

การเดือดแบบไลเดนฟรอสต์ของหยดน้ำมันเชื้อเพลิงบนวัสดุพรุนชนิดตาข่ายแบบร่อน Leidenfrost Boiling of Fuel Oils Droplets on Hot Wire-Net Porous Media

จัตพล ป้องกัน¹, สุรเดช สินจะโป๊ะ¹, ณรงค์ศักดิ์ โยธา² และ บัณฑิต กฤตาคม^{3*}

ห้องปฏิบัติการวิจัยการพัฒนาในเทคโนโลยีของวัสดุพรุน

(Development in Technology of Porous Materials Research Laboratory: DiTo-Lab.)

¹สาขาวิชาวิศวกรรมระบบราง คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

²สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

³สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

744 ถนนสุนทราราม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

*ติดต่อ: E-mail: jattupon_mmp2r@hotmail.com และ bundit.kr@muti.ac.th, โทรศัพท์ 044-233-073, โทรสาร 044-233-074

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาอุณหภูมิไลเดนฟรอสต์ (T_{Leid}) และระยะเวลาการระเหย (t_{DL}) ของหยดน้ำมันเชื้อเพลิงบนวัสดุพรุนชนิดตาข่ายสแตนเลสแบบร่อน ในการศึกษาค่าจำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (PPI) ของวัสดุพรุนมี 2 ค่า คือ 50 และ 100 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดน้ำมันเชื้อเพลิง (d) ซึ่งกำหนดตามขนาดของรูเข็มฉีดยา (Gage) จะเลือกใช้ 27 gage เชื้อเพลิงที่ใช้ในการศึกษามี 3 ชนิดที่แตกต่างกัน ได้แก่ น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน และ น้ำมันดีเซล อุณหภูมิพื้นผิวของแผ่นตาข่ายสแตนเลส (T_p) ที่ใช้ในการทดลองจะแบ่งเป็น 19 ช่วง เริ่มตั้งแต่ 80°C ถึง 260°C โดยจะเพิ่มขึ้นทีละ 10°C จากการทดลอง พบว่า T_{Leid} ของกรณีที่มี PPI = 50 จะมีค่าสูงกว่ากรณีที่มี PPI = 100 เนื่องจากว่าที่ PPI = 50 นั้น มีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลวและพื้นผิวทดสอบน้อย จึงทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนได้น้อย ส่งผลให้ใช้ t_{DL} นานกว่า อย่างไรก็ตาม พบข้อที่น่าสังเกต คือ ในการทดลองของงานวิจัยนี้ไม่สามารถหา T_{Leid} ของน้ำมันดีเซลได้ เพราะว่าเป็นขีดจำกัดของอุปกรณ์การทดลองที่สามารถสร้างค่า T_p ได้สูงสุดเพียงแค่ 260°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่น้อยกว่าจุดเดือดของน้ำมันดีเซล

คำหลัก: อุณหภูมิไลเดนฟรอสต์, ระยะเวลาการระเหย, น้ำมันเชื้อเพลิง, วัสดุพรุน

Abstract

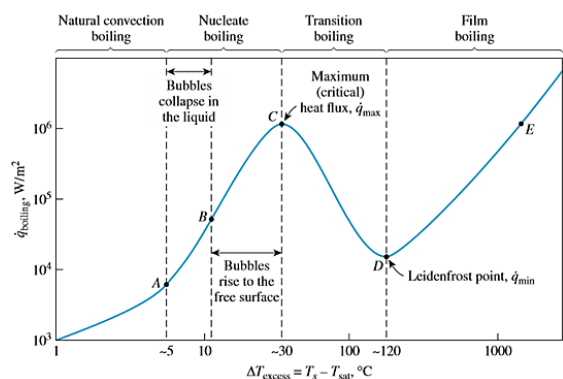
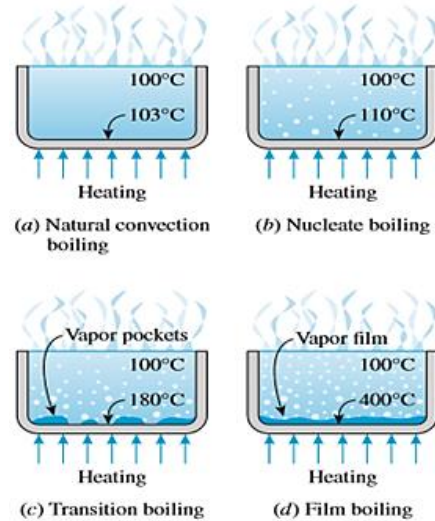
The aim of this paper is to study the Leidenfrost temperature (T_{Leid}) and the droplet lifetime (t_{DL}) of fuel oils on the hot plate of stainless wire-net type of porous media. In the study, two pores per inches (PPI), i.e., 50 and 100, with fuel oil diameters (d) based on the syringe diameter of 27 gage, are investigated. Third different fuel oils consisting of Kerosene, benzene and diesel oil are examined. The plate temperature of stainless wire-net type of porous media used in the experiment is divided into 19 ranges from 80°C to 260°C , each range is increased by 10°C . From experiment, the results show that the T_{Leid} of case PPI = 50 is faster than PPI = 100, because of PPI = 50 case has the contact surface area between liquid and surfaces tested is a little resulting to a little heat transfer is occurred. In addition, it is noted that the T_{Leid} of diesel oil is not available because of the limited performance of equipment but the T_p can be generated at the maximum of 260°C which is less than the boiling point temperature of diesel oil.

Keywords: Leidenfrost temperature, Droplet lifetime, Fuel oils, Porous media.

1. บทนำ

การเดือดเป็นกระบวนการเปลี่ยนสถานะของของไหล โดยเปลี่ยนจากของเหลวกลายเป็นไอ ซึ่งแตกต่างจากการระเหยตรงที่การระเหยจะเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลวและไอ เมื่อความดันไอน้ำมีค่าน้อยกว่าค่าความดันอิ่มตัวของของเหลวที่อุณหภูมิเดียวกันและสำหรับการเดือดจะเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลวและของแข็ง โดยการเดือดของของเหลวนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ช่วง ดังแสดงในรูปที่ 1 [1] และอธิบายได้ดังนี้ ช่วงที่ 1) เป็นช่วงการเดือดแบบ Natural Convection คือ ช่วงที่เป็นรูปแบบของการพาความร้อนโดยธรรมชาติ เมื่อเริ่มต้มน้ำในภาชนะจนเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) ส่งผลให้อุณหภูมิที่พื้นผิวของภาชนะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิจุดเดือดของน้ำ เนื่องจากน้ำได้รับความร้อนจากพื้นผิวด้านล่างอันเป็นผลมาจากความหนาแน่นของไอน้ำ ซึ่งในช่วงนี้ จะยังไม่มีฟองการเดือดเกิดขึ้นจะสังเกตเห็นว่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนต่อหน่วยพื้นที่จะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ยังมีค่าค่อนข้างต่ำอยู่ ช่วงที่ 2) เป็นช่วงการเดือดแบบ Nucleate Boiling คือ ช่วงที่น้ำยังคงได้รับความร้อนต่อไปจึงทำให้ในช่วงนี้เริ่มมีฟองของการเดือดเกิดขึ้นจากพื้นผิวด้านล่างของภาชนะลอยขึ้นสู่ด้านบน และที่ช่วงจุด A - B จะสังเกตเห็นว่ามีค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงจุด C ซึ่งจุดนี้จะมีค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนสูงที่สุด และมีอุณหภูมิของพื้นผิวเพิ่มขึ้น ๆ ดังนั้นในช่วงที่ฟองของการเดือดเกิดขึ้นนั้น ส่งผลให้ไอน้ำบางส่วนของการเดือดเกิดการสูญเสียความร้อนให้แก่ น้ำ จึงทำให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำกลับไปเป็นของเหลวได้ ช่วงที่ 3) เป็นช่วงการเดือดแบบ Transition Boiling คือ ช่วงที่น้ำยังคงได้รับความร้อนจากพื้นผิวของภาชนะด้านล่างอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ในช่วงนี้ฟองการเดือดที่เกิดขึ้นนั้นจะมีการรวมตัวกันอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดชั้นของไอน้ำปกคลุมทั่วบริเวณรอบพื้นผิวของภาชนะหรือเรียกว่า Vapor Pocket เพื่อกั้นไม่ให้ของเหลวจากด้านบนเข้ามาแทนที่ ดังนั้นในช่วงนี้ความร้อนจากด้านล่างภาชนะ จะเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนและการแผ่รังสีผ่าน ชั้นของไอน้ำ ซึ่งในช่วง C - D มีค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ลดลงอย่างรวดเร็ว

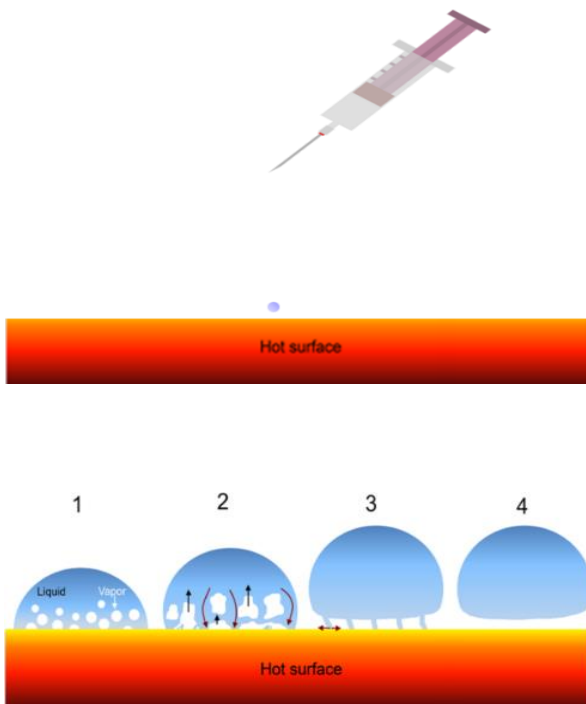
และจะเรียกที่จุด D ว่า ปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสต์ (Leidenfrost effect) และช่วงที่ 4) เป็นช่วงการเดือดแบบ Film Boiling คือ ช่วงที่อุณหภูมิพื้นผิวของภาชนะมีค่าสูงที่สุด และถ้าหากยังคงมีการเพิ่มอุณหภูมิส่วนเกินให้แก่ น้ำต่อไปอีกเรื่อย ๆ นั้น ฟองของการเดือดจะเกิดการเกาะตัวกันเป็นแผ่นทั่วทั้งพื้นผิวของภาชนะ หรือที่เรียกว่า การเดือดแบบฟิล์ม (Film boiling) และเกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้น โดยการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนต่อหน่วยพื้นที่สูงขึ้นได้อีกครั้ง



รูปที่ 1 ทฤษฎีการเดือดที่ช่วงต่าง ๆ [1]

ทั้งนี้ ปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสต์ (Leidenfrost effect) สามารถสังเกตได้เมื่อทำการหยดของเหลวลงบนพื้นผิวร้อน [2-6] ในช่วงที่ 1) จะเริ่มมีฟองการเดือดเกิดขึ้นบริเวณรอบ ๆ บริเวณพื้นผิวของของเหลวคล้ายกับช่วง

การเดือดแบบ Nucleate Boiling จากนั้นในช่วงที่ 2 ฟองการเดือดจะเกิดการรวมตัวเป็นชั้นของไอน้ำบริเวณพื้นผิวของของเหลวหรือที่เรียกว่า Vapor Pocket และในช่วงที่ 3 - 4 จะสังเกตเห็นว่าของเหลวเกิดการลอยตัวอยู่เหนือพื้นผิวร้อนได้ เนื่องจากพื้นผิวนั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิจุดเดือดของของเหลวนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2 จึงเรียกปรากฏการณ์ที่ของเหลวลอยตัวนี้ว่า ปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ (Leidenfrost effect)



รูปที่ 2 ทฤษฎีการเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ (Leidenfrost effect)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดังกล่าว โดยการเลือกศึกษาเชื้อเพลิง 3 ชนิดที่แตกต่างกัน ได้แก่ น้ำมันก๊าด (Kerosene) น้ำมันเบนซิน (Benzene) และน้ำมันดีเซล (Diesel oil) พื้นผิวทดสอบจะมีค่าจำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (Pores per inch, PPI) ที่แตกต่างกัน 2 ค่า คือ 50 และ 100 ซึ่งผลของการทดลองในงานวิจัยนี้จะเป็นองค์ความรู้ใหม่และข้อมูลพื้นฐานของการเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ (Leidenfrost effect)

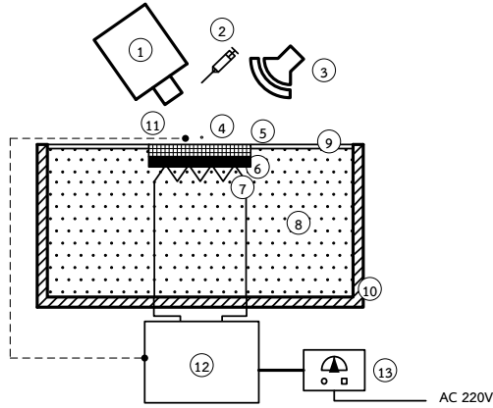
2. อุปกรณ์การทดลอง

รูปที่ 3 แผนผังอุปกรณ์การทดลอง มีดังต่อไปนี้ 1) กล้องวิดีโอ 2) โซริงค์ 3) หลอดไฟและแผ่นดูดซับแสง 4) หยอดทดลอง 5) วัสดุพูน 6) แผ่นกระเบื้องเซรามิก 7) ฮีตเตอร์ 8) ฉนวนใยแก้ว 9) แผ่นสังกะสี 10) แผ่นไม้อัด 11) เทอร์โมคัปเปิล 12) เครื่องควบคุมอุณหภูมิ และ 13) เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจากแผนผังอุปกรณ์การทดลอง สามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างได้ดังนี้ ขั้นตอนแรกจะทำการประกอบแผ่นไม้อัดขึ้นเป็นบล็อกที่มีขนาดความกว้าง 10 cm และความยาว 10 cm จากนั้นนำฉนวนใยแก้วมาใส่เข้าไปภายในบล็อกไม้อัดและเว้นที่ว่างตรงกลางเพื่อวางแผ่นกระเบื้องเซรามิก ทำการติดตั้งเส้นลวดฮีตเตอร์ไว้ด้านล่างของแผ่นกระเบื้องเซรามิก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วของวงจรไฟฟ้า จากนั้นจึงวางแผ่นตาข่ายสแตนเลสไว้ที่ด้านบนของแผ่นกระเบื้องเซรามิก ดังรูปที่ 4 ซึ่งในการทดลองจะมีการให้ความร้อนจากเครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่เส้นลวดฮีตเตอร์และมีการควบคุมอุณหภูมิโดยเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

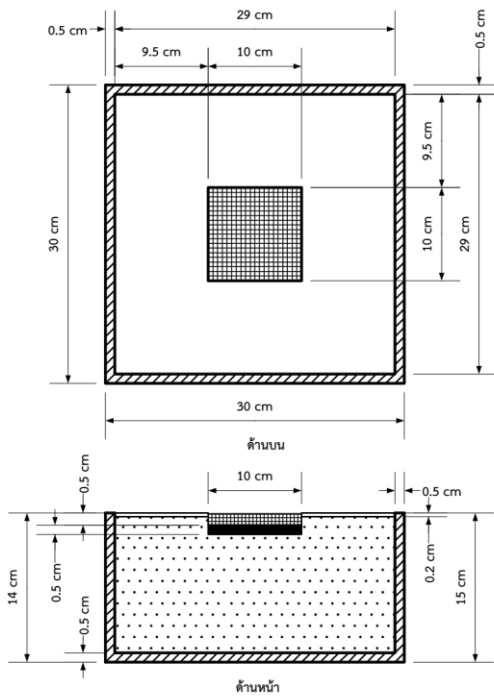
3. วิธีการทดลอง

ในการดำเนินงาน ขั้นตอนแรก ทำการเตรียมอุปกรณ์เบื้องต้นให้พร้อม โดยจะเริ่มใช้พื้นผิวทดสอบที่มีค่าจำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (PPI) เท่ากับ 50 และจะให้ความร้อนผ่านเส้นลวดฮีตเตอร์ไปยังแผ่นตาข่ายสแตนเลส ซึ่งในการทดลองจะเริ่มตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 80°C จากนั้นจะเริ่มทำการหยดของเหลวทดสอบ โดยครั้งแรกจะเลือกใช้เป็นน้ำมันก๊าดด้วยเข็มขนาด (d) 27 gage เมื่อทำการหยดของเหลวทดสอบแล้วจึงทำการบันทึกวิดีโอบันทึกผลทันที และเมื่อสังเกตเห็นว่าหยดทดสอบระเหยไปจนหมดแล้ว ให้หยุดการบันทึกวิดีโอ จากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้งด้วยการเปลี่ยนของเหลวทดสอบเป็นน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล ตามลำดับ เมื่อทำการทดลองจนครบทุกขั้นตอนแล้วจะเริ่มตั้งค่าอุณหภูมิใหม่ โดยจะเพิ่มขึ้นทีละ 10 °C ทำการทดลองซ้ำเรื่อย ๆ จนถึงอุณหภูมิที่ 260 °C ซึ่งเป็นขีดจำกัดของอุปกรณ์การทดลองสำหรับงานวิจัยนี้และเมื่อทำการทดลองครบทุกขั้นตอนแล้ว จะทำการเปลี่ยนพื้นผิวทดสอบที่มีค่าจำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (PPI) เท่ากับ 100 แล้วทำ

การทดลองซ้ำอีกครึ่งจนครบทุกขั้นตอนดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้



รูปที่ 3 แผนผังอุปกรณ์การทดลอง



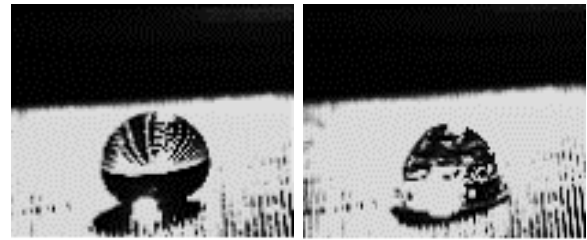
รูปที่ 4 มุมมองด้านบนและด้านหน้าของอุปกรณ์การทดลอง

4. ผลการทดลอง

4.1 ภาพถ่ายการเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสต์ (Leidenfrost effect)

รูปที่ 5 แสดงภาพถ่ายการเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสต์ (Leidenfrost effect) ของของเหลวทดสอบคือน้ำมันก๊าดและน้ำมันเบนซิน ที่ PPI = 100

และ $d = 27$ Gage พบว่าเมื่อทำการหยดของเหลวลงมาสัมผัสกับพื้นผิวร้อน จะเห็นได้ว่าไอของของเหลวจะเกิดการรวมตัวกันเป็นชั้นทั่วทั้งพื้นผิวของของเหลวจึงส่งผลให้หยดของของเหลวนั้นสามารถลอยตัวอยู่เหนือพื้นผิวร้อนได้ ซึ่งลักษณะปรากฏการณ์เช่นนี้ที่ของเหลวไม่สัมผัสกับพื้นผิวร้อนจะเรียกว่า ปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสต์ (Leidenfrost effect)



(ก.)

(ข.)

รูปที่ 5 ภาพถ่ายการเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสต์ของของเหลวทดสอบ ก. น้ำมันก๊าด ข. น้ำมันเบนซิน
กรณี PPI = 100 และ $d = 27$ Gage

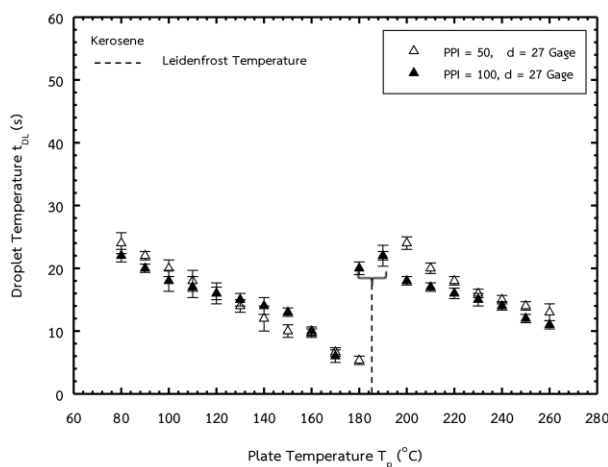
4.2 การเกิดอุณหภูมิไลเดนฟรอสต์ (T_{Leid})

