รายการอ้างอิง

1. วารสารสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 4 อากาศเป็นพิษกับชีวิตมนุษย์ ปีที่ 1 กรกฎาคม - สิงหาคม 2539.
2. นุสดา วงษ์โคเมท, ชัยรัตน์ งามณรงค์ชัย เทคโนโลยีการเก็บแกสไฮโดรเจน เพื่อการขนส่งและใช้งาน คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
3. พูลพร แสงบางปลา ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
4. เชื้อ ชูขำ, ธีระยุทธ สุวรรณประทีป อุปกรณ์เชื้อเพลิงก๊าซรถยนต์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
5. วัชระ ลอยสมุทร การใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนในเครื่องยนต์สันดาปภายใน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
6. Heywood J.B. Internal Combustion Engine Fundamental 2nd. ed. Singapore : MaGraw. hill Book. Co. 1988
7. F. E. Lynch Parallel Induction : A Simple Fuel Control Method For Hydrogen Engines Hydride Energy Specialists. P. O. Box 10454 Denver, Co 80210 U.S.A.
8. K. Binder, G. Withalm Mixture Formation and Combustion In Interaction with The Hydrogen Storage Technology Zentrale Forschung der Diamler-Benz AG, Stuttgrat Germany
9. F. B. Simpson, D.R. Swope, J. H. Lofthouse, A Guide For The Conversion To and Maintenance of Hydrogen Fuel, Spark Ignition Engines IDAHO National Engineering Lobaratory, IDAHO Falls, IDAHO and D. l Menriksen, Billings Energy Research Corporation, Provo. Utha
10. M. A.Plint In Structional Test and Experiments on Internal Combustion Engines
11. Richard C. Dorf Energy, Resources, & Policy University of California at Davis, 1978.

รายการอ้างอิง (ต่อ)

12. Furuhama, S. State of the Art and future Trend of Hydrogen-Fueled Engines International Association for Hydrogen Energy, Vol.4, No.2,PP.61 1980.

13. Kenneth E. C. Hydrogen frome Solar Energy Via Water Electrolysis The University of new Maxico, Albuquerque, New Maxico U.S.A.

14. Edward F.Obert Internal Combustion Engine The University of Wisconsin, 1968.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตาราง ก-1 ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง

ทดสอบที่ตำแหน่งปีกผีเสื้อเปิดสุด องศาการจุดระเบิด 5°BTDC

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นออก 60 - 70 °C อุณหภูมิอากาศ 26 - 31 °C

Speed (rpm)	F (N)	T (N.m)	B_P (kW)	$\dot{m}_f$ (kg/h)	$\dot{m}_a$ (kg/h)	b.s.f.c (kg/kW.h)	b.m.e.p (kN/m^2)	A/F Ratio	λ	η_{th} (%)	T_e (°C)	CO (%)	HC (ppm)
1000	285.47	101.63	10.64	3.54	52.5	0.33	745.96	14.82	0.97	25.83	463.0	6.43	231
1500	302.93	107.84	16.94	5.41	84.9	0.32	791.59	15.70	1.03	26.95	547.0	6.80	247
2000	311.17	110.78	23.20	7.00	114.7	0.30	813.13	16.39	1.08	28.51	625.0	5.15	205
2500	315.39	112.28	29.39	8.80	146.0	0.30	824.15	16.58	1.09	28.72	681.0	6.61	240
3000	316.47	112.66	35.39	11.02	178.0	0.31	826.97	16.15	1.06	27.62	728.0	5.47	221
3500	311.96	111.06	40.70	13.02	210.0	0.32	815.18	16.12	1.06	26.88	770.0	6.58	235
4000	307.05	109.31	45.79	15.21	240.5	0.33	802.36	15.81	1.04	25.89	815.0	6.16	269
4500	301.17	107.22	50.52	17.93	259.5	0.35	786.98	14.48	0.95	24.24	825	6.20	254
5000	283.51	100.93	52.85	19.37	268.4	0.37	740.84	13.86	0.91	23.46	830	6.35	265
5500	247.21	88.01	50.69	20.39	271.1	0.40	645.99	13.29	0.87	21.38	835	6.27	272
6000	188.35	67.05	42.13	21.01	272.2	0.50	492.18	12.95	0.85	17.24	854	6.38	266

ตาราง ก-2 ผลการทดลองเมื่อใช้แกสไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง แบบผสมภายใน (ต่อ)

ทดสอบที่ตำแหน่งปีกผีเสื้อเปิดครึ่งหนึ่ง

องศาการจุดระเบิด 0°BTDC

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นออก 60 - 70 $^{\circ}$C

อุณหภูมิอากาศ 26 - 31 $^{\circ}$C

Speed (rpm)	F (N)	T (N.m)	B_P (kW)	$\dot{m}_f$ (kg/h)	$\dot{m}_a$ (kg/h)	b.s.f.c (kg/kW.h)	b.m.e.p (kN/m^2)	A/F Ratio	λ	η_{th} (%)	T_e ($^{\circ}$C)	CO (%)	HC (PPM)
1000	162.85	57.97	6.07	0.91	55.0	0.15	425.53	60.46	1.76	20.00	453.0	0.01	5
1500	171.58	61.08	9.59	1.25	73.8	0.13	448.35	59.17	1.73	23.09	542.0	0.01	5
2000	169.71	60.42	12.65	1.39	86.9	0.11	443.48	62.41	1.82	27.27	596.0	0.01	5
2500	160.88	57.27	14.99	1.50	102.6	0.10	420.41	68.45	2.00	30.01	646.0	0.02	4
3000	150.09	53.43	16.79	1.68	120.6	0.10	392.21	71.82	2.09	29.99	677.0	0.01	6
3500	125.57	44.70	16.38	1.80	135.6	0.11	328.12	75.23	2.19	27.28	682.0	0.01	6
4000	113.80	40.51	16.97	2.04	147.9	0.12	297.36	72.64	2.12	25.00	690.0	0.01	5

ตาราง ก-3 ผลการทดลองเมื่อใช้แกสไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง แบบผสมภายใน (ต่อ)

ทดสอบที่ตำแหน่งปีกผีเสื้อเปิดครึ่งหนึ่ง

องศาการจุดระเบิด 5°BTDC

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นออก 60 - 70 °C

อุณหภูมิอากาศ 26 - 31 °C

Speed (rpm)	F (N)	T (N.m)	B_P (kW)	$\dot{m}_f$ (kg/h)	$\dot{m}_a$ (kg/h)	b.s.f.c (kg/kW.h)	b.m.e.p (kN/m^2)	A/F Ratio	λ	η_{th} (%)	T_e (°C)	CO (%)	HC (PPM)
1000	158.92	56.58	5.92	0.94	55.6	0.16	415.28	59.38	1.73	18.99	445	0.01	6
1500	162.85	57.97	9.11	1.20	74.0	0.13	425.53	61.65	1.80	22.77	530	0.01	6
2000	164.71	58.64	12.28	1.39	85.6	0.11	430.40	61.51	1.79	26.47	574	0.01	7
2500	156.86	55.84	14.62	1.54	102.9	0.10	409.90	67.04	1.95	28.57	637	0.01	5
3000	142.34	50.67	15.92	1.75	119.1	0.11	371.96	67.98	1.98	27.27	668	0.01	5
3500	122.72	43.69	16.01	1.92	136.7	0.12	320.69	71.20	2.08	25.02	675	0.01	6
4000	105.85	37.68	15.78	2.02	146.5	0.13	276.60	72.65	2.12	23.49	686	0.01	5

ตาราง ก-4 ผลการทดลองเมื่อใช้แกสไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง แบบผสมภายใน (ต่อ)

ทดสอบที่ตำแหน่งปีกผีเสื้อเปิดครึ่งหนึ่ง

องศาการจุดระเบิด 10°BTDC

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นออก 60 - 70 $^{\circ}$C

อุณหภูมิอากาศ 26 - 31 $^{\circ}$C

Speed (rpm)	F (N)	T (N.m)	B_P (kW)	$\dot{m}_f$ (kg/h)	$\dot{m}_a$ (kg/h)	b.s.f.c (kg/kW.h)	b.m.e.p (kN/m^2)	A/F Ratio	λ	η_{th} (%)	T_e ($^{\circ}$C)	CO (%)	HC (PPM)
1000	154.02	54.83	5.74	0.96	56.7	0.17	402.46	59.07	1.72	17.94	444.0	0.01	4
1500	157.94	56.23	8.83	1.24	73.6	0.14	412.72	59.54	1.74	21.43	527.0	0.01	5
2000	155.10	55.21	11.56	1.34	86.8	0.12	405.28	64.55	1.88	25.81	570.0	0.01	5
2500	148.13	52.73	13.81	1.54	102.9	0.11	387.08	66.99	1.95	26.96	629.0	0.01	6
3000	135.38	48.19	15.14	1.67	120.9	0.11	353.76	72.61	2.12	27.27	662.0	0.01	6
3500	115.95	41.28	15.13	1.82	136.0	0.12	303.00	74.88	2.18	25.00	668.0	0.01	7
4000	95.16	33.88	14.19	1.97	147.2	0.14	248.65	74.81	2.18	21.63	677.0	0.01	6

ตาราง ก-5 ผลการทดลองเมื่อใช้แกสไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง แบบผสมภายนอก (ต่อ)

ทดสอบที่ตำแหน่งปีกผีเสื้อเปิดครึ่งหนึ่ง

องศาการจุดระเบิด 0°BTDC

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นออก 60 - 70 °C

อุณหภูมิอากาศ 26 - 31 °C

Speed (rpm)	F (N)	T (N.m)	B_P (kW)	$\dot{m}_f$ (kg/h)	$\dot{m}_a$ (kg/h)	b.s.f.c (kg/kW.h)	b.m.e.p (kN/m^2)	A/F Ratio	λ	η_{th} (%)	T_e (°C)	CO (%)	HC (PPM)
1000	1000	40.51	4.24	0.48	22925.9	0.11	297.36	55.54	1.62	33.84	386.0	0.01	5
1500	1500	43.65	6.86	0.58	29383.9	0.08	320.43	58.62	1.71	45.05	405.0	0.01	5
2000	2000	41.21	8.63	0.68	36487.7	0.08	302.49	61.87	1.80	48.20	440.0	0.01	4
2500	2500	34.23	8.96	0.85	48435.0	0.09	251.22	65.71	1.92	40.03	495.0	0.01	5
3000	3000	27.59	8.97	1.02	61673.9	0.12	202.51	69.72	2.03	32.27	555.0	0.01	4
3500	3500	20.70	8.32	1.28	82016.6	0.15	166.62	74.17	2.16	24.78	592.0	0.01	4
4000	4000	20.26	8.48	1.45	93963.9	0.17	148.68	74.98	2.19	22.30	597.0	0.01	4

ตาราง ก-6 ผลการทดลองเมื่อใช้แกสไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง แบบผสมภายนอก (ต่อ)

ทดสอบที่ตำแหน่งปีกผีเสื้อเปิดครึ่งหนึ่ง

องศาการจุดระเบิด 5°BTDC

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นออก 60 - 70 °C

อุณหภูมิอากาศ 26 - 31 °C

Speed (rpm)	F (N)	T (N.m)	B_P (kW)	$\dot{m}_f$ (kg/h)	$\dot{m}_a$ (kg/h)	b.s.f.c (kg/kW.h)	b.m.e.p (kN/m^2)	A/F Ratio	λ	η_{th} (%)	T_e (°C)	CO (%)	HC (PPM)
1000	106.93	38.07	3.99	0.48	27.2	0.12	279.42	57.22	1.67	31.80	380.0	0.01	4
1500	123.61	44.00	6.91	0.60	35.4	0.09	322.99	59.57	1.74	44.12	400.0	0.01	4
2000	109.87	39.11	8.19	0.66	41.4	0.08	287.11	62.46	1.82	46.92	444.0	0.01	5
2500	90.25	32.13	8.41	0.85	55.6	0.10	235.84	65.40	1.91	37.58	495.0	0.01	5
3000	73.58	26.19	8.23	1.02	71.6	0.12	192.26	70.23	2.05	30.64	533.0	0.01	6
3500	59.84	21.30	7.81	1.26	93.6	0.16	156.37	74.44	2.17	23.57	586.0	0.01	5
4000	54.94	19.56	8.19	1.45	109.3	0.18	143.55	75.65	2.21	21.53	592.0	0.01	5

ตาราง ก-7 ผลการทดลองเมื่อใช้แกสไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง แบบผสมภายนอก (ต่อ)

ทดสอบที่ตำแหน่งปีกผีเสื้อเปิดครึ่งหนึ่ง

องศาการจุดระเบิด 10°BTDC

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นออก 60 - 70 °C

อุณหภูมิอากาศ 26 - 31 °C

Speed (rpm)	F (N)	T (N.m)	B_P (kW)	$\dot{m}_f$ (kg/h)	$\dot{m}_a$ (kg/h)	b.s.f.c (kg/kW.h)	b.m.e.p (kN/m^2)	A/F Ratio	λ	η_{th} (%)	T_e (°C)	CO (%)	HC (PPM)
1000	105.95	37.72	3.95	0.49	27.3	0.12	276.85	55.37	1.61	30.42	380.0	0.01	7
1500	115.76	41.21	6.47	0.58	33.3	0.09	302.49	57.58	1.68	42.53	398.0	0.01	4
2000	106.93	38.07	7.97	0.66	40.4	0.08	279.42	60.91	1.78	45.67	420.0	0.01	5
2500	86.33	30.73	8.05	0.83	54.2	0.10	225.58	65.09	1.90	36.68	487.0	0.01	4
3000	74.56	26.54	8.34	1.02	71.0	0.12	194.82	69.66	2.03	31.04	530.0	0.01	5
3500	60.82	21.65	7.94	1.28	93.5	0.16	158.93	73.32	2.14	23.64	580.0	0.01	6
4000	51.01	18.16	7.61	1.46	109.9	0.19	133.30	75.20	2.19	19.76	590.0	0.01	5

