Thesis Title	Parametric Analysis of Bio-Syngas from Gasification of Agricultural Residues	
Author	Mr. Thanasit Wongsiriamnuay	
Degree	Doctor of Philosophy (Mechanical Engineering)	
Thesis Advisory Committee	Assoc. Prof. Dr. Nakorn Tippayawong	Advisor
	Asst. Prof. Dr. Anucha Promwungkwa	Co-advisor
	Dr. Wacharapong Tachajapong	Co-advisor

ABSTRACT

In this thesis, effects of biomass, reactor types, reactor temperature and the presence of catalyst on yields and compositions of gas product were experimentally investigated. Gas production from gasification of biomass was simulated using thermo-equilibrium model. Results were compared with the experimental results. The experimental study was conducted for temperatures in a range of 400 -900^{o}C. Air was used as gasifier medium and dolomite was used as catalyst.

Composition of mimosa and bamboo were analyzed. They were found to consist of high content of C and O. Volatile matter and fixed carbon were 71.1% and 74.4%, and 23.6 and 14.0%, respectively. Thermogravimetric analysis of mimosa was studied. It was found that mimosa started to decompose at 200^{o}C under N_2, air and O_2 atmospheres. Under O_2 atmosphere, decomposition was shifted to lower temperatures. Mimosa decomposition can be divided into two parts. Holocellulose decomposed at a temperature range of 200 to 400^{o}C and lignin at 200 to 550^{o}C. Activation energy was approximately to be 334kJ/mol.

Experimental results of fixed bed gasification at ER of 0.25 were reported. Increasing temperatures from 600-900^{o}C led to an increase in gas yields while char and tar yield decreased. H_2 content of bamboo increased from 0.4- 0.8 mol%. For

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

mimosa, it was increased from 0.5 - 1.2 mol%, and 4.6 - 10.8 mol% for slow and fast heat rates, respectively. CO content of mimosa increased from 3.4-4.6 mol%, and 10.5 -17.9 mol%, while content of bamboo unchanged. CH_4 and CO_2 contents of bamboo and mimosa also decreased. At 900 ^oC, bamboo and mimosa had gas heating values of 1, 1.1 and 5.2 MJ/m^3, carbon conversion efficiency of 36, 49 and 98.7%, respectively. Catalyst to biomass ratio of 1 was the optimum condition. Tar and char yields decreased while gas yield increased. H_2 contents were 1.9, 3.2 and 13.3 mol%. CO contents were 7.7, 8.2, 23 mol% and high heating value of product gas of 1.5, 1.8 and 5.3 MJ/Nm^3 for bamboo, mimosa at slow and fast heating rates, respectively.

Experimental results of fluidized bed gasification with ER of 0.4 were studied for 400-700^oC. It was found that increasing temperature resulted in a decrease of H_2 from 3.13 - 0.77 mol% and 2.33-0.77 mol%, CO yields decreased from 9.8 to 6.9 mol% and 8.7 to 6.9 mol%, gas heating value from 1.8 -1.3 MJ/Nm^3 and 2.1 -1.4 MJ/Nm^3 for bamboo and mimosa, respectively. But CH_4 slightly decreased. Carbon conversion efficiency of bamboo increased from 62.7-68.8% while mimosa decreased from 78.1- 70.5%. At catalyst to biomass ratio of 1, it was found that H_2 increased from 0.7-2.8 mol% and 0.7-5 mol%, CO increased from 5.9-10 mol%, 6.9 -10 mol%, gas heating value increased from 1.3 - 1.9 MJ/Nm^3 and 1.4 -2.2 MJ/Nm^3 for bamboo and mimosa, respectively. Carbon conversion efficiency of bamboo increased from 62.7-68.8% while mimosa decreased from 78.1 to 70.5%

To compare the present model with others literature, it was found that RMSE was less than 5. In comparison with the experimental results from fixed bed and fluidized bed on both mimosa and bamboo, it was found that RMSE was also less than 5 which mean that they were in agreement.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์พารามิเตอร์ของแก๊สสังเคราะห์ชีวภาพจากการแปรสภาพเป็นแก๊สของเศษวัสดุการเกษตร

ผู้เขียน นายธนศิษฏ์ วงศ์ศิริอำนวย

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. นคร ทิพยาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ. ดร. อนุชา พรมวังขวา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ดร. วัชรพงษ์ ธัชยพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ศึกษาเชิงทดลองถึงผลของชีวมวล ชนิดเตาปฏิกรณ์ อุณหภูมิและการใช้ตัวเร่งปฏิกริยาที่มีต่อปริมาณและส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ คำนวณหาแก๊สผลิตภัณฑ์จากการแก๊สซิฟิเคชั่นชีวมวลด้วยแบบจำลองสมดุลทางความร้อนแล้วเทียบกับผลการทดลอง ทดลองที่อุณหภูมิในช่วง 400 ถึง900 องศาเซลเซียส ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการทำปฏิกริยา และใช้โดโลไมท์เป็นตัวเร่งปฏิกริยา

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของไมยราบและไม้ไผ่พบว่ามีปริมาณคาร์บอนและออกซิเจนสูง สารระเหยและคาร์บอนคงตัวมีปริมาณ 71.1% 74.4% และ 23.6% 14% ตามลำดับ ได้ศึกษาการสลายตัวของไมยราบเมื่อได้รับความร้อน พบว่าไมยราบเริ่มสลายตัวที่ 200 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะบรรยากาศที่แวดล้อมด้วยแก๊สไนโตรเจน อากาศ และแก๊สออกซิเจน ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เป็นแก๊สออกซิเจน ทำให้การสลายตัวเกิดที่อุณหภูมิลดต่ำลง การสลายตัวแบ่งออกได้เป็นสองส่วน คือ การสลายตัวของโฮโลเซลลูโลสในช่วง 200 ถึง 400 องศาเซลเซียส และลิกนินในช่วง 200 ถึง 550 องศาเซลเซียส พลังงานกระตุ้นเฉลี่ยภายใต้สภาวะไนโตรเจนและอากาศประมาณ 334 กิโลจูล/โมล

ผลการทดสอบการแก๊สซิฟิเคชั่นของไมยราบและไม้ไผ่ในเตาเบดนิ่ง ที่อัตราส่วนสมมูลประมาณ 0.25 พบว่า อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 600 ถึง 900 องศาเซลเซียส แก๊สมีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนถ่านและทาร์ลดลง ปริมาณแก๊สไฮโดรเจนของไม้ไผ่เพิ่มขึ้นจาก 0.4 ถึง 0.8 โมล% และไมยราบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพิ่มขึ้นจาก 0.5 ถึง 1.2 โมล% และเพิ่มขึ้นจาก 4.6 ถึง 10.8 โมล% สำหรับอัตราการเพิ่มอุณหภูมิแบบช้าและแบบเร็ว แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ของไมยราบเพิ่มขึ้นจาก 3.4 ถึง 4.6 โมล% และ 10.5 ถึง 17.9 โมล% ส่วนไม้ไผ่ไม่เปลี่ยนแปลง แก๊สมีเทนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณลดลง ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส ไม้ไผ่และไมยราบ มีค่าความร้อนของแก๊ส 1 1.1 และ 5.2 เมกะจูล/ลูกบาศก์เมตร ประสิทธิภาพการแปลงสภาพคาร์บอน 36 49% และ 98.7% ตามลำดับ เมื่อใช้โดโลไมท์เป็นตัวเร่งปฏิกริยาพบว่า อัตราส่วนตัวเร่งปฏิกริยาต่อชีวมวล 1 เป็นสัดส่วนที่ดีที่สุด ปริมาณทาร์และถ่านลดลง ส่วนแก๊สเพิ่มขึ้น มีปริมาณแก๊สไฮโดรเจน 1.9 3.2 และ 13.3 โมล% คาร์บอนมอนออกไซด์ 7.7 8.2 และ 23 โมล% ค่าความร้อนของแก๊สมีค่าสูงสุดประมาณ 1.5 1.8 5.3 เมกะจูล/ลูกบาศก์เมตร สำหรับไม้ไผ่ ไมยราบที่มีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิแบบช้าและแบบเร็ว ตามลำดับ

ผลการทดสอบในเตาฟลูอิดเบด ที่อัตราส่วนสมมูลประมาณ 0.4 ผลที่ได้พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก 400 ถึง 700 องศาเซลเซียส ไม้ไผ่ และไมยราบ ปริมาณของแก๊สไฮโดรเจนลดลง จาก 3.13 เหลือเพียง 0.77 โมล% และ 2.33 เหลือเพียง 0.77 โมล% ส่วนแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงจาก 9.8 เหลือเพียง 6.9 โมล% และ 8.7 เหลือเพียง 6.9 โมล% ตามลำดับ ส่วนปริมาณแก๊สมีเทนมีปริมาณลดลงเล็กน้อย เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ค่าความร้อนของแก๊สของไม้ไผ่และไมยราบมีค่าลดลงดังนี้ 1.8 ถึง 1.3 เมกะจูล/ลูกบาศก์เมตร และ 2.1 ถึง 1.4 เมกะจูล/ลูกบาศก์เมตร ประสิทธิภาพการแปลงสภาพคาร์บอนของไม้ไผ่เพิ่มขึ้นจาก 63.6% ถึง 67.4%. ไมยราบเพิ่มจาก จาก 76.9 ถึง 82.4% เมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกริยาที่อัตราส่วนตัวเร่งปฏิกริยาเคมีและชีวมวล 1 พบว่าปริมาณแก๊สไฮโดรเจน เพิ่มขึ้นจาก 0.7 ถึง 2.8 โมล% และ 0.7 ถึง 5 โมล% และแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้น จาก 5.9 ถึง 10.0 โมล% และ 6.9 ถึง 10.0 โมล% สำหรับไม้ไผ่และไมยราบตามลำดับ ค่าความร้อนของแก๊สของไม้ไผ่และไมยราบมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 1.3 ถึง 1.9 เมกะจูล/ลูกบาศก์เมตร และ 1.4 ถึง 2.2 เมกะจูล/ลูกบาศก์เมตร ประสิทธิภาพการแปลงสภาพคาร์บอนของไม้ไผ่เพิ่มขึ้นจาก 62.7 ถึง 68.8%. ส่วนไมยราบลดลง จาก 78.1 เหลือเพียง 70.5%

ได้เปรียบเทียบแบบจำลองที่ศึกษากับผลการทดลองและแบบจำลองของงานวิจัยอื่น พบว่ามีค่า RMSE น้อยกว่า 5 เมื่อเทียบกับผลการทดลอง พบว่าทั้งในเตาแบบเบดนิ่งและแบบฟลูอิดเบดของไมยราบและไม้ไผ่ มีค่า RMSE เฉลี่ยน้อยกว่า 5 เช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved