การศึกษาทดลองการจัดการความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูงโดยใช้อุปกรณ์ระบายความร้อนแบบน้ำร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค

EXPERIMENTAL STUDY ON THE THERMAL MANAGEMENT OF HIGH-POWER LED USING COOLING WATER WITH THERMOELECTRIC

ธนยศ อริสริยวงศ์* *สงกรานต์ วิริยะศาสตร์ ไพศาล นาผล*

Tanayos Arisariyawong*, *Songkran Wiriyasart, Paisarn Naphon*

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University.

***Corresponding author, e-mail:** Tanayos.Swu@gmail.com*

***Received:** September 21, 2018; **Revised:** January 8, 2019; **Accepted:** January 23, 2019*

บทคัดย่อ

ความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อใช้งานหลอดแอลอีดีกำลังสูงมีผลต่ออายุการใช้งานและความสว่าง การจัดการความร้อนที่เกิดขึ้นจึงถือเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการระบายความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูง ขนาด 60 วัตต์ โดยใช้อุปกรณ์ระบายความร้อนแบบน้ำร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค โดยให้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเฉลี่ยคงที่ 20 องศาเซลเซียส ทดลองปรับอัตราการไหลของน้ำเป็น 1.96, 4.01, 5.78 และ 8.29 ลิตร/นาที และจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคที่ 2 4 และ 6 แอมแปร์ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า เมื่ออัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีจะลดลง แต่เมื่อถึงจุดหนึ่งอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีจะสูงขึ้น และเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีจะลดลง แต่ถ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคน้อยเกินไปจะทำให้หลอดแอลอีดีมีอุณหภูมิสูงขึ้น จุดที่สามารถระบายความร้อนได้ดีที่สุด คือ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 6 แอมแปร์ และอัตราการไหลของน้ำ 5.78 ลิตร/นาที โดยหลอดแอลอีดีมีอุณหภูมิเฉลี่ย 4.3 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: แอลอีดีกำลังสูง การจัดการความร้อน การระบายความร้อนแอลอีดีด้วยน้ำ เทอร์โมอิเล็กทริค

Abstract

The heat generated by high power LEDs has a significant impact on the life time and brightness, so the thermal management is important. This research presents and compares the cooling capacity of high power LEDs that power is 60 Watt using a water cooling device with thermoelectric cooler. The average inlet water temperature was 20^{o}C, water flow rate were varied to 1.96, 4.01, 5.78 and 8.29 L/min and the current was supplied to the thermoelectric cooler were varied to 2, 4 and 6 A. From the experimental result shown that when the water flow rate increases, the temperature of LEDs decreases, but at one point, the temperature of LEDs will increase. When current was supplied to thermoelectric cooler

increases, the temperature of LEDs is decreases, but when the supplied current is too low, the temperature of LEDs is higher. The optimal heat dissipation is when the supplied current is 6 A and water flow rate is 5.78 L/min, the average temperature of LEDs is 4.3°C

Keywords: High Power LED, Thermal Management, Water Cooling LED, Thermoelectric

บทนำ

ในปัจจุบันหลอดแอลอีดีได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานเนื่องจากประหยัดพลังงาน และมีประสิทธิภาพสูง [1-3] โดยหลอดแอลอีดีกำลังสูง (High Power LED) คือ หลอดแอลอีดีที่ให้ความสว่างมากกว่าหลอดแอลอีดีปกติและใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า 1 วัตต์ จึงนิยมใช้ในงานที่ต้องใช้แสงสว่างมาก โดยทั่วไปหลอดแอลอีดีกำลังสูงจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับ 20-30 เปอร์เซ็นต์ ไปเป็นแสงสว่าง ในขณะที่พลังงานที่เหลือจะถูกเปลี่ยนเป็นความร้อนซึ่งความร้อนนั้นถ้าหากไม่ถูกระบายออกจะทำให้หลอดแอลอีดีเสียหายได้ และหากการจัดการทางความร้อนไม่ดีจะส่งผลให้ความสว่างและอายุการใช้งานของหลอดแอลอีดีลดลงอย่างมาก [4-5] ทำให้มีการคิดค้นวิธีจัดการความร้อนที่เกิดขึ้น โดยจากงานวิจัยของ Yu-wei Chang และคณะ [6] ได้ศึกษาการระบายความร้อนหลอดแอลอีดีด้วยฮีทซิงค์ร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค พบว่าถ้าป้อนกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคสามารถทำให้แหล่งกำเนิดความร้อนมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิบรรยากาศโดยรอบ Junhui Li และคณะ [7] ได้ทำการระบายความร้อนหลอดแอลอีดีกำลังสูงขนาด 3 วัตต์ จำนวน 6 หลอด โดยใช้ฮีทซิงค์ร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค พบว่าการระบายความร้อนด้วยแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคนั้นดีกว่าแบบไม่มีแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคและจำนวนหลอดที่ใช้มีผลต่อการระบายความร้อน Jiang wang และคณะ [8] ได้ทำการเปรียบเทียบการระบายความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูงด้วยอุปกรณ์ระบายความร้อนชนิดต่าง ๆ พบว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เงื่อนไขในการทดลองกรณีใช้อุปกรณ์ระบายความร้อนด้วยน้ำยังไม่ละเอียดและทดลองที่อัตราการไหลของน้ำต่ำเท่านั้น Mehmet kaya [9] ได้ทำการเปรียบการระบายความร้อนโดยใช้อุปกรณ์ระบายความร้อนแบบฮีทซิงค์และฮีทไปป์ร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคเพื่อระบายความร้อนหลอดแอลอีดี 30 วัตต์ จำนวน 1 หลอด และหลอดแอลอีดี 15 วัตต์ จำนวน 2 หลอด ผลที่ได้คือการระบายความร้อนที่ใช้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคร่วมกับอุปกรณ์ระบายความร้อนทั้งสองชนิดนั้นดีกว่าในแบบที่ไม่มีแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค และการใช้หลอดแอลอีดี 2 หลอด สามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าหลอดแอลอีดี 1 หลอด Xiang-you Lu และคณะ [10] ได้ทำการระบายความร้อนหลอดแอลอีดีขนาด 3 วัตต์ โดยใช้อุปกรณ์ระบายความร้อนแบบฮีทไปป์ที่มีอัตราส่วนการอัดของสารทำงานและการเอียงมุมที่แตกต่าง ซึ่งพบว่าการอัดสารทำงานที่มีอัตราส่วนต่างกันและการเอียงมุมที่แตกต่างกันนั้นมีผลต่อการระบายความร้อนของหลอดแอลอีดี Yueguang Deng และ Jing Liu [11] ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการระบายความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูงด้วยอุปกรณ์ระบายความร้อนด้วยน้ำระหว่างน้ำเปล่าและน้ำที่ผสมผงโลหะขนาดเล็ก พบว่าน้ำที่ผสมผงโลหะขนาดเล็กระบายความร้อนได้ดีกว่า จากงานวิจัยที่ผ่านมาจะพบว่าการศึกษาทดลองการจัดการความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูงโดยใช้น้ำร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคยังมีน้อยและเงื่อนไขการทดลองค่อนข้างจำกัด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาถึงความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูงด้วยอุปกรณ์ระบายความร้อนด้วยน้ำร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค ผลกระทบทางความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูงเมื่อมีการ

เปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำในอุปกรณ์ระบายความร้อน ผลกระทบทางความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูงต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค และเปรียบเทียบความสามารถในการระบายความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูงเมื่อมีการเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำในอุปกรณ์ระบายความร้อนและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค

วิธีดำเนินการวิจัย

การถ่ายเทความร้อนของหลอดแอลอีดี สามารถอธิบายได้ด้วยสมการการถ่ายเทความร้อนดังต่อไปนี้

$$Q = \frac{(T_J - T_a)}{R_t} \quad (1)$$

โดย

Q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อน

T_J คือ อุณหภูมิที่จุดต่อ (Junction) ของหลอดแอลอีดี

T_a คือ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม

R_t คือ ความต้านทานความร้อนรวม ซึ่งหาได้จากสมการที่ 2

$$R_t = R_{J-S} + R_{CS} + R_a \quad (2)$$

โดย

R_{J-S} คือ ความต้านทานความร้อนจากจุดต่อ (Junction) ไปยังซับสเตรต *(*Substrate*)* ของหลอดแอลอีดี

R_{CS} คือ ความต้านทานความร้อนของระบบทำความเย็น

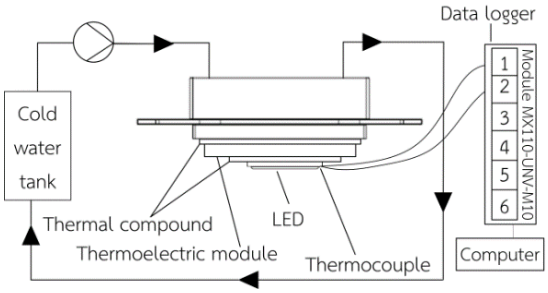
R_a คือ ความต้านทานความร้อนของอากาศในสภาพแวดล้อม

จากสมการที่ 1 และ 2 จะพบว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของหลอดแอลอีดี จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างจุดต่อของหลอดแอลอีดีกับสิ่งแวดล้อม และความต้านทานความร้อนรวม โดยที่ความต้านทานรวมเกิดจากผลรวมของความต้านทานในส่วนต่าง ๆ ของหลอดแอลอีดี เพื่อให้ทราบผลกระทบของตัวแปรต่าง ๆ ในการระบายความร้อนหลอดแอลอีดีด้วยอุปกรณ์ระบายความร้อนแบบน้ำร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคจึงได้มีการออกแบบวิธีทดลองโดยจะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคเท่ากับ 2, 4 และ 6 แอมแปร์ โดยแต่ละครั้งที่จ่ายกระแสไฟฟ้าจะปรับอัตราการไหลของน้ำเป็น 1.96, 4.01, 5.78 และ 8.29 ลิตร/นาที ตามความสามารถของปั๊มน้ำที่ใช้ทดลอง ซึ่งการทดลองแต่ละกรณีนั้นจะทำการเก็บค่า 3 ครั้ง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย ในการทดลองได้เลือกใช้หลอดแอลอีดียี่ห้อ CREE รุ่น CXA1830-0000-000N0HS440H (กำลังไฟฟ้าสูงสุด ขนาด 60 วัตต์) แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับหลอดแอลอีดีกำลังสูงยี่ห้อ MEAN WELL รุ่น LRS-200-36 (กำลังไฟฟ้า ขนาด 200 วัตต์) โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ 37 โวลต์ อุปกรณ์ระบายความร้อนด้วยน้ำยี่ห้อ Bykski รุ่น XPH-B (พื้นที่สัมผัสด้านรับความร้อน ขนาด 6X6 เซนติเมตร) ดังภาพที่ 1 ร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค รุ่น TEC1-12710 (กำลังไฟฟ้าสูงสุด ขนาด 120 วัตต์) และใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงยี่ห้อ Instek รุ่น PC-3030D (จ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 30 โวลต์ 3 แอมแปร์ 2 แหล่งจ่าย) ในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค ใช้ปั๊มน้ำรุ่น SC-600 ซึ่งสามารถปรับอัตราการไหลได้สูงสุด 500 ลิตร/ชั่วโมง และถังน้ำเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำคงที่ 20 องศาเซลเซียส การติดแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคกับอุปกรณ์ระบายความร้อนด้วยน้ำรวมถึงหลอดแอลอีดีกำลังสูงจะใช้ซีลิโคนนำความร้อนที่มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

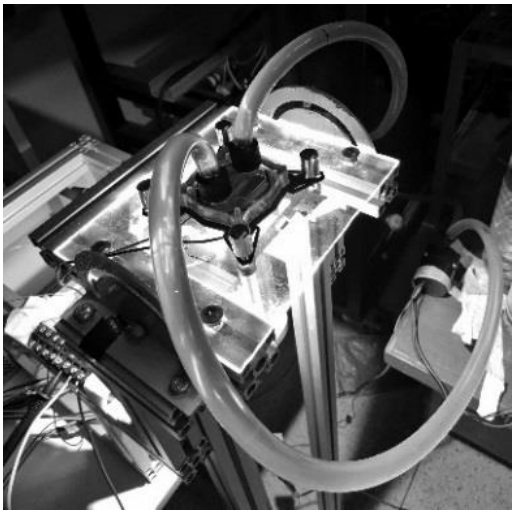
1.93 W/m.K เมื่อทำการประกอบอุปกรณ์เข้าด้วยกันจะได้ดังภาพที่ 2 ในการทดลองจะติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลชนิด T จำนวนสองจุด คือที่บริเวณแผ่นวงจรพิมพ์ของหลอดแอลอีดีเพื่อวัดอุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับหลอดแอลอีดีและภายนอกหลอดแอลอีดีเพื่อวัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อม ในการทดลองจะควบคุมให้อุณหภูมิสภาพแวดล้อมเฉลี่ยอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส แล้วใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลอุณหภูมิยี่ห้อ Yokogawa รุ่น MW100 โดยบันทึกค่าอุณหภูมิของแอลอีดีทุก 1 วินาที เป็นเวลา 15 นาที ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเพื่อเป็นผลการทดลอง ไดอะแกรมการทำงานของชุดทดลองสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3 ส่วนการติดตั้งชุดทดลองทั้งหมดสามารถได้ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 1 อุปกรณ์ระบายความร้อนด้วยน้ำที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 2 การประกอบหลอดแอลอีดีกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคและอุปกรณ์ระบายความร้อนด้วยน้ำ



ภาพที่ 3 ไดอะแกรมการทำงานของชุดทดลอง



ภาพที่ 4 การติดตั้งชุดทดลอง

ผลการวิจัย

ผลการทดลองค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่สภาวะคงตัวของหลอดแอลอีดีกำลังสูง เทียบกับอัตราการไหลของน้ำและกระแสไฟฟ้าที่ให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

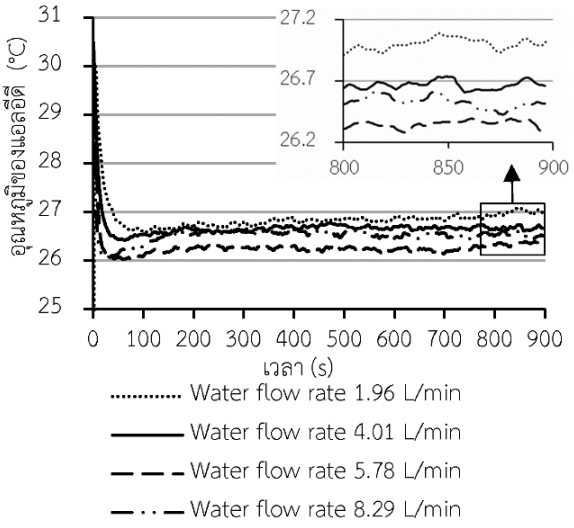
ตารางที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยของหลอดแอลอีดีกำลังสูง ณ สภาวะคงตัว

อัตราการไหลของน้ำขาเข้า (L/min)	อุณหภูมิเฉลี่ยของหลอดแอลอีดีที่สภาวะคงตัว (°C)			
	ไม่มีแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค	กระแสไฟฟ้าที่แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 2 A	กระแสไฟฟ้าที่แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 4 A	กระแสไฟฟ้าที่แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 6 A
1.96	26.9	45.4	18.2	6.9
4.01	26.6	44.5	17.1	5.8
5.78	26.3	44.5	17.1	4.3
8.29	26.5	44.6	17.4	5.8

รายละเอียดของการทดลองแต่ละกรณีสามารถแสดงได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

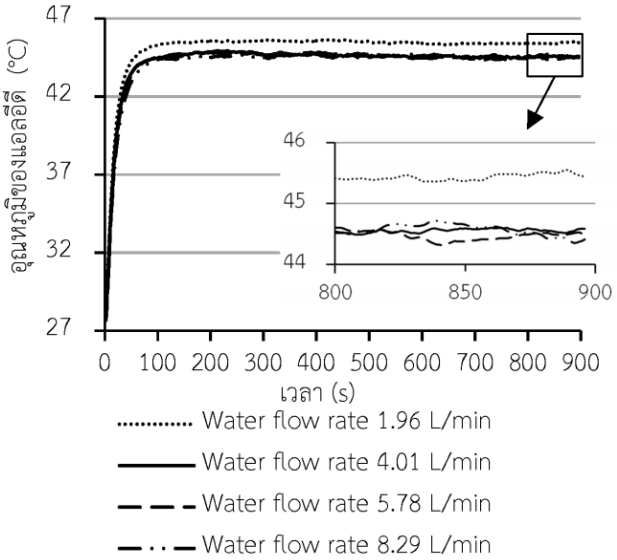
การระบายความร้อนหลอดแอลอีดีกำลังสูงโดยไม่มีแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค

จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงจะลดลงอย่างรวดเร็วและเข้าสู่สภาวะคงตัว โดยเมื่ออัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้นเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิจากเริ่มต้นจนถึงสภาวะคงตัวจะลดลง และที่สภาวะคงตัวอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงมีค่าใกล้เคียงกันในทุกอัตราการไหลของน้ำ



ภาพที่ 5 อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงกรณีระบายความร้อนโดยไม่มีแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค

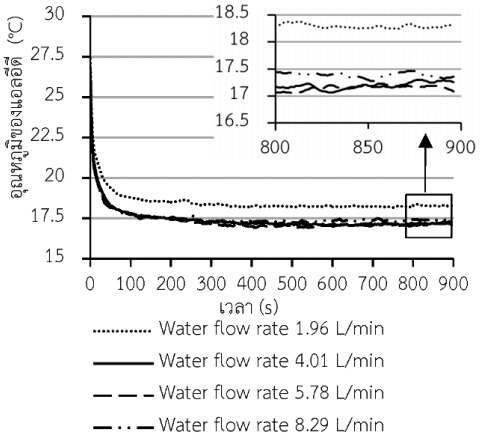
การระบายความร้อนหลอดแอลอีดีกำลังสูงโดยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 2 A จากภาพที่ 6 พบว่าช่วงแรกอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงจะลดลงเล็กน้อยแล้วจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและเข้าสู่สภาวะคงตัว ซึ่งอุณหภูมิ ณ สภาวะคงตัวมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อม โดยอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงที่อัตราการไหลของน้ำต่ำจะมีค่าสูงกว่าที่อัตราการไหลของน้ำสูง และที่สภาวะคงตัวพบว่าอัตราการไหลของน้ำที่ 4.01, 5.78 และ 8.29 ลิตร/นาที อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงมีค่าใกล้เคียงกัน สาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูง ณ สภาวะคงตัวมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมเนื่องจากกระแสไฟฟ้าขนาด 2 A ที่จ่ายให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคไม่เพียงพอต่อการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจึงเกิดความร้อนสะสมที่แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค



ภาพที่ 6 อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงกรณีจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 2 A

การระบายความร้อนหลอดแอลอีดีกำลังสูงโดยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 4 A

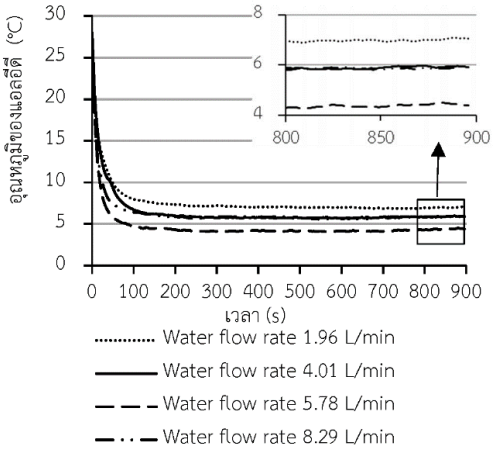
จากภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงจะลดลงอย่างรวดเร็วและเข้าสู่สภาวะคงตัว โดยอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงที่อัตราการไหลของน้ำต่ำจะมีค่าสูงกว่าที่อัตราการไหลของน้ำสูง และที่สภาวะคงตัวพบว่าอัตราการไหลของน้ำที่ 4.01, 5.78 และ 8.29 ลิตร/นาที อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงมีค่าใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 7 อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงกรณีจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 4 A

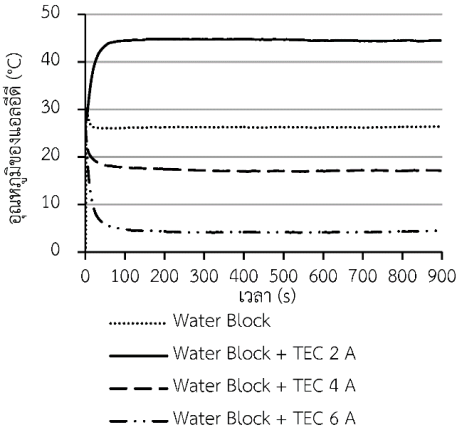
การระบายความร้อนหลอดแอลอีดีกำลังสูงโดยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 6 A

จากภาพที่ 8 พบว่าช่วงแรกอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงจะลดลงอย่างรวดเร็วและเข้าสู่สภาวะคงตัว โดยเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำ อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูง ณ สภาวะคงตัวจะลดลง จนกระทั่งเมื่ออัตราการไหลของน้ำเป็น 8.29 ลิตร/นาที อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูง ณ สภาวะคงตัวจะกลับมาสูงขึ้น และที่สภาวะคงตัว พบว่าอัตราการไหลของน้ำที่ 5.78 ลิตร/นาที เป็นจุดที่ทำให้อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูง ณ สภาวะคงตัว มีค่าต่ำที่สุด

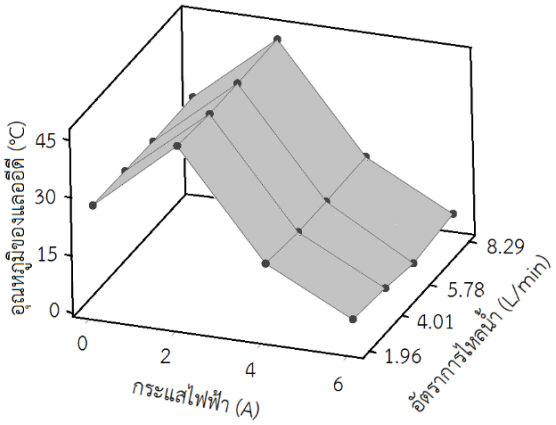


ภาพที่ 8 อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงกรณีจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 6 A

ภาพที่ 9 เป็นการแสดงค่าอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงที่อัตราการไหลของน้ำ 5.78 ลิตร/นาที ของการระบายความร้อนทุกกรณี ซึ่งเป็นอัตราการไหลของน้ำที่ทำให้อุณหภูมิของหลอดแอลอีดี ณ สภาวะคงตัว มีค่าต่ำที่สุด จากกราฟจะพบว่าการระบายความร้อนจะได้ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคเท่ากับ 6 A โดยอุณหภูมิของหลอดแอลอีดี ณ สภาวะคงตัว มีค่าเท่ากับ 4.3°C ส่วนภาพที่ 10 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของหลอดแอลอีดี ณ สภาวะคงตัว เมื่อเทียบกับอัตราการไหลของน้ำและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค จะพบว่าจุดที่สามารถระบายความร้อนได้ดีที่สุดในการทดลอง คือ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค 6 A และอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 5.78 L/min ส่วนถ้าอัตราการไหลของน้ำมากกว่า 5.78 L/min มีแนวโน้มว่าอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูงจะสูงขึ้น



ภาพที่ 9 อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูง ณ สภาวะคงตัว ที่อัตราการไหล 5.78 ลิตร/นาที



ภาพที่ 10 อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีกำลังสูง ณ สภาวะคงตัว เมื่อเทียบกับอัตราการไหลของน้ำและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการระบายความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูงด้วยอุปกรณ์ระบายความร้อนแบบน้ำร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค จะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค โดยถ้าอัตราการไหลของน้ำต่ำหรือสูงเกินไปจะส่งผลให้อุณหภูมิของ หลอดแอลอีดี

ณ สภาวะคงตัว มีค่าสูงขึ้นหรือไม่เปลี่ยนแปลง และถ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคต่ำเกินไปจะส่งผลให้อุณหภูมิของหลอดแอลอีดี ณ สภาวะคงตัว มีค่าสูงขึ้นมาก เนื่องจากแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคไม่สามารถระบายความร้อนได้ทัน ดังนั้นในการออกแบบระบบระบายความร้อนของหลอดแอลอีดีกำลังสูงด้วยอุปกรณ์ระบายความร้อนแบบน้ำร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคจะต้องคำนึงถึงจุดที่เหมาะสมของทั้งอัตราการไหลของน้ำที่ใช้กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริค และอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีที่เหมาะสม เพราะถ้าอุณหภูมิของหลอดแอลอีดีต่ำเกินไปอาจเกิดปัญหาหยดน้ำกลั่นตัวที่บริเวณหลอดได้ ส่วนการหาจุดที่เหมาะสมที่สุดเป็นเรื่องที่น่าสนใจสำหรับงานวิจัยในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] I. Takai, S. Ito, K. Yasutomi, K. Kagawa, M. Andoh, S. Kawahito. (2013). LED and CMOS image sensor based optical wireless communication system for automotive applications. *IEEE Photonics J*. *5*(3), 6801418–6801419.

[2] D.F. Feezell, J.S. Speck, S.P. DenBaars, S. Nakamura. (2013). Semipolar InGaN/GaN lightemitting diodes for high-efficiency solid-state lighting. *J. Display Technol*. *9*(4), 190–198.

[3] J. Cho, E.F. Schubert, J.K. Kim. (2013). Efficiency droop in light-emitting diodes: challenges and countermeasures. *Laser Photonics*. *7*(3), 408–421.

[4] K.S. Yang, C.H. Chung, M.T. Lee, S.B. Chiang, C.C. Wong, C.C. Wang. (2013). An experimental study on the heat dissipation of LED lighting module using metal/carbon foam. *Int. Commun. Heat Mass Transfer*. *48*, 73–79.

[5] N. Narendran, Y. Gu, J.P. Freyssinier, H. Yu, L. Deng. (2004). Solid-state lighting: failure analysis of white LEDs. *J. Cryst. Growth*. *268*(3-4), 449–456.

[6] Y.-W. Chang, C.-H. Cheng, W.-F. Wu, and S.-L. Chen. (2007). *An Experimental Investigation of Thermoelectric Air-Cooling Module*. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*. *1*(9), 466-471.

[7] J. h. Li, B. Ma, R. Wang, L. Han. (2011). Study on a cooling system based on thermoelectric cooler for thermal management of high-power LEDs. *Microelectronics Reliability*. *51*, 2210–2215.

[8] J. Wang, X.-JieZhao, Y. Cai, C. Zhang, W. Bao. (2015). Experimental study on the thermal management of high-power LED headlight cooling device integrated with thermoelectric cooler Package. *Energy conversion and Management*. *101*, 532-540.

[9] M. Kaya. (2014). Experimental study on active cooling System Used for Thermal Management of High-power Multichip Light-Emitting Diodes. *The scientific World Journal*. *2014*, 1-7.

[10] X.-Y. Lu, T. ChaoHua, and Y. P. Wang. (2011). Thermal analysis of high power LED package with heat pipe heat sink. *Microelectronics Journal*. *42*, 1257-1262.

[11] Y. Deng, J. Liu. (2010). A liquid metal cooling system for the thermal management of high power LEDs. *International Communications in Heat and Mass Transfer*. *37*(7), 788-791.