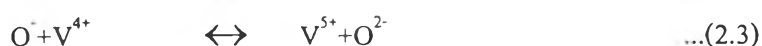
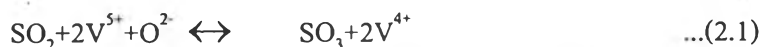


## บทที่ 2

### ผลงานวิจัยในอดีต

Regner A. and Simecek A.(1968) อ้างถึงใน Rase H.F.(1990)

เสนอกกลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์บนตัวเร่งปฏิกิริยา  $V_2O_5$  บนโครงสร้างชนิดคอลลูมินา มีกลไก คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับก๊าซออกซิเจน จาก  $V_2O_5$  ก่อนแล้ว ก๊าซออกซิเจนจากอากาศจะเข้าแทนที่บน  $V_2O_5$  ตาม สมการ



และปฏิกิริยาในสมการ 2.2 เป็นขั้นตอนที่อัตราเร็วปฏิกิริยาช้าที่สุด เป็นขั้นตอนกำหนดอัตราเร็วปฏิกิริยารวม ส่วนสมการ 2.1 และ 2.3 อยู่ในภาวะสมดุลปฏิกิริยา สามารถแสดงสมการอัตราเร็วปฏิกิริยา สมการ 2.2 ได้ตั้ง

$$(-r_{SO_2}) = k_2 \left[ (C_{V^{4+}})^2 (P_{O_2}) \frac{(C_{V^{5+}})^2 (C_{O^{2-}})^2}{K_2} \right] \quad \dots(2.4)$$

และค่าคงที่สมดุลปฏิกิริยาสมการ 2.1 และ 2.3 ได้ตั้ง

$$K_1 = \frac{P_{SO_3} (C_{V^{4+}})^2}{P_{SO_2} (C_{V^{5+}})^2 (C_{O^{2-}})} = \frac{K_M}{C_{O^{2-}}} \quad \dots(2.5)$$

$$K_3 = \frac{(C_{V^{5+}})(C_{O^{2-}})}{(C_{O \cdot})(C_{V^{4+}})} \quad \dots(2.6)$$

แทนค่าจาก สมการ 2.5 และ 2.6 ในสมการ 2.4 ได้เป็น

$$\hat{r}_{SO_2} = k_2 C_{V_1} \frac{K_M P_{SO_2}}{[P_{SO_3}^{1/2} + (K_M P_{SO_2})^{1/2}]^2} \left[ P_{O_2} - \left( \frac{P_{SO_3}}{K P_{SO_2}} \right)^2 \right] \quad \dots(2.7)$$

โดย  $C_{V_1}$  คือ ความเข้มข้นของ vanadium บนตัวเร่งปฏิกิริยา

$$K \text{ คือ } \frac{P_{SO_3}}{P_{SO_2} P_{O_2}^{1/2}}$$

**Kadlec et al.(1972) อ้างถึงใน Rase H.F.(1977)**

ด้วยสมการอัตราเร็วปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์บนตัวเร่งปฏิกิริยา  $V_2O_5$  ก่อนข้างยุ่งยากในการนำไปประยุกต์ใช้ Kadlec และคณะจึงได้พัฒนาพจน์ Effectiveness Factor ร่วมกับ สมการอัตราเร็วปฏิกิริยา ได้ดัง

$$\hat{r}_{SO_2} = k_p \left( P_{SO_2} P_{O_2}^{1/2} - \frac{P_{SO_3}}{K_p} \right) \quad \dots(2.8)$$

ส่วนการพัฒนาพจน์ Effectiveness Factor หาได้จาก

Thiele's modulus( $h_s$ )

$$h_s = \frac{d_p^2 \nu_0 (T_p / 273.16K)(101,325kPa / P) k_p}{4V_g D_{eff,SO_2}} \quad \dots(2.9)$$

Effectiveness factor( $\eta$ )

$$\eta = \frac{h_s + C}{A h_s + B} \text{ for } 3 < h_s < 400$$

$$A=8.52518$$

$$B=539.706$$

$$C=503.004$$

$$\eta = A(h_s)^B \text{ for } h_s \geq 400$$

$$A=3.8299$$

$$B=-0.46784$$

**Gardini L. et al.(1985)**

พัฒนาวิธีการหาผลคำตอบของแบบจำลองเครื่องปฏิกรณ์แบบแพค(fixed bed reactor) เชิงพลวัต (transient) ด้วยวิธีการ method of line โดยในการประมาณด้านระยะทาง จะแทนแต่ละช่วงด้วยวิธีของ orthogonal collocation on finite elements

โดยในแบบจำลองได้พิจารณาทั้งความต่างด้านความเข้มข้นและด้านอุณหภูมิ (conc. and temperature gradient) ในแนวแกนของเครื่องปฏิกรณ์ และความต่างด้านความเข้มข้น ในแนวรัศมีของเม็ดตัวเร่งปฏิกิริยา

การใช้วิธีการ method of line โดย step ด้านระยะทาง ด้วยวิธีของ orthogonal collocation on finite elements จะแปลง PDE ให้อยู่ในรูปของระบบของ ODE ร่วมกับสมการทางพีชคณิต ซึ่งจะทำให้สะดวกขึ้นในการหาผลเฉลย

**Pellegrini L. et al. (1989)**

เสนอการจำลองแบบเครื่องปฏิกรณ์ด้วยแบบจำลองชนิด plug flow โดยพิจารณาให้เครื่องปฏิกรณ์เป็น well stirred cell ต่อๆกันไปในแนวแกนเครื่องปฏิกรณ์ ผลการจำลองของแบบจำลองให้ผลเป็นที่น่าพอใจ เมื่อนำไปทำนายในช่วงพลวัต จุดสำคัญอยู่ที่การเลือกจำนวน cell ที่ใช้ในแบบจำลองให้เหมาะสม ซึ่งถ้าใช้ในช่วงพลวัตต้องใช้จำนวน cell มากกว่าในช่วงภาวะคงตัว

ลักษณะเด่นของแบบจำลองคือเป็นลักษณะง่ายๆ สามารถเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้เร็ว นอกจากนี้ในงานวิจัย ยังเปรียบเทียบผลการทำนายโดยใช้แบบจำลองกับผลการทดลอง ของระบบที่ประกอบด้วยชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

**Snyder J.D. and Subramaniam B.(1993)**

ได้นำแบบจำลองชนิด one-dimensional heterogenous ร่วมกับ สมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาแบบภาวะคงตัว (steady) ของ SO<sub>2</sub> oxidation เพื่อศึกษาผลกระทบของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์แบบแพคที่ใช้การสลับทิศทางการป้อน

โดยการศึกษาพยายามหลีกเลี่ยงการทำงานในช่วงอัตราการเกิดปฏิกิริยารวมถูกจำกัดด้วยอัตราการแพร่ จึงใช้อัตราการป้อนสูงถึง 0.5-0.8 m/s, ความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่ำประมาณ 2 % และขนาดตัวเร่งปฏิกิริยาเล็กเพียง 0.6 cm

ผลการศึกษาแสดงว่า ในช่วงอุณหภูมิต่ำ การทำงานของเครื่องปฏิกรณ์จะเป็นแบบ อัตราการเกิดปฏิกิริยารวมถูกจำกัดด้วยอัตราเร็วของปฏิกิริยา แต่ในช่วงอุณหภูมิสูง การทำงานของเครื่องปฏิกรณ์จะเป็นแบบ อัตราการเกิดปฏิกิริยารวมถูกจำกัดด้วยค่าคงที่สมดุลปฏิกิริยา