

**Project Code :** TRG5480009

**Project Title :** Improvement of produced  $H_2$  and reduced tar from biomass gasification by internal heat form gasifier.

**Investigator :** Supawat Vivanpatarakij, D.Eng., Energy Research Institute, Chulalongkorn University.

Prof. Suttichai Assabumrungrat, Ph.D., Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering,  
Chulalongkorn University. (Mentor)

**E-mail Address :** supawat@eri.chula.ac.th

**Project Period :** 2 Years

This research studies for improvement of produced hydrogen by 1. theoretical study of combined biomass gasification with tar steam reforming and 2. experimental study for suitable catalytic and condition of tar steam reforming reaction. First, Thermodynamic analysis reveals that when selecting appropriate operating conditions, exothermic heat available from the gasifier could sufficiently supply to the heat-demanding units including feed preheaters, steam generator and reformer. The effects of gasification temperature ( $T_{gs}$ ), reforming temperature ( $T_{ref}$ ) and steam-to-biomass ratio ( $S:BM$ ) on percentages of tar removal and improvement of  $H_2$  production were investigated. It was reported that the CGR system can completely remove tar and increase  $H_2$  production (1.6 times) under thermally self-sufficient condition. The increase of  $H_2$  production is mainly via the water–gas shift reaction. The experimental study of the tar steam reforming reaction were carried out at different temperatures (450-650 °C), S/C ratios (1-5), type of supports ( $Al_2O_3$ , CaO, MgO) and %metal loading of a nickel catalyst. Representative tar consisted of toluene, naphthalene, phenol and pyrene whose compositions varied with temperatures of biomass gasification (700-900 °C). The experimental results follow the trends observed from the simulations that the reaction at high temperature and S/C ratio produce more hydrogen content. 20%Ni/ $Al_2O_3$  was reported as a suitable catalyst which offered stable and efficiency activity for tar steam reforming.

**Keywords :** Biomass, gasifier, tar and steam reforming.

รหัสโครงการ: TRG5480009

ชื่อโครงการ: การเพิ่มประสิทธิภาพก๊าซผลิตไฮโดรเจนและการลดน้ำมันดินให้กับการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากชีวมวล โดยอาศัยพลังงานความร้อนภายในเตาผลิตก๊าซ

ชื่อนักวิจัย: ดร. สุภาวัฒน์ วิวรรณภัทรกิจ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศ.ดร. สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address : supawat@eri.chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

งานวิจัยฉบับนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1. ศึกษาทางทฤษฎีโดยใช้แบบจำลองทางอุณหพลศาสตร์ของการรวมระบบเตาผลิตก๊าซจากชีวมวลกับหน่วยเปลี่ยนรูปน้ำมันดินด้วยไอน้ำ และ 2. การศึกษาการทดลองหาตัวเร่งปฏิกิริยาและสภาวะที่เหมาะสมของปฏิกิริยาเปลี่ยนรูปน้ำมันดินด้วยไอน้ำ โดยในครั้งแรก ศึกษาถึงปริมาณพลังงานที่ต้องการใช้ของแต่ละหน่วย ในกระบวนการ โดยพลังงานที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะการที่ดำเนินการ โดยจากการศึกษาทางทฤษฎี หน่วยเตาผลิตก๊าซ จะปลดปล่อยก๊าซพลังงานออกมา และหน่วยผลิตไอน้ำ กับหน่วย reformer ของน้ำมันดิน เป็นแบบดูดพลังงาน และสามารถที่จะเลือกสภาวะการที่สามารถ ใช้พลังงานภายในที่เกิดขึ้น โดยไม่ต้องอาศัยพลังงานภายนอกเลย จากการทดลองโดยใช้ตัวแทนน้ำมันดินทั้ง 4 ชนิด (โทลูอีน ฟีนอล แนฟทาลีน และไพรีน) ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน สามารถถูกกำจัดได้หมด 100% โดยตัวแทนน้ำมันดินจะถูกเปลี่ยนรูปโดยไอน้ำ (Steam Reforming) ให้กลายเป็นก๊าซสังเคราะห์ จากการทดลองนี้เมื่อพิจารณาเฉพาะพลังงานความภายในระบบ จะสามารถเพิ่มปริมาณก๊าซไฮโดรเจนจากเดิม 1.6 เท่าของปริมาณก๊าซไฮโดรเจนจากกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน และยังสามารถกำจัดน้ำมันดิน ได้อีกด้วย ส่วนที่ 2. การศึกษาการทดลองการเปลี่ยนน้ำมันดินด้วยน้ำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยพิจารณาตัวรองรับตัวเร่งปฏิกิริยา (อะลูมินา, แคลเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์) รวมไปถึงปริมาณโลหะที่ทำการโหลดลงไปในตัวรองรับโดยใช้ निकเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีที่สุดในการทำการทดลอง คือ ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลบนตัวรองรับอะลูมินา ที่มีการโหลดโลหะ निकเกิล 20% จากศึกษาพบว่าผลที่ได้จากการจำลองระบบและการทดลองมีความสอดคล้องกันซึ่งอธิบายได้ว่าการทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูงและอัตราส่วนระหว่างไอน้ำกับคาร์บอนที่สูงจะส่งผลให้ได้ปริมาณของผลิตภัณฑ์ไฮโดรเจนตามที่ต้องการมากขึ้น

คำหลัก : ชีวมวล เตาผลิตก๊าซ น้ำมันดิน และการเปลี่ยนรูปด้วยไอน้ำ