

ชื่อเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์
 โดย ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทองษ์
 สถานศึกษา วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
 ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ 2) หาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

วิธีดำเนินการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบบันทึกผลการทดลอง แบบประเมินหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมทำจากเหล็กกล่องขนาด 2.54 เซนติเมตร มีขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 58.5 x 59 x 70 เซนติเมตร มีถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นขนาด 35 ลิตร และมีถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นขนาด 4.5 ลิตร ใช้ปั้มน้ำแรงดันต่ำขนาด 35 บาร์ มีกล้อง Snake Scope ใช้ร่วมกับจอมอนิเตอร์ ในการตรวจสอบขั้นตอนการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และมีเครื่องมือวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ

ประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เมื่อทดลองล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 9 คัน ด้วยแรงดันน้ำ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ พบว่า เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยแรงดันน้ำ 30 บาร์ ทำให้ระบบปรับอากาศรถยนต์มีประสิทธิภาพสูงสุด มีอุณหภูมิลดลง 6.3°C หรือเท่ากับ 40.6% และมีความเร็วลมเพิ่มสูงขึ้น 30.8 m/s หรือเท่ากับ 55.6% ซึ่งผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลม จะมีค่าใกล้เคียงกับรถยนต์ที่ยังไม่ผ่านการใช้งานและเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ด้วยเครื่องนี้ จะใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 47 นาที ซึ่งจะใช้เวลาใกล้เคียงกับเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้อยู่ในศูนย์บริการรถยนต์ทั่วไป และผลการประเมินหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$ S.D. = 0.27) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านคู่มือการใช้งาน ($\bar{X} = 4.41$ S.D. = 0.21) รองลงมาด้านการใช้งาน ($\bar{X} = 4.26$ S.D. = 0.24) และด้านการออกแบบและสร้าง ($\bar{X} = 4.17$ S.D. = 0.35)

ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.29$ S.D. = 0.34) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ด้านการใช้งาน ($\bar{X} = 4.35$ S.D. = 0.34) รองลงมา คือ ด้านการสร้าง ($\bar{X} = 4.29$ S.D. = 0.34) และด้านการออกแบบ ($\bar{X} = 4.22$ S.D. = 0.36)

Title Making and Finding Efficiency of Coil Cooler Cleaner Machine
 Researcher Acting Lt. Chinnaphat Kaewkominthawong
 College Nong Khai Technical College
 Years 2017

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) design and making Coil Cooler Cleaner Machine, 2) look for an efficiency in used of the machine, 3) study the user' satisfaction.

Research methodology was the experimental research; used the Coil Cooler Cleaner Machine which making by researcher. The sample was a group of 20 users that chose by purposive sampling. The research instruments were result Recording Form, Performance Assessment Form and User Satisfaction Questionnaire. The research statistics used the mean, standard deviation, percentage and content analysis.

Results of the research were as follows: the result of designing and constructing the Coil Cooler Cleaner Machine had a square shape which made of steel box size of 2.54 centimeters in width x length x height; equal to 58.5 x 59 x 70 centimeters. The kit had a 35 liter water tank and a 4.5 liter cleaner tank. there was a 35 bar low pressure water pump and Snake Scope camera with the monitor to check the cleaning process of the machine. There were also an anemometer and a temperature detector.

The efficiency in use of the Coil Cooler Cleaner Machine as follow; when researcher had an experiment; cleaned the car coil cooler of 9 cars with water pressure at 5 bar, 15 bar and 30 bar, it found that while researcher was cleaning the car coil cooler with a water pressure of 30 bars, the car air conditioning system had the most efficient. The temperature dropped at 6.3 degree or equal to 40.6% and the wind speed increases by 30.8 m/s or equal to 55.6%. The results of the temperature and air velocity test were close a new car. Then, the time of cleaning the car coil cooler with the machine took an average of 47 minutes, which will take approximately the same time as a cleaner machine that used in general automotive service centers. The overall of the efficiency in used of the Coil Cooler Cleaner Machine was at high ($\bar{X} = 4.28$ S.D. = 0.27). When considered in detail, it was found that the highest means were instruction manual ($\bar{X} = 4.41$ S.D. = 0.21), usability ($\bar{X} = 4.26$ S.D. = 0.24) and design and make ($\bar{X} = 4.17$ S.D. = 0.35).

The overall of user' satisfaction of the Coil Cooler Cleaner Machine was at high ($\bar{X} = 4.29$ S.D. = 0.34). When considered in detail, it was found that the highest sides

of satisfaction were usability ($\bar{X} = 4.35$ S.D. = 0.34), making ($\bar{X} = 4.29$ S.D. = 0.34) and design ($\bar{X} = 4.22$ S.D. = 0.36) respectively.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัย เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.บรรจบ อรชร อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผศ.ดร.อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และ ดร.สมภพ ปัญญาสมพรรค อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย ให้คำแนะนำ แนวคิด พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องวิธีการวิจัยต่าง ๆ และช่วยประเมินผลคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านผู้เชี่ยวชาญประเมินผลคุณภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น คือ ดร.พุทธ ธรรมสุนา ครูแผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี นายมนัส ดิลกกลาก ครูแผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย นายวิสุทธิ์ จันทะ ครูแผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือหนองคาย และนายพีรพงศ์ ชูติภัทร์นิธิโชติช่างผู้ชำนาญงานซ่อมรถยนต์ บริษัท หนองคาย ฮอนด้า ออโตโมบิล จำกัด นายณเดชน์ จันทาศิริช่างผู้ชำนาญงานซ่อมรถยนต์ บริษัท โตโยต้าหนองคาย จำกัด นายบัญชา มีลา ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมรถยนต์ บริษัท สยามนิสสันไทยอุดม หนองคาย จำกัด

ขอขอบพระคุณนายอุดมภูเบศวร์ สมบูรณ์เรศ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย และครู อาจารย์ แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ ช่วยเหลือสนับสนุน และให้ใช้สถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณผู้ที่เป็นเจ้าของหนังสือ ตำรา เอกสารต่าง ๆ ในบรรณานุกรมทุก ๆ ท่าน ที่ผู้วิจัยได้ใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงจนทำให้รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การศึกษาแก่บุตร ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัย

ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล	7
หลักการเบื้องต้นของการปรับอากาศ	9
หลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์	12
ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศรถยนต์	13
การล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์	20
เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ทั่วไป	23
โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	26
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	44
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	54
ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	54
การออกแบบโครงสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	55
การสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	56
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	62
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	66
การวิเคราะห์ข้อมูล	74
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	75

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77
ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	77
ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	78
ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	85
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	87
สรุปผลการวิจัย	87
อภิปรายผลการวิจัย	89
ข้อเสนอแนะ	93
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	99
ภาคผนวก ก. การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	100
ภาคผนวก ข. คู่มือการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	107
ภาคผนวก ค. ขั้นตอนการทดลองเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	127
ภาคผนวก ง. ผลการทดลอง	143
ภาคผนวก จ. รายนามผู้เชี่ยวชาญ	146
ภาคผนวก ฉ. หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ	148
ภาคผนวก ช. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	167
ภาคผนวก ซ. แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	173
ภาคผนวก ฌ. หลักฐานการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	178
ประวัติผู้วิจัย	209

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางแสดงผลอุณหภูมิและความเร็วลม	63
4.1 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลัง ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน ด้วยแรงดัน น้ำ 5 บาร์	78
4.2 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลัง ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน ด้วยแรงดัน น้ำ 15 บาร์	79
4.3 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลัง ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน ด้วยแรงดัน น้ำ 30 บาร์	80
4.4 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาด ชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ในด้านการออกแบบและสร้าง	82
4.5 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาด ชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ในด้านการใช้งาน	83
4.6 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาด ชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ในด้านคู่มือการใช้งาน	84
4.7 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยภาพรวม	84
4.8 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความพึงพอใจ ของผู้ใช้บริการที่มีต่อชุดเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	85
ง.1 ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างความ สะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 5 บาร์ กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 3 คัน โดยใช้รถยนต์ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด ชุดคอยล์เย็นรถยนต์	144

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ง.2	ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 15 บาร์ กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 3 คัน โดยใช้รถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	144
ง.3	ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 30 บาร์ กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 3 คัน โดยใช้รถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	145
ง.4	ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมกับรถยนต์ใหม่ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน	145

