การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22
15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

การพัฒนาไดนาโมมิเตอร์ต้นทุนต่ำด้วยระบบอุทกสถิตย์

Development of Low-Cost Dynamometer using Hydrostatic System

รักษิต ฐิติพัฒนพงศ์[1*] และ มณเฑียร แก่นสน[2]
[1] หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ,
112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี,
โทรศัพท์ 0 2564 6900 โทรสาร 0 2564 6901 *อีเมล์ raksit.thitipatanapong@nectec.or.th
[2]ภาควิชาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
61 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
โทรศัพท์ 0 2579 1111 ต่อ 1329 โทรสาร 0 2579 1111 ต่อ 2147 อีเมล์ montien.ka@spu.ac.th

บทคัดย่อ

ไดนาโมมิเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จำลองภาระของเครื่องยนต์และมีความสำคัญต่อการปรับแต่งเครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อใช้พลังงานทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม อย่างไรก็ตามไดนาโมมิเตอร์ที่นำเข้าจากต่างประเทศนั้นเป็นอุปกรณ์เฉพาะทางและมีราคาสูงจนผู้ปรับแต่งเครื่องยนต์ไม่สามารถจัดหามาใช้ได้โดยทั่วไป ในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการจัดสร้างระบบไดนาโมมิเตอร์ราคาประหยัดโดยใช้อุปกรณ์เชิงพาณิชย์ที่มีจำหน่ายในประเทศอันได้แก่ เครื่องสูบไฮดรอลิคแบบบีบอัดเป็นตัวรับพลังงานจากเครื่องยนต์ โดยการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์จากเครื่องยนต์เป็นพลังงานศักดิ์ในน้ำมันไฮดรอลิค ทั้งนี้อุปกรณ์ชนิดนี้มีใช้ทั่วไปอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม นอกเหนือจากนี้ระบบนี้ยังมีค่าความเฉื่อยต่ำ ซึ่งให้การตอบสนองที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆที่มีในท้องตลาด ในบทความนำเสนอระบบไดนาโมมิเตอร์ชนิดอุทกสถิตย์ขนาด 18 kW โดยใช้ชุดวาล์วระบายความดันในการควบคุมปริมาณภาระและวาล์วจำกัดอัตราการไหลในการควบคุมอัตราเร็วรอบของเครื่องยนต์ ผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่าการใช้อุปกรณ์ควบคุมข้างต้นสามารถควบคุมการทำงานได้เป็นอย่างดีและยังสามารถใช้ค่าความดันขาออกจากเครื่องสูบเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณภาระ(แรงบิด)แทนการใช้เซ็นเซอร์วัดแรงบิดที่มีราคาแพง

Abstract

Dynamometer plays essential role in internal combustion engine R&D ,especially, in alternative fuels modification. In Thailand, dynamometer needs to be imported, and it is a specific equipments which not commercially sale. In addition, the cost of dynamometer is relatively expensive which general mechanics cannot effort it. In this paper, the hydrostatic dynamometer was proposed as low-cost dynamometer for Thailand. This type of dynamometer equipped with commercial hydraulic part that wildly used in industrial process. The hydraulic positive displacement pump was applied as dynamometer. In this paper, the pressure relief valve and flow regulator were used as controlling equipments for constant load and constant revolution respectively. As a results, these controlled valves could excellently operate hydrostatic system as dynamometer. Furthermore, the pressure output from positive displacement pump could be applied as load (torque) indicator instead of expensive torque tansducer.

1. บทนำ

ไดนาโมมิเตอร์เป็นอุปกรณ์วัดกำลังของเครื่องจักรต้นกำลังที่มีความสำคัญต่อการวิจัยพัฒนาในด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวิจัยพัฒนาเครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องยนต์หรือดัดแปลงให้สามารถใช้เชื้อเพลิงทางเลือกประเภทต่างๆ จำเป็นต้องใช้ไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer) เพื่อทำการจำลองภาระให้กับเครื่องยนต์ระหว่างการปรับแต่ง ไดนาโมมิเตอร์อาศัยหลักการของการดูดกลืนพลังงาน (Energy Absorption) จากเครื่องจักรต้นกำลัง ในขณะเดียวกันก็มีความสามารถในการวัดปริมาณของแรงบิด (Torque) และความเร็วเชิงมุม (Rotational Speed) ของเครื่องจักรต้นกำลังนั้นๆ โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้หลายชนิดตามวิธีการดูดกลืนพลังงาน อันได้แก่ การใช้ระบบชลศาสตร์ (Hydraulic), ระบบอุทกสถิตย์ (Hydrostatic) และ ระบบไฟฟ้า (Electric) ซึ่งแต่ล่ะระบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป [1]

อย่างไรก็ตามไดนาโมมิเตอร์นั้นมิได้เป็นอุปกรณ์ที่มีใช้อย่างทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยซึ่งจะมีใช้เฉพาะในมหาวิทยาลัยหรือสถาบันวิจัยขั้นสูงเท่านั้น ซึ่งในแบบ (1) ไดนาโมมิเตอร์แบบไฮดรอลิก และ (2) ไดนาโมมิเตอร์แบบไฟฟ้า ต้องนำเข้าจากต่างประเทศโดยตรง

อีกทั้งประสบปัญหาด้านการติดตั้งและบริการหลังการขายเนื่องจากไม่มีตัวแทนอยู่ในประเทศ

ในส่วนของไดนาโมมิเตอร์แบบอุทกสถิตย์นั้น แม้ว่าจะไม่ได้มีจำหน่ายโดยตรงแต่อุปกรณ์หลักที่ใช้ในไดนาโมมิเตอร์ชนิดนี้ได้แก่ เครื่องสูบไฮดรอลิกแบบบีบอัดและชุดวาล์วควบคุมนั้น มีใช้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมและมีการผลิตเชิงพาณิชย์เพื่อจำหน่าย จึงมีเอกชนที่มีสินค้าในคลังและบุคลากรในการซ่อมบำรุงอยู่มากจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้ไดนาโมมิเตอร์ชนิดนี้เป็นระบบราคาประหยัดสำหรับประเทศไทย ในบทความนี้จะได้นำเสนอวิธีการจัดสร้างและการทดสอบวิเคราะห์การทำงานระบบไดนาโมมิเตอร์ชนิดนี้

2. ไดนาโมมิเตอร์แบบอุทกสถิตย์

Lahti และ Moskwa [3] ได้นำเสนอการใช้ไดมาโมมิเตอร์แบบความดันสถิตย์ด้วยการใช้เครื่องสูบไฮดรอลิกกับเครื่องยนต์ทดสอบชนิดสูบเดียว เนื่องจากการวิจัยพัฒนาเครื่องยนต์สันดาปภายในนิยมกระทำกับเครื่องยนต์สูบเดียวโดยทั่วไปแล้วชุดทดสอบเครื่องยนต์จะเป็นไดนาโมมิเตอร์ชนิดกระแสเอ็ดดี้ ที่พบปัญหาของระบบกระแสเอ็ดดี้ไม่สามารถทำการทดสอบเครื่องยนต์สูบเดียวในรอบต่ำได้เนื่องจากระบบนี้มีมวลเชิงมุม (Polar Moment of Inertia) สูง เมื่อทดสอบเครื่องยนต์สูบเดียวพบว่าความไม่ต่อเนื่องของกำลังเครื่องยนต์ส่งผลกระทบต่อการวัดกำลังที่ความเร็วรอบต่ำ ซึ่งปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการถ่วงล้อช่วยแรงเพิ่มแต่ก็ก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื่องในการทดสอบในภาวะที่ไม่คงตัว ได้มีการเสนอให้ใช้เครื่องสูบไฮดรอลิคแบบบีบอัดมาใช้เป็นไดนาโมมิเตอร์ชนิดความดันสถิตย์ซึ่งมีมวลเชิงมุมต่ำซึ่งสามารถใช้ทดสองเครื่องยนต์ชนิดสูบเดียวที่รอบการทำงานต่ำได้ดีและยังสามารถควบคุมแรงบิดได้เป็นอย่างดีในช่วงความเร็วรอบต่ำ เพื่อที่จะจำลองสภาวะของการเผาไหม้ในเครื่องยนต์หลายสูบที่สามารถทำงานที่อัตราเร็วรอบต่ำได้ อีกทั้งได้ทำการออกแบบระบบฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ควบคุมเพื่อจำลองการทำงานของเครื่องยนต์หลายสูบ (Hardware in the loop, HIL) [2-5] โดยใช้ความสามารถของระบบไฮดรอลิกที่สามารถเป็นได้ทางภาระ(เครื่องสูบ)และต้นกำลัง(มอเตอร์)ได้ในการทดสอบการเผาไหม้จริงเพียงสูบเดียวเพื่อให้ได้ผลการทดสอบในห้องเผาไหม้ที่ใกล้เคียงกับเครื่องยนต์หลายสูบมากที่สุด

ในงานก่อนหน้านี้[6] ได้ทำการเปรียบเทียบต้นทุนของไดนาโมมิเตอร์ชนิดชลศาสตร์ (Hydraulic) และ ระบบเบรกเอ็ดดี้ (Eddy-Current) พบว่าอุปกรณ์อุทกสถิตย์ที่มีจำหน่ายในประเทศมีต้นทุนต่ำกว่าไดนาโมมิเตอร์จากต่างประเทศ 2 และ 10 เท่า ตามลำดับ

ทั้งนี้ยังได้มีการจำลองสภาวะการทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป [7] โดยการใช้วาว์ลไฮดรอลิคในการควบคุมสภาวะการทำงานของระบบไดนาโมมิเตอร์ซึ่งประกอบด้วย 2 กรณีได้แก่ (1) การควบคุมภาระคงที่ด้วยวาล์วระบายความดันและ (2) การควบคุมความเร็วรอบคงที่ด้วยวาล์วจำกัดอัตราการไหล ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันในระบบและแรงบิดที่ระบบไดนาโมมิเตอร์สร้างขึ้นแต่ก็ยังพบว่าอัตราเร็วรอบของระบบก็เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณา อย่างไรก็ตามระบบอุทกสถิตย์ก็มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานได้ดี

3. ข้อกำหนดการออกแบบ

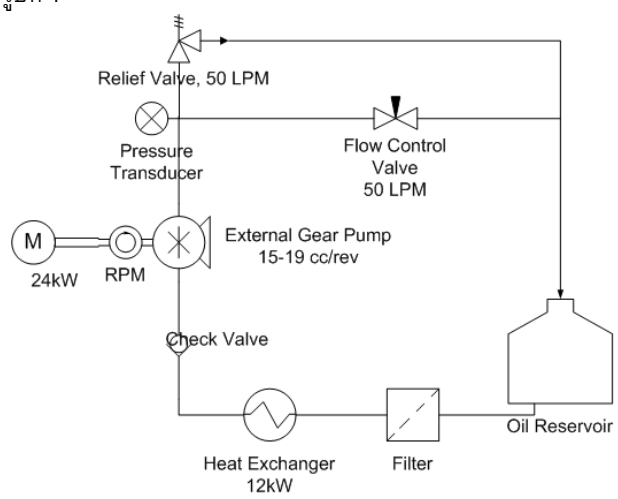
ข้อกำหนดการออกแบบจะขึ้นอยู่กับขนาดไดนาโมมิเตอร์ขนาดเล็กนี้ต้องสามารถรองรับเครื่องยนต์ขนาดเล็กที่ใช้ในเครื่องจักรยานยนต์ที่มีขนาดไม่เกิน 150 ลบ.ซม. รวมถึงเครื่องยนต์ดีเซลเอนกประสงค์ขนาดไม่เกิน 709 ลบ.ซม. โดยมีรายละเอียดตามตามตารางที่ 1 ในกรณีของเครื่องยนต์จักรยานยนต์นั้นต้องทำการใช้เกียร์ในเครื่องยนต์ทำการลดรอบการทำงานซึ่งจะทำให้แรงบิดสูงสูดเพิ่มเป็น 44 N-m และรอบการทำงานสูงสุดเป็น 2,500 rpm

ตารางที่ 1 สมรรถนะของเครื่องยนต์เป้าหมาย

เครื่องยนต์	Yamaha RX135i	Corrected	Yanmar RT140
กำลังสูงสุด	8.5 kW	8.5 kW	11 kW
แรงบิดสูงสุด	12 N-m	44 N-m	42 N-m
รอบเครื่องยนต์	9,000 rpm	2,500 rpm	2,400 rpm
อัตราทดเกียร์	3.60	-	-

4. ระบบทดสอบสมรรถนะ

โดยทั่วไปแท่นทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ (Engine Dynamometer) ที่ใช้ในการวิจัยพัฒนานั้นต้องสามารถควบคุมได้ใน 2 กรณี คือ ภาระคงที่ (Constant Load) และ ความเร็วรอบคงที่ (Constant Speed) โดยการควบคุมในสองกรณีนี้สามารถใช้การควบคุมเชิงอุทกได้แก่การควบคุมแรงดันและการควบคุมอัตราการไหลตามลำดับ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้วาล์วระบายความดัน (Pressure Relief) และวาล์วจำกัดอัตราการไหล (Flow Regulator) ที่ใช้ควบคุมในระบบไฮดรอลิคมาใช้ได้เพื่อให้เครื่องสูบทำงานเป็นระบบทดสอบสมรรถนะจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆให้เป็นระบบการทำงานตามรูปที่ 1



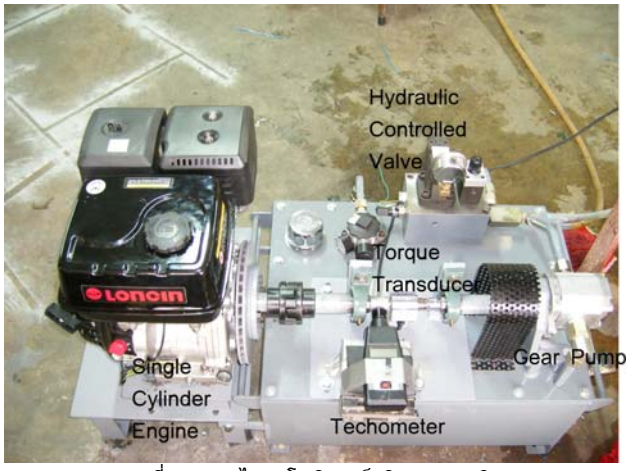
รูปที่ 1 แผนภาพของระบบไดนาโมมิเตอร์อุทกสถิตย์

โดยอุปกรณ์ต่อพ่วงได้แก่ วาล์วระบายความดัน, วาล์วจำกัดอัตราการไหล, ถังพักน้ำมัน, ไส้กรองน้ำมัน, เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

และ วาล์วกันไหลย้อน ในส่วนของเครื่องมือเพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพของระบบนั้นประกอบด้วยตัวแปลงสัญญาณความดันและความเร็วรอบ ซึ่งจากการศึกษาก่อนหน้านี้ [7] ได้ทำการประเมินขนาดอุปกรณ์ที่เหมาะสมโดยที่เครื่องสูบต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 13 ลบ.ซม./รอบ

5. ต้นแบบไดนาโมมิเตอร์ชนิดอุทกสถิตย์

จากรูปที่ 2 แสดงถึงระบบต้นแบบของไดนาโมมิเตอร์ชนิดอุทกสถิตย์สำหรับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก โดยใช้อุปกรณ์ที่มีรายละเอียดตามตารางที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยเครื่องยนต์แก๊โซลีนขนาด 9 แรงม้า, เครื่องสูบของเหลวแบบบีบอัดชนิดเฟืองภายนอกขนาด 14.5 ลบ.ซม/รอบ, วาล์วควบคุมระบายความดันชนิดปรับได้ (0-250 bar), วาล์วจำกัดอัตราการไหลขนาด 30 ลิตรต่อนาที และ อุปกรณ์วัดแรงบิด (Torque Transducer) ขนาด 50 N.m เพื่อทำการวัดค่าของระบบการทำงานโดยระบบใช้น้ำมันไฮดรอลิคชนิด SAE 20W



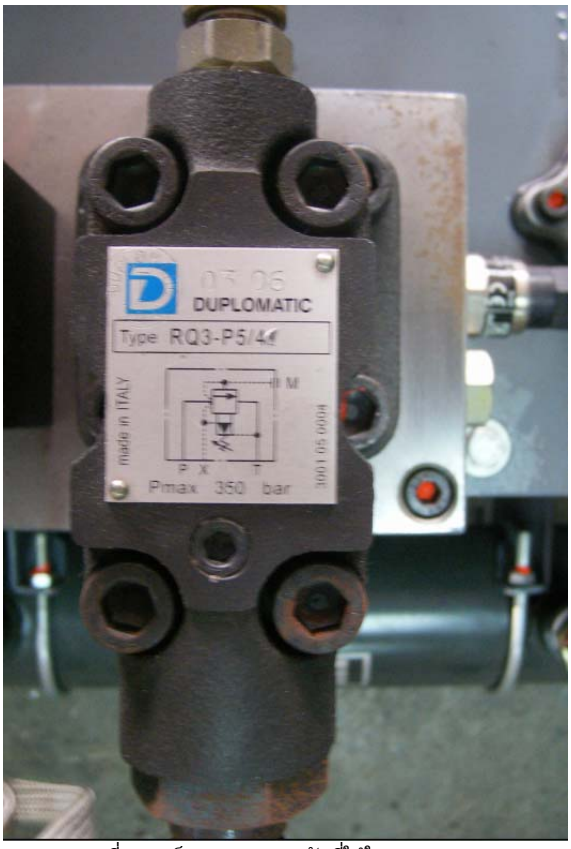
รูปที่ 2 ระบบไดนาโมมิเตอร์ชนิดอุกทกสถิต

ตารางที่ 3 รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

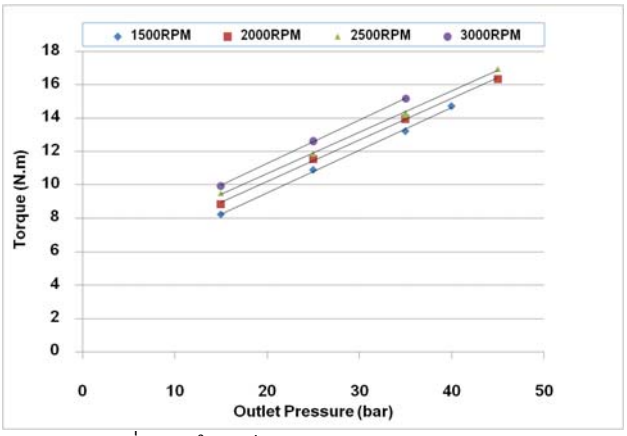
อุปกรณ์	
เครื่องยนต์	Loncin G270, 270 cc, 9 HP
เครื่องสูบ	Bondioli & Pavesi, HPL MA214DSPG6G4B00
วาล์วระบายความดัน	Duplomatic, RQ3-P5
วาล์วจำกัดอัตราการไหล	Duplomatic, PRC1-30
เซนเซอร์วัดแรงบิด	MDI-Series 2000-50

6. ผลการทดสอบการใช้วาล์วระบายความดันเพื่อควบคุมปริมาณภาระ

ในการทดสอบนี้ใช้การปรับความดันขาออกจากเครื่องสูบด้วยวาล์วระบายความดัน (Pressure Relief Valve, รูปที่ 3) ซึ่งทำหน้าที่รักษาความดันให้คงที่ตามการปรับตั้ง โดยการตั้งความดันเพื่อปรับปริมาณภาระและทำการปรับลิ้นเร่งของเครื่องยนต์เพื่อทำการรักษาอัตราเร็วรอบการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งผลทดสอบได้แสดงในรูปที่ 4 โดยระบบนี้สามารถสร้างแรงบิดเพื่อใช้เป็นภาระได้ตั้งแต่ 8 ถึง 18 N.m ทั้งนี้เป็นข้อจำกัดของขนาดเครื่องยนต์ความดันในระบบยังสูงไม่ถึงครึ่งหนึ่งของความดันทำงานสูงสุดที่ 250 BAR ทั้งนี้ผลการทดสอบได้แสดงถึงความสัมพันธ์ของความดันขาออกของเครื่องสูบและแรงบิดมีลักษณะเป็นเชิงเส้นตรง อย่างไรก็ตามที่อัตราเร็วรอบที่สูงขึ้นก็มีแนวโน้มต่อปริมาณภาระ(แรงบิด)ที่สูงขึ้นที่ความดันเดียวกันซึ่งสอดคล้องกับผลการจำลองในการศึกษาก่อนหน้านี้ [7]



รูปที่ 3 วาล์วระบายความดันที่ใช้ในการทดสอบ



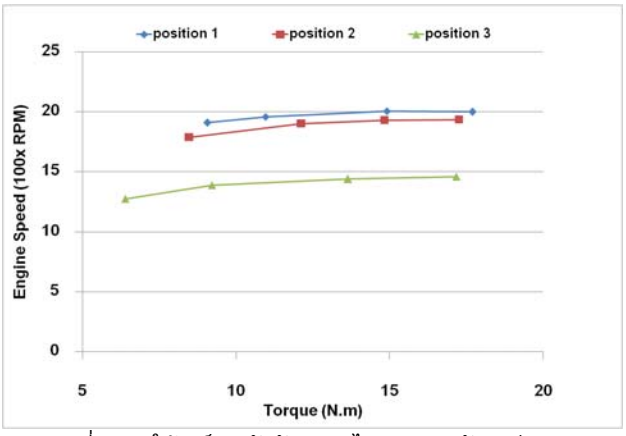
รูปที่ 4 การใช้วาล์วระบายความดันความคุมภาระ

7. ผลการทดสอบการใช้วาล์วจำกัดอัตราการไหลในการควบคุมอัตราเร็วรอบ

อีกลักษณะการทำงานของระบบไดนาโมมิเตอร์คือการควบคุมอัตราเร็วรอบ ในระบบอุทกสถิตย์นั้นการควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิคสัมพันธ์กับอัตราเร็วรอบของเครื่องสูบ ในการ

ทดสอบนี้ได้ใช้วาล์วจำกัดอัตราการไหล (Flow Regulator) ที่มีใช้อยู่ในระบบไฮดรอลิคตามที่แสดงในรูปที่ 5 อีกทั้งวาล์วรุ่นที่ใช้นี้ยังสามารถปรับตัวเข้าการความดันและอุณหภูมิของน้ำมันที่เปลี่ยนไป (Pressure and Temperature Compensate) ซึ่งจะรักษาระดับอัตราการไหลได้คงที่ การทดสอบได้ทำการปรับตั้งวาล์วจำกัดอัตราการไหลให้คงที่ในรูปที่ 6 พบว่าเมื่อทำการปรับลิ้นเร่งให้ภาระสูงขึ้นระบบไดนาโมมิเตอร์ยังคงรักษาความเร็วรอบไว้ได้โดยมีความเปลี่ยนแปลงในย่านที่ใช้ทดสอบไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งก็สอดคล้องกับการจำลองในการศึกษาก่อนหน้านี้ ที่เป็นผลมาจากประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของเครื่องสูบ

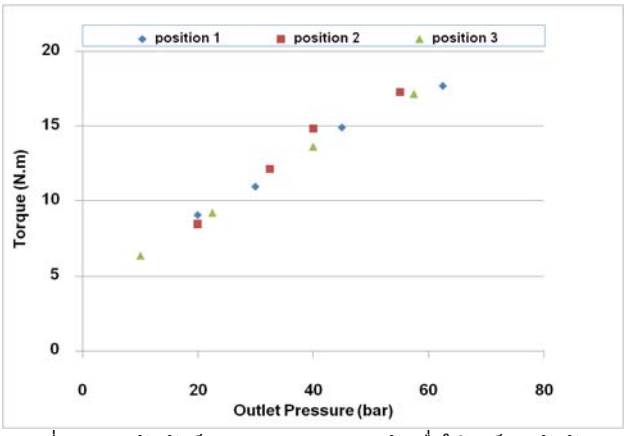
รูปที่ 5 วาล์วจำกัดอัตราการไหลที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 6 การใช้วาล์วจำกัดอัตราการไหลควบคุมอัตราเร็วรอบ

ทั้งนี้ในทางปฏิบัติเมื่อระหว่างทำการปรับแต่งเครื่องยนต์บนไดนาโมมิเตอร์ที่สภาวะหนึ่งอาจจะมีกำลังเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้วาล์วจำกัดอัตราการไหลในการควบคุมอัตราเร็วรอบของไดนาโมมิเตอร์ได้

ในรูปที่ 7แสดงถึงความสัมพันธ์ของภาระของไดนาโมมิเตอร์และความดันในระบบจะเห็นถึงแนวโน้มในลักษณะแปรผันตรงแต่เมื่อดูในรายละเอียดแล้วพบว่าจะมีความไม่แน่นอนอยู่ ทั้งนี้เนื่องจากการตอบสนองที่รวดเร็วของวาล์วจำกัดอัตราการไหลในการรักษาค่าที่ตั้งไว้ในขณะที่การทำงานของเครื่องยนต์สูบเดียวชนิด 4 จังหวะที่มีจังหวะกำลังและจังหวะอัดเป็นวัฏจักรส่งผลให้ความดันในระบบและแรงบิดเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามวัฏจักรการทำงานและยากต่อการอ่านค่า



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ของแรงบิดและความดันเมื่อใช้วาล์วจำกัดอัตราการไหลควบคุม

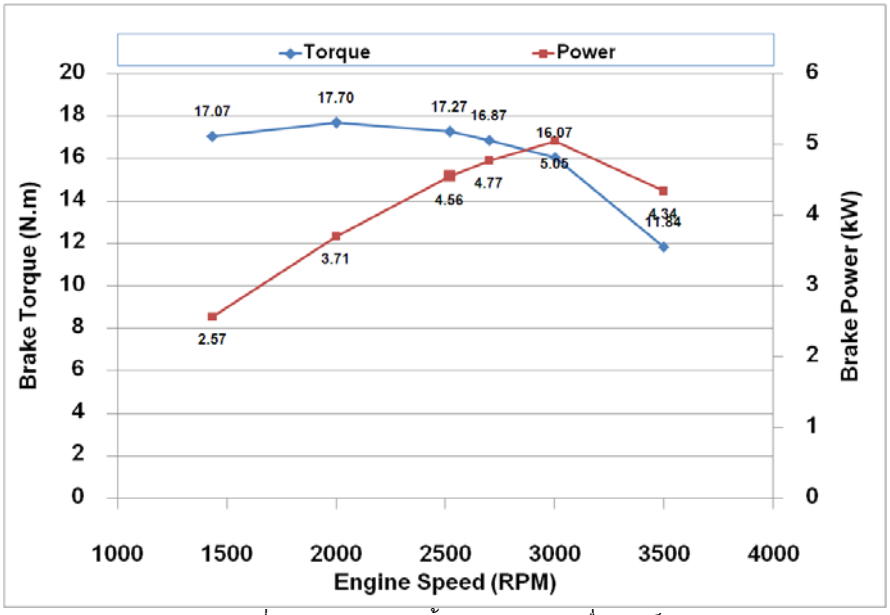
8. การใช้ระบบอุทกสถิตย์เป็นไดนาโมมิเตอร์ต้นทุนต่ำ

จากผลการทดสอบข้างต้นได้ชี้ให้เห็นว่าการใช้วาล์วควบคุมไฮดรอลิคใช้ควบคุมการทำงานของระบบอุทกถิตย์ได้ในกรณีการควบคุมภาระและการควบคุมอัตราเร็วรอบ อย่างไรก็ตามการใช้วาล์วจำกัดอัตราการไหลในการควบคุมอัตราเร็วรอบนั้นที่ในการทดสอบนี้ที่เป็นเครื่องยนต์ชนิดสูบเดียวก่อให้เกิดปัญหาในการอ่านค่าภาระซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการใช้ระบบจัดเก็บข้อมูลชนิดความถี่สูง (High-Bandwidth Data Acquisition) ซึ่งมีราคาสูงและผิดวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ ในส่วนของการควบคุมภาระด้วยวาล์วระบายความดันนั้นระบบอุทกสถิตย์สามารถตอบสนองได้ดีสามารถทำการปรับภาระได้ตามความต้องการในการทดสอบและอ่านค่าภาระ(แรงบิด)และความดันโดยที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ระบบจัดเก็บข้อมูลที่มีราคาสูง จากรูปที่ 8 แสดงถึงการทดสอบที่มุมลิ้นเร่งสูงสุดของเครื่องยนต์ทดสอบ

อนึ่งจากผลการทดสอบวาล์วระบายความดันสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมภาระของไดนาโมมิเตอร์ได้อีกทั้งยังสามารถใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ระหว่างความดันของระบบและแรงบิดเพื่อใช้ประเมินปริมาณภาระได้ โดยความสัมพันธ์สามารถเขียนออกมาเป็นสมการของ แรงบิด (T), ความดัน (P) และ อัตราเร็วรอบ (RPM) ซึ่งได้แสดงในสมการที่ (1) โดยที่ แรงบิดมีหน่วยเป็น N.m, ความดันมีหน่วยเป็น BAR_g, อัตราเร็วรอบมีหน่วยเป็นรอบต่อนาที และมีค่า r^2 = 0.99999

$$T = 2.978538584 + 0.001068592665 \times RPM + 0.2505678677 \times P \quad (1)$$

จากการวิเคราะห์นี้สามารถกล่าวได้ว่าระบบอุทกสถิตย์สามารถใช้ประโยชน์จากความดันในระบบเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณภาระได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดแรงบิดที่มีราคาสูงไว้ตลอดเวลา แต่ใช้เพียงเพื่อการปรับเทียบค่าเท่านั้น



รูปที่ 8 การทดสอบมุมลิ้นเร่งสูงสุดของเครื่องยนต์

9. สรุป

ไดนาโมมิเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญต่อการวิจัยและพัฒนาเครื่องยนต์พลังงานทดแทน ซึ่งที่ต้นทุนที่สูงเนื่องจากเป็นอุปกรณ์เฉพาะทางที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ในบทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดในการสร้างไดนาโมมิเตอร์ที่เหมาะสมกับประเทศไทยโดยการใช้อุปกรณ์ไฮดรอลิคเชิงพาณิชย์ที่จัดหาได้ง่ายและมีราคาไม่สูงจนเกินไป ผลการทดสอบระบบอุทกสถิตย์ชี้ให้เห็นว่าสามารถใช้วาล์วระบายความดันเป็นควบคุมปริมาณภาระได้เป็นอย่างดี สำหรับการใช้วาล์วจำกัดอัตราการไหลนั้นสามารถควบคุมอัตราเร็วรอบได้แต่พบปัญหาในการวัดแรงบิดที่มีการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์สูบเดียวที่ใช้ในการทดสอบนี้ ทั้งนี้ยังพบว่าความเป็นไปได้ในการใช้ค่าความดันของระบบเป็นตัวบ่งชี้ภาระแทนการใช้เครื่องวัดแรงบิดที่มีราคาสูงและมีข้อเสนอแนะดังนี้

- สำหรับระบบต้นทุนต่ำที่ใช้ทดสอบเครื่องยนต์สูบเดียวควรใช้วาล์วระบายความดันเป็นอุปกรณ์ควบคุมไดนาโมมิเตอร์เพื่อความสะดวกในการวัดภาระ
- ทำการทดสอบเพิ่มเติมในการใช้วาล์วจำกัดอัตราการไหลกับเครื่องยนต์หลายสูบ
- พัฒนาวิธีการวัดแรงบิดที่มีต้นทุนต่ำและความน่าเชื่อถือที่ยอมรับได้เพื่อใช้ปรับเทียบระบบหรือทดแทนเซนเซอร์วัดแรงบิดที่มีราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

10. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ในโครงการ “ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ: กรณีศึกษาเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงทางเลือก” (MT-B-50-END-08-052-I) อีกทั้งยังขอขอบคุณ คุณพัทยา อุ่นอก นักศึกษาจาก ภาควิชาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดสอบนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Michael Plint and Anthony Martyr, Engine Testing: Theory and practice, Butterworth Heinemann, Oxford.
2. J.L. Lahti and J.J Moskwa, A Transient Hydrostatic Dynamometer for Testing Single-Cylinder Prototypes of Multi-Cylinder Engines, SAE Technical Paper 2002-01-0616, 2002
3. G.R. Babbit, et. al., “Design of an Integrated Control and Data Acquisition System for a High-Bandwidth, Hydrostatic, Transient Engine Dynamometer”, Proceedings of the 1997 American Control Conference, Vol. 2, 1997, p. 1157-1161.
4. J.L. Lahti and J.J Moskwa, “A Transient Hydrodynamic Dynamometer for Single Cylinder Engine Research”, Proceding of 15th Triennial World Congress, Barcelona, Spain, 2002.
5. G.R. Babbit and J.J Moskwa, “Implementation Details and Teat Results for a Transient Engine Dynamometer and Hardware in the Loop Vehicle Model”, Procedings of 1999 IEEE International Symposium on Computer Aided Control System Design, 1999, p.569 - 574.
6. รักษิต ฐิติพัฒนพงศ์, “ไดนาโมมิเตอร์ต้นทุนต่ำสำหรับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก”, การประชุมสัมมนาวิชาการวิศวกรรมยานยนต์ ครั้งที่ 4, สมาคมวิศวกรรมยานยนต์ไทย (TSAE), 2551
7. รักษิต ฐิติพัฒนพงศ์, สารพล ฐิติพัฒนพงศ์, สวัฒน์ กุลธนปรีดา, "การออกแบบไดนาโมมิเตอร์ชนิดอุทกสถิตย์สำหรับเครื่องยนต์ขนาดเล็ก" การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4, 2551, หน้า 559-563