

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24
20 - 22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

ผลของระดับสารละลายในการกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เทคนิคปั๊มฟอง
Effect of Solution Level in Ethanol Distillation with Solar Energy by Using Bubble Pump Technique

ตรีพัฒน์ แซ่ฟู่¹ พิริญา วานิชกลาง¹ อธิวัฒน์ ราชรักษ์¹ พรประสิทธิ์ คงบุญ^{2,*} และจิระพล กลิ่นบุญ^{1,*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กทม. 10120

*E-mail: jirapol9@hotmail.com เบอร์โทรศัพท์: 02-2863991-5 ต่อ 2201

²สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลปอข่าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้สนใจที่จะศึกษาผลของระดับสารละลายในการกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เทคนิคปั๊มฟอง ทำทดสอบสมรรถนะการกลั่นของเอทานอลโดยแบ่งระดับที่ระดับสารละลาย 50% , 60% , 70% , 80% , 90% และ 100% ของระดับความสูงของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่มีขนาด 2.2 m^2 เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่สารละลายเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการกลั่นที่ระดับสารละลายแต่ละระดับความสูงของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ภายใต้สภาวะอากาศจังหวัดกรุงเทพมหานคร จากการทดลองพบว่า เมื่อค่าความเข้มข้นรังสีแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการกลั่นเพิ่มขึ้น แต่เมื่อระดับสารละลายภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์สูงขึ้น ปริมาตรสารละลายที่กลั่นได้จะมีค่าน้อยลงเนื่องจากพื้นที่ในการที่จะทำการเดือดแบบ Film Boiling ลดลงแต่ความเข้มข้นของสารละลายจะมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากการเดือดแบบแยกชั้นระหว่างน้ำกับเอทานอล ซึ่งพบว่าการกลั่นที่ระดับสารละลาย 90 % ของแผง ให้ผลในการกลั่นดีที่สุด โดยมีอัตราการกลั่นเท่ากับ 1.40 ลิตร/วัน ความเข้มข้นที่กลั่นได้เฉลี่ย 58 %V/V

คำหลัก: เอทานอล, การกลั่น, พลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

This search has been investigated the effect of solution level in ethanol distillation with solar energy by using bubble pump technique. The performance testing of ethanol distillation by divided the volumes of ethanol solution inside the solar collector are varied as follow: 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, and 100%. The solar collector is flat plate collector with the collector area of 2.2 m^2 . For compare the performances of solar ethanol distillation systems of each level of solution inside the solar collector under weather of Bangkok. From the results, when the distillation is increased, its result to the solar radiation is increased too. But the volume of ethanol solution inside the solar collector is increased. The volume of distillation solution is decreased; this is because the bubble pump technique is uses short process that result film boiling decreases. But the ethanol concentration is increased because it has separate boiling

between ethanol - water. it is found that the maximum performance of the distillation system with 90% volume of solution, the average yield of 1.404 l/day with the concentration of 58%

Keyword : Ethanol Distillation, Solar energy

1. บทนำ

ในปัจจุบันปริมาณความต้องการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ มีสูงมากขึ้นโดยเฉพาะเชื้อเพลิงที่ได้จาก ฟอสซิลซึ่งในตอนนี้ได้มีปริมาณลดลงอย่างมาก เป็นเพราะได้มีการใช้กันมากทั้งในภาคอุตสาหกรรม และใช้กับเครื่องจักรกลเพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ส่งผลกระทบกับประเทศที่มีการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ อย่างเช่น ประเทศไทยเป็นอย่างมาก ซึ่งจะต้องนำเข้าพลังงานจากประเทศต่าง ๆ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อีกทั้งยังมีราคาที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ประเทศดังกล่าวต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศในแต่ละปีอย่างมหาศาล ดังนั้นจึงมีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเพื่อที่จะหาพลังงานทางเลือกอื่น ๆ เพื่อใช้ทดแทนการใช้พลังงานจากปิโตรเลียม โดยมีพลังงานที่น่าสนใจตัวหนึ่งคือพลังงานจากชีวมวลได้จากพืชผลทางการเกษตรเพื่อที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหรือนำมาใช้ผสมกันน้ำมันเชื้อเพลิงในอัตราส่วนที่เหมาะสม สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะนอกจากจะแก้ปัญหาทางด้านพลังงานแล้วยังสามารถช่วยแก้ปัญหาทางการเกษตร และยังลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศได้อีกด้วย ในขั้นตอนการกลั่นเอทานอลให้มีความเข้มข้นสูงนี้เองจะนำสารละลายที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรไปกระบวนการกลั่นเพื่อให้ได้เอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นสำหรับกระบวนการในการกลั่นนั้น ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือพลังงานความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหยเพื่อแยกสารผสมระหว่างเอทานอลและน้ำซึ่งมีจุดเดือดที่แตกต่างกันออกจากกัน การกลั่นโดยทั่วไปนั้นแหล่งพลังงานที่ให้ความร้อนจะได้มาจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง แก๊ส หรือ ชีวมวลซึ่งนับเป็นการสูญเสียเชื้อเพลิงประเภทหนึ่งเพื่อให้ได้เชื้อเพลิงอีกประเภทหนึ่ง เพื่อให้ลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการ

กลั่นมีพลังงานความร้อนที่น่าสนใจอีกรูปแบบหนึ่งได้แก่พลังงานความร้อนที่ได้จากแสงอาทิตย์ สำหรับการการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านมา ได้มีนักวิจัยหลายท่านที่ทำการศึกษาโดยใช้วิธีการและเทคนิคการกลั่นที่แตกต่างกันออกไปตัวอย่างเช่น [1] การทดสอบการกลั่นเอทิลแอลกอฮอล์จากสารละลายประมาณ 8 % v/v สามารถกลั่นได้สารละลายที่มีความเข้มข้นเพียง 14 % v/v ในอัตราการผลิตเท่ากับ 3.5 ลิตร/ตารางเมตร - วัน และต้นทุนการผลิตที่ 1.3 บาท/ลิตร [2,3]ต่อมาได้ทำการทดลองกลั่นสารละลายเอทานอลด้วยตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ และได้พัฒนาโดยใช้ระบบสุญญากาศเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการกลั่นต่อมา [4,5] ได้มีการพัฒนานำหม้อกลั่นมาใช้ในการกลั่นเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำเอทานอลที่ได้จากการกลั่นไปใช้จริง [6] ได้ทำการทดลองการผลิตก๊าซโซฮอลล์จากเอทานอลที่ได้จากการกลั่นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในกระบวนการกลั่นจะเป็นการกลั่นแบบลำดับส่วนที่ทำงานภายใต้ความดันต่ำ โดยใช้ความร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ต่อมา^[7]ได้ทำการศึกษาการกลั่นเอทานอลพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขนาดพื้นที่รับรังสีเท่ากับ 0.9108 m² จากการกลั่นเอทานอลที่ได้จากกากน้ำตาลที่มีความเข้มข้น 7-8 % v/v สามารถทำการกลั่นโดยมีความเข้มข้นเฉลี่ยประมาณ 14.3 % และVorayos [8] ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการกลั่นด้วยตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ลักษณะต่าง ๆ กัน 3 แบบ ได้แก่ ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบที่มีท่อทองแดง ครีบอลูมิเนียม ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่เป็นท่อแก้ว 3 ชั้น โดยกลุ่มออกสุดเป็นสุญญากาศโดยทั้ง 2 แบบที่กล่าวมาข้างต้นสารละลายจะไหลผ่านตัวเก็บรังสีและรับรังสีอาทิตย์โดยตรง ส่วนแบบที่สามได้แก่ ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบท่อความ

ร้อนมีท่อแก้วครอบเป็นสูญญากาศให้ความร้อนกับสารละลายในถังต้มโดยสารละลายรับความร้อนผ่านส่วนคอนเดนเซอร์ของท่อความร้อน โดยการทดลองนี้ทำการศึกษาทั้งในกรณีที่มีระบบมีการทำงานแบบเดิมสารครั้งเดียว(batch) และแบบป้อนสารต่อเนื่อง(continuous) พบว่าต้นทุนการผลิตจากตัวเก็บรังสีที่ใช้แบบแผ่นเรียบมีราคาถูกที่สุดในปีเดียวกัน พรประสิทธิ์ คงบุญ [9] ได้มีการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายผลการกลั่นเอทานอลด้วยตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อความร้อนขนาดพื้นที่รับรังสีอาทิตย์เท่ากับ 3.6 m^2 เทียบกับผลการทดลองโดยทำการศึกษาการกลั่นทั้งสองระบบ คือ ระบบกลั่นแบบเดิมสารครั้งเดียวและเติมสารอย่างต่อเนื่องโดยมีหลักการทำงานดังรูป 3 จากการวิจัย ภายใต้สภาวะอากาศของจังหวัดเชียงใหม่พบว่าระบบการกลั่นแบบเติมสารครั้งเดียวสามารถกลั่นเอทานอลได้สูงสุดเท่ากับ 1.18 ลิตร/ตารางเมตร-วัน มีความเข้มข้น 42.37 % ต้นทุนการกลั่นอยู่ที่ 6.63 บาท/ลิตร และระบบกลั่นแบบเติมสารอย่างต่อเนื่องสามารถกลั่นเอทานอลได้สูงสุดเท่ากับ 1.4 ลิตร/ตารางเมตร-วัน ความเข้มข้น 39.53 % และต้นทุนการกลั่นอยู่ที่ 5.69 บาท/ลิตร ในปีต่อมา จำปา สอนเผือก [10] ได้ศึกษาการกลั่นเอทานอลโดยใช้เทคนิคบับเบิลซึ่งพลังงานที่ใช้ในการกลั่นมีสองกรณีคือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีพื้นที่รับรังสีขนาด 2 m^2 โดยศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อความเข้มข้นและอัตราการกลั่นเอทานอล ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ความสูงของท่อบับเบิลปั๊มและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นและอัตราการกลั่นเอทานอลมากที่สุดคือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ รองลงมาคือความสูงท่อ และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ตามลำดับ เมื่อทำการกลั่นสารละลายเอทานอลที่มีความเข้มข้นตั้งต้น 10 % โดยใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm สูง 0.5 m และกำลังไฟฟ้า 1.0 kW ให้ผลการกลั่นดีที่สุดโดยผู้วิจัยได้รายงานว่สารละลายเอทานอลที่กลั่นได้มี

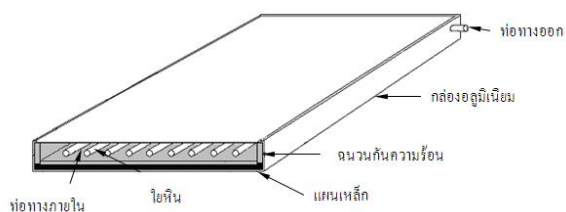
ความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 41% ในอัตราการกลั่นเท่ากับ $2.889 \text{ liter/ m}^2 \cdot \text{day}$ มีต้นทุนการกลั่นเท่ากับ 5.23 บาท/ลิตรและต่อมา ชัยยงค์ ปิงรนาพิทักษ์และคณะ [11] ได้ศึกษาเชิงทดลองและแบบจำลองของการกลั่นเอทานอลแบบแบ่งครั้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โครงการนี้ได้ทำการศึกษาเชิงทดลองและแบบจำลองของการกลั่นเอทานอลแบบแบ่งครั้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผงรับรังสีอาทิตย์ที่มีขนาด 4.4 m^2 เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่สารละลาย ใช้เอทานอลความเข้มข้น 10 % โดยปริมาตร และทำการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบการกลั่นเอทานอล การจำลองสถานการณ์แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการจำลองค่ารังสีอาทิตย์ โดยผลจากแบบจำลองแสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มไปทางเดียวกันกับข้อมูลที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา ส่วนที่สองเป็นการทดลองและจำลองการกลั่น จากการทดลองพบว่าที่ปริมาณเอทานอลจำนวน 30 ลิตรจะได้ปริมาณการกลั่น 7.8 ลิตร ความเข้มข้น 38 %และเมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองพบว่า แบบจำลองให้ค่าความผิดพลาดจากการทดลองไม่เกิน 4.98 % และแบบจำลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณการกลั่นตลอดปี ปริมาณสารตั้งต้น 30 ลิตร ได้ปริมาณการกลั่น 1,304.75 ลิตร ความเข้มข้น 49.55 %

ซึ่งเมื่อเทียบผลของระบบการกลั่นที่ผ่านมา จะเห็นว่าผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทำการศึกษาโดยใช้เทคนิคในการกลั่นที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นการกลั่นแบบอ่าง การกลั่นโดยใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบต่าง ๆ ทั้งที่มีการใช้หอกลั่นและไม่ใช้หอกลั่น หรือแม้แต่การกลั่นภายใต้ความดันต่ำ แต่ยังคงมีการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและยังไม่มีผู้ใดศึกษาถึงระดับสารละลายที่มีผลต่อการกลั่น ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้คณะผู้ศึกษาจึงเลือกที่จะทำการศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะของการกลั่นเอทานอลที่ระดับสารละลายแต่ละระดับในตัวเก็บรังสีอาทิตย์และรับความร้อนที่ใช้ในการกลั่นจากพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและ

พัฒนาระบบการกลั่นเอทานอลให้มีสมรรถนะสูงขึ้นต่อไป

2. อุปกรณ์และกระบวนการทดสอบ

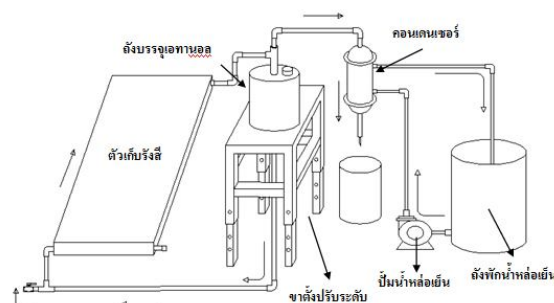
ในการทดลองนี้จะใช้ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ (Flat Plate Collector) ที่มีพื้นที่รับแสงทั้งหมดประมาณ 2.2 m^2 ส่วนประกอบของโครงสร้างตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ประกอบด้วย อลูมิเนียมกล่องสำหรับบรรจุตัวดูดรังสีและฉนวน ด้านบนของตัวเก็บรังสีประกอบด้วย กระงะกิโลหนา 6 mm ระยะห่างระหว่างกระงะกิโลกับตัวดูดรังสี 25.4 mm ส่วนด้านข้างและด้านล่างของแผงเก็บรังสีประกอบด้วย ฉนวนกันความร้อน ในการติดตั้งตัวเก็บรังสีจะต้องหันหน้าไปทางทิศใต้ ทำมุมเอียง 14 องศา กับแนวระนาบ เพื่อสามารถรับรังสีอาทิตย์ได้ตลอดช่วงระยะเวลาทำการทดลอง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ (Flat Plate Collector)

โดยอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ถังบรรจุสารละลายเอทานอลเป็นถังทรงกระบอกที่ทำจากสแตนเลสขนาด 40 liter หุ้มฉนวนอย่างดีสำหรับบรรจุสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 10 % ระบบท่อทางเดินของสารละลายจะใช้ท่อทองแดงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15.8 mm ทำการหุ้มฉนวนกันความร้อนอย่างดีตลอดทางเดิน ข้อต่อทุกชนิดทำจากสแตนเลส อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนหรือคอนเดนเซอร์ ทำจากทองแดงหุ้มฉนวนกันความร้อนอย่างดีตลอดทางเดิน ท่อภายในมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 12.7 mm เปลือกนอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 25.4 mm มีความยาวทั้งหมดเท่ากับ 1 m ช่วยทำให้ไอของเอทานอลควบแน่นเป็นสารละลายที่ให้ความเข้มข้นมากขึ้น ขาดังปรับระดับ ทำจากเหล็ก

ฉากสำเร็จรูปประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้หนีต ซึ่งสามารถปรับระดับความสูงได้ โดยฐานที่วางถังมีขนาด $280 \text{ mm} \times 280 \text{ mm}$. ความสูง ของขาถังมีขนาด 1 m. โดยเผื่อขนาดไว้ปรับระดับความสูงของถังและปั้มน้ำหล่อเย็น ช่วยในการควบแน่นของสารละลาย



รูปที่ 2 ระบบการกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เทคนิคปั้มฟอง

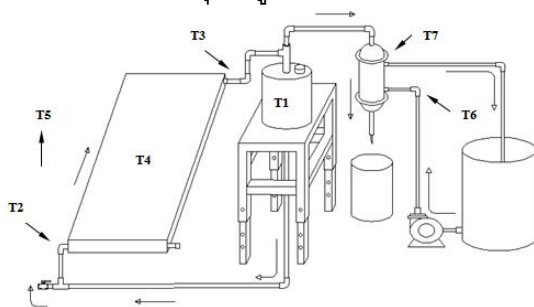
2.1 กระบวนการทดสอบ

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เทคนิคปั้มฟองในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบการกลั่นเอทานอลในระดับ 50% , 60% , 70% , 80% , 90% , 100% ของตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ โดยทำการเติมสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 10% ลงในถังบรรจุสารละลายเอทานอลปริมาตร 40 liter ปลอยสารละลายเอทานอลเข้าสู่ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ปรับระดับสารละลายเอทานอลภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์โดยการกำหนดระดับความสูงของขาตั้งถังบรรจุสารละลาย ซึ่งสามารถกำหนดได้ตามระดับความสูงที่กำหนดไว้ เมื่อตัวเก็บรังสีอาทิตย์รับอุณหภูมิจนถึงจุดๆหนึ่งสารละลายเอทานอลจะเดือดเป็นไอและเกิดเป็นฟองขนาดเล็ก ฟองจะประพติตัวคล้ายกับลูกสูบและดันของเหลวขึ้นลอยสู่ด้านบนของตัวเก็บรังสี ซึ่งจะเรียกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นนี้ว่า เทคนิคปั้มฟอง (Bubble Pump Technique) โดยฟองดังกล่าวจะรวมตัวกันดันสารละลายที่เป็นของเหลวขึ้นไปตามท่อ ซึ่งสารละลายที่เป็นของเหลวจะควบอยู่กับผิวท่อ ทำให้เกิดการเดือดแบบ Film Boiling เมื่อสารละลายเอทานอลจะเดือดเป็นไอจะลอย

ขึ้นสู่ด้านบนเพื่อไปควบแน่นที่คอนเดนเซอร์ ระหว่างนั้นถ้าไอเอทานอลเกิดการควบแน่นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์สารละลายที่ควบแน่นแล้วก็จะไหลกลับเข้าสู่บรรจุสารละลายเพื่อกลับเข้าสู่กระบวนการกลั่นอีกครั้งหนึ่ง

ทำการตรวจสอบอุณหภูมิที่ด้วยการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ล Type K ในจุดต่างๆ ที่กำหนดไว้ โดยจะใช้เครื่องอ่านและบันทึกอุณหภูมิยี่ห้อ Yokokawa รุ่น Fx112 ในการเก็บค่าอุณหภูมิ ใช้ไพราโนมิเตอร์ (Pyranometer) และอ่านค่าโดยใช้ โซลาร์อินทิเกรเตอร์ (Solar Integrator) โดยทำการอ่านค่ารังสีรวมเป็น W/m^2 และทำการวัดปริมาตรและความเข้มข้นของสารละลายทุก 1 ชั่วโมง ในการศึกษาจะติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิประมาณ 7 จุด โดยมีตำแหน่งดังนี้

