

2020년 지역냉방 사용자 기술 교육

[목 차]

Chapter 01 지역냉방 시스템 및 원리

1. 지역냉방이란?
2. 흡수식 냉동기 원리
3. 냉동기 수동운전
4. 냉동 열 기본 계산법

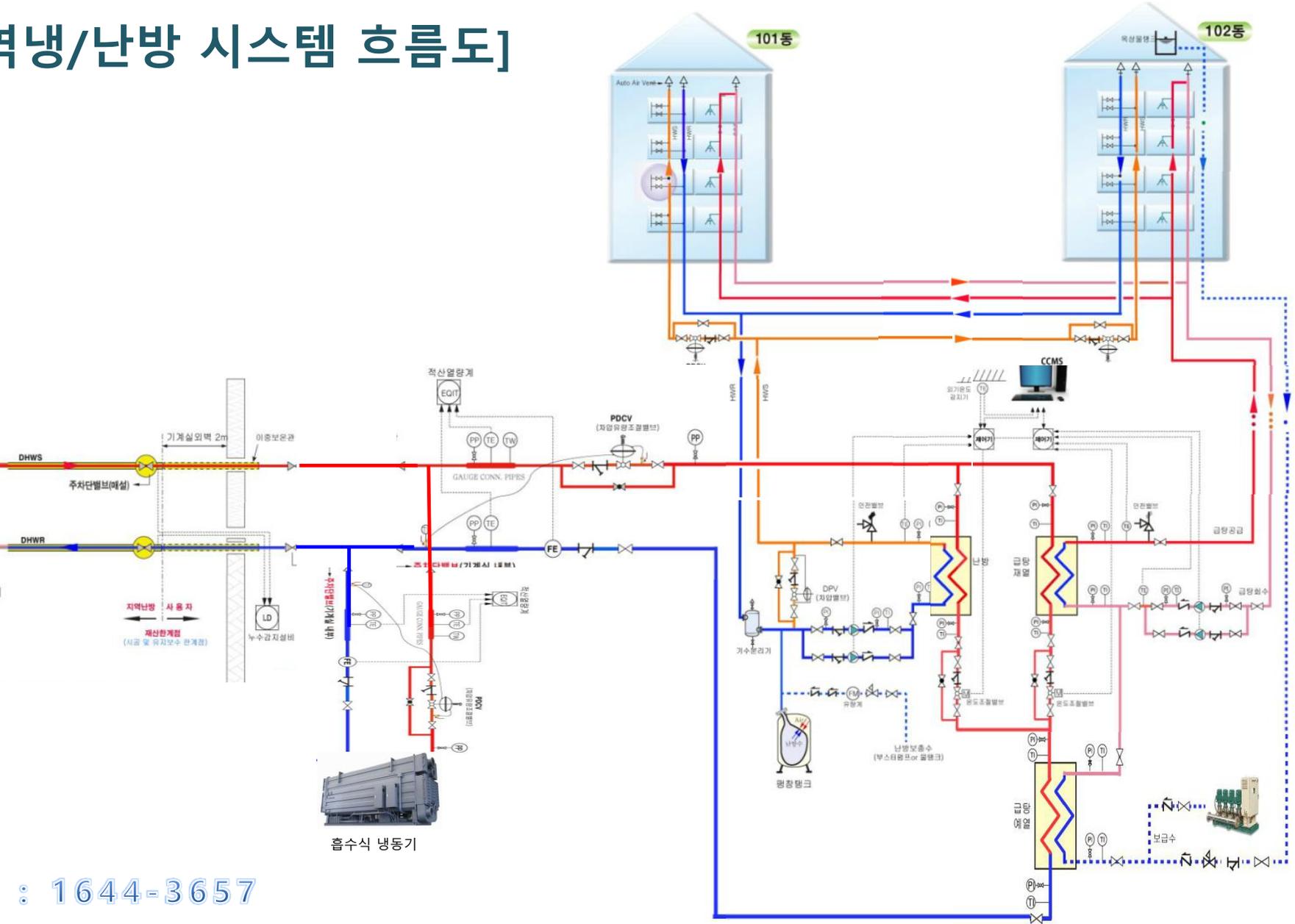
Chapter 02 정기점검 및 유지보수

1. 냉방 시운전 점검사항
2. 흡수용액 관리
3. 냉수/냉각수 수질 관리
4. 냉동기 유지보수

Chapter 03 자주 묻는 질문

