ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์สมรรถนะการกลั่นเอทานอลแสงอาทิตย์แบบการเดือดโดยตรง

ผู้เขียน นายนรินทร์ มาละวรรณโณ

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. ณัฐนี วรยศ

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกลั่นเพื่อเพิ่มความเข้มข้น ของเอทานอลเจือจาง ที่ได้รับความร้อน และเดือดโดยตรงภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ และเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายการกลั่นเอทานอลที่ระดับรังสีอาทิตย์ต่างๆ รวมถึงหาต้นทุนการกลั่น โดยในการศึกษาจะทำการทดสอบ ตัวเก็บรังสีที่แตกต่างกันสามชนิดดังนี้ ชนิด A เป็นตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบที่ผิวดูดรังสีอะลูมิเนียม มีลักษณะเป็นท่อและครีบ โดยครีบจะอยู่ในแนวตั้ง ลักษณะคล้ายคอนเดนเซอร์ ผิวทาสีดำด้าน กระจกปิดชั้นเดียว ชนิด B เป็นตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบที่ผิวดูดรังสีทองแดงเคลือบผิวเลือกรังสี สีน้ำเงินเข้มวางในแนวนอน กระจกปิดชั้นเดียว และชนิด C เป็นตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบที่ผิวดูดรังสีอะลูมิเนียมวางในแนวนอน ทาสีดำด้าน กระจกปิดสองชั้น โดยตัวแปรที่ทาการศึกษา เพื่อทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แต่ละชนิด คือ ความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศโดยรอบ ปริมาณหรือระดับสารละลายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ และความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลที่ให้แก่ระบบ

จากการทดลองพบว่า ค่าความเข้มรังสีที่เพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราการกลั่นเพิ่มขึ้น โดยที่ค่าความเข้มข้นของเอทานอลที่ได้จะไม่เปลี่ยนแปลงมาก แต่เมื่อระดับความสูงของของเหลวในตัวเก็บรังสีเพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราการกลั่นลดลง ในขณะที่ความเข้มข้นเอทานอลจะมีค่าเพิ่มขึ้น พร้อมทั้งแสดงให้เห็นว่า ในกรณีที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 40 % โดยปริมาตรทั้งนี้ค่าระดับความสูงของของเหลว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในตัวเก็บรังสี ไม่ควรเกิน 70 % ของค่าความสูงตัวเก็บรังสี เพื่อป้องกันการหลุดกระเด็นของของเหลวปะปนไปกับไอที่มีความเข้มข้นสูงที่ออกจากตัวเก็บรังสี ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นสุดท้ายของเอทานอลที่กลั่นได้มีค่าต่ำลง

นอกจากนี้เนื่องจากตัวเก็บรังสีที่มีสมรรถนะเชิงความร้อนสูง มีความต้องการระดับความเข้มรังสีที่ต่ำ ในการทำให้สารละลายเริ่มเดือด จึงทำให้มีความสามารถในการกลั่นที่สูงด้วย โดยที่สมรรถนะของตัวเก็บรังสี ในกรณีที่มีการเดือดโดยตรง สามารถแสดงได้ในรูปความสัมพันธ์ $m_d\lambda/I_TA_c = (\tau\alpha) - U_L^*(T_p - T_a)/I_T$ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลการทดลองพบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าแตกต่างไม่เกินร้อยละ 12.5 และเมื่อใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาทำนายผลการกลั่นตลอดทั้งปี ภายใต้ค่ารังสีอาทิตย์ของจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ชนิด B ระดับความสูงของสารละลาย 50, 60 และ 70 % โดยหากมีความเข้มข้นของสารละลายตั้งต้น 10 % โดยปริมาตร ตัวเก็บรังสีจะสามารถเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายได้เป็น 35 – 41 % โดยปริมาตร และมีความสามารถในการกลั่น 308.359 ลิตร/ตารางเมตร-ปี, 256.095 ลิตร/ตารางเมตร-ปี, 221.093 ลิตร/ตารางเมตร-ปี จะทำให้ต้นทุนการกลั่นของตัวเก็บรังสีชนิด B ที่แต่ละระดับความสูงของสารละลายตั้งต้นมีค่าเท่ากับ 7.17, 8.61 และ 9.93 บาท/ลิตร ตามลำดับ และหากมีความเข้มข้นของสารละลายตั้งต้น 40 % โดยปริมาตร ตัวเก็บรังสีชนิด B สามารถเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายได้เป็น 66-78 % โดยปริมาตร อัตราการกลั่นที่ระดับความสูงต่าง ๆ มีค่าเท่ากับ 670.405, 620.184 และ 574.933 ลิตร/ตารางเมตร-ปี ซึ่งจะได้ต้นทุนการกลั่นของตัวเก็บรังสีที่แต่ละระดับความสูงมีค่าเท่ากับ 3.34, 3.60, และ 3.88 บาท/ลิตร ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Performance Analysis of a Direct Boiling Solar Ethanol Distillation

Author Mr. Narin Malawonno

Degree Master of Engineering (Energy Engineering)

Thesis Advisor Lect.Dr. Natanee Vorayos

ABSTRACT

This research work is to study the factors affecting ethanol distillation of which the diluted solution is direct heated and boils in solar collector including a development of model for predicting the yield at different radiation levels and distillation costing. In the experiments, three types of solar collectors are taken. They are: Type A- a single glazed vertical finned-and-tube flat plate collector; Type B – a single glazed flat finned-and-tube flat plate collector (selective surface); and Type C- a double glazed flat finned-and-tube flat plate collector. The factors considered are the solar radiation level, the ambient temperature, the amount or level of solution in solar collector and the alcohol concentration of the feed solution.

From the experiments, with higher solar radiation level, the distillation rate increased but the ethanol concentration changed insignificantly. The distillation rate was found to decrease with increasing of the solution level in solar collector but the concentration changed inversely. It was noted that the level should not exceed 70 % of the collector height for the 40 % v/v, otherwise there was a flying over of low concentration liquid into high concentration vapor at the collector exit.

High performance collector needed low threshold solar radiation for starting boiling of the solution thus the yield in each day was high. The collector performance with direct internal boiling could be derived in a form of $m_d\lambda/I_TA_c = (\tau\alpha) - U_L^*(T_p-T_a)/I_T$. The calculated results agreed well with the experimental data within ±15 % deviation. With the modified equation, the annual distillations of

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

the three collectors were evaluated under the climate of Chiang Mai. It was found that Type B collector gave the lowest cost. With 10 %v/v starting, the annual yield(35 – 41 % v/v) was 308.359, 256.095, and

221.093 l/m^2-year at the solution level of 50, 60, and 70 % with the cost of 7.17, 8.61, and 9.93 Bht/l, respectively. With 40 % v/v starting, the annual yield(66-78 % v/v) was 670.405, 620.184, and 574.933 l/ m^2-year at the solution level of 50, 60, and 70 % with the cost of 3.34, 3.60, and 3.88 Bht/l, respectively.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved