บทที่ 6
สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดสอบ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการกลั่นเอทานอลโดยใช้เทคนิคบับเบิ้ลปั๊มซึ่งเป็นเทคนิคการกลั่นแบบใหม่ ในการศึกษาได้ทำการทดสอบบับเบิ้ลปั๊มโดยใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อพิจารณาถึงผลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการกลั่นและความเข้มข้นของเอทานอลที่กลั่นได้ นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบกลั่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานไฟฟ้าจากระบบกลั่นที่สร้างขึ้นโดยใช้เงื่อนไขในการกลั่นตามผลที่ได้จากการทดสอบบับเบิ้ลปั๊ม รวมไปถึงการประเมินหาต้นทุนต่อหน่วยเอทานอลที่กลั่นได้ตลอดทั้งปีภายใต้สภาวะภูมิอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ ผลจากการศึกษามีข้อสรุปดังนี้

6.1.1 การทดสอบบับเบิ้ลปั๊มเพื่อพิจารณาผลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการกลั่นและความเข้มข้นของเอทานอลที่กลั่นได้ ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อที่ใช้ ความสูงของท่อที่ใช้ และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่น พบว่าปัจจัยที่มีผลปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นและอัตราการกลั่นมากที่สุด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ รองลงมาคือ ความสูงของท่อ และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ตามลำดับ โดยระบบกลั่นสามารถทำงานได้ดี เมื่อใช้ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 8 mm ที่ความสูงระหว่าง 0.5 – 0.75 m และใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 0.8 – 1 kW ส่วนกรณีที่กลั่นโดยใช้ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในที่ใหญ่ขึ้นการกลั่นจะเกิดขึ้นไม่ต่อเนื่องซึ่งอาจเป็นผลมาจากแรงตึงผิวระหว่างผิวท่อด้านในกับสารละลายเอทานอลมีค่าน้อย ดังนั้นจะมีเฉพาะส่วนที่เป็นไอเท่านั้นที่ไหลผ่านขึ้นไปตามท่อบับเบิ้ลปั๊มส่วนที่เป็นของเหลวจะไม่สามารถไหลขึ้นไปได้ทำให้การกลั่นเกิดขึ้นไม่ต่อเนื่องและไม่สามารถดำเนินการกลั่นต่อไปได้

6.1.2 การทดสอบกลั่นเอทานอลโดยใช้พลังงานไฟฟ้า ภายใต้เงื่อนไขที่ระบบกลั่นสามารถทำงานได้ดีสามกรณี คือ กรณีที่ใช้ท่อที่มีความสูง 0.5 m ใช้กำลังไฟฟ้า 800 W, กรณีที่ใช้ท่อที่มีความสูง 0.5 m ใช้กำลังไฟฟ้า 1,000 W และกรณีที่ใช้ท่อที่มีความสูง 0.75 m ใช้กำลังไฟฟ้า 1,000 W โดยที่ทั้งสามกรณีใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 8 mm ใช้สารละลายเอทานอลที่มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 10 และ 40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร พบว่าเมื่อกลั่นโดยใช้สารละลายที่มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร กรณีที่กลั่นโดยใช้ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm สูง 0.5 m ใช้กำลังไฟฟ้า 1,000 W ให้ผลการกลั่นดีที่สุด โดยมีอัตราการกลั่นเท่ากับ 12.95 cm^3/min (5.769 ลิตร/วัน) หรือประมาณ 2,105 ลิตร/ปี ความเข้มข้นของเอทานอลที่กลั่นได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เฉลี่ย 52 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยมีต้นทุนการกลั่นเท่ากับ 4.94 บาท/ลิตร และเมื่อกลั่นโดยใช้สารละลายที่มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้น 40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร กรณีที่กลั่นโดยใช้ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm สูง 0.75 m ใช้กำลังไฟฟ้า 1,000 W ให้ผลการกลั่นดีที่สุด โดยมีอัตราการกลั่นเท่ากับ 24.65 cm^3/min (11.094 ลิตร/วัน) หรือประมาณ 4,049 ลิตร/ปี ความเข้มข้นของเอทานอลที่กลั่นได้เฉลี่ย 83 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยมีต้นทุนการกลั่นเท่ากับ 2.57 บาท/ลิตร

6.1.3 การทดสอบกลั่นเอทานอลโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานไฟฟ้า ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้เป็นแบบแผ่นเรียบ ขนาดพื้นที่รับรังสีเท่ากับ 2 m^2 ดำเนินการกลั่นโดยใช้สภาวะเงื่อนไขที่ระบบกลั่นสามารถทำงานได้ดีซึ่งได้จากการทดสอบระบบบับเบิ้ลปั๊มในเบื้องต้น คือ ใช้ท่อบับเบิ้ลปั๊มที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 8 mm สูง 0.5 m และให้สารละลายเอทานอลได้รับความร้อนจากตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์และจากฮีตเตอร์ไฟฟ้ารวมประมาณ 1,000 W ใช้สารละลายที่มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร พบว่าความเข้มข้นและอัตราการกลั่นที่ได้จากการทดสอบในแต่ละวันเป็นไปในแนวเดียวกันและมีค่าใกล้เคียงกันไม่ว่าจะทำการทดสอบในวันที่มีค่ารังสีแสงอาทิตย์มาก ปานกลาง หรือน้อยก็ตาม โดยค่าความเข้มข้นของเอทานอลที่กลั่นได้เฉลี่ยประมาณ 41 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร อัตราการกลั่นเฉลี่ย 12.84 cm^3/min (5.779 ลิตร/วัน) หรือประมาณ 2,109 ลิตร/ปี ส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่นนั้นจะขึ้นอยู่กับค่ารังสีแสงอาทิตย์ของแต่ละวัน และเมื่อทำการประเมินหาค่าต้นทุนที่ใช้ในการกลั่นตลอดทั้งปีภายใต้เงื่อนไขสภาวะภูมิอากาศของจังหวัดเชียงใหม่พบว่ามีต้นทุนการกลั่นเท่ากับ 5.23 บาท/ลิตร ซึ่งสูงกว่ากรณีที่กลั่นโดยใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างเดียวที่มีต้นทุนการกลั่นเท่ากับ 4.94 บาท/ลิตร อาจเป็นผลจากระบบควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ไม่สมบูรณ์เพียงพอ การควบคุมกระบวนการกลั่นจึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทำให้ผลการทดสอบที่ออกมามีความคลาดเคลื่อนได้ อีกประการหนึ่งก็คือ ระบบกลั่นที่ทำการศึกษามีอัตราการป้อนสารละลายค่อนข้างต่ำมากจึงทำให้ค่าประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีค่าต่ำตามไปด้วย ดังนั้นปริมาณความร้อนใช้ประโยชน์ (Q_u) ที่ได้รับจากตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์จึงมีค่าน้อย ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในสัดส่วนที่สูงส่งผลให้ต้นทุนการกลั่นสูงตามด้วย

6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไป

การศึกษาการกลั่นเอทานอลด้วยเทคนิคบับเบิ้ลปั๊มโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานไฟฟ้า ซึ่งใช้ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบขนาดพื้นที่รับรังสี 2 ตารางเมตร ดำเนินการกลั่นโดยวิธีการกลั่นแบบเติมสารอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งประเมินหาต้นทุนที่ใช้ในการกลั่นด้วย ผลที่ได้จากการศึกษาทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่ควรจะศึกษาเพื่อปรับปรุงและแก้ไขในโอกาสต่อไปดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.2.1 การทดสอบกลั่นเอทานอลในงานวิจัยนี้ แหล่งพลังงานที่ใช้ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในส่วนของพลังงานไฟฟ้านั้นต้องทำการปรับดิมเมอร์เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าสำหรับใช้ในการกลั่นไปตามค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นถ้าหากมีการศึกษาและทดสอบใช้ระบบควบคุมกำลังไฟฟ้าอัตโนมัติน่าจะช่วยให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งานต่อไป

6.2.2 กระบวนการกลั่นที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ เป็นกระบวนการกลั่นแบบเติมสารอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในการศึกษาจะต้องทำการระบายสารละลายที่มีค่าความเข้มข้นน้อยออกตลอด และสารละลายที่ระบายออกนี้ยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ ดังนั้นหากมีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับเพิ่มอุณหภูมิของสารละลายด้านเข้าตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ หรือติดตั้งถังเก็บสะสมความร้อนน่าจะช่วยให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าและส่งผลให้ต้นทุนที่ใช้ในการกลั่นเอทานอลลดลงได้

6.2.3 ในการศึกษานี้สารละลายเอทานอลที่ใช้ทดสอบ ได้จากการผสมระหว่างเอทานอลบริสุทธิ์ 99.8 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรกับน้ำกลั่น ซึ่งอาจจะมีคุณสมบัติแตกต่างไปจากน้ำหมักที่ได้จากการหมักวัสดุทางการเกษตร ดังนั้นควรจะมีการศึกษาและดำเนินการทดสอบกลั่นโดยใช้น้ำหมักที่ได้จากการหมักวัสดุทางการเกษตร เพื่อให้การประเมินค่าต้นทุนการกลั่นมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นด้วย

6.2.4 ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ แหล่งพลังงานที่ใช้ในการกลั่นเอทานอลส่วนหนึ่งได้จากพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานที่มีคุณภาพสูง ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานไฟฟ้าควรจะมีการศึกษาการกลั่นเอทานอลด้วยเทคนิคบับเบิ้ลปั๊มโดยใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ เช่น การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved