

การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของปั๊มสุญญากาศ
STUDY ON VARIABLES AFFECTING ON THE OPERATION
OF THE VACUUM PUMP



ปริญญาโทนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคำหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของปั๊มสุญญากาศ

STUDY ON VARIABLES AFFECTING ON THE OPERATION OF THE VACUUM PUMP



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY ON VARIABLES AFFECTING ON THE OPERATION OF THE VACUUM PUMP



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของปั๊มสุญญากาศ

Study on variables affecting on the operation of the vacuum pump

คณะผู้จัดทำ

1. นาย รักษกุล ศรีสุนทร รหัสประจำตัว 54011065
2. นาย วุฒิลักษณ์ พ่วงศรี รหัสประจำตัว 54011233
3. นาย อธิธิณัฐ ตวงสุธี รหัสประจำตัว 54011557

(ผศ. มณฑล ใจกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของปั๊มสุญญากาศ

นาย รักษ์กุล	ศรีสุนทร	54011065
นาย วุฒิลักษณ์	พวงศรี	54011233
นาย อธิธิษฐ์	ดวงสุธี	54011557
ผศ. มณฑล	ใจกุล	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาผลกระทบต่อการทำงานของปั๊มสุญญากาศ ประเภท Liquid Ring ซึ่งเกิดจากการปรับค่าตัวแปรต่างๆในชุดทดสอบ ได้แก่ 1.อัตราการไหลของน้ำเย็น ในระบบที่ 140 ลิตร/ชั่วโมง, 160 ลิตร/ชั่วโมง, 180 ลิตร/ชั่วโมง, 200 ลิตร/ชั่วโมง 2.ขนาดของท่อฝั่ง Suction ที่ ½ นิ้ว, ¾ นิ้ว, 1 นิ้ว, 1¼ นิ้ว และ 3.อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นในระบบ 15 องศาเซลเซียส, 20 องศาเซลเซียส, 25 องศาเซลเซียส, 30 องศาเซลเซียส เป็นการทดสอบเพื่อหาความดันในห้องสุญญากาศ และ คำนวณหาประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบ โดยทดสอบจากชุดทดสอบที่สร้างขึ้น ผลการทดสอบ ปรากฏว่า ที่อัตราการไหลของน้ำเย็นในระบบ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, ท่อฝั่ง Suction ขนาด 1,1¼ นิ้ว และ อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 15 องศาเซลเซียส สามารถสร้างแรงดูดในห้องสุญญากาศสูงสุดที่ -750 มิลลิเมตรปรอท และที่อัตราการไหลของน้ำเย็นในระบบ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, ท่อฝั่ง Suction ขนาด ½ นิ้ว และ อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 15 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงสุดที่ 85.91 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDYING ON VARIABLES AFFECTING ON THE OPERATION OF THE VACUUM PUMP

Rakkun Srisunthorn 54011065

Wutthiluk Puangsri 54011233

Ittinut Tuangsuthee 54011557

Assis.Prof. Monthol Jaikusol Advisor

Year 2557

Abstract

This thesis aims to study the effect on the operation of liquid ring vacuum pump caused by the change of variables in testing apparatus which are 1. flow rate of cold water at 200 liters/hour, 180 liters/hour, 160 liters/hour, and 140 liters/hour 2. suction pipe size ½ inch, ¾ inch, 1 inch, and 1¼ inch and 3. Initial temperature of service water at 15 degree Celsius, 20 degree Celsius, 25 degree Celsius and 30 degree Celsius. The testing apparatus for liquid ring vacuum pump was designed and tested at setting time to find pressure in vacuum chamber and vacuum pump volumetric efficiency. The result show that the lowest pressure in vacuum chamber at -750 mmHg is achieved at 200 liter/hour of cooling water flow rate, 1¼ inch suction pipe size, and 15 degree Celsius cooling water temperature, and highest volumetric efficiency at 85.91 % is achieved at 200 liter/hour of cooling water flow rate, ½ inch suction pipe size, and 15 degree Celsius cooling water temperature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเลย หากปราศจากความเอาใจใส่ คำแนะนำ และการช่วยเหลือในด้านต่างๆ จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. มณฑล ใจกุล ที่ได้คอยให้ความเมตตา สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี และต้องขอขอบพระคุณคณะกรรมการประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน ที่คอยดูแลเอาใจใส่ในการอบรมสั่งสอนข้าพเจ้าเสมอมา

ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมเครื่องกลที่เอื้อเฟื้อสถานที่รวมทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการนี้ และขอบคุณนายกฤตพัฒน์ อนันต์ลักษณะการ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลังที่ให้ความรู้ ความช่วยเหลือเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า ทำให้การทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ต้องขอพระคุณบุคคลที่มีความสำคัญยิ่งของข้าพเจ้า คือ บิดา มารดา ที่ได้เลี้ยงดูข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้กำลังใจ และอีกทั้งกำลังทรัพย์ในการศึกษาตลอดช่วงเวลาการศึกษา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในพระคุณอันสูงสุด จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายรักกุล ศรีสุนทร

นายวุฒิลักษณะ พวงศรี

นายอิทธิณัฐ ดวงสุธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ บทนำ 1	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน.....	2
1.5 แผนการดำเนินงาน.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 การแบ่งชนิดของปั๊มสุญญากาศ.....	3
2.1.1 ปั๊มสุญญากาศประเภท Positive Displacement.....	3
2.1.2 ปั๊มสุญญากาศประเภท Momentum Transfer.....	5
2.1.3 ปั๊มสุญญากาศประเภท Entrapment	6
2.2 ปั๊มสุญญากาศชนิด Liquid Ring.....	7
2.3 การใช้งานปั๊มสุญญากาศ.....	8
2.4 สมการที่ใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงปริมาตร	9
2.5 ตัวแปรที่ใช้ทดสอบ	11
2.5.1 ขนาดท่อ	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

2.5.2 อัตราการไหลของน้ำ	12
2.5.3 อุณหภูมิของน้ำ	12
2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 ส่วนประกอบชุดทดสอบและวิธีการใช้งาน	15
3.1 ส่วนประกอบของชุดทดสอบ	15
3.2 บั้มสุญญากาศ	16
3.3 ห้องสุญญากาศ	16
3.4 ถังพักน้ำหุ้มฉนวน	20
3.5 ท่อและข้อต่อชนิดต่างๆ	20
3.6 วาล์ว	24
3.7 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล	25
3.8 มาตรฐานอุณหภูมิ	26
3.9 มาตรฐานความดัน	27
3.10 วิธีใช้ชุดทดสอบระบบสุญญากาศ	27
บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง	28
4.1 วิธีการทดลอง	28
4.2 ผลการทดลอง	29
4.2.1 ผลของแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศที่ค่าตัวแปรต่างๆ	29
4.2.2 ผลของประสิทธิภาพเชิงปริมาตรที่ค่าตัวแปรต่างๆ	31
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	34
5.1 สรุปผลการทดลอง	34
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	34
5.3 ข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

ภาคผนวก ก.....	38
ภาคผนวก ข.....	42
ภาคผนวก ค.....	107



สารบัญตาราง

ตารางที่ 1-1 แผนการดำเนินงาน.....	2
ตารางที่ 3-1 ตารางเปรียบเทียบที่ใช้ในการเลือกรุ่นของปั๊มสุญญากาศ.....	16
ตารางที่ 3-2 ตารางใช้เลือกความหนาของท่อ PVC	20
ตารางที่ 3-3 ตารางความดันไอของน้ำ	26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของ Piston Pump	4
รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของ Rotary Vane Pump	4
รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของ Scroll Pump.....	4
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะและการทำงานของ Diffusion Pump.....	5
รูปที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบและการทำงานของ Turbomolecular Pump.....	6
รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบภายในของ Cyro Pump	6
รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะ Ion Pump	6
รูปที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบของ Liquid Ring Vacuum Pump	7
รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของ Liquid Ring Vacuum Pump	8
รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบภายในของ Liquid Ring Vacuum Pump.....	9
รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างการไหลภายในท่อ	11
รูปที่ 2.12 แสดงวงแหวนน้ำภายใน Liquid Ring Vacuum Pump	12
รูปที่ 2.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำและความดันไอ	12
รูปที่ 3.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำเลี้ยงระบบ และการทำงานของปั๊มสุญญากาศ.....	15
รูปที่ 3.2 ห้องสุญญากาศจำลอง.....	17
รูปที่ 3.3 กราฟสำหรับถึงความดันทรงกระบอก	18
รูปที่ 3.4 กราฟสำหรับการเลือกความหนาของถังสุญญากาศทรงกระบอกและทรงกลม ที่รับความดันภายนอก	19
รูปที่ 3.5 ถังน้ำหุ้มฉนวน	20
รูปที่ 3.6 แสดงชุดท่อขนาดต่างๆที่ใช้ในการทดสอบ.....	21
รูปที่ 3.7 ข้อต่อตรง.....	21
รูปที่ 3.8 ข้อต่ออง 90 องศา.....	22
รูปที่ 3.9 ข้อต่อ Tee.....	22
รูปที่ 3.10 ข้อลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	22
รูปที่ 3.11 ข้อต่อสำหรับสายยาง	23

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ 3.12	ข้อต่อเกลียวนอก.....	23
รูปที่ 3.13	ข้อต่อเกลียวใน.....	23
รูปที่ 3.14	แสดงส่วนประกอบภายในของบอลวาล์ว.....	24
รูปที่ 3.15	แสดงลักษณะและส่วนประกอบภายในของโกลบวาล์ว.....	24
รูปที่ 3.16	อุปกรณ์วัดอัตราการไหลน้ำ.....	25
รูปที่ 3.17	อุปกรณ์วัดอัตราการไหลอากาศ.....	25
รูปที่ 3.18	มาตรวัดอุณหภูมิ.....	26
รูปที่ 3.19	มาตรวัดความดัน.....	27
รูปที่ 4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูง ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1/2 นิ้ว.....	29
รูปที่ 4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูง ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 3/4 นิ้ว.....	29
รูปที่ 4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูง ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1 นิ้ว.....	30
รูปที่ 4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูง ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1 1/4 นิ้ว.....	30
รูปที่ 4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1/2 นิ้ว.....	31
รูปที่ 4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 3/4 นิ้ว.....	31
รูปที่ 4.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1 นิ้ว.....	32
รูปที่ 4.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1 1/4 นิ้ว.....	32
รูปที่ 4.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆ.....	33

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

Vacuum Pump หรือ บีมสุญญากาศ เป็นบีมชนิดหนึ่งที่ใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆในการสร้างสภาวะสุญญากาศ ทั้งด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น โดยบีมสุญญากาศที่น่าสนใจคือ Liquid Ring Vacuum Pump เนื่องจากเป็นบีมสุญญากาศที่มีจุดเด่นคือ มีความทนทานสูง มีการสั่นของระบบการทำงานที่น้อยกว่าบีมสุญญากาศประเภทอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับงานหลายรูปแบบ แต่ในปัจจุบัน การใช้งานบีมสุญญากาศมีการติดตั้งส่วนเสริมเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานจึงส่งผลให้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระบบมีจำนวนมากตามไปด้วย และผู้ใช้งานบีมสุญญากาศบางรายยังขาดการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของบีมสุญญากาศ ทำให้การตั้งค่าตัวแปรในระบบส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบไม่เต็มที่เท่าที่ควร โครงการนี้จึงทำการศึกษาค่าตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของระบบบีมสุญญากาศ โดยการทดสอบเปรียบเทียบค่าตัวแปรที่ค่าต่างๆที่มีผลต่อการทำงานและคำนวณประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบ เพื่อเป็นการเพิ่มขีดความสามารถใช้งานระบบบีมสุญญากาศชนิด Liquid Ring ในงานอุตสาหกรรมให้ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของระบบบีมสุญญากาศชนิด Liquid Ring
- 1.2.2 เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของระบบบีมสุญญากาศ
- 1.2.3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบบีมสุญญากาศ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 บีมสุญญากาศที่ใช้ในการศึกษาเป็นชนิด Liquid Ring
- 1.3.2 ตัวแปรที่ทำการศึกษาประกอบด้วย
 - 1) ขนาดท่อฝั่ง Suction
 - 2) อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นในระบบ
 - 3) อัตราการไหลน้ำเย็น
- 1.3.3 กำหนดให้ศึกษาที่อุณหภูมิแวดล้อมคงที่ 30 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ
- 1.3.4 การทดสอบจะเก็บค่าโดยใช้เครื่องมือวัดและนำค่าที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของบีมสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินงาน

ในโครงการนี้ได้ทำการเริ่มต้นจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล เกี่ยวกับการทำงานของระบบสุญญากาศ การทำงานของปั๊มสุญญากาศชนิด Liquid Ring รวมถึงสมการและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องการทำงาน เพื่อนำไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบ จากนั้นได้ทำการออกแบบและจัดสร้างชุดทดสอบ และทดสอบหาค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบสุญญากาศที่ได้สร้างขึ้น โดยทำการทดลองเปลี่ยนตัวแปรและอุปกรณ์ในระบบได้แก่ ขนาดท่อฝั่ง Suction, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นในระบบ และอัตราการไหลน้ำเย็น โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบได้จากเก็บข้อมูลจากเครื่องวัดต่างๆระหว่างการทดสอบ แล้วจึงข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาสร้างเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุดที่ได้กับตัวแปรทดสอบในระบบ และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรกับตัวแปรทดสอบในระบบ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่ต้องการทราบผลกระทบหรือแนวโน้มการทำงานของระบบปั๊มสุญญากาศที่มีต่อตัวแปรที่กำหนด

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

Activity	Month								
	8	9	10	11	12	1	2	3	4
เลือกหัวข้อวิจัย	←→								
กำหนดวัตถุประสงค์, ขอบเขต	←→								
หาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง		←→							
ออกแบบวิธีการทดลอง			←→						
ออกแบบชุดทดลอง			←→						
เตรียมการนำเสนอภาคการศึกษาที่ 1				←→					
หาข้อมูลแหล่งจำหน่ายและจัดซื้อ				←→					
ประกอบและปรับปรุงชุดทดลอง				←→					
จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์					←→				
ทดลองและเก็บค่า						←→			
เตรียมการนำเสนอภาคการศึกษาที่ 2								←→	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

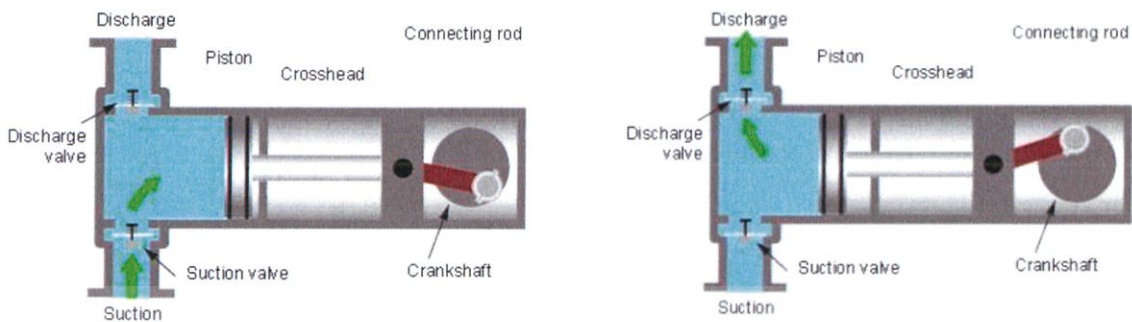
2.1 การแบ่งชนิดของปั๊มสุญญากาศ

สุญญากาศ หมายถึง ปริมาตรของที่ว่างที่ปราศจากสสารใดๆ ในทางวิทยาศาสตร์สภาวะที่ใกล้เคียงนิยามของคำว่าสุญญากาศก็คือ บริเวณที่ความดันของแก๊สน้อยกว่าความดันบรรยากาศมาก ซึ่งในความเป็นจริงวิทยาการในปัจจุบันยังไม่สามารถทำให้เกิดสภาวะ สุญญากาศสมบูรณ์ หรือ ปริมาตรของช่องว่างว่างเปล่าได้อย่างสมบูรณ์

ปั๊มสุญญากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสภาวะสุญญากาศภายในปริมาตรปิด โดยการลดความดันแก๊สในปริมาตรปิด ซึ่งเป็นผลจากการลดความหนาแน่นของแก๊ส โดยการนำอนุภาคของแก๊สออกจากปริมาตรปิด ทำให้เกิดสุญญากาศบางส่วน ปั๊มสุญญากาศสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆตามวิธีหลักการทำงาน Positive displacement pump ใช้หลักการสร้างช่องว่าง ปล่อยให้แก๊สไหลเข้ามาช่อง ปิดทางเข้า และปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอก , Momentum transfer pump หรือเรียกอีกอย่างว่า molecular pump ใช้ลำเจ็ทความเร็วสูงของของไหลอัดแน่น หรือ ใบบัดที่หมดด้วยความเร็วสูงในการส่งให้อนุภาคแก๊สออกไปจากปั๊มสุญญากาศ และประเภท Entrapment Pump ใช้หลักการจับอนุภาคของแก๊สในรูของของแข็ง หรือใช้การดูดซับอนุภาคของแก๊ส

2.1.1 ปั๊มสุญญากาศประเภท Positive Displacement

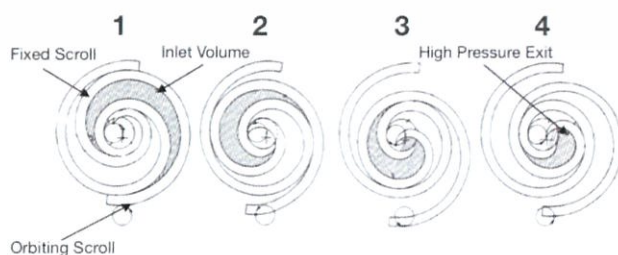
หลักการทำงานของปั๊มสุญญากาศประเภทนี้คือการสร้างสภาวะสุญญากาศภายในปั๊มเพื่อดึงอนุภาคของแก๊สออกจากภาชนะปิดที่เราต้องการสร้างสภาวะสุญญากาศ สภาวะสุญญากาศภายในปั๊มสามารถเกิดขึ้นได้จากการเพิ่มปริมาตรภายในปั๊ม ในการทำเช่นนั้นโดยไม่ต้องเพิ่มปริมาตรไปเรื่อยๆเพื่อดึงอนุภาคแก๊สออกจาก chamber ทำได้โดยเพิ่มปริมาตรภายในปั๊ม ปล่อยให้แก๊สไหลเข้าสู่ปริมาตรที่เพิ่มขึ้นภายในปั๊ม ปิดทางเข้า และปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอก และสร้างช่องว่างใหม่ ซ้ำไปเรื่อยๆ ซึ่งคล้ายกับปั๊มน้ำทั่วไป คือ ภายในตัวปั๊มจะมีกลไกทำให้ปริมาตรปิดขนาดเล็กขยายตัวขึ้นเพื่อลดความดันให้น้อยกว่าความดันบรรยากาศ เนื่องจากระดับความดันที่ต่างกันทำให้ของไหลไหลเข้าสู่ช่องว่างที่มีความดันน้อยกว่า หลังจากนั้นก็ปิดทางเข้าของปั๊มและส่งของไหลที่อยู่ในช่องว่างออกสู่บรรยากาศภายนอก โดยการลดขนาดช่องว่างลงและเปิดให้ของไหลไหลออกไป



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของ Piston Pump



รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของ Rotary Vane Pump



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของ Scroll Pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ปัมสุญญากาศประเภท Momentum Transfer

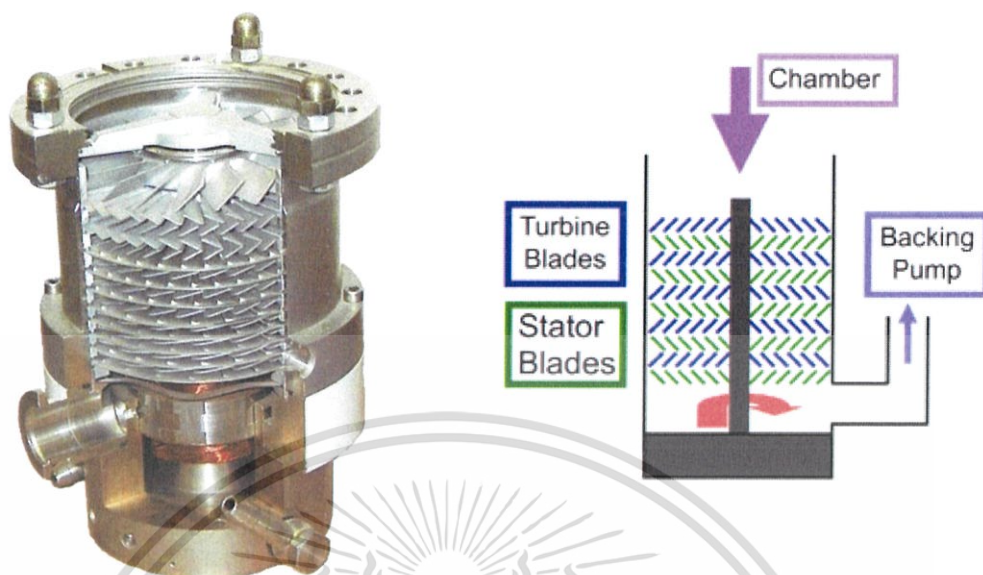
ภายในปั๊มประเภท Momentum Transfer โมเลกุลของแก๊สจะถูกร่งความเร็วจากด้านที่ต้องการสร้างสภาวะสุญญากาศไปสู่ทางออกของปั๊ม มักใช้ร่วมกับกับปั๊มสุญญากาศประเภท Positive Displacement เนื่องจากปั๊มชนิดนี้สามารถใช้งานได้ดีต่อเมื่อความดันของด้านทางออกต้องน้อยกว่า 0.1 kPa โดยการต่อทางออกของปั๊ม Momentum Transfer สู่วางของเข้าของปั๊ม Positive Displacement สสารจะมีการไหลต่างกันที่ความดันต่างกันตามกฎของ Fluid Dynamics ที่ความดันบรรยากาศและสุญญากาศเล็กน้อย โมเลกุลยังคงมีปฏิริยากับโมเลกุลข้างเคียงทำให้เกิดการไหลแบบหนืด หากเพิ่มระยะห่างระหว่างโมเลกุล โมเลกุลจะมีปฏิริยากับผนังมากกว่ากับโมเลกุลรอบข้าง ซึ่งจะมีประสิทธิภาพมากกว่าปั๊มประเภท Positive Displacement เนื่องจากมีขนาดที่ใหญ่กว่าและมีความเร็วในการไหลมากกว่า แต่ก็มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าที่การป้องกันการรั่วซึม เพราะถ้าหากมีการรั่วซึมที่ทำให้มีมีความดันเกิดขึ้นมากกว่า 0.1 kPa ที่ทางออกของปั๊มประเภทนี้ จะทำให้เกิดการไหลย้อนกลับภายในปั๊มได้ ดังนั้นปั๊มประเภทนี้จะทำงานได้ดีที่สุดที่ความดันบรรยากาศที่ทางออกเป็นสุญญากาศ ปั๊มสุญญากาศประเภท momentum transfer แบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลักๆ คือ diffusion pump และ turbomolecular pump ทั้งสองชนิดมีหลักการการทำงานที่เหมือนกันคือ การส่งแก๊สที่ไหลเข้าไปในปั๊มออกไปสู่ทางออกของปั๊มโดยการถ่ายเทโมเมนตัม diffusion pump ส่งโมเลกุลแก๊สออกไปด้วยลำเจ็ทของน้ำมันหรือปรอท ส่วน turbomolecular pump ใช้ใบพัดความเร็วสูงในการส่งแก๊สออกไป ซึ่งทั้งสองชนิดจะทำงานไม่ได้ถ้าส่งแก๊สออกสู่ความดันบรรยากาศ



Schematic diagram of an oil diffusion pump. Red arrows indicate the movement of boiling oil vapor (after Potts 1987).

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะและการทำงานของ Diffusion Pump

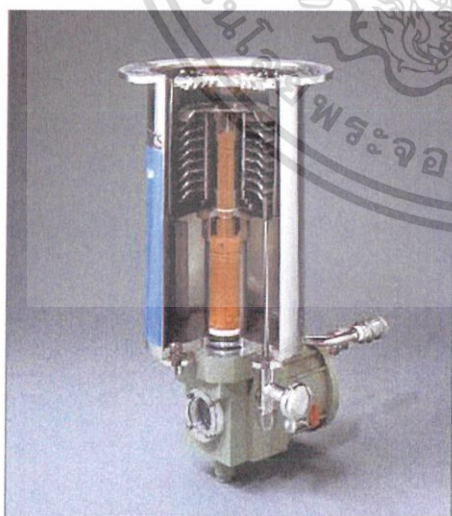
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบและการทำงานของ Turbomolecular Pump

2.1.3 ปัมสุญญากาศประเภท Entrapment

ปัมสุญญากาศประเภท Entrapment อาจเป็น Cryopump ซึ่งใช้อุณหภูมิต่ำในการควบแน่นแก๊สให้อยู่ในสถานะของแข็ง, Chemical Pump ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับแก๊สเพื่อที่จะได้สารที่ตกตะกอนเป็นของแข็ง หรือ Ion Pump ซึ่งใช้สนามไฟฟ้าแรงสูงในการโมเลกุลของแก๊สแยกตัวเป็นไอออนและจะมีพื้นผิวแข็งเป็นตัวจับไอออน



รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบภายในของ Cyro Pump



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของ Ion Pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

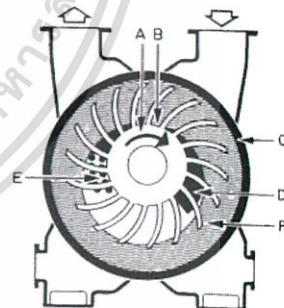
2.2 ปั๊มสุญญากาศชนิด Liquid Ring

Liquid ring pump เป็นปั๊มสุญญากาศชนิด positive displacement แบบหมุน โดยทั่วไปใช้เป็นปั๊มสุญญากาศ แต่ก็สามารถใช้งานเป็น gas compressor ได้เช่นกัน มีลักษณะการทำงานคล้าย rotary vane pump แต่แตกต่างกันที่ช่องว่างภายในปั๊มเกิดจากช่องว่างระหว่างใบพัดและวงแหวนของของไหลเพื่อสร้างห้องอัด ปั๊มประเภทนี้ออกแบบโดยอาศัยหลักแรงเสียดทานต่ำ โดยมีใบพัดเป็นส่วนเดียวที่เคลื่อนไหว แรงเสียดทานจะเกิดเพียงตำแหน่งเดียวที่แกนเพลลา โดยทั่วไปปั๊มแบบ liquid ring มีต้นกำลังเป็นมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ

Liquid ring pump มีหลักการการทำงานคือ อนุภาคของแก๊สจะถูกอัดระหว่างช่องว่างระหว่างใบพัดซึ่งจะเยื้องจากศูนย์กลางของตัวปั๊มที่เป็นทรงกระบอก ของเหลวที่ใช้งาน (โดยทั่วไปใช้น้ำ) จะถูกส่งเข้าสู่ตัวปั๊ม และเนื่องจากการหมุนของใบพัดที่สร้างแรงเหวี่ยงทำให้ของเหลวเกิดเป็นรูปทรงวงแหวนในตัวปั๊ม ตัววงแหวนของเหลวนี้จะทำให้ช่องว่างระหว่างใบพัดที่ตั้งเยื้องศูนย์กลางกลายเป็นที่ว่างปิดและทำหน้าที่เป็นห้องอัดอนุภาคของแก๊สที่ไหลเข้ามาทางท่อทางเข้า แก๊สที่ไหลเข้ามาจะถูกจับไว้ในห้องอัดที่เกิดจากช่องว่างระหว่างใบพัดและวงแหวนของเหลว เมื่อใบพัดหมุนไปทำให้ปริมาตรลดลงแก๊สจะถูกบีบอัดและส่งออกไปยังบรรยากาศภายนอกที่ท่อทางออก

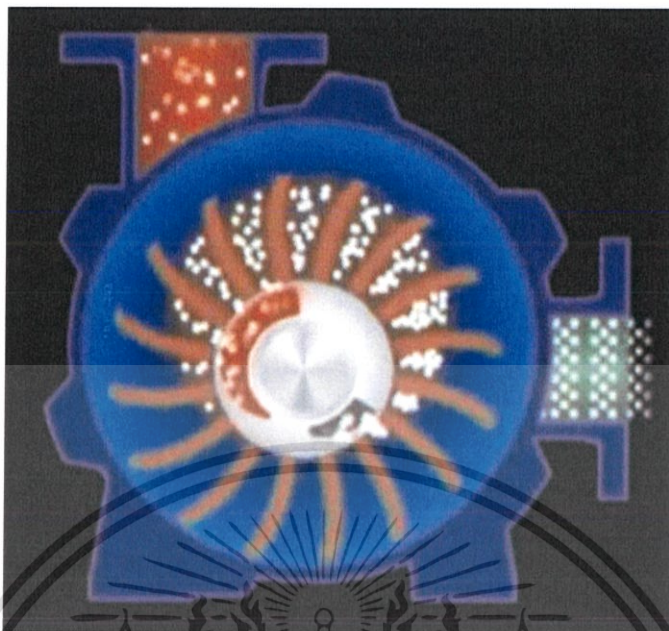


A Impeller
B Impeller hub
C Casing
D Intake port
E Discharge port
F Working liquid



รูปที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบของ Liquid Ring Vacuum Pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของ Liquid Ring Vacuum pump

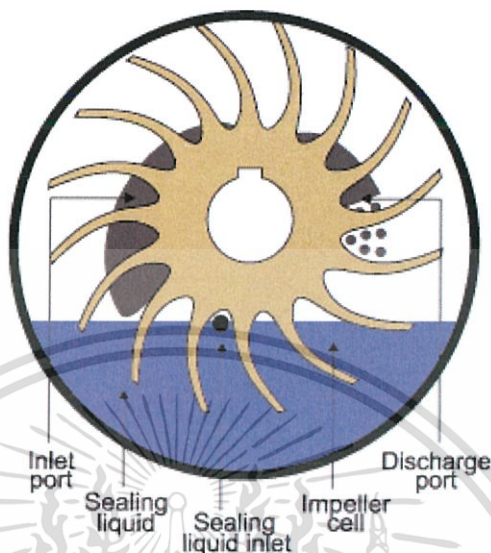
2.3 การใช้งานปั๊มสุญญากาศ

ปั๊มสุญญากาศถูกใช้งานในอุตสาหกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายรูปแบบที่ต้องการสภาวะสุญญากาศหรือต้องการดูดแก๊สออกจากระบบ เช่น

- กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก
- การผลิตหลอดไฟ, หลอดสุญญากาศและหลอดรังสีแคโทด
- ในทางการแพทย์เช่นกระบวนการรักษาที่เกี่ยวกับกัมมันตรังสี
- กระบวนการเคลือบผิวกระจก, โลหะและพลาสติก เพื่อการตกแต่ง
- เคลือบแข็งส่วนประกอบเครื่องยนต์ (เช่น เครื่องยนต์รถสูตร 1)
- กระบวนการผลิตภัณฑ์จากนมวัว
- อุตสาหกรรมผลิตอาหารและยา
- การซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศ (เพื่อเป็นการนำแก๊สที่ตกค้างภายในระบบออกก่อนที่จะเปลี่ยนสารทำความเย็น)
- ระบบบำบัดน้ำเสีย
- กระบวนการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง
- การวิจัยเกี่ยวกับปฏิกิริยาฟิวชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สมการที่ใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงปริมาตร



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบภายใน Liquid Ring Vacuum Pump

Liquid Ring Vacuum Pump เป็นปั๊มประเภท Positive Displacement โดยสามารถคำนวณหา Theoretical Capacity จากสมการ

$$\dot{S}_{th} = V_a \times N \tag{2.1}$$

เมื่อ \dot{S}_{th} คือ อัตราการดูดทางทฤษฎี [CFM]

V_a คือ ปริมาตรรวมระหว่างใบพัด [CF]

N คือ ความเร็วรอบของปั๊ม [RPM]

ในปริมาตรระหว่างใบพัด (Impeller Cell) จะเต็มไปด้วยส่วนผสมระหว่าง อากาศที่ดูดเข้ามา (Incoming Gas) กับ ไอน้ำระเหย (Evaporated Vapor) ของน้ำในระบบ (Service Liquid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งปริมาตรในสวนของไอน้ำระเหย จะแทรกแทนที่อากาศที่ต้องการดูด ทำให้ความสามารถในการดูดอากาศลดลงตามทฤษฎี โดยใช้ Dalton's Gas Law ในการหาอัตราส่วนอากาศที่ถูกแทนที่ จากสมการ

$$P_t = P_a + P_v \quad (2.2)$$

เมื่อ P_t คือ ความดันรวมทางเข้าปั๊ม [Torr]

P_a คือ ความดันอากาศทางเข้าปั๊ม [Torr]

P_v คือ ความดันไอของน้ำในระบบ [Torr]

และสามารถหาอัตราส่วนอากาศที่ถูกแทนที่ จากสมการ

$$\alpha = \frac{P_t - P_v}{P_t} = \frac{P_a}{P_t} \quad (2.3)$$

เมื่อ α คือ Reducing Factor

ในความเป็นจริงอากาศในใบพัดจะไม่ออกมาหมดอย่างสิ้นเชิง และยังมี การสูญเสียของของไหลใน รูอากาศเข้า (Inlet Port) - รูอากาศออก (Discharge Port) ของปั๊ม ทำให้ อัตราการไหลจริง (Actual Capacity) แตกต่างจาก อัตราการไหลทางทฤษฎี (Theoretical Capacity)

ดังนั้น ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (Volumetric Efficiency) จะสามารถคำนวณได้จากสมการ

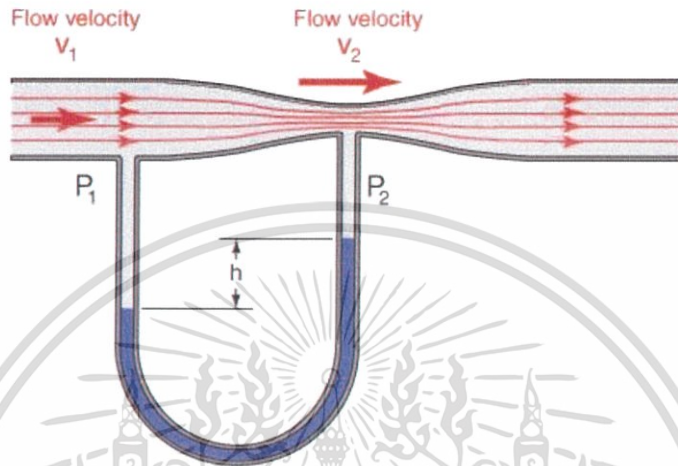
$$\eta_v = \frac{\dot{S}_A}{\alpha \times \dot{S}_{th}} \quad (2.4)$$

เมื่อ η_v คือ ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

\dot{S}_A คือ อัตราการดูดจริงที่วัดได้ [CFM]

2.5 ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

2.5.1 ขนาดท่อ



รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างการไหลในท่อ

ขนาดท่อจะส่งผลต่ออัตราการไหล (Capacity) ของอากาศที่ต้องการดูด จะสัมพันธ์กับความเร็ว (Velocity) ตามสมการ

$$Q = Av \quad (2.5)$$

ที่ความเร็วต่างกัน จะส่งผลต่อความดันเข้า (Suction Pressure) ของอากาศตามสมการของ Bernoulli

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 \quad (2.6)$$

เมื่อ ความหนาแน่นอากาศ (ρ), แรงโน้มถ่วง (g), ระดับอ้างอิง (z) มีค่าเท่ากัน จะได้ว่า

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} \quad (2.7)$$

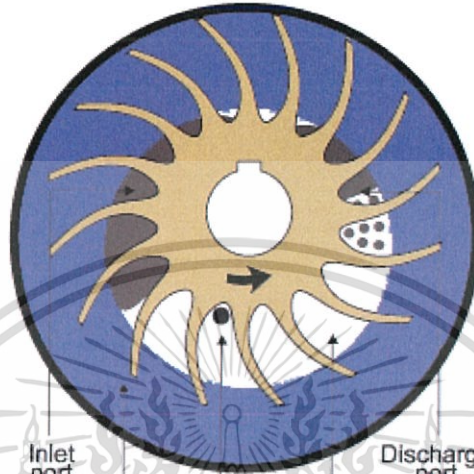
จากสมการจะเห็นได้ว่าเมื่อ ความเร็วในการไหลของอากาศ (v) เปลี่ยน ก็จะส่งผลต่อความดันอากาศ (P)

และเมื่อความดันอากาศ (P_u) เปลี่ยน ก็จะส่งผลต่อ Reducing Factor (α) ตามสมการ (2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 อัตราการไหลของน้ำ

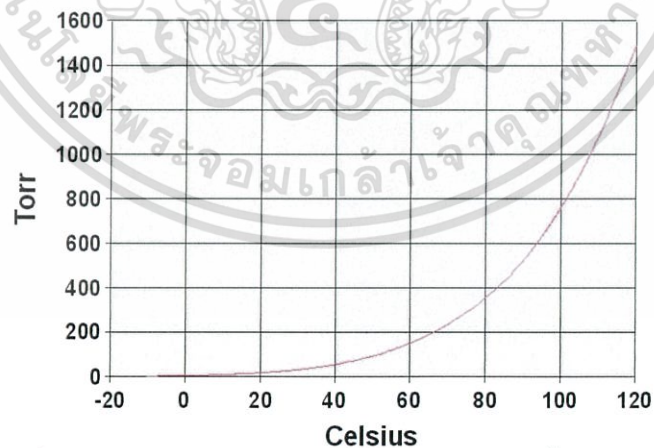
อัตราการไหลของน้ำจะส่งผลต่อความหนาของวงแหวนน้ำ (Liquid Ring) ในปั๊ม ทำให้อัตราการดูดของอากาศจริง (\dot{S}_A) ที่ไหลเข้าในตัวปั๊มเพิ่มมากขึ้น หรือลดลง ตามอัตราการไหลที่ต้องการทดสอบ



รูปที่ 2.12 แสดงวงแหวนน้ำภายใน Liquid Ring Vacuum Pump

2.5.3 อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิของน้ำจะส่งผลต่อ ความดันไอของน้ำ (P_v) ที่อุณหภูมิต่างๆกันจะมีผลตามกราฟข้างล่าง



รูปที่ 2.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำและความดันไอ

และเมื่อความดันไอของน้ำ (P_v) เปลี่ยน จะส่งผลต่อ Reducing Factor (α) ตามสมการ (2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ส่วนประกอบชุดทดสอบและวิธีการใช้งาน

3.1 ส่วนประกอบของชุดทดสอบ

ชุดทดสอบจำลองระบบปั๊มสุญญากาศมีส่วนประกอบสำคัญต่างๆ ดังต่อไปนี้

- (1) ปั๊มสุญญากาศชนิด Liquid Ring
- (2) ห้องสุญญากาศ
- (3) ถังน้ำหุ้มฉนวน
- (4) ท่อและข้อต่อชนิดต่างๆ
- (5) วาล์ว
- (6) อุปกรณ์วัดอัตราการไหลน้ำและอากาศ
- (7) เทอร์โมมิเตอร์
- (8) มาตรวัดความดัน

3.2 ปั๊มสุญญากาศ

ปั๊มสุญญากาศที่ใช้ในการทดสอบนั้น เลือกเป็นชนิด Liquid Ring Vacuum Pump โดยมีวิธีเลือกขนาดของปั๊มดังต่อไปนี้

ตัวอย่างการคำนวณการเลือกปั๊มสุญญากาศ

การคำนวณเลือกปั๊มสุญญากาศจะแตกต่างจากการเลือกปั๊มโดยทั่วไป เนื่องจากปั๊มสุญญากาศมีจุดมุ่งหมายในการดูดอากาศออกจากภาชนะปิดหรือห้องปิดที่มีปริมาตรควบคุมจำกัด ในการคำนวณจึงมีวิธีการดังต่อไปนี้

ในการตัดสินใจเลือกขนาดของปั๊มมีข้อมูลที่ต้องการทราบคือ 1) อัตราการดูดอากาศที่ต้องการ, 2) ความดันต่ำสุดที่ต้องการดูด และ 3) อุณหภูมิของน้ำเลี้ยงระบบ

โดยจะยกตัวอย่างข้อมูลที่ต้องการ คือ

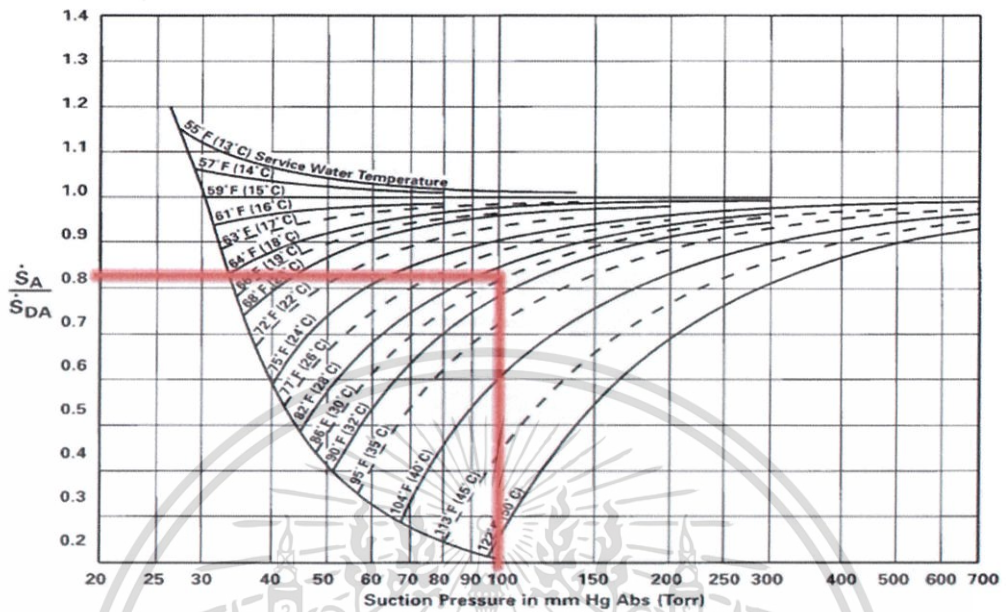
1) ภาชนะปิดขนาด 400 ลิตร หรือ 14.12 ลูกบาศก์ฟุต ต้องการดูดอากาศภายใน 1 นาที จะได้อัตราการดูดอากาศที่ต้องการ = 14.12 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที

2) ความดันต่ำสุดที่ต้องการในภาชนะปิด = 100 มิลลิเมตรปรอท

3) อุณหภูมิของน้ำเลี้ยงระบบ = 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้อมูลที่ต้องการมาดูกราฟดังนี้



รูปที่ 3.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิน้ำเลี้ยงระบบและการทำงานของของปั๊มสุญญากาศ

เมื่อ \dot{S}_A คือ อัตราการดูดอากาศที่ต้องการ

\dot{S}_{DA} คือ อัตราการดูดที่ใช้ในการเลือกปั๊ม

ทำการลากเส้นจากแกนนอนคือแรงดูดต่ำสุดที่ได้ 100 มิลลิเมตรปรอท ขึ้นไปตัดกับเส้นอุณหภูมิน้ำ 30 องศาเซลเซียส

จะได้ค่า $\frac{\dot{S}_A}{\dot{S}_{DA}} \approx 0.82$ เราจะนำค่าที่ได้นี้ไปเลือกขนาดของปั๊ม

จากกราฟเห็นได้ค่า $\frac{\dot{S}_A}{\dot{S}_{DA}} \approx 0.82$

$$\dot{S}_{DA} = \frac{\dot{S}_A}{0.82} = \frac{14.12}{0.82} = 17.22CFM$$

ดังนั้นเราจะได้อัตราการดูดที่ใช้ในการเลือกปั๊ม = 17.22 CFM

โดยนำค่าอัตราการดูดที่ใช้ในการเลือกปั๊มมาดูตาราง Catalog ของปั๊ม ดังตารางตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตารางเปรียบเทียบที่ใช้ในการเลือกรุ่นของปั๊มสุญญากาศ

Model Number (Inlet x Outlet Size) measured in inches	Vacuum in inches Hg.										Average Service Liquid Flow USGPM
	Absolute Pressure in Inches Hg.										
	Absolute Pressure in mm Hg.										
	Speed	Horsepower	CFM	CFM	CFM	CFM	CFM	CFM	CFM	CFM	
LPH 20103 (1½x 1¼)	3500	*1.5	13.6	14.3	14.8	14.7	13.8	11.3	-	-	1.0
LPH 20105 (1½x 1¼)	3500	2	23.5	27.0	29.0	29.5	28.0	22.0	-	-	1.0
LPH 20107 (1½x 1¼)	3500	3	29.5	32.0	33.5	34.0	31.7	23.0	-	-	1.1
LPH 3404 (1½x 1¼)	1150	2	20	20	19	17	10	-	-	-	3
	1750	3	40	40	40	40	40	32	-	-	3
LPH 3408 (1½x 1¼)	1150	3	40	40	38	34	23	-	-	-	3
	1750	5	75	75	75	75	74	65	-	-	3
LPH 40412 (1½x 1¼)	1750	7.5	118	118	118	118	117	102	60	-	3
LPH 40517 (2x 2)	1750	10	164	167	167	167	163	147	105	-	5
LPH 50518 (2½x 2½)	1150	*7.5	152	153	155	151	142	118	82	70	8
	1750	15	248	250	250	248	240	217	184	170	8
LPH 50523 (2½x 2½)	1150	10	182	186	187	184	173	142	90	70	7
	1750	20	315	325	330	327	318	288	250	235	7

จากตารางเราจะเลือกความดันสุญญากาศที่ 4 inches Hg. หรือประมาณ 101.6 mm Hg. (ใกล้เคียงกับความดันต่ำสุดที่ต้องการดูด = 100 mm Hg) และอัตราการไหลที่ 20 CFM (ใกล้เคียงกับอัตราการดูดที่ใช้ในการเลือกปั๊ม = 17.22 CFM) ซึ่งจะตรงกับปั๊มรุ่น LPH 3404 @1150 RPM

หมายเหตุ

ปั๊มที่ใช้ทดสอบจริงผู้ทดสอบได้เลือกใช้ปั๊มรุ่น LEMC 25 มีอัตราการดูดอยู่ที่ 24 m³/h หรือ 400 lpm เดินเครื่องด้วยความเร็ว 2800 rpm ใช้กำลัง 0.75 kW ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าขนาดที่ตารางกำหนด ผู้ทดสอบจริงได้ทำการลดขนาดห้องสุญญากาศลงเหลือครึ่งหนึ่งคือราว 200 ลิตร เพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของปั๊มสุญญากาศ

3.3 ห้องสุญญากาศ

ห้องสุญญากาศทำจากเหล็กคาร์บอนต่ำที่มีความแข็งแรง โดยออกแบบเป็นทรงกระบอก เพื่อกระจายแรงดันจากภายนอกตามแนวรัศมี มีขนาดดังต่อไปนี้

ความดันภายนอกสูงสุด	1	บาร์	
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงขนาด	46	เซนติเมตร	หรือ 0.118 นิ้ว
ความยาวถัง	122	เซนติเมตร	หรือ 18.11 นิ้ว
แผ่นเหล็กปิดหน้า/หลังขนาด	55X55	ลูกบาศก์เซนติเมตร	หรือ 48.03 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ห้องสูญญากาศจำลอง

ในการคำนวณหาความดันสูงสุดที่ห้องสูญญากาศสามารถทนได้ จะต้องหาค่าจากทั้งสองสามการ ดังนี้

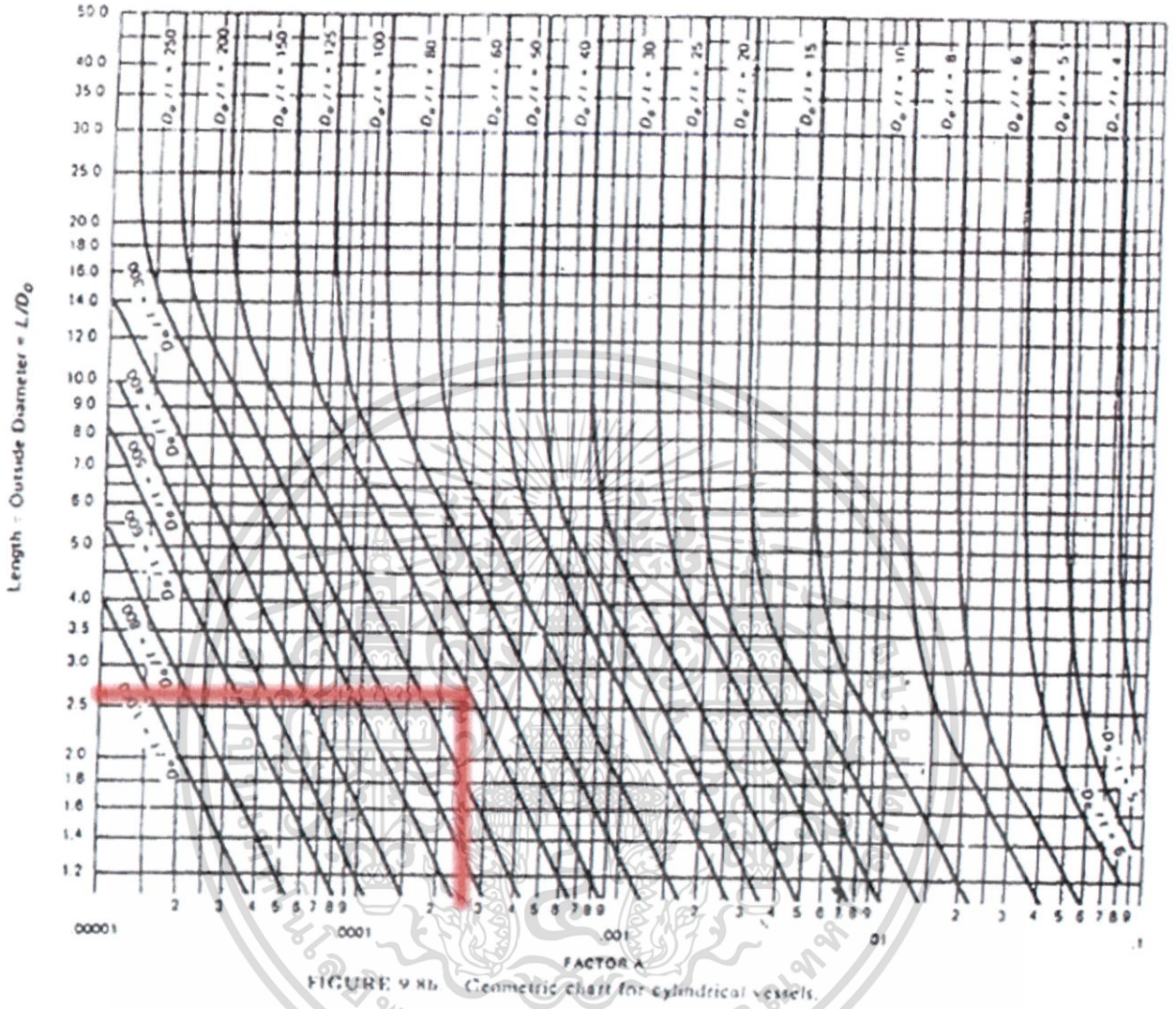
$$\frac{L}{D_o} = \frac{48.03in.}{18.11in.} = 2.652$$

$$\frac{D_o}{t} = \frac{18.11in.}{0.118in.} = 153.475$$

- เมื่อ t คือ ความหนาของห้องสูญญากาศ
- D_o คือ เส้นผ่านศูนย์กลางห้องสูญญากาศ
- L คือ ความยาวของห้องสูญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าที่คำนวณได้มาดูกราฟดังนี้



รูปที่ 3.3 กราฟสำหรับถึงความตันทรงกระบอก

ทำการลากเส้นจากแกนตั้งคือ $\frac{L}{D_o} = 2.652$ ไปตัดดัดับเส้น $\frac{D_o}{t} = 153.475$

จะได้ค่า $FACTOR A \approx 0.00025$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำค่า *FACTOR A* มาใช้ในกราฟต่อไปนี้

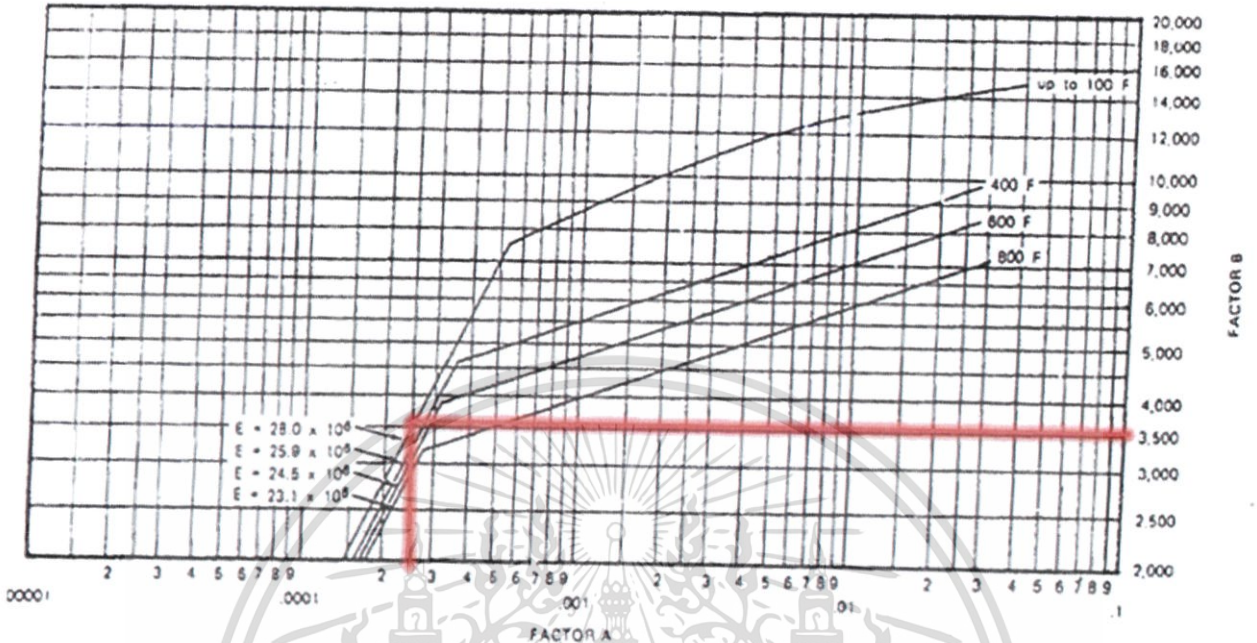


FIGURE 9.9b. Chart for determining shell thickness of cylindrical and spherical vessels under external pressure when constructed of austenitic steel (18 Cr-8 Ni-0.03 maximum carbon, Type 304L) (ASME Section VIII, Division 1).

รูปที่ 3.4 กราฟที่ใช้ในการเลือกความหนาสำหรับถังสุญญากาศทรงกระบอกและทรงกลม ที่รับความดันภายนอก

ทำการลากเส้นจากแกนนอนคือ *FACTOR A* = 0.00025 ขึ้นไปตัดกับเส้นมอดูลัสของยังที่ 28.0×10^6 และอุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ จะได้ค่า *FACTOR B* ≈ 3600

ดังนั้นเราจะสามารถหาค่าความดันที่ห้องสุญญากาศสามารถทนได้จากสมการ

$$P_a = \frac{4B}{3(D_o/t)} = \frac{4(3600)}{3(153.475/0.118)} = 30.41 \text{ psi} = 2.09 \text{ bar}$$

จากความดันภายนอกที่ออกแบบ = 1 bar ซึ่งน้อยกว่าค่าความดันที่ห้องสุญญากาศทนได้ = 2.09 bar ทำให้สามารถใช้ค่าที่ออกแบบสำหรับถังสุญญากาศได้

3.4 ถังน้ำหุ้มฉนวน

ถังน้ำนี้ทำหน้าที่บรรจุน้ำที่ไหลออกมาจากปั๊มสุญญากาศและหมุนเวียนน้ำดังกล่าว เข้าระบบเพื่อนำให้ปั๊มสุญญากาศสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยถังน้ำทำจากพลาสติกที่มีความแข็งแรงทนทาน ไม่เป็นสนิม และมีรอยรั่วซึม โดยถังน้ำจะถูกหุ้มด้วยแผ่นฉนวนโฟมยาง เพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนของน้ำในระบบออกสู่สภาพแวดล้อมภายนอก ดังรูป



รูปที่ 3.5 ถังน้ำหุ้มฉนวน

3.5 ท่อและข้อต่อชนิดต่างๆ

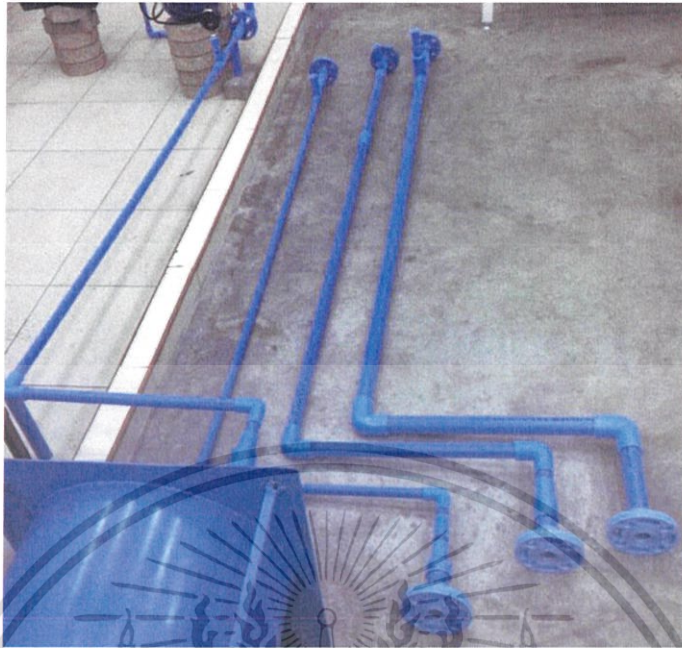
ท่อที่ใช้ในชุดทดสอบเป็นท่อพีวีซีโดยความหนาอ้างอิงจากตารางที่ 3.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มีทั้งสิ้น 4 ขนาด ได้แก่ ½ นิ้ว , ¾ นิ้ว , 1 นิ้ว , 1¼ นิ้ว เพื่อใช้เป็นท่อเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆในระบบ ดังรูปที่ 3.6

ตารางที่ 3.2 ตารางใช้เลือกความหนาของท่อ PVC

Unit : mm

ชื่อขนาด NOMINAL SIZE	เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอก (OD)	ความหนา (THICKNESS)			ความยาว ต่อข้อ (LENGTH)	น้ำหนักต่อข้อ-กิโลกรัม (WEIGHT PER LENGTH, Kg)		
		PVC 5	PVC 8.5	PVC 13.5		PVC 5	PVC 8.5	PVC 13.5
18 (½")	22±0.15		2.0±0.20	2.5±0.20	+ 30 - 0	-	0.72	0.88
20 (¾")	26±0.15		2.0±0.20	2.5±0.20		-	0.86	1.06
25 (1")	34±0.15		2.0±0.20	3.0±0.25		-	1.15	1.67
35 (1¼")	42±0.15	1.5±0.15	2.0±0.20	3.1±0.25		1.09	1.44	2.17
40 (1½")	48±0.15	1.5±0.15	2.3±0.20	3.5±0.25		1.25	1.89	2.80
55 (2")	60±0.15	1.8±0.20	2.9±0.25	4.3±0.30		1.88	2.98	4.30
65 (2½")	76±0.20	2.2±0.20	3.5±0.25	5.4±0.35		2.92	4.56	6.85
80 (3")	89±0.20	2.5±0.20	4.1±0.30	6.4±0.40		3.89	6.26	9.50
100 (4")	114±0.30	3.2±0.25	5.2±0.35	8.1±0.50		6.37	10.17	15.41
125 (5")	140±0.30	3.9±0.30	6.4±0.40	9.9±0.55		9.55	15.40	23.23
150 (6")	165±0.40	4.6±0.30	7.5±0.45	11.7±0.65		13.28	21.29	32.37
200 (8")	216±0.50	5.4±0.35	8.8±0.50	13.7±0.75		20.48	32.87	50.06
250 (10")	267±0.70	6.6±0.40	10.9±0.60	16.9±0.90		30.96	50.37	76.43
300 (12")	318±0.80	7.8±0.45	12.9±0.70	20.1±1.05		43.61	71.07	108.40
350 (14")	370±0.90	9.1±0.55	15.0±0.80	23.4±1.20		59.22	96.22	147.01
400 (16")	420±1.10	10.3±0.60	17.0±0.90	26.5±1.35		76.12	123.89	189.23
450 (18")	470±1.20	11.5±0.65	19.0±1.00	29.7±1.50	95.16	155.07	237.58	
500 (20")	520±1.30	12.7±0.70	21.0±1.10	32.8±1.65	116.32	189.78	290.65	
600 (24")	630±1.60	15.3±0.80	25.4±1.30	39.7±2.00	169.97	278.57	427.32	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงชุดท่อขนาดต่างๆที่ใช้ในการทดสอบ

ข้อต่อที่ใช้มีดังต่อไปนี้

- 1) ข้อต่อตรง



รูปที่ 3.7 ข้อต่อตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) ข้อต่องอ 90 องศา



รูปที่ 3.8 ข้อต่องอ 90 องศา

- 3) ข้อต่อTee (สามทาง)



รูปที่ 3.9 ข้อต่อTee

- 4) ข้อต่อลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง



รูปที่ 3.10 ข้อต่อลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5) ข้อต่อสำหรับสายยาง (ทางปลาไหล)



รูปที่ 3.11 ข้อต่อสำหรับสายยาง

- 6) ข้อต่อเกลียวนอก



รูปที่ 3.12 ข้อต่อเกลียวนอก

- 7) ข้อต่อเกลียวใน



รูปที่ 3.13 ข้อต่อเกลียวใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วาล์ว

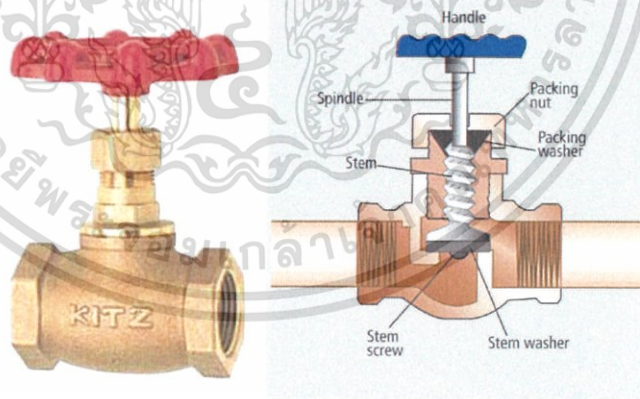
วาล์วที่เลือกใช้ในระบบมี 2 ชนิดได้แก่

- (1) บอลวาล์ว : บอลวาล์วในระบบปั๊มสุญญากาศมีหน้าหลักคือ เพื่อปิดการไหลของอากาศ ไม่ใช่ไหลเข้า-ออก จากห้องสุญญากาศได้ มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 3.14 แสดงส่วนประกอบภายในของบอลวาล์ว

- (2) โกลบวาล์ว : บอลวาล์วในระบบปั๊มสุญญากาศมีหน้าหลักคือ ปรับอัตราการไหลของน้ำที่เข้าไปหมุนยังปั๊มสุญญากาศ มีลักษณะดังรูป



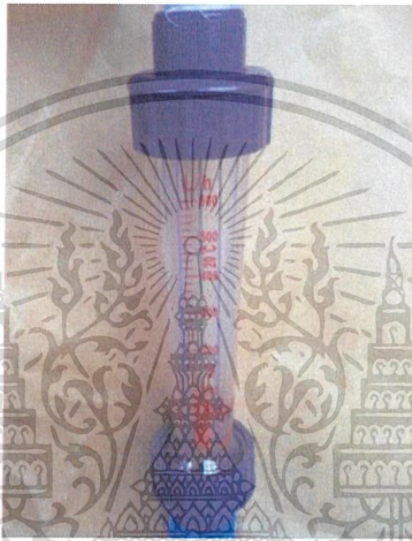
รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะและส่วนประกอบภายในของโกลบวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล

อุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่เลือกใช้มี 2 ชนิดได้แก่

- (1) อุปกรณ์วัดอัตราการไหลน้ำ (Water Flow Meter) ชนิด Rota Meter ช่วงการวัดอยู่ระหว่าง 60-600 ลิตรต่อชั่วโมง หรือ 1-10 ลิตรต่อนาที ขนาดเกลียวใน 1 นิ้ว ดังรูปที่ 3.15 อาศัยหลักการทำงาน เมื่อน้ำไหลผ่าน จะยกลูกลอยให้ลอยขึ้นเพื่อบอกค่าอัตราการไหลของของน้ำในท่อ ณ ช่วงเวลานั้น



รูปที่ 3.16 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลน้ำ

- (2) อุปกรณ์วัดอัตราการไหลอากาศ (Air Flow Meter) ชนิด Rota Meter ช่วงการวัดอยู่ระหว่าง 2.5-25 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ขนาดเกลียวใน 1 นิ้ว ดังรูปที่ 3.16 อาศัยหลักการทำงาน เมื่ออากาศไหลผ่าน จะยกลูกลอยให้ลอยขึ้นเพื่อบอกค่าอัตราการไหลของอากาศในท่อ ณ ช่วงเวลานั้น



รูปที่ 3.17 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 มาตรฐานวัดอุณหภูมิ

ทำหน้าที่ในการวัดอุณหภูมิที่ทางออกของบีมสุญญากาศ เพื่อไปเปรียบเทียบกับค่าความดันไอน้ำในตารางที่ 3.3 โดยมีช่วงการวัดอยู่ที่อุณหภูมิ -20 ถึง 120 องศาเซลเซียส มีลักษณะดังรูปที่ 3.17

ตารางที่ 3.3 ตารางความดันไอของน้ำ

Temp.	Press.	Temp.	Press.	Temp.	Press.	Temp.	Press.
°C	mbar	°C	mbar	°C	mbar	°C	mbar
10	12.7	18	20.62	26	33.60	45	95.8
11	13.12	19	21.96	28	37.78	50	123.4
12	14.01	20	23.37	30	42.41	55	157.4
13	14.97	21	24.85	32	47.53	60	199.20
14	15.97	22	26.42	34	53.18	65	250.1
15	17.04	23	28.08	36	59.40	70	311.60
16	18.17	24	29.82	38	66.24	75	385.5
17	19.36	25	31.66	40	73.75	80	473.60

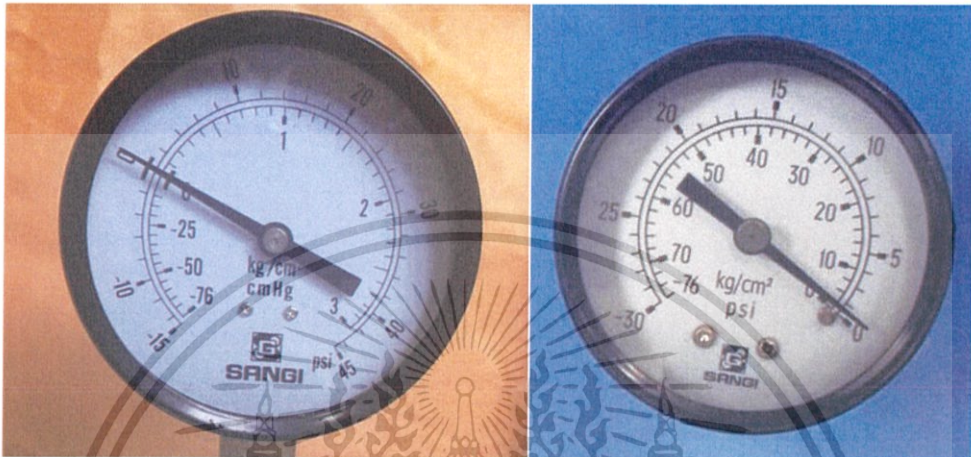


รูปที่ 3.18 มาตรฐานวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 มาตรฐานวัดความดัน

มาตรฐานวัดความดันที่ใช้ในระบบปั๊มสุญญากาศนั้น มีหน้าที่วัดความดัน ณ 2 ตำแหน่ง คือ ห้องสุญญากาศและทางเข้าปั๊มสุญญากาศ โดยเลือกใช้มาตรฐานวัดความดันที่สามารถวัดได้ทั้งช่วงที่ความดันมีค่ามากกว่าและน้อยกว่า 0 มิลลิเมตรปรอท ดังรูป



รูปที่ 3.19 มาตรฐานวัดความดัน

3.10 วิธีการใช้ชุดทดสอบระบบสุญญากาศ

- (1) ตรวจสอบว่า วาล์วหน้าห้องสุญญากาศ อยู่ในตำแหน่งปิด
- (2) ตรวจสอบว่า วาล์ว Service Water อยู่ในตำแหน่งเปิด
- (3) ตรวจสอบว่า วาล์ว ท่อน้ำทิ้ง อยู่ในตำแหน่งปิด
- (4) เติมน้ำที่เตรียมไว้ลงในถังน้ำ Separator ให้อยู่ที่ระดับ 5 ลิตร
- (5) เริ่มทำงานเปิดสวิตช์เดินเครื่องปั๊มสุญญากาศรอให้ปั๊มเริ่มทำงาน น้ำจะเริ่มไหลเข้าตัวปั๊ม
- (6) ทำการปรับระดับอัตราการไหลของน้ำ Service Water ที่ต้องการ
- (7) เริ่มทำการทดสอบ จับเวลาเก็บค่าตัวแปรต่างๆ
- (8) ผ่านไป 5 นาทีสิ้นสุดการทดสอบ ให้เปิดวาล์วหน้าห้องสุญญากาศอย่างช้าๆ เพื่ออากาศไหลกลับเข้าห้องสุญญากาศ
- (9) ปิดสวิตช์การทำงานของปั๊มสุญญากาศ
- (10) เปิดวาล์วท่อน้ำทิ้ง เพื่อทิ้งน้ำ เตรียมพร้อมสำหรับชุดทดสอบถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

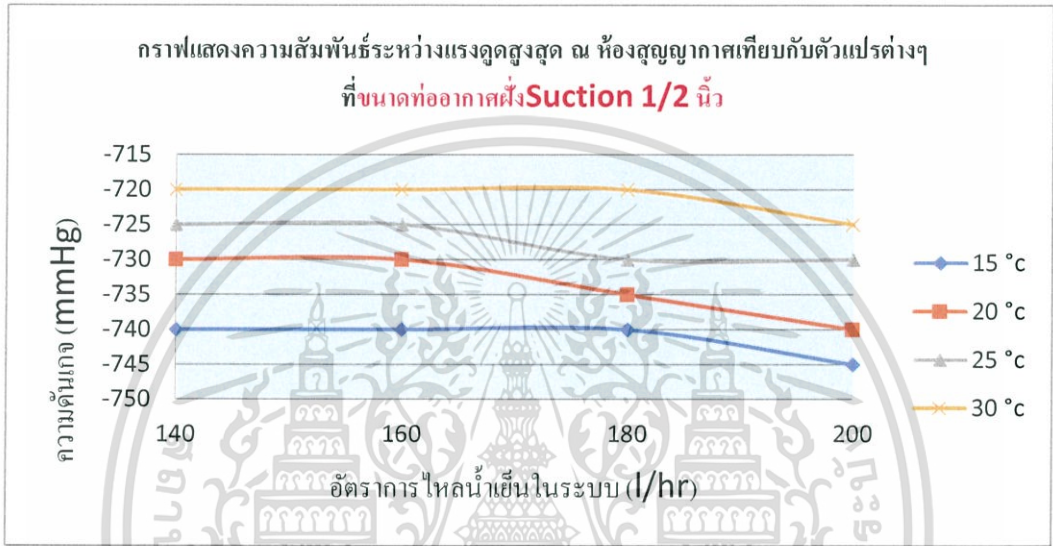
4.1 วิธีการทดลอง

- 4.1.1 ติดตั้งชุดทดสอบให้พร้อม โดยยังไม่เริ่มเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ ติดตั้งท่อฝั่ง Suction ให้เป็นขนาดต้องการทดสอบได้แก่ ½ นิ้ว, ¾ นิ้ว, 1 นิ้ว และ 1¼ นิ้วตามลำดับ
- 4.1.2 เตรียมอุณหภูมิน้ำที่ต้องการทดสอบ ได้แก่ 15, 20, 25 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วจึงบรรจุเข้าสู่ระบบทางถัง Separator
- 4.1.3 เริ่มเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ โดยเปิดทางเข้าท่อน้ำเย็นตามอัตราการไหลที่ต้องการทดสอบ ได้แก่ 140, 160, 180 และ 200 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ
- 4.1.4 ระหว่างทำการทดสอบ บันทึกค่าต่างๆ จากเครื่องมือวัดทุก 10 วินาที ต่อเนื่องเป็นเวลา 5 นาทีโดยค่าที่บันทึกมีดังต่อไปนี้ อุณหภูมิของน้ำภายในปั๊มสุญญากาศ, แรงดันอากาศฝั่งทางเข้าปั๊ม, อัตราการไหลของอากาศฝั่งทางเข้าปั๊ม
- 4.1.5 หยุดเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ แล้วทำการปล่อยน้ำที่ค้างในระบบทิ้งเพื่อเตรียมสำหรับการทดสอบชุดต่อไป
- 4.1.5 นำค่าที่ได้จากการบันทึก มาคำนวณหาผลการทดสอบ ดังตารางบันทึกผลการทดลอง
- 4.1.6 เปลี่ยนขนาดท่อฝั่ง Suction, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น, อัตราการไหลของน้ำเย็นให้เป็นค่าที่ต้องการทดสอบ และทำข้อ 4.1.1 – 4.1.5 ซ้ำ จนครบค่าตัวแปรที่ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

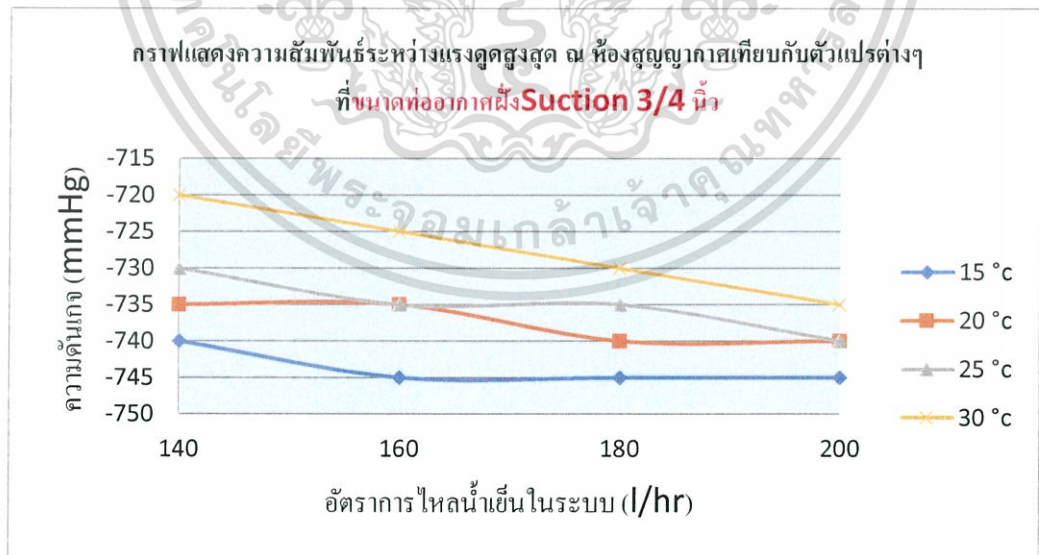
4.2 ผลการทดลอง

จากการทดสอบเปลี่ยนแปลงตัวแปรในระบบปั๊มสุญญากาศ ได้แก่ ขนาดท่อฝั่ง Suction, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น และอัตราการไหลของน้ำเย็นในระบบ โดยผลการทดสอบได้บันทึกค่าและทำการคำนวณผลลัพธ์ดังที่แสดงในภาคผนวก ข. ที่และจากข้อมูลกล่าวสามารถแสดงเป็นรูปกราฟได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลของแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศ ที่ค่าตัวแปรต่างๆ

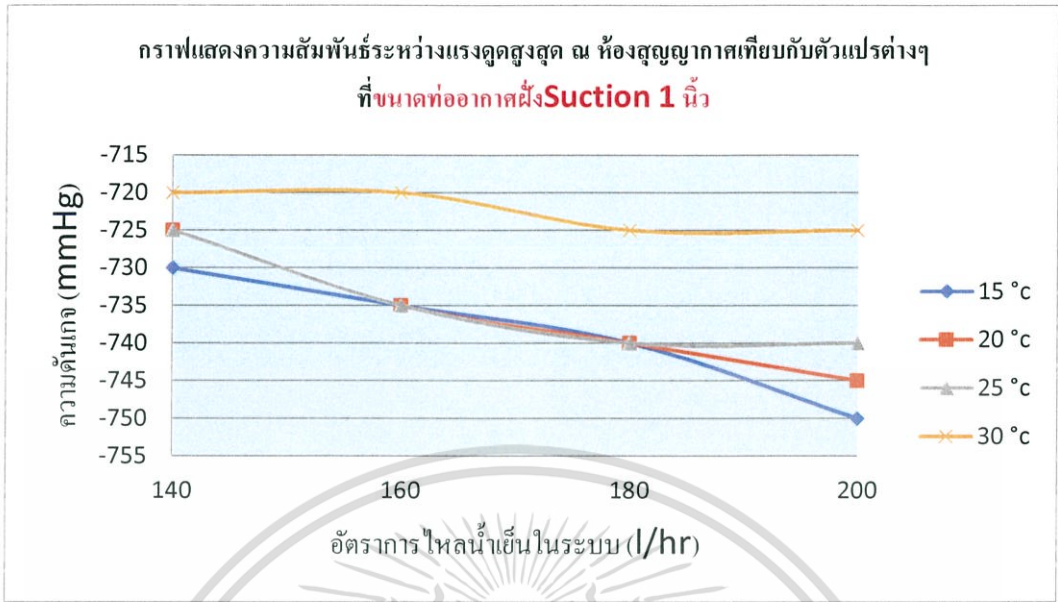


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1/2 นิ้ว

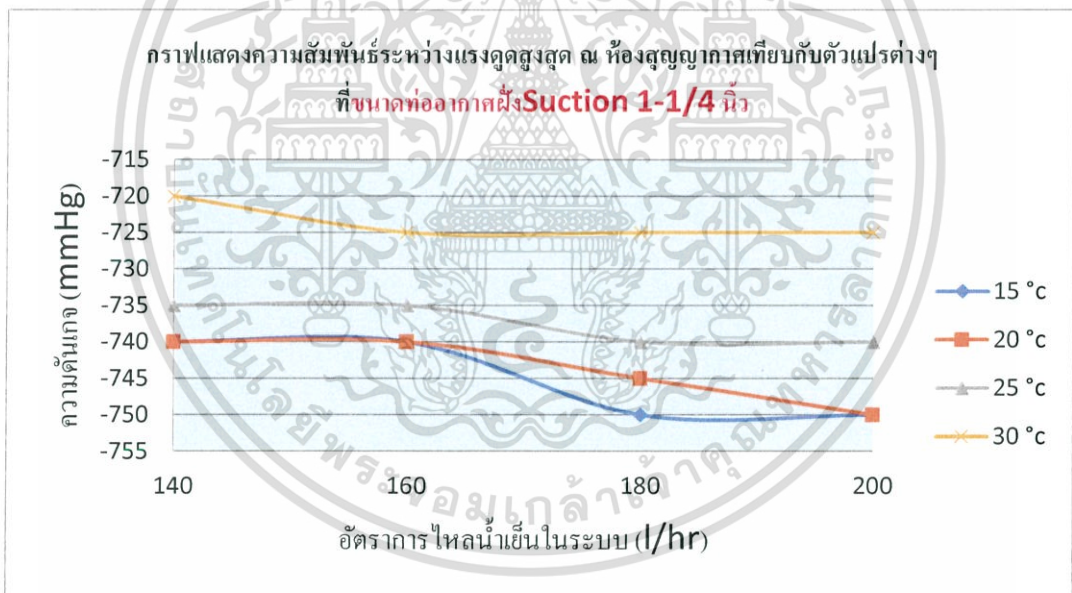


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 3/4 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่งSuction 1 นิ้ว

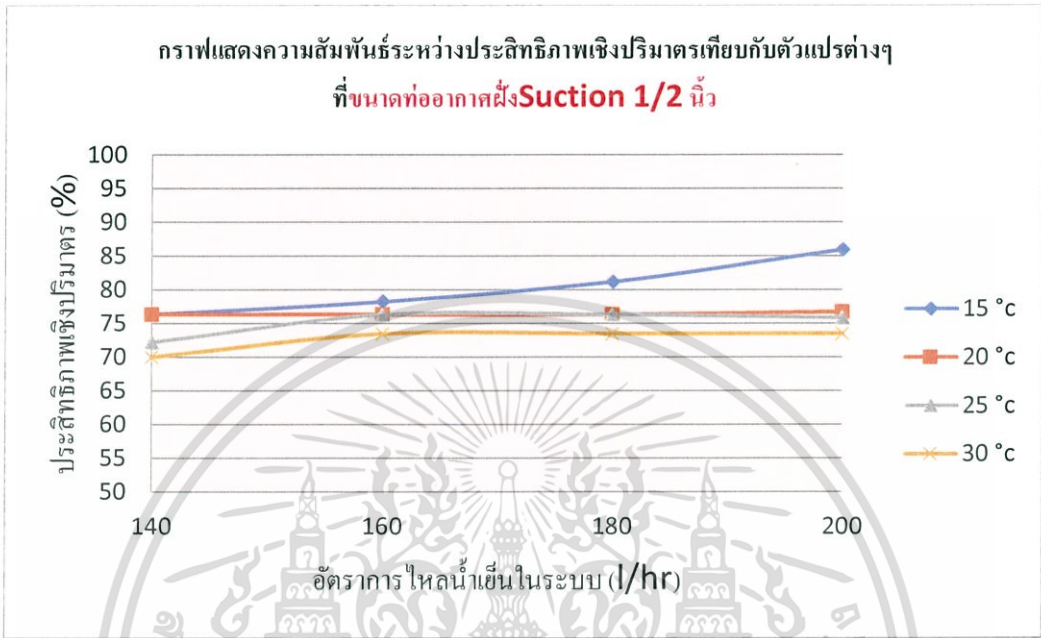


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่งSuction 1¼ นิ้ว

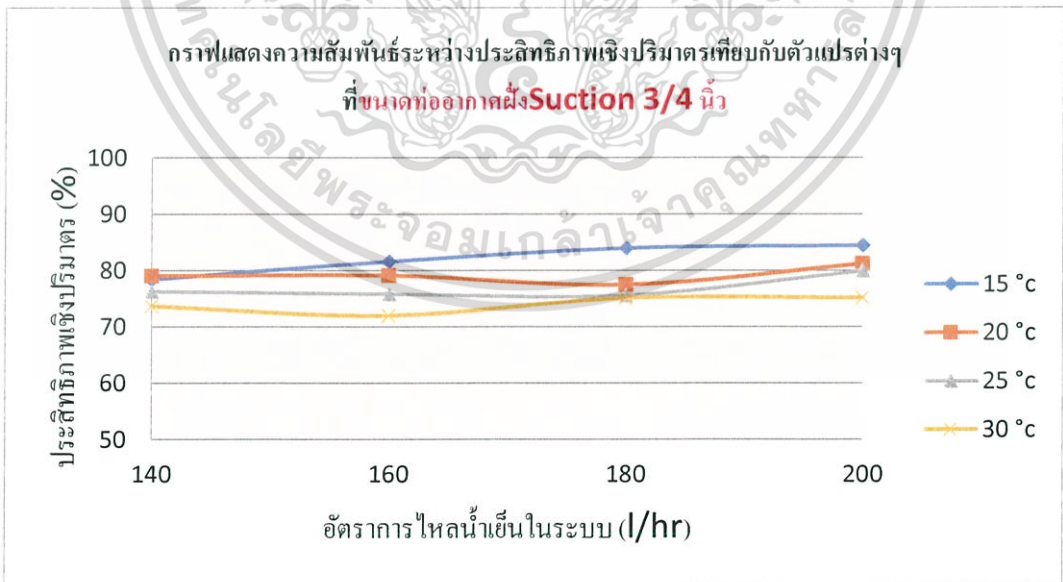
จากรูปที่ 4.1-4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆ จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นในระบบที่มีค่าต่ำและอัตราการไหลของน้ำเย็นเลี้ยงระบบที่สูง จะสามารถลดความดันภายในห้องสุญญากาศได้ต่ำกว่ากรณีน้ำที่เริ่มต้นในระบบมีอุณหภูมิสูงและอัตราการไหลน้ำต่ำ ในขณะที่เดียวกันที่ขนาดท่อฝั่ง Suction ต่างๆนั้น กลับไม่สามารถแสดงความแตกต่างของความดันภายในห้องสุญญากาศได้อย่างชัดเจน โดยค่าความดันดสอบต่ำสุดที่สามารถทำได้คือ -750 มิลลิเมตรปรอท ณ อัตราการไหลของน้ำเย็นในระบบ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, ท่อฝั่ง Suction ขนาด 1,1¼ นิ้ว และอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 15 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลของประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงสุดของระบบ ที่ค่าตัวแปรต่างๆ

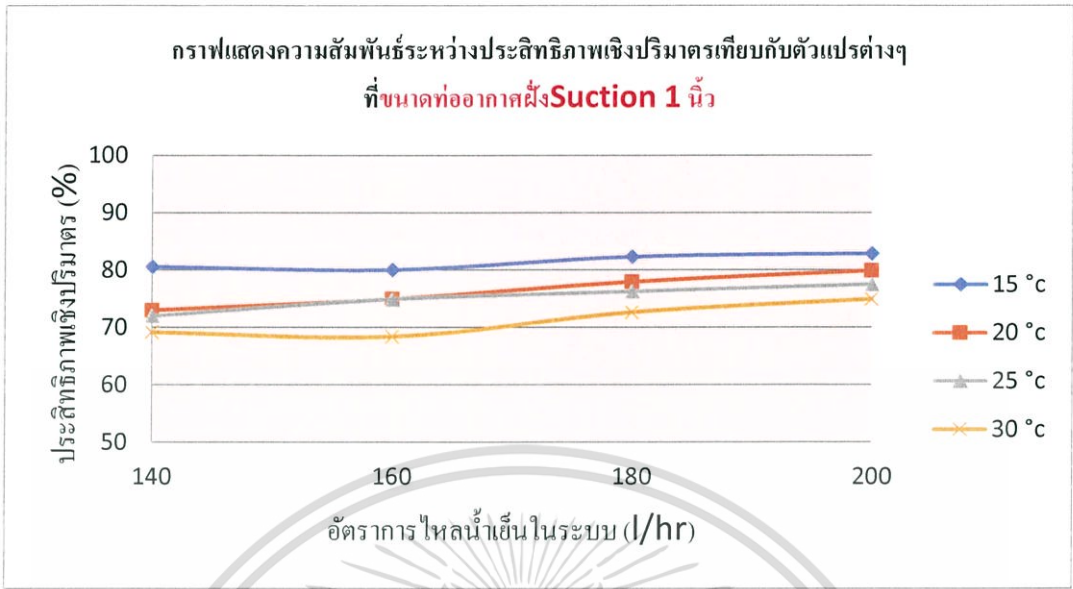


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่ Suction 1/2 นิ้ว

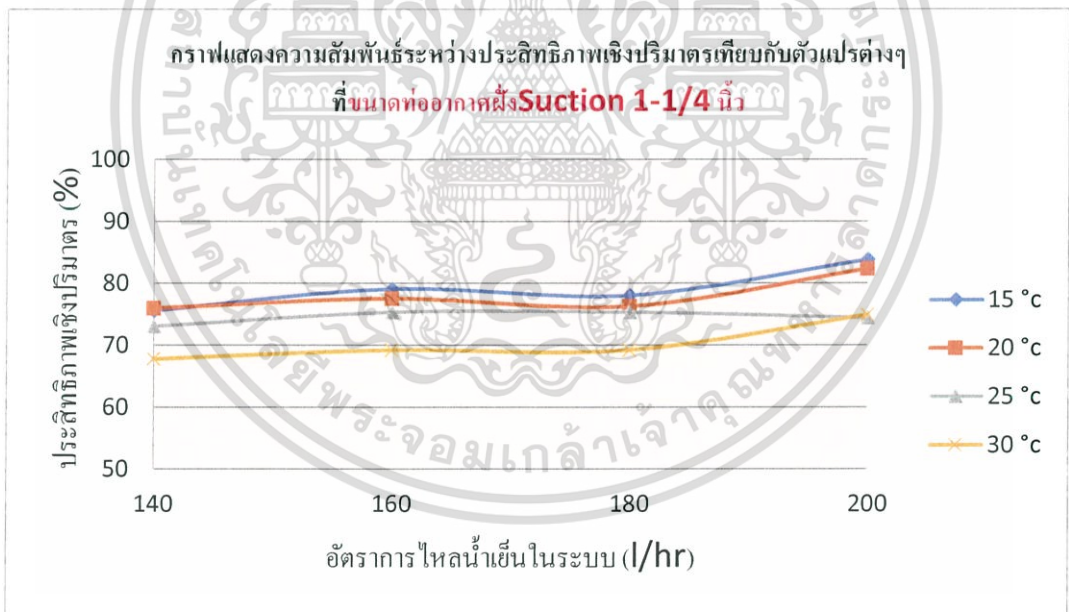


รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่ Suction 3/4 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

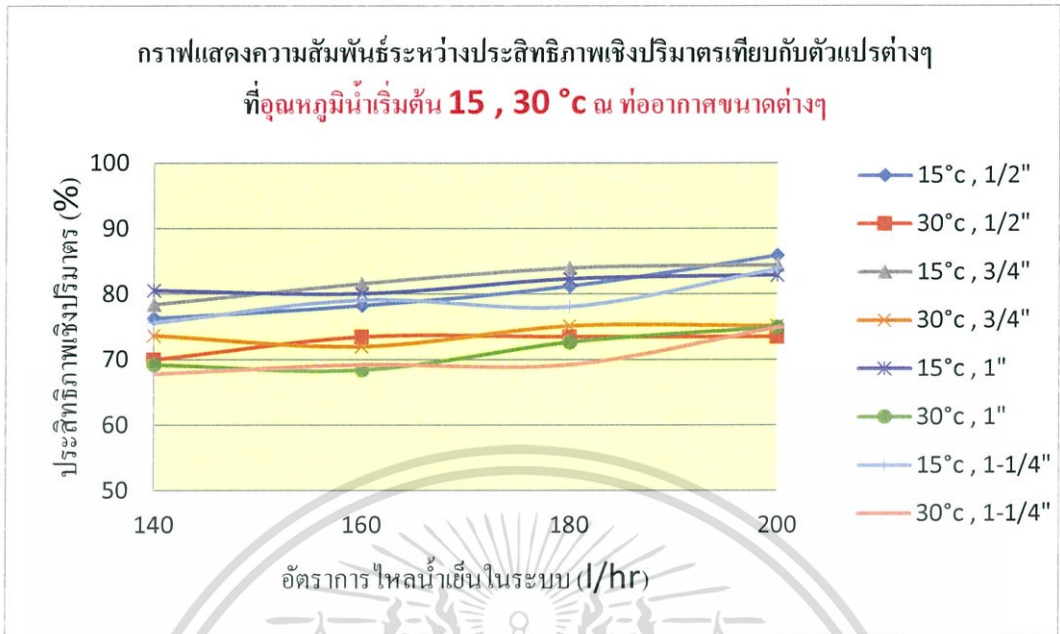


รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่งSuction 1 นิ้ว



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่งSuction 1¼ นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆ

จากรูปที่ 4.5-4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆ จะเห็นได้ว่า ที่อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นในระบบที่มีค่าต่ำและอัตราการไหลของน้ำเย็นเลี้ยงระบบที่สูง จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรที่สูงขึ้นมากกว่าเมื่อเทียบกับ กรณีน้ำที่เริ่มต้นในระบบมีอุณหภูมิสูงและอัตราการไหลน้ำต่ำ และจากรูปที่ 4.9 ที่แสดงความแตกต่างของประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ณ ขนาดท่อฝั่ง Suction ขนาดต่างๆ ทำให้เห็นว่าที่ขนาดท่อต่างๆ นั้นมีผลต่อประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเพียงเล็กน้อย จนถึงว่าเกือบจะไม่มี ความแตกต่างเชิงนัยสำคัญเลยทีเดียว ซึ่งค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตรที่ได้จากการทดสอบอยู่ที่ 85.91 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราการไหลของน้ำเย็นในระบบ 200 ลิตรต่อนาที, ท่อฝั่ง Suction ขนาด 1/2 นิ้ว และอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 15 องศาเซลเซียส

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบ เมื่อวิเคราะห์กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสูญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆในระบบ จะเห็นได้ว่ายิ่งอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้นในระบบต่ำลงและมีอัตราการไหลน้ำที่สูงขึ้น จะส่งผลให้มีแรงดูดสูงสุดที่ดีมากยิ่งขึ้น แต่ที่ขนาดท่อต่างๆกลับไม่แสดงความแตกต่างที่ชัดเจน และในส่วนของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบเทียบกับตัวแปรต่างๆ จะเห็นได้ว่ายิ่งอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ต่ำและอัตราการไหลน้ำมากขึ้น จะส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรที่สูงขึ้นเช่นกัน แต่ขนาดท่อต่างๆกลับมีผลต่อประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้จึงทำให้สรุปได้ว่า อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้นในระบบและอัตราการไหลน้ำเลี้ยงระบบ มีผลต่อการทำงานของระบบอย่างชัดเจน โดยทำหน้าที่ช่วยรักษาอุณหภูมิของระบบภายในบีม ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของระบบบีม หากแต่ท่อขนาดต่างๆนั้น กลับไม่แสดงความแตกต่างที่ชัดเจนซึ่งนับว่าสำคัญในการทำงานของระบบ

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดสอบที่ได้ ข้อมูลที่เก็บระหว่างการทดสอบ อาจมีความคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดไปจากความเป็นจริง อันเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. ระหว่างทำการทดสอบ ผู้ทดสอบไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายนอกระบบได้อย่างสมบูรณ์ เช่น อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นในอากาศ, ความดันบรรยากาศ ณ ห้องทดสอบ เป็นต้น จึงส่งผลให้มีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย
2. ระหว่างทำการทดสอบ มีน้ำปริมาณเล็กน้อยยังคงตกค้างภายในบีมสูญญากาศ ซึ่งเป็นน้ำค้างระบบจากการทดสอบรอบก่อนหน้า จึงส่งผลให้อุณหภูมิในการทดสอบถัดไปอาจมีความคลาดเคลื่อนในช่วงเริ่มการทำงานของบีม
3. อาจมีความคลาดเคลื่อนที่มาจากเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ อันเนื่องมาจากความชำนาญในการใช้งานและระยะการติดตั้งชุดทดลองมีจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

โครงการนี้ยังสามารถพัฒนาและต่อยอดเป็นงานวิจัยในอนาคต ได้ตามข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์และเครื่องมือวัดต่างๆควรมีมาตรฐานวัดที่มีความละเอียดและมีความไวในการตอบสนองที่ดียิ่งขึ้น
2. หัวข้อหรือตัวแปรที่น่าสนใจในการทดสอบที่ควรศึกษาเพิ่มเติม เช่น การติดตั้งระบบถ่ายเทความร้อนภายในถึง Separator เพื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำในระบบ หรือการติดตั้ง inverter เพื่อปรับรอบมอเตอร์ของปั๊มสุญญากาศ เป็นต้น
3. ควรมีการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบจากชุดทดสอบจริงกับผลการทดสอบที่ได้จากการจำลอง (Simulation) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
4. เพื่อให้เห็นแนวโน้มในการลดความดันภายในห้องสุญญากาศอย่างชัดเจนมากขึ้น ควรออกแบบให้ห้องสุญญากาศมีปริมาตรมากขึ้น เพื่อให้ระยะเวลาในการดูดอากาศออกจากห้องสุญญากาศของแต่ละรอบการทดลองนานยิ่งขึ้น
5. หลังจากการทดสอบปั๊มสุญญากาศหรือต้องการพักระบบชุดทดสอบไว้เป็นเวลานาน ควรระบายน้ำออกจากภายในตัวปั๊มสุญญากาศให้หมดเพื่อป้องกันการเกิดสนิมภายในตัวปั๊มหรือแกนเพลลา อีกทั้งน้ำที่ใช้ทดสอบควรเป็นน้ำสะอาดเพื่อป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดภายในตัวปั๊มขณะใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kannappan Sam (1985). Introduction to Piping Stress Analysis. Tennessee : Wiley & Sons, Ins.
- [2] L.N. Rozanov (2002). Vacuum Technique. 1st ed. London : Taylor & Francis.
- [3] N.T.M. Dennis and T.A. Heppell (1968). Vacuum System Design. 1st ed. Great Britain : Willmer Brother Limited, Birkenhead.
- [4] SIHI Sterling, Members of the sterling Fluid System Group. Engineering Fundamentals. USA, Canada : Sterling Fluid System Ltd.
- [5] <http://www.gotoknow.org/posts/438207>
- [6] <http://www.kentchemistry.com/links/GasLaws/dalton.htm>
- [7] <http://www.wiredchemist.com/chemistry/data/vapor-pressure>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

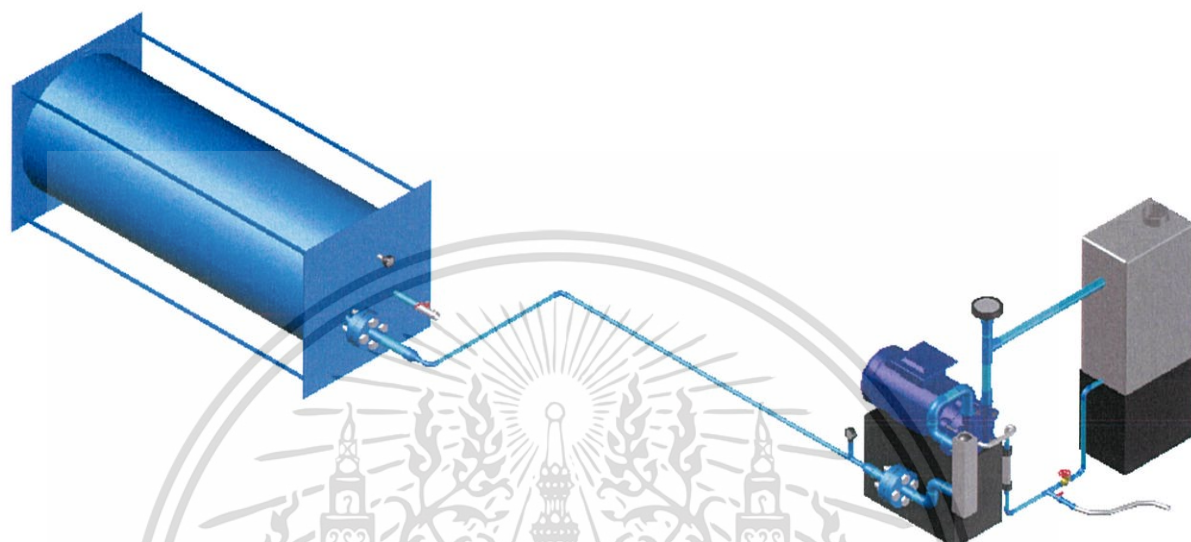


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก



รูปที่ ก-1 แบบชุดทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ



รูปที่ ก-2 แบบปั๊มสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

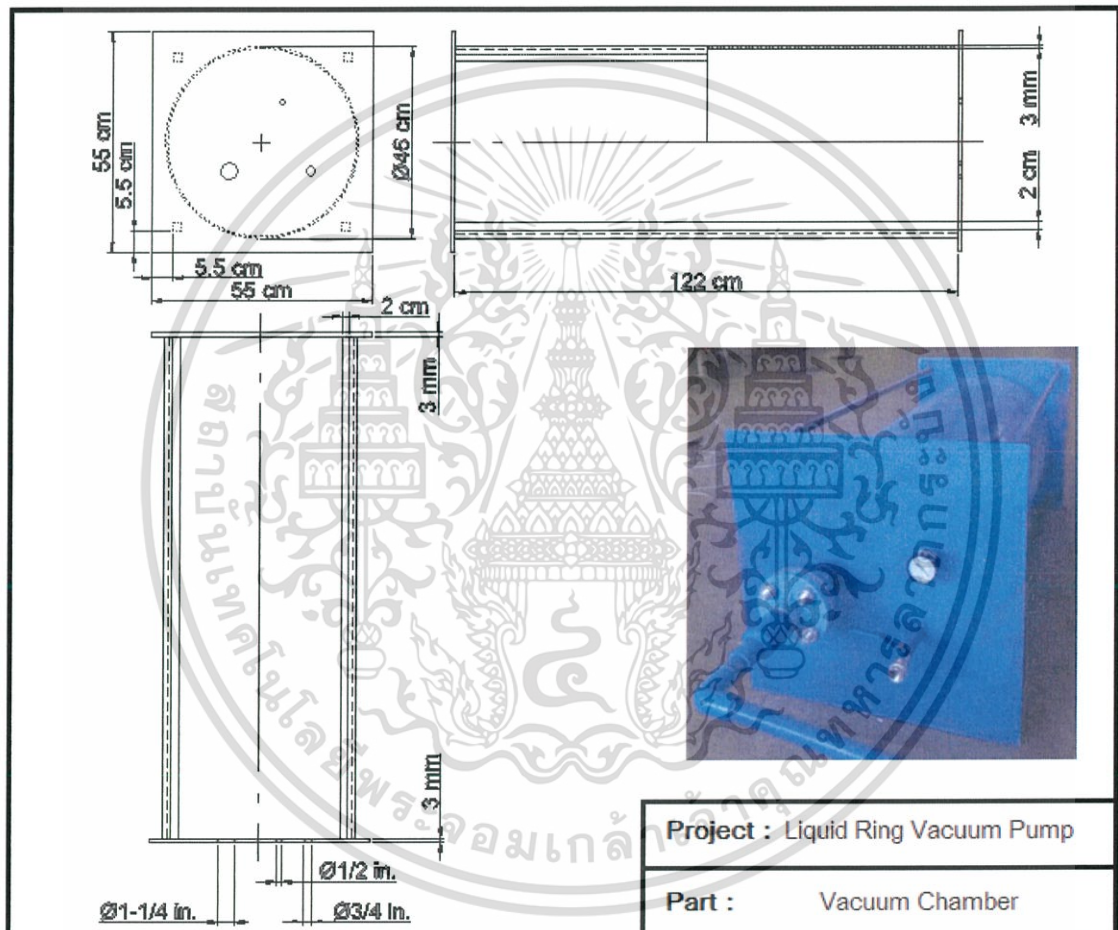


รูปที่ ก-3 แบบถังน้ำ

รูปที่ ก-4 แบบห้องสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก



รูปที่ ก-5 แบบฉายมุมที่ 1 ของห้องสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบระบบป้อนสัญญาณภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-1 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-25	-250	-210.1	-24	-240	1.1898	21	0.7347	73.466
20	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-35	-350	-307.8	-39	-390	1.1372	17	0.6223	62.226
30	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-45	-450	-405.4	-48	-480	1.1099	14	0.5251	52.505
40	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-55	-550	-505.4	-56	-560	1.0881	12	0.459	45.904
50	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-60	-600	-555.4	-60	-600	1.0802	10	0.3853	38.534
60	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-65	-650	-605.4	-64	-640	1.0736	9	0.3489	34.895
70	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-68	-680	-635.4	-66	-660	1.0701	8	0.3112	31.118
80	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-69	-690	-645.4	-68	-680	1.069	7	0.2726	27.256
90	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-70	-700	-655.4	-70	-700	1.068	6	0.2339	23.385
100	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-71	-710	-665.4	-70.5	-705	1.067	5	0.1951	19.507
110	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-71	-710	-662.9	-71	-710	1.0711	4	0.1555	15.545
120	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-71	-710	-662.9	-71	-710	1.0711	3	0.1166	11.659
130	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-72	-720	-672.9	-71	-710	1.07	2.5	0.0973	9.7252
140	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-72	-720	-672.9	-71	-710	1.07	2.5	0.0973	9.7252
150	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-72.5	-725	-675.3	-71.5	-715	1.0736	2.5	0.0969	9.6931
160	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-71.5	-715	1.073	2.5	0.097	9.698
170	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-71.5	-715	1.073	2.5	0.097	9.698
180	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72	-720	1.073	2.5	0.097	9.698
190	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72	-720	1.073	2.5	0.097	9.698
200	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72	-720	1.073	2.5	0.097	9.698
210	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72	-720	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
220	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72	-720	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
230	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72	-720	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
240	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72	-720	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
250	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72	-720	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
260	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
270	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
280	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
290	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
300	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-2 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-25	-250	-210.1	-23	-230	1.1898	21	0.7347	73.466
20	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-37	-370	-325.4	-38	-380	1.1369	17	0.6224	62.242
30	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-47	-470	-425.4	-47	-470	1.1047	15	0.5652	56.519
40	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-55	-550	-502.9	-54	-540	1.0937	13	0.4948	49.477
50	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-59	-590	-542.9	-59	-590	1.0868	11	0.4213	42.131
60	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-60	-600	-552.9	-62	-620	1.0852	9	0.3452	34.521
70	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-65	-650	-602.9	-67	-670	1.0782	8	0.3089	30.886
80	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-67	-670	-622.9	-69	-690	1.0756	7	0.2709	27.088
90	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-69	-690	-642.9	-70	-700	1.0733	6	0.2327	23.27
100	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-70	-700	-652.9	-70.5	-705	1.0722	5	0.1941	19.412
110	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-70	-700	-652.9	-70.5	-705	1.0722	4	0.1553	15.529
120	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-70	-700	-652.9	-71	-710	1.0722	3	0.1165	11.647
130	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-71	-710	1.0758	2.5	0.0967	9.6729
140	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-71	-710	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
150	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-71.5	-715	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
160	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-71.5	-715	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
170	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71.5	-715	-665.3	-71.5	-715	1.0747	2.5	0.0968	9.6831
180	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71.5	-715	-665.3	-71.5	-715	1.0747	2.5	0.0968	9.6831
190	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-71.5	-715	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
200	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-71.5	-715	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
210	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72.5	-725	-672.5	-72	-720	1.0781	2.5	0.0965	9.6527
220	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72	-720	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
230	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
240	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
250	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
260	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
270	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
280	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
290	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177
300	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-3 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v	(%)
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-25	-250	-210.1	-24	-240	1.1898	21	0.7347	73.466
20	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-35	-350	-305.4	-38	-380	1.1459	17	0.6175	61.755
30	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-48	-480	-435.4	-47	-470	1.1023	15	0.5664	56.642
40	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-55	-550	-502.9	-55	-550	1.0937	13	0.4948	49.477
50	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-59	-590	-540.3	-59	-590	1.092	10	0.3812	38.12
60	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-61	-610	-560.3	-63	-630	1.0887	9	0.3441	34.411
70	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-65	-650	-600.3	-66	-660	1.0828	8	0.3075	30.755
80	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-69	-690	-640.3	-67	-670	1.0776	7	0.2704	27.039
90	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-68	-680	1.0764	6	0.232	23.202
100	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-69	-690	1.0764	5	0.1934	19.335
110	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-70	-700	1.0758	4	0.1548	15.477
120	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-70.5	-705	1.0758	3	0.1161	11.607
130	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-70.5	-705	1.0798	2.5	0.0964	9.6368
140	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-71	-710	1.0798	2.5	0.0964	9.6368
150	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-71	-710	1.0798	2.5	0.0964	9.6368
160	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71.5	-715	-659.7	-71	-710	1.0839	2.5	0.096	9.6012
170	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71.5	-715	-659.7	-71	-710	1.0839	2.5	0.096	9.6012
180	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71.5	-715	-659.7	-71	-710	1.0839	2.5	0.096	9.6012
190	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-71.5	-715	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
200	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-71.5	-715	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
210	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72.5	-725	-669.7	-71.5	-715	1.0826	2.5	0.0961	9.6123
220	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72.5	-725	-669.7	-71.5	-715	1.0826	2.5	0.0961	9.6123
230	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-71.5	-715	1.082	2.5	0.0962	9.6177
240	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-71.5	-715	1.082	2.5	0.0962	9.6177
250	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-71.5	-715	1.082	2.5	0.0962	9.6177
260	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-71.5	-715	1.082	2.5	0.0962	9.6177
270	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-73	-730	-671.4	-72	-720	1.0873	2.5	0.0957	9.5706
280	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-73	-730	-671.4	-72	-720	1.0873	2.5	0.0957	9.5706
290	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-73	-730	-671.4	-72	-720	1.0873	2.5	0.0957	9.5706
300	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-73	-730	-671.4	-72	-720	1.0873	2.5	0.0957	9.5706

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-4 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-25	-250	-210.1	-23	-230	1.1898	20	0.6997	69.967
20	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-35	-350	-305.4	-38	-380	1.1459	17	0.6175	61.755
30	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-45	-450	-402.9	-47	-470	1.117	15	0.559	55.9
40	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-51	-510	-460.3	-55	-550	1.1079	13	0.4884	48.841
50	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-56	-560	-510.3	-58	-580	1.0974	10	0.3793	37.932
60	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-60	-600	-550.3	-62	-620	1.0903	9	0.3436	34.36
70	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-68	-680	-630.3	-65	-650	1.0788	8	0.3087	30.867
80	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-69	-690	-640.3	-67	-670	1.0776	7	0.2704	27.039
90	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-68	-680	1.0764	6	0.232	23.202
100	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-69	-690	1.0764	5	0.1934	19.335
110	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-70	-700	1.0764	4	0.1547	15.468
120	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-71	-710	1.0764	3	0.116	11.601
130	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-71.5	-715	1.0758	2.5	0.0967	9.6729
140	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-72	-720	1.0758	2.5	0.0967	9.6729
150	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-72	-720	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
160	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-72	-720	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
170	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71.5	-715	-665.3	-72.5	-725	1.0747	2.5	0.0968	9.6831
180	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71.5	-715	-665.3	-72.5	-725	1.0747	2.5	0.0968	9.6831
190	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72.5	-725	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
200	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72.5	-725	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
210	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72.5	-725	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
220	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
230	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
240	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
250	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
260	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
270	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
280	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
290	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
300	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-5 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-24	-240	-208.2	-24	-240	1.1528	21	0.7583	75.827
20	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-37	-370	-336.3	-40	-400	1.1001	18	0.6811	68.11
30	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-48	-480	-444.3	-49	-490	1.0802	15	0.578	57.8
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-54	-540	-504.3	-56	-560	1.0707	13	0.5054	50.54
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-57	-570	-534.3	-60	-600	1.0667	11	0.4292	42.924
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-61	-610	-574.3	-63	-630	1.0621	10	0.3919	39.192
70	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-64	-640	-606.3	-65.5	-655	1.0555	8	0.3155	31.549
80	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-69	-690	-656.3	-67	-670	1.0513	7	0.2772	27.716
90	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-70	-700	1.0537	6	0.237	23.703
100	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-70.5	-705	-671.3	-71	-710	1.0501	5	0.1982	19.819
110	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70.5	-705	-669.3	-71	-710	1.0533	4	0.1581	15.808
120	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-72	-720	1.0529	3	0.1186	11.86
130	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-72.5	-725	1.0529	2.5	0.0988	9.8837
140	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71.5	-715	-679.3	-72.5	-725	1.0525	2.5	0.0989	9.8874
150	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-72.5	-725	1.0554	2.5	0.0986	9.8604
160	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-72.5	-725	1.0554	2.5	0.0986	9.8604
170	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72.5	-725	-687.2	-72.5	-725	1.055	2.5	0.0986	9.8641
180	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72.5	-725	-687.2	-72.5	-725	1.055	2.5	0.0986	9.8641
190	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-73	-730	-692.2	-72.5	-725	1.0546	2.5	0.0987	9.8679
200	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-73	-730	-692.2	-73	-730	1.0546	2.5	0.0987	9.8679
210	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-73	-730	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
220	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73	-730	-687.8	-73	-730	1.0614	2.5	0.098	9.8044
230	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73	-730	-687.8	-73	-730	1.0614	2.5	0.098	9.8044
240	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73	-730	-687.8	-73	-730	1.0614	2.5	0.098	9.8044
250	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-73	-730	1.065	2.5	0.0977	9.7711
260	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-73	-730	1.065	2.5	0.0977	9.7711
270	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-73	-730	1.065	2.5	0.0977	9.7711
280	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-73	-730	1.065	2.5	0.0977	9.7711
290	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-73	-730	1.065	2.5	0.0977	9.7711
300	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73	-730	-682.9	-73	-730	1.069	2.5	0.0973	9.7346

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-6 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-25	-250	1.1458	21	0.7629	76.29
20	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-38	-380	-346.3	-39	-390	1.0972	19	0.7208	72.083
30	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-46	-460	-424.3	-48	-480	1.084	16	0.6144	61.438
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-53	-530	-494.3	-54	-540	1.0721	13	0.5047	50.473
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-58	-580	-544.3	-60	-600	1.0655	11	0.4297	42.973
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-61	-610	-574.3	-63	-630	1.0621	10	0.3919	39.192
70	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-65	-650	-614.3	-66	-660	1.058	9	0.3541	35.408
80	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-69	-690	-654.3	-67	-670	1.0545	8	0.3158	31.58
90	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-68	-680	1.0537	7	0.2765	27.654
100	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-70	-700	1.0537	6	0.237	23.703
110	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70.5	-705	-669.3	-70.5	-705	1.0533	5	0.1976	19.76
120	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70.5	-705	-669.3	-71	-710	1.0533	4	0.1581	15.808
130	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-71.5	-715	1.0529	3	0.1186	11.86
140	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-72	-720	1.0529	2.5	0.0988	9.8837
150	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-72	-720	1.0529	2.5	0.0988	9.8837
160	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71.5	-715	-677.2	-72	-720	1.0558	2.5	0.0986	9.8566
170	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71.5	-715	-677.2	-72	-720	1.0558	2.5	0.0986	9.8566
180	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-72	-720	1.0554	2.5	0.0986	9.8604
190	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-72	-720	1.0554	2.5	0.0986	9.8604
200	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-72.5	-725	1.0554	2.5	0.0986	9.8604
210	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-72.5	-725	1.0554	2.5	0.0986	9.8604
220	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-73	-730	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
230	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-73	-730	1.0623	2.5	0.098	9.796
240	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-73	-730	1.0623	2.5	0.098	9.796
250	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-73	-730	1.0623	2.5	0.098	9.796
260	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73	-730	1.066	2.5	0.0976	9.7623
270	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73	-730	1.066	2.5	0.0976	9.7623
280	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-72	-720	-672.9	-73	-730	1.07	2.5	0.0973	9.7252
290	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-72	-720	-672.9	-73	-730	1.07	2.5	0.0973	9.7252
300	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-72	-720	-672.9	-73	-730	1.07	2.5	0.0973	9.7252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-7 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-24	-240	1.1458	21	0.7629	76.29
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-35	-350	-314.3	-38	-380	1.1134	18	0.6729	67.293
30	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-48	-480	-444.3	-48	-480	1.0802	15	0.578	57.8
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-53	-530	-494.3	-55	-550	1.0721	13	0.5047	50.473
50	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-57	-570	-532.2	-60	-600	1.071	10	0.3887	38.867
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-61	-610	-574.3	-63	-630	1.0621	9	0.3527	35.273
70	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-65	-650	-614.3	-66	-660	1.058	8	0.3147	31.474
80	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-68	-680	-644.3	-67	-670	1.0553	7	0.2761	27.61
90	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-69	-690	1.0537	6	0.237	23.703
100	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70.5	-705	-669.3	-70	-700	1.0533	5	0.1976	19.76
110	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-70.5	-705	1.0529	4	0.1581	15.814
120	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-71	-710	1.0529	3	0.1186	11.86
130	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-71.5	-715	1.0529	2.5	0.0988	9.8837
140	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71.5	-715	-677.2	-72	-720	1.0558	2.5	0.0986	9.8566
150	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71.5	-715	-677.2	-72	-720	1.0558	2.5	0.0986	9.8566
160	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-72	-720	1.0554	2.5	0.0986	9.8604
170	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-72	-720	1.0554	2.5	0.0986	9.8604
180	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-72	-720	1.0554	2.5	0.0986	9.8604
190	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72.5	-725	-687.2	-72	-720	1.055	2.5	0.0986	9.8641
200	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72.5	-725	-685.1	-72	-720	1.0582	2.5	0.0983	9.8337
210	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72.5	-725	-685.1	-72	-720	1.0582	2.5	0.0983	9.8337
220	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72.5	-725	-685.1	-72	-720	1.0582	2.5	0.0983	9.8337
230	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72.5	-725	-685.1	-72	-720	1.0582	2.5	0.0983	9.8337
240	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72.5	-725	-682.8	-72	-720	1.0618	2.5	0.098	9.8002
250	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72.5	-725	-682.8	-72	-720	1.0618	2.5	0.098	9.8002
260	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72.5	-725	-682.8	-72.5	-725	1.0618	2.5	0.098	9.8002
270	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72.5	-725	-680.4	-72.5	-725	1.0655	2.5	0.0977	9.7668
280	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72.5	-725	-680.4	-72.5	-725	1.0655	2.5	0.0977	9.7668
290	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-72.5	-725	-677.9	-72.5	-725	1.0695	2.5	0.0973	9.7299
300	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-72.5	-725	-677.9	-72.5	-725	1.0695	2.5	0.0973	9.7299

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-8 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v	(%)
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-24	-240	-208.2	-22	-220	1.1528	20	0.7222	72.216
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-36	-360	-324.3	-36	-360	1.1099	18	0.6751	67.505
30	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-45	-450	-412.2	-46	-460	1.0916	16	0.6101	61.01
40	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-51	-510	-472.2	-54	-540	1.08	14	0.5396	53.959
50	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-59	-590	-552.2	-59	-590	1.0684	12	0.4675	46.752
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-63	-630	-594.3	-62	-620	1.06	10	0.3927	39.27
70	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-66	-660	-624.3	-65	-650	1.0571	9	0.3544	35.439
80	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-68	-680	-644.3	-67	-670	1.0553	8	0.3155	31.554
90	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-69	-690	1.0537	7	0.2765	27.654
100	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-70	-700	1.0537	6	0.237	23.703
110	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70	-700	-662.2	-70	-700	1.057	5	0.1969	19.69
120	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70.5	-705	-667.2	-70.5	-705	1.0566	4	0.1576	15.758
130	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70.5	-705	-667.2	-70.5	-705	1.0566	3	0.1182	11.819
140	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70.5	-705	-667.2	-71	-710	1.0566	2.5	0.0985	9.8488
150	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71	-710	-672.2	-71.5	-715	1.0562	2.5	0.0985	9.8527
160	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71.5	-715	-677.2	-72	-720	1.0558	2.5	0.0986	9.8566
170	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71.5	-715	-677.2	-72	-720	1.0558	2.5	0.0986	9.8566
180	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72	-720	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
190	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72	-720	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
200	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72	-720	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
210	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72	-720	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
220	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72	-720	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
230	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-72	-720	1.0623	2.5	0.098	9.796
240	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-72	-720	1.0623	2.5	0.098	9.796
250	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-72	-720	1.0623	2.5	0.098	9.796
260	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-72.5	-725	1.0623	2.5	0.098	9.796
270	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-72.5	-725	1.066	2.5	0.0976	9.7623
280	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-72.5	-725	1.066	2.5	0.0976	9.7623
290	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-72	-720	-672.9	-72.5	-725	1.07	2.5	0.0973	9.7252
300	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-72	-720	-672.9	-72.5	-725	1.07	2.5	0.0973	9.7252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-9 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-26	-260	-228.2	-25	-250	1.1394	21	0.7672	76.718
20	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-40	-400	-368.2	-40	-400	1.0864	18	0.6897	68.967
30	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-50	-500	-469.9	-50	-500	1.064	15	0.5868	58.682
40	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-55	-550	-519.9	-56	-560	1.0578	14	0.5509	55.089
50	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-59	-590	-559.9	-60	-600	1.0537	11	0.4345	43.454
60	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-64	-640	-609.9	-64	-640	1.0493	10	0.3967	39.669
70	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-67	-670	-638.2	-67	-670	1.0498	9	0.3568	35.684
80	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-69	-690	-658.2	-68	-680	1.0483	7	0.2779	27.794
90	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-69	-690	1.0476	6	0.2384	23.84
100	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71.5	-715	-683.2	-70.5	-705	1.0466	5	0.1989	19.887
110	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72	-720	-688.2	-71	-710	1.0462	4	0.1591	15.914
120	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72.5	-725	-693.2	-71.5	-715	1.0459	3	0.1194	11.94
130	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73.5	-735	-703.2	-72	-720	1.0452	2.5	0.0996	9.9559
140	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-72.5	-725	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
150	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-73	-730	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
160	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75	-750	-718.2	-73.5	-735	1.0443	2.5	0.0996	9.9649
170	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75	-750	-718.2	-73.5	-735	1.0443	2.5	0.0996	9.9649
180	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75	-750	-718.2	-74	-740	1.0443	2.5	0.0996	9.9649
190	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75	-750	-716.3	-74	-740	1.047	2.5	0.0994	9.9393
200	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75	-750	-716.3	-74	-740	1.047	2.5	0.0994	9.9393
210	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75	-750	-716.3	-74	-740	1.047	2.5	0.0994	9.9393
220	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75	-750	-716.3	-74	-740	1.047	2.5	0.0994	9.9393
230	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74	-740	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
240	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74	-740	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
250	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74	-740	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
260	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74	-740	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
270	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74	-740	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
280	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-74	-740	1.053	2.5	0.0988	9.8822
290	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-74	-740	1.053	2.5	0.0988	9.8822
300	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-74	-740	1.053	2.5	0.0988	9.8822

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-10 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-24	-240	1.1458	21	0.7629	76.29
20	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-39	-390	-356.3	-40	-400	1.0944	18	0.6846	68.459
30	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-48	-480	-446.3	-42	-420	1.0754	15	0.5806	58.06
40	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-55	-550	-516.3	-56	-560	1.0652	13	0.508	50.801
50	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-60	-600	-566.3	-60	-600	1.0594	11	0.4322	43.219
60	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-69	-690	-658.2	-63	-630	1.0483	10	0.3971	39.706
70	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-65	-650	-619.9	-66	-660	1.0485	9	0.3573	35.729
80	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-69	-690	-659.9	-68	-680	1.0456	8	0.3185	31.849
90	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70	-700	-669.9	-69	-690	1.0449	7	0.2789	27.886
100	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70	-700	-669.9	-70	-700	1.0449	6	0.239	23.902
110	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70.5	-705	-673.2	-71	-710	1.0473	5	0.1987	19.873
120	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71	-710	-678.2	-72	-720	1.0469	4	0.159	15.904
130	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71.5	-715	-683.2	-72.5	-725	1.0466	3	0.1193	11.932
140	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72	-720	-688.2	-73	-730	1.0462	2.5	0.0995	9.9465
150	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72.5	-725	-693.2	-73	-730	1.0459	2.5	0.0995	9.9497
160	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73	-730	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
170	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73.5	-735	-703.2	-73.5	-735	1.0452	2.5	0.0996	9.9559
180	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-73.5	-735	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
190	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-73.5	-735	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
200	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-73.5	-735	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
210	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-73.5	-735	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
220	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74.5	-745	-711.3	-73.5	-735	1.0473	2.5	0.0994	9.9362
230	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74.5	-745	-711.3	-73.5	-735	1.0473	2.5	0.0994	9.9362
240	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74.5	-745	-711.3	-73.5	-735	1.0473	2.5	0.0994	9.9362
250	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
260	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
270	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
300	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73.5	-735	1.0534	2.5	0.0988	9.8787

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-11 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-25	-250	1.1458	21	0.7629	76.29
20	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-40	-400	-366.3	-40	-400	1.0919	18	0.6862	68.621
30	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-47	-470	-434.3	-48	-480	1.0821	15	0.577	57.702
40	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-54	-540	-506.3	-56	-560	1.0665	13	0.5074	50.74
50	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-58	-580	-546.3	-60	-600	1.0616	12	0.4705	47.052
60	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-61	-610	-578.2	-63	-630	1.055	10	0.3945	39.454
70	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-65	-650	-618.2	-66	-660	1.0515	8	0.3167	31.67
80	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-68	-680	-648.2	-68	-680	1.0491	7	0.2777	27.774
90	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70	-700	-669.9	-69	-690	1.0449	6	0.239	23.902
100	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70.5	-705	-674.9	-70	-700	1.0446	5	0.1992	19.925
110	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71	-710	-679.9	-71	-710	1.0442	4	0.1594	15.945
120	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71	-710	-679.9	-71.5	-715	1.0442	3	0.1196	11.959
130	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71.5	-715	-683.2	-72	-720	1.0466	2.5	0.0994	9.9433
140	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72	-720	-688.2	-72.5	-725	1.0462	2.5	0.0995	9.9465
150	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72	-720	-688.2	-73	-730	1.0462	2.5	0.0995	9.9465
160	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72	-720	-688.2	-73	-730	1.0462	2.5	0.0995	9.9465
170	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72.5	-725	-693.2	-73	-730	1.0459	2.5	0.0995	9.9497
180	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73	-730	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
190	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73	-730	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
200	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73	-730	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
210	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73	-730	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
220	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73	-730	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
230	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-73	-730	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
240	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-73	-730	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
250	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-73	-730	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
260	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
270	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
300	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-73	-730	-692.2	-73	-730	1.0546	2.5	0.0987	9.8679

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-12 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v (%)	(%)
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-26	-260	1.1458	21	0.7629	76.29
20	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-40	-400	-366.3	-40	-400	1.0919	18	0.6862	68.621
30	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-49	-490	-454.3	-49	-490	1.0785	15	0.5789	57.895
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-53	-530	-494.3	-56	-560	1.0721	13	0.5047	50.473
50	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-56	-560	-526.3	-60	-600	1.0639	11	0.4304	43.036
60	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-60	-600	-566.3	-64	-640	1.0594	10	0.3929	39.29
70	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-63	-630	-596.3	-66	-660	1.0564	9	0.3546	35.461
80	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-65	-650	-616.3	-68	-680	1.0546	7	0.2763	27.629
90	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-68	-680	-648.2	-69	-690	1.0491	6	0.2381	23.807
100	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-69	-690	-658.2	-70	-700	1.0483	5	0.1985	19.853
110	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-71	-710	1.0476	4	0.1589	15.893
120	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-72	-720	1.0476	3	0.1192	11.92
130	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70.5	-705	-673.2	-72.5	-725	1.0473	2.5	0.0994	9.9367
140	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71	-710	-678.2	-72.5	-725	1.0469	2.5	0.0994	9.94
150	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71	-710	-678.2	-73	-730	1.0469	2.5	0.0994	9.94
160	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71	-710	-678.2	-73	-730	1.0469	2.5	0.0994	9.94
170	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-71	-710	-676.3	-73	-730	1.0498	2.5	0.0991	9.913
180	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-71.5	-715	-681.3	-73	-730	1.0494	2.5	0.0992	9.9164
190	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-72	-720	-686.3	-73	-730	1.049	2.5	0.0992	9.9198
200	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-72	-720	-686.3	-73	-730	1.049	2.5	0.0992	9.9198
210	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-72	-720	-686.3	-73	-730	1.049	2.5	0.0992	9.9198
220	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-73	-730	1.0521	2.5	0.0989	9.891
230	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-73	-730	1.0521	2.5	0.0989	9.891
240	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-73	-730	1.0521	2.5	0.0989	9.891
250	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-73	-730	1.0521	2.5	0.0989	9.891
260	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-73	-730	1.0521	2.5	0.0989	9.891
270	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-73	-730	1.0521	2.5	0.0989	9.891
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-73	-730	1.0521	2.5	0.0989	9.891
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-73	-730	1.0521	2.5	0.0989	9.891
300	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-73	-730	1.0554	2.5	0.0986	9.8604

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-13 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v	(%)
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	18	20.62	15.466	-25	-250	-234.5	-24	-240	1.0659	22	0.8591	85.91
20	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	-39	-390	-372.5	-40	-400	1.0471	18	0.7156	71.557
30	2800	0.0001	24.024	22	26.42	19.817	-48	-480	-460.2	-50	-500	1.0431	15	0.5986	59.86
40	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-50	-500	-476.3	-52	-520	1.0499	13	0.5154	51.543
50	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-60	-600	-576.3	-62	-620	1.0412	10	0.3998	39.978
60	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-68	-680	-656.3	-64	-640	1.0362	9	0.3615	36.154
70	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-70	-700	-676.3	-67	-670	1.0351	8	0.3217	32.17
80	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-70.5	-705	-681.3	-69	-690	1.0349	7	0.2816	28.156
90	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-71	-710	-686.3	-70	-700	1.0346	6	0.2414	24.14
100	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-71.5	-715	-691.3	-71	-710	1.0344	5	0.2012	20.121
110	2800	0.0001	24.024	24	29.82	22.367	-72	-720	-697.6	-72	-720	1.0321	4	0.1613	16.133
120	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-72	-720	-696.3	-72	-720	1.0341	3	0.1208	12.076
130	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-72.5	-725	-701.3	-73	-730	1.0339	2.5	0.1007	10.065
140	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-73	-730	-706.3	-73.5	-735	1.0336	2.5	0.1007	10.068
150	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-73.5	-735	-709.8	-73.5	-735	1.0355	2.5	0.1005	10.049
160	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-74	-740	-714.8	-74	-740	1.0353	2.5	0.1005	10.052
170	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-74	-740	-713.2	-74	-740	1.0375	2.5	0.1003	10.03
180	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-74.5	-745	-718.2	-74	-740	1.0373	2.5	0.1003	10.032
190	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75	-750	-723.2	-74	-740	1.037	2.5	0.1003	10.035
200	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75	-750	-721.7	-74	-740	1.0393	2.5	0.1001	10.013
210	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
220	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
230	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
240	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
250	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
260	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
270	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
280	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
290	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
300	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-14 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-25	-250	-221.7	-25	-250	1.1278	22	0.812	81.195
20	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-38	-380	-351.7	-39	-390	1.0806	18	0.6934	69.338
30	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-48	-480	-451.7	-49	-490	1.0627	15	0.5875	58.751
40	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-55	-550	-521.7	-56	-560	1.0543	14	0.5527	55.273
50	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-59	-590	-561.7	-60	-600	1.0505	11	0.4359	43.588
60	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-63	-630	-601.7	-64	-640	1.0471	10	0.3975	39.753
70	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-66	-660	-631.7	-66	-660	1.0449	9	0.3585	35.854
80	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-69	-690	-661.7	-68	-680	1.0428	8	0.3193	31.932
90	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-70	-700	-673.2	-70	-700	1.0398	7	0.2802	28.023
100	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-70.5	-705	-679.8	-71	-710	1.0371	6	0.2408	24.082
110	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-71	-710	-684.8	-72	-720	1.0368	5	0.2007	20.074
120	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-71.5	-715	-689.8	-72.5	-725	1.0365	4	0.1606	16.063
130	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-72	-720	-694.8	-72.5	-725	1.0363	3	0.1205	12.05
140	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-73	-730	-703.2	-73	-730	1.0381	2.5	0.1002	10.025
150	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-73.5	-735	-706.7	-73	-730	1.0401	2.5	0.1001	10.005
160	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-74	-740	-711.7	-73.5	-735	1.0398	2.5	0.1001	10.008
170	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-74.5	-745	-716.7	-74	-740	1.0395	2.5	0.1001	10.01
180	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75	-750	-721.7	-74	-740	1.0393	2.5	0.1001	10.013
190	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75	-750	-721.7	-74	-740	1.0393	2.5	0.1001	10.013
200	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75	-750	-721.7	-74	-740	1.0393	2.5	0.1001	10.013
210	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
220	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
230	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
240	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
250	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
260	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
270	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
280	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
290	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
300	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0467	2.5	0.0994	9.9424

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-15 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-27	-270	-241.7	-25	-250	1.1173	21	0.7824	78.238
20	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-48	-480	-449.9	-40	-400	1.0668	18	0.7023	70.231
30	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-50	-500	-469.9	-49	-490	1.064	15	0.5868	58.682
40	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-56	-560	-529.9	-57	-570	1.0568	13	0.5121	51.207
50	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-60	-600	-571.7	-61	-610	1.0496	11	0.4363	43.625
60	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-63	-630	-601.7	-64	-640	1.0471	10	0.3975	39.753
70	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-66	-660	-631.7	-66	-660	1.0449	9	0.3585	35.854
80	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-70	-700	-673.2	-67	-670	1.0398	8	0.3203	32.027
90	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-70.5	-705	-678.2	-69	-690	1.0395	7	0.2803	28.031
100	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-71	-710	-684.8	-70	-700	1.0368	6	0.2409	24.089
110	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-72	-720	-694.8	-71	-710	1.0363	5	0.2008	20.084
120	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-72.5	-725	-699.8	-72	-720	1.036	4	0.1607	16.071
130	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-73	-730	-704.8	-72.5	-725	1.0358	3	0.1206	12.056
140	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-74	-740	-714.8	-72.5	-725	1.0353	2.5	0.1005	10.052
150	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-74.5	-745	-719.8	-73	-730	1.035	2.5	0.1005	10.054
160	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75	-750	-724.8	-73.5	-735	1.0348	2.5	0.1006	10.057
170	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-73.5	-735	1.0345	2.5	0.1006	10.059
180	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74	-740	1.0345	2.5	0.1006	10.059
190	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75.5	-755	-728.2	-74	-740	1.0368	2.5	0.1004	10.037
200	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
210	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
220	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
230	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
240	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
250	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
260	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
270	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
280	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
290	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
300	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-16 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ½ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v	(%)
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-22	-220	1.1458	21	0.7629	76.29
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-40	-400	-364.3	-38	-380	1.0978	17	0.6446	64.456
30	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-49	-490	-456.3	-47	-470	1.0737	15	0.5815	58.149
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-55	-550	-514.3	-54	-540	1.0693	13	0.5061	50.605
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-59	-590	-554.3	-60	-600	1.0643	11	0.4302	43.021
60	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-63	-630	-596.3	-63	-630	1.0564	10	0.394	39.401
70	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-65	-650	-616.3	-66	-660	1.0546	9	0.3552	35.523
80	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-68	-680	-648.2	-68	-680	1.0491	8	0.3174	31.742
90	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70	-700	-669.9	-69	-690	1.0449	6	0.239	23.902
100	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70.5	-705	-674.9	-70	-700	1.0446	5	0.1992	19.925
110	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71	-710	-679.9	-71.5	-715	1.0442	4	0.1594	15.945
120	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71.5	-715	-684.9	-72	-720	1.0439	3	0.1196	11.962
130	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-72.5	-725	1.0436	2.5	0.0997	9.9716
140	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72.5	-725	-694.9	-73	-730	1.0433	2.5	0.0997	9.9746
150	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-73	-730	-699.9	-73.5	-735	1.043	2.5	0.0998	9.9776
160	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-73.5	-735	-704.9	-73.5	-735	1.0427	2.5	0.0998	9.9805
170	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-74	-740	-709.9	-73.5	-735	1.0424	2.5	0.0998	9.9833
180	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-74.5	-745	-714.9	-73.5	-735	1.0421	2.5	0.0999	9.9862
190	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75	-750	-719.9	-73.5	-735	1.0418	2.5	0.0999	9.989
200	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75	-750	-718.2	-73.5	-735	1.0443	2.5	0.0996	9.9649
210	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
220	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
230	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
240	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
250	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
260	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
270	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0467	2.5	0.0994	9.9424
280	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0467	2.5	0.0994	9.9424
290	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0467	2.5	0.0994	9.9424
300	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0467	2.5	0.0994	9.9424

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-17 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¾ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v (%)	(%)
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-24	-240	-206.3	-24	-240	1.1635	21	0.7513	75.127
20	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-40	-400	-368.2	-39	-390	1.0864	18	0.6897	68.967
30	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-47	-470	-436.3	-48	-480	1.0773	15	0.5796	57.957
40	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-54	-540	-506.3	-56	-560	1.0666	13	0.5073	50.732
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-58	-580	-544.3	-59	-590	1.0655	11	0.4297	42.973
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-62	-620	-584.3	-63	-630	1.061	10	0.3923	39.232
70	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-65	-650	-612.2	-66	-660	1.0617	9	0.3529	35.286
80	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-69	-690	-652.2	-68	-680	1.0579	8	0.3148	31.477
90	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70	-700	-662.2	-69	-690	1.057	7	0.2757	27.565
100	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70	-700	-662.2	-70	-700	1.057	6	0.2363	23.627
110	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70.5	-705	-665.1	-71	-710	1.06	5	0.1963	19.635
120	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71	-710	-670.1	-71.5	-715	1.0595	4	0.1571	15.715
130	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71.5	-715	-675.1	-72	-720	1.0591	3	0.1179	11.791
140	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72.5	-725	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
150	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72.5	-725	-685.1	-73	-730	1.0582	2.5	0.0983	9.8337
160	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-73.5	-735	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
170	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73.5	-735	-692.8	-73.5	-735	1.0609	2.5	0.0981	9.8085
180	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-73.5	-735	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
190	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-73.5	-735	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
200	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73.5	-735	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
210	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73.5	-735	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
220	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73.5	-735	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
230	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73.5	-735	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
240	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74.5	-745	-700.4	-73.5	-735	1.0636	2.5	0.0978	9.7839
250	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74.5	-745	-697.9	-73.5	-735	1.0675	2.5	0.0975	9.7481
260	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74.5	-745	-697.9	-73.5	-735	1.0675	2.5	0.0975	9.7481
270	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74.5	-745	-697.9	-73.5	-735	1.0675	2.5	0.0975	9.7481
280	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74.5	-745	-697.9	-73.5	-735	1.0675	2.5	0.0975	9.7481
290	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-74.5	-745	-695.3	-73.5	-735	1.0715	2.5	0.0971	9.7123
300	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-74.5	-745	-695.3	-73.5	-735	1.0715	2.5	0.0971	9.7123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-18 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¾ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-24	-240	-206.3	-24	-240	1.1635	21	0.7513	75.127
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-39	-390	-354.3	-38	-380	1.1006	18	0.6808	68.076
30	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-49	-490	-450.1	-49	-490	1.0886	15	0.5735	57.355
40	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-53	-530	-490.1	-56	-560	1.0814	13	0.5004	50.04
50	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-58	-580	-540.1	-60	-600	1.0739	10	0.3876	38.762
60	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-63	-630	-590.1	-63	-630	1.0676	9	0.3509	35.091
70	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-67	-670	-630.1	-66	-660	1.0633	8	0.3132	31.318
80	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-69	-690	-650.1	-68	-680	1.0614	7	0.2745	27.453
90	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70	-700	-660.1	-69	-690	1.0604	6	0.2355	23.552
100	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70	-700	-660.1	-70	-700	1.0604	5	0.1963	19.627
110	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70.5	-705	-665.1	-71	-710	1.06	4	0.1571	15.708
120	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-71	-710	-667.8	-71	-710	1.0632	3	0.1174	11.745
130	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-71.5	-715	-672.8	-71.5	-715	1.0628	2.5	0.0979	9.7918
140	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-72	-720	1.0623	2.5	0.098	9.796
150	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72.5	-725	-682.8	-72.5	-725	1.0618	2.5	0.098	9.8002
160	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73	-730	-687.8	-72.5	-725	1.0614	2.5	0.098	9.8044
170	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73.5	-735	-692.8	-73	-730	1.0609	2.5	0.0981	9.8085
180	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73	-730	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
190	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73	-730	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
200	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73	-730	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
210	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73	-730	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
220	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-73	-730	1.068	2.5	0.0974	9.7437
230	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-73	-730	1.068	2.5	0.0974	9.7437
240	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-73	-730	1.068	2.5	0.0974	9.7437
250	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-73	-730	1.068	2.5	0.0974	9.7437
260	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-73	-730	1.068	2.5	0.0974	9.7437
270	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-74	-740	-690.3	-73	-730	1.072	2.5	0.0971	9.7076
280	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-74	-740	-690.3	-73	-730	1.072	2.5	0.0971	9.7076
290	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-74	-740	-690.3	-73	-730	1.072	2.5	0.0971	9.7076
300	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-74	-740	-690.3	-73	-730	1.072	2.5	0.0971	9.7076

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-19 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ ¾ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v	(%)
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-25	-250	-216.3	-25	-250	1.156	20	0.7202	72.018
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-38	-380	-344.3	-40	-400	1.1035	17	0.6412	64.124
30	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-48	-480	-440.1	-50	-500	1.0906	14	0.5343	53.432
40	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-54	-540	-495.4	-56	-560	1.0899	13	0.4965	49.648
50	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-58	-580	-535.4	-60	-600	1.0832	11	0.4227	42.27
60	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-63	-630	-585.4	-64	-640	1.0761	9	0.3481	34.813
70	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-65	-650	-605.4	-66	-660	1.0736	8	0.3102	31.018
80	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-69	-690	-645.4	-67	-670	1.069	7	0.2726	27.256
90	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-70	-700	-655.4	-68	-680	1.068	6	0.2339	23.385
100	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-70	-700	-655.4	-70	-700	1.068	5	0.1949	19.488
110	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-70.5	-705	-660.4	-71	-710	1.0675	4	0.156	15.598
120	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-71	-710	-665.4	-72	-720	1.067	3	0.117	11.704
130	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-71	-710	-665.4	-72	-720	1.067	2.5	0.0975	9.7533
140	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-71.5	-715	-670.4	-72	-720	1.0665	2.5	0.0976	9.7578
150	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-72.5	-725	1.066	2.5	0.0976	9.7623
160	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72.5	-725	-680.4	-72.5	-725	1.0655	2.5	0.0977	9.7668
170	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-72.5	-725	1.065	2.5	0.0977	9.7711
180	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73	-730	-682.9	-72.5	-725	1.069	2.5	0.0973	9.7346
190	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73.5	-735	-687.9	-72.5	-725	1.0685	2.5	0.0974	9.7391
200	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73.5	-735	-687.9	-72.5	-725	1.0685	2.5	0.0974	9.7391
210	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73.5	-735	-687.9	-72.5	-725	1.0685	2.5	0.0974	9.7391
220	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73.5	-735	-687.9	-72.5	-725	1.0685	2.5	0.0974	9.7391
230	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73.5	-735	-687.9	-72.5	-725	1.0685	2.5	0.0974	9.7391
240	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73.5	-735	-685.3	-72.5	-725	1.0725	2.5	0.097	9.7028
250	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73.5	-735	-685.3	-72.5	-725	1.0725	2.5	0.097	9.7028
260	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73.5	-735	-685.3	-72.5	-725	1.0725	2.5	0.097	9.7028
270	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73.5	-735	-685.3	-72.5	-725	1.0725	2.5	0.097	9.7028
280	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73.5	-735	-685.3	-72.5	-725	1.0725	2.5	0.097	9.7028
290	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73.5	-735	-682.5	-72.5	-725	1.0769	2.5	0.0966	9.6629
300	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73.5	-735	-682.5	-72.5	-725	1.0769	2.5	0.0966	9.6629

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-20 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-24	-240	-202.2	-22	-220	1.1868	21	0.7366	73.656
20	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-36	-360	-320.1	-38	-380	1.1246	18	0.6662	66.623
30	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-46	-460	-415.4	-48	-480	1.1072	15	0.5639	56.39
40	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-52	-520	-472.9	-53	-530	1.0996	13	0.4921	49.209
50	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-59	-590	-545.4	-59	-590	1.0817	11	0.4233	42.33
60	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-63	-630	-585.4	-62	-620	1.0761	9	0.3481	34.813
70	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-66	-660	-615.4	-65	-650	1.0724	8	0.3105	31.052
80	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-68	-680	-635.4	-67	-670	1.0701	7	0.2723	27.228
90	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-70	-700	-655.4	-69	-690	1.068	6	0.2339	23.385
100	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-70	-700	-655.4	-70	-700	1.068	5	0.1949	19.488
110	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-70.5	-705	-660.4	-70.5	-705	1.0675	4	0.156	15.598
120	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-71	-710	-665.4	-71	-710	1.067	3	0.117	11.704
130	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-71.5	-715	-670.4	-71.5	-715	1.0665	2.5	0.0976	9.7578
140	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-72	-720	1.066	2.5	0.0976	9.7623
150	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72.5	-725	-680.4	-72	-720	1.0655	2.5	0.0977	9.7668
160	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73	-730	-682.9	-72	-720	1.069	2.5	0.0973	9.7346
170	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73	-730	-682.9	-72	-720	1.069	2.5	0.0973	9.7346
180	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73	-730	-682.9	-72	-720	1.069	2.5	0.0973	9.7346
190	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73	-730	-682.9	-72	-720	1.069	2.5	0.0973	9.7346
200	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-73	-730	-682.9	-72	-720	1.069	2.5	0.0973	9.7346
210	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72	-720	1.073	2.5	0.097	9.698
220	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72	-720	1.073	2.5	0.097	9.698
230	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72	-720	1.073	2.5	0.097	9.698
240	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72	-720	1.073	2.5	0.097	9.698
250	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72	-720	1.073	2.5	0.097	9.698
260	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72	-720	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
270	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72	-720	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
280	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72	-720	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
290	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72	-720	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
300	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72	-720	1.082	2.5	0.0962	9.6177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-21 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

ที่ ขนาดท่อ $\frac{3}{4}$ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η_v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-25	-250	1.1458	22	0.7992	79.923
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-40	-400	-364.3	-39	-390	1.0978	19	0.7204	72.039
30	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-48	-480	-442.2	-49	-490	1.0854	15	0.5752	57.525
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-55	-550	-514.3	-56	-560	1.0693	13	0.5061	50.605
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-59	-590	-554.3	-60	-600	1.0643	11	0.4302	43.021
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-63	-630	-594.3	-64	-640	1.06	9	0.3534	35.343
70	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-65	-650	-614.3	-66	-660	1.058	8	0.3147	31.474
80	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-68	-680	-646.3	-68	-680	1.0522	7	0.2769	27.692
90	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-70	-700	-666.3	-69	-690	1.0506	6	0.2377	23.772
100	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-70	-700	-666.3	-70	-700	1.0506	5	0.1981	19.81
110	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-70.5	-705	-671.3	-71	-710	1.0502	4	0.1585	15.853
120	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-71	-710	-676.3	-71.5	-715	1.0499	3	0.1189	11.894
130	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-71.5	-715	-681.3	-72	-720	1.0495	2.5	0.0992	9.9153
140	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-72	-720	-686.3	-72.5	-725	1.0492	2.5	0.0992	9.9188
150	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72.5	-725	-689.3	-73	-730	1.0517	2.5	0.0989	9.8946
160	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
170	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73.5	-735	1.0513	2.5	0.099	9.8981
180	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-74	-740	1.051	2.5	0.099	9.9015
190	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-74	-740	1.0506	2.5	0.099	9.9049
200	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74	-740	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
210	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-74	-740	1.053	2.5	0.0988	9.8822
220	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-74	-740	1.053	2.5	0.0988	9.8822
230	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-74	-740	1.053	2.5	0.0988	9.8822
240	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75.5	-755	-717.2	-74	-740	1.0527	2.5	0.0989	9.8857
250	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75.5	-755	-715.1	-74	-740	1.0558	2.5	0.0986	9.8565
260	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75.5	-755	-715.1	-74	-740	1.0558	2.5	0.0986	9.8565
270	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75.5	-755	-715.1	-74	-740	1.0558	2.5	0.0986	9.8565
280	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75.5	-755	-715.1	-74	-740	1.0558	2.5	0.0986	9.8565
290	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-75.5	-755	-712.8	-74	-740	1.0592	2.5	0.0982	9.8243
300	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-75.5	-755	-712.8	-74	-740	1.0592	2.5	0.0982	9.8243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-22 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¾ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-25	-250	-216.3	-25	-250	1.156	21	0.7562	75.619
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-39	-390	-354.3	-39	-390	1.1006	18	0.6808	68.076
30	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-48	-480	-442.2	-49	-490	1.0854	15	0.5752	57.525
40	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-55	-550	-512.2	-57	-570	1.0737	13	0.504	50.397
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-59	-590	-554.3	-60	-600	1.0643	10	0.3911	39.11
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-62	-620	-584.3	-64	-640	1.061	9	0.3531	35.308
70	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-66	-660	-626.3	-66	-660	1.0539	8	0.316	31.598
80	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-69	-690	-656.3	-68	-680	1.0514	7	0.2771	27.713
90	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-69	-690	1.0537	6	0.237	23.703
100	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-70	-700	1.0537	5	0.1975	19.753
110	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70.5	-705	-669.3	-71	-710	1.0533	4	0.1581	15.808
120	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70.5	-705	-669.3	-71.5	-715	1.0533	3	0.1186	11.856
130	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-72	-720	1.0529	2.5	0.0988	9.8837
140	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71.5	-715	-679.3	-72.5	-725	1.0525	2.5	0.0989	9.8874
150	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-73	-730	1.0521	2.5	0.0989	9.891
160	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72.5	-725	-689.3	-73	-730	1.0517	2.5	0.0989	9.8946
170	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
180	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-73	-730	1.051	2.5	0.099	9.9015
190	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74	-740	-702.2	-73.5	-735	1.0538	2.5	0.0988	9.8751
200	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73.5	-735	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
210	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75	-750	-710.1	-73.5	-735	1.0562	2.5	0.0985	9.8528
220	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75	-750	-710.1	-73.5	-735	1.0562	2.5	0.0985	9.8528
230	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75	-750	-710.1	-73.5	-735	1.0562	2.5	0.0985	9.8528
240	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75	-750	-710.1	-73.5	-735	1.0562	2.5	0.0985	9.8528
250	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75	-750	-710.1	-73.5	-735	1.0562	2.5	0.0985	9.8528
260	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75	-750	-710.1	-73.5	-735	1.0562	2.5	0.0985	9.8528
270	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75.5	-755	-715.1	-73.5	-735	1.0558	2.5	0.0986	9.8565
280	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-75.5	-755	-712.8	-73.5	-735	1.0592	2.5	0.0982	9.8243
290	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-75.5	-755	-712.8	-73.5	-735	1.0592	2.5	0.0982	9.8243
300	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-75.5	-755	-712.8	-73.5	-735	1.0592	2.5	0.0982	9.8243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-23 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¾ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v (%)	(%)
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-24	-240	-208.2	-25	-250	1.1528	21	0.7583	75.827
20	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-39	-390	-358.2	-38	-380	1.0888	18	0.6881	68.814
30	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-48	-480	-446.3	-48	-480	1.0756	15	0.5805	58.05
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-55	-550	-514.3	-55	-550	1.0693	13	0.5061	50.605
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-59	-590	-554.3	-60	-600	1.0643	11	0.4302	43.021
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-62	-620	-584.3	-64	-640	1.061	10	0.3923	39.232
70	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-65	-650	-614.3	-66	-660	1.058	9	0.3541	35.408
80	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-69	-690	-654.3	-68	-680	1.0545	8	0.3158	31.58
90	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-70	-700	-666.3	-70	-700	1.0506	7	0.2773	27.734
100	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-71	-710	1.0529	6	0.2372	23.721
110	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71.5	-715	-679.3	-71.5	-715	1.0525	5	0.1977	19.775
120	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-72	-720	1.0521	4	0.1583	15.826
130	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72.5	-725	-689.3	-72	-720	1.0517	3	0.1187	11.873
140	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72.5	-725	-689.3	-72.5	-725	1.0517	2.5	0.0989	9.8946
150	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
160	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
170	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-73.5	-735	1.051	2.5	0.099	9.9015
180	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-73.5	-735	1.0506	2.5	0.099	9.9049
190	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73.5	-735	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
200	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-73.5	-735	1.053	2.5	0.0988	9.8822
210	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-73.5	-735	1.053	2.5	0.0988	9.8822
220	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-73.5	-735	1.053	2.5	0.0988	9.8822
230	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75.5	-755	-715.1	-73.5	-735	1.0558	2.5	0.0986	9.8565
240	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75.5	-755	-715.1	-73.5	-735	1.0558	2.5	0.0986	9.8565
250	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75.5	-755	-715.1	-73.5	-735	1.0558	2.5	0.0986	9.8565
260	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75.5	-755	-715.1	-73.5	-735	1.0558	2.5	0.0986	9.8565
270	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-75.5	-755	-712.8	-73.5	-735	1.0592	2.5	0.0982	9.8243
280	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-75.5	-755	-712.8	-73.5	-735	1.0592	2.5	0.0982	9.8243
290	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-75.5	-755	-712.8	-73.5	-735	1.0592	2.5	0.0982	9.8243
300	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-75.5	-755	-710.4	-73.5	-735	1.0627	2.5	0.0979	9.7922

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-24 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-24	-240	1.1458	21	0.7629	76.29
20	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-37	-370	-336.3	-37	-370	1.1003	18	0.6809	68.095
30	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-45	-450	-414.3	-47	-470	1.086	15	0.5749	57.491
40	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-52	-520	-482.2	-54	-540	1.0783	13	0.5018	50.182
50	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-57	-570	-530.1	-59	-590	1.0752	11	0.4258	42.583
60	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-61	-610	-570.1	-63	-630	1.07	10	0.389	38.903
70	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-65	-650	-612.2	-66	-660	1.0617	9	0.3529	35.286
80	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-69	-690	-652.2	-68	-680	1.0579	8	0.3148	31.477
90	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-69	-690	1.0537	7	0.2765	27.654
100	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70.5	-705	-669.3	-70	-700	1.0533	6	0.2371	23.712
110	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-71	-710	1.0529	5	0.1977	19.767
120	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-71.5	-715	1.0529	4	0.1581	15.814
130	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71.5	-715	-679.3	-72	-720	1.0525	3	0.1186	11.865
140	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-72.5	-725	1.0521	2.5	0.0989	9.891
150	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-72.5	-725	1.0521	2.5	0.0989	9.891
160	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72.5	-725	-689.3	-73	-730	1.0517	2.5	0.0989	9.8946
170	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72.5	-725	-687.2	-73	-730	1.055	2.5	0.0986	9.8641
180	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-73	-730	-692.2	-73	-730	1.0546	2.5	0.0987	9.8679
190	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-73.5	-735	-697.2	-73	-730	1.0542	2.5	0.0987	9.8715
200	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74	-740	-702.2	-73	-730	1.0538	2.5	0.0988	9.8751
210	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74	-740	-702.2	-73	-730	1.0538	2.5	0.0988	9.8751
220	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73	-730	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
230	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74.5	-745	-705.1	-73	-730	1.0566	2.5	0.0985	9.8491
240	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75	-750	-710.1	-73	-730	1.0562	2.5	0.0985	9.8528
250	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75	-750	-710.1	-73	-730	1.0562	2.5	0.0985	9.8528
260	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75	-750	-710.1	-73	-730	1.0562	2.5	0.0985	9.8528
270	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-75	-750	-710.1	-73	-730	1.0562	2.5	0.0985	9.8528
280	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-75	-750	-707.8	-73	-730	1.0597	2.5	0.0982	9.8204
290	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-75	-750	-707.8	-73	-730	1.0597	2.5	0.0982	9.8204
300	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-75	-750	-705.4	-73	-730	1.0632	2.5	0.0979	9.7881

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-25 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-25	-250	-221.7	-25	-250	1.1278	22	0.812	81.195
20	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-40	-400	-368.2	-38	-380	1.0864	19	0.728	72.798
30	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-49	-490	-458.2	-50	-500	1.0694	15	0.5838	58.384
40	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-55	-550	-518.2	-56	-560	1.0614	13	0.5098	50.983
50	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-60	-600	-568.2	-60	-600	1.056	11	0.4336	43.36
60	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-63	-630	-598.2	-64	-640	1.0532	10	0.3952	39.523
70	2800	0.0001	24.024	29	42.41	31.81	-65	-650	-618.2	-66	-660	1.0515	9	0.3563	35.629
80	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-69	-690	-661.7	-68	-680	1.0428	8	0.3193	31.932
90	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-70	-700	-671.7	-70	-700	1.0422	7	0.2796	27.958
100	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-70.5	-705	-676.7	-71	-710	1.0419	6	0.2397	23.971
110	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-71	-710	-681.7	-71.5	-715	1.0416	5	0.1998	19.982
120	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-71.5	-715	-686.7	-72	-720	1.0413	4	0.1599	15.99
130	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-72	-720	-691.7	-72.5	-725	1.041	3	0.12	11.996
140	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-72.5	-725	-696.7	-73	-730	1.0407	2.5	0.1	9.9995
150	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-73	-730	-701.7	-73.5	-735	1.0404	2.5	0.1	10.002
160	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-73.5	-735	-704.9	-74	-740	1.0427	2.5	0.0998	9.9805
170	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-74	-740	-709.9	-74	-740	1.0424	2.5	0.0998	9.9833
180	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-74.5	-745	-714.9	-74	-740	1.0421	2.5	0.0999	9.9862
190	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75	-750	-719.9	-74	-740	1.0418	2.5	0.0999	9.989
200	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75	-750	-718.2	-74	-740	1.0443	2.5	0.0996	9.9649
210	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
220	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
230	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
240	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
250	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
260	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
270	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
280	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
290	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0468	2.5	0.0994	9.9414
300	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0468	2.5	0.0994	9.9414

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-26 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v	(%)
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-25	-250	-221.7	-25	-250	1.1278	21	0.775	77.504
20	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-37	-370	-338.2	-39	-390	1.0941	18	0.6848	68.484
30	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-49	-490	-458.2	-49	-490	1.0694	15	0.5838	58.384
40	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-55	-550	-518.2	-56	-560	1.0614	14	0.549	54.905
50	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-59	-590	-558.2	-60	-600	1.057	11	0.4332	43.319
60	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-62	-620	-588.2	-63	-630	1.0541	10	0.3949	39.489
70	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-65	-650	-619.9	-66	-660	1.0485	9	0.3573	35.729
80	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70	-700	-669.9	-68	-680	1.0449	8	0.3187	31.869
90	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-70	-700	1.0476	7	0.2781	27.813
100	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70.5	-705	-674.9	-71	-710	1.0446	6	0.2391	23.91
110	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71	-710	-679.9	-72	-720	1.0442	5	0.1993	19.931
120	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71.5	-715	-684.9	-72.5	-725	1.0439	4	0.1595	15.95
130	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-73	-730	1.0436	3	0.1197	11.966
140	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72.5	-725	-694.9	-73.5	-735	1.0433	2.5	0.0997	9.9746
150	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-73	-730	-699.9	-73.5	-735	1.043	2.5	0.0998	9.9776
160	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-73.5	-735	-704.9	-73.5	-735	1.0427	2.5	0.0998	9.9805
170	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-73.5	-735	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
180	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-73.5	-735	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
190	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75	-750	-718.2	-73.5	-735	1.0443	2.5	0.0996	9.9649
200	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-73.5	-735	1.044	2.5	0.0997	9.9678
210	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
220	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
230	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
240	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
250	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
260	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0468	2.5	0.0994	9.9414
270	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0468	2.5	0.0994	9.9414
280	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0468	2.5	0.0994	9.9414
290	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0468	2.5	0.0994	9.9414
300	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75.5	-755	-721.3	-74	-740	1.0468	2.5	0.0994	9.9414

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-27 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-25	-250	-226.3	-25	-250	1.105	21	0.7911	79.109
20	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-39	-390	-363.2	-38	-380	1.0737	18	0.6978	69.782
30	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-48	-480	-448.2	-48	-480	1.071	15	0.583	58.3
40	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-52	-520	-488.2	-56	-560	1.0652	13	0.508	50.802
50	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-57	-570	-538.2	-60	-600	1.0591	11	0.4323	43.232
60	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-61	-610	-578.2	-63	-630	1.055	10	0.3945	39.454
70	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-68	-680	-648.2	-66	-660	1.0491	9	0.3571	35.71
80	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-68	-680	1.0476	8	0.3179	31.787
90	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70	-700	-669.9	-70	-700	1.0449	7	0.2789	27.886
100	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70.5	-705	-674.9	-71	-710	1.0446	6	0.2391	23.91
110	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71	-710	-679.9	-71.5	-715	1.0442	5	0.1993	19.931
120	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71.5	-715	-684.9	-72	-720	1.0439	4	0.1595	15.95
130	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-73	-730	1.0436	3	0.1197	11.966
140	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72.5	-725	-694.9	-73.5	-735	1.0433	2.5	0.0997	9.9746
150	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-73	-730	-699.9	-73.5	-735	1.043	2.5	0.0998	9.9776
160	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73.5	-735	-703.2	-73.5	-735	1.0452	2.5	0.0996	9.9559
170	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-73.5	-735	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
180	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-73.5	-735	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
190	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75	-750	-718.2	-73.5	-735	1.0443	2.5	0.0996	9.9649
200	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75	-750	-718.2	-73.5	-735	1.0443	2.5	0.0996	9.9649
210	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75	-750	-718.2	-73.5	-735	1.0443	2.5	0.0996	9.9649
220	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75	-750	-718.2	-73.5	-735	1.0443	2.5	0.0996	9.9649
230	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75	-750	-716.3	-73.5	-735	1.0471	2.5	0.0994	9.9383
240	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75	-750	-716.3	-73.5	-735	1.0471	2.5	0.0994	9.9383
250	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75	-750	-716.3	-73.5	-735	1.0471	2.5	0.0994	9.9383
260	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75	-750	-716.3	-73.5	-735	1.0471	2.5	0.0994	9.9383
270	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75	-750	-716.3	-73.5	-735	1.0471	2.5	0.0994	9.9383
280	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-75	-750	-716.3	-73.5	-735	1.0471	2.5	0.0994	9.9383
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-73.5	-735	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
300	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-73.5	-735	1.0499	2.5	0.0991	9.9116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-28 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¾ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-25	-250	-226.3	-24	-240	1.105	21	0.7911	79.109
20	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-38	-380	-348.2	-39	-390	1.0914	18	0.6865	68.653
30	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-49	-490	-456.3	-49	-490	1.0739	15	0.5814	58.14
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-53	-530	-494.3	-55	-550	1.0721	13	0.5047	50.473
50	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-58	-580	-546.3	-60	-600	1.0617	10	0.392	39.204
60	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-62	-620	-586.3	-64	-640	1.0575	9	0.3542	35.424
70	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-65	-650	-616.3	-66	-660	1.0547	8	0.3157	31.572
80	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-69	-690	-658.2	-67	-670	1.0483	7	0.2779	27.794
90	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-69	-690	1.0476	6	0.2384	23.84
100	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70.5	-705	-673.2	-70	-700	1.0473	5	0.1987	19.873
110	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71	-710	-678.2	-71	-710	1.0469	4	0.159	15.904
120	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71.5	-715	-683.2	-71.5	-715	1.0466	3	0.1193	11.932
130	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72	-720	-688.2	-72	-720	1.0462	2.5	0.0995	9.9465
140	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72.5	-725	-693.2	-72.5	-725	1.0459	2.5	0.0995	9.9497
150	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73	-730	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
160	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73.5	-735	-703.2	-73	-730	1.0452	2.5	0.0996	9.9559
170	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-73.5	-735	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
180	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-73.5	-735	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
190	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-73.5	-735	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
200	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-73.5	-735	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
210	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-73.5	-735	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
220	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-74.5	-745	-711.3	-73.5	-735	1.0474	2.5	0.0994	9.9351
230	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-74.5	-745	-711.3	-73.5	-735	1.0474	2.5	0.0994	9.9351
240	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-74.5	-745	-711.3	-73.5	-735	1.0474	2.5	0.0994	9.9351
250	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
260	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
270	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
290	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73.5	-735	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
300	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73.5	-735	1.0534	2.5	0.0988	9.8787

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-29 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ $\frac{3}{4}$ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η_v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	23	28.08	21.062	-27	-270	-248.9	-25	-250	1.0846	22	0.8443	84.432
20	2800	0.0001	24.024	23	28.08	21.062	-40	-400	-378.9	-40	-400	1.0556	16	0.6309	63.093
30	2800	0.0001	24.024	23	28.08	21.062	-52	-520	-498.9	-50	-500	1.0422	14	0.5591	55.915
40	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-57	-570	-546.3	-57	-570	1.0435	13	0.5186	51.858
50	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-61	-610	-586.3	-61	-610	1.0405	10	0.4	40.005
60	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-64	-640	-614.8	-64	-640	1.041	9	0.3599	35.987
70	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-69	-690	-664.8	-69	-690	1.0379	8	0.3208	32.084
80	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-70	-700	-674.8	-70	-700	1.0373	7	0.2809	28.088
90	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-70.5	-705	-681.3	-71	-710	1.0349	6	0.2413	24.134
100	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-71.5	-715	-691.3	-72	-720	1.0344	5	0.2012	20.121
110	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-72.5	-725	-701.3	-73	-730	1.0339	4	0.161	16.105
120	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-73.5	-735	-711.3	-73.5	-735	1.0334	3	0.1208	12.084
130	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-74.5	-745	-721.3	-74	-740	1.0329	2.5	0.1007	10.075
140	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
150	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
160	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
170	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74.5	-745	1.0325	2.5	0.1008	10.079
180	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74.5	-745	1.0325	2.5	0.1008	10.079
190	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74.5	-745	1.0345	2.5	0.1006	10.059
200	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74.5	-745	1.0345	2.5	0.1006	10.059
210	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74.5	-745	1.0345	2.5	0.1006	10.059
220	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74.5	-745	1.0345	2.5	0.1006	10.059
230	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74.5	-745	1.0345	2.5	0.1006	10.059
240	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74.5	-745	1.0345	2.5	0.1006	10.059
250	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75.5	-755	-728.2	-74.5	-745	1.0368	2.5	0.1004	10.037
260	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75.5	-755	-728.2	-74.5	-745	1.0368	2.5	0.1004	10.037
270	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75.5	-755	-728.2	-74.5	-745	1.0368	2.5	0.1004	10.037
280	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75.5	-755	-728.2	-74.5	-745	1.0368	2.5	0.1004	10.037
290	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75.5	-755	-728.2	-74.5	-745	1.0368	2.5	0.1004	10.037
300	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-30 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ ¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	24	29.82	22.367	-27	-270	-247.6	-25	-250	1.0903	22	0.8399	83.989
20	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-40	-400	-374.8	-39	-390	1.0672	18	0.702	70.204
30	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-46	-460	-434.8	-50	-500	1.058	15	0.5902	59.017
40	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-55	-550	-523.2	-56	-560	1.0512	13	0.5148	51.479
50	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-63	-630	-603.2	-61	-610	1.0444	11	0.4384	43.842
60	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-66	-660	-633.2	-64	-640	1.0423	10	0.3994	39.937
70	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-68	-680	-654.8	-67	-670	1.0385	8	0.3207	32.066
80	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-70	-700	-676.3	-69	-690	1.0351	7	0.2815	28.149
90	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-71	-710	-686.3	-70	-700	1.0346	6	0.2414	24.14
100	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-73	-730	-706.3	-71.5	-715	1.0336	5	0.2014	20.135
110	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-74	-740	-716.3	-72.5	-725	1.0332	4	0.1612	16.116
120	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75	-750	-726.3	-73	-730	1.0327	3	0.1209	12.092
130	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-73.5	-735	1.0325	2.5	0.1008	10.079
140	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
150	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
160	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
170	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
180	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
190	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
200	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
210	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
220	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-75.5	-755	-731.3	-74	-740	1.0325	2.5	0.1008	10.079
230	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74	-740	1.0345	2.5	0.1006	10.059
240	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74.5	-745	1.0345	2.5	0.1006	10.059
250	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74.5	-745	1.0345	2.5	0.1006	10.059
260	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-75.5	-755	-729.8	-74.5	-745	1.0345	2.5	0.1006	10.059
270	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75.5	-755	-728.2	-74.5	-745	1.0368	2.5	0.1004	10.037
280	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75.5	-755	-728.2	-74.5	-745	1.0368	2.5	0.1004	10.037
290	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
300	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-31 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ $\frac{3}{4}$ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η_v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-26	-260	-231.7	-25	-250	1.1223	22	0.8159	81.594
20	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-40	-400	-369.9	-40	-400	1.0813	18	0.6929	69.292
30	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-49	-490	-458.2	-50	-500	1.0694	15	0.5838	58.384
40	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-55	-550	-518.2	-56	-560	1.0614	13	0.5098	50.983
50	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-59	-590	-558.2	-60	-600	1.057	11	0.4332	43.319
60	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-64	-640	-609.9	-64	-640	1.0493	10	0.3967	39.669
70	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-67	-670	-639.9	-66	-660	1.047	8	0.3181	31.805
80	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-69	-690	-661.7	-68	-680	1.0428	7	0.2794	27.941
90	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-70	-700	-673.2	-70	-700	1.0398	6	0.2402	24.02
100	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-70.5	-705	-678.2	-71	-710	1.0395	5	0.2002	20.022
110	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-71	-710	-683.2	-72	-720	1.0392	4	0.1602	16.022
120	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-72	-720	-693.2	-72.5	-725	1.0386	3	0.1202	12.023
130	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-73	-730	-703.2	-73.5	-735	1.0381	2.5	0.1002	10.025
140	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-74	-740	-713.2	-74	-740	1.0375	2.5	0.1003	10.03
150	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-74.5	-745	-718.2	-74	-740	1.0373	2.5	0.1003	10.032
160	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75	-750	-723.2	-74	-740	1.037	2.5	0.1003	10.035
170	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75.5	-755	-728.2	-74	-740	1.0368	2.5	0.1004	10.037
180	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75.5	-755	-728.2	-74.5	-745	1.0368	2.5	0.1004	10.037
190	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
200	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
210	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
220	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
230	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74.5	-745	1.039	2.5	0.1002	10.016
240	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74.5	-745	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
250	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74.5	-745	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
260	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74.5	-745	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
270	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74.5	-745	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
280	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74.5	-745	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
290	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74.5	-745	1.044	2.5	0.0997	9.9678
300	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74.5	-745	1.044	2.5	0.0997	9.9678

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-32 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ $\frac{3}{4}$ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v	(%)
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-23	-230	-206.3	-22	-220	1.1151	21	0.7839	78.387
20	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-38	-380	-351.7	-38	-380	1.0806	18	0.6934	69.338
30	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-46	-460	-429.9	-48	-480	1.07	15	0.5836	58.356
40	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-53	-530	-498.2	-55	-550	1.0639	14	0.5478	54.777
50	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-59	-590	-559.9	-60	-600	1.0537	11	0.4345	43.454
60	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-62	-620	-589.9	-63	-630	1.051	10	0.3961	39.606
70	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-66	-660	-631.7	-66	-660	1.0449	9	0.3585	35.854
80	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-69	-690	-661.7	-68	-680	1.0428	7	0.2794	27.941
90	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-70	-700	-671.7	-69	-690	1.0422	6	0.2396	23.964
100	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-70.5	-705	-678.2	-70	-700	1.0395	5	0.2002	20.022
110	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-71	-710	-683.2	-71.5	-715	1.0392	4	0.1602	16.022
120	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-71.5	-715	-688.2	-72.5	-725	1.0389	3	0.1202	12.02
130	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-72.5	-725	-698.2	-73	-730	1.0383	2.5	0.1002	10.022
140	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-73.5	-735	-708.2	-73	-730	1.0378	2.5	0.1003	10.027
150	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-74	-740	-713.2	-73.5	-735	1.0375	2.5	0.1003	10.03
160	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-74.5	-745	-718.2	-74	-740	1.0373	2.5	0.1003	10.032
170	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75	-750	-723.2	-74	-740	1.037	2.5	0.1003	10.035
180	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75	-750	-723.2	-74	-740	1.037	2.5	0.1003	10.035
190	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75	-750	-723.2	-74	-740	1.037	2.5	0.1003	10.035
200	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
210	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
220	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
230	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
240	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
250	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
260	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
270	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
280	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
290	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678
300	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-75.5	-755	-723.2	-74	-740	1.044	2.5	0.0997	9.9678

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-33 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-25	-250	-214.3	-28	-280	1.1663	21	0.7495	74.947
20	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-44	-440	-397.8	-40	-400	1.1061	20	0.7526	75.262
30	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-52	-520	-475.4	-48	-480	1.0937	17	0.647	64.7
40	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-56	-560	-512.9	-56	-560	1.0919	15	0.5718	57.184
50	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-62	-620	-572.9	-60	-600	1.0822	12	0.4615	46.154
60	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-66	-660	-612.9	-62	-620	1.0769	10	0.3865	38.653
70	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-70	-700	-652.9	-66	-660	1.0722	9	0.3494	34.941
80	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-70.5	-705	-657.9	-68	-680	1.0716	8	0.3107	31.074
90	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-71	-710	-662.9	-69	-690	1.0711	7	0.272	27.204
100	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-71.5	-715	-667.9	-70	-700	1.0705	6	0.2333	23.329
110	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-72	-720	-672.9	-70	-700	1.07	5	0.1945	19.45
120	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-72.5	-725	-675.3	-70.5	-705	1.0736	4	0.1551	15.509
130	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-71	-710	1.073	3	0.1164	11.638
140	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-71.5	-715	1.073	2.5	0.097	9.698
150	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72	-720	1.073	2.5	0.097	9.698
160	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72.5	-725	1.073	2.5	0.097	9.698
170	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72.5	-725	1.073	2.5	0.097	9.698
180	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72.5	-725	1.073	2.5	0.097	9.698
190	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-73	-730	-680.3	-72.5	-725	1.073	2.5	0.097	9.698
200	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
210	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
220	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
230	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
240	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
250	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
260	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
270	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
280	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
290	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72.5	-725	1.082	2.5	0.0962	9.6177
300	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72.5	-725	1.082	2.5	0.0962	9.6177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-34 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-30	-300	1.1458	20	0.7266	72.657
20	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-35	-350	-310.1	-41	-410	1.1286	17	0.627	62.698
30	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-50	-500	-457.8	-50	-500	1.0922	14	0.5335	53.354
40	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-55	-550	-505.4	-56	-560	1.0881	12	0.459	45.904
50	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-60	-600	-555.4	-60	-600	1.0802	10	0.3853	38.534
60	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-60	-600	-552.9	-63	-630	1.0852	8	0.3068	30.685
70	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-66	-660	-612.9	-65	-650	1.0769	7	0.2706	27.057
80	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-70	-700	-652.9	-68	-680	1.0722	6	0.2329	23.294
90	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-70	-700	-652.9	-69	-690	1.0722	5	0.1941	19.412
100	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-70	-700	1.0764	4	0.1547	15.468
110	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-70	-700	1.0764	3	0.116	11.601
120	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-70	-700	1.0764	2.5	0.0967	9.6677
130	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-70	-700	1.0764	2.5	0.0967	9.6677
140	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-70.5	-705	1.0758	2.5	0.0967	9.6729
150	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-71	-710	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
160	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71.5	-715	-665.3	-71.5	-715	1.0747	2.5	0.0968	9.6831
170	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72	-720	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
180	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72.5	-725	-672.5	-72.5	-725	1.0781	2.5	0.0965	9.6527
190	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
200	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
210	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
220	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
230	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-73	-730	-677.5	-72.5	-725	1.0775	2.5	0.0966	9.6579
240	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72.5	-725	1.082	2.5	0.0962	9.6177
250	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72.5	-725	1.082	2.5	0.0962	9.6177
260	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72.5	-725	1.082	2.5	0.0962	9.6177
270	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72.5	-725	1.082	2.5	0.0962	9.6177
280	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72.5	-725	1.082	2.5	0.0962	9.6177
290	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-73	-730	-674.7	-72.5	-725	1.082	2.5	0.0962	9.6177
300	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-73	-730	-671.4	-72.5	-725	1.0873	2.5	0.0957	9.5706

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-35 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-25	-250	-205.4	-28	-280	1.2169	20	0.6841	68.414
20	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-40	-400	-352.9	-40	-400	1.1335	17	0.6243	62.427
30	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-46	-460	-410.3	-49	-490	1.1211	15	0.5569	55.694
40	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-54	-540	-490.3	-55	-550	1.1013	13	0.4913	49.134
50	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-59	-590	-540.3	-60	-600	1.092	10	0.3812	38.12
60	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-60	-600	-550.3	-62	-620	1.0903	9	0.3436	34.36
70	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-65	-650	-600.3	-66	-660	1.0828	8	0.3075	30.755
80	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-69	-690	-640.3	-67	-670	1.0776	7	0.2704	27.039
90	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-68	-680	1.0764	6	0.232	23.202
100	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-69	-690	1.0758	5	0.1935	19.346
110	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-70	-700	1.0752	4	0.1548	15.485
120	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-70	-700	1.0752	3	0.1161	11.614
130	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-70.5	-705	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
140	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-71	-710	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
150	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-71	-710	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
160	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71.5	-715	-665.3	-71.5	-715	1.0747	2.5	0.0968	9.6831
170	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-72	-720	-670.3	-72	-720	1.0741	2.5	0.0969	9.6882
180	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72	-720	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
190	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72	-720	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
200	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72	-720	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
210	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72	-720	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
220	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72	-720	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
230	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72	-720	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
240	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72	-720	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
250	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72	-720	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
260	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72	-720	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
270	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72	-720	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
280	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72	-720	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
290	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
300	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-36 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-25	-250	-207.8	-24	-240	1.2032	20	0.6919	69.19
20	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-40	-400	-355.4	-38	-380	1.1253	16	0.5918	59.182
30	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-45	-450	-402.9	-48	-480	1.117	14	0.5217	52.173
40	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-54	-540	-490.3	-55	-550	1.1013	12	0.4535	45.354
50	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-58	-580	-527.5	-59	-590	1.0995	10	0.3786	37.857
60	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-61	-610	-557.5	-62	-620	1.0942	9	0.3424	34.238
70	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-65	-650	-597.5	-64	-640	1.0879	8	0.3061	30.61
80	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-68	-680	-627.5	-66	-660	1.0837	7	0.2689	26.888
90	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-70	-700	-647.5	-67	-670	1.0811	6	0.231	23.102
100	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-70	-700	-647.5	-68	-680	1.0811	5	0.1925	19.252
110	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-70.5	-705	-652.5	-69	-690	1.0805	4	0.1541	15.41
120	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-70	-700	1.0798	3	0.1156	11.564
130	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-70	-700	1.0798	2.5	0.0964	9.6368
140	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-70.5	-705	1.0798	2.5	0.0964	9.6368
150	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-71	-710	1.0798	2.5	0.0964	9.6368
160	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-71	-710	1.0798	2.5	0.0964	9.6368
170	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-71.5	-715	1.0798	2.5	0.0964	9.6368
180	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-72	-720	1.0845	2.5	0.096	9.5955
190	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-72	-720	1.0845	2.5	0.096	9.5955
200	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-72	-720	1.0845	2.5	0.096	9.5955
210	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-72	-720	1.0845	2.5	0.096	9.5955
220	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-72	-720	1.0845	2.5	0.096	9.5955
230	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-72	-720	1.0845	2.5	0.096	9.5955
240	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-71	-710	-651.4	-72	-720	1.09	2.5	0.0955	9.547
250	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-71	-710	-651.4	-72	-720	1.09	2.5	0.0955	9.547
260	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-71	-710	-651.4	-72	-720	1.09	2.5	0.0955	9.547
270	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-71	-710	-651.4	-72	-720	1.09	2.5	0.0955	9.547
280	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-71	-710	-651.4	-72	-720	1.09	2.5	0.0955	9.547
290	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-71	-710	-651.4	-72	-720	1.09	2.5	0.0955	9.547
300	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-71	-710	-648.1	-72	-720	1.0956	2.5	0.095	9.4985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-37 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-25	-250	-221.7	-24	-240	1.1278	21	0.775	77.504
20	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-39	-390	-356.3	-40	-400	1.0947	20	0.7605	76.05
30	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-50	-500	-466.3	-49	-490	1.0723	17	0.6599	65.989
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-55	-550	-514.3	-56	-560	1.0693	15	0.5839	58.39
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-60	-600	-564.3	-61	-610	1.0632	12	0.4698	46.982
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-65	-650	-614.3	-64	-640	1.058	10	0.3934	39.342
70	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-68	-680	-644.3	-67	-670	1.0553	9	0.355	35.498
80	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-68	-680	1.0537	8	0.316	31.604
90	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70.5	-705	-669.3	-70	-700	1.0533	7	0.2766	27.664
100	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-71	-710	1.0529	6	0.2372	23.721
110	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71.5	-715	-679.3	-71.5	-715	1.0525	5	0.1977	19.775
120	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-72	-720	1.0521	4	0.1583	15.826
130	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72.5	-725	-689.3	-73	-730	1.0517	3	0.1187	11.873
140	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
150	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-73	-730	1.051	2.5	0.099	9.9015
160	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-73.5	-735	1.0506	2.5	0.099	9.9049
170	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-74	-740	1.0506	2.5	0.099	9.9049
180	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-74	-740	1.0506	2.5	0.099	9.9049
190	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-74	-740	1.0506	2.5	0.099	9.9049
200	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-74	-740	1.0506	2.5	0.099	9.9049
210	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-74	-740	1.0506	2.5	0.099	9.9049
220	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74	-740	-702.2	-74	-740	1.0538	2.5	0.0988	9.8751
230	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74	-740	-702.2	-74	-740	1.0538	2.5	0.0988	9.8751
240	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74	-740	-702.2	-74	-740	1.0538	2.5	0.0988	9.8751
250	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-74	-740	1.057	2.5	0.0985	9.8453
260	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-74	-740	1.057	2.5	0.0985	9.8453
270	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-74	-740	1.057	2.5	0.0985	9.8453
280	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-74	-740	1.057	2.5	0.0985	9.8453
290	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-74	-740	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
300	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-74	-740	1.0605	2.5	0.0981	9.8125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-38 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-25	-250	1.1458	21	0.7629	76.29
20	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-40	-400	-362.2	-38	-380	1.1043	20	0.7539	75.389
30	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-49	-490	-452.2	-47	-470	1.0835	15	0.5762	57.625
40	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-55	-550	-512.2	-55	-550	1.0737	13	0.504	50.397
50	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-60	-600	-562.2	-60	-600	1.0672	10	0.39	39.005
60	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-62	-620	-582.2	-64	-640	1.0649	9	0.3518	35.18
70	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-65	-650	-612.2	-66	-660	1.0617	8	0.3137	31.365
80	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70	-700	-662.2	-68	-680	1.057	7	0.2757	27.565
90	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70.5	-705	-667.2	-69	-690	1.0566	6	0.2364	23.637
100	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71	-710	-672.2	-70	-700	1.0562	5	0.1971	19.705
110	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71	-710	-672.2	-70.5	-705	1.0562	4	0.1576	15.764
120	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71.5	-715	-677.2	-71	-710	1.0558	3	0.1183	11.828
130	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72	-720	-682.2	-72	-720	1.0554	2.5	0.0986	9.8604
140	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72.5	-725	-687.2	-72.5	-725	1.055	2.5	0.0986	9.8641
150	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-73	-730	-692.2	-73	-730	1.0546	2.5	0.0987	9.8679
160	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-73	-730	-692.2	-73	-730	1.0546	2.5	0.0987	9.8679
170	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-73.5	-735	-697.2	-73	-730	1.0542	2.5	0.0987	9.8715
180	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
190	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
200	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
210	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
220	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
230	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
240	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
250	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
260	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-73	-730	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
270	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-73.5	-735	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
280	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-74	-740	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
290	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-74	-740	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
300	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-74	-740	1.0641	2.5	0.0978	9.7797

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-39 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-30	-300	-269.9	-26	-260	1.1114	20	0.749	74.905
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-40	-400	-364.3	-40	-400	1.0978	18	0.6825	68.247
30	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-50	-500	-462.2	-47	-470	1.0817	15	0.5772	57.721
40	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-55	-550	-510.1	-53	-530	1.0782	13	0.5019	50.188
50	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-60	-600	-560.1	-60	-600	1.0712	10	0.3886	38.858
60	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-64	-640	-600.1	-63	-630	1.0665	9	0.3513	35.128
70	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-66	-660	-620.1	-66	-660	1.0643	8	0.3129	31.287
80	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70	-700	-660.1	-67	-670	1.0604	7	0.2748	27.477
90	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70	-700	-660.1	-69	-690	1.0604	6	0.2355	23.552
100	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70	-700	-662.2	-70	-700	1.057	5	0.1969	19.69
110	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71	-710	-672.2	-71	-710	1.0562	4	0.1576	15.764
120	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71	-710	-672.2	-72	-720	1.0562	3	0.1182	11.823
130	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71	-710	-672.2	-72	-720	1.0562	2.5	0.0985	9.8527
140	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72	-720	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
150	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-73	-730	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
160	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-73	-730	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
170	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
180	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
190	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
200	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
210	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
220	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-73	-730	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
230	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-73	-730	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
240	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-73	-730	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
250	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73.5	-735	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
260	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73.5	-735	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
270	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73.5	-735	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
280	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73.5	-735	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
290	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-73.5	-735	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
300	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-73.5	-735	1.068	2.5	0.0974	9.7437

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-40 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-25	-250	-216.3	-22	-220	1.156	20	0.7202	72.018
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-35	-350	-314.3	-37	-370	1.1134	17	0.6355	63.555
30	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-48	-480	-442.2	-46	-460	1.0854	15	0.5752	57.525
40	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-55	-550	-505.4	-54	-540	1.0881	13	0.4973	49.729
50	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-60	-600	-555.4	-59	-590	1.0802	11	0.4239	42.388
60	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-62	-620	-575.4	-62	-620	1.0774	10	0.3863	38.634
70	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-65	-650	-605.4	-67	-670	1.0736	9	0.3489	34.895
80	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-69	-690	-645.4	-67	-670	1.069	8	0.3115	31.15
90	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-70	-700	-655.4	-69	-690	1.068	7	0.2728	27.283
100	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-70.5	-705	-660.4	-70	-700	1.0675	6	0.234	23.397
110	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-71	-710	-665.4	-70	-700	1.067	5	0.1951	19.507
120	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-71	-710	-665.4	-70	-700	1.067	4	0.1561	15.605
130	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-71	-710	-665.4	-70.5	-705	1.067	3	0.117	11.704
140	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-71.5	-715	-670.4	-71	-710	1.0665	2.5	0.0976	9.7578
150	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-71.5	-715	1.066	2.5	0.0976	9.7623
160	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-72	-720	1.066	2.5	0.0976	9.7623
170	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72.5	-725	-680.4	-72	-720	1.0655	2.5	0.0977	9.7668
180	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-72	-720	1.065	2.5	0.0977	9.7711
190	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-72	-720	1.065	2.5	0.0977	9.7711
200	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-72	-720	1.065	2.5	0.0977	9.7711
210	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-72	-720	1.065	2.5	0.0977	9.7711
220	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73.5	-735	-690.4	-72	-720	1.0645	2.5	0.0978	9.7755
230	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-72	-720	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
240	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-72	-720	1.068	2.5	0.0974	9.7437
250	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-72.5	-725	1.068	2.5	0.0974	9.7437
260	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-72.5	-725	1.068	2.5	0.0974	9.7437
270	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-72.5	-725	1.068	2.5	0.0974	9.7437
280	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74	-740	-692.9	-72.5	-725	1.068	2.5	0.0974	9.7437
290	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-74	-740	-690.3	-72.5	-725	1.072	2.5	0.0971	9.7076
300	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-74	-740	-690.3	-72.5	-725	1.072	2.5	0.0971	9.7076

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-41 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-25	-250	1.1458	22	0.7992	79.923
20	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-36	-360	-328.2	-40	-400	1.0969	19	0.721	72.099
30	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-49	-490	-458.2	-49	-490	1.0694	16	0.6228	62.276
40	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-55	-550	-518.2	-57	-570	1.0614	14	0.549	54.905
50	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-60	-600	-568.2	-61	-610	1.056	12	0.473	47.302
60	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-62	-620	-588.2	-64	-640	1.0541	10	0.3949	39.489
70	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-65	-650	-618.2	-67	-670	1.0515	9	0.3563	35.629
80	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-68	-680	-648.2	-69	-690	1.0491	8	0.3174	31.742
90	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-70	-700	1.0476	7	0.2781	27.813
100	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70.5	-705	-673.2	-70.5	-705	1.0473	6	0.2385	23.848
110	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71	-710	-678.2	-71	-710	1.0469	5	0.1988	19.88
120	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71.5	-715	-683.2	-71.5	-715	1.0466	4	0.1591	15.909
130	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72	-720	-688.2	-72	-720	1.0462	3	0.1194	11.936
140	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73	-730	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
150	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73.5	-735	-703.2	-73.5	-735	1.0452	2.5	0.0996	9.9559
160	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-74	-740	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
170	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-74	-740	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
180	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-74	-740	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
190	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-74	-740	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
200	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-74.5	-745	-711.3	-74.5	-745	1.0474	2.5	0.0994	9.9351
210	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-74.5	-745	-711.3	-74.5	-745	1.0474	2.5	0.0994	9.9351
220	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-74.5	-745	-711.3	-74.5	-745	1.0474	2.5	0.0994	9.9351
230	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-74.5	-745	-711.3	-74.5	-745	1.0474	2.5	0.0994	9.9351
240	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-74.5	-745	-711.3	-74.5	-745	1.0474	2.5	0.0994	9.9351
250	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74.5	-745	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
260	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74.5	-745	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
270	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74.5	-745	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74.5	-745	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74.5	-745	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
300	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74.5	-745	1.0534	2.5	0.0988	9.8787

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-42 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-24	-240	-204.3	-25	-250	1.1745	22	0.7797	77.972
20	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-35	-350	-312.2	-40	-400	1.121	20	0.7427	74.266
30	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-42	-420	-382.2	-50	-500	1.0988	19	0.7198	71.975
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-50	-500	-464.3	-56	-560	1.0768	17	0.6572	65.717
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-55	-550	-514.3	-60	-600	1.0693	15	0.5839	58.39
60	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-60	-600	-566.3	-63	-630	1.0596	11	0.4321	43.214
70	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-61	-610	-576.3	-66	-660	1.0585	9	0.3539	35.391
80	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-65	-650	-618.2	-68	-680	1.0515	8	0.3167	31.67
90	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-69	-690	-658.2	-69	-690	1.0483	7	0.2779	27.794
100	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-70	-700	1.0476	6	0.2384	23.84
110	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70.5	-705	-673.2	-71	-710	1.0473	5	0.1987	19.873
120	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71	-710	-678.2	-71.5	-715	1.0469	4	0.159	15.904
130	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-71.5	-715	-681.3	-72	-720	1.0495	3	0.119	11.898
140	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-72	-720	-686.3	-72.5	-725	1.0492	2.5	0.0992	9.9188
150	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-72.5	-725	-691.3	-73	-730	1.0488	2.5	0.0992	9.9221
160	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-73	-730	-696.3	-73	-730	1.0484	2.5	0.0993	9.9254
170	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-73.5	-735	-701.3	-73.5	-735	1.0481	2.5	0.0993	9.9287
180	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-74	-740	1.0506	2.5	0.099	9.9049
190	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-74	-740	1.0506	2.5	0.099	9.9049
200	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-74	-740	1.0506	2.5	0.099	9.9049
210	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74	-740	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
220	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74	-740	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
230	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74	-740	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
240	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74	-740	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
250	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74	-740	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
260	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74	-740	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
270	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74	-740	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
280	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74	-740	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
290	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74	-740	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
300	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74.5	-745	-705.1	-74	-740	1.0566	2.5	0.0985	9.8491

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-43 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-25	-250	-214.3	-25	-250	1.1663	21	0.7495	74.947
20	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-34	-340	-300.1	-39	-390	1.1329	18	0.6613	66.135
30	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-47	-470	-430.1	-45	-450	1.0927	15	0.5714	57.139
40	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-54	-540	-500.1	-55	-550	1.0798	13	0.5012	50.115
50	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-57	-570	-532.2	-59	-590	1.071	11	0.4275	42.754
60	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-61	-610	-572.2	-62	-620	1.066	9	0.3514	35.143
70	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-65	-650	-612.2	-66	-660	1.0617	8	0.3137	31.365
80	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-69	-690	-654.3	-68	-680	1.0545	7	0.2763	27.632
90	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-70	-700	1.0537	6	0.237	23.703
100	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-70.5	-705	1.0537	5	0.1975	19.753
110	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-70.5	-705	-671.3	-71	-710	1.0502	4	0.1585	15.853
120	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-71	-710	-676.3	-71.5	-715	1.0499	3	0.1189	11.894
130	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-71.5	-715	-681.3	-72	-720	1.0495	2.5	0.0992	9.9153
140	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-72	-720	-686.3	-72.5	-725	1.0492	2.5	0.0992	9.9188
150	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-72.5	-725	-691.3	-73	-730	1.0488	2.5	0.0992	9.9221
160	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-72.5	-725	-691.3	-73	-730	1.0488	2.5	0.0992	9.9221
170	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72.5	-725	-689.3	-73	-730	1.0517	2.5	0.0989	9.8946
180	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
190	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-73.5	-735	1.051	2.5	0.099	9.9015
200	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-73.5	-735	1.0506	2.5	0.099	9.9049
210	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-73.5	-735	1.0506	2.5	0.099	9.9049
220	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
230	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
240	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-73.5	-735	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
250	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73.5	-735	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
260	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73.5	-735	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
270	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73.5	-735	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
280	2800	0.0001	24.024	34	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73.5	-735	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
290	2800	0.0001	24.024	34	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-73.5	-735	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
300	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74.5	-745	-705.1	-73.5	-735	1.0566	2.5	0.0985	9.8491

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-44 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-23	-230	-201.7	-22	-220	1.1405	20	0.7299	72.993
20	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-36	-360	-315.4	-35	-350	1.1412	18	0.6565	65.652
30	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-45	-450	-402.9	-45	-450	1.117	15	0.559	55.9
40	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-52	-520	-475.4	-53	-530	1.0937	13	0.4948	49.476
50	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-58	-580	-535.4	-57	-570	1.0832	11	0.4227	42.27
60	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-60	-600	-555.4	-61	-610	1.0802	10	0.3853	38.534
70	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-63	-630	-587.8	-64	-640	1.0718	9	0.3495	34.952
80	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-65	-650	-607.8	-66	-660	1.0695	8	0.3114	31.137
90	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-69	-690	-650.1	-67	-670	1.0614	7	0.2745	27.453
100	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70	-700	-660.1	-69	-690	1.0604	6	0.2355	23.552
110	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70	-700	-660.1	-70	-700	1.0604	5	0.1963	19.627
120	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70.5	-705	-665.1	-70.5	-705	1.06	4	0.1571	15.708
130	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71	-710	-670.1	-71	-710	1.0595	3	0.1179	11.786
140	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71	-710	-670.1	-71.5	-715	1.0595	2.5	0.0982	9.8216
150	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71.5	-715	-675.1	-72	-720	1.0591	2.5	0.0983	9.8257
160	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72	-720	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
170	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72	-720	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
180	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72.5	-725	-685.1	-72.5	-725	1.0582	2.5	0.0983	9.8337
190	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-72.5	-725	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
200	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-72.5	-725	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
210	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-72.5	-725	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
220	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-72.5	-725	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
230	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-72.5	-725	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
240	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-72.5	-725	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
250	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73	-730	-687.8	-72.5	-725	1.0614	2.5	0.098	9.8044
260	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73	-730	-687.8	-72.5	-725	1.0614	2.5	0.098	9.8044
270	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73	-730	-687.8	-72.5	-725	1.0614	2.5	0.098	9.8044
280	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73	-730	-687.8	-72.5	-725	1.0614	2.5	0.098	9.8044
290	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-72.5	-725	1.065	2.5	0.0977	9.7711
300	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-72.5	-725	1.065	2.5	0.0977	9.7711

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-45 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-25	-250	-226.3	-25	-250	1.105	22	0.8288	82.877
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-40	-400	-364.3	-41	-410	1.0978	18	0.6825	68.247
30	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-49	-490	-454.3	-49	-490	1.0785	16	0.6175	61.755
40	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-55	-550	-518.2	-59	-590	1.0614	14	0.549	54.905
50	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-60	-600	-568.2	-60	-600	1.056	11	0.4336	43.36
60	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-65	-650	-619.9	-62	-620	1.0485	10	0.397	39.699
70	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-69	-690	-661.7	-65	-650	1.0428	9	0.3592	35.924
80	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-70	-700	-673.2	-67	-670	1.0398	8	0.3203	32.027
90	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-70.5	-705	-678.2	-69	-690	1.0395	7	0.2803	28.031
100	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-71	-710	-684.8	-70	-700	1.0368	6	0.2409	24.089
110	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-71.5	-715	-689.8	-71	-710	1.0365	5	0.2008	20.079
120	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-72	-720	-694.8	-72	-720	1.0363	4	0.1607	16.067
130	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-72.5	-725	-699.8	-73	-730	1.036	3	0.1205	12.053
140	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-73	-730	-704.8	-73.5	-735	1.0358	2.5	0.1005	10.047
150	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-73.5	-735	-709.8	-74	-740	1.0355	2.5	0.1005	10.049
160	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-74	-740	-714.8	-74	-740	1.0353	2.5	0.1005	10.052
170	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-74	-740	-714.8	-74	-740	1.0353	2.5	0.1005	10.052
180	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-74.5	-745	-719.8	-74.5	-745	1.035	2.5	0.1005	10.054
190	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-74.5	-745	-719.8	-74.5	-745	1.035	2.5	0.1005	10.054
200	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-74.5	-745	-719.8	-74.5	-745	1.035	2.5	0.1005	10.054
210	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75	-750	-723.2	-75	-750	1.037	2.5	0.1003	10.035
220	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75	-750	-723.2	-75	-750	1.037	2.5	0.1003	10.035
230	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75	-750	-721.7	-75	-750	1.0393	2.5	0.1001	10.013
240	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75	-750	-721.7	-75	-750	1.0393	2.5	0.1001	10.013
250	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75	-750	-721.7	-75	-750	1.0393	2.5	0.1001	10.013
260	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75	-750	-721.7	-75	-750	1.0393	2.5	0.1001	10.013
270	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75	-750	-721.7	-75	-750	1.0393	2.5	0.1001	10.013
280	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75	-750	-719.9	-75	-750	1.0418	2.5	0.0999	9.989
290	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75	-750	-719.9	-75	-750	1.0418	2.5	0.0999	9.989
300	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75	-750	-719.9	-75	-750	1.0418	2.5	0.0999	9.989

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-46 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-25	-250	-224.8	-25	-250	1.1121	22	0.8234	82.344
20	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-40	-400	-373.2	-39	-390	1.0717	18	0.6991	69.911
30	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-46	-460	-431.7	-48	-480	1.0656	15	0.5859	58.591
40	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-55	-550	-521.7	-55	-550	1.0543	13	0.5132	51.325
50	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-60	-600	-571.7	-59	-590	1.0496	11	0.4363	43.625
60	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-63	-630	-603.2	-63	-630	1.0444	9	0.3587	35.871
70	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-65	-650	-623.2	-65	-650	1.043	8	0.3193	31.929
80	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-69	-690	-664.8	-67	-670	1.0379	7	0.2807	28.073
90	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-70	-700	-674.8	-69	-690	1.0373	6	0.2408	24.076
100	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-70	-700	-674.8	-70	-700	1.0373	5	0.2006	20.063
110	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-70.5	-705	-679.8	-71	-710	1.0371	4	0.1605	16.055
120	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-71	-710	-684.8	-72	-720	1.0368	3	0.1204	12.044
130	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-71	-710	-684.8	-72.5	-725	1.0368	2.5	0.1004	10.037
140	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-72	-720	-694.8	-73	-730	1.0363	2.5	0.1004	10.042
150	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-72.5	-725	-699.8	-73.5	-735	1.036	2.5	0.1004	10.045
160	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-73	-730	-704.8	-74	-740	1.0358	2.5	0.1005	10.047
170	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-73.5	-735	-709.8	-74	-740	1.0355	2.5	0.1005	10.049
180	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-74	-740	-713.2	-74	-740	1.0375	2.5	0.1003	10.03
190	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-74	-740	-713.2	-74	-740	1.0375	2.5	0.1003	10.03
200	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-74.5	-745	-718.2	-74	-740	1.0373	2.5	0.1003	10.032
210	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-74.5	-745	-718.2	-74	-740	1.0373	2.5	0.1003	10.032
220	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75	-750	-723.2	-74	-740	1.037	2.5	0.1003	10.035
230	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-75	-750	-723.2	-74	-740	1.037	2.5	0.1003	10.035
240	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
250	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
260	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
270	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-75.5	-755	-726.7	-74	-740	1.039	2.5	0.1002	10.016
280	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
290	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918
300	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-75.5	-755	-724.9	-74	-740	1.0415	2.5	0.0999	9.9918

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-47 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	23	28.08	21.062	-25	-250	-228.9	-25	-250	1.092	21	0.8005	80.048
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-39	-390	-354.3	-38	-380	1.1006	18	0.6808	68.076
30	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-47	-470	-430.1	-47	-470	1.0927	15	0.5714	57.139
40	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-52	-520	-482.2	-54	-540	1.0783	13	0.5018	50.182
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-57	-570	-534.3	-59	-590	1.0667	11	0.4292	42.924
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-62	-620	-584.3	-63	-630	1.061	10	0.3923	39.232
70	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-66	-660	-626.3	-65	-650	1.0539	9	0.3555	35.548
80	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-69	-690	-656.3	-67	-670	1.0514	8	0.3167	31.672
90	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-70	-700	-666.3	-69	-690	1.0506	7	0.2773	27.734
100	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-71	-710	-678.2	-70	-700	1.0469	6	0.2386	23.856
110	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71.5	-715	-684.9	-70	-700	1.0439	5	0.1994	19.937
120	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-71	-710	1.0436	4	0.1595	15.955
130	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-72	-720	1.0436	3	0.1197	11.966
140	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-72.5	-725	1.0436	2.5	0.0997	9.9716
150	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-72.5	-725	1.0436	2.5	0.0997	9.9716
160	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-72.5	-725	1.0436	2.5	0.0997	9.9716
170	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72	-720	-688.2	-73	-730	1.0462	2.5	0.0995	9.9465
180	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72	-720	-688.2	-73	-730	1.0462	2.5	0.0995	9.9465
190	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-72.5	-725	-693.2	-73	-730	1.0459	2.5	0.0995	9.9497
200	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73.5	-735	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
210	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73.5	-735	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
220	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73.5	-735	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
230	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73.5	-735	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
240	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-73.5	-735	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
250	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-73	-730	-696.3	-73.5	-735	1.0484	2.5	0.0993	9.9254
260	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-73	-730	-696.3	-73.5	-735	1.0484	2.5	0.0993	9.9254
270	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-73	-730	-696.3	-73.5	-735	1.0484	2.5	0.0993	9.9254
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73.5	-735	1.0513	2.5	0.099	9.8981
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73.5	-735	1.0513	2.5	0.099	9.8981
300	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73.5	-735	1.0513	2.5	0.099	9.8981

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-48 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-25	-250	-219.9	-23	-230	1.1367	22	0.8056	80.559
20	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-35	-350	-318.2	-36	-360	1.1	17	0.6433	64.331
30	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-45	-450	-414.3	-46	-460	1.086	15	0.5749	57.491
40	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-53	-530	-492.2	-53	-530	1.0767	13	0.5026	50.256
50	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-57	-570	-532.2	-58	-580	1.071	11	0.4275	42.754
60	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-60	-600	-562.2	-62	-620	1.0672	10	0.39	39.005
70	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-65	-650	-614.3	-64	-640	1.058	9	0.3541	35.408
80	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-68	-680	-646.3	-67	-670	1.0522	8	0.3165	31.648
90	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-69	-690	-656.3	-68	-680	1.0514	7	0.2771	27.713
100	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-69	-690	1.0476	6	0.2384	23.84
110	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-70	-700	-666.3	-70	-700	1.0506	5	0.1981	19.81
120	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-70.5	-705	-671.3	-71	-710	1.0502	4	0.1585	15.853
130	2800	0.0001	24.024	31	44.97	33.73	-71	-710	-676.3	-72	-720	1.0499	3	0.1189	11.894
140	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-72	-720	1.0529	2.5	0.0988	9.8837
150	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71.5	-715	-679.3	-72	-720	1.0525	2.5	0.0989	9.8874
160	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-72.5	-725	1.0521	2.5	0.0989	9.891
170	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72.5	-725	-689.3	-72.5	-725	1.0517	2.5	0.0989	9.8946
180	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-72.5	-725	1.0513	2.5	0.099	9.8981
190	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-72.5	-725	1.0513	2.5	0.099	9.8981
200	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
210	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
220	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
230	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
240	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73	-730	-694.3	-73	-730	1.0513	2.5	0.099	9.8981
250	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-73	-730	1.051	2.5	0.099	9.9015
260	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-73	-730	1.051	2.5	0.099	9.9015
270	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-73	-730	1.051	2.5	0.099	9.9015
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-73	-730	1.051	2.5	0.099	9.9015
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-73	-730	1.051	2.5	0.099	9.9015
300	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-73.5	-735	-699.3	-73	-730	1.051	2.5	0.099	9.9015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-49 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-25	-250	-214.3	-24	-240	1.1663	21	0.7495	74.947
20	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-35	-350	-310.1	-39	-390	1.1286	18	0.6639	66.386
30	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-48	-480	-437.8	-48	-480	1.0964	15	0.5695	56.946
40	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-55	-550	-505.4	-55	-550	1.0881	13	0.4973	49.729
50	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-58	-580	-535.4	-59	-590	1.0832	11	0.4227	42.27
60	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-60	-600	-555.4	-62	-620	1.0802	9	0.3468	34.681
70	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-63	-630	-585.4	-65	-650	1.0761	8	0.3095	30.945
80	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-65	-650	-605.4	-66	-660	1.0736	7	0.2714	27.14
90	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-69	-690	-642.9	-68	-680	1.0733	5	0.1939	19.391
100	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-70	-700	-652.9	-69	-690	1.0722	4	0.1553	15.529
110	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-70	-700	-652.9	-70	-700	1.0722	3	0.1165	11.647
120	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-70	-700	-652.9	-70	-700	1.0722	2.5	0.0971	9.7058
130	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-70.5	-705	1.0758	2.5	0.0967	9.6729
140	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-71	-710	1.0758	2.5	0.0967	9.6729
150	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-71	-710	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
160	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71	-710	-660.3	-71.5	-715	1.0752	2.5	0.0968	9.6781
170	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-71.5	-715	-665.3	-71.5	-715	1.0747	2.5	0.0968	9.6831
180	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71.5	-715	-662.5	-72	-720	1.0792	2.5	0.0964	9.6422
190	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71.5	-715	-662.5	-72	-720	1.0792	2.5	0.0964	9.6422
200	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72	-720	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
210	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-72	-720	-667.5	-72	-720	1.0787	2.5	0.0965	9.6475
220	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72	-720	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
230	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72	-720	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
240	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
250	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
260	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
270	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
280	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72.5	-725	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
290	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72.5	-725	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
300	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72.5	-725	1.0941	2.5	0.0951	9.5111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-50 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-25	-250	-207.8	-24	-240	1.2032	20	0.6919	69.19
20	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-35	-350	-305.4	-38	-380	1.1459	18	0.6539	65.387
30	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-47	-470	-422.9	-47	-470	1.1114	15	0.5618	56.178
40	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-50	-500	-450.3	-54	-540	1.1103	13	0.4874	48.735
50	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-58	-580	-530.3	-59	-590	1.0937	11	0.4187	41.865
60	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-61	-610	-560.3	-63	-630	1.0887	9	0.3441	34.411
70	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-65	-650	-600.3	-65	-650	1.0828	8	0.3075	30.755
80	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-69	-690	-640.3	-67	-670	1.0776	7	0.2704	27.039
90	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-68	-680	1.0764	6	0.232	23.202
100	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-69	-690	1.0764	5	0.1934	19.335
110	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-70	-700	1.0764	4	0.1547	15.468
120	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70	-700	-650.3	-70	-700	1.0764	3	0.116	11.601
130	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-71	-710	1.0758	2.5	0.0967	9.6729
140	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-71	-710	1.0758	2.5	0.0967	9.6729
150	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-70.5	-705	-655.3	-71	-710	1.0758	2.5	0.0967	9.6729
160	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-71	-710	1.0798	2.5	0.0964	9.6368
170	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-71	-710	-657.5	-71.5	-715	1.0798	2.5	0.0964	9.6368
180	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-71.5	-715	1.0845	2.5	0.096	9.5955
190	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-72	-720	1.0845	2.5	0.096	9.5955
200	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71.5	-715	-659.7	-72	-720	1.0839	2.5	0.096	9.6012
210	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71.5	-715	-659.7	-72	-720	1.0839	2.5	0.096	9.6012
220	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72	-720	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
230	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-72	-720	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
240	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
250	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
260	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72.5	-725	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
270	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72.5	-725	1.0941	2.5	0.0951	9.5111
280	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72.5	-725	1.0941	2.5	0.0951	9.5111
290	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72.5	-725	1.0941	2.5	0.0951	9.5111
300	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72.5	-725	1.0941	2.5	0.0951	9.5111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-51 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-25	-250	-207.8	-23	-230	1.2032	20	0.6919	69.19
20	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-39	-390	-345.4	-37	-370	1.129	18	0.6637	66.366
30	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-46	-460	-410.3	-46	-460	1.1211	15	0.5569	55.694
40	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-52	-520	-470.3	-54	-540	1.1056	13	0.4894	48.942
50	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-58	-580	-530.3	-58	-580	1.0937	11	0.4187	41.865
60	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-60	-600	-547.5	-62	-620	1.0959	9	0.3418	34.185
70	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-64	-640	-587.5	-64	-640	1.0894	8	0.3057	30.568
80	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-69	-690	-637.5	-66	-660	1.0824	7	0.2692	26.921
90	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-70	-700	-647.5	-68	-680	1.0811	6	0.231	23.102
100	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-70	-700	-647.5	-69	-690	1.0811	5	0.1925	19.252
110	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-70.5	-705	-652.5	-70	-700	1.0805	4	0.1541	15.41
120	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-70.5	-705	-649.7	-71	-710	1.0851	3	0.1151	11.508
130	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-71.5	-715	1.0845	2.5	0.096	9.5955
140	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-71.5	-715	1.0845	2.5	0.096	9.5955
150	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-71.5	-715	1.0845	2.5	0.096	9.5955
160	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-72	-720	1.0845	2.5	0.096	9.5955
170	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-71.5	-715	-656.4	-72	-720	1.0893	2.5	0.0955	9.553
180	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-71.5	-715	-656.4	-72	-720	1.0893	2.5	0.0955	9.553
190	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
200	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
210	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
220	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
230	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
240	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
250	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-72	-720	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
260	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72	-720	1.0941	2.5	0.0951	9.5111
270	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72.5	-725	1.0941	2.5	0.0951	9.5111
280	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72.5	-725	1.0941	2.5	0.0951	9.5111
290	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72.5	-725	1.0941	2.5	0.0951	9.5111
300	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72.5	-725	1.0941	2.5	0.0951	9.5111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-52 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	0	0	31.81	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-24	-240	-195.4	-22	-220	1.228	20	0.678	67.796
20	2800	0.0001	24.024	38	66.24	49.684	-35	-350	-300.3	-36	-360	1.1654	17	0.6072	60.718
30	2800	0.0001	24.024	39	69.995	52.501	-45	-450	-397.5	-46	-460	1.1321	15	0.5515	55.153
40	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-50	-500	-444.7	-52	-520	1.1244	13	0.4813	48.126
50	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-55	-550	-494.7	-56	-560	1.1118	11	0.4118	41.182
60	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-58	-580	-524.7	-60	-600	1.1054	9	0.3389	33.89
70	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-61	-610	-554.7	-63	-630	1.0997	8	0.3028	30.28
80	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-65	-650	-594.7	-65	-650	1.093	7	0.2666	26.658
90	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-68	-680	-624.7	-66	-660	1.0886	6	0.2294	22.943
100	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-70	-700	-644.7	-68	-680	1.0858	5	0.1917	19.168
110	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-70	-700	-644.7	-68	-680	1.0858	4	0.1533	15.334
120	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-70	-700	-644.7	-69	-690	1.0858	3	0.115	11.501
130	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-70	-700	-644.7	-70	-700	1.0858	2.5	0.0958	9.5839
140	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-70.5	-705	-649.7	-70.5	-705	1.0851	2.5	0.0959	9.5897
150	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-70.5	-705	-649.7	-71	-710	1.0851	2.5	0.0959	9.5897
160	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-71	-710	1.0845	2.5	0.096	9.5955
170	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71	-710	-654.7	-71	-710	1.0845	2.5	0.096	9.5955
180	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71.5	-715	-659.7	-71.5	-715	1.0839	2.5	0.096	9.6012
190	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-71.5	-715	-659.7	-71.5	-715	1.0839	2.5	0.096	9.6012
200	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-71.5	-715	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
210	2800	0.0001	24.024	40	73.75	55.317	-72	-720	-664.7	-71.5	-715	1.0832	2.5	0.0961	9.6068
220	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-71.5	-715	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
230	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-71.5	-715	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
240	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-71.5	-715	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
250	2800	0.0001	24.024	41	78.16	58.625	-72	-720	-661.4	-71.5	-715	1.0886	2.5	0.0956	9.5589
260	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-71.5	-715	1.0941	2.5	0.0951	9.5111
270	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-71.5	-715	1.0941	2.5	0.0951	9.5111
280	2800	0.0001	24.024	42	82.57	61.933	-72	-720	-658.1	-72	-720	1.0941	2.5	0.0951	9.5111
290	2800	0.0001	24.024	43	86.98	65.24	-72	-720	-654.8	-72	-720	1.0996	2.5	0.0946	9.4633
300	2800	0.0001	24.024	43	86.98	65.24	-72	-720	-654.8	-72	-720	1.0996	2.5	0.0946	9.4633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-53 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v (%)	(%)
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-24	-240	-204.3	-24	-240	1.1745	21	0.7443	74.428
20	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-35	-350	-310.1	-37	-370	1.1286	19	0.7007	70.074
30	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-47	-470	-430.1	-48	-480	1.0927	16	0.6095	60.948
40	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-59	-590	-550.1	-56	-560	1.0725	14	0.5434	54.335
50	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-59	-590	-550.1	-60	-600	1.0725	12	0.4657	46.573
60	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-64	-640	-602.2	-64	-640	1.0627	10	0.3917	39.169
70	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-68	-680	-644.3	-66	-660	1.0553	9	0.355	35.498
80	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-68	-680	1.0537	8	0.316	31.604
90	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-70	-700	1.0537	7	0.2765	27.654
100	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70.5	-705	-669.3	-71	-710	1.0533	6	0.2371	23.712
110	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70.5	-705	-667.2	-71.5	-715	1.0566	5	0.197	19.698
120	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71	-710	-670.1	-72	-720	1.0595	4	0.1571	15.715
130	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71.5	-715	-675.1	-72.5	-725	1.0591	3	0.1179	11.791
140	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72.5	-725	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
150	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72.5	-725	-685.1	-72.5	-725	1.0582	2.5	0.0983	9.8337
160	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-73	-730	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
170	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73.5	-735	-695.1	-73	-730	1.0574	2.5	0.0984	9.8415
180	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73	-730	1.057	2.5	0.0985	9.8453
190	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-73	-730	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
200	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-73.5	-735	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
210	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-74	-740	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
220	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-74	-740	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
230	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74.5	-745	-700.4	-74	-740	1.0636	2.5	0.0978	9.7839
240	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74.5	-745	-700.4	-74	-740	1.0636	2.5	0.0978	9.7839
250	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-75	-750	-705.4	-74	-740	1.0632	2.5	0.0979	9.7881
260	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-75	-750	-705.4	-74	-740	1.0632	2.5	0.0979	9.7881
270	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-75	-750	-705.4	-74	-740	1.0632	2.5	0.0979	9.7881
280	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-75	-750	-705.4	-74	-740	1.0632	2.5	0.0979	9.7881
290	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-75	-750	-705.4	-74	-740	1.0632	2.5	0.0979	9.7881
300	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-75	-750	-705.4	-74	-740	1.0632	2.5	0.0979	9.7881

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-54 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-23	-230	-198.2	-22	-220	1.1605	21	0.7532	75.323
20	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-35	-350	-312.2	-38	-380	1.121	19	0.7055	70.553
30	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-45	-450	-410.1	-47	-470	1.0973	16	0.607	60.697
40	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-50	-500	-460.1	-54	-540	1.0867	14	0.5363	53.626
50	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-59	-590	-550.1	-59	-590	1.0725	11	0.4269	42.692
60	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-63	-630	-590.1	-63	-630	1.0676	10	0.3899	38.99
70	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-68	-680	-640.1	-66	-660	1.0623	9	0.3527	35.265
80	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70	-700	-662.2	-68	-680	1.057	8	0.315	31.503
90	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70	-700	-662.2	-69	-690	1.057	7	0.2757	27.565
100	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70.5	-705	-667.2	-70	-700	1.0566	6	0.2364	23.637
110	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71	-710	-672.2	-71	-710	1.0562	5	0.1971	19.705
120	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71	-710	-674.3	-71	-710	1.0529	4	0.1581	15.814
130	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-71.5	-715	-679.3	-72	-720	1.0525	3	0.1186	11.865
140	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-72.5	-725	1.0521	2.5	0.0989	9.891
150	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-72	-720	-684.3	-72.5	-725	1.0521	2.5	0.0989	9.891
160	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72.5	-725	-687.2	-73	-730	1.055	2.5	0.0986	9.8641
170	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-72.5	-725	-687.2	-73	-730	1.055	2.5	0.0986	9.8641
180	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-73	-730	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
190	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73.5	-735	-695.1	-73.5	-735	1.0574	2.5	0.0984	9.8415
200	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73.5	-735	1.057	2.5	0.0985	9.8453
210	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-73.5	-735	1.057	2.5	0.0985	9.8453
220	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-73.5	-735	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
230	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-74	-740	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
240	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-74	-740	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
250	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-74	-740	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
260	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74	-740	-695.4	-74	-740	1.0641	2.5	0.0978	9.7797
270	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74.5	-745	-700.4	-74	-740	1.0636	2.5	0.0978	9.7839
280	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-74.5	-745	-700.4	-74	-740	1.0636	2.5	0.0978	9.7839
290	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74.5	-745	-697.9	-74	-740	1.0675	2.5	0.0975	9.7481
300	2800	0.0001	24.024	37	62.82	47.119	-74.5	-745	-697.9	-74	-740	1.0675	2.5	0.0975	9.7481

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-55 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-23	-230	-198.2	-23	-230	1.1605	21	0.7532	75.323
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-35	-350	-314.3	-37	-370	1.1134	19	0.7103	71.032
30	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-45	-450	-410.1	-47	-470	1.0973	15	0.569	56.903
40	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-50	-500	-460.1	-54	-540	1.0867	13	0.498	49.796
50	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-56	-560	-520.1	-59	-590	1.0767	11	0.4253	42.526
60	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-60	-600	-562.2	-63	-630	1.0672	9	0.351	35.104
70	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-65	-650	-612.2	-66	-660	1.0617	8	0.3137	31.365
80	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-68	-680	-642.2	-68	-680	1.0588	7	0.2752	27.519
90	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-69	-690	1.0537	6	0.237	23.703
100	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-70	-700	1.0537	5	0.1975	19.753
110	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70.5	-705	-667.2	-71	-710	1.0566	4	0.1576	15.758
120	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71	-710	-672.2	-72	-720	1.0562	3	0.1182	11.823
130	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71	-710	-672.2	-72.5	-725	1.0562	2.5	0.0985	9.8527
140	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71.5	-715	-675.1	-73	-730	1.0591	2.5	0.0983	9.8257
150	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71.5	-715	-675.1	-73.5	-735	1.0591	2.5	0.0983	9.8257
160	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-73.5	-735	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
170	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-73.5	-735	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
180	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-73.5	-735	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
190	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-73.5	-735	1.0623	2.5	0.098	9.796
200	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-73.5	-735	1.0623	2.5	0.098	9.796
210	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-72	-720	-677.8	-73.5	-735	1.0623	2.5	0.098	9.796
220	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73.5	-735	1.066	2.5	0.0976	9.7623
230	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73.5	-735	1.066	2.5	0.0976	9.7623
240	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73.5	-735	1.066	2.5	0.0976	9.7623
250	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73.5	-735	1.066	2.5	0.0976	9.7623
260	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73.5	-735	1.066	2.5	0.0976	9.7623
270	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73.5	-735	1.066	2.5	0.0976	9.7623
280	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73.5	-735	1.066	2.5	0.0976	9.7623
290	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73.5	-735	1.066	2.5	0.0976	9.7623
300	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-72	-720	-675.4	-73.5	-735	1.066	2.5	0.0976	9.7623

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-56 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส

t (s)	N (RPM)	V _a (m ³)	S _{th} (m ³ /h)	T _w (°C)	P _v (cmHg)	P _v (Torr)	P _a (cmHg)	P _a (Torr)	P _t (Torr)	P _c (cmHg)	P _c (Torr)	α	S _a (m ³ /h)	η _v (%)	η _v (%)
0	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	0	0	23.747	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-20	-200	-168.2	-21	-210	1.1891	21	0.7351	73.51
20	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-35	-350	-310.1	-36	-360	1.1286	18	0.6639	66.386
30	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-45	-450	-410.1	-46	-460	1.0973	15	0.569	56.903
40	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-50	-500	-460.1	-53	-530	1.0867	13	0.498	49.796
50	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-55	-550	-510.1	-59	-590	1.0782	11	0.4247	42.467
60	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-60	-600	-560.1	-62	-620	1.0712	10	0.3886	38.858
70	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-63	-630	-590.1	-66	-660	1.0676	9	0.3509	35.091
80	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-68	-680	-640.1	-67	-670	1.0623	6	0.2351	23.51
90	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70	-700	-660.1	-68	-680	1.0604	5	0.1963	19.627
100	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70	-700	-660.1	-69	-690	1.0604	4	0.157	15.701
110	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70.5	-705	-665.1	-71	-710	1.06	3	0.1178	11.781
120	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70.5	-705	-665.1	-72	-720	1.06	2.5	0.0982	9.8175
130	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71	-710	-670.1	-72	-720	1.0595	2.5	0.0982	9.8216
140	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71.5	-715	-675.1	-72	-720	1.0591	2.5	0.0983	9.8257
150	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72.5	-725	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
160	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72.5	-725	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
170	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-72.5	-725	1.0586	2.5	0.0983	9.8297
180	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72.5	-725	-685.1	-73	-730	1.0582	2.5	0.0983	9.8337
190	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-73	-730	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
200	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73	-730	-687.8	-73	-730	1.0614	2.5	0.098	9.8044
210	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-73	-730	-687.8	-73.5	-735	1.0614	2.5	0.098	9.8044
220	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73	-730	-685.4	-73.5	-735	1.065	2.5	0.0977	9.7711
230	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73.5	-735	-690.4	-73.5	-735	1.0645	2.5	0.0978	9.7755
240	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73.5	-735	-690.4	-73.5	-735	1.0645	2.5	0.0978	9.7755
250	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73.5	-735	-690.4	-73.5	-735	1.0645	2.5	0.0978	9.7755
260	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73.5	-735	-690.4	-73.5	-735	1.0645	2.5	0.0978	9.7755
270	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73.5	-735	-690.4	-73.5	-735	1.0645	2.5	0.0978	9.7755
280	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73.5	-735	-690.4	-73.5	-735	1.0645	2.5	0.0978	9.7755
290	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73.5	-735	-690.4	-73.5	-735	1.0645	2.5	0.0978	9.7755
300	2800	0.0001	24.024	36	59.4	44.554	-73.5	-735	-690.4	-73.5	-735	1.0645	2.5	0.0978	9.7755

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-57 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-25	-250	-224.8	-25	-250	1.1121	22	0.8234	82.344
20	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-35	-350	-324.8	-39	-390	1.0776	19	0.7339	73.393
30	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-45	-450	-424.8	-49	-490	1.0593	15	0.5894	58.941
40	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-53	-530	-504.8	-56	-560	1.0499	13	0.5154	51.539
50	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-57	-570	-544.8	-61	-610	1.0463	10	0.3978	39.785
60	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-62	-620	-593.2	-65	-650	1.0451	9	0.3585	35.845
70	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-65	-650	-623.2	-67	-670	1.043	8	0.3193	31.929
80	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-68	-680	-651.7	-69	-690	1.0435	7	0.2792	27.923
90	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-70	-700	-671.7	-71	-710	1.0422	6	0.2396	23.964
100	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-70	-700	-671.7	-72	-720	1.0422	5	0.1997	19.97
110	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-70.5	-705	-676.7	-72.5	-725	1.0419	4	0.1598	15.981
120	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70.5	-705	-674.9	-73	-730	1.0446	3	0.1195	11.955
130	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71	-710	-679.9	-73.5	-735	1.0442	2.5	0.0997	9.9655
140	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71	-710	-679.9	-74	-740	1.0442	2.5	0.0997	9.9655
150	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71.5	-715	-684.9	-74	-740	1.0439	2.5	0.0997	9.9686
160	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71.5	-715	-684.9	-74	-740	1.0439	2.5	0.0997	9.9686
170	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-74	-740	1.0436	2.5	0.0997	9.9716
180	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-74	-740	1.0436	2.5	0.0997	9.9716
190	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72.5	-725	-694.9	-74	-740	1.0433	2.5	0.0997	9.9746
200	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-74.5	-745	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
210	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73.5	-735	-703.2	-75	-750	1.0452	2.5	0.0996	9.9559
220	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-75	-750	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
230	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-75	-750	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
240	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75	-750	-716.3	-75	-750	1.047	2.5	0.0994	9.9393
250	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
260	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
270	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
300	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-58 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-25	-250	-218.2	-24	-240	1.1458	21	0.7629	76.29
20	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-39	-390	-354.3	-36	-360	1.1006	19	0.7186	71.858
30	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-49	-490	-454.3	-42	-420	1.0785	15	0.5789	57.895
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-53	-530	-494.3	-55	-550	1.0721	13	0.5047	50.473
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-55	-550	-514.3	-60	-600	1.0693	11	0.4282	42.82
60	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-60	-600	-566.3	-63	-630	1.0594	10	0.3929	39.29
70	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-63	-630	-598.2	-66	-660	1.0532	9	0.3557	35.571
80	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-66	-660	-629.9	-67	-670	1.0477	8	0.3178	31.783
90	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-69	-690	-659.9	-69	-690	1.0456	7	0.2787	27.868
100	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70	-700	-669.9	-70	-700	1.0449	6	0.239	23.902
110	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70	-700	-669.9	-71	-710	1.0449	5	0.1992	19.918
120	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70	-700	-669.9	-72	-720	1.0449	4	0.1593	15.935
130	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70.5	-705	-674.9	-72.5	-725	1.0446	3	0.1195	11.955
140	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71	-710	-679.9	-73	-730	1.0442	2.5	0.0997	9.9655
150	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71.5	-715	-684.9	-73.5	-735	1.0439	2.5	0.0997	9.9686
160	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-74	-740	1.0436	2.5	0.0997	9.9716
170	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-74	-740	1.0436	2.5	0.0997	9.9716
180	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72.5	-725	-694.9	-74	-740	1.0433	2.5	0.0997	9.9746
190	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-73	-730	-699.9	-74	-740	1.043	2.5	0.0998	9.9776
200	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-73.5	-735	-704.9	-74	-740	1.0427	2.5	0.0998	9.9805
210	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-74	-740	-709.9	-74	-740	1.0424	2.5	0.0998	9.9833
220	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-74	-740	-709.9	-74	-740	1.0424	2.5	0.0998	9.9833
230	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-74	-740	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
240	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-74	-740	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
250	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-74	-740	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
260	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74.5	-745	-711.3	-74	-740	1.0473	2.5	0.0994	9.9362
270	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74.5	-745	-711.3	-74.5	-745	1.0473	2.5	0.0994	9.9362
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74.5	-745	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74.5	-745	1.0503	2.5	0.0991	9.9083
300	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74.5	-745	-709.3	-74.5	-745	1.0503	2.5	0.0991	9.9083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-59 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-25	-250	-221.7	-24	-240	1.1278	21	0.775	77.504
20	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-40	-400	-368.2	-40	-400	1.0864	17	0.6514	65.135
30	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-46	-460	-424.3	-48	-480	1.084	15	0.576	57.599
40	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-55	-550	-514.3	-56	-560	1.0693	13	0.5061	50.605
50	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-60	-600	-564.3	-60	-600	1.0632	11	0.4307	43.067
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-63	-630	-594.3	-64	-640	1.06	9	0.3534	35.343
70	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-68	-680	-646.3	-65	-650	1.0521	8	0.3165	31.652
80	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-70	-700	-666.3	-67	-670	1.0505	7	0.2774	27.737
90	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-70	-700	1.0476	6	0.2384	23.84
100	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-70	-700	-668.2	-71	-710	1.0476	5	0.1987	19.867
110	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-70.5	-705	-674.9	-72	-720	1.0446	4	0.1594	15.94
120	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71	-710	-679.9	-72.5	-725	1.0442	3	0.1196	11.959
130	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71	-710	-679.9	-73	-730	1.0442	2.5	0.0997	9.9655
140	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-71.5	-715	-684.9	-73.5	-735	1.0439	2.5	0.0997	9.9686
150	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72	-720	-689.9	-74	-740	1.0436	2.5	0.0997	9.9716
160	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72.5	-725	-694.9	-74	-740	1.0433	2.5	0.0997	9.9746
170	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-73	-730	-699.9	-74	-740	1.043	2.5	0.0998	9.9776
180	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-72.5	-725	-694.9	-74	-740	1.0433	2.5	0.0997	9.9746
190	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73	-730	-698.2	-74	-740	1.0456	2.5	0.0995	9.9528
200	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-73.5	-735	-703.2	-74	-740	1.0452	2.5	0.0996	9.9559
210	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-74	-740	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
220	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-74	-740	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
230	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74.5	-745	-713.2	-74	-740	1.0446	2.5	0.0996	9.9619
240	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75	-750	-716.3	-74	-740	1.047	2.5	0.0994	9.9393
250	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75	-750	-716.3	-74	-740	1.047	2.5	0.0994	9.9393
260	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75	-750	-716.3	-74	-740	1.047	2.5	0.0994	9.9393
270	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-75	-750	-716.3	-74	-740	1.047	2.5	0.0994	9.9393
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74	-740	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74	-740	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
300	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74	-740	1.0499	2.5	0.0991	9.9116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-60 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	20	23.37	17.529	0	0	17.529	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-23	-230	-199.9	-21	-210	1.1504	21	0.7598	75.983
20	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-35	-350	-319.9	-36	-360	1.094	18	0.6849	68.487
30	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-45	-450	-419.9	-45	-450	1.0716	15	0.5826	58.265
40	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-51	-510	-478.2	-52	-520	1.0665	13	0.5074	50.737
50	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-55	-550	-518.2	-58	-580	1.0614	11	0.4314	43.139
60	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-60	-600	-568.2	-62	-620	1.056	10	0.3942	39.418
70	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-65	-650	-618.2	-64	-640	1.0515	9	0.3563	35.629
80	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-69	-690	-656.3	-66	-660	1.0513	8	0.3168	31.676
90	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-70	-700	-666.3	-68	-680	1.0505	7	0.2774	27.737
100	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-70	-700	-666.3	-69	-690	1.0505	6	0.2377	23.774
110	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-70.5	-705	-671.3	-70	-700	1.0501	5	0.1982	19.819
120	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-71	-710	-676.3	-71	-710	1.0498	4	0.1586	15.861
130	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-71.5	-715	-681.3	-71.5	-715	1.0494	3	0.119	11.9
140	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-72	-720	-686.3	-72	-720	1.049	2.5	0.0992	9.9198
150	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-72.5	-725	-691.3	-72.5	-725	1.0487	2.5	0.0992	9.9232
160	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-72.5	-725	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
170	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-73	-730	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
180	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-73	-730	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
190	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73.5	-735	-701.3	-73	-730	1.048	2.5	0.0993	9.9298
200	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-73.5	-735	1.0476	2.5	0.0993	9.933
210	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-74	-740	1.0476	2.5	0.0993	9.933
220	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-74	-740	1.0476	2.5	0.0993	9.933
230	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-74	-740	1.0476	2.5	0.0993	9.933
240	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-74	-740	-704.3	-74	-740	1.0506	2.5	0.099	9.9049
250	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74	-740	-702.2	-74	-740	1.0538	2.5	0.0988	9.8751
260	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-74	-740	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
270	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-74	-740	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
280	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-74	-740	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
290	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-74	-740	1.0605	2.5	0.0981	9.8125
300	2800	0.0001	24.024	35	56.29	42.221	-74	-740	-697.8	-74	-740	1.0605	2.5	0.0981	9.8125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-61 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	23	28.08	21.062	-25	-250	-228.9	-25	-250	1.092	22	0.8386	83.86
20	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-40	-400	-369.9	-40	-400	1.0813	19	0.7314	73.141
30	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-50	-500	-466.3	-48	-480	1.0722	15	0.5823	58.235
40	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-55	-550	-516.3	-57	-570	1.0652	13	0.508	50.801
50	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-60	-600	-566.3	-61	-610	1.0594	11	0.4322	43.219
60	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-63	-630	-596.3	-66	-660	1.0564	10	0.394	39.401
70	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-65	-650	-614.3	-68	-680	1.058	9	0.3541	35.408
80	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-70	-700	-664.3	-69	-690	1.0537	8	0.316	31.604
90	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71	-710	-672.2	-71	-710	1.0562	7	0.2759	27.588
100	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-71.5	-715	-677.2	-72	-720	1.0558	6	0.2366	23.656
110	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-73	-730	1.0586	5	0.1966	19.659
120	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72.5	-725	-685.1	-73.5	-735	1.0582	4	0.1573	15.734
130	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-83	-830	-790.1	-74	-740	1.0505	3	0.1189	11.887
140	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-74	-740	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
150	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73.5	-735	-695.1	-74	-740	1.0574	2.5	0.0984	9.8415
160	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73.5	-735	-695.1	-74	-740	1.0574	2.5	0.0984	9.8415
170	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-74.5	-745	1.057	2.5	0.0985	9.8453
180	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-74.5	-745	1.057	2.5	0.0985	9.8453
190	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74.5	-745	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
200	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74.5	-745	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
210	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74.5	-745	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
220	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74.5	-745	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
230	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-75	-750	1.053	2.5	0.0988	9.8822
240	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-75	-750	1.053	2.5	0.0988	9.8822
250	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-75	-750	1.053	2.5	0.0988	9.8822
260	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-75	-750	1.053	2.5	0.0988	9.8822
270	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-75	-750	1.053	2.5	0.0988	9.8822
280	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-75	-750	1.053	2.5	0.0988	9.8822
290	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-75	-750	1.053	2.5	0.0988	9.8822
300	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-75	-750	-712.2	-75	-750	1.053	2.5	0.0988	9.8822

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-62 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 180 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-25	-250	-223.2	-24	-240	1.1199	21	0.7805	78.053
20	2800	0.0001	24.024	29	40.095	30.074	-40	-400	-369.9	-41	-410	1.0813	19	0.7314	73.141
30	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-49	-490	-458.2	-50	-500	1.0694	15	0.5838	58.384
40	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-55	-550	-516.3	-58	-580	1.0652	13	0.508	50.801
50	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-60	-600	-566.3	-62	-620	1.0594	11	0.4322	43.219
60	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-63	-630	-594.3	-65	-650	1.06	10	0.3927	39.27
70	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-65	-650	-614.3	-68	-680	1.058	9	0.3541	35.408
80	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-70	-700	-662.2	-69	-690	1.057	8	0.315	31.503
90	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70.5	-705	-665.1	-70	-700	1.06	7	0.2749	27.489
100	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70.5	-705	-665.1	-71	-710	1.06	6	0.2356	23.562
110	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-70.5	-705	-665.1	-71	-710	1.06	5	0.1963	19.635
120	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-71	-710	-670.1	-72	-720	1.0595	4	0.1571	15.715
130	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-72	-720	-680.1	-73	-730	1.0586	3	0.118	11.796
140	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-74	-740	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
150	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73	-730	-690.1	-74	-740	1.0578	2.5	0.0984	9.8376
160	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-73.5	-735	-695.1	-74	-740	1.0574	2.5	0.0984	9.8415
170	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-74	-740	1.057	2.5	0.0985	9.8453
180	2800	0.0001	24.024	34	53.18	39.888	-74	-740	-700.1	-74	-740	1.057	2.5	0.0985	9.8453
190	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74	-740	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
200	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74	-740	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
210	2800	0.0001	24.024	33	50.355	37.769	-74.5	-745	-707.2	-74	-740	1.0534	2.5	0.0988	9.8787
220	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74.5	-745	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
230	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74.5	-745	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
240	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-74.5	-745	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
250	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
260	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
270	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
280	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
290	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116
300	2800	0.0001	24.024	32	47.53	35.65	-75	-750	-714.3	-75	-750	1.0499	2.5	0.0991	9.9116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-63 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 160 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v	(%)
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	25	31.66	23.747	-25	-250	-226.3	-25	-250	1.105	21	0.7911	79.109
20	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-36	-360	-334.8	-49	-490	1.0753	19	0.7355	73.551
30	2800	0.0001	24.024	26	33.6	25.202	-45	-450	-424.8	-51	-510	1.0593	15	0.5894	58.941
40	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-50	-500	-473.2	-60	-600	1.0566	10	0.394	39.396
50	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-58	-580	-553.2	-63	-630	1.0484	9	0.3573	35.733
60	2800	0.0001	24.024	27	35.69	26.77	-65	-650	-623.2	-66	-660	1.043	8	0.3193	31.929
70	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-69	-690	-661.7	-68	-680	1.0428	7	0.2794	27.941
80	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-70	-700	-671.7	-70	-700	1.0422	6	0.2396	23.964
90	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-71	-710	-681.7	-71	-710	1.0416	5	0.1998	19.982
100	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-71	-710	-681.7	-72	-720	1.0416	4	0.1599	15.985
110	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-71	-710	-681.7	-72	-720	1.0416	3	0.1199	11.989
120	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-71.5	-715	-686.7	-72	-720	1.0413	2.5	0.0999	9.9938
130	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-72	-720	-691.7	-72.5	-725	1.041	2.5	0.1	9.9967
140	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-72	-720	-691.7	-73	-730	1.041	2.5	0.1	9.9967
150	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-72	-720	-691.7	-73	-730	1.041	2.5	0.1	9.9967
160	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-72.5	-725	-696.7	-74	-740	1.0407	2.5	0.1	9.9995
170	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-72.5	-725	-696.7	-74	-740	1.0407	2.5	0.1	9.9995
180	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-73	-730	-701.7	-74	-740	1.0404	2.5	0.1	10.002
190	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-73	-730	-701.7	-74	-740	1.0404	2.5	0.1	10.002
200	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-73.5	-735	-706.7	-74	-740	1.0401	2.5	0.1001	10.005
210	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-73.5	-735	-706.7	-74	-740	1.0401	2.5	0.1001	10.005
220	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-74	-740	-711.7	-74	-740	1.0398	2.5	0.1001	10.008
230	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-74	-740	-711.7	-74	-740	1.0398	2.5	0.1001	10.008
240	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-74	-740	-711.7	-74	-740	1.0398	2.5	0.1001	10.008
250	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-74	-740	-711.7	-74	-740	1.0398	2.5	0.1001	10.008
260	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-74	-740	-711.7	-74	-740	1.0398	2.5	0.1001	10.008
270	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-74	-740	-711.7	-74	-740	1.0398	2.5	0.1001	10.008
280	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-74	-740	-711.7	-74	-740	1.0398	2.5	0.1001	10.008
290	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-74	-740	1.0449	2.5	0.0996	9.9589
300	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-74	-740	-708.2	-74	-740	1.0449	2.5	0.0996	9.9589

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-64 ผลการทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ
ที่ ขนาดท่อ 1¼ นิ้ว, อัตราการไหลน้ำ 140 ลิตรต่อชั่วโมง, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส

t	N	V _a	S _{th}	T _w	P _v	P _v	P _a	P _a	P _t	P _c	P _c	α	S _a	η _v (%)	
(s)	(RPM)	(m ³)	(m ³ /h)	(°C)	(cmHg)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)	(Torr)	(cmHg)	(Torr)		(m ³ /h)		
0	2800	0.0001	24.024	15	17.04	12.781	0	0	12.781	0	0	0	0	0	0
10	2800	0.0001	24.024	28	37.78	28.337	-21	-210	-181.7	-20	-200	1.156	21	0.7562	75.617
20	2800	0.0001	24.024	30	42.41	31.81	-35	-350	-318.2	-40	-400	1.1	19	0.719	71.9
30	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-45	-450	-416.3	-45	-450	1.0808	15	0.5777	57.768
40	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-52	-520	-486.3	-55	-550	1.0692	13	0.5061	50.61
50	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-60	-600	-566.3	-60	-600	1.0594	10	0.3929	39.29
60	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-62	-620	-586.3	-64	-640	1.0574	9	0.3543	35.429
70	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-64	-640	-606.3	-66	-660	1.0555	8	0.3155	31.549
80	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-68	-680	-646.3	-68	-680	1.0521	7	0.277	27.695
90	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-70	-700	-666.3	-70	-700	1.0505	6	0.2377	23.774
100	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-71	-710	-676.3	-71	-710	1.0498	5	0.1983	19.826
110	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-71	-710	-676.3	-71	-710	1.0498	4	0.1586	15.861
120	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-71.5	-715	-681.3	-71.5	-715	1.0494	3	0.119	11.9
130	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-71.5	-715	-681.3	-72	-720	1.0494	2.5	0.0992	9.9164
140	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-72	-720	-686.3	-72	-720	1.049	2.5	0.0992	9.9198
150	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-72.5	-725	-691.3	-72.5	-725	1.0487	2.5	0.0992	9.9232
160	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-73	-730	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
170	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-73	-730	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
180	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-73	-730	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
190	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-73.5	-735	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
200	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-74	-740	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
210	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-74	-740	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
220	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-74	-740	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
230	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-73	-730	-696.3	-74	-740	1.0483	2.5	0.0993	9.9265
240	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-74	-740	1.0476	2.5	0.0993	9.933
250	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-74	-740	1.0476	2.5	0.0993	9.933
260	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-74	-740	1.0476	2.5	0.0993	9.933
270	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-74	-740	1.0476	2.5	0.0993	9.933
280	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-74	-740	1.0476	2.5	0.0993	9.933
290	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-74	-740	1.0476	2.5	0.0993	9.933
300	2800	0.0001	24.024	31	44.87	33.655	-74	-740	-706.3	-74	-740	1.0476	2.5	0.0993	9.933

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของปั๊มสุญญากาศ

Study on variables affecting on the operation of the vacuum pump

นายรักกุล ศรีสุนทร 54011065, นายวุฒิลักษณ์ พ่วงศรี 54011233 และนายอิทธิวัฒน์ ดวงสุธี 54011557

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

(ผศ. มณฑล ใจกุล)

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปั๊มสุญญากาศมีการใช้ในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย โครงการนี้ศึกษาถึงตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการทำงานของปั๊มสุญญากาศ ชนิด Liquid Ring โดยตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบคือ 1.อัตราการไหลของน้ำเย็นในระบบที่ 140 ลิตร/ชั่วโมง, 160 ลิตร/ชั่วโมง, 180 ลิตร/ชั่วโมง, 200 ลิตร/ชั่วโมง 2.ขนาดของท่อฝั่ง Suction ที่ ½ นิ้ว, ¾ นิ้ว, 1 นิ้ว, 1¼ นิ้ว และ 3.อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นในระบบ 15 องศาเซลเซียส, 20 องศาเซลเซียส, 25 องศาเซลเซียส, 30 องศาเซลเซียส เป็นการทดสอบเพื่อหาความดันในห้องสุญญากาศ และคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบ โดยทดสอบจากชุดทดสอบที่สร้างขึ้น ผลการทดสอบปรากฏว่า ที่อัตราการไหลของน้ำเย็นในระบบ 200 ลิตรต่อชั่วโมง, ท่อฝั่ง Suction ขนาด 1,1¼ นิ้ว และอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 15 องศาเซลเซียส สามารถสร้างแรงดูดในห้องสุญญากาศสูงสุดที่ -750 มิลลิเมตรปรอท และที่อัตราการไหลของน้ำเย็นในระบบ 200 ลิตรต่ออนาที, ท่อฝั่ง Suction ขนาด ½ นิ้ว และอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 15 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงสุดที่ 85.91 เปอร์เซ็นต์

คำหลัก: ปั๊มสุญญากาศ, Liquid Ring, ตัวแปร, ความดัน, ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

Abstract

Today, vacuum pumps are widely used in industry. This project is to study on variables affecting on the operation of the liquid ring vacuum pump. Variables used in this experiment are 1.flow rate of cold water at 200 liters/hour, 180 liters/hour, 160 liters/hour, and 140 liters/hour 2.suction pipe size ½ inch, ¾ inch, 1 inch, and 1¼ inch and 3. Initial temperature of service water at 15 degree Celsius, 20 degree Celsius, 25 degree Celsius and 30 degree Celsius. The testing apparatus for liquid ring vacuum pump was designed and tested at setting time to find pressure in vacuum chamber and vacuum pump volumetric efficiency. The result show that the lowest pressure in vacuum chamber at -750 mmHg is achieved at 200 liter/hour of cooling water flow rate 1,1¼ inch suction pipe size, and 15 degree Celsius cooling water temperature, and highest volumetric efficiency at 85.91 % is achieved at 200 liter/hour of cooling water flow rate, ½ inch suction pipe size, and 15 degree Celsius cooling water temperature.

Keywords: vacuum pump, Liquid ring, variables, pressure, volumetric efficiency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

Vacuum Pump หรือ ปั๊มสุญญากาศ เป็นปั๊มชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ ในการสร้างสภาวะสุญญากาศ ทั้งด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น โดยปั๊มสุญญากาศที่น่าสนใจคือ Liquid Ring Vacuum Pump เนื่องจากเป็นปั๊มสุญญากาศที่มีจุดเด่นคือ มีความทนทานสูง มีการสั่นของระบบการทำงานที่น้อยกว่าปั๊มสุญญากาศประเภทอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับงานหลายรูปแบบ แต่ในปัจจุบัน การใช้งานปั๊มสุญญากาศมีการติดตั้งส่วนเสริมเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน จึงส่งผลให้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระบบมีจำนวนมากตามไปด้วย และผู้ใช้งานปั๊มสุญญากาศบางรายยังขาดการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของปั๊มสุญญากาศ ทำให้การตั้งค่าตัวแปรในระบบส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบไม่ดีเท่าที่ควร โครงการนี้จึงทำการศึกษาค่าตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของระบบปั๊มสุญญากาศ โดยการทดสอบเปรียบเทียบค่าตัวแปรที่ค่าต่างๆที่มีผลต่อการทำงานของระบบและคำนวณประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบ เพื่อเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการใช้งานระบบปั๊มสุญญากาศชนิด Liquid Ring ในงานอุตสาหกรรมให้ดียิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของระบบปั๊มสุญญากาศชนิด Liquid Ring
- 2.2 เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการทำงานของระบบปั๊มสุญญากาศ
- 2.3 เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการทำงานของระบบปั๊มสุญญากาศ

3. ขอบเขตการศึกษา

- 3.1 ปั๊มสุญญากาศที่ใช้ในการศึกษาเป็นชนิด Liquid Ring
- 3.2 ตัวแปรที่ทำการศึกษาประกอบด้วย 1) อัตราการไหล น้ำเย็น, 2) ขนาดท่อฝั่ง Suction และ 3) อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำในระบบ
- 3.3 กำหนดให้ศึกษาที่อุณหภูมิแวดล้อมคงที่ 30 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ

3.4 กำหนดให้ทำการทดสอบในระบบน้ำแบบปิด

3.5 การทดสอบจะเก็บค่าโดยใช้เครื่องมือวัดและนำค่าที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของปั๊มสุญญากาศ

4. ทฤษฎีพื้นฐานของปั๊มสุญญากาศ

4.1 หลักการทำงานของปั๊มสุญญากาศ

ปั๊มสุญญากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสภาวะสุญญากาศภายในปริมาตรปิด โดยการลดความดันแก๊สในปริมาตรปิด ซึ่งเป็นผลการลดความหนาแน่นของแก๊ส โดยการนำอนุภาคของแก๊สออกจากปริมาตรปิด ทำให้เกิดสภาวะสุญญากาศภายในปริมาตรปิด

4.2 ปั๊มสุญญากาศแบ่งตามการทำงานได้ 3 ประเภท ได้แก่

- 1) Positive displacement pump: ใช้หลักการสร้างช่องว่าง ปลดปล่อยแก๊สไหลเข้ามาช่องทางเข้า ปิดทางเข้าและปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอก
- 2) Momentum transfer pump หรือ molecular pump: ใช้ลำเจ็ทความเร็วสูงของของไหลอัดแน่น หรือไอพัดที่หมุนด้วยความเร็วสูงในการส่งให้อนุภาคแก๊สออกจากปั๊มสุญญากาศ
- 3) Entrapment Pump: ใช้หลักการจับอนุภาคของแก๊สในรูปของของแข็ง หรือใช้การดูดซับโมเลกุลแก๊สผ่านตัวดักจับ

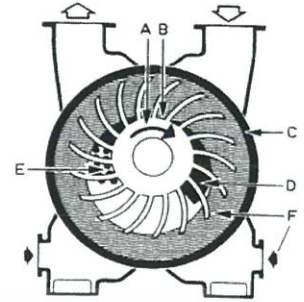
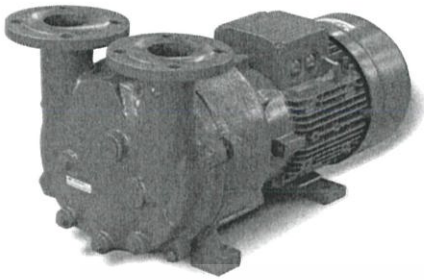
4.3 ปั๊มสุญญากาศชนิด Liquid Ring Vacuum Pump

Liquid ring pump เป็นปั๊มชนิด positive displacement แบบหมุน โดยทั่วไปใช้เป็นปั๊มสร้างสภาวะสุญญากาศ แต่ก็สามารถใช้งานเป็นปั๊มอัดอากาศได้เช่นกัน มีลักษณะการทำงานคล้าย rotary vane pump แต่แตกต่างกันที่ช่องว่างภายในปั๊มเกิดจากช่องว่างระหว่างใบพัดและวงแหวนของของไหลเพื่อสร้างห้องดูดอากาศ ปั๊มประเภทนี้ออกแบบโดยอาศัยหลักแรงเสียดทานต่ำ โดยมีใบพัดเป็นส่วนเดียวที่เคลื่อนไหว แรงเสียดทานจะเกิดเพียงตำแหน่งเดียวที่แกนเพลลา ส่งผลให้มีการสั่นสะเทือนต่ำ โดยทั่วไปปั๊มแบบ liquid ring มีต้น

กำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A Impeller
B Impeller hub
C Casing
D Intake port
E Discharge port
F Working liquid

รูปที่ 1 ลักษณะปั๊มสุญญากาศและส่วนประกอบภายใน

Liquid ring pump มีหลักการทำงานคือ อนุภาคของแก๊สจะถูกอัดภายในช่องว่างระหว่างใบพัดซึ่งจะเยื้องจากศูนย์กลางของตัวปั๊มที่เป็นทรงกระบอก ของเหลวที่ใช้งาน (โดยทั่วไปใช้น้ำ) จะถูกส่งเข้าสู่ตัวปั๊ม และเนื่องจากการหมุนของใบพัดที่สร้างแรงเหวี่ยงทำให้ของเหลวเกิดเป็นรูปทรงวงแหวนในตัวปั๊ม ตัววงแหวนของเหลวนี้จะทำให้ช่องว่างระหว่างใบพัดที่ตั้งเยื้องศูนย์กลางกลายเป็นที่ว่างปิดและทำหน้าที่เป็นห้องอัดอนุภาคของแก๊สที่ไหลเข้ามาทางท่อทางเข้า แก๊สที่ไหลเข้ามาจะถูกจับไว้ในห้องอัดที่เกิดจากช่องว่างระหว่างใบพัดและวงแหวนของเหลว เมื่อใบพัดหมุนไปทำให้ปริมาตรลดลงแก๊สจะถูกบีบอัดและส่งออกไปยังบรรยากาศภายนอกที่ท่อทางออก

$$P_t = P_a + P_v \tag{2}$$

เมื่อ P_t คือ ความดันรวมในตัวปั๊ม [Torr]
 P_a คือ ความดันอากาศทางเข้าปั๊ม [Torr]
 P_v คือ ความดันไอของน้ำทางเข้าปั๊ม [Torr]

5.3 Reducing Factor [4] ค่าตัวคูณลด อันเนื่องมาจากสัดส่วนของความดันอากาศที่เข้าจริงภายในปั๊มต่อผลรวมความดันภายในปั๊ม

$$\alpha = \frac{P_t - P_v}{P_t} = \frac{P_a}{P_t} \tag{3}$$

เมื่อ α คือ Reducing Factor

5. สมการที่เกี่ยวข้องในการคำนวณ

5.1 Theoretical Capacity [4] อัตราการดูดอากาศที่ปั๊มสุญญากาศสามารถทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยอัตราการดูดนี้ ถือว่าอัตราการดูดสูงสุดตามทฤษฎี

$$\dot{S}_{th} = V_a \times N \tag{1}$$

เมื่อ \dot{S}_{th} คือ อัตราการดูดทางทฤษฎี [m^3/min]
 V_a คือ ปริมาตรรวมระหว่างใบพัด [m^3]
 N คือ ความเร็วรอบของปั๊ม [rpm]

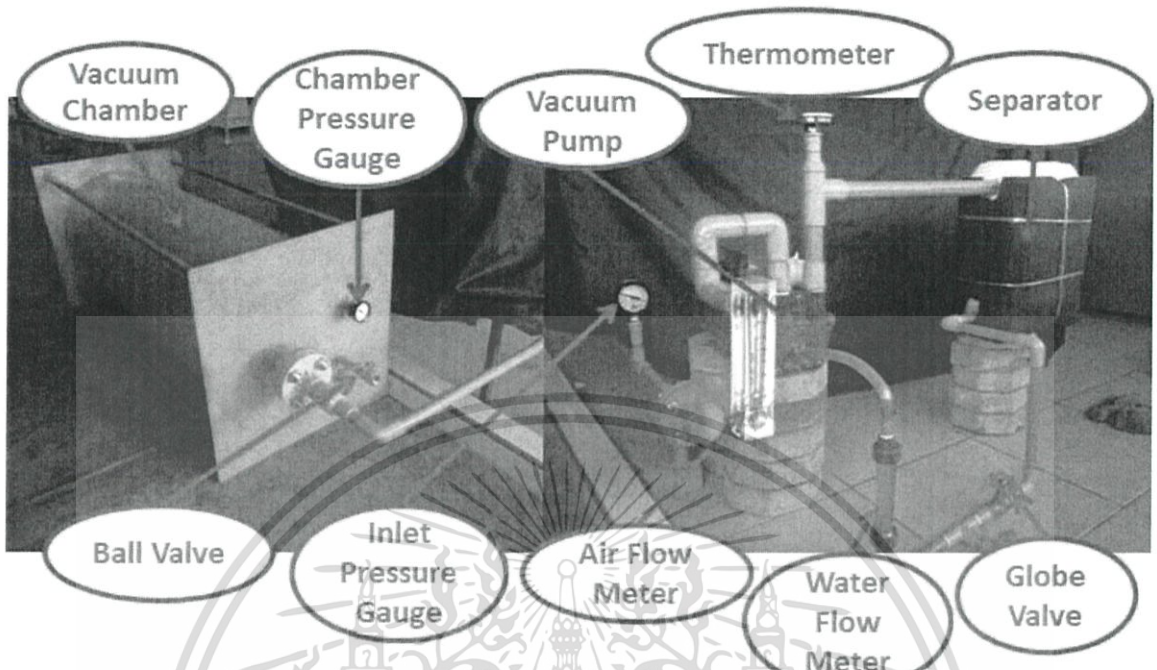
5.2 Dalton's Gas Law [6] ความดันรวมทั้งหมดภายในปั๊มสุญญากาศ เป็นผลรวมระหว่างความดันอากาศและความดันไอน้ำภายในตัวปั๊มสุญญากาศขณะทำงาน

5.4 Volumetric Efficiency [4] ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร หรืออัตราส่วนความสามารถในการดูดอากาศจริงต่ออัตราการดูดอากาศทางทฤษฎี มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\eta_v = \frac{\dot{S}_A}{\alpha \times \dot{S}_{th}} \tag{4}$$

เมื่อ η_v คือ ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร
 \dot{S}_A คือ อัตราการดูดอากาศจริง [m^3/min]

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของชุดทดสอบ

6. การทดลอง

6.1 ตัวแปรในการทดสอบ

6.1.1 ตัวแปรต้น

- อัตราการไหลของน้ำเย็น
- ขนาดของท่อ Suction
- อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำในระบบ

6.1.2 ตัวแปรตาม

- ความดันที่ตำแหน่งต่างๆของระบบ
- ความดันในห้องสุญญากาศ
- อัตราการดูดอากาศของปั๊มสุญญากาศ
- ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบ
- เวลาในการดูดอากาศ
- อุณหภูมิขณะปั๊มทำงาน

6.1.3 ตัวแปรควบคุม

- ชนิดของปั๊มสุญญากาศ
- รอบการทำงาน
- ความดันบรรยากาศ

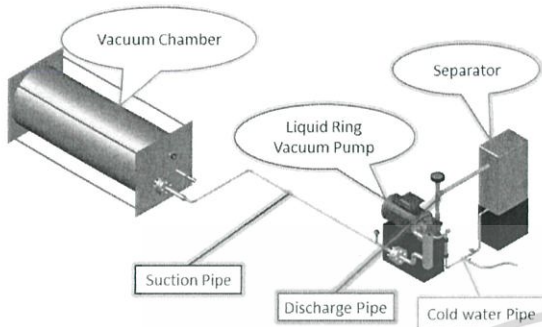
- **อุณหภูมิบรรยากาศ** สารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- 1.ชุดปั๊มสุญญากาศชนิด Liquid Ring
- 2.ห้องพักน้ำ (Separator)
- 3.ห้องสุญญากาศ (Vacuum Chamber)
- 4.อุปกรณ์วัดอัตราการไหลน้ำ (Water Flow Meter)
- 5.อุปกรณ์วัดอัตราการไหลอากาศ (Air Flow Meter)
- 6.มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge)
- 7.เทอร์มิเมตร (Thermometer)
- 8.วาล์วควบคุมอัตราการไหลน้ำ (Globe Valve)
- 9.ท่อและข้อต่อชนิดต่างๆ (Tube & Joint)

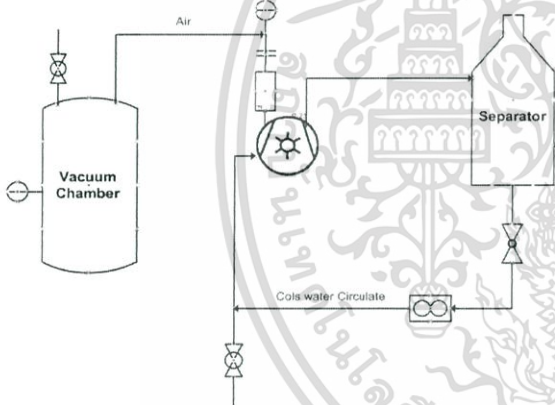
6.3 ชุดทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ



รูปที่ 3 ภาพชุดทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

6.4 วิธีการทดสอบ

- 1) ติดตั้งชุดทดสอบให้พร้อม โดยยังไม่เริ่มเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ ให้ท่อฝั่ง Suction เป็นขนาดที่ต้องการ
- 2) เตรียมน้ำให้มีอุณหภูมิที่ต้องการศึกษา แล้วใส่เข้าไปในระบบปั๊มทางด้านถึง Separator
- 3) เริ่มเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ โดยเปิดทางเข้าท่อน้ำเย็นตามอัตราการไหลที่ต้องการศึกษา
- 4) ทำการบันทึกค่าต่างๆ จากเครื่องมือวัดทุก 10 วินาที ต่อเนื่องเป็นเวลา 5 นาที โดยบันทึกค่าดังต่อไปนี้
 - 4.1) อุณหภูมิภายในปั๊มสุญญากาศ
 - 4.2) ความดันอากาศ ณ ทางเข้าปั๊ม
 - 4.3) ความดันอากาศภายในห้องสุญญากาศ
 - 4.4) อัตราการดูดอากาศ ณ ทางเข้าปั๊ม
- 5) เปลี่ยนขนาดท่อฝั่ง Suction, อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น, อัตราการไหลของน้ำเย็น และทำข้อ 1) - 4) ซ้ำ จนครบค่าตัวแปรที่ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

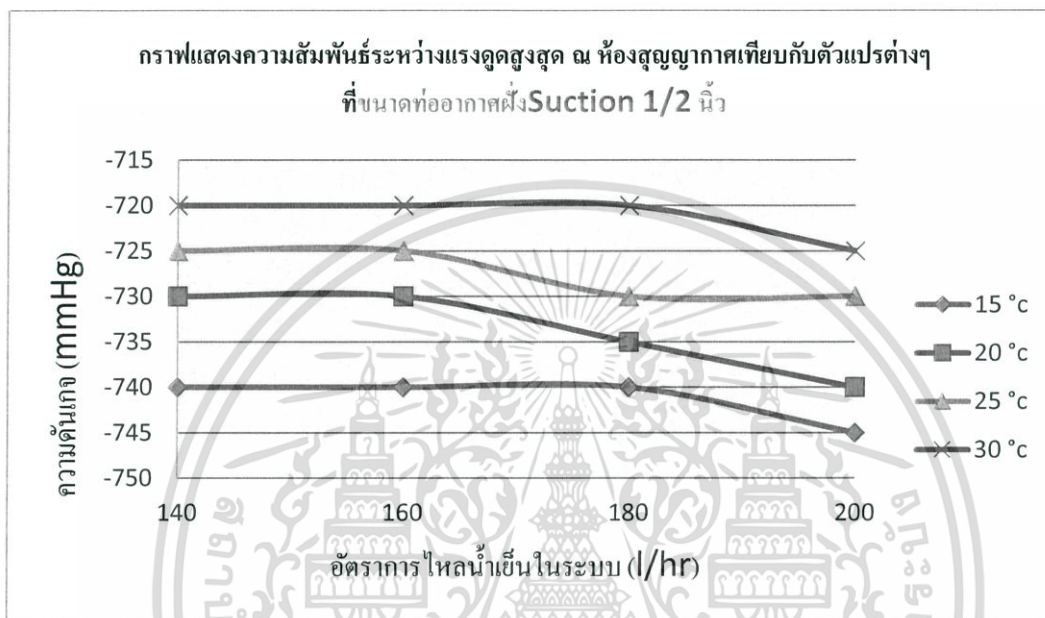


รูปที่ 4 วงจรชุดทดสอบระบบปั๊มสุญญากาศ

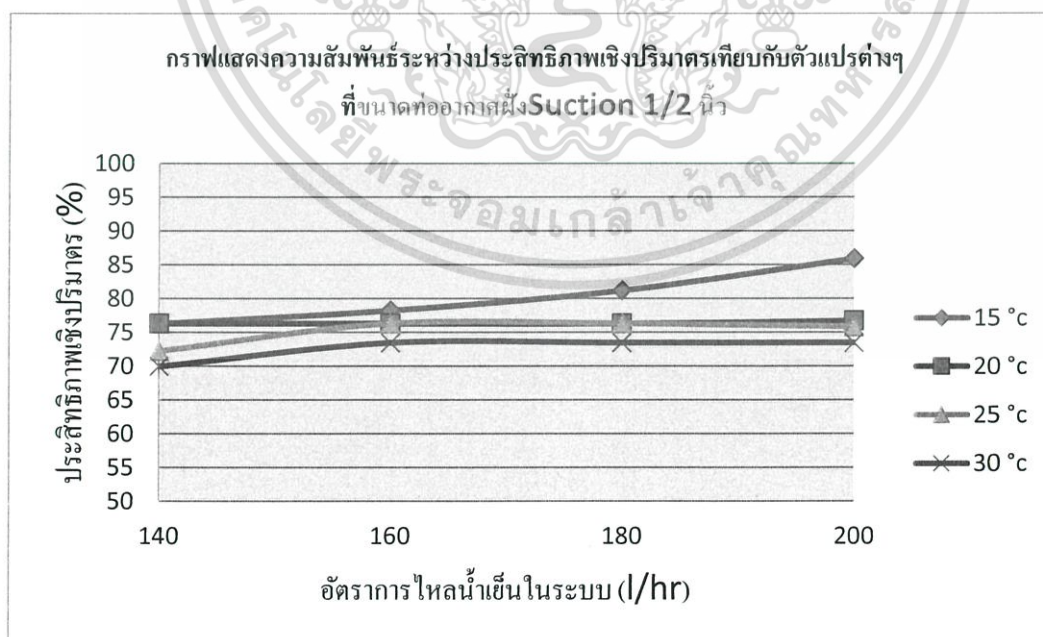
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ผลการทดลอง

7.1 กราฟแสดงผลการทดลอง

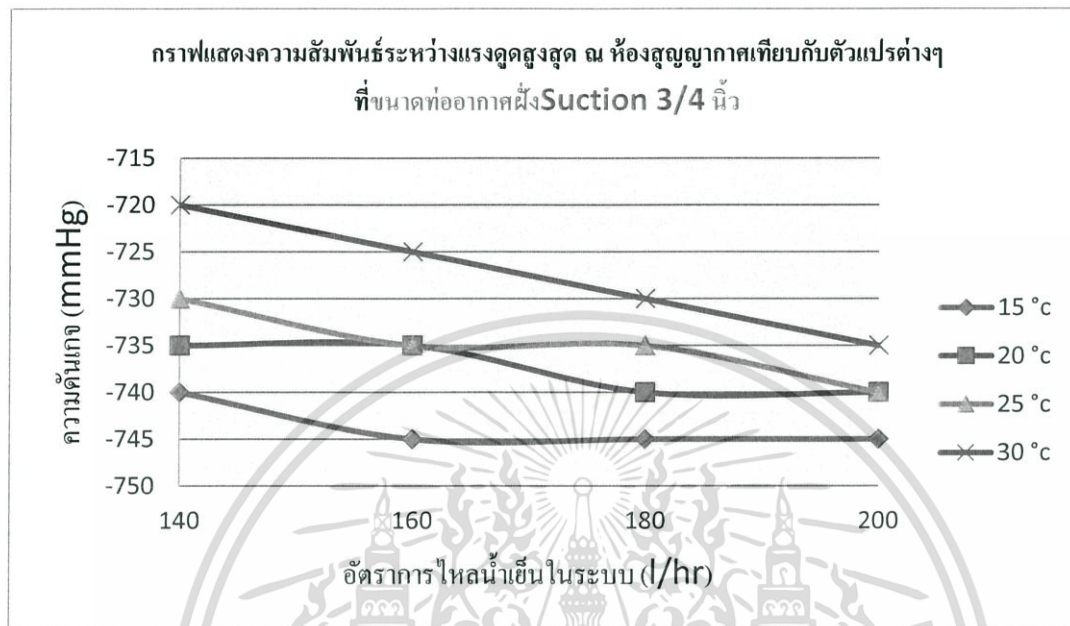


รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสูญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1/2 นิ้ว

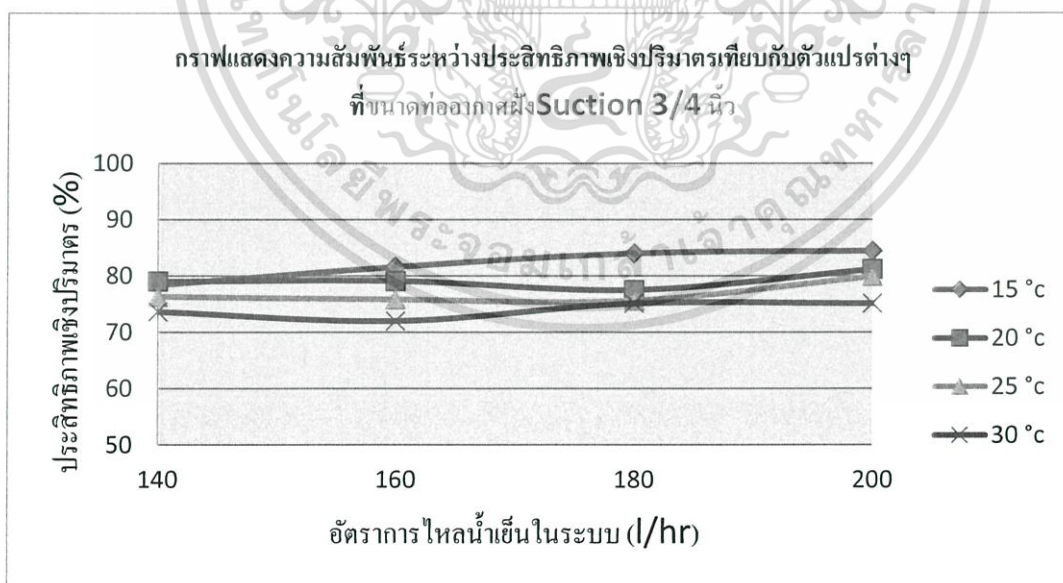


รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1/2 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

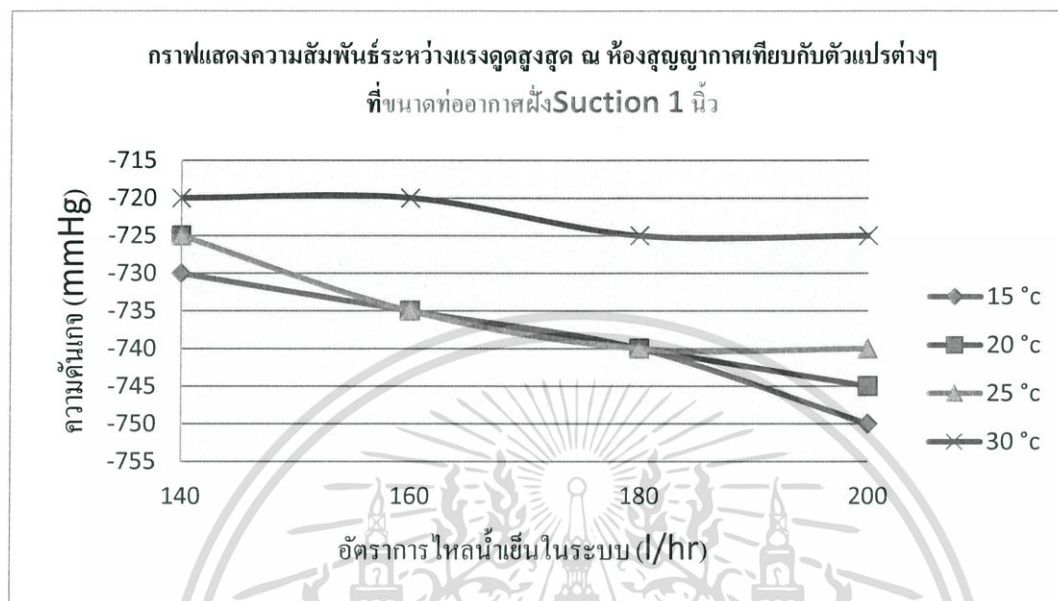


รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่งSuction ¾ นิ้ว

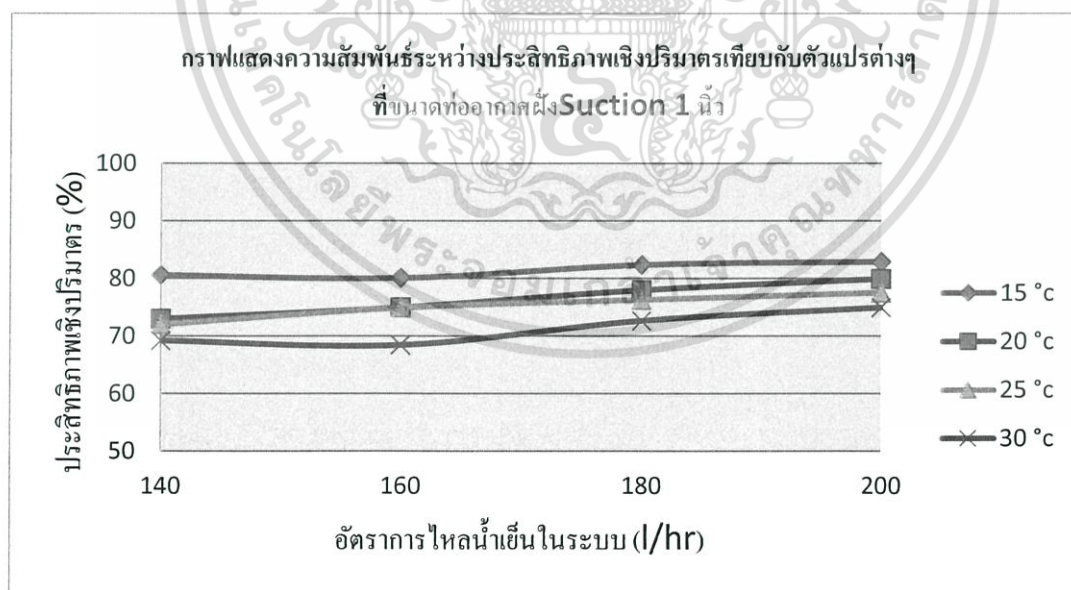


รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่งSuction ¾ นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

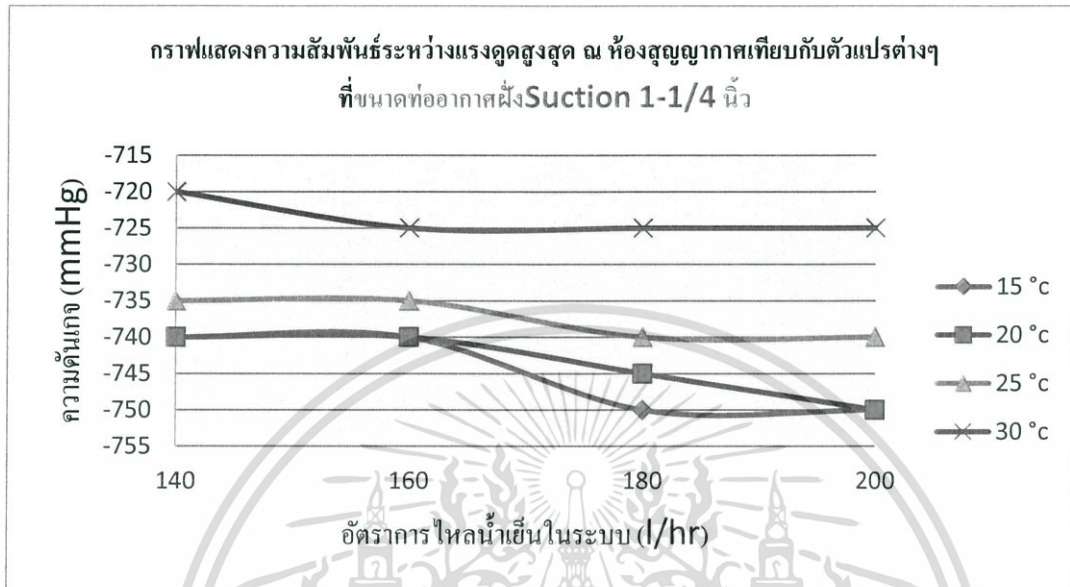


รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1 นิ้ว

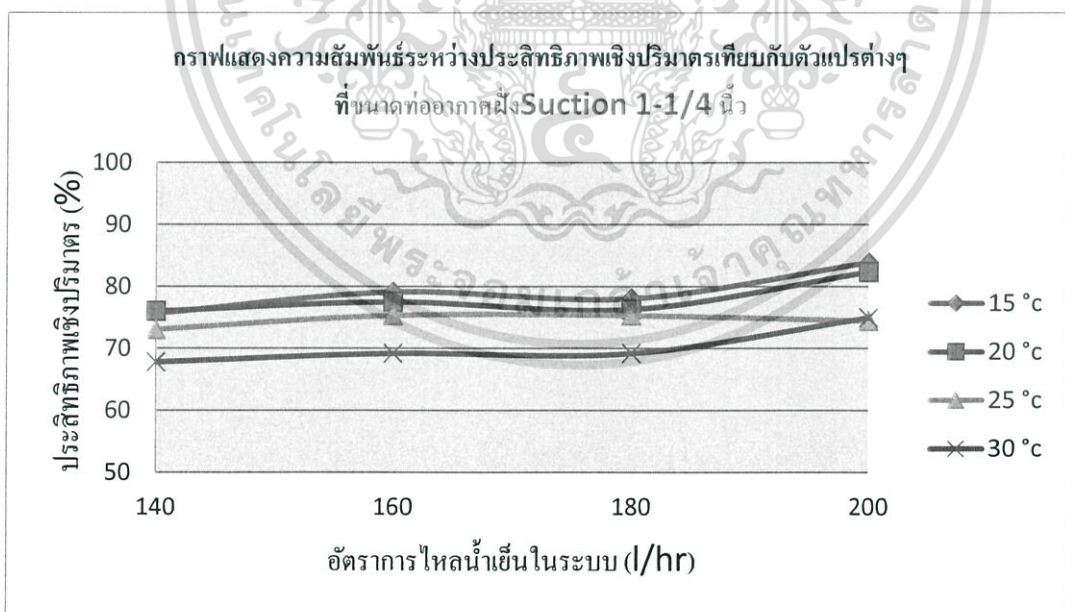


รูปที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆ ที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

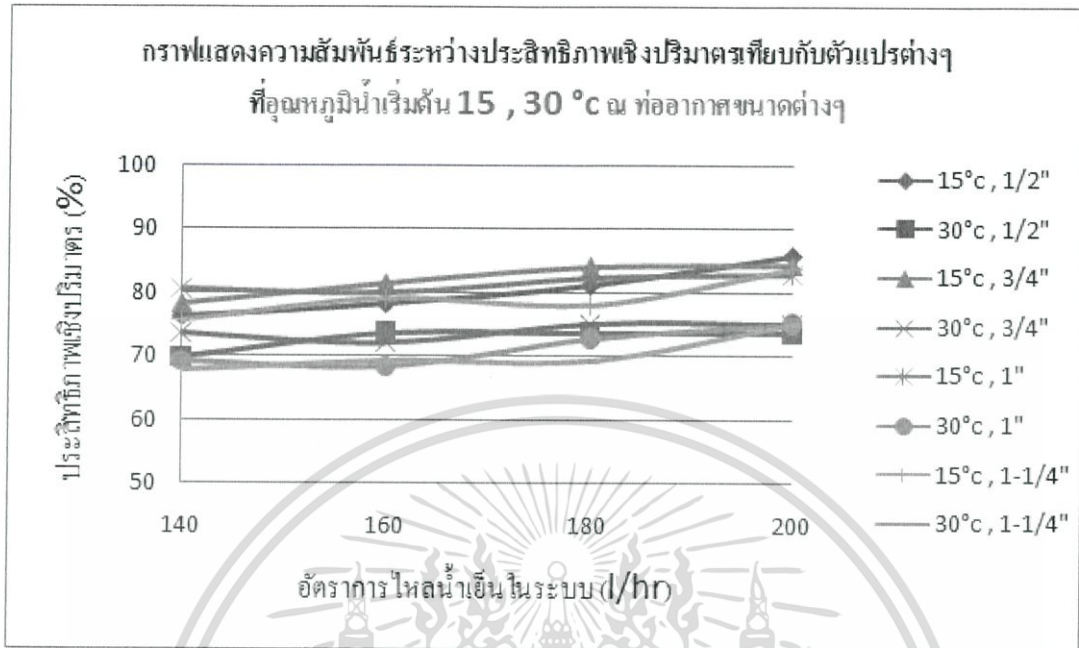


รูปที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1¼ นิ้ว



รูปที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆที่ขนาดท่อฝั่ง Suction 1¼ นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเทียบกับตัวแปรต่างๆ

7.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบ รูปที่ 5,7,9,11 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดสูงสุด ณ ห้องสุญญากาศเทียบกับตัวแปรต่างๆในระบบ จะเห็นได้ว่ายิ่งอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้นในระบบต่ำลงและมีอัตราการไหลน้ำที่สูงขึ้น จะส่งผลให้มีแรงดูดสูงสุดที่ต่าลงมากขึ้น แต่ที่ขนาดท่อต่างๆกลับไม่แสดงความแตกต่างที่ชัดเจน ส่วนของรูปที่ 6,8,10,12 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบเทียบกับตัวแปรต่างๆ จะเห็นได้ว่ายิ่งอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ต่ำและอัตราการไหลน้ำมากขึ้น จะส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรที่สูงขึ้นเช่นกัน แต่ขนาดท่อต่างๆกลับมีผลต่อประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ทำให้สรุปได้ว่า อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้นในระบบและอัตราการไหลน้ำเลี้ยงระบบ มีผลต่อการทำงานของระบบอย่างชัดเจน โดยทำหน้าที่ช่วยรักษาอุณหภูมิของระบบภายในปีม ซึ่งส่งผลถึงการทำงานโดยรวมของระบบปีม หากแต่ท่อขนาดต่างๆนั้น กลับไม่แสดงความแตกต่างที่ชัดเจนเชิงนัยสำคัญในการทำงานของระบบ

8.แผนการดำเนินงาน

Activity	Month			
	8	9	10	11
เลือกหัวข้อวิจัย	←→			
กำหนดวัตถุประสงค์, ขอบเขต	←→			
หาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง		←→		
ออกแบบวิธีการทดลอง		←→		
จัดแบบชุดทดลอง		←→		
เตรียมการนำเสนอภาคการศึกษาที่ 1			←→	
หาข้อมูลแหล่งจำหน่ายและจัดซื้อ			←→	
ประกอบและปรับปรุงชุดทดลอง			←→	
จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์				←→
ทดลองและเก็บค่า				←→
เตรียมการนำเสนอภาคการศึกษาที่ 2				←→

รูปที่ 14 ตารางแผนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Kannappan Sam (1985). Introduction to Piping Stress Analysis. Tennessee : Wiley & Sons, Ins.
- [2] L.N. Rozanov (2002). Vacuum Technique. 1st ed. London : Taylor & Francis.
- [3] N.T.M. Dennis and T.A. Heppell (1968). Vacuum System Design. 1st ed. Great Britain : Willmer Brother Limited, Birkenhead.
- [4] SIHI Sterling, Members of the sterling Fluid System Group. Engineering Fundamentals. USA, Canada : Sterling Fluid System Ltd.
- [5] <http://www.gotoknow.org/posts/438207>
- [6] <http://www.kentchemistry.com/links/GasLaws/dalton.htm>
- [7] <http://www.wiredchemist.com/chemistry/data/vapor-pressure>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้