

การศึกษาพัฒนาหยกเนไฟรต์เพื่อลดก๊าซพิษไอเสียในท่อรถจักรยานยนต์ Study of Development of Jade Nephrite to Reduce Toxic Exhaust Gases in Motorcycle Pipes

วราภรณ์ อักโขวงศ์
Waraporn Akkhowong

สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม
นครพนม 48000 ประเทศไทย

Faculty of Industrial Technology, Nakhon Phanom University,
Nakhon Phanom 48000, Thailand

*Corresponding Author. E-mail : Mouynpu@gmail.com

(Received: June 7, 2022, Revised: September 12, 2022, Accepted: September 28, 2022)

บทคัดย่อ : งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1.เพื่อออกแบบและสร้างแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ ที่ใช้หยกเนไฟรต์เป็นส่วนประกอบ 2.เพื่อหาค่าสมรรถนะของแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ ที่ใช้หยกเนไฟรต์ โดยการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้หยกเป็นส่วนผสมในการสร้างแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ นำหยกเนไฟรต์ที่ทำการบดละเอียดมาผสมกับดินคอมพาวด์ ในอัตราส่วน 70:30 ในการสร้างแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ การอัดขึ้นรูปเนื้อดินจะถูกนำไปกรองเพื่อให้มีขนาดของเม็ดดินที่ใกล้เคียงกัน เมื่อทำการขึ้นรูปตามขนาด และเผาด้วยอุณหภูมิห้อง ถึง 925 องศาเซลเซียส รวมระยะเวลา 5 ชั่วโมง พักเตา 5 ชั่วโมง จากนั้นเผาที่อุณหภูมิ 925 องศาเซลเซียส ถึง 1,200 องศาเซลเซียส ต่ออีก 5 ชั่วโมง นำไปติดตั้งในคอท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ยี่ห้อ YAMAHA รุ่น GRAND FILANO เครื่องยนต์ 125 ซีซี เพื่อทำการวัดค่าด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย Gas Analyzer ทำการทดสอบที่รอบเครื่องยนต์ 1,500, 4,500, และ 6,500 รอบต่อนาที ชุดแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ หยกเนไฟรต์ ที่ออกแบบและสร้างมีสมรรถนะในการกรองค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีไม่ติดตั้ง สามารถลดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ลงไปได้จากค่าเฉลี่ย 0.178% เป็น 0.012% และสามารถลดค่าก๊าซไฮโดรคาร์บอน ลงไปได้จากค่าเฉลี่ย 51.6 ppm เหลือเพียงค่าเฉลี่ย 19.8 ppm หรือลดลงได้ 38.7% และ ในรอบเครื่องยนต์ 4,500 รอบต่อนาที ค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ลดลงไปได้จากค่าเฉลี่ย 0.45% เป็น 0.038% และสามารถลดก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ลงไปได้จากค่าเฉลี่ย 61.2 ppm เหลือเพียงค่าเฉลี่ย 38.4 ppm หรือลดลงได้ 62.7% ลดมลพิษที่ปล่อยจากท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ได้ เครื่องยนต์ 4,500 รอบต่อนาทีที่ค่า 0.381% และค่าเฉลี่ยที่มีค่าคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ รอบเครื่องยนต์ 6,500 รอบต่อนาที อยู่ที่ค่า 0.005% ซึ่งสามารถลดค่าไปได้ถึง 0.376% ส่วนค่าที่รอบเครื่องยนต์ 4,500 รอบต่อนาที นั้นอยู่ที่ 0.012% เป็นค่ากลางของรอบเครื่องยนต์ทั้ง 3 ค่า ทั้งนี้มีการทดสอบเพิ่มที่รอบเครื่องยนต์ 2,000 ได้ค่าเฉลี่ยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ กรณีไม่ติดตั้งและติดตั้ง จากค่า 0.19% เหลือ 0.013% สามารถลดค่าได้ 0.17% ค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) จากค่า 53 ppm. เหลือ 21 ppm. สามารถลดค่าได้ 32 ppm. และการทดสอบที่รอบเครื่องยนต์ 2,500 รอบต่อนาที ค่าเฉลี่ยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ กรณีไม่ติดตั้งและติดตั้ง จากค่า 0.21% เหลือ 0.015% สามารถลดค่าได้ 0.19% ค่าไฮโดรคาร์บอน จากค่า 56 ppm.

เหลือ 23 ppm. สามารถลดค่าได้ 33 ppm. ในรอบเครื่องยนต์ต่ำแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ ที่ใช้หยกเนไฟรต์ สามารถลดปริมาณแก๊สไอเสียได้

คำสำคัญ: แคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ การอัดขึ้นรูป ดินคอมพาวด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน

This research has the following objectives: 1. To design and build a catalog converter using nephrite jade constituents 2. To determine the performance of the catalytic converter using nephrite jade by studying the feasibility of using jade as an ingredient in the construction of catalytic converters. The finely crushed nephrite jade is mixed with clay compound at a ratio of 70:30 to form a catalytic. nephrite jade converter. Freire Soil extrusion is filtered so that the grain size is similar. when forming to size and burned at room temperature to 925 degrees Celsius, totaling time 5 hours, resting in the oven 5 hours, then burning with temperature 925 degrees Celsius to 1,200 degrees Celsius for another 5 hours, installed in the Yamaha motorcycle exhaust pipe. GRAND FILANO model, 125 cc engine to measure with an exhaust gas analyzer, Gas Analyzer, test engine rpm 1,500 rpm, catalytic set nephrite jade converter It is designed and built to have better carbon monoxide (CO) filtration performance compared to not installed. Carbon monoxide (CO) can be reduced from an average of 0.178% to 0.012%. And the hydrocarbon (HC) gas value was reduced from an average of 51.6 ppm to an average of 19.8 ppm, or a 38.7% reduction. 0.45% to 0.038% and can reduce hydrocarbon (HC) gases from an average 61.2 ppm to an average of 38.4 ppm, a 62.7% reduction in emissions from motorcycle exhaust pipes. The engine is 4,500 rpm at 0.381% and the average with the lowest average carbon monoxide is Engine rpm 6,500 rpm is at 0.005%, which can reduce the value by 0.376%, while the value at engine rpm 4,500 rpm is 0.012%, which is the middle of all 3 Engine rpm. There is an additional test at 2,000 engine rpm, the average carbon monoxide (CO) is not installed and installed from 0.19% to 0.013%, can reduce the value by 0.17%, hydrocarbon (HC) value from 53 ppm. to 21 ppm. Can reduce the value by 32 ppm. And testing at 2,500 rpm engine rpm, average carbon monoxide (CO) in case of not installing and installing from 0.21% to 0.015%, can reduce the value by 0.19% Hydrocarbon (HC) value from 56 ppm. to 23 ppm. . Can reduce the value by 33 ppm. in low catalytic engine cycles converter using nephrite jade can reduce the amount of exhaust gas

Keyword: Extruded Nephrite Jade Catalytic Converter, Soil Compound, Carbon Monoxide, Hydrocarbons

1. บทนำ

ปัญหามลพิษก๊าซเรือนกระจก ฝุ่น PM 2.5 หมอกควันพิษที่กระจายอยู่ในทุกพื้นที่ ทั้งในเมืองและเขตชนบท ปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่ผ่านกระบวนการการใช้งานมาอย่างเป็นระยะเวลานานโดยปกติรถยนต์และรถจักรยานยนต์ถ้ามีอายุการใช้งานนานเกินกว่า 5 ปี ขึ้นไปเครื่องยนต์จะมีการสึกหรอที่สูง และประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จะลดลง ทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศตามมา การเผาไหม้ของเครื่องยนต์สันดาปภายในของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่ใช้สัณฐานกันทั่วไปพบว่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide: CO) คือหนึ่งในก๊าซพิษที่ถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการสันดาปภายในของเครื่องยนต์ [1] ซึ่งก๊าซนี้เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส แต่มีความเป็นอันตรายและเป็นพิษอย่างร้ายแรงต่อร่างกายของมนุษย์

การออกแบบเครื่องยนต์รุ่นใหม่ๆนั้นได้มีการนำแคตตาไลติกส์ คอนเวอร์เตอร์ (Catalytic Converter) [2] มาติดตั้งใช้เพื่อจำกัดการปล่อยก๊าซไอเสียออกจากเครื่องยนต์ แคตตาไลติกส์ คอนเวอร์เตอร์นี้มีลักษณะเป็นรูคล้ายรังผึ้งมีหน้าที่กรองสารพิษ โดยสารพิษจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับไส้กรองของแคตตาไลติกส์ คอนเวอร์เตอร์ ทำให้ไอเสียที่ออกมามีความเป็นพิษที่ลดลง สำหรับรถจักรยานยนต์ที่มีจำนวนปริมาณกระบอกสูบไม่เกิน 150 ซีซี จะไม่มีการติดตั้งแคตตาไลติกส์ คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากราคาที่แพงและพลังกำลังของเครื่องยนต์ที่สูงสูญเสียในประเทศไทยรถจักรยานยนต์ที่มีปริมาตรลูกสูบไม่เกิน 150 ซีซีนั้นมีปริมาณการใช้งานที่มาก เพราะความสะดวกสบายและราคาที่ไม่แพง อีกทั้งค่าการบำรุงรักษาที่ต่ำกว่า จึงทำให้ประชากรส่วนใหญ่นิยมใช้รถจักรยานยนต์เป็นยานพาหนะในชีวิตประจำวัน สิ่งที่จะส่งผลกระทบต่อปัญหามลพิษทางอากาศที่มีอัตราการเติบโตแปรผันตรงกับจำนวนรถจักรยานยนต์ที่มีการใช้งาน

สำหรับไส้กรองของแคตตาไลติกส์ คอนเวอร์เตอร์นั้นจะมีทองคำขาวที่ใช้ในการทำประกอบเป็นไส้กรองของตัวแคตตาไลติกคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งทองคำขาวนี้มีราคาที่สูงมาก ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะศึกษา ออกแบบและสร้างแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ ที่มีหยกเนไฟรต์ (Nephrite) เป็นส่วนประกอบทดแทนทองคำขาวขึ้นมาเพื่อทดสอบหาสมรรถนะการลดก๊าซพิษที่ออกมาจากเครื่องยนต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ โดยจะทำการเปรียบเทียบค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) ทั้งก่อนและหลังการติดตั้ง

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างแคตตาไลติกคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้หยกเนไฟรต์เป็นส่วนประกอบ

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของแคตตาไลติกคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้หยกเนไฟรต์

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้หยกเป็นส่วนผสมในการสร้างแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ หยกเจไดต์ (Jadeite) และหยกเนไฟรต์ (Nephrite) [3] จึงถูกนำมาศึกษาเปรียบเทียบ โดยรายละเอียดของหยกทั้งสองเป็นดังนี้

3.1 หยกเจไดต์ (Jadeite) มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นโซเดียมอะลูมิเนียมซิลิเกต (Sodium Aluminium Silicate) มีสูตรทางเคมีเป็น $\text{NaAl}(\text{SiO}_3)_2$, โดยปกติมักจะมียูเรียมเข้มข้นกว่าหยกเนไฟรต์ จัดเป็นหยกชนิดคุณภาพดี อยู่ในระบบผลึกแบบหนึ่งแกนเอียง โดยธรรมชาติมักพบเป็นก้อนเนื้อแน่นประกอบด้วยผลึกขนาดเล็กอยู่รวมกัน มีความแวววาวตั้งแต่แบบแก้วจนถึงแบบน้ำมัน หยกเจไดต์มีความแข็ง 6.5–7 มีสีในเนื้อพลอยเฉพาะตัว และมักไม่สม่ำเสมอ มีสีเข้มและจางของแต่ละผลึกรวมกันอยู่

3.2 หยกเนไฟรต์ (Nephrite) มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นแคลเซียมแมกนีเซียมซิลิเกต (Calcium Magnesium Silicate) มีสูตรทางเคมีเป็น $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ อยู่ในระบบผลึกหนึ่งแกนเอียง โดยธรรมชาติมักพบเกิดเป็นผลึกกลุ่มที่มีขนาดเล็กกรุบเส้นใยเดียวกัน หยกเนไฟรต์มีความแข็ง 6–6.5 มีความวาวแบบแก้วถึงน้ำมัน สีสีความเฉพาะตัวเหมือนหยกเจไดต์

จากนั้น นำหยกทั้ง 2 ชนิด มาบดให้มีขนาดเล็กเป็นผง กรองด้วยกระชอนตาถี่ เพื่อให้ได้เนื้อผงหยกที่ละเอียด และไม่มีเศษผงวัสดุอื่นเจือปน นำดินคอมพาวด์ที่ผ่านกระบวนการบดและกรองด้วยกระชอนเพื่อให้ได้เนื้อดินคอมพาวด์ที่มีขนาดละเอียดและเนื้อเหมือนกับหยกที่จะนำมาทำการทดสอบ หลังจากกระบวนการเตรียมผงหยกเจไดต์ (Jadeite) หยกเนไฟรต์ (Nephrite) และดินคอมพาวด์



ภาพที่ 1 ดินคอมพาวด์ หยกเจไดต์ และหยกเนไฟรต์

นำมาผสมเพื่อปั้นขึ้นรูปทำการทดสอบโดยแบ่งการวิจัยเป็นลักษณะดังนี้

1. แบ่งตามประเภทของผงหยกที่นำมาผสมปั้นขึ้นรูปคือหยกเจไดต์ (Jadeite) และหยกเนไฟรต์ (Nephrite)

2. แบ่งตามอัตราส่วนมวลน้ำหนักในการผสมในแต่ละชิ้นงาน โดย ชิ้นที่ขึ้นรูปใช้มวลน้ำหนักเท่ากับ 10 กรัม อัตราส่วนผสมที่ดินคอมพาวด์ต่อหยกเจไดต์ (Jadeite)

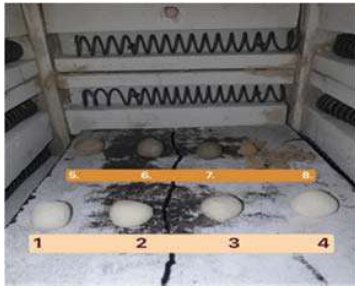
ตั้งอุณหภูมิเตาที่ 1,200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง ทำการทดสอบ ชิ้นงานที่ 1 อัตราส่วนเป็น 7 : 3 กรัม ชิ้นงานที่ 2 อัตราส่วนเป็น 5 : 5 กรัม ชิ้นงานที่ 3 อัตราส่วนเป็น 7 : 3 กรัม ชิ้นที่ 4 อัตราส่วน หยกเจไดต์ (Jadeite) 10 กรัม ชิ้นงานที่ 5 ถึง 8 เป็นอัตรา

ส่วนผสมระหว่าง ดินคอมพาวด์กับหยกเนไฟรต์ (Nephrite) ในอัตราส่วนผสมเท่ากันกับชิ้นที่ 1-ถึง 3 ส่วนชิ้นงานที่ 8 เป็นหยกเนไฟรต์ (Nephrite) ล้วน 10 กรัม นำมาขึ้นรูปตามแบบ ปล่อยให้แห้งในอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำเข้าเตาเผา ความร้อนสูง เริ่มการเผา อุณหภูมิห้อง 28 องศาเซลเซียส ถึง 925 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นพักเตาเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง ทำการเผาต่อโดยจากนั้นรอให้เตาเย็นในอุณหภูมิห้องทำการเปิดเตานำชิ้นงานออกมาเพื่อทำการบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 2 หยกปั้นขึ้นรูปทรงกลมเตรียมเผาในเตาความร้อนสูง

จากการทดสอบพบว่า การเผาชิ้นงานในเตาเผาอุณหภูมิ เริ่มต้น 28 – 925 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 ชั่วโมงพบว่า ชิ้นงานที่ 1 มีอัตราส่วนผสมดินคอมพาวด์ 3 กรัม ต่อหยกเจไดต์ (Jadeite) 7 กรัม คงรูป ชิ้นงานที่ 2 อัตราส่วนผสมดินคอมพาวด์ 5 กรัม ต่อหยกเจไดต์ (Jadeite) 5 กรัม คงรูป ชิ้นงานที่ 3 อัตราส่วนผสมดินคอมพาวด์ 7 กรัม ต่อหยกเจไดต์ (Jadeite) 3 กรัม คงรูป ชิ้นงานที่ 4 เป็นหยกเจไดต์ (Jadeite) ล้วน 10 กรัม คงรูป ชิ้นงานที่ 5 อัตราส่วนผสมระหว่างดินคอมพาวด์ 3 กรัม ต่อหยกเนไฟรต์ (Nephrite) 7 กรัม คงรูป ชิ้นงานที่ 6 อัตราส่วนดินคอมพาวด์ 5 กรัม ต่อหยกเนไฟรต์ (Nephrite) 5 กรัม คงรูป ชิ้นงานที่ 7 อัตราส่วนดินคอมพาวด์ 7 กรัม ต่อหยกเนไฟรต์ (Nephrite) 3 กรัม คงรูป ชิ้นงานที่ 8 เป็นหยกเนไฟรต์ (Nephrite) ล้วน 10 กรัม ไม่คงรูป ลักษณะแตกเป็นชิ้นส่วน



ภาพที่ 3 ก่อนหยกที่ผ่านการเผาด้วยความร้อนสูง

หลังจากพักเตาระยะเวลา 5 ชั่วโมง นำชิ้นงานเผาต่อที่อุณหภูมิเริ่มต้น 925 – 1,200 องศาเซลเซียส ระยะเวลาระยะเวลา 5 ชั่วโมง ปลอ่ยให้เย็นตัวที่อุณหภูมิห้อง พบว่าชิ้นงานที่ 1 ดินคอมพาวด์ 3 กรัม ต่อหยกเจไดต์ (Jadeite) 7 กรัม หลอมละลายไม่คงรูปเนื้อเป็นเซรามิกส์ ชิ้นงานที่ 2 ดินคอมพาวด์ 5 กรัม ต่อหยกเจไดต์ (Jadeite) 5 กรัม หลอมละลายไม่คงรูปเนื้อเป็นเซรามิกส์ ชิ้นงานที่ 3 ดินคอมพาวด์ 7 กรัม ต่อหยกเจไดต์ (Jadeite) 3 กรัม หลอมละลายไม่คงรูปเนื้อเป็นเซรามิกส์ ชิ้นงานที่ 4 เป็นหยกเจไดต์ (Jadeite) ล้วน 10 กรัม หลอมละลายไม่คงรูปเนื้อเป็นเซรามิกส์ ชิ้นงานที่ 5 ดินคอมพาวด์ 3 กรัม ต่อหยกเนไฟรต์ (Nephrite) 7 กรัม ไม่หลอมละลาย คงรูปเนื้อเป็นเซรามิกส์ ชิ้นงานที่ 6 ดินคอมพาวด์ 5 กรัม ต่อหยกเนไฟรต์ (Nephrite) 5 กรัม หลอมละลาย 50% คงรูป 50% เป็นเนื้อเซรามิกส์ ชิ้นงานที่ 7 ดินคอมพาวด์ 7 กรัม ต่อหยกเนไฟรต์ (Nephrite) 3 กรัม หลอมละลายไม่คงรูป เนื้อเป็นเซรามิกส์ ชิ้นงานที่ 8 เป็นหยกเนไฟรต์ (Nephrite) ล้วน 10 กรัม ไม่หลอมละลาย ไม่คงรูป ลักษณะแตกเป็นชิ้นส่วน เนื้อเป็นเซรามิกส์



ภาพที่ 4 หยกที่ผสมดินคอมพาวด์เพื่อทดสอบการทนความร้อน

หยกชนิดชิ้นงานที่สามารถทนความร้อนได้ดีที่สุดคือ ชิ้นงานชิ้นที่ 5 ดินคอมพาวด์ 3 กรัม ต่อหยกเนไฟรต์ (Nephrite) 7 กรัม ไม่หลอมละลายและไม่เปลี่ยนรูปเนื้อเป็นเซรามิกส์ เหมาะสำหรับการพัฒนาชิ้นรูปทำแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ สำหรับรถจักรยานยนต์ต่อไป

มีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเนื้อคอร์เดียไรท์ (Cordierite) สำหรับสร้างแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ โดยใช้วัสดุภายในประเทศ [4] เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการสร้างแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ เพื่อลดปริมาณก๊าซไอเสียที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาวัสดุอื่น มาทดสอบทำการศึกษาเพื่อทำการลดก๊าซพิษจากท่อไอเสียรถจักรยานยนต์โดยใช้ดินคอมพาวด์เซรามิกส์ แคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ เพื่อพัฒนาใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในรถจักรยานยนต์ [5]

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้หยกเป็นส่วนผสมในการสร้างแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ หยกเจไดต์และหยกเนไฟรต์ พบว่าหยกที่สามารถทนความร้อนได้สูงและนำมาผสมกับดินคอมพาวด์ [6]อัดขึ้นรูปเผาด้วยความร้อนสูงได้นั้นคือหยกเนไฟรต์ซึ่งหยกเนไฟรต์นี้สามารถนำมาพัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและยานยนต์ได้ คุณสมบัติการทนความร้อนและการคงรูปของหยกที่ผสมกับดินคอมพาวด์โดยคุณสมบัติของดินคอมพาวด์ ช่วยให้เนื้อหยกเรียงตัวอัดแน่น



ภาพที่ 5 กระบวนการบดหยกเนไฟรต์ก่อนทำการขึ้นรูป

4. วิธีดำเนินการศึกษา

4.1 การสร้างแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ หยกเนไฟรต์ จากงานวิจัยที่ผ่านมา [6] พบว่าหยกเนไฟรต์สามารถนำไปขึ้นรูปเพื่อทำแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ได้ โดยในงานวิจัยครั้งนี้จะทำการผสมอัตราส่วนของหยกเนไฟรต์ที่ทำการบดละเอียดดังภาพที่ 5 กับดินคอมพาวด์ในอัตราส่วน 70:30 ในการสร้างแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ หยกเนไฟรต์ อัตราส่วนผสมได้จากการศึกษาจากงานวิจัยที่ได้ศึกษาและการทดสอบการปั้นขึ้นรูป การอัดขึ้นรูปนั้นเนื้อดินจะถูกนำไปกรองละเอียดดังภาพที่ 1 เพื่อให้ขนาดของเม็ดดินมีขนาดใกล้เคียงกัน เมื่อทำการขึ้นรูปตามขนาดที่ต้องการแล้วก็จะถูกนำไปเผาในเตาความร้อนสูงดังภาพที่ 7 โดยอุณหภูมิเริ่มต้นตามอุณหภูมิห้อง ณ วันที่ทำการทดลอง 29 องศาเซลเซียส โดยทำการเผาจนอุณหภูมิถึง 925 องศาเซลเซียส รวมระยะเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะทำการพักเตาเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นจะเผาต่อด้วยอุณหภูมิ 925 องศาเซลเซียส ถึง 1,200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นทำการพักให้ชิ้นงานเย็นตัวลงตามธรรมชาติก็จะได้แคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ ที่สร้างจากหยกเนไฟรต์ (Nephrite) เรียบร้อย ก็นำไปติดตั้งในคอท่อไอเสียที่ออกแบบและสร้างเพื่อการบรรจุแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ เพื่อเตรียมการทดสอบกับรถจักรยานยนต์ต่อไป ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 6 เนื้อดินคอมพาวด์ กรองละเอียดสำหรับผสมขึ้นรูป



ภาพที่ 7 การขึ้นรูปหยกเนไฟรต์กับดินคอมพาวด์และการนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 8 การติดตั้งชุดแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ กับชุดคอท่อไอเสียที่ได้ออกแบบ

จากนั้นทำการประกอบตัวท่อเข้ากับรถจักรยานยนต์เพื่อทำการทดสอบ โดยรถจักรยานยนต์ที่นำมาทดสอบได้แก่ รถจักรยานยนต์ยี่ห้อ YAMAHA รุ่น Grand Filano ขนาด 125 ซีซี.



ภาพที่ 9 รถจักรยานยนต์ Grand Filano ที่ติดตั้งท่อไอเสียที่มีแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ หยกเนฟไตร์ ภายในคอท่อไอเสีย

4.2 ชุดเครื่องมือวัด Gas Analyzer

ชุดเครื่องมือวัดและวิเคราะห์ปริมาณแก๊สไอเสีย ยี่ห้อ KOENG รุ่น KEG-200 ดังภาพที่ 10 ซึ่งเป็นเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียสามารถวัดค่าก๊าซได้ทั้งที่ควันทันทีหรือน้อยได้ตามเกณฑ์ที่ใช้ในสถานตรวจสภาพรถยนต์และรถจักรยานยนต์ (ตรอ.) ตามมาตรฐานกรมการขนส่งทางบกของประเทศไทย โดยคุณลักษณะเฉพาะและค่าความแม่นยำของเครื่องนี้แสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 10 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสียยี่ห้อ KOENG รุ่น KEG-200

