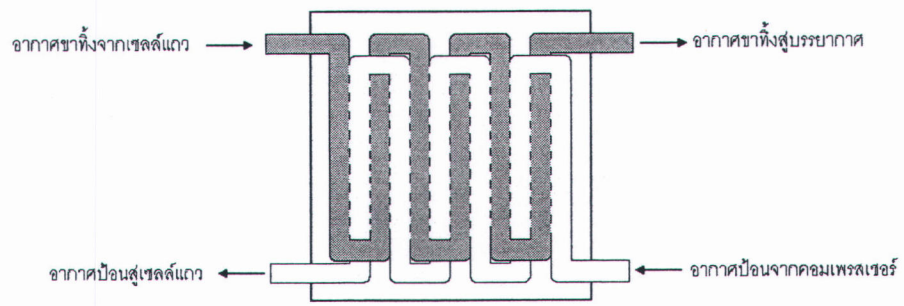
บทที่ 5
ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

การศึกษาการทำงานของระบบเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรนว่ามีสมรรถนะแตกต่างกันอย่างไร กระทบต่อการทำงานและสมรรถนะของส่วนใดภายในระบบเซลล์เชื้อเพลิงบ้างนั้น จำเป็นที่จะต้องทราบพฤติกรรมของอุปกรณ์เพิ่มความชื้น การบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจน เพื่อที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ผลสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้จากการทดสอบ รวมถึงผลกระทบของการใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นต่อค่าการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมและสมรรถนะของทั้งระบบเซลล์เชื้อเพลิง พร้อมวิเคราะห์ขนาดและน้ำหนักของอุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรน ราคาและอายุการใช้งานของตัวอุปกรณ์ต่อระบบเซลล์เชื้อเพลิง ผลการศึกษาการทำงานของอุปกรณ์เพิ่มความชื้นและผลการศึกษาการทำงานของระบบเซลล์เชื้อเพลิงในกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 อุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรน

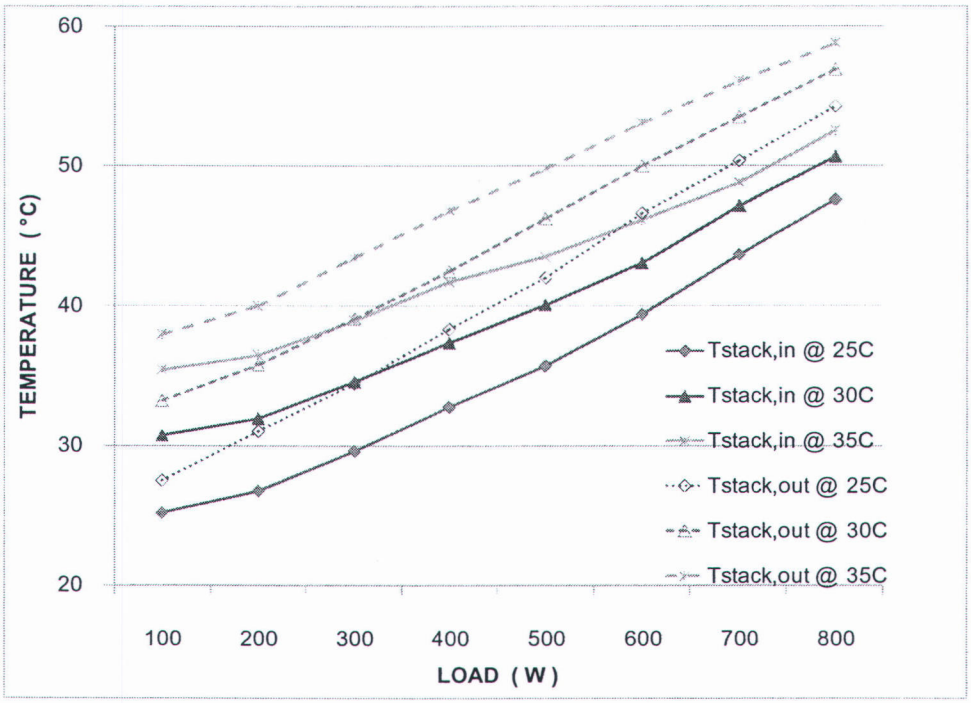
อุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรนมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยม น้ำหนัก 390 g ขนาด 185 x 110 x 40 mm3 มีช่องทางเข้าออกของอากาศทั้งหมด 4 ช่องทาง ดังแผนภาพอย่างง่ายในรูปที่ 5-1 แบ่งเป็นอากาศป้อนที่มาจากคอมเพรสเซอร์ขาเข้าและออกไปสู่เซลล์แถว กับอากาศขาทิ้งจากเซลล์แถวที่ไหลเข้าอุปกรณ์ก่อนปล่อยทิ้งออกไปสู่บรรยากาศ ภายในอุปกรณ์จะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนและน้ำ โดยอากาศขาทิ้งซึ่งเป็นอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงจะจ่ายความร้อนและน้ำให้แก่อากาศขาป้อนที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่ำกว่า เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรนเข้าไปกับระบบป้อนอากาศของเซลล์เชื้อเพลิงจะทำให้อากาศขาป้อนสู่เซลล์แถวมีทั้งอุณหภูมิและปริมาณน้ำในอากาศที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 5-1 แผนภาพอย่างง่ายแสดงการทำงานของอุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรน

5.1.1 ผลการศึกษาการเพิ่มอุณหภูมิของอากาศป้อน

อุปกรณ์เพิ่มความชื้นส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศป้อน (Tstack,in) สู่เซลล์แถวมีค่าสูงขึ้น เนื่องมาจากได้รับการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศขาทิ้งออกจากเซลล์แถวภายในอุปกรณ์เพิ่มความชื้น ผลการทดสอบที่อุณหภูมิอากาศเดียวกัน ณ ปริมาณน้ำในอากาศทั้ง 3 ค่า อุณหภูมิอากาศป้อนหลังผ่านอุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีค่าใกล้เคียงกันมากโดยแตกต่างกันไม่เกิน 1.5°C ในทุกๆ ภาระทดสอบ จึงใช้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศป้อนหลังผ่านอุปกรณ์เพิ่มความชื้นจากอุณหภูมิอากาศป้อนของทั้ง 3 ปริมาณน้ำในอากาศ ณ ภาระทดสอบ จากรูป 5-2 พบว่า อากาศป้อนที่ผ่านอุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามอุณหภูมิของอากาศขาทิ้ง (Tstack,out) ออกจากเซลล์แถว โดยที่อุณหภูมิอากาศป้อนสูงสุดจะมีค่าเป็น 47.6°C 50.7°C และ 52.6°C เมื่ออากาศแวดล้อมมีอุณหภูมิ 25°C 30°C และ 35°C ตามลำดับ โดยอุณหภูมิอากาศป้อนที่เพิ่มขึ้นนั้นมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิห้องมาก



รูปที่ 5-2 อุณหภูมิอากาศป้อนหลังผ่านอุปกรณ์เพิ่มความชื้นและอุณหภูมิอากาศขาทิ้งหลังออกจากเซลล์แถวที่อุณหภูมิอากาศเป็น 25°C 30°C และ 35°C

จากผลการทดสอบ พบว่า กรณีที่เซลล์เชื้อเพลิงใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นอากาศป้อนที่เข้าสู่เซลล์แถวจะมีอุณหภูมิสูงกว่ากรณีที่ไม่ใช้เสมอ ดังนั้น นอกจากการที่อากาศไหลผ่านอุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะได้รับการแลกเปลี่ยนน้ำโดยตรงกับอากาศชื้นที่ออกมาจากเซลล์แถว การที่อุณหภูมิ

อากาศป้อนสูงขึ้นจะส่งผลให้อากาศอุ้มน้ำได้มากขึ้น ปริมาณน้ำที่เข้าสู่เซลล์สำหรับกรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นย่อมสูงกว่ากรณีที่ไม่ใช้ สอดคล้องกับความต้องการของเซลล์แถวที่จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิอากาศป้อนสูงและปริมาณน้ำในอากาศสูง ดังนั้น เซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจึงน่าจะทำงานได้สมรรถนะที่สูงกว่ากรณีที่ไม่ใช้ แต่อย่างไรก็ตามสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงขึ้นกับอีกหลายปัจจัย ผลการทดสอบสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงจากการทดสอบทั้งหมดระบุไว้ในหัวข้อ 5.2 การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

5.1.2 ความพยายามในการศึกษาการเพิ่มปริมาณน้ำของอากาศป้อน

ในการทดสอบนี้ ผู้วิจัยวางแผนที่จะศึกษาปริมาณน้ำในอากาศป้อนว่าอุปกรณ์เพิ่มความชื้น เมื่อรับน้ำปริมาณหนึ่งๆ มาจากกระแสอากาศในเซลล์เชื้อเพลิงจะสามารถแลกเปลี่ยนเข้าสู่กระแสอากาศจากบรรยากาศเพื่อจ่ายเข้าสู่เซลล์เชื้อเพลิงได้ในปริมาณเท่าใด ซึ่งทำได้โดยการวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศป้อนก่อนและหลังผ่านอุปกรณ์เพิ่มความชื้น ในการศึกษานี้ใช้เซนเซอร์วัดความชื้นยี่ห้อ YAMATAKE รุ่น HTY7843 ซึ่งสามารถวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ดี มีขนาดเล็กพอที่จะนำไปติดตั้งในท่อส่งอากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ที่เชื่อมระหว่างอุปกรณ์เพิ่มความชื้นกับเซลล์แถว ติดตั้งภายในท่อส่งอากาศป้อน ดังรูปที่ 4-9 แล้วสอบเทียบค่าที่ได้กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องที่ใช้เซนเซอร์ชนิดเดียวกันวัด เมื่อทำการติดตั้งเซนเซอร์เข้ากับท่อเชื่อมที่ยึดกับอุปกรณ์เพิ่มความชื้นแล้วกลับพบว่า ค่าที่เซนเซอร์ในท่อวัดได้มีค่าสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง จึงนำเซนเซอร์ในท่อออกมาวางในตำแหน่งเดียวกันกับเซนเซอร์ตัวสอบเทียบ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้ตรงกัน จึงตั้งข้อสงสัยว่าการติดตั้งภายในท่อทำให้เซนเซอร์อ่านค่าได้คลาดเคลื่อน ต่อมาจึงทำการทดสอบติดตั้งเซนเซอร์ในท่อที่ไม่ได้ต่อเข้ากับอุปกรณ์เพิ่มความชื้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้ตรงกันกับเซนเซอร์สอบเทียบ ทำให้ทราบว่าเซนเซอร์ดังกล่าวสามารถทำงานได้ปกติขณะอยู่ในท่อ จึงติดตั้งเซนเซอร์ที่ท่อที่ยึดกับอุปกรณ์เพิ่มความชื้นอีกครั้ง ค่าเริ่มขยับตัวเพิ่มขึ้นจากค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เซนเซอร์สอบเทียบอ่านได้ ทำให้ตั้งข้อสังเกตว่า ผลต่างของค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้นน่าจะมาจากตัวอุปกรณ์เพิ่มความชื้นที่ส่งผลให้เซนเซอร์ตัวที่อยู่ในท่อที่ยึดติดกับอุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าเซนเซอร์สอบเทียบที่วัดความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ จึงนำเอาคอมเพรสเซอร์มาเป่าไล่น้ำที่อาจค้างภายในอุปกรณ์เพิ่มความชื้นเป็นเวลา 30 นาที ให้อากาศผ่านตัวอุปกรณ์ก่อนที่จะไหลออกจากท่อที่ติดตั้งเซนเซอร์ไว้ ค่าที่ได้ยังคงสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง จึงเป่าลมสวนทางเข้าไปให้ลมผ่านตัวเซนเซอร์ก่อนเข้าสู่อุปกรณ์เพิ่มความชื้น พบว่าค่าที่ได้ใกล้เคียงกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมาก

การทดสอบเพื่อติดตั้งเซนเซอร์ดังกล่าวทำให้ทราบว่า เซนเซอร์สามารถวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในท่อได้แต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เซนเซอร์วัดได้สูงกว่าค่าอากาศแวดล้อมภายในห้อง เนื่องมาจาก ภายในอุปกรณ์เพิ่มความชื้น จะมีปริมาณน้ำจำนวนหนึ่งสะสมตัวอยู่ภายในเมมเบรน เมื่ออากาศไหลผ่านอุปกรณ์ อากาศจะได้รับน้ำดังกล่าวมาส่งผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าสูงขึ้น เมื่ออากาศผ่านเซนเซอร์ค่าที่ได้จึงสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม สอดคล้องกับการที่เป่าลมย้อนทางผ่านเข้าท่อที่มีเซนเซอร์เซนเซอร์สู่อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะอ่านได้เท่ากับค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อม และการที่ทดสอบเป่าลมจากเครื่องอัดอากาศเข้าอุปกรณ์เพิ่มความชื้นแล้วผ่านออกทางท่อที่มีเซนเซอร์ด้านใน เป็นเวลานานกว่า 30 นาที ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เซนเซอร์อ่านได้ยังคงมีค่าสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมตลอดช่วงเวลาที่ทดสอบ จึงเป็นไปได้ที่น้ำที่ค้างในเมมเบรนของอุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะมีปริมาณสูงมากและสามารถจ่ายน้ำให้แก่อากาศที่ไหลผ่านได้ต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าจะไม่มีอากาศขาจ่ายที่มีปริมาณน้ำในอากาศสูงมาพาน้ำเข้าอุปกรณ์เลยก็ตาม

หลังจากทดสอบการติดตั้งอุปกรณ์แล้วจึงทำการติดตั้งท่อส่งอากาศพร้อมเซนเซอร์เข้าระหว่างอุปกรณ์เพิ่มความชื้นกับเซลล์แถว ค่าที่ได้สูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมเล็กน้อยซึ่งผู้วิจัยประเมินว่าเกิดจากปริมาณน้ำที่ค้างอยู่ภายในเมมเบรนของอุปกรณ์เพิ่มความชื้น แต่เมื่อเริ่มทำการทดสอบ ภายในท่อส่งอากาศจากอุปกรณ์เพิ่มความชื้นเข้าสู่เซลล์แถว อากาศเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะตามผิวทำให้เซนเซอร์ใช้งานไม่ได้อีกครั้ง เนื่องจากเมื่อมีน้ำเกาะตามผิวเซนเซอร์จะส่งผลให้ไม่สามารถแสดงค่าที่ถูกต้องได้ การทดสอบในงานวิจัยนี้จึงไม่สามารถวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศป้อนหลังผ่านอุปกรณ์เพิ่มความชื้นได้ ทำให้ไม่สามารถบ่งบอกว่าอากาศที่ผ่านอุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด

ลักษณะการทำงานสำคัญของอุปกรณ์เพิ่มความชื้น คือมีการแลกเปลี่ยนน้ำและความร้อน เพราะหากมีการแลกเปลี่ยนเฉพาะน้ำ กระแสอากาศจากบรรยากาศที่มีอุณหภูมิต่ำจะสามารถอุ้มน้ำไปสู่เซลล์ เพื่อเอื้อต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้จำกัด แต่เมื่อกระแสอากาศจากบรรยากาศได้แลกเปลี่ยนความร้อนกับกระแสอากาศขาทิ้งจากเซลล์แถว อุณหภูมิของอากาศป้อนที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศในบรรยากาศมาก (ดังรูป 5-3) ส่งผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำเข้าสู่เซลล์เพิ่มขึ้นอย่างมาก

จากการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรนดังที่กล่าวไปแล้ว ทำให้ทราบว่าสามารถทราบเพียงว่าอากาศที่ผ่านอุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะมีอุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นเป็นเท่าไร

เท่านั้น ไม่สามารถทราบว่าปริมาณน้ำในอากาศเพิ่มขึ้นมาเท่าไร ในการอธิบายข้อแตกต่างของสมรรถนะในการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจึงไม่สามารถทราบปริมาณน้ำที่เข้าไปเพิ่มหลังจากติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มความชื้นได้ ทราบเพียงแต่ว่าจะมีปริมาณน้ำเข้าสู่เซลล์ที่สูงกว่ากรณีที่ไม่ได้ติดตั้ง ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงได้ออกแบบให้ทำการทดสอบที่ปริมาณความชื้นในอากาศแตกต่างกัน 3 ค่าและอุณหภูมิอากาศแตกต่างกัน 3 ค่า ซึ่งสามารถนำไปสู่คำตอบเกี่ยวกับการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงที่มีปริมาณน้ำเข้าสู่เซลล์เพิ่มขึ้นและอุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นได้ ผลการทดสอบเซลล์เชื้อเพลิงมีรายละเอียดดังหัวข้อถัดไป

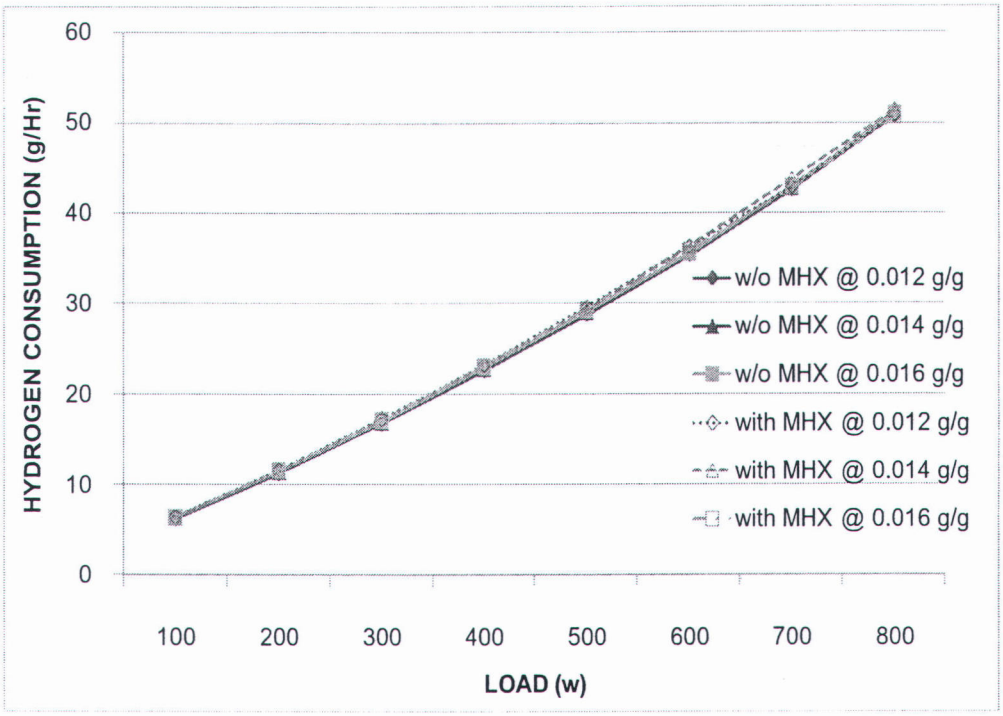
5.2 การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

การทดสอบการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงในกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกได้แก่ การทดสอบที่อุณหภูมิอากาศคงที่และส่วนที่สองคือการทดสอบที่ปริมาณน้ำในอากาศคงที่ การทดสอบทั้งสองส่วนกระทำเพื่อเปรียบเทียบค่าการบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจน Polarization curve และ การบริโภคกำลังไฟฟ้าเสริมของเซลล์เชื้อเพลิงในทั้งสองกรณี ผลการทดสอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

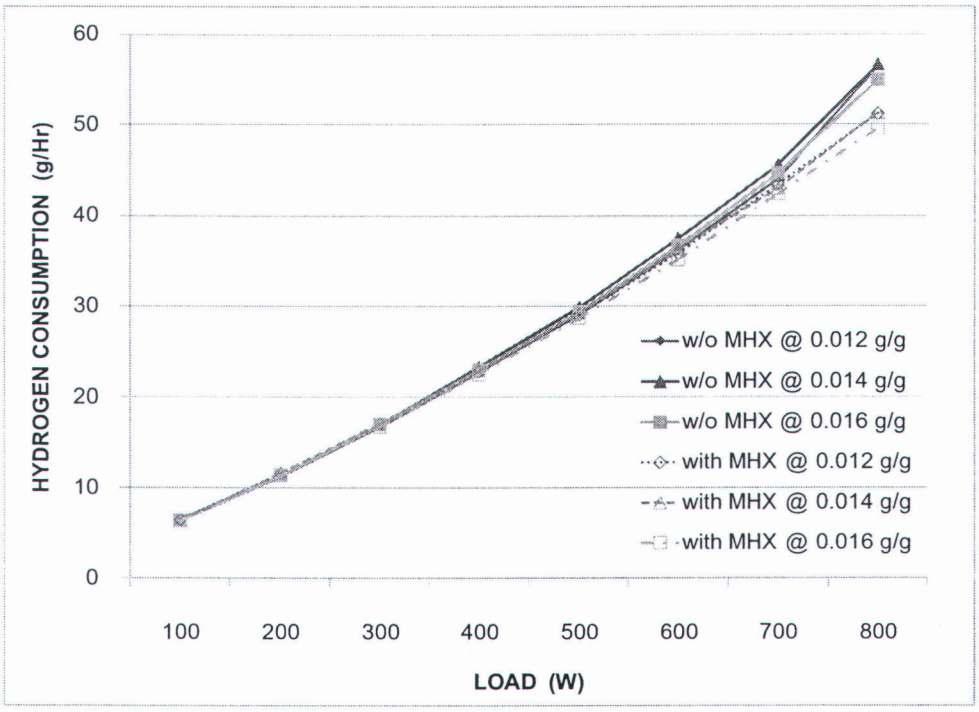
5.2.1 การบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจน

จากรูปที่ 5-3 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบการบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจนระหว่างกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นพบว่า ณ อุณหภูมิห้องเป็น 25°C การบริโภคไฮโดรเจนมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน แต่รูปที่ 5-4 และ 5-5 แสดงให้เห็นว่าการบริโภคเชื้อเพลิงของทั้งสองกรณีเริ่มมีความแตกต่างมากขึ้นตามอุณหภูมิห้องที่เพิ่มขึ้น ที่อุณหภูมิห้องเป็น 30°C กรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะบริโภคไฮโดรเจนมากกว่ากรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น เห็นความแตกต่างได้ชัดเมื่อภาระสูงขึ้นและแตกต่างกันกว่า 10% ที่ภาระ 800 วัตต์ ในทุกๆระดับความชื้นที่ทดสอบ และที่อุณหภูมิห้องเป็น 35°C ความแตกต่างของการบริโภคไฮโดรเจนระหว่างทั้งสองกรณีชัดเจนขึ้น โดยกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะบริโภคไฮโดรเจนมากกว่ากรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นทุกปริมาณน้ำในอากาศที่ทดสอบและมีค่าแตกต่างสูงสุดถึง 15% ที่ 700 วัตต์ ณ ปริมาณน้ำในอากาศทดสอบเป็น 0.016 g/g

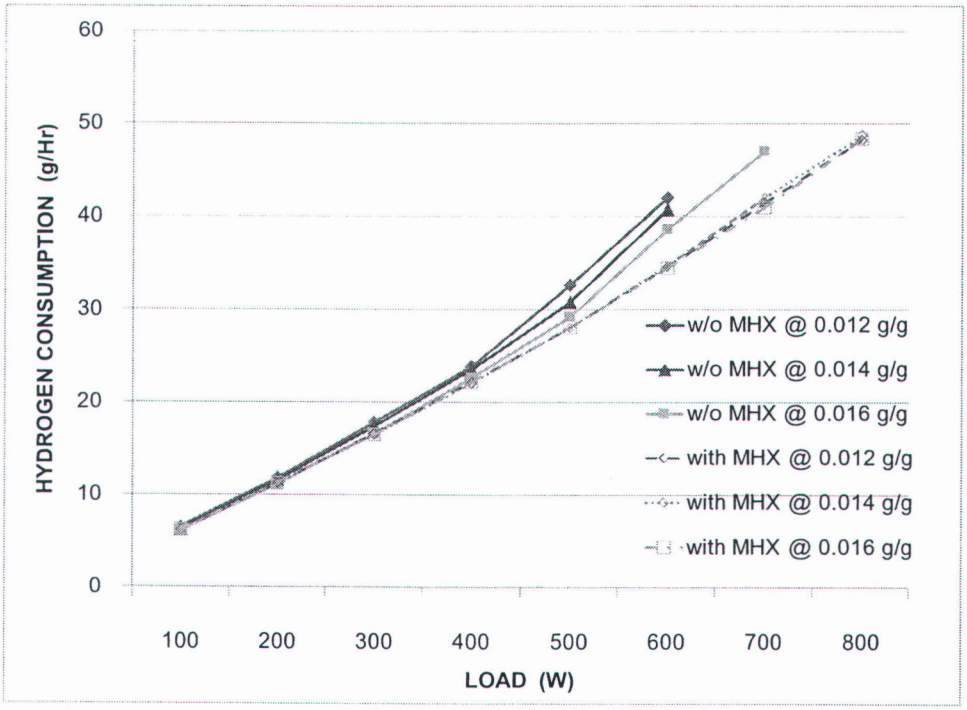
จากผลการบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจนทำให้ทราบว่าที่อุณหภูมิอากาศสูง ปริมาณน้ำในอากาศจะมีผลต่อการบริโภคไฮโดรเจนในกรณีของเซลล์เชื้อเพลิงที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น โดยเมื่อปริมาณน้ำในอากาศลดลง การบริโภคไฮโดรเจนจะสูงขึ้น แต่กรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นการบริโภคเชื้อเพลิงจะมีค่าที่ใกล้เคียงกันในแต่ละระดับความชื้น ทุกระดับอุณหภูมิทดสอบ



รูปที่ 5-3 การบริโภคไฮโดรเจนของกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ที่อุณหภูมิอากาศเป็น 25°C



รูปที่ 5-4 การบริโภคไฮโดรเจนของกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ที่อุณหภูมิอากาศเป็น30°C



รูปที่ 5-5 การบริโภคไฮโดรเจนของกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ที่อุณหภูมิอากาศเป็น35°C

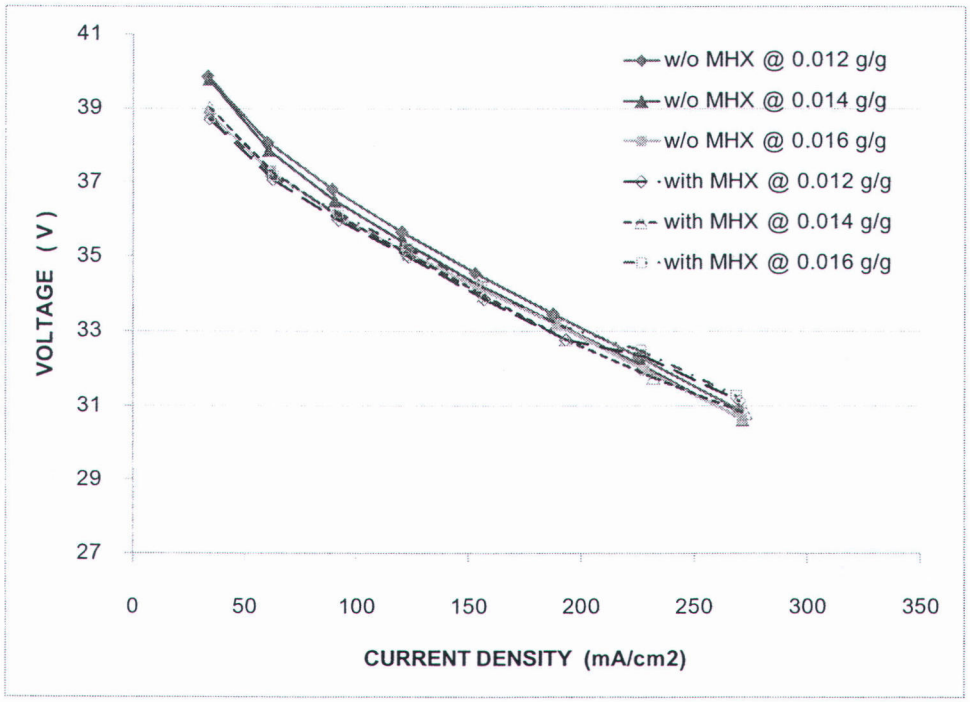
ผลการบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจนของกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นที่มีค่าการบริโภคมากกว่ากรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นเมื่ออุณหภูมิอากาศป้อนสูงขึ้นโดยเฉพาะที่ภาระสูง เนื่องจากเซลล์แถวได้รับอากาศป้อนที่มีอุณหภูมิสูงแต่ความชื้นต่ำซึ่งเป็นสภาวะที่อาจส่งผลให้เซลล์เชื้อเพลิงแห้งทำให้การเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีภายในเซลล์แถวลดลง การจะให้เซลล์แถวจ่ายกำลังไฟฟ้าตามต้องการจำเป็นที่จะต้องจ่ายเชื้อเพลิงไฮโดรเจนเข้าไปเพิ่มเพื่อที่จะให้เซลล์แถวผลิตกำลังไฟฟ้าให้สามารถรองรับภาระดังกล่าวได้ ดังที่พบเมื่อทดสอบเซลล์เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิอากาศเป็น 35°C ณ ภาระสูงกว่า 400 วัตต์ การบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจนสูงจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่บ่งชี้ว่าสมรรถนะในการทำงานของเซลล์แถวต่ำ ณ อากาศแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงและแห้งซึ่งจะสอดคล้องกันกับผลของ Polarization curve ดังจะแสดงในหัวข้อถัดไป

5.2.2 Polarization curve

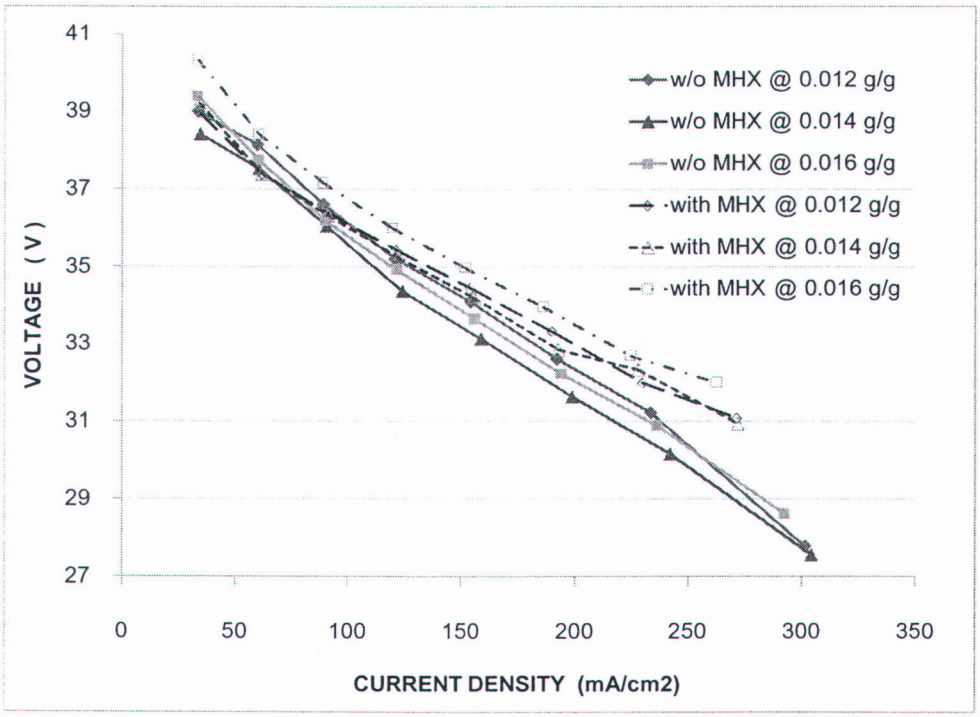
การวิเคราะห์สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงในรายละเอียดจะใช้การวิเคราะห์จากกราฟ Polarization curve ที่เทียบระหว่างแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แถวกับค่า Current density จากรูปที่ 5-6 เมื่อทำงานภายใต้อากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ 25°C เซลล์เชื้อเพลิงทั้งสองกรณีมีสมรรถนะที่ใกล้เคียงกันที่ทุกปริมาณน้ำในอากาศ ค่าแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แถวอยู่ในช่วง 30-40 โวลต์

สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิอากาศ 30°C ของกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีค่าที่ต่ำกว่ากรณีที่ใช้ ดังรูปที่ 5-7 โดยในช่วงที่ Current density มีค่าต่ำสมรรถนะของทุกกรณีมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อทดสอบที่ภาระสูงขึ้น Current density สูงขึ้น สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีค่าตกลงที่ทุกปริมาณความชื้นในอากาศ ที่ภาระ 800 วัตต์ ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเพียง 27 โวลต์ ณ Current density 304 mA/cm2 และเมื่อพิจารณาเฉพาะกรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น พบว่าที่อากาศ 30°C สมรรถนะของกรณีที่มีปริมาณน้ำ 0.016 g/g มีค่าดีที่สุด

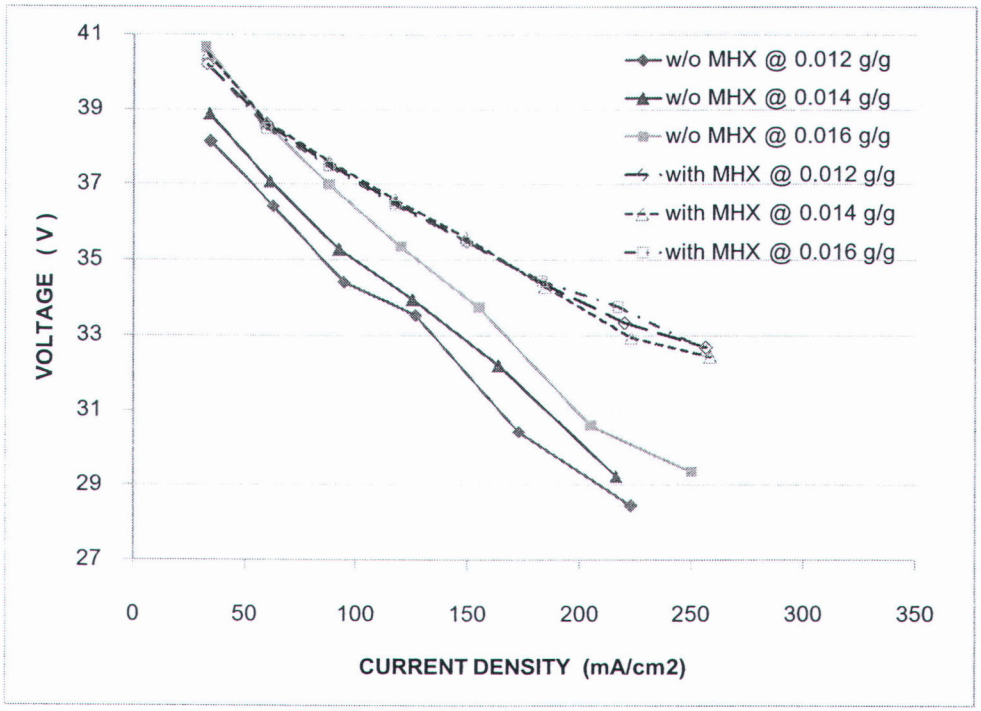
รูปที่ 5-8 แสดงสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงเมื่อทำงานที่อุณหภูมิอากาศ 35°C กรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีสมรรถนะที่สูงและมีค่าใกล้เคียงกันในทุกปริมาณความชื้น แต่เซลล์เชื้อเพลิงที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นกลับมีสมรรถนะที่ต่ำมาก สำหรับกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นที่อากาศอุณหภูมิ 35°C ขณะเซลล์เชื้อเพลิงรับภาระสูงเซลล์เชื้อเพลิงจะจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ต่ำกว่าขณะที่ทดสอบ ณ อากาศอุณหภูมิ 25°C และ 30°C สูงและเซลล์เชื้อเพลิงไม่สามารถทำการทดสอบได้ทุกภาระที่ออกแบบการทดสอบไว้ เนื่องจากที่ภาระสูง แรงดันไฟฟ้าบางกรณีจะมีค่าต่ำกว่าที่ระบบเซลล์เชื้อเพลิงกำหนดไว้ ทำให้ระบบหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 5-6 Polarization curve ของกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นที่อุณหภูมิอากาศเป็น 25°C



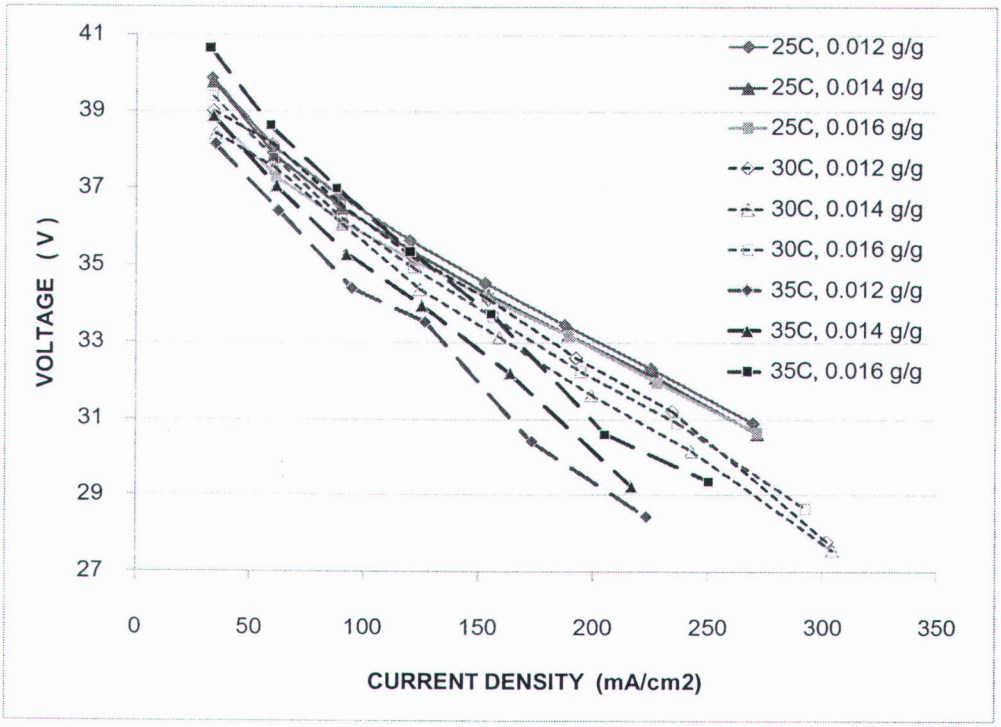
รูปที่ 5-7 Polarization curve ของกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ที่อุณหภูมิอากาศเป็น 30°C



รูปที่ 5-8 Polarization curve ของกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ที่อุณหภูมิอากาศเป็น 35°C

รูปที่ 5-9 บ่งบอกการเปรียบเทียบสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ณ สภาวะอากาศที่ทำการทดสอบได้ชัดยิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่า ณ ทุกอุณหภูมิอากาศที่ทดสอบผลของปริมาณน้ำในอากาศที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำจะส่งผลดีต่อการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีภายในเซลล์

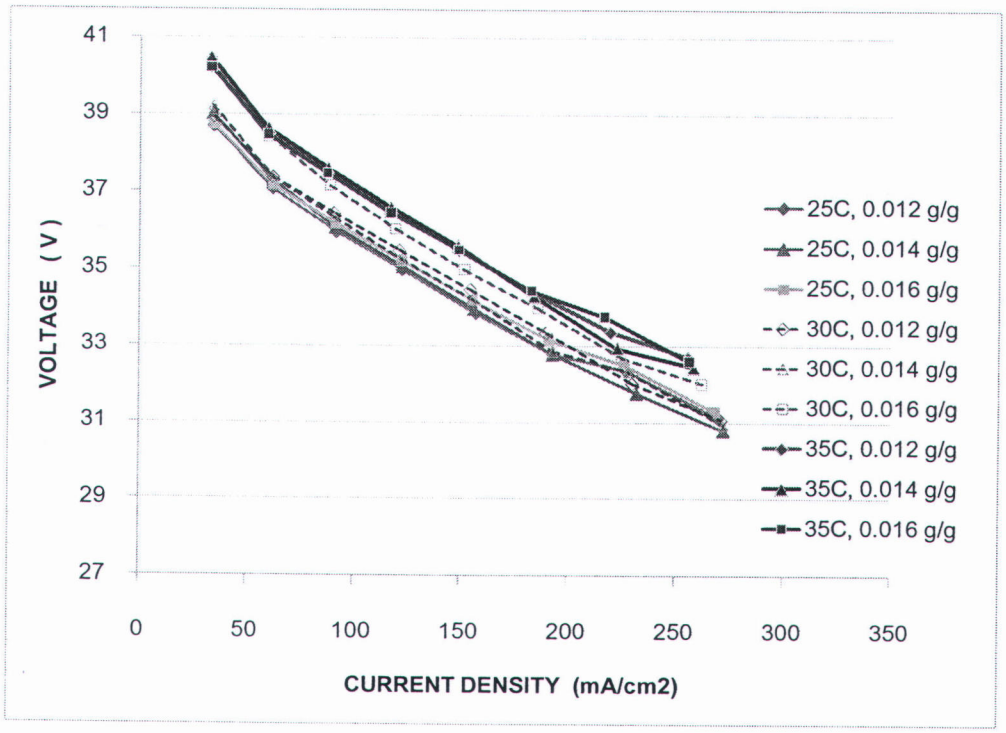
เมื่อทำการทดสอบผลของอุณหภูมิอากาศต่อสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงโดยเพิ่มอุณหภูมิอากาศที่ใช้ในการทดสอบจาก 25°C เป็น 30°C และ 35°C ตามลำดับ ณ ปริมาณน้ำในอากาศเท่ากัน พบว่า สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงลดลงเมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมมเบรนที่ต้องทำงานภายใต้อากาศที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นแต่ปริมาณน้ำในอากาศป้อนเท่าเดิมความร้อนในอากาศอาจทำให้เมมเบรนสูญเสียน้ำไปพร้อมอากาศทิ้ง เมมเบรนที่ทำงานภายใต้อากาศที่อุณหภูมิที่สูงกว่าจึงสามารถสูญเสียน้ำได้มากกว่าเมมเบรนที่ทำงานที่อุณหภูมิต่ำเมื่อพิจารณาในกรณีที่อากาศมีปริมาณน้ำในอากาศที่เท่ากัน เมื่อเมมเบรนสูญเสียน้ำการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีจึงต่ำลงทำให้สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงลดต่ำลงไปด้วย



รูปที่ 5-9 Polarization curve ของเซลล์เชื้อเพลิงกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นทุกสภาวะอากาศทดสอบ

เมื่อพิจารณารูปที่ 5-10 สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรนเข้าไปในระบบป้อนอากาศให้ค่าที่แตกต่างจากกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นเป็นอย่างมาก โดยสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงจะมีค่าดีที่อุณหภูมิสูงและมีสมรรถนะที่ดีที่สุดที่อุณหภูมิอากาศเป็น 35°C ปริมาณน้ำในอากาศ 0.016 g/g แล้วสมรรถนะที่อุณหภูมิต่ำลงมาเป็น 30°C และ 25°C จะมีสมรรถนะลดลงมาตามลำดับ การที่สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นได้สมรรถนะที่ดี ณ อุณหภูมิ 35° เนื่องจากอากาศที่อุณหภูมิสูงจะรับน้ำจากอุปกรณ์เพิ่มความชื้นได้ดียิ่งกว่าอากาศที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ปริมาณน้ำที่เข้าสู่เมมเบรนมีปริมาณสูงขึ้น ส่งผลให้สมรรถนะในการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงดีขึ้นตามไปด้วย

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศป้อนเมื่ออากาศไหลผ่านอุปกรณ์เพิ่มความชื้นเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เซลล์เชื้อเพลิงกรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีสมรรถนะที่สูง เนื่องจาก การแลกเปลี่ยนมวลของปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีภายในเซลล์จะเกิดขึ้นได้ดีที่เซลล์มีอุณหภูมิสูง ทำให้เซลล์เชื้อเพลิงสามารถให้แรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าการทดสอบที่อุณหภูมิอากาศป้อนต่ำ



รูปที่ 5-10 Polarization curve ของเซลล์เชื้อเพลิงกรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นทุกสภาวะอากาศทดสอบ

เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มความชื้นเข้ากับระบบป้อนอากาศของเซลล์เชื้อเพลิง เซลล์เชื้อเพลิงจะมีเสถียรภาพสูงและมีสมรรถนะที่ดีในทุกสภาวะอากาศที่ทดสอบ (อุณหภูมิและปริมาณน้ำในอากาศอยู่ในช่วง 25-35°C และ 0.012-0.016 g/g ตามลำดับ) โดยสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงจะมีแนวโน้มที่ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิในอากาศมีค่าสูงขึ้น แต่ในทางกลับกันเซลล์เชื้อเพลิงที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะมีสมรรถนะที่ลดต่ำลงเมื่ออุณหภูมิของอากาศป้อนเพิ่มขึ้น

การทดสอบในงานวิจัยชิ้นนี้ ออกแบบการทดสอบให้เซลล์เชื้อเพลิงได้รับอากาศป้อนที่มีปริมาณน้ำในอากาศไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับการทดสอบของ C. Song และคณะ [28] ที่ทำการทดสอบ ณ อากาศป้อนมีความชื้นสัมพัทธ์เป็น 100% ตลอดการทดสอบแล้วทำการแปรค่าอุณหภูมิอากาศป้อนให้มีค่า 23-120°C จากผลการทดสอบของ C. Song พบว่า เซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบมีสมรรถนะที่สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิอากาศป้อนเพิ่มขึ้นจาก 23°C และมีสมรรถนะที่ดีที่สุดเมื่ออุณหภูมิอากาศป้อนเป็น 80°C ซึ่งแตกต่างจากผลการเพิ่มอุณหภูมิอากาศป้อนในการทดสอบงานวิจัยนี้สำหรับกรณีที่เซลล์เชื้อเพลิงไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น จึงทำให้ทราบว่า หากอากาศป้อนของเซลล์เชื้อเพลิงมีปริมาณน้ำในอากาศที่ต่ำ การเพิ่มอุณหภูมิอากาศจะไม่ส่งผลให้สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงสูงขึ้นเสมอไป ยิ่งไปกว่านั้น สภาวะอากาศในการทดสอบของ C. Song เมื่ออากาศป้อนอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำที่เข้าสู่เซลล์จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ผลสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงที่สูงขึ้นจึงน่าจะมาจากผลของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและปริมาณน้ำในอากาศป้อน

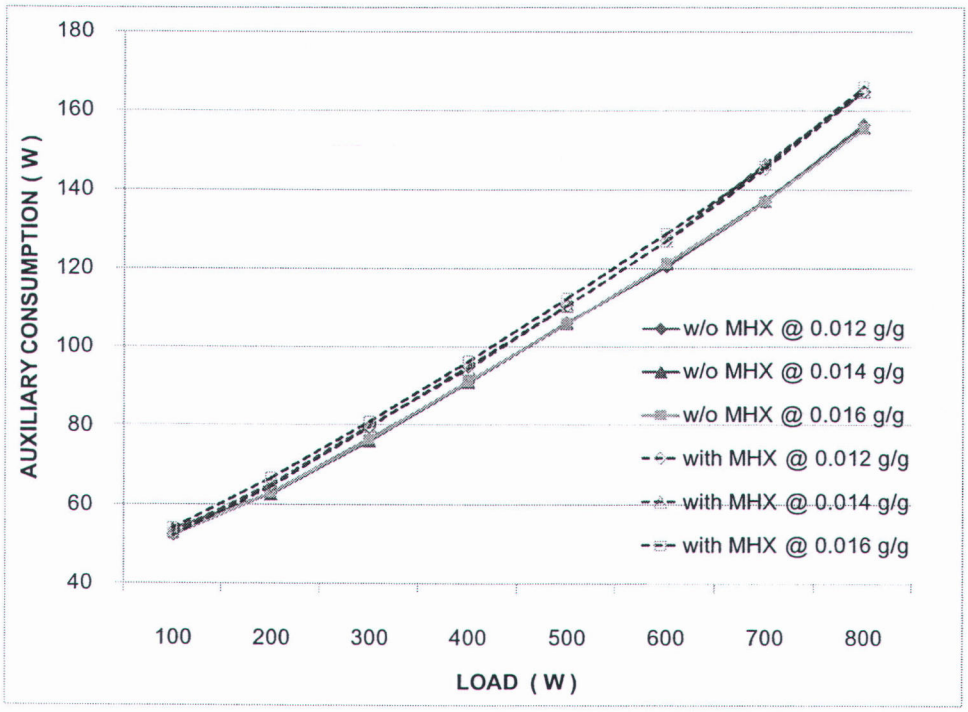
5.2.3 การบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริม

การบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมคำนวณจากผลต่างของกำลังไฟฟ้าที่เซลล์แถวผลิตได้กับภาระของระบบเซลล์เชื้อเพลิง จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อเปรียบเทียบที่อุณหภูมิอากาศเป็น 25°C ในรูปที่ 5-11 พบว่า เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรนเข้าไปในระบบ ค่าการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมทั้งหมดจะขยับตัวเพิ่มขึ้นในทุกๆ ภาระการทดสอบ โดยจะมีค่าต่างกันสูงสุดถึง 6.73% ที่ปริมาณน้ำในอากาศเป็น 0.016 g/g

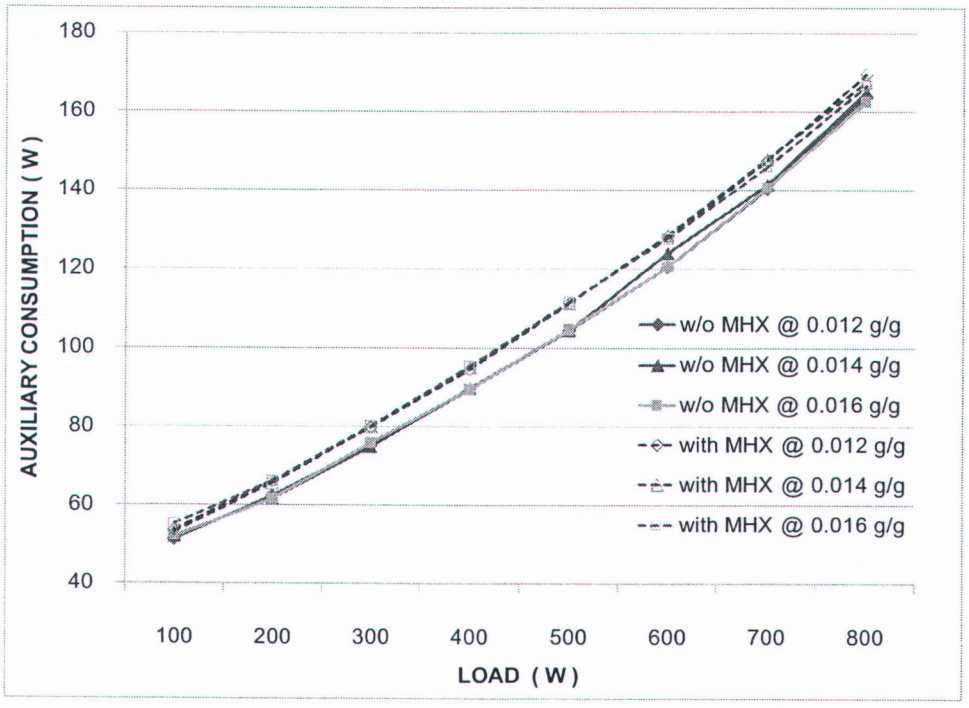
จากรูปที่ 5-12 พบว่า การบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมทั้งสองกรณี ณ อุณหภูมิอากาศมีค่าเป็น 30°C ยังคงมีค่าแตกต่างกันเด่นชัดเหมือนผลการทดสอบที่อุณหภูมิอากาศ 25°C เพียงแต่ในช่วงที่ภาระสูงกว่า 500 วัตต์ ความแตกต่างของการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมมีค่าแคบลง จากความแตกต่างสูงสุด ณ ภาระ 500 วัตต์ที่มีค่าแตกต่างกัน 6.77% เมื่อทดสอบที่ภาระ 800 วัตต์ จะมีค่าความแตกต่างของทั้งสองกรณีเพียง 2.48% และในรูปที่ 5-13 พบว่า ณ

อากาศอุณหภูมิ 35°C ในช่วงภาระต่ำ กรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นยังคงมีค่าการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมต่ำว่ากรณีที่ใช้ และเมื่อภาระสูงกว่า 500 วัตต์ การบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมของกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีค่าเพิ่มสูงขึ้นและเริ่มมีค่าสูงกว่ากรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นที่ภาระ 600 วัตต์ขึ้นไป

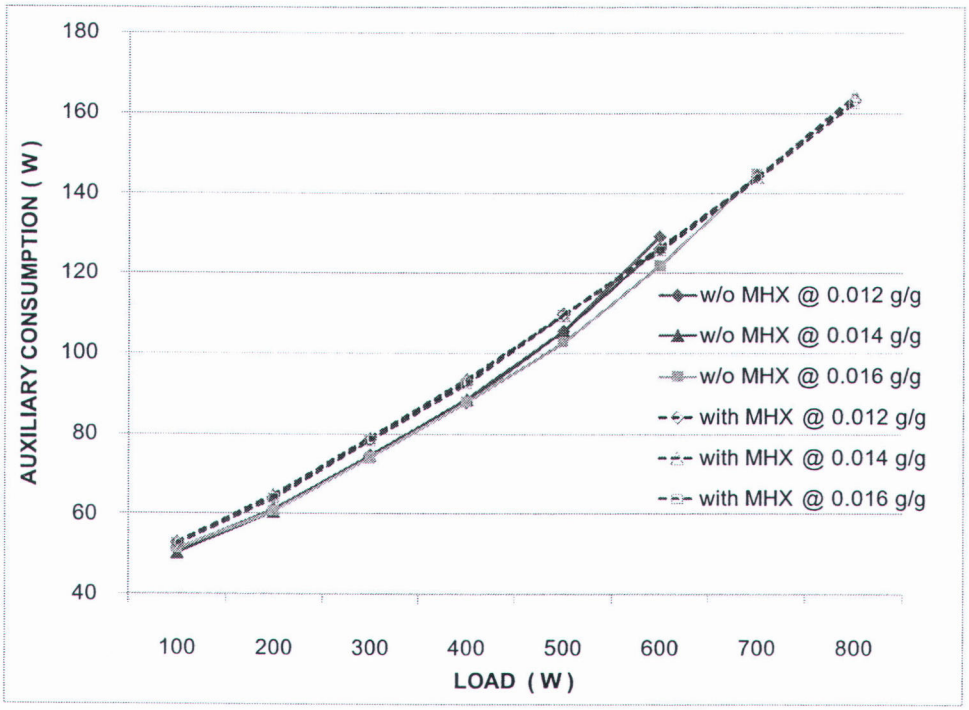
จากผลของการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมของเซลล์เชื้อเพลิง ทำให้ทราบว่า การไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นสามารถลดภาระของระบบเซลล์เชื้อเพลิงได้จริง เนื่องจาก การใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นก่อให้เกิดการสูญเสียภายในอุปกรณ์และภายในท่อที่ยาวเพิ่มขึ้น ระบบที่ซับซ้อนขึ้นส่งผลให้การบริโภคกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้นดังได้แสดงไปแล้ว แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเซลล์เชื้อเพลิงต้องทำงานภายใต้สภาวะอากาศที่อุณหภูมิสูงขึ้นแต่ปริมาณน้ำในอากาศเท่าเดิมการไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะส่งผลเสียต่อการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริม ผลที่ได้นี้ สอดคล้องกันกับการบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจนที่ขยับตัวสูงขึ้นและสมรรถนะในการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงที่ลดลง เมื่อทดสอบที่อากาศอุณหภูมิสูงขึ้นแต่ปริมาณน้ำในอากาศเท่าเดิม ระบบควบคุมและป้อนแก๊สไฮโดรเจนจึงต้องบริโภคกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น (จากรูป 5-4 และ 5-5 แสดงการบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจนของเซลล์เชื้อเพลิงขณะทดสอบที่อุณหภูมิอากาศเป็น 30 และ 35°C) กลายเป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ค่าการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมภายในระบบเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้น การไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจึงส่งผลดีให้ค่าการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมลดต่ำลงเฉพาะบางสภาวะอากาศเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามการพิจารณาค่าการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมไม่เพียงพอที่จะตัดสินได้ว่าเซลล์เชื้อเพลิงจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นหรือไม่



รูปที่ 5-11 การบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ณ อุณหภูมิอากาศเป็น 25°C



รูปที่ 5-12 การบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ณ อุณหภูมิอากาศเป็น 30°C

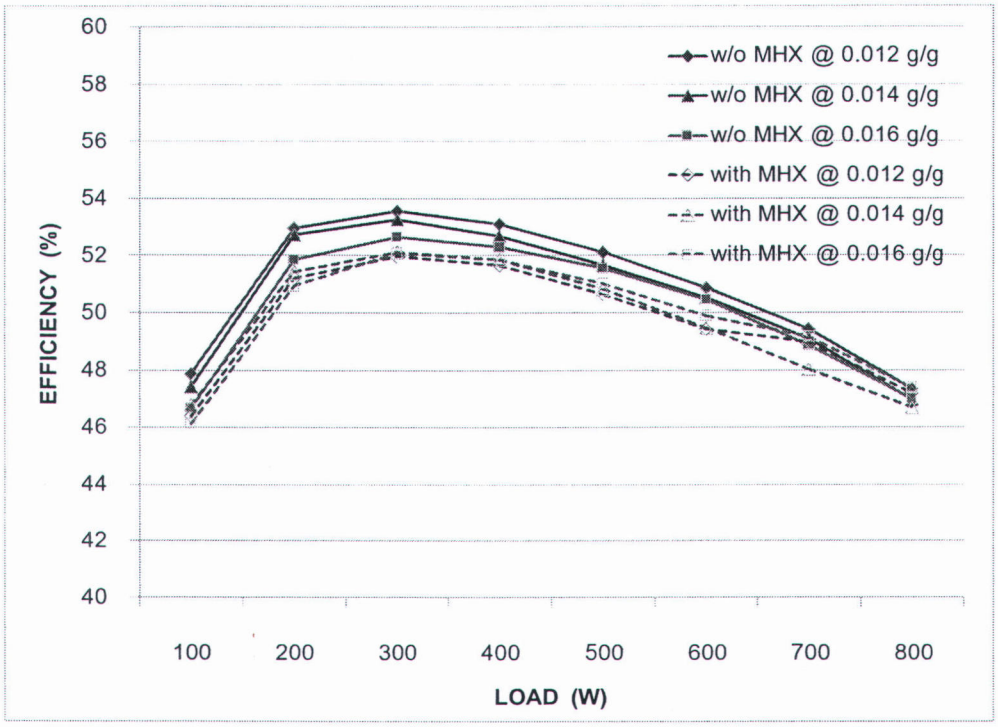


รูปที่ 5-13 การบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมกรณีที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ณ อุณหภูมิอากาศเป็น 35°C

5.3 สมรรถนะของระบบเซลล์เชื้อเพลิง

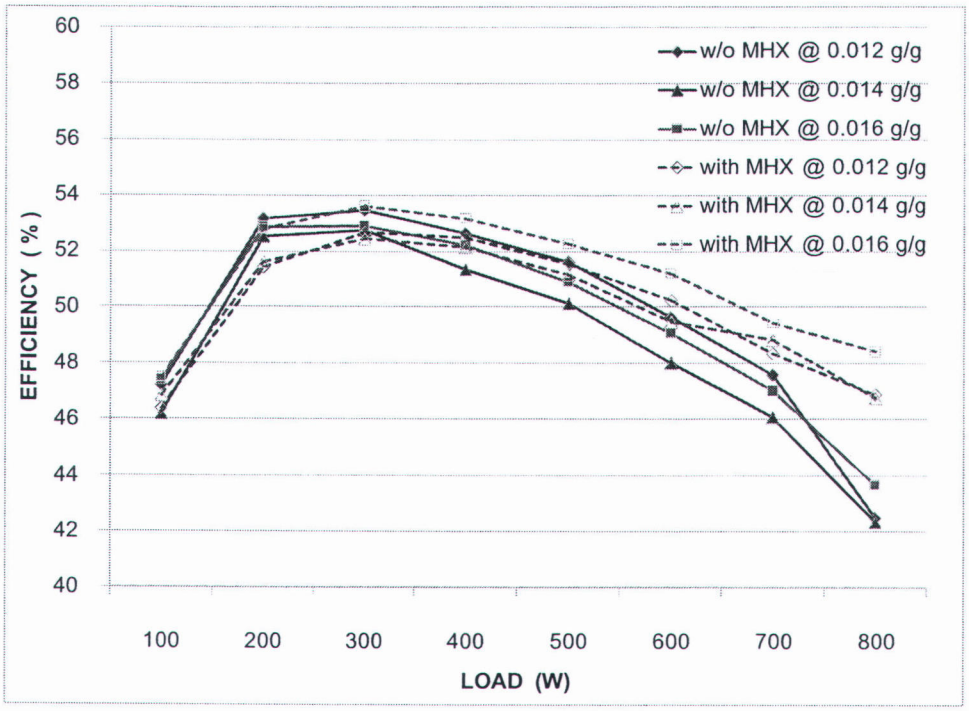
จากค่าการบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจน Polarization Curve และค่าการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริม ที่ได้กล่าวไปแล้วจะพบว่า เซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีสมรรถนะที่แตกต่างกัน โดยรวมแล้วค่าการบริโภคไฮโดรเจนของกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะสูงกว่ากรณีที่ใช้เมื่อทดสอบที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อมสูง และในส่วนของ Polarization curve เซลล์เชื้อเพลิงที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะมีสมรรถนะที่ต่ำลงที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อมสูงเช่นกัน แต่ในทางกลับกันกรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะส่งผลให้ค่าการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมของเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้น การจะวิเคราะห์สมรรถนะของระบบเซลล์เชื้อเพลิงสำหรับงานวิจัยนี้จึงทำการวิเคราะห์สมรรถนะของทั้งระบบเซลล์เชื้อเพลิง โดยวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบเซลล์เชื้อเพลิงจากการเทียบค่าภาระทางไฟฟ้ากับพลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงไฮโดรเจน การคำนวณพลังงานจากเชื้อเพลิงจะคำนวณจากผลคูณระหว่างปริมาณไฮโดรเจนกับค่าความร้อนต่ำของไฮโดรเจน (LHV)

ผลประสิทธิภาพของระบบเซลล์เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิอากาศ 25°C ดังรูปที่ 5-14 พบว่าประสิทธิภาพของระบบเซลล์เชื้อเพลิงที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะมีค่าสูงกว่าระบบที่ไม่ใช้เล็กน้อย โดยทั้งสองกรณีจะมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดที่ภาระ 300 วัตต์ ระบบที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีค่าประสิทธิภาพเป็น 53.6% และระบบที่ใช้มีค่าประสิทธิภาพเป็น 52% แล้วยังพบว่าประสิทธิภาพของระบบทั้งสองกรณีจะมีค่าต่ำเมื่อภาระเป็น 100 วัตต์แล้วเพิ่มขึ้นจนประสิทธิภาพระบบสูงสุดที่ 300 วัตต์ จากนั้นประสิทธิภาพจะลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อภาระเพิ่มขึ้น

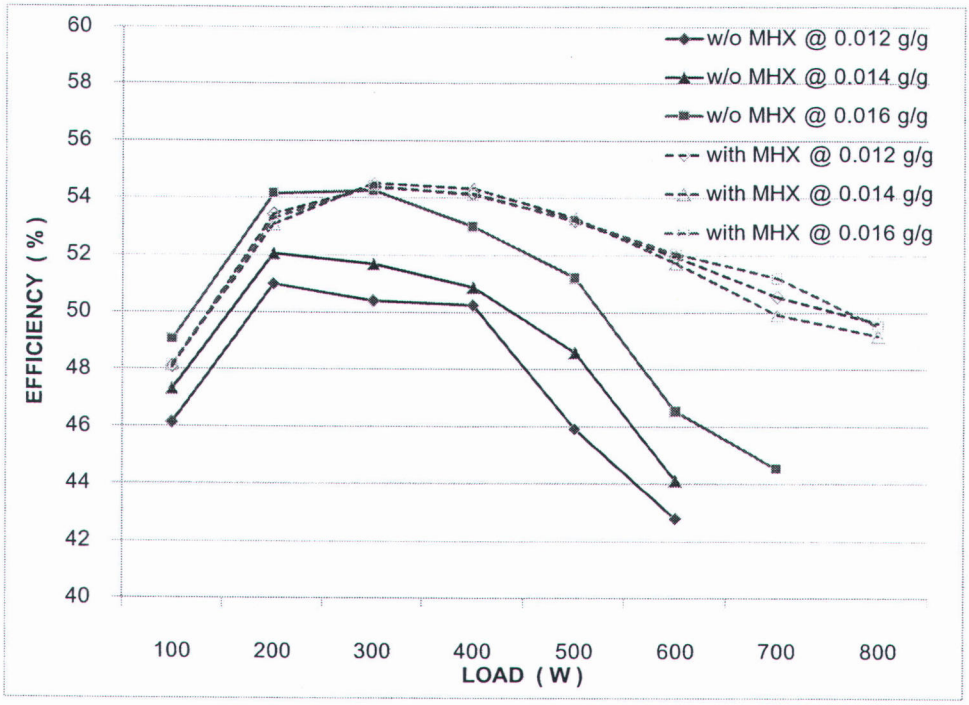


รูปที่ 5-14 ประสิทธิภาพของระบบเซลล์เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิอากาศ 25°C

จากรูปที่ 5-15 พบว่า ประสิทธิภาพของระบบเซลล์เชื้อเพลิงทั้งสองกรณีมีลักษณะคล้ายคลึงกับกรณีที่ระบบเซลล์เชื้อเพลิงทำงานที่อากาศแวดล้อม 25°C แต่พบข้อแตกต่างที่ภาระสูง ประสิทธิภาพระบบเซลล์เชื้อเพลิงที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะลดลงจนมีค่าต่ำสุดที่ 42.4% เมื่อภาระเป็น 800 วัตต์และปริมาณน้ำในอากาศเป็น 0.012 g/g ขณะที่กรณีที่ใช้จะมีประสิทธิภาพสูงถึง 46.8% ที่ภาระและปริมาณน้ำในอากาศเดียวกัน



รูปที่ 5-15 ประสิทธิภาพของระบบเซลล์เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิอากาศ 30°C



รูปที่ 5-16 ประสิทธิภาพของระบบเซลล์เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิอากาศ 35°C

จากรูปที่ 5-16 ผลต่างของประสิทธิภาพระบบเซลล์เชื้อเพลิงทั้งสองกรณีเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยประสิทธิภาพของระบบเซลล์เชื้อเพลิงกรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะมีค่าสูงกว่ากรณีที่ไม่ใช้แทบทุกสภาวะทดสอบ โดยกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะมีประสิทธิภาพสูงกว่ากรณีที่ใช้เพียงช่วงภาระต่ำของการทดสอบที่ปริมาณน้ำ 0.016 g/g เท่านั้น ที่อุณหภูมิอากาศ 35°C นี้ประสิทธิภาพของกรณีที่ไม่ใช้ต่ำ โดยมีค่าเพียง 42.8% ที่ภาระ 600 วัตต์ ปริมาณน้ำในอากาศ 0.012 g/g และไม่สามารถทำการทดสอบที่ภาระสูงกว่า 600 วัตต์ได้

เมื่อพิจารณาผลของปริมาณน้ำในอากาศต่อประสิทธิภาพ พบว่า ปริมาณน้ำในอากาศลดลงจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบเซลล์เชื้อเพลิงลดลงทั้งระบบเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้น ในแทบทุกกรณีที่ทำการทดสอบ

จากผลการศึกษาสมรรถนะของระบบเซลล์เชื้อเพลิงทำให้ทราบว่า ถึงแม้ว่าเซลล์เชื้อเพลิงกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจะส่งผลให้ค่าการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมลดลง แต่ข้อได้เปรียบดังกล่าวเมื่อนำมาเทียบกับการเพิ่มขึ้นของการบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจนและสมรรถนะในการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงที่ลดลงเมื่อไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นแล้ว จัดได้ว่าโดยรวมระบบจะสูญเสียประสิทธิภาพในการทำงานเมื่อไม่ได้ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นภายในระบบ มีเพียงกรณีที่เซลล์เชื้อเพลิงทำงานที่อากาศแวดล้อม 25°C และปริมาณน้ำในอากาศอยู่ช่วง 0.012-0.016 g/g เท่านั้นที่ประสิทธิภาพกรณีที่ไม่ใช้สูงกว่ากรณีที่ใช้เล็กน้อย โดยที่สภาวะอากาศดังกล่าว การบริโภคเชื้อเพลิงไฮโดรเจนของทั้งสองกรณีมีค่าเท่ากันแต่สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีค่าดีกว่ากรณีที่ใช้เนื่องจากกรณีที่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีปริมาณน้ำเข้าสู่เซลล์เชื้อเพลิงสูงไปดังผลของความถี่ในการไล่น้ำขณะทดสอบทำให้น้ำไปขัดขวางการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงและการที่ระบบไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นมีค่าการบริโภคกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เสริมที่ต่ำกว่ากรณีที่ใช้สอดคล้องกับการบริโภคกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์

อย่างไรก็ตามราคาและอายุการใช้งานของอุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรนที่ใช้ภายในระบบเซลล์เชื้อเพลิงยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่น่าศึกษา เนื่องจากราคาของอุปกรณ์เพิ่มความชื้นแบบเมมเบรนมีราคาสูงราว 20% ของอุปกรณ์เสริมทั้งหมดและมีอายุการใช้งานที่อ้างอิงจากผู้ผลิตเพียง 800 ชั่วโมงทำงาน ซึ่งเป็นอายุที่น้อยกว่าอายุการใช้งานของเซลล์แถวถึง 4.5 เท่า การเลือกใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นจึงควรพิจารณาจากสภาวะอากาศบริเวณที่จะนำเซลล์เชื้อเพลิงไปใช้ว่ามีอุณหภูมิและปริมาณน้ำในอากาศเป็นอย่างไร เพื่อที่จะให้เซลล์เชื้อเพลิงทำงานได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ หากมีการวางแผนที่จะนำเซลล์เชื้อเพลิงใช้งานในที่อุณหภูมิประมาณ 25°C แต่มีความชื้นในปริมาณที่พอเหมาะต่อความต้องการของเมมเบรน การไม่ใช้อุปกรณ์เพิ่มความชื้นอาจเป็นทางเลือกที่ดีเพราะไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถนะเซลล์เชื้อเพลิงและสามารถลดค่าใช้จ่ายได้สูง แต่หากต้องนำเซลล์เชื้อเพลิงไปใช้ในบริเวณที่มีอากาศร้อนและแห้ง อุปกรณ์เพิ่มความชื้นเป็นอุปกรณ์หนึ่งที่มีความจำเป็นต่อระบบเซลล์เชื้อเพลิงอย่างมาก และหากระบบเซลล์เชื้อเพลิงขาดอุปกรณ์ดังกล่าวอาจส่งผลให้เมมเบรนแห้งและเกิดความเสียหายต่อเซลล์เชื้อเพลิงจนไม่สามารถใช้งานได้ในที่สุด