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 วงจรการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์	12
2.2 คอมเพรสเซอร์	14
2.3 คอนเดนเซอร์	15
2.4 รีซีฟเวอร์ ทรายเออร์	15
2.5 เอ็กซ์แพนชันวาล์ว	16
2.6 อีวาพอเรเตอร์	16
2.7 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์	17
2.8 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ชนิดท่อและแผ่นครีป	17
2.9 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ชนิดแผ่นท่อกวน	18
2.10 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ชนิดถ้วยดูด	18
2.11 ตำแหน่งการติดตั้งชุดอีวาพอเรเตอร์แบบแขวน	19
2.12 ตำแหน่งการติดตั้งชุดอีวาพอเรเตอร์แบบฝัง	20
2.13 การล้างตู้แอร์รถยนต์แบบไม่ถอดตู้	21
2.14 การล้างตู้แอร์รถยนต์แบบถอดตู้	21
2.15 วิธีการล้างตู้แอร์รถยนต์ด้วยกล้อง Micro cam	24
2.16 เครื่องล้างตู้แอร์รถยนต์ยี่ห้อ Happy air	25
2.17 เปรียบเทียบการทำงานจังหวะเดี่ยวและการทำงานสองจังหวะ	27
2.18 ส่วนประกอบของปั๊มแรงดันต่ำแบบลูกสูบชัก (Piston pump) รุ่น DQX jet cleaner	28
2.19 เกจวัดแรงดันแบบต่าง ๆ	30
2.20 กล้อง Snake Scope แบบสาย USB	31
2.21 กล้อง Snake Scope แบบไม่มีสาย	32
2.22 ส่วนประกอบของกล้อง Snake Scope แบบไม่มีสาย	32
2.23 จอมอนิเตอร์ ช่องเสียบสัญญาณแบบ VGA	34
2.24 จอมอนิเตอร์ แบบระบบรองรับสัญญาณภาพ HDMI ความละเอียดสูง	34
2.25 กล้องแปลงสัญญาณ ระบบ XGA TV to Box	35
2.26 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กล้องแปลงสัญญาณของ ระบบ XGA TV to Box	36
2.27 สายรับสัญญาณภาพ	37
2.28 ช่องเสียบสายรับสัญญาณ	37
2.29 หัวฉีดแบบแรงปะทะ	38

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.30 หัวฉีดแบบรูปตัด	39
2.31 หัวฉีดแบบรูปกรวย	39
2.32 มินิบอลวาล์วแบบ (FM) เกลียวชั้นนอกและเกลียวชั้นใน	40
2.33 มินิบอลวาล์วแบบ (FF) เกลียวชั้นในทั้ง 2 ด้าน	40
2.34 มินิบอลวาล์วแบบ (MM) เกลียวชั้นนอกทั้ง 2 ด้าน	41
2.35 มินิบอลวาล์วแบบ (MMM) ข้อต่อแบบ 3 ทาง	41
2.36 เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอนุภาครุ่น DA 40	42
2.37 น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	43
2.38 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	53
3.1 เครื่องล้างตู้แอร์รถยนต์ (ต้นแบบ)	55
3.2 โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	56
3.3 แบบโครงสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	57
3.4 แทนยึดปั้มน้ำแรงดันต่ำ	57
3.5 แทนจับยึดถังบรรจุน้ำและถังบรรจุน้ำยา	58
3.6 ชุดปั้บเก็บจอมอเตอร์	58
3.7 ภาพด้านหน้าและด้านข้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	59
3.8 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	63
3.9 ปั้มน้ำ	64
3.10 เกจวัดแรงดันน้ำ	64
3.11 กล้อง Snake Scope	65
3.12 หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำ	65
3.13 เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอนุภาครุ่น DA 40	65
3.14 นาฬิกาจับเวลาหือ CASIO	66
3.15 น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	66
3.16 วัดอุณหภูมิและความเร็วลมภายนอกห้องโดยสารรถยนต์	67
3.17 เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสาร	67
3.18 ถอดชุดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับออก	67
3.19 ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกจากคอนโซลหน้ารถยนต์	68
3.20 ถอดเทอร์โมสแตต์ออกจากชุดคอยล์เย็น	68
3.21 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope ก่อนทำการล้าง	69

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.22 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้างด้วยกล้อง Snake Scope	69
3.23 ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	69
3.24 ใช้น้ำยาฉีดล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นและทำการตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope ผ่านจอมอนิเตอร์	70
3.25 ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์	70
3.26 ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสะอาดชุดคอยล์เย็นอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์ ก่อนทำการประกอบอุปกรณ์กลับเข้าที่เดิม	70
3.27 ประกอบสวิทช์เทอร์โมสตัทและลิ้นชักที่เก็บของในตำแหน่งเดิม	71
3.28 เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสารหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	71
3.29 แผนภูมิขั้นตอนการทดลอง	72
4.1 โครงสร้างส่วนประกอบเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	77
4.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำในการล้างทำความสะอาดที่ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ และเปรียบเทียบกับรถยนต์ใหม่	81
4.3 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำในการล้างทำความสะอาดที่ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ และเปรียบเทียบกับเครื่องล้างที่มีอยู่ในศูนย์บริการรถยนต์	82
ภาคผนวก	
ก.1 โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	101
ก.2 ภาพด้านหน้าและด้านข้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	101
ก.3 ทำแท่นยึดปั๊มแรงดันต่ำ	102
ก.4 ตัดและเจาะเหล็กตามขนาดที่กำหนด	102
ก.5 เชื่อมฐานจับยึดถังบรรจุน้ำและถังบรรจุน้ำยา	102
ก.6 พันสีแท่นจับยึดถังบรรจุน้ำและถังบรรจุน้ำยา	102
ก.7 ส่วนประกอบของชุดพับเก็บจอมอนิเตอร์	103
ก.8 ทำการทดสอบเลื่อนพับเก็บจอมอนิเตอร์ว่าสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกหรือไม่	103

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก.9 ประกอบถังน้ำและถังน้ำยาเข้ากับโครงสร้างหลัก	104
ก.10 ประกอบวาล์วน้ำทางด้านส่งออก	104
ก.11 ประกอบชุดวาล์ว 3 ทาง	104
ก.12 ใช้ยางรองป้องกันแรงสั่นสะเทือน	104
ก.13 ประกอบปั้มเข้ากับแท่นยึดปั้ม	104
ก.14 ประกอบวาล์วน้ำไหลกลับเข้ากับปั้ม	105
ก.15 ต่อสายยางเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	105
ก.16 ประกอบกล่องแปลงสัญญาณ XGA to TV box เข้ากับจอมอนิเตอร์	105
ก.17 ประกอบชุดวงจรไฟฟ้าเข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น รถยนต์	106
ก.18 ประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดให้เรียบร้อย	106
ก.19 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์	106
ข.1 เปิดฝาเครื่องด้านบนขึ้น เพื่อจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์	108
ข.2 เปิดฝापิดด้านหน้าออกเพื่อทำการต่อสายยางฉีดล้างทำความสะอาด ชุดคอยล์เย็น	108
ข.3 ดึงกระเป่าเก็บกล้อง Snake Scope ออกมาจากชั้นวาง	109
ข.4 เปิดวาล์วส่งน้ำเข้าปั้มแรงดันต่ำ	109
ข.5 ติดตั้งกรวยเติมน้ำเข้ากับถังบรรจุน้ำสะอาด	109
ข.6 ติดตั้งกรวยเติมน้ำยาเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์ เย็น	110
ข.7 การติดตั้งอุปกรณ์พร้อมเติมน้ำและน้ำยาล้างทำความสะอาดลงถัง	110
ข.8 เติมน้ำเปล่าลงในถังบรรจุน้ำในปริมาณ 20 ลิตรต่อการล้างหนึ่งครั้ง	110
ข.9 ทำการผสมน้ำกับน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นอัตราส่วน 2:1	111
ข.10 เทน้ำเปล่าลงไปผสมกับน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นในอัตรา ส่วนที่ตวงไว้ คือ 2:1	111
ข.11 เติมน้ำยาที่ใช้ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นลงในถังประมาณ 1 ลิตร	111
ข.12 ติดตั้งจอมอนิเตอร์เพื่อใช้ในการแสดงภาพตรวจสอบขั้นตอนการทำงาน	112
ข.13 แสดงตำแหน่งการติดตั้งจอมอนิเตอร์ที่ถูกต้อง	112
ข.14 ประกอบสายยางฉีดล้างชุดคอยล์เย็นเข้ากับเกจวัดควบคุมแรงดันต่ำ	112
ข.15 ประกอบสายยางฉีดล้างเข้ากับปลั๊กยึดสายยางฉีดล้าง	113
ข.16 แสดงตำแหน่งในการติดตั้งชุดสายยางฉีดล้างทำความสะอาดที่ถูกต้อง	113

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ข.17 เปิดวาล์วป้อนน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นเพื่อส่งไปที่ปั๊มแรงดันต่ำ	114
ข.18 เปิดวาล์วน้ำยาทางด้านไหลกลับให้อยู่ในตำแหน่งเปิด	114
ข.19 เปิดวาล์วควบคุมการจ่ายน้ำให้อยู่ในตำแหน่งเปิด	115
ข.20 แสดงตำแหน่งการเปิดวาล์วน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	115
ข.21 ถอดชุดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับออก	116
ข.22 ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกจากคอนโซลหน้ารถยนต์	116
ข.23 ถอดเทอร์โมสแตต์ออกจากชุดคอยล์เย็น	117
ข.24 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope ก่อนทำการล้าง	117
ข.25 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้างด้วยกล้อง Snake Scope	118
ข.26 เปิดสวิตช์ปั๊มตำแหน่ง ON ปั๊มก็จะทำงาน	118
ข.27 ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	119
ข.28 ใช้น้ำยาฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและทำการตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope ผ่านจอมอนิเตอร์	119
ข.29 ปิดวาล์วจ่ายน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นแล้วเปิดวาล์วจ่ายน้ำเข้าปั๊ม	120
ข.30 ปิดวาล์วจ่ายน้ำยาและเปิดวาล์วน้ำส่งจ่ายไปยังสายฉีดล้าง	120
ข.31 ปิดวาล์วไหลกลับลูกบิดสีแดงของน้ำยาทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	120
ข.32 เปิดตำแหน่งวาล์วพร้อมใช้งานระบบฉีดน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	121
ข.33 ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์	121
ข.34 ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสะอาดชุดคอยล์เย็นอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์ ก่อนทำการประกอบอุปกรณ์กลับเข้าที่เดิม	121
ข.35 ประกอบสวิตช์เทอร์โมสแตต์และลิ้นชักที่เก็บของในตำแหน่งเดิม	122
ข.36 ทำการปิดสวิตช์ตำแหน่ง OFF ให้เครื่องหยุดการทำงาน	122
ข.37 ปิดวาล์วส่งน้ำออกให้อยู่ในตำแหน่ง OFF หรือปิด	123
ข.38 ถอดสายยางฉีดล้างออกจากปลั๊กยึดสายยางฉีดล้าง	123
ข.39 ปิดจอมอนิเตอร์	123
ข.40 ปิดกล่องแปลงสัญญาณภาพ	124
ข.41 ถอดสายสัญญาณภาพออกจากช่องเสียบ AV Video	124

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ข.42	124
ข.43	125
ข.44	125
ข.45	125
ข.46	126
ค.1	128
ค.2	129
ค.3	129
ค.4	129
ค.5	130
ค.6	130
ค.7	130
ค.8	131
ค.9	131
ค.10	131
ค.11	132
ค.12	132
ค.13	133
ค.14	133
ค.15	134
ค.16	134
ค.17	134
ค.18	135
ค.19	135
ค.20	136
ค.21	136
ค.22	136
ค.23	137
ค.24	137

สารบัญรูปรภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ค.25 เก็บผลการทดลองหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	137
ค.26 ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้กับรถยนต์ยี่ห้อ ISUZU รุ่น NEW 7	138
ค.27 ทำการทดลองกับรถยนต์ ยี่ห้อ ISUZU รุ่น NEW 7 โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ให้กับรถยนต์ครูแผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย	138
ค.28 ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้กับรถยนต์ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP	139
ค.29 ทำการทดลองกับรถยนต์ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้กับรถยนต์ผู้ใช้บริการที่เข้าทำการทดลอง	139
ค.30 นำเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ไปทดลองให้ช่างประจำที่ศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทหนองคายฮอนด้าอโตบิล จำกัด	140
ค.31 ทำการล้างชุดคอยล์เย็นโดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้ช่างประจำศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทหนองคายฮอนด้าอโตบิล จำกัด โดยทำการทดลองกับรถยนต์ ยี่ห้อ HONDA รุ่น CIVIC SEDAN COMPACT CAR และให้ช่างผู้เชี่ยวชาญช่วยประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องนี้	140
ค.32 นำเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ไปทดลองให้ช่างประจำที่ศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทมิตซูบิชิเจียงหนองคาย จำกัด	141
ค.33 ทำการล้างชุดคอยล์เย็นโดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้ช่างประจำศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทมิตซูบิชิเจียงหนองคาย จำกัด โดยทำการทดลองกับรถยนต์ยี่ห้อ MISSUBISHI รุ่น TRITON CAB 2.5 GLT และให้ช่างผู้เชี่ยวชาญช่วยประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องนี้	141
ค.34 นำรถผู้ใช้บริการเข้ามาทดลองล้างทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	142

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ค.35	142

ค.35 ทำการล้างชุดคอยล์เย็นโดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น
รถยนต์ให้ผู้ให้บริการคุณ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย โดยทำการทดลอง
กับรถยนต์ยี่ห้อ NISSAN รุ่น NV และให้ผู้ให้บริการช่วยประเมิน
แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องนี้