

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	1
1.4 สมมุติฐานในการศึกษา	2
1.5 ขั้นตอนการศึกษา	2
บทที่ 2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทบทวนผลงานวิจัยที่ผ่านมา	3
2.2 แผนภาพของ Moody (Moody diagram)	4
บทที่ 3 ทฤษฎีพื้นฐาน	7
3.1 บทนำ	7
3.2 กฎการอนุรักษ์	7
3.3 การสูญเสียความดันในท่อ	9
3.4 แฟกเตอร์ความเสียดทาน	11
บทที่ 4 การไหลในระบบท่อ	15
4.1 บทนำ	15
4.2 กฎการอนุรักษ์มวล	15
4.3 กฎการอนุรักษ์พลังงาน	16
4.4 การไหลในระบบท่อนิศึกษา	18
4.5 การหาแฟกเตอร์ความเสียดทาน	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 การทดลองในระบบท่อโครงข่าย	21
5.1 บทนำ	21
5.2 อุปกรณ์การทดลอง	22
5.3 วิธีทดลอง	22
5.4 ปัญหาและข้อผิดพลาดในการทดลอง	24
บทที่ 6 ผลการทดลอง	26
6.1 การปรับเทียบมิเตอร์	26
6.2 การหาค่าอัตราการไหลที่การไหลเริ่มเป็นการไหลแบบปั่นป่วนโดยสมบูรณ์	27
6.3 ค่า friction factor (f) และ อัตราการไหล โดยวิธีใหม่ เปรียบเทียบกับวิธีปกติ	28
6.4 การนำวิธีการหาค่า friction factor (f) วิธีใหม่ ไปใช้งานจริง	37
6.5 ระบบท่อโครงข่ายที่ประกอบด้วยวงรอบพื้นฐาน 3 วงรอบ	37
6.6 ระบบท่อโครงข่ายที่ประกอบด้วยวงรอบพื้นฐาน 4 วงรอบ	39
6.7 ข้อจำกัดของการหาค่าแฟกเตอร์ความเสียดทานโดยวิธีใหม่	40
6.8 ความไวของค่า friction factor (f) ที่มีผลกับอัตราการไหล	41
บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะ	43
7.1 สรุปผลการทดลอง	43
7.2 ข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	47
ภาคผนวก ก. ผลการทดลองปรับเทียบมิเตอร์	48
ภาคผนวก ข. ผลการทดลองหาค่า friction factor โดยวิธีปกติ	67
ภาคผนวก ค. ผลการทดลองหาค่า friction factor โดยวิธีใหม่	88
ประวัติผู้เขียน	101

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าความขรุขระสัมบูรณ์ของท่อใหม่ ชนิดต่างๆ	6
ตารางที่ 3.1 สรุปสมการหาค่า f สำหรับ Darcy - Weisbach Equation	14
ตารางที่ 6.1 ผลการปรับเทียบมิเตอร์	26
ตารางที่ 6.2 แสดงค่า friction factor (f) กับอัตราไหลต่างๆ	27
ตารางที่ 6.3 ผลการทดลองอัตราการไหล และ friction factor วิธีปกติ	28
ตารางที่ 6.4 ผลการทดลองอัตราการไหล และ friction factor โดยวิธีใหม่	30
ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบค่า friction factor วิธีปกติ กับ วิธีใหม่	31
ตารางที่ 6.6 การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหล กับ การเปลี่ยนแปลงค่าแฟกเตอร์ ความเสียดทาน	42
ตารางที่ 7.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีปกติกับวิธีใหม่	44
ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการปรับเทียบมิเตอร์ a,1,b	49
ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองการปรับเทียบมิเตอร์ a,2	50
ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองการปรับเทียบมิเตอร์ a,3	51
ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองการปรับเทียบมิเตอร์ a,4,d	52
ตารางที่ ก.5 ผลการทดลองการปรับเทียบมิเตอร์ a,5,c	53
ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1-6	68
ตารางที่ ข.2 ผลการทดลองครั้งที่ 7-12	72
ตารางที่ ข.3 ผลการทดลองครั้งที่ 13-18	76
ตารางที่ ข.4 ผลการทดลองครั้งที่ 19-24	80
ตารางที่ ข.5 ผลการทดลองครั้งที่ 25-30	84
ตารางที่ ค.1 ผลการคำนวณค่า friction factors โดยวิธีใหม่ (ใช้ผลการทดลองครั้งที่ 5-7-8 , 5-7-11 , 5-7-23)	89
ตารางที่ ค.2 ผลการคำนวณค่า friction factors โดยวิธีใหม่ (ใช้ผลการทดลองครั้งที่ 7-8-11 , 7-8-23 , 8-11-23)	93
ตารางที่ ค.3 ผลการคำนวณค่า friction factors โดยวิธีใหม่ (ใช้ผลการทดลองครั้งที่ 5-8-11 , 5-8-23 , 5-11-23)	97

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 แผนภาพของ Moody	6
ภาพที่ 3.1 การไหลในท่อ	8
ภาพที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง f กับ Reynold number และความขรุขระสัมพัทธ์ของท่อ	12
ภาพที่ 4.1 จุดต่อในระบบท่อ	15
ภาพที่ 4.2 วงรอบปิดพื้นฐานใดๆ	16
ภาพที่ 4.3 ระบบท่อ 2 loop	18
ภาพที่ 5.1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง	21
ภาพที่ 6.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล (Q) กับ friction factors (f) ในท่อที่ 1	32
ภาพที่ 6.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล (Q) กับ friction factors (f) ในท่อที่ 2	33
ภาพที่ 6.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล (Q) กับ friction factors (f) ในท่อที่ 3	34
ภาพที่ 6.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล (Q) กับ friction factors (f) ในท่อที่ 4	35
ภาพที่ 6.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล (Q) กับ friction factors (f) ในท่อที่ 5	36
ภาพ ที่ 6.6 ระบบท่อโครงข่าย 3 loop	37
ภาพ ที่ 6.7 ระบบท่อโครงข่าย 4 loop	39
ภาพ ที่ 6.8 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหล กับ การเปลี่ยนแปลงค่าแฟกเตอร์ความเสียดทาน	42
ภาพที่ ก.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_1 กับ q_a	54
ภาพที่ ก.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_2 กับ q_a	55
ภาพที่ ก.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_3 กับ q_a	56
ภาพที่ ก.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_4 กับ q_a	57
ภาพที่ ก.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_5 กับ q_a	58
ภาพที่ ก.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_b กับ q_a	59

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ ก.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_c กับ q_a	60
ภาพที่ ก.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง q_d กับ q_a	61
ภาพที่ ก.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_1 กับ f_1	62
ภาพที่ ก.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_2 กับ f_2	63
ภาพที่ ก.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_3 กับ f_3	64
ภาพที่ ก.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_4 กับ f_4	65
ภาพที่ ก.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_5 กับ f_5	66