1 ชื่อโครงการ การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนเชิงนวัตกรรมสำหรับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในอนาคต
Innovative Heat Transfer Enhancement for Future Heat Exchangers

2. งบประมาณรวม ...20,000,000.... บาท / ระยะเวลาโครงการ .....5..... ปี

3. คณะผู้วิจัย

3.1 หัวหน้าโครงการ ศ.ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ
สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3.2 ผู้ร่วมโครงการ รศ.ดร.ไพศาล นาผล
สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3.3 ผู้ร่วมโครงการ ผศ.ดร.วิศนุรักษ์ เวชสถล
สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3.4 ผู้ร่วมโครงการ ผศ.ดร.วรเชษฐ์ ภิรมย์ภักดิ์
สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3.5 ผู้ร่วมโครงการ ผศ.ดร.วีรพันธ์ ด้วงทองสุข
สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

3.6 ผู้ร่วมโครงการ ดร.ศิระ สายศร
สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.7 ผู้ร่วมโครงการ ดร.กิตติ นิลผึ้ง
สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

3.8 ผู้ร่วมโครงการ ดร.จตุพร แก้วอ่อน
สังกัด ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

เอกสารโครงการนักวิจัยแกนนำ สวทช.

4. บทคัดย่อ (รายละเอียดโครงการในภาพรวม 5 ปี)

เป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกว่าพลังงานคือสิ่งสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้า ความมั่งคั่ง ตลอดจนถึงความมั่นคงของประเทศ ปัญหาวิกฤติพลังงานมีผลกระทบอย่างมากต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย จากการที่ราคาน้ำมันและก๊าซสูงขึ้นอยู่ตลอดเวลา ทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราในการซื้อหาแก่ต่างประเทศเป็นจำนวนมหาศาลในแต่ละปี ปัจจุบันหลายองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนได้ให้ความสำคัญและหาวิธีการแก้ปัญหา การใช้พลังงานอย่างประหยัด และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพถือเป็นสิ่งจำเป็น

โดยปกติกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของไหลสองชนิดที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันสามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ถ้าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนถูกออกแบบมาอย่างเหมาะสม การถ่ายเทความร้อนก็จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อน ถือเป็นสิ่งหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มสมรรถนะของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งก็เท่ากับเป็นการประหยัดพลังงานหรือเป็นการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนถือเป็นอุปกรณ์หลักหนึ่งที่ใช้กันทั่วไปทั้งในชีวิตประจำวันและในกระบวนการทางอุณหภาพ (Thermal Process)ต่างๆ ความพยายามที่จะทำให้พลังงานที่ได้รับเท่ากับพลังงานที่ให้เข้าไปถือเป็นสิ่งพื้นฐานสำคัญอันดับแรก อย่างไรก็ตามการเพิ่มประสิทธิภาพทางความร้อนตามกฎข้อที่สองของเธอร์โมไดนามิคก็คือการลดค่าเอนโทรปีที่เกิดขึ้นจากการสูญเสียความร้อน ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อนและลดปริมาณความร้อนสูญเสียของกระบวนต่างๆในการถ่ายเทความร้อนภายในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเป็นวิธีตรงที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพระบบทางความร้อนและระบบผลิตกำลังได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุปกรณ์อีเล็กโทรนิคซึ่งมีแนวโน้มว่าความเข้มข้นของปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นต่อหน่วยปริมาตรจะมีค่าสูง ในขณะที่ขนาดของอุปกรณ์อีเล็กโทรนิคนั้นนับวันจะยิ่งมีขนาดเล็กลง ความต้องการอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มีขนาดเล็กและมีประสิทธิภาพสูงจึงมีมากขึ้น

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนให้แก่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ในลักษณะของวิธีแพสซีพ คือจะไม่ใช้แรงจากภายนอก แต่จะอาศัยอุปกรณ์อื่นหรือลักษณะพิเศษของรูปร่างและของผิวเป็นตัวช่วยในการเพิ่มการถ่ายเทความร้อน โดยการศึกษาจะแบ่งเป็นสองส่วนหลักๆคือ ด้านนอกท่อ (ซึ่งถ้าตัวกลางที่อยู่นอกท่อเป็นอากาศเราจะเรียกว่า ด้านอากาศ (Air Side)) และด้านในท่อ (Tube Side) ซึ่งมีของไหล (Fluid) ซึ่งโดยปกติ จะเป็นของเหลว (Liquid) ไหลในท่อ โดยทั้งสองด้านยังแบ่งศึกษาเป็นอีกสองลักษณะคือ การประยุกต์กับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งท่อที่ใช้มีขนาดปกติแต่มีรูปร่างซึ่งเกิดจากการออกแบบใหม่ที่แตกต่างออกไปจากเดิมเช่นนำมาขดเป็นรูปแบบต่างๆ หรือการใช้ครีบ (Fin) ที่มีลักษณะต่างๆออกไปเช่น Pin Fin, Crimped Spiral Fin, L-Footed Spiral Fin และการประยุกต์กับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ท่อที่มีขนาดเล็กจนถึงขนาดเล็กมาก (Mini and Micro channels) การศึกษาทั้งขนาดท่อปกติและขนาดท่อเล็กจะศึกษาทั้งจากการทดลองซึ่งได้จากอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาเองและจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ผลที่ได้จากขั้นตอนนี้คือเราจะได้รูปแบบการออกแบบด้านนอกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทั้งขนาดปกติและขนาดเล็กที่ให้ปริมาณการถ่ายเทความร้อนด้านนอกท่อมีค่าสูงที่สุด ในขณะเดียวกันความดันที่ลดลง (Pressure Drop) ขณะที่ของไหลไหลผ่านด้านนอกท่อมีค่าต่ำที่สุดด้วย

เอกสารโครงการวิจัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สำหรับกรณีด้านท่อ จะเน้นการศึกษาลักษณะเฉพาะของการถ่ายเทความร้อนและการไหล (Heat Transfer and Flow Characteristics) ของสารทำความเย็น (Refrigerant) ขณะเปลี่ยนเฟสที่ไหลในท่อ โดยประเด็นหลักๆคือการหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer Coefficient) การลดของความดัน (Pressure Drop)แฟกเตอร์ความเสียดทาน (Friction Factor) รูปแบบการไหล (Flow Pattern) ทั้งท่อที่มีขนาดเล็กมากและท่อขนาดปกติ กรณีท่อเล็กมาก เราจะศึกษาการถ่ายเทความร้อนและการไหลของสารทำความเย็นขณะเปลี่ยนเฟสในท่อเดี่ยวขนาดเล็ก หลังจากนั้นเราจึงนำผลที่ได้จากการศึกษาท่อเดี่ยวมาใช้กับการศึกษาการไหลใน ท่อที่มีหลายช่องทางขนาดเล็ก (Multiport mini and micro channels) เพื่อนำไปใช้งานจริงในการสร้างเป็น คอนเดนเซอร์ (condenser) หรือ อีวาโปเรเตอร์ (Evaporator) เพื่อใช้ในระบบทำความเย็นหรือในระบบปรับอากาศ ขนาดเล็กได้ เป็นต้น

สำหรับกรณีท่อขนาดปกติ เราจะศึกษาการถ่ายเทความร้อนและการไหลของสารทำความเย็นขณะควบแน่น (Condensation) และขณะระเหย (Evaporation) ในท่อเพิ่มความร้อน (Enhanced Tube) เช่น ท่อที่มีร่องภายใน (Groove Tube), ท่อทีมีครีบภายใน (Fin Tube), ท่อที่มีลูกคลื่นภายใน (Corrugated Tube) และท่อไวเปอร์ (Viper Tube) รวมถึงการสอดใส่แถบบิดเข้าไปในท่อหรือการสอดใส่ขดลวดที่มีลักษณะแบบขดสปริงเข้าไปในท่อ ในลักษณะคล้ายๆกันเราจะทำการทดลองสร้างความขรุขระที่ผิวการถ่ายเทความร้อนบนพื้นที่ถ่ายเทความร้อน(Heat Transfer Area) ของ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate Heat Exchanger) ซึ่งเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมในโลกปัจจุบัน ผลที่ได้จะทำให้เราได้วิธีการดัดแปลงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเดิมที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และได้รูปแบบใหม่ของพื้นผิวที่ควรใช้กับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนประเภทนี้ สหสัมพันธ์ที่พัฒนาได้ทั้งสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและแฟกเตอร์ความเสียดทาน สามารถนำไปใช้ในการออกแบบอีวาโปเรเตอร์ และ คอนเดนเซอร์ ได้โดยตรง นอกจากนั้นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมาสามารถนำไปดัดแปลงเพื่อการออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มีลักษณะแตกต่างออกไปได้

นอกจากนี้แล้วเรายังเน้นการศึกษาการไหลของของไหลนาโน (Nanofluids) ซึ่งเป็นของไหลประเภทใหม่ ที่ได้จากการเติม อนุภาคนาโน (Nanoparticle) ลงในของเหลวฐาน (Base liquid) โดยอนุภาคนาโนจะต้องแขวนลอยในของเหลวฐานอย่างยาวนาน โดยไม่ตกตะกอน และรวมเป็นก้อน อย่างไรก็ตามก่อนการศึกษาการถ่ายเทความร้อนของของไหลนาโน เราจำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติของของไหลตัวนี้ก่อน โดยจะเริ่มจากการพัฒนาเครื่องมือวัด ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity) และ ค่าความหนืด (Viscosity) ของของไหลนาโน หลังจากนั้นจึงศึกษาการถ่ายเทความร้อนขณะเดือดของของไหลนาโน ทั้งอยู่นิ่งซึ่งเรียกว่า Pool Boiling และ ขณะไหลซึ่งเรียกว่า Flow Boilingและการลดของความดัน โดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Property) และคุณสมบัติเชิงอุณหภาพ (Thermal Property) ที่ได้จากการวัดโดยเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นมา ผลที่ได้จากขั้นตอนนี้คือจะได้รูปแบบการออกแบบภายในของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มีช่องทางการไหลขนาดปกติและขนาดเล็กที่ให้ปริมาณการถ่ายเทความร้อนด้านในท่อมีค่าสูงที่สุด ในขณะเดียวกันความดันที่ลดลง ขณะที่ของไหลไหลภายในช่องทางการไหลมีค่าต่ำที่สุดด้วย

ผลลัพธ์สุดท้ายที่จะได้จากโครงการ คือ หลักการทางวิชาการสำหรับการออกแบบและปรับปรุง อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนประเภทต่างๆให้มีสมรรถนะสูงขึ้น ผลลัพธ์จากการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ได้กับทุกอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมการปรับอากาศและการทำความเย็น ผลงานที่ได้ถือเป็นองค์ความรู้ใหม่ เป็นผลงานทางวิชาการที่ก้าวหน้าทันสมัยที่

เอกสารโครงการวิจัยเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เกิดจากการสร้างเครือข่ายงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศทั้งกับภาควิชาการและ ภาคอุตสาหกรรม ผลงานที่ได้จะถูกนำไปอ้างอิงโดยนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย นักวิชาการ วิศวกร ทั้งในประเทศและต่างประเทศ จำนวนมาก โครงการนี้จะแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาการจากงานวิจัยพื้นฐาน สู่งานวิจัยประยุกต์ ผลลัพธ์จากการศึกษาสามารถถูกนำไปใช้กับอุตสาหกรรมในประเทศได้โดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็นซึ่งเป็นอุตสาหกรรมส่งออกหลักหนึ่งของประเทศ

เอกสารโครงการนักวิจัยแกนนำ สวทช.