บทที่ 2

การเลือกเทคโนโลยีในการนำน้ำกรดทิ้งกลับไปใช้งานใหม่

2.1 ศึกษาและสำรวจข้อมูลเบื้องต้น

ทำการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมประเภทเหล็กชุบหรืออาบสังกะสีและดีบุก และโรงงานรีดเหล็ก(รีดเย็น) จำนวน 8 โรงงาน ดังนี้

1. บริษัท แผ่นเหล็กวิลาสไทย จำกัด ประกอบกิจการผลิตแผ่นเหล็กชุบเคลือบดีบุก แผ่นเหล็กชุบเคลือบโครเมียม
2. บริษัท สังกะสีไทย จำกัด ประกอบกิจการผลิตสังกะสีลูกฟูกท่อดำชนิดลอนใหญ่ และลอนเล็ก
3. บริษัท ไทยแลนด์ไอออนเวิคร์ จำกัด ประกอบกิจการผลิตแผ่นเหล็กชุบสังกะสี
4. บริษัท ไทยสะเปเชียลไวร์ จำกัด ประกอบกิจการผลิต PC wire และ PC strand wire
5. บริษัท กรุงเทพสลักภัณฑ์ จำกัด ประกอบกิจการผลิต Screw & Nut
6. บริษัท ปิติสตีล จำกัด ประกอบกิจการผลิต เพลาขาว
7. บริษัท สยามสตีลไพพ์ จำกัด ประกอบกิจการผลิต ท่อชุบสังกะสี
8. บริษัท ไทยไวร์โพรดัก จำกัด ประกอบกิจการผลิต PC. Wire และ PC Strand wire

จากการสำรวจโรงงานเพื่อต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำ การใช้น้ำกรดในกระบวนการผลิต และปริมาณการใช้ด่างในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย พบว่าโรงงานโดยส่วนใหญ่จะใช้กรดเกลือ(Hydrochloric acid,HCl) ในกระบวนการชะล้างสนิมเหล็กในปริมาณค่อนข้างสูง และจำเป็นต้องทิ้งเมื่อใช้งานต่อไปไม่ได้แล้ว

รายละเอียดข้อมูลแสดงดังตารางที่ ก.1 ภาคผนวก ก. สภาวะของสารละลายกรดที่ผ่านการใช้งานแล้ว (Spent pickling acid) แสดงดังตารางที่ ก.2

เมื่อพิจารณาตารางข้อมูลจะพบว่าความต้องการของน้ำกรดรวม 8 โรงงาน มีความต้องการ 3176 ตัน/ปี หรือ 264.7 ตัน/เดือน และนำมาคำนวณหาปริมาณการสูญเสียน้ำกรดในสารละลาย Pickling จะมีค่าตามตารางที่ ก.3

จากตารางจะพบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยใน Spent pickling acid solution มีค่าเท่ากับ

$$\frac{95.6 \text{ ตัน ของ } 35\% \text{ HCl /เดือน} * 350 \text{ กก. ของ } 100\% \text{ HCl/1ตัน } 35\% \text{ HCl}}{809 \text{ ลบ.ม./เดือน}}$$

จะได้เท่ากับ 41 กก. HCl/ลบ.ม. หรือ 41 กรัม HCl/ลิตร

ปริมาณความสูญเสียกรดมีค่าเท่ากับ 1147 ตันของ 35% HCl/ปี จากการนำเข้าโรงงาน 3176 ตันของ 35% HCl/ปี ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ปริมาณการสูญเสียน้ำกรดเท่ากับ 36.1% ของ35% HCl ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ราคา 1 ตันของ 35% HCl เท่ากับ 3600 บาท ซึ่งคิดเป็นปริมาณความสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์เท่ากับ 3600 บาท/ตัน * 1147 ตันของ 35% HCl = 4.129 ล้านบาท/ปี

ในการทำให้กรดเกลือมีความเป็นกลาง (Neutralization) ซึ่งจำนวน 1 ตันของ 35% HCl จะใช้ด่าง(50% NaOH) เพื่อให้เกิดปฏิกริยาสมมูลกัน ดังนี้

น้ำหนักโมเลกุลของโซดาไฟ(NaOH) = 40

น้ำหนักโมเลกุลของกรดเกลือ(HCl) = 36.46

$$\frac{350 * 40}{36.46} = 384 \text{ กก. ของ } 35\% \text{ NaOH}$$

เมื่อคิดที่ 50% NaOH จะได้ 768 กก. 50% NaOH ทำปฏิกริยาพอดีกับ 1 ตัน 35% HCl

ราคา 1 ตัน 50% NaOH มีค่าเท่ากับ 5650 บาท ดังนั้นคิดเป็นปริมาณความสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์เท่ากับ

1147 ตัน 35% HCl/ปี * 0.768 ตัน 50% NaOH * 5650 บาท/ตัน 50%HCl ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.98 ล้านบาท/ปี

ดังนั้นรวมปริมาณความสูญเสียทั้ง 8 โรงงานเท่ากับ 9.11 ล้านบาท/ปี

กระบวนการกำจัดสนิมเหล็ก(Pickling Process) เป็นกระบวนการทางเคมีของการกำจัดเหล็กออกไซด์ หรือผงฝุ่นสนิมออกจากชิ้นงาน ซึ่งอยู่ในขบวนการเตรียมชิ้นงานก่อนทำการชุบ โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกในการทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องจนถึง 60 $^{\circ}$C ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ผิวงานเป็นดังนี้

$$FeO + 2HCL \longrightarrow FeCl_2 + H_2O \qquad \text{สมการที่ 2.1}$$

ระหว่างการเกิดปฏิกิริยาใน Pickling process ที่ผิวชิ้นงานซึ่งจะมีคราบสนิม ฝุ่นที่ติดอยู่บนผิว และโลหะหนัก (Fe) บางส่วนจะถูกสลายด้วยกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งในบ่อกำจัดสนิมเหล็กนี้ จะมีความเข้มข้นเกลือของโลหะหนัก(เหล็ก) (metal salt) สูงขึ้นตลอดเวลา ขณะเดียวกันความเข้มข้นของกรดอิสระจะลดลงตลอดเวลาด้วยเช่นกัน จนถึงจุดที่ความเข้มข้นของ metal salt สูงสุด เรียกว่าค่าวิกฤต critical value ซึ่งต้องมีการเปลี่ยน Pickling solution ใหม่

ทั้งนี้การปฏิรูป(Regenerate) น้ำกรด (Pickling solution) จะสามารถทำการได้ 3 วิธีดังนี้

1. Death pickling เป็นการใช้ Pickling solution ชะล้างชิ้นงานซึ่งเป็นเนื้อโลหะเหล็ก เมื่อเวลาผ่านไป metal salt ในสารละลายจะมีความเข้มข้นสูงขึ้นจนเกิด Critical

Value ทำให้ Pickling solution ใช้งานต่อไปไม่ได้ จำเป็นต้องทิ้ง Pickling solution ทั้งหมด อธิบายดังรูปที่ 2.1 A

2. Draining and topping up เป็นวิธีการปล่อย Pickling solution ทิ้งเป็นระยะ ๆ แต่ก็ต้องเติม Fresh acid ตลอดเวลาเช่นกัน เพื่อจะได้เกิดความสมดุล อธิบายดังรูปที่ 2.1 B

5. Regeneration or Treatment of Pickling Liquor เป็นวิธีการจัดการที่ได้ผลดีที่สุด มีลักษณะเช่นเดียวกับวิธีที่ 2 แต่เพิ่มการ Regeneration น้ำล้างกรดเข้าไป กระบวนการ Regeneration จะสามารถควบคุมการใช้ free acid ใน Pickling solution และ metal bonded acid ได้ดี อธิบายดังรูปที่ 2.1 C

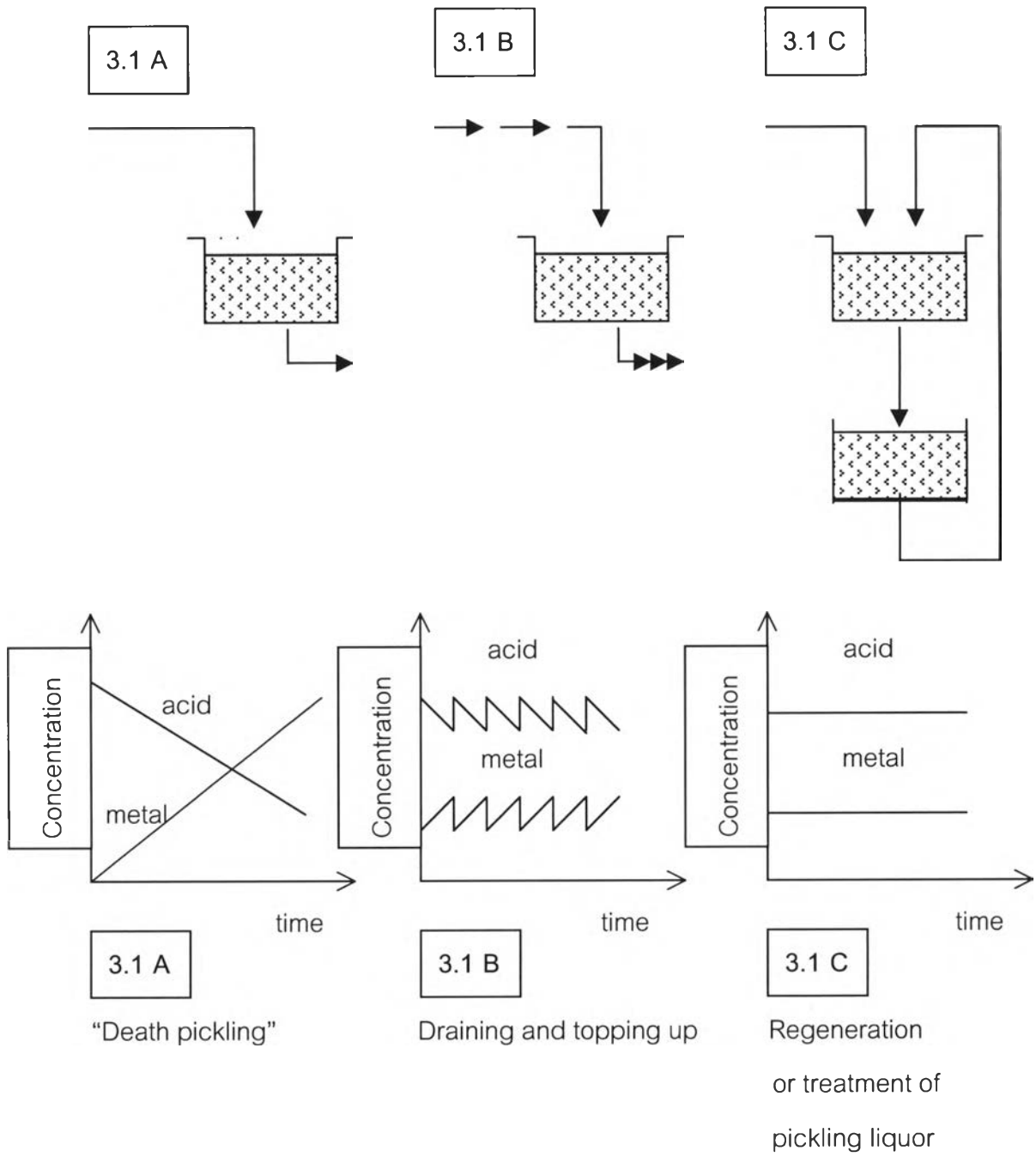
2.2 การศึกษาระบบการนำน้ำกรดกลับมาใช้ใหม่ (Acid recycling system)

หน่วยงาน Institute fur Projektplanung Gmb H, Stuttgart, Germany (IP) และกรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้ร่วมทำการศึกษาระบบฟื้นฟูประสิทธิภาพน้ำกรด เพื่อนำกลับมาใช้งานใหม่ในกระบวนการกำจัดสนิมเหล็ก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการเลือกเทคโนโลยีในการฟื้นฟูประสิทธิภาพน้ำกรดที่เหมาะสมที่สุด ในการนำน้ำกรดทิ้งกลับมาใช้งานใหม่ในกระบวนการกำจัดสนิมเหล็กของอุตสาหกรรมรีดเหล็ก

ซึ่งจากผลการศึกษาของ IP ตามภาคผนวก ก. พบว่า ระบบการฟื้นฟูประสิทธิภาพน้ำกรดที่เหมาะสมที่สุดต่อการใช้งานในการนำน้ำกรดทิ้งกลับมาใช้งานใหม่ คือ กระบวนการรีทาร์เดชัน(Retardation process) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ-เคมี (Phycochemical unit process) เป็นกระบวนการที่อาศัยวิธีทางกายภาพและเคมีผสมผสานกัน เป็นวิธีการแยกสารที่ปนเปื้อนละลายอยู่ในน้ำทิ้งโดยการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างเรซินกับกรดไฮโดรคลอริค แล้วทำการปฏิรูปกรดไฮโดรคลอริคกลับมาใช้งานใหม่

ระบบ Retardation มีศักยภาพในการฟื้นฟูคุณภาพน้ำกรดได้สูงสุด เนื่องจาก

1. ประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับลดการสูญเสียน้ำกรดทิ้ง



รูปที่ 2.1 **แสดงระบบการจัดการสารละลาย** pickling
ในกระบวนการกำจัดสนิมเหล็ก

2. ประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้โซดาไฟในการทำให้เป็นกลาง (neutralization)ในการบำบัดน้ำเสีย

3. สภาวะของ picking solution มีความเข้มข้นสม่ำเสมอ

4. เป็นการเพิ่ม material ได้ทั่วถึงตลอดบ่อ

5. สามารถหลีกเลี่ยงสภาวะ overpickling

6. สามารถลดปริมาณ salt ที่จะนำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

ค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้เทคโนโลยีนี้ต่ำมากและน้ำที่ผ่านการบำบัดจะเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมโรงงานอุตสาหกรรม