สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ
กิตติกรรมประกาศ ฉ
สารบัญ ช
สารบัญรูปภาพ ฌ
สารบัญตาราง ฎ
ประมวลคำศัพท์และสัญลักษณ์ ฐ

บทที่ 1 บทนำ **1**
1.1 หลักการและเหตุผล 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา 1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานโครงการ **4**
2.1 ทฤษฎีและหลักการ 4
2.2 การไหลในท่อ 7

บทที่ 3 การจำลองทางคอมพิวเตอร์ **17**
3.1 แบบจำลองที่เกี่ยวข้อง 17
3.2 ทฤษฎีและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องใน แบบจำลอง k-ε 30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 วิธีการออกแบบและวิธีการทดลอง **42**

4.1 การออกแบบเครื่องสูบน้ำพลังน้ำ 42

4.2 การทดลอง 45

บทที่ 5 ผลการคำนวณและผลการทดลอง **58**

5.1 ผลการทดลองทางโปรแกรม

58

5.2 ผลการทดลอง 71

5.3 ผลการคำนวณ 72

บทที่ 6 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ **79**

6.1 สรุปผลการทดลอง 79

6.2 ข้อเสนอแนะ 80

บรรณานุกรม **85**

ภาคผนวก **86**

ภาคผนวก ก ผลการจำลองทางโปรแกรม 87

ภาคผนวก ข การคำนวณ 101

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ภาพทิศทางการไหลของของไหล 4
รูปที่ 2.2 แสดงทิศทางของของเหลว ก่อน และหลังกระทบกับใบจักร 5
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างองค์ประกอบต่างๆในระบบท่อ 7
รูปที่ 2.4 แผนภาพของ Moody 11
รูปที่ 2.5 แผนภาพค่าขรุขระสัมบูรณ์(หน่วยเป็นฟุต) และความขรุขระสัมพัทธ์ของท่อที่มีขายตามท้องตลาด 12
รูปที่ 4.1 ภาพลักษณะของโครงสร้างและทุ่น 42
รูปที่ 4.2 ภาพลักษณะของเพลา 43
รูปที่ 4.3 ภาพลักษณะของแบริ่ง 43
รูปที่ 4.4 ภาพปั้มมือหมุน (Vane ปั้ม) 44
รูปที่ 4.5 ภาพลักษณะของใบพัด 44
รูปที่ 4.6 ภาพการสร้างแบบจำลองของใบพัด 45
รูปที่ 4.7 ภาพการสร้างแบบจำลองใหม่ 47
รูปที่ 4.8 ภาพการเลือกหน่วยของการไหล 47
รูปที่ 4.9 ภาพส่วนของ Geometry 48
รูปที่ 4.10 ภาพการแทรกข้อมูลและการกำหนดหน่วยความยาว 48
รูปที่ 4.11 ภาพการระบุค่า Symmetric 49
รูปที่ 4.12 ภาพการเลือกแบบของ Geometry 49
รูปที่ 4.13 ภาพการกำหนดการไหล 49
รูปที่ 4.14 ภาพการเลือกย่านการไหลและทิศทางของการไหล 50
รูปที่ 4.15 ภาพการกำหนดความสำคัญของอุณหภูมิ 50
รูปที่ 4.16 ภาพการเลือกรูปแบบของการไหล 51
รูปที่ 4.17 ภาพการการกำหนดชนิดและชื่อของย่านการไหล 51
รูปที่ 4.18 ภาพการกำหนดเงื่อนไขของขอบเขตการจำลอง 52

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.19 ภาพการกำหนดค่าเมื่อเสร็จสมบูรณ์แล้ว 52
รูปที่ 4.20 ภาพกำหนดความเร็วและทิศทางของการไหลของของไหล 53
รูปที่ 4.21 ภาพวิธีการคำนวณ 53
รูปที่ 4.22 ภาพการดูผลการจำลอง 54
รูปที่ 4.23 ภาพตารางแสดงค่าที่ได้ 54
รูปที่ 4.24 ภาพ การประกอบส่วนต่างๆ 55
รูปที่ 4.25 ภาพการทดสอบ 56
รูปที่ 4.26 ภาพเครื่องวัดความเร็วรอบ 56
รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแรงที่เกิดจากการกระทำของการไหลของน้ำในมุมต่างๆ 60
รูปที่ 5.2 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดยังไม่เริ่มหมุน 60
รูปที่ 5.3 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 30 องศา 61
รูปที่ 5.4 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 60 องศา 61
รูปที่ 5.5 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 90 องศา 62
รูปที่ 5.6 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 120 องศา 62
รูปที่ 5.7 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 150 องศา 63
รูปที่ 5.8 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 180 องศา 63
รูปที่ 5.9 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 210 องศา 64
รูปที่ 5.10 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 240 องศา 64
รูปที่ 5.11 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 270 องศา 65
รูปที่ 5.12 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 300 องศา 65
รูปที่ 5.13 ภาพทิศทางการไหลเข้ากระทบของน้ำเมื่อใบพัดหมุนไป 330 องศา 66

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.14 ลักษณะการไหลของน้ำก่อนกระทบกับใบพัดในมุม 0 องศา 66
รูปที่ 5.15 ลักษณะการไหลของน้ำกระทบกับใบพัดในมุม 0 องศา 67
รูปที่ 5.16 ลักษณะการไหลของน้ำหลังกระทบกับใบพัดในมุม 0 องศา 67
รูปที่ 5.17 ลักษณะการไหลของน้ำก่อนกระทบกับใบพัดในมุม 90 องศา 68
รูปที่ 5.18 ลักษณะการไหลของน้ำกระทบกับใบพัดในมุม 90 องศา 68
รูปที่ 5.19 ลักษณะการไหลของน้ำก่อนกระทบกับใบพัดในมุม 150 องศา 69
รูปที่ 5.20 ลักษณะการไหลของน้ำกระทบกับใบพัดในมุม 150 องศา 69
รูปที่ 5.21 ลักษณะการไหลของน้ำก่อนกระทบกับใบพัดในมุม 270 องศา 70
รูปที่ 5.22 ลักษณะการไหลของน้ำกระทบกับใบพัดในมุม 270 องศา
70
รูปที่ 6.1 ภาพการพิจารณาโมเมนต์ความเฉื่อยของใบพัด 81
รูปที่ 6.2 การหมุนรอบวัตถุเกร็งรอบแกนคงที่ 83

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าความขรุขระสัมบูรณ์ของท่อใหม่ ชนิดต่าง	9
ตารางที่ 2.2 สัมประสิทธิ์การสูญเสียเฮดของอุปกรณ์ท่อต่างๆ	14
ตารางที่ 2.2 (ต่อ) สัมประสิทธิ์การสูญเสียเฮดของอุปกรณ์ท่อต่างๆ	15
ตารางที่ 2.2 (ต่อ) สัมประสิทธิ์การสูญเสียเฮดของอุปกรณ์ท่อต่างๆ	16
ตารางที่ 4.1 สถิติการสำรวจปริมาณน้ำในแม่น้ำมูล ณ สถานีสะพานเสรีประชาธิปไตย อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ประจำปี พ.ศ. 2547	46
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงผลของแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อจุดศูนย์กลางของใบพัด ในแนวแกน X ที่ได้ จากการจำลองในสภาวะต่างๆ	59
ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงผลจากการทดลองปฏิบัติจริง	71

ประมวลคำศัพท์และสัญลักษณ์

V_1	=	ความเร็วของน้ำทางเข้า	[m/s]
W_1	=	ความเร็วสัมพัทธ์ขาเข้าของใบพัด	[m/s]
W_2	=	ความเร็วสัมพัทธ์ขาออกของใบพัด	[m/s]
W_{1x}	=	ความเร็วสัมพัทธ์ขาเข้าของใบพัดในแนวแกน X	[m/s]
W_{2x}	=	ความเร็วสัมพัทธ์ขาออกของใบพัดในแนวแกน Y	[m/s]
u	=	ความเร็วของใบพัด	[m/s]
F	=	แรง	[N]
F_x	=	แรงในแนวแกน X	[N]
ρ	=	ความหนาแน่นของของเหลว	[kg/m^3]
Q	=	อัตราไหลของของเหลวที่กระทบใบจักร	[m^3/s]
A	=	พื้นที่	[m^2]
θ	=	มุมของใบจักรขาออก	[m/s]
T	=	แรงบิด	[N/m]
D	=	เส้นผ่าศูนย์กลาง	[m]
n	=	ความเร็วรอบ	[rpm]
η_h	=	ประสิทธิภาพเชิงชลศาสตร์	
R_e	=	Reynolds Number	
μ	=	ความหนืดสัมบูรณ์	[m/s]
R_h	=	รัศมีชลศาสตร์	[m]
τ_0	=	แรงเฉือน	[N/m^2]
K	=	ตัวเลขไร้มิติใดๆ	
g	=	ค่าแรงโน้มถ่วง	[N]

f	=	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	
ε	=	ความขรุขระสัมพัทธ์	
h'	=	การสูญเสียรอง	[m]
k	=	สัมประสิทธิ์ของการสูญเสียรอง	
h'_e	=	การสูญเสียเฮดเนื่องจากความปั่นป่วนตรงปากทางเข้า	[m]
k_e	=	สัมประสิทธิ์ของการสูญเสียเฮดตรงปากทางเข้าท่อ	
h'_d	=	การสูญเสียเฮดตรงทางออกที่ปลายท่อ	[m]
h_L	=	การสูญเสียเฮดเนื่องจากอุปกรณ์ท่อ	[m]
L_e	=	ความยาวท่อสมมูลย์	[m]
G_k	=	พลังงานของการไหลแบบปั่นป่วนเนื่องจากความเร็วในแนวลาด	
G_b	=	พลังงานของการไหลแบบปั่นป่วนเนื่องจากแรงลอยตัว	
Y_M	=	การขยายตัวแบบแปรผัน ในการไหลแบบปั่นป่วนที่กดอัด	
$C_{1\varepsilon}$	=	เป็นค่าคงที่	
$C_{2\varepsilon}$	=	เป็นค่าคงที่	
$C_{3\varepsilon}$	=	เป็นค่าคงที่	
C_μ	=	เป็นค่าคงที่	
σ_k	=	เป็นค่าคงที่	
σ_s	=	เป็นค่าคงที่	
S_k	=	ค่าที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นมาเอง	
S_ε	=	ค่าที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นมาเอง	
$\mu_{t\theta}$	=	ค่าความหนืดของการไหลแบบปั่นป่วน	
Ω	=	ค่าคุณลักษณะของการหมุนวน	
α_s	=	ค่าคงที่ของการหมุนวน	
$\tilde{\Omega}_{ij}$	=	อัตราการหมุนที่ถูกแสดงในการหมุนอ้างอิงโดยความเร็วเชิงมุม (ω_k)	
I	=	การเพิ่มขึ้นของการไหลแบปั่นป่วน	
l	=	ค่าความยาวของการไหลแบบปั่นป่วน	[m]
L	=	ขนาดของท่อ	[m]
δ_{99}	=	ค่าความหนาของชิ้นขอบเขต	
μ_t/μ	=	อัตราส่วนความหนืดของการไหลแบบปั่นป่วน	
$\tilde{\upsilon}$	=	ค่าความหนืดของการไหลแบบปั่นป่วน	

U_∞	=	ค่าความเร็วของไออิสระ	[m/s]
L_∞	=	ความยาวของการไหลของ Steam wise	[m]
M_t	=	Mach-number ของการไหลแบบปั่นป่วน	