บทที่ 5

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อหาค่าความต้านทานเฟาลิ่ง นั้นได้วัดค่าแล้วนำเสนอผลการทดลองในรูปแบบตารางและกราฟ

5.1 ขั้นตอนในการวิเคราะห์

จากผลที่ได้เรานำว่าวิเคราะห์เพื่อศึกษาลักษณะแนวโน้มความเป็นได้ซึ่งค่าต่างๆที่วัดมาได้นั้นในตอนแรกยังยากต่อการวิเคราะห์จึงจะต้องนำผลต่างๆที่ได้มาผ่านกระบวนการต่างๆ เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1.1 การแปลงหน่วย

ค่าที่อ่านมาได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นยังมีหน่วยที่ไม่คุ้นเคยนักจึงต้องนำมาทำการเปลี่ยนหน่วยเพื่อที่จะได้เข้าใจกันได้ง่ายขึ้น ค่าที่ใช้ในการแปลงหน่วยมีดังนี้

1. แปลงหน่วยอุณหภูมิ

$$\frac{F-32}{9}=\frac{C}{5}$$

โดยที่ F คือ องศาฟาเรนไฮต์

C คือ องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. แปลงหน่วยความดัน

$$\frac{psi}{1.4504\times10^{-4}}=N/m^2$$

$$mmH_2O\times9.80665=N/m^2$$

โดยที่ psi คือ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

mmH_2O คือ มิลลิเมตรน้ำ

N/m^2 คือ นิวตันต่อตารางเมตร

3. แปลงหน่วย อัตราการไหลเชิงมวล

$$\frac{lb/\min}{2.2046\times 60} = kg/s$$

โดยที่ $lb/\min$ คือ ปอนด์ต่อนาที

kg/s คือ กิโลกรัมต่อวินาที

หลังจากนั้นจึงทำการคำนวณค่าต่างๆตามสูตรที่กล่าวไว้ในบที่ 3 ซึ่งจะทำให้ได้ค่าความต้านทานเฟาลิ่งแสดงผลมาในรูปแบบตาราง สามารถดูได้ในภาคผนวก ก

5.1.2 **การคำนวณหาค่าความต้านทานเฟาลิ่ง**

กระบวนการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหม้อน้ำรถยนต์ มอก. 388 –

2534

โดยเริ่มหาเป็นขั้นดังนี้

1. หาปริมาณความร้อนถ่ายเทของน้ำ

$$Q = m\times c_{pw}\times (T_{w1} - T_{w2}) \qquad 5.1$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อนถ่ายเทได้ของน้ำ เป็น กิโลวัตต์

C_{pw} คือ ความร้อนจำเพาะของน้ำ เป็น กิโลจูลต่อกิโลกรัมต่อองศาเซลเซียส

T_{w1} คือ อุณหภูมิน้ำขาเข้า เป็น องศาเซลเซียส

T_{w2} คือ อุณหภูมิน้ำขาออก เป็น องศาเซลเซียส

หลังจากที่ได้ค่า ปริมาณความร้อนถ่ายเทของน้ำ ต้องนำค่ามาคำนวณเพื่อที่จะได้ทำการเปรียบเทียบได้

$$Q_{60} = Q\times \frac{60}{T_{w1} - T_{a1}} \qquad 5.2$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Q_{60} คือ ปริมาณความร้อนถ่ายเทได้ของน้ำ เมื่อ เทียบที่อุณหภูมิแตกต่าง 60 ^{0}C ของอุณหภูมิขาเข้าของน้ำ กับ อุณหภูมิขาเข้าของอากาศ

T_{a1} คือ อุณหภูมิอากาศขาเข้า

2. หาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

$$U = \frac{Q_{60} \times 1000}{T_{lm} \times A}$$

ΔT_{lm} คือ ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแก้ไข เหมือนในบทที่ 3 สมการที่ 3.7

A คือ ค่าพื้นที่ถ่ายเทความร้อนของรังผึ้ง (พื้นที่สัมผัสอากาศของหลอดรวม กับ พื้นที่สัมผัสอากาศของครีบ)

3. หาค่าความต้านทานเฟาลิ่ง

โดยหาได้จากสูตร

$$R_f = \frac{1}{U} - \frac{1}{U_0}$$

R_f คือ ค่าความต้านทานเฟาลิ่ง

U_0 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของ หม้อน้ำรถยนต์ที่ยัง ไม่ได้ใช้งาน

U คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของ หม้อน้ำรถยนต์ตัวที่เราต้องการหาค่าความต้านทานเฟาลิ่ง ซึ่งมีอายุการใช้งานแล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 **การเปรียบเทียบผล**

เปรียบเทียบค่าต่างๆกับระยะทางที่ใช้หม้อน้ำรถยนต์ไปซึ่งระยะทางที่ใช้หม้อน้ำรถยนต์ไปนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอายุการใช้งานของหม้อน้ำรถยนต์โดยทำการเปรียบเทียบต่างๆดังนี้

1. เทียบระยะทางกับค่าความต้านทานเฟาลิ่งที่สภาวะอัตราการไหลของน้ำเชิงมวลของน้ำคงที่ ที่ค่าหนึ่งๆ โดยมีค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศต่างๆไป 4 ค่า

2. เทียบระยะทางกับค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์ ที่สภาวะอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านหม้อน้ำรถยนต์ต่างๆ ไป 4 ค่า

3. เทียบระยะทางกับค่าความดันคร่อมด้านน้ำของหม้อน้ำรถยนต์ ที่สภาวะอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำผ่านหม้อน้ำรถยนต์ต่างๆไป 4 ค่า

4. เทียบอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านหม้อน้ำรถยนต์กับค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์ ที่ระยะทางการใช้งานหม้อน้ำรถยนต์ต่างๆ

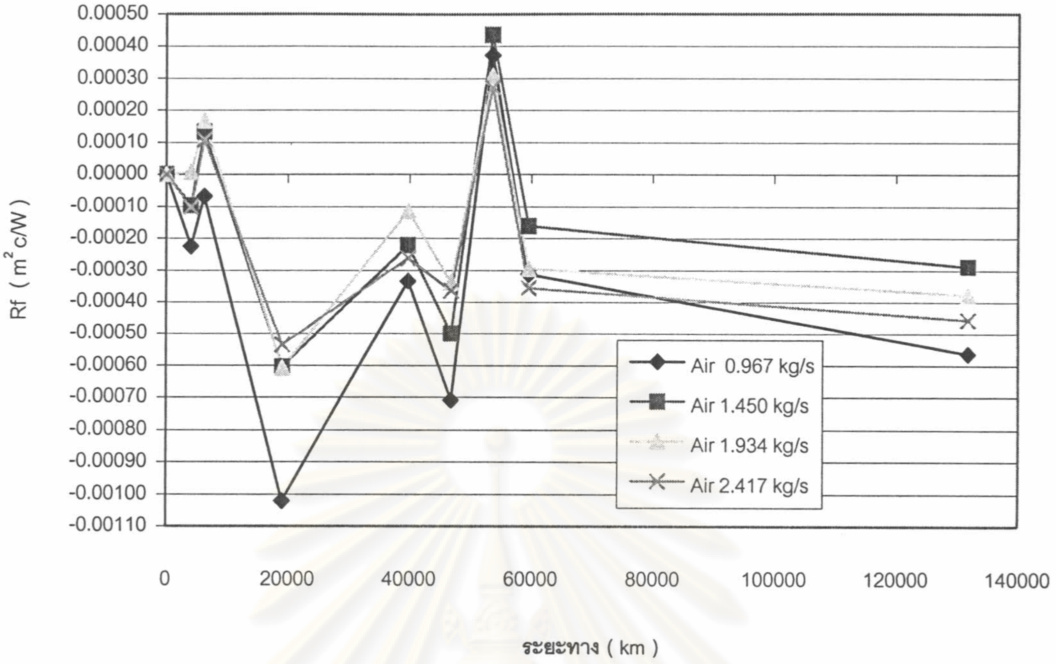
5.3 ผลการเปรียบเทียบ

5.3.1 ผลการเปรียบเทียบระยะทางกับค่าความต้านทานเฟาลิ่งที่สภาวะอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำคงที่ที่ค่าหนึ่งๆโดยมีค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศต่างๆกัน 4 ค่า

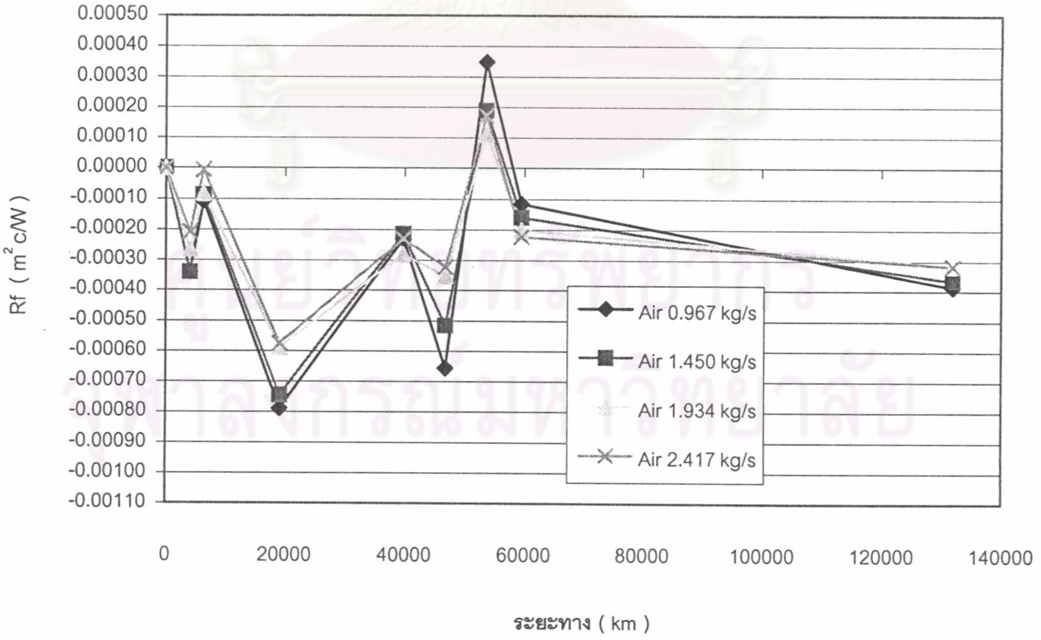
พิจารณา รูปที่ 5 – 1 ถึง 5 – 4 ในรูปทั้ง 4 นั้นแสดงถึงค่าความต้านทานเฟาลิ่งเทียบกับระยะทางการใช้งานซึ่งทุกรูปยังแสดงค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านต่างๆกัน 4 ค่า และแต่ละรูปยังมีค่าอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำต่างกันด้วย ซึ่งจะเห็นว่าค่าความต้านทานเฟาลิ่ง น้อยกว่าหม้อน้ำรถยนต์ที่ยังไม่ได้ใช้งานไปจนถึงระยะทาง 46816 กิโลเมตร ค่าความต้านทานเฟาลิ่ง จะมากกว่าหม้อน้ำรถยนต์ที่ยังไม่ได้ใช้งาน แล้วหลังจากนั้นค่าความต้านทานเฟาลิ่ง จึงค่อยๆลดลงอีกครั้งหนึ่ง

โดยดูรวมๆแล้วจะเห็นว่าค่าความต้านทานเฟาลิ่ง นั้นมีแนวโน้มในลักษณะที่ไม่ค่อยส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของหม้อน้ำรถยนต์ในทางที่ทำให้ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนด้อยลง ดังนั้นเราอาจบอกได้ว่าการเปลี่ยนสภาพของหม้อน้ำ รถยนต์ตามอายุการใช้งานนั้นส่งผลกระทบต่อการถ่ายเทความร้อนของหม้อน้ำรถยนต์น้อยมากจนอาจจะไม่ต้องมองถึงการเผื่อไว้ตั้งแต่ตอนออกแบบหม้อน้ำรถยนต์ แต่ถ้าดูเทียบกันทั้ง 4 รูปจะเห็นว่าที่อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำมากขึ้นค่าความต้านทานเฟาลิ่ง จะลดลงแต่สิ่งนี้เป็นเพราะว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนนั้นเพิ่มขึ้นนั่นเองในลำดับต่อไปเป็นการพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพของหม้อน้ำรถยนต์ต่อการไหลของอากาศซึ่งมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนทางอ้อม

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

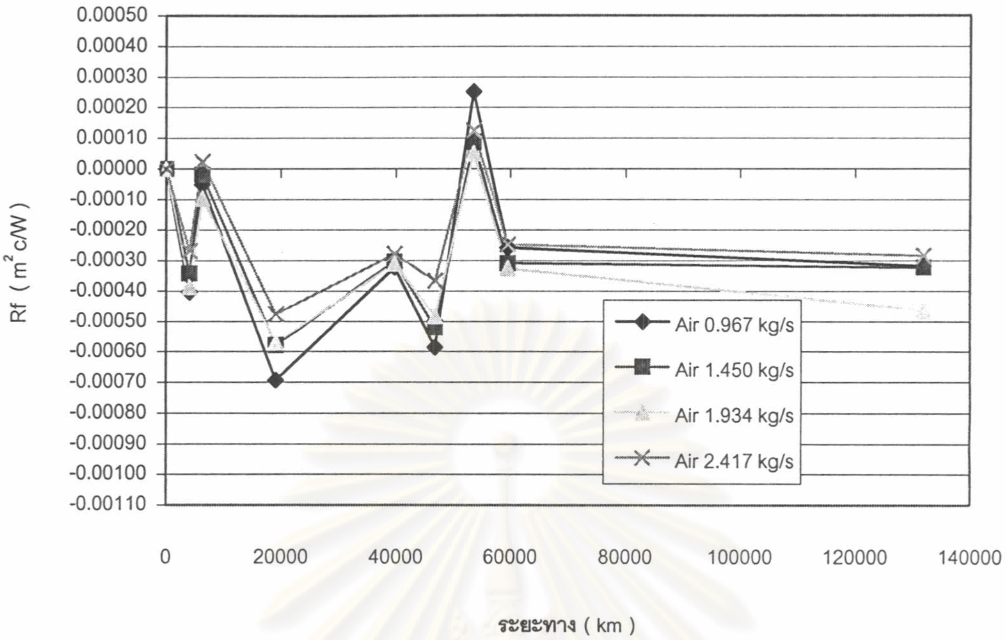


รูปที่ 5 - 1 ค่าความต้านทานเฟาลิ่ง ของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไป ของหม้อน้ำรถยนต์ที่อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 0.565 กิโลกรัมต่อวินาที

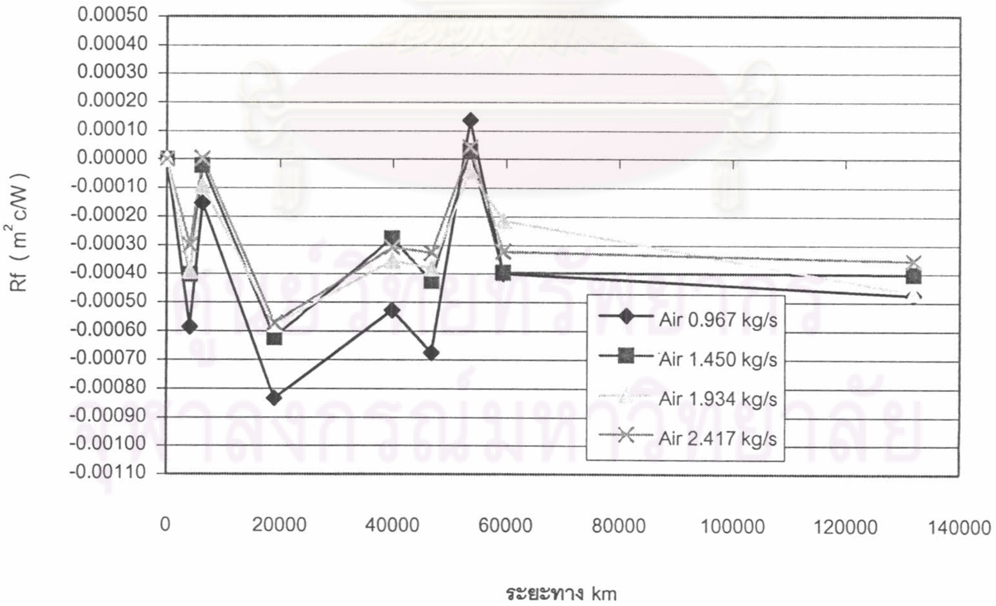


รูปที่ 5 - 2 ค่าความต้านทานเฟาลิ่ง ของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไปของหม้อน้ำรถยนต์ที่อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 0.970 กิโลกรัมต่อวินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



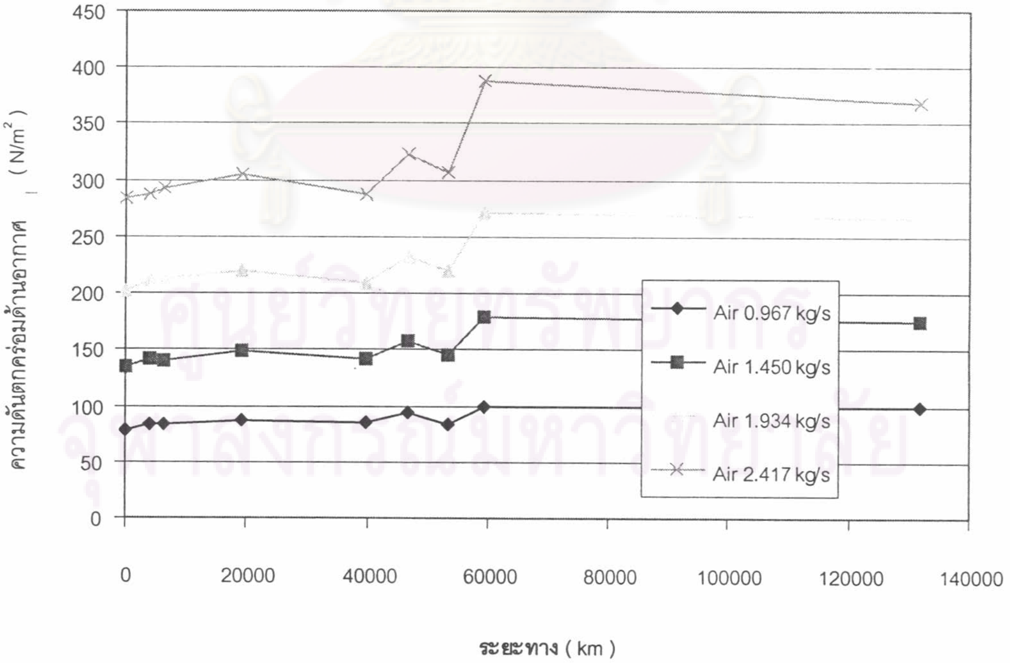
รูปที่ 5 - 3 ค่าความต้านทานเฟาลิ่ง ของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไปของหม้อน้ำรถยนต์ที่ อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 1.374 กิโลกรัมต่อวินาที



รูปที่ 5 - 4 ค่าความต้านทานเฟาลิ่ง ของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไปของหม้อน้ำรถยนต์ที่ อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 1.778 กิโลกรัมต่อวินาที

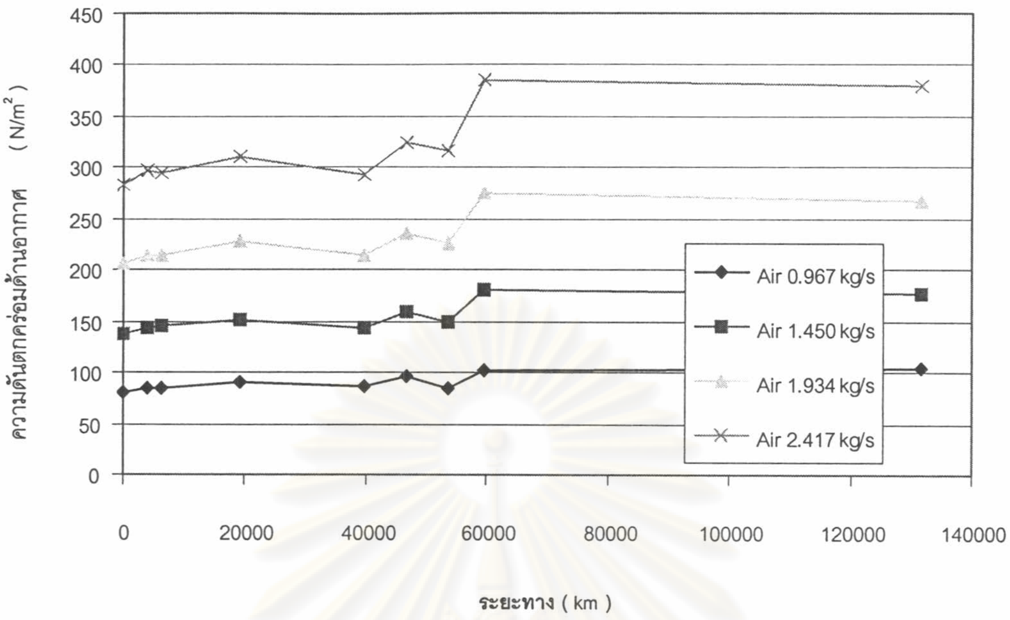
5.3.2 ผลการเปรียบเทียบระยะทางกับค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์ ที่สภาวะอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านหม้อน้ำรถยนต์ต่างๆ ไป 4 ค่า

พิจารณาจากรูปที่ 5 – 5 ถึง 5 – 8 ในรูปทั้ง 4 นั้นจะแสดงค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางการใช้งานซึ่งทุกรูปยังแสดงค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านต่างๆกัน 4 ค่า และแต่ละรูปยังมีค่าอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำผ่านต่างกันด้วย ซึ่งเมื่อพิจารณารูปแล้วจะเห็นได้ว่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์นั้นเมื่อระยะทางการใช้งานมากขึ้นค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศก็มีแนวโน้มมากขึ้น และเมื่อค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศมากขึ้นค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศก็มีค่ามากขึ้นโดยมีแนวโน้มเดียวกันทั้งหมดที่ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศทั้ง 4 ค่า ซึ่งแสดงว่าระยะทางการใช้งานของหม้อน้ำรถยนต์มีผลกระทบให้ค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เพิ่ม เช่น ที่อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ 2.417 kg/s ความดันตกคร่อมด้านอากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 30% เมื่อเทียบระหว่าง หม้อน้ำใหม่ กับ หม้อน้ำ 131850 km ในลำดับต่อไปเป็นการพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพของหม้อน้ำรถยนต์ตามอายุการใช้งานต่ออัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ

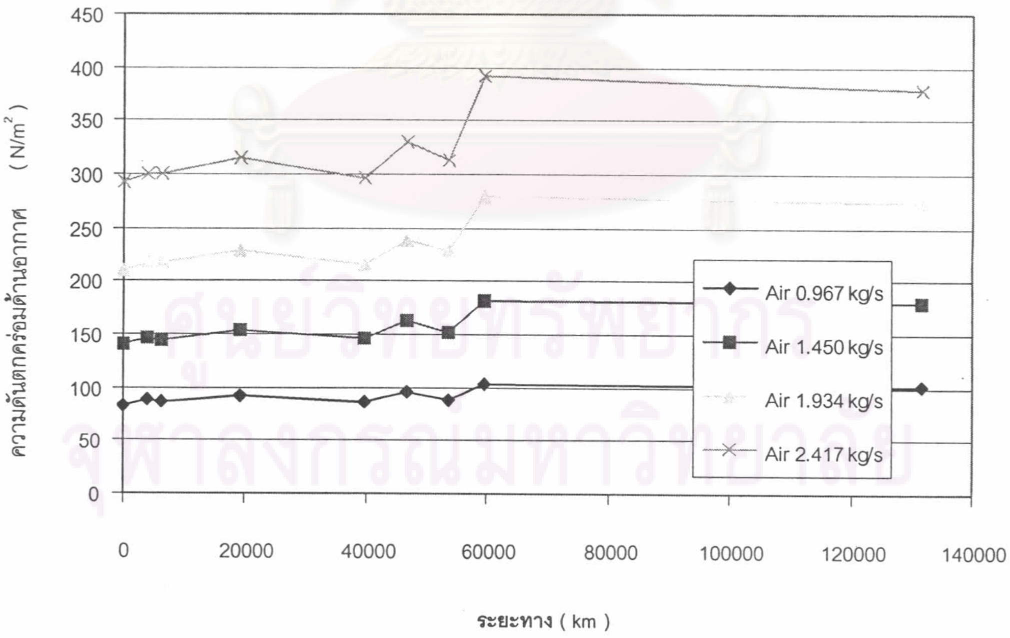


รูปที่ 5 - 5 ค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไป ของหม้อน้ำรถยนต์ที่อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 0.565 กิโลกรัมต่อวินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

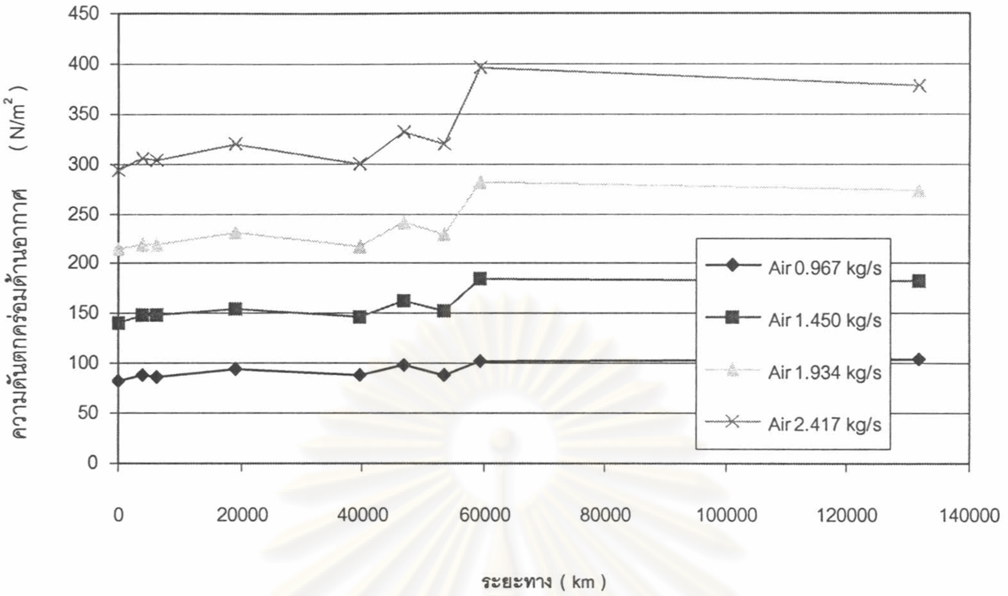


รูปที่ 5 – 6 ค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไปของหม้อน้ำรถยนต์ที่อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 0.970 กิโลกรัมต่อวินาที



รูปที่ 5 – 7 ค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไปของหม้อน้ำรถยนต์ที่อัตราไหลเชิงมวลของน้ำ 1.374 กิโลกรัมต่อวินาที

I21052013



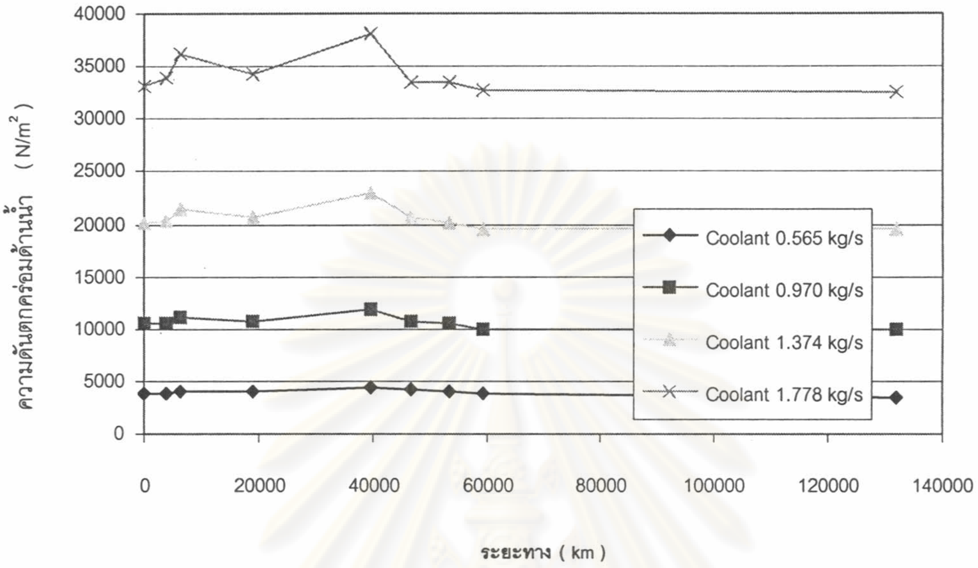
รูปที่ 5 – 8 ค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไปของหม้อน้ำรถยนต์ที่อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 1.778 กิโลกรัมต่อวินาที

5.3.3 ผลการเปรียบเทียบระยะทางกับค่าความดันตกคร่อมด้านน้ำของหม้อน้ำรถยนต์ ที่สภาวะอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำผ่านหม้อน้ำรถยนต์ต่างๆไป 4 ค่า

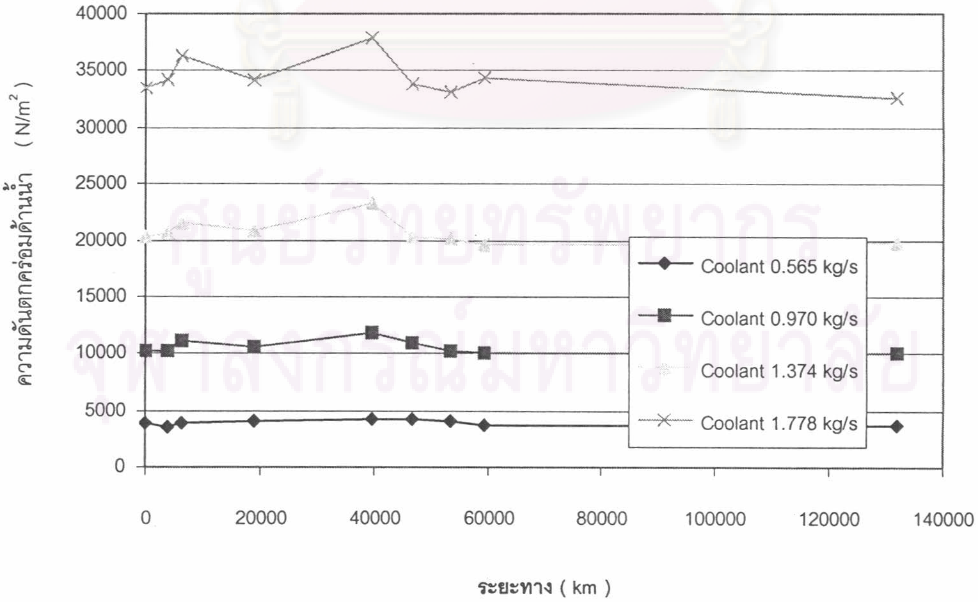
พิจารณาจากรูปที่ 5 - 9 ถึง 5 - 12 ในรูปทั้ง 4 นั้นจะแสดงถึงค่าความดันตกคร่อมด้านน้ำของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางการใช้งานหม้อน้ำรถยนต์ซึ่งทุกรูปยังแสดงค่าอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำต่างๆกัน 4 ค่า และแต่ละรูปยังมีค่ามวลอากาศไหลผ่านต่างกันด้วยซึ่งเมื่อพิจารณารูปแล้วจะเห็นได้ว่าในช่วงแรกนั้นค่าความดันตกคร่อมด้านน้ำนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ที่ระยะทาง 6263 กิโลเมตรการเพิ่มจะมีมากขึ้นแล้วค่อยๆลดลงที่ระยะทาง 19120 กิโลเมตรแล้วเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่ระยะทาง 39752 กิโลเมตรแต่ก็ลดลงกลับมาสู่ค่าใกล้เคียงกับหม้อน้ำรถยนต์ที่ใช้งานน้อยที่ระยะทาง 46816 กิโลเมตรแล้วลดลงจนเป็นระดับเดียวกับหม้อน้ำรถยนต์ที่ยังไม่ได้ใช้งานดังนั้นโดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าค่าความดันตกคร่อมด้านน้ำนั้นมีแนวโน้มคงที่แสดงว่าอายุการใช้งานไม่มีผลกระทบต่อค่าความดันตกคร่อมด้านน้ำของหม้อน้ำรถยนต์นั้นหมายถึงว่าภายในหลอดน้ำของหม้อน้ำรถยนต์นั้นมีสภาพค่อนข้างจะไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่าอายุการใช้งานจะเพิ่มขึ้นมีผลให้ไม่จำเป็นจะต้องพิจารณาเปลี่ยนแปลงขนาดของปั้มน้ำในรถยนต์ ในลำดับต่อไปเป็นการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เปรียบเทียบระหว่างค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศกับอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศที่การเปลี่ยนแปลงสภาพของหม้อน้ำรถยนต์ตามอายุการใช้งานของหม้อน้ำรถยนต์ต่างๆกัน

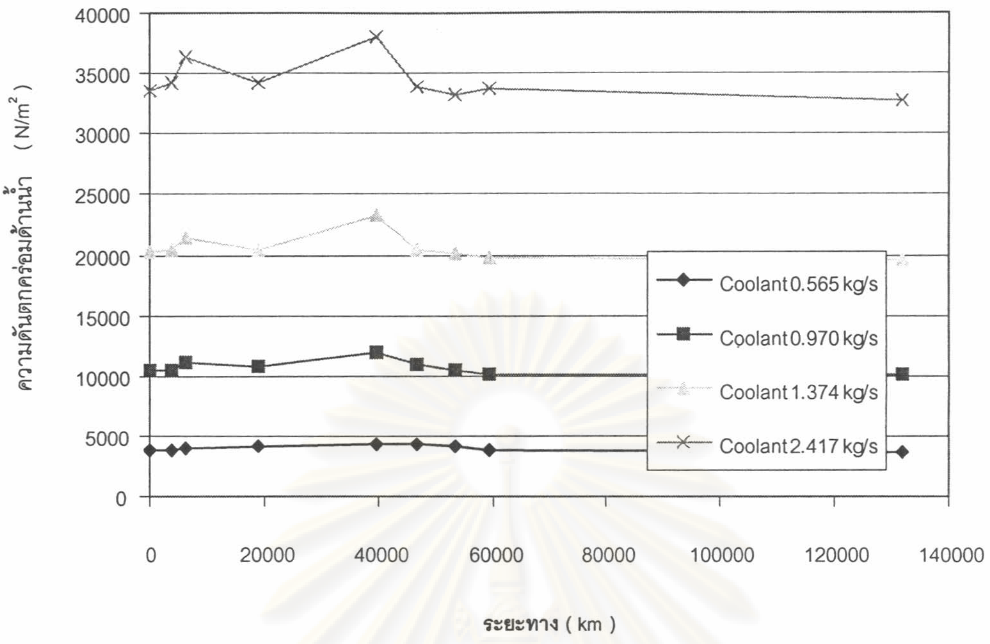


รูปที่ 5 – 9 ค่าความดันตกคร่อมด้านน้ำของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไปของหม้อน้ำรถยนต์ที่อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ 0.967 กิโลกรัมต่อวินาที

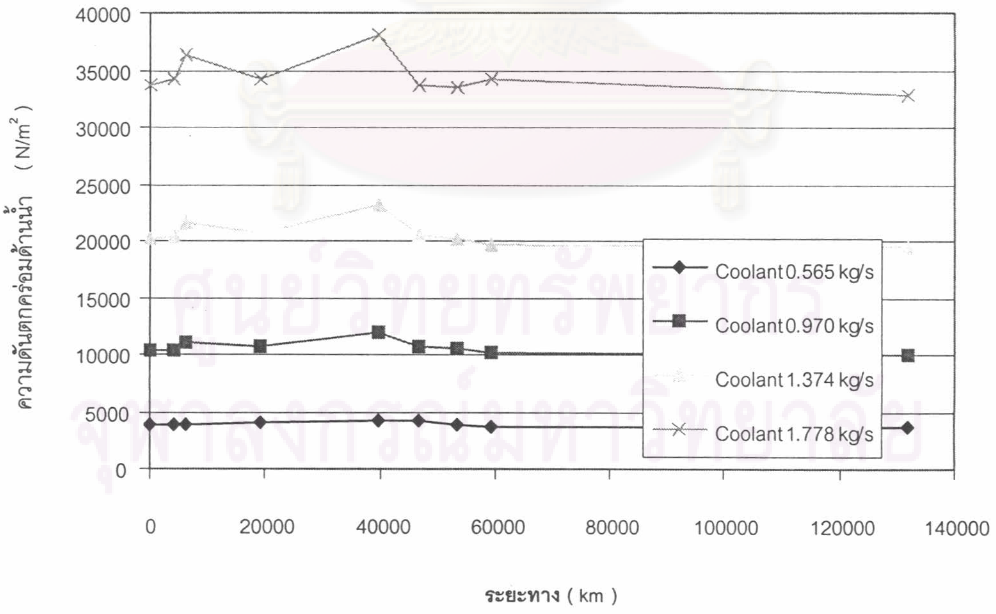


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5 – 10 ค่าความดันตกคร่อมด้านน้ำของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไปของหม้อน้ำรถยนต์ที่อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ 1.450 กิโลกรัมต่อวินาที



รูปที่ 5 – 11 ค่าความดันตกคร่อมด้านน้ำของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไปของหม้อน้ำรถยนต์ที่อัตราไหลเชิงมวลของอากาศ 1.934 กิโลกรัมต่อวินาที



รูปที่ 5 – 12 ค่าความดันตกคร่อมด้านน้ำของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับระยะทางที่ใช้ไปของหม้อน้ำรถยนต์ที่อัตราไหลเชิงมวลของอากาศ 2.417 กิโลกรัมต่อวินาที

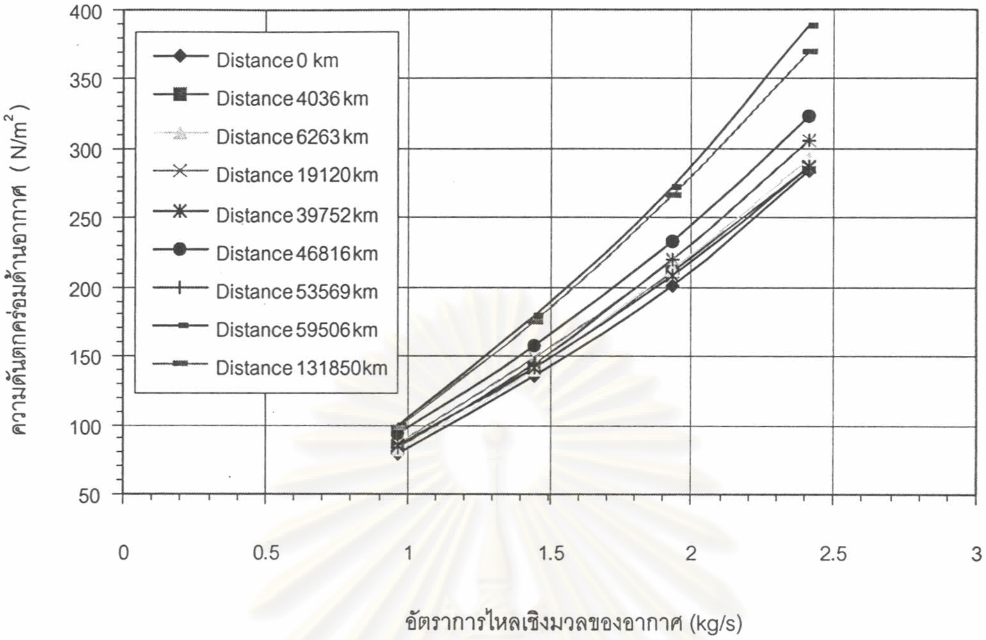
5.3.4 ผลการเปรียบเทียบอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านหม้อน้ำรถยนต์กับค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์ ที่ระยะทางการใช้งานหม้อน้ำรถยนต์ต่างๆ

พิจารณารูปที่ 5 - 13 ถึง 5 - 16 ในรูปทั้ง 4 นั้นจะแสดงค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านหม้อน้ำรถยนต์ซึ่งทุกรูปยังแสดงระยะทางการใช้งานหม้อน้ำรถยนต์ต่างๆกัน และแต่ละรูปยังมีค่าอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำผ่านต่างกันด้วยโดยจะเห็นว่าทั้ง 4 รูป นั้นมีรูปกราฟเหมือนกันเพราะว่าค่าอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำนั้นไม่มีผลกระทบต่อค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศเลย ซึ่งเมื่อพิจารณารูปแล้วจะเห็นได้ว่าค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์นั้นเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านหม้อน้ำรถยนต์เพิ่มขึ้น

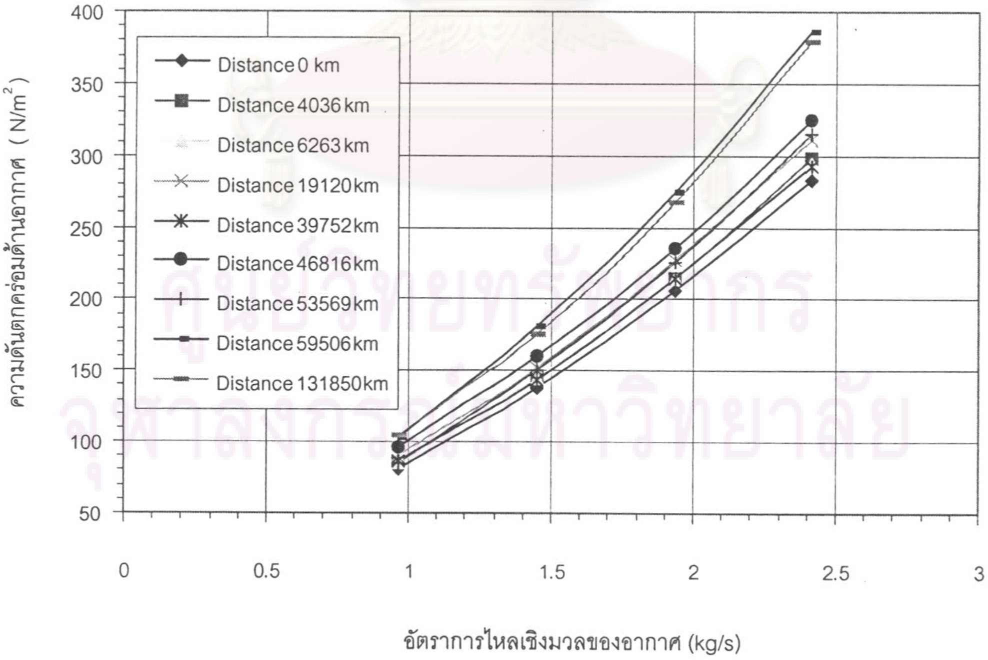
นอกจากนั้นยังจะเห็นแนวโน้มไปในทางที่เมื่อระยะทางการใช้งานหม้อน้ำรถยนต์เพิ่มขึ้นค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์ก็มักจะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ในการใช้งานหม้อน้ำรถยนต์จริงๆนั้นค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์น่าจะคงที่ ส่วนที่เปลี่ยนแปลงคืออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศไหลผ่านหม้อน้ำรถยนต์ลดลง ซึ่งถ้าดูจากรูปที่ 5 - 13 ถึง 5 - 16 จะเห็นว่าที่ค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศเท่ากันนั้นค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านหม้อน้ำรถยนต์ของหม้อน้ำรถยนต์ที่มีอายุมากกว่านั้นจะมีค่าน้อยกว่า เช่น ที่ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 0.565 kg/s ความดันตกคร่อมด้านอากาศ 250 N/m^2 อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านหม้อน้ำรถยนต์ที่ใช้งานระยะทาง 4036, 6263, 19120, 46816, 59506 km นั้นน้อยกว่าของหม้อน้ำรถยนต์ใหม่ประมาณ 2.22, 4, 5.33, 8.88, 19.11% ตามลำดับซึ่งจะทำให้ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของหม้อน้ำรถยนต์ลดลงเนื่องจากอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศลดลง ประมาณ 0.65, 1.21, 1.63, 2.79, 6.5% ตามลำดับ

ดังนั้นจากผลกระทบนี้ในการใช้งานจริงจึงส่งผลให้ต้องเพิ่มอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านหม้อน้ำรถยนต์ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้ในรถยนต์นั้นคือพัดลมระบายอากาศดังนั้นการที่จะเพิ่มอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศที่ไหลผ่านหม้อน้ำรถยนต์นั้นจึงหมายถึงการที่พิจารณาเพิ่มความสามารถหรือขนาดในการทำงานของพัดลมที่ติดตั้งอยู่ในรถยนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

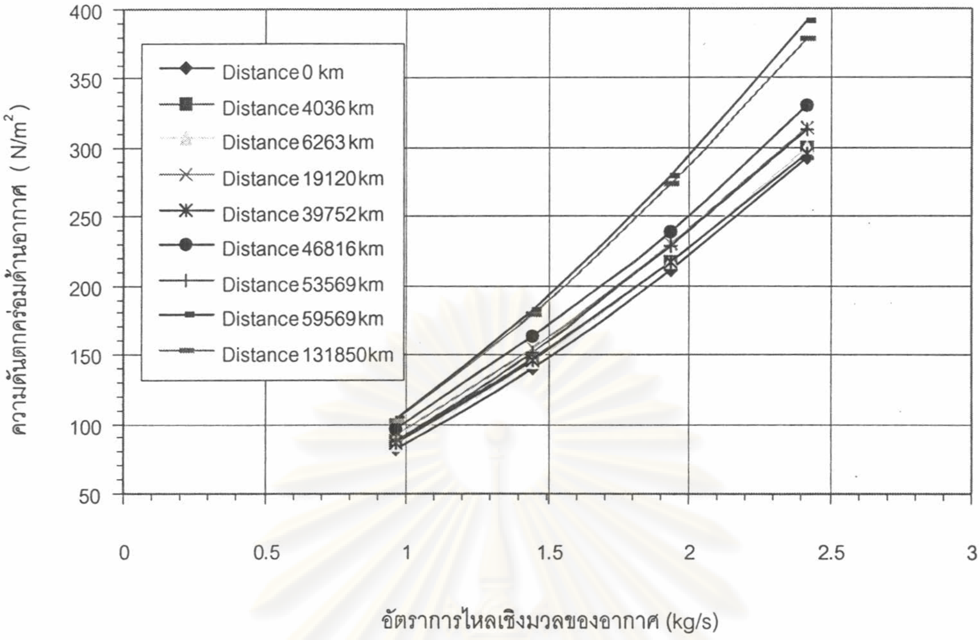


รูปที่ 5 – 13 ค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับอัตราอากาศไหลเชิงมวล ที่อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 0.565 กิโลกรัมต่อวินาที

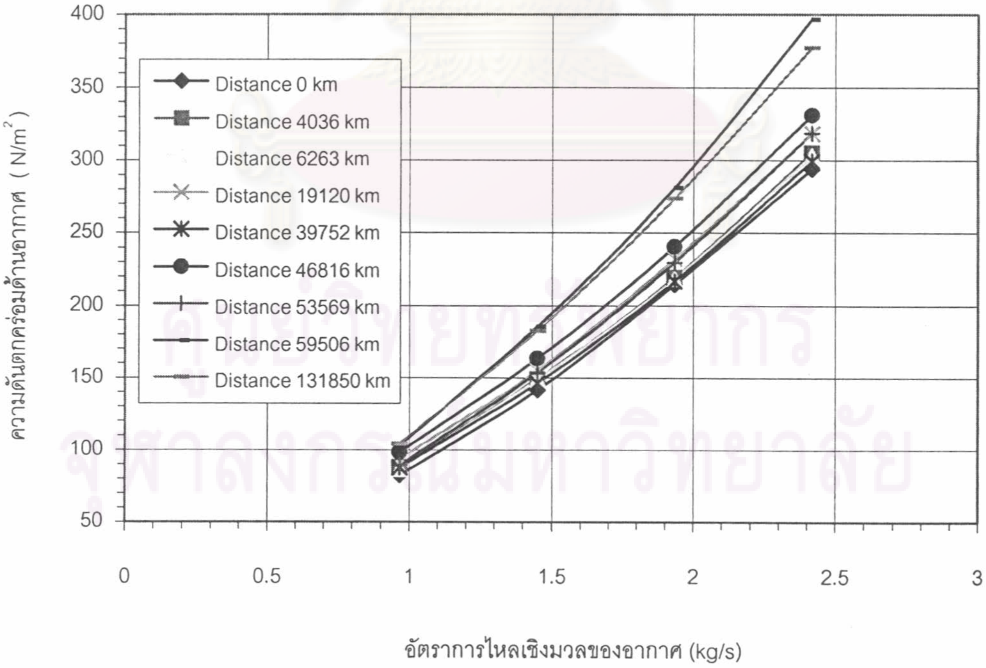


รูปที่ 5 – 14 ค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับอัตราอากาศไหลเชิงมวล ที่อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 0.970 กิโลกรัมต่อวินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 – 15 ค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับอัตราอากาศไหลเชิงมวล ที่อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 1.374 กิโลกรัมต่อวินาที



รูปที่ 5 – 16 ค่าความดันตกคร่อมด้านอากาศของหม้อน้ำรถยนต์เทียบกับอัตราอากาศไหลเชิงมวล ที่อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ 1.778 กิโลกรัมต่อวินาที