หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำซนิดหนักโดยการแลกที่ไอโซไทปกับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่กระทำในการวิจัยนี้ เป็นการประมวลข้อมูลเบื้องต้นจากสิทธิบัตรเท่าที่กระทำกันมาในต่างประเทศ นำมาออกแบบเครื่องมือและทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลรายละเอียดในเชิงปฏิบัติเกี่ยวกับชิ้นส่วนอุปกรณ์และเทคนิควิธีการในแต่ละจุดแต่ละขั้นตอน ซึ่งไม่ปรากฏรายละเอียดอยู่ที่ใดในเอกสารเลย รายละเอียดและข้อมูลทางเทคโนโลยีการผลิตที่ได้จากการวิจัยนี้ทุกขั้นตอนถ้าหากจะให้ได้มาด้วยวิธีการซื้อข้อมูลต้นแบบจากผู้จดสิทธิบัตร จะต้องเสียค่าใช้จ่ายและค่าตอบแทนนับเป็นเงินจำนวนมาก และอาจไม่พอเหมาะพอดีกับอุปกรณ์และภาวะเงื่อนไขที่มีอยู่ในประเทศ ดังนั้นข้อมูลรายละเอียดรวมทั้งข้อได้เปรียบเสียเปรียบในแง่ของเครื่องมือและการควบคุมเงื่อนไขการผลิต จึงเป็นส่วนที่มีค่ายิ่งสำหรับการเริ่มต้นพัฒนาการผลิตต่อไป

ข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับกระบวนการผลิตน้ำซนิดหนักในส่วนที่ต้องปรับปรุงเพิ่มเติมอีกต่อไปในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

7.1 การสร้างเครื่องผลิตน้ำชนิดหนัก

เนื่องจากเงื่อนไขการผลิตกำหนดความพิเศษของอุปกรณ์ที่ใช้นับตั้งแต่วัสดุและกลวิธีการทำงาน ตลอดไปจนถึงประสิทธิภาพในขั้นตอนการสร้างเครื่อง จึงประสบปัญหาเรื่องอุปกรณ์เป็นอย่างมาก และได้ดัดแปลงแก้ไข รวมทั้งต้องสร้างขึ้นเองดังนี้

7.1.1 การกักก๊าซไม่ให้รั่วไหลจากระบบ กระทำได้ยาก เนื่องจากไม่มีไม่มี Valve เพื่อการนี้โดยเฉพาะ ต้องดัดแปลงใช้ air trap valve ซึ่งก็ยังมีปัญหาเรื่องการรั่วไหลของก๊าซอยู่อีก

7.1.2 การควบคุมอัตราไหลของ feed กระทำได้สม่ำเสมอเนื่องจาก high pressure pump แต่การควบคุมอัตราการไหลของก๊าซยังทำได้ไม่ดีพอ เพราะไม่มี centrifugal blower ที่ใช้กับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ถ้าหากจะให้ได้ภาวะเหมาะสม อาจจำเป็นต้องสร้างขึ้นเองด้วยวัสดุจำเพาะต่อไป

7.1.3 Flow meter ชนิดที่ใช้กับความดันและก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไม่มีขายในเมืองไทย ถ้าหากจะสั่งมาจากต่างประเทศจะต้องใช้เวลานานและเสียค่าใช้จ่ายมาก ส่วนการประดิษฐ์ขึ้นใช้เองก็มีปัญหาเรื่อง calibration

7.1.4 การสร้างถังผลิตก๊าซเพื่อใช้ในระบบ แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพดี แต่ให้ปริมาณก๊าซต่ำกว่าที่ต้องการมาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการเตรียมก๊าซนานมากถึง 5 ชั่วโมงจึงจะได้ 10 atm. (ประมาณ 10 ครั้งครั้งละครึ่งชั่วโมง) ควรแก้ไขให้มีขนาดใหญ่ขึ้นอีก แต่ก็อาจไม่คุ้มการลงทุน เพราะต้องเตรียมไม่มากครั้งก็พักการผลิตแล้ว

7.2 การเดินเครื่องผลิตน้ำชนิดหนัก

7.2.1 เนื่องจากมีวงจรไหลเวียนของของไหลในระบบซับซ้อน และมี valve จำนวนมาก การควบคุมจึงต้องใช้ความละเอียดรอบคอบ มิฉะนั้นหากเกิดการผิดพลาดบางจุดอาจทำให้เกิดความเสียหายได้

7.2.2 ระบบควบคุมอัตราการไหลเวียนของก๊าซยังต้องปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เนื่องจากการใช้ compressor ทำให้มีความดันเพิ่มขึ้นมาก และ compressor ชนิดลูกสูบ ก็มีการรั่วไหลของก๊าซลงสู่ห้องใต้สูบ ซึ่งวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ในระบบคือการต่อทางระบายออกเข้ากับ inlet ของหัวสูบทำให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่

7.2.3 การควบคุมปริมาณน้ำไหลผ่าน heater ตลอดเวลามีความสำคัญมาก ถ้าหากมีช่วงขาดตอน อาจทำให้ heating element ละลายได้ ควรจะออกแบบควบคุมและป้องกันระบบนี้เพิ่มเติมอีก

7.2.4 ระบบหล่อเย็นก๊าซ แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพดี แต่การใช้ทองแดงในระบบนี้ไม่คงทนถาวร ควรเปลี่ยนเป็นวัสดุชนิดอื่นที่ถ่ายเทความร้อนได้ดีแต่ทนต่อก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

7.3 ผลผลิต

การที่ผลผลิตความเข้มไม่สูงเท่าการคำนวณที่ออกแบบไว้ เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการคือ

1. ประสิทธิภาพของ perforated plate ยังไม่สูงพอ
2. การรอเวลาให้ถึง equilibrium time ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นช่วงเวลายาวนานเท่าไร
3. การควบคุม flow rate ของก๊าซอาจจะยังไม่สมบูรณ์พอ จะต้องปรับปรุงต่อไปอีก
4. การเก็บข้อมูลการผลิตอย่างละเอียด เพื่อการวิเคราะห์จะต้องกระทำต่อไปอีก

7.4 ข้อเสนอแนะ

7.4.1 การผลิตก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยใช้ H_2SO_4 (dil) Na_2S มีปัญหาเรื่องการกัดกร่อนของถังผลิตเป็นอย่างมาก หากจะต้องเตรียมใช้ในปริมาณมากขนาดโรงงานอุตสาหกรรม ควรเลี่ยงไปใช้ Al_2S_3 ทำปฏิกิริยากับน้ำก็ให้ H_2S ที่บริสุทธิ์กว่า

7.4.2 ลักษณะถังผลิตที่ออกแบบไว้ยังไม่ดีพอ ส่วน Reacter Vessel ควรจะเป็นถาดแบนที่มีร่องนูนเป็นระยะ ๆ เพื่อให้ Reactants ทำปฏิกิริยาได้เร็วและหมดสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรออกแบบให้มี agitator ด้วย

7.4.3 ระบบควบคุมภาวะเงื่อนไข ควรดัดแปลง ใช้ automatic control ให้หมดทั้งนี้เพราะการควบคุมด้วย manual มี human error เกิดขึ้นได้มากและบ่อย

7.4.4 ชิ้นส่วนอุปกรณ์จำพวก Valvesและ parts ของลูกสูบ pump จะต้องเลือกวัสดุจำเพาะมาสร้างขึ้นใหม่เอง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง valve ชนิดที่กักก๊าซไว้แต่ปล่อยน้ำผ่านไปได้ ควรพัฒนาให้ทำงานได้แน่นอน เพราะไม่มีชิ้นส่วนอุปกรณ์ใด ๆ ในท้องตลาดเพื่อการนี้ และควรออกแบบควบคุมโดยใช้ eletronic control valve ที่มี sensor พิเศษสำหรับ detect ระดับน้ำกับก๊าซในtowers

7.4.5 ส่วนของ heat exchanger ควรออกแบบใหม่ใช้วัสดุ stainless steel 3/6 ทั้งหมด

7.4.6 heating system ควรพัฒนาต่อไปเป็นการใช้ไอน้ำภายใต้ความดัน เพราะการใช้ไฟฟ้าราคาแพงมากกว่า

7.4.7 ต้องพัฒนา H_2S stripping system ก่อนจะ drain น้ำส่วนที่เป็น Waste ออกไปเพราะ H_2S ละลายน้ำได้มาก การเดินเครื่องติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้ H_2S ลดน้อยลงไป ทำให้ไม่ได้ mass flow rate ratio

7.4.8 ต้องพัฒนา mass flow rate meter โดยเฉพาะสำหรับ H_2S และควรจะเป็น electronic system เพื่อจะได้เชื่อมต่อกับวงจรควบคุมอัตโนมัติที่ควบคุมเงื่อนไขการผลิตในแต่ละขณะด้วย

7.4.9 ต้องพัฒนา safety system เพราะ H_2S เป็นก๊าซที่มีอันตรายมาก ถึงเสียชีวิตได้ และติดไฟเมื่ออยู่ในบรรยากาศอาจเกิดระเบิดขึ้นได้ด้วย และที่อยู่ในระบบก็อยู่ภายใต้ความดันสูงมีโอกาสที่จะรั่วไหลได้ง่าย

แม้ว่าประสิทธิภาพในการผลิตน้ำชนิดหนักที่พัฒนาขึ้นนี้จะยังไม่ดีพอ มีส่วนที่ต้องวิจัยและพัฒนาไปอีกหลายด้าน แต่ก็เป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนานิวเคลียร์เทคโนโลยีในสาขาการผลิตน้ำชนิดหนักในประเทศต่อไปในอนาคต ถ้าหากมีความมุ่งมั่นประสานงานต่อเนื่องกันไปทุกฝ่ายก็ย่อมประสบความสำเร็จได้ เฉกเช่นนานาประเทศที่ก้าวไกลไปก่อนแล้ว