

เอกสารอ้างอิง

1. Grilikhes, V.A., Grishutin, M.M. and Evseev, V.S. "Vapour-Turbine Units With Organic Working Fluids and Prospects for Their Use in Solar Power Generation (Survey)" Applied Solar Energy 14(4), (1978) : 3-18.
2. Palmer, D.A. and Sirovich, B.E. "Selection of Rankine Cycle Fluid for Recovery of Work From Heat at a Moderate Temperature." Proceedings of the 13th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference pp. 1500-1506. Society of Automotive Engineers, Warrendale, P.A., 1978.
3. Tabor, H. and Bronicki, L. "Small Tur^b~~g~~ine for Solar Energy Power Package." UN Conference New Sources of Energy 4 : pp. 63-79, April 1961.
4. OTA Congress of the United States Office of Technology Assessment. "Application of Solar Technology to Today's Energy Needs." OTA Congress of the United States Office of Technology Assessment, Washington D.C., 1978.
5. Isaac, J.J. and Paranjpe, P.A. "Cycle optimization for a Solar Turbopack" in Sun : Mankind's Future Source of Energy, Proceeding of the International Solar Energy Society Congress, Vol.3, pp.1712-1718, Pergamon Press.

6. Eastop, T.D. and McConkey, A. in Applied Thermodynamics for Engineering Technologists, 2nd ed. pp.336-352
Longman, London, 1975.
7. Church, E.F. in Steam Turbines, 3rd ed., pp.3-8, McGraw-Hill, New York, 1952.
8. Faires, V.M. in Thermodynamics, 3rd ed., pp. 407-414. The Macmillan Company, New York, 1957.
9. Jennings, B.H. in Gas Turbine Analysis and Practice. pp.132-146, McGraw-Hill, New York, 1953.
10. เกื้อกุล อิงคะวาณิช, พลเรือตรี. เครื่องกังหันไอน้ำทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ, หน้า 40-52. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ก่อสร้างแผนที่ กรมจุกทกค้าสัตว์, 2513.
11. Rogers, G.F.C. and Mayhew, Y.R. in Engineering Thermodynamics Work and Heat Transfer, 3rd, ed., pp. 424-426. pp.436-438, pp. 453-455, English Language Book Society (E.L.B.S.), London, 1980.
12. Kearton, W.J. in Steam Turbine Theory and Practice, 7th ed., Pitman Publishing, 1972.
13. Rogers, G.F.C. and Mayhew, Y.R. in Engineering Thermodynamics Work and Heat Transfer, 3rd ed., pp.407-409, English Language Book Society (E.L.B.S.), London, 1980.
14. Obert, E.F. in Internal Combustion Engines, 3rd ed., pp. 680-681, International Texbook Company, Pennsylvania, 1968.

15. Shepherd, D.G. in Introduction to the gas turbine, 2nd ed., pp.194-204, Constable, London, 1960.
16. Lee, J. F. in Theory and Design of Steam and Gas Turbines. pp. 220-222, pp. 225-227, McGraw-Hill, New York, 1954,
17. เกื้อกุล อิงคะวาณิช, พลเรือตรี. เครื่องกังหันไอน้ำทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ, หน้า 91-92, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ก่อสร้างแผนที่ กรมอุทกศาสตร์, 2513.
18. Jennings, B.H. in Gas Turbine Analysis and Practice. pp. 173-174. McGraw-Hill, New York, 1953.
19. Baker, H.W. in Technology of Heat. pp. 206-211, D.Van Nostrand, New York, 1953.
20. Faires, V.M. in Thermodynamics, 3rd ed., pp. 375-402, The Macmillan Company, New York, 1957.
21. Rogers, G.F.C. and Mayhew, Y.R. in Engineering Thermodynamics Work and Heat Transfer, 3rd ed. pp. 394-404, English Language Book Society, London, 1980.
22. Rogers, G.P.C. and Mayhew, Y.R. in Engineering Thermodynamics Work and Heat Transfer, 3rd ed., pp. 170-174, English Language Book Society, London, 1980.
23. Bacon, D.H. in Engineering Thermodynamics. pp.27-28, Butterworths, London, 1972.
24. Bacon, D.H. in Engineering Thermodynamics. pp. 240-249. Butterworths, London, 1972.

25. เกื้อกุล อิงคะวานิชย์, พลเรือตรี เครื่องกังหันไอน้ำทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ, หน้า 175-176 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์กองส่ร้างแม่่นที่ กรมอุทกศาสตร์, 2513.
26. Khurmi, R.S. in Heat Engines, 2nd ed., pp. 457-459, pp. 511-512, S. Chand and Company, New Delhi, 1980.
27. วิจิตร เล็งหะพันธุ์, พยงศ์ ต้นศิริ, พิฑูร ตริวิจิตรเกษม และ กิรณันต์ รัตนธรรมพันธุ์. "การแปลงพลังงานแ่งอาทิตย์เป็นพลังงานกลโดยใช้กังหันภายใต้ความดันต่ำ." รายงานผลวิจัยเล่มที่ 4 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2523.
28. วิจิตร เล็งหะพันธุ์, พยงศ์ ต้นศิริ, พิฑูร ตริวิจิตรเกษม และ ยุทธ อัครมาลี. "กังหันขึ้นเต็ยวอย่างง่ายสำหรับประยุกต์กับพลังงานสุริยะ." บทความย่อการประชุมวิชาการ เรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ ครั้งที่ 8 ลำดับที่ 11, หน้า 439, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร, 2525.
29. Beckwith, T.G. and Buck, N.L. in Mechanical Measurements, 2nd ed., pp. 365-370, pp. 411-429, Addison-Wesley, California, 1978.
30. Collett, C.V. and Hops, A.D. in Engineering Measurements. pp. 183-190, pp. 225-237, Pitman, London, 1978.
31. Keator, F.W. in Mechanical Laboratory Methods, 5th ed., pp. 81-86 pp. 131-133 D.Van Nostrand, New York, 1947.
32. Adams, L.F. in Engineering Measurements and Instrumentation. pp.174-182. Hodder and Stoughton, London, 1975.
33. Ower, D. and Pankhurst, R.C. in The Measurement of Air Flow, 5th ed., pp.148-196. Pergamon Press, Oxford, 1977.

34. Ower, E. and Pankhurst, R.C. in The Measurement of Air Flow, 5th ed., pp. 112-147, Pergamon Press, Oxford, 1977.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 แสดงสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารที่ใช้ทำความเย็น

Refrigerant	Chemical formula	Relative molecular mass <i>M</i>	Gas constant <i>R</i>		Specific heat at 0°C, 760 mm Hg				$\kappa = \frac{c_p}{c_v}$ at 0°C	Temperature at 760 mm Hg				Critical constants				
					Liquid		Vapor			Boiling point		Melting point		Temperature		Pressure		Density
			<i>c</i>		<i>c_p</i>		κ	<i>t_v</i>	<i>T_v</i>	<i>t_l</i>	<i>T_l</i>	<i>t_k</i>	<i>T_k</i>	<i>p_k</i>		<i>ρ_k</i>		
			kg/kmol	kpm/kg K	J/kg K	kcal/kg K		kJ/kg K	kcal/kg K	kJ/kg K	°C	°K	°C	°K	°C	°K	kp/cm ²	bar
Ammonia	NH ₃	17.032	49.789	488.263	1.11	4.647	0.492	2.060	1.312	- 33.35	239.80	- 77.9	195.25	132.4	405.55	115.2	112.9726	235
Carbon dioxide	CO ₂	44.01	19.268	188.955	-	-	0.197	0.825	1.30	- 78.48	194.67	- 56.6	216.55	31.0	304.15	75.21	73.7558	460
Chlorodifluoromethane (Freon 22)	CHF ₂ Cl	86.475	9.806	96.164	0.26	1.089	0.145	0.607	1.19	- 40.80	232.35	-160	113.15	96	369.15	50.33	49.3569	526
Chlorotrifluoromethane (Freon 13)	CF ₃ Cl	104.47	8.117	79.601	0.203	0.850	0.126	0.528	1.15	- 81.5	191.65	-181	92.15	28.78	301.93	39.46	38.8970	581
Dichlorodifluoromethane (Freon 12)	CF ₂ Cl ₂	120.92	7.0127	68.771	0.204	0.854	0.146	0.611	1.148	- 29.8	243.35	-155	118.15	112.0	385.15	40.87	40.0798	555
Dichlorotetrafluoroethane (Freon 114)	C ₂ F ₄ Cl ₂	170.93	4.961	48.651	0.232	0.971	0.152	0.636	1.106	+ 4.1	277.25	- 94	179.15	146	419.15	34.4	33.7349	-
Ethane	C ₂ H ₆	30.07	28.201	276.557	-	-	0.413	1.729	1.202	- 88.63	184.52	-183.6	89.55	32.1	305.25	50.3	49.3247	210
Ethylene	C ₂ H ₄	28.05	30.25	296.651	-	-	0.385	1.612	1.25	-103.6	169.55	-104	169.15	9.4	282.55	51.4	50.4062	216
Methane	CH ₄	16.04	16.03	157.201	-	-	0.520	2.177	1.30	-161.6	111.55	-182.6	90.55	- 82	191.15	47.3	46.3855	162
Methyl chloride	CH ₃ Cl	50.491	16.80	164.752	0.37	1.549	0.176	0.737	1.27	- 24.0	249.15	- 91.5	181.65	143.1	416.25	68.1	66.7833	370
Propane	C ₃ H ₈	44.09	19.233	188.611	-	-	0.365	1.528	1.15	- 42.5	230.65	-189.9	83.25	96.85	370.00	43.4	42.5609	226
Sulphur dioxide	SO ₂	64.06	13.238	129.820	0.324	1.357	0.145	0.607	1.271	- 10.02	263.13	- 75.5	197.65	157.2	430.35	80.3	78.7474	624
Trichlorofluoromethane (Freon 11)	CFCl ₃	137.38	6.173	60.536	0.208	0.871	0.130	0.544	1.124	+ 23.65	296.80	-111	162.15	198	471.15	44.6	43.7377	555
Trichlorotrifluoroethane (Freon 113)	C ₂ F ₃ Cl ₃	187.39	4.525	44.375	0.226	0.946	0.149	0.624	1.075	+ 47.6	320.75	- 36.5	236.65	214.1	487.25	34.8	34.1271	578
Water (steam)	H ₂ O	18.02	47.06	461.501	1.008	4.220	0.444	1.850	1.40	+100	373.15	- 0	273.15	374.15	647.30	225.65	221.2871	322

ตารางที่ ก.2 แสดงสมบัติของสารฟรอน 113 (Trichlorotrifluoroethane)

Temp.F	Pressure		Volume	Density	Heat Content	
	psig	psia	Gas cu.ft./lb.	Liquid lb./cu.ft.	Liquid	Latent B.T.U./lb.
-40					0	
-30	29.31"	.2987	82.26	105.7	1.97	72.68
-20	29.05"	.4288	58.61	104.8	3.96	72.09
-10	28.69"	.6046	42.48	104.2	5.96	71.51
0	28.21"	.8377	31.31	103.5	7.98	70.91
5	27.92"	.9802	27.04	103.1	8.98	70.62
10	27.60"	1.142	23.45	102.8	10.00	70.32
20	26.80"	1.534	17.81	102.1	12.03	69.72
30	25.79"	2.031	13.71	101.3	14.08	69.12
40	24.52"	2.655	10.68	100.5	16.16	68.49
50	22.94"	3.427	8.426	99.7	18.24	67.87
60	21.02"	4.374	6.713	99.0	20.35	67.57
70	18.68"	5.523	5.404	98.2	22.48	66.56
80	15.87"	6.902	4.392	97.5	24.63	65.88
86	13.93"	7.856	3.893	97.0	25.93	65.46
90	12.53"	8.545	3.600	96.6	26.80	65.18
100	8.59"	10.48	2.976	95.7	28.99	64.46
120	0.70	15.40	2.078	94.0	33.48	62.93
140	7.23	21.93	1.491	92.2	38.05	60.31
160	15.74	30.44	1.094	90.4	42.74	59.55
180	26.52	41.22	.819	88.7	47.53	57.66
200	39.96	54.66	.624	86.8	52.45	55.62

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว	=	6894.76	นิวตันต่อตารางเมตร
1 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต	=	16.02826	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ดังนั้นระยะห่าง $S_{m1} = \frac{2.0 + 0.3}{\sin 20^\circ}$

$= 6.725$ มิลลิเมตร

จากสมการ (2.44) จำนวนใบกังหันในแถว

$$\eta_b = \frac{\pi d_m}{S_m}$$

เส้นผ่าศูนย์กลางวงล้อใบกังหันเฉลี่ย $d_m = 136$ มิลลิเมตร, ระยะห่างเฉลี่ย

$S_{m1} = 6.725$ มิลลิเมตร

เพราะฉะนั้น $\eta_b = \frac{136 \times \pi}{6.725}$

$= 63.03$ ใบ $= 64$ ใบ

เลือกกำหนดจำนวนใบกังหันในแถวที่ 1 = 45 ใบ

ดังนั้นระยะห่างเฉลี่ยของใบกังหัน $S_{m1} = \frac{\pi \times 136}{\eta_b}$

$= \frac{\pi \times 136}{45} = 9.49$ มิลลิเมตร

ความกว้างของช่องทางผ่าน $b = 9.49 (\sin 20^\circ) - 0.3$

$= 2.95$

เนื่องจากระยะห่าง S ต่อความกว้าง y ($s : y$) มีค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.5-0.6



เลือกค่า $\frac{s}{y} = 0.6$

จะได้ $y = \frac{9.49}{0.6} = 15.82$ มิลลิเมตร

จากสมการ (2.53) รัศมีความโค้งของผิวโค้งด้านหน้า

$$r = \frac{y}{2\cos\beta_1} = \frac{15.82}{2\cos 20^\circ} = 8.42 \text{ มิลลิเมตร}$$

สำหรับแถวที่ 2 (แถวที่อยู่ฝั่ง)

กำหนดให้ความกว้างของช่องทางผ่านใบกังหันในแถวฝั่งเท่ากับใบหมุนแถวที่ 1 นั่นคือ $b_2 = b_1$

จากการคำนวณมุมเข้า $\alpha_2 = 29^\circ$ และสมมติให้ความหนาของขอบใบกังหัน $t = 0.3$

มิลลิเมตร

จะได้ระยะห่างเฉลี่ย $s_{m2} = \frac{2.95 + 0.3}{\sin 29^\circ} = 6.70$ มิลลิเมตร

และจำนวนใบกังหันในแถว

$$\eta_{b2} = \frac{136\pi}{6.70} = 63.73 \text{ ใบ} = 64 \text{ ใบ}$$

เลือกกำหนดจำนวนใบกังหันในแถวที่ 2 (แถวฝั่ง) $\eta_{b2} = 60$ ใบ

ดังนั้นระยะห่างเฉลี่ย

$$s_{m2} = \frac{136 \times \pi}{60} = 7.12 \text{ มิลลิเมตร}$$

ความกว้างของช่องทางผ่าน $b_2 = 7.12 (\sin 29^\circ) - 0.3$

$$= 3.15 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

เลือกค่า $\frac{S}{y} = 0.6$

จะได้ $y = \frac{7.12}{0.6}$

$$= 11.87 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

จากสมการ (2.53) รัศมีมีความโค้งของผิวโค้งด้านหน้า

$$r = \frac{y}{2 \cos \alpha_2}$$

$$= \frac{11.87}{2 \cos 29^\circ}$$

$$= 6.78 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

สำหรับแถวที่ 3 (แถวหมุนแถวที่ 2)

กำหนดให้ความกว้างของช่องทางผ่านใบกังหันแถวหมุนแถวที่ 2 เท่ากับของใบแถวฝั่งนั้นคือ

$b_3 = b_2$ จากการคำนวณมุมเข้า $\beta_3 = 48^\circ$ และสัมพันธ์ให้ความหนาของขอบใบ

กังหัน $t = 0.3$ มิลลิเมตร

จะได้ระยะห่างเฉลี่ย $S_{ms} = \frac{3.15 + 0.3}{\sin 48^\circ}$

$$= 4.64 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

และจำนวนใบกังหันในแถว $\eta_{bs} = \frac{136 \times \pi}{60}$

$$= 92.03 \quad \text{ใบ}$$

เลือกกำหนดจำนวนใบกั้นในแถวที่ 3 $n_{b3} = 60$ ใบ

ดังนั้นจะมีระยะห่างเฉลี่ย $S_{m3} = \frac{136 \times 1}{60}$

$$= 7.12 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

และความกว้างของช่องทางผ่าน $b_3 = 7.12 \sin 48^\circ - 0.3$

$$= 4.99 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

เลือกค่า $\frac{S}{y} = 0.6$

จะได้ $y = \frac{7.12}{0.6}$

$$= 11.87$$

และรัศมีความโค้งของผิวโค้งด้านหน้า $x = \frac{y}{2 \cos \beta_3}$

$$= \frac{11.87}{2 \cos 48^\circ}$$

$$= 8.87 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

เพื่อความง่ายในการสร้างใบกั้น จะเลือกกำหนดค่ารัศมีความโค้งของผิวโค้งด้านหลังของใบกั้นในแต่ละแถวดังนี้

ใบกั้นแถวที่ 1 เลือกกำหนด $r_1 = 5.9$ มิลลิเมตร

จะมีความกว้างของใบกั้น $y_1 = 5.9 \times 2 (\cos 20^\circ)$

$$= 11.09 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

ใบกั้นแถวที่ 2 เลือกกำหนด $r_2 = 6.0$ มิลลิเมตร

จะมีความกว้างของใบกั้น $y_2 = 6.0 \times 2 (\cos 29^\circ)$

$$= 10.50 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

ใบกังหันแถวที่ 3 เลือกกำหนด $x_3 = 7.9$ มิลลิเมตร

$$\begin{aligned} \text{จะมีความกว้างของใบกังหัน } y_3 &= 7.9 \times 2(\cos 48^\circ) \\ &= 10.57 \quad \text{มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

ความหนาของใบกังหันในแต่ละ แถวคำนวณได้จาก

$$\text{ความหนาของใบกังหัน} = \text{ระยะห่าง} - \text{ความกว้างของช่องทางผ่าน}$$

สำหรับเครื่องกังหันเครื่องที่ 2 มุมของหัวฉีด $\alpha_1 = 14^\circ$

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวฉีด $d = 2$ มิลลิเมตร

ความหนาของขอบใบกังหัน $t = 0.3$ มิลลิเมตร

มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงล้อกังหันเฉลี่ย $= 152$ มิลลิเมตร

สำหรับใบหมุนแถวที่ 1 มีมุมเข้า $\beta_1 = 18^\circ$

$$\text{จะมีระยะห่างเฉลี่ย } S_{m1} = \frac{2.0 + 0.3}{\sin 18^\circ}$$

$$= 7.44 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

จำนวนใบกังหันในแถว

$$\eta_{b1} = \frac{\pi \times 152}{7.44}$$

$$= 64.16 \quad \text{ใบ}$$

เลือกกำหนดจำนวนใบกังหันในแถวที่ 1 $= 60$ ใบ

ดังนั้นระยะห่างเฉลี่ยของใบกังหันในแถวที่ 1 $S_{m1} = \frac{\pi \times 152}{60} = 7.96$ มิลลิเมตร

และความกว้างของช่องทางผ่าน $b_1 = 7.96 \sin 18^\circ - 0.3$

$$= 2.16 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

เนื่องจากอัตราส่วนระยะห่างต่อความกว้าง ($s : y$) มีค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.5-0.6

$$\text{เลือกค่า } \frac{s}{y} = 0.55$$

$$y = \frac{7.96}{0.55}$$

$$= 14.47$$

จากสมการ (2.53) รัศมีความโค้งของผิวโค้งด้านหน้า

$$\begin{aligned} r &= \frac{y}{2\cos\beta_1} \\ &= \frac{14.47}{2\cos 18^\circ} \\ &= 7.61 \end{aligned}$$

มิลลิเมตร

สำหรับแถวที่ 2 (แถวที่อยู่ฝั่ง)

กำหนดให้ความกว้างของช่องทางผ่านใบกังหันแถวนี้เท่ากับของใบหมุนแถวที่ 1 นั่นคือ $b_2 = b_1$

จากการคำนวณมุมเข้า

$$\alpha_2 = 26^\circ$$

จะได้ระยะห่างเฉลี่ย

$$S_{m1} = \frac{2.16 + 0.3}{\sin 26^\circ}$$

$$= 5.61$$

มิลลิเมตร

จำนวนใบกังหันในแถว

$$n_{b2} = \frac{152 \times \pi}{5.61}$$

$$= 85.09$$

ใบ

เลือกกำหนดจำนวนใบกังหันในแถวที่ 2 (แถวฝั่ง) = 80 ใบ

ดังนั้นระยะห่างเฉลี่ย

$$S_{m2} = \frac{152 \times \pi}{80}$$

$$= 5.97$$

มิลลิเมตร

ความกว้างของช่องทางผ่าน

$$b_2 = 5.97 (\sin 26^\circ) - 0.3$$

$$= 2.32$$

มิลลิเมตร

เลือกใช้ค่า

$$\frac{S}{y} = 0.55$$

จะได้

$$y = \frac{5.97}{0.55} = 10.85$$

และรัศมีความโค้งของผิวโค้งด้านหน้า

$$r = \frac{y}{2\cos\alpha_2}$$

$$= \frac{10.85}{2\cos 26^\circ}$$

$$= 6.04$$

มิลลิเมตร

สำหรับแถวที่ 3 (แถวหมอนแถวที่ 2)

กำหนดให้ $b_3 = b_2$

จากการคำนวณมุมเข้า $\alpha_3 = 45^\circ$

จะได้ระยะห่างเฉลี่ย $S_{m3} = \frac{2.32 + 0.3}{\sin 45^\circ}$
 $= 3.705$ มิลลิเมตร

จำนวนใบกึ่งหันในแถว $n_{b3} = \frac{152 \times \pi}{3.705}$
 $= 128.9$ ใบ

เลือกกำหนดจำนวนใบกึ่งหันในแถว $n_{b3} = 90$ ใบ

ดังนั้นระยะห่างเฉลี่ย $S_{m3} = \frac{152 \times \pi}{90}$
 $= 5.306$ มิลลิเมตร

ความกว้างของช่องทางผ่าน $b_3 = 5.306 \sin 45^\circ - 0.3$
 $= 3.45$ มิลลิเมตร

เลือกค่า $\frac{S}{y} = \frac{0.55}{5.306}$
 จะได้ $y = \frac{0.55}{\frac{S}{y}} = 9.65$ มิลลิเมตร

และรัศมีความโค้งของผิวโค้งด้านหน้า $r = \frac{y}{2 \cos \beta_3}$
 $= \frac{9.65}{2 \cos 45^\circ} = 6.82$ มิลลิเมตร

เมื่อความง่ายในการสร้างใบกึ่งหัน จะเลือกกำหนดค่ารัศมีความโค้งของผิวโค้งด้านหน้าของใบกึ่งหันในแต่ละแถวดังนี้

ใบกึ่งหันแถวที่ 1 เลือกกำหนด $r_1 = 6.35$ มิลลิเมตร

จะมีความกว้างของใบกึ่งหัน $y_1 = 6.35 \times 2(\cos 18^\circ) = 10.88$ มิลลิเมตร

ใบกั้นแถวที่ 2 เลือกกำหนด $r_2 = 6.05$ มิลลิเมตร

จะมีความกว้างของใบกั้น $y_2 = 6.05 \times 2(\cos 28^\circ) = 10.88$ มิลลิเมตร

ใบกั้นแถวที่ 3 เลือกกำหนด $r_3 = 6.9$ มิลลิเมตร

จะมีความกว้างของใบกั้น $y_3 = 6.9 \times 2(\cos 45^\circ) = 9.76$ มิลลิเมตร

สำหรับความหนาของใบกั้นในแต่ละแถว คำนวณได้จาก

ความหนาของใบกั้น = ระยะห่าง - ความกว้างของช่องทางผ่าน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

แสดงข้อมูลและผลการทดลอง วัดแรงบิดและกำลังงานของ เครื่องกังหัน

สัญลักษณ์ที่ใช้ในตารางใช้แทนดังนี้

- Press = ความดันอากาศอัด หน่วย กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
 R = ความต้านทานไฟฟ้า หน่วย โอห์ม
 V = ความต่างศักย์ไฟฟ้า หน่วย โวลต์
 I = กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร หน่วย แอมแปร์
 P₂ = กำลังไฟฟ้า หน่วย วัตต์

ค. ๑ ข้อมูลและผลการทดลองวัดแรงบิด และกำลังงานของ เครื่องกังหัน เครื่องที่ ๑ โดยใช้จำนวน

หัวฉีด = ๔

ตารางที่ ค. ๑.๑ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑.๔๔ มิลลิเมตร

Press	R	V	I	Pe	แรง (กิโลกรัม)	อัตราเร็ว (รอบต่อนาที)	แรงบิด (นิวตัน-เมตร)	กำลังงาน (วัตต์)
2.0	-	-	-	-	90	2650	0.0220	6.12
					85	2820	0.0208	6.15
-	-	11.4	-	-	145	2000	0.0355	7.44
		11.5	-	-	140	2050	0.0343	7.54
100	-	10.0	0.100	1.00	155	1850	0.0380	7.36
		10.1	0.101	1.02	150	1900	0.0368	7.31
50	-	8.9	0.176	1.58	165	1660	0.0404	7.11
		9.1	0.182	1.65	165	1750	0.0404	7.54
25	-	7.4	0.296	2.19	185	1480	0.0453	7.02
		7.6	0.034	2.31	180	1550	0.0441	7.16
15	-	6.1	0.406	2.48	200	1300	0.0490	6.67
		6.3	0.420	2.64	200	1350	0.0490	6.93

10	5.1	0.510	2.60	215	1120	0.0527	6.18
	5.2	0.520	2.70	210	1180	0.0514	6.36
7	4.2	0.600	2.52	230	1000	0.0564	5.90
	4.3	0.614	2.64	230	1030	0.0564	6.08
5	3.4	0.680	2.31	240	880	0.0588	5.42
	3.5	0.700	2.45	240	920	0.0588	5.66
<hr/>							
3.0	-	-	-	90	4400	0.0220	10.16
	-	-	-	90	4500	0.0220	10.39
-	19.6	-	-	175	3500	0.0429	15.71
	20.5	-	-	165	3670	0.0404	15.54
100	17.5	0.175	3.06	200	3220	0.0490	16.52
	18.1	0.181	3.28	195	3370	0.0478	16.86
50	15.9	0.318	5.05	220	3020	0.0539	17.05
	16.3	0.326	5.31	220	3120	0.0539	17.61
25	13.5	0.540	7.29	260	2680	0.0637	17.88
	13.8	0.552	7.62	260	2780	0.0637	18.54
15	11.3	0.753	8.51	295	2350	0.0723	17.79
	11.5	0.767	8.82	305	2400	0.0747	18.78
10	9.4	0.940	8.83	330	2080	0.0808	17.61
	9.6	0.960	9.22	340	2120	0.0833	18.49
7	7.8	1.114	8.69	360	1800	0.0882	16.62
	7.9	1.128	8.91	370	1850	0.0906	17.56
5	6.3	1.260	7.94	380	1620	0.0931	15.79
	6.4	1.280	8.19	390	1620	0.0956	16.21
3	4.5	1.500	6.75	420	1320	0.1029	14.22
	4.5	1.500	6.75	430	1320	0.1054	14.56
<hr/>							
4.0	-	-	-	100	5500	0.0245	14.11
	-	-	-	90	5700	0.0220	13.16
-	25.2	-	-	200	4700	0.0490	24.12
	26.5	-	-	180	5000	0.0441	23.09
100	22.9	0.229	5.24	230	4450	0.0564	24.26
	24.1	0.241	5.81	220	4650	0.0539	24.25

50	21.0	0.420	8.82	265	4100	0.0649	27.88
	22.2	0.444	9.85	250	4400	0.0612	28.22
25	18.3	0.732	13.39	315	3650	0.0784	29.97
	18.8	0.752	14.14	310	3680	0.0760	29.27
15	15.5	1.033	16.02	360	3220	0.0882	29.74
	16.0	1.067	17.06	355	3280	0.0870	29.87
10	13.1	1.310	17.16	405	2870	0.0992	29.82
	13.3	1.330	17.68	410	2880	0.1004	30.30
7.5	11.3	1.505	17.02	450	2600	0.1102	30.02
	11.4	1.520	17.33	440	2600	0.1078	29.35
5	9.1	1.820	16.56	495	2220	0.1213	28.19
	8.9	1.780	15.84	500	2800	0.1225	28.22
3	6.5	2.167	14.08	545	1820	0.1335	25.45
	6.3	2.100	13.23	550	1800	0.1348	25.40
2	4.9	2.450	12.00	580	1580	0.1421	23.51
	4.7	2.350	11.04	580	1540	0.1421	22.92

ตารางที่ ค. ๑.๒ เมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๐ มิลลิเมตร

1.0	-	-	-	95	2300	0.0233	5.60
				105	2200	0.0257	5.93
				95	2300	0.2323	5.60
	9.2			140	1620	0.0343	5.82
	8.8	-	-	150	1550	0.0368	5.96
	9.2			145	1650	0.0355	6.14
	7.7	0.077	0.59	150	1500	0.0368	5.77
100	7.3	0.073	0.53	155	1450	0.0380	5.69
	8.08	0.081	0.65	155	1480	0.0380	5.89
	7.4	0.099	0.73	155	1430	0.0380	5.69
75	7.1	0.095	0.67	160	1400	0.0392	5.75
	7.2	0.096	0.69	160	1400	0.0392	5.75
	6.8	0.136	0.92	160	1380	0.0392	5.66
50	6.5	0.130	0.84	165	1300	0.0404	5.50
	7.07	0.141	0.99	165	1320	0.0404	5.59

		5.8	0.232	1.34	170	1170	0.0416	5.10
25		5.5	0.220	1.21	180	1120	0.0441	5.17
		5.6	0.224	1.25	170	1200	0.0416	5.23
		4.7	0.313	1.47	180	1030	0.0441	4.76
15		4.4	0.293	1.29	190	980	0.0466	4.78
		4.7	0.313	1.47	185	1000	0.0453	4.75
		3.9	0.390	1.52	195	900	0.0478	4.50
10		3.6	0.360	1.30	200	850	0.0490	4.36
		3.9	0.390	1.52	190	920	0.0466	4.48
		3.1	0.443	1.37	200	800	0.0490	4.10
7		3.3	0.471	1.55	200	800	0.0490	4.10
		2.6	0.520	1.35	205	700	0.0502	3.68
5		2.4	0.480	1.15	225	650	0.0551	3.75
		2.8	0.560	1.57	210	700	0.0514	3.77
<hr/>								
					105	3900	0.0257	10.51
2.0	-	-	-	-	100	3950	0.0245	10.13
					105	3920	0.0257	10.56
		18.1			175	3200	0.0429	14.37
	-	18.2	-	-	170	3220	0.0416	14.04
		18.0			175	3200	0.0429	14.37
		15.5	0.155	2.40	200	2950	0.0490	15.14
100		15.7	0.157	2.46	195	2980	0.0478	14.91
		15.0	0.150	2.25	195	3050	0.0478	16.51
		14.4	0.0288	4.15	215	2800	0.0527	15.44
50		14.3	0.286	4.09	215	2800	0.0527	15.44
		14.3	0.286	4.09	220	2780	0.0539	15.69
		12.4	0.496	6.15	255	2470	0.0625	16.16
25		12.3	0.492	6.05	255	2500	0.0625	16.36
		12.4	0.496	6.15	250	2480	0.0612	15.91
		10.3	0.687	7.07	290	2180	0.0710	16.22
15		10.3	0.687	7.07	290	2170	0.0710	16.14
		10.4	0.693	7.21	290	2150	0.0710	16.00
		8.9	0.890	7.92	315	1920	0.0772	15.52
10		8.7	0.870	7.57	315	1930	0.0772	15.60
		8.5	0.850	7.22	315	1890	0.0772	15.19

		7.3	1.043	7.61	345	1700	0.0845	15.05
7		7.2	1.028	7.40	340	1700	0.0833	14.83
		7.1	1.014	7.20	345	1650	0.0845	14.60
		5.9	1.180	6.96	365	1520	0.0894	14.23
5		5.8	1.160	6.73	365	1450	0.0894	13.58
		6.1	1.220	7.44	365	1480	0.0894	13.86
		4.4	1.467	6.45	390	1220	0.0956	12.21
3		4.4	1.467	6.45	390	1280	0.0956	12.81
		4.0	1.333	5.33	395	1180	0.0968	11.96
<hr/>								
					100	5400	0.0245	13.85
3.0	-	-	-	-	100	5500	0.0245	14.11
					100	5600	0.0245	14.37
		26.5			190	4950	0.0466	24.13
	-	25.5	-	-	200	4750	0.0490	24.37
		25.1			200	4700	0.0490	24.12
100		22.3	0.223	4.97	235	4400	0.0576	26.53
		20.8	0.416	8.65	260	4200	0.0637	28.02
50		20.6	0.412	8.49	280	4200	0.0686	30.17
		18.0	0.720	12.96	310	3650	0.0760	29.03
25		17.9	0.716	12.82	330	3630	0.0808	30.73
		18.1	0.724	13.10	330	3650	0.0808	30.90
		15.5	1.033	16.02	375	3280	0.0919	31.56
15		15.3	1.020	15.61	375	3230	0.0919	31.50
		15.4	1.027	15.81	360	3280	0.0882	30.29
		12.4	1.240	15.38	435	2800	0.1066	31.25
10		13.0	1.300	16.90	410	2900	0.1004	30.50
		13.1	1.310	17.16	425	2900	0.1041	31.62
		11.1	1.480	16.43	455	2600	0.1115	30.35
7.5		11.3	1.507	17.02	445	2650	0.1090	30.26
		11.4	1.520	17.33	460	2620	0.1127	30.92
		8.7	1.740	15.14	500	2220	0.1225	28.48
5.0		9.5	1.900	18.05	500	2320	0.1225	29.76
		9.5	1.900	18.05	500	2320	0.1225	29.76

	6.3	2.100	13.23	560	1850	0.1372	26.58
3.0	6.2	2.067	12.81	550	1840	0.1348	25.96
	6.3	2.067	12.81	555	1850	0.1360	26.34
	3.8	2.375	9.02	610	1450	0.1494	22.69
1.6	3.8	2.375	9.02	600	1430	0.1470	22.01
	3.8	2.375	9.02	610	1480	0.1494	23.16

ตารางที่ ก. ๑.๓ เมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๕๔ มิลลิเมตร

				105	3600	0.0257	9.70
1.0	-	-	-	100	3650	0.0245	9.36
				105	3600	0.0257	9.70
	16.4			165	2950	0.0404	12.49
	16.3	-	-	165	3000	0.0404	12.70
	16.2			165	2920	0.0404	12.36
	14.3	0.142	2.04	180	2750	0.0441	12.70
100	14.1	0.141	1.98	185	2720	0.0453	13.29
	13.9	0.138	1.93	180	2700	0.0441	12.47
	13.1	0.261	3.42	195	2600	0.0478	13.01
50	13.1	0.261	3.42	195	2620	0.0478	13.11
	11.0	0.436	4.80	225	2280	0.0551	13.16
25	11.2	0.444	4.98	225	2300	0.0551	13.28
	10.5	0.417	4.37	225	2220	0.0551	12.82
	9.1	0.598	5.45	255	2000	0.0625	13.08
15	9.1	0.598	5.45	250	2020	0.0612	12.96
	8.8	0.578	5.09	255	1980	0.0625	12.95
	7.6	0.760	5.78	280	1750	0.0686	12.57
10	7.6	0.760	5.78	275	1780	0.0674	12.56
	7.4	0.740	5.47	280	1720	0.0686	12.36
	6.1	0.871	5.31	300	1520	0.0735	11.70
7	6.3	0.900	5.67	305	1550	0.0747	12.13
	6.3	0.900	5.67	295	1600	0.0723	12.11
	5.0	1.000	5.00	320	1370	0.0784	11.25
5	5.2	1.040	5.41	320	1380	0.0784	11.33
	5.3	1.060	5.62	310	1420	0.0760	11.29

		3.7	1.233	4.56	345	1130	0.0845	10.00
	3	3.8	1.267	4.81	340	1170	0.0833	10.21
		3.5	1.167	4.08	345	1120	0.0845	9.91
<hr/>								
2.0	-	-	-	-	100	6200	0.0245	15.91
					100	6000	0.0245	15.39
	-	29.1	-	-	200	5400	0.0490	27.71
100		26.1	0.261	6.81	235	5200	0.0576	31.35
	50	24.5	0.490	12.00	270	4900	0.0662	33.94
		25.2	0.504	12.70	285	5000	0.0698	36.56
		21.4	0.856	18.32	340	4500	0.0833	39.25
	25	22.2	0.888	19.71	340	4500	0.0833	39.25
		21.2	0.848	17.98	360	4250	0.0882	39.25
		18.6	1.240	23.06	405	4000	0.0992	41.56
	15	19.2	1.280	24.57	400	4100	0.0980	42.07
		19.5	1.300	25.35	410	4050	0.1004	42.60
		15.5	1.550	24.02	465	3500	0.1139	41.76
	10	16.2	1.620	26.24	470	3520	0.1152	42.45
		16.5	1.650	27.22	470	3580	0.1152	43.17
		13.5	1.800	24.30	510	3270	0.1262	43.21
	7.5	13.9	1.853	25.76	520	3250	0.1274	43.36
		14.2	1.893	26.88	515	3280	0.1262	43.34
		11.0	2.200	24.20	580	2800	0.1421	41.66
	5	11.3	2.260	25.54	585	2800	0.1433	42.02
		7.9	2.633	20.80	650	2330	0.1592	38.85
	3	8.0	2.667	21.33	650	2320	0.1592	38.68
		6.3	3.150	19.84	690	2100	0.1690	37.17
	2	6.4	3.200	20.48	695	2050	0.1703	36.55

ก. ๒ ข้อมูลและผลการทดลองวัดแรงบิดและกำลังงานของเครื่องกังหันเครื่องที่ ๒ โดยใช้จำนวน

หัวฉีด = ๔

ตารางที่ ก. ๒.๑ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑.๔ มิลลิเมตร

Press	R	V	I	Pe	แรง (กิโลกรัม)	อัตราเร็ว (รอบต่อนาที)	แรงบิด (นิวตัน-เมตร)	กำลังงาน (วัตต์)
1.0	-	-	-	-	75	2580	0.0184	4.96
	-	-	-	-	80	2650	0.0196	5.44
-	-	10.9	-	-	130	1930	0.0318	6.44
	-	10.8	-	-	130	1970	0.0318	6.57
100	-	9.5	0.095	0.90	145	1750	0.0355	6.51
	-	9.6	0.096	0.92	140	1800	0.0343	6.46
50	-	8.5	0.170	1.44	155	1600	0.0380	6.36
	-	8.5	0.170	1.44	155	1620	0.0380	6.44
25	-	6.8	0.272	1.85	170	1330	0.0416	5.80
	-	6.9	0.276	1.90	170	1370	0.0416	5.98
15	-	5.5	0.367	2.02	185	1120	0.0453	5.32
	-	5.6	0.373	2.09	185	1180	0.0453	5.60
10	-	4.5	0.450	2.02	195	980	0.0478	4.90
	-	4.4	0.440	1.93	200	980	0.0490	5.03
7	-	3.6	0.514	1.85	210	840	0.0514	4.52
	-	3.6	0.514	1.85	210	860	0.0514	4.63
1.5	-	-	-	-	90	3500	0.0220	8.08
	-	-	-	-	85	3700	0.0208	8.07
-	-	16.2	-	-	170	2880	0.0416	12.56
	-	16.5	-	-	165	3000	0.0408	12.70
100	-	14.2	0.142	2.01	195	2650	0.0478	13.26
	-	15.0	0.150	2.25	180	2780	0.0441	12.84
50	-	12.9	0.258	3.32	215	2470	0.0527	13.62
	-	13.7	0.274	3.75	200	2600	0.0490	13.34
25	-	11.0	0.440	4.84	245	2180	0.0600	13.70
	-	11.4	0.456	5.19	240	2280	0.0588	14.04

15	9.2	0.613	5.64	270	1900	0.0662	13.26
	9.5	0.633	6.02	270	1950	0.0662	13.51
10	7.4	0.740	5.47	290	1630	0.0710	12.23
	7.7	0.770	5.93	280	1700	0.0686	12.21
7	6.2	0.885	5.49	310	1420	0.0760	11.28
	6.4	0.914	5.85	300	1470	0.0735	11.32
5	5.0	1.000	5.00	325	1220	0.0796	10.27
	5.2	1.040	5.40	315	1280	0.0772	10.34
3	3.5	1.167	4.08	340	1000	0.0833	8.72
	3.6	1.200	4.32	340	1030	0.0833	8.95
				75	4800	0.0184	9.26
2.0	-	-	-	75	4850	0.0184	9.33
				70	4900	0.0172	8.80
				22.9	4200	0.0416	18.32
-	22.3	-	-	175	4100	0.0429	18.41
				22.5	4200	0.0416	18.32
100	20.4	0.204	4.16	195	3900	0.0478	19.51
	20.7	0.207	4.28	195	3850	0.0478	19.26
	20.5	0.205	4.20	185	3850	0.0441	17.78
50	18.8	0.376	7.07	220	3680	0.0539	20.77
	19.3	0.386	7.45	225	3680	0.0551	21.24
	18.9	0.378	7.14	215	3620	0.0514	19.50
25	16.4	0.656	10.76	270	3300	0.0662	22.86
	16.8	0.672	11.29	270	3300	0.0662	22.86
	16.3	0.652	10.63	260	3220	0.0637	21.48
15	13.6	0.907	12.33	325	2800	0.0796	23.35
	13.7	0.913	12.51	330	2800	0.0808	23.71
	13.8	0.920	12.69	315	2870	0.7718	23.19
10	11.0	1.100	12.10	365	2450	0.0894	22.94
	11.3	1.130	12.77	365	2430	0.0894	22.76
	11.5	1.150	13.22	360	2500	0.0882	23.09
7.5	9.6	1.280	12.29	390	2200	0.0931	22.01
	9.2	1.227	11.28	395	2100	0.0968	21.28
	9.5	1.267	12.03	385	2200	0.0943	21.73

5	6.9	1.380	9.52	425	1800	0.1041	19.63	
	7.4	1.480	10.95	415	1850	0.1017	19.70	
3	5.0	1.667	8.33	460	1450	0.1115	16.93	
	4.8	1.600	7.68	460	1380	0.1127	16.29	
<hr/>								
2.5	-	-	-	-	70	5500	0.0172	9.88
		27.2			165	5000	0.0404	21.17
100	24.9	0.249	6.02	200	4700	0.0490	24.12	
50	22.9	0.458	10.48	245	4500	0.0600	28.29	
25	20.1	0.804	16.16	300	4000	0.0735	30.79	
15	16.8	1.120	18.82	360	3500	0.0882	32.33	
10	14.2	1.420	20.16	420	3100	0.1029	33.40	
7.5	11.8	1.573	18.56	455	2720	0.1115	31.75	
5	9.3	1.860	17.29	510	2320	0.1850	30.36	
3	6.4	2.133	13.65	560	1870	0.1372	26.87	
2	4.7	2.35	11.04	580	1650	0.1421	24.55	
<hr/>								
3.0	-	-	-	-	70	6300	0.0172	11.31
		31.6			195	5750	0.0478	28.77
100	28.9	0.289	8.35	245	5500	0.0600	34.57	
50	26.8	0.536	14.36	290	5200	0.0710	38.69	
25	23.7	0.948	22.46	350	4750	0.0858	42.65	
15	20.5	1.367	28.01	420	4300	0.1029	46.34	
10	15.9	1.590	25.28	500	3600	0.1225	46.18	
7.5	14.7	1.960	28.81	540	3320	0.1323	16.00	
5	11.7	2.340	27.37	580	2870	0.1446	43.44	
3	8.0	2.667	21.33	650	2280	0.1592	38.02	
2	5.6	2.800	15.68	690	1950	0.1600		

4.0	-	-	-	-	90	7500	0.0220	17.32	
	-	37.3	-	-	200	6950	0.0490	35.66	
	100	34.4	0.344	11.83	260	6650	0.0637	44.36	
		50	32.2	0.644	20.74	310	6400	0.0760	50.90
		25	28.9	1.156	33.41	400	5900	0.0980	60.55
		15	25.5	1.700	43.35	490	5500	0.1200	69.14
		10	21.7	2.170	17.08	585	4950	0.1433	74.29
		7.5	19.2	2.630	50.49	645	4600	0.1580	76.12
		5	15.5	3.100	48.05	730	4100	0.1788	76.79
		3	11.7	3.900	45.63	845	3350	0.2034	71.34
		2	8.4	4.200	35.28	900	2900	0.2168	65.85

ตารางที่ ก. ๒.๒ เมื่อใช้หัววัดขนาดเต็มหน้าศูนย์กลาง ๒.๐ มิลลิเมตร

					90	3700	0.0208	8.07	
1.0	-	-	-	-	80	3650	0.0196	7.49	
					80	3630	0.0196	7.45	
					17.8	160	3200	0.0392	13.14
	-	17.2	-	-	145	3050	0.0355	11.34	
		17.9			150	3200	0.0368	12.32	
		16.1	0.161	2.59	180	3050	0.0441	14.08	
100		15.8	0.158	2.49	170	2980	0.0416	12.99	
		16.1	0.161	2.59	160	3000	0.0392	12.32	
		14.7	0.294	4.32	200	2850	0.0490	14.62	
50		14.5	0.290	4.21	190	2820	0.0453	13.38	
		14.8	0.296	4.38	195	2850	0.0478	14.26	
		12.8	0.512	6.55	240	2550	0.0588	15.70	
25		12.5	0.500	6.25	230	2500	0.0564	14.75	
		12.8	0.512	6.55	240	2530	0.0588	15.58	
		10.8	0.720	7.78	275	2280	0.0674	15.73	
15		10.5	0.700	7.35	260	2200	0.0637	14.68	
		10.7	0.713	7.63	275	2200	0.0674	15.52	

		8.9	0.890	7.92	305	1950	0.0747	15.26
10		8.7	0.870	7.57	300	1920	0.0735	14.78
		9.0	0.900	8.10	305	1950	0.0747	15.26
		7.5	1.000	7.50	315	1720	0.0772	13.90
7.5		7.1	0.950	6.77	325	1650	0.0796	13.76
		7.5	1.000	7.50	325	1700	0.0796	14.18
		6.0	1.034	6.21	345	1450	0.0845	12.83
5.8		6.0	1.034	6.21	350	1500	0.0858	13.47
		6.2	1.069	6.63	345	1500	0.0845	13.28
		4.3	1.433	6.16	385	1180	0.0943	11.66
3.0		3.9	1.300	5.07	380	1150	0.0931	11.21
		4.3	1.433	6.16	380	1180	0.0931	11.50
		2.4	1.412	3.39	410	900	0.1004	9.47
1.7		2.4	1.412	3.39	400	900	0.0980	9.24
		2.5	1.471	3.68	405	900	0.0992	9.35
					100	4800	0.0245	12.32
1.5	-	-	-	-	110	4800	0.0269	13.55
					95	4900	0.0233	11.94
		23.6			200	4300	0.0490	22.06
	-	23.9	-	-	200	4500	0.0490	23.09
		23.9			200	4400	0.0490	22.58
		21.1	0.211	4.45	230	4200	0.0564	24.78
100		21.8	0.218	4.75	240	4200	0.0588	25.86
		21.5	0.215	4.62	230	4200	0.0564	24.78
		19.8	0.396	7.84	270	4000	0.0662	27.71
50		20.4	0.410	8.41	280	4000	0.0686	28.74
		20.0	0.400	8.00	260	4000	0.0637	26.68
		17.5	0.700	12.25	330	3600	0.0808	30.48
25		18.1	0.724	13.10	330	3600	0.0808	30.48
		17.8	0.712	12.67	310	3600	0.0759	28.63
		15.4	1.027	15.81	380	3220	0.0931	31.39
15		15.8	1.053	16.64	380	3250	0.0931	31.68
		15.6	1.040	16.22	370	3300	0.0906	31.33
		13.2	1.32	17.42	420	2900	0.1029	31.25
10		13.7	1.37	18.77	430	2950	0.1054	32.54
		13.4	1.34	17.96	410	2930	0.1004	30.82

	11.1	1.480	16.43	470	2600	0.1152	31.35
7.5	11.4	1.520	17.33	470	2600	0.1152	31.35
	11.2	1.493	16.72	450	2580	0.1102	29.79
	9.3	1.603	14.91	495	2320	0.1213	29.46
5.8	9.9	1.707	16.89	500	2350	0.1225	30.15
	9.4	1.621	15.23	495	2300	0.1213	29.21
	6.2	2.067	14.47	550	1800	0.1348	25.40
3.0	6.4	2.133	13.65	560	1800	0.1372	25.06
	6.3	2.100	13.23	555	1780	0.1359	25.34
	3.8	2.235	8.49	600	1400	0.1470	21.55
1.7	3.9	2.294	8.95	600	1400	0.1470	21.55
	3.8	2.235	8.49	605	1420	0.1482	22.04

				105	6100	0.0257	16.43
2.0	-	-	-	110	6200	0.0269	17.49
				110	6200	0.0269	17.49
				110	6100	0.0269	17.22
	30.2			215	5600	0.0527	30.89
	30.0			230	5500	0.0564	32.46
-	30.7	-	-	225	5700	0.0551	32.90
	31.2			225	5500	0.0551	31.75
	27.6	0.276	7.62	260	5250	0.0637	35.02
100	28.2	0.282	7.95	270	5450	0.0662	37.75
	27.7	0.277	7.67	270	5400	0.0662	37.41
	25.1	0.502	12.60	305	5000	0.0747	39.13
50	26.4	0.528	13.94	310	5200	0.0759	41.36
	26.0	0.520	13.52	300	5200	0.0735	40.02
	23.2	0.928	21.53	390	4650	0.0956	46.53
25	23.6	0.944	22.28	375	4800	0.0919	46.18
	23.8	0.952	22.66	365	4800	0.0894	44.95
	19.8	1.320	26.14	450	4200	0.1103	48.49
15	20.4	1.360	27.74	450	4350	0.1103	50.22
	19.8	1.320	26.14	460	4200	0.1127	49.57
	20.2	1.347	27.20	440	4200	0.1078	47.41
	17.1	1.710	29.24	520	3700	0.1274	49.36
10	17.0	1.700	28.90	535	3520	0.1311	48.32
	17.2	1.720	29.58	520	3720	0.1274	49.63
	16.9	1.690	28.56	510	3750	0.1249	49.07

		14.6	1.947	28.42	585	3320	0.1433	49.83
7.5		14.8	1.973	29.21	575	3250	0.1409	47.94
		14.7	1.960	28.81	580	3400	0.1421	50.59
		12.6	2.172	27.37	625	3080	0.1531	49.39
5.8		12.7	2.189	27.81	630	2970	0.1544	48.01
		12.5	2.155	26.94	640	2980	0.1568	48.93
		12.9	2.224	28.69	635	2900	0.1556	47.25
		8.5	2.833	24.08	715	2450	0.1752	44.94
3.0		8.4	2.800	23.52	720	2320	0.1764	42.86
		8.4	2.800	23.52	740	2350	0.1813	44.62
		4.8	2.823	13.55	790	1800	0.1936	36.48
1.7		5.4	3.176	17.15	785	1880	0.1923	37.86
					110	7100	0.0269	20.04
2.5	-	-	-	-	120	7100	0.0294	21.86
					120	7200	0.0294	22.17
					110	7100	0.0269	20.04
		34.7			240	6500	0.0588	40.02
	-	34.6	-	-	245	6400	0.0600	40.23
		35.2			240	6550	0.0588	40.33
		34.4			230	6450	0.0564	38.06
		32.4	0.324	10.49	290	6250	0.0711	46.50
100		32.4	0.324	10.49	280	6200	0.0686	44.54
		32.2	0.322	10.37	290	6300	0.0711	46.87
		30.5	0.610	18.60	330	6000	0.0808	50.80
50		30.8	0.616	18.97	330	6000	0.0808	50.80
		30.5	0.610	18.60	330	6200	0.0808	52.49
		27.6	1.104	30.47	410	5700	0.1004	59.96
25		27.8	1.112	30.91	425	5500	0.1041	59.97
		27.4	1.096	30.03	410	5700	0.1004	59.96
		24.2	1.613	39.04	500	5200	0.1225	66.71
15		23.8	1.587	37.76	520	5000	0.1274	66.71
		24.0	1.600	38.40	515	5200	0.1262	68.71
		21.2	2.019	42.80	580	4700	0.1421	69.94
10.5		20.8	1.981	41.20	600	4550	0.1470	70.04
		21.1	2.019	42.80	595	4600	0.1458	70.28
		20.5	1.952	40.02	600	4600	0.1470	70.81

		17.5	2.333	40.83	670	4200	0.1642	72.19
7.5		17.6	2.347	41.30	665	4100	0.1629	69.95
		18.1	2.413	43.68	660	4250	0.1617	71.97
		17.4	2.320	40.37	690	4200	0.1691	74.35
		14.8	2.552	37.76	745	3700	0.1825	70.72
		15.1	2.603	39.31	745	3680	0.1825	70.34
5.8		15.3	2.638	40.36	765	3700	0.1874	72.62
		15.6	2.689	41.96	735	3800	0.1801	71.66
		10.9	3.633	39.60	820	3230	0.2009	67.95
3.0		10.4	3.467	36.05	840	3000	0.2058	64.65
		10.3	3.433	35.36	850	3000	0.2083	65.42
<hr/>								
					110	7700	0.0269	21.73
3.0	-	-	-	-	100	7800	0.0245	20.01
					110	7900	0.0269	22.29
					100	7800	0.0245	20.01
		38.9			255	7200	0.0625	47.11
	-	36.7	-	-	235	7200	0.0576	43.41
		39.3			245	7400	0.0600	46.51
		39.8			235	7450	0.0576	44.92
100		38.0	0.380	14.44	295	7100	0.0723	53.74
		36.7	0.367	13.47	290	7100	0.0711	52.83
50		34.9	0.698	24.36	350	6800	0.0857	61.06
		34.7	0.694	24.08	355	6950	0.0869	63.30
		30.5	1.220	37.21	460	6300	0.1127	74.35
25		29.2	1.168	34.11	490	6200	0.1201	77.94
		31.4	1.256	39.44	475	6450	0.1164	78.60
		27.9	1.860	51.89	560	5900	0.1372	84.77
15		28.2	1.880	53.02	570	5950	0.1396	87.01
		28.3	1.887	53.39	570	5950	0.1396	87.01
		24.9	2.371	59.05	635	5400	0.1556	87.96
10.5		25.8	2.457	63.39	650	5500	0.1593	91.72
		25.6	2.438	62.42	660	5450	0.1617	92.28
		22.5	2.744	61.74	710	5100	0.1739	92.90
8.2		23.2	2.829	65.64	730	5100	0.1788	95.52
		22.8	2.780	63.39	740	5100	0.1813	96.83

	21.4	3.057	65.42	800	4750	0.1960	97.49
7.0	20.5	2.928	60.04	760	4800	0.1862	93.59
	21.3	3.043	64.81	760	4950	0.1852	96.52
5.8	19.6	3.379	66.23	825	4500	0.2021	95.25
	19.5	3.362	65.56	825	4600	0.2021	97.36
4.8	16.4	3.417	56.03	875	4200	0.2144	94.29
	17.0	3.542	60.21	895	4300	0.2193	98.74
3.0	12.8	4.267	54.61	925	3900	0.2266	92.56
	12.7	4.233	53.76	940	3820	0.2303	92.13

ตารางที่ ก. ๒.๓ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๕ มิลลิเมตร

				100	2750	0.0245	7.06
0.5	-	-	-	90	2900	0.0220	6.70
				90	2900	0.0220	6.70
	12.3			155	2200	0.0380	9.15
	12.6	-	-	155	2300	0.0380	9.15
	12.4			160	2250	0.0392	9.24
150	10.9	0.073	0.79	165	2100	0.0404	9.31
	11.4	0.076	0.87	165	2200	0.0404	9.31
	10.6	0.106	1.12	170	2080	0.0416	9.07
100	10.9	0.109	1.19	170	2150	0.0416	9.38
	10.8	0.108	1.17	180	2080	0.0441	9.60
	9.8	0.196	1.92	185	1950	0.0453	9.26
50	10.0	0.200	2.00	180	2000	0.0441	9.24
	10.0	0.200	2.00	190	1950	0.0466	9.50
	8.2	0.328	2.69	200	1700	0.0490	8.72
25	8.6	0.344	2.96	195	1800	0.0478	9.00
	8.4	0.336	2.82	210	1700	0.0514	9.15
	6.7	0.447	2.99	215	1480	0.0527	8.16
15	7.0	0.467	3.27	210	1550	0.0514	8.35
	6.9	0.460	3.17	225	1480	0.0551	8.54
	5.5	0.550	3.02	230	1300	0.0563	7.67
10	5.8	0.580	3.36	225	1350	0.0551	7.79
	5.6	0.560	3.14	240	1300	0.0508	8.00

		4.4	0.628	2.77	255	1100.	0.0625	7.20
7		4.5	0.643	2.89	240	1130	0.0588	6.96
		4.7	0.671	3.16	240	1200	0.0588	7.39
		3.6	0.720	2.59	250	980	0.0612	6.29
5		3.8	0.760	2.89	250	1050	0.0612	6.73
		3.9	0.780	3.04	270	1030	0.0661	7.13
		2.4	0.800	1.92	270	800	0.0661	5.54
3		2.6	0.867	2.25	265	870	0.0649	5.91
		2.6	0.867	2.25	285	800	0.0698	5.85
<hr/>								
					100	5400	0.0245	13.85
1.0	-	-	-	-	110	5400	0.0269	15.24
					100	5300	0.0245	13.60
		25.6			190	4700	0.0465	22.91
	-	25.5	-	-	190	4750	0.0465	23.15
		25.2			200	4750	0.4900	24.37
		23.0	0.230	5.29	230	4500	0.0563	26.55
100		22.4	0.224	5.02	240	4500	0.0568	27.71
		22.8	0.228	5.20	230	4520	0.0563	26.67
		21.4	0.428	9.16	260	4250	0.0637	28.35
50		21.2	0.424	8.99	260	4300	0.0637	28.68
		21.4	0.428	9.16	255	4400	0.0625	28.79
		19.0	0.760	14.14	315	3840	0.0772	31.03
25		18.4	0.736	13.54	315	3800	0.0772	30.71
		18.7	0.748	13.99	310	3900	0.0760	31.02
		16.4	1.093	17.93	370	3430	0.0906	32.56
15		15.8	1.053	16.64	370	3400	0.0906	32.28
		15.9	1.060	16.85	370	3500	0.0906	33.22
		13.8	1.380	19.04	415	3050	0.1017	32.47
10		13.3	1.330	17.69	415	3020	0.1017	32.16
		13.5	1.350	18.22	405	3080	0.0992	32.00
		11.1	1.586	17.60	475	2620	0.1164	31.93
7.0		11.3	1.614	18.24	450	2700	0.1102	31.17
		11.2	1.600	17.92	450	2750	0.1102	31.75

	9.8	1.782	17.46	500	2450	0.1225	31.43
5.5	9.6	1.746	16.76	490	2450	0.1200	30.80
	9.8	1.782	17.46	480	2500	0.1176	30.79
	6.5	2.167	14.08	560	1900	0.1372	27.30
2.0	6.6	2.200	14.52	550	1920	0.1348	27.09
	6.3	2.100	13.23	540	1950	0.1323	27.02
	4.0	2.500	10.00	590	1530	0.1446	23.16
1.6	3.7	2.312	8.56	590	1500	0.1446	22.70
				100	6800	0.0245	17.45
1.6	-	-	-	90	6900	0.0220	15.93
				100	6800	0.0245	17.45
	33.8			205	6300	0.0502	33.14
-	34.2	-	-	200	6400	0.0490	32.84
	33.5			230	6250	0.0563	36.88
100	31.1	0.311	9.67	260	6100	0.0637	40.69
	29.7	0.594	17.64	305	5800	0.0747	45.39
50	29.1	0.582	16.94	310	5700	0.0760	45.33
	26.4	1.056	27.88	390	5500	0.0956	55.03
25	25.8	1.032	26.62	400	5300	0.0980	54.39
	26.2	1.048	27.46	395	5250	0.0968	53.20
	23.6	1.457	34.38	460	5050	0.1127	59.60
10.2	23.2	1.432	33.22	465	5000	0.1139	59.65
	24.0	1.481	33.56	460	5000	0.1127	59.01
	19.6	1.960	38.42	560	4500	0.1372	64.65
10.0	20.3	2.030	41.21	580	4500	0.1421	66.96
	19.2	1.920	36.86	580	4400	0.1421	65.47
	17.2	2.457	42.26	650	4200	0.1592	70.04
7.0	17.4	2.486	43.25	655	4000	0.1605	67.22
	16.6	2.371	39.37	650	3950	0.1592	65.87
	15.2	2.764	42.01	700	3800	0.1715	68.20
5.5	15.2	2.764	42.01	700	3720	0.1715	66.81
	14.8	2.691	39.82	710	3600	0.1740	65.58
	10.1	3.367	34.00	810	3080	0.1984	64.01
3.0	9.8	3.267	32.01	810	2980	0.1984	61.93
	10.3	3.433	35.36	820	2950	0.2009	62.06

	2.0	7.0	3.500	3.74	880	2550	0.2156	57.57
		7.0	3.500	3.74	890	2480	0.2180	56.63
<hr/>								
					100	8200	0.0245	21.04
2.0	-	-	-	-	95	8150	0.0233	19.86
					95	8100	0.0233	19.74
		40.3			240	7500	0.0588	46.18
	-	40.6	-	-	225	7500	0.0551	43.30
		40.2			225	7500	0.0551	43.30
100	37.5	0.375	14.06		290	7200	0.0710	53.57
50	35.6	0.712	25.35		340	7000	0.0833	61.06
		32.2	1.288	41.47	440	6600	0.1078	74.51
25	32.5	1.300	42.25		440	6550	0.1078	73.94
		32.6	1.304	42.51	445	6600	0.1090	75.35
		29.1	1.796	52.27	530	6200	0.1298	84.31
16.2	30.0	1.852	55.56		530	6200	0.1298	84.31
		30.3	1.870	56.67	535	6300	0.1311	86.47
		25.4	2.540	64.52	680	5600	0.1666	97.70
10.0	26.2	2.620	68.64		700	5600	0.1715	100.57
		26.6	2.660	70.76	685	5700	0.1678	100.18
		21.6	2.919	63.05	775	5250	0.1899	104.39
7.4	22.0	2.973	65.40		800	5200	0.1960	106.73
		22.5	3.040	68.41	775	5300	0.1899	105.38
		20.5	3.727	76.41	860	4900	0.2107	108.12
5.5	20.6	3.745	77.16		835	5000	0.2046	107.12
		21.6	3.927	84.83	840	5000	0.2058	107.76
		13.5	4.500	60.75	980	4200	0.2401	105.60
3.0	13.7	4.567	62.56		970	4200	0.2376	104.52
		13.5	4.500	60.75	970	4300	0.2376	107.01
		12.8	5.120	65.54	995	3980	0.2438	101.60
2.5	11.6	4.640	53.82		1000	3820	0.2450	98.01

ค. ค ข้อมูลและผลการทดลองวัดแรงบิด และกำลังงานของเครื่องกังหันเครื่องที่ ๒ โดยใช้จำนวน

หัววัด = ๒

ตารางที่ ค. ค.๑ เมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๐ มิลลิเมตร

Press	R	V	I	Pe	แรง (กิโลกรัม)	อัตราเร็ว (รอบต่อนาที)	แรงบิด (นิวตัน-เมตร)	กำลังงาน (วัตต์)
2.0	-	-	-	-	85	4300	0.0208	๓.38
	-	-	-	-	90	4300	0.0220	๓.93
-	-	19.8	-	-	155	3550	0.0380	14.12
	-	19.7	-	-	155	3600	0.0380	14.32
100	-	18.1	0.181	3.28	175	3300	0.0429	14.82
	-	18.1	0.181	3.28	175	3400	0.0429	15.27
50	-	16.5	0.330	5.44	210	3100	0.0514	16.70
	-	16.4	0.328	5.38	210	3100	0.0514	16.70
25	-	14.2	0.568	8.06	250	2720	0.0612	17.45
	-	14.2	0.568	8.06	245	2800	0.0600	17.60
15	-	11.4	0.760	8.66	285	2300	0.0698	16.82
	-	11.3	0.753	8.51	280	2320	0.0686	16.67
10	-	9.3	0.930	8.65	315	1980	0.0772	16.00
	-	9.3	0.930	8.65	305	2000	0.0747	15.65
7	-	7.7	1.100	8.47	340	1700	0.0833	14.83
	-	7.5	1.071	8.04	330	1700	0.0808	14.39
5	-	6.0	1.200	7.20	360	1480	0.0882	13.67
	-	6.0	1.200	7.20	355	1480	0.0870	13.48
2.5	-	-	-	-	75	5000	0.0184	9.62
	-	24.4	-	-	165	4500	0.0404	18.47
100	22.3	0.223	4.97	200	4250	0.0490	21.81	
50	20.6	0.412	8.49	235	3900	0.0576	23.51	
25	17.6	0.704	12.39	290	3480	0.0710	25.89	
15	14.6	0.973	14.21	340	3000	0.0833	26.17	
10	12.0	1.200	14.40	380	2600	0.0931	25.35	

	7.5	10.2	1.360	13.87	390	2300	0.0992	23.90
	5	7.6	1.520	11.55	420	1900	0.1066	21.20
	3	5.3	1.766	9.36	450	1500	0.1139	17.90
<hr/>								
3.0	-	-	-	-	85	5800	0.0208	12.68
					85	5750	0.0208	12.54
	-	28.0	-	-	185	5200	0.0453	24.68
		27.6			180	5100	0.0441	23.55
100	25.8	0.258	6.66	225	5000	0.0551	28.86	
	24.9	0.249	6.20	230	4900	0.0564	28.91	
50	23.9	0.478	11.42	260	4700	0.0637	31.35	
	23.4	0.468	10.95	275	4600	0.0674	32.46	
25	21.0	0.840	17.64	325	4250	0.0796	35.44	
	20.8	0.832	17.31	330	4200	0.0808	35.56	
15	17.9	1.193	21.35	390	3700	0.0956	37.02	
	17.4	1.160	20.18	390	3620	0.0956	36.22	
10	15.0	1.500	22.50	440	3270	0.1078	36.91	
	14.8	1.480	21.90	440	3200	0.1078	36.12	
7.5	12.8	1.706	21.83	470	2920	0.1152	35.21	
	12.7	1.693	21.51	480	2870	0.1176	35.34	
5	9.9	1.980	19.60	500	2450	0.1262	32.37	
	9.9	1.980	19.60	515	2420	0.1262	31.98	
3	7.0	2.330	16.33	565	1950	0.1384	28.27	
<hr/>								
4.0	-	-	-	-	85	6500	0.0208	14.18
	-	31.3	-	-	190	5900	0.0466	28.27
100	29.5	0.295	8.70	240	5700	0.0588	35.10	
50	27.5	0.550	15.12	295	5400	0.0723	40.87	
25	25.0	1.000	25.00	370	5100	0.0906	48.41	
15	21.9	1.460	31.97	460	4650	0.1127	54.88	

10	18.8	1.880	35.34	520	4250	0.1298	57.79
7.5	16.3	2.173	35.42	580	3800	0.1421	56.55
5	12.9	2.580	33.28	660	3300	0.1592	53.70
3	9.2	3.067	28.21	720	2880	0.1740	48.82
2	6.7	3.350	22.44	780	2250	0.1850	43.58

ตารางที่ ค. ก.๓ เมื่อใช้หัววัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๕ มิลลิเมตร

1.0	-	-	-	-	90	3380	0.0220	7.80
					90	3500	0.0220	8.08
	-	15.3	-	-	160	2770	0.0392	11.37
		15.5			160	2820	0.0392	11.58
100		13.9	0.139	1.93	175	2580	0.0429	11.58
		13.9	0.139	1.93	180	2600	0.0441	12.01
50		12.5	0.250	3.12	195	2400	0.0478	12.01
		12.5	0.250	3.12	200	2420	0.0490	12.42
25		10.7	0.428	4.58	220	2120	0.0539	11.97
		10.4	0.416	4.33	225	2120	0.0551	12.24
15		9.0	0.600	5.40	245	1850	0.0600	11.63
		8.4	0.560	4.70	250	1800	0.0612	11.54
10		7.2	0.720	5.18	260	1620	0.0637	10.81
		6.7	0.670	4.49	270	1530	0.0662	10.60
7		6.1	0.871	5.32	280	1430	0.0686	10.27
		5.5	0.786	4.32	290	1330	0.0710	9.89
5		5.2	1.040	5.41	290	1300	0.0710	9.67
		4.4	0.880	3.87	305	1180	0.0747	9.23
3		3.1	1.033	3.20	315	950	0.0772	7.68
2.0	-	-	-	-	100	5800	0.0245	14.88
					80	5800	0.0196	11.90
	-	28.6	-	-	190	5300	0.0466	25.84
		28.9			180	5300	0.0441	24.48

100	26.2	0.262	6.86	235	5000	0.0576	30.15
	26.3	0.263	6.92	225	5000	0.0551	28.86
50	24.6	0.492	12.10	280	4750	0.0686	34.12
	24.6	0.492	12.10	270	4700	0.0662	32.56
25	21.6	0.864	18.66	345	4300	0.0845	38.06
	21.5	0.860	18.49	335	4300	0.0821	36.96
15	18.3	1.220	22.33	410	3730	0.1004	39.24
	18.3	1.220	22.33	405	3720	0.0992	38.65
10	15.6	1.560	24.34	455	3300	0.1115	38.52
	15.6	1.560	24.34	460	3300	0.1127	38.95
7.5	13.4	1.787	23.94	500	3020	0.1225	38.74
	13.3	1.773	23.58	500	2970	0.1225	38.10
5	10.6	2.120	22.47	555	2580	0.1360	36.74
	10.4	2.080	21.63	550	2520	0.1348	35.56
3	7.3	2.433	17.76	610	2080	0.1494	32.55
	7.1	2.367	16.80	600	2000	0.1470	30.79
<hr/>							
3.0	-	-	-	85	7500	0.0208	16.36
	-	37.7	-	210	6900	0.0514	37.18
100	35.0	0.350	12.25	270	6600	0.0662	45.72
50	32.8	0.656	21.52	330	6300	0.0808	53.34
25	29.4	1.176	34.57	420	5800	0.1029	62.50
15	25.7	1.713	44.03	520	5450	0.1274	72.71
10	22.2	2.220	49.28	610	4900	0.1494	76.69
7.5	19.4	2.586	50.18	670	4500	0.1642	77.35
5	16.0	3.200	51.20	750	3900	0.1838	75.04
3	11.2	3.733	41.81	840	3220	0.2058	69.40

ภาคผนวก ง.

แสดงผลการทดลองวัดอัตราเร็วรอบหมุนของ เครื่องกังหันขณะที่ไม่มีการที่ความดัน
อากาศอัดขนาดต่าง ๆ กัน

ง. ๑ สำหรับเครื่องกังหันเครื่องที่ ๑

ตารางที่ ง. ๑.๑ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑.๕๔ มิลลิเมตร

ความดันอากาศอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	อัตราเร็ว (รอบ/นาที)		
	ครั้งที่ ๑	ครั้งที่ ๒	ครั้งที่ ๓
1.0	2850	2900	2920
1.5	3550	3530	3600
2.0	4250	4200	4250
2.5	4800	4800	4700
3.0	5300	5350	5300
3.5	5750	5750	5700
4.0	6200	6200	6200

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง. ๑.๒ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๐ มิลลิเมตร

ความดันอากาศอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	อัตราเร็ว (รอบ/นาที)			
	ครั้งที่ ๑	ครั้งที่ ๒	ครั้งที่ ๓	ครั้งที่ ๔
0.5	2300	2400	2400	2380
1.0	3300	3350	3500	3480
1.5	4000	4100	4400	4400
2.0	4800	4800	5000	5000
2.5	5400	5400	5600	5500
3.0	5900	5900	6100	6000
3.5	6400	6500	6600	6500
4.0	6800	6900	7100	7000

ตารางที่ ง. ๑.๓ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๓๘ มิลลิเมตร

ความดันอากาศอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	อัตราเร็ว (รอบ/นาที)		
	ครั้งที่ ๑	ครั้งที่ ๒	ครั้งที่ ๓
0.5	3150	3300	3250
1.0	4700	4750	4750
1.5	5800	5900	5800
2.0	6750	6800	6800
2.5	7600	7600	7600
3.0	8300	8300	8400

ง. ๒ สำหรับเครื่องกังหันเครื่องที่ ๒

ตารางที่ ง. ๒.๑ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑.๕ มิลลิเมตร

ความดันอากาศอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	อัตราเร็ว (รอบ/นาที)			
	ครั้งที่ ๑	ครั้งที่ ๒	ครั้งที่ ๓	ครั้งที่ ๔
1.0	2950	2930	2950	2950
1.5	3900	3850	3900	3900
2.0	4750	4700	4700	4600
2.5	5250	5200	5200	5200
3.0	5700	5850	5800	5800
3.5	6400	6500	6500	6400
4.0	6800	6900	6850	6900

ตารางที่ ง. ๒.๒ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๐ มิลลิเมตร

ความดันอากาศอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	อัตราเร็ว (รอบ/นาที)			
	ครั้งที่ ๑	ครั้งที่ ๒	ครั้งที่ ๓	ครั้งที่ ๔
0.5	3000	3200	3150	3200
1.0	4400	4750	4900	4800
1.5	5500	5800	6000	5900
2.0	6500	6700	6800	6750
2.5	7450	7600	7600	7600
3.0	8200	8500	8500	8500
3.5	8950	9050	9100	9000
4.0	9550	9700	9600	9650

ตารางที่ ง. ๒.๓ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๕ มิลลิเมตร

ความดันอากาศอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	อัตราเร็ว (รอบ/นาที)			
	ครั้งที่ ๑	ครั้งที่ ๒	ครั้งที่ ๓	ครั้งที่ ๔
0.5	4200	4000	4100	4150
1.0	5800	5800	5850	5800
1.5	7200	7250	7400	7300
2.0	8400	8450	8600	8500
2.5	9300	9400	9500	9400
3.0	10300	10300	10400	10400

ข.๓ สำหรับเครื่องกังหันเครื่องที่ ๒ เมื่อลดจำนวนหัวฉีดเหลือ ๒ รู

ตารางที่ ง. ๓.๑ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๐ มิลลิเมตร

ความดันอากาศอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	อัตราเร็ว (รอบ/นาที)			
	ครั้งที่ ๑	ครั้งที่ ๒	ครั้งที่ ๓	ครั้งที่ ๔
1.0	3400	3450	3400	
1.5	4400	4300	4300	
2.0	5000	4950	5000	
2.5	5600	5600	5500	
3.0	6100	6100	6000	
3.5	6600	6500	6500	
4.0	6800	6900	7000	

ตารางที่ ง. ค.๒ เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๕ มิลลิเมตร

ความดันอากาศอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	อัตราเร็ว (รอบ/นาที)		
	ครั้งที่ ๑	ครั้งที่ ๒	ครั้งที่ ๓
1.0	4300	4300	4400
1.5	5400	5300	5400
2.0	6250	6200	6200
2.5	7000	7000	7000
3.0	7750	7700	7800

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

แสดงข้อมูลและผลการทดลองวัดแรงบิดและกำลังงานของ เครื่องกังหัน เครื่องที่ ๒

โดยวิธี เบรคเชือก

ใช้หัววัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑.๕ มิลลิเมตร

จำนวนหัววัด ๔ รู

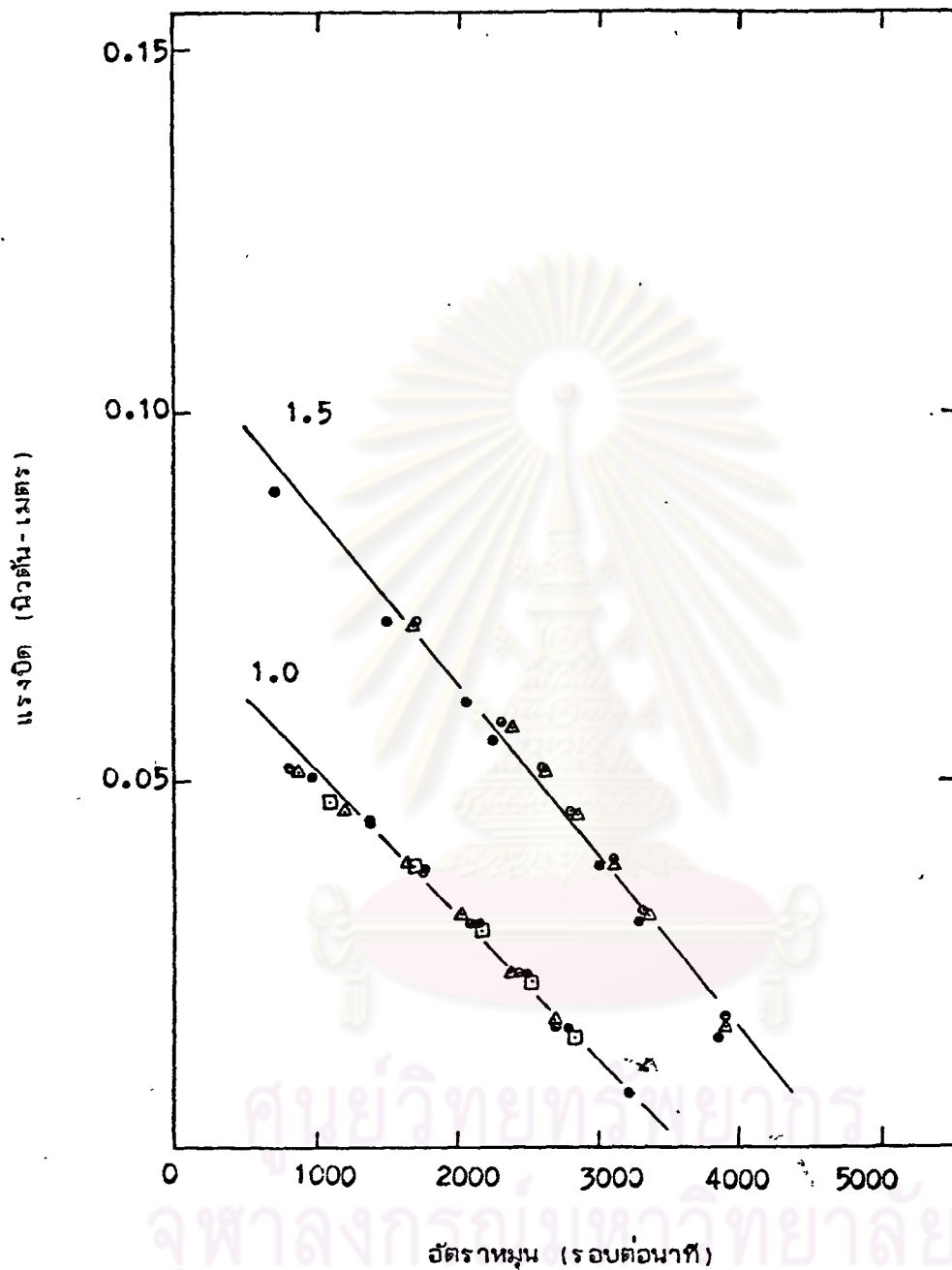
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงล้อเบรค ๒๐ มิลลิเมตร

จ. ๑ ตารางแสดงข้อมูลและผลการทดลอง

ความดันอากาศอัด (กิโลกรัม/ตาราง เซนติเมตร)	น้ำหนักถ่วง (กรัม)	น้ำหนักที่อ่านได้ (กรัม)	อัตราเร็ว (รอบ/นาที)	น้ำหนักถ่วง) (กรัม) - (น้ำหนักที่อ่านได้)	แรงบิด (นิวตัน - เมตร)	กำลังงาน (วัตต์)
1.0	200	40	2800	160	0.0157	4.59
		30	2700	170	0.0167	4.71
		25	2700	175	0.0172	4.85
		50	2830	150	0.0147	4.35
	300	65	2500	235	0.0230	6.03
		60	2430	240	0.0235	5.98
		60	2380	240	0.0235	5.86
		75	2520	225	0.0221	5.81
	400	90	2160	310	0.0304	6.87
		90	2100	310	0.0304	6.68
		80	2030	320	0.0314	6.67
		100	2180	300	0.0294	6.71
	500	115	1780	385	0.0377	7.03
		120	1750	380	0.0372	6.82
		105	1650	395	0.0387	6.69
		110	1700	390	0.0382	6.80
	600	150	1380	450	0.0441	6.37
		145	1350	455	0.0446	6.30
		130	1200	470	0.0461	5.79
		120	1200	480	0.0470	5.41
700	175	980	525	0.0514	5.28	
	165	900	535	0.0524	4.94	
	170	880	530	0.0519	4.79	

1.5	200	35	3900	165	0.0162	6.60
		20	3900	180	0.0176	7.20
		40	3860	160	0.0157	6.34
400	400	80	3350	320	0.0314	11.00
		75	3320	325	0.0318	11.07
		85	3280	315	0.0309	10.60
500	500	110	3100	390	0.0382	12.40
		105	3100	395	0.0387	12.56
		110	3000	390	0.0382	12.00
600	600	140	2850	460	0.0451	13.45
		135	2800	465	0.0456	13.36
		35	2250	565	0.0554	13.05
700	700	180	2620	520	0.0510	13.98
		175	2600	525	0.0514	14.00
		80	2050	620	0.0608	13.04
800	800	220	2380	580	0.0568	14.16
		210	2300	590	0.0578	13.92
		70	1550	730	0.0715	11.61
1000	1000	275	1680	725	0.0710	12.49
		270	1700	730	0.0715	12.73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๑.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงพัดกับอัตราหมุนของเครื่องกังหันเครื่องที่ 2 ที่วัดโดยวิธีเบรคเชือก เมื่อใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร และความดันอากาศอัด 1.0 และ 1.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงผลการทดลองวัดอัตราไหลของอากาศผ่านเครื่องกังหัน

- Nd = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวฉีด หน่วยมิลลิเมตร
 Press = ความดันอากาศอัด หน่วย กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
 1 = ผลการทดลองที่วัดโดยวิธีท่อเวนจูร์
 2 = ผลการทดลองที่วัดโดยวิธีท่อปัดต่อเข้ากับท่อเวนจูร์

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลองสำหรับเครื่องกังหันเครื่องที่ 1

Nd.	Press	อัตราไหลของปริมาตร (ลิตรต่อวินาที)		อัตราไหลของมวล($\times 10^{-3}$ กิโลกรัมต่อวินาที)	
		1	2	1	2
1.59	1.0	3.16	3.18	3.65	3.67
	2.0	4.78	4.78	5.40	5.52
	3.0	6.26	6.35	7.24	7.28
	4.0	7.89	7.76	9.11	8.94
2.0	1.0	5.07	5.10	5.86	5.87
	1.5	6.33	6.31	7.33	7.26
	2.0	7.64	7.65	8.84	8.80
	2.55	8.91	8.78	10.30	10.07
	3.0	10.11	10.08	11.67	11.58

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

No.	Press	อัตราไหลของปริมาตร (ลิตรต่อวินาที)		อัตราไหลของมวล ($\times 10^3$ กิโลกรัมต่อวินาที)	
		1	2	1	2
๗.๓๘	0.5	4.79	4.78	0.50	5.49
	1.0	6.86	6.68	7.89	7.69
	1.5	8.63	8.44	9.92	9.71
	2.0	10.39	9.90	11.72	11.39

ตารางที่ ๑.2 ผลการทดลองสำหรับเครื่องกังหันเครื่องที่ 2

No.	Press	อัตราไหลของปริมาตร (ลิตรต่อวินาที)		อัตราไหลของมวล ($\times 10^{-3}$ กิโลกรัมต่อวินาที)	
		1	2	1	2
1.5	1.0	2.49	2.45	2.89	2.86
	1.5	3.18	3.10	3.69	3.68
	2.0	3.82	3.70	4.44	4.32
	2.5	4.51	4.53	5.24	5.29
	3.0	5.11	5.27	5.94	6.16
	3.5	5.85	6.06	6.79	7.38
	4.0	6.59	6.86	7.66	8.01

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Nd.	Press	อัตราไหลของปริมาตร (ลิตรต่อวินาที)		อัตราไหลของมวล ($\times 10^{-3}$ กิโลกรัมต่อวินาที)	
		1	2	1	2
2.0	1.0	3.99	4.03	4.62	4.64
	1.5	5.09	5.14	5.89	5.91
	2.0	6.14	6.18	7.10	7.12
	2.5	7.17	7.28	8.28	8.37
	3.0	8.26	8.38	9.53	9.64
2.5	0.5	3.92	3.87	4.58	4.46
	1.0	5.74	5.79	6.81	6.67
	1.5	7.37	7.45	8.69	8.58
	2.0	8.86	8.94	10.37	10.29
	2.5	9.99	10.43	11.65	11.99

ตารางที่ ๓ ผลการทดลองสำหรับเครื่องที่ 2 เมื่อลดจำนวนหัวฉีดเหลือเพียง 2 รุ

Nd.	Press	อัตราไหลของปริมาตร (ลิตรต่อนาที)		อัตราไหลของมวล ($\times 10^{-3}$ กิโลกรัมต่อวินาที)	
		1	2	1	2
2.0	1.0	2.06	2.01	2.29	2.34
	2.0	3.26	3.14	3.79	3.67
	3.0	4.63	4.51	5.38	5.27
	4.0	6.07	6.21	7.05	7.21
2.5	0.5	2.07	2.09	2.42	2.44
	1.0	3.17	3.16	3.70	3.69
	2.0	4.87	4.89	5.69	5.71
	3.0	6.46	6.54	7.52	7.64

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย