หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

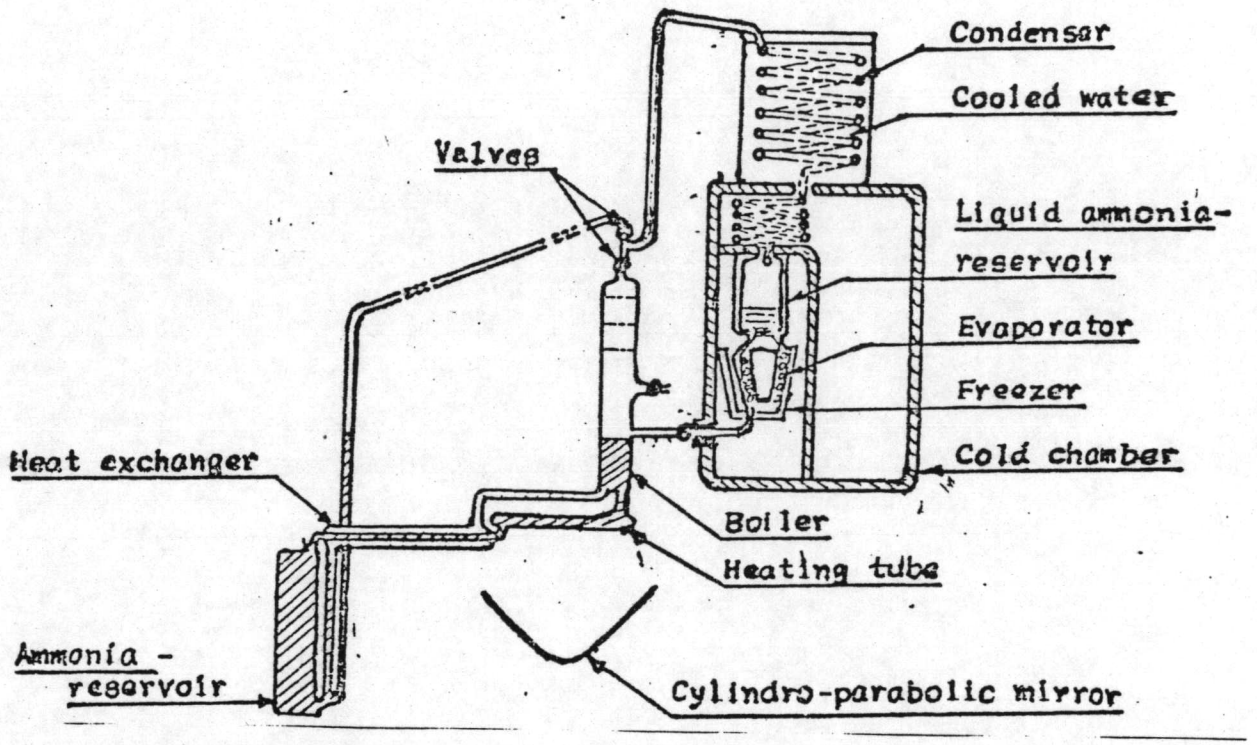
ผลงานวิจัยที่ผ่านมาของเครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืน

3.1 ผลงานวิจัยของ Exell และ Kornsakoo (3)

Exell และ Kornsakoo ได้ทำการศึกษาค้นคว้าถึงความเป็นมาของเครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืน และได้เสนอไว้ว่า ได้เริ่มมีการทดลองเครื่องทำความเย็นระบบนี้ในปี ค.ศ.1936 ที่มหาวิทยาลัยฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา และในปี ค.ศ.1937 ได้มีการทดลองที่ประเทศบราซิล โดยใช้ parabolic reflector เป็นตัวรับแสงจากดวงอาทิตย์ แต่ผลงานการวิจัยยังไม่ก้าวหน้ามากนัก ในปี ค.ศ.1954 Kirpichev และ Baum ชาวรัสเซีย ได้ทำการทดลองใช้ตู้เย็นแบบ vapour - compression กับแสง-อาทิตย์โดยใช้กระจกรวมแสงขนาดใหญ่รับแสงอาทิตย์ นำไปต้มน้ำให้เป็นไอน้ำ แล้วใช้ไอน้ำนี้ไปเดิน heat engine เพื่อไปหมุนคอมเพรสเซอร์ (compressor) ของตู้เย็นอีกต่อหนึ่ง โดยไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวหมุนคอมเพรสเซอร์ ผลการทดลองสามารถผลิตน้ำแข็งได้ 550 ปอนด์ ต่อวัน แต่ก็พบว่าการเปลี่ยนแปลงแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานกลนั้น มีประสิทธิภาพต่ำมาก ต้นทุนในการผลิตเครื่องมือสูง และเครื่องมือมีความยุ่งยากมาก จึงไม่ได้รับความสนใจในการที่จะพัฒนาต่อไป

