ระบบระบายความร้อน

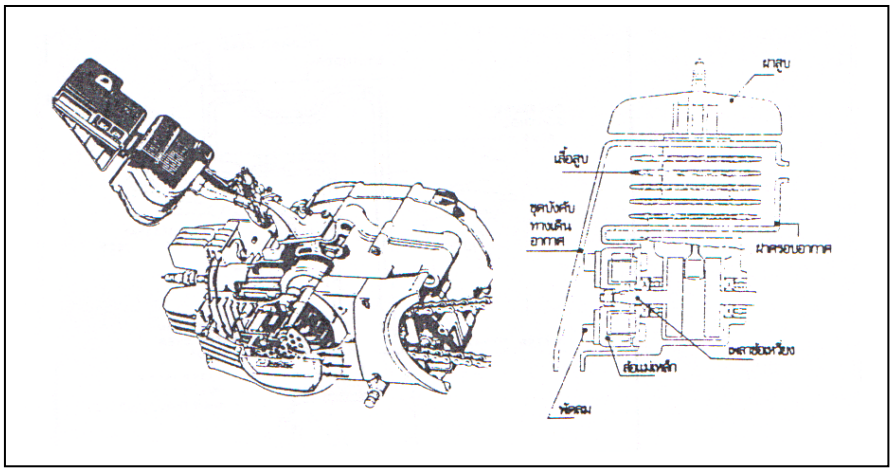
(Cooling system)

ระบบระบายความร้อน ทำหน้าที่ระบายความร้อน ที่เกิดจากการเผาไหม้ส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบ แบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooling system)
2. ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water cooling system)

ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooling system)

เครื่องยนต์เล็กที่ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศจะมีข้อสังเกตได้ง่ายๆ คือ ฝาสูบ และ เสื้อสูบจะทำเป็นครีบ โดยครีบนี้จะเป็นตัวเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อนช่วยให้การระบายความร้อนเป็นไปได้ด้วยความรวดเร็ว และเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้ฝาสูบและเสื้อสูบอีกด้วย ตามปกติ ฝาสูบจะทำมาจากอลูมิเนียมแอลลอย ซึ่งสามารถนำความร้อนได้ดีส่วนเสื้อสูบมีการสร้างโดยใช้วัสดุอยู่ 2 ชนิด คือเสื้อสูบที่ทำมาจากอลูมิเนียมแอลลอยใช้กับเครื่องยนต์ที่มีกำลังอัดภายในกระบอกสูบไม่มากนัก และเสื้อสูบที่ทำมาจากเหล็กหล่อเป็นแบบที่ต้องการความแข็งแรงมากกว่าเสื้อสูบชนิดแรก แต่การระบายความร้อนจะด้อยกว่าเสื้อสูบที่ทำมาจากอลูมิเนียมแอลลอย การระบายความร้อนด้วยอากาศเป็นแบบที่นิยมใช้กับเครื่องยนต์เล็กแกสโซลีนมากที่สุด คือการระบายความร้อนด้วยอากาศแบบ Forced-draft system



รูปที่ 1 แสดงการทำงานของระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ แบบ Forced draft system

การทำงานจะใช้พัดลมซึ่งติดอยู่กับล้อช่วยแรง หรือ ออกแบบให้ล้อช่วยแรงมีครีบแทนการใช้พัดลม ในขณะที่เครื่องยนต์กำลังทำงาน พัดลมหรือครีบบนล้อช่วยแรงจะหมุนดูดอากาศผ่านเข้าครอบพัดลม และส่งอากาศเข้าระบายความร้อนออกจากครีบระบายความร้อนบนฝาสูบและเสื้อสูบ โดยอากาศจะถูกบังคับให้ไหลได้ทางเดียว คือ อากาศที่ถูกดูดเข้าครอบพัดลมแล้วก็จะไหลเข้าครอบฝาสูบและครอบเสื้อสูบและพาความร้อนออกไปจากฝาสูบและเสื้อสูบ การระบายความร้อนด้วยวิธีนี้จะมีข้อดี คือ สามารถระบายความร้อนออกจากเครื่องยนต์ได้ดี ถึงแม้ว่าจะติดเครื่องยนต์อยู่กับที่ก็ตาม ซึ่งเมื่อเครื่องยนต์เดินเบาพัดลมหรือครีบบนล้อช่วยแรง

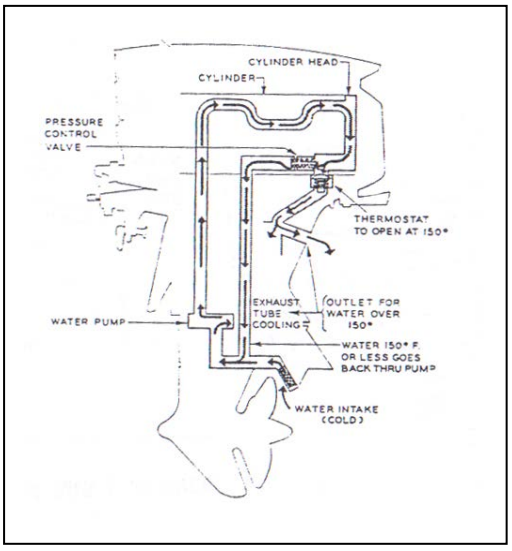
จะดูดอากาศเข้าระบายความร้อนได้น้อย และเมื่อเร่งเครื่องพัดลมหรือครีบบนล้อช่วยแรงก็จะดูดอากาศได้มากขึ้น จึง

ทำให้การระบายความร้อนมีประสิทธิภาพ ทั้งขณะเดินเบาและขณะเร่ง ส่วนข้อเสียก็คือ จะกินแรงเครื่องยนต์ ซึ่งก็หมายความว่าจะสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงไปบ้างนั่นเอง เพราะการที่พัดลมหรือครีบบนล้อช่วยแรงจะหมุนดูดอากาศได้นั้น จะต้องดึงกำลังจากเครื่องยนต์มาส่วนหนึ่ง เพื่อใช้เป็นกำลังในการหมุนพัดลมหรือทำให้ครีบบนล้อช่วยแรงหมุนดูดอากาศเข้าระบายความร้อนออกจากเครื่องบยต์

ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water cooling system)

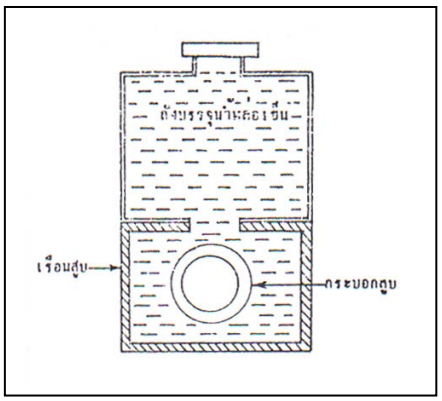
เครื่องยนต์เล็กที่ใช้ระบบระบายความร้อนด้วนน้ำ ได้แก่ เครื่องยนต์เล็กดีเซล เนื่องจากว่าเครื่องยนต์เล็กดีเซลต้องทำฝาสูบและเสื้อสูบจากเหล็กหล่อ เพื่อให้สามารถทนต่อแรงอัดภายในกระบอกสูบได้ แต่เหล็กหล่อมีการระบายความร้อนได้ไม่ดีเท่ากับอลูมิเนียมแอลลอยที่ใช้ทำฝาสูบและเสื้อสูบของเครื่องยนต์เล็กแกสโซลีน จึงต้องใช้การระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำนี้สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบเปิด ใช้กับเครื่องยนต์เล็กที่ทำงานอยู่ใกล้แหล่งน้ำ การทำงานคือดูดน้ำจากภายนอกเครื่องยนต์เข้าระบายความร้อนออกจากเครื่องยนต์แล้วปล่อยน้ำที่ระบายความร้อนแล้วทิ้งไป น้ำภายในเครื่องยนต์อาจจะไหลเวียนกลับมาใช้อีกเป็นบางส่วน เพื่อรักษาอุณหภมิของเครื่องยนต์ไม่ให้ต่ำเกินไป และปั๊มจะดูดน้ำใหม่เข้ามาชดเชยในระบบระบายความร้อนแล้วปล่อยทิ้งไปบางส่วนตลอดเวลา เช่น เครื่องเรือ เป็นต้น



รูปที่ 2 ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบเปิด ในภาพเป็นเครื่องยนต์เรือ (Out-board motor)

2. ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบปิด ใช้กับเครื่องยนต์เล็กที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำเพราะไม่สะดวกที่จะดูดน้ำใหม่จากภายนอกเข้าระบายความร้อนแล้วทิ้งไปเหมือนแบบแรก แต่จะใช้น้ำจำนวนจำกัดหมุนเวียนระบายความร้อนภายในเครื่องยนต์ ฉะนั้นเครื่องยนต์ประเภทนี้จึงต้องมีที่สำหรับเก็บกักน้ำไว้ใช้ภายในเครื่องยนต์ มี 2 แบบ คือ แบบอ่างน้ำ และ แบบใช้หม้อน้ำรังผึ้ง

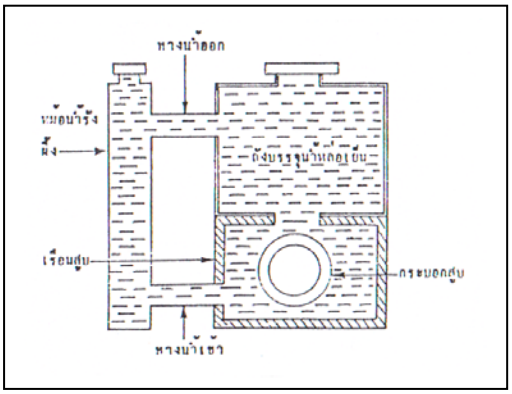


1. แบบอ่างน้ำ มีใช้กับเครื่องยนต์เล็กดีเซลรุ่นเก่า จะมีอ่างน้ำอยู่เหนือเสื้อสูบและฝาสูบซึ่งจะมีทางเชื่อมโยงถึงกันได้ แบบนี้มีการทำงานโดยอาศัยหลักที่ว่า น้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะเบากว่าน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน ความร้อนจากการจุดระเบิดจะถ่ายเทให้กับน้ำรอบๆ กระบอกสูบและฝา

สูบ เมื่อน้ำรอบๆ กระบอกสูบและฝาสูบมีอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะลอยขึ้น ส่วนน้ำที่อยู่ในอ่างน้ำด้านบนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและหนักกว่าจะไหลลงมาแทนที่ หมุนเวียนกันเองโดยธรรมชาติ

รูปที่ 3 ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบอ่างน้ำ

2. แบบใช้หม้อน้ำรังผึ้ง แบบนี้เป็นแบบที่นิยมกันมากในปัจจุบัน เพราะประสิทธิภาพในการระบายความร้อนดีกว่าแบบอ่างน้ำ โดยให้น้ำที่ได้รับความร้อนจากกระบอกสูบลอยตัวขึ้นแล้วไหลเข้าหม้อน้ำรังผึ้ง เมื่อมีอากาศไหลผ่านหม้อน้ำรังผึ้งก็จะช่วยพาความร้อนออกไปจากน้ำทำให้อุณหภูมิของน้ำลดลงได้รวดเร็วขึ้น จากนั้นน้ำก็จะไหลเข้าระบายความร้อนจากกระบอกสูบต่อไปโดยจะมีใบพัดลมช่วยดูดอากาศผ่านหม้อน้ำรังผึ้ง เพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากน้ำขณะไหลผ่านหม้อน้ำรังผึ้งด้วย สำหรับเครื่องยนต์เล็กทั่วๆ ไปยังคงใช้หลักการหมุนเวียนน้ำตามธรรมชาติอยู่เช่นเดิม แต่สำหรับเครื่องยนต์ที่ทำงานหนักและความเร็วรอบสูงๆ จึงจะมีการติดตั้งปั๊มน้ำเพื่อช่วยในการไหลเวียนของน้ำให้รวดเร็วขึ้น

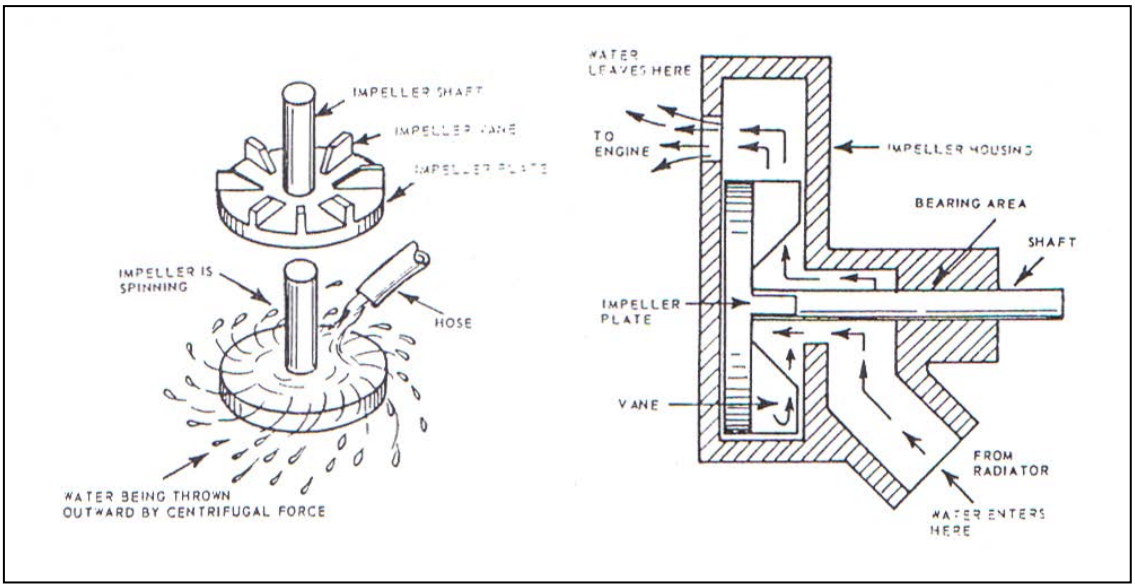


รูปที่ 4 ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบใช้หม้อน้ำรังผึ้ง

ปั๊มน้ำหล่อเย็น

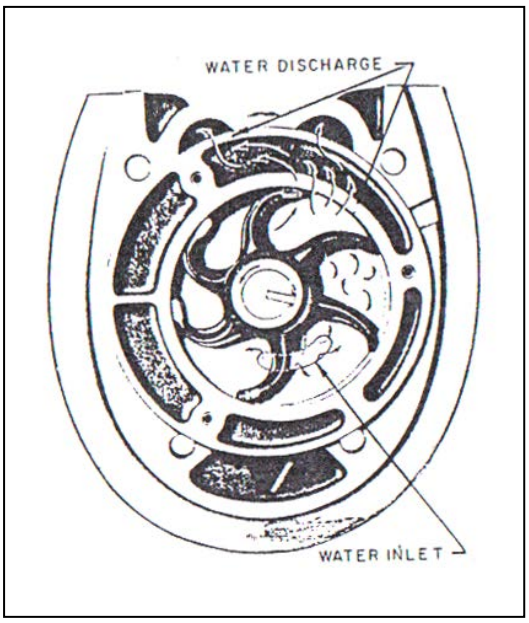
เครื่องยนต์ที่ต้องการระบายความร้อนให้มีประสิทธิภาพสูง นอกจากจะใช้ในพัดสมช่วยดูดลมผ่านหม้อน้ำรังผึ้ง เพื่อเป็นการพาความร้อนออกไปจากน้ำหล่อเย็นแล้ว ยังต้องใช้ปั๊มน้ำช่วยในการไหลเวียนของน้ำหล่อเย็นให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นอีกด้วย ซึ่งปั๊มน้ำหล่อเย็นแบ่งได้ 5 แบบ ดังนี้

1. ปั๊มน้ำหล่อเย็นแบบใบพัดปริมาตรคงที่ (Impeller constant volume type) ปั๊มน้ำแบบนี้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะมีความคงทนแข็งแรงดีมาก ตัวปั๊มน้ำจะทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรง เช่น เหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อ แต่มีข้อเสียคือ ที่ความเร็วรอบสูงๆ ปั๊มน้ำจะทำให้น้ำหล่อเย็นหมุนเวียนด้วยความรวดเร็ว ทำให้การระบายความร้อนมากเกินความจำเป็น เป็นผลให้เครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิทำงานปกติ เครื่องยนต์ก็จะเกิดการสึกหรอสูง



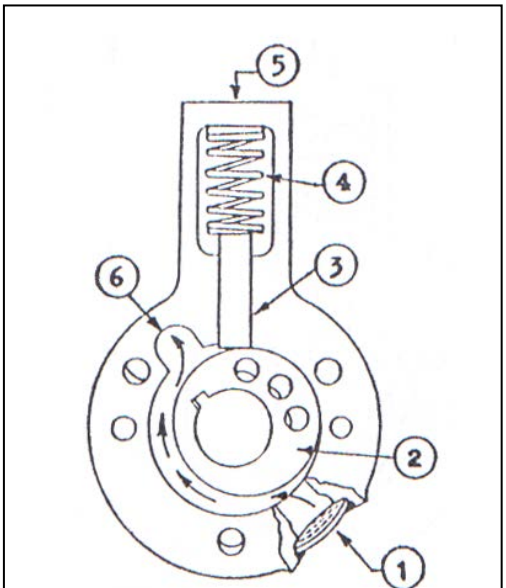
รูปที่ 5 แสดงลักษณะการทำงานของปั๊มน้ำแบบใบพัดปริมาตรคงที่

2. ปั๊มน้ำหล่อเย็นแบบใบพัดปริมาตรไม่คงที่ (Impeller vari-volume type) ปั๊มน้ำแบบนี้มีลักษณะการทำงานคล้ายกับแบบแรก ต่างกันที่ตัวใบพัดแบบนี้ทำมาจากยางสังเคราะห์ (Synthetic rubber) เนื่องจากเครื่องยนต์ที่ใช้ปั๊มน้ำแบบนี้มักเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้การระบายจความร้อนด้วยน้ำแบบเปิด เช่น เครื่องเรือ เพื่อแก้ไขข้อปกพร่องของปั๊มน้ำแบบแรก นั่นก็คือเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้นจนถึงกำหนดใบพัดซึ่งมีลักษณะเป็นยางแข็งจะลู่ไปตามทิศทางการหมุนเนื่องจากแรงปะทะจากน้ำ ดังนั้นปริมาณการส่งน้ำ เพื่อให้น้ำเกิดการไหลเวียนก็จะไม่สูงมากนัก คือ ปริมาณน้ำที่ปั๊มดูดและส่งจะมีปริมาณพอเหมาะกับความต้องการในระบบระบายความร้อน ทำให้เครื่องยนต์มีอุณหภูมิทำงานอยู่ในระดับปกติ เครื่องยนต์ก็สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ข้อดีอีกอย่างหนึ่งก็คือหากมีเศษวัสดุหลงเข้าไปในปั๊ม จะไม่ทำให้ใบพัดขัดตัวกับเรือนปั๊ม เพราะใบพัดจะลู่หลบไปได้ แต่ข้อเสียคือ ใบพัดเสียง่ายกว่าแบบแรก เนื่องจากทำมาจากยางสังเคราะห์จึงทำให้เกิดการฉีกขาดได้ง่าย ซึ่งจะมีผลทำให้การไหลเวียนของน้ำหล่อเย็นเลวลง นิยมใช้กับเครื่องยนต์ติดท้ายเรือ (Out-board motor) เช่น เครื่องยนต์ของเรือสกูตเตอร์ หรือ เจ็ทสกี เป็นต้น



รูปที่ 6 ปั๊มน้ำแบบใบพัดปริมาตรไม่คงที่

3. ปั๊มน้ำหล่อเย็นแบบสไลดิ้งแวน (Sliding vane type) ปั๊มน้ำแบบนี้มีลักษณะกาทำงานต่างไปจากสองแบบแรกที่ใช้การหมุน แต่แบบนี้การดูดและส่งน้ำ เกิดจากการเลื่อนขึ้นลงของตัวสไลดิ้งแวน ซึ่งทำหน้าที่เหมือนลูกสูบ โดยจะมีลูกเบี้ยวเป็นตัวช่วยให้สไลดิ่งแวนเกิดการเลื่อน ขึ้น-ลง และตัวลูกเบี้ยวยังทำหน้าที่เปิด-ปิดช่องทางดูดและส่งน้ำให้สัมพันธ์กับการเลื่อนขึ้น-ลงของตัวสไลดิ่งแวนอีกด้วย

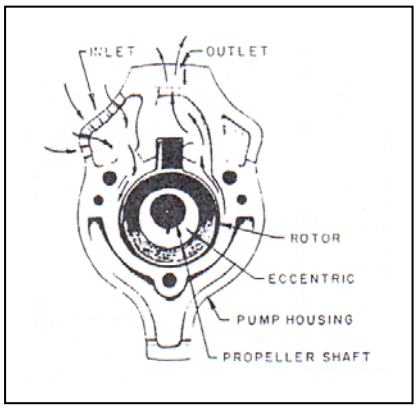


รูปที่ 7 ส่วนประกอบของปั๊มน้ำแบบสไลดิ้งแวน

(1) ทางน้ำเข้า (Water inlet)
(2) ลูกเบี้ยว (Cam)
(3) สไลดิ้งแวน (Sliding vane)
(4) สปริง (Spring)
(5) ตัวเรือนปั๊ม (Pump housing)
(6) ทางน้ำออกเข้าสู่เครื่องยนต์

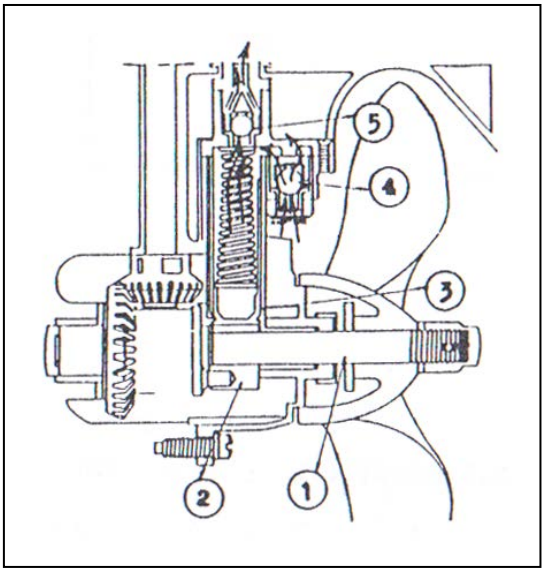
(Water outlet to engine)

ปั๊มน้ำอีกแบบหนึ่งที่มีโครงสร้างคล้ายกับแบบสไลดิ้งแวน คือ ปั๊มแบบลูกเบี้ยว (Eccentric rotor water pump) ซึ่งมีการทำงานคล้ายกับแบบสไลดิ้งแวน มีใช้ในเครื่องยนต์ติดท้ายเรือ



รูปที่ 8 ปั๊มน้ำแบบลูกเบี้ยว

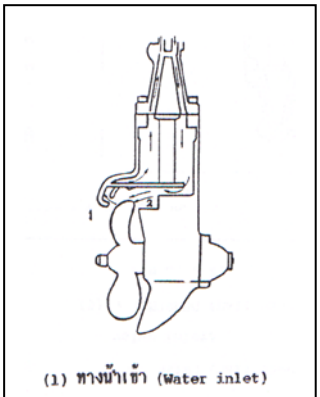
4. ปั๊มน้ำหล่อเย็นแบบลูกสูบ (Plunger type) ปั๊มน้ำแบบนี้จะอาศัยการหมุนของลูกเบี้ยวไปเตะลูกสูบ ทำให้เกิดการดูดและส่งน้ำได้ ตามรูปที่ 83 เป็นปั๊มน้ำหล่อเย็นที่ใช้กับเครื่องยนต์ของเรือ เมื่อยอดลูกเบี้ยวหมุนมาเตะลูกสูบให้เลื่อนขึ้น จะทำให้ห้องเหนือลูกสูบมีปริมาตรเล็กลงและดันน้ำหล่อเย็นผ่านลิ้นกันกลับ (ลิ้นส่ง) ขึ้นไประบายความร้อนให้กับเครื่องยนต์ เมื่อยอดลูกเบี้ยวหมุนเลยไปสปริงจะดันลูกสูบเลื่อนลงทำให้ห้องเหนือลูกสูบมีปริมาตรมากขึ้นดูดน้ำจากภายนอกผ่านลิ้นกับกลับ (ลิ้นดูด) เข้ามาในห้องเหนือลูกสูบ จึงทำให้น้ำหล่อเย็นเกิดการไหลเวียนเข้าระบายความร้อนออกจากเครื่องยนต์ได้ มีใช้กับเครื่องยนต์ติดท้ายเรือ (Out-board motor)



รูปที่ 9 ส่วนประกอบของปั๊มน้ำแบบลูกสูบ

(1) เพลาขับ (Propeller shaft)
(2) ลูกเบี้ยว (Eccentric)
(3) สปริงและลูกสูบ (Spring and Plunger)
(4) วาล์วทางเข้า (Ball check valve inlet)
(5) วาล์ทางออก (Ball check valve outlet)

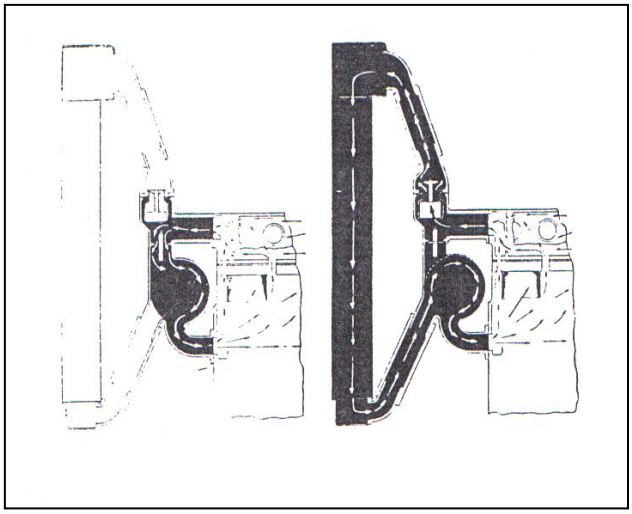
5. ปั๊มน้ำหล่อเย็นแบบเพรสเชอร์-แวคคั่ม (Pressure vacuum type) ปั๊มน้ำหล่อเย็นแบบนี้ใช้ผลพลอยได้จากการหมุนของใบพัดเรือทำให้เกิดการไหลเวียนของน้ำหล่อเย็นภายในระบบได้ กล่าวคือ ในขณะที่ใบพัด



หมุนทำให้เรือแล่นไปข้างหน้า ที่ด้านหน้าของใบพัดจะเกิดแรงดูดในลักษณะเดียวกับ แรงดูดของใบพัดเครื่องบินและที่ด้านหลังของใบพัดจะเกิดแรงดัน จึงทำให้น้ำเกิดการไหลเวียนได้

รูปที่ 10 ปั๊มน้ำแบบเพรสเช่อร์ - แวคคั่ม

เทอร์โมสตัท (Thermostat)



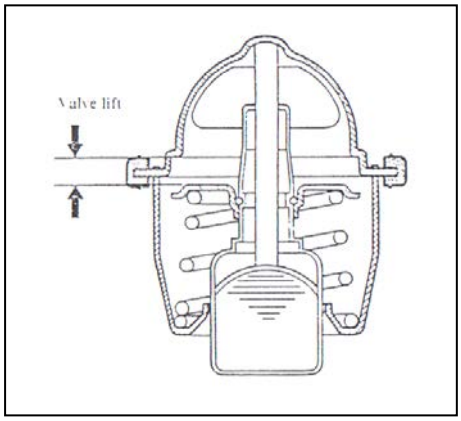
ในขณะที่เดินเครื่องยนต์ครั้งแรก เครื่องยนต์และน้ำหล่อเย็นยังมีอุณหภูมิต่ำหากให้ระบบระบายความร้อนทำงานทันทีจะทำให้เครื่องยนต์ถึงอุณหภูมิทำงานปกติช้าลง เป็นผลให้เครื่องยนต์เกิดการสึกหรอสูง และสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นในระบบระบายความร้อน

รูปที่ 11 แสดงการทำงานของเทอร์โทสตัทขณะเครื่องเย็น (ซ้าย) และขณะเครื่องร้อน (ขวา)

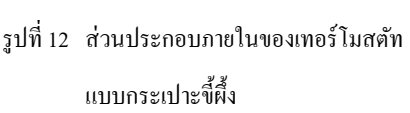
เทอร์โมสตัทจะติดตั้งอยู่ที่ท่อทางน้ำหล่อเย็นระหว่างหม้อน้ำรังผึ้งกับเสื้อสูบหรือฝาสูบ เพื่อปิดทางน้ำหล่อเย็นไว้ แต่จะมีรูเล็กๆ ให้น้ำหล่อเย็นไหลผ่านได้บ้าง เพื่อป้องกันการอั้นของน้ำหล่อเย็นในระบบ (ปั๊มน้ำจะทำหน้าที่อัดน้ำเข้าสู่ระบบตลอดเวลาที่เครื่องยนต์ทำงาน หากเทอร์โมสตัทยังไม่เปิด ปั๊มจะอัดน้ำเข้าจนทำให้ซีลต่างๆในระบบเสียหายได้) ขณะที่เครื่องยนต์ยังมีอุณหภูมิต่ำอยู่ เทอร์โมสตัทจะยังคงปิดทางเดินของน้ำหล่อเย็นไว้ทำให้น้ำหล่อเย็นในระบบทำงานได้ไม่เต็มที่ (เพราะน้ำหล่อเย็นไม่สามารถไหลเวียนได้โดยสะดวก) อุณหภูมิของเครื่องยนต์จึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่ออุณหภูมิของเครื่องยนต์สูงได้ที่แล้วเทอร์โมสตัทจะเปิดทางน้ำโดยอัตโนมัติ ทำให้ระบบระบายระบายความร้อนทำงานได้ตามปกติ เป็นผลให้เครื่องยนต์มีอุณหภูมิคงที่ไม่สูงกว่าอุณภูมิการทำงานปกติมากนัก และก็ไม่ต่ำเกินไปด้วย เทอร์โมสตัทจะมีใช้เฉพาะกับระบบระบายความร้อนแบบปิด ที่ใช้ปั๊มน้ำช่วยให้น้ำหล่อเย็นหมุนเวียนเท่านั้น ซึ่งตามปกติจะเปิดให้น้ำหล่อเย็นไหลเวียนได้เมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูงประมาณ 75-95 องศาเซลเซียส เทอร์โมสตัทมีการสร้างได้หลายลักษณะ ตามรูปเป็นเทอร์โมสตัทชนิดกระเปาะขี้ผึ้ง

การทำงาน

ขณะที่เครื่องยนต์เริ่มทำงาน (อุณหภูมิของเครื่องยนต์ยังต่ำอยู่) น้ำหล่อเย็นยังมีอุณหภูมิต่ำ ขี้ผึ้งภายในกระเปาะยังไม่ขยายตัวสปริงจะดันลิ้นขึ้นปิดทางเดินน้ำหล่อเย็นไว้ เมื่อเครื่องยนต์เริ่มทำงานน้ำหล่อเย็นจะไม่สามารถไหลเวียนได้ตามปกติ แต่จะไหลเวียนได้เล็กน้อยโดยผ่านรูเล็กๆ ที่เจาะไว้ที่ลิ้นหรือ



ผ่านช่องทางลัด (by-pass) เมื่ออุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นสูงขึ้น จนถึงกำหนดขี้ผึ้งภายในกระเปาะจะขยายตัวดันกระเปาะให้เลื่อนลงโดยชนะแรงดันของสปริงและจะดึงลิ้นให้เปิดทางน้ำหล่อเย็นน้ำหล่อเย็นจึงไหลเวียนได้ตามปกติ



รูปที่ 12 ส่วนประกอบภายในของเทอร์โมสตัทแบบกระเปาะขี้ผึ้ง