บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเลือกและการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ส่วนประกอบหลักของโปรแกรมมี 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่หนึ่ง ส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญในการเลือกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ส่วนที่สอง ส่วนการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ และส่วนที่สาม ส่วนของฐานข้อมูลสมบัติของของไหล

การเลือกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่เหมาะสม

การรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างฐานข้อมูลของข้อกำหนด จากข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญต่างๆ ประกอบกับความรู้ของผู้วิจัย ซึ่งต้องสามารถอธิบายเหตุผลการสรุปข้อกำหนดเหล่านั้นได้ โดยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่นำมาพิจารณามีทั้งหมด 5 ชนิด คือ Air-Cooled, Spiral, Plate-and-Frame, Double-Pipe และ Shell-and-Tube การเลือกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่เหมาะสมพิจารณาจากข้อจำกัดของความดัน อุณหภูมิ และพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนที่ต้องการเป็นอันดับแรก ถัดมาจะพิจารณาคัดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ไม่เหมาะสมจากข้อกำหนดที่ผู้ใช้เลือก และสุดท้ายพิจารณาจากข้อกำหนดที่สามารถคำนวณได้จากข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้า กรณีที่ไม่มีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใดที่มีความเหมาะสม โปรแกรม HEXPERT จะทำการเลือกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่เหมาะสมที่สุดจากกลุ่มเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ไม่เหมาะสมอีกครั้ง โดยยกเว้นการคัดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนออกเนื่องจากข้อกำหนดที่ผู้ใช้เลือก การแสดงผลจะมีส่วนของเหตุผลของการเลือกหรือที่มาของค่าใช้งาน (Utility value) และเหตุผลของการคัดออกหรือความไม่เหมาะสมของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดนั้นๆ ประกอบด้วย

นอกจากนั้นโปรแกรม HEXPERT จะทำการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับชนิดของของไหล และคำนวณค่าใช้จ่ายโดยประมาณของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดที่มีความเหมาะสม

<u>การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ</u>

การใช้รูปแบบสมการ Nusselt number ที่แตกต่างกัน ทำให้สมการที่ใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ฟิล์มการถ่ายโอนความร้อนในท่อที่เหมาะสม ($h_{i,opt}$) เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลถึงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนรวม ($U_{o,opt}$) ที่คำนวณได้จะต่างกัน โดยเฉพาะในกรณีของของไหลที่มีสถานะแก๊ส การเลือกใช้สมการที่มีความแม่นยำสูง จะทำให้ผลการคำนวณออกแบบถูกต้องยิ่งขึ้น

โปรแกรม HEXPERT ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ ในเชิงความร้อน (Thermal design) และเชิงเครื่องกล (Mechanical design) บางส่วน ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือเมื่อสถานะของไหลคือ ของเหลว/ของเหลว (การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของเหลวกับของเหลว) ส่วนสถานะอื่น คือ แก๊ส/แก๊ส และ ของเหลว/แก๊ส ยังมีความผิดพลาดของผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนรวม เมื่อเทียบโปรแกรม HEXTRAN

การเปลี่ยนแปลงของแฟกเตอร์ความเสียดทาน (Friction factor) เพียงเล็กน้อย มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนรวม (U_o) เปลี่ยนแปลงไปมาก ที่อัตราส่วนของแฟกเตอร์ความเสียดทานต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนรวมประมาณ 1:11,326 ดังนั้นการใช้สมการหาค่าแฟกเตอร์เสียดทานที่แตกต่างกัน จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนรวมที่คำนวณได้แตกต่างกันได้มาก

<u>ฐานข้อมูลสมบัติของของไหล</u>

โปรแกรม HEXPERT อนุญาตให้ผู้ใช้ทำการแก้ไข เพิ่มเติม หรือลบ ฐานข้อมูลสำหรับคำนวณสมบัติของของไหลและฐานข้อมูลความเหมาะสมของวัสดุกับของไหลได้โดยตรง การแก้ไขหรือเพิ่มเติมจะต้องมีรูปแบบเดียวกับฐานข้อมูลเดิม

ขีดจำกัดของโปรแกรม HEXPERT

1. ของไหลต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะ (Single phase)

2. อุณหภูมิและความดันป้อนเข้า ต้องมากกว่า 0°C และ 101.3 kPa ตามลำดับ

3. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่นำมาพิจารณาเลือกมี 5 ชนิด คือ Air-Cooled, Spiral, Plate-and-Frame, Double-Pipe และ Shell-and-Tube

4. โปรแกรมสามารถตรวจสอบสถานะของของไหล เมื่ออุณหภูมิของของไหลสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤต หรืออัตราส่วนของอุณหภูมิวิกฤตต่ออุณหภูมิของไหล (T_c/T) มากกว่า 1.2

5. โปรแกรมการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ คำนวณที่จำนวนเที่ยวการไหลในเชลล์เท่ากับ 1 เที่ยว และจำนวนเที่ยวการไหลในท่อเป็นจำนวนคู่ที่มากกว่าศูนย์

ข้อเสนอแนะ

1. เพิ่มเติมฐานข้อมูล ในการคำนวณราคาของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นขด (Spiral Heat Exchanger)

2. เปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถเลือกจัดอันดับของข้อกำหนด (Criteria) ต่างๆ ได้มากขึ้น

3. เพิ่มเติมการหาค่าความหนาแน่นของของไหล ที่มีสถานะแก๊ส

4. ปรับปรุงวิธีการคำนวณ สำหรับการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ ในกรณีที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่าง แก๊สกับแก๊ส และแก๊สกับของเหลว

5. เพิ่มวิธีการคำนวณการออกแบบสำหรับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบอื่นๆ เช่น แบบหล่อเย็นด้วยอากาศ (Air-Cooled) แบบแผ่นขด (Spiral) เป็นต้น

6. เพิ่มส่วนของการเพิ่มกฎเกณฑ์ในการคัดเลือกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบใหม่ที่จะมีขึ้นในอนาคต