ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การประมาณค่าอัตราการไหลเชิงมวลของของไหลในท่อโดยการวิเคราะห์ความร้อนสูญเสีย
ชื่อผู้เขียน	นายธีชวัน ศรีสุวรรณ
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์:	ศ.ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ ประธานกรรมการ
	รศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล กรรมการ
	ผศ. ประพันธ์ ศิริพลับพลา กรรมการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการประมาณค่าอัตราการไหลของของไหลอุณหภูมิสูงที่ไหลอยู่ภายในท่อโดยอาศัยการวิเคราะห์ความร้อนที่สูญเสียออกจากของไหล โดยที่วิธีการประมาณอัตราการไหลลักษณะนี้ไม่จำเป็นต้องสอดอุปกรณ์ตรวจวัดเข้าไปรบกวนการไหลภายในท่อเลย ซึ่งการประมาณวิธีนี้ต้องอาศัยการลดลงของอุณหภูมิผิวท่อและอุณหภูมิผิวฉนวนตามแนวยาว ตลอดจนอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมภายนอกท่อมาวิเคราะห์ จากนั้นจึงทำการคำนวณแบบวนซ้ำโดยวิธีการเชิงตัวเลขก็สามารถได้ค่าประมาณของอัตราการไหลดังกล่าว

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบความแม่นยำของการประมาณด้วยวิธีนี้กับของไหล 3 ชนิด กับการไหลในท่อ 4 แบบ ได้แก่ การไหลของอากาศร้อนทดสอบกับ ท่อกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8, 101.6 มิลลิเมตร และท่อภาคตัดสี่เหลี่ยมขนาด 101.6×101.6 ตารางมิลลิเมตร โดยทำการหุ้มท่อทั้ง 3 แบบด้วยฉนวนยางดำหนา 6.35 มิลลิเมตร การไหลของน้ำมันถ่ายเทความร้อนทดสอบกับท่อกลมขนาด 25.4 มิลลิเมตร หุ้มฉนวนยางดำ หนาเท่าเดิม และการไหลของน้ำร้อนในท่อกลมขนาด 25.4 มิลลิเมตร ไม่หุ้มฉนวน

ภายหลังการทดสอบเสร็จสิ้นลงพบว่าความแม่นยำในการประมาณค่าอัตราการไหลมีความสัมพันธ์กับกลุ่มตัวแปรไร้มิติคือ $\left(\frac{T_{W1}-T_a}{T_{W2}-T_a}\right)$ โดยที่ T_{W1} กับ T_{W2} คืออุณหภูมิผิวท่อด้านนอกที่ตำแหน่งต้นทางและปลายทางของท่อที่สนใจตามลำดับ และ T_a คือ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมภายนอกท่อ จากผลการทดสอบพบว่าการประมาณจะให้ความแม่นยำมากขึ้นเมื่อตัวแปรไร้มิติ $\left(\frac{T_{W1}-T_a}{T_{W2}-T_a}\right)$ มีค่ามากขึ้น เนื่องจากการที่เราไม่สามารถกำหนด T_a ได้ ดังนั้น ถ้ามีท่อตรงยาวๆเราควรเลือกเริ่มวัดอุณหภูมิผิวท่อที่ตำแหน่งต้นทางการไหลให้มากที่สุดเพื่อ T_{W1} จะมีค่ามากและควรเลือกตำแหน่งวัดอุณหภูมิ T_{W2} ให้ห่างออกไปมากๆ จนกระทั่งทำให้ค่า

ตัวแปรไร้มิติ $\left(\frac{T_{W1}-T_a}{T_{W2}-T_a}\right)$ มีค่ามากพอที่จะทำให้การประมาณอัตราการไหลมีความแม่นยำเพียงพอตามที่ต้องการ

ถ้าต้องการให้การประมาณมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า 10% ควรเลือกท่อให้ยาวพอที่จะทำให้กลุ่มตัวแปรไร้มิติดังกล่าวมีค่ามากกว่า

1.90 สำหรับอากาศในท่อกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8 มิลลิเมตร

1.60 สำหรับอากาศในท่อกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 101.6 มิลลิเมตร

1.40 สำหรับอากาศไหลในท่อภาคตัดสี่เหลี่ยมขนาด 101.6×101.6 ตารางมิลลิเมตร

1.02 สำหรับน้ำมันไหลในท่อกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

Thesis Title	An Estimation of Fluid Mass Flow Rate in Ducts by Heat Loss Analysis
Author	Mr. Theechawan Srisuwan
M. Eng.	Mechanical Engineering
Examining Committee:	Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat — Chairman
	Associate Prof. Dr. Pradit Terdtoon — Member
	Assistant Prof. Prapan Siriplapla — Member

ABSTRACT

The purposes of this thesis were to develop and improve the method for estimation mass flow rate of fluid in ducts by analyzing heat loss from fluid. By this mean, the sensors were not necessary to insert into pipe which might disturb fluid flow. This method used the temperature distributions of pipe wall temperature, temperature of insulator's surface along longitudinal axis and ambient temperature as the principal data. By these data, we could comfortingly manipulate for mass flow rate by using of iterative method.

Then we examined accuracy of this method which applied with the 3 types of fluids and 4 types of ducts. The experiments were conducted with the flow of hot air which drafted through 50.8-mm-diameter duct, 101.6-mm-diameter duct and 101.6×101.6 mm^2 square duct, the flow of hot oil which pumped through 25.4-mm-diameter pipe and the flow of hot water through 25.4-mm-diameter pipe. All of these ducts and pipes were insulated by 6.35mm thick closed cell insulator, except hot water pipe. So, all experiments were conducted to find the most affective variable which controlling the accuracy of this estimation method.

Eventually, it was found that the dimensionless group $\left(\frac{T_{W1}-T_a}{T_{W2}-T_a}\right)$ took the major role in controlling the accuracy of this method. Where T_{W1} and T_{W2} were temperature of duct wall at inlet and outlet position and T_a was temperature of ambient air. The relation was shown that when the $\left(\frac{T_{W1}-T_a}{T_{W2}-T_a}\right)$ group had higher value, the accuracy of estimation could be higher. We could find that T_a was uncontrollable variable and then the only two variables in the group which could be controlled were T_{W1} and T_{W2}. We could

conclude that the accuracy of this estimation method could be improved by selecting the proper positions for measuring T_{W1} and T_{W2}. The upstream position should be chosen for higher value of T_{W1}. The distance between T_{W1} and T_{W2} position should be long. By using the results from these experiments, to decrease error within 10%, length of duct which could provide the value of $\left(\frac{T_{W1}-T_a}{T_{W2}-T_a}\right)$ higher than

1.90 for case of hot air flow through 50.8-mm-diameter duct

1.60 for case of hot air flow through 101.6-mm-diameter duct

1.40 for case of hot air flow through 101.6×101.6 mm^2 square duct

1.02 for case of hot oil flow through 25.4-mm-diameter duct

should be selected.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University