- T1 = อุณหภูมิสารละลายเริ่มต้น
- T2 = อุณหภูมิสารละลายก่อนเข้าแผง
- T3 = อุณหภูมิไอระเหยของสารละลาย
- T4 = อุณหภูมิภายในตัวเก็บรังสี
- T5 = อุณหภูมิสิ่งแวดลอม
- T6 = อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นออก
- T7 = อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเข้า



รูปที่ 3 ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิ ณ จุดต่าง ๆ

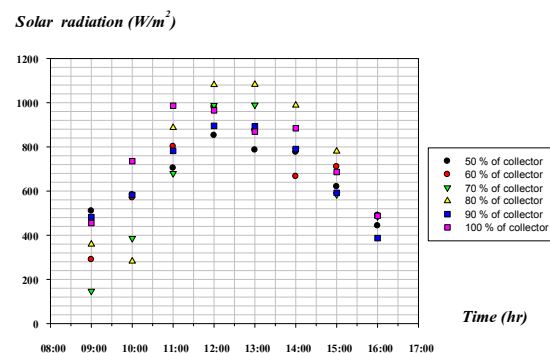
3. ผลและการวิจารณ์ผล

จากผลการทดสอบผลของระดับสารละลายในการกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เทคนิคปั๊มฟองสามารถนำเสนอได้ต่อไปนี้

3.1 ผลของค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา ที่การกลั่นระดับสารละลายทุกช่วงระดับ

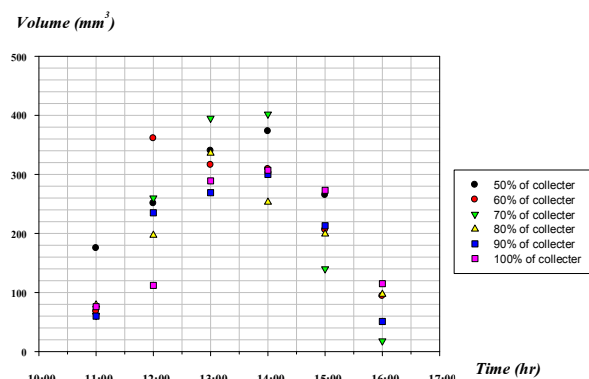
จากรูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ช่วงเวลากับค่ารังสีอาทิตย์แต่ที่การ กลั่นระดับสารละลายทุกช่วงระดับจะเห็นได้ว่าแนวโน้มค่ารังสีอาทิตย์ของทุกช่วงระดับของ

แผง มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ โดยช่วงเวลา 9:00-12:00 น. ค่ารังสีอาทิตย์สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉลี่ยจาก 200 - 500 W/m^2 ถึง 850 - 1100 W/m^2 จากนั้นจนถึงเวลา 13:00 น.ค่ารังสีอาทิตย์ค่อนข้างจะคงที่อยู่ในช่วงระหว่าง 850 - 1100 W/m^2 จากนั้นเวลา 16:00 น. ค่ารังสีแสงอาทิตย์ลดลงอย่างต่อเนื่องโดยเฉลี่ยจาก 690 - 1000 W/m^2 ถึง 390 - 500 W/m^2 ค่ารังสีอาทิตย์อาจมีแนวโน้มไม่ตรงในบางช่วงเวลา เนื่องจากมีเมฆมากในบางช่วงเวลา



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ช่วงเวลากับค่ารังสีอาทิตย์แต่ที่การ กลั่นระดับสารละลายทุกช่วงระดับ

3.2 ผลของปริมาตรที่กลั่นได้ในแต่ละช่วงเวลา ที่การกลั่นระดับสารละลายทุกช่วงระดับ



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลากับปริมาตรที่กลั่น ที่การกลั่นระดับสารละลายทุกช่วงระดับ

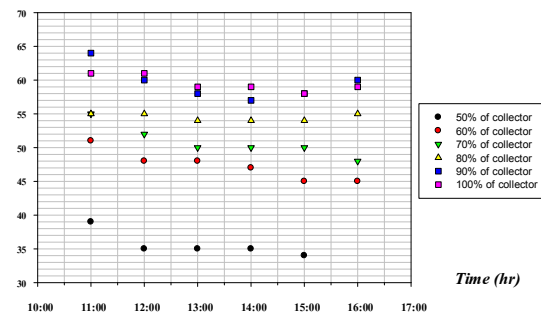
จากรูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลากับปริมาตรที่กลั่น ที่การกลั่นระดับสารละลายทุกช่วงระดับตัวอย่างเช่น ที่ระดับสารละลาย 50 % ที่เวลา

11.00 น. ถึง 14.00 น. ปริมาตรที่กลั่นมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 180 cm^3 ถึง 386 cm^3 หลังจากนั้น เมื่อเวลา 14.00 น. ถึง 16.00 น. ปริมาตรที่กลั่นมีค่าลดลงจาก 386 cm^3 ถึง 100 cm^3 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มในการกลั่นของทุกช่วงระดับของแผง จะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยปริมาตรที่กลั่นได้จะขึ้นอยู่กับค่ารังสีอาทิตย์ในช่วงเวลานั้น ๆ กับระดับความสูงของสารละลายในแผงกลั่น ซึ่งพบว่าเมื่อระดับสารละลายเพิ่มสูงขึ้น ปริมาตรก็จะลดลงเนื่องจาก เนื่องจากพื้นที่ในการเดือดแบบ Film boiling ที่มีค่าลดลงทำให้น้ำเดือดกลายไอลายากปริมาตรในการกลั่นจึงน้อยลง

3.3 ผลของความเข้มข้นของสารละลายที่กลั่นได้ในแต่ละช่วงเวลาที่การกลั่นระดับสารละลาย ทุกระดับ จากรูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ของช่วงเวลาในการกลั่นกับความเข้มข้นของสารละลายที่กลั่นของทุกระดับของสารละลาย ตัวอย่างเช่น ที่ระดับสารละลาย 50% เมื่อเวลาที่เวลา 11.00 น. ถึง 12.00 น. ค่าความเข้มข้นของเอทานอลที่กลั่นได้มีค่าลดลงจาก 38 v/v ถึง 35 v/v หลังจากนั้น เมื่อเวลาที่เวลา 12.00 น. ถึง 16.00 น. ค่าความเข้มข้นของเอทานอลที่กลั่นได้มีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และค่อนข้างคงที่ประมาณ 35 v/v ซึ่งเห็นได้ว่าในทุก ๆ ระดับของสารละลายจะแนวโน้มของกราฟจะมีทิศทางไปในทางเดียวกันในทุก ๆ ระดับของสารละลาย กล่าวคือในระยะเวลาที่เริ่มกลั่นความเข้มข้นของสารละลายจะสูงกว่าปกติ จากนั้นจะลดลงและค่อนข้างคงที่ เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในตอนเริ่มการกลั่นสารละลายในแผงทดสอบมีการเดือดแบบแยกชั้นนั้นหมายความว่าเอทานอลจะอยู่ด้านบนของแผงส่วนน้ำจะอยู่ด้านล่างทำให้เมื่ออุณหภูมิสูงพอจนทำให้อเอทานอลเดือดก่อนน้ำนั้นเป็นเหตุผลให้ความเข้มข้นของเอทานอลสูง แต่เมื่อระดับของสารละลายความสูงขึ้นก็ยังส่งผลต่อจะมีผลต่อความเข้มข้นเป็นอย่างมาก กล่าวคือ เมื่อระดับความสูงขึ้น ความเข้มข้นของสารละลายที่กลั่นได้ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย เช่น ในช่วงเวลา 11.00 น. ที่ระดับละลายเริ่มจาก 50%-100% ความเข้มข้นของสารละลายที่กลั่นจะเพิ่มจาก 38 v/v ถึง 65 v/v เหตุที่เป็นเช่นนี้

เนื่องเมื่อระดับของสารละลายเพิ่มขึ้นส่งผลให้พื้นที่ในการเดือดแบบ Film boiling ที่มีค่าลดลงทำให้น้ำมีอัตราการเดือดที่น้อยลง และจะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้นด้วย ตามลำดับ

