บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องกลั่นเอทานอลโดยการใช้พลังงานความร้อนที่ได้จากไอเสียของเครื่องยนต์ซึ่งโดยปกติจะสามารถให้ความร้อนได้สูงจนถึงจุดเดือดของเอทานอล อีกทั้งยังเป็นพลังงานที่สูญเปล่าจากการทำงานของเครื่องยนต์ โดยปัจจัยที่ต้องการศึกษาคืออัตราการกลั่นเอทานอลและความเข้มข้นของเอทานอลที่กลั่นได้ รวมถึงการพัฒนาสมการเพื่อทำนายอัตราการกลั่นเอทานอลโดยใช้พื้นฐานทฤษฎีการถ่ายเทมวล ในขั้นตอนการพัฒนาสมการได้สร้างเครื่องมือทดสอบเพื่อหาค่าความนำการถ่ายเทมวล (Mass Transfer Conductance) และดำเนินการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลและนำมาพัฒนาเป็นสมการที่ใช้ในการทำนายอัตราการกลั่นเอทานอล หลังจากนั้นได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นเอทานอลต้นแบบขึ้นเพื่อพิสูจน์ผลการจำลองสมการโดยการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ทำนายอัตราการกลั่นเอทานอล และในขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัยได้มีการศึกษาถึงพลังงานที่ใช้ในเครื่องกลั่นเอทานอล

ผลการวิจัยพบว่า สมการเพื่อทำนายอัตราการกลั่นเอทานอลที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ทำนายอัตราการกลั่นเอทานอลได้ผลดี โดยมีความผิดพลาดอยู่ในช่วง 8-11.7% เมื่อใช้ในช่วงความเข้มข้นของเอทานอลที่ถูกต้อง เครื่องกลั่นเอทานอลต้นแบบสามารถกลั่นเอทานอลได้ความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับ 95% โดยปริมาตร โดยใช้การกลั่นซ้ำรวม 5 ครั้ง อัตราการกลั่นของเครื่องต้นแบบมีค่าอยู่ระหว่าง 3.06-33.4 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง พลังงานที่ใช้ในการกลั่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.121-0.3 กิโลวัตต์ ส่วนพลังงานที่ให้กับเครื่องกลั่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.739-0.894 กิโลวัตต์ ซึ่งเมื่อเทียบเป็นประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของเครื่องแล้วจะอยู่ในช่วง 16.37-33.56% และค่าการใช้พลังงานจำเพาะตลอดทั้งกระบวนการกลั่นเท่ากับ 50,279 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งถือว่าเกิดการสูญเสียพลังงานค่อนข้างมากเนื่องจากข้อจำกัดในด้านความปลอดภัยในการออกแบบ

Abstract

The objectives of this study were to design and develop an ethanol distillator by using exhaust gas as a heat source. The exhaust gas temperature is generally high enough to reach the boiling point of ethanol and is waste energy from an engine. The interested factors in this study are a possible distillation rate and its corresponding final concentration. Predictive models of distillation rates were also developed using principle of mass transfer. A testing device of mass transfer conductance was fabricated and tested to collect the data which were used for formulating predictive models of distillation rates. Thereafter, a prototype of ethanol distillator was designed and developed to prove those distillation rate models by comparing the experiment results with predictive model results. Finally, the energy requirements for the ethanol distillation were determined.

The results showed that the predictive models were capable of efficiently predicting the distillation rates having percent error in the range of 8 to 11.7% when an appropriate range of concentration was applied. The prototype of distillator can produce the ethanol to the final concentration of 95% by volume with a repeating of 5 times. The distillation rates of ethanol were found between 3.06 and 33.4 kg/(m^2.hr). The energy requirements for ethanol distillation ranged from 0.121 to 0.3 kW while the energy supplied to the distillator ranged from 0.739 to 0.894 kW. In other words, the energy efficiencies of the ethanol distillator were around 16.37 and 33.56%. However, the whole process showed a high value of specific energy consumption of 50,279 kJ/kg. The high energy loss resulted from the limitation of safety design.