บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของจลนพลศาสตร์ของกระบวนการไพโรไลซิสขยะพลาสติก และหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการไพโรไลซิสกขยะพลาสติก เพื่อให้ได้สัดส่วนสารผลิตภัณฑ์ของเหลวที่มีสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล แบบจำลองกระบวนการที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นแบบจำลองจลนพลศาสตร์ของกระบวนการไพรโรไลซีสของพอลิเอธิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) ที่เสนอโดย Al-Salem และ Lettieri โดยกำหนดให้โซ่โมเลกุลของพอลิเอธิลีนเกิดการแตกสลายเป็นสารผลิตภัณฑ์ 5 ชนิด คือ แก๊ส ของเหลว แว๊กซ์ อะโรมาติก และของแข็ง (ถ่าน) ซึ่งปฏิกิริยาการเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์นั้นเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่งนั้นที่เกิดขึ้นพร้อมกัน และแว๊กซ์ซึ่งเกิดขึ้นจากการแตกสลายของโซ่โมเลกุลของพอลิเอธิลีนนั้นยังสามารถแตกสลายเป็นของเหลวและอะโรมาติกได้อีก ช่วงของอุณหภูมิของกระบวนการไพโรไลซิสที่ใช้คือ 100-450°C ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบสัดส่วนของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการจำลองกระบวนการกับสัดส่วนของสารผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซีสขยะพลาสติกของเทศบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยที่ค่าของอัตราเร็วจำเพาะในการเกิดปฏิกิริยาเป็นสารผลิตภัณฑ์ (k_i) แต่ละชนิดนั้นประเมินหาจากค่า k และค่าพลังงานกระตุ้น (E_a) จากผลการทดลองของ Al-Salem และ Lettieri ที่ช่วงอุณหภูมิ 500-600°C เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการแตกสลายของโซ่โมเลกุลของพอลิเอธิลีนที่ได้จากการจำลองกระบวนการกับการทดลองจริง พบว่ามีค่าแตกต่างกันทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่แบบจำลองกระบวนการที่ใช้นั้นไม่ได้พิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งในการทดลองจริงนั้นใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อช่วยให้พอลิเมอร์เกิดการแตกสลายตัวได้ในอุณหภูมิต่ำ เมื่อปรับลดค่า E_a ของปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสารผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ (ของเหลวและอะโรมาติก) พบว่าสัดส่วนของสารผลิตภัณฑ์แต่ละตัวที่เกิดขึ้นจะมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองจริงในช่วงของอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองจริง ดังนั้นแบบจำลองกระบวนการนี้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์หาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการไพโรไลซิสขยะพลาสติกได้

Abstract

The aims of this study were to find out a kinetic model used for prediction the fraction of pyrolysis products of plastic waste. Simulation of pyrolysis of plastic has been performed using the kinetic model proposed by Al-Salem and Lettieri (2010). According to the model, pyrolysis products were lumped into gases (C_1-C_4), liquids (non-aromatic, C_5-C_{10}), single ring aromatics (C_5-C_{10}), waxes (>C_{10}) and char. The model determines the amount of each product by wt%. The model of first order (n=1) was proposed based on the experiments conducted with the temperature range of 500-600°C to find out the kinetic parameter of rate constant (k_i) and activation energy (E_a). The simulations were performed at a temperature range of 100-450°C. It was found that the simulation results are different from the ones obtained from experiments conducted at Warinchamrap municipal waste disposal centre. This is because the model employed was not included the effects of catalysts on thermal degradation of HDLE while the catalysts were added into the pyrolysis reaction in order for the plastic wastes to degrade at low temperature. However, by reducing the E_a pyrolysis products required, the fractions of amount pyrolysis products obtained from simulation were slightly different from those obtained from the real experiments. Although the model after adjusting the kinetic model parameter could not exactly describe the degradation of HDPE in the presence of the catalysts, it is still useful for prediction of suitable pyrolysis temperature.