

ระบบเครื่องทำความเย็น สำหรับ เรือประมงขนาดเล็ก



TD
TRB
66
C.4



แผนกวิศวกรรมเครื่องกลเรือ
ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ระบบเครื่องทำความเย็นสำหรับเรือประมงขนาดเล็ก

กรมการขนส่งทางบก



เอกสารเผยแพร่ความรู้

แผนกวิศวกรรมเครื่องกลเรือ สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม

ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

สมุทรปราการ ประเทศไทย



ระบบเครื่องทำความเย็นสำหรับเรือประมงขนาดเล็ก



ISBN : 974-9509-05-6

สงวนลิขสิทธิ์

ห้ามมิให้นำส่วนหนึ่งส่วนใดของเอกสารนี้ไปจัดพิมพ์หรือเผยแพร่
โดยวิธีการใดๆ โดยมีได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ก่อน

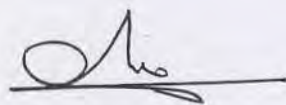
สาส์นจากท่านเลขาธิการศูนย์ฯ

การพัฒนาการประมงทะเลของไทยทำให้ผลผลิตสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันการพัฒนาอย่างรวดเร็วนี้ได้ส่งผลกระทบต่อในเรื่องทรัพยากรสัตว์น้ำเสื่อมโทรม อันเนื่องมาจากการทำประมงที่เกินศักยภาพการผลิตทางธรรมชาติ รัฐควรได้ร่วมกันกำหนดแนวทางในการทำประมงโดยยึดหลักจรรยาบรรณในการทำประมงอย่างรับผิดชอบเพื่อให้มีทรัพยากรใช้อย่างยั่งยืน ซึ่งมีหลักการในการใช้ทรัพยากรสัตว์น้ำที่จับได้อย่างคุ้มค่าและเป็นประโยชน์สูงสุด รวมทั้งเพื่อเป็นการเพิ่มรายได้แก่ชาวประมง

ผลผลิตจากสาขาการทำประมงมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยโดยในช่วง 7 ปีที่ผ่านมา (2538-2544) ผลผลิตทางการประมงของไทยอยู่ระหว่าง 3.4-3.6 ล้านตันต่อปี จัดอยู่ในอันดับหนึ่งในสิบประเทศแรกของโลกที่มีผลผลิตการประมงสูง ความสะอาดของผลผลิตสัตว์น้ำที่จับได้มีส่วนสำคัญในการผลิตสินค้าเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งออกอย่างมาก ดังนั้น การเก็บรักษาสัตว์น้ำให้มีความสดอยู่เสมอจึงเป็นสิ่งสำคัญซึ่งผู้เกี่ยวข้องในการทำประมงทะเลทุกฝ่าย จะต้องให้ความสนใจอย่างยิ่ง

สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งมีภารกิจหลักในการฝึกอบรมและการวิจัยทางด้านการทำประมงทะเลของประเทศสมาชิกต่างๆ ในภูมิภาคเป็นระยะเวลานานกว่า 35 ปี มีความรู้และประสบการณ์ในสาขานี้อย่างมาก ซึ่งนับได้ว่าเป็นองค์กรที่สำคัญและมีส่วนช่วยในการผลักดันให้การทำประมงทะเลในภูมิภาคมีความเจริญรุดหน้า จนเป็นแหล่งจับสัตว์น้ำป้อนเป็นอาหารแก่ประชากรของโลกที่สำคัญแห่งหนึ่ง ศูนย์ฯได้รวบรวมและจัดพิมพ์เอกสารทางวิชาการและเอกสารทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการประมงเพื่อเผยแพร่แก่นักวิชาการและชาวประมงอย่างต่อเนื่อง

ในการจัดพิมพ์หนังสือเรื่อง “ระบบเครื่องทำความเย็นสำหรับเรือประมงขนาดเล็ก” ในครั้งนี้ ศูนย์ฯประสงค์ที่จะเผยแพร่ความรู้ทางด้านระบบเครื่องทำความเย็นสำหรับเรือประมงขนาดเล็ก เพื่อเป็นการกระตุ้นให้มีการพัฒนาการทางด้านการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำในเรือประมง เพื่อให้มีความสดเหมาะสมแก่การบริโภค การพัฒนาระบบเครื่องทำความเย็นในเรือประมงขนาดเล็กเป็นเรื่องที่มีความสำคัญในการทำประมงทะเลซึ่งทั้งนักวิชาการ ชาวประมง และผู้ที่สนใจทั่วไปสามารถที่จะนำความรู้ที่ได้จากหนังสือเล่มนี้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในทางปฏิบัติ ศูนย์ฯจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่าน รวมทั้งมีส่วนสนับสนุนให้ผลผลิตของชาวประมงมีคุณภาพสูงเพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ต่อไป



ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล

เลขาธิการและผู้อำนวยการฝ่ายฝึกอบรม

ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเลขาธิการศูนย์ฯ อาจารย์ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล เป็นอย่างสูงที่ให้ความไว้วางใจและมอบนโยบายในการจัดทำเอกสารทางวิชาการ เรื่องเครื่องทำความเย็นบนเรือประมงไทย เพื่อใช้เป็นเอกสารในการเผยแพร่ความรู้ให้กับชาวประมงและผู้ที่มีความสนใจในเรื่องเครื่องทำความเย็นบนเรือประมงไทย

ขอขอบพระคุณท่านหัวหน้ากองการฝึก ดร.บุษนา เทพอรุณรัตน์ ที่ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาในการปฏิบัติงานครั้งนี้ อีกทั้งผู้ที่ให้ความสนับสนุนดังนี้

1. อาจารย์อภิวัดน์ ธรรมเกษร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจและแก้ไขการใช้ภาษาไทย
2. Mr. William Rupert Brooke Elstow ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจและแก้ไขการใช้ภาษาอังกฤษและให้คำปรึกษาทางวิชาการ

สุทธิพงศ์ ชนสารสาคร

วีระชัย เชษฐสุมน

ทวีศักดิ์ ทิมกรับ

เมษายน 2545

คำนำ

อุตสาหกรรมในแถบประเทศที่กำลังพัฒนา เครื่องทำความเย็นมีความสำคัญมากในการเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิต่ำเพราะแบคทีเรีย ยีสต์ และรา จะชะลอหรือหยุดการเจริญเติบโตและถูกทำลาย ผลผลิตหลายๆอย่างที่เน่าเปื่อยได้จะถูกทำให้เย็นหรือแข็งตัว เพื่อที่จะสามารถเก็บไว้ได้นานเป็นเดือนหรือเป็นปี โดยมีการสูญเสียทางโภชนาการ กลิ่นหรือลักษณะภายนอกน้อยมาก

เหตุใดวัตถุต่างๆถึงมีอุณหภูมิลดลงได้? เราจะรู้สึกเย็นเมื่อถูกทาด้วยแอลกอฮอล์ที่บริเวณผิวหนัง เพราะว่าแอลกอฮอล์ที่ทาบริเวณผิวหนังจะเกิดการระเหยกลายเป็นไอด้วยความร้อน ซึ่งจะดูดซับความร้อนจากผิวหนังของเราการระเหยจะต้องอาศัยความร้อนเพื่อที่จะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอซึ่งเราเรียกว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ความร้อนแฝงคือ ลักษณะเฉพาะของปริมาณพลังงานที่ดูดซับ หรือถูกระบายออกโดยสสารระหว่างที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะทางกายภาพ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นคืออุณหภูมิ ความร้อนแฝงมีความสัมพันธ์กับการหลอมละลายของของแข็ง หรือของเหลวที่มีการแข็งตัวเรียกว่า ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย เช่นเดียวกันมันมีความสัมพันธ์กับการระเหยกลายเป็นไอของของเหลว หรือของแข็ง การกลั่นตัวของไอบริเวณที่เรียกว่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ตัวอย่างเช่น เมื่อเราดื่มน้ำในภาชนะหรือหมีและรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 100 องศาเซลเซียส (212 องศาฟาเรนไฮต์) จนกระทั่งน้ำระเหยหมด ความร้อนทั้งหมดที่เพิ่มให้กับของเหลวจะถูกดูดซับเช่นเดียวกับความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอและจะถูกปล่อยออกโดยโมเลกุลของไอ ในทำนองเดียวกัน น้ำแข็งที่ละลายจะยังรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 0 องศาเซลเซียส (32 องศาฟาเรนไฮต์) และน้ำซึ่งเป็นของเหลวนั้นจะมีลักษณะเช่นเดียวกับความร้อนแฝงของการหลอมละลายคือที่ 0 องศาเซลเซียสเช่นกัน อุณหภูมิซึ่งของเหลวจะเกิดการระเหยก็จะมีผลต่อแรงดันเช่นเดียวกัน ตัวอย่างเช่น น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียสที่ความสูง 10,000 ฟุตเหนือระดับน้ำทะเลหรือจะเดือดที่ 100 องศาเซลเซียสถ้าอยู่ที่ระดับความดันบรรยากาศ ระบบเครื่องทำความเย็นจะมีการอธิบายโดยละเอียดในหนังสือเล่มนี้ อย่างไรก็ตามคำบางคำที่ใช้นั้นอาจจะไม่เป็นที่รู้จัก ดังนั้นจะมีคำอธิบายอยู่ในภาคผนวก

ในปัจจุบันสารทำความเย็นที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์คือแอมโมเนีย หรือ R-22 ซึ่งจะถูกจัดเก็บภายใต้แรงดันสูงในสถานะที่เป็นของเหลวสารทำความเย็นจะมีพิษและถูกติดไฟง่ายและถ้าจัดเก็บไม่ถูกวิธีอาจจะทำให้เกิดอันตรายตลอดจนอาจจะทำให้เกิดการระเบิดและติดไฟได้

สุทธิพงศ์ ธนสารสาคร

วีระชัย เชษฐสุมน

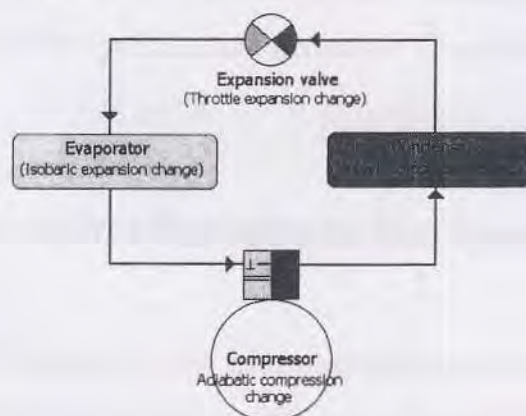
ทวีศักดิ์ ทิมครับ

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	
คำแนะนำสำหรับส่วนประกอบและความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิใน ระบบเครื่องทำความเย็น	1
ระบบและส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็น	2
การติดตั้งระบบเครื่องทำความเย็น	6
การทดสอบและการตรวจสอบ	8
การเริ่มเดินระบบทำความเย็น	10
ระบบสารทำความเย็น	13
อุปกรณ์ที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์	15
อุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้าของระบบทำความเย็น	18
แผนภาพแสดงการทำความเย็นแบบคอยล์	24
แผนภาพแสดงการทำความเย็นแบบระบบไบนารี	25
วงจรปั๊มน้ำระบายความร้อนและปั๊มไบนารี	26
วงจรสตาร์ทของคอมเพรสเซอร์	27
การออกแบบเครื่องทำความเย็นสำหรับเรือประมง	29
ตัวอย่างการคำนวณ	33
สภาพโดยทั่วไปของระบบเครื่องทำความเย็นและเรือประมง	36
ไบนารี	37
ผลการสำรวจวิธีการเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือประมงไทย	39
ภาคผนวก	

คำแนะนำสำหรับส่วนประกอบและความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิในระบบเครื่องทำความเย็น

ส่วนประกอบขั้นพื้นฐานของระบบเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอคือ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ อุปกรณ์ฉีดสารทำความเย็น ซึ่งจะมีวาล์วหรือท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กๆ เครื่องยนต์หรือเครื่องยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยกังหันแก๊สและอีแวปโปเรเตอร์ โดยทั่วไปแก๊สจะถูกอัดโดยลูกสูบและส่งผ่านเข้าไปในท่อภายในคอนเดนเซอร์ ภายในคอนเดนเซอร์จะบรรจุแก๊สอยู่ภายในและไหลเวียนโดยผ่านน้ำหรืออากาศอันใดอันหนึ่ง ซึ่งจะทำให้พลังงานความร้อนของแก๊สที่ถูกอัดเคลื่อนที่ออก แก๊สที่ถูกระบายความร้อนจะไหลผ่านไปยังวาล์วฉีดสารทำความเย็นและทำให้แรงดันของแก๊สลดลง แก๊สที่ถูกฉีดยกออกไปจะดึงเอาพลังงานความร้อนจากการขยายตัวจากบริเวณรอบๆ หรือตรงกลางของอีแวปโปเรเตอร์ทำให้พื้นที่โดยรอบเย็นตัวลง โดยให้แก๊สสามารถที่จะเข้าไปในพื้นที่ที่ต้องการทำความเย็น หรืออาจจะทำให้พื้นที่โดยรอบเย็นได้โดยอาศัยตัวกลาง เช่น น้ำหรือไบร์น ในตู้เย็นที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปอีแวปโปเรเตอร์จะเป็นการทำ ความเย็นโดยตรง ขั้นสุดท้ายของการทำความเย็นแก๊สที่มีอุณหภูมิสูงเล็กน้อย จะถูกดูดเข้าไปในคอมเพรสเซอร์ และจะถูกอัดออกมาอีกครั้งเป็นวัฏจักรของการทำงานต่อไป



การเปลี่ยนแปลงของสารทำความเย็น

แก๊สที่ถูกอัดตัวในระบบเครื่องทำความเย็น คือ วิธีการของการอัดสารทำความเย็นให้เข้าไปในบริเวณที่ต้องการ ทำความเย็นและให้ระเหยตัวเป็นแก๊ส แล้วสูบล้อให้มีแรงดันเพียงพอในการสามารถกลั่นตัวเป็นของเหลวโดยการระบายความร้อน สารทำความเย็นจะอยู่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงใน 4 สถานะดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงขั้นที่ 1

สารทำความเย็นถูกหล่อเย็นโดยพยายามให้มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับน้ำหล่อเย็น สารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวในคอนเดนเซอร์จะไหลผ่านวาล์วลดแรงดันไปสู่อีแวปโปเรเตอร์ จะทำให้แรงดันและอุณหภูมิลดลง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านความร้อน

การเปลี่ยนแปลงขั้นที่ 2

สารทำความเย็นจะไหลผ่านวาล์วควบคุมและลดแรงดันเข้าไปในอีแวปโปเรเตอร์ สารทำความเย็นจะดูดซับความร้อนจากบริเวณรอบๆอีแวปโปเรเตอร์ โดยจะเกิดการระเหยในอีแวปโปเรเตอร์ภายใต้แรงดันที่กำหนด ซึ่งอุณหภูมิของการระเหยจะสอดคล้องกับแรงดันที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะเป็นแก๊ส เมื่อสารทำความเย็นเกิดการระเหยมันจะดูดความร้อนออกจากบริเวณรอบๆ การทำความเย็นจะบรรลุนิติ ประสงค์ ณ จุดนี้

การเปลี่ยนแปลงขั้นที่ 3

สารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นแก๊สที่มีอุณหภูมิต่ำและแรงดันต่ำที่เกิดขึ้นในอีแวปโปเรเตอร์จะถูกดูดเข้าไปยังคอมเพรสเซอร์และถูกอัดตัวไปจนกระทั่งถึงจุดควบแน่นของแก๊ส ในการเปลี่ยนแปลงนี้ สารทำความเย็นจะมีอุณหภูมิและแรงดันสูง

การเปลี่ยนแปลงขั้นที่ 4

สารทำความเย็นซึ่งมีสถานะเป็นแก๊สที่แรงดันสูงและอุณหภูมิสูงจากคอมเพรสเซอร์ในขณะที่ไหลเข้าสู่คอนเดนเซอร์ จะถูกระบายความร้อนด้วยน้ำหรืออากาศ ดังนั้นสารทำความเย็นจะเกิดการควบแน่นและกลายเป็นของเหลวอีกครั้ง ขบวนการเปลี่ยนแปลงนี้อยู่ภายใต้แรงดันที่กำหนด และกลั่นตัวเป็นของเหลวที่มีแรงดันสูง

ระบบและส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็น

คอมเพรสเซอร์

คอมเพรสเซอร์สำหรับระบบเครื่องทำความเย็น เป็นเครื่องอัดแก๊สซึ่งดูดมาจากอีแวปโปเรเตอร์ซึ่งแก๊สนี้ได้ผ่านการดูดซับให้อีแวปโปเรเตอร์มีอุณหภูมิต่ำลงโดยการอัดตัวและส่งผ่านท่อไปยังคอนเดนเซอร์

คอมเพรสเซอร์สามารถจำแนกประเภทได้ดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบแนวดิ่ง ความเร็วต่ำและปานกลาง
2. คอมเพรสเซอร์หลายสูบความเร็วสูง
3. คอมเพรสเซอร์แบบเกลียว
4. คอมเพรสเซอร์แบบอัดไอ 2 ขั้น (2 Stage)

คอนเดนเซอร์

คอนเดนเซอร์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนซึ่งความร้อนนั้นเกิดจากการอัดสารทำความเย็นด้วยคอมเพรสเซอร์โดยการระบายความร้อนคือน้ำหรืออากาศ ด้วยเหตุนี้สารทำความเย็นที่ถูกอัดโดย

คอมเพรสเซอร์จะเกิดการควบแน่น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นแก๊ส กลายเป็นสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวอีกครั้ง

ปริมาณความร้อนที่ระบายออกจากคอนเดนเซอร์ เท่ากับผลรวมของความร้อนที่ดูดซับโดยอีแวปโปเรเตอร์และความร้อนที่เกิดจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์

สำหรับเครื่องทำความเย็นในเรือเดินทะเล ท่อระบายความร้อนจะทำมาจากท่อเหล็ก ภายในจะเคลือบด้วยสังกะสีกันสนิม ท่อทองแดง อะลูมิเนียม หรือทองเหลือง และสำหรับการใช้งานนั้นจะต้องติดสังกะสีกันกร่อนไว้ที่บริเวณท่อทางที่น้ำผ่านด้วย

อุปกรณ์ระบายความร้อนและเก็บสารทำความเย็น

อุปกรณ์ระบายความร้อนและเก็บสารทำความเย็น คือ ภาชนะปิดที่บรรจุสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลว ซึ่งสารทำความเย็นนี้มีทั้งอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ สารทำความเย็นจะเกิดการควบแน่นในคอนเดนเซอร์และจะเก็บอยู่ในนั้นชั่วคราว ส่วนปริมาตรที่ต้องการนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณความจุของเครื่องทำความเย็นหรือ จำนวนปริมาณของสารทำความเย็นในระบบเครื่องทำความเย็นนั้นๆ ถ้าปริมาณความจุของอุปกรณ์ที่เก็บสารทำความเย็นมีขนาดเล็กเกินไป สารทำความเย็นจะสะสมอยู่ในคอนเดนเซอร์ ผลก็คือพื้นที่ในการระบายความร้อนจะลดลง และจะมีแรงดันในคอนเดนเซอร์สูงขึ้นอีกด้วย

ปริมาตรของอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นสำหรับเรือประมงควรที่จะมีการจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าวต่อไปนี้

1. อุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นเหลว ควรที่จะมีปริมาตรเพียงพอในการเก็บสารทำความเย็นของระบบเครื่องทำความเย็น
2. ปริมาตรของอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นควรจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 1.2 เมตร โดยหลักการแล้วควรจะมีขนาดยาว 2 - 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ในกรณีที่เป็นอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นแบบนอน และเช่นเดียวกัน ความยาวของอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นควรจะเป็น 1.5 - 3 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นแบบตั้ง
3. ถ้าหากว่ามีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ในการติดตั้ง ควรจะมีการจัดหาอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นเหลวสำรองไว้ซึ่งมีขนาดที่เท่ากัน และควรที่จะมีการจัดวางให้สะดวกในการทำงานและการบำรุงรักษา
4. ถ้าหากปริมาตรที่ต้องการไม่ได้ตรงตามที่กล่าวมานั้น ปริมาตรความจุของถังควรจะมีมากกว่า 70% ของปริมาตรสารทำความเย็นที่เดิมในระบบ

ปริมาตรของอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นที่ได้จะคำนวณตามสูตรข้างล่าง

$$V_R = W_L \times K$$

เมื่อ

V_R = ปริมาตรที่ต้องการของอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นด้านแรงดันสูง (ลูกบาศก์เมตร)

W_L = ปริมาตรทั้งหมดของสารทำความเย็น (กิโลกรัม)

K = ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นที่ต้องการ (ลูกบาศก์เมตรต่อ 1,000 กิโลกรัม)

ความสัมพันธ์ของการทำความเย็นที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ของเหลว 0.86729 ลูกบาศก์เมตรต่อ 1,000 กิโลกรัม

แก๊ส 17.2686 ลูกบาศก์เมตรต่อ 1,000 กิโลกรัม

จำนวนของสารทำความเย็นที่บรรจุเข้าไปในระบบ

ลักษณะของระบบ	สารทำความเย็นที่ต้องการ / พื้นที่ของอีแวปโปเรเตอร์
ระบบแห้ง	535 – 590
ระบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก	870 - 960
ระบบเปียก	1,070 – 1,180

การกลั่นตัวเป็นของเหลวของสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในการทำความเย็นที่อุณหภูมิ - 15 ถึง - 60 องศาเซลเซียส การคำนวณจะใช้ปริมาณภายในของท่อทำความเย็น

การคำนวณสารทำความเย็นที่ต้องการในแต่ละระบบจะมีความสอดคล้องกับขนาดท่อของอีแวปโปเรเตอร์ต่อหน่วยความยาวและ บวก 5 – 10 % จากตารางข้างล่าง

ขนาดของท่อ	แบบแห้ง กิโลกรัมต่อเมตร	แบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก กิโลกรัมต่อเมตร	แบบเปียก กิโลกรัมต่อเมตร
15A	0.11-0.12	0.176-0.192	0.22-0.24
20A	0.2-0.22	0.32-0.352	0.4-0.44
25A	0.32-0.35	0.512-0.56	0.64-0.70
32A	0.53-0.59	0.848-0.944	1.06-1.18
40A	0.73-0.8	1.168-1.28	1.46-1.6
50A	1.17-1.29	1.872-2.064	2.34-2.58
65A	1.93-2.12	3.088-3.392	3.86-4.24
80A	2.73-3.0	4.368-4.8	5.46-6.0
100A	4.65-5.1	7.44-8.16	9.3-10.2
125A	7.17-7.9	11.472-12.64	14.34-15.8

อีแวปโพเรเตอร์

อีแวปโพเรเตอร์ คือ อุปกรณ์หนึ่งในระบบเครื่องทำความเย็น สารทำความเย็นจะดูดซับความร้อนจากบริเวณรอบๆ เมื่อมันเกิดการระเหยจะทำให้อุณหภูมิต่ำลง การแยกประเภทของอีแวปโพเรเตอร์จะขึ้นอยู่กับวิธีการใช้งาน

1. อีแวปโพเรเตอร์แบบแห้ง อีแวปโพเรเตอร์แบบนี้สารทำความเย็นจะจ่ายออกจากวาล์วลดแรงดันและจะฉีดสารทำความเย็นโดยวาล์วลดแรงดันที่ควบคุมด้วยอุณหภูมิเข้าไปในอีแวปโพเรเตอร์ ในสถานะที่เป็นของเหลว แต่โดยปกติแล้วจะมีการทำความเย็นที่มีแก๊สผสมอยู่ คิดเป็น 15 % สารทำความเย็นจะกลายเป็นแก๊สใกล้เคียงทางออกของอีแวปโพเรเตอร์ ดังนั้นประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนจะไม่ค่อยดี เพราะว่าจำนวนสารทำความเย็นที่ใช้มีปริมาณน้อย ลักษณะของท่ออีแวปโพเรเตอร์แบบนี้โดยทั่วไปเป็นที่นิยมใช้กันมาก

2. อีแวปโพเรเตอร์แบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก อีแวปโพเรเตอร์แบบนี้สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวจะสะสมอยู่ภายในท่อบ้างเล็กน้อย ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนจะสูงกว่าแบบแห้ง แต่จะต่ำกว่าอีแวปโพเรเตอร์แบบเปียก

3. อีแวปโพเรเตอร์แบบเปียก อีแวปโพเรเตอร์แบบนี้ทำมาเพื่อให้สารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวไหลเวียนอยู่ภายในอีแวปโพเรเตอร์ และที่มีสถานะเป็นแก๊สที่เกิดจากการระเหยเคลื่อนที่เข้าไปในคอมเพรสเซอร์ อีแวปโพเรเตอร์แบบนี้จะมีการถ่ายเทความร้อนได้ดีมาก แต่ความต้องการปริมาณของสารทำความเย็นที่มากเพื่อที่จะเก็บไว้ในอีแวปโพเรเตอร์ สารทำความเย็นที่มีส่วนประกอบของฟลูโอโรคาร์บอนจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับดักเก็บน้ำมันและมีท่อทางกลับของน้ำมันไปยังคอมเพรสเซอร์ อีแวปโพเรเตอร์แบบเปียกนี้จะมีการติดตั้งทั้งแบบนอนและแบบตั้ง

อุปกรณ์กรองและดักความชื้น

ในอุปกรณ์กรองและดักความชื้นจะมีรูปร่างคล้ายคลึงกับถังซึ่งภายในจะบรรจุอุปกรณ์ที่กรองสิ่งสกปรกและสารที่ใช้ในการดูดซับความชื้น อุปกรณ์ตัวนี้จะอยู่ก่อนอุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็น (วาล์วลดแรงดัน) ในทางปฏิบัติจะต้องทำการติดตั้งเพื่อดักและกรองสิ่งสกปรก ฟุ่น เศษโลหะและดักเก็บความชื้นที่จะไหลเข้าไปในอุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็น ดังนั้น การติดตั้งจะต้องทำอย่างแม่นยำและถูกต้องเกี่ยวกับทิศทาง การไหลเข้าและออกของสารทำความเย็นให้เป็นไปตามระบบของการไหล

ความชื้นนั้นจะถูกดักเก็บไว้ในอุปกรณ์ดักเก็บความชื้น ไม่เช่นนั้นความชื้นจะทำให้เกิดการแข็งตัวกลายเป็นน้ำแข็งภายในอุปกรณ์ควบคุมการไหลของสารทำความเย็นภายในระบบและเป็นสาเหตุทำให้เกิดการอุดตันภายในระบบเครื่องทำความเย็น

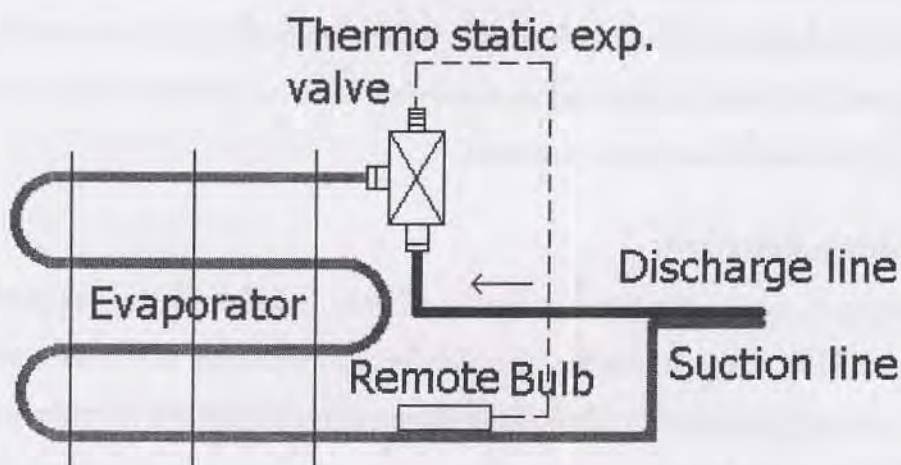
อุปกรณ์ดักเก็บความชื้นบางรุ่นจะมีกระจกหรือที่เราเรียกว่าตาแมว ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงการไหลของสารทำความเย็น ตาแมวส่วนใหญ่จะมีลักษณะพิเศษคือจะสามารถเปลี่ยนสีได้ เมื่อเกิดความชื้นขึ้นภายในระบบ

วาล์วลดแรงดันและตัวส่งสัญญาณ

การติดตั้งวาล์วลดแรงดันเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อที่จะให้การทำงานในระบบเครื่องทำความเย็นทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด วาล์วลดแรงดันที่ควบคุมด้วยอุณหภูมิถ้าเป็นไปได้ควรที่จะทำการติดตั้งให้ใกล้กับท่ออีแวปโปเรเตอร์ ไม่ควรที่จะติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆ หรืออุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการต้านทานการไหลของสารทำความเย็นระหว่างวาล์วลดแรงดันและอีแวปโปเรเตอร์ เมื่อจำเป็นต้องติดตั้งวาล์วในทางออกของวาล์วลดแรงดัน วาล์วนั้นต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอ

ขอบเขตการทำงานของวาล์วลดแรงดันที่ควบคุมด้วยอุณหภูมินั้น จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งและที่ติดตั้งที่เหมาะสมของตัวส่งสัญญาณ ตัวส่งสัญญาณควรที่จะถูกติดตั้งไว้ให้อยู่ในแนวนอนของท่อใกล้กับทางออกของอีแวปโปเรเตอร์

ตัวส่งสัญญาณจะใช้อุณหภูมิของสารทำความเย็นในท่อเป็นตัวส่งสัญญาณและที่จะขาดไม่ได้นั้น ความยาวทั้งหมดของตัวส่งสัญญาณควรที่จะมีผิวสัมผัสที่ดีกับท่อและเมื่อเราใช้ท่อเป็นท่อเหล็ก ควรที่จะทำความสะอาดท่อโดยตลอด ณ บริเวณจุดที่จะติดตั้งตัวส่งสัญญาณและทำความสะอาดด้วยสีที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียมเพื่อลดการกัดกร่อน ถ้าท่อทางดูดที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 7/8 นิ้ว โดยปกติตัวส่งสัญญาณจะติดตั้งอยู่ทางด้านบนของท่อและ สำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 7/8 นิ้ว ตำแหน่งที่ติดตั้งของตัวส่งสัญญาณจะอยู่ที่ตำแหน่ง 4 หรือ 8 นาฬิกา บนท่อจะทำให้ผลของการควบคุมเป็นที่น่าพอใจ



ตำแหน่งของตัวส่งสัญญาณเป็นสิ่งที่สำคัญ ตัวส่งสัญญาณจะต้องไม่มีอิทธิพลจากอุณหภูมิอื่นๆ รอบนอกนอกจากอุณหภูมิทางด้านดูดของอีแวปโปเรเตอร์ระหว่างที่คอมเพรสเซอร์ไม่ทำงาน ถ้าอุณหภูมิของตัวส่งสัญญาณสูงขึ้นมากกว่าอุณหภูมิของอีแวปโปเรเตอร์ ในกรณีนี้วาล์วลดแรงดันที่ควบคุมด้วยอุณหภูมิจะเปิดออกและทำให้สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวไหลเข้าไปในอีแวปโปเรเตอร์และไหลเข้าไปในคอมเพรสเซอร์เมื่อคอมเพรสเซอร์เริ่มการทำงาน ในบางกรณีตำแหน่งของตัวส่งสัญญาณติดตั้งในพื้นที่การทำงานจะมีความแตกต่างของอุณหภูมิในอีแวปโปเรเตอร์น้อยมาก จะมีผลทำให้วาล์วลด

แรงดันเปิดช้ามาก เมื่อเป็นลักษณะนี้จำเป็นที่จะต้องติดตั้งตัวส่งสัญญาณภายนอกของห้องทำความเย็น ตัวส่งสัญญาณและท่อทางดูดที่ดีควรจะหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนบริเวณรอบๆ อย่างน้อย 1 ฟุต

การติดตั้งระบบเครื่องทำความเย็น

ท่อทางต่างๆของระบบเครื่องทำความเย็น หน้าแปลน การเชื่อมต่อของท่อ ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ส่วนมากจะเป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุด ส่วนวิธีการใช้เกลียวนั้นจะไม่ค่อยนิยมใช้กัน อาจจะมีใช้บ้างในกรณีที่เป็นระบบเล็กๆที่ไม่ใหญ่มาก การใช้การเชื่อมต่อเป็นวิธีที่ดีที่สุดเพราะว่าแนวโน้มของการที่จะเกิดการรั่วของสารทำความเย็นอันเกิดมาจากการสั่นสะเทือนจะมีน้อยมาก ซึ่งแตกต่างจากการใช้การต่อแบบเกลียว

การเชื่อมต่อท่อของระบบทำความเย็นเป็นสิ่งจำเป็น โดยการเชื่อมต่อท่อทางต่างๆจะต้องเชื่อมบริเวณขอบนอกของท่อ ในการเชื่อมท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่นั้น จะต้องมีการวัดมุมรองรับไว้ด้านหลังในขณะที่ทำการเชื่อมเสมอเพื่อให้เป็นการรับประกันได้ว่าการเชื่อมเป็นไปอย่างสมบูรณ์และดีที่สุด นอกจากนี้การเชื่อมพื้นผิวจะต้องมีการทำความสะอาดพื้นผิวทั้งก่อนและหลังการเชื่อม

ระบบท่อทางในห้องเครื่องยนต์

1. ควรจะมีการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกตัวว่าอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องโดยดูจากแบบแปลน
2. การต่อของอุปกรณ์แยกสารทำความเย็นเหลว อุปกรณ์แยกน้ำมัน อุปกรณ์ระบายความร้อนของสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นแก๊ส และอื่นๆ ควรที่จะมีการตรวจสอบให้ถูกต้อง
3. ตำแหน่งและการติดตั้งจะต้องมีความพอดีกับผนังหรือฝักันของเรือ ควรที่จะมีการตรวจสอบและมีการปรึกษาหารือกันก่อนจะทำให้งานที่ทำนั้นถูกต้องและเกิดความแม่นยำ
4. ทิศทางการไหลของสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวและมีสถานะเป็นแก๊สที่ผ่านท่อทางดูด และท่อทางส่งควรจะมีการตรวจสอบการจัดเรียงของวาล์วต่างๆ
5. ท่อทางควรจะมีการจัดวางเพื่อให้การตรวจสอบการทำงาน การบำรุงรักษา การซ่อมบำรุงของคอมเพรสเซอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ เป็นไปโดยสะดวก
6. เมื่อท่อทางที่เดินนั้นใกล้กับทางเดิน ทางข้าม ชั้นบันได หรือประตู จะเป็นการง่ายต่อการเกิดความเสียหาย ควรจะมีการหาทางป้องกันการเกิดความเสียหาย
7. ท่อทางที่ติดตั้งนั้นอาจจะเกิดความเสียหายจากเครื่องจักรเนื่องจากการสั่นสะเทือนและการกระทบกระเทือนควรจะมีการป้องกัน โดยการใช้อุปกรณ์ที่ยึดหยุ่นได้เพื่อเป็นการลดการสั่นสะเทือน
8. หลักของการวางท่อ
 - 1) ท่อทำความเย็นที่มีขนาดใหญ่กว่าท่ออื่นๆ ควรจะมีการจัดวางก่อนท่อทำความเย็นที่มีขนาดเล็ก ทั้งทางด้านดูดและทางด้านอัด
 - 2) ท่อทำความเย็นควรจัดวางตามผนัง

- 3) ลักษณะการเรียงของท่อหรือการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวต้องมีการร่างแบบก่อนการติดตั้ง

ระบบท่อในห้องเก็บปลาและห้องแช่แข็ง

1. ที่ตั้งและขนาดของพื้นเรือหรือฝากั้นระหว่างห้องเก็บปลาควรจะมีการตรวจสอบ เพราะพื้นที่อาจจะไม่เพียงพอควรจะมีการตรวจสอบก่อนเริ่มทำงาน
2. ตำแหน่งและความยาวของท่อรวมทั้งจำนวนสลักเกลียวที่ยึดท่อควรจะมีการตรวจสอบ
3. การเดินท่อควรจะทำหลังจากการประกอบตัวเรือเสร็จเรียบร้อยแล้ว
4. ท่อทางควรจะมีการเดินท่อให้แนบพื้นผิวของเรือ ไม่ควรที่จะเดินท่อทางให้ห่างจากพื้นผิวของเรือมากนัก
5. หลังจากการเดินท่อทางเสร็จแล้ว ควรจะมีการอัดอากาศผ่านวาล์วลดแรงดันที่ควบคุมด้วยอุณหภูมิเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
6. การเดินท่อทางควรจะให้จัดให้เป็นข้างใดข้างหนึ่งของเรือ
7. ท่อทางไม่ควรจะจัดวางให้ใกล้กับประตูและช่องเปิดที่คาดฟ้าเรือ เพราะท่อทางเหล่านั้นอาจจะเกิดความเสียหายได้ง่าย

การทดสอบและการตรวจสอบ

หลังจากการเดินระบบท่อทางของสารทำความเย็นเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะทำการบรรจุสารทำความเย็นและเริ่มการทำงานของระบบควรจะมีการตรวจสอบ

ถอดท่อทางออก จากนั้นใช้อากาศแห้งอัดเข้าไปในระบบ อากาศแห้งที่อัดเข้าไปในระบบจะไปไล่เศษโลหะ เศษทราย ที่ยังคงหลงเหลืออยู่ในระบบออกด้วยแรงดัน ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ของเครื่องทำความเย็นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. หากอากาศที่อัดเข้าไปในระบบไม่มีอุปกรณ์ทำหน้าที่กรองอากาศอาจเกิดผลเสียได้ ฉะนั้นควรมีอุปกรณ์กรองอากาศก่อนที่จะอัดอากาศเข้าไปในระบบ
2. วาล์วบายพาส จำเป็นต้องใช้ร่วมกับวาล์วที่ควบคุมด้วยอุณหภูมิและอุปกรณ์ควบคุมการระเหยของสารทำความเย็นเพื่อที่จะป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่จะไหลเข้าไปในอุปกรณ์ต่างๆ
3. เศษฝุ่นอาจจะสะสมอยู่ในท่อทางควรจะมีการดักเศษฝุ่นเอาไว้ เพราะถ้าภายในระบบมีเศษฝุ่นอาจจะทำให้วาล์วไม่สามารถทำงานได้และวาล์วควรที่จะสามารถถอดออกมาล้างทำความสะอาดภายในได้

1. การทดสอบการรั่วโดยการใช้อากาศ

ก่อนที่จะทำการทดสอบการรั่วควรที่จะมีการตรวจสอบวาล์วต่างๆ เช่น วาล์วป้องกันแรงดันเกิน กำหนด วาล์วได้อากาศ วาล์วระบายน้ำทิ้ง วาล์วทางดูดและวาล์วทางส่งของคอมเพรสเซอร์ และวาล์วอื่นๆ

1. การทดสอบจะทำโดยการเพิ่มแรงดันเป็น 3 ขั้นตอน คือ ในครั้งแรกจะทดสอบโดยใช้แรงดันที่ 5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จากนั้นตรวจสอบทางด้านของแรงดันสูงและแรงดันต่ำ และในครั้งที่ 2 จะตรวจสอบโดยใช้แรงดันที่ 9 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จากนั้นตรวจสอบทั้งทางด้านของแรงดันสูงและแรงดันต่ำว่ามีการรั่วหรือไม่ และในขั้นสุดท้ายจะตรวจสอบโดยใช้แรงดันที่ 18 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เฉพาะทางด้านแรงดันสูงเท่านั้น

2. ทางด้านแรงดันสูงและทางด้านแรงดันต่ำ ควรจะมีการใช้วาล์วปิดกั้นทั้งด้านทางเข้าและด้านทางออกของวาล์วควบคุมด้วยอุณหภูมิและคอมเพรสเซอร์ เพื่อป้องกันความเสียหายกับคอมเพรสเซอร์ขณะทำการทดสอบ

3. ควรที่จะใช้อากาศแห้ง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ หรือแก๊สไนโตรเจน อัดเข้าไปในระบบและตรวจสอบโดยเกจที่ใช้วัดแรงดันสูงใช้แรงดันในช่วง 25 - 30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ 15 - 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับเกจวัดทางแรงดันต่ำ การทดสอบการรั่วโดยการใช้อากาศคาร์บอนไดออกไซด์ควรจะต้องตั้งถังให้อยู่ในแนวตั้งเพื่อให้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจะมีสถานะเป็นแก๊ส

4. การตรวจดูรอยรั่วควรจะทำด้วยความระมัดระวัง เพราะแรงดันที่เราอัดเข้าไปคือ 5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และถ้าเกิดการรั่วไหลออกมาภายนอกจะต้องรีบทำการปิดวาล์วและรอให้แรงดันภายในเท่ากับแรงดันภายนอก จากนั้นจึงค่อยทำการซ่อมแซมต่อไป

5. หากวาล์วเกิดการรั่วไหลของแก๊สออกมาภายนอก เช่น วาล์วได้อากาศ วาล์วระบายแรงดัน ควรตรวจสอบด้วยความระมัดระวังเช่นกัน หากวาล์วเกิดการรั่วภายในควรตรวจสอบหรือเปลี่ยนใหม่

6. หากแก๊สที่อัดเข้าไประหว่างนี้ไม่มีการรั่วไหลก็ควรจะยึดเวลาในการตรวจสอบต่อไปอีก โดยจดบันทึกอุณหภูมิและแรงดันไว้ด้วย ถ้าอุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลงไปมากจนผิดปกติควรจะรีบแก้ไขโดยปกติแล้วแรงดันจะเปลี่ยนแปลงไปประมาณ 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 5 องศาเซลเซียส

7. หลังการทดสอบการรั่วโดยการใช้อากาศเสร็จแล้ว ควรจะระบายออกโดยผ่านทางวาล์วระบายแรงดันหรืออุปกรณ์ค้ำเศษฝุ่นละออง

8. ในกรณีนี้ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือไนโตรเจนที่ใช้สำหรับการตรวจสอบการรั่วไหล ควรจะมีการจัดเก็บไว้ในที่ต่างหาก ไม่ควรที่จะปล่อยทิ้งออกไปเพราะจะทำให้เกิดมลภาวะหรือมลพิษได้

2. การทดสอบการรั่วโดยสุญญากาศ

หลังจากเสร็จการทดสอบด้วยอากาศแล้วควรที่จะกำจัดแก๊สและน้ำที่ยังหลงเหลืออยู่ในระบบออกให้หมดโดยการใช้ปั๊มสุญญากาศ ซึ่งจะดูดอากาศในระบบออกจนเป็นสุญญากาศ และไม่ควรใช้คอมเพรสเซอร์

ในระบบดูดอากาศออกด้วยตัวเอง

1. ตรวจสอบโดยใช้วิธีสุญญากาศ ก็เพื่อตรวจสอบขีดความสามารถของระบบเครื่องทำความเย็น ในการรักษาสภาพการเป็นสุญญากาศ

2. เกจวัดแรงดันสุญญากาศเป็นเครื่องมือในการวัดสุญญากาศขณะทำการทดสอบ

3. ทางด้านของแรงดันสูงก็ควรจะทำไปพร้อมๆกันขณะที่กำลังลดแรงดันภายในระบบให้ลดลง กลายเป็นสุญญากาศ

4. ในขณะที่ปั๊มสุญญากาศทำงาน อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศบริเวณรอบๆ จะเพิ่มขึ้น

5. หลังจากทีระบบเป็นสุญญากาศ ประมาณ 760 มิลลิเมตรปรอท ปั๊มสุญญากาศ ควรที่จะทำต่อไปประมาณ 6 - 12 ชั่วโมง เพื่อที่จะดูดอากาศออกให้หมดไปจากระบบ จากนั้นหยุดการทำงานของปั๊มสุญญากาศ และเฝ้าดูต่อไปอีกประมาณ 6 - 12 ชั่วโมง

6. ถ้าเกิดความผิดปกติของสุญญากาศในระบบหรือในระบบไม่เป็นสุญญากาศ ที่ 760 มิลลิเมตรปรอท ควรจะทำการทดสอบเป็นช่วงๆ โดยการปิดท่อและเปิดวาล์วที่ใกล้กับเกจสุญญากาศออกเพื่อตรวจสอบการรั่วของระบบ จากนั้นควรตรวจสอบโดยใช้อากาศทดสอบอีกครั้งและหลังจากการซ่อมแซมเสร็จแล้วค่อยทดสอบโดยใช้สุญญากาศอีกครั้ง

7. สุดท้ายจะต้องทำการดูดอากาศในคอมเพรสเซอร์ออกเพื่อให้เป็นสุญญากาศ

3. การทดสอบการรั่วโดยใช้สารทำความเย็น

1. หลังจากเสร็จการทดสอบโดยใช้สุญญากาศแล้ว ควรจะเติมสารทำความเย็นเข้าไปในระบบ โดยให้มีแรงดันภายในระบบประมาณ 4 - 5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และตรวจสอบการรั่วของสารทำความเย็น โดยใช้อุปกรณ์หารอยรั่วหรือโดยการใช้ฟองสบู่ตรวจสอบ

2. สารทำความเย็นควรจะเติมโดยผ่านอุปกรณ์ดูดซับความชื้นของระบบทำความเย็น

3. ทำการเปิดวาล์วทุกตัวในตำแหน่งเปิดสุด

4. ใช้อุปกรณ์ในการตรวจหารอยรั่วอย่างระมัดระวังและใช้เวลาในการตรวจสอบที่พอเพียง

5. อุปกรณ์และการต่อท่อทางในด้านของแรงดันต่ำควรจะตรวจสอบการรั่วของสารทำความเย็นจนกว่าจะแน่ใจ เพราะทางด้านของแรงดันต่ำจะมีฉนวนหุ้มท่ออยู่

6. ป้ายคำเตือน “ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องห้ามเข้า” ควรจะมีติดไว้บริเวณที่มีการทำงาน

การเริ่มเดินระบบทำความเย็น

ต้องมีการตรวจสอบระบบและคอมเพรสเซอร์ ก่อนที่จะเริ่มเดินระบบ ดังนี้

1. ตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำ และตรวจสอบรอยรั่วของปั๊มน้ำในขณะที่ปั๊มน้ำทำงานอยู่

2. น้ำที่ใช้ระบายความร้อนควรที่จะจ่ายให้กับคอนเดนเซอร์ก่อนและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น อุปกรณ์ระบายความร้อนของน้ำมันหล่อลื่นหรือคอมเพรสเซอร์

3. ตรวจสอบตามข้อต่อต่างๆของคอมเพรสเซอร์ว่านอตขันแน่นหรือไม่
4. ตรวจสอบโดยการเปิดและปิดวาล์วต่างๆ ของอุปกรณ์แต่ละตัว
5. ควรตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์

ขั้นตอนในการปฏิบัติงาน

หลังจากที่เริ่มเดินระบบและคอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานแล้ว จะต้องสังเกตแรงดันและอุณหภูมิของอุปกรณ์แต่ละตัวว่ามีแรงดันและอุณหภูมิมากน้อยเพียงใด เช่น แรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ระดับของแก๊สและของเหลว เสียง และการสั่นสะเทือน และเมื่อการทำงานปกติแล้วควรตรวจสอบดังต่อไปนี้

1. จอแสดงผลของแรงดันและอุณหภูมิของแก๊ส ทั้งทางด้านแรงดันสูงและแรงดันต่ำ
2. แรงดันของน้ำมันหล่อลื่น อุณหภูมิ และปริมาณของสารทำความเย็น
3. ค่าแรงดันของกระแสไฟฟ้าจะต้องมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 %
4. อุณหภูมิของชิ้นส่วนหลักๆ เช่น ตัวคอมเพรสเซอร์ บริเวณฝาสูบของคอมเพรสเซอร์ แบ็งก์ และอื่นๆ
5. ความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นระหว่างทางเข้าและทางออกของคอนเดนเซอร์
6. ปริมาณการไหลของสารทำความเย็นภายในระบบ
7. การรั่วไหลของสารทำความเย็น
8. ตรวจสอบและปรับแต่งอุปกรณ์ที่ทำงานอัตโนมัติ เช่น สวิตช์แรงดันต่ำ สวิตช์แรงดันสูง สวิตช์แรงดันน้ำมันหล่อลื่น สวิตช์แรงดันน้ำหล่อเย็น

การทำงาน

1. การทำงานของระบบเครื่องทำความเย็นในสภาวะปกติจะวัดแรงดันทางด้านทางออกของคอนเดนเซอร์จะแสดงค่าของแรงดันและอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิจะสูงกว่าอุณหภูมิทางเข้าของน้ำหล่อเย็น ประมาณ 4 - 7 องศาเซลเซียส ในกรณีที่เป็นการควบคุมสารทำความเย็นแบบไม่มีการชดเชยแรงดันและอุณหภูมิของทางด้านดูดควรจะต่ำกว่าอุณหภูมิห้องเย็น ประมาณ 7 - 15 องศาเซลเซียส สำหรับระบบไบนารี อุณหภูมิทางด้านดูดควรจะต่ำกว่าอุณหภูมิของไบนารีประมาณ 4 - 6 องศาเซลเซียส ส่วนแรงดันของน้ำมันหล่อลื่นจะต้องสูงกว่าทางด้านแรงดันต่ำ ประมาณ 1.5 - 2.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
2. อุณหภูมิของสารทำความเย็นในขณะที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ ควรจะอยู่ที่ประมาณ 100 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าระบบที่ใช้สารทำความเย็นแบบ R-22
3. สารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นแก๊สด้านทางดูด ควรจะรักษาให้สูงกว่าอุณหภูมิของอีแวปโปเรเตอร์ ประมาณ 5 - 10 องศาเซลเซียส
4. ในกรณีที่เป็คอมเพรสเซอร์แบบอัดไอ 2 ชั้น ทางด้านแรงดันสูงควรที่จะรักษาไว้ให้สูงกว่าแรงดันจากการอัดตัวขั้นที่ 1 ประมาณ 5 องศาเซลเซียส

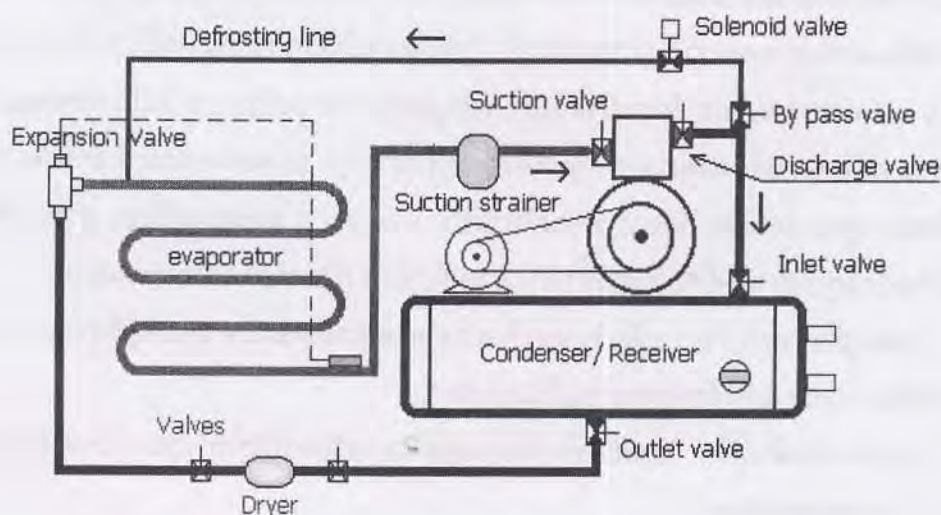
5. อุณหภูมิบริเวณฝาสอบของคอมเพรสเซอร์ ควรจะรักษาให้ได้ประมาณ 120 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

6. ความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นระหว่างทางเข้าและทางออกของคอนเดนเซอร์ ควรที่จะรักษาให้ได้ที่ประมาณ 3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิทางออกของไบน์ควรจะต่ำกว่าอุณหภูมิทางเข้าของไบน์ประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส

การละลายน้ำแข็ง

การละลายน้ำแข็งในระบบเครื่องทำความเย็นจะมีวิธีที่แตกต่างหลายวิธีซึ่งสามารถที่จำแนกออกเป็น การละลายโดยธรรมชาติ หรือการละลายโดยอาศัยความร้อนจากแหล่งความร้อนอื่นๆ การละลายน้ำแข็งโดยธรรมชาตินั้นจะหยุดระบบของเครื่องทำความเย็นซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งความร้อนที่จะนำมาใช้ในการละลายน้ำแข็ง หรือปิดวงจรการทำงานเป็นครั้งคราว เมื่อความร้อนที่ใช้ในการละลายน้ำแข็งเป็นความร้อนที่มาจากวิธีอื่นๆ เช่น น้ำไบน์ ขดลวดความร้อนของอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ แก๊สความร้อนจากด้านทางอัดของคอมเพรสเซอร์

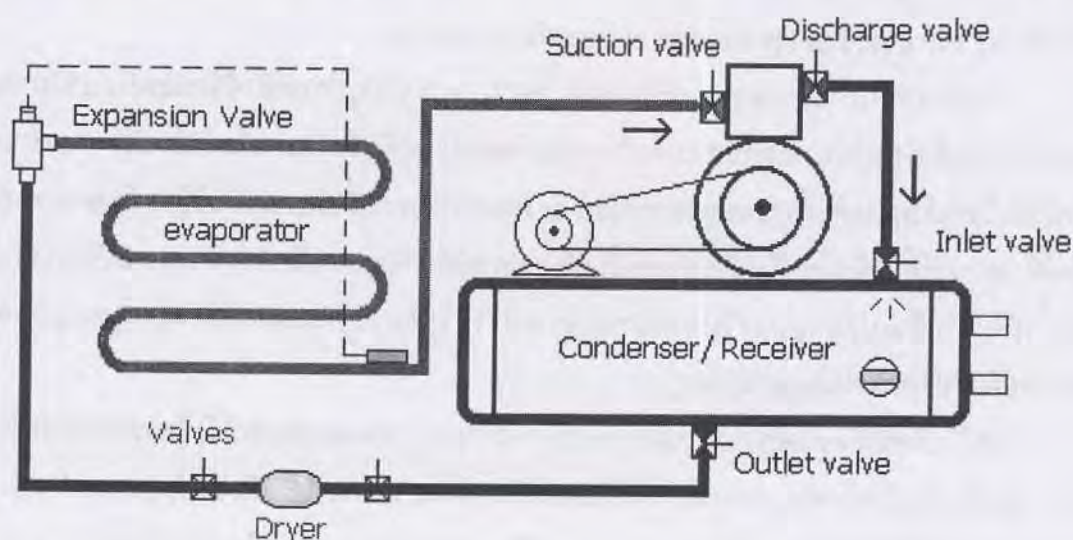
ด้วยเหตุนี้การละลายน้ำแข็งจึงหมายถึง วิธีการละลายน้ำแข็งที่เกาะอยู่บริเวณรอบๆของอีแวปอเรเตอร์ การละลายน้ำแข็งโดยการใช้แก๊สร้อนเป็นวิธีที่นิยมใช้ในระบบเครื่องทำความเย็น วาล์วบายพาสเป็นอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ใช้ควบคู่กันกับวาล์วโซลินอยด์ จะติดตั้งอยู่ระหว่างทางอัดของคอมเพรสเซอร์และทางเข้าของอีแวปอเรเตอร์ และเมื่อเปิดโซลินอยด์แก๊สร้อนจากทางด้านทางส่งของคอมเพรสเซอร์จะไหลเข้าไปภายในอีแวปอเรเตอร์และให้ความร้อนกับขดอีแวปอเรเตอร์ เพื่อละลายน้ำแข็งบริเวณรอบๆและจะกลั่นตัวกลายเป็นของเหลวภายในอีแวปอเรเตอร์ จากนั้นระเหยเป็นแก๊สกลับไปยังคอมเพรสเซอร์



ในกรณีที่ใช้แก๊สร้อนจากคอมเพรสเซอร์อาจจะมีข้อเสียบางอย่าง เช่น ในระบบอาจมีเศษโลหะที่จะสามารถไหลเข้าไปในคอมเพรสเซอร์ และทำให้เกิดความเสียหายได้ หากจะหลีกเลี่ยงปัญหาที่อาจจะเกิดควรจะทำการศึกษาติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กรองเศษโลหะก่อนทางเข้าของคอมเพรสเซอร์

การดูดเก็บสารทำความเย็น

เมื่อต้องการหยุดระบบเครื่องทำความเย็นเป็นระยะเวลานาน ถ้ามีสารทำความเย็นเหลือค้างอยู่ในอีแวปโปเรเตอร์ขณะที่ติดตั้งอยู่ในห้องแช่แข็ง ห้องเย็น ในอุปกรณ์ระบายความร้อนของสารทำความเย็น และภายในท่อแรงดันต่ำ ควรที่จะจัดเก็บและควบคุมสารทำความเย็นให้อยู่ภายในถังเก็บสารทำความเย็นที่เราใช้วิธีนี้ก็เพื่อที่จะลดแรงดันของสารทำความเย็นที่อาจจะเกิดการระเหยตัวโดยมีสาเหตุจากอุณหภูมิภายนอก แรงดันที่เกิดจากการขยายตัวโดยความร้อนจะไม่มีผลต่ออุปกรณ์ ในส่วนของอีแวปโปเรเตอร์ ข้อต่อ ซีล และอุปกรณ์ทางด้านแรงดันต่ำ อุปกรณ์เหล่านี้จะมีขีดความสามารถเฉพาะในด้านแรงดันต่ำ ซึ่งจะเกิดการชำรุดหรือเสียหายด้วยแรงดันสูงเพราะฉะนั้นควรที่จะมีการดูแลรักษาอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้



วิธีการดูดเก็บสารทำความเย็น

การเก็บสารทำความเย็นที่หลงเหลืออยู่ในด้านแรงดันต่ำไว้ในอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นโดยคอมเพรสเซอร์ เรียกว่า การ "ปั๊มดาวน" หลักการนี้จะอธิบายโดยหลักการโดยทั่วไปดังนี้

ระหว่างที่เดินคอมเพรสเซอร์ ระบบการควบคุมควรปรับให้สวิตช์แรงดันสูง - แรงดันต่ำ อยู่ในตำแหน่งอัตโนมัติ ข้อแนะนำแรงดันต่ำนั้นควรจะควบคุมไว้อย่างน้อย 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เพราะวาล์วคอมเพรสเซอร์จะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อแรงดันของสารทำความเย็นในส่วนทางด้านแรงดันต่ำมาถึง 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อทางด้านแรงดันสูงเกิดแรงดันสูงกว่าปกติ ดังนั้นก่อนที่จะหยุดการทำงานจะต้องปิดวาล์วด้านทางออกของคอนเดนเซอร์ หรือถึงเก็บสารทำความเย็น หลังจากปิดวาล์วด้านทางออกของคอนเดนเซอร์แล้วจะไม่มีสารทำความเย็นในสถานะเป็นของเหลวไหล

เข้าไปในวาล์วควบคุมแรงดันและในส่วนของอีแวปโปเรเตอร์ ในสภาวะนี้สารทำความเย็นที่เหลืออยู่ยังคงระเหยและถูกคอมเพรสเซอร์ดูดเข้าไปเก็บไว้ในอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นและกลั่นตัวเป็นของเหลว จนกระทั่งในแรงดันต่ำมาถึง 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและสวิตช์แรงดันต่ำก็จะตัดวงจร มอเตอร์คอมเพรสเซอร์หยุดโดยอัตโนมัติ ในตอนนี้สารทำความเย็นอาจจะเหลืออยู่ในระบบน้อยมาก จากนั้นปิดวาล์ว วาล์วทางเข้าของอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็น วาล์วด้านทางอัดและวาล์วด้านทางดูด ก่อนที่จะปิดวาล์วควรมีการทำตามที่กล่าวมานี้ 2-3 ครั้ง เนื่องจากสารทำความเย็นยังคงเกิดการระเหยภายในระบบ ระบบไม่มีสารทำความเย็นหลงเหลืออยู่ภายในส่วนของอีแวปโปเรเตอร์

ระบบสารทำความเย็น

สารทำความเย็น R-22 ใช้สำหรับระบบนี้และใช้กันอยู่ในเรือประมง สารทำความเย็น R-22 จะมีข้อดีกว่าสารทำความเย็นแบบ R-12 คือจะมีจุดเดือดที่แรงดันบรรยากาศที่ -40.8 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำ ในอุตสาหกรรมการแช่แข็งอุณหภูมิของอีแวปโปเรเตอร์ได้มีการพัฒนาให้ต่ำถึง -87 องศาเซลเซียส (จุดเดือดจะต่ำกว่าแรงดันบรรยากาศ)

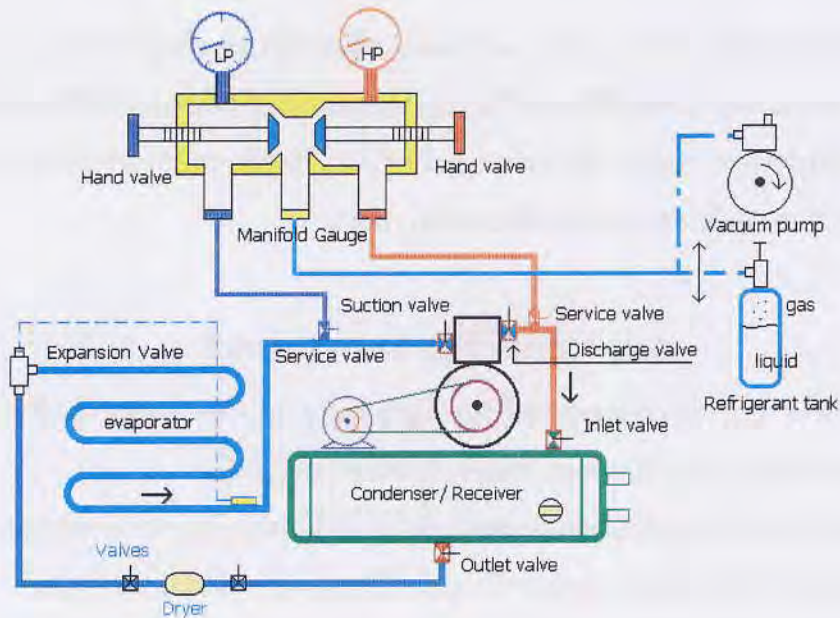
สำหรับระบบที่ใช้สารทำความเย็นแบบ R-22 ควรจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ดักและเก็บน้ำมันหล่อลื่น และมีท่อทางเพื่อให้น้ำมันหล่อลื่นสามารถไหลกลับโดยอัตโนมัติหรือโดยกลไกอัตโนมัติ การไหลกลับของน้ำมันไปยังด้านแรงดันต่ำของคอมเพรสเซอร์ จะรักษาระดับของน้ำมันหล่อลื่นไว้ภายในคอมเพรสเซอร์ให้คงที่ อุปกรณ์ที่ใช้ดักและเก็บน้ำมันหล่อลื่นเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากเพื่อป้องกันคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นเปลี่ยนแปลงไปหากน้ำมันไหลเข้าไปในอีแวปโปเรเตอร์เนื่องจากอุณหภูมิของการระเหยในอีแวปโปเรเตอร์มีอุณหภูมิต่ำ

ข้อดีไม่ใช่มีเพียงแค่อุณหภูมิของการระเหยจะต่ำกว่า คอมเพรสเซอร์ที่ใช้สารทำความเย็นแบบ R-22 จะมีขนาดเล็กกว่าคอมเพรสเซอร์ที่ใช้สารทำความเย็นแบบ R-12 คือจะประมาณ 60% ของคอมเพรสเซอร์ที่ใช้สารทำความเย็น R-12 และปริมาณความต้องการสารทำความเย็นแบบ R-22 จะประมาณ 65 % ของสารทำความเย็นแบบ R-12 เพราะฉะนั้นขนาดของท่อสำหรับสารทำความเย็น R-22 ปกติจะมีขนาดเล็กกว่าท่อที่ใช้สารทำความเย็นแบบ R-12

R-22 จะถูกยกเลิกการใช้ในต้นศตวรรษที่ 21 แต่อย่างไรก็ตาม R-22 ยังคงมีใช้อยู่ในปัจจุบัน ส่วนการเปลี่ยนสารทำความเย็นซึ่งสามารถหาเปลี่ยนได้ในท้องตลาดคือ สารทำความเย็น R-502, R-410A ซึ่งแล้วแต่การใช้งานที่เหมาะสม

การบรรจุสารทำความเย็น

ในกรณีที่มีการติดตั้งระบบใหม่ ก่อนที่จะบรรจุสารทำความเย็นเข้าไปในระบบจะต้องมีการตรวจสอบและทดสอบข้อต่อต่างๆ รวมถึงท่อทางของระบบทำความเย็นดังที่กล่าวมา การเตรียมการบรรจุสารทำความเย็นจะกระทำดังนี้



ขั้นตอน

การทำสุญญากาศ

1. ต่อเกจสุญญากาศโดยใช้สายกลางของเกจสุญญากาศ (สีเหลือง) ต่อเข้ากับทางด้านดูดของปั๊มสุญญากาศ ส่วนสายทางด้านแรงดันต่ำของเกจสุญญากาศ (สายสีน้ำเงิน) ต่อเข้ากับทางด้านแรงดันต่ำหรือวาล์วที่ใช้บรรจุสารทำความเย็น และสายทางด้านแรงดันสูง (สายสีแดง) ของเกจสุญญากาศต่อเข้ากับทางด้านอัดหรือทางด้านแรงดันสูงของคอมเพรสเซอร์
2. ปรับวาล์วที่ควบคุมด้วยมือทั้งทางด้านแรงดันสูง และทางด้านแรงดันต่ำของเกจสุญญากาศในตำแหน่งกลาง (เปิดครึ่งหนึ่ง) และรักษาดำแหน่งของวาล์วไว้
3. เปิดวาล์วทั้งสองของเครื่องทำความเย็น (ทั้งทางด้านแรงดันสูงและแรงดันต่ำ)
4. เปิดสวิตช์ปั๊มสุญญากาศจนกระทั่งเกจทางด้านแรงดันต่ำเป็นสุญญากาศ ที่ 29 นิ้วปรอท
5. ปิดวาล์วทั้งสองของเกจสุญญากาศทั้งทางด้านแรงดันสูงและแรงดันต่ำ หลังจากปิดวาล์วทั้งสองเรียบร้อยแล้วจึงปิดสวิตช์ของปั๊มสุญญากาศ
6. ในตอนนี้ให้สังเกตดูสถานะการเป็นสุญญากาศภายในระบบ ซึ่งจะต้องสามารถรักษาสุญญากาศไว้ให้คงที่ ที่ 29 นิ้วปรอท
7. ถอดสายตำแหน่งกลาง (สายสีเหลือง) ออกจากทางด้านดูดของปั๊มสุญญากาศ และต่อเข้ากับถังเก็บสารทำความเย็น ตรวจสอบการต่อสาย จากนั้นไล่อากาศภายในออกโดยการเปิดวาล์วที่ถังเก็บสารทำความเย็น และคลาย flare nut ให้แน่นที่ตำแหน่งกลางของเกจสุญญากาศ อากาศและความชื้นจะถูกขับออกจากสายโดยแรงดันของสารทำความเย็นและขัน flare nut เพื่อเตรียมการบรรจุสารทำความเย็นต่อไป น้ำหนักของสารทำความเย็นที่จะบรรจุเข้าไปในระบบจะวัดได้โดยการใช้เครื่องชั่ง

10. สตาร์ทคอมเพรสเซอร์และรักษาระดับของแรงดันทางด้านแรงดันต่ำไว้ให้อยู่ในช่วง 1.0 - 1.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในขณะที่เติมสารทำความเย็นควรจะต้องสังเกตระดับของสารที่มีสภาพเป็นของเหลวภายในอุปกรณ์เก็บสารทำความเย็น จนกระทั่งแน่ใจว่าอยู่ในระดับที่เพียงพอกับความต้องการ จากนั้นปิดวาล์วที่ถังเก็บสารทำความเย็นและหยุดการเติมสารทำความเย็น

อุปกรณ์ที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์นั้นจะมีด้วยกัน 2 แบบคือ มอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์ การที่จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ควรมีข้อพิจารณาดังนี้

1. โครงสร้างของมอเตอร์จะต้องสามารถกันน้ำได้ การใช้มอเตอร์แบบกรงกระรอกควรจะใช้แบบที่ระบายความร้อนด้วยใบพัด เนื่องจากมอเตอร์มีประสิทธิภาพสูง และใช้งบประมาณน้อย
2. แรงเคลื่อนไฟฟ้าและระบบไฟฟ้ากำลัง โดยปกติมอเตอร์ไฟฟ้าระบบ 3 เฟส จะมีคุณสมบัติในการให้กำลังขับเคลื่อนขนาดกระทัดรัดและประสิทธิภาพในการเริ่มหมุนดีกว่ามอเตอร์ระบบ 1 เฟส แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้โดยทั่วไป คือ 380 โวลต์ สำหรับระบบ 3 เฟส และ 220 โวลต์สำหรับระบบ 1 เฟส
3. กำลังของมอเตอร์ควรจะมากกว่ากำลังของคอมเพรสเซอร์ ประมาณ 20 % และจะต้องพิจารณาควบคู่ไปกับการความต้องการกำลังของคอมเพรสเซอร์ ณ จุดควบแน่น และอุณหภูมิในการทำความเย็นของคอมเพรสเซอร์
4. ความเร็วของมอเตอร์ ควรจะอยู่ในช่วง 100 - 150 % ของความเร็วของคอมเพรสเซอร์ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราทดระหว่างมอเตอร์กับคอมเพรสเซอร์ อย่างไรก็ตามอัตราทดสูญเสียความเร็วเนื่องจากแรงเสียดทานทั้งทางกลและการสูญเสียทางไฟฟ้า (Slip ratio) จะต้องนำมาพิจารณารวมถึงมีการกำหนดค่าชดเชยในการสูญเสียด้วย

การใช้เครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์

ในกรณีที่ขาดแคลนกำลังไฟฟ้าเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์เครื่องยนต์จะถูกนำมาใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ ซึ่งการใช้เครื่องยนต์ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์จะต้องจัดหาอุปกรณ์ ดังนี้

1. เครื่องยนต์หรือคอมเพรสเซอร์ที่จะใช้ควรจะใช้แบบที่มีอุปกรณ์ที่ทำการปลดภาระหรือแบ่งเบาแรงต้านในขณะที่สตาร์ท เพื่อให้่ายต่อการสตาร์ทเครื่องยนต์ อุปกรณ์ประกอบที่จะแนะนำนั้นคือ
 - คอมเพรสเซอร์แบบมีอุปกรณ์ลดแรงดันภายในกระบอกสูบ
 - ระบบการระบายแรงดันที่เกิดจากการอัดเพื่อให้เกิดความสมดุลทั้งด้านทางดูดและอัดในขณะที่เริ่มหมุน
 - ถ้าไม่สามารถจัดเตรียมอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้น ระบบคลัตช์ก็สามารถนำมาใช้แทนได้

2. กำลังงานของเครื่องยนต์ โดยปกติแล้วจะใช้เครื่องยนต์ดีเซลหรือเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแทนการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า กำลังงานที่ได้จากการใช้เครื่องยนต์ดีเซลหรือเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ควรจะมากกว่ากำลังของคอมเพรสเซอร์ประมาณ 20 - 40% ตามลำดับ

3. ความเร็วของเครื่องยนต์ ควรที่จะเลือกให้มีความสัมพันธ์กับความเร็วของคอมเพรสเซอร์และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ ปัจจัยที่สำคัญก็คือความเร็วที่ใช้งานจะต้องสัมพันธ์กับการให้กำลังงานในช่วงที่เกิดประโยชน์สูงสุดของการใช้เครื่องยนต์

4. การขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์โดยเครื่องยนต์แนะนำให้ใช้การต่อตรง ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้สายพานในการขับเคลื่อน ควรจะมีการตรวจสอบความแข็งแรงทนทานของเบร้งค์ด้านที่จะมารับแรงในการขับเคลื่อน และแนะนำให้ใช้เบร้งค์แบบต้านทานการเคลื่อนที่ในแนวนอน (Thrush bearing)

5. จะต้องมียูปรณ์ที่ใช้ในการหยุดคอมเพรสเซอร์หรือยูปรณ์ที่ใช้ในการหยุดเครื่องยนต์อัตโนมัติเมื่อแรงดันของสารทำความเย็นในระบบทำความเย็น แรงดันของน้ำมันในคอมเพรสเซอร์ แรงดันของน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์ผิดปกติ และถ้าไม่มียูปรณ์เหล่านี้ ก็ควรจะมีการติดตั้งสัญญาณเตือนเมื่อเกิดผิดปกติขึ้นในระบบ

6. เครื่องยนต์และคอมเพรสเซอร์ ควรที่จะรวมอยู่เป็นชุดเดียวกันและควรจะมีการนำสิ่งที่สามารถรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี เช่น ยางหรือสปริง มาใช้รองรับเพื่อลดการสั่นสะเทือนที่เกิดจากการทำงานของเครื่องยนต์และคอมเพรสเซอร์ และควรใช้ท่อทางที่สามารถยืดหยุ่น หรือให้ตัวได้เพื่อต่อระหว่างเครื่องกลกับยูปรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับโครงสร้างของเรือ ท่อต่างๆต้องมีการยึดจับให้แน่นหนาอย่างเพียงพอและอยู่ในระยะที่เหมาะสม

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์

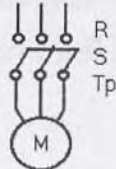
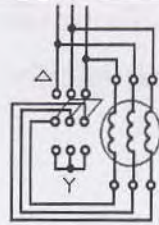
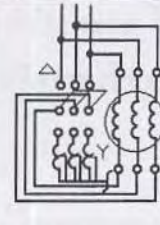
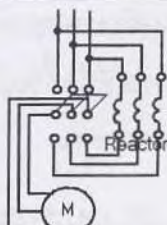
มอเตอร์คอมเพรสเซอร์โดยทั่วไปเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก (Cage type induction motor) ซึ่งมีจุดอ่อนในการเริ่มต้นหมุน เนื่องจากจะกินกระแสไฟฟ้าสูงถึงประมาณ 4-5 เท่าของกระแสปกติ แต่ให้แรงบิดต่ำขณะเริ่มหมุน

ระบบสตาร์ทจำเป็นต้องใช้แรงบิดสูงเพียงพอต่อการหมุนคอมเพรสเซอร์โดยที่ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าในระบบสูงเกินไป

มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่มีขนาดเล็กกว่า 5 กิโลวัตต์ที่มีวาล์วควบคุมสารทำความเย็นแบบเปิดสามารถสตาร์ทได้โดยตรงเพราะว่าขณะสตาร์ทมอเตอร์จะกินกระแสน้อยเนื่องจากแรงบิดขณะเริ่มหมุนต่ำ

การสตาร์ทคอมเพรสเซอร์ที่มีขนาดใหญ่ๆโดยวิธีสตาร์ทแบบลดแรงดันหรือการใช้เทคนิคร่วม (Combination technique) เช่น สตาร์ท-เดลต้า (Star-delta) ตัวสตาร์ทแบบต้านทาน (Resistance starter) และตัวสตาร์ทแบบขดลวดไฟฟ้าหรือหม้อแปลงลดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Reactor starter)

หมายเหตุ การสตาร์ทมอเตอร์ต้องลดแรงบิดขณะทำการสตาร์ทโดยใช้วิธีลดแรงดันของคอมเพรสเซอร์ (Unload valve) หรือการเปิดวาล์วปรับแรงดันเพื่อช่วยในการเริ่มหมุนของคอมเพรสเซอร์ (Bypass valve) หรือวาล์วกันกลับ (Check valve) อย่างใดอย่างหนึ่ง

รายละเอียด	สตาร์ทแบบ ต่อตรง (Full-voltage)	สตาร์ทแบบ สตาร์-เดลต้า (Star-delta)	สตาร์ทแบบ การชดเชย (Compensate)	สตาร์ทแบบ ขดลวดไฟฟ้าหรือ หม้อแปลงลดแรง เคลื่อนไฟฟ้า (Reactor)
ขนาดมอเตอร์	โวลต์ต่ำขนาด กลางถึงเล็ก	โวลต์ต่ำขนาด กลางถึงเล็ก	โวลต์สูงขนาดกลางถึงใหญ่	
เฟส	V_{ph}	$V/1.732$	$V_{trap}(V_{ph})$	$V_d(V_{ph})$
กระแสสตาร์ท	I_s	$1/3I_s$	$(V_{trap}^2)V_{ph}$	$(V_{d2})V_{ph}$
แรงบิดสตาร์ท	T_s	$1/3T_s$	$(V_{trap}^2)T_s$	$(V_{d2})T_s$
ราคา	-	ราคาถูก	ราคาแพง	ราคาปานกลาง
วงจรอย่างง่าย				

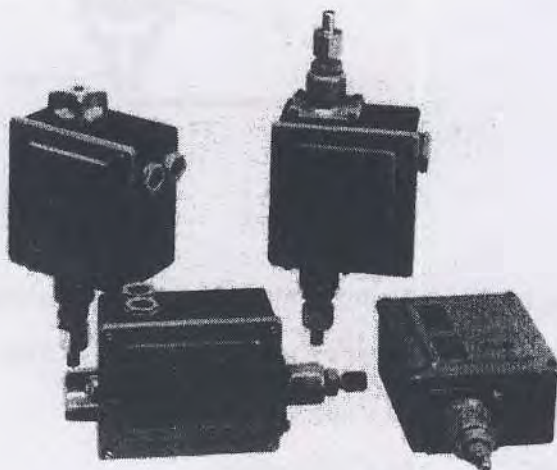
อุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้าของระบบทำความเย็น

สวิตช์แรงดัน (Pressure switch)

สวิตช์แรงดันออกแบบมาให้ตัดและต่อวงจรไฟฟ้าในช่วงแรงดันที่ควบคุม ในการเลือกและการติดตั้งควรมีลักษณะเฉพาะ เช่น ความสามารถในการทำงานและหน้าที่ในการควบคุม สวิตช์แรงดันจะประกอบไปด้วย สวิตช์ควบคุมแรงดันสูง สวิตช์ควบคุมแรงดันต่ำ สวิตช์ควบคุมแรงดันน้ำมัน สวิตช์ควบคุมแรงดันน้ำ และสวิตช์ที่ควบคุมทั้งแรงดันสูงและแรงดันต่ำในตัวเดียวกันในระบบเครื่องทำความเย็น

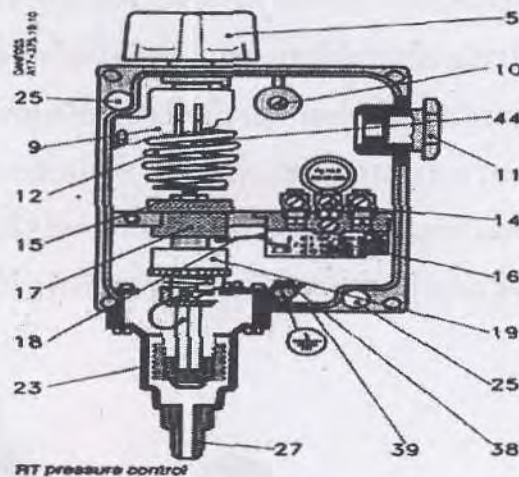
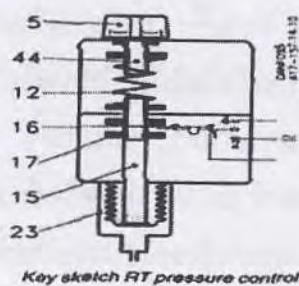
โดยเฉพาะอย่างยิ่งตำแหน่งที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้าในระบบเครื่องทำความเย็น ควรมีการพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ เช่น การติดตั้งสวิตช์ซึ่งใกล้กับน้ำ ความชื้น น้ำมัน หรือแก๊สที่มีไอระบายออกมาควรจะใช้กล่องที่ทำมาเป็นพิเศษเพื่อป้องกันไอน้ำมันหรือแก๊สไม่ให้เข้าไปภายในได้

ขีดความสามารถการควบคุมจะถูกจำกัดโดยความสามารถในการรับภาระของสวิตช์ และหน้าสัมผัส สวิตช์แรงดันไม่ควรที่จะต่อโดยตรงกับมอเตอร์หรือคอมเพรสเซอร์ เพราะฉะนั้นสวิตช์ควบคุมของแรงดันควรควบคุมโดยผ่านการใช้รีเลย์ที่มีขนาดเพียงพอกับความต้องการกำลังของอุปกรณ์ไฟฟ้า



สวิตช์ควบคุมแรงดันสูง (High pressure switch:HPS)

สวิตช์ควบคุมแรงดันสูงควบคุมการทำงานของวงจรไฟฟ้าที่จ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์ด้วยการตัดวงจร ในกรณีที่ความดันด้านแรงดันสูง (High pressure) เกินกว่าแรงดันที่กำหนดไว้เพราะมีการเติมสารทำความเย็นเข้ามาในระบบมากเกินไปหรือระบบหล่อเย็นผิดปกติหรือมีส่วนผสมของสารที่ไม่มีขีดความสามารถในการควบแน่นเช่นเดียวกับสารทำความเย็น การเดินระบบอย่างไม่ถูกต้องหรือเกิดความร้อนสูงในบริเวณที่ติดตั้งเครื่องทำความเย็น

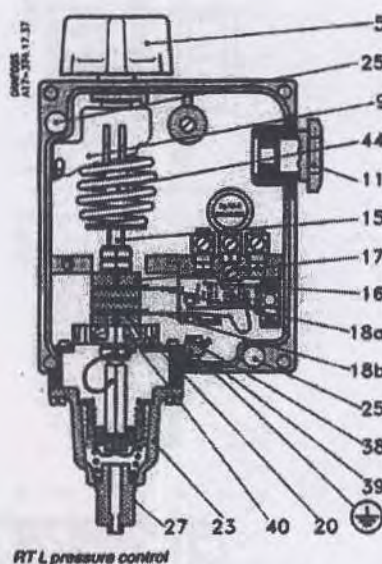
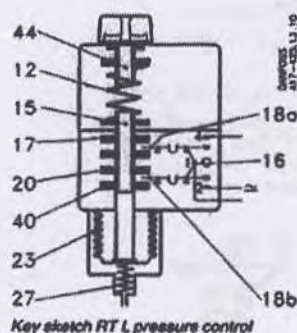


สวิตช์แรงดันสูง

- | | |
|---|--|
| 5. ตัวปรับแรงดัน(Setting knob) | 9. สเกลกำหนดช่วงควบคุม(Regulation range scale) |
| 10. ขั้วต่อ(Loop terminal) | 11. ปลั๊กทางเข้าสายไฟขนาด 13.5 มม. (Pg 13.5 screw cable entry) |
| 12. สปริงหลัก(Main spring) | 14. ขั้วต่อ(Terminals) |
| 15. แกนหลัก(Main spindle) | 16. สวิตช์(Switch) |
| 17. แหวนบังคับ(Guide bush) | 18. แกนสัมผัส(Contact arm) |
| 19. นอตกำหนดความแตกต่างในการควบคุม(Differential setting nut) | |
| 23. ตัวแปรสัญญาณแรงดันให้เป็นการเคลื่อนไหวทางกล(Bellow element) | |
| 25. ช่องยึด(Fixing hole) | 27. แกนต่อ(Connection) |
| 38. ขั้วสายดิน(Earth terminal) | 39. จานระบายความดัน(Blow-out disc) |
| 44. แกนปรับตั้งแรงดัน(Pressure setting spindle) | |

สวิตช์ควบคุมแรงดันต่ำ (Low-pressure switch:LPS)

สวิตช์ควบคุมแรงดันต่ำเป็นสวิตช์ควบคุมการทำงานเช่นเดียวกับสวิตช์แรงดันสูงแต่ตอบสนองทางด้านแรงดันต่ำในกรณีที่ระบบมีแรงดันต่ำกว่าแรงดันที่ตั้งไว้ นอกจากนั้นสวิตช์แรงดันต่ำยังมีหน้าที่ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือการสตาร์ทมอเตอร์โดยอัตโนมัติเมื่อแรงดันด้านแรงดันต่ำมีค่าสูงกว่าแรงดันที่ตั้งไว้ สวิตช์นี้จะทำงานร่วมกับวาล์วโซลินอยด์ด้านจ่าย (Discharge solenoid valve) เพื่อควบคุมการจ่ายสารทำความเย็น



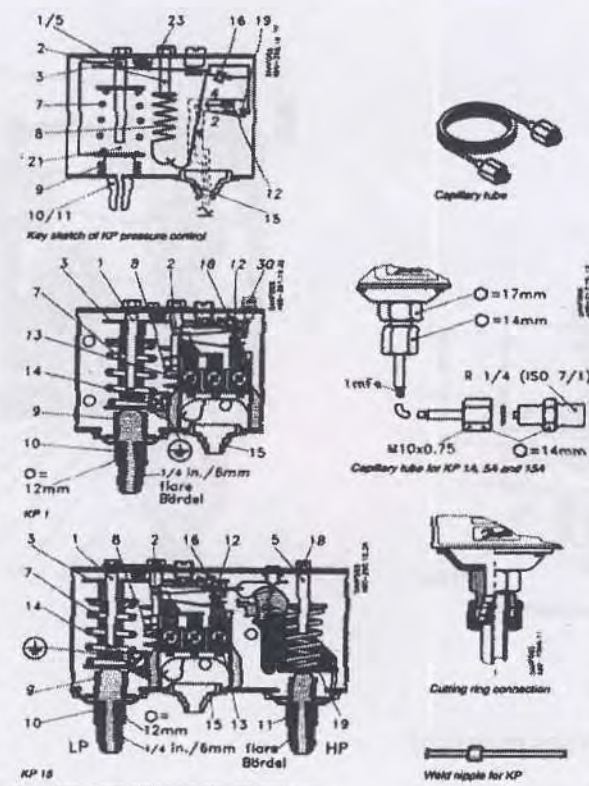
สวิตช์ความดันต่ำ(Low-pressure switch)

- | | |
|--|---|
| 5. ตัวปรับแรงดัน (Setting knob) | 9. สเกลกำหนดช่วงควบคุม (Regulation range scale) |
| 11. ปลั๊กทางเข้าสายไฟขนาด 13.5 มม. (Pg 13.5 screw cable entry) | 12. สปริงหลัก (Main spring) |
| 14. ขั้วต่อ (Terminals) | 15. แกนหลัก (Main spindle) |
| 16. สวิตช์ (Switch) | 17. ป्लอกบังคับบน (Upper guide bush) |
| 18. 18a 18b แกนสัมผัส (Contact arm) | 20. ป्लอกนำด้านต่ำ (Lower guide bush) |
| 23. ตัวแปรสัญญาณแรงดันให้เป็นการเคลื่อนไหวทางกล (Bellow element) | 27. แกนต่อ (Connection) |
| 25. ช่องยึด (Fixing hole) | 39. จานระบายความดัน (Blow-out disc) |
| 38. ขั้วสายดิน (Earth terminal) | |
| 40. นอตปรับค่าเริ่มต้น (Neutral zone setting nut) | 44. แกนปรับตั้งความดัน (Pressure setting spindle) |

สวิตช์ควบคุมแรงดันสูงและแรงดันต่ำ (Dual pressure switch:DPS)

เป็นสวิตช์ที่มีทั้งสวิตช์ควบคุมแรงดันสูงและสวิตช์ควบคุมแรงดันต่ำอยู่ในตัวเดียวกัน โดยออกแบบให้ทำหน้าที่หยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์เช่นเดียวกับการทำงานของสวิตช์ควบคุมแรงดันสูงและสวิตช์ควบคุมแรงดันต่ำ

สวิตช์นี้ถูกออกแบบเพื่อให้คอมเพรสเซอร์ทำงานเมื่อแรงดันของคอมเพรสเซอร์อยู่ในระดับปกติ อย่างไรก็ตามสวิตช์บางรุ่นจำเป็นต้องทำการรีเซ็ตเพื่อเริ่มการทำงานของคอมเพรสเซอร์อีกครั้ง



สวิตช์แบ่งความดัน

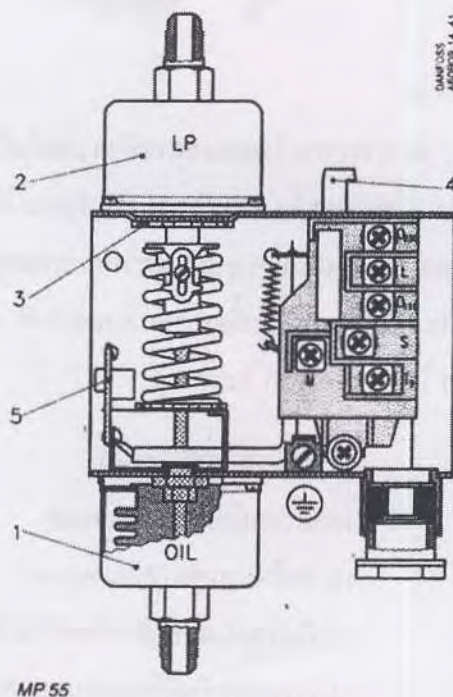
1. แกนปรับด้านแรงดันต่ำ (Low pressure setting spindle, LP)
2. แกนปรับความแตกต่างด้านแรงดันต่ำ (Differential setting spindle, LP)
3. แกนปรับแขนหลักด้านแรงดันสูง (Main arm setting spindle, HP)
5. แกนกำหนดแรงดันด้านสูง (High pressure setting spindle, HP)
7. สปริงหลัก (Main spring)
8. สปริงตั้งค่าความแตกต่างในการควบคุม (Differential spring)
9. ตัวแปรสัญญาณ (Bellow)
10. จุดเชื่อมด้านแรงดันต่ำ (LP Connection)
11. จุดต่อของสวิตช์ด้านแรงดันสูง (HP Connection)

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 12. สวิตช์ (Switch) | 13. ขั้วต่อสายไฟ (Terminal) |
| 14. ขั้วสายดิน (Earth terminal) | 15. ทางเข้าสายไฟ (Cable entry) |
| 16. ตี๊กตา (Tumbler) | 18. แผ่นล็อก (Locking plate) |
| 19. แกนกลางของสวิตช์ (Arm) | 30. ปุ่มรีเซ็ต (Reset bottom) |

สวิตช์ควบคุมโดยใช้แรงดันน้ำมัน (Oil pressure switch: OPS)

สวิตช์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยใช้แรงดันของน้ำมันหล่อลื่น สวิตช์นี้เริ่มทำงานเมื่อเกิดความแตกต่างระหว่างแรงดันน้ำมันและแรงดันทางด้านดูดของคอมเพรสเซอร์ โดยสวิตช์แรงดันน้ำมันจะตั้งไว้ประมาณ 2-3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าแรงดันด้านดูดของคอมเพรสเซอร์ สวิตช์นี้จะส่งสัญญาณเตือนก่อนตัดวงจรประมาณ 20-30 วินาที หลังจากสวิตช์ตัดวงจรแล้วสามารถทำการรีเซ็ตได้โดยวิธีแมนนวล

เมื่อความดันน้ำมันต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ ข้อควรสังเกตสวิตช์บางรุ่นจะมีสัญญาณเตือนก่อนตัดวงจรมอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์



สวิตช์ความดันน้ำมัน

1. จุดต่อความดันของระบบน้ำมันหล่อลื่น
2. จุดต่อด้านดูดของระบบทำความเย็น
3. แผ่นปรับค่าแรงดัน
4. ปุ่มรีเซ็ต
5. อุปกรณ์ทดสอบการทำงาน

สวิตช์แรงดันน้ำ (Water pressure switch: WPS)

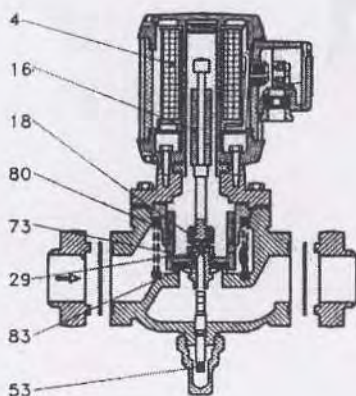
สวิตช์แรงดันน้ำ ทำหน้าที่ตรวจแรงดันในการไหลของน้ำหล่อเย็นและน้ำไบรน์เมื่อแรงดันน้ำต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้จะหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เพื่อป้องกันอันตรายกับคอมเพรสเซอร์เนื่องจากแรงดันและอุณหภูมิด้านส่งของคอมเพรสเซอร์สูงเกินไป นอกจากนี้สวิตช์นี้ยังช่วยป้องกันการแข็งตัวเป็นน้ำแข็งของน้ำไบรน์ในถังทำความเย็นไบรน์ (Brine cooler) อีกด้วย



วาล์วโซลินอยด์ (Solenoid valve)

วาล์วโซลินอยด์นี้ใช้ในการควบคุมการไหลของสารทำความเย็นในระบบเครื่องทำความเย็นโดยใช้ขดลวดไฟฟ้าควบคุมการปิด-เปิดของวาล์ว และยังสามารถทำงานได้ทั้งระบบควบคุมแบบธรรมดาและแบบอัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมแรงดันและอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิเป็นตัวส่งสัญญาณให้ทำงาน

ขดลวดไฟฟ้าสามารถใช้กับแหล่งจ่ายแรงดันทั้งแบบกระแสตรง ที่ 12 โวลต์ 24 โวลต์ และ 48 โวลต์ แบบกระแสสลับ ที่ 100 โวลต์ 110 โวลต์ และ 120 โวลต์



4. ขดลวดไฟฟ้า (Coil)

16. แกนแม่เหล็ก (Armature)

18. วาล์วควบคุม (Pilot valve)

29. ตัวกำหนดแรงดันเพื่อนำไปใช้ในการควบคุม (Pilot orifice)

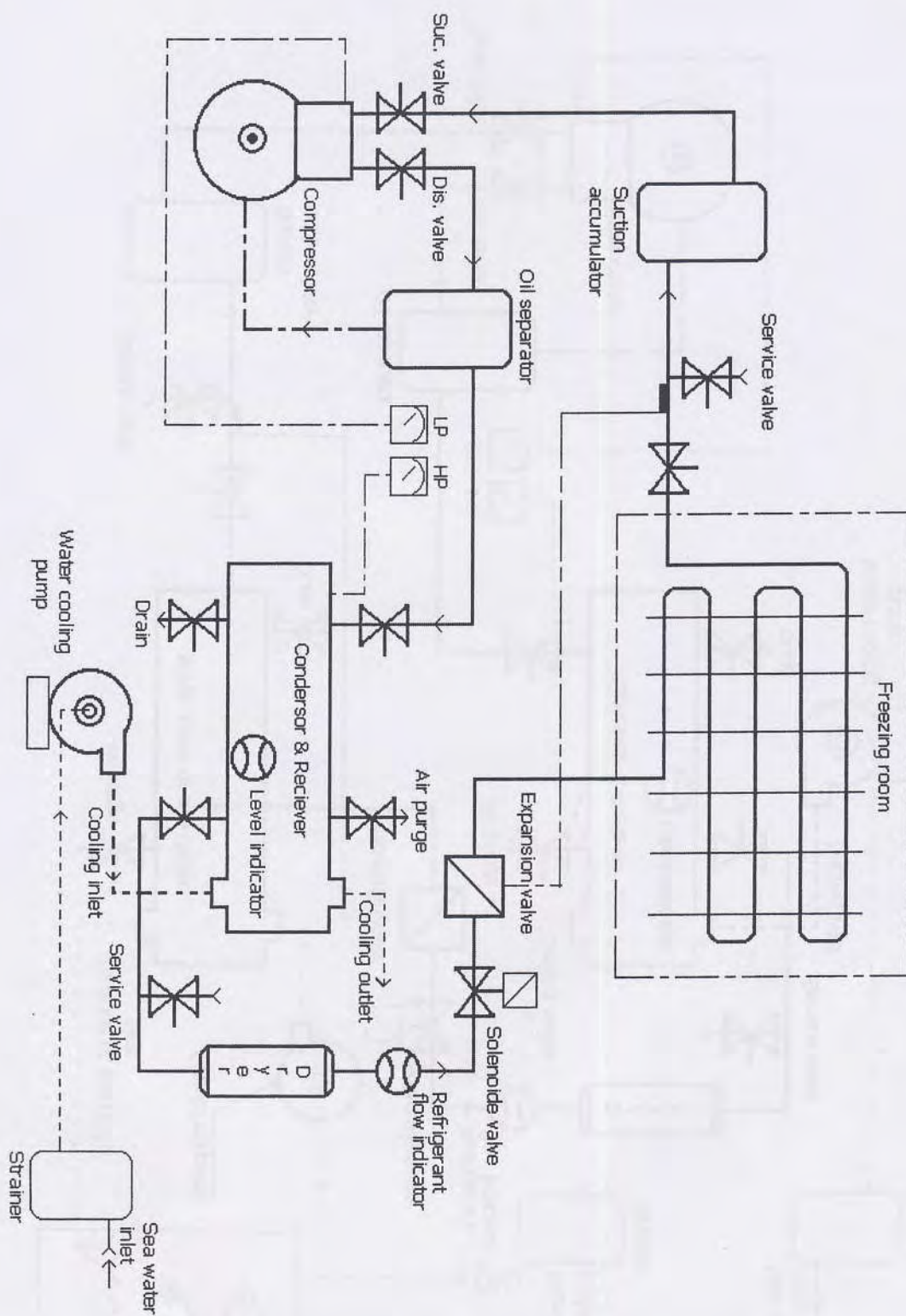
53. แกนสำหรับเปิดแมนนวล (Spindle for manual opening)

73. ช่องทางที่ทำหน้าที่ให้แรงดันทั้ง 2 ด้านมีค่าเท่ากัน (Equalization hole)

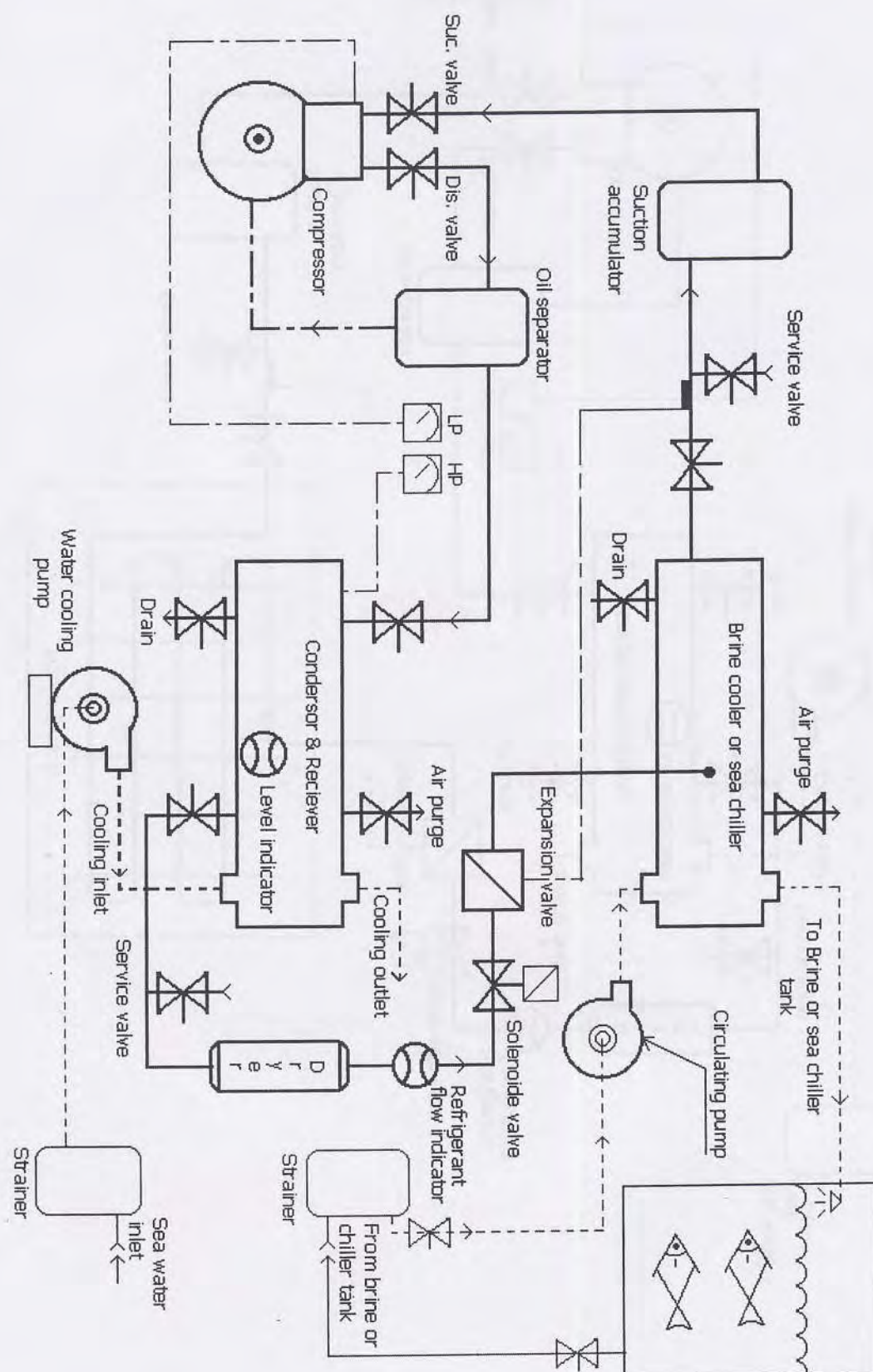
80. ลูกสูบเซอร์โว (Servo piston)

83. บ่าวาล์ว (Main seat)

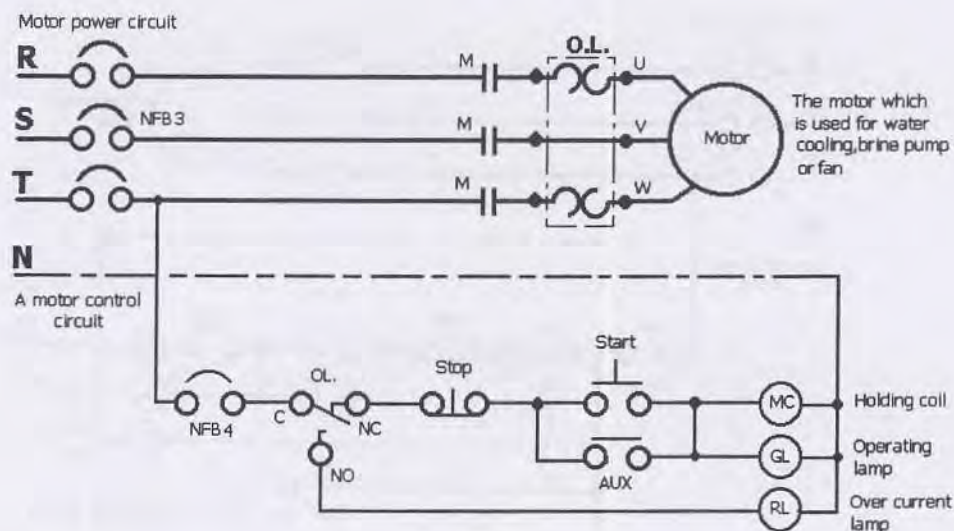
แผนภาพแสดงการทำความเย็นแบบคอยล์



แผนภาพแสดงการทำความเย็นแบบระบบไบนารี



วงจรปั้มน้ำระบายความร้อนและปั้มไบน



วงจรการทำงานของปั้มน้ำหล่อเย็น

1. เปิดสวิตช์ NFB3 และ NFB4 สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าและสำหรับวงจรควบคุมของปั้มน้ำหล่อเย็น
2. กดปุ่มรีเซ็ต (OL) ที่รีเลย์โอเวอร์โหลดเพื่อให้อยู่ในสภาวะปกติ
3. เริ่มเดินปั้มน้ำหล่อเย็นโดยกด Start button กระแสไฟฟ้าจะไหลจาก NFB3 NFB4 และ Overload

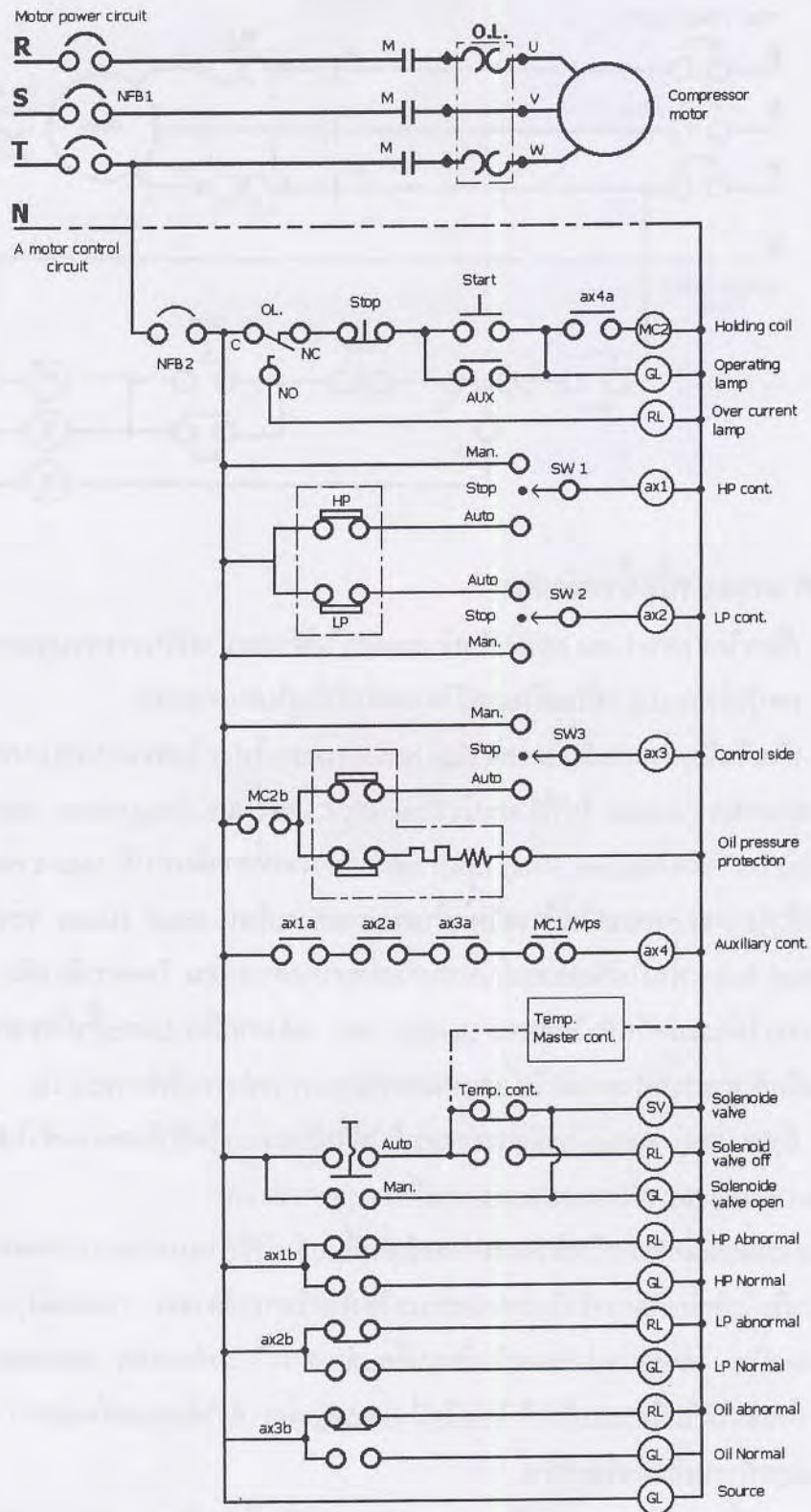
Relay จากตำแหน่ง Common ไปที่ตำแหน่ง Normally Close (NC) Stop button และ Start button ผ่านไปยัง Holding coil ของ Magnetic Relay (MC) และครบวงจรที่สายดินทำให้ Main Contact (M) ของวงจรมอเตอร์ไฟฟ้าต่อวงจร กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดความร้อน Small Heater ของตัวควบคุมกระแส (OL) Overload Relay ผ่านไปยังมอเตอร์และปั้มน้ำระบายความร้อน ในขณะเดียวกัน Auxiliary Contact (Aux) ต่อวงจรให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน Holding coil หลังจากที่เราปล่อยนิ้วมือออกจาก Start button ปั้มน้ำหล่อเย็นยังสามารถทำงานต่อไป และหลอดไฟแสดงการทำงานสีเขียวจะสว่าง

4. ถ้ากด Stop button จะตัดวงจรและทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปใน Holding coil ทำให้ Main Contact (M) เปิดวงจรและมอเตอร์ก็จะหยุดการทำงาน

เมื่อไรก็ตามที่กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์เพิ่มขึ้นกว่าค่าที่กำหนดโดยอาจเกิดจากสภาวะที่มอเตอร์ทำงานหนักเกินไปหรือเกิดการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าหรือการลัดวงจร Overload Relay จะตัดวงจรหรือตัดกระแสไฟ โดยตำแหน่งของสวิตช์จะเปลี่ยนตำแหน่งไปยังตำแหน่ง Normally Open Position (ปกติเปิด) ก็จะทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปที่ Holding coil ทำให้มอเตอร์หยุดทำงาน หลอดไฟแสดงสภาวะการหยุดทำงานสีแดงก็จะสว่าง

ในตอนนี้อาจจะทำการตรวจสอบหาสาเหตุและแก้ไขข้อขัดข้องก่อนที่จะกดปุ่ม Reset และหลังจากแก้ไขเสร็จแล้วจะต้อง Reset ทุกครั้ง

วงจรสตาร์ทของคอมเพรสเซอร์



วงจรการทำงานของคอมเพรสเซอร์

เปิดสวิตช์ NFB1 สำหรับคอมเพรสเซอร์และNFB2 สำหรับวงจรควบคุมคอมเพรสเซอร์ หลังจาก
ที่สวิตช์แรงดันต่ำอยู่ในตำแหน่งต้องจรรยา และปั๊มน้ำมันหล่อเย็นเริ่มทำงาน (MC1b หรือ สวิตช์แรงดันใน
ตำแหน่งปิด) สวิตช์แรงดันสูง สวิตช์แรงดันต่ำและสวิตช์แรงดันน้ำมันหล่อเย็นควรเลือกให้อยู่ในตำแหน่ง
Manual หรือตำแหน่งอัตโนมัติในกรณีที่ไม่มีอัตโนมัติ ระบบจะเป็นอัตโนมัติได้จะต้องขึ้นอยู่กับแรงดันของ
ระบบ สำหรับสวิตช์แรงดันน้ำมันหล่อเย็นนั้นจะมีความแตกต่างจากสวิตช์อื่น คือจะต้องจรรยาประมาณ 30
วินาที โดยตัวหน่วงเวลาเพื่อให้มอเตอร์เริ่มทำงานเนื่องจากขณะที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหมุนนั้นแรงดันของ
น้ำมันหล่อเย็นจะมีแรงดันไม่เพียงพอจนกระทั่งแรงดันน้ำมันหล่อเย็นมีแรงดันที่เหมาะสม ซึ่งจะตั้งไว้ที่
ประมาณ 2 - 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมากกว่าด้านแรงดันต่ำ และระบบจะทำงานต่อไปโดยใช้
แรงดันน้ำมันเป็นตัวควบคุม

หลังจากที่เลือกกระบวนการทำงานแล้วและระบบไม่มีปัญหาอย่างอื่นทำให้ Auxiliary Relay (ax4)
ทำงาน หน้าสัมผัสของ Auxiliary (ax4a) จะต้องจรรยาเข้ากับ Holding coil ของวงจร Magnetic Relay และ
หลอดไฟสีเขียวจะแสดงสภาวะการทำงานของสวิตช์แรงดันสูง สวิตช์แรงดันต่ำ สวิตช์น้ำมันหล่อเย็น ถ้า
มีปัญหาบางอย่างเกิดขึ้นหลอดไฟสีเขียวจะดับแสดงสภาวะที่ผิดปกติเป็นสีแดงตามแต่ละกรณีของปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบ

เมื่อเดินคอมเพรสเซอร์กระแสไฟจะไหลจาก NFB1, NFB2, Overload Relay, Stop button, Start
button และหน้าสัมผัสของ Auxiliary Relay (ax4a) ผ่านไปยัง Holding coil ของ Magnetic Relay (MC2)
ไปยังสายดิน และครบวงจร Main Contact (M) จะต้องจรรยาและคอมเพรสเซอร์ก็จะหมุนในตอนนั้น Auxiliary
Contact (MC2) จะต้องจรรยาเพื่อที่จะให้ Holding coil ทำงานต่อไปหลังจากที่เราปล่อยมือจาก Start button
ในขณะเดียวกัน Auxiliary Contact (MC2b) จะต้องจรรยาและครบวงจรของวงจรตั้งเวลา จากนั้นวงจรตั้ง
เวลาก็จะเริ่มนับไปประมาณ 30 วินาที ถ้าแรงดันน้ำมันหล่อเย็นมีแรงดันเพียงพอระบบก็จะทำงานต่อไป
อย่างอัตโนมัติ โดยแรงดันน้ำมันจะเป็นตัวควบคุม ในทางตรงกันข้ามถ้าแรงดันของน้ำมันหล่อเย็นไม่
เพียงพอระบบก็จะหยุดการทำงาน (ในกรณีที่ระบบเป็นระบบอัตโนมัติ)

ระหว่างที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน หากเกิดปัญหาขึ้นในกรณีของแรงดันสูง แรงดันต่ำ หรือแรงดันน้ำ
ขณะที่เป็นระบบอัตโนมัติ ระบบจะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติและแสดงสภาวะผิดปกติโดยหลอดสีแดง
ของแต่ละปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะนั้น

มอเตอร์คอมเพรสเซอร์อาจจะหยุดการทำงานโดยอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิในกรณีที่เลือกการ
ควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ เมื่ออุณหภูมิของห้องเย็นมีอุณหภูมิตามที่ตั้งไว้ อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิจะ
หยุดการทำงานของวาล์วที่ทำหน้าที่จ่ายสารทำความเย็น เป็นเหตุให้ไม่มีสารทำความเย็นไหลเข้าไปใน
อีแวปโปเรเตอร์ก็จะทำให้ระบบมีแรงดันต่ำมากและตัดวงจรการทำงานในที่สุด

การหยุดคอมเพรสเซอร์

ระบบนี้จะมีการใช้สวิตช์ควบคุมหลายแบบ เช่น HP, LP, OPS และ Stop button สำหรับการที่จะหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์โดยจะเลือกใช้สวิตช์อันใดอันหนึ่งระหว่างการกด Stop button หรือใช้สวิตช์เลือกระบบการทำงานที่มีตำแหน่ง MAN หรือ AUTO STOP โดยเลื่อนสวิตช์ไปยังตำแหน่ง Stop ระบบก็จะตัดวงจรการควบคุมไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยัง Holding coil ได้ทำให้ Main Contact (M) เปิดวงจรไม่มีกระแสไหล และมอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะหยุดการทำงาน

การออกแบบเครื่องทำความเย็นสำหรับเรือประมง

พลังงานที่ใช้ในการทำความเย็น (Q_h) โดยยึดหลักการคำนวณดังสูตรที่กล่าวนี้ ในกรณีที่ใช้แบบ Flat type หรือลักษณะของคอยล์เย็นธรรมดา การคำนวณค่าพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นอาจจะกำหนดโดยใช้อัตราค่าทดแทนคำนวณโดยรวมเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าความต้องการในการทำความเย็น เช่น $Q_h = Q_r \times 1.2$

$$Q_h = Q_r + Q_i + Q_a + Q_m + Q_w + Q_l$$

เมื่อ

$$Q_r = \text{ภาระในการแช่แข็ง}$$

$$Q_i = \text{ความร้อนที่เกิดจากการแผ่ความร้อนจากอุณหภูมิภายนอกผ่านผนังห้องเย็น}$$

$$Q_a = \text{ความร้อนจากอากาศที่เกิดจากการถ่ายเทของอากาศขณะเปิดห้องเย็น}$$

$$Q_m = \text{ความร้อนจากมอเตอร์}$$

$$Q_w = \text{ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนของผู้ปฏิบัติงานในห้องเย็น}$$

$$Q_l = \text{ความร้อนจากหลอดไฟ}$$

ความร้อนจากมอเตอร์ไฟฟ้า

$$Q_m = Kw \times \frac{1}{1,000} \times 860 \times \frac{h}{24} \text{ kcal/hr.}$$

เมื่อ

$$Kw = \text{อัตรากำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า}$$

$$h = \text{ระยะเวลาการทำงานของมอเตอร์}$$

$$860 = \text{ค่าคงที่}$$

ความร้อนจากหลอดไฟภายในห้อง

$$Q_l = W \times 860 \times \frac{1}{1,000} \times \frac{h}{24} \text{ Kcal/hr.}$$

เมื่อ

W = กำลังงานของหลอดไฟเป็นวัตต์

h = เวลาของการทำงาน

ความร้อนจากอากาศ

ความร้อนไหลเข้าจากอากาศภายนอกของห้องเก็บปลาหรือห้องแช่แข็ง

$$Q_a = \frac{N_r \times V_r \times (i_o - i_r)}{V_o} \text{ kcal/hr}$$

เมื่อ

N_r = จำนวนครั้งของการเปิดประตู (จำนวนครั้งต่อ 24 ชั่วโมง)

V_r = ขนาดของห้องเย็นหรือปริมาตรของแช่แข็ง (ลูกบาศก์เมตร)

i_o = เอนทาลปีของอากาศภายนอก

i_r = เอนทาลปีของอากาศภายใน

V_o = ปริมาตรจำเพาะของอากาศภายนอก (ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม)

ภาระในการทำความเย็นของห้องแช่แข็ง

$$Q_r = \frac{M_r}{H_r} \times C_1 \{ (t_1 - t_r) + e + C_2 \times (t_1 - t_3) \}$$

เมื่อ

M_r = ความสามารถในการแช่แข็ง (ปริมาณปลาที่ต้องการแช่แข็งในแต่ละครั้ง หน่วยเป็นกิโลกรัม)

H_r = เวลาในการแช่แข็ง (ชั่วโมง)

C_1 = ความร้อนจำเพาะของปลาก่อนการแช่แข็ง เท่ากับหรือประมาณ 0.85 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมเซลเซียส

C_2 = ความร้อนจำเพาะของปลาหลังการแช่แข็ง เท่ากับหรือประมาณ 0.47 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมเซลเซียส

t_r = จุดเยือกแข็งของปลา ประมาณ -1.25 องศาเซลเซียส

t_1 = อุณหภูมิของปลาก่อนนำไปเข้าห้องเย็น/แช่แข็ง เท่ากับหรือประมาณ อุณหภูมิของน้ำทะเล (30 องศาเซลเซียส)

t_3 = อุณหภูมิที่ต้องการแช่แข็ง เท่ากับหรือประมาณ -30 องศาเซลเซียส

e = ความร้อนแฝงของการแช่แข็ง เท่ากับหรือประมาณ 61 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมเซลเซียส

อุณหภูมิการระเหย

$$E_t = T - \Delta T$$

เมื่อ

$$T = \text{อุณหภูมิของห้องแช่แข็ง}$$

$$\Delta T = \text{ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิภายในห้องแช่แข็ง}$$

$$E_t = -20 \pm 5 \text{ องศาเซลเซียส}$$

ความร้อนในการควบแน่น

$$Q_2 = Q \times R$$

$$Q = \text{ความร้อนที่ระบายออกจากคอนเดนเซอร์}$$

$$R = \text{ค่าคงที่ (1.4 - 1.5)}$$

พื้นที่ระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์

$$F = \frac{Q_2}{k \times \Delta T}$$

เมื่อ

$$Q_2 = \text{ความสามารถในการทำความเย็นของคอมเพรสเซอร์ (กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง)}$$

$$k = \text{สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนโดยใช้การไหลของน้ำเป็นตัวระบายความร้อน 450 กิโลแคลอรีต่อตารางเมตร ชั่วโมงต่อองศาเซลเซียส}$$

$$\Delta T = \text{ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิในห้องแช่แข็ง เท่ากับหรือประมาณ } \pm 5 \text{ องศาเซลเซียส}$$

พื้นที่อีแวปโปเรเตอร์

$$A = \frac{Q}{k \times \Delta T}$$

เมื่อ

$$Q = \text{ความร้อนที่ระบายออกจากอีแวปโปเรเตอร์}$$

$$k = \text{สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนโดยตรง (9 - 12 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมงเซลเซียส)}$$

$$\Delta T = \text{ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิในห้องแช่แข็งเท่ากับหรือประมาณ } \pm 5 \text{ องศาเซลเซียส}$$

ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังเท่ากับหรือประมาณ 0.7 กิโลแคลอรีต่อตารางเมตรชั่วโมงต่อองศาเซลเซียส ปริมาตรจำเพาะของอากาศภายนอก เท่ากับหรือประมาณ 0.894 - 0.908 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม

ปั้มน้ำระบายความร้อน

ปั้มน้ำระบายความร้อนควรที่จะมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะระบายความร้อนในคอนเดนเซอร์ หรืออุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น บริเวณฝาสูบของคอมเพรสเซอร์ การระบายความร้อนของน้ำมัน หรือ การระบายความร้อนของคอมเพรสเซอร์ ส่วนอัตราการไหลจะคำนวณตามสูตร ดังนี้

$$V_{\text{pump}} = \frac{Q_2}{\Delta T} K$$

เมื่อ

- V_{pump} = อัตราการไหลของปั้มน้ำระบายความร้อน
 Q_2 = ความร้อนที่ใช้ในการควบแน่น
 ΔT = ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่หล่อเย็นระหว่างทางออกและทางเข้าของคอนเดนเซอร์ โดยทั่วไปจะประมาณ 2 - 3 องศาเซลเซียส
 K = สัมประสิทธิ์ที่ใช้ 1.1 - 1.25

มอเตอร์ปั้มน้ำที่ใช้ในการระบายความร้อน

$$M_{\text{kw}} = \frac{r \times V_{\text{pump}} \times H}{6,120 \times \eta} \times k$$

เมื่อ

- M_{kw} = กำลังงานของมอเตอร์ (กิโลวัตต์)
 R = ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำทะเล 1 - 1.03 กิโลกรัมต่อลิตร
 V_{pump} = อัตราการไหลของปั้มน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)
 H = ความสูงทางออกของปั้มน้ำ (เมตรหรือแรงดันของน้ำ) (เมตรน้ำ)
 η = ประสิทธิภาพทางกลของปั้มน้ำ (60-70%)
 k = สัมประสิทธิ์ที่ใช้ (1.2 - 1.4)

ปั้มน้ำ

$$V_{\text{brine}} = \frac{Q_1}{C \times r \times \Delta T} \times k$$

เมื่อ

- V_{brine} = อัตราการไหลของปั้มน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)
 Q_1 = ภาระในการระบายความร้อน (กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง)
 C = ความร้อนจำเพาะของน้ำ (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมเซลเซียส)
 r = ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำ
 ΔT = ความแตกต่างของอุณหภูมิของน้ำระหว่างทางออกและทางเข้าของปั้มน้ำ (1 - 2 องศาเซลเซียส)
 k = สัมประสิทธิ์ที่ใช้ (1.2 - 1.4)

ตัวอย่างการคำนวณ

ติดตั้งเครื่องทำความเย็นในเรือประมงซึ่งเป็นเรือไม้จำนวนห้องแช่แข็ง 1 ห้อง มีปริมาตรความจุ 15 ลูกบาศก์เมตร และห้องเย็นจำนวน 1 ห้อง ซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน การออกแบบอุณหภูมิของห้องเย็นที่ต้องการ คือ -30 และ -5°C

1. การคำนวณพลังงานในการทำความเย็นของห้องแช่แข็ง

ภาระในการแช่แข็ง

$$\begin{aligned} Q_f &= \frac{1,000}{15} \times 0.85 [(30 - (-1.25)) + 61 + (0.47(-1.25 - (-30)))] \\ &= 66.67 \times 89.89 \\ &= 5,992 \text{ kcal} \\ &\cong 22,144 \text{ btu/hr} \end{aligned}$$

ความร้อนจากอากาศที่เกิดจากการถ่ายเทของอากาศขณะเปิดห้องเย็น

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{3 \times 15 (20.6 - (-7.1))}{0.89} = \frac{1,400 \text{ kcal}}{24 \text{ hr}} \\ &= 58.35 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

ความร้อนที่เกิดจากการแผ่ความร้อนจากอุณหภูมิภายนอกผ่านผนังห้องเย็น

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ของผนัง} &= 2(4 \times 2.5) + (2.5 \times 1.5) + (4 \times 1.5)2 \\ &= 39.5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

ความร้อนที่เกิดจากการแผ่ความร้อนจากอุณหภูมิภายนอกผ่านผนังห้องเย็น

$$\begin{aligned} (\text{ค่าคงที่}) &= 0.7 \text{ kcal/m}^2/\text{h}^{\circ}\text{C} \\ Q_w &= 39.5 \text{ m}^2 \times 0.7 \text{ kcal/m}^2/\text{h} \times 60^{\circ}\text{C} \\ &= 1,659 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

ค่าความร้อนทั้งหมดของห้องแช่แข็ง

$$\begin{aligned} Q_h &= 5,992 + 58.35 + 1,659 \text{ kcal/h} \\ &= 7,309.35 \text{ kcal/hr} \\ &= 28,943 \text{ btu/hr} \end{aligned}$$

2. การคำนวณพลังงานในการทำความเย็นของห้องเย็น

หลังจากที่แช่แข็งปลาที่จับได้เป็นเวลา 15 ชั่วโมงแล้ว อุณหภูมิของตัวปลาจะอยู่ที่ประมาณ -25 ถึง -30°C จากนั้นจะย้ายปลาไปไว้ในห้องเย็นซึ่งอุณหภูมิของห้องเย็นใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องแช่แข็ง

ปริมาณของห้องเย็นประมาณ 15 ลูกบาศก์เมตร บรรจุน้ำได้ประมาณ 8 ตัน ภาระในการทำความเย็นจะคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} Q &= \frac{8,000\text{kg} \times 0.47\text{kcal/kg}}{24\text{hr}} \\ &= 156.66 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

ความร้อนทั้งหมดของห้องเย็น

$$\begin{aligned} Q_h &= 156.66 + Q_a + Q_w \\ &= 157 + 1,659 + 58 \text{ kcal/hr} \\ &= 1,847 \text{ kcal/hr} \\ &= 7,314 \text{ btu/hr} \end{aligned}$$

ปริมาณความร้อนของคอมเพรสเซอร์

$$\begin{aligned} Q_1 &= 7,309 + 1,847 \text{ kcal/hr} \\ &= 9,156 \text{ kcal/hr} \\ &\cong 36,258 \text{ btu/hr} \end{aligned}$$

ค่าความร้อนในการกลั่นตัว

$$\begin{aligned} Q_2 &= 9,156 \text{ kcal/h} \times 1.4 \\ &= 12,818 \text{ kcal} \end{aligned}$$

พื้นที่ในการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์

$$\begin{aligned} F &= \frac{12,818}{450 \times 10} \\ &= 2.848 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

พื้นที่ของอีแวปโปเรเตอร์ (ไบน)

$$\begin{aligned} A &= \frac{7,309}{200 \times 8} \\ &= 4.568 \text{ m}^2 \\ &= 34 \text{ m(Length)} \end{aligned}$$

ขนาดพื้นที่ของอีแวปโปเรเตอร์ (คอยล์ทำความเย็น)

$$\begin{aligned} A &= \frac{1,847}{12 \times 10} \\ &= 15.39 \text{ m}^2 \\ &= 115 \text{ m(Length)} \end{aligned}$$

ความต้องการสารทำความเย็น

$$\begin{aligned}
 \text{สำหรับระบบไบนารี} &= \text{ความยาวของอีแวปโปเรเตอร์} \times k \\
 &= 34 \text{ m} \times 1.1 \text{ kg/m} \\
 &= 37.4 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{สำหรับอีแวปโปเรเตอร์แบบขด} &= \text{ความยาวของอีแวปโปเรเตอร์} \times k \\
 &= 115 \text{ m} \times 0.55 \text{ kg/m} \\
 &= 63.25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

ปริมาณความต้องการทั้งหมดของสารทำความเย็น

$$\begin{aligned}
 &= 37.4 \text{ kg} + 63.25 \text{ kg} \\
 &= 100.65 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

อุปกรณ์เก็บสารทำความเย็นแรงดันสูง

$$\begin{aligned}
 &= \text{ปริมาณความต้องการทั้งหมดของสารทำความเย็น} \times \text{ปริมาตรจำเพาะ} \\
 &= 100.65 \text{ kg} \times 0.86729 \text{ m}^3/1,000 \text{ kg} \\
 &= 0.08729 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

ปั้มน้ำระบายความร้อน

$$\begin{aligned}
 V_{\text{pump}} &= \frac{12,818}{2} \times 1.2 \\
 &= 7,690 \text{ l/hr} \\
 &\cong 128 \text{ ลิตรต่อนาที}
 \end{aligned}$$

ปั้มนไบนารี

$$\begin{aligned}
 V_{\text{brine}} &= \frac{7,309}{0.811 \times 1.15 \times 1} \times 1.2 \\
 &= 9,404 \text{ l/h} \\
 &= 156 \text{ ลิตรต่อนาที}
 \end{aligned}$$

มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับปั้มน้ำ

$$\begin{aligned}
 M_{\text{kw}} &= \frac{1.03 \times 7,690 \times 1.5}{6,120 \times 0.7} \\
 &= 2.77 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับปั้มนไบนารี

$$\begin{aligned}
 M_{\text{kw}} &= \frac{1.15 \times 9,404 \times 2.5}{6,120 \times 0.7} \\
 &= 6.31 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

สภาพโดยทั่วไปของระบบเครื่องทำความเย็นและเรือประมง

ปริมาณความจุของห้องแช่แข็ง	=	1,000 kgs.
ปริมาณความจุของห้องเย็น	=	8,000 kgs.
เวลาในการทำความเย็น	=	15hr.
ความร้อนจำเพาะของปลาก่อนทำการแช่แข็ง	=	$0.85 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$
ความร้อนจำเพาะของปลาหลังจากการแช่แข็ง	=	$0.47 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$
จุดเยือกแข็งของปลา	=	$-1.25 ^\circ\text{C}$
อุณหภูมิปัจจุบันของปลา	=	$30 ^\circ\text{C}$
อุณหภูมิของปลาที่แช่แข็งแล้ว	=	$-30 ^\circ\text{C}$
ค่าความร้อนแฝงของปลา	=	$61 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$
จำนวนครั้งของประตูที่เปิด	=	3 time/day
ปริมาตรของห้อง	=	15 m^3
เอนทัลปีของอากาศภายนอก	=	20.6 kcal/kg
เอนทัลปีของอากาศภายใน	=	-7.1 kcal/kg
ความถ่วงจำเพาะของอากาศภายนอก	=	$0.89 \text{ m}^3/\text{kg}$
ความร้อนที่ไหลเข้าผ่านผนัง	=	$0.7 \text{ kcal/m}^2/\text{h } ^\circ\text{C}$
ความถ่วงจำเพาะของน้ำทะเล	=	1.03 kg/l
ความถ่วงจำเพาะของน้ำไบนารี	=	1.15
ความร้อนจำเพาะของไบนารี	=	$0.811 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$
ความสูงของปั๊มไบนารี	=	2.5 m

ไบนารี

โดยทั่วไปจะใช้เป็นไบนารีสื่อของการทำความเย็นที่เห็นได้ง่ายที่สุดเนื่องจากน้ำจะไม่สามารถใช้เป็นสื่อในการทำความเย็นได้เพราะอุณหภูมิของระบบทำความเย็นมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ($0 ^\circ\text{C}$) ในกรณีนี้จึงใช้ไบนารีแทนการใช้น้ำ

ไบนารี คือชื่อของสารละลาย เมื่อนำเกลือมาผสมในน้ำ เมื่อไรก็ตามที่เกลือละลายในน้ำ จุดเยือกแข็งจะต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำบริสุทธิ์

ถ้าค่าความถ่วงจำเพาะของไบนารีมีค่ามากค่าความเข้มข้นก็จะมากขึ้นด้วย ระดับความเข้มข้นของเกลือและคุณสมบัติของค่าการนำความร้อนจะสามารถวัดได้จากไฮโดรมิเตอร์ ถ้ามีเกลือละลายในน้ำมาก

จุดเยือกแข็งก็จะยิ่งต่ำลง ทั้งนี้จุดที่เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดคืออัตราส่วนผสมของเกลือสูงสุดไม่เกิน 23 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักของน้ำ

การเตรียมไบรม์

ในระบบไบรม์นั้นจะใช้เกลือละลายลงในน้ำ ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งในระบบไบรม์มันจะดูดซับและส่งถ่ายความร้อนระหว่างอีแวปโพเรเตอร์กับสิ่งที่เราต้องการทำให้มีอุณหภูมิต่ำลง

ในระบบไบรม์นั้นต้องการอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ความร้อนจำเพาะจะมีค่ามากและมีการถ่ายเทความร้อนที่ดี และเช่นกันในการนำไปใช้จะต้องไม่ให้เกิดการกัดกร่อนต่ออุปกรณ์ ไม่มีอันตรายต่อร่างกายและเป็นผลเสียต่ออาหารและมีราคาไม่แพง

สารละลายเกลือจำพวกแคลเซียมคลอไรด์หรือโซเดียมคลอไรด์ที่มีจุดเยือกแข็งที่ต่ำถ้าความเข้มข้นของสารละลายเกลือเพิ่มขึ้นระดับหนึ่งเราจะเรียกว่าไบรม์ ในกรณีของเรือประมง เกลือที่ใช้เป็นสื่อในการจะถ่ายเทความร้อนจะใช้โซเดียมคลอไรด์ซึ่งจุดเยือกแข็งจะอยู่ที่ประมาณ -21.2°C เกลือที่ใช้ควรจะมีควมบริสุทธิ์มากกว่า 95% ถือเป็นเกลือมาตรฐาน

ตารางการผสมสารละลาย

(ในกรณีของการใช้น้ำจืดมาทำละลาย)

ส่วนประกอบของสารละลาย (ตัน / กิโลกรัม)	อุณหภูมิของไบรม์ (องศาเซลเซียส)	ความถ่วงจำเพาะ (กิโลกรัม/ลิตร)	บรูเม (ระดับ)
น้ำจืด / เกลือ 1 / 302	20	1.172	21.177
	15	1.175	21.491
	10	1.177	21.700
	0	1.182	22.218
	-10	1.186	22.630
	-15	1.190	23.039
	-20	1.193	23.344
	-21.2	1.1934	23.384

จากความสัมพันธ์ตามตาราง น้ำหนักของเกลือจะมีค่าเพิ่มขึ้นโดยดูจากค่าความถ่วงจำเพาะและค่าความถ่วงจำเพาะนั้นจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ลดลง เพราะฉะนั้นจึงควรให้ความสำคัญทั้งสองอย่าง คือ อุณหภูมิและค่าความถ่วงจำเพาะ จึงควรจะมีการวัดและมีการตรวจสอบ

การทำไบรน์โดยการใช้น้ำทะเล

การทำไบรน์หรือสารละลายที่สะดวกและมีราคาไม่แพงคือการใช้น้ำทะเล ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำทะเลจะมีค่าประมาณ 1.03 กิโลกรัมต่อลิตร นั้นหมายถึงมีเกลือผสมอยู่ประมาณ 30 กิโลกรัมในน้ำทะเล 1 ตัน เพราะฉะนั้นจะใช้เกลือ 270 กิโลกรัมในการทำสารละลาย

โดยทั่วไปการทำสารละลายจะทำในถังไบรน์และหลังจากนั้นจะต้องให้มีการถ่ายเทหรือทำให้มีการไหลเวียนในห้องเก็บปลา ในกรณีที่จำกัดด้วยพื้นที่ ในห้องเก็บปลาจะใช้ปั๊มในการที่จะช่วยทำให้มันเกิดการไหลเวียนและต้องระมัดระวังในการทำสารละลาย เนื่องจากจะเกิดการสะสมของเกลือบนพื้นและบนคอกเลี้ยง

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำทะเลที่นำมาใช้ทำน้ำไบรน์

ส่วนประกอบของสารละลาย (ตัน / กิโลกรัม)	อุณหภูมิของไบรท์ (องศาเซลเซียส)	ความถ่วงจำเพาะ (กิโลกรัม/ลิตร)	บรูเม (ระดับ)
น้ำทะเล/ เกลือ 1 / 270	20	1.152	19.035
	15	1.154	19.256
	10	1.156	19.473
	0	1.159	19.796
	-10	1.160	19.903
	-15	1.161	20.010
	-20	1.162	20.117

ผลการสำรวจวิธีการเก็บรักษาสัตว์น้ำบนเรือประมงไทย

จากการสำรวจ วิธีการเก็บรักษาสัตว์น้ำของชาวประมงบนเรือประมง บริเวณท่าเทียบเรือองค์การสะพานปลา จังหวัดสมุทรปราการ ท่าเทียบเรือองค์การสะพานปลาและหมู่บ้านชาวประมง จังหวัดสมุทรสาคร ท่าเทียบเรือประมงบางสะพาน จังหวัดชลบุรี ท่าเทียบเรือปากน้ำระยอง จังหวัดระยอง

ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของเรือประมงและการทำประมงตามตัวอย่างที่พบได้ดังนี้

1. เรือประมงอวนล้อม จำนวน 16 ลำ ความยาวประมาณ 20-30 เมตร มีแหล่งการทำประมงบริเวณอ่าวไทยตอนบนและอ่าวไทยตอนล่าง
2. เรืออวนลากขนาดเล็ก จำนวน 4 ลำ ความยาวประมาณ 18-20 เมตร มีแหล่งการทำประมงบริเวณปากอ่าวแม่น้ำเจ้าพระยาและเขตอ่าวไทย
3. เรือประมงอวนลากขนาดใหญ่ จำนวน 46 ลำ มีความยาวประมาณ 25-50 เมตร มีแหล่งการทำประมงบริเวณอ่าวไทยตอนล่างและนอกน่านน้ำประเทศไทย
4. เรือลำเดียวสัมภาระและขนถ่ายปลา จำนวน 4 ลำ แต่ละลำจะมีจำนวนเรือประมงที่เป็นสมาชิกจำนวน 5-15 ลำ ความยาวประมาณ 23-35 เมตร มีแหล่งการทำประมงอวนลากบริเวณน่านน้ำตอนเหนือของประเทศอินโดนีเซีย

จากการสำรวจพบว่ากลุ่มเรือประมงตัวอย่างที่พบมีวิธีการเก็บรักษาสัตว์น้ำ ทั้งวิธีการใช้น้ำแข็งและการใช้ระบบเครื่องทำความเย็น ในการรักษาคุณภาพเพื่อให้สัตว์น้ำที่จับได้มีความสด โดยมีกรรมวิธีและขั้นตอนในการดำเนินงานสรุปเป็นสังเขปดังนี้

วิธีใช้น้ำแข็งในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ

การเก็บรักษาความเย็นโดยใช้น้ำแข็งในการรักษาสัตว์น้ำ วิธีนี้จะบรรจุสัตว์น้ำที่ผสมด้วยน้ำแข็งลงในถังพลาสติกหรือจัดเรียงเป็นชั้นๆระหว่างสัตว์น้ำและน้ำแข็ง แล้วสาดกลบด้วยน้ำแข็งบนผิวหน้าอีกครั้งหนึ่ง โดยมีอัตราส่วนในการใช้น้ำแข็งทั้งหมดต่อปลา ประมาณ 1 ต่อ 3 ส่วน ถึง 1 ต่อ 1 ส่วน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์น้ำและความยากง่ายต่อการเสียหายของสัตว์น้ำ เช่น สัตว์น้ำจำพวกกุ้งหรือปลาบางชนิดที่มีราคาและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค จะให้ความสำคัญในการรักษาและใช้น้ำแข็งในปริมาณมากในการเก็บรักษา หลังจากทีบรรจุสัตว์น้ำลงในถังพลาสติกแล้ว ก็จะนำไปเก็บในห้องเก็บปลาโดยในห้องเก็บปลาจะสาดกลบด้วยน้ำแข็งอีกครั้ง เพื่อช่วยในการรักษาความเย็นให้ดียิ่งขึ้น

การดูแลรักษาจะต้องตรวจสอบระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการละลายของน้ำแข็งในถังพลาสติก ถ้าระดับน้ำมีมากก็จะต้องระบายออก เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดจากการเคลื่อนตัวของสัตว์น้ำที่จัดเก็บไว้ในถังพลาสติกในขณะที่เดินทางหรือมีคลื่นลมและบรรจุน้ำแข็งทดแทนในส่วนที่ละลายไป

ในการรักษาความเย็นของสัตว์น้ำที่มีจำนวนมากและมีราคาไม่สูงมากนัก จะเก็บรักษาโดยการบรรจุสัตว์น้ำที่ผสมด้วยน้ำแข็งลงในห้องเก็บปลาโดยตรง (ไม่บรรจุในถังพลาสติก) ในอัตราส่วนของสัตว์น้ำ

และน้ำแข็งประมาณ 3 ต่อ 1 ส่วน หรือ 2 ต่อ 1 ส่วน และหมั่นตรวจสอบระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นในกรณีเป็นห้องปิดไม่มีระบายน้ำ หรือปริมาณน้ำแข็งที่ละลายไป เช่นเดียวกับการเก็บรักษาในถังพลาสติก

สำหรับเรือลากขนาดเล็ก (เรือลากกุ้ง) มีการเก็บรักษากุ้งโดยใช้วิธีการผสมน้ำทะเลกับน้ำแข็งในห้องเก็บปลาแล้วนำกุ้งที่จับได้ใส่ในถังพลาสติกซึ่งผสมกับน้ำแข็งแช่ลงในห้องเก็บปลา โดยมีการจัดวางที่มั่นคงและตรวจสอบรักษาระดับของน้ำและน้ำแข็งให้พอเหมาะเพื่อป้องกันการเสียหายระหว่างการทำประมงหรือขณะมีคลื่นลม

วิธีการเก็บรักษาแบบใช้เครื่องทำความเย็น

การเก็บรักษาแบบใช้เครื่องทำความเย็นจากเรือประมงตัวอย่างที่พบจะเป็นเรือประมงประเภทประมงอวนลากโดยมีขนาดความยาวประมาณ 25-50 เมตร และมีระยะเวลาในการทำการประมงมากกว่า 20 วัน ซึ่งแหล่งทำการประมงของเรือประเภทนี้จะเป็นการทำประมงบริเวณนอกน่านน้ำ เช่น ประเทศอินโดนีเซีย หรือออสเตรเลีย

ลักษณะทั่วไปของห้องเย็นและเครื่องทำความเย็น เป็นเครื่องทำความเย็นระบบ Air blast คือการใช้พัดลมเป่า ความเย็นออกจากชุดทำความเย็น (Unit cooler) มายังสัตว์น้ำที่ได้บรรจุอยู่ในถาดและจัดวางอยู่ในห้องเก็บปลาโดยแบ่งเป็นชั้นๆ ความสูงแต่ละชั้นละประมาณ 30-35 เซนติเมตร เพื่อให้เกิดการไหลเวียนของอากาศ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นและประสิทธิภาพในการเก็บรักษาภายในห้องเก็บปลาจึงมีพัดลมช่วยหมุนเวียนของอากาศภายในห้อง อีกประมาณ 2-3 ตัว ทั้งนี้แล้วแต่ขนาดของห้องทำความเย็น และการจัดวางภายใน อุณหภูมิที่นิยมใช้ในการเก็บรักษาประมาณ -28 ถึง -35 องศาเซลเซียส จากการสอบถามพบว่าในการเก็บรักษาความเย็นในระดับนี้ ฉนวนกันความร้อนจำเป็นต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ คือชนิดโฟมฉนวนที่มีความหนาแน่นระหว่าง 8-11 นิ้ว

การติดตั้งเครื่องทำความเย็น

คอมเพรสเซอร์จากเรือประมงตัวอย่างที่พบเป็นคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบประเภท 4 หรือ 6 สูบ (Open type R-22) ชนิดฝาสูบระบายความร้อนด้วยน้ำ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าในลักษณะต่อตรง มีความเร็วรอบประมาณ 1,400-1,450 รอบต่อนาที ขนาดแรงม้าประมาณ 30 แรงม้า ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งบนเรือ ชุดคอมเพรสเซอร์และมอเตอร์จะติดตั้งอยู่บริเวณชั้นลอยภายในห้องเครื่อง หรือห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองบนชั้นดาดฟ้าเหนือห้องเครื่องในเรือประมงที่มีขนาดใหญ่ จะติดตั้งเครื่องทำความเย็นระหว่าง 2-8 ชุด โดยแต่ละชุดเป็นอิสระต่อกัน (1ชุด หมายถึงคอมเพรสเซอร์ 1 ตัว และชุดทำความเย็น 1 ตัว) ระบบสตาร์ทเป็นแบบต่อตรงไม่มีอุปกรณ์ช่วยในขณะทำการเดินระบบ

ชุดทำความเย็น (Unit cooler) เป็นแบบ Air blast ใช้พัดลม 2-3 ตัว ขนาดประมาณ 2-3 แรงม้า เป็นอุปกรณ์ช่วยในการถ่ายเทความร้อน มีอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายปริมาณสารทำความเย็นชนิด Thermostatic expansion แบบมีแรงดันชดเชย Unit ละ 1 ชุด เพื่อจ่ายสารทำความเย็นให้กับหัวจ่ายสารทำความเย็นที่แยกออกเป็น 6-8 วงจรภายใน Unit cooler ส่วนการติดตั้ง Unit cooler จะติดตั้งให้อยู่ใกล้กับชุด

คอมเพรสเซอร์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยจับยึดกับโครงสร้างด้านบนของห้องเก็บปลาเพื่อให้การหมุนเวียน การถ่ายเทของอากาศมีประสิทธิภาพมากขึ้น และไม่สูญเสียกำลังในการทำงานของคอมเพรสเซอร์

ปัญหาและอุปสรรคในการเก็บรักษาสัตว์น้ำของชาวประมง

1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน การบำรุงรักษาสูง หากจะเปลี่ยนมาเก็บรักษาโดยใช้เครื่องทำความเย็น เนื่องจากจะต้องมีอุปกรณ์อื่นๆมาประกอบอีกหลายอย่างเช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุม ห้องเย็น ฉนวนสำหรับห้องเย็น การประกอบและติดตั้ง
2. ระยะเวลาสำหรับการทำการประมงถึงท่าเทียบเรือใช้ระยะเวลาสั้นประมาณ 5-6 วัน การใช้น้ำแข็งก็เพียงพอสำหรับเก็บรักษา หากมีระยะนานขึ้นคุณภาพก็จะเริ่มลดลง
3. ไม่มีความเชื่อมั่นในระบบเครื่องทำความเย็น อีกทั้งยังขาดความรู้และประสบการณ์ในเรื่องของระบบเครื่องทำความเย็น ซึ่งอาจทำให้สัตว์น้ำที่เก็บเกิดความเสียหายได้
4. เรือประมงที่มีอายุการใช้งานมานาน ถ้าจะปรับเปลี่ยนมาใช้เครื่องทำความเย็นจะต้องทำการแก้ไขตัดแปลงตัวเรือ เช่น ห้องเครื่อง ห้องเย็น สำหรับการติดตั้งซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง การเปลี่ยนมาใช้ระบบเครื่องทำความเย็นของเรือขนาดย่อมจะต้องทำการปรับเปลี่ยนเรือจับปลาด้วยเพราะเป็นธุรกิจที่เกี่ยวข้องกัน

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของชาวประมง

1. ค่านิยมและความเชื่อของผู้บริโภคภายในประเทศมีผลกระทบต่อปัจจัยด้านราคาของสัตว์น้ำ จึงทำให้ชาวประมงส่วนใหญ่ให้ความสนใจและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ ยังขาดการประกันราคาสินค้าด้านการประมง ชาวประมงขาดความมั่นใจในระบบตลาด ปัจจุบันสินค้าที่เก็บรักษาด้วยน้ำแข็งพ่อค้าคนกลางจะให้ราคาที่สูงกว่าเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นชาวประมงเกรงว่าหากลงทุนพัฒนาระบบการเก็บรักษาจะเป็นการเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น เนื่องจากปัจจัยทางด้านต้นทุนค่าเชื้อเพลิงที่มีราคาแพง ประกอบกับไม่ได้รับการยกเว้นค่าภาษีน้ำมันซึ่งเป็นต้นทุนหลักของการทำประมง
2. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงสำหรับการติดตั้งระบบเครื่องทำความเย็น เนื่องจากต้องมีอุปกรณ์อื่นๆประกอบ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่มีกำลังเพียงพอและมีความมั่นคงไว้ใจได้ การจัดเตรียมสถานที่สำหรับติดตั้งระบบ ห้องทำความเย็นและฉนวนกันความร้อน บุคลากรที่ปฏิบัติงานยังขาดความรู้และประสบการณ์ในการปฏิบัติงานกับระบบทำความเย็น
3. ระยะเวลาในการทำการประมงและแหล่งทำการประมง หากการทำการประมงมีระยะเวลาการทำประมงมากกว่า 20 วัน ชาวประมงก็จะหันมาใช้ระบบเครื่องทำความเย็นมากขึ้น จากการวิเคราะห์ระดับความคุ้มทุนของชาวประมง ถ้าแหล่งทำการประมงอยู่ภายในประเทศ ชาวประมงสามารถเก็บรักษาสัตว์น้ำได้ 4-5 วัน โดยที่สัตว์น้ำไม่เสียหายและยังคงรักษาความสด มีรสดี และสามารถเข้าจำหน่ายสัตว์น้ำในท่าเทียบเรือ สะพานปลาตามจังหวัดต่างๆ หรือการใช้รถบรรทุกขนถ่ายจากท่าเทียบเรือมาจำหน่ายยังส่วนกลางได้

4. สำหรับกลุ่มผู้ใช้เครื่องทำความเย็น เป็นกลุ่มที่มีทุนดำเนินการสูงและมีศักยภาพในการลงทุน มีความรู้ และรู้ถึงความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคในระดับสากล มีขีดความสามารถในการติดต่อสื่อสาร ในการหาแหล่งในต่างประเทศแหล่งใหม่ๆ ที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนอง ความต้องการของกลุ่มผู้บริโภค

5. ชาวประมงบางรายมีแนวโน้มที่จะพัฒนาวิธีการเก็บรักษาสัตว์น้ำเพื่อให้ได้คุณภาพที่เป็น สากลโดยการเปลี่ยนมาใช้ระบบเครื่องทำความเย็น หากในระยะเวลาอันใกล้นี้มีความจำเป็นต้องเดินทาง ไปทำประมงในแหล่งประมงนอกน่านน้ำที่ห่างไกล ซึ่งใช้ระยะเวลาการเดินทางและระยะเวลาในการทำ ประมงนานขึ้นกว่าปัจจุบัน

6. เรือประมงที่มีการใช้ระบบเครื่องทำความเย็นที่มีทั้งห้องแช่แข็งและห้องเก็บปลา ส่วนมากจะเป็น เรือที่ออกไปทำการประมงอยู่แถบบริเวณอินโดนีเซียตอนใต้ เพราะว่าใช้ระยะเวลาในการเดินทางนานกว่า

7. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบเครื่องทำความเย็นต่อ 1 ชุด ประมาณ 1 ล้านบาท และเป็นเรือที่ สร้างใหม่เพราะสามารถจัดวางระบบและโครงสร้างจนทนความร้อนได้ดี

8. ความเย็นที่ใช้ในการเก็บรักษาประมาณ -28 ถึง -35 องศาเซลเซียส เพราะสามารถคงสภาพ ความเย็นในขณะขนถ่ายได้ดี

9. เรือประมงที่มีการติดตั้งระบบเครื่องทำความเย็นจะมีคอมเพรสเซอร์มากกว่า 1 ชุด เพื่อเพิ่ม ความเชื่อมั่นให้กับระบบทำความเย็น ส่วนในกรณีที่มีเครื่องทำความเย็นเป็นบางห้องจะนิยมติดตั้งในห้องที่ 4 หรือ 5 โดยนับจากหัวเรือ เพื่อเป็นป้องกันความร้อนที่แผ่จากห้องเครื่องยนต์

10. ราคาของสัตว์น้ำที่จับได้จะไม่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของปลาเท่านั้น แต่จะขึ้นอยู่กับความต้องการ ของตลาด ถึงแม้จะมีการเก็บรักษาที่ดีโดยการใช้เครื่องทำความเย็นในช่วงเวลาที่ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ราคา ก็จะต่ำ และในทางตรงกันข้ามหากมีการเก็บรักษาไม่ดีเท่าที่ควรแต่เป็นที่ต้องการของตลาดในช่วงนั้น ราคา ก็จะสูงขึ้นซึ่งไม่เป็นที่แน่นอน

11. ถ้าเป็นเรือประเภทอวนล้อมจะไม่นิยมใช้เครื่องทำความเย็น เพราะว่าไม่สามารถทำความเย็น ได้ทันเมื่อเทียบกับปลาจำนวนมากที่จับได้ในแต่ละครั้ง โดยมีสาเหตุจากการไม่สามารถเดินระบบทำความ เย็นไว้มาก่อนเนื่องจากค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิง

12. โดยทั่วไปเรือเล็กจะมีขีดความสามารถในการเก็บรักษาความเย็นได้ดีกว่าเรือไม่

กลุ่มตัวอย่างเรือประมงที่ได้ทำการสำรวจวิธีการเก็บรักษาสัตว์น้ำ

ความยาวของเรือ (เมตร)	จำนวนเรือ (ลำ)	จัดเก็บแบบใช้น้ำแข็ง	จัดเก็บแบบใช้เครื่องทำความเย็น	แหล่งทำการประมง	
				อ่าวไทย	Over sea
10 – 20	25	25	-	25	-
21 – 25	5	5	-	5	-
26 – 30	6	6	-	4	2
31 – 35	5	5	-	-	5
36 – 40	8	-	8	-	8
41 – 45	3	-	3	-	3
46 – 50	26	-	26	-	26
มากกว่า 50	-	-	-	-	-
รวม	78	41	37	34	44

* ตารางการสำรวจวิธีการเก็บรักษาสัตว์น้ำของเรือประมงบริเวณจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร ชลบุรี ระยอง

สรุปจากการสำรวจตัวอย่างจำนวน 78 ตัวอย่าง มีเรือประมงจำนวน 36 ลำ ซึ่งมีขนาดความยาวระหว่าง 10 – 30 เมตร มีแหล่งทำการประมงอยู่บริเวณอ่าวไทยตอนบนและอ่าวไทยตอนล่าง จำนวน 34 ลำ และมีการทำประมงนอกน่านน้ำจำนวน 2 ลำ จากจำนวนตัวอย่างดังกล่าวไม่มีเรือประมงลำใดใช้เครื่องทำความเย็นในการเก็บรักษาสัตว์น้ำและเรือประมงที่มีขนาดความยาวตั้งแต่ 31–35 เมตร มีแหล่งทำการประมงบริเวณนอกน่านน้ำไทย พบว่ามีเรือประมงเพียง 5 ลำที่ยังคงใช้น้ำแข็งในการเก็บรักษาสัตว์น้ำเนื่องจากมีแหล่งทำการประมงไม่ไกลจากประเทศไทยมากนัก

ส่วนเรือประมงที่มีขนาดความยาวตั้งแต่ 36 – 50 เมตรจำนวน 37 ลำ และมีแหล่งทำการประมงบริเวณนอกน่านน้ำไทย โดยมีระยะทำการประมงมากกว่า 20 วัน พบว่ามีการเก็บรักษาสัตว์น้ำโดยใช้เครื่องทำความเย็น เรือประมงแต่ละลำจะติดตั้งเครื่องทำความเย็นมากกว่า 2 ชุดในระบบ Air blast และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองอย่างเพียงพอ

ข้อคิดเห็นของคณะผู้สำรวจ

1. ผู้บริโภคส่วนใหญ่ ชาวประมงและกลุ่มธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการทำประมง ขาดความรู้ในวิธีการเก็บรักษาที่ถูกต้อง เช่น วิธีการดูแลรักษาความสดของสัตว์น้ำที่จับได้ กรรมวิธีในการแช่แข็ง อุณหภูมิในการแช่แข็ง และวิธีนำสัตว์ที่แช่แข็งมาบริโภค คำนิยมและความเชื่อในการบริโภคของผู้บริโภค ดังนั้นในการเก็บรักษาจึงนำวิธีที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคมาใช้ในการเก็บรักษาเพื่อให้สัตว์น้ำมีความสด เช่นการ

พบสารเคมีที่ตกค้างในกรรมวิธีการเก็บรักษา สารเคมีที่นำมาใช้อาจเป็นอันตรายหรืออันตรายชั้นเฉียบพลันต่อผู้บริโภค และเป็นปัญหาสำคัญในการส่งออกสินค้าประมงไปยังต่างประเทศ

2. การเก็บรักษาคุณภาพของสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับขนาดของการทำประมง เครื่องมือประมง หากชาวประมงมีการทำประมงในนอกลำน้ำที่ห่างไกล ระบบเครื่องทำความเย็นก็จะเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับเรือประมงโดยอัตโนมัติ และในอนาคตอันใกล้เครื่องทำความเย็นจะเป็นที่ยอมรับของชาวประมงและใช้กันอย่างกว้างขวาง

3. ชาวประมงส่วนใหญ่ยังไม่มีความรู้และขาดความรับผิดชอบในการทำประมงที่ถูกต้อง เนื่องจาก การส่งเสริมและเผยแพร่ความรู้ดังกล่าวไม่สามารถนำไปสู่ภาคปฏิบัติ ดังจะเห็นได้จากลักษณะการจับสัตว์น้ำของชาวประมง ทั้งขนาดและปริมาณในการจับสัตว์น้ำที่ไม่ถูกต้องและเหมาะสม จึงทำให้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนและคุณภาพในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ ปัจจัยดังกล่าวเป็นกลไกที่สำคัญประการหนึ่งในการกำหนดราคาสินค้า

4. ทางภาครัฐควรจะมีการจัดประชุมสัมมนาในกลุ่มของเจ้าของกิจการประมงและกลุ่มธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการประมงเพื่อส่งเสริมและเผยแพร่ความรู้ ในการยกระดับการจัดเก็บการรักษาคุณภาพเพื่อเพิ่มมูลค่าของสัตว์น้ำ มีจัดการฝึกอบรมให้ความรู้ทางวิชาการด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องให้กับชาวประมงและผู้ปฏิบัติงานบนเรือประมง

ภาคผนวก

การอัดแบบอะเดียบาติก

การอัดแบบอะเดียบาติก คือ ขบวนการของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของแก๊สภายในคอมเพรสเซอร์ โดยปราศจากการเพิ่มหรือลดความร้อนที่เกิดขึ้น ขบวนการนี้ความร้อนจะเพิ่มขึ้น

เอนทาลปี

เอนทาลปี คือ การหาค่าของพลังงานทั้งอุณหภูมิและแรงดัน ที่ความดันบรรยากาศ สัญลักษณ์ของเอนทาลปีคือ h และมีหน่วยเป็นแคลอรี (cal) หรือกิโลกรัมแคลอรี(kcal) เอนทาลปีคือ ผลรวมของพลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนอุณหภูมิของวัตถุจากอุณหภูมิปกติไปยังอุณหภูมิที่กำหนดและสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรดังนี้

$$h = C_p \times (T_2 - T_1)$$

เมื่อ

$$C_p = \text{ความร้อนจำเพาะของวัตถุ}$$

$$T_1 = \text{อุณหภูมิปัจจุบันของวัตถุ}$$

$$T_2 = \text{อุณหภูมิที่ต้องการของวัตถุ}$$

ตัวอย่าง คำนวณค่าความร้อนที่ต้องการทำให้น้ำ 1 กิโลกรัมจากอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ให้สูงขึ้นเป็น 100 องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของน้ำ = 4.187 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมเซลเซียส)

$$\begin{aligned} h &= C_p \times (T_2 - T_1) \\ &= (4.187 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) \times (100 - 0^\circ\text{C}) \\ &= 418.7 \text{ kcal} \end{aligned}$$

เอนโทรปี

เอนโทรปี คือ ความหมายของการถ่ายเทความร้อนไปยังมวลสารต่อองศา โดยวัดจากจากอุณหภูมิสมบูรณ์หรืออุณหภูมิพื้นฐานไปยังอุณหภูมิที่ต้องการ (ตัวอย่างเช่น น้ำจะมีอุณหภูมิสมบูรณ์ที่ 0 องศาเซลเซียส) เอนโทรปีมีหน่วยเป็น btu ต่อปอนด์องศาหรือกิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมองศา และโดยทั่วไปจะใช้ในการคำนวณทางด้านวิศวกรรมและค่าความร้อนนี้สามารถหาข้อมูลได้จากคู่มือทางวิศวกรรม

การอัดแบบไอโซบาติก

การอัดแบบไอโซบาติก คือ ขบวนการที่เปลี่ยนแรงดันหรือปริมาตรภายใต้อุณหภูมิคงที่ ในขณะที่คอมเพรสเซอร์อัดแก๊ส ความร้อนจะเคลื่อนที่ออกจากคอนเดนเซอร์ด้วยอุณหภูมิคงที่ ความร้อนจะถ่ายเท

ออกโดยการระบายความร้อนด้วยน้ำหรืออากาศและความร้อนที่ถ่ายเทออกจะเท่ากับความร้อนที่ได้จากการอัดของคอมเพรสเซอร์

การขยายตัวแบบไอโซบาติก

การขยายตัวแบบไอโซบาติก คือ ขบวนการของการขยายตัวของแก๊สในอีแวปอเรเตอร์โดยมีอุณหภูมิคงที่ ผ่านไปอย่างรวดเร็วแรงดัน โดยแรงดันและปริมาตรจะเกิดการเปลี่ยนแปลง แรงดันจะเปลี่ยนแปลงผกผันกับปริมาตร นั่นคือแรงดันจะเพิ่มขึ้นจากการอัดแก๊สและจะลดลงจากการขยายตัวของแก๊ส

การขยายตัวของแก๊ส แก๊สจะมีอุณหภูมิลดลง ความร้อนที่ทำให้แก๊สรักษาความเย็นอย่างคงที่นั้นมาจากแหล่งความร้อนภายนอกและเท่ากับความร้อนที่เกิดขึ้นในขณะที่แก๊สขยายตัว

ความร้อนแฝง

ความร้อนแฝง คือ ความร้อนที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนสถานะขณะที่มีอุณหภูมิและแรงดันคงเดิม ตัวอย่างเช่น

- ความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งที่มีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เปลี่ยนไปเป็นน้ำที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เรียกว่าความร้อนแฝงของการหลอมละลาย
- ความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอ เรียกว่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ
- ความร้อนที่ทำให้ไอน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ เรียกว่าความร้อนแฝงของการควบแน่น

ความร้อนสัมผัส

ถ้าเพิ่มความร้อนให้กับวัตถุและทำให้วัตถุมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความร้อนที่เพิ่มขึ้นนี้เรียกว่าความร้อนสัมผัสหรืออีกนัยหนึ่งคือความร้อนที่ถูกดึงออกจากวัตถุ ถ้าวัตถุมีอุณหภูมิลดลงก็เรียกว่าความร้อนสัมผัสเช่นเดียวกัน เพราะฉะนั้นความร้อนสัมผัสคือความร้อนที่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของวัตถุ

ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะ คือ อัตราส่วนของมวลสาร(ของเหลวหรือของแข็ง)ต่อปริมาตร ซึ่งเทียบกับมวล(กิโลกรัม)ของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน โดยที่น้ำมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1 เพราะฉะนั้นอะไรก็ตามที่สามารถลอยอยู่บนผิวน้ำได้ย่อมมีค่าความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1

ตัวอย่างเช่น

น้ำ 1 ลิตรจะเท่ากับ 1 กิโลกรัมขณะที่น้ำมัน 1 ลิตร จะประมาณเท่ากับ 0.85 กิโลกรัม ดังนั้น ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน เท่ากับ $0.85 \text{ กิโลกรัม} / 1.0 \text{ กิโลกรัม} = 0.85$ น้ำมันที่มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.85 น้ำมันจึงสามารถลอยอยู่บนผิวน้ำได้

ความร้อนจำเพาะ

ความร้อนจำเพาะ คือ ความร้อนที่จะต้องเพิ่มหรือลดเพื่อเปลี่ยนอุณหภูมิของวัตถุต่อ 1 องศาเซลเซียส ที่แรงดันบรรยากาศ

ตัวอย่างเช่น

- ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 4.187 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมองศาเซลเซียส
- ความร้อนจำเพาะของอากาศ เท่ากับ 1 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมองศาเซลเซียส

ปริมาตรจำเพาะ

ปริมาตรจำเพาะ คือ ปริมาตรเมื่อเทียบกับความหนาแน่นของวัตถุหนึ่งกิโลกรัมที่สภาวะปกติ (20 องศาเซลเซียส ที่แรงดันบรรยากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 30%)

ตัวอย่างเช่น

ปริมาตรจำเพาะของอากาศแห้งเท่ากับ 0.840 ลูกบาศก์เมตร หมายความว่าอากาศแห้งบริสุทธิ์ที่มีปริมาตร 0.84 ลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักเท่ากับ 1 กิโลกรัม ในขณะที่ทำการวัดมีอุณหภูมิภายนอกเท่ากับ 20 องศาเซลเซียสที่แรงดันบรรยากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 30%

ขบวนการของการลดแรงดัน

ขบวนการของการลดแรงดันในระบบทำความเย็น คือ การขยายตัวของแก๊สผ่านท่อลดแรงดันหรือวาล์วควบคุมแรงดันโดยปราศจากการทำหน้าที่อื่นๆนอกจากการขยายตัว

หนังสืออ้างอิง

อัครเดช สีนุรักษ์. 2538. การทำความเย็น. กรุงเทพฯ. หน้า 260

Andrew D. Althouse, Carl H. Turnquist and Alfred F. Bracciano. 1979. **Modern refrigeration and air concition** USA, 3rd edition. page 108

Bela G. Liptak and Kriszta Venczel. 1982. **Instrument engineering handbook**. Pennsylvania USA.

Danfoss. **Automatic control for refrigeration plant and conditioning system catalogue**. Denmark 1995, pages 278 – 289.

Nissin refrigeration. **Lecture note**. Japan.

Roy J. Dossat. 1961. **Principle of refrigeration**. USA.4th Edition. pages 331, 348 and 439