บทที่2
น้ำและคุณสมบัติของน้ำ

น้ำมีส่วนประกอบของไฮโดรเจนและออกซิเจน [2] น้ำบริสุทธิ์มีสูตรทางเคมีว่า H_2O น้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตซึ่งจะขาดน้ำไม่ได้ กว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ในร่างกายของเราประกอบด้วยน้ำ น้ำจะถูกนำมาใช้ทั้งการบริโภคและอุปโภค รวมทั้งการทำน้ำร้อนเพื่อใช้ในอาคารด้วยก่อนจะนำน้ำเย็นไปเป็นน้ำร้อนควรรู้จักคุณสมบัติของน้ำก่อน ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังจะได้อธิบายต่อไป

2.1 คุณสมบัติของน้ำ

น้ำมีน้ำหนักและเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ซึ่งคุณสมบัตินี้มีความสำคัญต่อการออกแบบและติดตั้งระบบน้ำร้อน ขณะเดียวกันก็มีผลต่อการวางจุดปล่อยน้ำโดยอาศัยน้ำหนักของน้ำ รวมทั้งความสูงของจุดปล่อยน้ำและมีผลต่ออัตราการไหล

2.1.1 ความถ่วงจำเพาะของน้ำ

น้ำบริสุทธิ์เป็นสสารมาตรฐาน ซึ่งมีน้ำหนักและปริมาตรใช้เป็นตัวเปรียบเทียบของสสารชนิดอื่น ๆ ในการหาความถ่วงจำเพาะ ความถ่วงจำเพาะของน้ำเป็นอัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของสสารกับความหนาแน่นของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิ 4 °C ความถ่วงจำเพราะมาตรฐานของน้ำเท่ากับ 1 สสารที่มีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าน้ำลอย หากมีจำนวนมากกว่าน้ำจะจม

2.1.2 ความกดดันน้ำ

โดยธรรมชาติแล้วน้ำหนักของน้ำจะทำให้เกิดความกดดัน ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อผิวน้ำ สสารที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ เรียกว่า โมเลกุล ยึดเหนี่ยวกันอยู่ด้วยแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล (Cohesion) ในสภาพของเหลว แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีกำลังน้อยมากเมื่อเทียบกับของแข็ง เฉพาะอย่างยิ่งในโมเลกุลของน้ำ จึงสามารถไหลเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ แรงดึงดูดของโลกจะดึงให้น้ำลงสู่ตำแหน่งต่ำสุดขณะเดียวกันน้ำจะรักษาระดับและเข้าแทนที่ในภาชนะได้ทุกรูปทรง มีผิวอิสระขนานกับผิวโลก

2.1.3 ความกดดัน

หมายถึง แรงที่กระทำเป็นมวลของน้ำหนักน้ำ (kgf) ต่อหน่วยพื้นที่ (m^2) เพราะฉะนั้น ความกดดัน = แรง/พื้นที่

แรงกระทำจะวัดเป็น นิวตัน และ 1 กิโลนิวตัน (kN) = 1,000 นิวตัน (N)

น้ำ 1 ซม.^{3} ที่ 4 °C หนัก 1 กรัม

น้ำ 1 ม.^{3} เท่ากับ 100x100x100 ซม.^{3}

หรือ น้ำ 1 ม.^{3} เท่ากับ 1,000,000 ซม.^{3} หรือ 10^6 ซม.^{3}

ดังนั้น 1 ม.^{3} = 10^6 ซม.^{3} = 10^6 กรัม ขณะเดียวกัน 1 กก.= 1,000 กรัม

เพราะฉะนั้น น้ำ 1 ม.^{3} หนัก = 1,000 กรัม/1,000 กรัม/กก.= 1,000 กก.

และ 1 kg หมายถึง แรงที่เกิดจากมวล 1 กก. กรณีที่น้ำ 1 กก.เท่ากับ 9.8 นิวตัน

หน่วยความกดดันต่อหน่วยพื้นที่ (m^2) กำหนดให้ 9800 นิวตัน หรือ 9.8 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ดังนั้น น้ำ 1 ม.^{3} = 1,000 kgf x 9.8 N / 1 m^2

= 9800 N / m^2 หรือ = 9.8 kN / m^2

หากลำตั้งน้ำสูง 1 เมตร จะเรียกความสูงนี้ว่า เฮด (head) ซึ่งหาได้จาก

สูตรง่าย ๆ ดังนี้คือ ความกดดัน = เฮด (m) x 9.8 kN / m^2

2.1.4 การวัดความกดดันน้ำ

ความกดดันน้ำในระบบงานท่อสุขภัณฑ์สามารถจะวัดได้ด้วยBourdon gaugeเป็นอุปกรณ์ง่าย ๆ ประกอบด้วยท่อแบบโค้งเกือบเป็นวงกลมทำจาก phosphor – bronze tube ท่อจะขยายออกเมื่อมีความกดดันภายใน และจะผลักฟันเฟืองครึ่งวงกลม เพื่อขับแกนเฟืองที่ต่อยู่กับเข็ม บอกสเกลความกดดันหน้าปัทม์ของเกจจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนโดยมีตัวเลขกำกับบอกค่าความกดดันเป็น กิโลนิวตันต่อตารางเมตร (kN/m^2)

ทำนองเดียวกันเกจนี้อาจมีการแบ่งสเกลออกเป็น เฮดเมตรตรงกับกิโลนิวตันต่อตารางเมตร เรียกว่า altitude gauge จะใช้บอกเฮดน้ำในระบบทำความอุ่นจากส่วนจ่ายกลาง ถ้าหากเกิดการสูญเสียของน้ำจากระบบ เพราะการกลายเป็นไอหรือสาเหตุอื่น ๆ หรือบอลล์วาล์วจ่ายน้ำเสียหาย เฮดที่สูญเสียไป (loss of head) จะแสดงอยู่บนเกจวัด เกจวัดความกดดัน จะวัดความกดดันในระบบเป็นเฮดน้ำ โดยเริ่มวัดจากความกดดันบรรยากาศปกติ 100 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร (1 บาร์) บนผิวน้ำ ค่าที่วัดได้จะเป็นความดันเกจ

2.2 กระบวนการถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อน เป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับการประมาณหรือคาดคะเนพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทเคลื่อนย้ายระหว่างวัตถุ ซึ่งเป็นเหตุมาจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมินั้น การศึกษาการถ่ายเทความร้อนนั้นไม่เพียงเพื่อที่จะอธิบายว่า ความร้อนถ่ายเทเคลื่อนย้ายได้อย่างไร แต่ยังศึกษาคาดคะเนอัตราการถ่ายเทเคลื่อนย้ายของความร้อนที่เกิดขึ้นในสภาวะหนึ่งด้วย

2.2.1 กระบวนการถ่ายเทความร้อน

[3]กระบวนการถ่ายเทความร้อน เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายถ่ายเทแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนซึ่งอยู่ในขอบเขตของกฎข้อที่หนึ่ง และข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์ที่ว่า กฎข้อที่หนึ่ง พลังงานต่าง ๆ ไม่ถูกสร้างหรือถูกทำลายได้แต่สามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งของพลังงานไป

เป็นอีกรูปหนึ่งได้ และกฎข้อที่สองกล่าวว่า ไม่มีกระบวนการใด ๆ ที่จะเคลื่อนย้ายถ่ายเทพลังงานที่ต่ำกว่าไปสู่ที่ที่อุณหภูมิสูงกว่า วิทยาศาสตร์ทางการถ่ายเทความร้อนกล่าวถึงหลักการที่ว่าความร้อนจะเคลื่อนที่จากแหล่งที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งเป็นหลักการเดียวกัน และเป็นไปตามข้อกำหนดกฎเกณฑ์ของเทอร์โมไดนามิกส์ แต่วิทยาศาสตร์ทางการถ่ายเทความร้อนมิได้เป็นแขนงวิชาที่มาจากเทอร์โมไดนามิกส์ ข้อแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์ทั้งสองสาขานั้นคือ เทอร์โมไดนามิกส์ มีขอบเขตการศึกษาภายใต้สภาวะสมดุลของวัตถุซึ่งรวมถึงสภาวะสมดุลทางกลศาสตร์ ทางเคมี และทางความร้อน ดังนั้นการหาปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลงเคลื่อนย้ายจึงอยู่ในขีดจำกัดของการศึกษาความไม่สมดุลทางอุณหภูมิในกระบวนการถ่ายเทความร้อน นอกจากนั้นการศึกษาถึงปริมาณความร้อนที่เคลื่อนย้ายถ่ายเทจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ ไม่ได้คำนึงถึงวิธีการเคลื่อนย้ายถ่ายเทความร้อนและเวลาที่ใช้ไปในการถ่ายเทความร้อนของกระบวนการนั้น ๆ การศึกษาหาเวลาที่ไปในการถ่ายเทปริมาณความร้อนจำนวนหนึ่ง ไม่ได้อยู่ในขอบเขตการศึกษาเทอร์โมไดนามิกส์ แต่เป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญมากต่อการกำหนดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท และมีผลต่อการออกแบบเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องทำน้ำร้อนต่าง ๆ

2.2.2 วิธีการถ่ายเทความร้อน

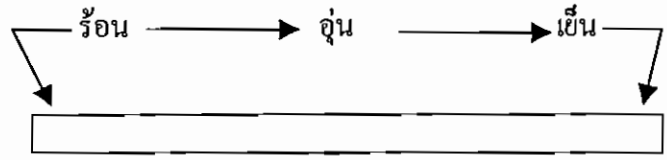
ความร้อนหรือพลังงานความร้อนจะเคลื่อนย้ายถ่ายเทได้ 3 วิธีการ

1. การนำ (Conduction)
2. การพา (Convection)
3. การแผ่กระจาย (Radiation)

ในระบบน้ำร้อน อุปกรณ์น้ำร้อนจะไม่มีการถ่ายเทความร้อนด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งเฉพาะแต่จะรวม ๆ กันหลายวิธี และจะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิปริมาณความร้อนที่ต้องการด้วย

2.2.2.1 การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ

เป็นกระบวนการที่ความร้อนเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าภายในตัวกลาง (ของแข็งของเหลวหรือก๊าซ) หรือวัตถุเดียวกัน หรือระหว่างตัวกลางที่แตกต่างกัน แต่อยู่สัมผัสหรือติดต่อกันโดยตรง การเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการนำพลังงานภายในวัตถุจะถ่ายเทหรือเคลื่อนย้ายด้วยการติดต่อจากโมเลกุลถึงโมเลกุล จากส่วนที่ร้อนที่สุดไปยังส่วนที่เย็นที่สุดและปราศจากการเคลื่อนย้ายของโมเลกุลของวัตถุนั้น ๆ เมื่อความร้อนเพิ่มขึ้น อัตราความเร็วของการเคลื่อนที่ก็เพิ่มขึ้นด้วย ในรูปที่ 3.1 แผ่นเหล็กถูกให้ความร้อนที่ปลายข้างหนึ่ง การสั่นสะเทือนของโมเลกุลจะเพิ่มขึ้น การสั่นสะเทือนนี้จะถูกส่งผ่านจากโมเลกุลหนึ่งไปถึงโมเลกุลหนึ่ง ตามความยาวของแผ่นเหล็กจนกระทั่งปลายตรงกันข้ามร้อน



รูปที่ 2.1 *การนำความร้อนผ่านแผ่นเหล็ก*

2.2.2.2 การถ่ายเทความร้อนโดยการพา

เป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวของวัตถุแข็งกับของเหลวหรือก๊าซ กระบวนการถ่ายเทความร้อนเป็นความแตกต่างของอุรหภูมิระหว่างวัตถุเพียงอย่างเดียวแต่มีองค์ประกอบอื่น ๆ อีกที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อกระบวนการถ่ายเทความร้อนโดยวิธีการนี้ก็ให้ผลเหมือนกับการถ่ายเทความร้อนโดยวิธีอื่น ๆ คือ มีการเคลื่อนย้ายพลังงานเกิดขึ้นและเคลื่นย้ายไปตามอุณหภูมิที่ลดต่ำลง (Temperature – gradient) การถ่ายเทความร้อนโดยการพาเป็นกระบวนการที่สำคัญมาก เพราะความร้อนจะถูกนำพาไปด้วยพลังงานสะสม และเคลื่อนย้ายด้วยวิธีการต่าง ๆ ปนกันไป การพาความร้อนจึงอาจแบ่งออกเป็นประเภทย่อยตามลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้คือ

(1) การพาความร้อนโดยธรรมชาติ (Natural or Free convection) และการพาความร้อนโดยการบังคับ (Forced convection)

(2) การพาความร้อนด้วยการเคลื่อนไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow convection) และการพาความร้อนด้วยการเคลื่อนไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow – convection)

(3) การพาความร้อนแบบสม่ำเสมอ (Steady convection) และการพาความร้อนแบบไม่สม่ำเสมอ (Unsteady convection)

(4) การพาความร้อนตามลักษณะสัณฐานภายนอก (Configuration)

(5) การพาความร้อนตามจำนวนมิติที่เกิดการถ่ายเทความร้อน (Dimension)

2.2.2.3 การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่นกระจาย

เป็นกระบวนการที่ความร้อนเคลื่อนจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยที่วัตถุนั้นอยู่ห่างกันและมแว่าระยะห่างนั้นจะเป็นบริเวรสูญญากาศก็ตาม การแผ่ความร้อนโดยทั่วไป หมายถึงกระบวนการถ่ายทอดหรือส่งพลังงานออกไปโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การกระจายของคลื่นแม่เหล็กที่เกิดจากผลต่างของอุณหภูมิ และทำให้พลังงานเคลื่อนย้ายเรียกว่า การแผ่นความร้อน (Thermal radiation) ซึ่งต่างกับการแผ่นกระจายของแสง (Light radiation) ที่ช่วงความยาวคลื่น (Wave length) ต่างกัน

2.3 การแบ่งประเภทของการถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อนโดยวิธีการต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วแต่ละวิธีของกระบวนการถ่ายเทความร้อนอาจจะแบ่งออกเป็นประเภทได้ตามสภาวะการถ่ายเทสัณฐานภายนอกของวัตถุและจำนวนมิติที่เกิดจากถ่ายเท

2.3.1 การถ่ายเทความร้อนในสภาวะสม่ำเสมอ (Steady states)

เป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่ออัตราการเคลื่อนไหลของความร้อนในระบบ หรือในกระบวนการไม่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลาที่เปลี่ยนไป เช่น เมื่อเวลาคงที่หรือเมื่อพิจารณาหาค่าการถ่ายเทความร้อนที่เวลาใดเวลาหนึ่ง อุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ จะคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2.3.2 การถ่ายเทความร้อนในสภาวะไม่สม่ำเสมอ

การถ่ายเทความร้อนในสภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบเปลี่ยนไปตามเวลาที่เปลี่ยนอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปแสดงให้เห็นถึงการเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในระบบ

2.3.3 การถ่ายเทความร้อนตามลักษณะสัณฐานภายนอก (Configuration)

การถ่ายเทความ ร้อนในลักษณะนี้ อาจเป็นไปตามรูปลักษณะทรงเรขาคณิตศาสตร์ เช่น การถ่ายเทความร้อนของวัตถุผนังแผ่นเรียบ รูปทรงกระบอก รูปท่อและรูปแผ่นขนานหรือเป็นตามลักษณะการวางของวัตถุ เช่น การถ่ายเทความร้อนในแนวดิ่งหรือแนวตั้งในแนวราบหรือแนวนอน และในแนวเอียงลาด เป็นต้น หรือเป็นไปตามลักษณะการไหลของเหลวหรือก๊าซไหลไปตามวัตถุแข็ง เช่น การถ่ายเทความร้อนในลักษณะการไหลผ่านภายในและการไหลผ่านภายนอก เป็นต้น

2.3.4 การถ่ายเทความร้อนตามจำนวนมิติการถ่ายเท (Number of Dimension)

การถ่ายความร้อนหนึ่งมิติ เช่น การนำความร้อนผ่านผสม เป็นต้น หรือมีทิศทางไปสองทางเป็นการถ่ายเทความร้อนมิติ เช่น การถ่ายเทความร้อนของท่อที่ฝังอยู่ใต้พื้นดิน หรือมีทิศทางเป็นการถ่ายเทความร้อนสามมิติ เช่น การถ่ายเทความร้อนจากท่อที่ยื่นออกจากตึก เป็นต้น

2.4 การไหลเวียนของระบบน้ำร้อน

ระบบจ่ายน้ำร้อนในอาคารจะมีกระบวนการถ่ายเทความร้อนทั้ง 3 ประเภท เกิดขึ้นตั้งแต่การนำ การพาที่หม้อต้มหรือเครื่องทำน้ำร้อน และการแผ่นความร้อนจากท่อ ดังนั้นสามารถป้องกันได้โดย**วิธีหุ้มฉนวน น้ำเมื่อได้รับอุณหภูมิขึ้นจะมีน้ำหนักลดลงจากพฤติกรรมธรรมชาติดังกล่าว สามารถจัดระบบท่อไหลเวียนระหว่างเครื่องทำน้ำร้อนและถังเก็บน้ำร้อนเป็นระบบได้ปกติน้ำร้อนจะเบากว่าและอยู่ด้านบนของน้ำเย็น มันจะไหลขึ้นสู่ด้านบนไปตามท่อออกจากเครื่องทำน้ำร้อนสู่ถังเก็บน้ำร้อน และน้ำที่เย็นกว่าก็จะไหลเวียนลงสู่ส่วนล่างของถังเก็บน้ำ การจัดระบบน้ำร้อนสำหรับอาคารอาจเลือกใช้วิธีการไหลเวียน (Circulation) ของน้ำในระบบเช่นนี้ได้ โดยไม่ต้องใช้แรงจากเครื่องสูบแต่อย่างใด**

2.5 ความร้อนและปริมาณความร้อน

ความร้อนเป็นรูปพลังงานหนึ่ง พลังงานหมายถึง ความสามารถในการทำงานจำนวนหนึ่ง การต้มน้ำให้ร้อนเป็นการท้างานหรือไม่ พลังงานที่ต้องการอาจอยู่ในรูปของงานและความร้อนได้ทั้งนั้น พลังงานส่วนใหญ่จะได้จากการเร่งโมเลกุลในวัตถุ และทำให้โมเลกุลบางส่วนเกิดความสั่นสะเทือนจะมีพลังงานความร้อนเกิดขึ้น หาดเพิ่มอัตราความสั่นสะเทือนของโมเลกุลมาก ๆ เข้าของแข็งจะกลายเป็นของเหลว หรือกายเป็นก๊าซได้เช่น น้ำแข็งเมื่อให้ความร้อน โมเลกุลจะสั่นและหลอมละลายในที่สุด หากให้ความร้อนแก่น้ำมาก ๆ โมเลกุลจะสั่นเพิ่มขึ้นแล้วในที่สุดจะเดือด และกลายเป็นไอ อุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์

2.6 ปริมาณความร้อน

สสารเมื่อรับอุณหภูมิจะมีความร้อนเกิดขึ้นจำนวนหนึ่ง จำนวนหรือปริมาณความร้อนในสสารจะวัดเป็นจูล (Joules, J) ในระบบเมตริก หน่วยความร้อน หมายถึง จำนวนของความร้อนที่ทำให้มวลของน้ำ 1 หน่วย มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ส่วนระบบอังกฤษมีปริมาณความร้อน 1 Btu หมายถึง น้ำ 1 lb มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 $^{\circ}$F

ในระบบเมตริก ปริมาณความร้อนวัดเป็นแคลอรี่

แคลอรี่ = น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส หรือ 1000

มิลลิกรัม ต่อ 1° C

ดังนั้นปริมาณความร้อน (แคลอรี่) = 100 g. x 1° C

= 1000 Cal

หรือ 1 กิโลแคลอรี่ (Kcal) หมายถึง ปริมาณความร้อนนี้ทำให้น้ำมวล 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1° C

ในระบบเอสไอ. ปริมาณความร้อน 1 Cal เท่ากับ 4.186 J

ปริมาณความร้อนต้องการให้น้ำ 1 ลิตร มีอุณหภูมิ 1° C

= 4.186 J x 1000 g x 1° C

= 4186 J หรือ 4.186 kJ

เมื่อ 4.186 kJ ทำให้น้ำ 1 ลิตร อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 100° C

ปริมาณความร้อนที่ต้องการ (kJ)

$$Q = M.C\Delta T$$

$$= 4.816 \times M \times (t_1 - t_2)$$

M = มวลของน้ำที่ให้ความร้อน kg.

t_1 = อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำร้อน $^{\circ}$C

t_2 = อุณหภูมิเริ่มต้นก่อนทำให้ร้อน $^{\circ}C$

ในทางกลับกัน สามารถหาปริมาณความร้อนที่ลดลงเนื่องจากถูกทำให้เย็นลงได้

ดังนั้น พลังงานความร้อนที่ลดลง กิโลจูล

$$= 4.816 \times M \times (t_1 - t_2)$$

เมื่อ M = มวลของน้ำที่ให้ความร้อน kg.

t_1 = อุณหภูมิน้ำร้อน $^{\circ}C$

t_2 = อุณหภูมิของน้ำ หลังจากถูกหล่อเย็น $^{\circ}C$

2.7 ความร้อนจำเพาะ (Specific heat)

หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้มวลสาร 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1$^{\circ}C$ หน่วยความร้อนจำเพาะของน้ำจะเป็น 4.186 kj/kg $^{\circ}C$

ดังนั้น ความร้อนจำเพาะ = มวล X ค่าความร้อนจำเพาะของมวลสาร X ผลต่างอุณหภูมิ

$$Q = M.C \Delta T$$

ตารางที่ 2.1 ค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุในงานท่อสุขภัณฑ์บางชนิด ($^{\circ}C$)

วัสดุ	Btu/1b$^{\circ}F$	KJ/kg$^{\circ}C$
น้ำ	1.00	4.186
อะลูมิเนียม	0.212	0.887
เหล็กหล่อ	0.13	0.544
เหล็กกล้าละมุน	0.12	0.502
สังกะสี	0.095	0.397
ทองแดง	0.092	0.385
ดีบุก	0.056	0.234
ตะกั่ว	0.03	0.125
ปรอท	0.03	0.125
อากาศ	0.25	0.046

จากตารางที่2.1แสดงค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุ เราทำการเลือกสังกะสีเป็นวัสดุที่ใช้ในการทำแผงรับแสงอาทิตย์เนื่องจากมีราคาที่ถูกกว่าและทนกว่าอะลูมิเนียม ขึ้นรูปยึดติดกับท่อทองแดงได้ดีกว่าเหล็ก

2.8 หลักการไหลเวียนของน้ำร้อน

ขณะที่น้ำในภาชนะได้รับความร้อนจากแหล่งใดแหล่งหนึ่งจะเกิดการไหลเวียนของน้ำขึ้นเองโดยธรรมชาติ การไหลเวียนเกิดจากความแตกต่างของน้ำหนักน้ำ น้ำร้อนจะไหลขึ้นสู่ข้างบน ส่วนน้ำเย็นกว่าจะไหลลงสู่ด้านล่าง การไหลเวียนเช่นนี้เกิดต่อเนื่องตลอดไป

2.8.1 หลักการไหลเวียน

น้ำประกอบขึ้นจากอนุภาคเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่า โมเลกุล เมื่อน้ำได้รับความร้อน โมเลกุลจะขยายตัว (เพิ่มขนาดโมเลกุลขึ้น) และเกิดการเคลื่อนที่สลับไปมา การเคลื่อนที่นี้เรียกว่า การไหลเวียน (Circulation) หรือการพา สาเหตุเกิดจากความแตกต่างระหว่างน้ำหนักของน้ำร้อนและน้ำเย็น

ถ้าบรรจุน้ำลงในภาชนะแล้วให้อุณหภูมิแตกต่างกันพร้อมกับวางลงบนตาชั่ง น้ำ 28.32 ลิตร (1 ลบ.ฟุต) อุณหภูมิ 15.6 $^{\circ}$ C มีน้ำหนักต่างกัน 1.22 กิโลกรัม (2.7 ปอนด์) จะหนักกว่าและยกให้น้ำอุณหภูมิ 100° C ลอยขึ้น ด้วยเหตุนี้เองจะเกิดการไหลเวียนระหว่างเครื่องทำน้ำร้อนและถังเก็บน้ำร้อนในระบบน้ำร้อน การไหลเวียนของน้ำร้อน เมื่อให้ความร้อนจะขยายตัวบนด้านร้อนของลูป (loop) ซึ่งมีน้ำหนักเบากว่าด้านเย็นของลูปเป็นเหตุให้น้ำเย็นจมลง หากอุณหภูมิแตกต่างกันเล็กน้อยเพียง 7 องศา เท่านั้นน้ำก็จะเกิดการไหลเวียนและความแตกต่างมากกว่านี้ การไหลเวียนหรือไหลวนจะเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก แสดงให้เห็นการไหลเวียนของน้ำไปสู่ตัวรับความร้อน น้ำจะไหลขึ้นจากเครื่องทำน้ำร้อน เมื่อให้ความร้อนและจะไหลต่ำลงสู่เครื่องทำน้ำร้อนอีกครั้งหนึ่งหลังจากเริ่มเย็นในตัวแผ่กระจายความร้อน (radiation)

เมื่อต่อระบบเข้าด้วยกัน ท่อที่ใช้ลำเลียงน้ำร้อนจากเครื่องทำน้ำร้อนไปยังถังเก็บน้ำร้อน เรียกว่าท่อไหลเวียน (Circulating pipe) ท่อด้านบนหรือด้านร้อน เรียกว่าท่อจ่ายน้ำร้อน (flow pipe) และด้านล่างหรือด้านเย็นกว่า เรียกว่า ท่อไหลเวียนกลับ (Return pipe) ในระบบน้ำร้อนท่อทองเหลืองและท่อทองแดงจะให้ประสิทธิภาพผลดีที่สุด หากเลือกใช้เนื่องจากไม่มีการกัดกร่อน

2.8.2 กฎธรรมชาติของการไหลเวียน

การไหลเวียนของน้ำร้อนในระบบจะเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ และมีข้อสังเกตดังนี้คือ

1.น้ำร้อนจะเบากว่าน้ำเย็น และมีพฤติกรรมโน้มเอียงในการลอยขึ้น ดังนั้นท่อที่ประกอบเข้ากับระบบจะต้องต่อขึ้นจากเครื่องทำน้ำร้อนไปยังถังเก็บน้ำร้อน น้ำเย็นจะหนักกว่าและจมอยู่ส่วนล่างของถัง ดังนั้นมันจะออกแรงดันน้ำกลับเข้าเครื่องทำน้ำร้อนอีกครั้งหนึ่ง

2.อากาศจะถูกขับออกจากน้ำเมื่อน้ำร้อนขึ้น หากถูกกักเก็บอยู่ในท่อ เมื่อเปิดใช้น้ำร้อนจะมีเสียงดัง และการไหลเวียนในระบบอาจหยุดชะงักลง เพื่อให้การติดตั้งอย่างเหมาะสม จะต้องมีก็อกปล่อยระบายอากาศออก และต้องพิจารณาข้อกำหนดดังนี้คือ

- ท่อไหลเวียนจะต้องสั้น

- ท่อทั้งหมดในระบบจะต้องตรงที่สุด
- ต้องมีจุดต่อน้อยที่สุด
- ต้องระมัดระวังในการกรอท่อหลังการตัด
- ขนาดท่อที่ใช้จะต้องเท่ากับปากทางออกบนเครื่องทำน้ำร้อน

การติดตั้งวาล์วใด ๆ เข้ากับท่อไหลเวียนเป็นอันตรายอย่างยิ่ง เพราะอาจ เผลอปิดวาล์วเป็นเหตุให้เกิดการระเบิด อุปกรณ์ทำความร้อนทุกชนิดจะต้องมีวาล์วนิรภัยติดตั้งอยู่กับถังเก็บน้ำร้อน หรือเครื่องทำน้ำร้อน เพื่อป้องกันการขยายตัวของน้ำหรือไอน้ำ

2.8.3 การไหลเวียนของน้ำในท่อ

การไหลเวียนของน้ำร้อนในระบบท่อ แบ่งออกได้ 2 ลักษณะ คือ

1) การไหลเวียนกลับเพราะความกดดันหรือเฮด ความกดดันของน้ำที่ก่อให้เกิดการไหลเวียน สาเหตุจากความแตกต่างความหนาแน่นระหว่างท่อน้ำไหลขึ้นและท่อไหลกลับในแนวดิ่ง สมมุติให้อุณหภูมิน้ำในท่อไหลขึ้น 71° C และน้ำไหลกลับ 49° C ความกดดันไหลกลับเกิดขึ้นจากความแตกต่างของความหนาแน่นน้ำระหว่างท่อน้ำทั้งสอง

2) การไหลกลับเพราะท่ออยู่ต่ำ (Dip in return pipe) เกิดการไหลกลับเพราะความกดดันกลับ (back – pressure) ซึ่งความหมายเดียวแต่ถ้าท่อนี้อยู่ไม่ต่ำกว่า 1/6 ของความสูงท่อไหลเวียนไม่จำเป็นใช้งานได้