

การพัฒนาเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตสำหรับนาถุ้ง



นาย สมฤทธิ ศรีเสริมวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-569-912-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016087

T 17.6.09.86

DEVELOPMENT OF WATER JET PUMP FOR SHRIMP CULTURE

Mr. Somrit Srisermwongse

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1989

ISBN 974-569-912-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตสำหรับนาแก้ง

โดย นาย สมฤทธิ ศรีเสริมวงศ์

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธร ศิลปบรรเลง



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรากัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(ศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ อังภากรณ์)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธร ศิลปบรรเลง)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชาญชัย ลิ้มปิยากร)



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

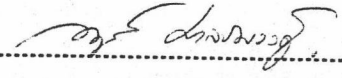
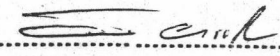
สมฤทธิ ศรีเสริมวงศ์ : การพัฒนาเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตสำหรับนากุ้ง (DEVELOPMENT OF WATER JET PUMP FOR SHRIMP CULTURE) อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร.วิทยา ยางเจริญ, รศ.ดร.กุลธร ศิลปบรรเลง, 162 หน้า.

การทำนากุ้งน้ำเค็มในปัจจุบัน ชาวประมงได้ใช้เครื่องสูบน้ำแบบดันน้ำไหลตามแนวแกนสำหรับดันน้ำทะเลซึ่งมีลูกกุ้งปะปนอยู่เข้าสู่บ่อ และลำเลียงลูกกุ้งจากบ่อเลี้ยงหนึ่งไปยังอีกบ่อเลี้ยงหนึ่ง แต่การใช้เครื่องสูบน้ำแบบดันน้ำไหลตามแนวแกนนี้ทำให้ลูกกุ้งซึ่งผ่านเครื่องสูบน้ำันตายลงเป็นจำนวนมาก

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเอาเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตมาประยุกต์ใช้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะลดอัตราการตายของลูกกุ้งที่ผ่านเครื่องสูบน้ำ ซึ่งจะยังผลให้ผลผลิตที่คุ้มค่า และมีผลกำไรดี ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้คือ ขั้นแรกได้ศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีต รวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วออกแบบและสร้างเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต ทดลองหาสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต สุกท้ายเลือกขนาดและแบบที่เหมาะสมแล้วนำลูกกุ้งมาทดสอบ

จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่า ประสิทธิภาพ (η) ของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตซึ่งได้ออกแบบให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 35% อัตราส่วนการไหล (M) ของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตซึ่งได้ออกแบบให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 6 อัตราการไหลชุด (Q_s) ของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตซึ่งได้ออกแบบให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 61 ลบ.ม./ชม. ประสิทธิภาพรวม (η) ของระบบเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตซึ่งได้ออกแบบให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 6% ที่ความแตกต่างของหัวความดันเท่ากับ 30 เซนติเมตร และอัตราการตายของลูกกุ้งซึ่งผ่านเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตนี้น้อยมากจนสามารถละทิ้งได้

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

SOMRIT SRISERMWONGSE : DEVELOPMENT OF WATER JET PUMP FOR SHRIMP CULTURE. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. WITHAYA YONGCHAREON, Ph.D., ASSO. PROF. KULTHORN SILAPABANLENG, Ph.D. 162 PP.

In Thailand, axial flow pump is widely used for moving salt water which contains young shrimps from sea to shrimp farms and from one well to another. However, it causes a large amount of dead shrimps.

The objective of studying the possibility of applying water jet pump to shrimp farms is to decrease a death rate in order to bring about a worthy and profitable outcome. The procedure of this research is divided into four parts. Firstly, the former research and relevant documents are studied. Secondly, a water jet pump is designed and built. Thirdly, the performance of water jet pump is evaluated. Finally, the selected size and type of water jet pump is experimented with young shrimps.

From the experiment, it was found that, for the different pressure head of 30 cm., the efficiency of the selected water jet pump achieved the highest value at 35%, its flow ratio achieved the highest value at 6, the suction flow rate reached the highest value at $61 \text{ m}^3/\text{hr.}$, the maximum overall efficiency is 6%, and the death rate of young shrimps was inconsiderable.

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต *Somrit Srisermwongse*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *Assoc. Prof. Withaya Yongchareon*



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ และท่านรองศาสตราจารย์ ดร. กุลธร ศิลปบรรเลง ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และแนวทางการแก้ไขปัญหาในการวิจัยนี้
อนึ่งผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณท่านศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชาญชัย ลิ้มปิยากรณ์ ซึ่งได้กรุณาช่วยให้คำแนะนำแก้ไขในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นอกจากนี้ ผู้เขียนใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิคา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา อนึ่ง ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณแสงแข ทวีสิน ที่ได้ช่วยทำการพิมพ์ต้นฉบับ ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนหวังว่าคงจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และงานออกแบบเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตสำหรับนาถุ้ง เพื่อที่จะนำไปสู่ผลผลิตที่มีผลกำไรดี

สมฤทธิ ศรีเสริมวงศ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ม
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ณ
บทที่ 1. บทนำ	
ความเบื้องต้น	1
ความเป็นมาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
วิธีดำเนินการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	5
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีผู้ศึกษาไว้แล้ว	5
บทที่ 2. ทฤษฎี	
การจัดประเภท	8
หลักการทำงาน	9
ส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต	11
ประสิทธิภาพทางอุทกมิติ	11
ประสิทธิภาพจริง	13
การปรับปรุงสมการประสิทธิภาพทางอุทกมิติ	19

	การทำการออกแบบโดยทั่วไป	20
บทที่ 3.	การออกแบบระบบเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต	
	ระบบเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตซึ่งใช้เครื่องสูบน้ำแบบทอยโชน่งเป็นตัวขับเคลื่อน	26
	การออกแบบเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต	29
บทที่ 4.	อุปกรณ์เครื่องมือ และขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง	
	เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	32
	ขั้นตอนในการทดลองหาสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต	34
บทที่ 5.	ผลการทดลอง และการวิเคราะห์	
	ผลการทดลอง	38
	การวิเคราะห์ผลการทดลอง	41
	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตกับเครื่องสูบน้ำแบบไหล	
	ความแกน	48
บทที่ 6.	ข้อสรุป และข้อเสนอแนะ	
	ข้อสรุป	53
	ข้อเสนอแนะ	53
	เอกสารอ้างอิง	55
ภาคผนวก ก.	ข้อมูลจากการทดลองเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต	59
ภาคผนวก ข.	การคำนวณออกแบบเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต	67
ภาคผนวก ค.	การวัดอัตราการไหลโดยอาศัยหลักการของ Weir	73
ภาคผนวก ง.	ข้อมูลจากการทดลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต	82
ภาคผนวก จ.	การประยุกต์การใช้งาน	148
ภาคผนวก ฉ.	สมการที่ใช้ในการหาค่าต่าง ๆ จากข้อมูลที่ได้มาจากการทดลอง	153

ภาคผนวก ช.	รูปแบบของการเลี้ยงกุ้งน้ำเค็ม และการเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ ของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ทกับเครื่องสูบน้ำแบบต้นน้ำไหลตามแนวแกน	156
ประวัติผู้เขียน	162



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สรุปสมการที่ใช้ในการออกแบบ	25
ก.1	ข้อมูลซึ่งได้จากการทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งครั้งที่ 1	61
ก.2	ข้อมูลซึ่งได้จากการทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งครั้งที่ 2	62
ก.3	ผลการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง	63
ค.1	ข้อมูลแสดงถึงอัตราการไหล กับความสูงที่แตกต่างของระดับน้ำเทียบกับมุมแหลมของสันเขื่อน	75
ง.1	ข้อมูล และผลการคำนวณประสิทธิภาพที่ระยะนอสเซลล์ และหัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 1,180 มิลลิเมตร	84
ง.2	ข้อมูล และผลการคำนวณประสิทธิภาพที่ระยะนอสเซลล์ และหัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 1,080 มิลลิเมตร	88
ง.3	ข้อมูล และผลการคำนวณประสิทธิภาพที่ระยะนอสเซลล์ และหัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 980 มิลลิเมตร	92
ง.4	ข้อมูล และผลการคำนวณประสิทธิภาพที่ระยะนอสเซลล์ และหัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 880 มิลลิเมตร	96
ง.5	ข้อมูล และผลการคำนวณประสิทธิภาพที่ระยะนอสเซลล์ และหัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 780 มิลลิเมตร	100
ง.6	ข้อมูล และผลการคำนวณประสิทธิภาพที่ระยะนอสเซลล์ และหัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 680 มิลลิเมตร	104
ง.7	ข้อมูล และผลการคำนวณประสิทธิภาพที่ระยะนอสเซลล์ และหัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 580 มิลลิเมตร	108



สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1	แผนผังบ่อเลี้ยงกุ้งธรรมชาติ 3
1.2	รูปตัดตามยาวของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตซึ่งประยุกต์ใช้ในบ่อเลี้ยงกุ้งน้ำเค็ม 4
2.1	รูปแบบของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตโดยทั่วไป 10
2.2	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพอุทกคต (η_u) กับอัตราส่วนความเร็ว (S) เมื่ออัตราส่วนพื้นที่ (R') เปลี่ยนไป 13
2.3	ความดันในห้องผสมผสาน 17
2.4	ลักษณะทางเรขาคณิตของนอสเชิลซ์ และนอสเชิลคูด 23
3.1	ลักษณะของระบบเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตซึ่งใช้เครื่องสูบน้ำแบบทอยโฆ่งเป็นตัวขับเคลื่อน 28
3.2	แสดงขนาดขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต 31
4.1	แสดงเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ตซึ่งติดตั้งในบ่อทดลองพร้อมอุปกรณ์ในการวัดความดันและอัตราการไหล 37
5.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ (efficiency, η) กับอัตราส่วนของระยะนอสเชิลซ์ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของนอสเชิลซ์ (L_m/d_m) ที่ค่า L_{MC} ต่าง ๆ 44
5.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ (efficiency, η) กับอัตราส่วนของความยาวห้องผสมต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของห้องผสม (L_{MC}/d_s) ที่ค่า L_m ต่าง ๆ 45
5.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ (efficiency, η) กับอัตราการไหล (flow ratio, $M = Q_s/Q_m$) ที่ค่า $z_3 - z_2$ ต่าง ๆ 46
5.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ (efficiency, η) กับความแตกต่างของหัวความดัน (different pressure head, $z_3 - z_2$) 47

รูปที่	หน้า
5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับเฮดของใบพัดแบบต่าง ๆ โดยมีเส้น contour ของประสิทธิภาพร่วมอยู่ด้วย (ความเร็วรอบ 1,800 รอบ/นาที) ..	49
5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับเฮดของใบพัดแบบต่าง ๆ โดยมีเส้น contour ของประสิทธิภาพร่วมอยู่ด้วย (ความเร็วรอบ 2,000 รอบ/นาที) ..	50
5.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับเฮดของใบพัดแบบต่าง ๆ โดยมีเส้น contour ของประสิทธิภาพร่วมอยู่ด้วย (ความเร็วรอบ 2,200 รอบ/นาที) ..	51
5.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างของหัวความดัน (ΔH) กับอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งจาก BOMBAS ITUR	52
ก.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างของหัวความดันของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง กับอัตราการไหล	65
ก.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง กับอัตราการไหล	66
ค.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล กับความสูงที่แตกต่างของระดับน้ำเทียบกับมุมแหลมของสันเขื่อนซึ่งแสดงอยู่บน log สเกล	77
ค.2 ภาคตัดขวางของการไหลผ่านเขื่อนซึ่งมีสันแหลม	79
ค.3 เขื่อนสันแหลมแบบ V-notch	79
ง.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการไหล (M) กับระยะนอสเชิลซ์ (L_m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 1,180 มิลลิเมตร	113
ง.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการไหล (M) กับระยะนอสเชิลซ์ (L_m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 1,080 มิลลิเมตร	114
ง.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการไหล (M) กับระยะนอสเชิลซ์ (L_m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 980 มิลลิเมตร	115
ง.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการไหล (M) กับระยะนอสเชิลซ์ (L_m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 880 มิลลิเมตร	116

รูปที่	หน้า
ง. 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับ ระยะนอสเซลล์ (L _m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 1,180 มิลลิเมตร	131
ง. 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับ ระยะนอสเซลล์ (L _m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 1,080 มิลลิเมตร	132
ง. 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับ ระยะนอสเซลล์ (L _m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 980 มิลลิเมตร	133
ง. 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับ ระยะนอสเซลล์ (L _m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 880 มิลลิเมตร	134
ง. 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับ ระยะนอสเซลล์ (L _m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 780 มิลลิเมตร	135
ง. 22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับ ระยะนอสเซลล์ (L _m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 680 มิลลิเมตร	136
ง. 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับ ระยะนอสเซลล์ (L _m) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อความยาวห้องผสม 580 มิลลิเมตร	137
ง. 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับ ความยาวห้องผสม (L _{MC}) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อระยะนอสเซลล์ 120 มิลลิเมตร	139

รูปที่	หน้า
ง.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับความยาวห้องผสม (L_{MC}) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อระยะนอสเซลล์ 100 มิลลิเมตร	140
ง.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับความยาวห้องผสม (L_{MC}) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อระยะนอสเซลล์ 80 มิลลิเมตร	141
ง.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับความยาวห้องผสม (L_{MC}) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อระยะนอสเซลล์ 60 มิลลิเมตร	142
ง.28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับความยาวห้องผสม (L_{MC}) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อระยะนอสเซลล์ 38 มิลลิเมตร	143
ง.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับความยาวห้องผสม (L_{MC}) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อระยะนอสเซลล์ 20 มิลลิเมตร	144
ง.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับความยาวห้องผสม (L_{MC}) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อระยะนอสเซลล์ 0 มิลลิเมตร	145
ง.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับความยาวห้องผสม (L_{MC}) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อระยะนอสเซลล์ -20 มิลลิเมตร	146
ง.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำแบบเจ็ต (η) กับความยาวห้องผสม (L_{MC}) ที่หัวความดันต่าง ๆ เมื่อระยะนอสเซลล์ -40 มิลลิเมตร	147

รูปที่		หน้า
จ.1	Deep Well Pumping	149
จ.2	Booster Pumping	150
จ.3	Dredging	151
จ.4	Tail Water Suppressors	151
จ.5	Priming Device	152

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

- d = เส้นผ่าศูนย์กลางทางออกของนอสเซิล
- D = เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ
- A = พื้นที่
- n = อัตราส่วนพื้นที่
- $R' = \frac{A_m}{A_{MC}} = \frac{A_m}{A_s}$ คือ อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดของนอสเซิลขับต่อห้องผสม
- g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
- w = ความหนาแน่นของน้ำ
- Q = อัตราการไหล
- L = ความยาวท่อ
- l = ความยาวนอสเซิลคูด
- L_m = ระยะนอสเซิลขับ
- P = หัวความดันรวม
- H = หัวความดันสถิตย์
- M = อัตราส่วนการไหลไร้มิติ = $\frac{Q_s}{Q_m}$
- N = อัตราส่วนหัวไร้มิติ = $(P_3 - P_2)/(P_1 - P_3)$
- η = ประสิทธิภาพ
- $\bar{\eta}$ = ประสิทธิภาพรวม
- V = ความเร็ว
- S = $\frac{V_s}{V_m}$ คือ อัตราส่วนความเร็ว
- θ = มุม semicone
- C = สัมประสิทธิ์ความเร็ว

- C_d = สัมประสิทธิ์ทางออก
 f = แฟคเตอร์ความเสียดทาน
 F = ความเสียดทาน
 Z = แฟคเตอร์สูญเสีย
 z = ความสูง
 k = แฟคเตอร์สูญเสียเนื่องมาจากความโค้ง
 h = ความสูญเสียหัวความดัน

ตัวเขียนห้อย (subscripts)

- d = ท่อออก
 m = ท่อขับ
 s = ท่อดูด
 D = ดิฟฟิวเซอร์
 MC = ห้องผสม
 i = ทางอุทกคติ