

รายการอ้างอิง

- [1] วาฑิต ตั้งพิสิฐโยธิน. การประยุกต์ใช้เชื้อเพลิง DMEผสมปาล์มไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลชนิดห้องเผาไหม้ล่วงหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [2] Troy, A.S., Rodney, L.B. and Howard, L.G. Dimethyl ether (DME) as an alternative fuel. Journal of Power Sources. 156(2006): 497-511.
- [3] E. Christian Ihmels Eric, W. Lemmon. Experimental densities, vapor pressures, and critical point, and a fundamental equation of state for dimethyl ether. Fluid Phase Equilibria. 260(2007): 36-48.
- [4] Longbao, Z., Hewu. W., Deming J. and Zhouhua H. Study of Performance and Combustion Characteristics of a DME-Fuelled Light-Duty Direct-Injection Diesel Engine. SAE paper. 1999-01-3669(1999).
- [5] Hyun, K.S., Chang, S.L. Experimental and analytical study on the spray characteristics of dimethyl ether (DME) and diesel fuels within a common-rail injection system in a diesel engine. Fuel. 87(2008): 925-932.
- [6] Heywood, J. B. Internal Combustion Engine Fundamentals. Singapore: McGraw-Hill, 1988.
- [7] D. Cipolat. Analysis of energy release and NO_x emissions of a CI engine fuelled on diesel and DME. Applied Thermal Engineering. 27(2007): 2095-2103.
- [8] สุรพล ราชฤทธิ์. วิศวกรรมการบำรุงรักษา. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2545
- [9] Yu, C.W., Bari S., and Ameen A. A comparison of combustion characteristics of waste cooking oils as fuel in a D.I. Diesel Engine. Proc. I. MECH. E. part D journal of automobile engineering. 216 (2002): 237-243.
- [10] Sher, E. Handbook of air pollution from internal combustion engines – Pollutant formation and control. United States of America: Academic Press, 1998.
- [11] Rosseel, E. and Sierens, R. The Physical and the Chemical Part of the Ignition Delay in Diesel Engines. SAE paper. 961123(1996).
- [12] Lyn, W. T. Study of Burning Rate and Nature of Combustion in Diesel Engine. IX Symposium (International) on Combustion. 9(1962): 1069-1080.

- [13] Li, J., Zhou, L., Pan, K., Jiang, D. and Chae, J. Evaluation of the Thermodynamic Process of Indirect Injection Diesel Engines by the First and Second Law. SAE paper. 952055(1995).
- [14] Rothrock, A. M., the N. A. C. A. Apparatus for Studying the Formation and Combustion of Fuel Sprays and the Results from Preliminary Tests. N. A. C. A. report 429 (1931).
- [15] Moore, C. S. and Collins, J. H., Jr. Prechamber Compression Ignition Engine Performance. N.A.C.A. report. 577(1936).
- [16] Ito, Y., Senda, J., Fujimoto, H. and Terada, K. Effect of Flame Discharge through a Passageway on Rate of Heat Release in IDI Engine [Online]. 1985. Available from: http://technovol.jsme.or.jp/esd/COMODIA-Procs/Data/001/C85_P467.pdf [2010, January 9]
- [17] Hajime, F., et al. Characteristics of Combustion in an IDI Diesel Engine with a Swirl Chamber Made of Ceramics. SAE paper. 920696(1992).
- [18] Hotta, Y., et al. Combustion Improvement for Reducing Exhaust Emission in IDI Diesel Engine. SAE paper. 980503(1998).
- [19] Larsson, A. Optical Studies in a DI Diesel Engine. SAE paper. 1999-01-3650(1999). Cited in Winklhofer, E. Diesel Combustion – a Hierarchy of Simple Effect. ERCOFTAC Bulletin. 38(1998).
- [20] Hajime, F. et al. Combustion Phenomena in IDI Diesel Engine Detected by Optical Methods. SAE paper. 1999-01-3652(1999).
- [21] คณิต วัฒนวิเชียร. A Comparative Analysis of Engine 's Combustion and Performance of an OEM IDI Diesel engine fuelled with diesohol and diesel fuel.
ในรายงานการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18, 18-20 ตุลาคม 2547. ณ จังหวัดขอนแก่น.
- [22] Wattanavichien, K., Singh, P., and Dhanabordeepat P. Combustion Phenomena of Diesohol in IDI engine. Proceedings of the International Conference on Fluid and Thermal Energy Conservation 2003. December 7-11, 2003. Bali, Indonesia.
- [23] Wattanavichien, K. Visualization of Crude Palm Diesel Combustion in IDI engine. Proceedings. JSAE Annual Congress. 64(2004): 1-5.

- [24] สุพิชญ์ ไตรภพภูมิ. การวิเคราะห์เปรียบเทียบการเผาไหม้และสมรรถนะของเชื้อเพลิงปาล์มดิบดีเซลและเชื้อเพลิงดีเซล ในเครื่องยนต์ดีเซลชนิดห้องเผาไหม้ล่วงหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- [25] จักรกฤษ ตั้งรัตนโสมภณ. การวิเคราะห์การเผาไหม้และภาพปรากฏการณ์การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ชนิดห้องเผาไหม้ล่วงหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- [26] ดีค มิน ฟาน. การศึกษาการเผาไหม้ของระบบเชื้อเพลิงร่วมที่ใช้ ก๊าซหุงต้มในเครื่องยนต์ดีเซลชนิดห้องเผาไหม้ล่วงหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549
- [27] Rolf Egnell. Comparison of Heat Release and NOx Formation in a DI Diesel Engine Running on DME and Diesel Fuel. SAE paper. 2001-01-0651(2001).
- [28] Gisoo Hyun, Mitsuharu Oguma and Shinichi Goto. Spray and Exhaust Emission Characteristics of a Biodiesel Engine Operating with the Blend of Plant Oil and DME. SAE paper. 2002-01-0864(2002).
- [29] S.C. Sorenson and Svend-Erik Mikkelsen. Performance and Emissions of a 0.273 Liter Direct Injection Diesel Engine Fuelled with Neat Dimethyl Ether. SAE paper. 950064(1995).
- [30] Kajitani, S., Chen, Z.L., and Konno, M. Engine Performance and Exhaust Characteristics of Direct-injection Diesel Engine Operated with DME. SAE paper. 972973(1997).
- [31] Kensuke Wakai, Keiya Nishida, Takuo Yoshizaki and Hiroyuki Hiroyasu. Spray and Ignition Characteristics of Dimethyl Ether Injected by a D.I. Diesel Injector. International Symposium COMODIA 98. (1998): 537-542.
- [32] Ho Teng, James C. McCandless and Jeffrey B. Schneyer. Thermochemical Characteristics of Dimethyl Ether – An Alternative Fuel for Compression-Ignition Engines. SAE paper. 2001-01-0154(2001).

- [33] Jun Yu, Jookwang Lee and Choongsik Bae. Dimethyl Ether (DME) Spray Characteristics Compared to Diesel in a Common-Rail Fuel Injection System. SAE paper. 2002-01-0898(2002).
- [34] Constantine, A., et al. The potential of di-methyl ether (DME) as an alternative fuel for compression-ignition engines: A review. Fuel. 87(2008): 1014-1030.
- [35] Wang Ying, Li Genbao, Zhu Wei and Zhou Longbao. Study on the application of DME/diesel blends in diesel engine. FUEL PROCESSING TECHNOLOGY 89(2008): 1272-1280.
- [36] Lijun Xu, Zichen Chen and Xiaolu Li. Study on Injection Characteristics of Diesel and DME. Power and Energy Engineering Conference, APPEEC (Asia-Pacific) 2009: 1-5.
- [37] กิตติภพ วัชรวิสุนธรา, พัทธ ขจรธรรม, เมธัส พูลสวัสดิ์ และ เมธี เกียรติสกุลพันธุ์. การประยุกต์ใช้ไดเมทิลอีเทอร์ (DME) เป็นเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน. โครงการวิศวกรรมปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- [38] Ho Teng, James C. McCandless and Jeffrey B. Schneyer. Viscosity and Lubricity of (Liquid) Dimethyl Ether – An Alternative Fuel for Compression-Ignition Engines. SAE paper. 2002-01-0862(2002).
- [39] เกริกไกร ยุวมิตร. การวิเคราะห์สมรรถนะและการปล่อยพลังงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดที่ใช้เชื้อเพลิง DME. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [40] อัครพงศ์ สถาวรินทุ. การวิเคราะห์การเผาไหม้และภาพปรากฏการณ์การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง DME ในเครื่องยนต์ดีเซล ชนิดห้องเผาไหม้ล้นว่งหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- [41] McCutchen, R. 1981. Vegetable oil as a diesel fuel-soybean oil. Beyond the Energy Crisis -- Opportunity and Challenge Volume III. Third International Conference on Energy Use Management. Berlin (West). Eds. R. A. Fazzolare and C. R. Smith, 1679-86. Pergamon Press, Oxford.

- [42] Bacon, D. M., F. Brear, I. D. Moncrieff, and K. L. Walker. 1981. The use of vegetable oils in straight and modified form as diesel engine fuels. Beyond the Energy Crisis -- Opportunity and Challenge Volume III. Third International Conference on Energy Use Management. Berlin (West). Eds. R. A. Fazzolare and C. R. Smith, 1525-33. Pergamon Press, Oxford.
- [43] Fuls, J., Hawkins, C.S., Hugo, F.J.C. Tractor engine performance on sunflower oil fuel. Journal of Agricultural Engineering Research. Res. 30, 29, 1984.
- [44] Ziejewski, M. and K. R. Kaufman. 1982. Endurance test of a sunflower oil/diesel fuel blend. SAE paper 820257 (1982).
- [45] คณิต วัฒนวิเชียร, วรวิทย์ กฤษดาธิการ. การพัฒนาเชื้อเพลิงปาล์มไบโอดีเซลสูตรน้ำ. ในรายงานการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 21, 17-19 ตุลาคม 2550. ณ จังหวัดชลบุรี.
- [46] อนันต์ จิตรานุเคราะห์. การศึกษาการใช้น้ำมันปาล์มไบโอดีเซลในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- [47] บริษัท สยามคูโบต้าอุตสาหกรรม จำกัด. คู่มือช่างเครื่องยนต์ดีเซลคูโบต้า รุ่น อาร์ที. ครั้งที่ 1, 2546
- [48] DEWETRON Ges.m.b.H. DEWE-5000 Technical Reference Manual. DEWETRON Elektronische Messgeraete Ges.m.b.H., Austria, 2005.
- [49] Zhao, H., and Ladammatos, N. Engine Combustion Instrumentation and Diagnostics. United States of America: Society of Automotive Engineers, 2001.
- [50] ISO 3046 Internal Combustion Engines – Performance Part 1 - Engines for land, rail-traction and marine use - Standard reference conditions and declamations of power, fuel consumption and lubricating oil consumption.
- [51] British Standard. BS 1042. Measurement of Fluid Flow in Closed Conduits. Section 1.1, Specification for Square-edged Orifice plates, Nozzles and Venturi Tubes inserted in Circular cross-section; Conduits running full. 2nd ed. BIS standard, 1992. Cited in Kastner, L.J. The air box method of measuring air consumption. Proc. I. Mech. E. 157(1947): 194.

- [52] DieselNet. Emission Test Cycles: European Stationary Cycle(ESC)[Online].
Available from: <http://www.dieselnet.com/standards/cycles/esc.html>. [2008,
March 24]

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- เกริกไกร ยุวมิตร. การวิเคราะห์สมรรถนะและการปล่อยพลังงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดที่ใช้เชื้อเพลิง DME. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- จักรกฤษ ตั้งรัตนโสมภณ. การวิเคราะห์การเผาไหม้และภาพปรากฏการณ์การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือก ในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ชนิดห้องเผาไหม้ลว่งหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- ดีศ มิน ฟาน. การศึกษาการเผาไหม้ของระบบเชื้อเพลิงร่วมที่ใช้ก๊าซหุงต้มในเครื่องยนต์ดีเซลชนิดห้องเผาไหม้ลว่งหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.
- สุพิชณ์ ไตรภพภูมิ. การวิเคราะห์เปรียบเทียบการเผาไหม้และสมรรถนะของเชื้อเพลิงปาล์มดิบ ดีเซลและเชื้อเพลิงดีเซล ในเครื่องยนต์ดีเซลชนิดห้องเผาไหม้ลว่งหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- วาทิต ตั้งพิสิฐโยธิน. การประยุกต์ใช้เชื้อเพลิง DME ผสมปาล์มไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลชนิดห้องเผาไหม้ลว่งหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- อัคมพงศ์ สถาวรินทุ. การวิเคราะห์การเผาไหม้และภาพปรากฏการณ์การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง DME ในเครื่องยนต์ดีเซล ชนิดห้องเผาไหม้ลว่งหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- อนันต์ จิตราวุฒาจารย์. การศึกษาการใช้น้ำมันปาล์มไบโอดีเซลในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ภาษาอังกฤษ

Heywood, J. B. Internal Combustion Engine Fundamentals. Singapore: McGraw-Hill, 1988.

Sher, E. Handbook of air pollution from internal combustion engines – Pollutant formation and control. United States of America: Academic Press, 1998.

Zhao, H., and Ladammatos N. Engine Combustion Instrumentation and Diagnostics. United States of America: Society of Automotive Engineers, 2001.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มาตรฐาน ISO 3046 ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเครื่องยนต์ [50]

มาตรฐาน ISO 3046 ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเครื่องยนต์ [50]

International Combustion Engines - Performance

Part 1 - Engines for land, rail-traction and marine use - Standard reference conditions and declarations of power, fuel consumption and lubricating oil consumption

ก.1 Scope

This report of ISO 3046 specifies the standard reference conditions and the methods of declaring of power, fuel consumption and lubricating oil consumption for reciprocating internal combustion engines using liquid or gaseous for particular engine applications.

ก.2 Field of application

This part of ISO 3046 covers reciprocating internal combustion engines for land, rail-traction and marine use, excluding engines to propel agricultural tractors, road vehicles and aircraft.

This part of ISO 3046 may be applied to engines used to proper road construction and earth-moving machines, industrial trucks and for other applications where no suitable International Standard for these engines exist.

ก.3 References

ISO1000, SI units and recommendation for the use of their multiples and of certain other units.

ISO 1204, Reciprocating internal combustion engines - Designation of the direction of rotation.

ISO 1205, Reciprocating internal combustion engines - Designation of the direction of cylinders.

ISO 1585, Road vehicles - Engine test code - Net power.

ISO 2534, Road vehicles - Engine test code - Gross power.

ISO 2710, Reciprocating internal combustion engines - General definitions.

ISO 3046/2, Reciprocating internal combustion engines - Performance - Part 2 : Engine tests.

ISO 3046/4, Reciprocating internal combustion engines - Performance - Part 4 :
Speed governing.

ISO 3046/6, Reciprocating internal combustion engines - Performance - Part 6 :
Over speed protection

n.4 Units and terms

n.4.1 The units used are those of the International System of Units (SI Unit) described in ISO 1000.

n.4.2 The general engine terms used are as defined in ISO 2710.

n.5 Standard reference conditions

For the purpose of determining the power and fuel consumption of engines, the following standard reference conditions shall be used:

Total barometric pressure:

$$P_r = 100 \text{ kPa}$$

Air temperature:

$$T_r = 300 \text{ K (27 °C)}$$

Relative humidity:

$$\phi_r = 60 \%$$

Charge air coolant temperature:

$$T_{cr} = 300 \text{ K (27 °C)}$$

If other reference conditions are chosen, these shall be stated.

NOTES

1. Relative humidity of 60% corresponds to a water vapor pressure of 2,133 kPa (16 mmHg) at a temperature of 300 K.
2. The air density at the standard reference conditions is equivalent to that at 98 kPa (376 mmHg) and 20 °C and to that at 101 kPa (760 mmHg) and 30 °C
3. For automotive type inboard and outboard marine propulsion engines, the standard reference conditions in ISO 1585 and ISO 2534 may be applied but they shall be stated.

n.6 Auxiliaries

n.6.1 Introduction

In order to show alertly the conditions under which a power is determined, it is necessary to distinguish those auxiliaries which affect the final shaft output of the engine and also those which are necessary for the continuous or repeated use of the engine. Items of equipment fitted to the engine and without which the engine could not in any circumstance operate at its declared power are considered to be engine components and are not therefore, classed as auxiliaries. (Such as fuel injection pump, exhaust turbocharger and charge air cooler are in this category of engine components.)

n.6.2 dependent auxiliary: Item of equipment, the presence or absence of which affects the final shaft output of the engine.

n.6.3 independent auxiliary: Item of equipment which uses power supplied from a source other than the engine.

n.6.4 essential auxiliary: Item of equipment which is essential for the continued or repeated operation of the engine.

n.6.5 non-essential auxiliary: Item of equipment which is not essential for the continued or repeated operation of the engine

n.7 Declarations of power

n.7.1 Introduction

n.7.1.1 Purpose of statement of power

Statements of power are required for two main purposes:

a) The declaration by a manufacturer of the value of the power which his engine will deliver under a given set of circumstances. This declared value is known as the "rated power".

b) The verification by measurement that the engine delivers the power which has been declared in a), under the same set of circumstances or after proper allowance has been made for any difference in circumstance.

To specify the set of circumstances under which the declared value of a power would be achieved, the declaration shall state:

a) The kind of statement of power (see 7.4) and of necessary, the ambient and operating condition (see 7.4.2).

b) The kind of power output (see 7.3).

c) The kind of power (see 7.3).

d) The corresponding engine speed.

NOTE

1. The term used in a) to c) may be combined, for example, continuous net brake fuel stop power.

2. Where appropriate to the engine application and the method of manufacture, the power achieved may be subject to a tolerance on the declared power. The existence of and its magnitude shall be stated by the manufacturer.

3. Measurement of the powers referred to in this International Standard shall be determined in accordance with ISO 3046/2.

n.7.1.2 Unit of power

Power shall be expressed in kilowatts (kW) the addition of the equivalent metric or imperial "horsepower" is permitted for a transitional period.

n.7.1.3 Power and torque

For engines delivering power by a shaft or shafts, any power in this International Standard is a quantity proportional to the mean torque, calculated or shafts transmitting this torque.

For engines delivering power other than by a shaft or shafts, reference shall be made to the appropriate International Standard for the driven for the driven machine.

n.7.1.4 Engine speed

The speed of an engine is the mean rotational speed of its crankshaft or crankshafts in revolution per minute, except in the case of "free piston" engines where the speed is the number of cycles per minute of the reciprocating components.

n.7.1.5 Engine with integral gearing

When stating the power of an engine fitted with an integral (built-in) speed increasing or reducing device, the speed of the driving shaft extremity shall also be given at the declared engine speed.

n.7.2 Kinds of power

n.7.2.1 Indicated power

The total power developed in the working cylinders by the gases on the combustion side of the working pistons.

n.7.2.2 Brake power

The power of the sum of the powers measured at the extremity of the engine driving shaft or shafts.

n.7.2.2.1 Any statement of brake powers shall be supported by the following list of auxiliaries:

- a) Essential dependent auxiliaries as defined in 6.2 and 6.4;
- b) Essential independent as defined in 6.3 and 6.4;
- c) Non-essential dependent auxiliaries as defined in 6.2 and 6.5.

The power absorbed by the independent and the non-essential dependent auxiliaries may be significant, in such cases; their power requirement shall be declared.

Note - Examples of typical auxiliaries are listed in annex A for guidance purposes.

These lists are not necessarily complete.

n.7.2.3 Net brake power

The brake power measured when the engine is using only the auxiliaries listed in 7.2.2.1a).

n.7.3 Kinds of power output

n.7.3.1 Continuous power

Power which an engine is capable of delivering continuous, between the normal maintenance intervals stated by the manufacturer, at stated speed and under stated ambient conditions, the maintenance prescribed by the manufacturer being carried out.

n.7.3.1 Overload power

Power which an engine may be permitted to deliver, at stated ambient conditions, immediately after working at the continuous power.

The duration and frequency of use of overload power which is permitted will depend on the service application but adequate allowance shall be made in setting the engine fuel stop permit the overload power shall be expressed as a percentage of the continuous power, together with the duration and frequency permitted and the appropriate engine speed.

Unless otherwise stated an overload power of 110% of the continuous power at a speed corresponding to the engine application is permitted for a period of 12 hours of operation.

NOTES

1. The power of marine main propulsion engines is normally limited to to continuous power, so that the overload power cannot be given in service. However, for special applications, marine mnain propulsion engines may develop overload power in service.
2. If the engine application is not determined, the engine manufacturer shall specify the overload power and the corresponding engine speed.

n.7.3.2 Fuel stop power

Power which an engine is capable of delivering during a stated period corresponding to its application, and at stated speed and under stated ambient conditions, with the fuel limit so that the fuel stop power cannot exceeded.

n.7.4 Kinds of statements of power

n.7.4.1 ISO powers

n.7.4.1.1 ISO power

Power determined under the operating conditions of the manufacturer's test bad and adjusted to the standard reference conditions in clause 5.

n.7.4.1.2 ISO standard power

The name given of the continuous net brake power which the engine manufacturer declares that an engine is capable of delivering continuously, between the normal maintenance intervals stated by the manufacturer, and under the following conditions:

a) At a stated speed under the operating conditions of the engine manufacturer's test bed;

b) With the declared power adjusted to the standard reference conditions given in clause 5;

c) The maintenance prescribed by the engine manufacturer being carried out.

n.7.4.2 Service power

Power determined under the ambient and operating conditions of an engine application.

To establish service power, the following conditions shall be taken into account:

a) The ambient conditions, or any nominal ambient conditions according to the special requirements of inspecting and/or legislative authorities and/or classification societies, as specified by the customer (see clause 12);

b) The normal duty of the engine;

c) The expected interval between maintenance periods;

d) The nature and amount of the supervision required;

e) All information relevant to the operation of the engine in service (see clauses 12 and 13).

n.8 Declarations of fuel consumption

n.8.1 Definitions

n.8.1.1 Fuel consumption

The quantity of fuel consumed by an engine per unit of time at a state power and under stated conditions.

The quantity of liquid fuels shall be expressed in mass units (kg).

The quantity of gaseous fuels shall be expressed in energy units (J).

n.8.1.2 Specific fuel consumption

The fuel consumption per unit of power.

n.8.1.3 ISO specific fuel consumption

The name given in the specific fuel consumption at the ISO standard power.

If not otherwise specified by the manufacturer, a declared specific fuel consumption shall be considered to be the ISO specific fuel consumption.

n.8.2 Reference calorific value of fuels

n.8.2.1 Liquid fuel engines

The declared specific fuel consumption of a liquid fuel engine shall be related to a reference lower calorific value of 42,000 kJ/kg (10,030 kcal/kg).

n.8.2.2 Gas engines

The declared specific fuel consumption of a gas engines shall be related to a stated lower calorific value the gas. The type of gas shall be declared.

n.8.2.3 Specific fuel consumption declarations

The specific fuel consumption of an engine shall be declared at:

- a) The ISO standard power;
- b) (If required by special agreement) at any other declared powers and at specific engine speeds appropriate to the particular engine application.

Unless otherwise states, a deviation of +5% is permitted for the specific fuel consumption for the declared power.

n.9 Declarations of lubricating oil consumption 1 Lubricating oil consumption

n.9.1 Lubricating oil consumption: The quantity of lubricating oil consumed by an engine per unit of time. This quantity is used for guidance. It shall be expressed in liters or kilograms per engine operating hour at the declared power and engine speed.

n.9.2 The lubricating oil consumption after a stated period of running-in shall be declared.

n.9.3 The oil discarded during an engine oil change shall be not included in the lubricating oil consumption declaration.

n.10 Adjustment of net brake power for ambient conditions

n.10.1 When it is required to operate the engine under conditions difference from the standard reference conditions given in clause 5, the net brake power output shall be adjusted to or from the standard reference conditions by the following formulae (see note 1):

$$P_x = \alpha P_r \quad (\text{n-1})$$

$$\alpha = k - 0.7(1-k) \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) \quad (\text{see note 2}) \quad (\text{n-2})$$

$$k = \left(\frac{p_x - \alpha \phi_x p_{sx}}{p_r - \alpha \phi_r p_{sr}} \right)^m \left(\frac{T_r}{T_x} \right)^n \left(\frac{T_{cr}}{T_{cx}} \right)^q \quad (\text{n-3})$$

n.10.2 In the case of turbocharged engines in which the limits of turbocharger speed and turbocharger turbine inlet temperature have not been reached at the declared power under standard reference conditions, the manufacturer may declare substitute reference conditions to or from which power adjustments is to be made.

The following formulae (4) and (5) will then be used instead of formula (3)

$$k = \left(\frac{p_x}{p_r} \right)^m \left(\frac{T_r}{T_x} \right)^n \left(\frac{T_{cr}}{T_{cx}} \right)^q \quad (\text{n-4})$$

$$p_{ra} = P_r \times \left(\frac{\pi_r}{\pi_{\max}} \right) \quad (\text{n-5})$$

Where:

P_r is the brake power;

p_r is the standard reference total barometric pressure;

p_{sr} is the saturation vapor pressure under standard reference conditions;

ϕ_r is the standard reference relative humidity;

T_r is the standard reference absolute air temperature;

T_{cr} is the standard reference absolute charge or coolant temperature;

P_{ra} is the substitute reference total barometric pressure given by formula (5);

T_{ra} is the substitute reference absolute air temperature to be stated by the manufacturer;

π_r is the boost pressure ratio at declared power under standard reference conditions to be stated by the manufacturer;

$\pi_{\max}$ is the maximum available boost pressure ratio to be stated by the manufacturer;

α is the power adjustment factor;

k is the ratio of indicated power;

η_m is the mechanical efficiency (see note 4);

P_x is the brake power under the conditions being considered;

p_x is the total barometric pressure condition being considered;

p_{sx} is the saturation vapor pressure under pressure the conditions being considered;

ϕ_x is the relative humidity condition being considered;

T_x is the absolute air temperature being considered;

T_{cr} is the absolute charge air coolant temperature at charge air cooler inlet being considered.

The factor a and exponent m, n, and q have the numerical value given in table n-1 (see note 5).

NOTES

1. For the convenience of users of these formulae, reference may be made to tables and nomograms in annexes B to O, which also include numerical examples.
2. When the ambient conditions are more favorable than the standard reference conditions, the declared power under the ambient conditions may be limited by the manufacturer to the declared power at the standard reference conditions.
3. If the relative humidity is not known, a value of 60% should be assumed in formulae references A, E and G in table n-1.

For all other formulae references the power adjustment is independent of humidity ($a=0$).

4. The value of mechanical efficiency shall be stated by the engine manufacturer. In the absence of any such statement, the value of $\eta_m = 0.80$ will be assumed.
5. When declaring the ISO standard power the engine manufacturer shall state which of the formulae references in table n-1 is applicable.

n.11 Adjustment of fuel consumption for ambient conditions

n.11.1 When it is required to operate the engine under conditions different from the standard reference conditions given in clause 5, the fuel consumption will differ from that declared for the standard reference conditions and shall be adjusted to or from the standard reference conditions.

The following formulae shall be used if other methods are not declared by the engine manufacturers:

$$b_x = \beta b_r \quad (n-6)$$

Where $\beta = k/\alpha \quad (n-7)$

Where:

b is the specific fuel consumption

β is the fuel consumption adjustment factor

α is the power adjustment factor (see 10.1)

k is the ratio of indicated power (see 10.1)

Subscript r corresponds to values under the standard reference conditions.

Subscript x corresponds to values the conditions being considered.

NOTE - For the convenience of users of these formulae, reference may be made to the tables and nomograms in annexes B to 0, which also include numerical examples.

Table n-1 - Numerical values for power adjustment [52]

Engine type	Condition		Formula reference	Factor	Exponents		
				a	m	n	q
Compression ignition oil engine and dual-fuel engines	Non - turbocharged	Power limited by air excess	A	1	1	0.75	0
		Power limited by thermal reason	B	0	1	1	0
	Turbocharged without charge air cooling	Low and medium speed four-stroke engine	C	0	0.7	2	0
	Turbocharged with charge air cooling		D	0	0.7	1.2	1
Spark ignition engines using gaseous fuel	Non - turbocharged		E	1	0.86	0.56	0
	Turbocharged with charge air cooling	Low and medium speed four-speed engine	F	0	0.57	0.55	1.75
Spark ignition engines using liquid fuel	Naturally aspirated		G	1	1	0.5	0

NOTE - The factors and exponents given in table 1 have been established by tests on a number of engines to be generally representative and shall be used in the absence of any other specific information; for example in formula reference D, for an engine with the charge air cooled by engine jacket water, the value for exponent q could be zero. At present, they apply only to the type of engines specified but table n-1 will be extended to include other types when sufficient are available.

n.12 Information to be supplied by the customer

The customer shall supply the following information concerning the required power:

a) The application and the power required from the engine and details arising there from.

b) The expected frequency and duration of the required powered and the corresponding engine speeds.

c) Site conditions

1) Site barometric pressure (highest and lowest reading available; if no pressure data are available the altitude above sea level).

2) The monthly mean minimum and maximum air temperatures during the hottest and coldest months of the year.

3) The highest and lowest ambient air temperatures around the engine.

4) The relative humidity (or alternatively the water vapor pressure or the wet and dry bulb temperature) ruling at the maximum temperature conditions.

5) The maximum and minimum temperature of the cooling water available.

d) The specification and lower calorific value of the fuel available.

e) Whether the engine is to comply with the requirements of any classification society or with special requirements.

f) The probable period for which the engine will be running continuously, and the duration of maximum and minimum load.

g) Any other information appropriate to the particular engine application.

n.13 Information to supplied by the engine manufacturer

The engine manufacturer shall supply the following information:

a) The declared powers.

b) The corresponding crankshaft and output shaft speeds.

NOTE - For certain applications of variable engines it is common practice to supply a power/speed diagram covering the ranges of power over which the engine can be used in continuous and in short period operation.

- c) The direction of rotation (see ISO 1204).
 - d) The number and arrangement of cylinders (see ISO 1205).
 - e) Whether the engine is two-stroke or four-stroke, naturally aspirated, mechanically pressure charge or turbocharged and whether with or without charge air cooler.
 - f) The quantity of air required for the operation of the engine for:
 - 1) Combustion and scavenging;
 - 2) Cooling and ventilation.
 - g) The method of starting, apparatus supplied and additional apparatus required.
 - h) The type and grade of lubricating oil(s) recommended.
 - j) The type of governing, with speed droop of required (see ISO 3046/4 and ISO 3046/6).
- If for variable speed duties, the working speed range and the idling speed.
- If necessary, the critical speed range shall be indicated.
- k) The method of cooling and the capacity of the cooling system with the rates of circulation of the cooling fluids.
 - m) (From air cooled engines only.) Whether hot air discharge ducting can be fitted.
 - n) A schedule recommended maintenance and overhaul periods.
 - p) Specifications and lower calorific values of fuels recommended.
 - q) Maximum permissible back-pressure in the exhaust system and the maximum permissible intake depression.
 - r) Any other information appropriate to the particular engine application.

ภาคผนวก ข

การวัดอัตราการไหลของอากาศ [51]

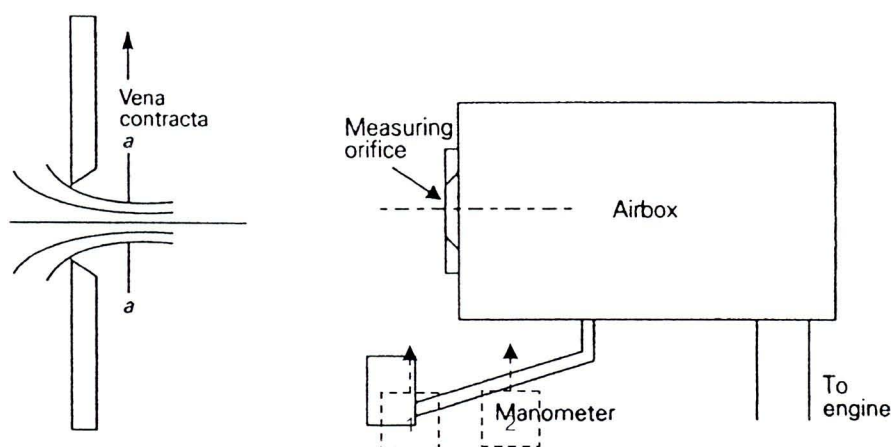
การวัดอัตราการไหลของอากาศด้วยวิธี Air Box Method [51]

การวัดอัตราการไหลของอากาศด้วยวิธี Air Box Method เป็นการวัดโดยใช้แผ่นออริฟิซ ประกอบกับถังพักอากาศ ซึ่งถังพักอากาศจะช่วยลดการกระเพื่อมของอากาศที่ถูกดูดตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ทำให้อากาศที่ไหลผ่านออริฟิซมีอัตราการไหลที่สม่ำเสมอสามารถวัดความดันตกคร่อมได้ถูกต้องมากขึ้น

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นออริฟิซโดยประมาณ ที่อัตราการไหลต่างๆ แสดงดังตารางที่ ข-1

ตารางที่ ข-1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของออริฟิซโดยประมาณที่อัตราการไหลต่างๆ [51]

Orifice Diameter (mm.)	Air Flow Rate (m^3/s)	Mass Flow Rate (kg/s)
10	0.002	0.002
20	0.008	0.009
50	0.048	0.057
100	0.19	0.23
150	0.43	0.51



รูปที่ ข-1 ภาพการวัดอัตราการไหลของอากาศด้วยวิธี Air Box Method [51]

- ภาพซ้ายแสดงการไหลของอากาศผ่านแผ่น Orifice Plate
- ภาพขวาแสดงภาพ Orifice Flow Meter

ปริมาตรของถังที่เล็กที่สุดที่จะทำให้ไม่เกิดการกระเพื่อมของอากาศที่ไหล ได้ถูกวิเคราะห์โดย Kastner [53] ดังสมการ (ข-1)

$$V_b = \frac{417 \times 10^6 K^4 d^2}{N_c V_s n_{\min}^2} \quad (\text{ข-1})$$

โดยที่ V_b คือ ปริมาตรถังพักอากาศที่เล็กที่สุด (m^3)

K คือ ค่าคงที่ มีค่าเท่ากับ 1 สำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ และ
มีค่าเท่ากับ 2 สำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของ Orifice Plate (m)

N_c คือ จำนวนกระบอกสูบของเครื่องยนต์

V_s คือ ปริมาตรช่วงชักลูกสูบ (m^3)

$N_{\min}$ คือ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่น้อยที่สุด (rpm)

สมมติให้อากาศที่ไหลผ่าน Orifice Plate เป็นของไหลอัดตัวไม่ได้ (Incompressible Flow) และพิจารณาให้ความหนาแน่นของอากาศคงที่ จากสมการเบอร์นูลลี จะได้ว่า

$$\frac{p_1}{\gamma_{\text{air}}} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\gamma_{\text{air}}} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 \quad (\text{ข-2})$$

โดยที่ p คือ ความดัน (kPa)

v คือ ความเร็วอากาศ (m/s)

γ_{air} คือ น้ำหนักจำเพาะของอากาศ ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}^2$) = $\rho_{\text{air}} g$

ρ_{air} คือ ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m^3) เท่ากับ 1.165 kg/m^3 ที่ 30°C

Z คือ ระดับความสูง (m)

g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2) เท่ากับ 9.807 m/s^2

หมายเหตุ ตัวห้อย 1 และ 2 คือตำแหน่งสภาวะ 1 และ 2 ในรูป ข-1 ขวา ตามลำดับ

เนื่องจากสภาวะ 1 เป็นอากาศนิ่ง และทั้งสองสภาวะอยู่ในระดับความสูงเดียวกัน ดังนั้น
จะได้ความเร็วของอากาศ ตามสมการที่ (ข-3)

$$v_2 = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{\text{air}}}} \quad (\text{ข-3})$$

การไหลผ่าน Orifice จะเกิด Vena Contracta ซึ่งจะทำให้การไหลจริงน้อยกว่าทฤษฎี
เสมอ ดังนั้นเมื่อคิดการไหลแบบคงตัว จะได้อัตราการไหลโดยมวลของอากาศ คือ

$$\dot{m}_a = C_{DO} \rho_{air} v A_o \quad (ข-4)$$

โดยที่ C_{DO} คือ Discharge Coefficient ของ orifice plate

A_o คือขนาดของ Orifice (m^2)

การวัดผลต่างความดันตกคร่อม Orifice Plate จะวัดโดยใช้मानอมิเตอร์ ซึ่งจะได้ค่า Head ในหน่วย mmH_2O ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาผลต่างความดันตกคร่อม Orifice Plate ได้จากสมการ

$$\Delta p = \rho_{H_2O} g \Delta h \quad (ข-5)$$

โดยที่ Δh คือ ผลต่าง Head ที่อ่านได้จากमानอมิเตอร์ (mmH_2O)

ρ_{H_2O} คือ ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3) เท่ากับ $997 kg/m^3$

เมื่อนำสมการ (ข-3) และ (ข-5) มาแทนลงในสมการ (ข-4) จะได้สมการที่นำไปใช้งาน คือ

$$\dot{m}_a = C_{DO} A_o \sqrt{2 \rho_{air} \rho_{H_2O} g \Delta h} \quad (ข-6)$$

ดังนั้นจากสมการ (ข-7) และ (ข-8) จะสามารถหาอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงต่ออากาศ และ Equivalent ratio ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$F/A = \frac{\rho_f V/t}{C_{DO} A_o \sqrt{2 \rho_{air} \rho_{H_2O} g \Delta h}} \quad (ข-7)$$

$$\text{Equivalent ratio} = \frac{(F/A)}{(F/A)_s} \quad (ข-8)$$

ภาคผนวก ค

มาตรฐานการทดสอบเครื่องยนต์ ESC Test Cycle [52]

มาตรฐานการทดสอบเครื่องยนต์ ESC Test Cycle [52]

The ESC test cycle (also known as OICA/ACEA cycle) has been introduced, together with the ETC (European Transient Cycle) and the ELR (European Load Response) tests, for emission certification of heavy-duty diesel engines in Europe starting in the year 2000 (Directive 1999/96/EC of December 13, 1999). The ESC is a 13-mode, steady-state procedure that replaces the R-49 test. The engine is tested on an engine dynamometer over a sequence of steady-state modes (ตารางที่ ค-1, รูปที่ ค-1). The engine must be operated for the prescribed time in each mode, completing engine speed and load changes in the first 20 seconds. The specified speed shall be held to within ± 50 rpm and the specified torque shall be held to within $\pm 2\%$ of the maximum torque at the test speed. Emissions are measured during each mode and averaged over the cycle using a set of weighting factors. Particulate matter emissions are sampled on one filter over the 13 modes. The final emission results are expressed in g/kWh. During emission certification testing, the certification personnel may request additional random testing modes within the cycle control area (รูปที่ ค-1). Maximum emissions at these extra modes are determined by interpolation between results from the neighboring regular test modes.

ตารางที่ ค-1 ESC Test Modes [52]

Mode	Engine Speed	% Load	Weight factor, %	Duration
1	Low idle	0	15	4 minutes
2	A	100	8	2 minutes
3	B	50	10	2 minutes
4	B	75	10	2 minutes
5	A	50	5	2 minutes
6	A	75	5	2 minutes
7	A	25	5	2 minutes
8	B	100	9	2 minutes
9	B	25	10	2 minutes
10	C	100	8	2 minutes
11	C	25	5	2 minutes
12	C	75	5	2 minutes
13	C	50	5	2 minutes

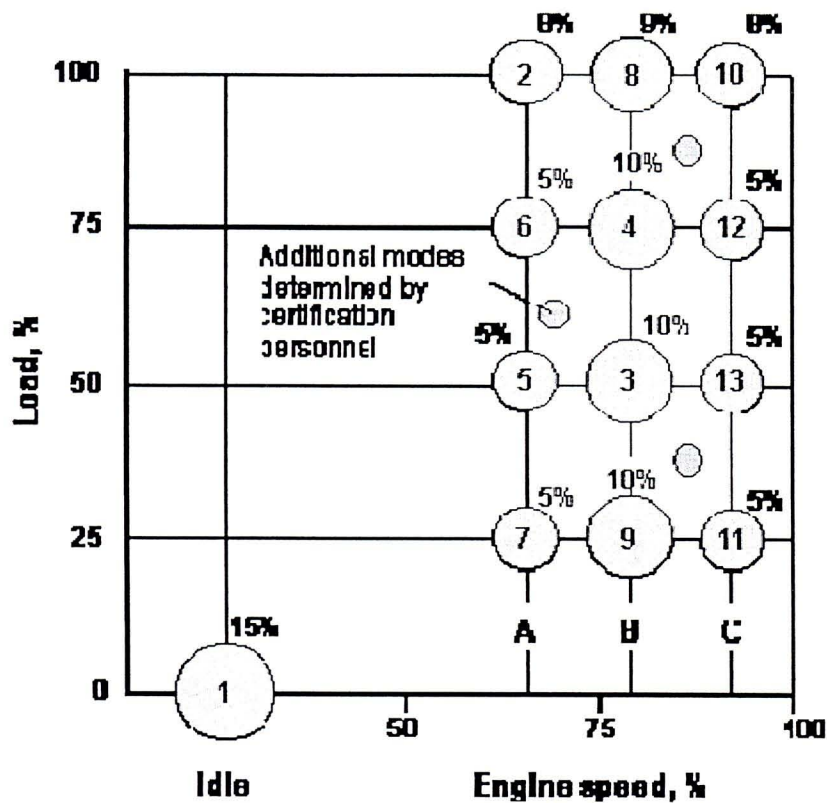


Figure 1. European Stationary Cycle (ESC)

รูปที่ ค-1 European Stationary Cycle (ESC) [52]

The engine speeds are defined as follows:

1. The high speed n_{hi} is determined by calculating 70% of the declared maximum net power. The highest engine speed where this power value occurs (i.e. above the rated speed) on the power curve is defined as n_{hi} .

2. The low speed n_{lo} is determined by calculating 50% of the declared maximum net power. The lowest engine speed where this power value occurs (i.e. below the rated speed) on the power curve is defined as n_{lo} .

3. The engine speeds A, B, and C to be used during the test are then calculated from the following formulas:

$$A = n_{lo} + 0.25(n_{hi} - n_{lo})$$

$$B = n_{lo} + 0.50(n_{hi} - n_{lo})$$

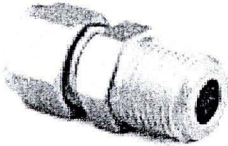
$$C = n_{lo} + 0.75(n_{hi} - n_{lo})$$

The ESC test is characterized by high average load factors and very high exhaust gas temperatures. As Euro I ... V. Sometimes Arabic numerals are also used (Euro 1 ... 5). We will use Roman numerals when referencing standards for heavy-duty engines, and reserve Arabic numerals for light-duty vehicle standards. The heavy-duty engine regulations were originally introduced by the Directive 88/77/EEC, followed by a number of amendments. In 2005, the regulations were re-cast and consolidated by the Directive 05/55/EC. The emission standards apply to all motor vehicles with a "technically permissible maximum laden mass" over 3,500 kg, equipped with compression ignition engines or positive ignition natural gas or LPG engines.

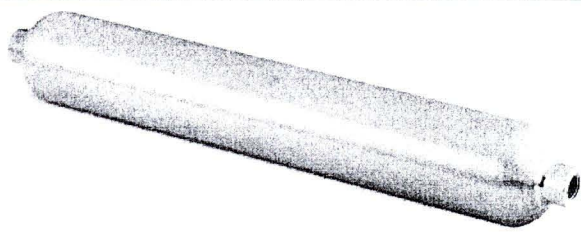
ภาคผนวก ง

รายละเอียดชุดอุปกรณ์ทดสอบความดันสูง

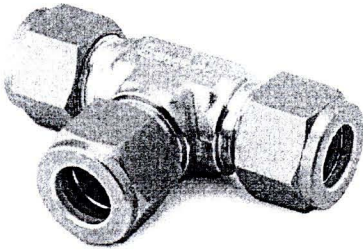
SS-4BHT-24 (2)	
Body Material	PTFE
Description	PTFE-Lined, SS Braided Hose Assembly, 1/4 in. SS Tube Adapters, 3/16 in. Hose Size, 24 in. (60.9 cm) Length
Connection 1 Size	1/4 in.
Connection 1 Type	Tube Stub
Connection 2 Size	1/4 in.
Connection 2 Type	Tube Stub
ConnectionSize	1/4 in.
ConnectionType	Tube Stub
eClass	37110201
Hose Length	24 in. (60.9 cm)
Inner Diameter	0.16 in. (4.1 mm)
SiteSearchable	Yes
UNSPSC Code	40141504

Part : ss-400-1-4 (2)	
Body Material	Stainless Steel
Body Type	Male connector
Series	Swagelok tube and adapter fittings
End Connection 1 Size	1/4 in
End Connection 1 Type	Swagelok® tube fitting
End Connection 2 Size	1/4 in
End Connection 2 Type	Male NPT
Cleaning	Swagelok SC-10

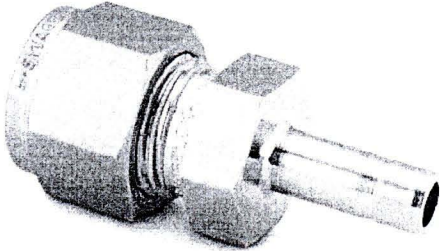
SS-42GS4 (4)	
Description:	SS 1-Piece 40 Series Ball Valve, 0.6 Cv, 1/4 in. Swagelok Tube Fitting
Flow Path	Standard (2-way)
Flow Pattern	Straight (2-way)
Valve Material	Stainless Steel
End Connection 1 Size	1/4 in
End Connection 1 Type	Swagelok® tube fitting
End Connection 2 Size	1/4 in
End Connection 2 Type	Swagelok® tube fitting
Ball/Stem Material	Stainless Steel
Packing	Modified PTFE
Ring/Disc Material	Stainless Steel
Max Temperature with Pressure Rating	300°F @ 2500 PSIG /148°C @ 172 BAR
Orifice	.125 in
Room Temperature Pressure Rating	2500 PSIG @ 100°F /172 BAR @ 37°C

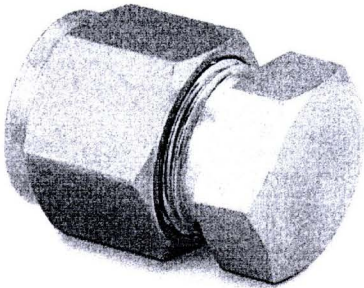
304L-HDF8-1GAL(1)	
Description:	304 SS Double-end Cylinder, 1/2 in. FNPT, 3785 cm3 (1 Gal.), 1800 psig (124 bar)
Body Material	304L Stainless Steel
Connection 1 Size	1/2 in.
Connection 1 Type	Female NPT
Connection 2 Size	1/2 in.
Connection 2 Type	Female NPT
ConnectionSize	1/2 in.
ConnectionType	Female NPT
Cylinder volume/info	3785 cm3
eClass	36030101
SiteSearchable	Yes
UNSPSC Code	24111800

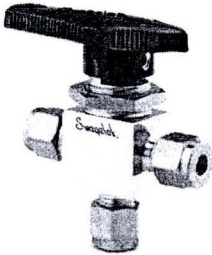
SS-4-ta-1-8 (2)	
Description	SS Swagelok Tube Fitting, Male Tube Adapter, 1/4 in. Tube OD x 1/2 in. Male NPT
Body Material	Stainless Steel
Body Type	Male connector
Series	Swagelok tube and adapter fittings
End Connection 1 Size	1/4 in
End Connection 1 Type	Frational Swagelok® tube adapter
End Connection 2 Size	1/2 in
End Connection 2 Type	Male NPT
Cleaning	Swagelok SC-10

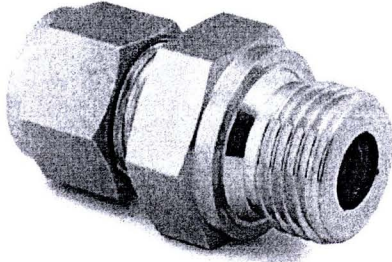
ss-400-3 (3)	
Description	SS Swagelok Tube Fitting, Union Tee, 1/4 in. Tube OD
Body Material	Stainless Steel
Body Type	Tee
Series	Swagelok tube and adapter fittings
End Connection 1 Size	1/4 in
End Connection 1 Type	Swagelok® tube fitting
End Connection 2 Size	1/4 in
End Connection 2 Type	Swagelok® tube fitting
End Connection 3 Size	1/4 in
End Connection 3 Type	Swagelok® tube fitting
Cleaning	Swagelok SC-10

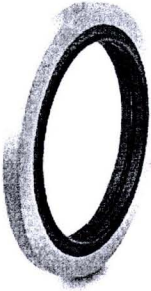
ss-4BHT-120 (3)	
Description	PTFE-Lined, SS Braided Hose Assembly, 1/4 in. SS Tube Adapters, 3/16 in. Hose Size, 120 in. (3.0 m) Length
Body Material	PTFE
Connection 1 Size	1/4 in.
Connection 1 Type	Tube Stub
Connection 2 Size	1/4 in.
Connection 2 Type	Tube Stub
ConnectionSize	1/4 in.
ConnectionType	Tube Stub
eClass	37110201
Hose Length	120 in. (3.0 m)
Inner Diameter	0.16 in. (4.1 mm)
UNSPSC Code	40141504

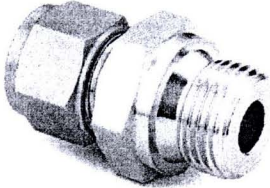
ss-100-r-4 (1)	
Description	SS Swagelok Tube Fitting, Reducer, 1/16 in. x 1/4 in. Tube OD
Body Material	Stainless Steel
Body Type	Reducer
Series	Swagelok tube and adapter fittings
End Connection 1 Size	1/16 in
End Connection 1 Type	Swagelok® tube fitting
End Connection 2 Size	1/4 in
End Connection 2 Type	Frational Swagelok® tube adapter
Cleaning	Swagelok SC-10

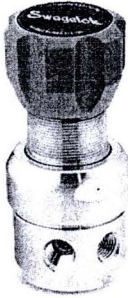
SS-400-C	
Description	Stainless Steel Cap for 1/4 in. Swagelok Tube Fitting
Body Material	Stainless Steel
Cleaning Process	Swagelok® SC-10
Connection 1 Size	1/4 in.
Connection 1 Type	Swagelok® Tube Fitting
ConnectionSize	1/4 in.
ConnectionType	Swagelok® Tube Fitting
eClass	37020713
SiteSearchable	Yes
UNSPSC Code	40141712

SS-42GXS4	
Description	SS 1-Piece 40 Series 3-Way Ball Valve, 0.35 Cv, 1/4 in. Swagelok Tube Fitting
Flow Path	Standard (3-way)
Flow Pattern	Switching (3-way)
Valve Material	Stainless Steel
End Connection 1 Size / Type	1/4 in / Swagelok® tube fitting
End Connection 2 Size / Type	1/4 in / Swagelok® tube fitting
End Connection 3 Size / Type	1/4 in / Swagelok® tube fitting
Ball/Stem Material	Stainless Steel
Packing	Modified PTFE
Ring/Disc Material	Stainless Steel
Max Temperature with Pressure Rating	300°F @ 2500 PSIG /148°C @ 172 BAR
Orifice	.125 in
Room Temperature Pressure Rating	2500 PSIG @ 100°F /172 BAR @ 37°C

SS-400-1-2RS	
Description	SS Swagelok Tube Fitting, Male Connector, 1/4 in. Tube OD x 1/8 in. Male ISO Parallel Thread
Body Material	Stainless Steel
Body Type	Male connector
Series	Swagelok tube and adapter fittings
End Connection 1 Size	1/4 in
End Connection 1 Type	Swagelok® tube fitting
End Connection 2 Size	1/8 in
End Connection 2 Type	Male ISO/BSP parallel (RS)
Cleaning	Swagelok SC-10

SS-2-RS-2V	
Description	Stainless Steel Gasket for 1/8 in. ISO Parallel Thread (RS) Fittings, Fluorocarbon FKM Inner Ring
Body Material	Carbon Steel/Fluorocarbon FKM
Cleaning Process	Swagelok® SC-10
Connection 1 Size	1/8 in.
ConnectionSize	1/8 in.
eClass	23070101
SiteSearchable	Yes
UNSPSC Code	31181500

SS-12M0-1-M16X1.5RS (1)	
Description:	SS Swagelok Tube Fitting, Male Connector, 12 mm Tube OD x M16 x 1.5 Male Metric Thread
Body Material	316 Stainless Steel
Bulkhead	No Bulkhead
Cleaning Process	Swagelok® SC-10
Connection 1 Size	12 mm
Connection 1 Type	Swagelok® Tube Fitting
Connection 2 Size	16 mm
Connection 2 Type	Male ISO Parallel Thread
ConnectionSize	12 mm
ConnectionType	Male ISO Parallel Thread
eClass	37030703
SiteSearchable	Yes
UNSPSC Code	40141720

KPP1LF422P20040	
Body Material	316 Stainless Steel
Cap Assembly	Standard
Cleaning Process	Standard Cleaning and Packaging (SC-10)
Maximum Inlet Pressure	4000 psig
Outlet Range	0 to 1000 psig
Port Configuration	Right Inlet/Left Outlet; Top Inlet and Outlet Gauge and Bottom Relief Port {H}
Port Type	1/4 in. Female NPT

ภาคผนวก จ

การคำนวณหาสัดส่วนการผสมโดยมวล, ค่าอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง/อากาศ, ค่าความร้อนต่ำ, ค่าความหนาแน่นของน้ำมันปาล์มไบโอดีเซลผสม DME ที่ส่วนผสมต่างๆ

ภาคผนวก จ

การคำนวณหาสัดส่วนการผสมโดยมวล, ค่าอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง/อากาศ, ค่าความร้อนต่ำ, ค่าความหนาแน่นของน้ำมันปาล์มไบโอดีเซลผสม DME ที่ส่วนผสมต่างๆ

จ.1 การคำนวณหาสัดส่วนการผสมโดยมวล

จ.1.1 DME blended with Palm Bio-Diesel (DME 50% : PME 50%)

Density :

$$\rho = m/V, V = m/\rho$$

$$\rho_{DME} = 668 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{PME} = 879.2 \text{ kg/m}^3$$

Container Capacity :

$$V_{BOMB} = 3,785 \text{ cm}^3$$

Parameter :

Let X be mass of DME

Let Y be mass of PME

Formula :

$$(X/\rho_{DME}) + (Y/\rho_{PME}) = V_{BOMB}$$

Calculation :

$$\text{From } (X/\rho_{DME}) + (Y/\rho_{PME}) = V_{BOMB}$$

Since the blended fraction is 50% and 50% so parameter $X = Y$

$$\text{So } (X/\rho_{DME}) + (X/\rho_{PME}) = V_{BOMB}$$

$$(X/668 \text{ kg/m}^3) + (X/879.2 \text{ kg/m}^3) = 3,785 \text{ cm}^3$$

$$X [(1/668 \text{ kg/m}^3) + (1/879.2 \text{ kg/m}^3)] = 3,785 \text{ cm}^3$$

$$X = 1.4368 \text{ kg.}$$

Summary :

$$m_{DME} = 1.4368 \text{ kg.}$$

$$m_{PME} = 1.4368 \text{ kg.}$$

4.1.2 DME blended with Palm Bio-Diesel (DME 40% : PME 60%)

Density :

$$\rho = m/V, V = m/\rho$$

$$\rho_{DME} = 668 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{PME} = 879.2 \text{ kg/m}^3$$

Container Capacity :

$$V_{BOMB} = 3,785 \text{ cm}^3$$

Parameter :

Let X be mass of DME

Let Y be mass of PME

Formula :

$$(X/\rho_{DME}) + (Y/\rho_{PME}) = V_{BOMB}$$

Calculation :

$$\text{From } (X/\rho_{DME}) + (Y/\rho_{PME}) = V_{BOMB}$$

Since the blended fraction is 40% and 60% so parameter $(3/2)X=Y$

$$\text{So } (X/\rho_{DME}) + ((3/2)X/\rho_{PME}) = V_{BOMB}$$

$$(X/668 \text{ kg/m}^3) + ((3/2)X/879.2 \text{ kg/m}^3) = 3,785 \text{ cm}^3$$

$$X [(1/668 \text{ kg/m}^3) + (1.5/879.2 \text{ kg/m}^3)] = 3,785 \text{ cm}^3$$

$$X = 1.18167 \text{ kg.}$$

Summary :

$$m_{DME} = 1.18167 \text{ kg.}$$

$$m_{PME} = 1.7725 \text{ kg.}$$

4.1.3 DME blended with Palm Bio-Diesel (DME 30% : PME 70%)

Density :

$$\rho = m/V, V = m/\rho$$

$$\rho_{DME} = 668 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{PME} = 879.2 \text{ kg/m}^3$$

Container Capacity :

$$V_{BOMB} = 3,785 \text{ cm}^3$$

Parameter :

Let X be mass of DME

Let Y be mass of PME

Formula :

$$(X/\rho_{DME}) + (Y/\rho_{PME}) = V_{BOMB}$$

Calculation :

$$\text{From } (X/\rho_{DME}) + (Y/\rho_{PME}) = V_{BOMB}$$

Since the blended fraction is 40% and 60% so parameter $(7/3)X=Y$

$$\text{So } (X/\rho_{DME}) + ((7/3)X/\rho_{PME}) = V_{BOMB}$$

$$(X/668 \text{ kg/m}^3) + ((7/3)X/879.2 \text{ kg/m}^3) = 3,785 \text{ cm}^3$$

$$X [(1/668 \text{ kg/m}^3) + ((7/3)/879.2 \text{ kg/m}^3)] = 3,785 \text{ cm}^3$$

$$X = 0.9118 \text{ kg.}$$

Summary :

$$m_{DME} = 0.9118 \text{ kg.}$$

$$m_{PME} = 2.1275 \text{ kg.}$$

จ.2 การคำนวณหาอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิง/อากาศ

$$\text{โดยคำนวณได้จากสมการ } \Phi_{\text{blend}} = \frac{(\Phi_{DME} \times m_{DME}) + (\Phi_{PME} \times m_{PME})}{m_{DME} + m_{PME}}$$

จ.2.1 อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิง/อากาศที่ 50%DME

$$\Phi_{50\%DME} = \frac{(0.1110 \times 1436.76) + (0.0803 \times 1436.76)}{2873.51}$$

$$\Phi_{50\%DME} = 0.09565$$

จ.2.2 อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิง/อากาศที่ 40%DME

$$\Phi_{40\%DME} = \frac{(0.1110 \times 1181.67) + (0.0803 \times 1772.50)}{2954.18}$$

$$\Phi_{40\%DME} = 0.09258$$

จ.2.3 อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิง/อากาศที่ 30%DME

$$\Phi_{30\%DME} = \frac{(0.1110 \times 911.84) + (0.0803 \times 2127.63)}{3039.48}$$

$$\Phi_{30\%DME} = 0.08951$$

จ.3 การคำนวณหาค่าความร้อนต่ำ (Lower Heating Value)

โดยคำนวณได้จากสมการ $LHV_{blend} = (LHV_{DME} \times \%DME) + (LHV_{PME} \times \%PME)$

จ.3.1 ค่าความร้อนของ 50%DME

$$LHV_{50\%DME} = (39.872 \times 0.5) + (28.43 \times 0.5) = 34.1510 \frac{MJ}{kg}$$

จ.3.2 ค่าความร้อนของ 40%DME

$$LHV_{40\%DME} = (39.872 \times 0.4) + (28.43 \times 0.6) = 35.2952 \frac{MJ}{kg}$$

จ.3.3 ค่าความร้อนของ 30%DME

$$LHV_{30\%DME} = (39.872 \times 0.3) + (28.43 \times 0.7) = 36.4392 \frac{MJ}{kg}$$

จ.4 การคำนวณหาค่าความหนาแน่น (ρ)

โดยคำนวณได้จากสมการ $\rho_{blend} = \frac{(\rho_{DME} \times V_{DME}) + (\rho_{PME} \times V_{PME})}{V_{DME} + V_{PME}}$

จ.4.1 ค่าความหนาแน่นของ 50%DME

$$\rho_{50\%DME} = \frac{(668 \times 2.1488) + (879.2 \times 1.6312)}{2.1488 + 1.6312}$$

$$\rho_{50\%DME} = 759.4832 \frac{g}{liter}$$

จ.4.2 ค่าความหนาแน่นของ 40%DME

$$\rho_{40\%DME} = \frac{(668 \times 1.7675) + (879.2 \times 2.0125)}{1.7675 + 2.0125}$$

$$\rho_{40\%DME} = 780.8714 \frac{g}{liter}$$

จ.4.3 ค่าความหนาแน่นของ 30%DME

$$\rho_{30\%DME} = \frac{(668 \times 1.3640) + (879.2 \times 2.4160)}{1.3640 + 2.4160}$$

$$\rho_{30\%DME} = 803.4992 \frac{g}{liter}$$

ภาคผนวก จ

ข้อมูลการทดสอบสมรรถนะและความดันในห้องเผาไหม้

ตารางที่ ๑-1 ข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะและความดันในห้องเผาไหม้ที่ค่าองศาการฉีดเชื้อเพลิงมาตรฐานของเชื้อเพลิงดีเซล

Speed rpm	Timing Setting	BMEP kPa	T (Nm)	C _{rd} T (Nm)	Power (kW)	m _r (g/s)	bsfc (g/kW.h)	η _r (%)	Exhaust (°C)	oil (°C)	water (°C)	air box (°C)	WT (°C)	DT (°C)	Amb P (mmHg)	m _a (g/s)	F/A	φ
1000	STD.	201.12	10.0	10.09	1.057	0.1047	356.83	23.74	142.2	62.2	45.2	29.3	27.6	28.4	752.25	5.9001	0.0178	0.2545
1000		301.68	14.9	14.97	1.57	0.1319	302.73	27.98	177.3	70.5	48.2	29.5	27.8	28.6	752.25	5.8982	0.0224	0.3205
1000		402.24	20.1	20.22	2.12	0.1541	262.03	32.33	222.8	75.2	50.6	29.8	27.8	29.4	752.25	5.8952	0.0261	0.3749
1000		746.36	36.3	37.11	3.89	0.3622	335.55	25.24	475.4	63.9	64.4	33.4	30.8	32.0	752.45	5.8613	0.06179	0.8860
1400	STD.	201.12	10.0	10.27	1.51	0.1467	350.60	24.16	179.2	78	52.7	34.2	31	32.4	752.75	7.2302	0.02029	0.2909
1400		301.68	14.9	15.24	2.23	0.1770	285.14	29.71	217.1	80.9	55.4	34.3	31	32.4	752.75	7.2290	0.02448	0.3510
1400		402.24	20.1	20.56	3.01	0.2171	259.35	32.66	259.3	88.3	59.7	34.3	31	32.6	752.75	7.2290	0.03004	0.4307
1400		818.97	39.6	40.72	5.97	0.5316	320.56	26.42	511.3	99.6	65.2	35.2	31.2	32.6	752.75	7.2184	0.07365	1.0561
1700	STD.	201.12	10.0	10.29	1.83	0.1803	354.37	23.90	196.7	87.7	57.9	34.5	30.8	32.6	752.75	7.9056	0.02280	0.3270
1700		301.68	14.9	15.25	2.72	0.2296	304.39	27.83	233.4	89.7	58.7	34.5	30.9	32.6	752.75	7.9056	0.02904	0.4164
1700		402.24	20.1	20.60	3.67	0.2655	260.67	32.50	281.8	99.7	60.5	34.8	31	32.6	752.75	7.9017	0.03360	0.4818
1700		821.98	39.8	40.87	7.28	0.6548	324.00	26.14	528.3	100	66.5	35	31.2	33.6	752.75	7.8992	0.08290	1.1887
2100	STD.	201.12	10.0	10.31	2.27	0.2407	381.98	22.18	233.8	96.4	62.1	35.2	31.2	32.8	752.75	8.8166	0.02730	0.3914
2100		301.68	14.9	15.29	3.36	0.2942	314.92	26.90	280.4	97.7	62.3	35.2	31.2	32.8	752.75	8.8166	0.03337	0.4785
2100		402.24	20.1	20.63	4.54	0.3408	270.41	31.32	327.8	100.2	63.8	35.2	31.2	33.0	752.75	8.8166	0.03865	0.5542
2100		783.17	38.0	38.94	8.56	0.8370	351.83	24.08	545.4	102.4	66.8	34.1	31.6	33.2	753	8.8338	0.09475	1.3586

ตารางที่ ๑-2 ข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะและความดันในห้องเผาไหม้ที่ค่าองศาการฉีดเชื้อเพลิงมาตรฐานของเชื้อเพลิงปาล์มไบโอดีเซล

Speed rpm	Timing Setting	BMEP kPa	T (Nm)	C _{rted} T (Nm)	Power (kW)	m _r (g/s)	bsfc (g/kW.h)	η _r (%)	Exhaust (°C)	oil (°C)	water (°C)	air box (°C)	WT (°C)	DT (°C)	Amb P (mmHg)	m _a (g/s)	F/A	φ
1000	STD.	201.12	10.0	10.03	1.051	0.1160	397.33	22.72	143.4	76.6	51.1	28.2	26.8	27.2	753.05	5.9140	0.0196	0.2442
1000		301.68	14.9	14.89	1.56	0.1465	338.23	26.69	182.1	80.5	53.6	28.4	26.8	27.4	752.9	5.9115	0.0248	0.3087
1000		402.24	20.1	20.13	2.11	0.1812	309.35	29.19	228.3	83.2	57.2	28.8	27	27.8	752.5	5.9060	0.0307	0.3820
1000		733.10	36.3	36.45	3.82	0.3989	376.25	24.00	491	72.5	61.5	28.92	27	27.4	752.75	5.9058	0.06755	0.8412
1400	STD.	201.12	10.0	10.10	1.48	0.1700	413.34	21.84	173.4	96.5	59.8	29.8	28.6	29.6	752.95	7.1631	0.02373	0.2955
1400		301.68	14.9	14.87	2.18	0.2163	357.08	25.29	211.72	63.3	50.3	28	26.2	28.2	752.75	7.1835	0.03011	0.3750
1400		402.24	20.1	20.26	2.97	0.2615	316.97	28.49	261.9	105	63.1	30.4	28.4	29.6	752.6	7.1543	0.03655	0.4551
1400		795.63	39.1	39.56	5.80	0.5320	330.19	27.34	544.7	115.4	73.2	30.9	28.4	29.6	752.25	7.1468	0.07444	0.9270
1700	STD.	201.12	10.0	10.06	1.79	0.2069	415.76	21.72	189.2	78.6	56.8	28.8	26.2	28.4	752.85	8.0348	0.02574	0.3206
1700		301.68	14.9	14.94	2.66	0.2552	345.48	26.13	231.5	88.9	60.7	29.2	26.4	28.8	753	8.0303	0.03178	0.3958
1700		402.24	20.1	20.16	3.59	0.3080	308.89	29.23	276.8	94.1	63.8	29.4	26.6	29.0	753.1	8.0282	0.03836	0.4777
1700		799.26	39.2	39.74	7.07	0.6728	342.36	26.37	565.5	108.2	71.9	30.8	28	30.4	751.95	8.0036	0.08406	1.0468
2100	STD.	201.12	10.0	10.03	2.21	0.2786	454.71	19.86	222.6	89.7	56	28.1	26.8	27.8	753.05	8.9216	0.03123	0.3889
2100		301.68	14.9	14.97	3.29	0.3324	363.53	24.84	270.1	104.6	62.5	29.8	26.8	29.4	753.25	8.8977	0.03735	0.4652
2100		402.24	20.1	20.18	4.44	0.4295	348.40	25.92	318.7	97.3	59.3	29.6	28.6	29.6	752.95	8.8989	0.04827	0.6011
2100		744.95	36.7	37.04	8.15	0.7886	348.51	25.91	581.4	91.8	60.9	30.3	27.8	29.6	751.9	8.8824	0.08879	1.1057

ตารางที่ ๑-3 ข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะและความดันในห้องเผาไหม้ที่ค่าองศาการฉีดเชื้อเพลิงมาตรฐานของเชื้อเพลิง 60% PME + 40% DME

Speed rpm	Timing Setting	BMEP kPa	T (Nm)	C _{rted} T (Nm)	Power (kW)	m _i (g/s)	bsfc (g/kW.h)	η _r (%)	Exhaust (°C)	oil (°C)	water (°C)	air box (°C)	WT (°C)	DT (°C)	Amb P (mmHg)	m _a (g/s)	F/A	φ
1000	STD.	201.12	10.0	10.10	1.058	0.1190	404.85	25.19	146.8	81.9	52.7	31.1	29.4	31.2	755.85	5.8967	0.0202	0.2180
1000		301.68	14.9	14.98	1.57	0.1561	358.20	28.47	189.4	84.8	54.2	31.1	29.4	31.2	755.85	5.8967	0.0265	0.2859
1000		402.24	20.1	20.21	2.12	0.2003	340.83	29.93	233.8	88.9	56.4	31.1	29.6	31.4	755.85	5.8967	0.0340	0.3670
1000		587.68	28.7	29.22	3.06	0.2599	305.74	33.36	328	101.6	62.2	32.7	29.2	31.8	753.1	5.8705	0.04427	0.4782
1400	STD.	201.12	10.0	10.10	1.48	0.1831	445.00	22.92	187.8	86.2	58.7	31.1	29.6	30.6	755.85	7.2819	0.02515	0.2716
1400		301.68	14.9	14.98	2.20	0.2236	366.50	27.83	231.7	98.2	59.5	31.1	29.6	30.8	755.8	7.2816	0.03071	0.3317
1400		402.24	20.1	20.21	2.96	0.2807	341.00	29.91	277.6	100.4	60.4	31.1	29.6	31.0	755.7	7.2811	0.03855	0.4164
1400		630.52	30.8	31.35	4.60	0.3915	306.65	33.26	393.2	109.1	63.5	32.8	29.4	32.0	753	7.2479	0.05402	0.5835
1700	STD.	201.12	10.0	10.11	1.80	0.2391	478.08	21.33	215.7	101.9	59.2	31.2	29.4	31.0	755.6	7.9634	0.03002	0.3243
1700		301.68	14.9	15.00	2.67	0.2901	391.20	26.07	257.3	103.8	60.2	31.2	29.2	31.2	755.4	7.9623	0.03644	0.3936
1700		402.24	20.1	20.23	3.60	0.3561	355.98	28.65	317	101.7	62.3	31.1	29	31.0	755.2	7.9626	0.04472	0.4830
1700		644.80	31.5	32.06	5.71	0.5139	324.14	31.47	454.4	113.3	64.8	32.8	29.6	32.2	752.9	7.9283	0.06482	0.7001
2100	STD.	201.12	10.0	10.11	2.22	0.3222	521.50	19.56	260.8	95.3	59.6	31	29	31.0	755	8.8905	0.03624	0.3914
2100		301.68	14.9	14.98	3.29	0.3847	420.45	24.26	299.8	82	55.9	30.6	29	30.0	754.75	8.8949	0.04325	0.4672
2100		402.24	20.1	20.44	4.49	0.4564	365.61	27.90	370.3	110.3	62.9	32.9	29.8	31.4	753.1	8.8517	0.05156	0.5569
2100		636.35	31.1	31.64	6.96	0.6783	350.95	29.06	508.9	100.8	64.5	32.2	29.6	32.0	752.8	8.8601	0.07656	0.8270

ตารางที่ ๑-4 ข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะและความดันในห้องเผาไหม้ที่ค่าองศาการฉีดเชื้อเพลิงล่วงหน้า ADV2 ของเชื้อเพลิง 60% PME + 40% DME

Speed rpm	Timing Setting	BMEP kPa	T (Nm)	Cited T (Nm)	Power (kW)	m _f (g/s)	bsfc (g/kW.h)	η _r (%)	Exhaust (°C)	oil (°C)	water (°C)	air box (°C)	WT (°C)	DT (°C)	Amb P (mmHg)	m _a (g/s)	F/A	φ
1000	ADV2	201.12	10.0	10.16	1.064	0.1234	417.36	24.44	149.4	79.5	52.4	31.7	29.2	30.8	753.75	5.8087	0.0212	0.2294
1000		301.68	14.9	15.08	1.58	0.1577	359.52	28.37	192.9	88	57.3	31.9	29.2	31	753.75	5.8068	0.0272	0.2933
1000		402.24	20.1	20.33	2.13	0.1949	329.60	30.95	244.3	93.9	59.8	31.8	29.4	31	753.75	5.8077	0.0336	0.3625
1000		571.80	28.0	28.43	2.98	0.2734	330.51	30.86	333.3	100.6	63.2	32.2	29.8	32.2	753.75	5.8039	0.04710	0.5087
1400	ADV2	201.12	10.0	10.15	1.49	0.1762	426.35	23.92	181.5	90.9	58.1	31.7	30.6	29.4	754.5	7.1481	0.02465	0.2663
1400		301.68	14.9	15.04	2.21	0.2324	379.33	26.89	226	94.9	59.2	31.6	30.6	29.6	754.5	7.1492	0.03250	0.3511
1400		402.24	20.1	20.28	2.97	0.2817	341.10	29.90	274.4	100.7	63.5	31.5	30.8	29.6	754.5	7.1504	0.03940	0.4256
1400		600.15	29.4	29.84	4.37	0.3884	319.65	31.91	395.7	102.3	64.9	32.2	29.8	31.8	753.75	6.9548	0.05585	0.6032
1700	ADV2	201.12	10.0	10.14	1.80	0.2326	464.02	21.98	217.4	104	63.3	31.4	31	29.6	754.5	7.8452	0.02965	0.3202
1700		301.68	14.9	15.04	2.68	0.2871	385.97	26.43	261.5	106.8	65.6	31.6	31	29.4	754.5	7.8426	0.03661	0.3954
1700		402.24	20.1	20.29	3.61	0.3597	358.48	28.45	320.2	107.5	66	31.6	31.2	29.4	754.5	7.8426	0.04586	0.4954
1700		642.40	31.5	31.94	5.69	0.5252	332.50	30.68	464.1	106.4	65.5	32.2	29.8	32.2	753.75	7.7199	0.06804	0.7349
2100	ADV2	201.12	10.0	10.14	2.23	0.3069	495.16	20.60	242.9	105.4	64.3	31.6	31.6	29.4	754.5	8.7807	0.03495	0.3775
2100		301.68	14.9	15.04	3.31	0.3798	413.47	24.67	294.8	101.5	63.1	31.5	31.4	29.2	754.5	8.7821	0.04324	0.4671
2100		402.24	20.1	20.28	4.46	0.4666	376.65	27.08	353.7	91.8	61.5	31.5	31	29.2	754.5	8.7821	0.05313	0.5739
2100		634.34	31.1	31.54	6.94	0.7003	363.41	28.07	539.2	81.7	72.5	31.8	29.6	31.2	753.75	8.6743	0.08073	0.8720

ตารางที่ ๕-5 ข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะและความดันในห้องเผาไหม้ที่ค่าองศาการฉีดเชื้อเพลิงล่วงหน้า ADV4 ของเชื้อเพลิง 60% PME + 40% DME

Speed	Timing Setting	BMEP	T	Crted T	Power	m _f	bsfc	η _f	Exhaust	oil	water	air box	WT	DT	Amb P	m _a	F/A	φ
1000	ADV4	201.12	10.0	10.12	1.060	0.1223	415.65	24.54	152.3	80.2	52.8	31.2	29.6	30.4	755.2	5.819046	0.0210	0.2271
1000		301.68	14.9	15.00	1.57	0.1489	341.09	29.90	197	88	58.9	31.2	29.6	30.4	755.2	5.819046	0.0256	0.2763
1000		402.24	20.1	20.25	2.12	0.1977	335.58	30.39	244.8	94.2	59	31.4	29.6	30.4	755.2	5.817135	0.0340	0.3671
1000			27.0	27.26	2.85	0.2493	314.50	32.43	311.3	100.7	62.2	31.6	29.6	30.4	755.2	5.815225	0.04288	0.4632
1400	ADV4	201.12	10.0	10.12	1.48	0.1724	418.19	24.39	181.1	90.5	54.9	31.3	29.6	30.4	755.2	7.033728	0.02451	0.2647
1400		301.68	14.9	15.01	2.20	0.2158	353.08	28.89	225	95	55.6	31.3	29.6	30.4	755.2	7.033728	0.03068	0.3314
1400		402.24	20.1	20.24	2.97	0.2556	310.17	32.88	266.3	100.8	55.5	31.2	29.6	30.4	755.2	7.034883	0.03633	0.3925
1400			28.7	29.05	4.26	0.3687	311.69	32.72	384.9	103.2	65.4	32	29.6	30.6	755.2	7.025655	0.05248	0.5669
1700	ADV4	201.12	10.0	10.26	1.83	0.2161	425.84	23.95	200	73.3	57.6	34.3	29.6	30.4	753.8	7.8045	0.02769	0.2991
1700		301.68	14.9	15.22	2.71	0.2852	379.03	26.91	248.6	64	54	34.3	29.6	30.4	753.8	7.8045	0.03654	0.3947
1700		402.24	20.1	20.52	3.65	0.3422	337.19	30.25	303.5	68	56	34.3	29.6	30.4	753.8	7.8045	0.04385	0.4736
1700			31.8	32.19	5.73	0.5179	325.40	31.35	460.2	106.8	64.8	31.9	29.6	30.8	755.2	7.897449	0.06558	0.7083
2100	ADV4	201.12	10.0	10.26	2.26	0.2983	475.93	21.43	241.6	81	65	34.3	29.6	30.4	753.8	8.63924	0.03453	0.3730
2100		301.68	14.9	15.22	3.35	0.3771	405.66	25.14	294	76	64	34.3	29.6	30.4	753.8	8.63924	0.04364	0.4714
2100		402.24	20.1	20.52	4.51	0.4496	358.64	28.44	352.3	75	62	34.3	29.6	30.4	753.8	8.63924	0.05205	0.5622
2100			31.1	31.45	6.92	0.6509	338.84	30.10	513.9	110.2	63.7	31.6	29.6	31.2	755.2	8.63542	0.07538	0.8142

ตารางที่ ๑-๖ ข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะและความดันในห้องเผาไหม้ที่ค่าการฉีดเชื้อเพลิงล่วงหน้า RTD2 ของเชื้อเพลิง 60% PME + 40% DME

Speed rpm	Timing Setting	BMEP kPa	T (Nm)	Crted T (Nm)	Power (kW)	m _f (g/s)	bsfc (g/kW.h)	η _f (%)	Exhaust (°C)	oil (°C)	water (°C)	air box (°C)	WT (°C)	DT (°C)	Amb P (mmHg)	m _a (g/s)	F/A	φ
1000	RTD2	201.12	10.0	10.19	1.067	0.1241	418.99	24.34	163.6	54.4	58.2	32.4	29.8	30.8	753.9	5.8026	0.0214	0.2311
1000		301.68	14.9	15.11	1.58	0.1658	377.04	27.05	203.5	59	61.3	32.6	29.8	31	753.9	5.8007	0.0286	0.3087
1000		402.24	20.1	20.36	2.13	0.2034	343.48	29.69	259.7	60.9	62.9	32.2	30	31.4	753.8	5.8041	0.0350	0.3786
1000		502.40	24.6	24.98	2.62	0.2411	331.82	30.74	324.2	58	64.5	32.8	30	31.8	753.8	5.8723	0.04106	0.4435
1400	RTD2	201.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400		301.68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400		402.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400		538.0	26.3	26.75	3.92	0.3619	332.19	30.70	375	59	67.9	32.9	29.8	32.0	753.8	7.0088	0.05163	0.5577
1700	RTD2	201.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1700		301.68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1700		402.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1700		566.56	27.7	28.17	5.01	0.4641	333.15	30.62	445	61.3	67.5	33	29.8	32.0	753.75	7.7099	0.06019	0.6502
2100	RTD2	201.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2100		301.68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2100		402.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2100		551.88	27.0	27.44	6.04	0.6629	395.43	25.79	495.5	64.1	65	32.8	29.8	32.0	753.75	8.6601	0.07655	0.8269

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายชลมิตร ทิพย์สิงห์ เกิดเมื่อวันที่ 6 เดือน มีนาคม พุทธศักราช 2527 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี เมื่อปีการศึกษา 2549 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2551



