

การศึกษาสมรรถนะของปั้มน้ำแบบหัวฉีดโดยวิธีการทดลอง An experimental study on the water jet pump performance

จำลอง ปราบแก้ว มนต์ศักดิ์ พิมสาร

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนน ชลองกรุง เขต ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทร . 0-2326 - 4197 โทรสาร. 0-2326 – 4198 E-mail: kpchamlo@kmitl.ac.th , kpmonsak@kmitl.ac.th

Chamlong Prabkeao Monsak Pimsarn

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Chalongkrung Rd. Ladkrabang, Bangkok, Thailand 10520

Tel: 0-23264197, Fax: 0-23264198. E-mail: kpchamlo@kmitl.ac.th, kpmonsak@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาผลของอัตราส่วนพื้นที่ของหัวฉีดกับพื้นที่ของช่องทางดูด (d/D) ที่มีต่อสมรรถนะของปั้มน้ำแบบหัวฉีดโดยวิธีการทดลอง ซึ่งผลที่ได้นั้นได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลจากการคำนวณในบทความก่อนหน้านี้ [1] ทั้งนี้พบว่าผลจากการทดลองและทางทฤษฎีมีความสอดคล้องกัน คือ ประสิทธิภาพของปั้มน้ำแบบหัวฉีดจะมีค่าสูงสุดประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออัตราส่วนพื้นที่ของหัวฉีดกับพื้นที่ของช่องทางดูดมีค่าประมาณ 0.53

Abstract

This paper is aimed to experimentally study the effect of nozzle and suction area ratio (d/D) on jet pump performance. The results obtained are later compared with the theoretical data presented in previous paper [1]. According to the results obtained from both methods, the maximum efficiency of a water jet pump is about 22 percents when the nozzle and suction area ratio is about 0.53.

1. บทนำ

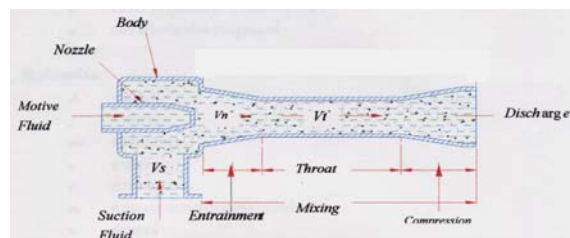
ในปัจจุบันได้มีการนำเอาปั้มน้ำแบบหัวฉีด (Jet pump) ไปประยุกต์ใช้ในงานทางวิศวกรรมกันอย่างแพร่หลาย เช่น เป็นเครื่องผสมในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นอุปกรณ์ในระบบขนถ่าย ใช้เป็นปั้มน้ำสำหรับสูบของเหลวที่มีสารแขวนลอย เป็นต้น ทั้งนี้เป็นเพราะปั้มน้ำแบบหัวฉีดมีโครงสร้างที่เรียบง่าย ไม่มีส่วนใดเคลื่อนที่หรือหมุน ทำให้การสึกหรอน้อย ไม่ต้องการซ่อมบำรุงบ่อยๆ การศึกษาเพื่อการ

ออกแบบปั้มน้ำแบบหัวฉีด ให้ได้ประสิทธิภาพสูงและเหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้งานในแต่ละประเภท จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

ที่ผ่านมาได้มีการทำการศึกษารูปแบบปั้มน้ำแบบหัวฉีดโดยวิธีทางทฤษฎี ดังแสดงในบทความ [1]-[3] ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าของอัตราส่วนพื้นที่ของหัวฉีดกับพื้นที่ของช่องทางดูด เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของปั้มน้ำแบบหัวฉีดเป็นอย่างยิ่ง ผลลัพธ์จากการคำนวณแสดงให้เห็นค่าที่เหมาะสมของค่าของอัตราส่วนพื้นที่ของหัวฉีดกับพื้นที่ของช่องทางดูดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.6 ดังนั้นบทความถูกจัดทำขึ้นมาเพื่อพิสูจน์ว่าค่าที่ได้จะเป็นจริงหรือไม่ในทางปฏิบัติ

2. ส่วนประกอบและหลักการทำงานของปั้มน้ำแบบหัวฉีด

ปั้มน้ำแบบหัวฉีดมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ หัวฉีด(Nozzle) ห้องผสม (Mixing Chamber) และท่อลดความเร็ว(Diffuser) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบสำคัญของปั้มน้ำแบบหัวฉีด

การทำงานของปั้มน้ำแบบหัวฉีดจะอาศัยหลักการจลศาสตร์ของของไหล โดยให้ของไหลที่มีความดันสูงไหลผ่านหัวฉีดด้วยความเร็วสูง ผลของความเร็วสูงจะทำให้เกิดความดันต่ำที่ปลายหัวฉีดและทางเข้าของห้องผสม จึงเป็นเหตุให้ของไหลที่ช่องทางดูด (Suction Side) ถูกดูดเข้ามาในห้องผสม การไหลของของไหลที่

กราฟในรูปที่ 5-7 เป็นกราฟที่ได้จากการคำนวณจากบทความ
ที่จัดทำโดย จำลองและปรีชา[1] ซึ่งนำมาแสดงเพื่อไว้ใช้เปรียบเทียบ
กับกราฟที่ได้จากผลการทดลอง

กราฟรูปที่ 8 – 10 แสดงผลการทดลองที่ได้ โดยขนาดของหัวฉีดที่ใช้คือ 8 มม. หรือ $d/D = 0.53$ ความดันที่ทางออกของปั๊ม, P_j , มีค่า 0.25 – 0.55 MPa

กราฟในรูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพ (η) กับอัตราส่วนการไหลจากหัวฉีดและของไหลจากท่อดูด (Q_s/Q_j) จากทุกๆค่าของความดันจะเห็นว่าประสิทธิภาพจะมีค่าสูงสุดเมื่อ Q_s/Q_j มีค่าระหว่าง 0.5-0.6

กราฟในรูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพ (η) กับ Head ratio (H/H_0) จากทุกๆค่าของความดันจะเห็นว่าประสิทธิภาพจะมีค่าสูงสุดเมื่อ H/H_0 มีค่าประมาณ 0.35-0.4

กราฟในรูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนการไหลจากหัวฉีดและของไหลจากท่อดูด (Q_s/Q_j) กับ Head ratio (H/H_0) จากทุกๆค่าของความดันจะเห็นว่า ความสัมพันธ์จะมีแนวโน้มที่เป็นแบบเดียวกันคือ Head ratio (H/H_0) จะมีค่ามากเมื่อ อัตราส่วนการไหลจากหัวฉีดและของไหลจากท่อดูด (Q_s/Q_j) มีค่าน้อย และ Head ratio (H/H_0) จะมีค่าน้อยลงเมื่อ อัตราส่วนการไหลจากหัวฉีดและของไหลจากท่อดูด (Q_s/Q_j) มีค่ามาก ซึ่งน่าจะเป็นอย่างนั้นตามหลักการของพลังงาน

กราฟในรูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพ (η) กับอัตราส่วนการไหลจากหัวฉีดและของไหลจากท่อดูด (Q_s/Q_j) เมื่อความดันที่ทางออกของปั๊ม, P_j , มีค่า 0.45 MPa และขนาดหัวฉีดมีการเปลี่ยนแปลง จากกราฟจะเห็นว่าประสิทธิภาพจะมีค่าสูงสุดเมื่อ $d/D = 0.53$ ซึ่งประสิทธิภาพที่ได้มีค่าประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์

กราฟในรูปที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพ (η) กับ Head ratio (H/H_0) และมีเงื่อนไขในการทดลองเช่นเดียวกับในกราฟรูปที่ 11 จากกราฟจะเห็นว่าประสิทธิภาพจะมีค่าสูงสุดเมื่อ $d/D = 0.53$ ซึ่งประสิทธิภาพที่ได้มีค่าประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับในกราฟรูปที่ 11

กราฟในรูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Head ratio (H/H_0) กับอัตราส่วนการไหลจากหัวฉีดและของไหลจากท่อดูด (Q_s/Q_j) และมีเงื่อนไขในการทดลองเช่นเดียวกับในกราฟรูปที่ 11 จากกราฟจะเห็นว่าความสัมพันธ์จะมีลักษณะเป็นแบบเส้นตรงและสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้เช่นเดียวกับในกราฟรูปที่ 10

กราฟในรูปที่ 14 เป็นกราฟรวมแสดงความสัมพันธ์ของค่าประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้เมื่ออัตราส่วนพื้นที่ของหัวฉีดกับพื้นที่ของช่องทางดูด (d/D) มีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนั้นยังได้แสดงค่า Head ratio (H/H_0) กับอัตราส่วนการไหลจากหัวฉีดและของไหลจากท่อดูด (Q_s/Q_j) ที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพมีค่าสูงสุด

6. สรุปผลที่ได้จากการทดลอง

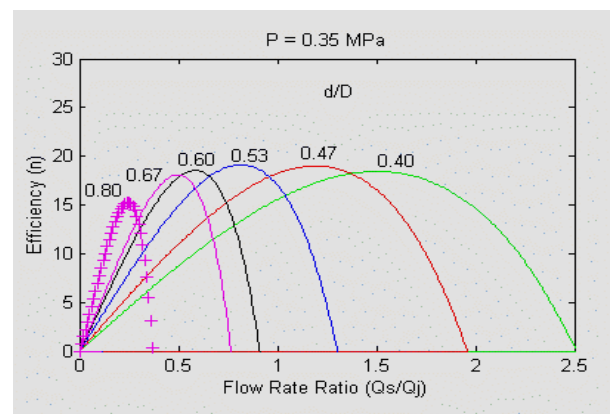
จากผลการศึกษาทั้งผลการคำนวณทางทฤษฎีและผลจากการทดลองจะเห็นว่าค่าประสิทธิภาพของเจ็ตปั๊มที่ใช้น้ำไปเป็นของไหลขับเคลื่อนจากหัวฉีด และของไหลทางท่อดูดก็เป็นน้ำเช่นกัน พบว่าที่อัตราส่วนของขนาดของหัวฉีดและขนาดของช่องผสม (d/D) ประมาณ 0.53 เป็นค่าที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดคือ ประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์

7 กิตติกรรมประกาศ

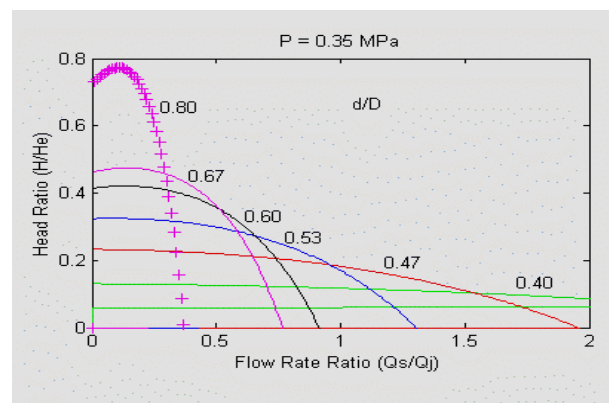
ขอขอบคุณ Prof.Dr. Katsumi Aoki จากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยโตไกที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ ในประกอบชุดทดลองและวิธีการทดลอง

8. เอกสารอ้างอิง

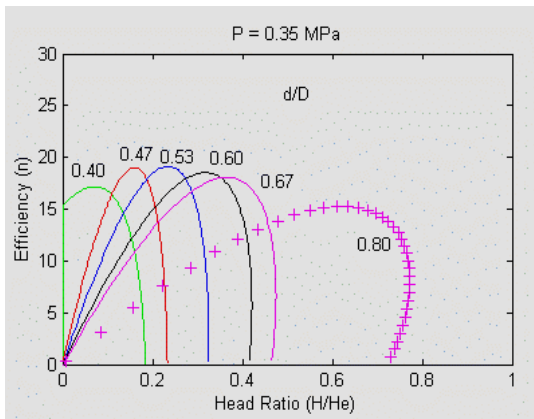
- [1] จำลอง ปรามแก้ว และ ปรีชา ชันอะ “ การศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงขนาดของหัวฉีดที่มีต่อสมรรถนะของปั๊มน้ำแบบหัวฉีด”การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 16 14-16 ตุลาคม 2545 จังหวัดภูเก็ต
- [2] Chamlong Prabkeao and Katsumi Aoki, “Theoretical Analysis on Hydraulic Transportation of Solids Using the Jet Pump”, Proceedings of the School of Engineering, Tokai University, Vol. 26, 2001,
- [3] Gosline, J. E. and O'Brien, M. P., "The Water Jet Pump", Publication in Engineering, University of California, Vol.3, No.3, 1934, page 167-190.



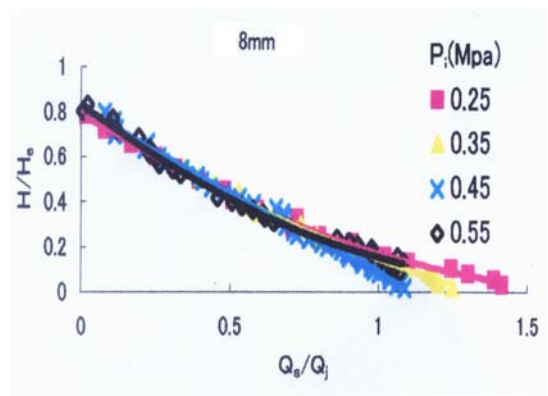
รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ทางทฤษฎีระหว่างประสิทธิภาพ (η) กับ Flowrate ratio (ϕ) ที่หัวฉีดที่ขนาดต่างกัน



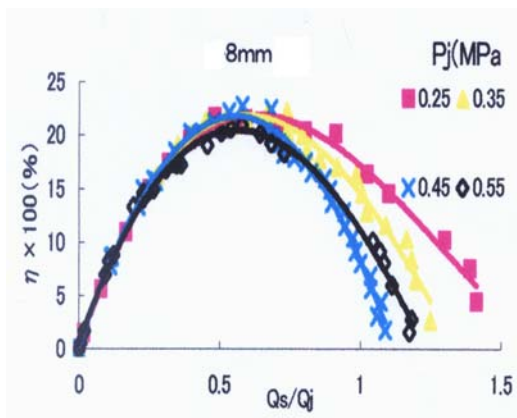
รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ทางทฤษฎีระหว่าง Head ratio (H/H_0) กับ Flowrate ratio (ϕ) ที่หัวฉีดที่ขนาดต่างกัน



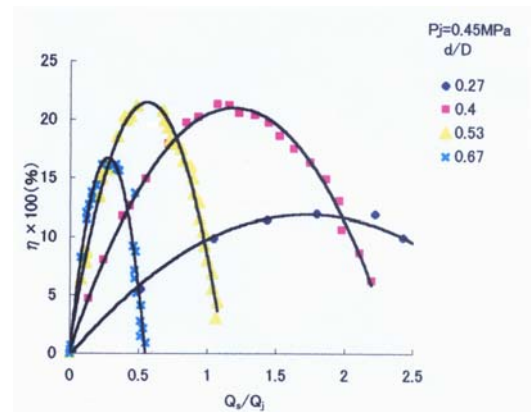
รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ทางทฤษฎีระหว่าง ประสิทธิภาพ (η) กับ Head ratio (H/H_0) ที่หัวฉีดที่ขนาดต่างกัน



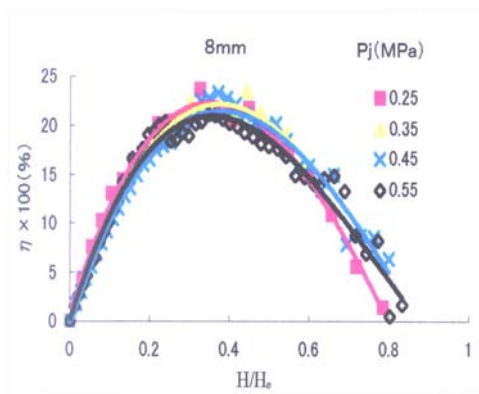
รูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Head ratio (H/H_0) กับ Flowrate ratio (ϕ) ที่หัวฉีดที่ขนาด 8 มม.



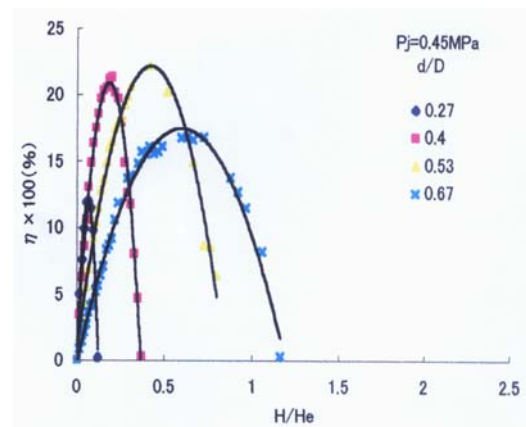
รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพ (η) กับ Flow rate ratio (ϕ) ที่หัวฉีดที่ขนาด 8 มม.



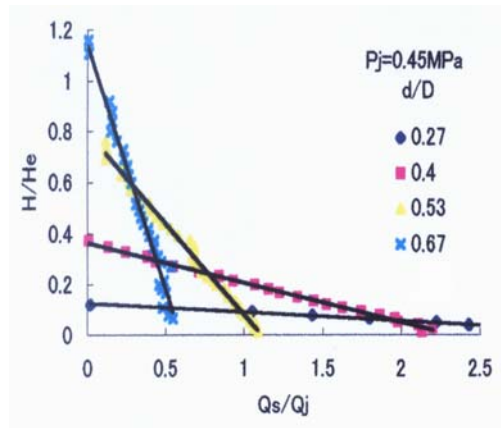
รูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ (η) กับ Flow rate ratio (ϕ) ที่หัวฉีดที่ขนาดต่างกัน



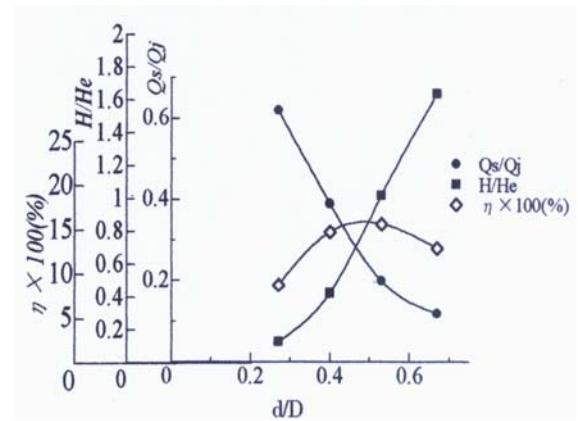
รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ (η) กับ Head ratio (H/H_0) ที่หัวฉีดที่ขนาด 8 มม.



รูปที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ (η) กับ Head ratio (H/H_0) ที่หัวฉีดที่ขนาดต่างกัน



รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Head ratio (H/H_e) กับ Flowrate ratio (Q_s/Q_j) ที่หัวฉีดที่ขนาดต่างกัน



รูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพสูงสุดกับอัตราส่วน d/D และค่า Flow rate ratio (Q_s/Q_j) กับ Head ratio (H/H_e) ที่สอดคล้อง