การดัดแปลงสูบหอยโข่งเป็นกังหันน้ำระดับน้ำต่ำ

นายไพโรจน์ ลิมปพยอม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2530

ISBN 974-567-808-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012821

I10298198

MODIFICATION OF A CENTRIFUGAL PUMP FOR A LOW HEAD TURBINE

Mr.Pairot Limphapayom

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การดัดแปลงสูบหอยโข่งเป็นกังหันน้ำระดับน้ำต่ำ
โดย	นายไพโรจน์ ลิมปพยอม
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ดำรงศักดิ์ มลิลา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ดำรงศักดิ์ มลิลา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาญชัย ลิมปิยากร)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สมศักดิ์ ไชยภินันท์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การดัดแปลงสูบหอยโข่งเป็นกังหันน้ำระดับน้ำต่ำ

ชื่อนิสิต นายไพโรจน์ ลิมปพยอม

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ดำรงศักดิ์ มลิลา

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2529

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงการทดลองดัดแปลงสูบหอยโข่งขนาด 3 นิ้ว ให้ทำงานเป็นกังหันน้ำ โดยเปลี่ยน impeller ให้มีมุมครีบเหมาะสมกับการทำงาน และเพิ่ม guide vane ทางด้านหน้าของ impeller กังหันดัดแปลงนี้มีประสิทธิภาพระหว่าง 20 ถึง 29% ในช่วงระดับน้ำ 5 ถึง 16 เมตร โดยแบบมี guide vane ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าประมาณ 2% กังหันนี้น่าจะนำไปใช้งานในชนบทได้ดีเพราะราคาถูกและสามารถสร้างได้ง่าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Modification of a Centrifugal Pump for a Low Head Turbine

Name Mr. Pairot Limphapayom

Thesis Advisor Associate Professor Damrungsuk Malila

Department Mechanical Engineering

Academic Year 1986

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ABSTRACT

This thesis describes the modification of a 3 inch, locally made, centrifugal pump to run as a turbine. The impeller was modified so that the blade is suitable for the operation. A guide vane was also fitted to the inlet of the impeller. This modified low head turbine yielded an efficiency from 20% to 29% at the simulated inlet head from 5 m to 16 m. The version with guide vane gives approximately 2% higher efficiency. It is apparent that this modified turbine can be utilized in the remote rural area because of its low cost and ease of fabrication.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ดำรงศักดิ์ มลิลา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัวทุกท่านที่เอาใจช่วย และคุณอุษา จันทร์ปรุง ที่ช่วยเหลือด้านงานพิมพ์จนวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฌ

คำอธิบายสัญญลักษณ์ ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ 1
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดลองและการทดลอง 19
3. ผลการทดลอง 31
4. อภิปรายผลการทดลอง 48
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ 55

เอกสารอ้างอิง 57

ภาคผนวก 59

ประวัติ 79

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ข-1	ผลการทดลองการดัดแปลงสูบหอยโข่งเป็นกังหันน้ำที่ระดับน้ำคงที่ 12 m	63
ข-2	เปรียบเทียบผลการทดลองการดัดแปลงสูบหอยโข่งเป็นกังหันน้ำที่จุดประสิทธิภาพสูงสุด	64
ค-1	ความสูง ความกดดันบรรยากาศและความดันไอ	67

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	กังหันปฏิกิริยาและสูบหอยโข่ง	2
1.2	กังหันปฏิกิริยาแบบฟรานซิส	4
1.3	สูบหอยโข่ง	5
1.4	กราฟแสดงคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ระดับน้ำคงที่	7
1.5	กราฟแสดงสมรรถนะของกังหันน้ำที่ความเร็วรอบคงที่	7
1.6	แสดงการไหลในท่อตีบ	9
1.7	แสดงการไหลในท่อผาย	9
1.8	สูบหอยโข่งกับท่อดูดรูประฆัง	10
1.9	กังหันน้ำกับท่อผาย	10
1.10	สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนค่าสำหรับกังหันน้ำเป็นสูบหอยโข่งในฟังชั่นของความเร็วรอบจำเพาะ	13
1.11	กราฟ σ_c ในฟังชั่นของความเร็วรอบจำเพาะ	15
1.12	แสดงการวางกังหันที่สัมพันธ์กับระดับน้ำล่าง	15
1.13	ขนาดของท่อผายแบบต่าง ๆ	17
2.1	สูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ	21
2.2	ไดนาโมมิเตอร์	21
2.3	เครื่องวัดรอบ	23
2.4	มาตรวัด rectangular weir	23
2.5	มาตรวัดระดับน้ำเหนือ weir	25
2.6	ท่อผายและ impeller สูบหอยโข่ง	26
2.7	สูบหอยโข่งและมอเตอร์ไฟฟ้า	26
2.8	Guide vane	28
2.9	เครื่องทดลองสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ	28
2.10	เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบเครื่องทดลองสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.1	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 5 m...	33
3.2	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 6 m...	34
3.3	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 7 m...	35
3.4	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 8 m...	36
3.5	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 9 m...	37
3.6	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 10 m..	38
3.7	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 11 m..	39
3.8	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 12 m..	40
3.9	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 13 m..	41
3.10	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 14 m..	42
3.11	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 15 m..	43
3.12	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ระดับน้ำคงที่ 16 m..	44
3.13	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ความเร็วรอบคงที่ 1000 rpm.....	45
3.14	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ความเร็วรอบคงที่ 1450 rpm.....	46
3.15	สมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่จุดประสิทธิภาพสูงสุด	47
4.1	สมรรถนะของกังหันน้ำแบบปฏิกิริยาที่ระดับน้ำคงที่.....	48
4.2	สมรรถนะของกังหันน้ำแบบปฏิกิริยาที่ความเร็วรอบคงที่.....	49
4.3	impeller ของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ.....	53
ง-1	แสดงการหาขนาดของ guide vane.....	70
ง-2	แสดงระยะห่างระหว่างใบ.....	71
ง-3	แสดงสามเหลี่ยมความเร็วของความเร็วสัมพัทธ์และแรงกระทำบนใบซึ่งอยู่กับที่	72
ง-4	แสดงแรงยก L กระทำตามแนวยาวคอร์ด l	73
ฉ-1	ท่อผายแบบกรวยตั้ง.....	78

คำอธิบายสัญญลักษณ์

Q	อัตราการไหลของน้ำ, m^3/s
ρ	ความหนาแน่นของน้ำ, kg/m^3
r_1 , r_2	รัศมี, m
V_{t1}, V_{t2}	องค์ประกอบความเร็วในแนวเส้นสัมผัส, m/s
T	แรงบิด, Nm
ω	ความเร็วเชิงมุม, rad/s
γ	น้ำหนักจำเพาะ, N/m^3
H	ระดับน้ำ, m
H_p	ระดับน้ำของสูบหอยโข่ง, m
H_t	ระดับน้ำของกังหัน, m
g_n	อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก, m/s^2
V_{r1}, V_{r2}	องค์ประกอบความเร็วในแนวรัศมี, m/s
u	ความเร็วขอบ, m/s
V_1	ความเร็วน้ำเข้ากังหัน, m/s
Q_t	อัตราการไหลของกังหัน, m^3/s
Q_p	อัตราการไหลของสูบหอยโข่ง, m^3/s
N_{st}	ความเร็วรอบจำเพาะของกังหัน
N_{sp}	ความเร็วรอบจำเพาะของสูบหอยโข่ง
η_h	ประสิทธิภาพเชิงของไหล, %
N	ความเร็วรอบ, rpm; ค่าความปลอดภัย, เท่า
N_s	ความเร็วรอบจำเพาะ
Q_{cf}	แฟคเตอร์แก้ค่าอัตราการไหล
H_{cf}	แฟคเตอร์แก้ค่าระดับน้ำ
E_{cf}	แฟคเตอร์แก้ค่าประสิทธิภาพ
BEP	จุดที่ประสิทธิภาพดีที่สุด, %
D	วัดผ่าศูนย์กลาง impeller, m

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญญลักษณ์ (ต่อ)

H_{npd}	ระดับท่อปล่อยน้ำค่าบวกสุทธิ
σ_c	ค่าคงที่ของ cavitation
H_a	ความดันบรรยากาศ, m
H_v	ความดันไอของน้ำ, m
H_s	ความสูงจากระดับน้ำล่างถึง runner, m
β_2	มุมครีบใบทางออกของ impeller , องศา
β_1	มุมครีบใบทางเข้าของ impeller , องศา
BP	กำลังงานเพลา, kW
C_d	สัมประสิทธิ์การไหล
b	ความกว้างของฐาน weir, m
h	ความสูงระดับน้ำเหนือ weir, m
η_{max}	ประสิทธิภาพสูงสุด, %
α_1	มุมน้ำเข้ากังหัน, องศา
ϕ	อัตราส่วนความเร็ว
W	ภาระเบรค, kg
{3}	เอกสารอ้างอิงหมายเลข 3
Zg	จำนวนใบของ guide vane , ใบ
Zr	จำนวนใบของ runner, ใบ
Zg_{min}	จำนวนใบของ guide vane น้อยสุด, ใบ
Zg_{max}	จำนวนใบของ guide vane มากสุด, ใบ
S_1	ระยะห่างระหว่างใบช่วงบน, mm
S_2	ระยะห่างระหว่างใบช่วงล่าง, mm
R	รัศมีความโค้งของ guide vane, mm
L	ความยาวคอร์ด, mm
a	ระยะห่างระหว่างเปลือกสูบกับ impeller, mm
t	ความหนาของครีบใบ, mm
WP	กำลังงานน้ำ, kW

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญญลักษณ์ (ต่อ)

t_{max}	ความหนาของครีบใบสูงสุด, mm
f	camber, mm
L	แรงยก, N/m; ความยาวคาน, m
D	แรงต้าน, N/m
C_L	สัมประสิทธิ์แรงยก
C_D	สัมประสิทธิ์แรงต้าน
A	พท.หน้าตัดตรงน้ำเข้ากังหัน, m^2
M_{max}	โมเมนต์ดัดสูงสุด, Nm
I	โมเมนต์ที่สองของพื้นที่หน้าตัด, m^4
σ	ความเค้น, N/m^2
y	ระยะจาก neutral axis ไปยังจุดหาความเค้น, m
σ_y	ความเค้นที่จุดคราก, MN/m^2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย