

การทำควาเ้ระบบคูกกลืนที่ไ้ แอมโมเนีย - น้า โดยอาศัย
เอนเนอเรเตอรที่อุณหภูมิต้า



นายสุทธิ อรุณวัฒนางคกุล

005752

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเคมีเทคนิค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2523

$\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ Absorption Cooling Utilizing Low Generation Temperature

Mr. Suthi Arunwatanangkul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemical Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1980

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทำความเป็นระบบคุกกลืนที่ไ้ แอมโมเนีย - น้ำ โดยอาศัย เยนเนอเรเตอร์ที่อุณหภูมิต่ำ
ชื่อผู้เขียน	นายสุทธิ อรุณพัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ศักรินทร์ ภูมิรัตน์ ดร. สมชาย โอสุวรรณ
ภาควิชา	เคมีเทคนิค
ปีการศึกษา	2523



บทคัดย่อ

ศึกษาการทำความเป็นระบบคุกกลืนที่ไ้ แอมโมเนีย - น้ำ เป็นสารทำความเย็น และสารคุกกลืน โดยใช้เยนเนอเรเตอร์แบบแผ่นราบเป็นตัวรับความร้อน ได้มีการออกแบบสร้างส่วนต่าง ๆ ของระบบทำความเย็น ศึกษาการปฏิบัติงานของเยนเนอเรเตอร์และแอบ-ซอบเบอร์ ในงานวิจัยนี้ไ้ใช้น้ำอุณหภูมิระหว่าง 147.2°F - 155.3°F เป็นตัวให้ความร้อนกับเยนเนอเรเตอร์แทนการใช้เยนเนอเรเตอร์รับแสงอาทิตย์โดยตรง พบว่าเยนเนอเรเตอร์ที่สร้างขึ้นขนาด 16 ตารางฟุต สามารถระเหยแอมโมเนียได้ 1.19 ปอนด์ต่อชั่วโมง ซึ่งมีประสิทธิภาพ 18.3 % และพบว่าจากขนาดของเยนเนอเรเตอร์ที่เท่ากัน อัตราการระเหยแอมโมเนีย จากเยนเนอเรเตอร์ที่รับความร้อนจากน้ำอุ่นจะสูงกว่าอัตราการระเหยแอมโมเนียจากเยนเนอเรเตอร์ที่รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง และแอบซอบเบอร์ที่สร้างขึ้นสามารถคุกกลืนแอมโมเนียได้ถึง 2.45 ปอนด์ต่อชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง และอัตราการไหลของสารคุกกลืนระหว่าง 263.2 - 291.2 ปอนด์ต่อชั่วโมง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ของเครื่องทำความเย็นระบบคุกกลืนแบบวงจรต่อเนื่อง

Thesis Title $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ Absorption Cooling Utilizing Low Generation
 Temperature

Name Mr.Suthi Arunwatanangkul

Thesis Advisor Dr.Sakarindr Bhumiratana
 Dr.Somchai Osuwan

Department Chemical Technology

Academic Year 1980

ABSTRACT

$\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ absorption cooling system utilizing generator at low temperature ($147.2^\circ\text{F} - 155.3^\circ\text{F}$) was studied. At this temperature the heat for generator can conveniently supplied by flat-plate solar collector. The components of the system were designed, built, and the performance characteristics of the absorber and generator were studied. It was found that the generator could generate NH_3 at the rate of 1.19 lbs./hr. which is higher than the similar system using direct solar radiation on the generator. The absorber which was designed and built could absorb NH_3 at the rate of 2.45 lbs./hr. at room temperature and at recirculation rate of 263.2-291.2 lbs./hr. It was also demonstrated that the absorption system can operate in the continuous model.

กิติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือแนะนำ ทั้งในด้านการวิชาการและการทดลอง จากอาจารย์ ดร. ศักรินทร์ ภูมิรัตน หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า และอาจารย์ ดร. สมชาย ใสสุวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยนี้ได้รับทุนบางส่วน จากทุนวิจัยของคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือบางส่วนที่ใช้ในงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งกรุณาให้ยืมแอมโมเนียเหลว มาใช้ในการทดลอง ขณะที่แอมโมเนียซากแคลน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
รายการตารางประกอบ	ช
รายการรูปประกอบ	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ปัญหาทางค่านพลังงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
2. ทฤษฎี	3
2.1 ความรู้เกี่ยวกับดวงอาทิตย์	3
2.2 เครื่องรับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์	4
2.3 ทฤษฎีการทำความเย็นแบบดูดกลืน	5
2.3.1 การทำความเย็นระบบดูดกลืนแบบวงจรสลับ	5
2.3.2 การทำความเย็นระบบดูดกลืนแบบวงจรต่อเนื่อง	7
3. ผลงานวิจัยที่ผ่านมาของเครื่องทำความเย็นระบบดูดกลืน	10
3.1 ผลงานวิจัยของ Exell และ Kornsakoo	10
3.2 ผลงานวิจัยของ Poopisint	17
4. การออกแบบและการคำนวณเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	20
4.1 เหตุผลที่เลือกใช้ $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ เป็นสารดูดกลืนและสารทำความเย็น	20



สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

4.2	การกำหนดสภาวะที่จุดต่าง ๆ ของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	21
4.3	การออกแบบและการคำนวณ Rectifying column . . .	21
4.4	การออกแบบและการคำนวณเครื่องควบแน่น	24
4.5	การออกแบบและการคำนวณอีแวปอเรเตอร์	28
4.6	การออกแบบแอบซอบเบอร์	29
4.7	การออกแบบเอนเนอเรเตอร์	32
5.	การทดลองหาอัตราการการคูกกลืนแอมโมเนียในสารละลายของแอมโมเนีย กับน้ำ	33
5.1	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองหาอัตราการการคูกกลืนแอมโมเนียใน สารละลายแอมโมเนียกับน้ำ	33
5.2	วิธีการทดลองและการเก็บข้อมูล	33
5.3	ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง วิธีการคำนวณ และผลการทดลอง	35
6.	การทดลองหาอัตราการระเหยแอมโมเนียจากเอนเนอเรเตอร์	74
6.1	เหตุผลที่ใช้น้ำอุ่นเป็นตัวให้ความร้อนกับเอนเนอเรเตอร์	74
6.2	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	74
6.3	วิธีการทดลอง และการเก็บข้อมูล	75
6.4	ข้อมูลที่ได้จากการทดลองวิธีการคำนวณและผลการทดลอง	77
7.	การทดลองเครื่องทำความเย็นระบบคูกกลืนแบบวงจรถัดเนื่อง	96
7.1	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	96
7.2	วิธีการทดลองเดินเครื่องแบบวงจรถัดเนื่อง	96
7.3	ผลการทดลองเดินเครื่องแบบวงจรถัดเนื่อง	97
7.4	ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลองเดินเครื่องแบบวงจรถัดเนื่อง	98
8.	การอภิปรายผลการวิจัย	100

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
8.1 การทดลองหาอัตราการดูดกลืนแอมโมเนีย	100
8.2 การทดลองหาอัตราการระเหยแอมโมเนียจากเยนเนอเรเตอร์	100
9. การสรุปผลและข้อเสนอนะ	103
เอกสารอ้างอิง	105
ภาคผนวก ก. การคำนวณ rectifying column	106
ข. การคำนวณเครื่องควบแน่น	110
ค. การคำนวณอีแวปอเรเตอร์	117
ง. การ calibrate Rotameter	121
จ. การ calibrate เครื่องควบแน่น	125
ประวัติ	128

รายงานตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
5-1 การทดลองหาอัตราการคูกักดินแอมโมเนียที่อัตราการใช้ของสารละลายระหว่าง 129.8-143.7 ปอนด์ต่อชม.	39
5-2 การทดลองหาอัตราการคูกักดินแอมโมเนียที่อัตราการใช้ของสารละลายระหว่าง 151.2-167.3 ปอนด์ต่อชม.	42
5-3 การทดลองหาอัตราการคูกักดินแอมโมเนียที่อัตราการใช้ของสารละลายระหว่าง 176.1-194.8 ปอนด์ต่อชม.	45
5-4 การทดลองหาอัตราการคูกักดินแอมโมเนียที่อัตราการใช้ของสารละลายระหว่าง 195.6-216.5 ปอนด์ต่อชม.	48
5-5 การทดลองหาอัตราการคูกักดินแอมโมเนียที่อัตราการใช้ของสารละลายระหว่าง 263.2-291.2 ปอนด์ต่อชม.	51
5-6 ผลการทดลองหาอัตราการคูกักดินแอมโมเนียที่อัตราการใช้ของสารละลายระหว่าง 129.8-143.7 ปอนด์ต่อชม.	54
5-7 ผลการทดลองหาอัตราการคูกักดินแอมโมเนียที่อัตราการใช้ของสารละลายระหว่าง 151.2-167.3 ปอนด์ต่อชม.	57
5-8 ผลการทดลองหาอัตราการคูกักดินแอมโมเนียที่อัตราการใช้ของสารละลายระหว่าง 176.1-194.8 ปอนด์ต่อชม.	60
5-9 ผลการทดลองหาอัตราการคูกักดินแอมโมเนียที่อัตราการใช้ของสารละลายระหว่าง 195.6-216.5 ปอนด์ต่อชม.	63
5-10 ผลการทดลองหาอัตราการคูกักดินแอมโมเนียที่อัตราการใช้ของสารละลายระหว่าง 263.2-291.2 ปอนด์ต่อชม.	66
6-1 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองหาอัตราการใช้แอมโมเนียจากเขนเนอเรเตอร์ครั้งแรก	81
6-2 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองหาอัตราการใช้แอมโมเนียจากเขนเนอเรเตอร์ครั้งที่สอง	84

รายงานตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6-3 ผลการทดลองหาอัตราการระเหยของแอมโมเนียครั้งแรก	87
6-4 ผลการทดลองหาอัตราการระเหยของแอมโมเนียครั้งที่สอง	90
ง-1 แสดงค่า R ที่ rotameter reading ต่าง ๆ	122
ง-2 ความหนาแน่นของสารละลายแอมโมเนียที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	123
ง-3 แสดงอัตราการไหลของสารละลายแอมโมเนียที่ rotameter reading ต่าง ๆ	124
จ-1 การ calibrate เครื่องควบแน่น	125

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2-1 แสดงให้เห็นโครงสร้างของดวงอาทิตย์	3
2-2 แสดงวงจรการทำงานของเครื่องทำความเย็นระบบคูกกลั่นแบบวงจรสลับ	6
2-3 แสดงวงจรการทำงานของเครื่องทำความเย็นระบบคูกกลั่นแบบวงจรต่อ- เนื่อง	8
3-1 เครื่องทำความเย็นระบบคูกกลั่นแบบวงจรสลับของ Trombe และ Foex	11
3-2 เครื่องทำความเย็นระบบคูกกลั่นแบบวงจรสลับแบบง่าย ๆ ของ Williams และบูรณาการ	12
3-3 เครื่องทำความเย็นระบบคูกกลั่นแบบวงจรสลับใช้ร่วมกับตัวรับแสงแบบแผ่น ราบของ Chinnappa	13
3-4 เครื่องทำความเย็นระบบคูกกลั่นแบบวงจรสลับใช้ร่วมกับตัวรับแสงแบบแผ่น ราบของ Exell และ Kornsakoo	15
3-5 แสดงขนาดและรูปร่างของตัวรับแสงแบบแผ่นราบของ Exell และ Kornsakoo	16
3-6 แสดงส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็นระบบคูกกลั่นแบบวงจรสลับของ Poopisint	18
4-1 คุณสมบัติที่จุดสมดุลของสารละลายแอมโมเนียในน้ำ	22
4-2 ผังของเครื่องทำความเย็นระบบคูกกลั่นแบบวงจรต่อเนื่อง ซึ่งแสดงสถานะ ที่จุดต่าง ๆ ของเครื่องมือ	23
4-3 รูปด้านข้างแสดงขนาดของเครื่องควบแน่น และอีแวปอเรเตอร์	26
4-4 แสดงให้เห็นการจัดตัวของ tube ภายในเครื่องควบแน่น และอีแวปอ- เรเตอร์	27
4-5 แสดงให้เห็นด้านข้างของแอมชอมเบอร์	30
4-6 แสดงให้เห็นการจัดตัวของท่อในแอมชอมเบอร์	31

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4-7 แสดงขนาดและรูปร่างของเยนเนอเรเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง	32
5-1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองหาอัตราการคุกคืบแอมโมเนียในสารละลาย ของแอมโมเนียกับน้ำ	34
5-2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของแอมโมเนียที่ถูกคุกคืบกับเวลา ที่อัตราการไหลของสารละลายระหว่าง 129.8-143.7 ปอนด์ต่อชม..	69
5-3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของแอมโมเนียที่ถูกคุกคืบกับเวลา ที่อัตราการไหลของสารละลายระหว่าง 151.2-167.3 ปอนด์ต่อชม..	70
5-4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของแอมโมเนียที่ถูกคุกคืบกับเวลา ที่อัตราการไหลของสารละลายระหว่าง 176.1-194.8 ปอนด์ต่อชม..	71
5-5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของแอมโมเนียที่ถูกคุกคืบกับเวลา ที่อัตราการไหลของสารละลายระหว่าง 195.6-216.5 ปอนด์ต่อชม..	72
5-6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของแอมโมเนียที่ถูกคุกคืบกับเวลา ที่อัตราการไหลของสารละลายระหว่าง 263.2-291.2 ปอนด์ต่อชม..	73
6-1 เครื่องมือที่ใช้ทดลองหาอัตราการระเหยของแอมโมเนีย	76
6-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของแอมโมเนียในเครื่องควบแน่นกับ เวลาจากการทดลองครั้งแรก	93
6-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของแอมโมเนียในเครื่องควบแน่นกับ เวลาจากการทดลองครั้งที่สอง	94
6-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสารละลายและอุณหภูมิของน้ำอุ่น กับเวลา จากการทดลองครั้งแรก	95