ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การเลือกขนาดท่อแคปปิลารี่ สำหรับสารทำความเย็นผสม
ชื่อผู้เขียน	นายวิโรจน์ ฤทธิ์ทอง
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ศ.ดร.ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ ประธานกรรมการ
	รศ.ดร.สัมพันธ์ ไชยเทพ กรรมการ
	รศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล กรรมการ

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการหาวิธีการเลือกขนาดท่อแคปปิลารี่ สำหรับสารทำความเย็นผสม ในวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ ระบบขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ไม่เกิน 10 กิโลวัตต์ นิยมใช้ท่อแคปปิลารี่ซึ่งเป็นท่อทองแดงขนาดเล็กที่มีความยาวระหว่าง 1 ถึง 6 เมตร และโดยทั่วๆไปจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.5 ถึง 2 มิลลิเมตร ผลการศึกษาสารผสมของ R22/R152a/R124 มีชื่อทางการค้า MP39 และ MP52 ซึ่งมีสัดส่วน 53/13/34 และ 33/15/52 เปอร์เซ็นต์ โดยมวลตามลำดับ สารดังกล่าวมีการเสนอให้ใช้ทดแทนสาร R12 ในระบบทำความเย็นขนาดเล็ก เช่น ตู้เย็น ตู้น้ำเย็น ตู้แช่เพื่อการค้า และ เครื่องปรับอากาศในรถยนต์เป็นต้น งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อคำนวณหาความดันลดและอุณหภูมิที่ตำแหน่งทางออกท่อแคปปิลารี่ โดยมีการทำแบบจำลองการไหลภายในท่อแคปปิลารี่ ซึ่งสมมุติว่าไม่มีการถ่ายเทความร้อน เพื่อทำนายความดันที่ตำแหน่งต่างๆภายในท่อแคปปิลารี่ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ พิจารณาการไหลภายในท่อแคปปิลารี่ แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงการไหลสถานะเดียว และอีกช่วงจะเป็นการไหลสองสถานะ วิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองการไหลแบบเนื้อเดียว โดยสมมุติว่าการไหลของของไหลทั้งสองสถานะระหว่างของเหลวและไอมีความเร็วเท่ากัน และผสมคลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกัน

โดยการศึกษานี้จะทดสอบการไหลภายในท่อแคปปิลารี่เป็นท่อทองแดงตรงที่อยู่ในแนวระดับ รวมทั้งมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและความหยาบคงที่ ตลอดความยาวท่อ ซึ่งท่อแคปปิลารี่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.50 มิลลิเมตร ความหนาท่อ 1.34 มิลลิเมตร ทดสอบที่ความยาว 0.60, 0.80 และ 1.00 เมตร และที่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.63 มิลลิเมตร ความหนาท่อ 1.32 มิลลิเมตร ทดสอบที่ความยาว 1.00, 1.20 และ 1.50 เมตร และที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.78 มิลลิเมตร มีความหนาท่อ 1.32 มิลลิเมตร ทดสอบที่ความยาว 1.50, 1.80 และ 2.20 เมตร ตามลำดับ กำหนดให้อุณหภูมิทางเข้าท่อเป็น 30^{0}C 35^{0}C และ 40 ^{0}C และ ดูผลกระทบเมื่ออุณหภูมิเย็นยิ่งยวด 2^{0}C 3^{0}C และ 4^{0}C ขณะนั้นทดสอบที่อัตราการไหล 0.0068, 0.0078 และ 0.008 กิโลกรัมต่อวินาที ตามลำดับ

จากการศึกษาพบว่า ผลการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เทียบกับผลการทดลอง ของสารทำงานทั้ง 3 ชนิดคือ R12, MP39 และ MP52 เมื่อทดสอบที่สภาวะเงื่อนไขต่างๆ สารทำงาน R12 จะมีความคลาดเคลื่อน +16

เปอร์เซ็นต์ MP39 จะมีความคลาดเคลื่อน +22 เปอร์เซ็นต์ และ MP52 จะมีความคลาดเคลื่อน +23 เปอร์เซ็นต์ โดยสารทำงาน MP52 จะลดอุณหภูมิได้ต่ำกว่าสารทำงาน R12 และ MP39 และเมื่อพิจารณาผลการเลือกขนาดท่อแคปปิลารี่จากการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่าที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อแคปปิลารี่ 1.50 มิลลิเมตร จะลดความดันได้ดีกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อแคปปิลารี่ 1.63 มิลลิเมตร และ 1.78 มิลลิเมตร ที่สภาวะเงื่อนไขการทำงานเหมือนกัน และเมื่อขยายผลถึงการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อความดันลดตามความยาวท่อแคปปิลารี่ โดยวิธีการวิเคราะห์ความไวจากมากที่สุดถึงน้อยที่สุดคือ อุณหภูมิทางเข้าท่อแคปปิลารี่ อัตราการไหลของสารทำงาน ความยาวท่อ อุณหภูมิเย็นยิ่งยวด และ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

Thesis Title	Size Selection of Capillary Tube for Refrigerant Mixtures
Author	Mr. Wirote Ritthong
M.Eng.	Mechanical Engineering

Examining Committee:	Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat	Chairman
	Assoc. Prof. Dr. Sumpun Chaitep	Member
	Assoc. Prof. Dr. Pradit Terdtoon	Member

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ABSTRACT

This research work is to investigate the size of a capillary tube for refrigerant mixtures. A capillary tube of 0.5-2 mm inside diameter with 1-6 m length have been widely used is small refrigeration unit with a capacity not order 10 kW. In this study, the alternatives of R12, MP39 and MP52, which are the mixtures of R22/R152a/R124 at 53/13/34 and 33/15/52 by mass, respectively, have been used. The aim of this research is to calculate pressure drop and outlet temperature of the capillary tube by a developed mathematical model under adiabatic assumption. The flow pattern assumed in this model is divided in to 2 parts, which are single-phase flow and two-phase flow. The velocities in both liquid and vapor phases have been assumed to be the same valve.

The experiments have been carried out with a set of straight horizontal capillary tubes, by the assumptions of constant inside diameter and constant equivalent roughness through out the length of the tube. For the tested tubes of 1.50 mm inside diameter and 1.34 mm thickness, the tested lengths are at 0.60, 0.80 and 1.00 m. For those of 1.63 mm inside diameter and 1.32 mm thickness, the tested lengths are at 1.00, 1.20 and 1.50 m. For those of 1.78 mm inside diameter and 1.32 mm thickness, the tested lengths are at 1.50, 1.80 and 2.20 m, respectively. The pre-set inlet refrigerant temperature are at 30, 35 and 40°C with the subcooled temperatures of 2, 3 and 4°C. The refrigerant flow rates are at 0.0068, 0.0078 and 0.008 kg/s

It is found that the simulated results agree well with those of the experiments with the deviations of +16%, +22%, and +23%, for R12, MP39 and MP52, respectively. The temperature leaving the capillary tube is the lowest for MP52 compared with R12 and MP39. In order to get a higher pressure drop, a smaller diameter of the capillary should be selected. The 1.50 mm diameter size could generate higher pressure drop than the

1.63 and the 1.78 mm. For the sensitivity analysis, the parameters affecting the pressure drop are orderly governed by the inlet temperature, the refrigerant mass flow rate, the subcooled temperature and the inside diameter.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University