บทที่ 5

สมรรถนะของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมเทียบกับเมื่อใช้น้ำมันเบนซิน

1. การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ (Performance curve)

1.1 เครื่องมือประกอบการทดลอง

ก. เครื่องยนต์ที่ใช้ : MAZDA 1000 PC

จำนวนสูบ : 4

ขนาดกระบอกสูบ : 70 mm.

ช่วงชัก : 64 mm.

ความจุกระบอกสูบรวม : 985 $cm.^3$

อัตราส่วนกำลังอัด : 8.8 : 1

ระบบขับลิ้น : Overhead Cam

คาร์บูเรเตอร์ : Zenith Stromberg

primary throat diameter : 26 mm.

secondary throat diameter : 28 mm.

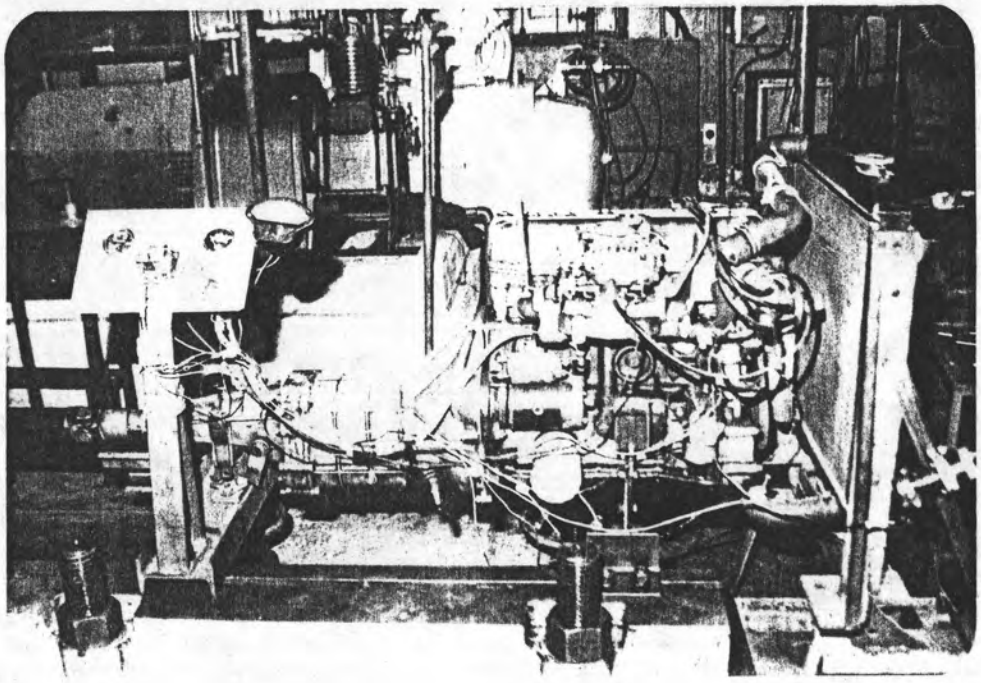
primary main jet : 0.83 mm.

secondary main jet : 1.30 mm.

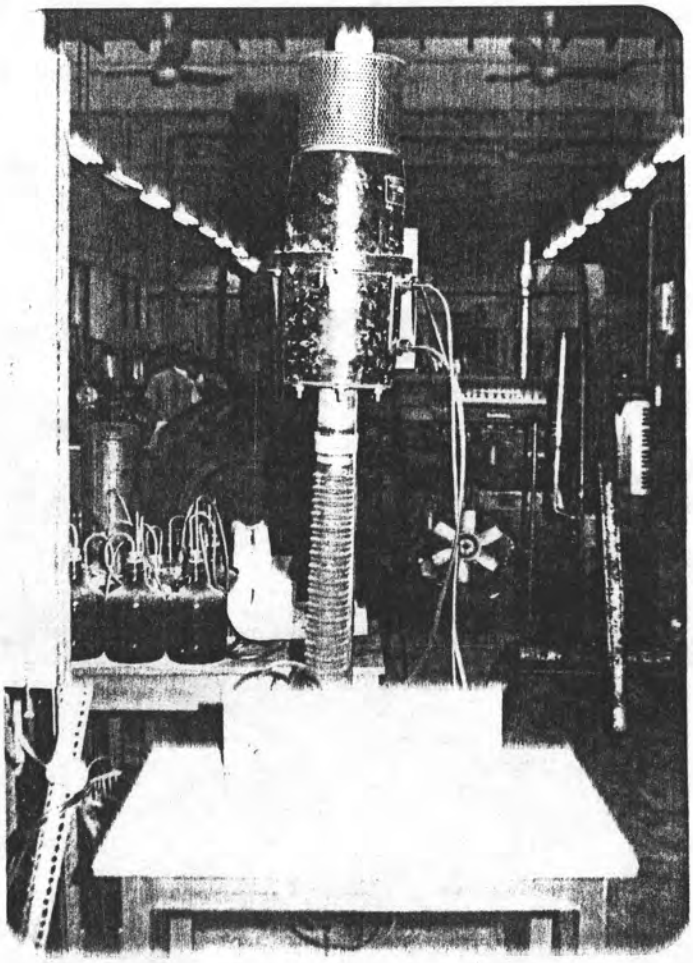
ข. เครื่องวัดปริมาณอากาศ : Alcock Viscous Air Flow Meter No. 461 H

ค. Dynamometer และ Cooling tower : Redman Heenan Froude DPX 2

ง. Fuel flow meter : Volume type 40 $cm.^3$

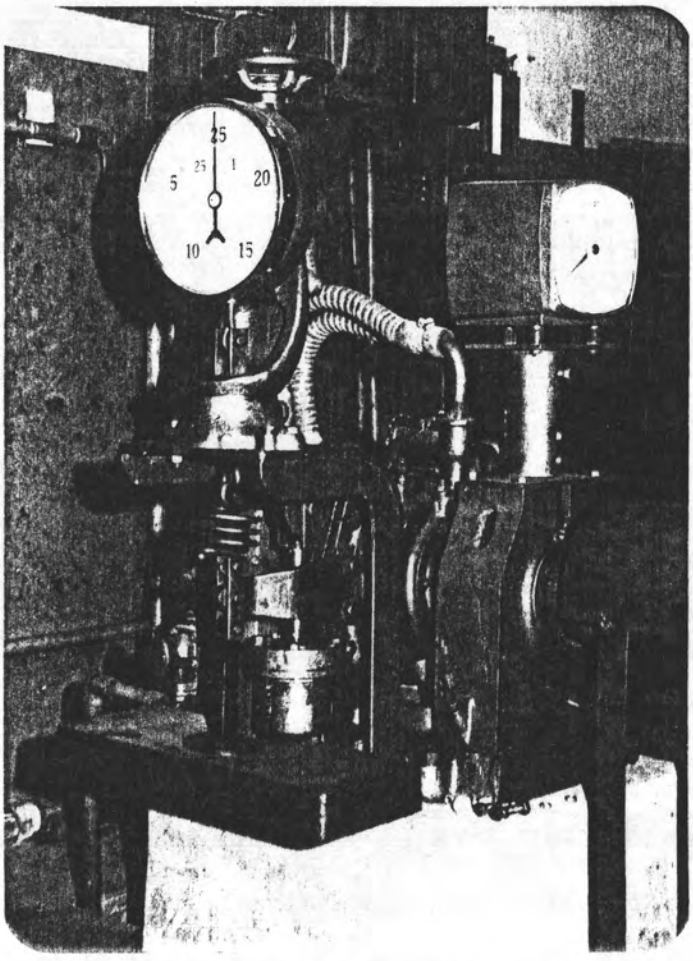


รูปที่ 3 เครื่องยนต์ MAZDA 1000 C.C. บนแท่นทดสอบ



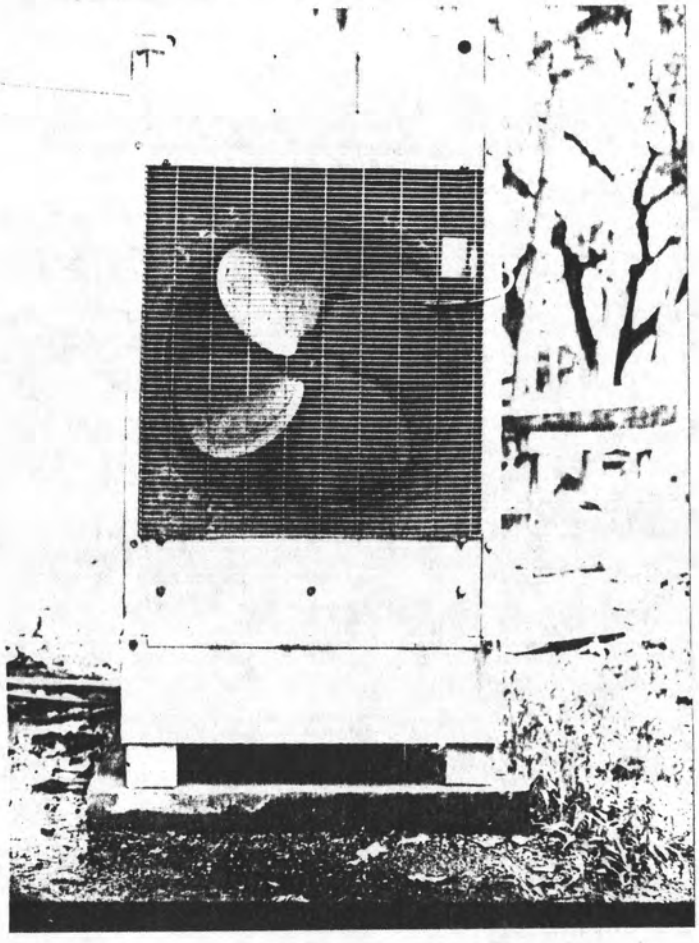
รูปที่ 4

เครื่องวัดปริมาณอากาศ :
Alcook viscous air flow meter No. 461 H.



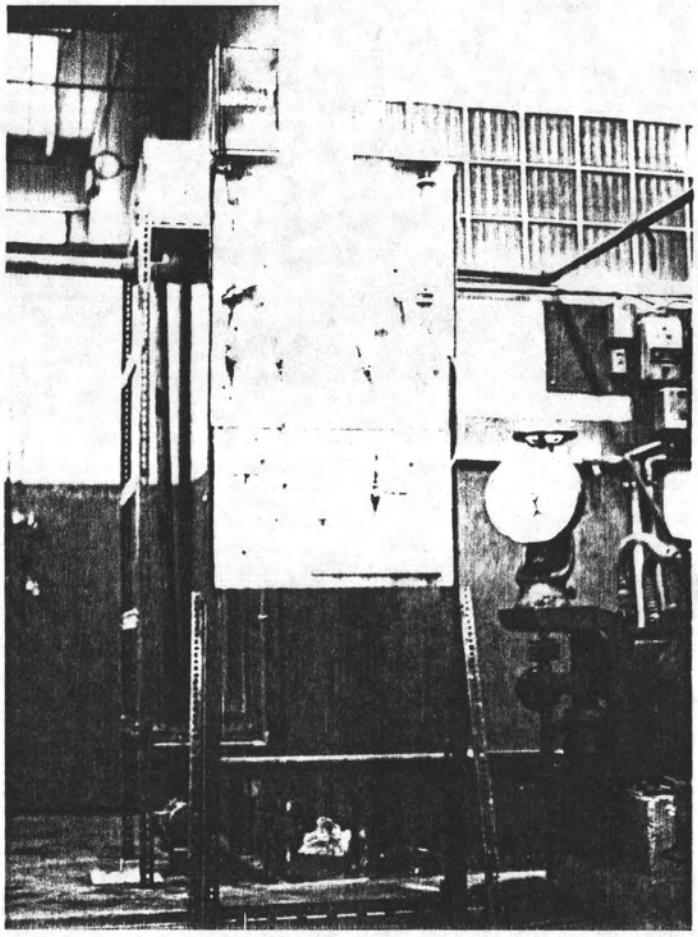
รูปที่ 5

Dynamometer



รูปที่ 6

Cooling tower



รูปที่ 7 Fuel flow meter

1.2 <u>วิธีการทดลอง</u>

เครื่องยนต์ MAZDA ที่จะใช้ทดสอบนั้น เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้งานมาแล้ว จึงได้ทำการถอดเครื่องยนต์ทั้งหมด ล้างทำความสะอาดและตรวจสอบสภาพทั่ว ๆ ไปของเครื่องยนต์ ปรากฏว่า เครื่องยนต์มีสภาพดี เมื่อประกอบเครื่องยนต์เข้าด้วยกันใหม่ ได้

1. เปลี่ยนแหวนลูกสูบใหม่ทั้งหมด
2. บดวาล์วใหม่ทั้งหมด
3. ล้างคาร์บูเรเตอร์
4. เปลี่ยนหัวเทียน, ทองขาว, คอนเดนเซอร์ใหม่ทั้งชุด
5. เมื่อประกอบใหม่แล้ว ทำการทดสอบหากำลังอัด ปรากฏว่า มีค่าระหว่าง 162-164 psi. เท่ากันหมดทั้ง 4 สูบ

ต่อมาจึงได้ทำการ run in เครื่องยนต์ 10 ชั่วโมง โดยให้เครื่องยนต์รับภาระต่าง ๆ กัน จากนั้นก็ทำการวัดกำลังอัดอีกครั้งหนึ่งได้ค่า 164-166 psi.

ก่อนจะเริ่มการทดลองสมรรถนะของเครื่องยนต์ ได้ทำการปรับตั้งระยะห่างของวาล์วไอดี, ไอเสีย ใหม่, ตั้งไฟ ใหม่ ตามข้อกำหนดของเครื่องยนต์และล้างเครื่องด้วย flushing oil จากนั้นก็เปลี่ยนน้ำมันเครื่องใหม่ และได้ติดตั้งมาตรวัดอุณหภูมิน้ำ และติดตั้งมาตรวัดอุณหภูมิไอเสียเข้ากับเครื่องยนต์ ก่อนเริ่มการทดลอง พร้อมกับ calibrate air flow meter ใหม่

สำหรับการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ หรือหา performance curve เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน นั้น ได้ทำในลักษณะ Full load Test (Wide-open Throttle)

1.2.1 ในครั้งแรกได้ทดสอบ โดยมิได้ดัดแปลงคาร์บูเรเตอร์ (primary main jet Ø 0.83 mm. ; secondary main jet Ø 1.30 mm.) เชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบมี 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. 100 % Gasoline (premium)
2. 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium)
3. 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium)

1.2.2 ต่อมาได้ทดลองดัดแปลงคาร์บูเรเตอร์โดยเปลี่ยน primary main jet ให้มีขนาด Ø 0.78 mm. และ secondary main jet ให้มีขนาด Ø 1.10 mm. แล้วทดสอบใหม่อีกครั้ง โดยใช้เชื้อเพลิงดังต่อไปนี้

1. 100 % Gasoline (premium)
2. 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium)
3. 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium)
4. 30 % Iso-propanol + 70 % Gasoline (regular)

1.3 <u>ผลการทดลอง</u>

ผลการทดสอบหา Performance curve ได้ผลดังนี้

1.3.1 ทดสอบโดยใช้ primary main jet Ø 0.83 mm. secondary main jet Ø 1.30 mm.

1. 100 % Gasoline (premium) แสดงในตารางที่ 6
2. 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) แสดงในตารางที่ 7
3. 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) แสดงในตารางที่ 8

กราฟในรูปที่ 8 - 11 แสดงผลเปรียบเทียบของ Power(HP.), sfc. (lt/kW-hr), specific energy consumption (kcal/kW-hr) และ Equivalent ratio เมื่อใช้เชื้อเพลิง 3 ชนิด ดังกล่าวข้างต้น ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ

1.3.2 ทดสอบโดยใช้ primary main jet Ø 0.78 mm. secondary main jet Ø 1.10 mm.

1. 100 % Gasoline (premium) แสดงในตารางที่ 9
2. 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) แสดงในตารางที่ 10

๓. 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium)

แสดงในตารางที่ 11

๔. 30 % Iso-propanol + 70 % Gasoline (regular)

แสดงในตารางที่ 12

กราฟในรูปที่ 12 - 15 แสดงผลเปรียบเทียบของ power (HP.), specific fuel consumption (lt/kW-hr), specific energy consumption (kcal/kW-hr) และ Equivalent ratio เมื่อใช้เชื้อเพลิง ๔ ชนิด ดังกล่าวข้างต้น ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ

1.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

วัตถุประสงค์ของการทดสอบในหัวข้อนี้ คือ ต้องการทราบว่า จะสามารถใช้เชื้อเพลิงผสมกับรถยนต์ในปัจจุบันได้ทันทีหรือไม่ โดยที่ไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์เลย

เชื้อเพลิง ๓ ชนิด ที่ใช้ทดสอบ คือ

- 100 % Gasoline (premium)
- 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium)
- 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium)

จากตาราง ผลการทดสอบและกราฟ ในหัวข้อ 1.3.1 จะพบว่า เมื่อเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบมีสัดส่วนของ Iso-propanol สูงขึ้น จะได้

ก. Power, Torque สูงขึ้น

ข. Specific fuel consumption (lt/kW-hr) ต่ำลง

ค. Specific energy consumption (kcal/kW-hr) ต่ำลง

นั่นคือ ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์สูงขึ้นนั่นเอง

ง. Equivalent ratio* สูงขึ้น นั่นคือ เมื่อเทียบกับ stoichiometric mixture เครื่องยนต์จะวิ่ง ณ ส่วนผสมเชื้อเพลิง/อากาศที่เจือจางลง

---

* Equivalent ratio = $\frac{\text{actual A/F mass ratio}}{\text{stoich. A/F mass ratio}}$

เมื่อพิจารณา A/F ratio จากตารางผลการทดสอบ จะเห็นได้ว่า เครื่องยนต์นี้ ถูกออกแบบให้มีคาร์บูเรเตอร์ที่สามารถป้อนเชื้อเพลิงได้สูงกว่า stoichiometric A/F ratio (จุดประสงค์ คือ ต้องการให้มีความสามารถในการขับขี่สูง)

เป็นที่ทราบกันดีว่า เมื่อเครื่องยนต์วิ่งที่ส่วนผสมเชื้อเพลิง/อากาศ เจือจางลงจากเดิม จะเกิดผลดังนี้ *

1. ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จะดีขึ้น เพราะประสิทธิภาพของเครื่องจะสูงสุด เมื่อวิ่ง ณ สัดส่วนเชื้อเพลิงอากาศที่เจือจางกว่า stoichiometric mixture เล็กน้อย อย่างไรก็ตาม หากเจือจางมาก ๆ ประสิทธิภาพก็จะเริ่มตกลง เพราะบางส่วนของเชื้อเพลิงจะไม่เผาไหม้

2. เครื่องยนต์จะให้กำลังน้อยลง เพราะเชื้อเพลิงถูกป้อนเข้าสู่ลูกสูบน้อยลง

3. ความสามารถในการขับขี่ (การสตาร์ทเครื่องได้เร็วเมื่อเครื่องยังเย็นอยู่, การอุ่นเครื่องได้เร็วไม่มีการสำลักหรือกระตุก, เครื่องเดินเบาได้เรียบ, เครื่องเร่งได้เร็วทันควัน เมื่อเหยียบคันเร่ง และเครื่องเดินเรียบในขณะขับขี่) ของเครื่องยนต์จะเลวลง

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติบางประการของ Iso-propanol พบว่า

a. Heating Value ของ Iso-propanol ต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน เมื่อเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบมีสัดส่วนของ Iso-propanol เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ Power ของเครื่องยนต์ต่ำลง, Specific fuel consumption (lt/kW-hr) สูงขึ้น

b. Stoichiometric A/F ratio ของ Iso-propanol ต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน เมื่อเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบมีสัดส่วนของ Iso-propanol เพิ่มขึ้น คุณสมบัตินี้จะส่งผลให้ Equivalent ratio $\left(\frac{\text{actual A/F ratio}}{\text{stoich A/F ratio}}\right)$ สูงขึ้น มีค่าเท่ากับว่าเครื่องยนต์วิ่ง ณ ส่วนผสมเชื้อเพลิงอากาศเจือจางลง ซึ่งจะเกิดผลดังข้อ 1,2,3 ที่กล่าวมาข้างต้น คือ ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น แต่กำลังลดลง

---

* ดูเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ก

c. Latent heat of evaporization ของ Iso-propanol สูงกว่าน้ำมันเบนซินมาก ทำให้เชื้อเพลิงผสมที่มี Iso-propanol สูงขึ้น ได้ charge density ที่สูงขึ้น (ดูข้อ 2.4.1 ค.) มีผลให้เครื่องยนต์มีกำลังมากขึ้น และประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

d. ค่าออคเทนของ Iso-propanol สูงกว่าน้ำมันเบนซิน และส่วนผสมของเชื้อเพลิง (ที่มี Iso-propanol เพิ่มขึ้น) กับอากาศ มีอุณหภูมิต่ำ (ดังเหตุผลในข้อ c.) ก็จะช่วยเพิ่มคุณภาพในการป้องกันการน็อคของเครื่องยนต์อีกด้วย เป็นผลดีต่อการเดินเครื่องภายใต้ภาระหนัก และความเร็วสูง นั่นคือ ได้กำลังมากขึ้น และประสิทธิภาพก็เพิ่มขึ้นด้วย

ดังนั้น ผลการทดสอบในข้อ ก, ข, ค, ง จึงอธิบายได้ว่า

- ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นในข้อ ค. เป็นผลมาจากคุณสมบัติในข้อ b, ข้อ c และ ข้อ d

- กำลังของเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นในข้อ ก. เป็นผลมาจากคุณสมบัติในข้อ c และข้อ d ซึ่งมีผลมากกว่าคุณสมบัติในข้อ a และข้อ b

- sfc. (lt/kW-hr) หรือการบริโภคเชื้อเพลิง/งานที่ได้ที่ต่ำลงในข้อ ข. ทั้ง ๆ ที่ Iso-propanol มี Heating value ต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน ก็เพราะว่า ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นจากคุณสมบัติในข้อ b, ข้อ c และ ข้อ d รวมกันแล้วมีค่ามากกว่าผลของ Heating value ในข้อ a นั่นเอง

- Equivalent ratio สูงขึ้นในข้อ ง. เป็นผลจากการที่ Stoich A/F ratio ของ Iso-propanol ลดลง ในขณะที่คาร์บูเรเตอร์ก็ยังคงให้ A/F ratio เดิมอยู่ ดังนั้น Equivalent ratio จึงสูงขึ้น

ต่อมาเมื่อทดลองดัดแปลงเครื่องยนต์โดยการเปลี่ยนขนาดของนมหนู ดังนี้

Primary main jet จาก 0.83 mm. เป็น 0.78 mm.

Secondary main jet จาก 1.30 mm. เป็น 1.10 mm.

จากตารางผลการทดสอบ และกราฟในหัวข้อ 1.3.2 จะพบว่า เมื่อเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบมีสัดส่วนของ Iso-propanol สูงขึ้นจะได้

ก. Power, Torque ต่ำลง

ข. Specific fuel consumption (1t/kW-hr) สูงขึ้น

ค. Specific energy consumption (kcal/kW-hr) ใกล้เคียงกัน

ง. Equivalent ratio สูงขึ้น นั่นคือ เครื่องยนต์จะวิ่ง ณ ส่วนผสมเชื้อเพลิง/อากาศที่เจือจางลง (เมื่อเทียบกับ stoichiometric mixture) แต่ถ้าพิจารณา Equivalent ratio ของการทดลองครั้งนี้ จะพบว่า Equivalent ratio สูงกว่าการทดลองครั้งก่อน ทั้งนี้ เพราะคาร์บูเรเตอร์จ่ายเชื้อเพลิงลดลง นั่นเอง

ผลการทดสอบในข้อ ก, ข, ค, ง อธิบายได้ว่า

- ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกัน เพราะว่า เมื่อเครื่องยนต์วิ่ง ณ A/F ที่สูงขึ้นกว่าที่ออกแบบไว้ด้วยเชื้อเพลิง 100 % Gasoline ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จะสูงขึ้น = sec. ต่ำลง (ดูตารางผลการทดสอบ) เมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงที่มี Iso-propanol สูงขึ้น คุณสมบัติในข้อ b จึงไม่มีผลช่วยให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ทั้งยังทำให้ประสิทธิภาพต่ำลง ทั้ง ทั้งนี้เพราะเครื่องวิ่ง ณ สัดส่วนเชื้อเพลิง/อากาศที่เจือจางเกินไป แต่ผลจากข้อ c และ ข้อ d มีผลทางด้านเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องยนต์ ดังนั้น จึงทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

- กำลังของเครื่องยนต์ที่ต่ำลงในข้อ ก. เป็นผลมาจากคุณสมบัติในข้อ a และ b ซึ่งมีผลมากกว่าคุณสมบัติในข้อ c และ d

- sfc. (1t/kW-hr) สูงขึ้นเป็นผลมาจากคุณสมบัติในข้อ a และข้อ b ซึ่งมีผลมากกว่าคุณสมบัติในข้อ c และ d เช่นกัน

มีข้อควรสังเกตุอีกอย่างก็คือ เครื่องยนต์สามารถวิ่งโดยใช้น้ำมันเบนซินธรรมดาผสมกับ Iso-propanol ในอัตราส่วน 70 : 30 ได้โดยไม่เกิดอาการ knock ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในด้านการนำ Iso-propanol มาใช้เป็นสารเพิ่มค่า Octane Rating ของน้ำมันเบนซินแทนสารตะกั่ว ซึ่งสารตะกั่วเป็นตัวที่ก่อให้เกิดมลพิษในอากาศ

DATE 25/10/83	TITLE PERFORMANCE TEST	FUEL 100 % GASOLINE (PREMIUM)

ENGINE MAZDA-1000	MODEL PC	BORE X STROKE 70 x 64 mm.	CYLINDER 4	C.R. 8.8:1	SWEPT VOL. 985 C.C.

PRIMARY MAIN JET DIA. 0.83 mm.	SECONDARY MAIN JET DIA. 1.30 mm.

STOICH. A/F MASS RATIO 15.1:1	H.V. 10.82 kcal/gm	Sp.gr. 0.7377

BAROMETER 29.72 in. Hg	AIR TEMP. 33 °C	CONDITION FULL LOAD TEST (WOT)

SPEED RPM	TORQUE N-m.	POWER HP.	FUEL CONSUMPTION litre/hr	litre/HP-hr	litre/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	Equivalent A/F ratio	Exhaust Temp.,°C	Water Temp.,°C
1200	48.29	8.25	3.917	0.4748	0.6456	350.3	476.3	3790	5153	10.34	0.685	270	70
1600	54.44	12.40	4.726	0.3811	0.5182	281.2	382.3	3042	4136	12.11	0.802	310	72
2000	54.26	15.45	6.306	0.4082	0.5550	301.1	409.4	3258	4430	11.31	0.749	320	73
2400	56.89	19.44	7.895	0.4061	0.5522	299.6	407.3	3242	4407	10.93	0.724	345	73
2800	56.54	22.54	9.562	0.4242	0.5768	312.9	425.5	3386	4604	10.59	0.701	345	72
3200 A	59.00	26.88	11.303	0.4205	0.5717	310.2	421.8	3356	4564	10.67	0.707	360	73
3600 A	59.70	30.60	12.224	0.3995	0.5432	294.7	400.7	3189	4335	11.31	0.749	400	76
4000 B	60.05	34.20	13.669	0.3997	0.5434	294.8	400.9	3190	4338	11.27	0.746	420	77
4400 A	57.95	36.30	14.272	0.3932	0.5346	290.0	394.3	3138	4267	11.84	0.784	465	76
4800	55.49	37.92	15.418	0.4066	0.5528	299.9	407.8	3245	4413	11.59	0.768	485	77
5200	52.33	38.74	16.107	0.4158	0.5653	306.7	417.0	3319	4512	11.64	0.771	525	78
5600	49.52	39.48	16.734	0.4239	0.5763	312.7	425.2	3383	4600	12.05	0.798	560	79

A = $\pm \leq$ 50 RPM

B = $\pm \leq$ 100 RPM

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้ 100 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง (มิได้ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์)

DATE 25/10/83	TITLE PERFORMANCE TEST	FUEL 15 % PROPANOL + 85 % GASOLINE (PREMIUM)

ENGINE MAZDA-1000	MODEL PC	BORE X STROKE 70 x 64 mm.	CYLINDER 4	C.R. 8.8:1	SWEPT VOL. 985 C.C.

PRIMARY MAIN JET DIA. 0.83 mm.	SECONDARY MAIN JET DIA. 1.30 mm.

STOICH. A/F MASS RATIO 14.4:1	H.V. 10.3577 kcal/gm	Sp.gr. 0.74487

BAROMETER 29.72 in. Hg	AIR TEMP. 33 °C	CONDITION FULL LOAD TEST (WOT)

SPEED RPM	TORQUE N-m.	POWER HP.	FUEL CONSUMPTION litre/hr	litre/HP-hr	litre/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	Equivalent A/F ratio	Exhaust Temp.,°C	Water Temp.,°C
1200	49.69	8.49	3.932	0.4632	0.6297	345.0	469.1	3573	4859	10.42	0.724	265	70
1600	54.61	12.44	4.700	0.3778	0.5137	281.4	382.6	2915	3963	11.69	0.812	295	72
2000	54.44	15.50	6.501	0.4194	0.5703	312.4	424.8	3236	4400	10.73	0.745	310	74
2400	55.49	18.96	7.865	0.4148	0.5640	309.0	420.1	3200	4351	10.98	0.763	320	74
2800	55.84	22.26	9.308	0.4182	0.5686	311.5	423.5	3226	4387	10.68	0.742	330	75
3200	60.05	27.36	11.215	0.4099	0.5573	305.3	415.1	3162	4300	10.50	0.729	360	76
3600 A	61.81	31.68	11.940	0.3769	0.5125	280.7	381.7	2908	3954	11.39	0.791	380	78
4000 B	60.41	34.40	13.471	0.3916	0.5324	291.7	396.6	3021	4108	11.26	0.782	450	76
4400 A	59.88	37.51	14.229	0.3793	0.5158	282.6	384.2	2927	3979	11.83	0.822	490	78
4800	56.37	38.52	15.238	0.3956	0.5379	294.7	400.6	3052	4150	11.62	0.807	510	78
5200	53.73	39.78	15.973	0.4015	0.5460	299.1	406.7	3098	4212	11.68	0.811	570	78
5600	50.22	40.04	16.590	0.4143	0.5634	308.6	419.6	3197	4346	12.09	0.840	590	80

A = ± ≤ 50 RPM

B = ± ≤ 100 RPM

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้ 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง (มิได้ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์)

DATE 25/10/83	TITLE PERFORMANCE TEST	FUEL 25 % PROPANOL + 75 % GASOLINE (PREMIUM)

ENGINE MAZDA-1000	MODEL PC	BORE X STROKE 70 x 64 mm.	CYLINDER 4	C.R. 8.8:1	SWEPT VOL. 985 C.C.

PRIMARY MAIN JET DIA. 0.83 mm.	SECONDARY MAIN JET DIA. 1.30 mm.

STOICH. A/F MASS RATIO 13.95:1	H.V. 10.0495 kcal/gm	Sp.gr. 0.74965

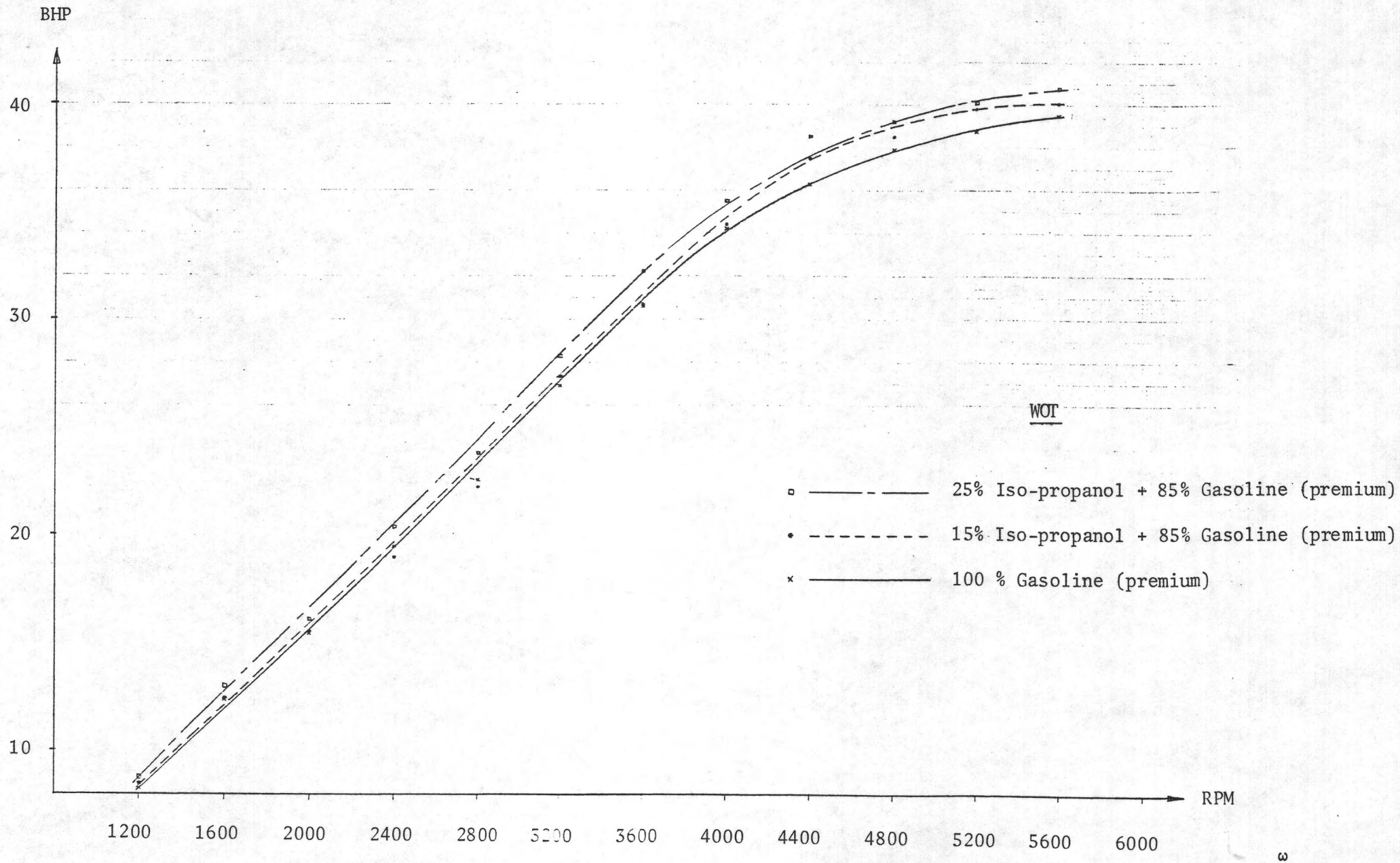
BAROMETER 29.70 in. Hg	AIR TEMP. 34.0 °C	CONDITION FULL LOAD TEST (WOT)

SPEED RPM	TORQUE N-m.	POWER HP.	FUEL CONSUMPTION litre/hr	litre/HP-hr	litre/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	Equivalent A/F ratio	Exhaust Temp.,°C	Water Temp.,°C
1200	51.63	8.82	3.785	0.4292	0.5836	321.7	437.5	3233	4396	10.30	0.738	185	70
1600	57.07	13.00	4.629	0.3561	0.4841	266.9	362.9	2682	3647	11.98	0.859	190	74
2000	56.54	16.10	6.247	0.3880	0.5276	290.9	395.5	2923	3975	10.96	0.786	190	74
2400	59.53	20.34	7.721	0.3796	0.5161	284.6	386.9	2860	3888	11.00	0.789	205	74
2800	59.70	23.80	9.332	0.3921	0.5332	294.0	399.7	2954	4017	10.58	0.758	215	74
3200 A	62.16	28.32	10.988	0.3880	0.5275	290.9	395.5	2923	3974	10.72	0.768	250	75
3600 A	62.86	32.22	11.965	0.3714	0.5049	278.4	378.5	2798	3804	11.37	0.815	250	77
4000 B	62.34	35.50	13.452	0.3789	0.5152	284.1	386.2	2855	3881	11.40	0.817	325	76
4400 A	61.46	38.50	13.760	0.3574	0.4860	267.9	364.3	2693	3661	12.21	0.875	585	77
4800	57.42	39.24	15.894	0.4050	0.5507	303.6	412.9	3051	4149	11.12	0.797	540	77
5200	54.26	40.17	16.308	0.4060	0.5520	304.3	413.8	3058	4158	11.47	0.822	590	77
5600	51.10	40.74	16.783	0.4120	0.5601	308.8	419.9	3104	4220	11.98	0.859	575	79

= ± ≤ 50 RPM

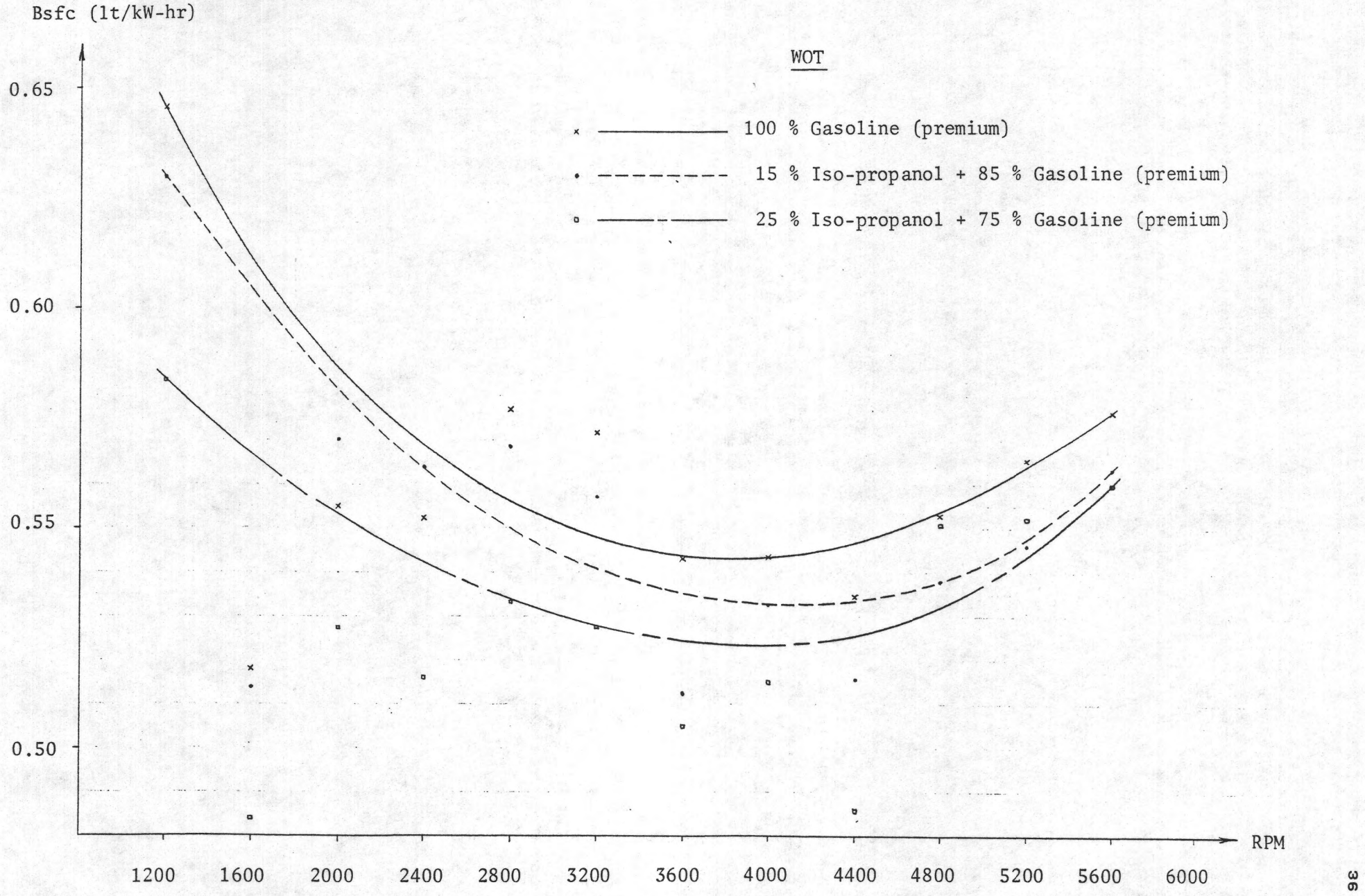
= ± ≤ 100 RPM

ตารางที่ ๘ ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้ 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง (มิได้ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์)

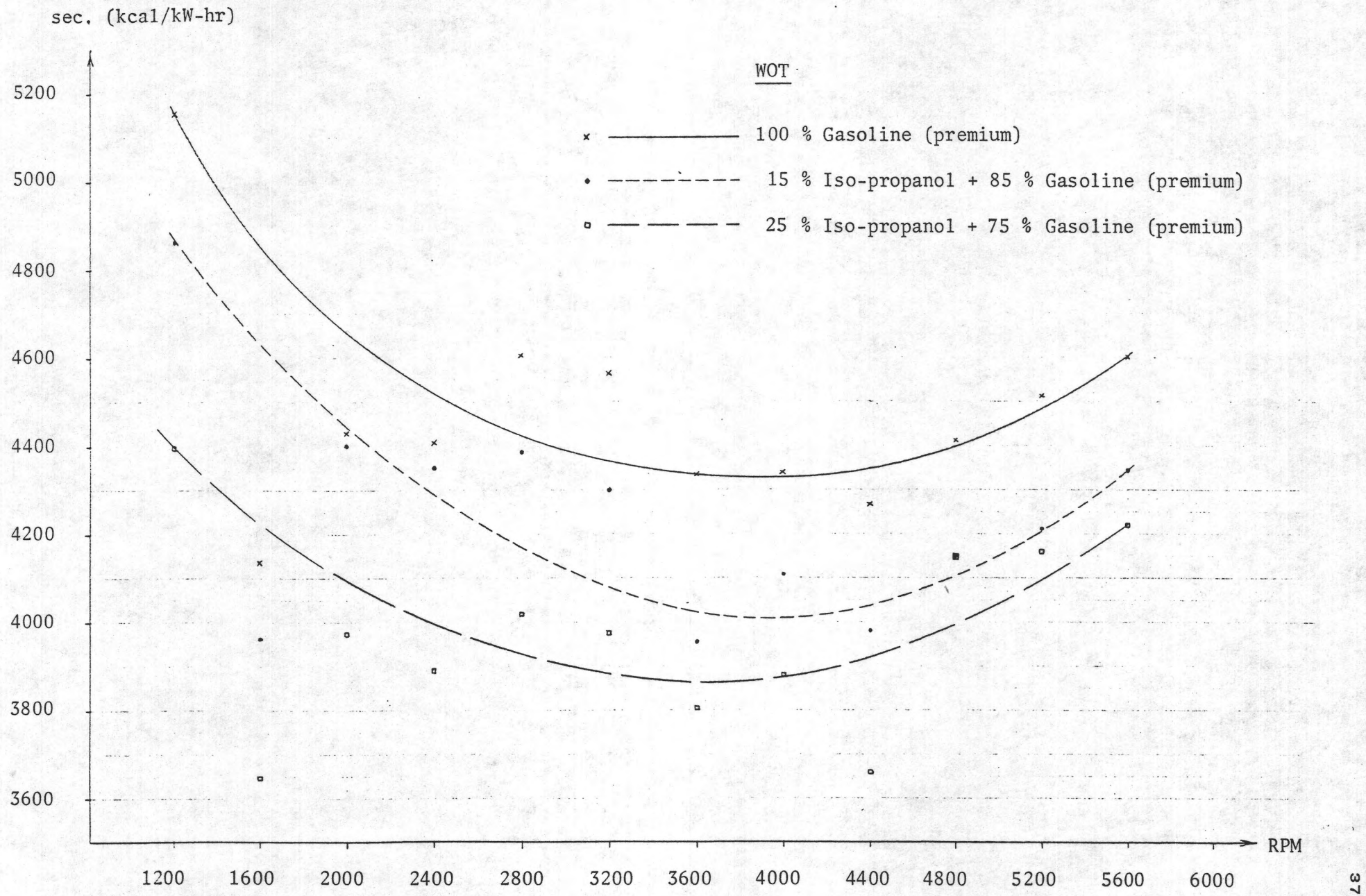


17188256

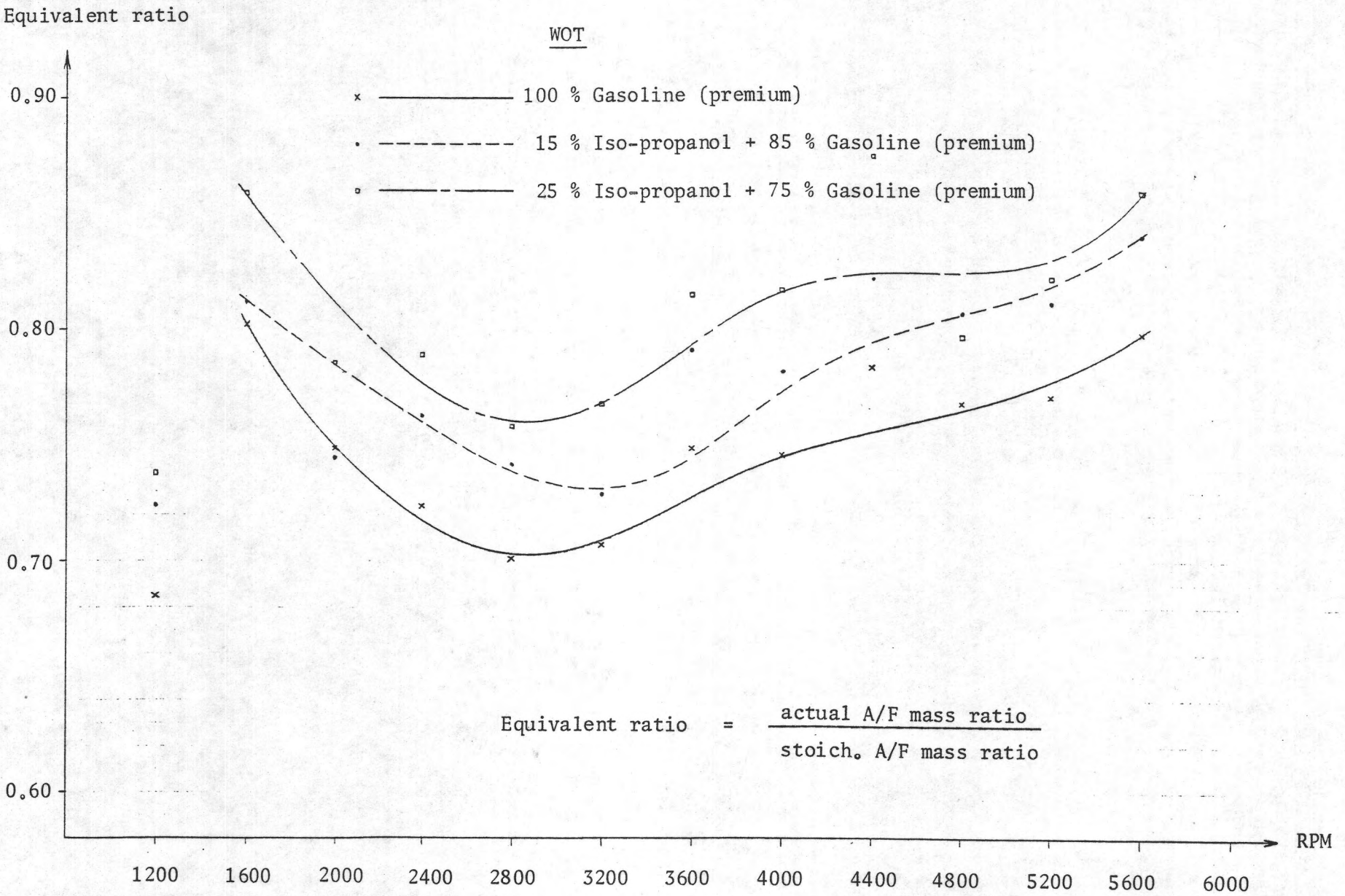
รูปที่ 8 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบของ power (HP.) ที่ได้ เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน 3 ชนิด โดยมิได้ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์



รูปที่ ๑ กราฟแสดงผลเปรียบเทียบของ Bsfc (lt/kW-hr) ที่ได้ เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน ๓ ชนิด โดยมิได้ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์



รูปที่ 10 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบของ sec, (kcal/kW-hr) เมื่อใช้ เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน 3 ชนิด โดยมิได้ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์



รูปที่ 11 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบของ Equivalent ratio ที่ได้ เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน 3 ชนิด โดยมิได้ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์

DATE 28/11/83	TITLE PERFORMANCE TEST	FUEL 100 % GASOLINE (PREMIUM)

ENGINE MAZDA-1000	MODEL PC	BORE X STROKE 70 x 64 mm.	CYLINDER 4	C.R. 8.8:1	SWEPT VOL. 985 C.C.

PRIMARY MAIN JET DIA. 0.78 mm.	SECONDARY MAIN JET DIA. 1.10 mm.

STOICH. A/F MASS RATIO 15.1:1	H.V. 10.82 kcal/gm	Sp.gr. 0.7377

BAROMETER 30.02 in. Hg	AIR TEMP. 28.5 °C	CONDITION FULL LOAD TEST (WOT)

SPEED RPM	TORQUE N-m.	POWER HP.	FUEL CONSUMPTION litre/hr	litre/HP-hr	litre/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	Equivalent A/F ratio	Exhaust Temp.,°C	Water Temp.,°C
1200	55.49	9.48	3.350	0.3533	0.4804	260.7	354.4	2820	3835	11.56	0.766	380	68
1600	58.83	13.40	4.334	0.3234	0.4398	238.6	324.4	2582	3510	12.80	0.848	465	70
2000	59.53	16.95	5.725	0.3377	0.4592	249.1	338.7	2696	3665	11.84	0.784	490	70
2400	62.16	21.24	6.503	0.3061	0.4163	225.8	307.1	2444	3323	13.00	0.861	540	70
2800	63.04	25.13	7.788	0.3099	0.4214	228.6	310.8	2474	3363	12.55	0.831	565	70
3200 A	65.50	29.84	9.433	0.3161	0.4298	233.2	317.1	2523	3431	12.41	0.822	600	73
3600 A	64.80	33.21	10.264	0.3091	0.4202	228.0	310.0	2467	3354	12.52	0.829	625	74
4000 C	63.92	36.40	11.294	0.3103	0.4219	228.9	311.2	2477	3367	13.64	0.903	650	73
4400 B	61.11	38.28	12.250	0.3200	0.4351	236.1	321.0	2554	3473	13.73	0.909	670	73
4800	59.35	40.56	13.327	0.3286	0.4468	242.4	329.6	2623	3566	13.21	0.875	660	73
5200	55.84	41.34	13.727	0.3321	0.4515	245.0	333.1	2650	3604	13.60	0.901	680	74
5600	51.10	40.74	14.152	0.3474	0.4723	256.3	348.4	2773	3770	14.25	0.944	700	75

A = ± ≤ 50 RPM
B = ± ≤ 100 RPM
C = ± ≥ 100 RPM

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้ 100 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง (ปรับคาร์บูเรเตอร์ให้จ่ายเชื้อเพลิงลดลง)

DATE 28/11/83	TITLE PERFORMANCE TEST	FUEL 15 % PROPANOL + 85 % GASOLINE (PREMIUM)

ENGINE MAZDA-1000	MODEL PC	BORE X STROKE 70 x 64 mm.	CYLINDER 4	C.R. 8.8:1	SWEPT VOL. 985 C.C.

PRIMARY MAIN JET DIA. 0.78 mm.	SECONDARY MAIN JET DIA. 1.10 mm.

STOICH. A/F MASS RATIO 14.4:1	H.V. 10.3577 kcal/gm	Sp.gr. 0.74487

BAROMETER 30.02 in. Hg	AIR TEMP. 30.0 °C	CONDITION FULL LOAD TEST (WOT)

SPEED RPM	TORQUE N-m.	POWER HP.	FUEL CONSUMPTION litre/hr	litre/HP-hr	litre/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	Equivalent A/F ratio	Exhaust Temp.,°C	Water Temp.,°C
1200	54.96	9.39	3.454	0.3678	0.5001	274.0	372.5	2838	3858	11.36	0.789	260	67
1600	56.89	12.96	4.168	0.3216	0.4373	239.5	325.7	2481	3374	13.39	0.930	280	69
2000	58.30	16.60	5.442	0.3278	0.4458	244.2	332.0	2529	3439	12.66	0.879	330	69
2400	58.65	20.04	6.365	0.3176	0.4318	236.6	321.7	2450	3332	13.29	0.923	340	70
2800	60.76	24.22	7.664	0.3164	0.4302	235.7	320.5	2441	3319	12.74	0.885	500	70
3200	64.27	29.28	9.198	0.3142	0.4271	234.0	318.2	2424	3295	12.51	0.869	570	72
3600 A	61.81	31.68	10.245	0.3234	0.4397	240.9	327.5	2495	3393	12.59	0.874	610	73
4000 B	62.16	35.40	11.158	0.3152	0.4286	234.8	319.2	2432	3307	13.75	0.955	580	74
4400 A	56.89	35.64	12.106	0.3397	0.4618	253.0	344.0	2621	3563	13.68	0.950	640	72
4800	57.60	39.36	13.043	0.3314	0.4506	246.8	335.6	2557	3476	13.44	0.933	660	73
5200	54.08	40.04	13.662	0.3412	0.4639	254.2	345.6	2633	3579	13.59	0.944	690	74
5600	46.53	37.10	13.920	0.3752	0.5101	279.5	380.0	2895	3936	14.47	1.005	690	75

= ± ≤ 50 RPM

= ± ≤ 100 RPM

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้ 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง (ปรับคาร์บูเรเตอร์ให้จ่ายเชื้อเพลิงลดลง)

DATE 28/11/83	TITLE PERFORMANCE TEST	FUEL 25 % PROPANOL + 75 % GASOLINE (PREMIUM)				
ENGINE MAZDA-1000	MODEL PC	BORE X STROKE 70 x 64 mm.	CYLINDER 4	C.R. 8.8:1	SWEPT VOL. 985 C.C.	
PRIMARY MAIN JET DIA. 0.78 mm.		SECONDARY MAIN JET DIA. 1.10 mm.				
STOICH. A/F MASS RATIO 13.95:1		H.V. 10.0495 kcal/gm		Sp.gr. 0.74965		
BAROMETER 30.02 in. Hg		AIR TEMP. 30.0 °C		CONDITION FULL LOAD TEST (WOT)		

SPEED RPM	TORQUE N-m.	POWER HP.	FUEL CONSUMPTION							A/F ratio	Equivalent A/F ratio	Exhaust Temp.,°C	Water Temp.,°C
			litre/hr	litre/HP-hr	litre/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr				
1200	54.79	9.36	3.409	0.3642	0.4952	273.0	371.2	2744	3731	11.18	0.801	300	67
1600	53.38	12.16	4.134	0.3399	0.4622	254.8	346.5	2561	3482	13.41	0.961	340	68
2000	58.30	16.60	5.509	0.3319	0.4512	248.8	338.3	2500	3399	12.42	0.890	370	69
2400 A	54.61	18.66	6.324	0.3389	0.4608	254.1	345.4	2553	3472	13.42	0.962	450	69
2800 A	59.53	23.73	7.529	0.3173	0.4314	237.9	323.4	2390	3250	13.00	0.932	470	70
3200 A	63.57	28.96	9.088	0.3138	0.4267	235.3	319.9	2364	3214	12.77	0.915	500	72
3600 A	60.41	30.96	10.095	0.3261	0.4433	244.4	332.3	2456	3340	12.27	0.880	520	72
4000 B	59.35	33.80	10.992	0.3252	0.4422	243.8	331.5	2450	3331	13.48	0.966	570	73
4400 A	55.49	34.76	11.867	0.3414	0.4642	255.9	348.0	2572	3497	14.24	1.021	590	73
4800	55.49	37.92	13.055	0.3443	0.4681	258.1	350.9	2594	3527	13.47	0.966	560	73
5200	51.45	38.09	13.471	0.3537	0.4808	265.1	360.5	2664	3622	13.89	0.996	600	74
5600	44.60	35.56	13.767	0.3871	0.5264	290.2	394.6	2917	3966	14.73	1.056	610	75

= ± ≤ 50 RPM

= ± ≤ 100 RPM

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้ 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง (ปรับคาร์บูเรเตอร์ให้จ่ายเชื้อเพลิงลดลง)

DATE 29/1/84	TITLE PERFORMANCE TEST	FUEL 30 % PROPANOL + 70 % GASOLINE (REGULAR)			
ENGINE MAZDA-1000	MODEL PC	BORE X STROKE 70 x 64 mm.	CYLINDER 4	C.R. 8.8:1	SWEPT VOL. 985 C.C.
PRIMARY MAIN JET DIA. 0.78 mm.		SECONDARY MAIN JET DIA. 1.10 mm.			
STOICH. A/F MASS RATIO 13.72:1		H.V. 9.8954 kcal/gm		Sp.gr. 0.75204	
BAROMETER 29.85 in. Hg		AIR TEMP. 32.0 °C		CONDITION FULL LOAD TEST (WOT)	

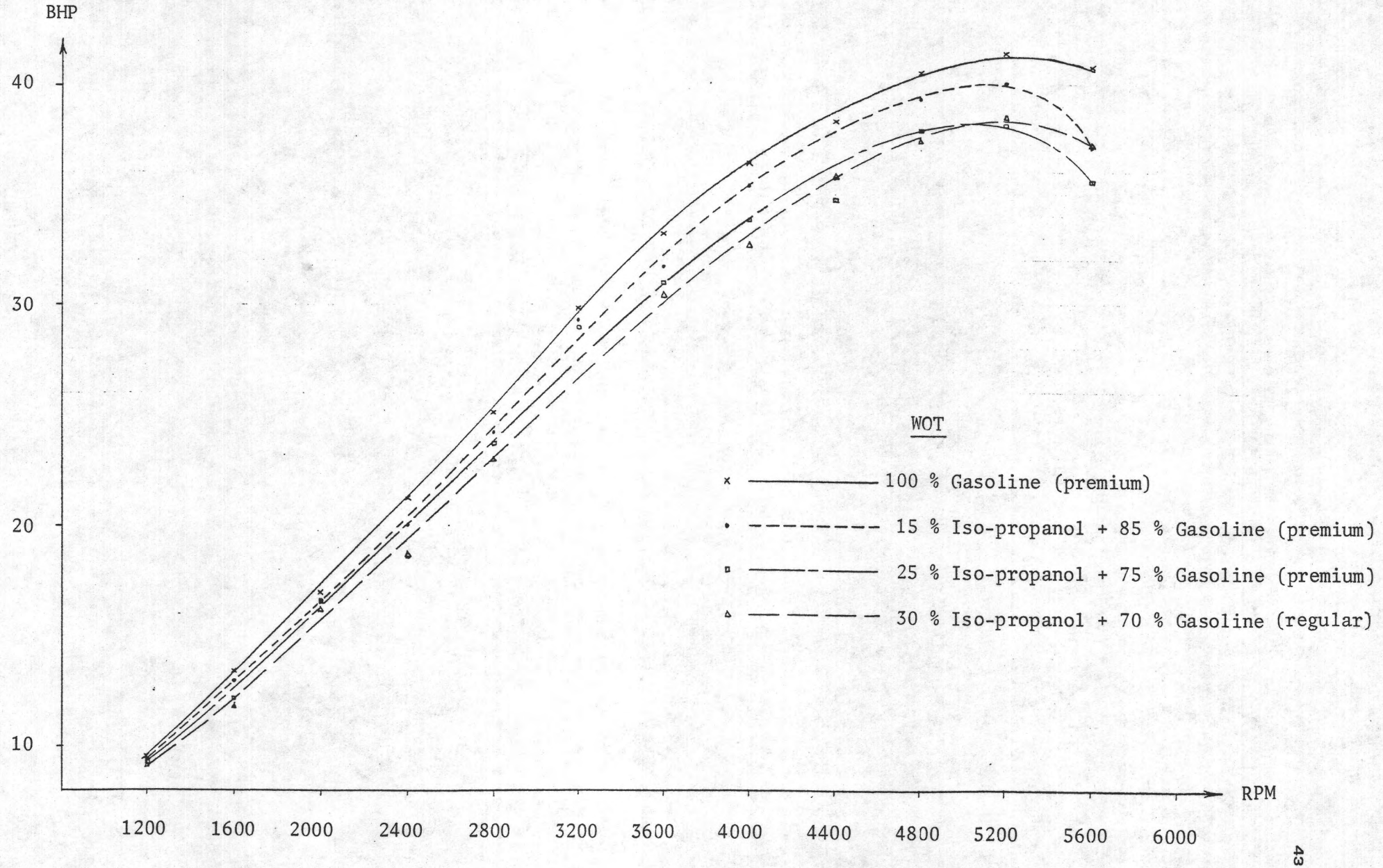
SPEED RPM	TORQUE N-m.	POWER HP.	FUEL CONSUMPTION							A/F ratio	Equivalent A/F ratio	Exhaust Temp.,°C	Water Temp.,°C
			litre/hr	litre/HP-hr	litre/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr				
1200	53.38	9.12	3.347	0.3670	0.4990	276.0	375.3	2731	3714	11.35	0.827	340	69
1600	51.80	11.80	4.128	0.3498	0.4756	263.1	357.7	2603	3540	13.60	0.991	355	70
2000	56.89	16.20	5.524	0.3410	0.4636	256.4	348.6	2537	3450	12.66	0.923	380	71
2400 A	54.79	18.72	6.399	0.3418	0.4647	257.1	349.5	2544	3458	13.63	0.993	460	72
2800 B	57.77	23.03	7.551	0.3279	0.4458	246.6	335.3	2440	3318	13.04	0.950	485	72
3200 C	เครื่องยนต์ Hunt มากไม่สามารถวัดค่าต่าง ๆ ได้												
3600 A	59.35	30.42	10.198	0.3352	0.4558	252.1	342.8	2495	3392	11.85	0.864	570	74
4000 A	57.42	32.70	11.146	0.3408	0.4634	256.3	348.5	2536	3449	13.40	0.977	605	75
4400	57.25	35.86	12.302	0.3431	0.4665	258.0	350.8	2553	3471	13.97	1.018	630	76
4800	54.79	37.44	13.091	0.3497	0.4754	263.0	357.5	2602	3538	13.79	1.005	645	77
5200	51.98	38.48	14.008	0.3640	0.4950	273.8	372.2	2709	3683	13.56	0.988	675	78
5600	46.71	37.24	14.386	0.3863	0.5252	290.5	395.0	2875	3909	14.35	1.046	690	78

$= \pm \leq$ 50 RPM

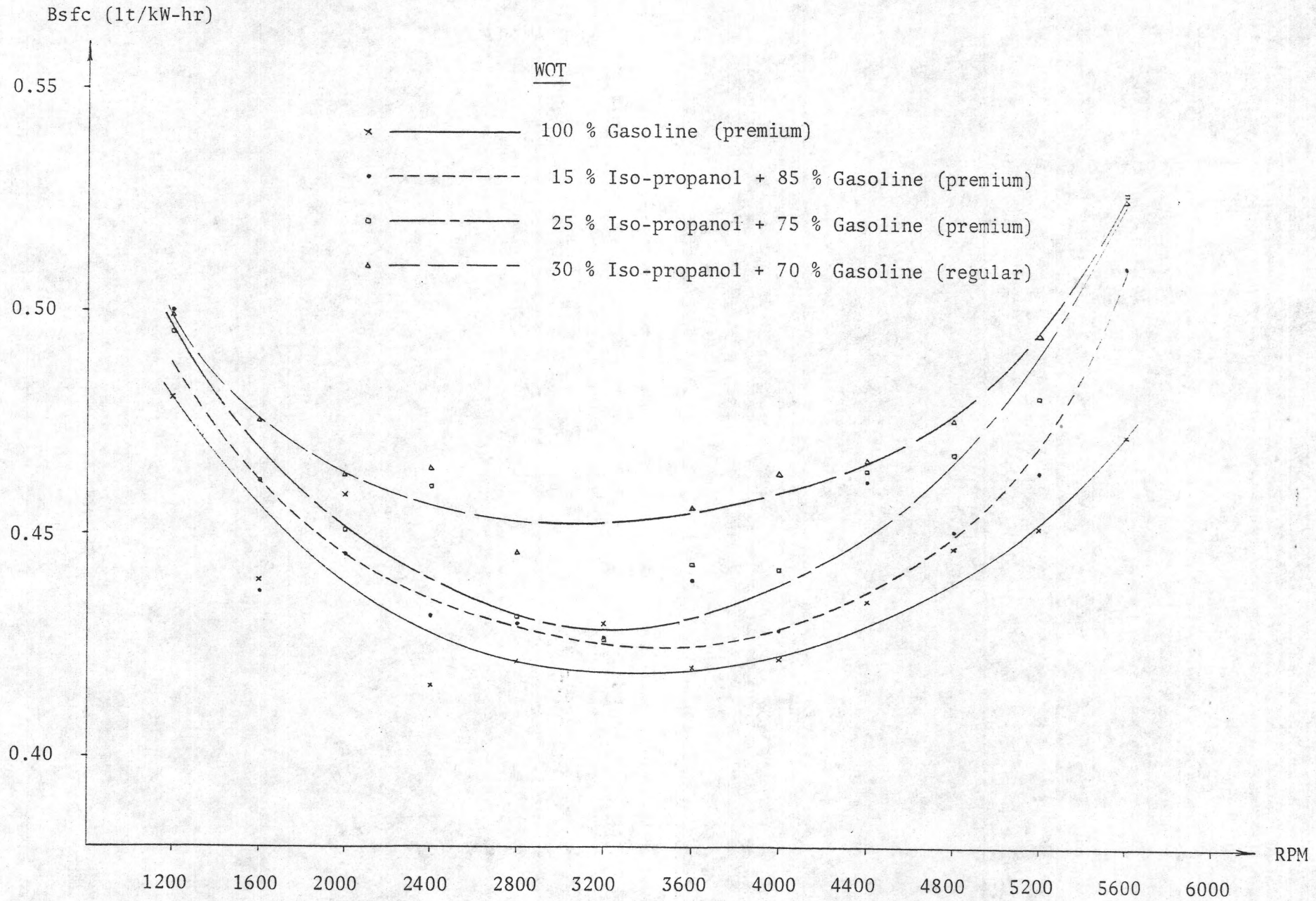
$= \pm \leq$ 100 RPM

$= \pm \geq$ 100 RPM

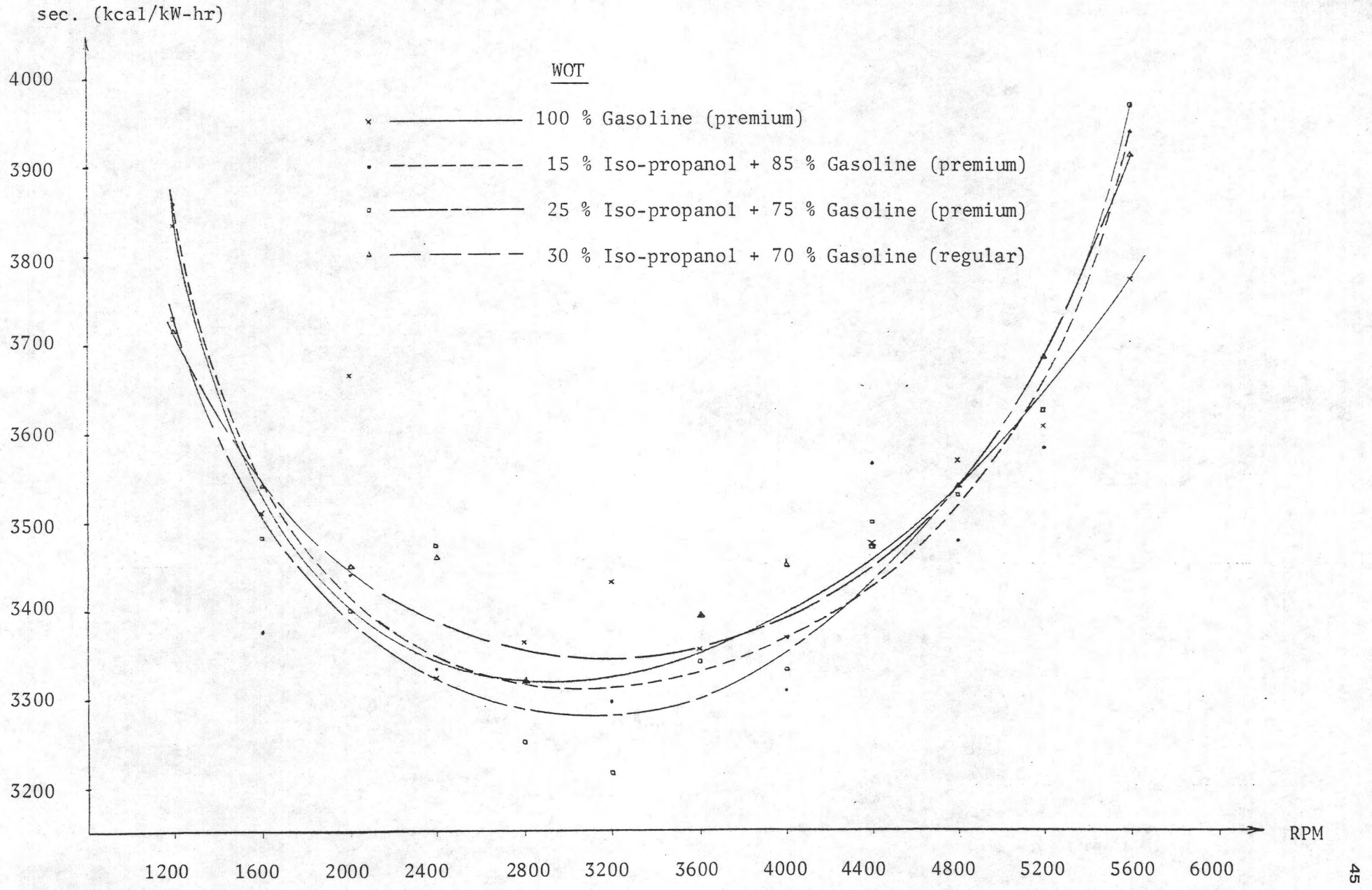
ตารางที่ 12 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ โดยใช้ 30 % Iso-propanol + 70 % Gasoline (Regular) เป็นเชื้อเพลิง (ปรับคาร์บูเรเตอร์ให้จ่ายเชื้อเพลิงลดลง)



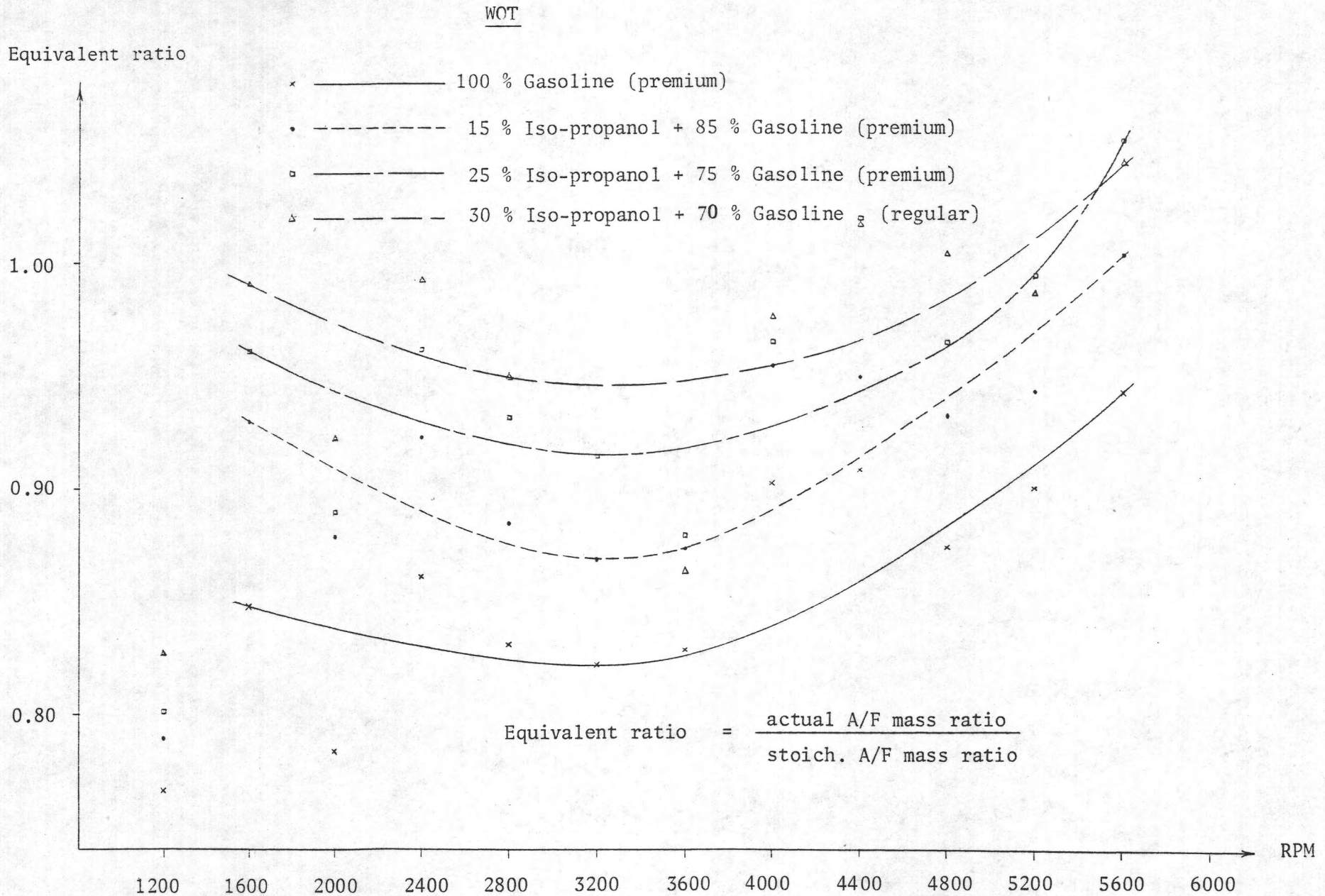
รูปที่ 12 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบของ power (HP.) ที่ได้ เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน 4 ชนิด ภายหลังจากการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ (ให้จ่ายเชื้อเพลิงลดลง)



รูปที่ 13 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบของ Specific fuel consumption (lt/kW-hr) ที่ได้ เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน 4 ชนิด ภายหลังจากการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ (ให้จ่ายเชื้อเพลิงลดลง)



รูปที่ 14 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบของ Specific energy consumption (kcal/kW-hr)
เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน 4 ชนิด ภายหลังจากการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ (ให้จ่ายเชื้อเพลิงลดลง)

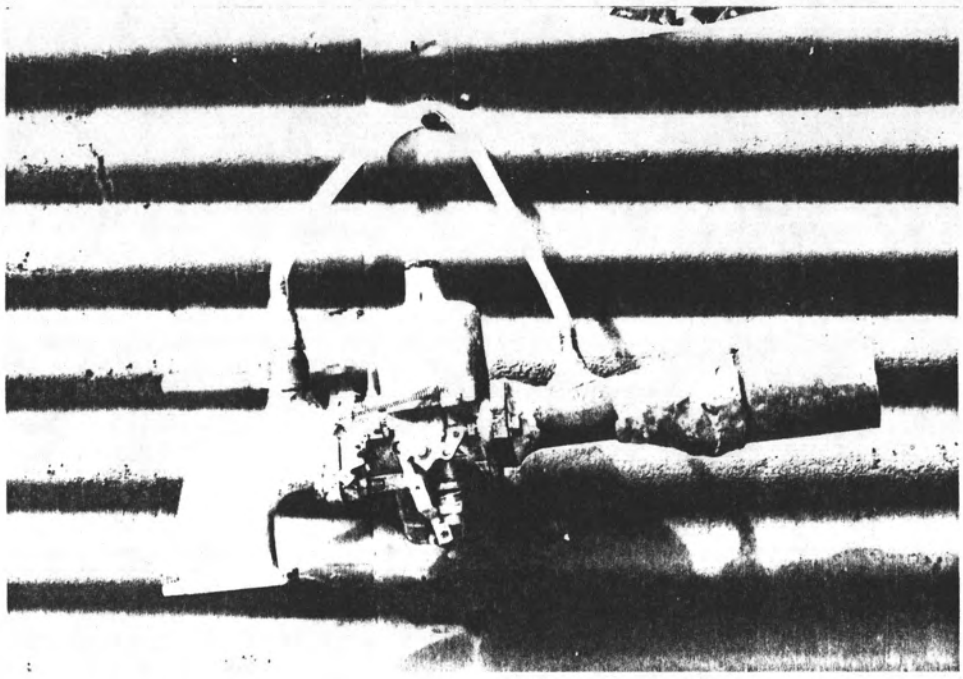


รูปที่ 15 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบของ Equivalent ratio ที่ได้ เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน 4 ชนิด ภายหลังจากการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ (ให้จ่ายเชื้อเพลิงลดลง)

2. การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ ณ ความเร็วรอบคงที่

2.1 เครื่องมือประกอบการทดลอง

ใช้เครื่องมือทุกอย่างเหมือนข้อ 1.1 ยกเว้นคาร์บูเรเตอร์ โดยเปลี่ยนจาก Zenith Stromberg Carburetor ไปใช้ SU Carburetor (constant vacuum type)แทน



รูปที่ 16 SU carburetor และ by-pass valve เพื่อให้สามารถปรับให้ได้ lean mixture เพิ่มขึ้น

2.2 วิธีการทดลอง

ได้ถอดชุด Zenith Stromberg Carburetor ออก แล้วใส่ SU Carburetor เข้ากับเครื่องยนต์เดิม ทั้งนี้เพราะว่า SU Carburetor เป็น Single throat carburetor ง่ายต่อการปรับ A/F ratio

การทดสอบในข้อนี้ ก็คือการเปลี่ยน A/F ratio ต่าง ๆ โดยให้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์คงที่ เพื่อดูว่าที่ความเร็วรอบคงที่นั้น ๆ เครื่องยนต์ จะให้ performance อย่างไรบ้าง ณ A/F ratio ต่าง ๆ กัน

สำหรับการทดลองนี้ จะทดสอบโดยใช้เชื้อเพลิง 3 ชนิด คือ

1. 100 % Gasoline (premium)
2. 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium)
3. 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium)

เชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่ใช้ทดสอบนั้น จะทดสอบ ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ กัน 3 ความเร็วรอบ คือ 2500 RPM, 3000 RPM, 3500 RPM โดยทดสอบ ณ ตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อเปิดเต็มที่

2.3 ผลการทดลอง

ผลการทดสอบ ได้ผลดังนี้

1. 100 % Gasoline (premium) ณ 2500 RPM แสดงในตารางที่ 13 และรูปที่ 17
2. 100 % Gasoline (premium) ณ 3000 RPM แสดงในตารางที่ 14 และรูปที่ 18
3. 100 % Gasoline (premium) ณ 3500 RPM แสดงในตารางที่ 15 และรูปที่ 19
4. 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) ณ 2500 RPM แสดงในตารางที่ 16 และรูปที่ 20

5. 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) ณ 3000 RPM แสดงในตารางที่ 17 และรูปที่ 21

6. 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) ณ 3500 RPM แสดงในตารางที่ 18 และรูปที่ 22

7. 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) ณ 2500 RPM แสดงในตารางที่ 19 และรูปที่ 23

8. 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) ณ 3000 RPM แสดงในตารางที่ 20 และรูปที่ 24

9. 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) ณ 3500 RPM แสดงในตารางที่ 21 และรูปที่ 25

FUEL = 0# PROPANOL
H.V. = 10.82 kcal/gm
Sp.gr. = 0.7377
cor.A/F = 15.1 ← Fuel Consumption →
RPM = 2500

TORQUE N-m	POWER HP	av.t for 40 cc. sec	lt/hr	lt/HP-hr	lt/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	BMEP kN/m^2
58.65	20.88	13.77	10.46	0.501	0.681	369.6	502.5	3999	5437	10.89	748.0
61.46	21.88	15.09	9.55	0.436	0.593	321.9	437.7	3483	4736	11.81	783.9
63.74	22.69	17.34	8.30	0.366	0.498	270.0	367.1	2922	3973	12.60	813.0
63.57	22.63	18.41	7.82	0.346	0.470	255.0	346.8	2759	3752	14.04	810.7
63.39	22.56	19.57	7.36	0.326	0.444	240.6	327.2	2604	3540	14.38	808.5
62.16	22.13	21.16	6.81	0.308	0.418	226.9	308.5	2455	3338	15.80	792.8
60.76	21.63	22.39	6.43	0.297	0.404	219.4	298.4	2374	3228	15.82	774.9
56.72	20.19	23.21	6.20	0.307	0.418	226.7	308.3	2453	3335	17.61	723.4
53.73	19.13	24.52	5.87	0.307	0.418	226.6	308.1	2452	3333	19.19	685.3

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ ด้วยการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ที่ความเร็วรอบคงที่ ที่ 2500 RPM โดยใช้ 100 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง, WOT

FUEL = 0# PROPANOL
H.V. = 10.82 kcal/gm
Sp.gr. = 0.7377 ← Fuel Consumption →
cor.A/F = 15.1
RPM = 3000

TORQUE N-m	POWER HP	av.t for 40 cc. sec	lt/hr	lt/HP-hr	lt/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	BMEP kN/m^2
62.86	26.85	11.69	12.32	0.459	0.624	338.4	460.2	3662	4979	10.92	801.8
63.57	27.15	12.43	11.59	0.427	0.580	314.9	428.2	3407	4633	11.56	810.7
64.27	27.45	13.46	10.70	0.390	0.530	287.5	390.9	3111	4230	12.47	819.7
64.62	27.60	14.00	10.29	0.373	0.507	274.9	373.8	2975	4044	12.86	824.2
64.80	27.68	14.78	9.75	0.352	0.479	259.8	353.2	2811	3822	13.51	826.4
64.44	27.53	15.96	9.02	0.328	0.446	241.8	328.8	2616	3557	14.34	821.9
64.44	27.53	17.61	8.18	0.297	0.404	219.2	298.0	2371	3224	15.12	821.9
63.39	27.08	18.13	7.94	0.293	0.399	216.5	294.3	2342	3185	15.64	808.5
62.51	26.70	18.20	7.91	0.296	0.403	218.7	297.3	2366	3217	16.71	797.3
61.46	26.25	18.52	7.78	0.296	0.403	218.6	297.2	2365	3215	17.45	783.9
60.05	25.65	18.91	7.62	0.297	0.404	219.0	297.8	2370	3222	17.90	765.9

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ ด้วยการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ที่ความเร็วรอบคงที่ ที่ 3000 RPM โดยใช้ 100 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง , WOT

FUEL = 0# PROPANOL
H.V. = 10.82 kcal/gm
Sp.gr. = 0.7377
cor.A/F = 15.1 ← Fuel Consumption →
RPM = 3500

TORQUE N-m	POWER HP	av.t for 40 cc. sec	lt/hr	lt/HP-hr	lt/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	BMEP kN/m^2
64.80	32.29	12.21	11.79	0.365	0.497	269.5	366.4	2916	3964	13.17	826.4
65.50	32.64	13.02	11.06	0.339	0.461	250.0	339.9	2705	3678	13.94	835.4
65.32	32.55	13.73	10.49	0.322	0.438	237.7	323.2	2572	3497	14.64	833.1
64.92	32.38	14.51	9.92	0.307	0.417	226.1	307.5	2447	3327	15.30	828.6
58.83	29.31	16.60	8.68	0.296	0.402	218.4	296.9	2363	3213	17.50	750.3
49.82	24.85	18.13	7.94	0.320	0.435	235.9	320.7	2552	3470	18.25	636.0
42.49	21.18	18.62	7.73	0.365	0.497	269.4	366.3	2915	3964	20.15	542.0

ตารางที่ 15. ผลการทดสอบเครื่องยนต์ ด้วยการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ที่ความเร็วรอบคงที่ ที่ 3500 RPM โดยใช้ 100 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง , WOT

FUEL = 15# PROPANOL
H.V. = 10.36 kcal/gm
Sp.gr. = 0.7449
cor.A/F = 14.4 ← Fuel Consumption →
RPM = 2500

TORQUE N-m	POWER HP	av.t for 40 cc. sec	lt/hr	lt/HP-hr	lt/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	BMEP kN/m^2
57.47	20.44	13.94	10.33	0.505	0.687	376.5	511.9	3901	5303	9.26	732.3
60.41	21.50	14.31	10.06	0.468	0.636	348.6	474.0	3612	4911	9.28	770.4
62.16	22.13	15.82	9.10	0.411	0.559	306.5	416.7	3175	4317	10.01	792.8
63.57	22.63	17.37	8.29	0.366	0.498	272.9	371.1	2828	3845	10.58	810.7
63.39	22.56	19.96	7.21	0.320	0.435	238.2	323.8	2468	3355	11.84	808.5
64.09	22.81	19.17	7.51	0.329	0.448	245.3	333.5	2541	3455	13.12	817.4
61.11	21.75	21.59	6.67	0.307	0.417	228.5	310.7	2367	3218	15.11	779.4
57.60	20.50	22.45	6.41	0.313	0.425	233.1	316.9	2415	3283	15.98	734.6
52.86	18.81	23.70	6.08	0.323	0.439	240.6	327.2	2493	3390	16.03	674.1
52.68	18.75	24.08	5.98	0.319	0.434	237.6	323.1	2462	3347	17.71	671.9

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบ เครื่องยนต์ ด้วยการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ที่ความเร็วรอบคงที่ ที่ 2500 RPM โดยใช้ 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง , WOT

FUEL = 15# PROPANOL
H.V. = 10.36 kcal/gm
Sp.gr. = 0.7449
cor.A/F = 14.4 ← Fuel Consumption →
RPM = 3000

TORQUE N-m	POWER HP	av.t for 40 cc. sec	lt/hr	lt/HP-hr	lt/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	BMEP kN/m^2
62.86	26.85	12.11	11.89	0.443	0.602	329.9	448.5	3418	4647	11.11	801.8
63.92	27.30	12.87	11.19	0.410	0.557	305.3	415.1	3163	4300	11.66	815.2
64.44	27.53	13.63	10.57	0.384	0.522	286.0	388.9	2963	4029	12.13	821.9
64.80	27.68	14.28	10.09	0.365	0.496	271.5	369.2	2813	3825	12.53	826.4
64.97	27.75	14.80	9.73	0.351	0.477	261.3	355.2	2707	3680	12.76	828.6
64.27	27.45	16.35	8.81	0.321	0.436	239.0	325.0	2476	3367	13.71	819.7
60.76	25.95	18.41	7.82	0.301	0.410	224.5	305.3	2326	3163	15.00	774.9
59.18	25.28	18.57	7.75	0.307	0.417	228.5	310.7	2368	3219	16.89	754.7
56.54	24.15	19.19	7.50	0.311	0.422	231.5	314.7	2398	3260	17.08	721.1

ตารางที่ 17 ผลการทดสอบ เครื่องยนต์ ด้วยการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ที่ความเร็วรอบคงที่ ที่ 3000 RPM โดยใช้ 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง , WOT

FUEL = 15# PROPANOL
H.V. = 10.36 kcal/gm
Sp.gr. = 0.7449
cor.A/F = 14.4 ← Fuel Consumption →
RPM = 3500

TORQUE N-m	POWER HP	av.t for 40 cc. sec	lt/hr	lt/HP-hr	lt/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	BMEP kN/m^2
65.32	32.55	11.09	12.98	0.399	0.542	297.2	404.0	3078	4186	12.28	833.1
65.67	32.73	11.68	12.33	0.377	0.512	280.8	381.7	2909	3955	12.88	837.6
66.03	32.90	12.50	11.52	0.350	0.476	260.8	354.6	2702	3674	13.74	842.1
65.85	32.81	12.84	11.21	0.342	0.465	254.6	346.2	2638	3586	13.97	839.8
65.32	32.55	13.83	10.41	0.320	0.435	238.3	324.0	2469	3356	14.82	833.1
62.16	30.98	15.24	9.45	0.305	0.415	227.2	309.0	2354	3201	16.15	792.8
62.16	30.98	15.41	9.35	0.302	0.410	224.8	305.6	2329	3166	16.09	792.8
60.76	30.28	15.67	9.19	0.304	0.413	226.1	307.4	2342	3185	16.24	774.9

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบ เครื่องยนต์ ด้วยการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ที่ความเร็วรอบคงที่ ที่ 3500 RPM โดยใช้ 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง , WOT

FUEL = 25# PROPANOL
H.V. = 10.05 kcal/gm
Sp.gr. = 0.7497
cor.A/F = 13.95
RPM = 2500

TORQUE N-m	POWER HP	av.t for 40 cc. sec	Fuel Consumption lt/hr	lt/HP-hr	lt/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	BMEP kN/m^2
63.22	22.50	14.80	9.73	0.432	0.588	324.2	440.8	3258	4430	10.82	806.2
64.44	22.94	17.49	8.23	0.359	0.488	269.1	365.9	2704	3677	12.72	821.9
63.57	22.63	19.06	7.56	0.334	0.454	250.4	340.5	2517	3422	13.40	810.7
62.34	22.19	19.76	7.29	0.328	0.447	246.2	334.8	2475	3365	13.82	795.0
61.81	22.00	20.12	7.16	0.325	0.442	244.0	331.7	2452	3334	14.07	788.3
60.23	21.44	21.30	6.76	0.315	0.429	236.5	321.5	2377	3231	14.31	768.2
55.49	19.75	22.64	6.36	0.322	0.438	241.5	328.3	2427	3300	16.81	707.7
50.92	18.13	22.96	6.27	0.346	0.470	259.4	352.7	2607	3545	17.23	649.5

ตารางที่ 19 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ ด้วยการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ที่ความเร็วรอบคงที่ ที่ 2500 RPM โดยใช้ 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง , WOT

FUEL = 25# PROPANOL
H.V. = 10.05 kcal/gm
Sp.gr. = 0.7497
cor.A/F = 13.95
RPM = 3000

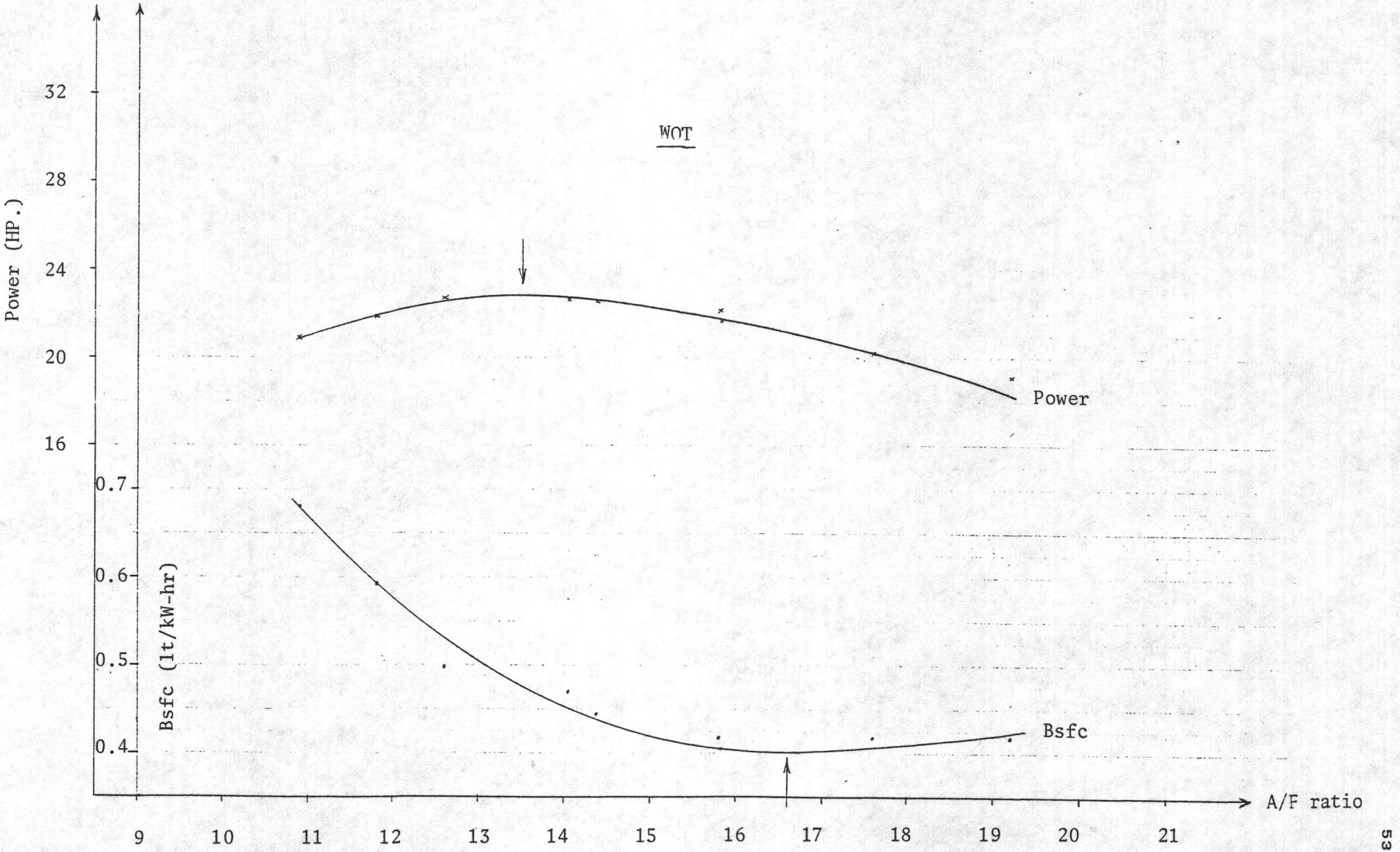
TORQUE N-m	POWER HP	av.t for 40 cc. sec	Fuel Consumption lt/hr	lt/HP-hr	lt/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	BMEP kN/m^2
65.32	27.90	13.63	10.56	0.379	0.515	283.9	386.0	2853	3879	12.11	833.1
65.50	27.98	14.70	9.80	0.350	0.476	262.6	357.1	2639	3588	12.82	835.4
65.50	27.98	15.34	9.39	0.336	0.456	251.6	342.0	2528	3438	13.74	835.4
64.97	27.75	16.17	8.91	0.321	0.436	240.6	327.1	2418	3288	13.85	828.6
62.34	26.63	17.30	8.33	0.313	0.425	234.4	318.8	2356	3204	14.68	795.0
56.89	24.30	18.48	7.79	0.321	0.436	240.4	326.9	2416	3285	15.40	725.6
49.87	21.30	19.58	7.35	0.345	0.469	258.9	352.0	2601	3537	18.54	636.0

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ ด้วยการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ที่ความเร็วรอบคงที่ ที่ 3000 RPM โดยใช้ 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง , WOT

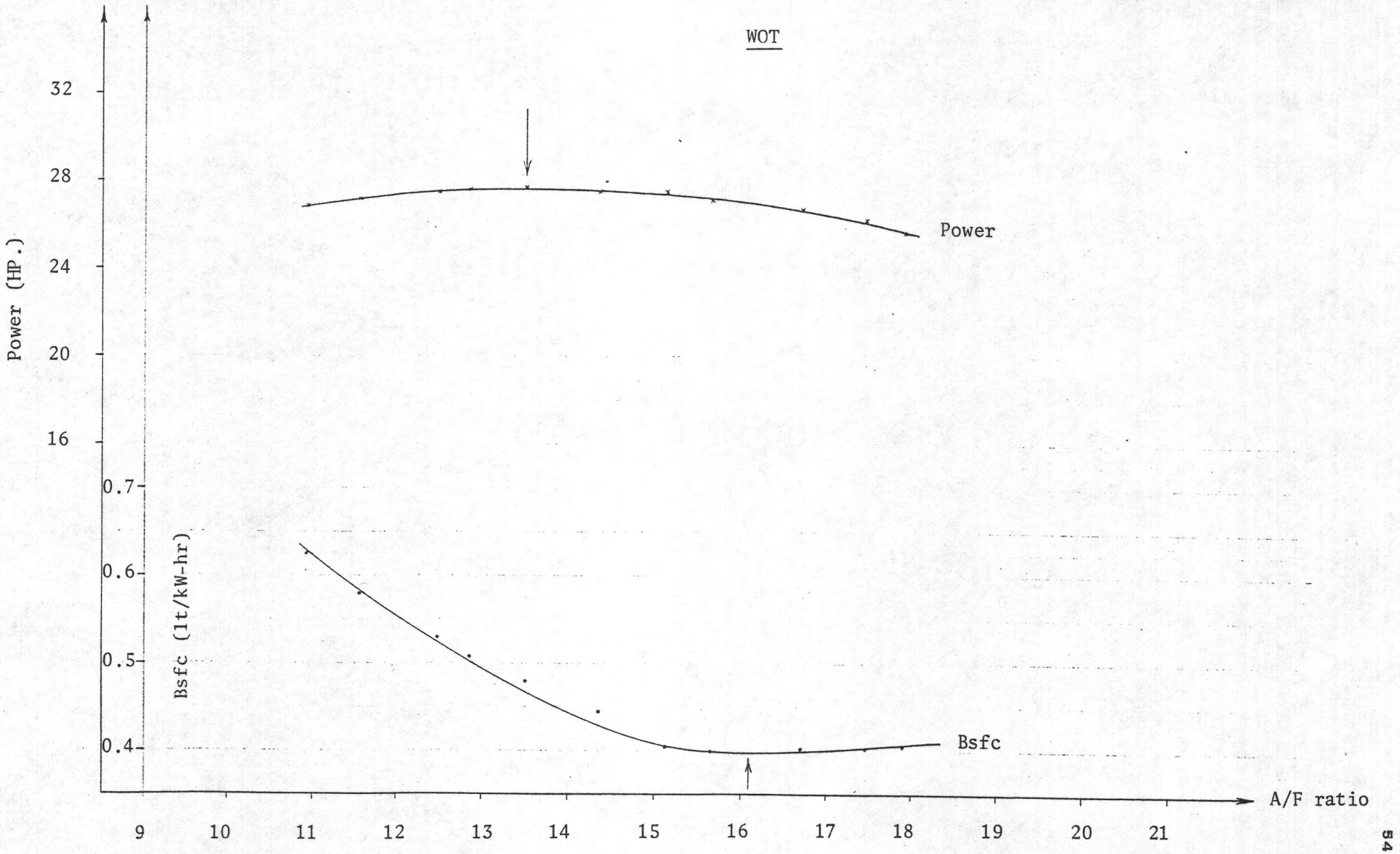
FUEL = 25# PROPANOL
H.V. = 10.05 kcal/gm
Sp.gr. = 0.7497
cor.A/F = 13.95
RPM = 3500

TORQUE N-m	POWER HP	av.t for 40 cc. sec	Fuel Consumption lt/hr	lt/HP-hr	lt/kW-hr	gm/HP-hr	gm/kW-hr	kcal/HP-hr	kcal/kW-hr	A/F ratio	BMEP kN/m^2
65.67	32.73	10.98	13.11	0.401	0.545	300.4	408.5	3019	4105	11.69	837.6
66.20	32.99	11.77	12.24	0.371	0.504	278.2	378.2	2796	3801	12.44	844.3
66.20	32.99	12.39	11.62	0.352	0.479	264.1	359.1	2655	3609	13.00	844.3
63.22	31.50	14.84	9.70	0.308	0.419	230.9	314.0	2321	3156	14.64	806.2
62.86	31.33	14.87	9.68	0.309	0.420	231.8	315.1	2329	3167	14.96	801.8
57.95	28.88	15.81	9.11	0.316	0.429	236.6	321.6	2377	3232	16.52	739.1
50.92	25.38	16.58	8.69	0.342	0.465	256.6	348.9	2579	3506	18.37	649.5

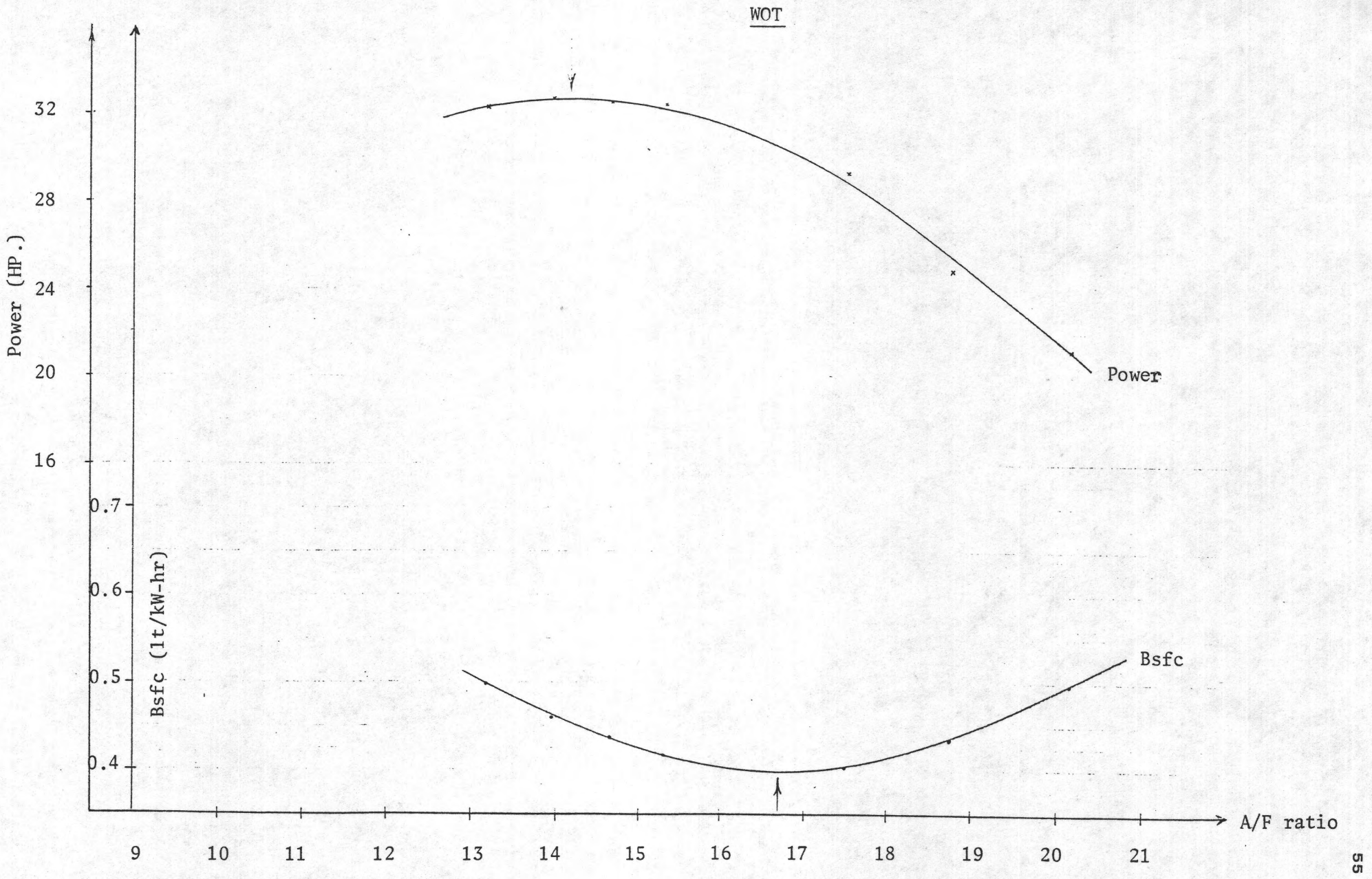
ตารางที่ 21 ผลการทดสอบเครื่องยนต์ ด้วยการปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ที่ความเร็วรอบคงที่ ที่ 3500 RPM โดยใช้ 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง , WOT



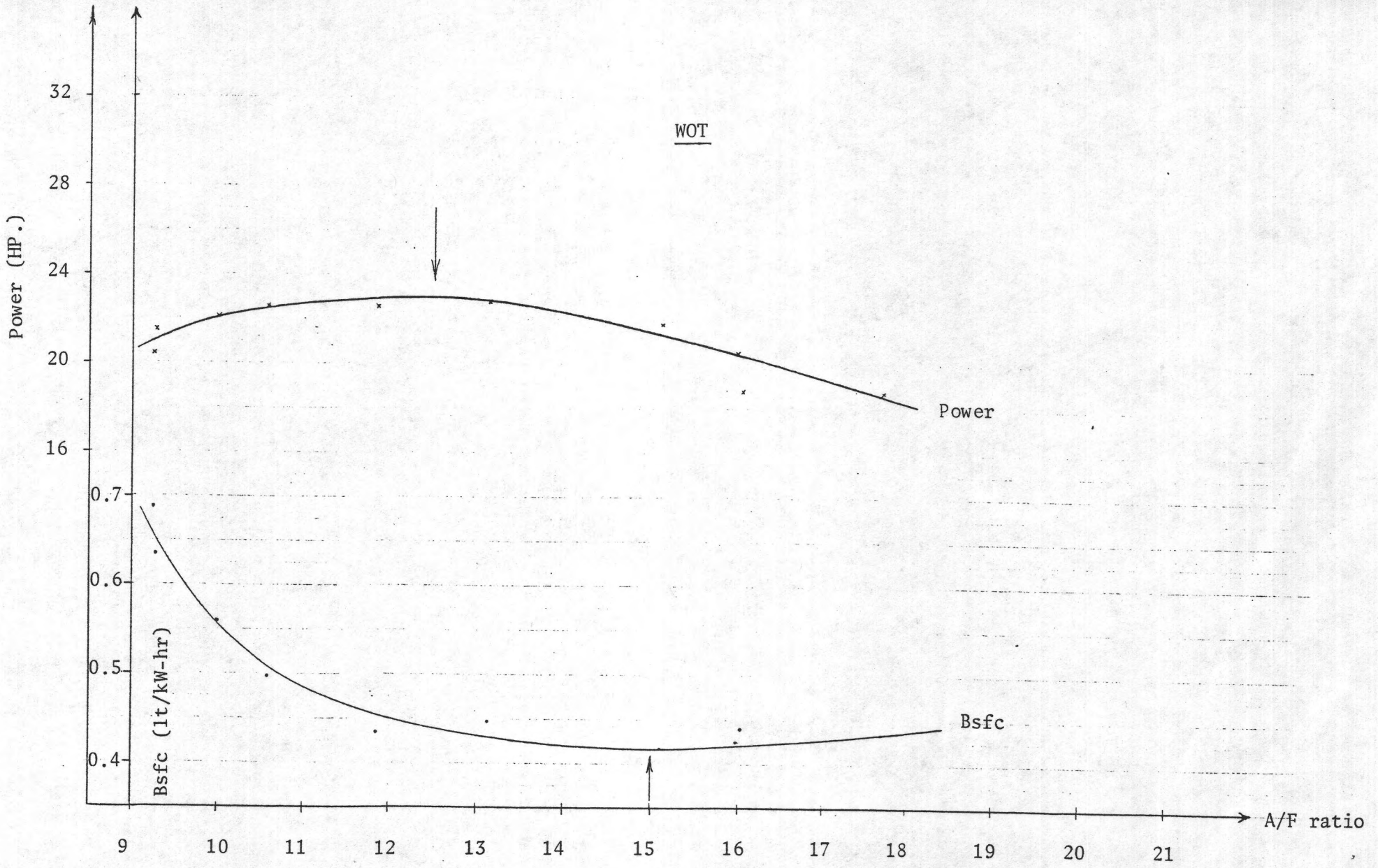
รูปที่ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Power, Bsfc กับ A/F ratio
ที่ 2500 RPM. เมื่อใช้ 100 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง



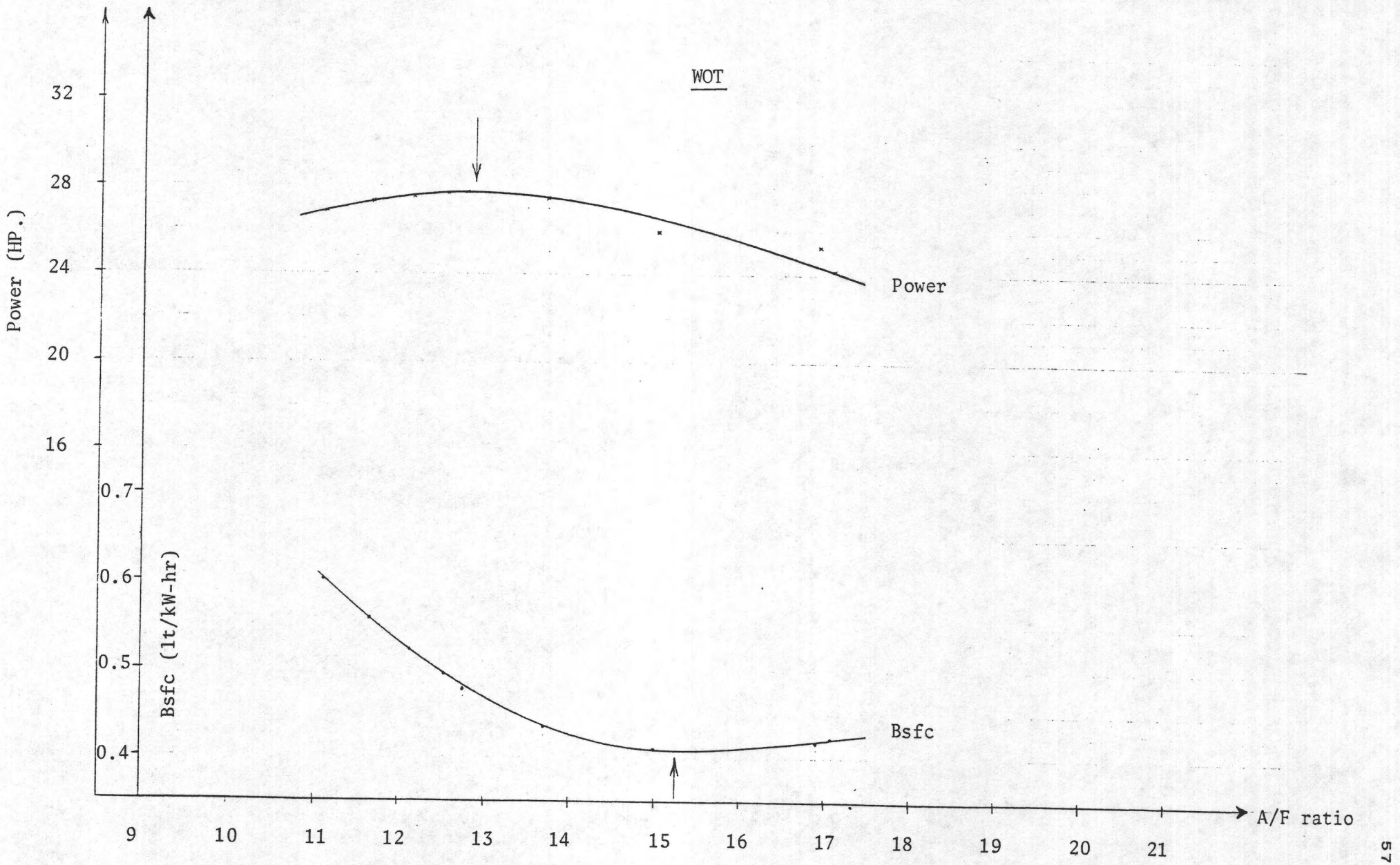
รูปที่ 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Power, Bsfc กับ A/F ratio
ที่ 3000 RPM. เมื่อใช้ 100 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง



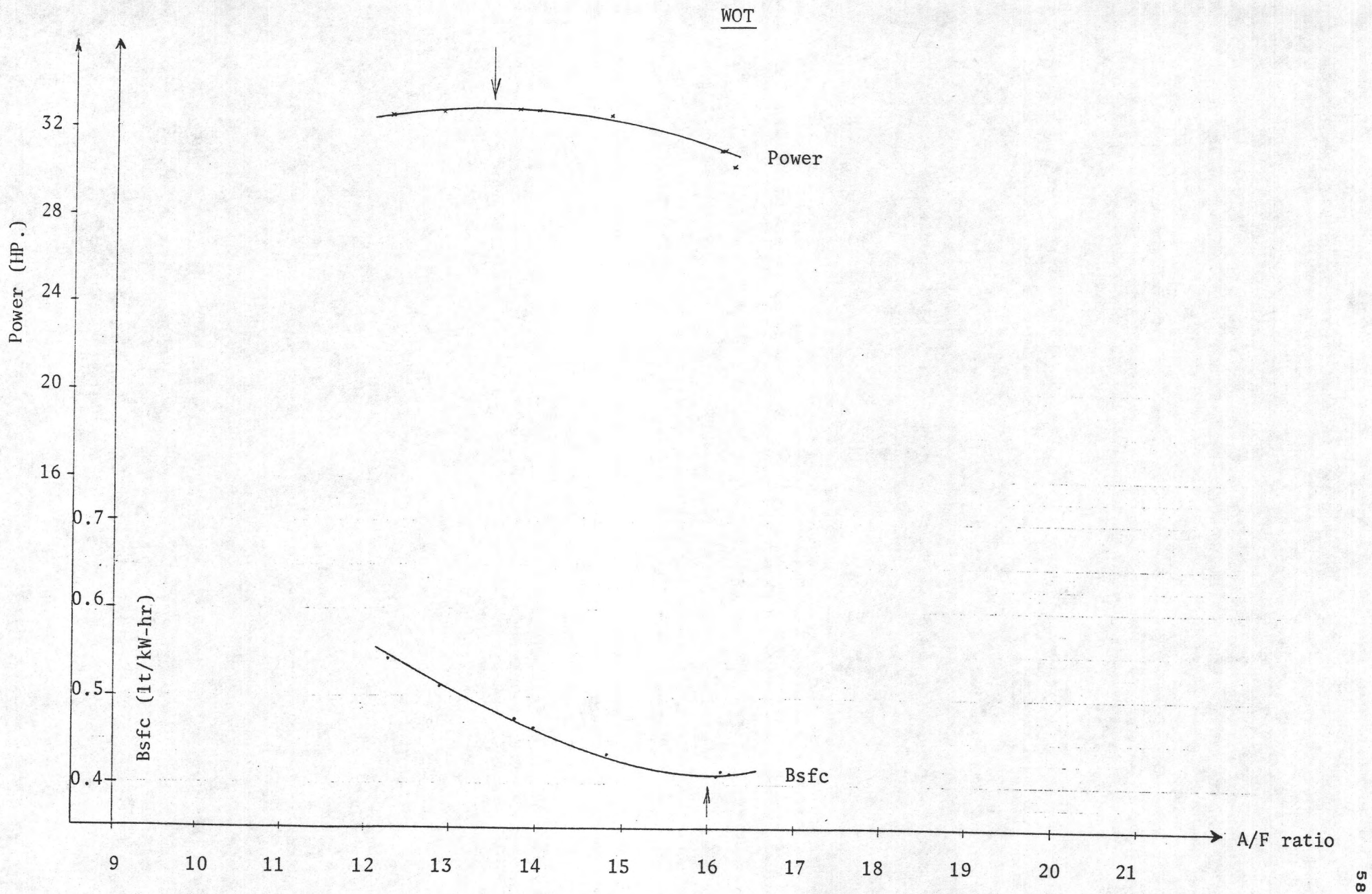
รูปที่ 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Power, Bsfc กับ A/F ratio
ที่ 3500 RPM. เมื่อใช้ 100 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง



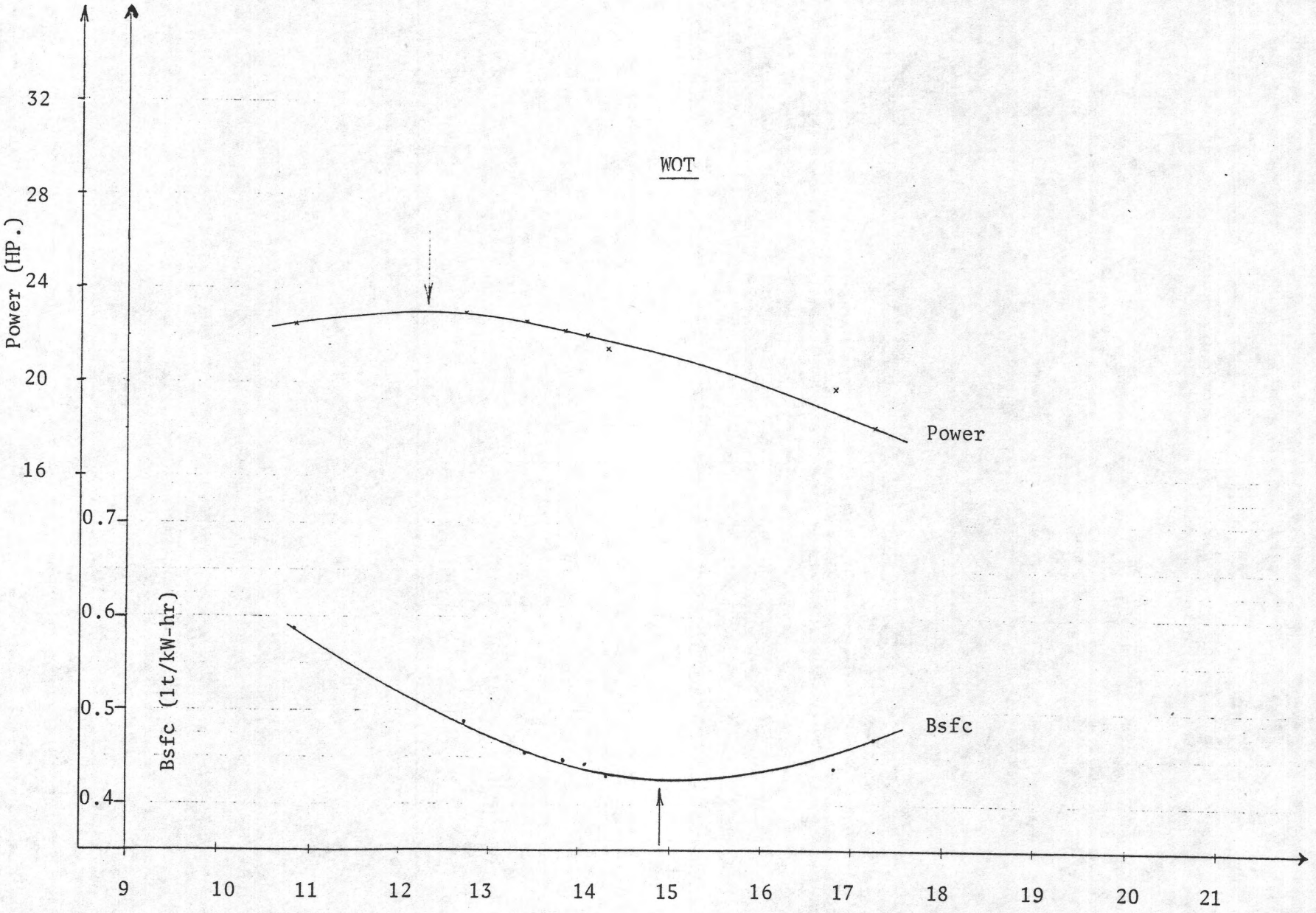
รูปที่ 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Power, Bsfc กับ A/F ratio ที่ 2500 RPM.
เมื่อใช้ 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง



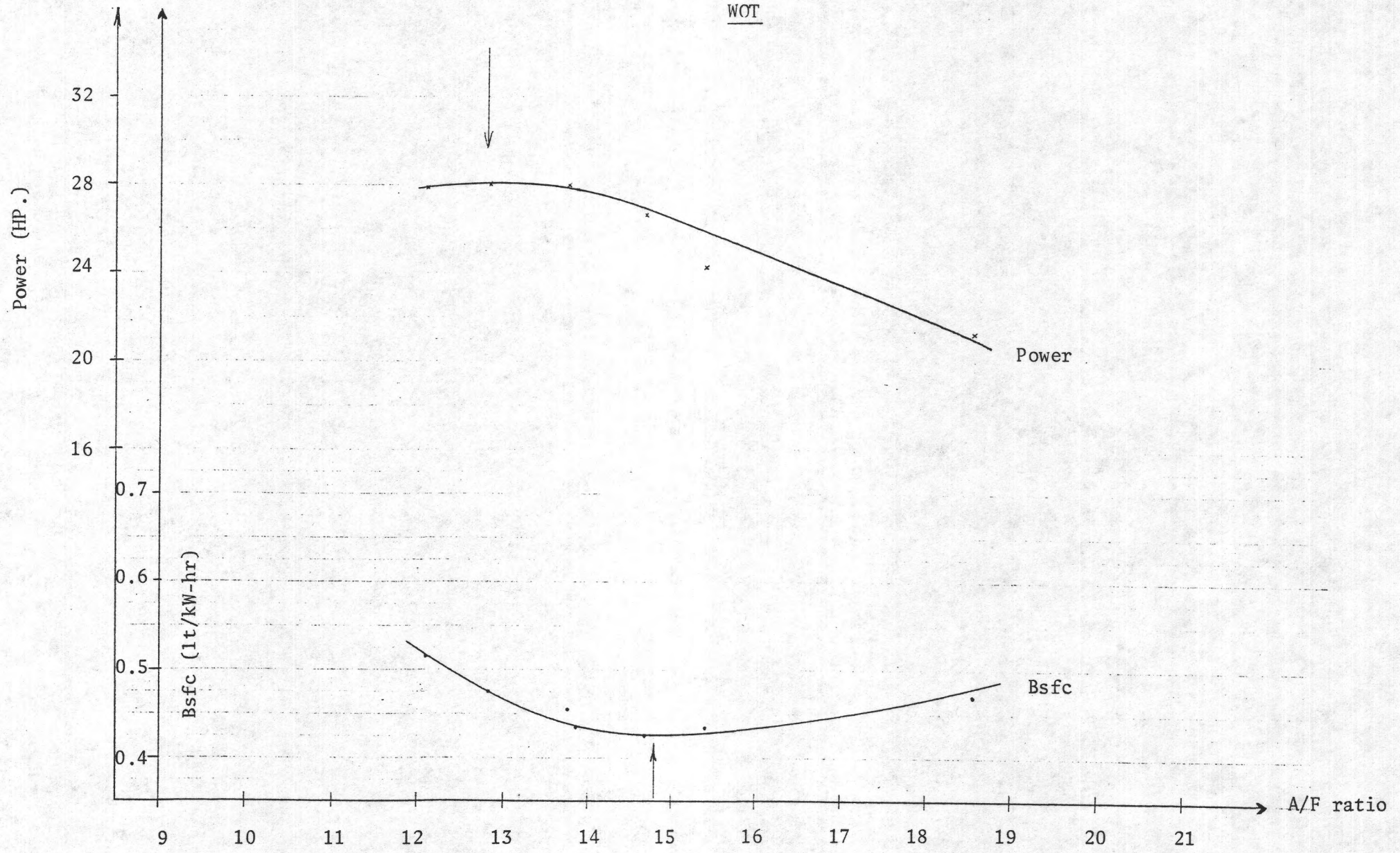
รูปที่ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Power, Bsfc กับ A/F ratio ที่ 3000 RPM. เมื่อใช้ 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง



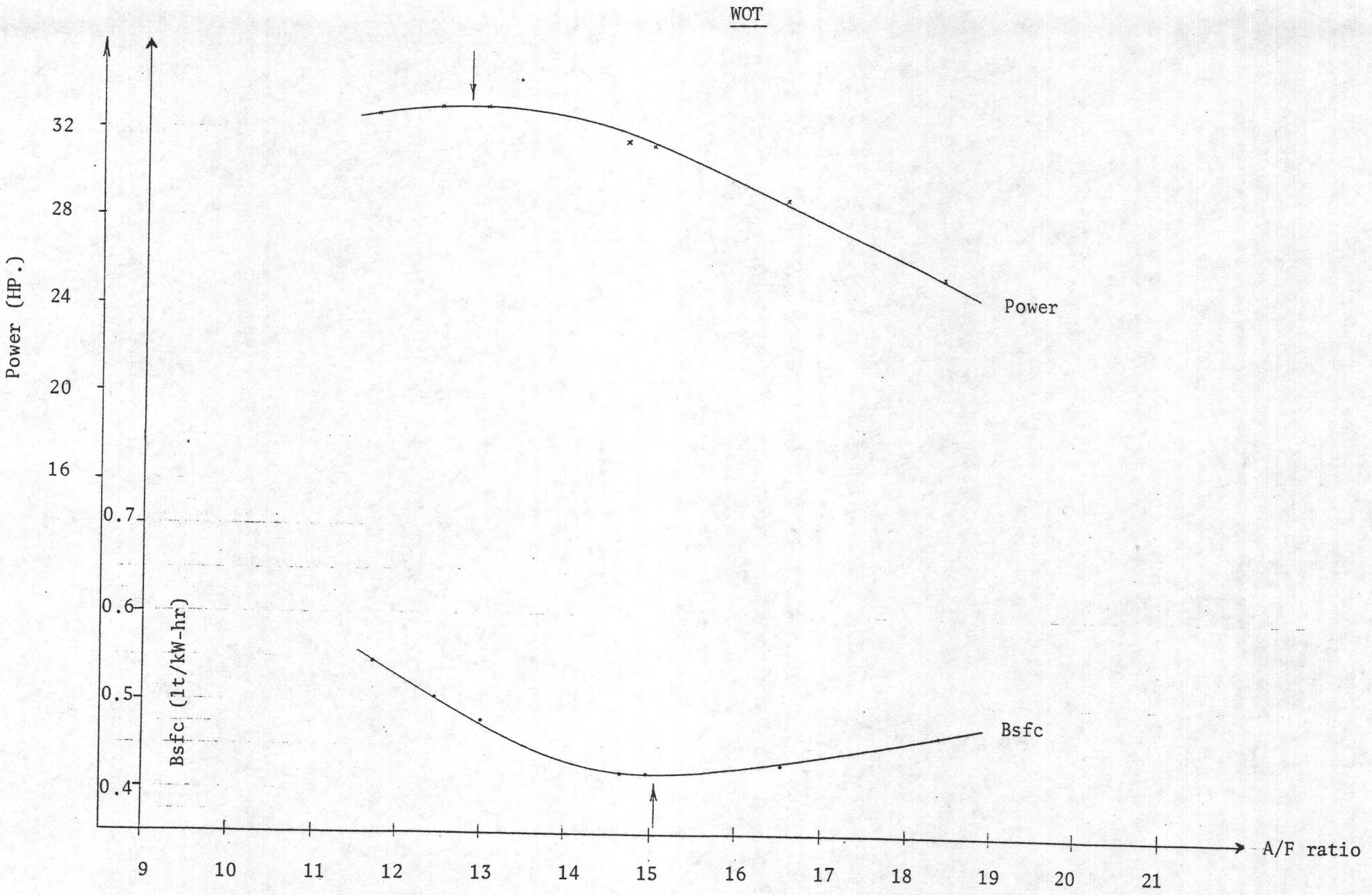
รูปที่ 22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Power, Bsfc กับ A/F ratio ที่ 3500 RPM.
เมื่อใช้ 15 % Iso-propanol + 85 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Power, Bsfc กับ A/F ratioที่ 2500 RPM.
เมื่อใช้ 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง



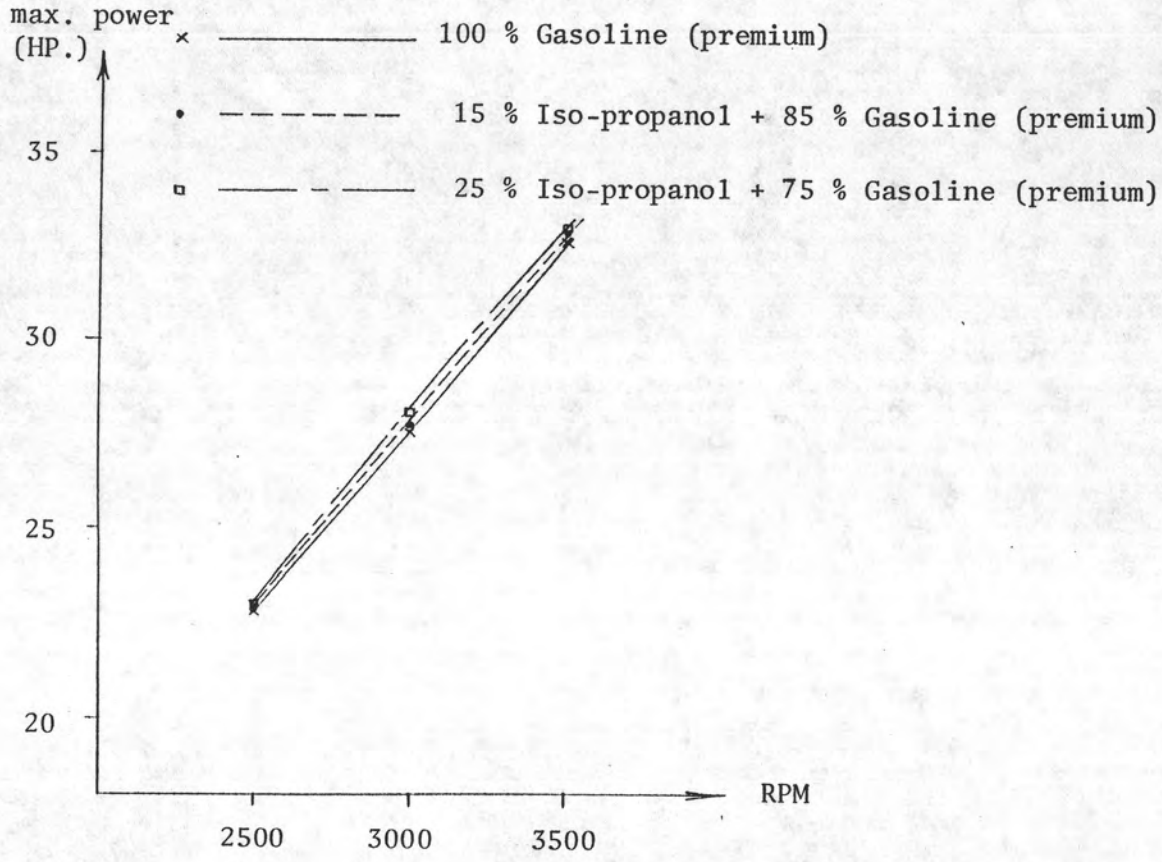
รูปที่ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Power,Bsfc กับ A/F ratioที่ 3000 RPM.
เมื่อใช้25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Power, Bsfc กับ A/F ratio ที่ 3500 RPM. เมื่อใช้ 25 % Iso-propanol + 75 % Gasoline (premium) เป็นเชื้อเพลิง

2.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

2.4.1 Maximum power



รูปที่ 26 กราฟแสดง maximum power (HP.) ที่ได้ ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน 3 ชนิด

ตารางที่ 22 Maximum power (HP.) ที่ได้ ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่ใช้ทดสอบ

ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ	2500 RPM		3000 RPM		3500 RPM	
	max.power	A/F	max.power	A/F	max.power	A/F
0 % P + 100 % G	22.80	13.50	27.60	13.50	32.65	14.15
15 % P + 85 % G	22.95	12.50	27.75	12.85	32.90	13.45
25 % P + 75 % G	23.00	12.30	28.10	12.80	33.00	12.80

กราฟในรูปที่ 26 และ ตารางที่ 22 ได้จากจุด maximum power ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่ใช้ทดสอบ ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ (2500 RPM, 3000 RPM, 3500 RPM) ดังปรากฏในกราฟรูปที่ 17 - รูปที่ 25

ตารางที่ 23 Stoichiometric Air/Fuel Mass Ratio ของเชื้อเพลิง (1)

ชนิดของเชื้อเพลิง	Stoichiometric Air/Fuel Mass Ratio
Gasoline (premium)	15.1
Iso-propanol	10.5
15 % Pro. + 85 % Gas.	14.41
25 % Pro. + 75 % Gas.	13.95

จากกราฟรูปที่ 26 และ ตารางที่ 22 พบว่า

ก) เชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบทุกชนิดให้ maximum power ที่ Air Fuel mass ratio ต่ำกว่า stoichiometric A/F ratio ที่เป็นเช่นนี้เพราะ เครื่องยนต์จะให้ maximum power ที่ส่วนผสมหนากว่า stoichiometric A/F ratio เล็กน้อย *

ข) A/F ratio ที่ให้ maximum power จะต่ำลง เมื่อเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ มีส่วนผสมของ Iso-propanol ที่สูงขึ้น ก็เนื่องมาจาก Iso-propanol มี stoichiometric A/F ratio ที่ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินนั่นเอง (ดูตารางที่ 23)

ค) Maximum power ที่ได้จะสูงขึ้นเล็กน้อย เมื่อเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบมีส่วนผสมของ Iso-propanol ที่สูงขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่า Iso-propanol มี latent heat of evaporization ที่สูงกว่าน้ำมันเบนซินมาก (167.4 kcal/kg กับ 80 kcal/kg)

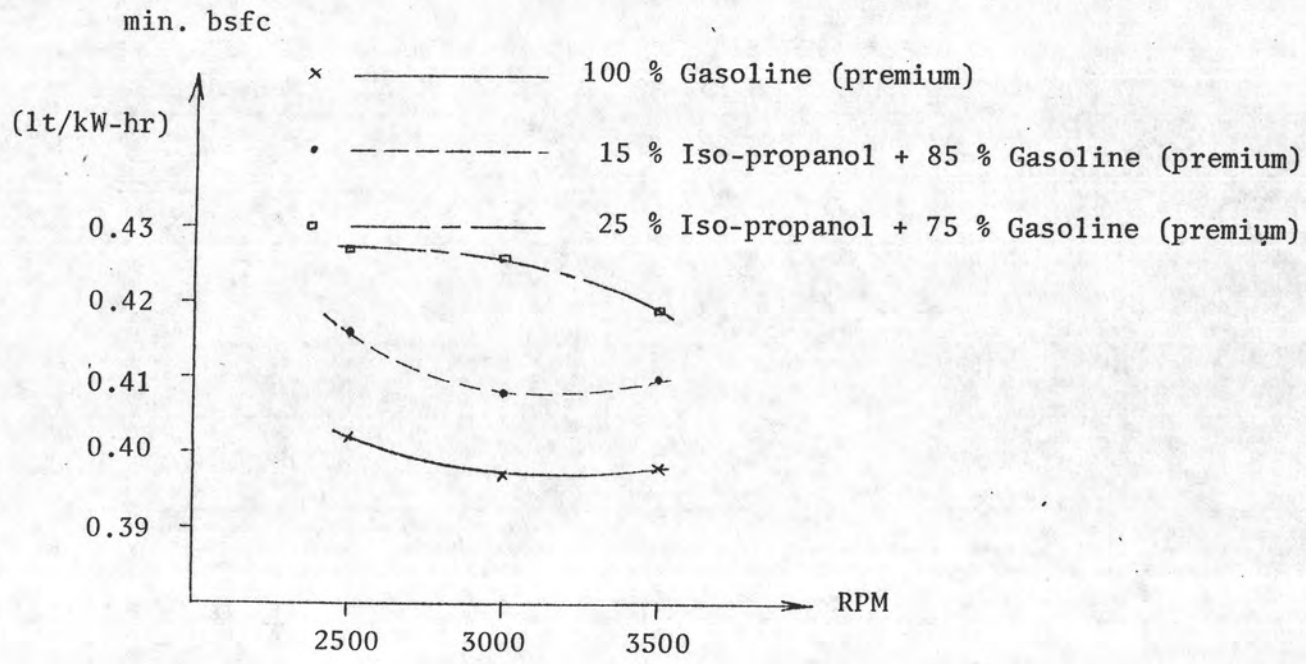
---

* ส่วนผสมหนา คือ A/F ratio น้อยกว่า stoichiometric A/F ratio
ส่วนผสมบาง คือ A/F ratio มากกว่า stoichiometric A/F ratio
ดูภาคผนวก ก. ประกอบ

ทำให้อากาศที่ถูกดูดเข้าทางท่อไอดี ถูกดูดความร้อนมากขึ้น (เพื่อทำให้เชื้อเพลิงระเหย ในน้ำหนักที่เท่ากัน) จึงทำให้อุณหภูมิที่ท่อไอดี ต่ำลงกว่าเมื่อใช้น้ำมันเบนซินล้วน ๆ เป็นเชื้อเพลิง มีผลให้อากาศที่ถูกดูดเข้ามามีความหนาแน่นสูงขึ้น เป็นเหตุให้ลูกสูบสามารถดึงอากาศเข้าไปในกระบอกสูบได้น้ำหนักมากขึ้น (charge density สูงขึ้น) จึงทำให้เครื่องยนต์ให้กำลังมากขึ้น

การให้ maximum power ของเครื่องยนต์ จะถูกจำกัดที่อากาศในห้องสันดาป การเพิ่มเชื้อเพลิงเข้าไปอีก หลังจากจุดที่อากาศในห้องสันดาปทำปฏิกิริยาเคมีพอดีกับเชื้อเพลิง ก็จะไม่ได้ power เพิ่มขึ้น ดังนั้น การที่จะเพิ่ม power ของเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบหนึ่ง ๆ นั้น ก็จะต้องหาวิธีเพิ่มอากาศในห้องสันดาปให้มากขึ้นนั่นเอง เพื่อที่จะให้สามารถเพิ่มเชื้อเพลิงเข้าไปสันดาปได้เพิ่มขึ้น

2.4.2 Minimum brake specific fuel consumption



รูปที่ 27 กราฟแสดง minimum brake specific fuel consumption ที่ได้ ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ เมื่อใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน 3 ชนิด

ตารางที่ 24 Minimum bsfc ที่ได้ ณ ความเร็วรอบต่าง ๆ ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่ใช้ทดสอบ

ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ	ความเร็วรอบ RPM	$\frac{lt}{kW\text{-}hr}$	$\frac{kcal}{kW\text{-}hr}$	A/F ratio
0 % P + 100 % G	2500	0.402	3209	16.60
15 % P + 85 % G	2500	0.416	3210	15.00
25 % P + 75 % G	2500	0.427	3217	14.90
0 % P + 100 % G	3000	0.397	3169	16.10
15 % P + 85 % G	3000	0.408	3149	15.25
25 % P + 75 % G	3000	0.426	3210	14.80
0 % P + 100 % G	3500	0.398	3177	16.70
15 % P + 85 % G	3500	0.410	3164	16.00
25 % P + 75 % G	3500	0.419	3157	15.05

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 24

ก) เชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบทุกชนิดให้ minimum bsfc ที่ A/F ratio สูงกว่า stoichiometric ทั้งนี้เป็นเพราะว่า เครื่องยนต์จะให้ min. bsfc ที่ส่วนผสมเจือจางกว่า stoichiometric A/F ratio เล็กน้อย *

ข) A/F ratio ที่ให้ minimum bsfc จะต่ำลง เมื่อเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบมีส่วนผสมของ Iso-propanol ที่สูงขึ้น ก็เนื่องมาจาก Iso-propanol มี stoichiometric A/F ratio ที่ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินนั่นเอง (ดูตารางที่ 23)

ค) Minimum bsfc ในหน่วยของปริมาตรเชื้อเพลิง/จำนวนงานที่ได้ (lt/kW-hr) จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบมีส่วนผสมของ Iso-propanol ที่สูงขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่า Iso-propanol มี Heating Value ที่ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินนั่นเอง

ง) เมื่อพิจารณา minimum sec. ในหน่วยของค่าความร้อนเชื้อเพลิง/จำนวนงานที่ได้ (kcal/kW-hr) จะพบว่า ที่ความเร็วรอบเดียวกัน เชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบทั้ง 3 ชนิดจะให้ค่า sec. ที่ใกล้เคียงกันมาก ดังนี้

ที่ความเร็วรอบ 2500 RPM ค่า sec. ต่างกันมากที่สุด = 0.25 % (100 % G ต่ำที่สุด)
ที่ความเร็วรอบ 3000 RPM ค่า sec. ต่างกันมากที่สุด = 1.94 % (15 % P ต่ำที่สุด)
ที่ความเร็วรอบ 3500 RPM ค่า sec. ต่างกันมากที่สุด = 0.63 % (25 % P ต่ำที่สุด)

สรุปได้ว่า เชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบทั้ง 3 ชนิด จะให้ Specific energy consumption (kcal/kW-hr) เท่ากันที่ความเร็วรอบเดียวกัน

3. <u>สรุปผล</u>

1. สำหรับเครื่องยนต์เบนซินทั่ว ๆ ไป ที่มิได้ดัดแปลงเครื่องยนต์ (ซึ่งจะวิ่ง ณ สัดส่วนเชื้อเพลิง/อากาศที่เข้มข้นกว่า stoichiometric mixture) ถ้าใช้เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของ Iso-propanol ไม่เกินร้อยละ 25 จะพบว่า

---

* ดูภาคผนวก ก.

Specific fuel consumption (lt/kW-hr) ต่ำลง*

ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ดีขึ้น (Specific energy consumption ต่ำลง)

power สูงขึ้นเล็กน้อย*

แต่ Driveability จะเลวลง

2. ถ้านำเครื่องยนต์เบนซินมาเปลี่ยนระบบการป้อนเชื้อเพลิง โดยปรับให้ carburetor สามารถป้อน A/F ratio ที่มี equivalent ratio** ของเชื้อเพลิงผสมเท่ากับ equivalent ratio ของน้ำมันเบนซินแล้ว จะพบว่า ที่ความเร็วรอบเดียวกัน เชื้อเพลิงผสมจะให้ power สูงขึ้นเล็กน้อย

Specific fuel consumption (lt/kW-hr) สูงขึ้น

ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เท่าเดิม (Specific energy consumption เท่าเดิม)

---

* Powerจะสูงขึ้นหรือต่ำลง และ sfc. จะต่ำลงหรือสูงขึ้น ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น จะมีอิทธิพลมากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าความร้อนเชื้อเพลิงที่ลดลง

** Equivalent ratio $= \frac{\text{actual A/F mass ratio}}{\text{stoich. A/F mass ratio}}$