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณ

ก. เครื่องยนต์แกสโซลีน

ข้อมูลที่ใช้

Speed	=	1500	rpm
Brake load	=	302.93	N
Fuel consumption	=	5.41	kg/h
Orifice difference pressure	=	14.1	mm
Heating value of gasoline	=	44	MJ/kg

การคำนวณ

1. Brake torque

$= F \times r$ N.m

$= 302.93 \times 0.356$

$= 107.84$ N.m

2. Brake hourse power

$= \frac{T \times N}{9549.3}$ kW

$= \frac{107.84 \times 1500}{9549.3}$

$= 16.94$ kW

3. Thermal efficiency

$= \frac{3.6 \times 10^6 \times 10^2}{bsfc \times Q_{HV}}$ %

$= \frac{3.6 \times 10^6 \times 10^2}{0.32 \times 44 \times 10^6}$

$= 26.95$ %

4. Specific fuel consumption

$= \frac{\dot{m}_f}{B_P}$ kg/kW.h

$= \frac{5.41}{16.94}$

$= 0.32$ kg/kW.h

ตัวอย่างการคำนวณ (ต่อ)

5. Air flow rate $= 32.29 \times \rho_a \times \dot{m}_a$ kg/h

$= 32.29 \times 1.15308 \times 1.41$

$= 84.9$ kg/h

6. Air-Fuel ratio $= \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f}$

$= \frac{84.9}{5.41}$

$= 15.70$

7. Relative air-fuel ratio $= \frac{[A/F]_{actual}}{[A/F]_{stoichiometric}}$

$= \frac{15.70}{15.2}$

$= 1.03$

8. Brake Mean Effective Pressure $= \frac{B_P \times 48 \times 10^{10}}{n \times \pi \times d^2 \times s \times N}$ kN/m^2

$= \frac{16.94 \times 48 \times 10^{10}}{1500 \times \pi \times (79.6)^2 \times 86 \times 4}$

$= 791.59$ kN/m^2

ข. เครื่องยนต์ไฮโดรเจน

ข้อมูลที่ใช้

Ignition timing	=	0	^{o}BTDC
Speed	=	1500	rpm
Brake load	=	171.58	N
Fuel consumption	=	1.25	kg/h
Orifice difference pressure	=	19.7	mm
Heating value of hydrogen	=	120	MJ/kg

ตัวอย่างการคำนวณ (ต่อ)

1. Brake torque

$= F \times r$ N.m

$= 171.58 \times 0.356$

$= 61.08$ N.m

2. Brake hourse power

$= \frac{T \times N}{9549.3}$ kW

$= \frac{61.08 \times 1500}{9549.3}$

$= 9.59$ kW

3. Thermal efficiency

$= \frac{3.6 \times 10^6 \times 10^2}{bsfc \times Q_{HV}}$ %

$= \frac{3.6 \times 10^6 \times 10^2}{0.13 \times 120 \times 10^6}$

$= 23.09$ %

4. Specific fuel consumption

$= \frac{\dot{m}_f}{B_P}$ kg/kW.h

$= \frac{1.25}{9.59}$

$= 0.13$ kg/kW.h

5. Air flow rate

$= 32.29 \times \rho_a \times \dot{m}_a$ kg/h

$= 32.29 \times 1.159736 \times 1.97$

$= 73.8$ kg/h

6. Air-Fuel ratio

$= \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f}$

$= \frac{73.8}{1.25}$

$= 59.17$

7. Relative air-fuel ratio

$= \frac{[A/F]_{actual}}{[A/F]_{stoichiometric}}$

$= \frac{59.17}{34.3}$

$= 1.73$

ตัวอย่างการคำนวณ (ต่อ)

8. Brake Mean Effective Pressure

$$= \frac{B_P \times 48 \times 10^{10}}{n \times \pi \times d^2 \times s \times N} \quad kN/m^2$$

$$= \frac{9.59 \times 48 \times 10^{10}}{1500 \times \pi \times (79.6)^2 \times 86 \times 4}$$

$$= 448.35 \quad kN/m^2$$

ภาคผนวก ค

ข้อมูลทั่วไปของเครื่องยนต์ทดสอบ

เครื่องยนต์		MITSUBISHI	
รุ่น		4G32 B2AW 5841	
จำนวนและการจัดเรียงกระบอกสูบ		4, เรียงเดี่ยวแบบตั้ง	
รูปทรงห้องเผาไหม้		ครึ่งทรงกลม	
การจัดวางลิ้น		ติดตั้งบนฝาสูบ	
การจัดวางเพลาลูกเบี้ยว		บนฝาสูบ	
ปริมาตรดูด		1597	cc
เส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ×ระยะชัก		79.6×86.0	mm
อัตราส่วนการอัด		8.5:1	
ลิ้นไอดีเปิด/ปิด		20°BTDC/48°ABDC	
ลิ้นไอเสียเปิด/ปิด		51°BBDC/17°ATDC	
ลำดับการจุดระเบิด		1-3-4-2	
ระยะห่างลิ้นขณะร้อน	ไอดี	0.15	mm
	ไอเสีย	0.25	mm
องศาการจุดระเบิดที่เดินเบา		5	°BTDC
รอบเดินเบา		700±50	rpm
ขนาดลิ้นไอดี		38	mm
ขนาดลิ้นไอเสีย		31	mm
ลิ้นสปริงสูงอิสระ		45.9	mm
ลิ้นสปริงรับโหลด		275	N
เส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ		76.9	mm
ช่องว่างลูกสูบกับกระบอกสูบ		0.03-0.05	mm
ช่องว่างของลิ้นอัด		0.2-0.4	mm
ชนิดคาร์บูเรเตอร์		ดูดลงสองช่อง	
อุณหภูมิน้ำเครื่องยนต์		82	°C
ทิศทางการหมุนของจานจ่าย		ตามเข็มนาฬิกา	

ข้อมูลทั่วไปของเครื่องยนต์ทดสอบ (ต่อ)

ช่องห่างหน้าทองขาว		0.4-0.5	mm
องศาลูกเบี้ยวจานจ่าย		49-55	°
การปรับองศาการจุดระเบิดล่วงหน้าทางกล	เริ่มต้น	0°/1000	°/rpm
	สุดท้าย	22°/4800	°/rpm
การปรับองศาการจุดระเบิดล่วงหน้าสูญญากาศ	เริ่มต้น	0°/10.7	°/rpm
	สุดท้าย	23°/37.3	°/rpm
เบอร์หัวเทียนที่ใช้		BP5ES(NGK)	
		W16EP(ND)	
		W16EX-U(ND)	
ช่องว่างเขี้ยวหัวเทียน		0.7-0.8	mm

ภาคผนวก ง

ตาราง ง-1 แสดงคุณสมบัติของแกสไฮโดรเจน

Description	Unit	Property
1. Appearance	-	Colorless odorless and tasteless gas, unreactive at room temperature in the absence of catalysts.
2. Atomic weight (1961 basis C^{12})	-	1.00797
3. Atomic number	-	1
4. Melting point	K	13.96
5. Heat of fusion at 14.0 K	cal/g	14.0
6. Boiling point at 1 atm	K	20.39
7. Heat of vaporization at 20.4 K	cal/g	107
8. Density	g/cm^3	
- Solid at 4.2 K		0.089
- Liquid at 20.4 K		0.071
9. Critical temperature	K	33.3
10. Critical pressure	atm abs.	12.8
11. Critical volume	cm^3/mole	65.0
12. Critical density	g/cm^3	0.031
13. Heat of transition, ortho to para at 20.4 K	cal/g	168
14. Specific heat at constant pressure, C_p (0 - 200 $^{\circ}C$)	cal/g	3.44
- Liquid at 17.2 K		1.93
- Solid at 13.4 K		0.63

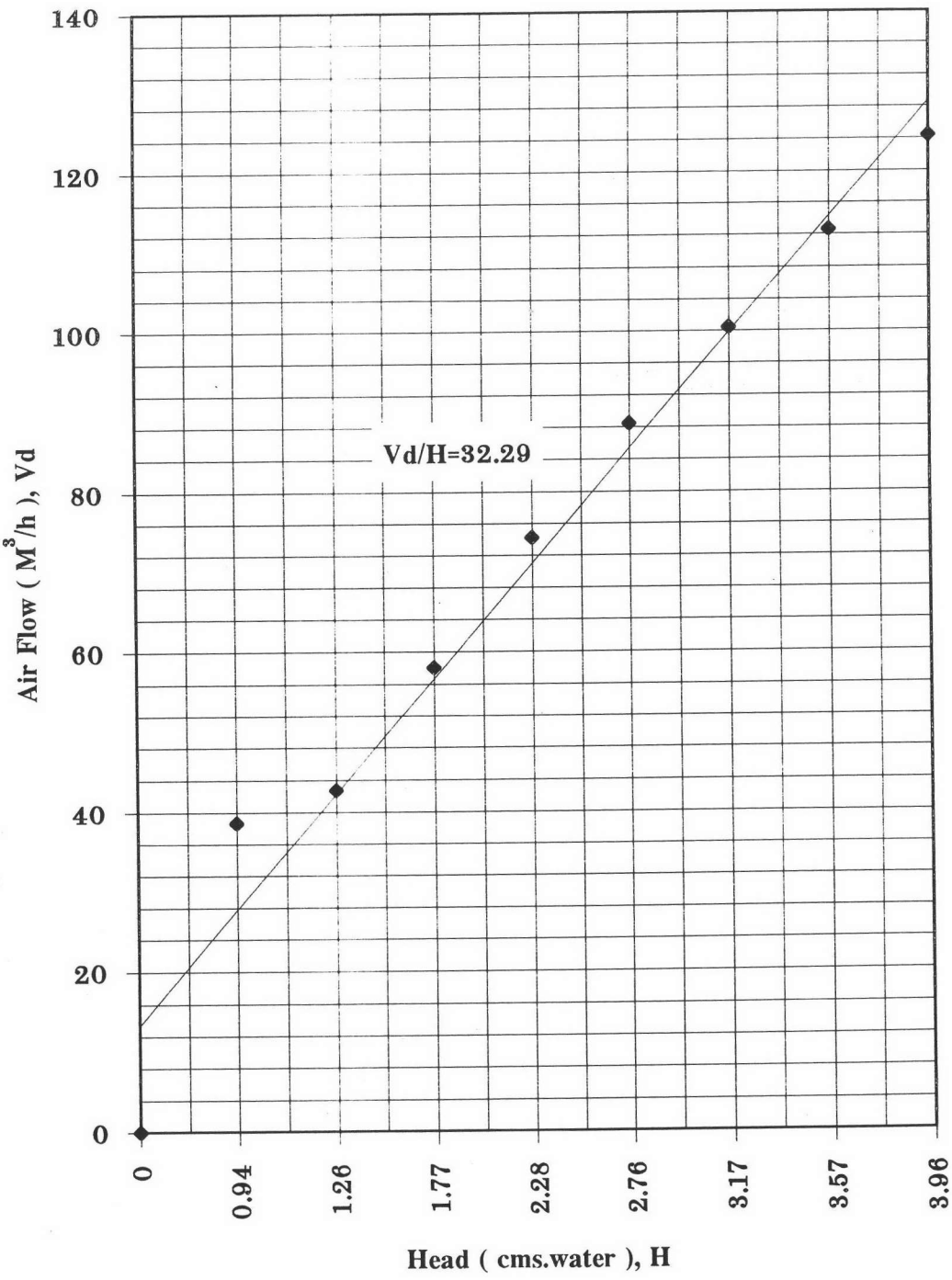
ตารางแสดงคุณสมบัติของแกสไฮโดรเจน (ต่อ)

Description	Unit	Property
15. Specific heat at constant volume, C_V (0 - 200 $^{\circ}C$)	cal/g	2.46
16. Specific heat : Ratio C_p/C_v (0 - 200 $^{\circ}C$)		1.4
17. Gas density at 0 $^{\circ}C$ and 1 atm	g/l	0.0899
18. Gas specific gravity (air = 1.0)		0.0695
19. Gas thermal conductivity at 25 $^{\circ}C$	cal.cm/s.cm^2.$^{\circ}C$	0.00044
20. Gas viscosity at 25 $^{\circ}C$ and 1 atm	cp	0.0089
21. Coefficient of thermal expansion per $^{\circ}C$		0.00356
22. Heat of combustion at 25 $^{\circ}C$	kcal/g mole	
- Gross		68.3174
- Net		57.7976
23. Energy releas upon combustion	cal/g	29,000
	cal/cm^3	2,050
	J/g	1.21×10^5
24. Flame temperature	K	2,483
25. Autoignition temoerature	K	858
26. Heat of formation of HF at 25 $^{\circ}C$	kcal/g mole ΔH	-64.2
27. Flammability limit	%	
- In oxygen		4 - 94
- In air		4 - 74

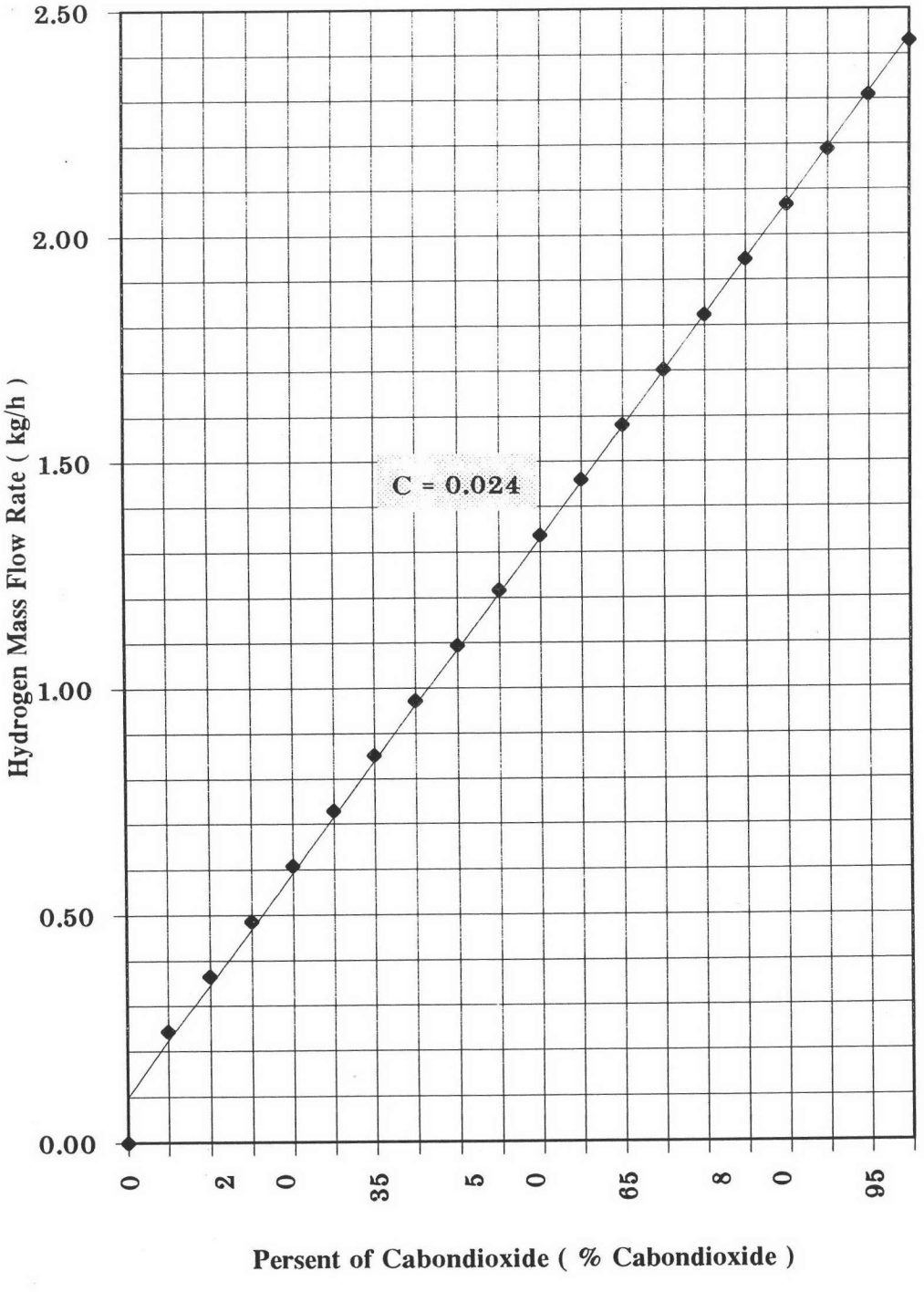
Ref. : Energy Technology Handbook. Douglas M. Considine, P.E. 1977. Mc Graw-Hill, Inc.

ภาคผนวก จ

รูปที่ จ-1 Calibrated Curve Alcock Viscous Air Flow Meter No.461H



รูปที่ จ-2 Calibrated Curve Hydrogen Mass Flow Rate (ต่อ)



ภาคผนวกที่ ฉ

ความปลอดภัยเกี่ยวกับแกสไฮโดรเจน

อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากแกสไฮโดรเจน

- การลุกไหม้ หรือระเบิด
- การปิดกั้นอากาศทำให้หมดสติ หรือเสียชีวิต
- แรงดันภายใน

การป้องกันอันตรายจากแกสไฮโดรเจน

การจัดเก็บ ต้องระวังเป็นพิเศษ

ภายในอาคาร

- อากาศถ่ายเทได้ดี
- ระบบไฟฟ้าต้องแบบชนิดป้องกันการระเบิด
- หลีกเลี่ยงการเกิดไฟฟ้าสถิตย์
- หมั่นตรวจสอบการรั่วไหลอยู่เสมอ
- อุปกรณ์ต้องลงกราวด์
- ห่างจากจุดที่อาจเกิดประกายไฟอย่างน้อย 8 เมตร (25 ฟุต)
- อาคารที่เก็บไม่ควรเป็นวัตถุติดไฟ
- ที่สำคัญ ต้องมีป้ายห้ามสูบบุหรี่ หรือจุดประกายไฟ

ภายนอกอาคาร

- เหนือบริเวณที่จัดเก็บ ไม่ควรมีสายไฟพาดผ่าน
- ไม่จัดเก็บร่วมกับแกสที่ช่วยให้ติดไฟ AIR, O_2, และ N_2O
- ห่างจากจุดที่อาจเกิดประกายไฟอย่างน้อย 8 เมตร (25 ฟุต)

ความปลอดภัยเกี่ยวกับแกสไฮโดรเจน (ต่อ)

การถ่ายเทหรือการระบายแกสไฮโดรเจน

- ห้ามปล่อยแกสไฮโดรเจนสู่บรรยากาศที่แรงดันเกิน 1000 PSIG
- ท่อระบายแกสไฮโดรเจนควรอยู่นอกอาคาร
- การปล่อยหรือระบายแกส ควรผสมกับแกสเฉื่อยก่อนปล่อยแกสเข้าสู่ท่อระบาย เพื่อป้องกันการจุดระเบิดภายในท่อระบาย

การเคลื่อนย้ายหรือการขนส่ง

- ควรขนส่งท่อแนวตั้งเท่านั้น
- สวมฝาครอบท่อทุกครั้ง
- ยึดท่อให้แน่น หลีกเลี่ยงการกระแทรก

การใช้งานเกี่ยวกับแกสไฮโดรเจน

- ควรได้รับการอบรมเกี่ยวกับแกสไฮโดรเจน
- อ่านฉลากอย่างละเอียด ไม่ควรฉีกฉลากออก
- ตั้งใจและมั่นใจในการต่อข้อต่อ
- ห้ามใส่น้ำมันจารบีกับวาล์วท่อ
- หลีกเลี่ยงประกายไฟทุกชนิด
- จุดใช้งานต้องเรียบ และมีการจับยึดที่ถูกต้อง
- ปิดวาล์วทุกครั้งที่เลิกใช้งาน หรือแกสหมด

ความปลอดภัยเกี่ยวกับแกสไฮโดรเจน (ต่อ)

อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลที่จำเป็น

- ควรหลีกเลี่ยงเสื้อผ้าไนล่อน
- สวมแว่นตานิรภัย
- สามถุงมือ
- สวมรองเท้านิรภัย

กรณีเกิดเพลิงไหม้กับแกสไฮโดรเจน

ถ้าเกิดการลุกไหม้ของแกสไฮโดรเจนเพื่อความปลอดภัยที่สุดให้ปฏิบัติดังนี้

1. ปิดกั้นวาล์วต้นทางที่เป็นแหล่งที่มาของแกส
2. ใช้เครื่องดับเพลิงชนิดสารเคมีแห้ง คาร์บอนไดออกไซด์ หรือน้ำฉีดคลุม
3. ฉีดแกสไนโตรเย่น หรือไอน้ำเข้าในท่อระบาย พร้อมระบายแกสออกจากระบบป้องกันการติดไฟภายในท่อระบายแกส
4. หลีกเลี่ยงการเข้าใกล้จุดที่เกิดการลุกไหม้ เพราะเปลวไฟของแกสไฮโดรเจนยากแก่การมองเห็น
5. แยกเชื้อเพลิงออกจากบริเวณที่เกิดการลุกไหม้
6. กรณีไหม้ท่อหรือแพค ให้ฉีดน้ำคลุมจนท่อเย็น เมื่อมั่นใจว่าปลอดภัย ให้แยกไว้ในที่โล่งแจ้ง และแขวนป้ายห้ามใช้งาน พร้อมดำเนินการจัดส่งคืนผู้ผลิต หรือทำลายท่อ เพื่อป้องกันการนำกลับมาใช้อีก

ประวัติผู้เขียน

นายขวัญชัย จ้อยเจริญ เกิดวันที่ 13 มกราคม 2512 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ในปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2536 ปัจจุบันทำงานอยู่ที่สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย