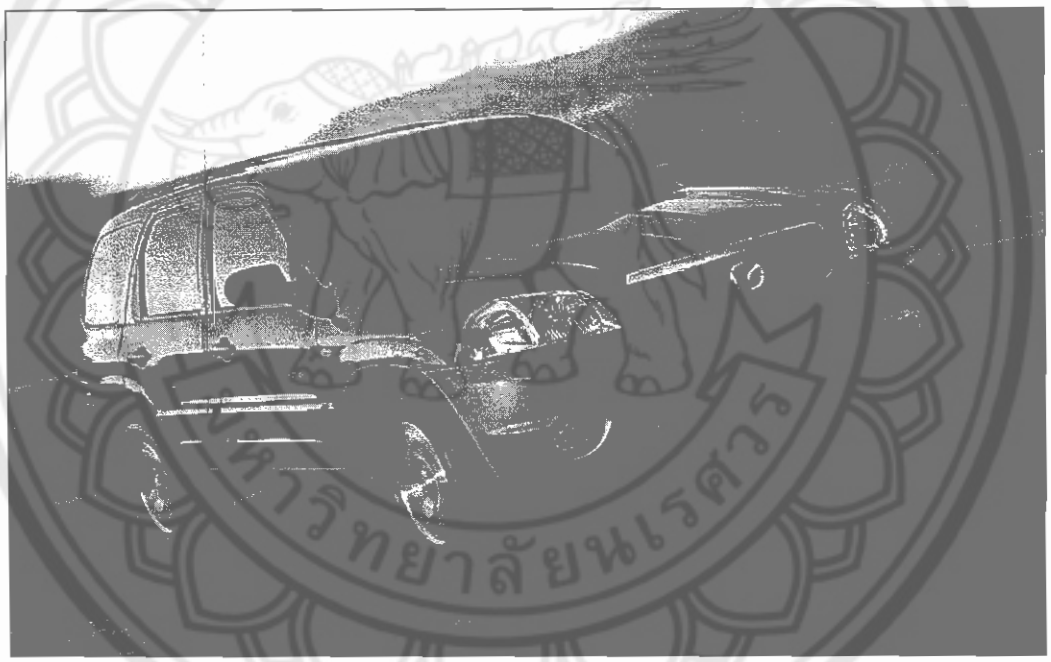
บทที่ 3
เครื่องยนต์ดูราเทค 3.0 ลิตร

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการศึกษาถึงระบบการทำงานที่สำคัญของเครื่อง ดูราเทค 3.0 ลิตร ซึ่งได้แก่ ระบบเชื้อเพลิง, ระบบหมุนเวียนไอเสียกลับมาใช้ใหม่, ระบบป้องกันการเกิดไอของเชื้อเพลิง, ระบบการไหลเข้าของอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้, ระบบลิ้นปีกผีเสื้อ, ระบบระบายอากาศบริเวณเพลาข้อเหวี่ยง, ระบบไอเสียและตัวเร่งปฏิกิริยาทางไอเสีย และระบบควบคุมทางไฟฟ้า โดยที่เครื่องยนต์ดูราเทคนั้นถูกนำมาใช้ในรถยนต์มาสด้า ทริบิว ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวถึงต่อไป

3.1 รถยนต์มาสด้าทริบิว

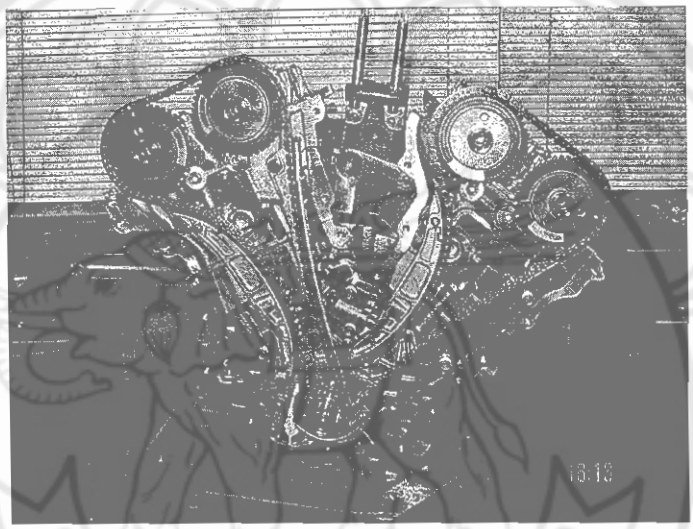


รูปที่ 3.1 รถยนต์มาสด้าทริบิว

Mazda Tribute เป็นการออกแบบความสะดวกสบายแบบรถยนต์นั่งและความอเนกประสงค์ของรถยนต์ประเภทที่ใช้ระบบการขับเคลื่อนสี่ล้อเข้าไว้ด้วยกันโดยจะมุ่งเน้นไปที่ดีไซน์ของตัวรถแบบรถสปอร์ต รวมกับรูปลักษณ์ที่แข่งแกร่งในแบบของรถออฟโรด รวมเข้าไว้ด้วยกันภายใต้แนว ความคิดที่ว่า **"The SUV with the soul of a sport car"** สมรรถนะเครื่องยนต์ขนาด 3.0 ลิตร แบบ V6 Duratec DOHC 24 วาล์ว 197 แรงม้า ระบบขับเคลื่อนสี่ล้อแบบ RBC - On Demand 4WD

3.2 ลักษณะของเครื่องยนต์ดูราเทค

เครื่องยนต์ดูราเทค เป็นเครื่องยนต์ขนาด 6 สูบ ความจุของกระบอกสูบ 3,000 ซีซีวาล์วไอดี 12 วาล์วและวาล์วไอเสีย 12 วาล์ว (มี 4 วาล์วต่อ 1 สูบ) เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ 89.0 มิลลิเมตร ระยะชัก 79.5 มิลลิเมตร อัตราส่วนการอัด 10 : 1 ขนาดของแรงม้าสูงสุด 150 กิโลวัตต์ (197 แรงม้า) ที่ 6,000 รอบต่อนาที แรงบิดสูงสุด 265 นิวตัน-เมตร ที่ 4,750 รอบต่อนาที



รูปที่ 3.2 เครื่องยนต์ดูราเทค

3.3 ระบบการทำงานของเครื่องยนต์ดูราเทค

3.3.1 ระบบเชื้อเพลิง (Fuel System)

ลักษณะโดยทั่วไป

ระบบเชื้อเพลิงทำให้หัวฉีดฉีดน้ำมันให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง และน้ำมันที่ได้จะต้องสะอาด และ Powertrain Control Module (PCM) ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง และควบคุมวงจรของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

PCM จะกำหนดช่วงเวลาของรอบการเปิด-ปิดของหัวฉีดเชื้อเพลิง เพื่อให้การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นไปอย่างเหมาะสม ถ้าข้อมูลของน้ำมันเชื้อเพลิงที่รับเข้ามานั้นมีการเปลี่ยนแปลง ระบบเชื้อเพลิงจะมีการเรียนรู้ใหม่ แล้วเก็บข้อมูลเหล่านั้นไว้ใน Keep Alive RAM (หน่วยความจำใน PCM)

PCM สามารถทำงานโดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่อเข้ากับแบตเตอรี่ เป็นระยะเวลานานประมาณ 5 นาที การตัดของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel cut) เนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ

ประการที่ 1 คือ ความเร็วรอบการทำงานของเครื่องยนต์ที่ไม่เหมาะสม

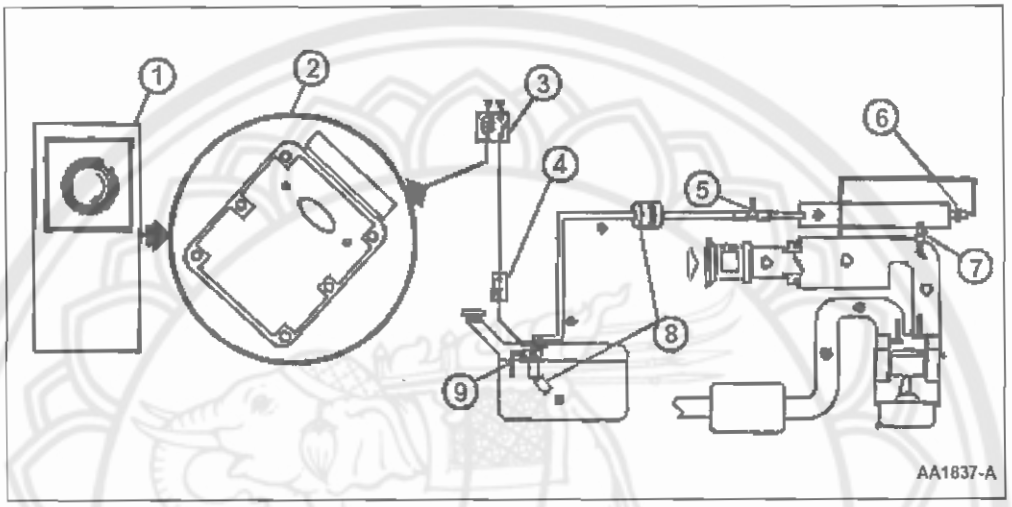
ประการที่ 2 คือ ภายในเครื่องยนต์ได้รับสัญญาณการไม่จุดติดไฟเกิดขึ้น

วงจรของระบบเชื้อเพลิง (Mechanical Return Fuel System)

ระบบของเชื้อเพลิงประกอบด้วยถังน้ำมันเชื้อเพลิง, ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง, ตัวตรวจจับแรงดันน้ำมัน, ตัวกรองน้ำมันเชื้อเพลิง, สายส่งน้ำมัน, รางฉีดน้ำมัน, Fuel rail pulse Damper, Schrader/pressure test point การทำงานจะแสดงให้เห็นเป็นลำดับดังนี้ และ ใช้รูปที่ 3.3 ประกอบ

1. ระบบการส่งถ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำงานก็ต่อเมื่อ PCM ได้รับสัญญาณจากเพลาข้อเหวี่ยง ว่ามีการทำงานเกิดขึ้น
2. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Pump) ถูกควบคุมการทำงานด้วย PCM
3. PCM ทำหน้าที่สั่งกระแสไฟฟ้าลงกราวน์เพื่อส่งสัญญาณไปที่ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
4. สวิทซ์ inertia fuel shut-off (IFS) จะถูกใช้เพื่อกระตุ้นวงจรในส่วนที่ 2 ถ้าเกิดปะทะกันของน้ำมันเชื้อเพลิง สวิทซ์ IFS จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันการปะทะกันของน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งหลังจากที่มีการตรวจสอบทุกอย่างทั้งหมดอย่างละเอียดแล้วจะทำการ Reset ระบบต่างๆของรถยนต์ ข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาจากสวิทซ์ IFS จะใช้อ้างอิงในระบบต่อไป
5. วาล์วที่ใช้ทดสอบความดัน เรียกว่า Shrader valve จะต้องอยู่บริเวณรางของน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นตัวที่ใช้วัดความดันของหัวฉีดว่าฉีดน้ำมันออกมาในปริมาณเท่าใด จากนั้น Shrader valve จะทำการวิเคราะห์และปรับปรุงเพื่อให้เกิดความเหมาะสม
6. รางน้ำมันเชื้อเพลิง มีลักษณะการทำงานแบบ Pulse damper ทำหน้าที่ ลดเสียงที่เกิดขึ้นของระบบเชื้อเพลิงสำหรับเสียงที่เกิดขึ้น คือ การสั่นสะเทือนของหัวฉีดแต่ละหัว (Vacuum port) ในบริเวณ damper ซึ่งถูกเชื่อมต่อไปยังท่อร่วมจำนวนมากที่เป็นลักษณะสุญญากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการทะลักออกมาของเชื้อเพลิง
7. หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นการทำงานของ Valve solenoid ซึ่งเป็นตัววัดการไหลเข้าของเชื้อเพลิงในแต่ละลูกสูบ หัวฉีดจะมีการเปิด-ปิดคงที่สัมพันธ์ต่อรอบการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ฉีดออกไปถูกควบคุมตามช่วงความยาวของการฉีด
8. บริเวณนี้มีอุปกรณ์กรองน้ำมันมีทั้งหมด 3 ชิ้น คือ nylon mesh screen ซึ่งติดอยู่บริเวณข้างของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง การทำงานนั้นถ้าน้ำมันเชื้อถูกดูดมาอย่างแรงจะมีผลดีกับ nylon mesh screen มาก สำหรับ fuel filter screen จะอยู่บริเวณรางน้ำมันเชื้อเพลิง อยู่ทางด้านข้างของหัวฉีด fuel filter ตำแหน่งจะติดตั้งไว้อยู่ระหว่าง ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง และ pressure test point /shrader valve
9. fuel pump (FP) module จะประกอบไปด้วย คือ 3 ส่วน fuel pump, fuel pressure regulator (ตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง) และ fuel sender สำหรับ fuel pressure regulator จะอยู่ติดกันกับ

fuel pump ซึ่งอยู่ภายใน fuel pump module บริเวณของถังน้ำมัน ทำหน้าที่เป็นตัวที่ควบคุมแรงดันก่อนที่จะจ่ายแรงดันให้กับหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง fuel pressure regulator ที่ทำหน้าที่ในการคลายวาล์วสปริงเพื่อให้เกิดแรงดันของเชื้อเพลิง แล้วถูกใช้ต่อไปยังระบบเชื้อเพลิง ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจะผ่านโดยตรงไปยัง regulator และกลับไปยังถังน้ำมันอีกครั้งหนึ่ง

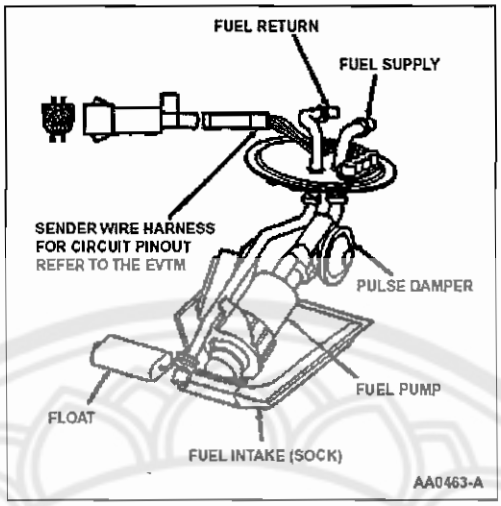


ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.3 ระบบของ Fuel system

Fuel Pump and Reservoir

Fuel Pump module ดังรูปที่ 3.4 ซึ่งติดอยู่บริเวณด้านข้างของถังน้ำมันและบริเวณถังน้ำมันสำรอง สำหรับ Pump ประกอบด้วย discharge check valve ซึ่งจะเป็นตัวที่รักษาความดันหลังจากที่ดับเครื่องยนต์ไปแล้วจะป้องกันความผิดพลาดของการไหลของเชื้อเพลิง ขณะที่น้ำมันในถังอยู่ในระดับที่ต่ำ

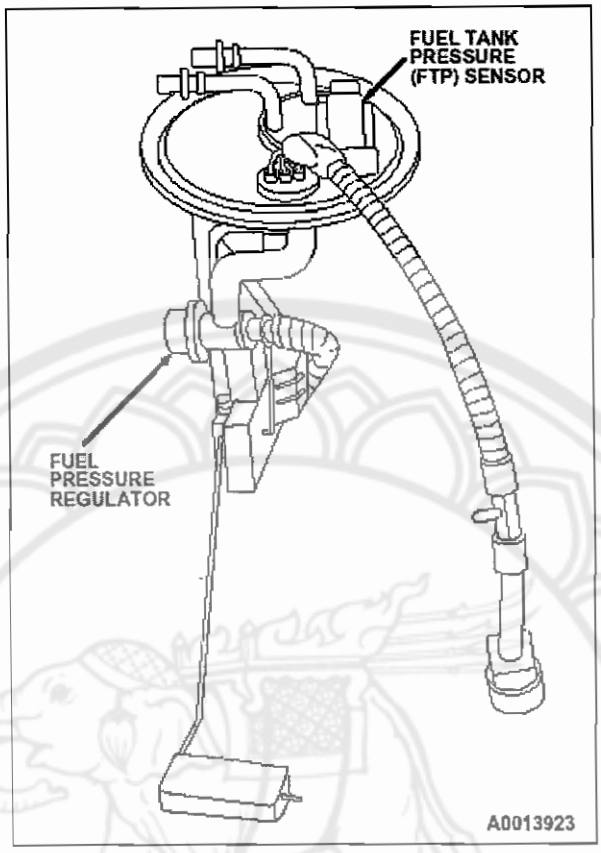


ที่มา : 2002 , Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.4 Fuel Pump Module

Fuel Pump Module

Fuel Pump (FP) module เป็นอุปครณ์อย่างหนึ่งซึ่งจะประกอบไปด้วย fuel Pump และ sender fuel Pump ติดตั้งอยู่บริเวณด้านข้างของ FP module reservoir โดยจะทำหน้าที่ให้เชื้อเพลิงไหลผ่านท่อร่วม FP module ไปยังเครื่องยนต์และ FP module jet Pump เป็นส่วนที่เพิ่มเข้าไปอยู่ในส่วนของ reservoir Check valve ซึ่งจะติดตั้งอยู่บริเวณของ ท่อร่วมไอดีทำหน้าที่ในการรักษาความดันขาออกของเชื้อเพลิง เมื่อ Fuel Pump ไม่ได้รับการกระตุ้น Flapper valve ที่อยู่บริเวณด้านล่างของ reservoir จะเปิดทางให้เชื้อเพลิงไหลผ่านไปก่อน และที่สำคัญที่สุดปริมาณของเชื้อเพลิงในระหว่างนี้จะต้องมีปริมาณที่มากพอ



ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.5 Mechanical Returnless Fuel Pump Module (FPM)

Fuel filter

ในระบบนี้ประกอบด้วย filtering 4 ตัว หรือเรียกว่า screening ดังต่อไปนี้

1. Fuel intake sock หรือว่า screen เป็นลักษณะของดาข่าย nylon ติดตั้งอยู่บริเวณด้านข้างส่วนบนของ intake pump ซึ่งไม่สามารถที่จะแยกออกจากกันได้
2. Filter/screen จะอยู่ที่บริเวณรางฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งจะอยู่ติดกับหัวฉีดและไม่สามารถที่จะแยกกันได้
3. filter/screen อยู่บริเวณทางเข้าด้านข้างของ Fuel pressure regulator ทำหน้าที่ควบคุม และไม่สามารถที่จะแยกส่วนออกจากกันได้
4. Fuel fiter ติดตั้งอยู่บริเวณระหว่าง Fuel Pump (ที่อยู่ในถังน้ำมัน) และ Pressure test point (Schrader valve) หรือ บริเวณหัวฉีด ส่วนนี้อาจจะแยกออกจากกันได้

Pressure test point

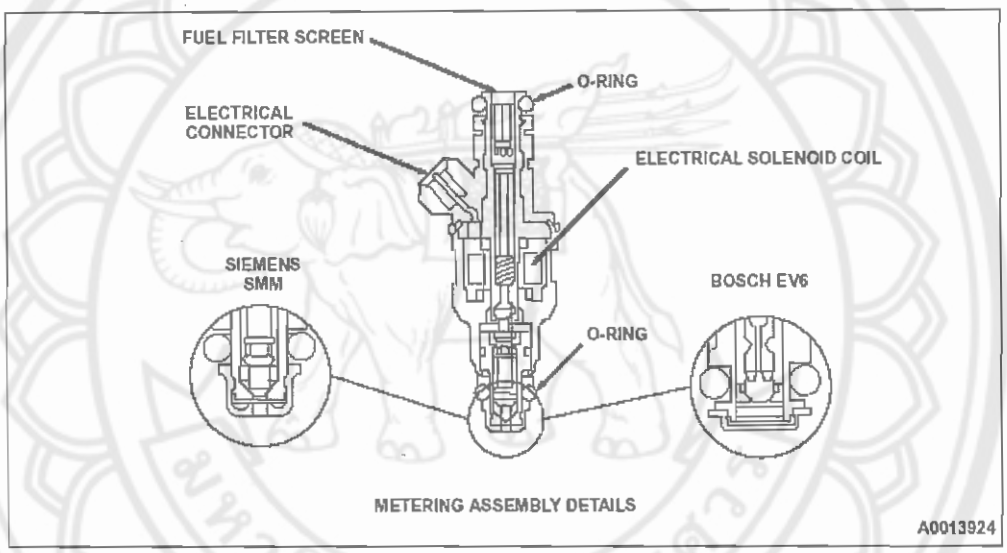
Pressure test point กับ Schrader fitting อยู่ภายในรางฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นตัวที่ลดแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงบริเวณหัวฉีด และวิเคราะห์การทำงานของระบบเชื้อเพลิงด้วย

Fuel injector

หัวฉีดเชื้อเพลิงตามรูปที่ 3.6 เป็นการทำงานของ วาล์วโซลินอยล์ ซึ่งจะวัดการไหลของเชื้อเพลิงในรถยนต์ การเปิดของหัวฉีดนั้นจะทำงาน ในช่วงเวลาที่เหมาะสม ตามรอบการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง ปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกควบคุมการฉีดให้เหมาะสมตามความยาวของช่วงเวลาการฉีด

CAUTION (คำเตือน)

ห้ามต่อขั้ว+ ของแบตเตอรี่โดยตรงกับหัวฉีด เพราะโซลินอยล์อาจจะเกิดความเสียหายภายในได้ ในช่วงจังหวะประมาณเสี้ยววินาทีหัวฉีดเป็นลักษณะแบบ DRI (deposit resistant injector) ไม่ต้องมีการทำความสะอาด อย่างไรก็ตาม สามารถที่จะตรวจสอบการไหลได้ ถ้าพบว่าการฉีดไม่ตรงตามที่กำหนด



ที่มา : 2002, Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.6 หัวฉีด

3.3.2 ระบบหมุนเวียนไอเสียกลับมาใช้ใหม่ [Exhaust Gas Recirculation (EGR) System]

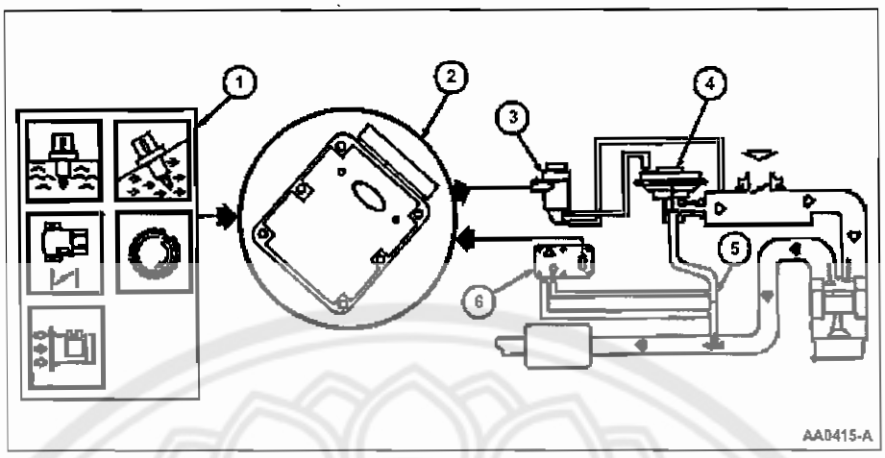
ลักษณะโดยทั่วไป

ระบบ EGR คือ ระบบที่ใช้ควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ปริมาณไอเสียปริมาณไม่มากนักจะถูกนำกลับมาใช้ในห้องเผาไหม้อีกครั้ง ซึ่งจะไปรวมกับไอดีแล้วกลับเข้ามายังห้องเผาไหม้ใหม่อีกครั้ง อุณหภูมิในห้องเผาไหม้จะลดลง แล้วแก๊สไอเสีย (Nox) มีปริมาณลดลงด้วย ส่วนความดันที่เปลี่ยนไปของ EGR นั้นขึ้นอยู่กับ sensor ของตัวดังกล่าว EGR Vacuum regulator solenoid, EGR valve,

องค์ประกอบของท่อ orifice, PCM, วงจร (connecting wire) และ vacuum hoses การทำงานจะอยู่ในรูปที่ 3.7

Differential Pressure Feedback EGR System

1. Differential Pressure Feedback EGR ได้รับสัญญาณมาจาก Engine Coolant Temperature sensor (ECT) , Intake Air Temperature sensor (IAT) , Throttle position (TP) sensor, Mass Air Flow sensor (MAF) ,Crankshaft Position sensor (CP) จะรายงานสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ในขณะนั้น เพื่อส่งข้อมูลต่อไปยัง PCM เครื่องยนต์ต้องมีการอุ่นเครื่องเพื่อให้มีอุณหภูมิตามสภาวะการทำงานที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นรถหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่อยู่ก็ตาม ภาวะที่ได้จะต้องเหมาะสมต่อการทำงานของระบบ EGR ถ้าภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ไม่เหมาะสม PCM จะสั่งการให้ระบบ EGR ไม่ทำงานรวมทั้งไม่มีการทำงานของ EGR ในขณะรอบเดินเบา
2. PCM จะคำนวณการใช้ปริมาณก๊าซไอเสียจำนวนเท่าไหร่ ที่จะให้ไปกับเครื่องยนต์สำหรับสภาวะดอนนั้นๆ หลังจากนั้นก็จะทำการค้นหาความดันที่ลดลงไป ซึ่งจะทำการวัดบริเวณปากทางเข้าของอากาศที่มายังห้องเผาไหม้
3. ซึ่งหลังจากที่เสร็จสิ้นแล้วก็จะส่งสัญญาณที่สมบูรณ์ออกไปยัง EGR vacuum regulator solenoid
4. EGR vacuum regulator solenoid จะได้รับสัญญาณการเปลี่ยนแปลง (จาก 0-100 %) ถ้าในกรณีค่าที่ได้มากกว่าที่กำหนดไว้จะมีการส่งสัญญาณออกไปยัง EGR valve
5. ในการเพิ่มขึ้นของแก๊สไอเสียในระบบ EGR ก็จะไปปรากฏในไดอะแกรมของ EGR จากนั้น EGR valve จะทำการควบคุมวาล์วสปริง และทำการปรับระดับ EGR valve pintle ให้ปิดการทำเช่นนี้จะทำให้เกิดการไหล ย้อนกลับของแก๊สไอเสียไปยังท่อร่วมไอดี
6. ในตอนแรกที่แก๊สไอเสียไหลผ่าน EGR valve นั้นจะต้องมีการไหลผ่านเข้าไปยัง EGR metering orifice ก่อน EGR valve จึงจะสามารถที่จะเปิดออกได้โดยที่ความดันของแก๊สไอเสียที่ไหลย้อนกลับไปยังท่อร่วมไอดี เมื่อแก๊สไอเสียมีการไหล ความดันก็จะถูกลดให้ต่ำลง ในกรณีที่ EGR valve ปิด นั่นก็หมายความว่าไม่มีการไหลผ่านของแก๊สไอเสีย โดยที่การวัดในบริเวณ orifice ทั้ง 2 ด้าน ค่าของความดันต้องมีค่าเท่ากัน PCM จะทำให้ความดันลดลงเพื่อที่จะให้ผ่านไปยัง orifice ทำให้การไหลของไอเสียเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
7. Differential Pressure Feedback EGR Sensor ใช้วัดความดันที่ลดลงเมื่อผ่านไปยัง orifice แล้วยังส่งให้สัญญาณความต่างศักย์ประมาณ 0-5 โวลท์ ไปยัง PCM จากนั้น PCM ก็จะใช้สัญญาณนี้แปลงให้เป็นสัญญาณที่ถูกต้อง โดยให้ตรงกับความต้องการในระบบการไหลของ EGR

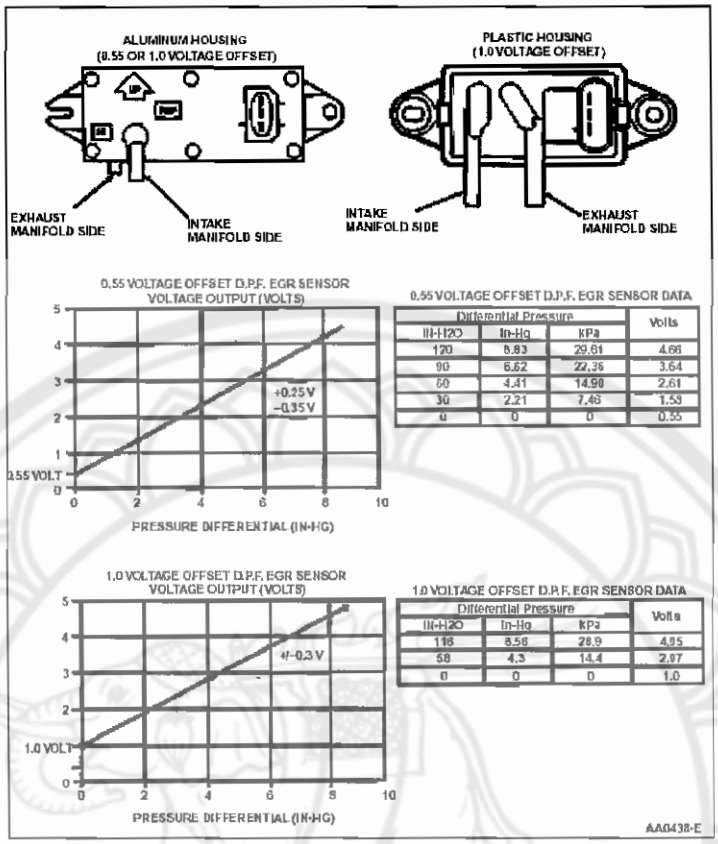


ที่มา : 2002 , Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.7 Differential Pressure Feedback EGR System Operations Hardware

Differential Pressure Feedback EGR Sensor

Differential Pressure Feedback EGR Sensor ตามรูปที่ 3.8 นั้นเป็น เซรามิก ใช้เปลี่ยนแปลงความดัน และใช้ตรวจสอบความแตกต่างของความดัน ที่อยู่บริเวณ orifice ภายในบริเวณท่อ Orifice Differential Pressure Feedback EGR Sensor แล้วท่อดังกล่าวจะได้รับสัญญาณมาจาก 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็น downstream pressure hose (REF SIGNAL) และในส่วนของ upstream pressure hose (HI SIGNAL) HI และ REF hose ถูกเชื่อมต่อเข้าไปในส่วนที่เป็น Aluminum differential pressure feedback EGR sensor (สัญญาณ HI นั้นขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางจะต้องมีขนาดที่ใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง REF) Differential Pressure Feedback EGR Sensor จะส่งสัญญาณไปยัง PCM เป็นลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อที่จะไปลดความดันลงโดยการคำนวณขนาดจาก orifice แล้วให้ส่งสัญญาณต่อไปยัง PCM จากนั้น PCM ก็จะกำหนดการไหลย้อนกลับของแก๊สไอเสียอีกครั้งหนึ่ง



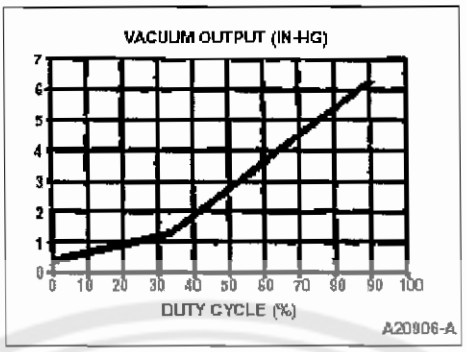
ที่มา : 2002 , Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.8 Differential Pressure Feedback EGR Sensor

EGR vacuum regulator solenoid

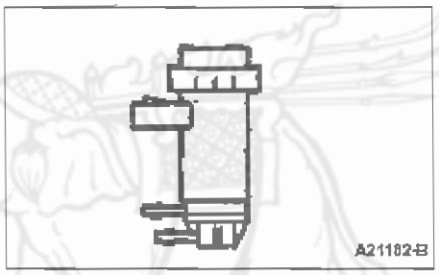
EGR vacuum regulator solenoid ตามรูปที่ 3.9 เป็นอุปกรณ์แบบแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งจะใช้ ควบคุมความเป็นสุญญากาศ ที่จะส่งให้กับ EGR valve กรณีโซลินอยล์จะมีคอยล์อยู่ทางด้านใน การควบคุมเป็นแบบแม่เหล็กส่งไปยัง Vacuum รอบของคอยล์ก็จะเพิ่มขึ้น สัญญาณของ vacuum จะผ่านโซลินอยล์ไปยัง EGR valve

สุญญากาศที่เพิ่มขึ้นไม่สามารถที่จะผ่านโดยตรงไปยัง EGR valve โดยจะถูกระบายให้ออกไปยังโซลินอยล์จากนั้นระบายออกไปสู่บรรยากาศ ที่วัฏจักร 0 % ไม่มีสัญญาณทางไฟฟ้าที่จะนำมาใช้งาน EGR vacuum regulator solenoid และจะยอมให้ Vacuum บางชนิดเท่านั้นที่ผ่านไปได้ แต่ก็ไม่เพียงพอที่จะให้ EGR valve เปิดได้



ที่มา : 2002 , Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.9 EGR Vacuum Regulator Solenoid(1)



ที่มา : 2002 , Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.10 EGR Vacuum Regulator Solenoid (2)

Duty Cycle (%)	Vacuum Output					
	Minimum		Nominal		Maximum	
	In-Hg	kPa	In-Hg	kPa	In-Hg	kPa
0	0	0	.38	1.28	.75	2.53
33	.55	1.86	1.3	4.39	2.05	6.9
90	5.69	19.2	6.32	21.3	6.95	23.47
EGR Vacuum Regulator Resistance: 26-40 Ohms						

ที่มา : 2002 , Mazda Tribute Workshop Manual

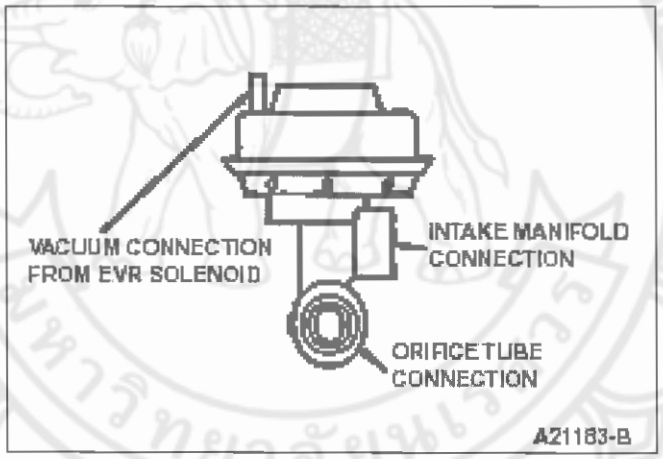
รูปที่ 3.11 EGR Vacuum Regulator Solenoid (3)

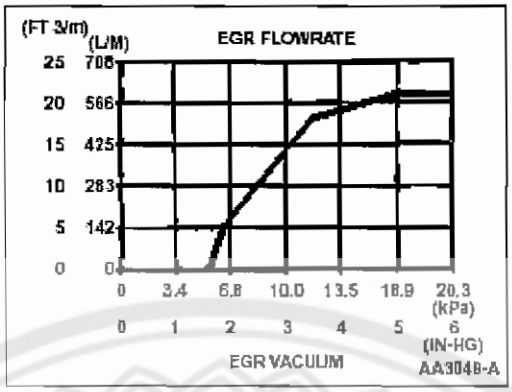
Exhaust Gas Recirculation Valve (EGR valve)

EGR valve ดามรูปที่ 3.12 จะอยู่ในระบบของ Differential Pressure Feedback EGR system ,vacumm-actuated EGR Valve วาล์วจะเป็นตัวที่ทำให้แก๊สที่ไหลเข้ามาเพิ่มขึ้น หรือลดลงก็ได้

สุญญากาศ จะถูกใช้งานไปในส่วนของ EGR valve diaphragm โดย EGR valve diaphragm ถูกสั่งการโดยแรงกระทำจากสปริง จากนั้นวาล์วจึงจะเริ่มเปิด ขณะเดียวกัน สัญญาณของสุญญากาศ ความดันลดลงประมาณ 5.4 Kpa (1.6 in-HG) หรือว่าน้อยกว่านั้น เมื่อใดก็ดามเมื่อ สปริงเริ่มปิด EGR valve จะเปิดอย่างเต็มที่ความดันประมาณ 15 Kpa (4.5 in-HG) เมื่อมีการไหลของแก๊สไอเสียเกิดขึ้นค่าความแปรปรวนค่อนข้างมาก

การไหลของแก๊สไอเสียระบบตรวจสอบความบกพร่องของ EGR valve จะเป็นตัวที่แจ้งเป็นรหัสแจ้งข้อบกพร่อง ถ้ามีการทดสอบแล้วไม่พบสำหรับการไหลของแก๊สไอเสีย EGR valve จะไม่มีการคำนวณหาค่าของแก๊สไอเสียที่เกิดขึ้น





ที่มา : 2002 , Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.12 EGR valve

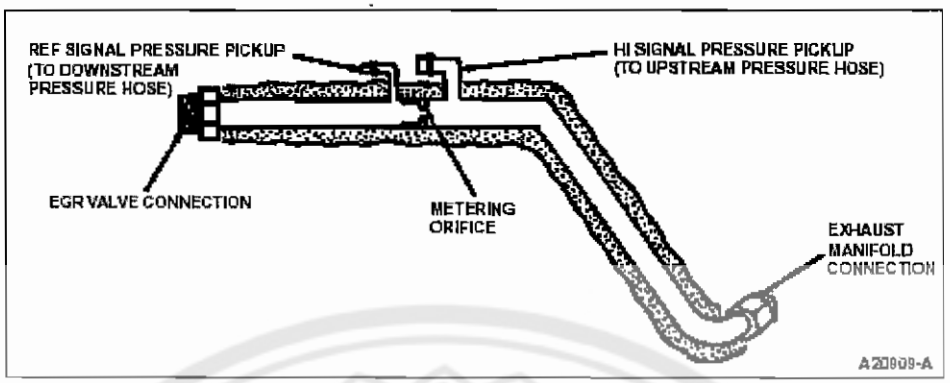
Orifice Tube Assembly

ตามรูปที่ 3.13 เป็นส่วนของท่อที่ต่อมาจากระบบไอเสียเพื่อที่จะต่อไปยังท่อร่วมไอดี โดยในส่วนนี้จะให้แก๊สไอเสียได้ไหลผ่านไปยังท่อร่วมไอดีแล้วติดตั้ง metering orifice เข้าไปด้วย ในท่อดังกล่าว ความดันที่ได้มี 2 ค่า orifice ใช้วัดความดันของแก๊สไอเสียที่ลดลง ซึ่งเหมือนกับในกรณีของ EGR valve ที่มีการเปิดหรือว่าปิดและความดันที่ผ่านมาแล้ว และถูกเก็บข้อมูลไว้โดย Differential pressure feedback EGR sensor ซึ่งจะเป็นตัวส่งสัญญาณกลับไปยัง PCM

3.3.3 ระบบป้องกันการเกิดไอน้ำของเชื้อเพลิง [Evaporative Emission (evap) System]

ลักษณะโดยทั่วไป

Evaporative Emission (evap) system เป็นระบบที่ป้องกันไอน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะก่อตัวขึ้นภายในบริเวณถังน้ำมัน ซึ่ง fuel vapor trapped อยู่ในบริเวณของ sealed tank ใช้เป็นทางออกของไอน้ำทางด้านบนของถังน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อไอน้ำมันเชื้อเพลิงมีการระเหยตัว วาล์วเป็นตัวให้แก๊สไอเสียไหลผ่านไปในทิศทางเดียว แล้วก็มีการไหลต่อไปยัง EVAP (ซึ่งจะตั้งอยู่ในบริเวณของเครื่องยนต์เป็นสัดส่วนที่เท่าๆ กัน อยู่ทางด้านหลังของเครื่องยนต์บริเวณที่เก็บสัมภาระ) เพื่อทำการเก็บไว้จนกระทั่งไอน้ำมันเชื้อเพลิงเหล่านั้นจะมีการกำจัดออกไปโดยการเผาไหม้ของเครื่องยนต์



ที่มา : 2002 , Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.13 ส่วนประกอบของ Orifice Tube Assembly

Evaporative Emission (evap) System แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. แบบ Enhance Evaporative Emission (Evap) System
2. แบบ On-Board Refueling Vapor Recovery (ORVR) Evaporative Emission (Evap) System

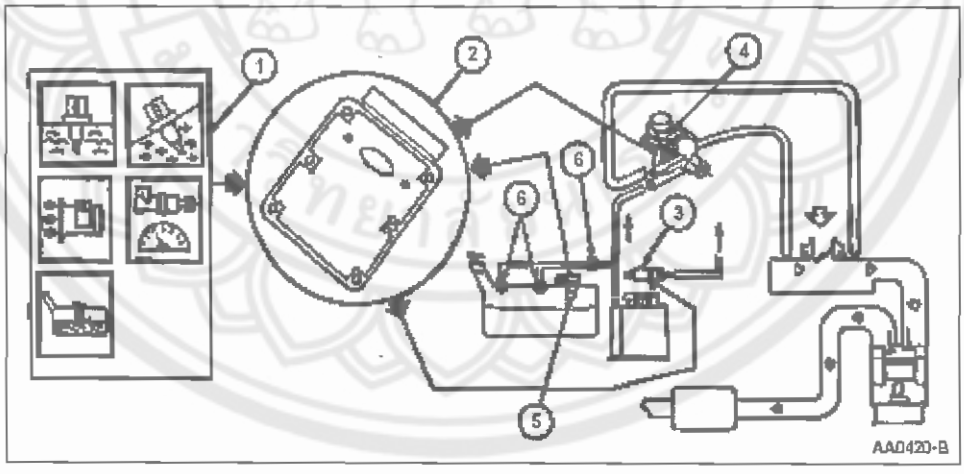
Enhance Evaporative Emission (Evap) System

Enhance (Evap) system ตามรูปที่ 3.14 ประกอบด้วย Fuel tank, Fuel filler cap, fuel tank mounted หรือ in-line fuel vapor control valve , evap canister, fuel tank mounted หรือ pump mounted, หรือ in-line fuel tank pressure (FTP) sensor, Evap canister purge valve, intake monifold hose assembly, canister vent (cv) solenoid , PCM มีการเชื่อมต่อกันเป็นวงจร และ fuel vapor hoses

1. Enhance (Evap) system ใช้ข้อมูลรับเข้ามาจาก ECT, IAT, MAF, Vehicle Speed Sensor (VSS) , FTP sensor จะตรวจสอบถึงสภาวะการทำงานขณะนั้นของเครื่องยนต์ว่าลักษณะการทำงานเป็นอย่างไร แล้วจะส่งข้อมูลต่อไปยัง PCM Fuel Level Input และ FTP sensor จะส่งสัญญาณต่อไปยัง PCM สำหรับ PCM ก็จะใช้ข้อมูลนี้ศึกษาการทำงาน ของ EVAP Monitor แล้ว EVAP Monitor จะรายงานการเกิดขึ้นของไอเชื้อเพลิงและ การกระเด็นของเชื้อเพลิง

2. PCM จะทำการคำนวณหาค่าความเปลี่ยนแปลงของรอบการทำงานของเครื่องยนต์ แล้วก็กำหนดว่าจะต้องมีการกำจัดในส่วนของการไหลของไอเชื้อเพลิงให้เหมาะสมเพื่อที่จะให้เข้าไปยังในส่วนของการทำงานของเครื่องยนต์ แล้ว PCM ก็จะส่งสัญญาณออกไปยัง Solenoid ที่อยู่ในส่วนของ Evap canister purge valve แล้ว PCM จะใช้ข้อมูลที่เข้ามาจาก Enhance (Evap) system เพื่อที่จะปรับระบบในการใช้ EVAP purge valve , seals the Enhanced EVAP system ความดันบรรยากาศจะใช้ CV solenoid และ TP sensor เพื่อที่จะดูว่าในช่วงเวลานั้นๆ ผลรวมของ Vacuum หายไปเท่าไหร่

3. CV solenoid จะป้องกันการรั่วของ Enhanced EVAP system ไม่ให้ไปยังภายนอก ในระหว่างนี้ EVAP leak จะตรวจสอบความบกพร่อง
4. PCM จะส่งสัญญาณการเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 0-100 % ไปยัง Solenoid ที่อยู่ในบริเวณ Evap canister purge valve
5. FTP sensor จะตรวจสอบการทำงานของ fuel tank pressure ในระหว่างการทำงานของเครื่องยนต์แล้วทำการส่งข้อมูลต่อไปยัง PCM ขณะเดียวกัน EVAP monitor มีการทดสอบ FTP sensor จะทำการตรวจสอบความดันของถังน้ำมัน หรือ Bleed-up
6. ถังน้ำมันเชื้อเพลิง มีการติดตั้ง fuel vapor vent valve และ fuel vapor control valve (หรือที่เรียกว่า remote fuel vapor control valve) Enhanced EVAP system จะทำงานร่วมกับวาล์ว 2 ประเภทข้างต้น เพื่อที่จะใช้ควบคุมไอดีที่ไหลผ่านเข้าไปในเครื่องยนต์ทั้งหมด และป้องกันไม่ให้ถังน้ำมันมีการอุดตันในระหว่าง ที่มีการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดขึ้น และยังป้องกันในกรณีของน้ำมันที่มาจาก Evap canister Evap canister purge valve ที่อยู่ภายในรถยนต์ให้เป็นปกติเมื่อมีการใช้งานปกติ หรือว่าจะเป็นรถที่ใช้ในการแข่งขัน
7. Enhanced EVAP system คือ ระบบของ Fuel vapor hoses ทั้งหมด ซึ่งสามารถที่จะตรวจเช็คได้เมื่อมีการตรวจพบความบกพร่องจาก PCM จะทำได้โดย การรักษาแรงดันในระบบ



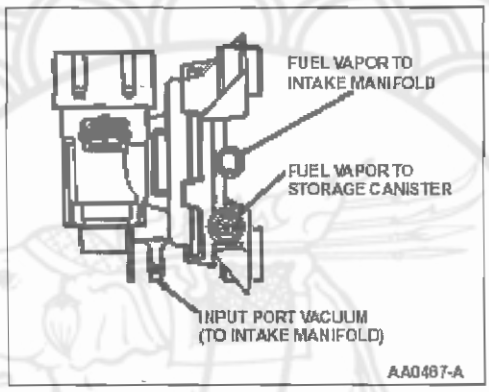
ที่มา : 2002 , Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.14 Enhanced Evaporative Emission System

Hardware

Evap Canister Purge Valve

Evap Canister purge valve ดังรูปที่ 3.15 อยู่ในส่วนของ Enhanced EVAP system ซึ่งจะมีการควบคุมโดย PCM วาล์วจะควบคุมการไหลของไอน้ำมันเชื้อเพลิง (purging) ซึ่งมาจาก Evap canister เพื่อที่จะให้ไอน้ำมันเชื้อเพลิงไหลไปยังท่อร่วมไอดี ในระหว่างนี้การทำงานของเครื่องยนต์ค่อนข้างที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามโหมดการทำงานของ Evap Canister Purge Valve

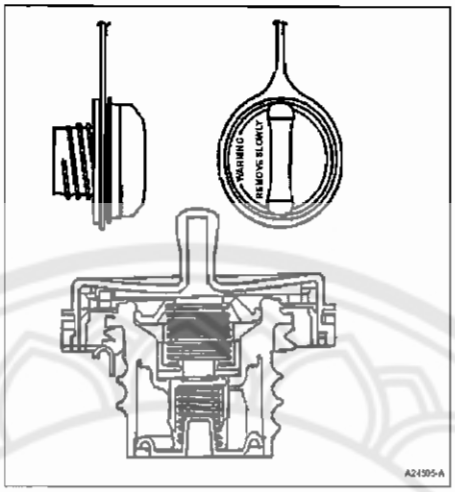


ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.15 EVAP Canister Purge Valve

Fuel Filler Cap

Fuel filler cap ตามรูปที่ 3.16 ใช้ในการป้องกันน้ำมันที่จะทะลักและทำการปิดกั้นไม่ให้ไอของเชื้อเพลิงหรือว่ามลภาวะนั้นไหลออกสู่บรรยากาศได้



ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.16 Fuel Filler Cap

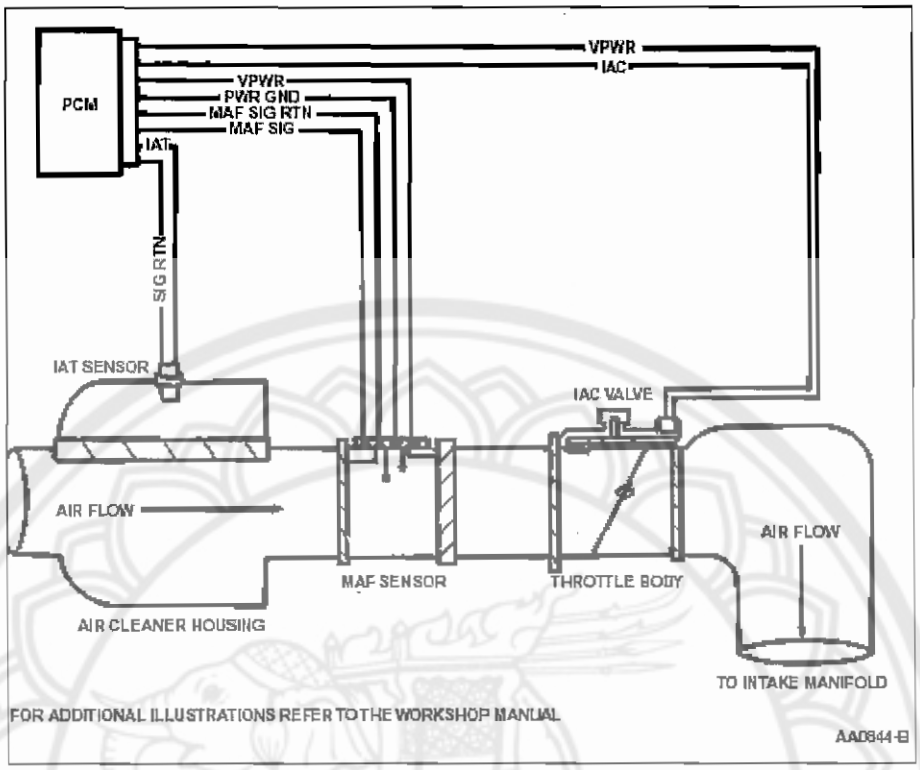
3.3.4 ระบบการไหลเข้าของอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ (Intake Air System)

ลักษณะโดยทั่วไป

Intake Air system ตามรูปที่ 3.17 จะให้อากาศที่บริสุทธิ์เข้าไปในเครื่องยนต์ คือ ตรวจสอบอากาศที่ไหลเข้ามา และทำการลดเสียงที่เกิดขึ้น สำหรับ Intake air system ประกอบไปด้วย Air cleaner, rosonator และ hoses ส่วนประกอบที่สำคัญคือ Air cleaner

MAF sensor จะอยู่เชื่อมกับทางด้านนอกหรือว่าจะเป็นทางด้านใน ของ Air cleaner MAF sensor จะวัดปริมาณของอากาศที่ถูกส่งเข้าไปยังห้องเผาไหม้ และสามารถที่จะทำการตรวจเช็คปริมาณของอากาศ หรือว่าทำหน้าแทนในส่วนนี้ได้ คล้ายกับในส่วนประกอบอื่นๆของ Intake Air system จะรับข้อมูลจาก sensor ที่จะใช้ในการวัดอุณหภูมิขาเข้าไปยังห้องเผาไหม้ซึ่งบางทีก็จะรวมการทำงานกับ MAF sensor

4740538
24 ก.ย. 2547
สำนักหอสมุด
ป
TL
145
ต5ส3ด
2547



ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.17 Intake air System

3.3.5 ระบบลิ้นปีกผีเสื้อ (Throttle Body System)

ลักษณะโดยทั่วไป

Thottle Body system เป็นตัวที่ใช้ในการวัดค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ วัดปริมาณอากาศที่เข้าไปในเครื่องยนต์ ในช่วงที่มีรอบเดินเบา, ส่วนต่างๆของลิ้น, สภาวะความกว้างของลิ้นในขณะนั้น ๆ (WOT)

Thottle body system นั้นประกอบไปด้วย Idle Air Control valve, Idle air orifice, Single bore หรือ Dual bore ลิ้นปีกผีเสื้อ และ TP sensor การไหลของอากาศในรอบเครื่องที่มีการเดินเบา คือ PCV System (Positive Crankcase Ventilation) ใช้สำหรับวัดปริมาณการไหลของอากาศ ซึ่งอากาศจะถูกวัดมาจาก MAF sensor ในระหว่างที่รอบการเดินเบาของเครื่องยนต์ ปริมาณของอากาศที่ throttle Body จะมีการกำหนดให้ไหลผ่านไปยัง Idle air passage , PCV valve และ IAC valve ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเพิ่มปริมาณอากาศเมื่อมีการสั่งงานโดย PCM และ PCM จะรักษารอบการทำงานของเครื่องยนต์ให้เหมาะสม ถึงแม้ว่าจะมีการแปรผันสภาวะต่างๆ ภายในเครื่องยนต์ ในการทำงานของ IAC valve จะขึ้นอยู่กับการทำงานของลิ้นปีกผีเสื้อ แต่ไม่ได้อยู่ส่วนเดียวกับท่อร่วมไอดีสำหรับการใช้งานที่ความเร็วของรอบเดินเบาจะควบคุมได้จาก PCM

Thottle Body System Hardware

ส่วนประกอบหลักๆ ใน Thottle Body ประกอบไปด้วย TP sensor , IAC valve, และตัวเรือนลิ้นปีกผีเสื้อ

Throttle Position Sensor (TP sensor)

คือ ตัวตรวจจับตำแหน่งของลิ้นปีกผีเสื้อ ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงานตำแหน่งของลิ้นแล้วส่งสัญญาณไปยัง PCM ในการตรวจสอบระบบตรวจสอบข้อบกพร่องให้ได้ความแม่นยำ สำหรับการทำงาน คือ จะมีการตรวจพบว่าการทำงานนั้นผิดพลาดเกิดขึ้น ข้อผิดพลาดส่วนนี้อาจจะส่งผลให้เกิดระดับของมลภาวะที่เกินกว่ามาตรฐานที่รัฐบาลจะเป็นผู้กำหนดไว้

Idle Air Control Valve (IAC valve)

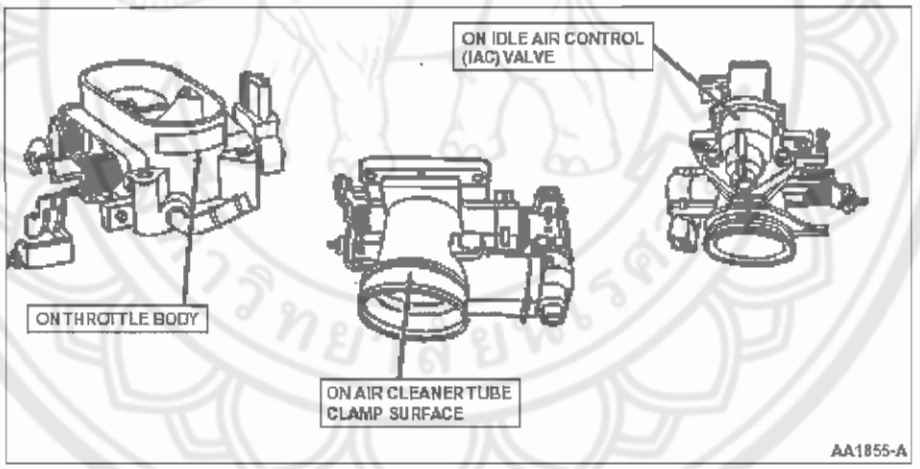
วาล์วควบคุมขณะรอบเดินเบา ตามรูปที่ 3.18 และ 3.19 จะควบคุมความเร็วรอบเดินเบาของเครื่องยนต์ และตรวจสอบการทำงานเวลาที่เกิดการกระตุกของเครื่องยนต์ เมื่อมีความเร่ง IAC valve จะทำการวัดปริมาณอากาศที่ไหลเข้ามารอบ ๆ ลิ้นปีกผีเสื้อ โดยที่จะผ่านอ้อมไปยังบริเวณด้านในของ IAC valve และ Thottle Body ส่วน PCM ต้องการค่าความเร็วของการเดินเบา หรือเรียกว่า Bypass air และสัญญาณจาก IAC valve โดยที่จะทำงานไปตามรอบการทำงานของเครื่องยนต์ ในการทำงานของ IAC valve จะมีการทำงานโดยใช้ตำแหน่งที่ตั้งของ IAC valve เป็นตัวควบคุมปริมาณของอากาศที่ไหลเข้ามาในห้องเผาไหม้ PCM ทำการตรวจสอบจากรอบการทำงานของเครื่องยนต์ว่าจะทำการเพิ่มหรือว่าจะลดรอบการทำงานของ IAC valve กรณีที่อากาศเข้าไปสะสมที่หัวฉีด แล้ว IAC valve จะกำหนดให้อากาศจำนวนไม่มากไปยังหัวฉีด ซึ่งอากาศจะเพิ่มให้การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นละอองมากขึ้น ในความเร็วที่ต่ำและภาระการทำงานของเครื่องยนต์ที่ไม่มากเกินไป

Thottle Body Housing

Thottle Body Housing (เรือนลิ้นปีกผีเสื้อ) มีลักษณะเป็นชิ้นเดียวที่ทำจาก เหล็กหล่ออะลูมินั่ม อากาศก็จะผ่านเข้าไปพร้อมกับลิ้นปีกผีเสื้อการทำงานเป็นลักษณะแบบกลไก เมื่อการทำงานมีการหมุนกลับไปกลับมา จะมีช่องอากาศที่ไหลเข้ามายังห้องเผาไหม้ขนาดเล็กซึ่งอยู่ระหว่างลิ้น และอุปกรณ์นี้เรียกว่า bore ซึ่งจะช่วยไม่ให้มีการรั่ว ของอากาศในบริเวณนี้ แล้วก็มีกาวผนึกไว้เพื่อไม่ให้มีการสะสมของตะกอนน้ำมัน

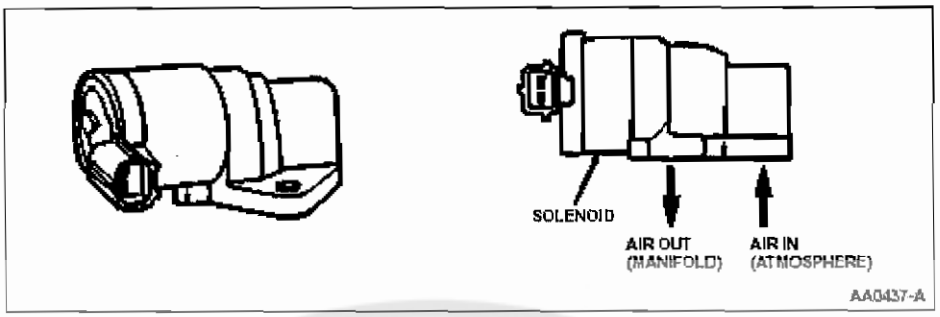
ลักษณะพิเศษของลิ้นปีกผีเสื้อสรุปได้ดังนี้

1. **ในรถยนต์บางรุ่น จะมีการติดตั้ง IAC valve ไว้โดยติดตั้งตรงไปยังส่วนของลิ้นปีกผีเสื้อโดยตรง**
2. **จะต้องมีการเตรียมพร้อมที่จะมีการปิดลิ้นปีกผีเสื้อก่อนที่ ตำแหน่งลิ้นจะมีการเปิดออก**
3. up stream ของตัวลิ้นนั้นให้มีอากาศที่ผ่านการกรองแล้วไหลต่อไปยัง PCV (สำหรับในรถยนต์บางคันเท่านั้น)
4. PCV, EGR, EVAP ในแต่ละอย่างก็จะมี vacuum taps และมีสัญญาณในการใช้งาน**ที่**แตกต่างกันไป (ในรถยนต์บางรุ่นเท่านั้น)
5. PCV ก็จะให้อากาศไหลย้อนกลับมา
6. ตัวลิ้นปีกปีเสื้อก็จะติดอยู่กับ TP sensor
7. มีการปิดผนึกกั้นเอาไว้ในส่วนของ throttle plate เพื่อจะให้ตัวลิ้นปีกผีเสื้อเกิดความทนทาน แล้วเครื่องยนต์ก็จะไม่เกิดการสะสมของตะกอนน้ำมันในการประกอบตัวลิ้นปีกผีเสื้อส่วนประกอบจะต้องสะอาด



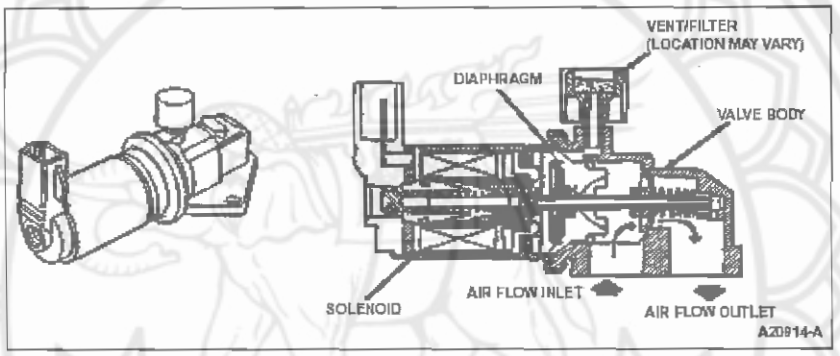
ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.18 แบบของ Attention Decal Location



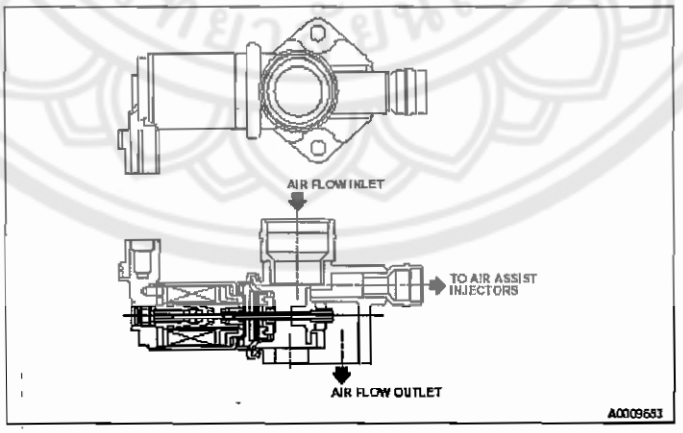
ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.19 Nippondenso IAC Valve Assembly



ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.20 Hitachi IAC Valve Assembly with Vent/Filter(1)



ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.21 Hitachi IAC Valve Assembly with Vent/Filter (2)

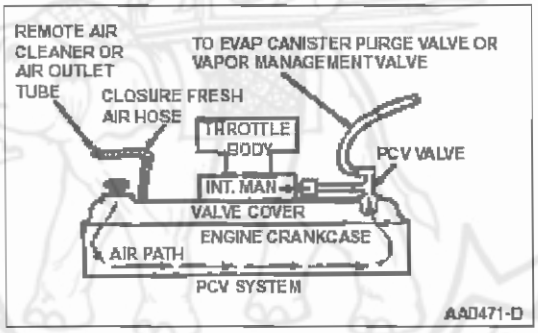
3.3.6 ระบบระบายอากาศบริเวณเพลาข้อเหวี่ยง (Positive Crankcase Ventilation System)

ลักษณะโดยทั่วไป

ระบบ PCV คือ ระบบที่มีแก๊สไหลผ่านกลับเข้าไปในเครื่องยนต์และจะมีการเผาไหม้ PCV valve เป็นระบบควบคุมปริมาณของอากาศที่ระบายความร้อนออกมาจากเพลาข้อเหวี่ยง และป้องกันเสียงดังที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของเพลาข้อเหวี่ยง ภายในเพลาข้อเหวี่ยง PCV valve จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ตั้งขึ้น ในการใช้งานบางประเภท ระบบ PCV จะมีการต่อเชื่อมไปยัง Evaporative emission ด้วย

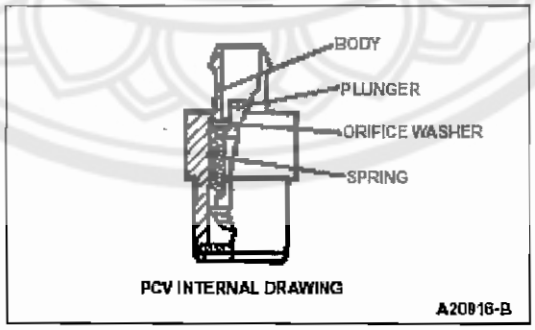
คำเตือน

จะต้องไม่มีการเคลื่อนย้ายระบบ PCV ออกมาจากเครื่องยนต์ ถ้ามีการเคลื่อนย้าย ผลที่ตามมา จะมีการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น การระบายความร้อนของเครื่องยนต์ และอายุการใช้งานของเครื่องยนต์จะสั้นลง



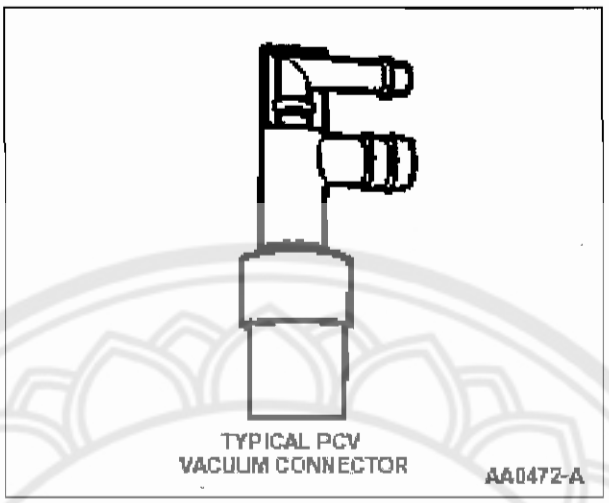
ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.22 PCV System



ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.23 PCV Internal Drawing

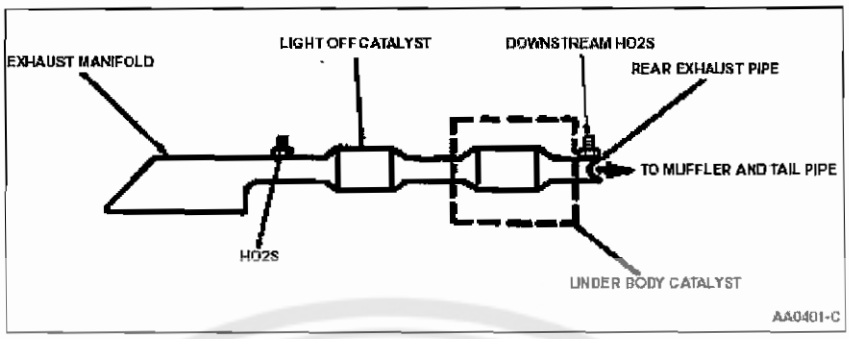


ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.24 ชนิดของ PCV Vacuum Connector

3.3.7 ระบบไอเสียและตัวเร่งปฏิกิริยาทางไอเสีย (Catalyst and Exhaust System)

Catalytic Converter และ ระบบ Exhaust ตามรูปที่ 3.25 จะมีการทำงานร่วมกัน โดยจะควบคุมแก๊สไอเสียที่เป็นอันตรายภายในเครื่องยนต์ก่อนที่จะออกไปสู่บรรยากาศ โดยที่แก๊สไอเสียของเครื่องยนต์จะประกอบด้วยไนโตรเจน, คาร์บอนไดออกไซด์ , และน้ำ แล้วก็จะมีแก๊สที่เป็นพวก Nox , Co, H ในการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ก็จะเป็นพวก (HCs), C, Nox, HCs เป็นตัวหลักที่แพร่ออกสู่บรรยากาศ โดยปกติแล้วระบบไอเสียจะประกอบไปด้วยท่อร่วมไอเสีย,ท่อไอเสียส่วนหน้า, upstreamHO2S, ท่อทางด้านหลัง, ตัวป้องกันไม่ให้เกิดเสียง, และส่วนของปลายท่อ Catalytic converter จะถูกติดตั้งไว้ระหว่างท่อไอเสียทางด้านหน้าและทางด้านหลัง Catalytic Converter จะถูกตรวจสอบโดยระบบตรวจสอบหาความบกพร่อง



ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.25 Generic Catalyst and Exhaust System

Catalytic Converter

วัสดุที่ใช้ใน Catalytic จะต้องมีความเป็นกลางทางไฟฟ้าเมื่อมีปฏิกิริยาทางเคมีมากขึ้น สำหรับการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้นั้นจะเกิดช่วงที่อุณหภูมิต่ำ แล้วไอเสียที่ออกสู่บรรยากาศก็จะต้องมีการควบคุม Catalytic converter จะเข้ามาช่วยในระบบนี้ ภายในตัว Catalyst บางอย่างลักษณะที่เป็นพิเศษ มีรูปร่างลักษณะเป็นรังผึ้ง ซึ่งไอน้ำก็จะมีการควบแน่นที่นี่ แล้วลักษณะเป็นแบบโลหะ แก๊สไอเสียจะมาสัมผัสกับตัว Catalyst แก๊สทั้งหมดก็จะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซที่ไม่เป็นอันตราย Catalyst จะเป็นตัวเริ่มต้นที่ทำให้ส่วนประกอบของแก๊สเกิดปฏิกิริยาทางความร้อนเร็วขึ้น ดังนั้นในการทำงานของ Catalyst การกำจัดไอเสียจึงเป็นไปด้วยดี

Exhast System

จุดประสงค์ของระบบนี้ คือ นำเอาไอเสียที่มาจากท่อร่วมไอเสียออกสู่บรรยากาศ ไอเสียที่มาจากเครื่องยนต์ จะมาจากท่อร่วมไอเสีย ไอเสียจะผ่านท่อไอเสียทางด้านหน้าไปยัง Catalytic converter HO2S (ตัวตรวจจับปริมาณของออกซิเจน) จะติดตั้งอยู่บริเวณทางด้านหน้าของท่อก่อนที่จะเข้าไปยัง Catalyst

Catalytic converter จะเป็นตัวที่ลดระดับความเข้มข้นของ CO , HC ที่ยังเผาไหม้ไม่สมบูรณ์, และ ทำให้ค่าของ Nox อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ ในการลดมลภาวะเป็นหน้าที่ของ Catalytic converter โดยหลังจากนั้นแล้วจะผ่านไปยัง ส่วนท่อทางด้านหลัง แล้วในส่วนของ HO2S จะอยู่ส่วนท่อทางด้านหลัง สุดท้ายแล้วแก๊สไอเสียก็จะถูกส่งออกไปยังบรรยากาศทางส่วนปลายท่อ Downstream HO2S อาจจะตั้งอยู่บริเวณทางด้านหลังของ light off catalyst หรือบริเวณทางด้านล่างของตัว Catalyst หรืออาจจะอยู่ในแนวเดียวกันหรืออาจจะมี light off catalyst 2 ตัว คือ Catalyst และระบบไอเสีย ที่ต่อกันเป็นรูปตัว Y

Three Way Catalytic Converter (TWC)

TWC converter ประกอบไปด้วย แพลตตินั่ม (Pt) และ โรเดียม (Rh) หรือ แพลโลเดียม(Pd) กับโรเดียม(Rh)TWC converter เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่จะทำให้เกิดการออกซิเดชันของ HC ที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และคาร์บอนมอนนอกไซด์ แล้วจะทำการ reduction Nox

ระบบการกรองไอเสียแบบ 3 ทางเป็นทางเลือกดีที่สุดในตอนนี้ เพราะว่าจะให้การทำงานของเครื่องยนต์เป็นไปอย่างสมบูรณ์ระหว่างอัตราส่วนอากาศกับน้ำมัน และก็ทำให้การเผาไหม้เป็นไปได้ใกล้เคียงกับทางทฤษฎีมากขึ้น

Exhaust Manifold/Runner

Exhaust manifold runner รับไอเสียมาจากเครื่องยนต์ แล้วจำนวนของท่อร่วมไอเสียนั้นจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของเครื่องยนต์และจำนวนของกระบอกสูบ

Exhaust Pipes

ท่อไอเสียโดยปกติแล้วจะป้องกันมาจากการผลิตแล้วจะต้านทานการกัดกร่อนแล้ว ช่วยยืดอายุการใช้งานของรถยนต์ ท่อก็จะเป็นตัวที่ให้ไอเสียไหลผ่านซึ่งจะมาจากเครื่องยนต์ที่ต่อเข้ากับท่อร่วมไอเสีย แล้วก็ผ่านมายังตัว Catalytic Converter และไม่เกิดเสียงดังในเวลาที่เครื่องยนต์ทำงาน

Upstream Heated and Downstream Heated Oxygen Sensor

HO2S จะเป็นตัวที่ส่งสัญญาณไปยัง PCM ซึ่งสัญญาณที่ให้ไปนั้นก็จะมีทั้งที่เป็นแบบของแรงดันทางไฟฟ้าหรือว่าจะเป็นในส่วนของความถี่ เพื่อที่จะบอกความสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับ ปริมาณของออกซิเจนใน แก๊สไอเสียแล้วข้อมูลที่ให้ไปกับ PCM จะบอกว่าการทำงานของเครื่องยนต์ ในตอนนั้นเป็นแบบ ส่วนผสมหนา หรือว่าเป็นแบบส่วนผสมบาง ส่วนตัว upstream HO2S จะส่งสัญญาณขาเข้าไปตรวจสอบ HO2S แล้ว downstream HO2S นั้นจะเป็นตัวส่งสัญญาณขาเข้าไปยังตัวตรวจสอบประสิทธิภาพของ Catalyst

Muffler

Muffler โดยปกติแล้วจะต้านทานการกัดกร่อน คุณสมบัติอีกประการหนึ่งจะเป็นตัวช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ Muffler จะเป็นตัวที่ลดเสียงที่มาจากเครื่องยนต์ แล้วก็จะทำการลดเสียงที่มาจากไอเสียซึ่งเหล่านี้จะมาจาก Catalytic converter จากนั้นแก๊สไอเสียก็จะออกสู่บรรยากาศ

3.3.8 ระบบควบคุมไฟฟ้า (PCM – Controlled Charging System)

PCM- Controlled Charging System จะเป็นตัวที่ลดกระแสไฟฟ้าที่เกินมาจาก generator ประโยชน์ของระบบ มีดังนี้คือ

ข้อดีประการแรก ช่วยในเรื่องอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ในการรวมกันสำหรับตัวควบคุมเยอเนเรเตอร์ ด้านตัวควบคุมจะเป็นตัวที่กำหนดจุดของอุณหภูมิออกมา โดยใช้ Temperature sensor แล้วจะบอกได้ว่าอุณหภูมิของแบตเตอรี่มีค่าเท่าใด คือ สามารถที่จะประมาณค่าจากข้อมูลที่ได้ทั้งหมด จะบอกในลักษณะที่เข้าใกล้ค่าที่น้อยที่สุด ทางด้าน PCM ที่ควบคุมในส่วนของ generator ตัวควบคุม แรงดันทางไฟฟ้าก็จะมีการตั้งค่าเพื่อที่ PCM จะได้เข้าไปทำการค้นหา ได้แล้วก็จะทำการติดต่อไปยัง ตัวควบคุม generator โดยที่จะไปตามสายที่ส่ง PCM จะใช้ข้อมูลที่ทำการวัดได้นั้นมาคำนวณ ตามหลักทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะประมาณค่าของอุณหภูมิของแบตเตอรี่ ก็เพื่อว่าค่าที่อ่านได้จากการ ประมาณค่าของอุณหภูมิจากแบตเตอรี่จะนำไปแก้ไขเพื่อที่จะลดความเสียหายจากการเกิด Over และ Under charging

ประการที่ 2 จะทำการปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องยนต์ เมื่อใดก็ตาม ที่ PCM ได้รับข้อมูลว่าในสภาวะนั้นมีการเปิดของลิ้นปีกผีเสื้อ PCM จะเป็นตัวกำหนดให้แรงดันทางไฟฟ้ามีค่าต่ำลงทันที เพื่อเป็นการลดทอร์กของตัว generator ในเครื่องยนต์แล้วจะมีการปรับปรุงความเร่ง PCM จะมีการตรวจสอบในเรื่องของเวลาที่จะลดแรงดันทางไฟฟ้า ตรงนี้จะเป็นการป้องกันตัว generator เมื่อมีการหยุดชะงักในช่วงเวลาที่ WOT ทำงานจะส่งผลให้แบตเตอรี่ไม่ทำงาน

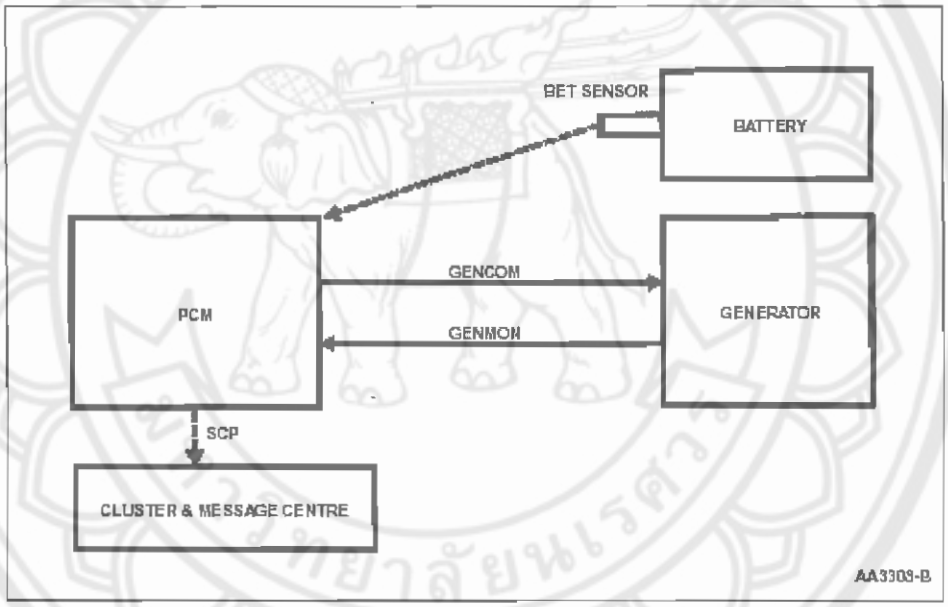
ประการที่ 3 ทำให้รอบเดินเบามีเสถียรภาพมากขึ้น ในการตอบสนองจาก PCM ของ generator จะส่งสัญญาณติดต่อกัน กลับไปยัง PCM อีกครั้งหนึ่ง สัญญาณที่ส่งไปยัง PCM ก็จะเป็นแบบบอกรายละเอียดเกี่ยวกับ ระบบ Charging โดยเฉพาะอย่างยิ่งซึ่งเมื่อ PCM รับรู้แล้วว่า ระบบ Charging มีภาระทางไฟฟ้าเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งโดยปกติแล้วมันก็จะส่งผลกระทบในดอนที่รอบเครื่องเดินเบาอยู่ PCM สามารถที่จะเพิ่มภาระให้มากขึ้นได้ แล้วก็ยังจะทำให้มีการลดรอบเดินเบาให้น้อยลงได้ PCM ก็จะทำการเลือกว่าในการกระทำนั้นจะเป็นแบบลดหรือว่าจะเป็นการเพิ่มรอบการเดินเบาของเครื่องยนต์

ซึ่งทั้ง 2 อย่างนี้จะเป็นการตรวจสอบในลักษณะที่ค่อนข้างจะพิเศษ ในคำสั่งที่มีการสร้างขึ้นมานั้น ตัวควบคุมจะเป็นตัวที่กำหนดแรงดันทางไฟฟ้าออกมาจุดหนึ่งซึ่งจะมีความถูกต้องแล้วเก็บเอาไว้ โดยที่ตัวควบคุมจะใช้ระบบ Charging กำหนดไปยังแบตเตอรี่ที่อยู่ทางด้านหลังกล่องกระจายกำลัง

ประการที่ 4 ลดไม่ให้เกิดโหลดของเพลาข้อเหวี่ยงมาก PCMจะทำการลดภาระทางกลไกลง ในตอนที่มีการสตาร์ทก็โดยการ กำหนดจุดที่ความดันที่ต่ำไว้ แล้วตรงนี้ก็จะช่วยปรับปรุงเวลาในการสตาร์ท เครื่องยนต์ด้วยเมื่อ PCM มีการตรวจสอบแล้วพบว่าเกิดความผิดพลาด ซึ่ง PCM ก็จะกระจายแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำแล้วก็กำหนดให้กลุ่มอุปกรณ์นั้นๆ มีไฟเตือนสว่างออกมาบอก

เมื่อ PCM ตรวจสอบพบความผิดพลาดจาก generator ในช่วงของเวลาที่เกิดแล้วนั้นจะต้องมากกว่า 500ในล้านส่วนวินาที หรือประมาณ 0.0005 วินาที ข้อมูลชุดเก่าก็จะใช้ในการตรวจสอบว่ามีแรงดัน ทางไฟฟ้าเกินค่าที่ค้นหาได้มา

PCM Controlled generator ในแต่ละช่วงเวลาที่ สวิทซ์จุดระเบิดทำงานดำแหน่งก็จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ กลุ่มของอุปกรณ์ก็จะเริ่มเช็คหลอดไฟ โดยการเตือนให้ไฟติดสว่างของ Charge indicator หน้าที่ของ PCM คือ จะมีการปล่อยศักย์ไฟฟ้าแรงดันที่ต่ำออกมา เครื่องบันทึกเวลาก็สั่งการ ถ้าระบบ Charge อยู่ในส่วนที่เหมาะสมข้อมูลก็จะถูกส่งไปยังเครือข่ายเริ่มต้น (0.00025 วินาที-0.000045 วินาที หลังจากที่มีการหมุนของสวิทซ์จุดระเบิดไปแล้ว)



ที่มา : 2002 ,Mazda Tribute Workshop Manual

รูปที่ 3.26 PCM Charging System interfaces

3.4 ตัวอย่างความเสียหายที่เกิดกับเครื่องยนต์ ดูราเทค

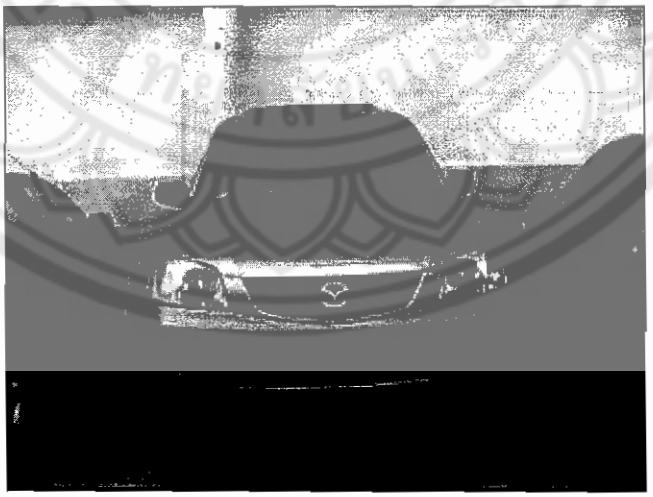
ในโครงงานนี้ได้ทำการศึกษาตัวอย่างของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์ ดูราเทค ของรถยนต์ มาสด้าทริบิว โดยทำการตรวจสอบสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้น และตั้งข้อสันนิษฐานถึงสาเหตุความเสียหายนั้นๆ ทั้งนี้โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพบจากชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์เอง ประกอบกับข้อมูลประวัติของรถจากแหล่งข้อมูลต่างๆ

3.4.1 ประวัติการใช้งานของรถยนต์มาสด้า ทริบิว

สามารถรวบรวมข้อมูลได้จาก 3 แหล่งข้อมูล คือ แผนกบริการลูกค้าสัมพันธ์ (Hot line) ของบริษัท ฟอร์ด โอเปอเรชั่นส์ (ประเทศไทย) จำกัด, ศูนย์บริการมาสด้าจังหวัดชลบุรี, ศูนย์บริการมาสด้าจังหวัดเชียงราย

ข้อมูลจากแผนกบริการลูกค้าสัมพันธ์ (Hot line) บริษัท ฟอร์ด โอเปอเรชั่นส์ (ประเทศไทย) จำกัด

ลูกค้าซื้อรถมาสด้า ทริบิวมาเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2546 ดังแสดงในรูปที่ 3.27 เมื่อใช้ไประยะหนึ่ง ลูกค้าพบว่าเกิดเสียงดังผิดปกติบริเวณฝาสูบ และเมื่อได้นำรถเข้าศูนย์บริการมาสด้าที่จังหวัดชลบุรี ทางศูนย์บริการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นเกรด SAE 5W-40 ซึ่งตรงตามที่ทางโรงงานผลิตรถยนต์มาสด้ากำหนดไว้ โดยทางศูนย์บริการวิเคราะห์ว่าเสียงผิดปกติอาจจะเกิดจาก วาล์วไฮดรอลิกเสีย ทางศูนย์ฯ จึงทำการเปลี่ยนวาล์วไฮดรอลิกของสูบที่ 5 ของเครื่องยนต์ หลังจากนั้น 1 เดือนรถเกิดปัญหาสตาร์ทไม่ติดที่จังหวัดเชียงราย



รูปที่ 3.27 รถมาสด้า ทริบิว ที่เกิดความเสียหาย

ข้อมูลจากศูนย์บริการมาสด้าที่จังหวัดชลบุรี

ลูกค้าที่ใช้รถยนต์มาสด้าทริบิวโดยได้แจ้งกับทางศูนย์บริการว่า หลังจากเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นเบอร์ SAE 5W-40 ไปแล้วที่ 2,000 กิโลเมตรสักระยะหนึ่ง สังเกตว่าเครื่องยนต์มีเสียงดังกว่าปกติ โดยมีเสียงดังแป๊กๆ ที่ด้านบนของเครื่องยนต์บริเวณท้ายเครื่องโดยเกจวัดอุณหภูมิของเครื่องยนต์อยู่ในปกติ โดยเมื่อสตาร์ทเครื่องใหม่จะไม่มีเสียงดังผิดปกติ หลังจากสตาร์ทเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 10 นาทีขึ้นไป จะมีเสียงดังผิดปกติที่รอบเครื่องยนต์ 750 rpm เมื่อทำการเร่งเครื่องไปจนมีความเร็วรอบ 1500 rpm จะเกิดเสียงดังบ้างแต่เบากว่าที่ 750 rpm และเมื่อเหยียบคันเร่งไปจนมีความเร็วรอบ 2000 rpm จะไม่ได้ยินเสียงดังผิดปกติ

ข้อมูลจากศูนย์บริการมาสด้าที่จังหวัดเชียงราย

1. เมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2546 ลูกค้านำรถเข้าเช็คครั้งสุดท้ายที่ศูนย์บริการมาสด้าจังหวัดชลบุรี และในการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นได้เติมน้ำมันเครื่องประเภทสังเคราะห์ ทางศูนย์ได้ทำการเช็คสภาพทั่วไปของตัวรถ และเลขกิโลเมตรในขณะนั้นอยู่ที่ 9395 กิโลเมตร

2. ลูกค้าแจ้งว่าก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์เครื่องสตาร์ทไม่ติด ไม่มีเสียงดังผิดปกติ หรือสิ่งผิดปกติอื่นๆ เกิดขึ้นกับตัวรถเลยก่อนเกิดเหตุรถอยู่บนถนนลาดยางที่แคบพอสมควร ความเร็วที่ใช้อยู่ที่ประมาณ 80 กิโลเมตร/ ชั่วโมง จากนั้นรถได้วิ่งไปบริเวณทางโค้งโดยใช้ความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง เมื่อรถขับพ้นจากโค้งดังกล่าว เครื่องยนต์เกิดอาการน็อคดับขณะที่รถกำลังจะขึ้นเขา เลขกิโลเมตรขณะนั้น 10453 กิโลเมตร หลังจากนั้นลูกค้าลองสตาร์ทเครื่องแต่เครื่องยนต์ไม่ทำงาน

3. ลูกค้านำรถเข้ามายังศูนย์บริการโดยรถยกตำรวจ

4.ทางศูนย์บริการได้ทำการหมุนเครื่องยนต์โดยประแจที่ใช้หมุนพลูเล่ย์เพลาข้อเหวี่ยง แต่เครื่องไม่สามารถที่จะหมุนไปได้ ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องพบว่าอยู่ในระดับปกติ น้ำในหม้อน้ำไม่แห้ง น้ำมันเครื่องก็อยู่ในระดับปกติกับที่ทางโรงงานผลิตกำหนดไว้

5. ทางศูนย์บริการทำการถอดฝาครอบวาล์วของสูบ 4, 5 ,6 ออกก่อนและพบว่าวาล์วไอดี ตัวที่ 2 (นับจากทางด้านหน้าเครื่อง) ของสูบที่ 5 ขาด 1 ตัว ส่วนฝาครอบวาล์วของสูบ 1, 2, 3 ยังไม่ได้ถอด

3.4.2 ผลการตรวจสอบความเสียหายของเครื่องยนต์

เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลา และเครื่องมือทดสอบ ในโครงงานนี้จึงดำเนินการตรวจสอบความเสียหายของเครื่องยนต์ โดยวิธีการสังเกตด้วยตา พิจารณาถึงสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนต่างๆ ร่วมกับการใช้อุปกรณ์วัดพื้นฐาน เนื่องจากตัวรถมาสด้า ทริบิว ได้ถูกนำมาที่แผนกบริการเทคนิคพร้อมกับเครื่องยนต์ ดูราเทค ที่ได้รับความเสียหาย ในเบื้องต้นจึงได้ทำการตรวจสอบสภาพตัวรถก่อน ซึ่งจากการตรวจสอบ ไม่พบสภาพผิดปกติใดๆ แต่เครื่องยนต์ได้ถูกถอดออกมาจากตัวรถแล้ว จึงทำให้ด้านหน้าของตัวรถสูงขึ้นกว่าทางด้านท้ายรถ

ในส่วนของเครื่องยนต์นั้นพบว่าอยู่ในลักษณะที่ถูกรื้อส่วนประกอบต่างๆออกหมด โดยช่างของแผนกบริการเทคนิค เมื่อสอบถามกับทางเจ้าหน้าที่ที่แผนกบริการเทคนิคถึงสภาพของเครื่องยนต์ขณะเมื่อทำการรื้อ ได้ข้อมูลว่า เครื่องยนต์ดูราเทค เครื่องดังกล่าวได้รับความเสียหายมาจากจังหวัดเชียงราย ลักษณะของความเสียหาย คือ เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด ลูกสูบมีการแตกออกมาเป็นชิ้นเล็กๆ วาล์วชำรุดทั้งหมด 4 วาล์วของสูบที่ 5 ฝาสูบที่ 4, 5, 6 ได้รับความเสียหาย และทางแผนกได้ทำการรื้อเครื่องยนต์ออกเพื่อตรวจหาสภาพความเสียหายดังกล่าว

จากผลของการตรวจสอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ พบว่ามีชิ้นส่วนที่เสียหายทั้งสิ้น 14 รายการแบ่งเป็นความเสียหายที่เกิดกับวาล์วไอดี-ไอเสีย 4 รายการ,ลูกสูบ 2 รายการ, ก้านสูบ 2 รายการ และความเสียหายที่เกิดกับกระบอกสูบ, ฝาสูบ, เพลาลูกเบี้ยว, หัวเทียน, กรองอากาศ และกรองน้ำมันหล่อลื่น อย่างละ 1 รายการ สรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 การตรวจสอบสภาพความเสียหายของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ดูราเทค

รายการที่	ชิ้นส่วน	ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น
1	วาล์วไอดีตัวที่ 1 ของสูบที่ 5 (นับจากทางด้านหน้าเครื่อง)	ก้านวาล์วคดงอ
2	วาล์วไอดีตัวที่ 2 ของสูบที่ 5 (นับจากทางด้านหน้าเครื่อง)	บ่าวาล์วและก้านวาล์ว ขาดออกจากกัน, ก้านวาล์วขาด

รายการที่	ชิ้นส่วน	ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น
3	วาล์วไอเสียตัวที่ 1 ของสูบที่ 5 (นับจากทางด้านหน้าเครื่อง)	ก้านวาล์วดตงอ
4	วาล์วไอเสียตัวที่ 2 ของสูบที่ 5 (นับจากทางด้านหน้าเครื่อง)	ก้านวาล์วขาดออกจากบ่าวาล์ว
5	ลูกสูบ	แตกเป็นส่วนๆ
6	แหวนสูบ	ขาดออกมาจากลูกสูบที่แตก
7	ก้านสูบ	คดงอบริเวณก้านสูบ
8	แบริ่งก้านสูบ	มีรอยขีดข่วน
9	เพลาลูกเบี้ยวไอดีทางด้านซ้าย	มีลักษณะของการกระแทก
10	กระบอกสูบ	เส้นผ่านศูนย์กลางบางบริเวณมีค่าคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐานมาก
11	ฝาสูบ	มีรอยเหมือนกับถูกกระแทก

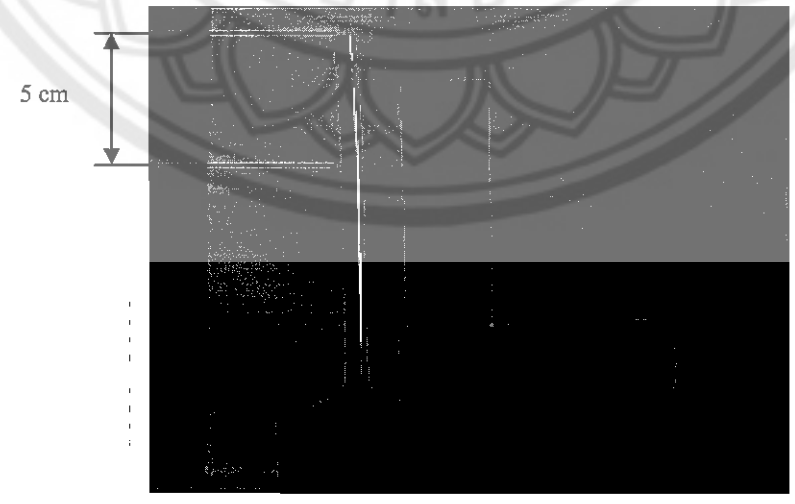
รายการที่	ชิ้นส่วน	ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น
12	หัวเทียน	มีรอยแตกบริเวณเขี้ยวของหัวเทียน
13	กรองอากาศ	ฉีกขาดจนไม่สามารถนำมาใช้งานได้
14	กรองน้ำมันหล่อลื่น	มีรอยบุบ

ทั้งนี้ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอากาศ และกรองน้ำมันหล่อลื่น คาดว่าเกิดขึ้นในระหว่างการรื้อเครื่องยนต์ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับ ความผิดปกติของเครื่องยนต์

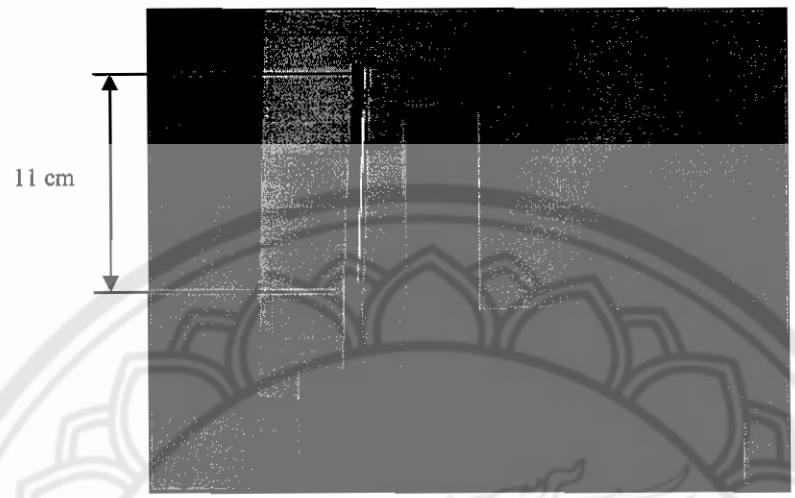
รายละเอียดความเสียหาย และข้อสันนิษฐานสาเหตุความเสียหายของรายการที่ 1-11 มีดังต่อไปนี้

(1) วาล์วไอดี-ไอเสีย

ความเสียหายที่เกิดกับวาล์วไอดี-ไอเสียเป็นลักษณะการคดงอของก้านวาล์ว ดังแสดงในรูปที่ 3.28 และรูปที่ 3.29 และการขาดออกจากกันของก้านวาล์วดังรูปที่ 3.30 และ3.31

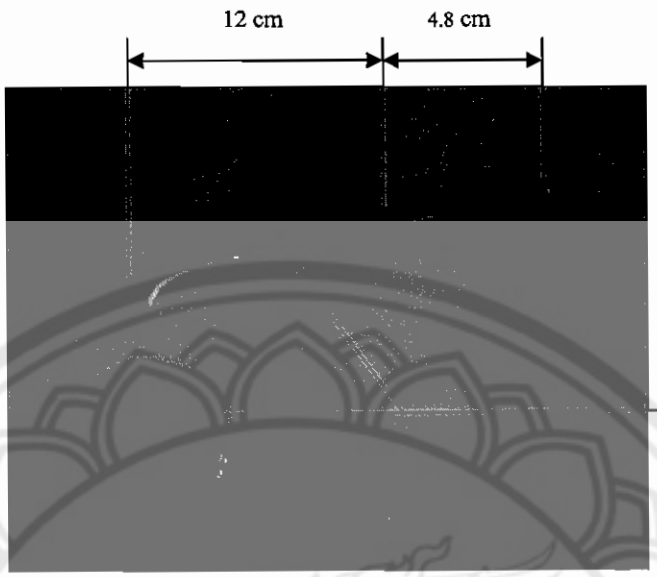


รูปที่ 3.28 วาล์วไอดีตัวที่ 1 นับจากทางด้านหน้าเครื่องที่คดงอ



รูปที่ 3.29 วาล์วไอเสียตัวที่ 1 นับจากทางด้านหน้าของเครื่องที่คดงอ

จากรูปที่ 3.28 และ 3.29 พบว่าก้านวาล์วไอดีตัวที่ 1 และก้านวาล์วไอเสียตัวที่ 1 นับจากทางด้านหน้าเครื่อง เกิดการงอบริเวณห่างจากปลายก้านสูบประมาณ 5 เซนติเมตร และ 9 เซนติเมตร ตามลำดับ การคดงอของก้านวาล์วนี้ อาจเกิดจากวาล์วได้รับแรงอัดในแนวแกน ผ่านการถูกกระแทกอย่างรุนแรง เช่น กระแทกกับลูกสูบ หรืออาจเกิดจากอุณหภูมิของก้านวาล์วสูงขึ้นผิดปกติ ทำให้เกิดความเค้นเนื่องจากความร้อนภายในก้านวาล์ว จนเกิดการเสียรูปดังกล่าว ทั้งนี้อาจเกิดจากทั้งสองสาเหตุร่วมกัน



รูปที่ 3.30 วาล์วไอดีตัวที่ 2 นับจากทางด้านหน้าเครื่องที่ขาด

รูปที่ 3.31 วาล์วไอเสียตัวที่ 2 นับจากทางหน้าเครื่องที่ขาด

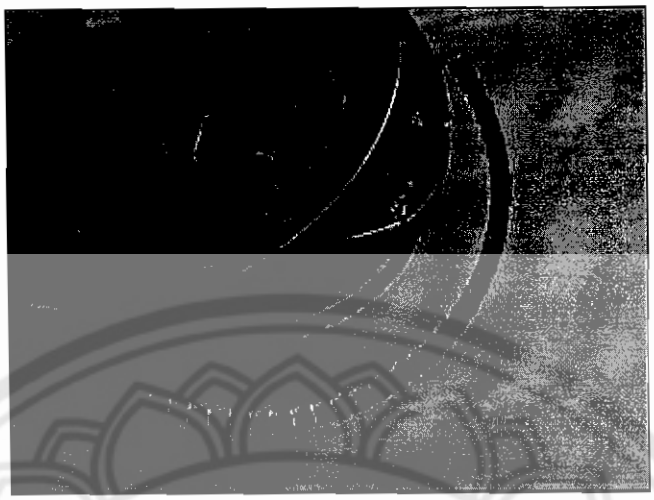
นอกจากนี้จากรูปที่ 3.30 และ3.31ซึ่งแสดงให้เห็นการขาดของก้านวาล์วออกจากบ่าวาล์ว ซึ่งอาจเกิดจากการกระแทกหลายๆ ครั้งจนจุดที่เกิดการงอตัวเกิดการขาดขึ้น โดยก้านของวาล์วไอดีตัวที่ 2 นับจากทางด้านหน้าเครื่อง ขาดที่ตำแหน่งประมาณ 4.8 เซนติเมตร จากปลายก้าน ซึ่งเป็นบริเวณที่ใกล้เคียงกับจุดเกิดการคดงอของวาล์วไอดีตัวที่ 2 ในรูปที่ 3.30

จากรูปที่ 3.31 แสดงการขาดออกระหว่างก้านวาล์วและบ่าวาล์วของวาล์วไอเสียตัวที่ 2 นับจากทางด้านหน้าเครื่องโดยพบว่าก้านวาล์วนั้นติดค้างอยู่ในบริเวณฝาสูบ ส่วนบ่าวาล์วนั้นขาดออกมา

(2) ลูกสูบและแหวนสูบ

จากการตรวจสอบความเสียหายของลูกสูบที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์ตัวอย่าง จากรูปที่ 3.32 และ 3.33 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า พบว่าลูกสูบแตกออกเป็นส่วนๆตามรอยแยกจากบริเวณเส้นรอบวงไปตามแนวรัศมี ทำให้ลูกสูบแยกออกเป็น 3 ส่วน โดยผิวด้านข้างรอบๆ ตัวลูกสูบ กระเทาะออกเป็นแผ่นๆ มีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ผิวด้านบนของลูกสูบขรุขระ เนื่องจากผิวด้านนอกกะเทาะออกหรือแตกออกไป ลูกสูบแตกอย่างละเอียดเป็นชิ้นเล็กๆ แนวโน้มของความเสียหายนั้นน่าจะมาจากการกระแทกกันของลูกสูบกับวาล์ว หรืออาจจะมาจากอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่สูงมากเกินไปกว่าปกติที่ทางโรงงานผู้ผลิตได้กำหนดไว้ ในรูปที่ 3.33 แสดงให้เห็นแหวน 3 วงซึ่งรัดอยู่กับลูกสูบเกิดการแตกหักออกมาเป็น 2 ส่วน แต่ละวงจะขาดบริเวณที่ต่างๆ กันไป

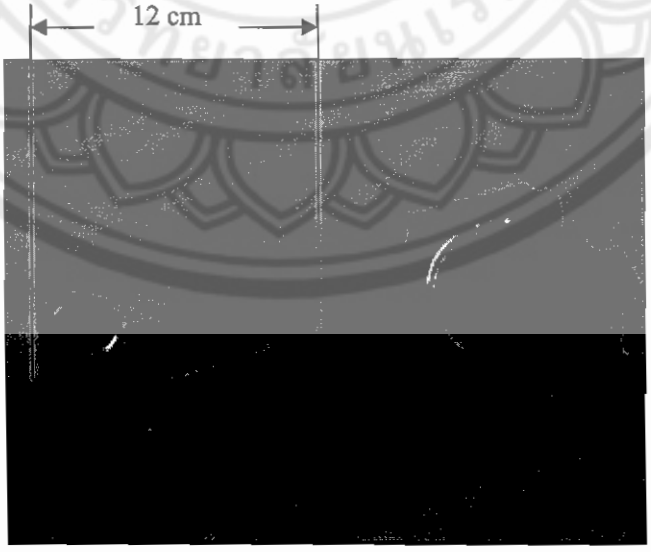
รูปที่ 3.32 ความเสียหายของลูกสูบ



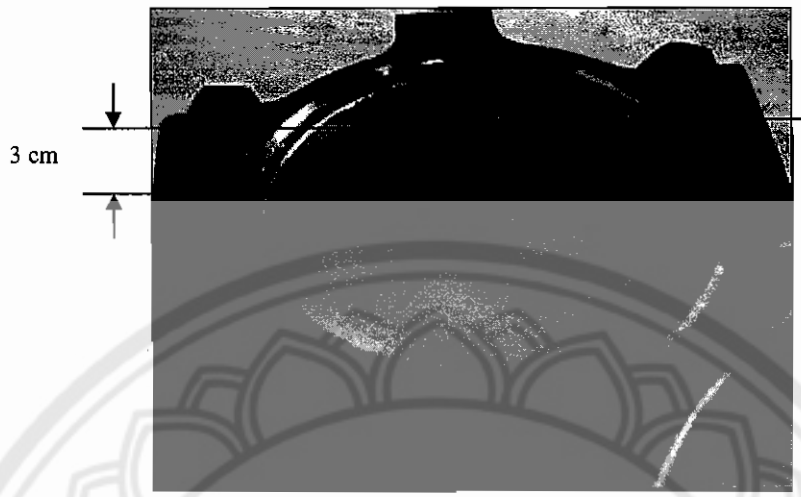
รูปที่ 3.33 ความเสียหายของแหวนลูกสูบ

(3) ก้านสูบและแบริ่งก้านสูบ

จากการตรวจสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นกับก้านสูบและแบริ่งก้านสูบ ตามรูปที่ 3.34 และ 3.35 พบว่าก้านสูบคดงอขึ้นที่บริเวณ 12 เซนติเมตรวัดจากปลายก้านสูบ ทั้งนี้อาจเกิดจากสาเหตุเมื่อลูกสูบแตก ทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่อย่างอิสระ และมีการกระแทกกับผนังกระบอกสูบ หรืออาจเกิดจากความร้อนภายในห้องเผาไหม้จึงทำให้เกิดการเสียรูปของโลหะขึ้น ทั้งนี้แบริ่งที่เกิดรอยเป็นเส้นเล็กขนาดประมาณ 2-3 เซนติเมตร ตามแนวเส้นรอบวงหรือ ทะแยง รอยขีดข่วนอาจเกิดมาจากการเสียดสีกันกับเพลาข้อเหวี่ยง



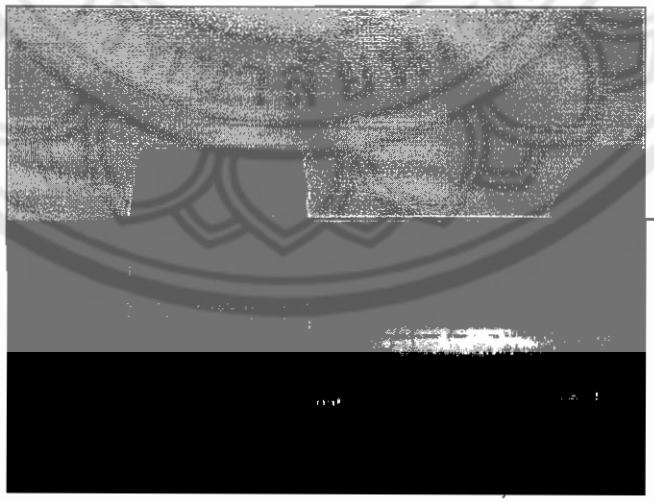
รูปที่ 3.34 ก้านสูบที่มีการคดงอ



รูปที่ 3.35 รอยขีดข่วนของแบริ่ง

(4.) เพลาลูกเบี้ยวไอดีทางด้านซ้าย

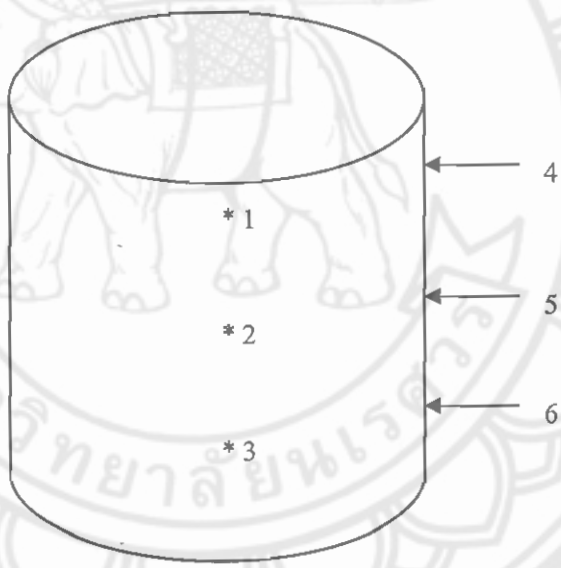
จากการตรวจสอบความเสียหายของเพลาลูกเบี้ยวทางด้านซ้ายซึ่งเป็นบริเวณฝั่งของเครื่องยนต์ที่เกิดความเสียหาย บริเวณสูบที่ 4, 5, 6 อยู่ พบว่าความเสียหายมีรอยลึกประมาณ 2 มิลลิเมตร ซึ่งอาจเกิดจากการกระแทกกับกระเดื่องวาล์วของสูบที่ 5 ทำให้เพลาลูกเบี้ยวเกิดเป็นรอยคล้ายถูกกระแทกดังกล่าว



รูปที่ 3.36 รอยกระแทกของเพลาลูกเบี้ยวไอดีทางด้านซ้าย

(5) ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับกระบอกสูบ

จากการสังเกตด้วยตาไม่พบสภาพผิดปกติใดๆ ภายในกระบอกสูบดังนั้นเพื่อให้ทราบว่าภายในกระบอกสูบมีสภาพผิดปกติหรือไม่ ในโครงงานนี้ได้ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Cylinder bore gauge (รูปที่ จ.1 ในภาคผนวก) ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในกระบอกสูบที่ตำแหน่งต่างๆ ว่ามีค่าเป็นไปตามมาตรฐานของขนาดกระบอกสูบของเครื่องยนต์ ดูราเทค ที่กำหนดไว้ 89 มิลลิเมตรหรือไม่ ในที่นี้ทำการวัด 6 จุด แสดงในรูป 3.37 วิธีการใช้ Cylinder bore gauge แสดงในภาคผนวก จ. ผลการวัดแสดงในตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.37 ตำแหน่งของการวัด ของกระบอกสูบ

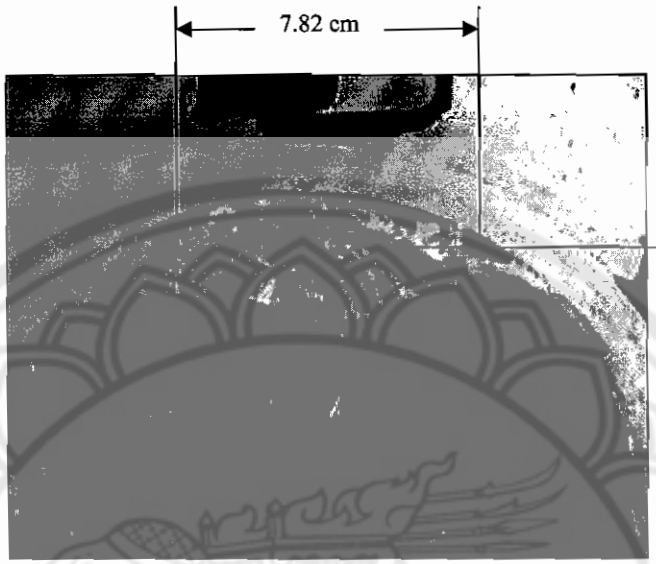
ตารางที่ 3.2 ผลการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบที่ตำแหน่งต่างๆ

สูบที่ / ตำแหน่ง	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	4 (mm)	5 (mm)	6 (mm)
1 (ไม่เป็นสลัก)	89.025 (0.03)	89.02 (0.02)	89.018 (0.02)	89.021 (0.02)	89.05 (0.06)	89.025 (0.03)
2 (ไม่เป็นสลัก)	89.021 (0.02)	89.02 (0.02)	89.02 (0.02)	89.02 (0.02)	89.025 (0.03)	89.03 (0.03)
3 (ไม่เป็นสลัก)	89.021 (0.02)	89.015 (0.01)	89.018 (0.02)	89.018 (0.02)	89.202 (0.23)	89.025 (0.03)
4 (บริเวณสลัก)	89.021 (0.02)	89.02 (0.02)	89.019 (0.02)	89.021 (0.02)	89.215 (0.24)	89.005 (0.005)
5 (บริเวณสลัก)	89.01 (0.01)	89.021 (0.02)	89.02 (0.02)	89.02 (0.02)	89.302 (0.34)	89.01 (0.01)
6 (บริเวณสลัก)	89.009 (0.01)	89.016 (0.01)	89.017 (0.01)	89.018 (0.02)	89.019 (0.02)	89.01 (0.01)
ค่าเฉลี่ย	89.01	89.02	89.02	89.02	89.14	89.02
ค่าความคลาดเคลื่อน (%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	0.02

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บ คือ เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนคำนวณจาก $\left(\frac{x-89}{89}\right)\times 100$

จากผลการวัดที่ได้พบว่าค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบที่ 5 มีความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน 89 มิลลิเมตรมากกว่าสูบอื่นๆอย่างชัดเจนคือ 0.16 % โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ตำแหน่ง 5 ซึ่งเป็นบริเวณกึ่งกลางของด้านที่เป็นสลัก รองลงมาคือตำแหน่ง 4 ซึ่งเป็นบริเวณส่วนบนของด้านที่มีสลัก และสุดท้ายคือตำแหน่ง 3 ซึ่งเป็นบริเวณส่วนล่างของด้านที่ไม่มีสลัก ความสึกหรอที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการเสียดสีกับผิวลูกสูบที่แตกออกมา

(6) ฝาสูบ



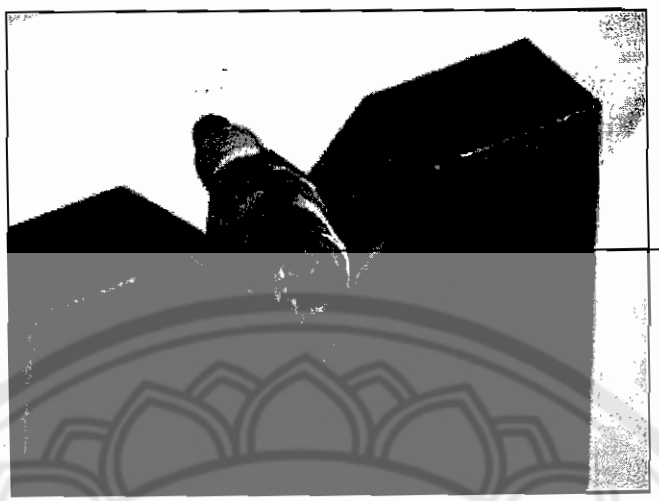
รูปที่ 3.38 ความเสียหายของฝาสูบ

จากการตรวจสอบฝาสูบ พบรอยกระแทกที่บริเวณสูบที่ 5 สันนิษฐานว่าอาจจะเกิดจากการกระแทกกับลูกสูบ หรือวาล์วโดยมีการกระแทกกันหลายครั้ง จนทำให้เกิดรอยดังกล่าวซึ่งมีความกว้างประมาณ 7.8 เซนติเมตร

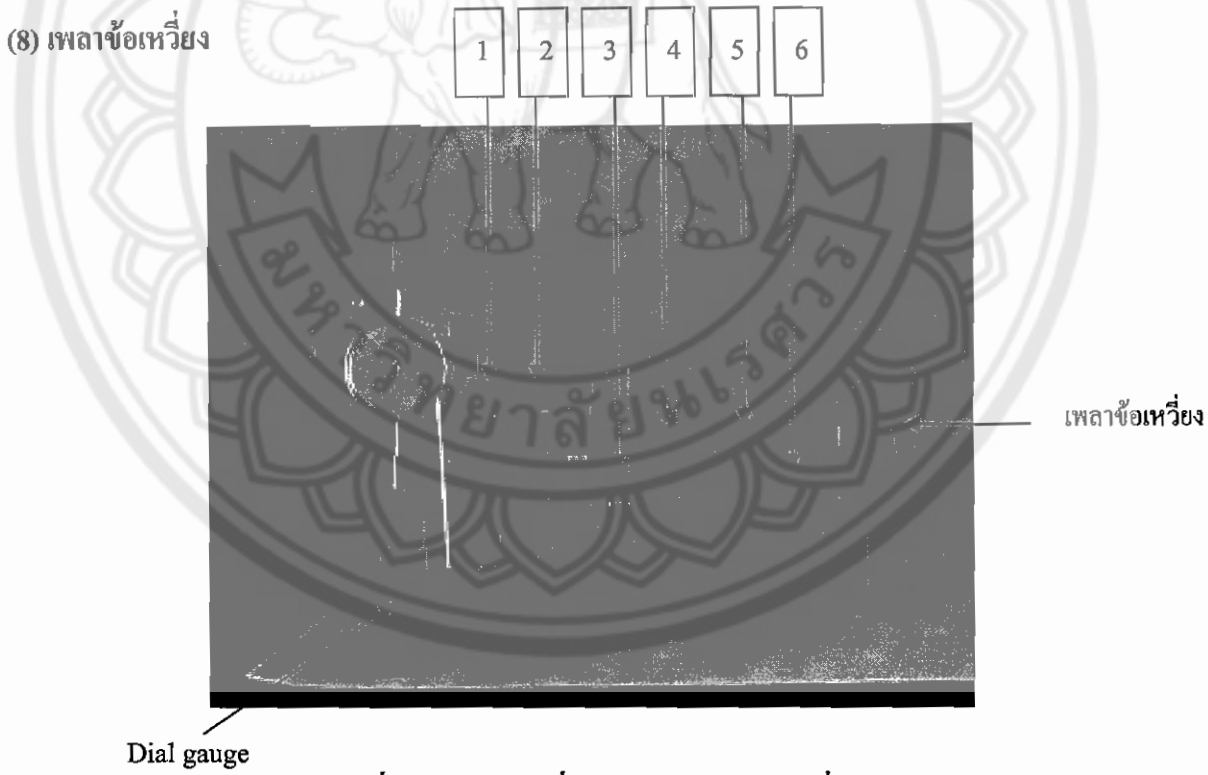
(7) หัวเทียน

จากการตรวจสอบถึงสภาพของหัวเทียนเขี้ยวของหัวเทียนแตกดังรูป 3.39 สาเหตุของการแตกอาจเกิดจาก 3 กรณีดังนี้ เมื่อลูกสูบแตกเศษต่างๆ ของลูกสูบได้กระเด็นไปจนถึงหัวเทียนทำให้ไปกระแทกกับหัวเทียน จนทำให้บริเวณเขี้ยวของหัวเทียนเกิดการชำรุดแตกหัก

1. อาจเป็นไปได้ว่าเมื่อลูกสูบแตกแล้ว หัวเทียนได้ไปกระแทกกับส่วนที่เป็นก้านสูบจึงทำให้เขี้ยวหัวเทียนแตกหัก
2. **อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ที่สูงเกินไปอาจทำให้ชิ้นส่วนของหัวเทียนเกิดความเสียหายขึ้น**



รูปที่ 3.39 หัวเทียนที่แตก



รูปที่ 3.40 ตำแหน่งที่ใช้ในการวัดเพลาข้อเหวี่ยง

นอกจากนี้ได้ทำการสำรวจเพื่อที่จะตรวจสอบหาความเสียหายของเพลาข้อเหวี่ยง โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ไดอัลเกจ วัดความกลมของเพลาข้อเหวี่ยง โดยนำ ไดอัลเกจ ไปแตะกับผิวนอกของเพลา ถ้าเพลาข้อเหวี่ยงไม่กลมจะอ่านค่าจากหน้าปัดของเกจได้ ค่าที่ได้แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าที่วัดหาความคดงอของเพลาข้อเหวี่ยง

ลูบที่ / ครั้งที่	1 (in)	2 (in)	3 (in)	4 (in)	5 (in)	6 (in)
1	0.005	0.0053	0.0052	0.0058	0.0056	0.0060
2	0.0051	0.0056	0.0059	0.0052	0.0058	0.0057
ค่าเฉลี่ย	0.0050	0.0055	0.0056	0.0055	0.0057	0.0059

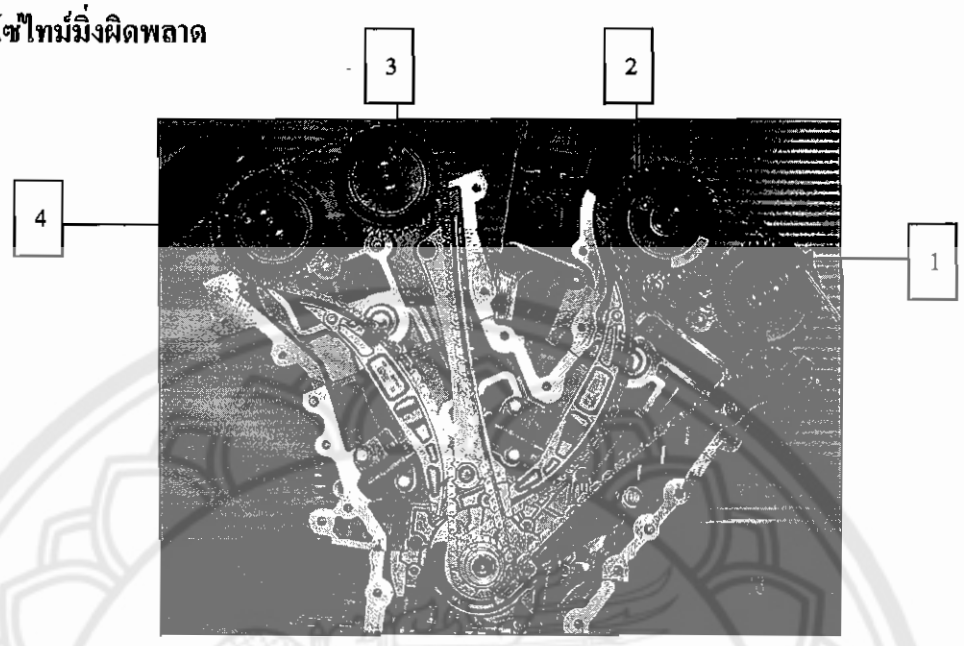
จากการตรวจสอบหาความเสียหายของเพลาข้อเหวี่ยงด้วยตาไม่พบสภาพผิดปกติของเพลาข้อเหวี่ยงแต่อย่างใด ผลการตรวจสอบการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงด้วย dial gauge แสดงในตารางที่ 3.3 วิธีการวัดและตำแหน่งที่ทำการวัดแสดงในภาคผนวก ฉ ซึ่งค่าที่ทางโรงงานระบุได้ระบุไว้คือ ระยะการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง คือ 0.004 นิ้ว - 0.009 นิ้ว เพราะฉะนั้นค่าที่ได้อยู่ในระหว่างค่าที่ทางโรงงานกำหนดไว้

3.4.3 การสันนิษฐานสาเหตุความเสียหายของเครื่องยนต์

จากลักษณะความเสียหายที่เกิดแก่ชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ที่สำรวจพบในหัวข้อที่แล้ว ในที่นี้ได้ตั้งข้อสันนิษฐานว่าความเสียหายนั้นอาจเกิดขึ้นจากสาเหตุ 2 ประการ ได้แก่ แรงและความร้อน โดยคาดว่าเกิดการชนกันของวาล์วและลูกสูบภายในกระบอกสูบ แรงกระแทกซึ่งชิ้นส่วนทั้ง 2 ได้รับประกอบกับความร้อนในห้องเผาไหม้ ทำให้เกิดการเสียหายดังกล่าว ในโครงงานนี้ได้รวบรวมสิ่งที่อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวไว้ สรุปได้ดังนี้

รูปที่ 3.41 การวิเคราะห์สาเหตุความเสียหาย

(1) การตั้งโซ่ไทม์มิ่งผิดพลาด

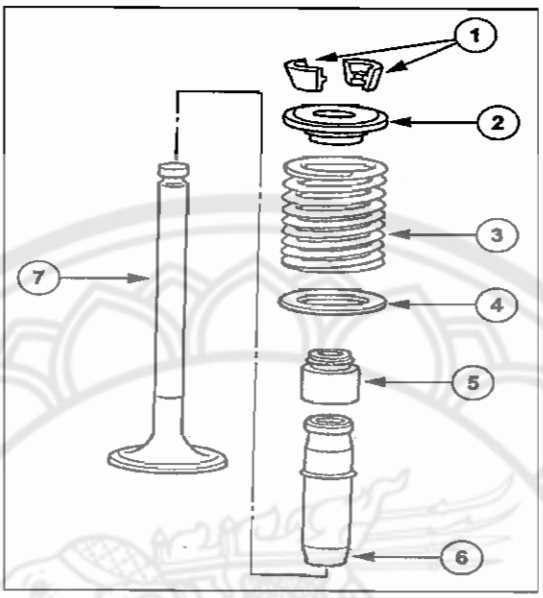


รูปที่ 3.42 จุดสำหรับตั้งโซ่ไทม์มิ่ง

จากภาพจะเห็นว่า จะมีจุดที่ทำการตั้งโซ่ไทม์มิ่งอยู่ทั้งหมด 4 จุด ตัวโซ่จะต้องตรงกันกับจุดที่กำหนดของเฟืองเพลาลูกเบี้ยว ซึ่งถ้ามีการคลาดเคลื่อน หรือที่เรียกว่าโซ่กระโดดก็อาจจะเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้การเคลื่อนที่ของเพลาลูกเบี้ยวกับเพลาข้อเหวี่ยงไม่สัมพันธ์กัน เช่น เมื่อลูกสูบมีการเคลื่อนที่ขึ้นแต่วาล์วกลับเคลื่อนที่ลงจึงเป็นสาเหตุทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไปชนกับวาล์วทำให้เกิดความเสียหายได้ดังกล่าว

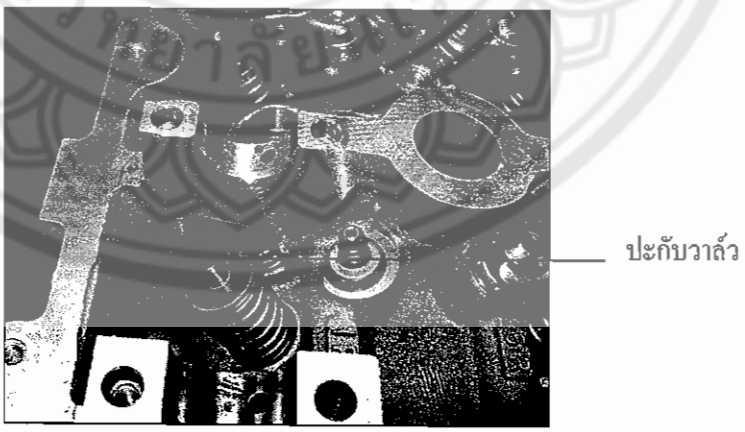
การวิเคราะห์จากสภาพชิ้นส่วนที่พบวาล์วมีการคดงอของก้านวาล์วก่อนแล้วก็จะขาดออกจากกัน ซึ่งน่าจะเกิดการกระแทกก่อนหลายครั้งทำให้เกิดความอ่อนตัว และความล้า จากนั้นบ่าวาล์วจึงขาดออก

(2) ปะกับวาล์วของสูบที่ 5 หลุด



รูปที่ 3.43 ส่วนประกอบของวาล์ว

1. ปะกับวาล์ว
2. แผ่นรองสปริงตัวบน
3. สปริง
4. แผ่นรองสปริงตัวล่าง
5. ซีลวาล์ว
6. ปลอกวาล์ว
7. ก้านวาล์ว

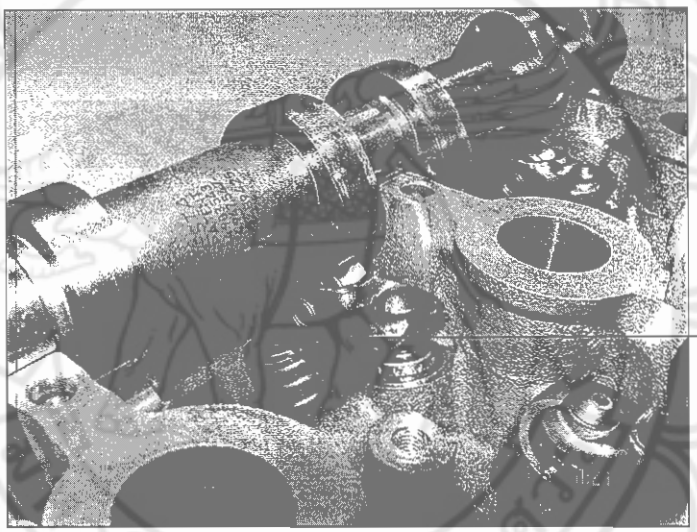


รูปที่ 3.44 ปะกับวาล์วที่อาจจะหลุดออกมา

ประกับวาล์วนั้นมีหน้าที่ยึดสปริงไว้ให้มั่นคง ในขณะที่สปริงมีแรงกระทำตลอดเวลาจากเพลาลูกเบี้ยวขนาดของแรงก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วของรถ ดังนั้นก็อาจจะเป็นไปได้ว่าประกับวาล์วซึ่งมีอยู่ 2 ชิ้นดังรูปสามารถที่จะหลุดออกจากกันได้จึงทำให้วาล์วหลุดเข้าไปในห้องเผาไหม้ได้ แล้วเมื่อหลุดไปแล้วจึงทำให้ไปกระแทกกับลูกสูบทำให้ลูกสูบเกิดความเสียหายดังกล่าว

การวิเคราะห์จากสภาพชิ้นส่วนที่พบเป็นความเสียหายของลูกสูบที่น่าจะเกิดมาจากการกระแทกของวาล์วอย่างรุนแรง จึงทำให้เกิดสภาพของความเสียหายดังกล่าว แล้วเกิดความล้า และการคืบ

(3) วาล์วไฮดรอลิกผิดปกติ



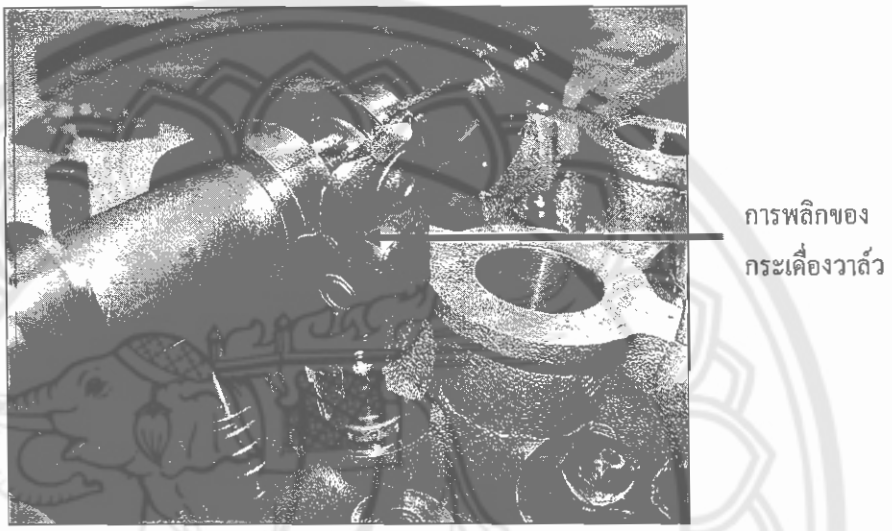
รูปที่ 3.45 ระยะห่างของวาล์วไฮดรอลิก

ข้อมูลที่ได้ในตอนแรก เครื่องยนต์มีการเกิดเสียงดังบริเวณฝาครอบวาล์ว ลักษณะของเสียงคล้ายเสียงดังที่เกิดจากวาล์ว เสียงที่เกิดนี้จะไม่เป็นไปตามโหลดของเครื่องยนต์ และแสดงถึงความผิดพลาด, ความเสียหาย, หรือการติดขัดที่ตัววาล์วหรือ ก้านวาล์ว ซึ่งทั้งหมดนี้เนื่องมาจากระยะห่างของวาล์ว ซึ่งตัวที่ทำหน้าที่ในการปรับระยะห่างของวาล์วนี้เรียกว่า **วาล์วไฮดรอลิก** ผลเสียดังกล่าวอาจจะเกิดจากตัววาล์วไฮดรอลิกไม่ทำงานดังนั้น จึงทำให้ระยะห่างในการกดของเพลาลูกเบี้ยวผิดพลาดไปทำให้ตัวก้านวาล์วนั้นหลุดลงไปในห้องเผาไหม้ จึงทำให้เกิดความเสียหายขึ้น

การวิเคราะห์จากสภาพชิ้นส่วนที่พบโดยปกติแล้ววาล์วจะหมุนตามองศาของเพลาลูกเบี้ยวที่มากดทับแต่เมื่อระยะห่างของวาล์วผิดเพี้ยนไปทำให้ระยะการเปิดของวาล์วมากขึ้นกว่าปกติ จึงทำให้วาล์ว

ไปชนกับลูกสูบก่อนทำให้เกิดการคดงอดังรูป และเมื่อมีการกระแทกหลายต่อหลายครั้ง จึงเกิดความล้าและความอ่อนตัวขึ้นมา ทำให้ส่วนที่เป็นบ่าวาล์วขาดออก

(4) กระเดื่องวาล์วพลิก



รูปที่ 3.46 การพลิกของกระเดื่องวาล์ว

กระเดื่องวาล์วอาจจะมีการติดตั้งไม่ดี จึงทำให้เกิดการหลุดออกมาในลักษณะดังกล่าว เพราะว่าการทำงานนั้นมีแรงกดค่อนข้างมากในรอบเครื่องยนต์ที่สูง เมื่อมีการใช้งานไปนานๆ อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดดังกล่าวขึ้น และอาจจะเป็นสาเหตุต่อเนื่องไปทำให้มีการไปกดทับแผ่นรองสปริงตัวบนทำให้ปะกับวาล์วหลุดออกแล้วทำให้วาล์วหลุดเข้าไปยังห้องเผาไหม้จนทำให้ลูกสูบกระแทกกับวาล์วจนเกิดความเสียหายดังกล่าว

การวิเคราะห์จากสภาพชิ้นส่วนที่พบจากภาพ จะเป็นถึงรอยความเสียหายเหมือนกับการถูกกระแทก จนมีรอยกินลึกเข้าไปในเนื้อโลหะ ดังนั้นรอยที่เกิดขึ้นนั้นอาจจะเกิดมาจากการกระแทกกันระหว่างเพลาลูกเบี้ยวและกระเดื่องกดวาล์ว

(5) คุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่น

จากเหตุการณ์ที่รถถูกนำไปเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นที่ศูนย์บริการจังหวัดชลบุรี จากนั้นมารถก็มีอาการมาเรื่อยๆ จึงต้องมีการเปลี่ยนตัววาล์วไฮดรอลิก อาจเป็นไปได้ว่า น้ำมันหล่อลื่นที่เปลี่ยนมานั้นทำให้การทำงานของวาล์วไฮดรอลิกนั้นผิดพลาดไป จึงเป็นสาเหตุทำให้กลไกการทำงานของวาล์วกับลูกสูบนั้นไม่สัมพันธ์กัน ทำให้เกิดการกระแทกกันดังกล่าว

(6) ความบกพร่องของการทำงานของ PCM

ในการทำงานของรถยนต์รุ่นนี้ การทำงานของระบบเครื่องยนต์ทุกชนิด จะมี PCM ช่วยในการทำงาน เพื่อที่จะสั่งการ และตรวจสอบหารหัสแจ้งข้อบกพร่อง ในบริเวณของเพลาข้อเหวี่ยงก็เช่นกันก็จะมี PCM ตรวจจับการทำงานด้วย ดังนั้นอาจจะเป็นไปได้ว่า PCM จะไปมีส่วนทำให้การทำงานของเพลาข้อเหวี่ยงไม่สัมพันธ์กับเพลาลูกเบี้ยวแล้วทำให้การเคลื่อนที่ของวาล์วไปกระแทกกับลูกสูบดังกล่าว การวิเคราะห์จากสภาพชิ้นส่วนที่พบโดยปกติแล้ววาล์วจะหมุนตามองศาของเพลาลูกเบี้ยวที่มากดทับแต่เมื่อระยะห่างของวาล์วผิดเพี้ยนไปทำให้ระยะการเปิดของวาล์วมากขึ้นกว่าปกติ จึงทำให้ไปชนกับลูกสูบก่อนทำให้เกิดการคดงอขึ้น และเมื่อมีการกระแทกหลายต่อหลายครั้งจนทำให้เกิดความล้า และความอ่อนตัว ทำให้ส่วนที่เป็นบ่าวาล์วขาดออก

(7) ปริมาณน้ำหล่อเย็น

ปริมาณน้ำในระบบหล่อเย็นนั้นต้องมีปริมาณที่เพียงพอของระบบ ถ้าปริมาณน้ำหล่อเย็นน้อย มีผลทำให้การระบายความร้อนไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร โดยที่น้ำจะเป็นตัวหมุนเวียนความร้อนภายในระบบให้มีประสิทธิภาพ

(8) การเผาไหม้ที่ผิดปกติ

อาจจะเกิดได้ 2 กรณี คือ

1. การน็อกจากประกายไฟ (Spark Knock) คือจะมีเสียงดังเหมือนเสียงของชิ้นส่วนกระทบกัน
2. การจุดระเบิดโดยผิวร้อน (Surface ignition) เป็นการเผาไหม้ที่มีการจุดระเบิดสารผสมอากาศกับเชื้อเพลิงโดยจุดร้อน (Hot spot) บนผนังของห้องเผาไหม้ เช่น บริเวณของวาล์วหรือหัวเทียนที่ร้อนเกิน ฯลฯ ถ้ารุนแรงก็อาจจะทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ชำรุดเสียหายได้ และถ้าไม่รุนแรงก็อาจที่จะทำให้เกิดเสียงได้

(9) สายพานพัดลมหม้อน้ำขาดหรือหย่อน

กรณีของสายพานเป็นตัวที่ใช้ขับปั๊มน้ำถ้าสายพานขาดหรือหย่อน ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการขับปั๊มน้ำในระบบหล่อเย็นน้อยลง อาจทำให้น้ำที่ไปไหลเวียนในระบบไม่มีการไหลเวียน หรือน้อยลงตามไปด้วย ผลจึงทำให้เครื่องยนต์มีความร้อนสูงขึ้น แล้วจึงส่งผลให้เกิดความเสียหายขึ้นกับชิ้นส่วนต่างๆ ภายในเครื่องยนต์

(10) Thermostat

เทอร์โมสตัต ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิการทำงานของเครื่องยนต์ให้เหมาะสมตลอดเวลา เมื่อเครื่องยนต์ทำงานหนักและอุณหภูมิของอากาศสูง เทอร์โมสตัตจะเปิดกว้างที่สุดเพื่อให้น้ำหล่อเย็นไหลเต็มที่ แต่ถ้าเครื่องยนต์ทำงานเบาและอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำ เทอร์โมสตัตจะเปิดออกบางส่วนเพื่อให้การไหลเวียนน้ำหล่อเย็นถูกจำกัดบางส่วน สิ่งนี้จะช่วยรักษาความร้อนให้อยู่ในเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องยนต์ยังคงทำงานที่อุณหภูมิทำงานปกติต่อไป ถ้ากรณีที่เทอร์โมสตัตไม่ทำงานเครื่องยนต์จะไม่มีการรักษาระดับของอุณหภูมิเอาไว้ ทำให้ระดับอุณหภูมิของเครื่องยนต์อยู่ในระดับสูง ทำให้เครื่องยนต์ร้อนเกินไป อาจจะทำให้ชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์เกิดความเสียหายได้

(11) โพรงน้ำอุดตัน

โพรงน้ำได้รับการออกแบบเพื่อดูดความร้อนออกจากเสื้อสูบและฝาสูบ โพรงน้ำเป็นช่องว่างระหว่างผนังกระบอกสูบด้านนอกกับภายในของเสื้อสูบ และฝาสูบ สารหล่อเย็นสามารถไหลเวียนอย่างอิสระผ่านจุดร้อนของเครื่องยนต์ซึ่งรวมถึงปลอกนำวาล์ว บ่าวาล์ว และส่วนบนของผนังกระบอกสูบ ซึ่งสัมผัสกับแหวนลูกสูบ ถ้าโพรงน้ำอุดตันก็จะทำให้ไม่มีการไหลเวียนของสารหล่อเย็น ทำให้ไม่เกิดการระบายความร้อน จึงทำให้อุณหภูมิของเครื่องยนต์ร้อนขึ้น จนเกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ดังกล่าว

(12) ท่อน้ำเสื่อมสภาพ

เมื่อท่อน้ำเสื่อมสภาพอาจจะทำให้น้ำที่ไหลเวียนในระบบไหลเวียนได้ไม่เต็มที่ อาจจะมีรอยรั่วหรือมีการอุดตัน เป็นสาเหตุทำให้การหล่อเย็นเป็นไปไม่เต็มที่ หรือมีการอุดตันเป็นสาเหตุทำให้การหล่อเย็น เป็นไปอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นก็จะทำให้เครื่องยนต์ร้อนขึ้น แล้วทำเกิดความเสียหายกับเครื่องยนต์

(13) ปั๊มน้ำเสีย

ปั๊มน้ำสามารถทำให้น้ำไหลเวียนได้ระหว่างโพรงน้ำและหม้อน้ำ ถ้าในกรณีที่ปั๊มน้ำเสีย น้ำจะไม่เกิดการไหลเวียนภายในระบบ การหล่อเย็นภายในเครื่องยนต์ก็จะไม่เกิดขึ้น ดังนั้นความร้อนของเครื่องยนต์จึงสูงขึ้น จึงอาจจะส่งผลให้เกิดความเสียหายขึ้นกับเครื่องยนต์

(14) น้ำมันหล่อลื่นมีปริมาณน้อยเกินไป

น้ำมันหล่อลื่นสามารถที่จะระบายความร้อนภายในเครื่องยนต์ได้ โดยที่น้ำมันหล่อลื่นจะพาความร้อนที่มันไหลผ่านออกไปด้วย แล้วมาระบายความร้อนที่อ่างน้ำมันหล่อลื่น และช่วยลดแรงกระแทกของชิ้นส่วน ถ้าปริมาณน้ำมันหล่อลื่นน้อยเกินไป ก็อาจทำให้เกิดผลเสียขึ้นดังกล่าว จึงอาจจะมีส่วนทำให้เครื่องยนต์เกิดความเสียหายขึ้นดังกล่าว

(15) พัดลมหม้อน้ำเสีย

พัดลมหม้อน้ำ ทำหน้าที่ ดึงอากาศให้ไหลผ่านหม้อน้ำ ซึ่งช่วยขจัดความร้อนออกจากหม้อน้ำ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการหล่อเย็นในขณะที่เครื่องยนต์เดินเบา หรือรถยนต์วิ่งด้วยอัตราเร็วต่ำๆ เพราะฉะนั้นในกรณีของพัดลมหม้อน้ำเสีย จะทำให้เครื่องยนต์เกิดความร้อนขึ้นมากกว่าปกติแล้วส่งผลกระทบให้เกิดความเสียหายตามมา

3.5.2 ข้อสังเกตของการสันนิษฐานสาเหตุความเสียหาย

ตารางที่ 3.4 ข้อสังเกตของการสันนิษฐานสาเหตุความเสียหาย

ข้อสันนิษฐาน	ข้อสังเกต
การปรับตั้งโซ่ไทม์มิ่งผิดพลาด	ถ้าการปรับตั้งโซ่ไทม์มิ่งผิดแล้วความเสียหายน่าจะเกิดขึ้นกับทุกๆ สูบ
ปะกับวาล์วของสูบที่ 5 หลุด	ทางศูนย์บริการแจ้งมาว่าหลังจากที่มีการเปิดฝาครอบวาล์วออกมานั้นไม่พบว่ามีชิ้นส่วนที่ผิดปกติใดๆ บริเวณของฝาสูบ ซึ่งวาล์วจะอยู่บริเวณดังกล่าว
ความผิดพลาดของวาล์วไฮดรอลิก	ทางศูนย์บริการแจ้งมาว่าหลังจากที่มีการเปิดฝาครอบวาล์วออกมานั้นไม่พบว่ามีชิ้นส่วนที่ผิดปกติใดๆ แต่ทางศูนย์บริการไม่ได้แจ้งว่าได้มีการวัดระยะห่างของวาล์วไฮดรอลิกว่าได้ค่ามาเท่าใดตรงกับค่ากำหนดของรถหรือไม่
กระเดื่องวาล์วพลิก	ทางศูนย์บริการแจ้งมาว่าหลังจากที่มีการเปิดฝาครอบวาล์วออกมานั้นไม่พบว่ามีชิ้นส่วนที่ผิดปกติใดๆ บริเวณของฝาสูบ
คุณสมบัติน้ำมันเครื่อง	เนื่องจากศูนย์บริการแจ้งมาว่าทำการตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องแล้วสภาพ และระดับปกติน้ำมันเครื่องไม่มีการปนเปื้อน

ข้อสันนิษฐาน	ข้อสังเกต
ความบกพร่องของการทำงานของ PCM	จากการตรวจเช็คจากช่างที่ศูนย์บริการไม่พบรหัสข้อบกพร่องจาก PCM เมื่อทำการประกอบและลองใช้งานรถใหม่ แล้วยังไม่พบปัญหาที่เกิดจาก PCM
ปริมาณน้ำหล่อเย็น	เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับทราบมานั้นปริมาณของน้ำหล่อเย็นที่อยู่ในหม้อน้ำอยู่ในระดับที่ปกติไม่มีปริมาณน้ำที่น้อยแต่อย่างไร
การเผาไหม้ที่ผิดปกติ	จากข้อสันนิษฐานตรงนี้ไม่สามารถที่จะบอกได้ชัดเจนมากนักเนื่องจากตอนที่รถเสียนั้นลูกค้าเป็นผู้ใช้งานเพราะฉะนั้นเสียงดังกล่าวไม่สามารถตรวจสอบได้
สายพานพัดลมหม้อน้ำขาดหรือหย่อน	จากการตรวจสอบแล้ว สานพานดังกล่าวยังมีสภาพที่ใช้งานได้อย่างปกติ ไม่ได้ขาด และปัจจุบันยังใช้งานสายพานเส้นเดิมอยู่
Thermostat	ในส่วนนี้ปัญหาน่าจะเกิดกับส่วนตรงนี้น้อยเพราะว่าตอนที่มีการรายงานปัญหาที่เกิดขึ้นไม่มีความร้อนของเครื่องยนต์เตือนให้ทางศูนย์บริการทราบเลยว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้น
โพรงน้ำอุดตัน	ในส่วนนี้ปัญหาน่าจะเกิดกับส่วนตรงนี้น้อยเพราะ ตอนที่มีการรายงานปัญหาที่เกิดขึ้นไม่มีความร้อนของเครื่องยนต์เตือนให้ทางศูนย์บริการทราบเลยว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้น

ข้อสันนิษฐาน	ข้อสังเกต
ท่อน้ำเสื่อมสภาพ	จากการตรวจสอบแล้ว ท่อน้ำดังกล่าวยังมีสภาพที่ใช้งานได้อย่างปกติ ไม่ได้ขาด หรือชำรุดแต่ประการใด และปัจจุบันยังใช้ท่อน้ำเดิมอยู่เดิมอยู่
ปั๊มน้ำเสีย	จากการตรวจสอบของปั๊มน้ำจากทางศูนย์บริการไม่พบความผิดปกติใดจากปั๊มน้ำ และปัจจุบันนี้ก็มีการใช้ปั๊มน้ำตัวเดิม ก็ไม่เกิดปัญหาแต่ประการใด
น้ำมันหล่อลื่นมีปริมาณน้อยเกินไป	จากการตรวจสอบจากทางศูนย์บริการ ไม่พบว่า มีระดับความคลาดเคลื่อนของน้ำมันหล่อลื่นที่ผิดปกติ จากข้อมูลนี้ไม่มีการปนเปื้อนของน้ำมันหล่อลื่นกับชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์
พัดลมหม้อน้ำเสีย	พัดลมหม้อน้ำไม่มีความเสียหาย และเมื่อทำการประกอบเครื่องยนต์แล้วยังคงใช้พัดลมหม้อน้ำอันเดิม และไม่เกิดปัญหาแต่อย่างใด

3.8 กระบวนการในการสั่งอะไหล่

ชิ้นส่วนที่ตรวจสอบพบว่าเกิดความเสียหายในหัวข้อที่ผ่านมา จะต้องทำการเปลี่ยนใหม่หรือซ่อมแซม เพื่อทำให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้อีกครั้งหนึ่ง กระบวนการในการสั่งอะไหล่ จากแผนก **Part supply** ซึ่งจะอยู่ในส่วนของ **Customer service**
มีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบชิ้นส่วนทั้งหมดที่จะส่งก็คือมีอะไหล่อยู่ 11 ประเภทที่จะต้องทำการสั่ง
2. นำรายการทั้งหมดตรวจสอบกับแผนก Part supply ว่า Part number อะไร ราคาเท่าไหร่
3. นำ Part number และราคา พร้อมด้วยชื่อของอะไหล่แต่ละชิ้นมากรอกใส่แบบฟอร์มของบริษัท
4. นำใบรายการสั่งอะไหล่เพื่อให้หัวหน้าแผนกทำการตรวจสอบ
5. ทำการส่งเอกสารดังกล่าวไปยังแผนกอะไหล่

โดยที่การติดต่อและระยะเวลาในการสั่งนั้น ถ้าเป็นประเภทของอะไหล่ที่มีอยู่ใน Stock อะไหล่ดังกล่าวสามารถที่จะจัดส่งได้ภายใน หนึ่งอาทิตย์ แต่ถ้าเป็นอะไหล่ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศก็จะต้องรออะไหล่ ประมาณ 1 เดือน โดยใช้การจัดส่งของทางเครื่องบิน

เมื่อเสร็จขั้นตอนในการสั่งดังกล่าวแล้ว เมื่ออะไหล่มาถึงก็จะต้องทำการตรวจเช็คเทียบกับ รายการที่ได้ทำการสั่งซื้อไปว่าตรงกันหรือไม่ แล้วดูว่า อะไหล่ชิ้นใดที่ยังไม่มา

เมื่อทำการตรวจสอบอะไหล่แล้ว ปรากฏว่าอะไหล่ที่ยังไม่มา คือ ประเก็น เนื่องจากปะเก็นต้องนำเข้าจากประเทศ ญี่ปุ่น ดังนั้นระยะเวลาในการนำของมาจึงใช้เวลาประมาณ 1 เดือน