

หัวข้อคุณสมบัติ

ความสัมพันธ์คอนสติดิวทีฟและแบบจำลองเอมไพริคอล
ของเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากส่วนผสมของขยะพลาสติกและ
ต้นข้าวโพด

ผู้เขียน

นาง อัญชนา อุประกุล

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

คณะกรรมการที่ปรึกษา

ผศ.ดร. อนุชา พรหมวังษา	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ.ดร. ศุภรินทร์ ไชยกลางเมือง	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
รศ.ดร. นคร ทิพย์วงศ์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ.ดร. ชัชวาลย์ ชัยชนะ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการอัดเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากขยะพลาสติกผสมและต้นข้าวโพด รวมถึงการหาความสัมพันธ์คอนสติดิวทีฟและแบบจำลองเอมไพริคอลและเปรียบเทียบผลกับการทดลอง ตัวแปรที่ทำการศึกษาได้แก่ อัตราส่วนผสมของขยะพลาสติกและต้นข้าวโพดที่ 55:45, 65:35, 75:25%wt ขนาดของวัตถุดิบ 3 ขนาดได้แก่ ขนาดน้อยกว่า 0.5, 0.5-1, 1-2 mm., ปริมาณความชื้นในวัตถุดิบ 3 ค่าคือ 5, 10, 15, 20% ความดันที่ 100, 150, 200 MPa และอุณหภูมิของวัตถุดิบที่ 25, 75, 100°C

ผลการศึกษาพบว่า พลาสติกผสมช่วยเพิ่มคุณสมบัติของเม็ดเชื้อเพลิงได้แก่ คุณสมบัติด้านเชิงกล และด้านเคมี สำหรับคุณสมบัติทางด้านการเชิงกลพบว่า ความแข็งแรง และความหนาแน่นของเม็ดเชื้อเพลิงขึ้นกับ อัตราส่วนผสมของขยะพลาสติกผสมและต้นข้าวโพด ขนาดของวัตถุดิบ ปริมาณความชื้นในวัตถุดิบ ความดันในการอัด และอุณหภูมิของวัตถุดิบ สำหรับคุณสมบัติทางด้านการเคมีพบว่า อัตราส่วนของขยะพลาสติกผสมและต้นข้าวโพด และความชื้นมีผลต่อค่าความร้อน และปริมาณของคาร์บอน ชัลเฟอร์ คลอรีน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และออกซิเจน ที่อัตราส่วน 75:25%wt เชื้อเพลิงอัดเม็ดมีค่า

ความร้อน และปริมาณธาตุต่างๆสูงสุด แต่มีค่าความแข็งแรงเชิงกลต่ำโดยอัตราส่วนผสมของขยะพลาสติกผสมและต้นข้าวโพดที่เหมาะสมอยู่ที่ 55:45%wt เนื่องจากให้ค่าความแข็งแรงเชิงกลสูง และยังให้ค่าความร้อนสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในมาตรฐานของประเทศยุโรป นอกจากนี้ยังพบว่าความดันในการอัดและอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ค่าความแข็งแรงเชิงกลสูง แต่การเพิ่มและความดันที่มากขึ้นทำให้ปริมาณการใช้พลังงานมากขึ้น ซึ่งความดันและอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 150 MPa และ 75°C ตามลำดับ สำหรับค่าความชื้นที่เหมาะสมอยู่ที่ 15% และขนาดของวัตถุดิบที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.5-1.0 mm. ซึ่งให้ค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอยู่ที่ 1.023 g/cm³ ค่าความร้อน 26.65 MJ/kg สำหรับค่าซัลเฟอร์และคลอรีนพบว่ามีค่าประมาณ 0.11-0.17% และ 0.12-0.16% ตามลำดับ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของสมการคอนสติดิวทิฟ โดยใช้ความสัมพันธ์ของวัสดุแบบอีลาสโต/วิสโค/พลาสติก ซึ่งสามารถใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของวัตถุดิบเชิงกล ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ค่าความเค้น (σ), ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (E), ค่าความเครียดที่แท้จริง (ϵ), ค่าสัมประสิทธิ์การต้านการดึง (R), เลขชี้กำลังการทำให้แข็งแรงด้วยความเครียด (n) ค่าความสูญเสียเนื่องจากความร้อน (σ_f) และค่าสัมประสิทธิ์ของความหนืด (η) ซึ่งในรูปของสมการ $\sigma = E\epsilon + R\epsilon^n + \eta \frac{d\epsilon}{dt} + \sigma_f$ โดยสมการจะแบ่งออกเป็น 5 ช่วงค่าความเค้นที่ 0 - σ_i , σ_i - 25 MPa, 25 - 50 MPa, 50 - 100 MPa and 100 - 150 จากการทดสอบทั้งวัตถุดิบ 3 ชนิดได้แก่ ต้นข้าวโพด, ขยะพลาสติกผสมและ ขยะพลาสติกผสมและต้นข้าวโพด พบว่าลักษณะรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการอัดคล้ายกันซึ่งมีค่า R-square อยู่ระหว่าง 0.91 และ 0.99 จากการเปรียบเทียบสมการคอนสติดิวทิฟ ของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดพบว่าเม็ดเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกผสมและต้นข้าวโพดให้ค่าคุณสมบัติเชิงกลดีกว่าเม็ดเชื้อเพลิงจากต้นข้าวโพด และเม็ดเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกผสม

การจัดทำแบบจำลองเอมไพริคอล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดัน-ปริมาตรและ ค่าความดัน-ความหนาแน่น โดยใช้สมการความสัมพันธ์ของKawakita-Ludde ซึ่งสามารถอธิบายการจัดเรียงตัวของอนุภาค และพฤติกรรมการอัดของวัตถุดิบ 3 ชนิดได้แก่ขยะพลาสติกผสมและต้นข้าวโพด, ต้นข้าวโพด, และขยะพลาสติกผสม โดยอยู่ในรูปของสมการ $\frac{P}{C} = \frac{1}{ab} + \frac{P}{a}$ ซึ่งให้ค่า R-square ที่ 0.99 ของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ผลการทำแบบจำลองพบว่าต้นข้าวโพดจะมีค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูง ในขณะที่ขยะพลาสติกผสมมีค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคต่ำดังนั้นเมื่อนำต้นข้าวโพดมาผสมกับขยะพลาสติกผสมในการผลิตเม็ดเชื้อเพลิงทำให้เพิ่มคุณสมบัติทางด้านเชิงกลได้

การใช้ต้นข้าวโพดในการผลิตเม็ดเชื้อเพลิงช่วยเพิ่มค่าคุณสมบัติเชิงกล และการนำขยะพลาสติกผสมมาใช้ในการผลิตเม็ดเชื้อเพลิงช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางด้านเคมีของเชื้อเพลิงทั้งในด้านความร้อนที่สูงขึ้น

และปริมาณแร่ที่ลดลง นอกจากนี้เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้ยังมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานของ
เชื้อเพลิงขยะที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานของประเศยุโรป สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์
ต่อไป



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Dissertation Title	Constitutive Relation and Empirical Model of Pellet from Plastic Waste-Corn Stover Mixture
Author	Mrs. Unchana Auprakul
Degree	Doctor of Philosophy (Energy Engineering)
Advisory Committee	Asst. Prof. Dr. Anucha Promwungkwa Advisor Asst. Prof. Dr. Suparin Chaiklangmuang Co-advisor Assoc. Prof. Dr. Nakorn Tippayawong Co-advisor Asst. Prof. Dr. Chatchawan Chaichana Co-advisor

ABSTRACT

The objectives of this study are to study factors which affect to pelletization of mixed plastic waste and corn stover, constitutive relation and empirical model of compression. The studied parameters are 55:45, 65:35, 75:25 of mixed plastic and corn stover ratio, three grinding size which are smaller than 0.5mm, 0.5-1.0 mm and 1.0-2.0 mm., 5, 10, 15, 20% of moisture content, 100, 150, 200 MPa of mold compression pressure, and preheating temperature at 25, 75, 100°C.

The result found that mixed plastic waste can be upgraded to the properties of densified fuel including mechanical and chemical properties. The mechanical strength and density are depended on mixed plastic and corn stover ratio, grinding size, moisture content, preheating temperature and mold compression pressure. The chemical properties of calorific value, and the content of carbon sulfur chlorine hydrogen nitrogen and oxygen are depended on mixed plastic waste and corn stover ratio and moisture of material. The highest calorific value and chemical composition contents were obtained at the ratio of 75:25%wt, but low mechanical properties. The best ratio is 55:45%wt. which let higher

mechanical properties. And also, the calorific value was according to the European standard.

Higher mechanical properties can be obtained from higher compression pressure and preheating temperature. However, increasing of compression pressure and preheating temperature cause more energy consumption. The appropriate of compression pressure and preheating temperature are 150 MPa and 75°C, respectively.

The best of moisture content and grinding size are 15% and 0.5-1.0 mm which let 1.023 g/cm³ of the density and 26.65 MJ/kg of calorific value. The sulfur and chlorine contents are 0.11-0.17% and 0.12-0.16%, respectively.

The construction of the constitutive model of the palletization in this study is the summation of stresses in terms of spring element, dashpot element, and the Coulomb friction element. It can be explained the mechanical behaviors of biomass grinds during compression process. The function parameters are stress (σ), elastic modulus (E), natural strain (ϵ), strength coefficient or plastic model (R), frictional loss (σ_f) and strain hardening exponent (n). The model can be described by equation of $\sigma = E\epsilon + R\epsilon^n + \eta \frac{d\epsilon}{dt} + \sigma_f$. This equation is divided into 5 segments of stress range: 0 to σ_i , σ_i to 25 MPa, 25 to 50 MPa, 50 to 100 MPa and 100 to 150 . The result of constitutive model of 3 materials including corn stover pellet, mixed plastic waste pellet, and mixed plastic waste and corn stover pellet were similarly with high R-square of between 0.91 and 0.99. The comparison of constitutive models can be explained that, mixed plastic waste and corn stover pellet had the higher mechanical properties more than corn stover pellet and mixed plastic waste pellet.

The empirical model can be used to find out the relation of pressure-volume and pressure-density. This research used the model of Kawakita-Ludde model. This model can be explained particle rearrangement and compression behavior of mixed plastic waste and corn stover pellet, corn stover pellet, and mixed plastic waste pellet. The model was in the term of $\frac{P}{C} = \frac{1}{ab} + \frac{P}{a}$ with R-square of 0.99 of all materials. The result found that, corn stover had the highest of initial packing and cohesive forces of powder particle while,

mixed plastic waste had lowest of initial packing and cohesive forces of powder particle. Therefore, corn stover can be mixed with mixed plastic waste to improve the mechanical properties of fuel pellets.

Corn stover can be improved the mechanical properties. While, mixed plastic waste can be used to improve the chemical properties including higher calorific value and lower ash content. The qualities of fuel pellets are also according to the European standard and can be used as the commercial fuel in the future.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved