สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของอุณหภูมิ และความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักชิ้นงาน และความเข้มข้นของเหล็กที่ละลายลงไปในสารละลายหลังการกัดผิว ทำให้หาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ค่าคงที่ของปฏิกิริยา และสมการการกัดผิวไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการกัดผิวจริงได้

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. การเปรียบเทียบอัตราการละลายออกของสเกลในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก สามารถพิจารณาได้จากน้ำหนักที่ลดลงของชิ้นงาน และปริมาณเหล็กในสารละลายที่เพิ่มขึ้นหลังการกัดผิว

2. อุณหภูมิ และความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกส่งผลต่ออัตราการละลายของสเกล เมื่ออุณหภูมิ หรือความเข้มข้นของสารละลายกรดเพิ่มขึ้น อัตราการละลายออกของสเกลจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

3. อัตราการละลายออกของสเกลจากตำแหน่งต่างๆบนม้วนเหล็กแผ่นไม่เท่ากัน ที่ตำแหน่ง 1/4 ของความกว้างเหล็กแผ่น (quarter width) สเกลจะละลายได้เร็วที่สุด รองลงมาคือตำแหน่งกึ่งกลางแผ่น (center) และตำแหน่งขอบแผ่น (edge) ตามลำดับ เพราะการเย็นตัวที่ไม่สม่ำเสมอของเหล็กแผ่น และปริมาณออกซิเจนที่ไม่เท่ากัน ทำให้ความหนาของสเกล และโครงสร้างของสเกลที่ตำแหน่งต่างๆ แตกต่างกัน แสดงว่าทั้ง 2 ปัจจัยนี้ส่งผลกระทบต่ออัตราการละลายของสเกลด้วย

4. ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ส่งผลต่อปฏิกิริยาการกัดผิวอธิบายได้ด้วยสมการอัตรา

$$r_{HCl} = k' C_{HCl}$$

นั่นคือ อันดับปฏิกิริยาเท่ากับ 1

และได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลาย กับเวลาที่ใช้ในการกัดผิว

$$\ln\left(\frac{C_{HCl}}{C_{HCl,0}}\right) = -k't$$

5. อุณหภูมิการกัดผิวปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยารวม ซึ่งสัมพันธ์กับค่าคงที่ของปฏิกิริยาตามสมการของอาร์รีเนียส

$$k' = A \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

6. ปฏิกิริยาในการกัดผิวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ initial period เป็นช่วงที่ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริก กับสเกลเป็นปฏิกิริยาหลัก ส่วนช่วงที่สองคือ latter period เป็นช่วงที่ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริก กับเหล็กเป็นปฏิกิริยาหลักในระบบ ยกเว้นในสารละลายความเข้มข้น 40 g HCl/l ที่มีแต่ initial period อย่างเดียว

7. ค่าคงที่ของปฏิกิริยาสำหรับ initial period จะมากกว่า latter period แสดงว่าปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริก กับสเกล เกิดได้เร็วกว่าปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริก กับเหล็ก และจากค่าคงที่ของปฏิกิริยาช่วง initial period จะได้สมการการกัดผิวซึ่งจะแสดงได้ดังสมการ

$$\ln\left(\frac{C_{HCl}}{C_{HCl,0}}\right) = -A \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)t$$

- ความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 40 g HCl / l

$$\ln\left(\frac{C_{HCl}}{1.096}\right) = -163.40 \cdot \exp\left(-\frac{41139}{RT}\right) \cdot t$$

- ความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 70 g HCl / l

$$\ln\left(\frac{C_{HCl}}{1.918}\right) = -476.85 \cdot \exp\left(-\frac{44589}{RT}\right) \cdot t$$

- ความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 100 g HCl / l

$$\ln\left(\frac{C_{HCl}}{2.740}\right) = -217.07 \cdot \exp\left(-\frac{42158}{RT}\right) \cdot t$$

- ความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 130 g HCl / l

$$\ln\left(\frac{C_{HCl}}{3.562}\right) = -1075.03 \cdot \exp\left(-\frac{46929}{RT}\right) \cdot t$$

8. พลังงานกระตุ้นในช่วง initial period อยู่ระหว่าง 9.5 – 11 kcal/mol (39,765 – 46,044 J/mol) ดังนั้นปฏิกิริยาระหว่างสเกลกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเป็นแบบ mixed control คือถูกควบคุมโดย diffusion และ chemical control

9. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการกัดผิวสามารถนำไปทำนายผลการกัดผิวได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยนี้พบว่า กระบวนการกัดผิวเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน มีปัจจัยหลายอย่างที่ไม่ได้นำมาพิจารณา เช่น โครงสร้าง และความหนาของสเกล ส่วนผสมทางเคมีของม้วนเหล็กแผ่น ความเข้มข้นของเหล็กในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก รวมทั้งข้อจำกัดทางด้านเครื่องมือสำหรับทดลอง ตรวจสอบ และวิเคราะห์ ทำให้ผลที่ได้อาจจะผิดพลาดไปจากกระบวนการจริง ไม่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างครอบคลุม เพราะอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ได้จากงานศึกษาวิจัยนี้เป็นอัตราการเกิดปฏิกิริยาในถังกรดแต่ละความเข้มข้น การศึกษาวิจัยนี้จึงเป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นเท่านั้น ซึ่งก็พอเพียงสำหรับการให้ความรู้พื้นฐานแก่ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับกระบวนการกัดผิวของเหล็กแผ่นแถบรีดร้อน

ดังนั้นผู้ที่สนใจเกี่ยวกับกระบวนการกัดผิวสามารถทำการทดลองโดยกำหนดสภาวะเพิ่มเติม เปลี่ยนวิธีตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงภายในสารละลายกรด รวมทั้งปรับเปลี่ยนวิธีทำการทดลอง เพื่อให้ได้วิธีการที่ใกล้เคียงกับกระบวนการกัดผิวจริงมากขึ้น และหากมีการกำหนดสัดส่วนและชนิดของออกไซด์ในชั้นสเกล น่าจะทำให้สามารถหาอัตราการละลายของออกไซด์สเกลชนิดต่างๆได้อย่างละเอียดยิ่งขึ้น