4.2.1 การเกิดอุณหภูมิไลเดนฟรอสต์ของน้ำมันก๊าด (Kerosene) รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวทดสอบ (Plate temperature, T_p) กับระยะเวลาการระเหย (Droplet lifetime, t_{DL}) ของน้ำมันก๊าดตามอิทธิพลของจำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (PPI) ที่มีค่าความพรุนเท่ากับ 50 และ 100 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเข็ม (d) เท่ากับ 27 Gage พบว่าปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสต์จะเริ่มเกิดที่ช่วงอุณหภูมิประมาณ 180°C และหากยังคงมีการเพิ่มอุณหภูมิต่อไปอีก จะทำให้ระยะเวลาการระเหยเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งในจุดนี้จะเป็นจุดที่ใช้ระยะเวลาการระเหยที่มากที่สุด หลังจากนั้นระยะเวลาการระเหยก็จะค่อย ๆ ลดลงตามอุณหภูมิพื้นผิวที่เพิ่มสูงขึ้น และหากพิจารณาอิทธิพลของจำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (PPI) เท่ากับ 100 และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเข็ม (d) เท่ากับ 27 Gage ผลที่ได้จะพบว่าค่าอุณหภูมิไลเดนฟรอสต์โดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 185°C และใช้ระยะเวลาในการระเหย 21 วินาที

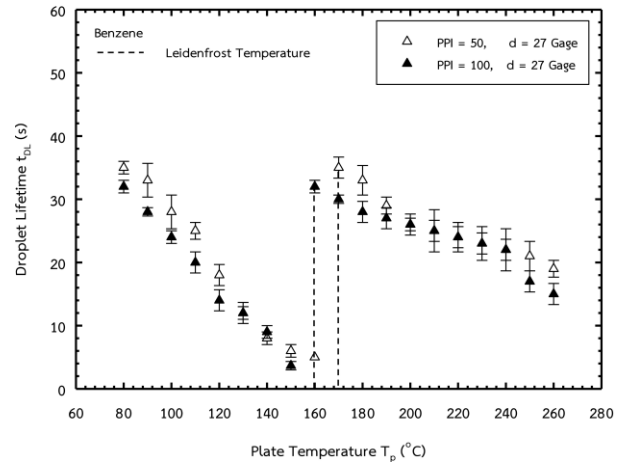
4.2.2 การเกิดอุณหภูมิไลเดนฟรอสต์ของน้ำมันเบนซิน (Benzene) รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวทดสอบ (Plate temperature, T_p)

กับระยะเวลาการระเหย (Droplet lifetime, t_{DL}) ของน้ำมันเบนซิน ตามอิทธิพลของจำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (PPI) ที่มีค่าความพรุนเท่ากับ 50 และ 100 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเข็ม (d) เท่ากับ 27 Gage จากการทดลองพบว่าน้ำมันเบนซินเริ่มเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ที่อุณหภูมิ 160 °C และหลังจากเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ขึ้น จะส่งผลให้ระยะเวลาการระเหยของน้ำมันเบนซินค่อย ๆ ลดลง ตามอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น และหากพิจารณาอิทธิพลของจำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (PPI) เท่ากับ 100 และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเข็ม (d) เท่ากับ 27 Gage จะพบว่าค่าอุณหภูมิปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์มีค่าประมาณ 160 °C และใช้ระยะเวลาในการระเหย 33 วินาที

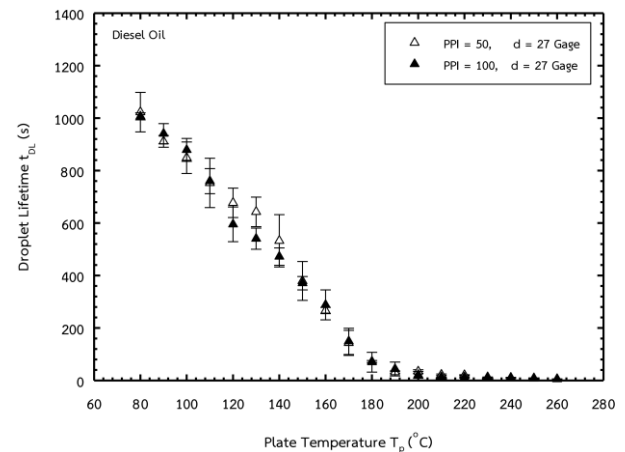
4.2.3 การเกิดอุณหภูมิไลเดนฟรอสท์ของน้ำมันดีเซล (Diesel) รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวทดสอบ (Plate temperature, T_p) กับระยะเวลาการระเหย (Droplet lifetime, t_{DL}) ของน้ำมันเบนซิน ตามอิทธิพลของจำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (PPI) ที่มีค่าความพรุนเท่ากับ 50 และ 100 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเข็ม (d) เท่ากับ 27 Gage พบว่าระยะเวลาการระเหยของหยดน้ำมันดีเซลจะลดลงตามอุณหภูมิพื้นผิวที่เพิ่มสูงขึ้น แต่ไม่เกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 260 °C เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีขีดจำกัดสูงสุดหรือมีอุณหภูมิสูงสุดได้ถึงแค่ 260 °C



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_p กับ t_{DL} ของน้ำมันก๊าด



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_p กับ t_{DL} ของน้ำมันเบนซิน



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_p กับ t_{DL} ของน้ำมันดีเซล

4.2.4 ตารางที่ 1 แสดงค่าอุณหภูมิไลเดนฟรอสท์ (Leidenfrost temperature, T_{Leid}) และระยะเวลาการระเหย (Droplet lifetime, t_{DL}) ของของเหลวทดสอบชนิดต่าง ๆ โดยพบว่าน้ำมันดีเซลไม่เกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ (Leidenfrost effect) เนื่องจากเครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองสามารถปรับค่าอุณหภูมิได้ถึงแค่ 260 °C ซึ่งน้อยกว่าอุณหภูมิจุดเดือดของน้ำมันดีเซล จึงส่งผลให้ในการทดลองนี้ไม่เกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ (Leidenfrost effect) แต่พบว่าการเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ (Leidenfrost effect) ของน้ำมันก๊าด และน้ำมันเบนซิน จะเกิดอยู่ในช่วงอุณหภูมิการเดือดของของเหลวนั้น และยังพบอีกว่าที่จำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (PPI) เท่ากับ 100 กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเข็ม (d) เท่ากับ 27 Gage

จะเกิดอุณหภูมิไลเดนฟรอสท์ก่อนช่วงอื่น ๆ เนื่องจากมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับความร้อนที่มากและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดทดลองที่มีขนาดเล็ก

ตารางที่ 1 ค่าอุณหภูมิไลเดนฟรอสท์ (T_{Leid}) และระยะเวลาการระเหย (t_{DL}) ของของเหลวทดสอบ

Tested Fluid	Pores per inch, PPI				Boiling Temperature T_{Leid} ($^{\circ}C$)
	PPI = 50		PPI = 100		
	d = 27 Gage				
	T_{Leid} ($^{\circ}C$)	t_{DL} (s)	T_{Leid} ($^{\circ}C$)	t_{DL} (s)	
Kerosene	195	23	185	21	150 - 300
Benzene	170	34	160	33	38 - 214
Diesel Oil	-	-	-	-	250 - 350

4.3 อิทธิพลของน้ำมันเชื้อเพลิง

รูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวทดสอบ (Plate temperature, T_p) กับระยะเวลาการระเหย (Droplet lifetime, t_{DL}) ของ น้ำมันก๊าด และ น้ำมันเบนซิน เป็นการทดลองที่สภาวะจำนวนช่องว่างต่อหนึ่งนิ้ว (PPI) เท่ากับ 100 และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเข็ม (d) เท่ากับ 27 Gage จากการทดลองพบว่าระยะเวลาการระเหยของของเหลวทดสอบทั้ง 2 ชนิดนั้น น้ำมันก๊าดจะใช้ระยะเวลาในการระเหยมากกว่าน้ำมันเบนซินในช่วงก่อนเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ ($120 - 160^{\circ}C$) แต่ค่าอุณหภูมิการเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์นั้น น้ำมันเบนซินจะเกิดที่ช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำมันก๊าดเนื่องจากว่าน้ำมันเบนซินมีจุดเดือดที่ต่ำกว่า

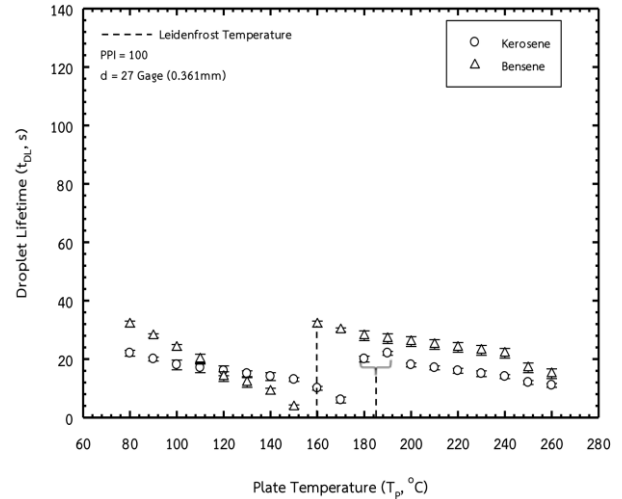
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ค่าอุณหภูมิไลเดนฟรอสท์ (Leidenfrost temperature, T_{Leid}) และระยะเวลาการระเหย (Droplet lifetime, t_{DL}) ของน้ำมันก๊าด กรณี PPI = 50 คือ $T_{Leid} = 195^{\circ}C$ และ $t_{DL} = 23$ s กรณี PPI = 100 คือ $T_{Leid} = 185^{\circ}C$ และ $t_{DL} = 21$ s และของน้ำมันเบนซิน กรณี PPI = 50 คือ $T_{Leid} = 170^{\circ}C$ และ $t_{DL} = 34$ s กรณี PPI = 100 คือ $T_{Leid} = 160^{\circ}C$ และ $t_{DL} = 21$ s ส่วนของน้ำมันดีเซลจะไม่เกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน $260^{\circ}C$

5.1.2 น้ำมันก๊าดจะใช้ระยะเวลาในการระเหยมากกว่าน้ำมันเบนซินในช่วงก่อนเกิดปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์ ($120 - 160^{\circ}C$) และค่าอุณหภูมิการเกิด

ปรากฏการณ์ไลเดนฟรอสท์นั้น น้ำมันเบนซินจะเกิดที่ช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำมันก๊าด ($160^{\circ}C$) เนื่องจากว่าน้ำมันเบนซินมีจุดเดือดที่ต่ำกว่า



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_p กับ t_{DL} ของของเหลวทั้ง 2 ชนิด

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองควรมีการศึกษาหาวิธีการหรือการก่อสร้างเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่มีความสามารถปรับตั้งค่าอุณหภูมิได้มากกว่า $260^{\circ}C$ ขึ้นไป เพื่อใช้ในการศึกษาอุณหภูมิไลเดนฟรอสท์ของของเหลวชนิดอื่นที่มีจุดเดือดที่สูงขึ้น เพราะจะเป็นการเพิ่มข้อมูลการทดลองที่เพียงพอและเป็นประโยชน์ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้เขียนบทความขอขอบคุณนางสาวปัทมาภรณ์ เสาหงศ์, นางสาวกชกร สืบสวัสดิ์ และ นางสาวอลิสา สุขตาม นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทดลอง ตลอดจนเก็บข้อมูลในการทดลอง จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] บัณฑิต กฤตาคม (2558). เอกสารประกอบคำสอน วิชาการถ่ายโอนความร้อน. นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. นครราชสีมา.



- [2] C.T. Avedesian and J. Koplik. (1987). Leidenfrost boiling of methanol droplets on hot porous/ceramic surfaces, *Heat and Mass Transfer*. Vol. 30, 1987, pp. 379-393.
- [3] J.D. Bernardin and I. Mudawar. (1999). The Leidenfrost Point: Experimental Study and Assessment of Existing Models. *Master Degree Thesis. School of Mechanical Engineering. Purdue University*.
- [4] Anton Hasebrook, Corey Kruse, Chris Wilson, Troy Anderson, Craig Zuhlke, Dennis Alexander, George Gogos and Sidy Ndao. (2016). Effects of Droplet Diameter and Fluid Properties on the Leidenfrost Temperature of Polished and Micro/Nanostructured Surfaces, *Heat Transfer*. Vol. 138, 2016.
- [5] Nicasio R. Geraldi, Glen McHale, Ben B. Xu, Gary G. Wells, Linzi E. Dodd, David Wood and Michael I. Newton. (2016). Leidenfrost transition temperature for stainless steel meshes, *Materials Letters*, Vol. 176 : pp. 205-208.
- [6] Wikipedia, the free encyclopedia (2017, May 13). *Leidenfrost effect*. [Online], Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Leidenfrost_effect