ตารางที่ 1 คุณลักษณะเฉพาะและค่าความแม่นยำของเครื่อง Gas Analyzer

Specification		
Measuring item	CO, HC	
Measuring method	CO, HC : NDIR	
Measuring range	HC	0-15,000 ppm
Resolution		1 ppm
Measuring range	CO	0.00-10.00%
Resolution		0.01%
Accuracy	Less than 2%	

การศึกษาก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีหน่วยเป็น % ค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) หน่วยเป็น ppm. ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียรถยนต์ จะทำการเปรียบเทียบไอเสียสำหรับกรณีไม่ติดตั้งชุดแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ หยกเนฟไตร์ กับกรณีติดตั้งชุดแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ หยกเนฟไตร์



ภาพที่ 11 การทดสอบวัดค่าไอเสียรถยนต์ด้วย เครื่อง Gas Analyzer

ตารางที่ 2 ค่ามลพิษมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก
สำหรับรถจักรยานยนต์ [7]

วันจดทะเบียนรถจักรยานยนต์	มลพิษ	ค่ามาตรฐาน	เครื่องมือที่ตรวจวัด	วิธีการวัดค่า
จดทะเบียนก่อนวันที่ 1 ก.ค.2549	CO	4.50%	Non-Dispersive Infrared (NDIR)	ตรวจวัดขณะจอดอยู่กับที่
	HC	10,000 ppm.		
จดทะเบียนตั้งแต่ วันที่ 1 ก.ค.2549	CO	3.50%		ไม่มีภาระ
	HC	2,000 ppm.		ขณะเครื่องยนต์เดินเบา
จดทะเบียนตั้งแต่ วันที่ 1 ม.ค. 2552	CO	2.50%		
	HC	1,000 ppm.		

ตารางที่ 2 ปริมาณแก๊สไอเสียค่ามาตรฐานที่ยอมรับ ค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) ซึ่งกรมการขนส่งทางบกกระทรวงคมนาคม ได้กำหนดไว้เป็นค่ามาตรฐานของรถจักรยานยนต์ โดยได้แบ่งตามปีที่ผลิตและจดทะเบียน โดยรถจักรยานยนต์ที่นำมาทำการทดสอบนั้นจดทะเบียนเมื่อวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 (ปี ค.ศ. 2015) มีระยะเวลาการใช้งาน 7 ปี จากการตรวจสอบในเบื้องต้น พบว่าค่า CO อยู่ที่ 0.178% และค่า HC อยู่ที่ 51.6 ppm ซึ่งเป็นไปตามค่ามาตรฐานค่ามลพิษมาตรฐานของกรมขนส่งทางบก ตามตารางที่ 2

4.3 การทดสอบ

ก่อนการทดสอบ ต้องทำการเตรียมการสำหรับรถจักรยานยนต์ให้อยู่ในสภาพพร้อมทำการทดสอบ โดยใช้เครื่องมือวินิจฉัยเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ ยี่ห้อ DOCTOR API รุ่น Yamaha Diagnostic Tool ดังภาพที่ 8 ในการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำมันเครื่อง วัดความเร็วรอบของ

เครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์ที่นำมาทำการทดสอบ โดยการทดสอบ เริ่มต้นจากการสตาร์ทเครื่องยนต์ จนกระทั่งเครื่องยนต์ร้อนประมาณ 105 องศาเซลเซียส และรอบเครื่องยนต์เดินเบาอยู่ที่ 1,500 รอบต่อนาที และรอบเครื่องยนต์ที่ 4,500 รอบต่อนาที

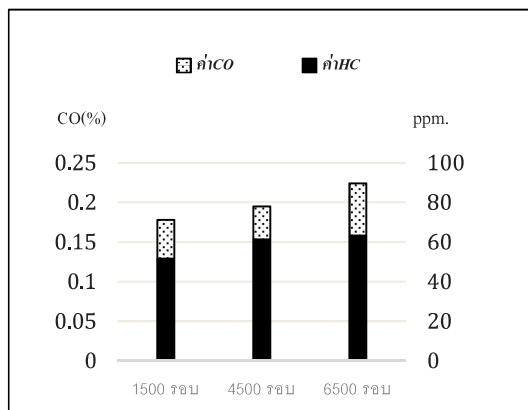
จากนั้นทำการวัดค่า CO และ HC โดยใช้เครื่อง Gas Analyzer โดยการวัดแบบที่ 1 ไม่มีการติดตั้งชุดแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ ทำการวัดค่าทั้งสองรวมทั้งหมด 5 ครั้ง การวัดค่าแบบที่ 2 ติดตั้งชุดแคตตาไลติกคอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ทำการวัดค่าเป็นจำนวน 5 ครั้ง และทำการหาค่าเฉลี่ยทั้งสองแบบ



ภาพที่ 12 เครื่องมือวินิจฉัยเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ ยี่ห้อ DOCTOR API รุ่น Yamaha Diagnostic Tool

5. ผลการศึกษา

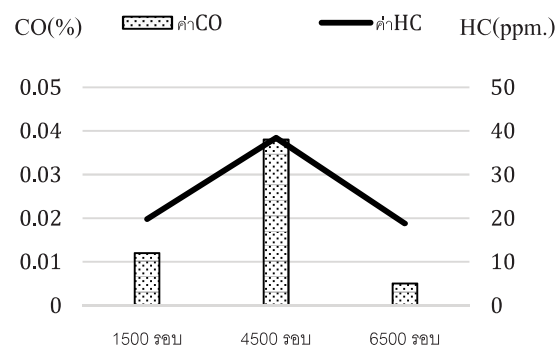
5.1 กรณีไม่ติดตั้งชุดแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์ จากการทดสอบวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่รอบเครื่องยนต์ 1,500 4,500 และ 6,500 รอบต่อนาที ค่าละ 5 ครั้ง ให้ผลการวัดค่าดังภาพที่ 9 โดยค่าเฉลี่ยค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) อยู่ที่ 0.178%, 0.045%, และ 0.224% ค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) อยู่ที่ 51.6 ppm, 61.2 ppm, และ 62.2 ppm.



ภาพที่ 13 ค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) กรณีไม่ติดตั้งแคตตาลิติก คอนเวอร์เตอร์

จากการทดสอบเพิ่มเติมที่รอบเครื่องยนต์ 2,000 และ 2,500 รอบต่อนาที พบว่าค่าแก๊สไอเสียคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ค่าดังนี้ 0.19%, 0.21% ค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) 53 ppm, 56 ppm ซึ่งเปรียบเทียบกับค่ารอบเดินเบาเครื่องยนต์ค่าแก๊สไอเสียคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับรอบเดินเบาที่ 1,500 รอบต่อนาที เนื่องจากเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์จำนวน 1 สูบ การปรับรอบเครื่องยนต์ที่ 500 – 1,000 รอบต่อนาที อัตราค่าการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยเนื่องจากปริมาตรห้องเผาไหม้ที่เล็กและการเปลี่ยนแปลงของการสันดาปภายในเครื่องยนต์น้อย เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ของรถยนต์

5.2 กรณีติดตั้งชุดแคตตาลิติก คอนเวอร์เตอร์ หยกเนไฟรต์ จากการทดสอบวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่รอบเครื่องยนต์ 1,500, 4,500 และ 6,500 รอบต่อนาที ค่าละ 5 ครั้ง ให้ผลการวัดค่าเฉลี่ย ดังภาพที่ 14 โดยค่าเฉลี่ยค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) อยู่ที่ 0.012%, 0.038%, และ 0.005% ค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) อยู่ที่ 19.8 ppm., 38.4 ppm. และ 18.8 ppm.



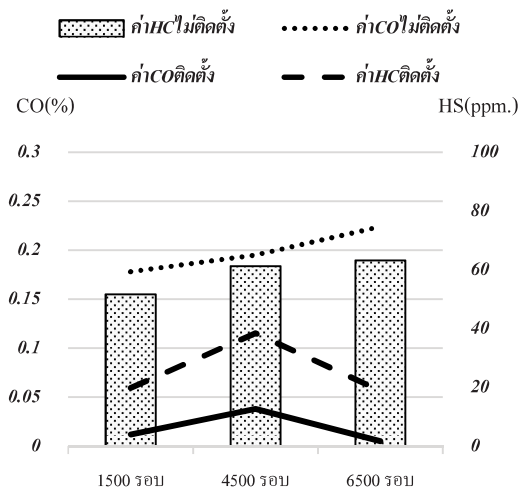
ภาพที่ 14 ค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) กรณีติดตั้งแคตตาลิติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์

จากการทดสอบเพิ่มเติมที่รอบเครื่องยนต์ 2,000 และ 2,500 รอบต่อนาที พบว่าค่าแก๊สไอเสียคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ค่าดังนี้ 0.013%, 0.015% ค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) 21 ppm, 23 ppm ซึ่งเปรียบเทียบกับค่ารอบเดินเบาเครื่องยนต์ค่าแก๊สไอเสียคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับรอบเดินเบาที่ 1,500 รอบต่อนาที เนื่องจากเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์จำนวน 1 สูบ การปรับรอบเครื่องยนต์ที่ 500 – 1,000 รอบต่อนาที อัตราค่าการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยเนื่องจากปริมาตรห้องเผาไหม้ที่เล็กและการเปลี่ยนแปลงของการสันดาปภายในเครื่องยนต์น้อย เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ของรถยนต์

5.3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ

การเปรียบเทียบค่าสมรรถนะการกรองค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) สำหรับกรณีติดตั้งและไม่ติดตั้งชุดแคตตาลิติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ ดังภาพที่ 13 จากผลการทดสอบพบว่าค่าสมรรถนะของชุดแคตตาลิติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ สำหรับในการกรองค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

สามารถลดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ลงไปได้จากค่าเฉลี่ยสูงสุดที่รอบเครื่องยนต์ 4,500 รอบต่อนาที ที่ค่า 0.381% และค่าเฉลี่ยที่มีค่าคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ รอบเครื่องยนต์ 6,500 รอบต่อนาที อยู่ที่ค่า 0.005% ซึ่งสามารถลดค่าไปได้ถึง 0.376% ส่วนค่าที่รอบเครื่องยนต์ 4,500 รอบต่อนาที นั้นอยู่ที่ 0.012% เป็นค่ากลางของรอบเครื่องยนต์ทั้ง 3 ค่า



ภาพที่ 15 กราฟเปรียบเทียบค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ระหว่างไม่ติดตั้งกับติดตั้งชุดแคตตาไลติกคอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์

6. ข้อเสนอแนะการวิจัย

ในการทำการทดสอบเกี่ยวกับแก๊สไอเสียของเครื่องยนต์ จะวัดค่าในรอบเครื่องยนต์ต่ำ หรือรอบเครื่องยนต์เดินเบาไม่มีภาระน้ำหนัก เนื่องจากการเผาไหม้ในรอบเครื่องยนต์ต่ำจะมีปริมาณของของเชื้อเพลิงที่หนาทำให้การเผาไหม้อาจไม่สมบูรณ์ จึงเป็นเหตุให้เกิดมลพิษทางอากาศ และการวัดค่าด้วยเครื่องมือวัด Gas Analyzer ถูกออกแบบมาเพื่อวัดค่าแก๊สไอเสียในกรณีรถจอดอยู่กับที่จึงไม่สะดวกในการวัดค่ารอบเครื่องยนต์ที่รอบสูง แต่สามารถทำการวัดค่าที่รอบเครื่องยนต์สูงได้ โดยการนำรถไปวิ่งในลู่วิ่งที่สำหรับทำการทดสอบ

7. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาชุดแคตตาไลติกคอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ สำหรับรถมอเตอร์ไซด์ขนาดเล็กไม่เกิน 150 ซีซี โดยติดตั้งในท่อไอเสียที่ได้ออกแบบและทำการวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และค่าไฮโดรคาร์บอน (HC) โดยใช้ชุดเครื่องมือวัด Gas Analyzer พบว่าชุดแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ที่ได้ออกแบบและสร้างนี้มีสมรรถนะในการกรองค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีไม่ติดตั้งสามารถลดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ลงไปได้จากค่าเฉลี่ย 0.178% เป็น 0.012% และสามารถลดค่าก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ลงไปได้จากค่าเฉลี่ย 51.6 ppm เหลือเพียงค่าเฉลี่ย 19.8 ppm หรือลดลงได้ 38.7% ในรอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบต่อนาที ในรอบเครื่องยนต์ 4,500 รอบต่อนาที ชุดแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ ที่ออกแบบและสร้างนี้มีสมรรถนะในการกรองค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีไม่ติดตั้งสามารถลดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ลงไปได้จากค่าเฉลี่ย 0.45% เป็น 0.038% และสามารถลดไฮโดรคาร์บอน (HC) ลงไปได้จากค่าเฉลี่ย 61.2 ppm เหลือเพียงค่าเฉลี่ย 38.4 ppm หรือลดลงได้ 62.7%

สรุปผลการวิจัยพบว่าแคตตาไลติก คอนเวอร์เตอร์หยกเนไฟรต์ (Neprite) สามารถทำความสะอาดก๊าซท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ได้จริง โดยสามารถดูดซับก๊าซในอัตราเฉลี่ย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) 0.166 % ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ย 19.8 ppm. ที่รอบเครื่องยนต์ 1,500รอบต่อนาทีและอัตราเฉลี่ยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) 0.41 % ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ย 22.8 ppm. ที่รอบเครื่องยนต์ 4,500 รอบต่อนาที ลดมลพิษที่ปล่อยจากท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ได้

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทดสอบทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาเทคนิคพื้นฐาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่เอื้อเฟื้อเตาเผาไฟฟ้าความร้อนสูงในการเผาชิ้นงาน ขอขอบคุณช่างบุญแกะสลักหยกที่เอื้อเฟื้อหยกในการทดสอบครั้งนี้

9. บรรณานุกรม

- (1) เมตตา เก่งชูวงศ์, “อนุภาคในอากาศแวดล้อมและผลกระทบต่อประชาชนในเขตเมืองของเทศบาลนครมหาสารคาม” หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม/ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม หน้า 9-15, (2018).
- (2) กุลจิรา สุจิโรจน์, “ตะตือโลกิ คอนเวอร์เตอร์” ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ MTEC กรกฎาคม - กันยายน (2541).
- (3) T. Kulimjeerasiri, “Research on the jade industry in China, types of jade, jadeite, jadeite, nephrite” 15 September, (2015).
- (4) U. Wangrakdisakul, “Development of Cordierite Ceramics for Catalytic Converters using Local Raw Materials” The Journal King Mongkut’s University of Technology North Bangkok vol. 17(3), 39-46 (2007).
- (5) W. Akkhowong, “Reducing toxic gases from Motorcycle exhaust by using clay compound ceramics. catalytic converter, The 14th National Conference on Technical Education “Engineering Education and Blended Learning to the NEXT-GENeration” 09 July, (2022).
- (6) S. Sriburin, “Clay Meat Development Study für die Anwendung in keramischen Produktdesign-Fallstudien in der Provinz Loel”, *Zeitschrift für Industrielle Bildung* Bd. 14 Nr.3 September – Dezember, (2015).
- (7) Department of Land Transport, 2012, Retrieved from <http://www.dlt.go.th/th/index.php>, 31 December, (2012).