บทคัดย่อ

T137271

โครงการวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาชนิดตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อนและหาต้นทุนการกลั่นเอทานอลด้วยเทคนิคการกลั่นแบบเติมสารครั้งเดียว โดยทั้งนี้ทางโครงการได้ทำการทดลองสร้างระบบกลั่น (แบบไม่มีรีฟลักซ์และหอกลั่น) ที่มีหม้อต้มซ้ำขนาดความจุไม่เกิน 50 ลิตรและทดสอบสมรรถนะระบบโดยอาศัยแหล่งให้ความร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ชนิดท่อสุญญากาศแบบท่อแก้วขนาด 3.6 ตารางเมตร ชนิดท่อสุญญากาศแบบท่อความร้อนขนาด 3.6 ตารางเมตร และแบบแผ่นเรียบกระจกสองชั้นขนาด 4 ตารางเมตร ผลการทดลองที่ความเข้มข้นและปริมาณสารละลายเอทธานอลตั้งต้นในช่วง 10-45% และ 20-40 ลิตร แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนแก่สารทำงานของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อแก้วสุญญากาศมีค่ามากที่สุด ตามด้วยตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบกระจกสองชั้น และตัวเก็บรังสีแบบท่อความร้อนตามลำดับ ผลการทดลองดังกล่าวได้ถูกยืนยันโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบกลั่นทั้งสามแบบที่ได้ถูกสร้างขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้กับผลการทดลองพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันโดยแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 10 นอกจากนี้เมื่อใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำนายผลการกลั่นตลอดทั้งปี ณ จังหวัดเชียงใหม่เมื่อระบบมีสารเริ่มต้นในหม้อต้ม 30 ลิตร ณ ความเข้มข้นเริ่มต้น 10 % ขณะเริ่มกลั่น พบว่าระบบที่ใช้ตัวเก็บรังสีชนิดท่อสุญญากาศแบบท่อแก้วมีสมรรถนะสูงที่สุด กล่าวคือสามารถกลั่นได้ปริมาณสารละลายเอทธานอล 45 % จำนวน 1652.2 ลิตรต่อปี คิดเทียบเป็นราคาสารละลายเอทธานอลต่อหน่วยต่ำที่สุดอยู่ที่ 4.32 บาทต่อลิตร นอกเหนือจากนั้นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้นำเสนอสมรรถนะที่สูงที่สุดและต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดของระบบกลั่นที่มีหม้อต้มซ้ำขนาดความจุไม่เกิน 50 ไว้ว่า หากพิจารณาอายุการใช้งานของระบบกลั่นที่ใช้ตัวเก็บรังสีแบบท่อความร้อนและท่อแก้วอยู่ที่ 20 ปี และแบบแผ่นเรียบกระจก 2 ชั้นอยู่ที่ 10 ปี ระบบกลั่นที่ใช้ตัวเก็บรังสีแบบท่อแก้วขนาด 9.6 ตารางเมตรเมื่อใช้กลั่นสารละลายตั้งต้น 60 ลิตร (50 ลิตรในหม้อต้มซ้ำและ10ลิตรในตัวเก็บรังสี) ณ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ จะมีสมรรถนะสูงสุดอยู่ที่ปริมาณการกลั่น 4103 ลิตรต่อปี ที่ความเข้มข้น 41 เปอร์เซนต์ คิดเทียบเป็นปริมาณเอทธานอลบริสุทธิ์ 1687 ลิตรต่อปีและมีราคาสารละลายต่อหน่วยต่ำสุดอยู่ที่ 3.95 บาทต่อลิตร แต่หากคิดอายุระบบทั้งหมดมีค่าเท่ากันที่ 20 ปีพบว่าระบบกลั่นที่ใช้ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบกระจก 2 ชั้นขนาด 10 ตารางเมตร ณ ปริมาณสารละลายเริ่มต้น 60 ลิตร และ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ ให้สมรรถนะต่ำกว่ากล่าวคือ ได้สารละลายที่กลั่นได้ ณ ความเข้มข้น 43 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3615 ลิตรต่อปี เทียบเป็นปริมาณเอทธานอลบริสุทธิ์แค่ 1554 ลิตรต่อปี แต่ให้ราคาสารละลายต่อหน่วยถูกที่สุดที่ 3.66 บาทต่อลิตรทั้งนี้เนื่องจากราคาตัวเก็บรังสีที่ถูกกว่า

Abstract

TE137271

The main focal point of this work is to determine which type of collector is suitable to be used in the solar batch ethanol distillation system which can be operated with or without distillation column and also to estimate the yearly cost of the distillate obtained from the system. The work also includes the formulation of the mathematical modeling to acquire the yearly performance and distillate cost of the systems using the solar-flux data of Chiang Mai and Bangkok provinces. Small distillation systems including the reboilers with the capacity of 50L and no reflux are built with the collector of choices: evacuated-tube, heat-piped, and double-paned flat plate solar collectors with the area of 3.6, 3.6, and 4 m^2, respectively. Several tests on system performance in the range of 20-40 L of charged volume with the range of concentration between 10-45% are performed monitored and recorded to be later compared with the performances predicted by the mathematical simulation. It is observed that the system with evacuated-tube collectors yields the best heat transfer efficiency for distillation following by that with double-paned flat plate collectors and that with heat-piped collectors. The Results are confirmed by the mathematical models derived in this investigation. The models also shows fair accuracy in terms of system performance (distillation volume and distillation concentration) within 10% difference in comparison with the results previously obtained from the experiments. It is also obtained from the models that, among aforementioned three systems with 30L charged volume of and 10% charged concentration, the system with evacuated-tube collectors perform best rendering 45% in concentration of 1652.2 L/year of ethanol solution which bring to annual cost to 4.32 baht/L of solution. The mathematical modeling also shows that the highest performance and lowest cost among the system with the reboiler with the capacity of 50L can be obtained from the system installed with evacuated-tube solar collectors. The best performance of 4103 L/year of 41% solution is revealed and equivalent to 1687 L/year of pure ethanol from which the distillate cost of 3.95 baht/L is determined when the distillation process is carried out with 9.6 m^2 evacuated-tube solar collectors charge volume of 60 L (50L in reboiler and another 10 contained in the collectors) with 10% in concentration. However, the results are based on the assumption that the life expectancy of the system with evacuated-tube and heat-piped solar collectors is similar: 20 years when that of the system with double-paned flat plate solar collectors is a lot less: 10 years, in practices. If the life expectancy of three systems are considered the same; 20 years in spite of lower performance, i.e. 3615 L/year of solution with 43% in concentration, the system with 10 m^2 double-paned flat plate solar collectors with the charged volume of 60 L and 10% in concentration renders the lowest cost of 3.66 baht/L of solution due to the lower collector price.