0.8	0.3	0.5	0.4	
pH ADJUSTMENT TO pH 7									
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.0	2.5	5.5	9.6	18.0	30.4	34.8	50.1	



ภาคผนวก ซ4.
การบำบัดน้ำเสียที่มีสิ่งกะสิ
น้ำเสียสังเคราะห์

TABLE 29 Zn TREATMENT BY USING NaOH (Zn 224 mg/l)

IMPURITY : Zn 224 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	6.41	6.41	6.41	6.41	6.41	6.41	6.41	6.41
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	3.0	3.2	3.7	3.8	4.0	4.4	4.8	5.8
FINAL pH	7.56	8.04	8.53	8.77	9.27	9.67	10.27	10.72
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	45	45	45	52	50	55	50	45
90 min (Sed.)	45	45	45	50	50	50	50	45
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	12	8	38	22	34	8	42	48
SS IN SLUDGE ,mg/l	2940	2600	4160	2530	3420	3400	4260	3200
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Zn	4.8	3.5	4.0	3.4	3.8	2.9	3.3	5.2
DISSOLVED Zn	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	0.5	0.8	1.6	1.8	3.0	4.5	5.4	11.6

TABLE 30 Zn TREATMENT BY USING NaOH (Zn 559 mg/l)

IMPURITY : Zn 559 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	7.1	7.5	8.0	8.4	9.0	9.5	10.6	12.0
FINAL pH	7.29	7.67	8.23	8.76	9.13	9.49	10.21	10.73
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	115	205	250	300	290	285	170	150
90 min (Sed.)	85	150	175	220	225	220	160	100
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	36	26	26	18	28	34	38	38
SS IN SLUDGE ,mg/l	5620	3920	2940	2600	2620	2780	3180	4480
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Zn	19.7	2.1	2.0	1.6	1.3	1.0	2.2	2.5
DISSOLVED Zn	14.8	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	1.0	1.5	1.7	2.9	4.0	5.8	6.7	11.8

TABLE 31 Zn TREATMENT BY USING NaOH (Zn 1118 mg/l)

IMPURITY : Zn 1118 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	15.6	16.7	18.1	19.0	20.0	20.3	21.9	24.4
FINAL pH	7.30	7.82	8.43	8.85	9.25	9.65	10.26	10.86
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	215	375	400	400	360	330	330	175
90 min (Sed.)	150	280	290	300	280	240	210	110
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	16	20	12	34	32	20	26	28
SS IN SLUDGE ,mg/l	7260	4320	4120	4200	4420	4680	5340	9920
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Zn	13.5	3.4	2.4	4.7	3.9	2.7	2.7	3.8
DISSOLVED Zn	9.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	0.7	1.6	3.8	5.1	6.0	7.0	12.7	20.4

TABLE 32 Zn TREATMENT BY USING NaOH (Zn 5588 mg/l)

IMPURITY : Zn 5588 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	78.4	82.1	83.7	87.5	89.8	93.2	96.7	103.6
FINAL pH	7.37	7.73	8.15	8.73	9.13	9.59	9.99	10.65
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	460	480	505	525	505	520	505	495
90 min (Sed.)	385	395	400	415	430	440	430	410
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	66	54	66	66	94	100	88	82
SS IN SLUDGE ,mg/l	14740	15060	14120	14580	13860	13880	13840	13260
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Zn	21.2	10.0	7.2	5.5	6.0	5.8	5.4	8.3
DISSOLVED Zn	12.2	3.4	0.6	0.2	0.3	0.4	1.1	3.9
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	1.1	2.2	4.8	9.0	10.8	11.0	23.4	33.1

TABLE 33 Zn TREATMENT BY USING $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Zn 224 mg/l)

IMPURITY : Zn 224 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	6.84	6.84	6.84	6.84	6.84	6.84	6.84	6.84
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	2.1	2.7	3.1	3.3	3.5	3.6	3.9	4.8
FINAL pH	7.47	7.69	8.32	8.93	9.06	9.76	9.90	10.64
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	35	45	40	50	45	45	38	50
90 min (Sed.)	30	35	40	45	40	40	32	40
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	6	12	10	6	16	18	20	22
SS IN SLUDGE ,mg/l	7620	4720	5620	5020	5540	6920	9520	5460
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Zn	6.9	3.8	3.9	3.0	3.6	2.8	3.7	3.2
DISSOLVED Zn	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.3	2.2	2.4	2.6	2.7	3.6	4.5	5.6

TABLE 34 Zn TREATMENT BY USING $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Zn 559 mg/l)

IMPURITY : Zn 559 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	3.6	4.0	4.5	5.2	5.5	6.2	6.9	8.0
FINAL pH	7.58	8.33	8.73	9.02	9.22	9.92	10.18	11.32
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	195	185	200	170	195	140	260	210
90 min (Sed.)	170	160	170	145	170	135	200	155
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	6	14	16	22	2	10	18	32
SS IN SLUDGE ,mg/l	3120	4960	3520	4200	3500	4700	2880	3620
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Zn	6.6	4.3	2.4	3.3	2.2	4.6	1.9	4.9
DISSOLVED Zn	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.0	2.3	2.4	3.0	3.7	6.3	5.8	14.5

TABLE 35 Zn TREATMENT BY USING Ca(OH)_2 (Zn 1118 mg/l)

IMPURITY : Zn 1118 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : Ca(OH)_2

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	9.7	10.6	12.0	15.5	21.8	18.2	20.1	21.5
FINAL pH	7.13	7.78	8.16	8.79	9.37	9.76	10.21	11.04
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	310	290	335	315	370	350	295	320
90 min (Sed.)	250	210	265	225	295	280	225	285
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	28	36	32	20	56	34	30	34
SS IN SLUDGE ,mg/l	7100	5440	6920	5420	4300	4920	4820	5260
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Zn	3.7	2.8	1.8	2.4	2.2	2.5	1.8	3.5
DISSOLVED Zn	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.5	1.9	3.3	4.6	7.3	7.9	9.5	13.8

TABLE 36 Zn TREATMENT BY USING Ca(OH)_2 (Zn 5588 mg/l)

IMPURITY : Zn 5588 mg/l

VOLUME OF SAMPLE 500 ml.

CHEMICAL USED : Ca(OH)_2

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	83.6	94.1	102.0	103.5	104.5	105.5	108.1	109.3
FINAL pH	7.89	8.20	8.57	8.83	9.36	9.74	9.80	10.51
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	335	425	460	475	455	475	495	425
90 min (Sed.)	255	330	330	400	390	400	410	255
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	48	54	32	34	66	50	24	50
SS IN SLUDGE ,mg/l	35340	27520	29540	23020	23460	22840	21860	34760
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Zn	4.7	5.1	2.6	2.1	2.8	4.5	4.5	5.4
DISSOLVED Zn	1.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.9	1.4	2.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	3.1	4.8	7.4	9.3	14.7	18.0	18.9	34.7

ภาคผนวก ช5.
การบำบัดน้ำเสียที่มีทองแดง นิเกิลและสังกะสี
น้ำเสียสังเคราะห์

TABLE 37 Cu-Ni-Zn TREATMENT BY USING NaOH

IMPURITY : Zn 224 mg/l + Ni 200 mg/l + Cu 244 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	9.5	9.8	11.0	11.6	12.1	12.6	13.1	14.8
FINAL pH	7.21	7.52	8.47	8.81	9.25	9.61	10.09	10.72
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	150	195	155	155	160	170	160	155
90 min (Sed.)	135	155	130	130	135	133	125	120
SS IN SUPERNATANT .mg/l	36	46	56	50	40	42	46	54
SS IN SLUDGE .mg/l	3440	3940	5220	6360	5940	5640	6080	6620
HEAVY METALS .mg/l								
TOTAL Ni	46.8	24.8	1.2	0.5	1.0	0.5	0.6	0.4
DISSOLVED Ni	39.4	16.0	0.8	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2
TOTAL Cu	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4	0.6
DISSOLVED Cu	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL Zn	9.5	3.1	1.0	0.7	0.7	0.6	0.5	0.9
DISSOLVED Zn	7.9	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml,50 ml.)	0.3	0.6	2.2	3.0	3.9	5.0	6.6	10.8

TABLE 38 Cu-Ni-Zn TREATMENT BY USING NaOH

IMPURITY : Zn 559 mg/l + Ni 500 mg/l + Cu 609 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	24.0	25.7	27.6	28.9	30.5	31.5	33.8	35.4
FINAL pH	7.27	7.69	8.36	8.83	9.34	9.78	10.08	10.61
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	355	372	378	395	390	395	365	325
90 min (Sed.)	255	295	295	315	305	320	290	280
SS IN SUPERNATANT .mg/l	74	56	56	36	38	60	40	38
SS IN SLUDGE .mg/l	6600	5720	6920	6140	6180	6420	6680	6900
HEAVY METALS .mg/l								
TOTAL Ni	90.1	21.1	2.7	0.8	0.8	0.5	0.3	0.5
DISSOLVED Ni	69.0	12.2	1.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3
TOTAL Cu	1.4	1.0	0.8	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4
DISSOLVED Cu	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
TOTAL Zn	15.2	2.8	0.9	0.5	0.7	0.4	0.5	0.9
DISSOLVED Zn	11.4	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H2SO4 0.018 N (ml 50 ml.)	0.8	1.2	3.7	6.5	8.6	10.8	14.4	19.6

TABLE 39 Cu-Ni-Zn TREATMENT BY USING NaOH

IMPURITY : Zn 1118 mg/l + Ni 1000 mg/l + Cu 1218 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
pH ADJUSTMENT								
NaOH 1 N,ml	53.1	55.8	57.5	61.4	64.4	65.4	67.9	70.9
FINAL pH	7.11	7.70	8.31	8.81	9.38	9.70	10.12	10.65
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	475	480	475	505	510	510	510	515
90 min (Sed.)	360	360	380	385	395	400	580	400
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	58	86	70	78	42	78	56	84
SS IN SLUDGE ,mg/l	9080	9600	9760	9400	9020	10030	9840	9480
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Ni	136.9	23.5	3.0	1.1	1.2	1.3	1.4	0.8
DISSOLVED Ni	127.9	20.6	1.8	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
TOTAL Cu	1.0	0.7	0.8	0.7	0.7	0.9	0.7	0.7
DISSOLVED Cu	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
TOTAL Zn	12.9	1.8	0.8	0.6	0.7	1.0	1.0	1.3
DISSOLVED Zn	10.7	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)								
	0.6	2.4	4.9	6.5	6.2	13.0	23.5	27.7

TABLE 40 Cu-Ni-Zn TREATMENT BY USING Ca(OH)₂

IMPURITY : Zn 224 mg/l + Ni 200 mg/l + Cu 244 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : Ca(OH)₂

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	7.1	10.5	11.4	12.6	13.2	14.2	14.5	16.0
FINAL pH	7.36	8.06	8.53	9.08	9.59	9.84	10.37	11.00
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	150	160	180	180	175	170	170	170
90 min (Sed.)	125	140	145	145	140	135	130	130
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	10	12	16	12	12	12	18	6
SS IN SLUDGE ,mg/l	4500	5180	5080	4500	5580	6880	5740	6760
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Ni	45.6	4.7	0.8	0.8	0.6	0.7	0.7	0.6
DISSOLVED Ni	40.3	3.7	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
TOTAL Cu	0.8	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
DISSOLVED Cu	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL Zn	8.1	1.0	0.5	0.5	0.4	0.8	0.9	0.6
DISSOLVED Zn	7.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)								
	0.2	1.0	2.5	3.3	4.5	5.6	6.9	9.9

TABLE 41 Cu-Ni-Zn TREATMENT BY USING Ca(OH)_2

IMPURITY : Zn 559 mg/l + Ni 500 mg/l + Cu 609 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : Ca(OH)_2

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	21.3	25.9	30.0	31.2	33.2	33.9	35.6	36.2
FINAL pH	7.47	7.89	8.57	9.10	9.35	9.63	9.95	10.64
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	340	390	410	415	330	320	320	345
90 min (Sed.)	215	245	265	280	245	245	240	255
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	38	30	32	30	42	30	32	48
SS IN SLUDGE ,mg/l	7360	7100	6480	6280	7140	7380	8240	7780
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Ni	47.5	10.6	0.6	0.6	0.5	0.9	0.5	0.5
DISSOLVED Ni	46.2	9.7	0.8	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2
TOTAL Cu	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	1.2
DISSOLVED Cu	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3
TOTAL Zn	4.2	0.8	0.5	0.6	0.5	0.6	0.8	1.3
DISSOLVED Zn	3.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.6	1.4	3.9	6.7	6.4	10.2	11.6	13.9

TABLE 42 Cu-Ni-Zn TREATMENT BY USING Ca(OH)_2

IMPURITY : Zn 1118 mg/l + Ni 1000 mg/l + Cu 1218 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : Ca(OH)_2

ITEM	MIXING pH							
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
INITIAL pH	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
pH ADJUSTMENT								
Ca(OH) ₂ 1 N,ml	54.6	56.5	61.2	62.6	66.2	67.8	69.3	72.2
FINAL pH	7.15	7.62	8.44	8.98	9.44	9.82	10.14	10.67
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)								
30 min (Sed.)	300	285	310	350	345	375	390	400
90 min (Sed.)	240	230	240	270	265	285	240	245
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	58	52	42	44	42	54	58	46
SS IN SLUDGE ,mg/l	18140	18780	18360	17500	17320	17220	19360	18560
HEAVY METALS ,mg/l								
TOTAL Ni	130.2	30.2	2.2	1.4	1.1	1.5	1.2	0.9
DISSOLVED Ni	109.4	26.7	1.9	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0
TOTAL Cu	1.4	1.7	0.9	0.9	1.0	1.2	1.0	2.0
DISSOLVED Cu	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	1.2
TOTAL Zn	8.0	2.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0
DISSOLVED Zn	7.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
pH ADJUSTMENT TO pH 7								
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.7	1.6	6.0	11.4	16.0	19.4	23.0	25.6

ภาคผนวก ช6.
การบำบัดน้ำเสียที่มีไฮยาไนต์
น้ำเสียสังเคราะห์

CYANIDE TREATMENT

I. PURE CYANIDE

ITEM	INITIAL CN ,mg/l as CN		
	200	500	1000
NaOCl 1.0 TIMES			
INITIAL pH	11.64	11.80	12.13
FINAL pH	11.65	11.85	12.16
FINAL CN	5.5	8.0	10.5
NaOCl 1.25 TIMES			
INITIAL pH	*****	*****	12.88
FINAL pH	*****	*****	12.82
FINAL CN	*****	*****	0
NaOCl 1.5 TIMES			
INITIAL pH	11.64	11.80	12.13
FINAL pH	11.67	11.86	12.15
FINAL CN	0	0	0
NaOCl 2.0 TIMES			
INITIAL pH	11.64	11.80	12.13
FINAL pH	11.70	11.87	12.16
FINAL CN	0	0	0
Ca(OCl)₂ 1.0 TIMES			
INITIAL pH	11.64	11.80	12.13
FINAL pH	11.79	11.90	12.24
FINAL CN	9	20	15
Ca(OCl)₂ 1.5 TIMES			
INITIAL pH	11.64	11.80	12.13
FINAL pH	11.83	11.95	12.21
FINAL CN	0	0	0
Ca(OCl)₂ 2.0 TIMES			
INITIAL pH	11.64	11.80	12.13
FINAL pH	11.92	11.98	12.29
FINAL CN	0	0	0

II. CYANIDE AND HEAVY METALS

ITEM	INITIAL CN = 1000 mg/l as CN		
	CU+CN	Zn+CN	CuZnNi+CN
NaOCl 1.25 TIMES			
INITIAL pH	*****	*****	12.58
FINAL pH	*****	*****	12.54
FINAL CN	*****	*****	0
NaOCl 1.50 TIMES			
INITIAL pH	12.11	12.21	12.35
FINAL pH	11.89	12.04	12.25
FINAL CN	0	0	0
NaOCl 2.0 TIMES			
INITIAL pH	12.11	12.21	12.35
FINAL pH	11.93	12.13	12.28
FINAL CN	0	0	0

CYANIDE MEASUREMENT TEST**I. CYANIDE DISTILLATION**

ITEM	INITIAL CYANIDE ,mg/l as CN	DETECTED CYANIDE .mg/l as CN
DISTILLATION TIME 1 Hr NaOH 100 ml	15	7.5
DISTILLATION TIME 1 Hr NaOH 150 ml	100	35
DISTILLATION TIME 3 Hr NaOH 150 ml	100	98

** SUCTION FOR 30 min AFTER SWITCHED OFF

II. EFFECT OF DISTILLATION ON CYANIDE MEASUREMENT**FACTORY I****CYANIDE MEASUREMENT mg/l as CN**

DD/MM/YY	TOXIC WASTEWATER		COMBINED WASTEWATER	
	YES	NO	YES	NO
11/3/35	245	155	50	***
12/3/35	225	205	5	***
13/3/35	875	410	235	***
14/3/35	145	100	225	***
16/3/35	185	155	230	***

YES = DISTILLATION

NO = NO DISTILLATION

*** = NOT DETECTED

FACTORY II**CYANIDE MEASUREMENT mg/l as CN**

DD/MM/YY	TOXIC WASTEWATER		COMBINED WASTEWATER	
	YES	NO	YES	NO
28/3/35	4.3	0.6	2.8	0.1
30/3/35	2.2	0.2	5.6	0.3
31/3/35	22	0.7	3.5	0.6
1/4/35	4.0	0.2	4.0	0.1
2/4/35	30	0.6	2.5	0.3

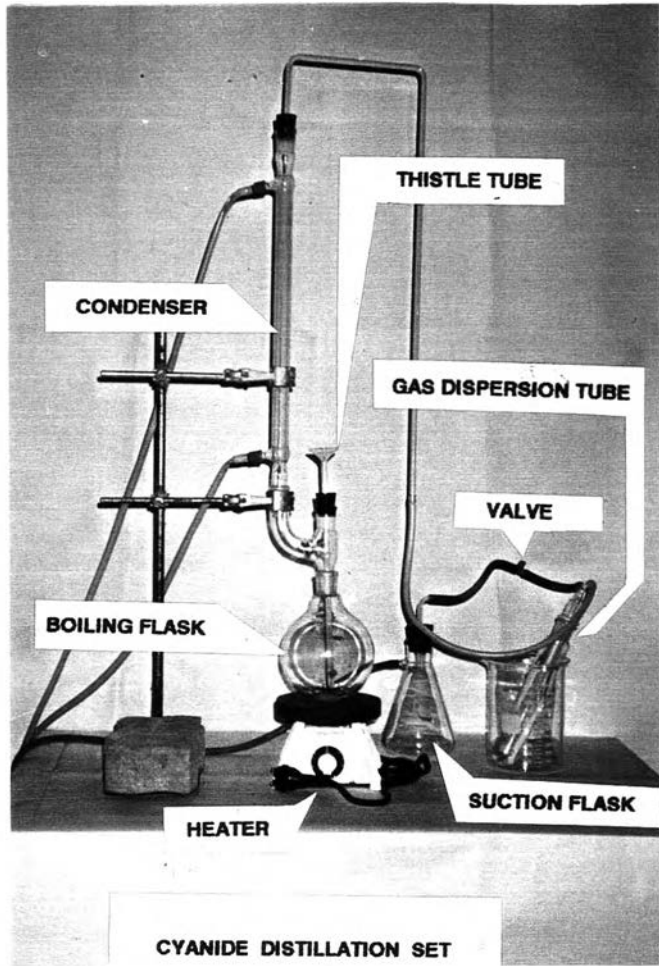
YES = DISTILLATION

NO = NO DISTILLATION

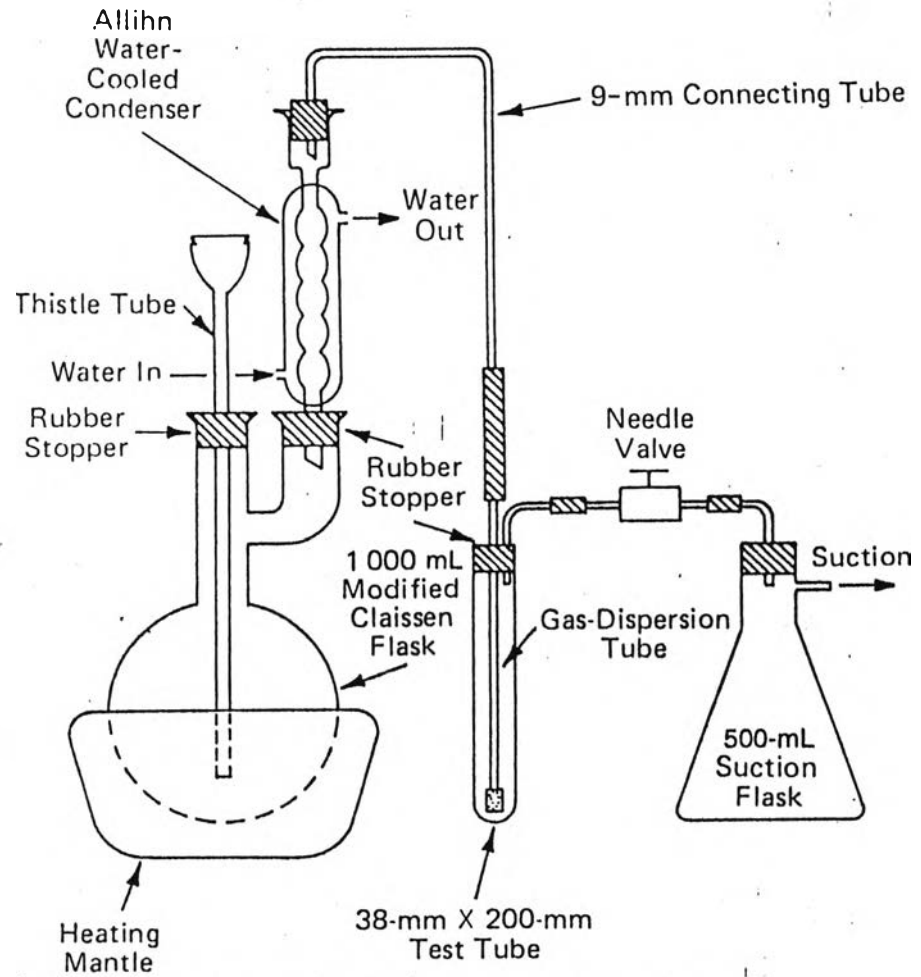
*** = NOT DETECTED

III. EFFECT OF HEAVY METALS ON CYANIDE MEASUREMENT

ITEM	INITIAL CYANIDE ,mg/l as CN	DETECTED CYANIDE .mg/l as CN
CN	1000	1000
CN+Zn	1000	750
CN+Cu	1000	75
CN+Ni+Zn+Cu	1000	50



(ก) ชุดกลั่นไซยาไนด์ในห้องปฏิบัติการ



(ข) ภาพจำลองใน Standard Method

อุปกรณ์สำหรับหาค่าไซยาไนด์น้ำเสีย

ภาคผนวก ซ7.

การบำบัดน้ำเสียที่มีทองแดง นิกเกิล สังกะสีและไซยาไนด์
น้ำเสียสังเคราะห์

TABLE 45 Zn-CN TREATMENT BY USING NaOCl AND H₂SO₄

IMPURITY : Zn 224 mg/l + CN 200 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.14	11.14	11.14	11.14	11.14	11.14
pH ADJUSTMENT						
H ₂ SO ₄ 1 N,ml	3.2	2.8	2.3	2.2	1.7	1.3
FINAL pH	8.03	8.42	8.86	9.15	9.36	10.06
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	100	100	95	95	80	50
90 min (Sed.)	100	100	95	95	80	50
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	36	26	26	18	34	36
SS IN SLUDGE ,mg/l	2460	1520	2720	2420	2140	1500
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Zn	6.5	6.2	5.7	2.6	9.1	26.1
DISSOLVED Zn	2.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7						
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	6.9	14.3	8.1	8.3	9.9	10.9

TABLE 46 Zn-CN TREATMENT BY USING NaOCl AND H₂SO₄

IMPURITY : Zn 559 mg/l + CN 500 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.54	11.54	11.54	11.54	11.54	11.54
pH ADJUSTMENT						
H ₂ SO ₄ 1 N,ml	7.8	7.3	6.4	5.9	5.1	4.4
FINAL pH	7.92	7.60	8.73	9.04	7.63	9.95
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	220	230	150	150	120	80
90 min (Sed.)	200	200	150	150	105	70
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	72	72	62	76	74	90
SS IN SLUDGE ,mg/l	4660	3460	4720	2560	3640	5960
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Zn	43.0	32.8	6.1	7.7	8.7	7.7
DISSOLVED Zn	35.5	24.4	0.9	0.4	0.0	0.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7						
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	7.4	5.1	7.2	9.8	4.1	12.8

TABLE 47 Zn-CN TREATMENT BY USING NaOCl AND H₂SO₄

IMPURITY : Zn 1118 mg/l + CN 1000 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60
pH ADJUSTMENT						
H ₂ SO ₄ 1 N,ml	16.3	15.4	13.8	13.5	11.8	11.0
FINAL pH	7.95	8.18	8.50	8.85	9.62	10.24
SLUDGE VOLUME						
(ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	100	60	30	30	25	25
90 min (Sed.)	100	55	30	30	25	25
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	54	72	82	116	154	256
SS IN SLUDGE ,mg/l	9320	10580	14420	11480	34000	33560
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Zn	166.8	120.9	95.6	84.3	71.9	70.9
DISSOLVED Zn	139.8	114.8	92.7	44.8	52.7	2.4
pH ADJUSTMENT TO pH 7						
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.5	3.5	4.8	5.3	11.0	14.9

TABLE 48 Cu-CN TREATMENT BY USING NaOCl AND H₂SO₄

IMPURITY : Cu 244 mg/l + CN 200 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
INITIAL pH	11.36	11.36	11.36	11.36	11.36	11.36
pH ADJUSTMENT						
H ₂ SO ₄ 1 N,ml	1.7	1.6	1.3	1.2	1.1	1.0
FINAL pH	7.90	7.54	8.19	8.31	9.19	9.70
SLUDGE VOLUME						
(ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	35	35	35	35	35	35
90 min (Sed.)	30	30	30	30	30	30
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	48	48	44	34	52	48
SS IN SLUDGE ,mg/l	5360	6260	5880	6620	5600	5860
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Cu	12.9	17.0	32.7	15.8	13.8	18.2
DISSOLVED Cu	0.2	3.6	17.5	4.3	1.0	7.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7						
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	3.4	2.7	3.8	5.0	3.1	5.3

TABLE 49 Cu-CN TREATMENT BY USING NaOCl AND H₂SO₄

IMPURITY : Cu 609 mg/l + CN 500 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89
pH ADJUSTMENT						
H ₂ SO ₄ 1 N.ml	3.8	3.6	3.5	3.4	3.2	2.9
FINAL pH	7.66	8.28	8.62	8.82	9.36	9.70
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	70	75	75	75	75	75
90 min (Sed.)	60	60	60	60	60	60
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	64	42	54	52	44	52
SS IN SLUDGE ,mg/l	7340	5020	7200	7180	7320	6520
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Cu	21.8	20.1	10.6	17.4	13.4	14.1
DISSOLVED Cu	10.6	11.0	5.2	11.4	8.5	9.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7						
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.4	2.6	3.4	3.1	4.1	4.2

TABLE 50 Cu-CN TREATMENT BY USING NaOCl AND H₂SO₄

IMPURITY : Cu 1218 mg/l + CN 1000 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
INITIAL pH	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27
pH ADJUSTMENT						
H ₂ SO ₄ 1 N,ml	7.9	7.2	6.9	6.6	6.3	6.1
FINAL pH	8.47	8.23	8.63	8.87	9.27	9.73
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	110	110	120	120	130	110
90 min (Sed.)	85	85	95	95	100	85
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	72	102	100	94	104	112
SS IN SLUDGE ,mg/l	9920	10460	9760	10080	8640	11400
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Cu	33.3	13.1	37.7	16.3	10.5	25.4
DISSOLVED Cu	17.1	6.0	27.8	11.2	6.0	19.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7						
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	4.4	4.1	4.2	4.3	5.2	6.2

TABLE 51 Cu-Ni-Zn-CN TREATMENT BY USING NaOCl AND H₂SO₄

IMPURITY : Zn 224 mg/l + Ni 200 mg/l + Cu 244 mg/l + CN 200 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMANDS , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	12.61	12.61	12.61	12.61	12.61	12.61
pH ADJUSTMENT						
H ₂ SO ₄ 1 N,ml	9.9	8.9	8.2	7.6	7.3	7.0
FINAL pH	8.30	8.57	8.80	9.28	9.58	10.02
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	175	175	170	150	175	165
90 min (Sed.)	140	140	150	145	175	150
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	80	54	74	49	56	80
SS IN SLUDGE ,mg/l	5060	5180	5100	5140	3160	4560
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Ni	37.9	35.6	33.7	29.2	27.1	24.5
DISSOLVED Ni	35.2	30.8	28.8	28.3	21.8	22.4
TOTAL Cu	2.7	2.9	3.6	1.7	2.1	0.9
DISSOLVED Cu	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1
TOTAL Zn	3.8	2.4	3.0	1.0	1.5	0.4
DISSOLVED Zn	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7						
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	5.2	5.3	5.6	5.9	7.4	8.8

TABLE 52 Cu-Ni-Zn-CN TREATMENT BY USING NaOCl AND H₂SO₄

IMPURITY : Zn 559 mg/l + Ni 500 mg/l + Cu 609 mg/l + CN 500 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMANDS , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	12.58	12.58	12.58	12.58	12.58	12.58
pH ADJUSTMENT						
H ₂ SO ₄ 1 N,ml	12.8	11.9	10.3	9.3	8.7	8.0
FINAL pH	8.13	8.63	9.01	9.42	9.88	10.15
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	330	285	270	345	260	280
90 min (Sed.)	210	200	195	215	195	200
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	116	114	118	106	106	120
SS IN SLUDGE ,mg/l	8380	6980	8960	8520	8640	8900
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Ni	95.6	93.3	84.3	80.6	65.5	64.9
DISSOLVED Ni	88.5	85.4	83.5	76.2	64.6	64.5
TOTAL Cu	3.4	1.5	1.8	1.3	1.4	0.9
DISSOLVED Cu	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1
TOTAL Zn	7.7	2.1	1.4	1.1	1.0	0.6
DISSOLVED Zn	4.0	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7						
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	4.7	6.0	7.3	8.4	9.0	10.2

TABLE 53 Cu-Ni-Zn-CN TREATMENT BY USING NaOCl AND H₂SO₄

IMPURITY : Zn 1118 mg/l + Ni 1000 mg/l + Cu 1218 mg/l + CN 1000 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMANDS , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67
pH ADJUSTMENT H ₂ SO ₄ 1 N,ml	25.6	24.2	23.4	19.0	18.6	17.7
FINAL pH	8.06	8.61	9.01	9.51	9.81	10.30
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	470	365	350	343	430	385
90 min (Sed.)	355	280	295	280	350	315
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	64	150	118	142	144	180
SS IN SLUDGE ,mg/l	13900	19620	12600	46960	12840	22180
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Ni	112.2	102.1	123.6	111.0	66.9	54.9
DISSOLVED Ni	105.6	97.8	118.4	107.5	60.5	49.0
TOTAL Cu	2.0	1.2	1.3	0.7	1.4	1.1
DISSOLVED Cu	1.3	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1
TOTAL Zn	60.0	5.9	2.8	1.1	1.3	0.9
DISSOLVED Zn	26.9	5.0	1.7	0.4	0.0	0.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	6.4	8.0	11.2	12.7	15.5	19.3

ภาคผนวก ซ.

การบำบัดน้ำเสียจริงจากโรงงานชุบโลหะ

TABLE 1 RAW WASTEWATER TREATMENT OF FACTORY I (6/10/35)

FACTORY I 6/10/35
 IMPURITY : Zn 398 mg/l + CN 620 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.
 CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15	11.15
pH ADJUSTMENT H ₂ SO ₄ 1 N,ml	6.1	5.4	4.5	3.8	3.1	2.2
FINAL pH	7.33	7.73	8.36	8.56	9.13	9.55
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	170	180	155	160	170	160
90 min (Sed.)	140	140	130	130	135	130
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	78	124	116	96	112	102
SS IN SLUDGE ,mg/l	11640	8300	12840	9440	12500	12360
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Zn	9.0	5.3	2.5	2.5	3.6	1.6
DISSOLVED Zn	6.2	1.7	0.2	0.1	0.0	0.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	3.6	6.3	11.5	13.9	17.5	21.5

NaOH 1 N 44.6 ml

(pH 1.80 to 11)

NaOCl 10% 9.4 ml

TABLE 2 RAW WASTEWATER TREATMENT OF FACTORY I (7/10/35)

FACTORY I 7/10/35
 IMPURITY : Zn 688 mg/l + CN 700 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.
 CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.17	11.17	11.17	11.17	11.17	11.17
pH ADJUSTMENT H ₂ SO ₄ 1 N,ml	8.6	8.0	7.6	7.5	6.3	5.6
FINAL pH	6.96	7.35	8.15	9.05	9.38	9.77
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	125	130	115	115	115	115
90 min (Sed.)	100	100	90	90	90	90
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	126	152	128	160	124	120
SS IN SLUDGE ,mg/l	7960	7920	10860	8900	10660	6400
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Zn	40.6	41.3	7.0	2.7	2.5	1.2
DISSOLVED Zn	24.6	27.0	0.4	0.0	0.0	0.0
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.0	2.6	3.7	17.4	23.6	29.9

NaOH 1 N 35.8 ml

(pH 1.94 to 11)

NaOCl 10% 10.6 ml

TABLE 3 RAW WASTEWATER TREATMENT OF FACTORY I (8/10/35)

FACTORY I 8/10/35
 IMPURITY : Zn 942 mg/l + CN 620 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.
 CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.28	11.28	11.28	11.28	11.28	11.28
pH ADJUSTMENT						
H ₂ SO ₄ 1 N.ml	9.9	7.0	5.7	4.3	3.8	2.9
FINAL pH	7.54	8.07	8.71	9.19	9.63	9.92
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	110	105	100	105	95	110
90 min (Sed.)	90	85	85	90	85	90
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	146	112	166	140	136	132
SS IN SLUDGE ,mg/l	4000	4260	9020	8820	7680	9200
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Zn	8.8	4.2	3.6	2.6	2.1	2.0
DISSOLVED Zn	3.6	1.2	0.5	0.4	0.3	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7						
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	4.9	6.8	13.0	17.5	28.3	51.2

NaOH 1 N 28.5 ml
 (pH 1.95 to 11)
 NaOCl 10% 9.4 ml

TABLE 4 RAW WASTEWATER TREATMENT OF FACTORY I (9/10/35)

FACTORY I 9/10/35
 IMPURITY : Zn 592 mg/l + CN 665 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.
 CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34
pH ADJUSTMENT						
H ₂ SO ₄ 1 N.ml	6.4	4.1	4.0	3.2	1.8	1.4
FINAL pH	7.33	7.83	8.04	8.45	8.94	9.09
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	185	180	200	195	210	200
90 min (Sed.)	130	130	135	130	135	130
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	120	92	170	128	104	76
SS IN SLUDGE ,mg/l	13220	13680	15440	15160	12240	14360
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL Zn	37.4	7.5	6.4	4.7	3.7	2.1
DISSOLVED Zn	29.7	2.1	1.2	0.3	0.2	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7						
H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	2.5	5.7	7.0	10.5	16.1	16.7

NaOH 1 N 26.0 ml
 (pH 2.19 to 11)
 NaOCl 10% 10.1 ml

TABLE 5 RAW WASTEWATER TREATMENT OF FACTORY II (6/10/35)

FACTORY II 6/10/35
 Impurity : Ni 16.8 mg/l + CN 35 mg/l
 Volume of sample : 500 ml.
 Chemical used : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	mixing pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09
pH ADJUSTMENT H ₂ SO ₄ 1 N,ml	5.2	4.8	3.9	3.3	2.3	1.8
FINAL pH	7.52	8.13	8.82	9.25	9.78	10.12
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	5	10	10	15	20	20
90 min (Sed.)	5	10	10	15	20	20
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	64	50	62	70	60	64
SS IN SLUDGE ,mg/l	8060	11920	7820	6600	5600	7000
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL NI	9.1	2.4	2.1	2.1	2.2	2.1
DISSOLVED NI	8.0	2.0	1.5	1.4	1.4	1.4
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	2.0	4.2	6.6	8.9	12.0	15.9

NaOH 1 N 6.4 ml
 (pH 7.00 to 11)
 NaOCl 10% 0.5 ml

TABLE 6 RAW WASTEWATER TREATMENT OF FACTORY II (7/10/35)

FACTORY I 7/10/35
 Impurity : Ni 54.7 mg/l + CN 6 mg/l
 Volume of sample : 500 ml.
 Chemical used : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	mixing pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82
pH ADJUSTMENT H ₂ SO ₄ 1 N,ml	18.8	16.7	16.2	15.9	15.4	14.9
FINAL pH	7.55	8.17	8.64	9.19	9.58	9.98
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	45	50	55	60	65	65
90 min (Sed.)	45	50	55	60	65	65
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	88	52	74	60	98	88
SS IN SLUDGE ,mg/l	4960	5840	5280	5180	5500	6580
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL NI	14.1	2.0	2.2	1.5	1.7	1.7
DISSOLVED NI	8.9	1.0	0.3	0.4	0.2	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	1.5	1.8	3.9	5.1	6.5	9.7

NaOH 1 N 26.4 ml
 (pH 2.60 to 11)
 NaOCl 10% 0.1 ml

TABLE 7 RAW WASTEWATER TREATMENT OF FACTORY II (8/10/35)

FACTORY II 8/10/35
 IMPURITY : Ni 12.4 mg/l + CN 35 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.
 CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.05	11.05	11.06	11.06	11.06	11.06
pH ADJUSTMENT H ₂ SO ₄ 1 N.ml	5.1	3.7	3.4	2.7	1.8	1.6
FINAL pH	9.01	8.35	8.72	9.27	9.77	10.08
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	30	30	35	40	40	45
90 min (Sed.)	30	30	35	40	40	45
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	10	28	46	26	16	42
SS IN SLUDGE ,mg/l	3940	4720	5040	5700	5680	5280
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL NI	8.2	2.4	2.4	2.2	2.1	2.2
DISSOLVED NI	6.2	1.9	1.5	1.5	1.3	1.3
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	2.9	3.7	3.9	6.0	9.1	12.4

NaOH 1 N 5.6 ml
 (pH 6.57 to 11)
 NaOCl 10% 0.5 ml

TABLE 8 RAW WASTEWATER TREATMENT OF FACTORY II (9/10/35)

FACTORY II 9/10/35
 IMPURITY : Ni 13.6 mg/l + CN 6 mg/l
 VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.
 CHEMICAL USED : NaOCl 1.25 OF DEMAND , H₂SO₄

ITEM	MIXING pH					
	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
INITIAL pH	11.05	11.05	11.05	11.05	11.05	11.05
pH ADJUSTMENT H ₂ SO ₄ 1 N.ml	3.6	3.4	3.0	2.7	2.0	1.5
FINAL pH	7.89	8.15	8.45	8.54	8.78	8.89
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)						
30 min (Sed.)	5	5	10	10	15	20
90 min (Sed.)	5	5	10	10	15	20
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	10	40	60	42	20	38
SS IN SLUDGE ,mg/l	6580	5950	7380	7720	7420	6920
HEAVY METALS ,mg/l						
TOTAL NI	2.9	1.8	1.4	1.4	1.3	1.4
DISSOLVED NI	1.0	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H ₂ SO ₄ 0.018 N (ml/50 ml.)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.9	1.6

NaOH 1 N 4.9 ml
 (pH 6.74 to 11)
 NaOCl 10% 0.1 ml

TABLE 9 RAW WASTEWATER TREATMENT OF FACTORY II (6/10/35-9/10/35)

FACTORY II 6/10/35 - 9/10/35

IMPURITY : Ni 241.2 mg/l

VOLUME OF SAMPLE : 500 ml.

CHEMICAL USED : NaOH

ITEM	MIXING pH			
	8.0	9.0	10.0	11.0
INITIAL pH	7.16	7.16	7.16	7.16
pH ADJUSTMENT NaOH 1 N,ml	1.8	4.2	6.0	8.4
FINAL pH	7.44	8.42	9.40	10.52
SLUDGE VOLUME (ml/500 ml)				
30 min (Sed.)	55	105	105	95
90 min (Sed.)	50	95	95	85
SS IN SUPERNATANT ,mg/l	26	32	22	14
SS IN SLUDGE ,mg/l	3720	3020	5160	4900
HEAVY METALS ,mg/l				
TOTAL NI	110.8	7.5	2.3	2.2
DISSOLVED NI	101.2	4.8	0.7	0.1
pH ADJUSTMENT TO pH 7 H2SO4 0.018 N (ml/50 ml.)	0.2	0.5	0.7	1.1

ประวัติผู้เขียน

ข้าพเจ้า นาย สาโรช บุญกิจสมบัติ เกิดเมื่อวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2512
ณ จังหวัดสุพรรณบุรี สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สภาวะแวดล้อม)
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อ พ.ศ. 2533