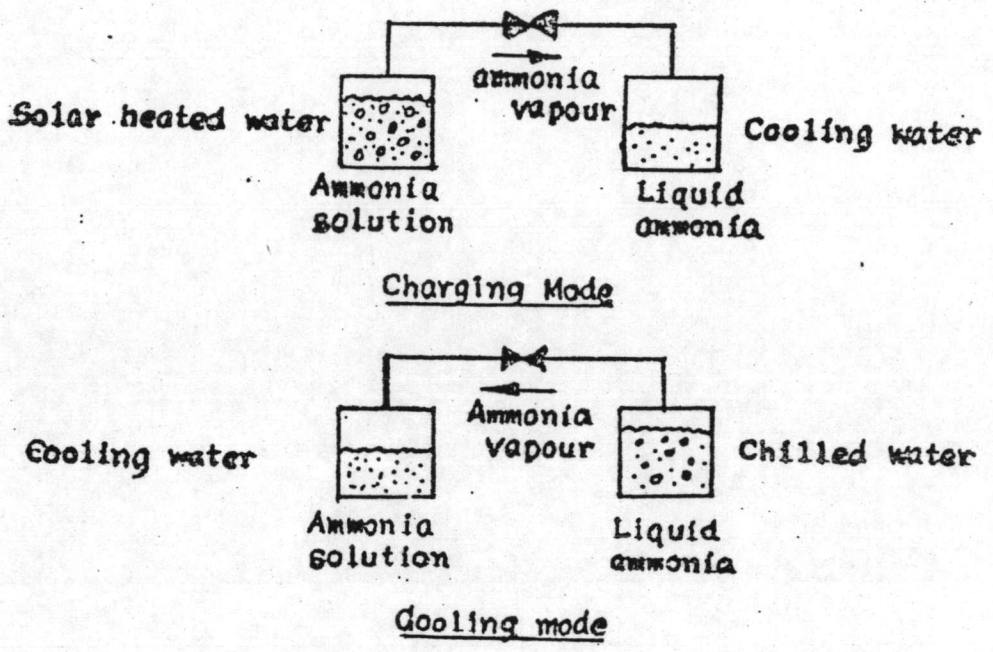
ผลงานที่ถือได้ว่าเป็นความสำเร็จในการทดลอง Solar absorption refrigerator system นั้นทดลองโดย Trombe และ Foex ในปี ค.ศ.1964 ดูตามรูปที่ 3 - 1 ซึ่งแสดงให้เห็นรูปโครงสร้างของเครื่องมือที่มีระบบการทำงาน โดยให้สารละลายของแอมโมเนียในน้ำจาก cold reservoir ผ่านไปยังท่อซึ่งรับความร้อนจาก cylindro - parabolic reflector เมื่อสารละลายของแอมโมเนียกับน้ำได้รับความร้อนสูงพอ แอมโมเนียก็จะระเหยออกไป และจะกลั่นตัวเป็นแอมโมเนียเหลวใน cooling coil ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องควบแน่น แล้วแอมโมเนียจะไหลผ่านเข้าไปใน coil ซึ่งทำ

หน้าที่เป็นอีแวปอเรเตอร์ ในการทดลองนี้ใช้ cylindro - parabolic reflector ขนาด 16.14 ตารางฟุต และสามารถผลิตน้ำแข็งได้ 13.2 ปอนด์ ในเวลาทำงาน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 3 - 1 เครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืนแบบวงจรสลับของ Trombe และ Foex (3)

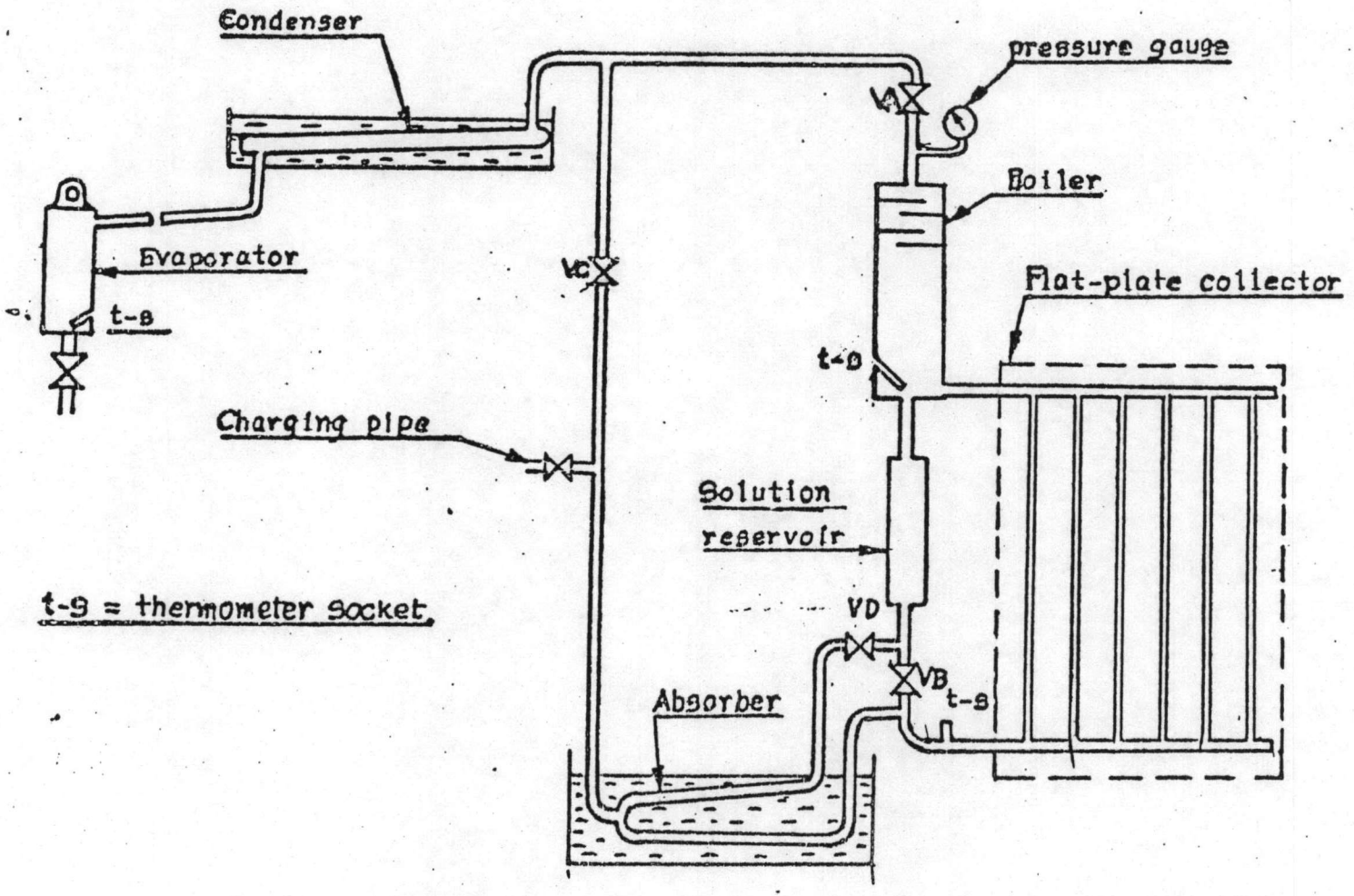
Williams กับผู้ร่วมงานได้ทำการทดลองที่ University of Wisconsin ในปี ค.ศ.1957 จุดประสงค์เพื่อต้องการสร้างเครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืนแบบวงจรสลับขนาดเล็ก ๆ เพื่อใช้ในที่ซึ่งไม่มีกระแสไฟฟ้าใช้ เครื่องมือประกอบด้วยภาชนะ 2 ใบ ต่อเข้าหากันด้วยท่อ (ดูตามรูปที่ 3 - 2) โดยใช้ แอมโมเนีย - น้ำ และ R - 21 - glycol ether เป็น working solution ผลการทดลองปรากฏว่าแอมโมเนีย - น้ำ จะมีประสิทธิภาพดีกว่า R - 21 - glycol ether



รูป 3 - 2 เครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืนแบบวงจรสลับแบบง่าย ๆ ของ Williams และผู้ร่วมงาน (3)

Chinnappa ได้สร้างเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน และใช้ร่วมกับตัวรับแสงแบบแผ่นราบ ที่ Columbo University ประเทศศรีลังกา (ดูตามรูปที่ 3 - 3) เครื่องทำความเย็นนี้ประกอบด้วยตัวรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นราบ คลุมด้านบนด้วยกระจกใส จำนวน 3 แผ่น เพื่อป้องกันความร้อนสูญเสียไปทางด้านบน และใช้แอมโมเนีย - น้ำ เป็น working solution ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าการใช้ตัวรับแสงแบบแผ่นราบเป็นเยนเนอเรเตอร์ มีความเหมาะสมที่จะนำไปทำเครื่องปรับอากาศได้ การทดลองนี้สามารถทำให้ cooling coil ของอีแวปอเรเตอร์มีอุณหภูมิต่ำถึง 10.4° ฟ. และสามารถผลิตน้ำแข็งได้ 2.2 ปอนด์ต่อวัน ต่อตัวรับแสงแบบแผ่นราบขนาด 7.53 ตารางฟุต

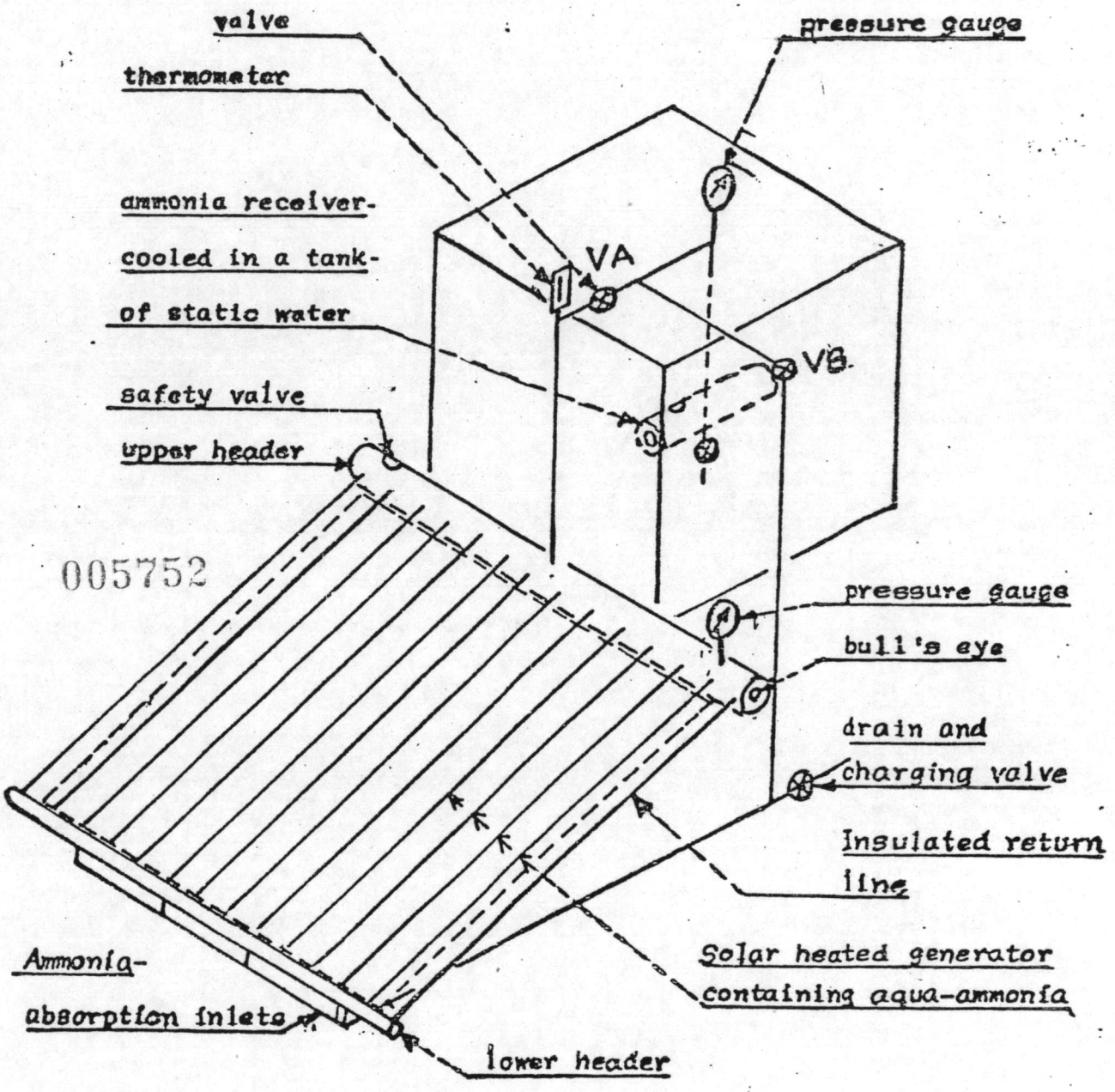
Swartman และ Swaminathan ได้สร้างเครื่องมือแบบเดียวกันกับ Chinnappa โดยใช้แอมโมเนีย - น้ำ เป็น working solution และได้ทำการทดลองเปลี่ยนความเข้มข้น



รูปที่ 3 – 3 เครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืนแบบวงจรสั้น ใช้ร่วมกับตัวรับแสงแบบแผนราบ ของ Chinnappa[3]

ของแอมโมเนีย - น้ำ จาก 58 - 70 % ของแอมโมเนียโดยน้ำหนักได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยสามารถลดอุณหภูมิของอีแวปอเรเตอร์ลงได้ถึง 10.4° ฟ แต่ก็มีปัญหาในด้านการดูดกลืน เพราะว่าอัตราการระเหยของแอมโมเนียจากอีแวปอเรเตอร์ต่ำมาก

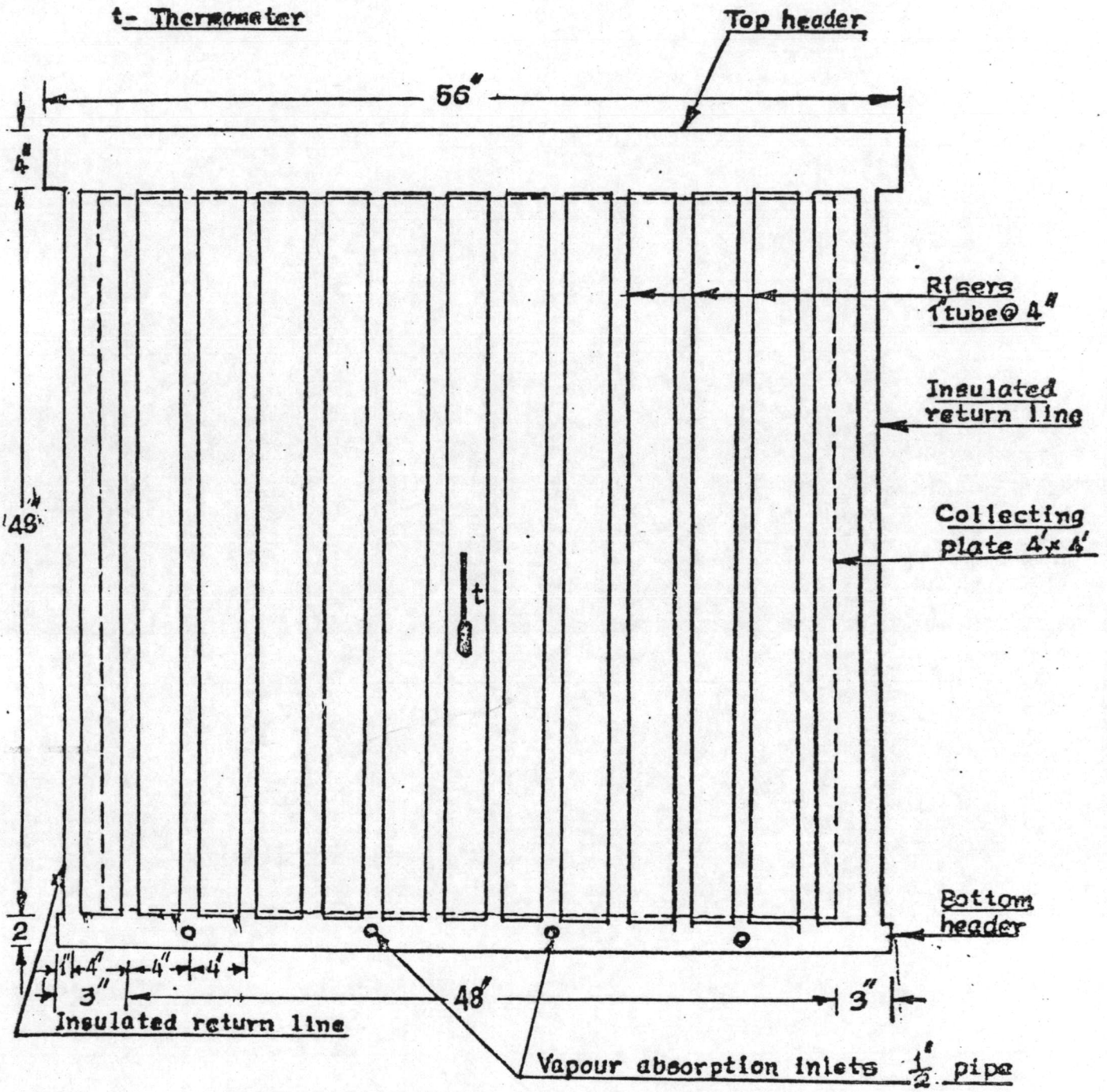
Exell และ Kornsakoo[3] ได้ทำการวิจัยเครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืน แบบวงจรสลับ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำไปทำเป็นตู้เย็นเก็บอาหารสดและยาในท้องถิ่นทุรกันดารที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ โดยใช้แอมโมเนีย - น้ำเป็น working fluid และใช้ตัวรับแสงแบบแผ่นราบเป็นเยนเนอเรเตอร์ในเวลากลางวัน และเป็นแอบซอบเบอร์ในเวลากลางคืน ตามรูปที่ 3 - 4 แสดงให้เห็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองของ Exell และ Kornsakoo ซึ่งเป็นการดัดแปลงและปรับปรุงให้ดีกว่าแบบของ Chinnappa ทำให้การระเหยของแอมโมเนียในอีแวปอเรเตอร์เร็วขึ้น นั่นคือเป็นการปรับปรุงอัตราการดูดกลืนของแอมโมเนียให้สูงขึ้น การทำงานของระบบแสดงให้เห็นไว้ในรูปที่ 3 - 4 ในระหว่าง regeneration วาล์ว A เปิด วาล์ว B ปิด เมื่อ strong solution ในเยนเนอเรเตอร์ได้รับความร้อน แอมโมเนียจะกลายเป็นไอที่ความดันสูง และ weak solution ที่ upper header จะไหลกลับมาที่ lower header ทาง insulated return line (ดูรูปที่ 3 - 5 ประกอบ) ไอที่ upper header ส่วนใหญ่จะเป็นไอของแอมโมเนีย เพราะว่าแอมโมเนียมีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำมาก ไอของแอมโมเนียจะผ่านวาล์ว A ไปกลั่นตัวในเครื่องควบแน่นซึ่งจุ่มอยู่ในถังน้ำหล่อเย็น ความดันจะคงที่ตลอดในระหว่าง regeneration เมื่อหยุด regeneration ก็ปิดวาล์ว A ความดันในเยนเนอเรเตอร์จะลดลง เมื่อจะเริ่มวงจรทำความเย็น ก็ให้เอาถังน้ำที่ใส่เครื่องควบแน่นออก เครื่องควบแน่นจะทำหน้าที่เป็นอีแวปอเรเตอร์ แอมโมเนียจะระเหยออกจากอีแวปอเรเตอร์ เนื่องจากความแตกต่างของความดันในแอบซอบเบอร์และอีแวปอเรเตอร์ แอมโมเนียที่ระเหยจะพาเอาความร้อนที่อยู่รอบ ๆ อีแวปอเรเตอร์ไปด้วย ไอของแอมโมเนียนี้จะผ่านตามท่อไปเข้า lower header ของแอบซอบเบอร์ ซึ่งจะเกิดฟองอากาศผ่านสารดูดกลืนในแอบซอบเบอร์ ทำให้อัตราการดูดกลืนแอมโมเนียดีขึ้น และในขณะที่เป็นวงจรทำความเย็น จะยกกระจกที่ปิดอยู่ด้านบนของตัวรับแสงออก เพื่อให้ความร้อนที่เกิดจากการดูดกลืนแอมโมเนียระบายออกไปตาม riser จนกระทั่งแอมโมเนียในอีแวปอเรเตอร์ระเหยหมดก็ครบวงจร



005752

รูป 3 - 4 เครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืนแบบวงจรสลับ ใช้ร่วมกับตัวรับแสงแบบแผนราบของ Exell และ Kornsakoo (3)

I 17956602



รูป 3 - 5 แสดงขนาดและรูปร่างของตัวรับแสงแบบแผ่นราบของ Exell และ Kornsakoo (3)

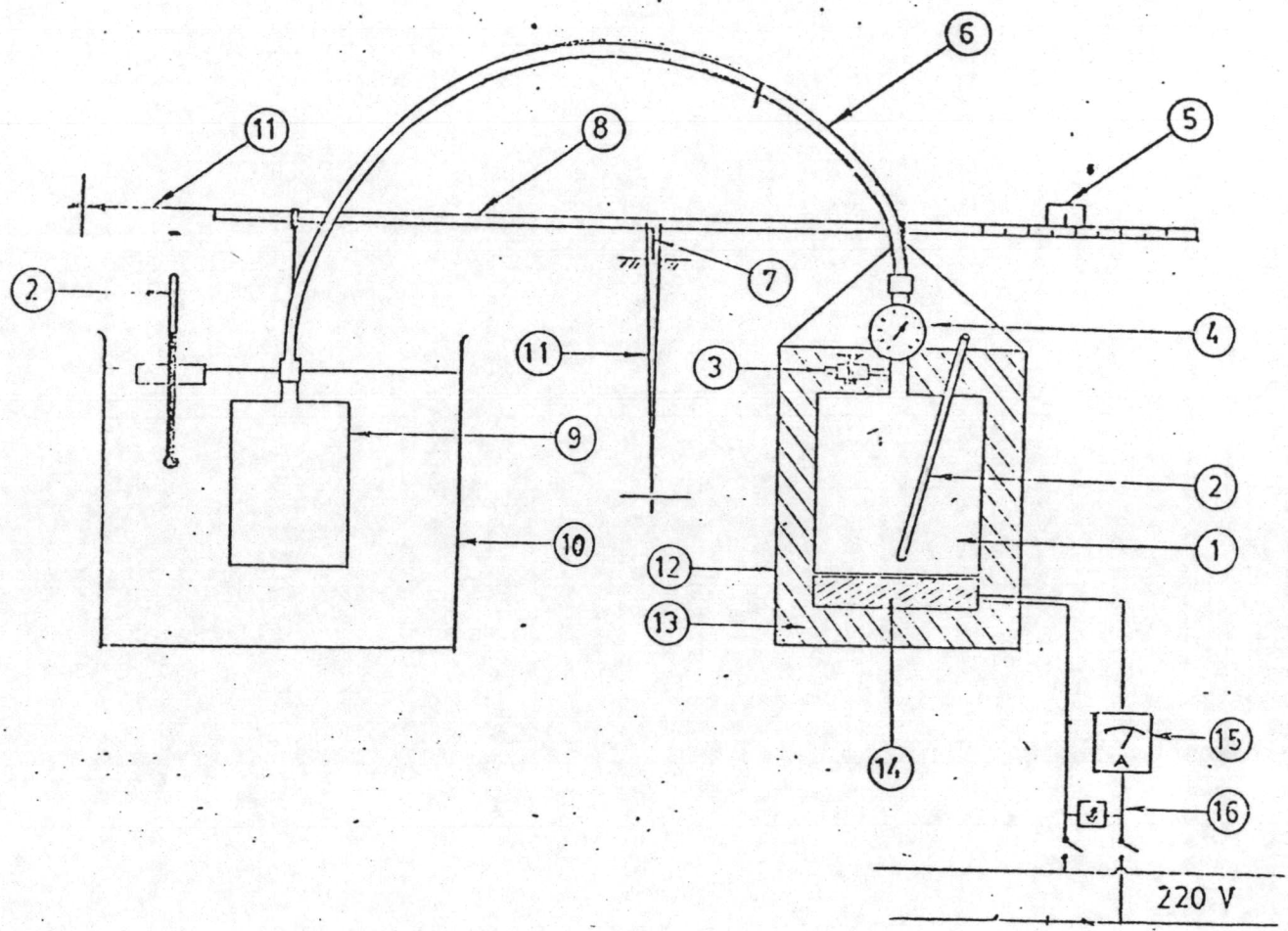
ในการทดลองใช้สารละลายของแอมโมเนียในน้ำ 33 ปอนด์ ซึ่งมีความเข้มข้นของแอมโมเนียโดยน้ำหนักเท่ากับ 46 % และตัวรับแสงแบบแผ่นราบที่ใช้ มีพื้นที่รับแสงอาทิตย์ 16 ตารางฟุต ใช้กระจกใสปิดด้านบน 1 แผ่น พบว่าวันที่อากาศแจ่มใสไม่มีเมฆหมอก จะสามารถทำให้สารละลายของแอมโมเนียในน้ำภายในเยนเนอเรเตอร์ มีอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 86° ฟ. เป็น 190° ฟ. และจะได้แอมโมเนียเหลวในเครื่องควบแน่น 2 ปอนด์ต่อวัน ในช่วงวงจรทำความเย็น สามารถลดอุณหภูมิของอีแวปอเรเตอร์ลงได้ถึง 19° ฟ. สัมประสิทธิ์ของการทำความเย็นมีค่าเท่ากับ 0.09 ซึ่งมีค่าน้อย แต่ก็ใกล้เคียงกับผลงานวิจัยของคนอื่น ๆ ที่ผ่านมา เหตุที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการทำความเย็นต่ำ เพราะมีการสูญเสียความร้อนที่จุดต่าง ๆ ของเครื่องมือมาก

3.2 ผลงานวิจัยของ Poopisint [4]

Poopisint ได้สร้างและทำการทดลองเครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืนแบบวงจรสลับแบบง่าย ๆ (ตามรูปที่ 3 - 6) มีภาชนะบรรจุ working fluid 2 ใบต่อถึงกันด้วยท่อยาง มีที่วัดความดันและอุณหภูมิ และทราบปริมาณแอมโมเนียที่กลั่นตัวได้โดยการเลื่อน jockey weight โดยใช้ NH_3 - NaSCN เป็น working fluid ซึ่งแอมโมเนียจะเป็นตัวทำความเย็น และสารละลายของ NH_3 ใน NaSCN เป็นตัวดูดกลืน และใช้เตาไฟฟ้าให้ความร้อนแทนแสงอาทิตย์

ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

(1) ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของแอมโมเนียให้สูงขึ้น ปริมาณแอมโมเนียที่กลั่นตัวจะสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้สัมประสิทธิ์ของการทำความเย็นสูงขึ้นด้วย แต่ก็มีข้อจำกัดของความเข้มข้นอยู่ที่เวลาของการดูดกลืนแอมโมเนีย เพราะว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแอมโมเนียให้สูงขึ้น เวลาของการดูดกลืนแอมโมเนียจะสูงขึ้นด้วย และที่ความเข้มข้นประมาณ 58 % พบว่าเวลาดูดกลืนเกิน 24 ชั่วโมง



1. Generator-Absorber
2. Thermometer
3. Ammonia charging valve
4. Pressure gauge
5. Jockey weight
6. Flexible hose
7. Knife edge
8. Balance arm
9. Condenser-Evaporator
10. Cooling water tank
11. Balance pointer
12. Insulated Jacket
13. Insulator (vermiculite)
14. Electric heater
15. Ammeter
16. Volt meter

รูปที่ 3 - 6 แสดงส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืนแบบวงจรสลับ ของ Poopisint [4]

(2) ในกรณีที่ความเข้มข้นของสารทำความเย็นต่อหน่วยน้ำหนักของสารละลายอยู่ระหว่าง 0.500 ถึง 0.585 สัมประสิทธิ์ของการทำความเย็น (อัตราส่วนระหว่างปริมาณความร้อนที่ดึงออกจากอีแวปอเรเตอร์กับปริมาณความร้อนที่ให้กับเครื่องมือ) จะอยู่ระหว่าง 0.276 ถึง 0.380

(3) หากอัตราปริมาณความร้อนที่ให้กับเยนเนอเรเตอร์ลดลง ปริมาณของแอมโมเนียกลั่นตัวจะลดลงเพียงเล็กน้อย และอุณหภูมิสูงสุดของสารละลายจะลดลง และพบว่าอุณหภูมิสูงสุดของสารละลายเท่ากับ 149° ฟ. สามารถระเหยแอมโมเนียได้ดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถที่จะนำเอาเครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืนแบบวงจรสลับนี้ไปใช้กับตัวรับแสงแบบแผ่นราบได้