**บทที่ 4**

**ผลการวิจัย และวิเคราะห์ข้อมูล**

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาผลของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อความร้อนชนิดเทอร์โมไซฟอน ที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนชนิดเทอร์โมไซฟอนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 16,.21 และ 26 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยใช้น้ำและเอทานอล เป็นสารทำงาน อุณหภูมิทำงาน 100,.120,.140,.160,.180 และ 200 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบ

**4.1 ผลการศึกษาลักษณะการถ่ายเทความร้อนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน**

 จากการศึกษาผลของท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลภายในท่อ 16, 21 และ 26 มิลลิเมตรตามลำดับ ความหนาครีบ 1 มิลลิเมตร ความสูงของครีบ 5, 10 และ 15 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 100,.120, 140, 160, 180 และ 200 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำ และเอทานอลเป็นสารทำงาน แสดงได้ **ดังตารางที่ 4.1** และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์จะได้ **ดังรูปที่ 4.1**

**ตารางที่ 4.1** ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนใช้สารทำงาน น้ำ และ เอทานอล ความสูงของครีบ 5,

 10 และ 15 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 16, 21 และ 26 มิลลิเมตร

 ความหนาครีบ 1 มิลลิเมตร

|  |
| --- |
| **อัตราการถ่ายเทความร้อน q (W/m2)** |
| **ความสูงครีบ** | **อุณหภูมิ**  | **Di = 16 mm** | **Di = 21 mm** | **Di = 26 mm** |
| **Water** | **Ethanal** | **Water** | **Ethanal** | **Water** | **Ethanal** |
| 5 mm | 100 | 9.35 | 17.47 | 10.77 | 19.29 | 12.74 | 20.73 |
| 120 | 9.97 | 17.97 | 11.86 | 19.63 | 13.72 | 21.16 |
| 140 | 10.76 | 18.75 | 12.15 | 20.93 | 14.93 | 22.29 |
| 160 | 11.77 | 19.32 | 13.45 | 21.41 | 15.25 | 23.37 |
| 180 | 12.06 | 19.59 | 13.93 | 21.62 | 16.2 | 23.97 |
| 200 | 12.33 | 20.79 | 14.89 | 22.93 | 17.24 | 24.33 |
| 10 mm | 100 | 10.55 | 18.63 | 12.19 | 20.4 | 14.84 | 23.10 |
| 120 | 11.50 | 19.34 | 13.03 | 21.71 | 15.92 | 23.78 |
| 140 | 12.40 | 20.27 | 13.92 | 22.02 | 16.39 | 24.15 |
| 160 | 13.11 | 21.73 | 15.70 | 23.19 | 17.79 | 25.44 |
| 180 | 14.06 | 22.13 | 16.74 | 24.16 | 18.42 | 26.38 |
| 200 | 15.03 | 23.04 | 17.83 | 24.94 | 19.16 | 27.00 |
| 15 mm | 100 | 11.03 | 22.01 | 13.98 | 23.65 | 16.60 | 25.46 |
| 120 | 12.17 | 22.81 | 15.15 | 24.66 | 17.30 | 26.77 |
| 140 | 13.33 | 23.19 | 16.30 | 25.72 | 18.80 | 27.66 |
| 160 | 14.54 | 24.11 | 17.70 | 26.78 | 19.52 | 28.29 |
| 180 | 15.82 | 24.95 | 19.08 | 27.81 | 20.73 | 29.33 |
| 200 | 16.36 | 25.82 | 19.60 | 28.76 | 20.89 | 30.16 |

**หมายเหตุ** Di คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

จาก**รูปที่ 4.1** ผลของท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน เมื่อใช้สารทำงานน้ำและ เอทานอล อุณหภูมิทำงานที่ 100,.120,.140,.160,.180 และ 200 องศาเซลเซียส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อ 16,.21 และ 26 มิลลิเมตรตามลำดับ ความหนาครีบ 1 มิลลิเมตร ที่มีความสูงครีบ 5, 10 และ 15 มิลลิเมตร จากการทดสอบที่ใช้สารทำงานเอทานอลท่อที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 26 มิลลิเมตร และมีความสูงครีบ 15 มิลลิเมตร จะให้ค่าการถ่ายเทแล้วร้อนได้สูงกว่าท่อขนาด 21 และ 16 มิลลิเมตรตามลำดับ ให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ 30.16..วัตต์ต่อตารางเมตร กรณีใช้น้ำเป็นสารทำงานท่อที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 26 มิลลิเมตร และมีความสูงครีบ 15 มิลลิเมตร จะให้ค่าการถ่ายเทแล้วร้อนได้สูงกว่าท่อขนาด 21 และ 16 มิลลิเมตรตามลำดับ โดย ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงที่ 20.89 วัตต์ต่อตารางเมตร

 จากการศึกษาผลของท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลภายในท่อ 16, 21 และ 26 มิลลิเมตรตามลำดับ ความหนาครีบ 1.5 มิลลิเมตร ความสูงของครีบ 5,.10 และ 15..มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 100,.120,.140,.160,.180..และ 200..องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำและ เอทานอลเป็นสารทำงาน แสดงได้ **ดังตารางที่ 4.2** และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์จะได้ **ดังรูปที่ 4.2**

**ตารางที่ 4.2** ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนใช้สารทำงาน น้ำ และ เอทานอล ความสูงของครีบ 5,

 10 และ 15 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 16, 21 และ 26 มิลลิเมตร

 ความหนาครีบ 1.5 มิลลิเมตร

|  |
| --- |
| **อัตราการถ่ายเทความร้อน q (W/m2)** |
| **ความสูงครีบ** | **อุณหภูมิ**  | **Di = 16 mm** | **Di = 21 mm** | **Di = 26 mm** |
| **Water** | **Ethanal** | **Water** | **Ethanal** | **Water** | **Ethanal** |
| 5 mm | 100 | 7.19 | 14.37 | 8.67 | 15.69 | 10.62 | 17.48 |
| 120 | 8.03 | 15.41 | 9.81 | 16.76 | 11.33 | 18.1 |
| 140 | 8.77 | 15.94 | 10.75 | 17.57 | 12.09 | 19.53 |
| 160 | 9.39 | 16.33 | 11.19 | 17.77 | 12.79 | 19.87 |
| 180 | 10.25 | 17.29 | 11.57 | 18.83 | 13.13 | 20.64 |
| 200 | 11.16 | 17.57 | 12.11 | 18.92 | 13.69 | 21.05 |
| 10 mm | 100 | 8.81 | 15.14 | 10.36 | 17.74 | 12.41 | 19.45 |
| 120 | 8.97 | 16.42 | 10.78 | 18.2 | 13.24 | 20.59 |
| 140 | 9.06 | 16.39 | 11.23 | 18.78 | 13.68 | 21.31 |
| 160 | 10.21 | 17.56 | 12.67 | 19.32 | 14.21 | 21.66 |
| 180 | 11.35 | 18.25 | 13.49 | 19.51 | 15.12 | 22.37 |
| 200 | 11.77 | 19.08 | 14.32 | 20.02 | 16.14 | 23.17 |
| 15 mm | 100 | 8.89 | 15.98 | 11.03 | 17.55 | 12.79 | 19.10 |
| 120 | 9.53 | 17.67 | 11.87 | 18.98 | 13.87 | 20.57 |
| 140 | 9.89 | 18.34 | 12.48 | 19.59 | 14.92 | 21.16 |
| 160 | 10.59 | 18.82 | 13.29 | 19.99 | 15.56 | 22.65 |
| 180 | 11.85 | 19.62 | 14.30 | 20.67 | 16.47 | 23.03 |
| 200 | 12.58 | 20.59 | 15.23 | 21.78 | 16.84 | 24.49 |

**หมายเหตุ** Di คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

 จาก**รูปที่ 4.2** ผลของท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน เมื่อใช้สารทำงานน้ำและ เอทานอล อุณหภูมิทำงานที่ 100,.120,.140,.160,.180 และ 200 องศาเซลเซียส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อ 16,.21 และ 26 มิลลิเมตรตามลำดับ ความหนาครีบ 1 มิลลิเมตร ที่มีความสูงครีบ 5, 10 และ 15 มิลลิเมตร จากการทดสอบที่ใช้สารทำงานเอทานอลท่อที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 26 มิลลิเมตร และมีความสูงครีบ 15 มิลลิเมตร จะให้ค่าการถ่ายเทแล้วร้อนได้สูงกว่าท่อขนาด 21 และ 16 มิลลิเมตรตามลำดับ ให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ 24.49.วัตต์ต่อตารางเมตร กรณีใช้น้ำเป็นสารทำงานท่อที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 26 มิลลิเมตร และมีความสูงครีบ 15 มิลลิเมตร จะให้ค่าการถ่ายเทแล้วร้อนได้สูงกว่าท่อขนาด 21 และ 16 มิลลิเมตรตามลำดับ โดย ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงที่ 16.84 วัตต์ต่อตารางเมตร

 จากการศึกษาผลของท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลภายในท่อ 16, 21 และ 26 มิลลิเมตรตามลำดับ ความหนาครีบ 2 มิลลิเมตร ความสูงของครีบ 5,.10 และ 15 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 100, 120, 140, 160, 180 และ 200 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำ และเอทานอลเป็นสารทำงาน แสดงได้ **ดังตารางที่ 4.3** และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์จะได้ **ดังรูปที่ 4.3**

**ตารางที่ 4.3** ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนใช้สารทำงาน น้ำ และเอทานอล ความสูงของครีบ 5,

 10 และ 15 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 16, 21 และ 26 มิลลิเมตร

 ความหนาครีบ 2 มิลลิเมตร

|  |
| --- |
| **อัตราการถ่ายเทความร้อน q (W/m2)** |
| **ความสูงครีบ** | **อุณหภูมิ**  | **Di = 16 mm** | **Di = 21 mm** | **Di = 26 mm** |
| **Water** | **Ethanal** | **Water** | **Ethanal** | **Water** | **Ethanal** |
| 5 mm | 100 | 6.12 | 12.30 | 8.25 | 14.43 | 10.07 | 16.26 |
| 120 | 6.44 | 13.44 | 9.23 | 15.30 | 10.54 | 16.58 |
| 140 | 7.84 | 14.34 | 9.84 | 16.17 | 11.49 | 17.35 |
| 160 | 8.87 | 14.87 | 10.69 | 16.71 | 12.85 | 18.65 |
| 180 | 9.20 | 15.27 | 11.21 | 17.38 | 13.14 | 19.34 |
| 200 | 9.74 | 16.61 | 12.47 | 17.55 | 14.04 | 19.91 |
| 10 mm | 100 | 6.95 | 14.41 | 8.82 | 16.58 | 10.26 | 18.08 |
| 120 | 7.44 | 14.65 | 9.92 | 16.62 | 11.48 | 18.34 |
| 140 | 8.21 | 15.87 | 10.93 | 17.58 | 12.65 | 19.33 |
| 160 | 8.53 | 16.55 | 11.25 | 18.58 | 13.48 | 20.17 |
| 180 | 9.25 | 16.82 | 12.64 | 18.70 | 14.30 | 21.60 |
| 200 | 10.73 | 17.85 | 12.87 | 19.35 | 15.24 | 21.62 |
| 15 mm | 100 | 7.69 | 14.73 | 9.58 | 16.48 | 11.69 | 18.53 |
| 120 | 7.77 | 15.09 | 9.99 | 17.04 | 12.33 | 19.81 |
| 140 | 8.79 | 15.61 | 10.72 | 18.36 | 12.46 | 20.97 |
| 160 | 9.22 | 16.45 | 10.86 | 19.04 | 13.07 | 21.45 |
| 180 | 9.99 | 16.74 | 11.45 | 19.11 | 13.60 | 22.60 |
| 200 | 10.17 | 18.02 | 11.59 | 20.57 | 14.08 | 23.46 |

**หมายเหตุ** Di คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

จาก**รูปที่ 4.3** ผลของท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน เมื่อใช้สารทำงานน้ำและ เอทานอล อุณหภูมิทำงานที่ 100,.120,.140,.160,.180 และ 200 องศาเซลเซียส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อ 16,.21 และ 26 มิลลิเมตรตามลำดับ ความหนาครีบ 1 มิลลิเมตร ที่มีความสูงครีบ 5, 10 และ 15 มิลลิเมตร จากการทดสอบที่ใช้สารทำงานเอทานอลท่อที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 26 มิลลิเมตร และมีความสูงครีบ 15 มิลลิเมตร จะให้ค่าการถ่ายเทแล้วร้อนได้สูงกว่าท่อขนาด 21 และ 16 มิลลิเมตรตามลำดับ ให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ 23.46 วัตต์ต่อตารางเมตร กรณีใช้น้ำเป็นสารทำงานท่อที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 26 มิลลิเมตร และมีความสูงครีบ 15 มิลลิเมตร จะให้ค่าการถ่ายเทแล้วร้อนได้สูงกว่าท่อขนาด 21 และ 16 มิลลิเมตรตามลำดับ โดย ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงที่ 14.08 วัตต์ต่อตารางเมตร

**4.2 ค่าประสิทธิผลของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 16, 21 และ 26 มิลลิเมตร ตามลำดับ**

 1. ประสิทธิผลของท่อความร้อน ที่ใช้สารทำงานน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 16,.21 และ 26 มิลลิเมตร ความสูงครีบ 5,.10 และ 15 มิลลิเมตร ความหนาครีบ 1,.1.5 และ 2 มิลลิเมตร แสดงได้ **ดังรูปที่ 4.4**

 จาก**รูปที่ 4.4** พบว่าท่อที่มีความสูงครีบ 15 มิลลิเมตร ความหนาครีบ 1 มิลลิเมตร ให้ค่าประสิทธิผลสูงสุด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 26 มิลลิเมตร ที่ท่อเทอร์โมไซฟอนที่ติดครีบ มีค่าประสิทธิผลทางความร้อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากการติดครีบที่ผิวภายนอกท่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการรับความร้อนจึงทำให้มีการถ่ายเทความร้อนได้สูงขึ้น

 2. ประสิทธิผลของท่อความร้อน ที่ใช้สารทำงานเอทานอล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 16,.21 และ 26 มิลลิเมตร ความสูงครีบ 5,.10 และ 15 มิลลิเมตร ความหนาครีบ 1,.1.5 และ 2 มิลลิเมตร แสดงได้**ดังรูปที่ 4.5**

จาก**รูปที่ 4.5** พบว่าท่อที่มีความสูงครีบ 15 มิลลิเมตร ความหนาครีบ 1 มิลลิเมตร ให้ค่าประสิทธิผลสูงสุด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 26 มิลลิเมตร ที่ท่อเทอร์โมไซฟอนที่ติดครีบ มีค่าประสิทธิผลทางความร้อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากการติดครีบที่ผิวภายนอกท่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการรับความร้อนจึงทำให้มีการถ่ายเทความร้อนได้สูงขึ้น