Concentration (% v/v)



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ของช่วงเวลาในการกลั่นกับความเข้มข้นของสารละลายที่กลั่น

จากการศึกษาจากทดลองพบว่า ที่การกลั่นที่ระดับสารละลาย 90 % ของแผง ให้ผลในการกลั่นดีที่สุด เนื่องจากมีอัตราการกลั่นที่สูง และมีความเข้มข้นที่กลั่นได้ที่สูงในระดับหนึ่ง โดยมีอัตราการกลั่นเท่ากับ 1.40 liter/day ความเข้มข้นที่กลั่นได้เฉลี่ย 58 %V/V

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของระดับสารละลายในการกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เทคนิคบีบฟอง โดยทำทดสอบสมรรถนะการกลั่นของเอทานอลซึ่งแบ่งระดับที่ระดับสารละลาย 50% , 60% , 70% , 80% , 90% และ 100% ของระดับความสูงของตัวเก็บรังสีอาทิตย์พบว่า เมื่อระดับสารละลายภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์สูงขึ้นปริมาตรสารละลายที่กลั่นได้จะมีค่าน้อยลงตามลำดับ เนื่องจากพื้นที่ในการที่จะทำการเดือดแบบ Film Boiling ลดลงแต่ความเข้มข้นของสารละลายจะมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากการเดือดแบบแยกชั้นของสาร โดยที่การกลั่นที่ระดับสารละลาย 90 % ของแผง ให้ผลในการกลั่นดีที่สุด โดยมีอัตราการกลั่นเท่ากับ 1.40 liter/day ความเข้มข้นที่กลั่นได้เฉลี่ย 58 %V/V

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนของ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดมา ทางผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Arambage, Cyril Peti. 2531. Solar Distillation of Ethanol. Thesis for the degree of Master of Engineer. Asian Institute of Technology Bangkok Thailand.

[2] จิรศักดิ์ จิระวารี และวีระชัย แก่นทรัพย์. 2523. เครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ด้วยแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[3] Holden, Matthew L. and smith, Theordore F. 2525. Vaccum Distillation of Fuel Alcohol Using Solar Energy. Final Report. The University Iowa.

[4] วิชาญ ก่องดาวงษ์. 2526. การกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการสอนฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[5] Mangkorn tong, P. Mankorntong, N. and Na Chiang Mai S. 2527. A Solar Still for Alcohol Distillation, Regional Seminar on Simulation & Design in Solar Energy Applications, KMITT, Bangkok, Thailand.

[6] นิกร มังกรทอง, ผ่องศรี มังกรทอง และ วินัย เลิศสุรวัฒน์. 2528. แก๊สโซฮอล์จากเอทานอลพลังงานแสงแดด. การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 5 เรื่อง "พลังงานนอกแบบและการประยุกต์" ณ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพฯ.

[7] มานะ คงดีจันทร์. 2534. การกลั่นเอทานอลจากวัตถุดิบทางการเกษตรโดยพลังงานแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[8] Vorayos, N., Vorayos, N. and Kiatsiroat, T. 2546. Experimental investigation of ethanol distillation system with different types of solar collectors. Destination Renewables-ANZSES 2003, Melbourne, Australia.

[9] พรประสิทธิ์ คงบุญ. 2546. การกลั่นเอทานอลด้วยแผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบท่อความร้อน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[10] จำปา สอนเผือก. 2547. การกลั่นเอทานอลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เทคนิคบับเบิลปั๊ม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[11] นายชัยยงค์ ปิงธนาพิทักษ์และคณะ. 2550. การศึกษาเชิงทดลองและแบบจำลองของการกลั่นเอทานอลแบบแบ่งครั้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

[12] นรินทร์ มาละวรรณโน. 2551. การวิเคราะห์สมรรถนะการกลั่นเอทานอลแสงอาทิตย์แบบการเดือดโดยตรง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.