1. 지역냉방과 흡수식 냉동기
2. 진공의 중요성 및 진공펌프 관리
3. 냉동기 효율 관리
4. 냉각수 사용량

[지역냉/난방 시스템 흐름도]



고객센터 : 1644-3657



Chapter 01

지역냉방시스템 및 원리

1. 지역냉방이란?
2. 흡수식 냉동기 원리
3. 냉동기 수동운전
4. 냉동 열 기본 계산법

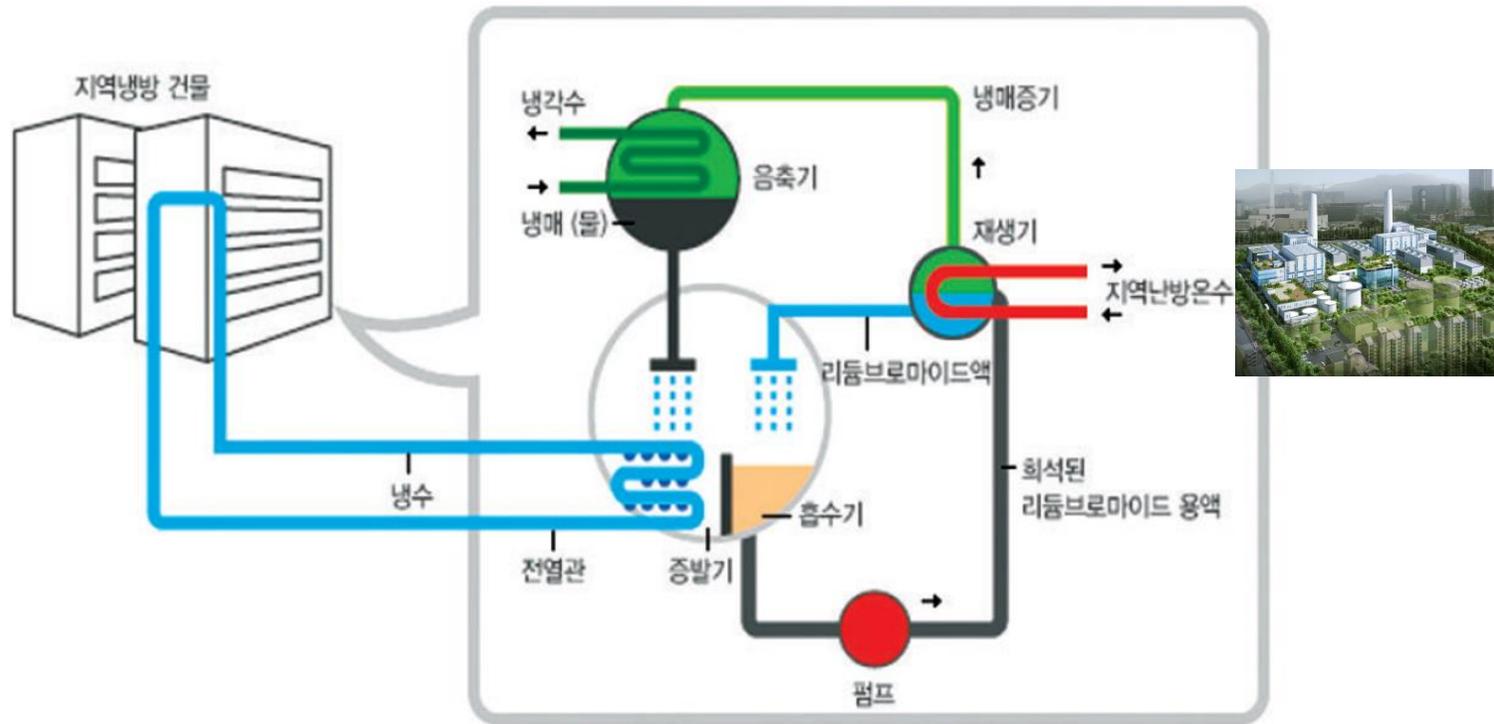
Chapter 02

Chapter 03

1. 지역냉방이란 ?

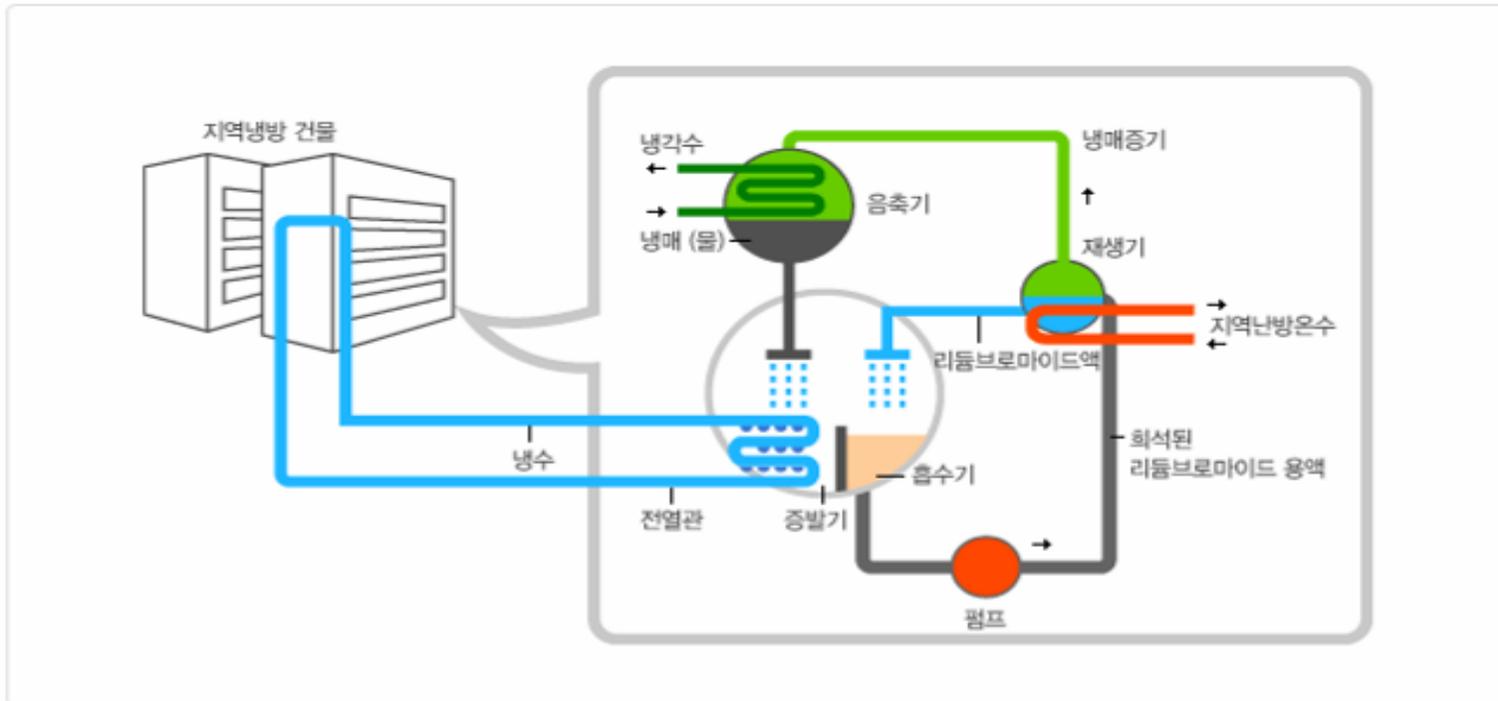
대규모 열생산 시설에서 생산된 열을 이용하여 흡수식 냉동기에서 냉수를 생산하고, 생산된 냉수를 건물 각 호실로 공급하여 적정 실내온도를 유지하는 중앙공급 냉방시스템

지역냉방 원리



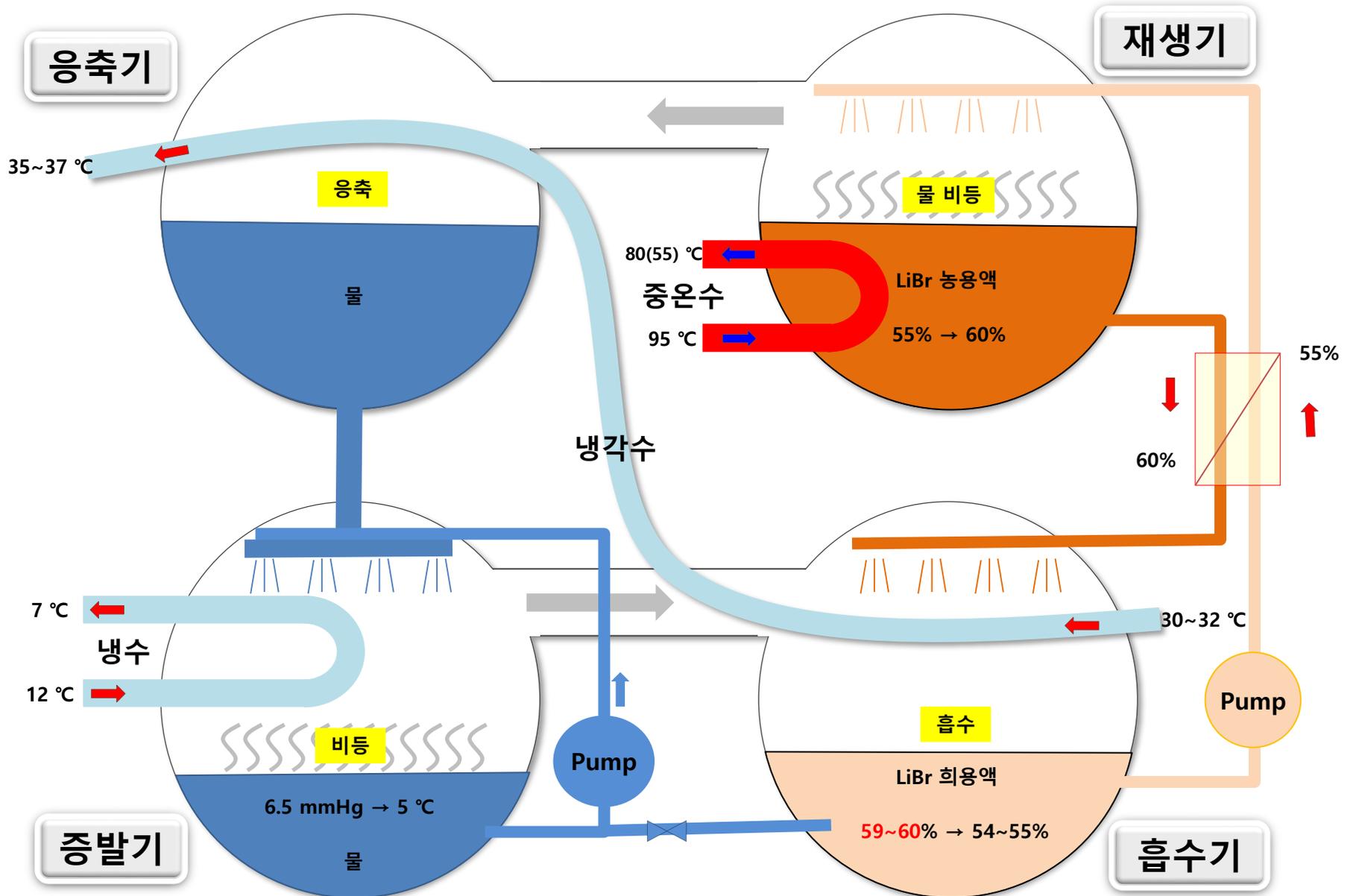
2. 흡수식 냉동기 원리

흡수식 냉동기 기본 원리



- 증발기** 진공으로 살포된 액체상태의 냉매가 기화하기 위해 전열관으로부터 열을 빼앗는데, 이때 냉각된 전열관의 물이 건물 냉방에 이용됩니다.
- 흡수기** 농축 리튬브로마이드 용액이 살포되면서 증발기에서 발생하는 냉매 증기를 흡수하여, 증발기를 진공 상태로 유지시킵니다.
- 재생기** 냉매(물)의 흡수로 인해 희석된 리튬브로마이드 용액을 지역난방열이 가열함으로써 용액 내의 냉매(물)를 증발, 탈수시켜 고농도의 리튬브로마이드 용액으로 농축합니다..
- 응축기** 냉매를 냉각시켜, 증기상태에서 액체상태로 응축합니다.

2. 흡수식 냉동기 원리



3. 냉동기의 수동 운전

수동 운전 방법

- 냉수 펌프 기동
 - 냉각수 펌프 기동
 - 냉수 및 냉각수 펌프 순환 상태 확인
 - 냉동기 기동
 - 중온수 제어 밸브 기동 상태 확인
 - 냉각팬 기동 상태 확인
 - 부하측 AHU, FCU 기동
- ❖ 정지는 기동의 역순으로 이루어 지며
단, **부하측 AHU, FCU는 마지막에 정지**합니다.

주의 사항

- 냉수 펌프는 항상 최초 기동하여야 합니다.
- 냉수 유량이 확보되지 않은 상태에서 열원이 공급되어서는 안됩니다.
- 냉수 출구 온도가 낮은 상태에서 AHU, FCU 부하를 한꺼번에 정지하지 마십시오. (전열관 동파 우려)
- 냉수 펌프를 정지 한 후 AHU, FCU를 정지
- 냉각수 펌프 기동전 항상 냉수 펌프를 기동
- 일정시간 경과 후 냉각수 공급온도 확인
- 냉각수 공급온도 상승시 냉각탑 기동상태를 확인
- 부하에 따라 열원 TCV 밸브 정상 작동여부 확인

4. 냉동 열 기본 계산법

단위 환산

❖ 열량 단위

- 1USRT = 3,204Kcal/h
- 1Gcal=10³Mcal=10⁶kcal/h
- 1kW=860kcal
- 1kW x 0.86 = 860Kcal / 0.86 = 1kW

(kW를 kcal로 변환시 x 0.86, kcal을 kW로 변환시 / 0.86)

❖ 유량 단위

- 1m³/h = 16.7 LPM

❖ 압력 단위

- 1MPa = 10.1972kgf/cm²
- 대기압(1atm) = 0.1013MPa = 760mmHg

❖ 온도단위

- 섭씨 온도 : °C

열량과 유량전환

기본 공식

$$Q = CM \Delta T$$

Q : 열량, C : 비열, M : 중량, ΔT : 온도차

[200USRT 약산방법 예시]

열량(Mcal)=유량(m³/h)x온도차 ΔT(°C)

(1) 냉수유량 121m³/h, 냉수온도 12 °C ⇒ 7 °C

$$\Rightarrow \text{냉방열량} : (12 \text{ } ^\circ\text{C} - 7 \text{ } ^\circ\text{C}) \times 121\text{m}^3/\text{h} = 605\text{Mcal}$$

(2) 중온수 사용열량 = 공급 유량 x (공급온도 - 회수온도)

$$\Rightarrow 21\text{m}^3/\text{h} \times (95 \text{ } ^\circ\text{C} - 55 \text{ } ^\circ\text{C}) = 840\text{Mcal/h}$$

(3) 냉동기효율(COP) = 냉방열량 / 중온수 사용열량

$$\Rightarrow 605\text{Mcal} / 840\text{Mcal} = \mathbf{0.72}$$

Chapter 02

정기점검 및 유지보수

1. 냉방 시운전 점검사항
2. 흡수용액 관리
3. 냉수/냉각수 수질 관리
4. 냉동기 유지보수

1. 냉방 시운전 점검 사항

시운전 중

- ❖ 냉수, 냉각수, 냉각탑
 - 배관 압력 및 보충수 정상 작동 여부
 - 냉수, 냉각수펌프, 냉각탑 회전방향 및 전류값
 - 냉수, 냉각수 유량 및 온도
- ❖ 열원
 - 중온수 공급 유량(지역난방 열량계 연산부 확인)
 - 중온수 TCV V/V 작동 상태
- ❖ 흡수식 냉동기
 - 용액펌프류, 냉매펌프 기동상태 및 전류값
 - 진공펌프 오일 및 진공도
 - 본체 및 불응축가스 포집탱크 진공 작업 상태

시운전 완료 후

- ❖ 냉수, 냉각수, 냉각탑
 - 냉수, 냉각수 설정 온도 및 공급 온도
 - 냉수 차압밸브 작동 상태 및 BY-PASS 밸브 상태
 - 냉각탑 보충수 레벨 및 수질안정제 첨가 여부
- ❖ 열원
 - 중온수 공급/회수 온도차
 - TCV V/V 부하 추적 운전 상태
- ❖ 흡수식 냉동기
 - 냉수 설정 온도 도달 여부
 - 재생기 온도
 - 냉매 Blow Down(By-pass) V/V 조작 상태
 - 냉동기 진공 기밀 상태

※ 냉동기 운전 일지를 기록하고 효율 변화를 관찰하여 과다한 열요금이 발생하지 않도록 사전 방지

2. 흡수용액 관리

LiBr 용액 성분 표준

■ Lithium chromate 형 용액

항목	표준
리튬브롬(LiBr)%	40/50/52/53/55±0.5
Li ₂ CrO ₄ %	0.15 ~ 0.25
PH Value	9.0 ~ 10.5
BrO ³⁻	무 반응
Cl ⁻ %	< 0.05
NH ₄ ⁺ %	< 0.0001
SO ₄ ²⁻ %	< 0.02
Ca ²⁺ %	< 0.001
Mg ²⁺ %	< 0.001
Ba ²⁺ %	< 0.001
Fe ²⁺ %	< 0.0001
Cu ²⁺ %	< 0.0001
(K+Na)%	< 0.06
유기물	없음
투명도	맑고 투명(육안)

■ Lithium molybdate 형 용액

항목	표준
리튬브롬(LiBr)%	40/50/52/53/55±0.5
Li ₂ MoO ₄ ppm	170±20
알칼리 성 (N)	0.06 ~ 0.1
BrO ³⁻	무 반응
Cl ⁻ %	< 0.05
NH ₄ ⁺ %	< 0.0001
SO ₄ ²⁻ %	< 0.02
Ca ²⁺ %	< 0.001
Mg ²⁺ %	< 0.001
Ba ²⁺ %	< 0.001
Fe ²⁺ %	< 0.0001
Cu ²⁺ %	< 0.0001
(K+Na)%	< 0.06
유기물	없음
투명도	맑고 투명(육안)

■ 용액 정기 점검의 목적 :

진공 불량은 금속을 부식하여 기기내부 용액성분을 변화시킵니다. 용액에 있는 동, 철의 함량으로 기기진공상태를 확인하고, 성분점검결과에 따라 진공상태, 용액 필터링 여부를 판단할 수 있으며, 부족한 성분의 추가주입이 필요한지 확인할 수 있습니다.

3. 냉수/냉각수 수질 관리

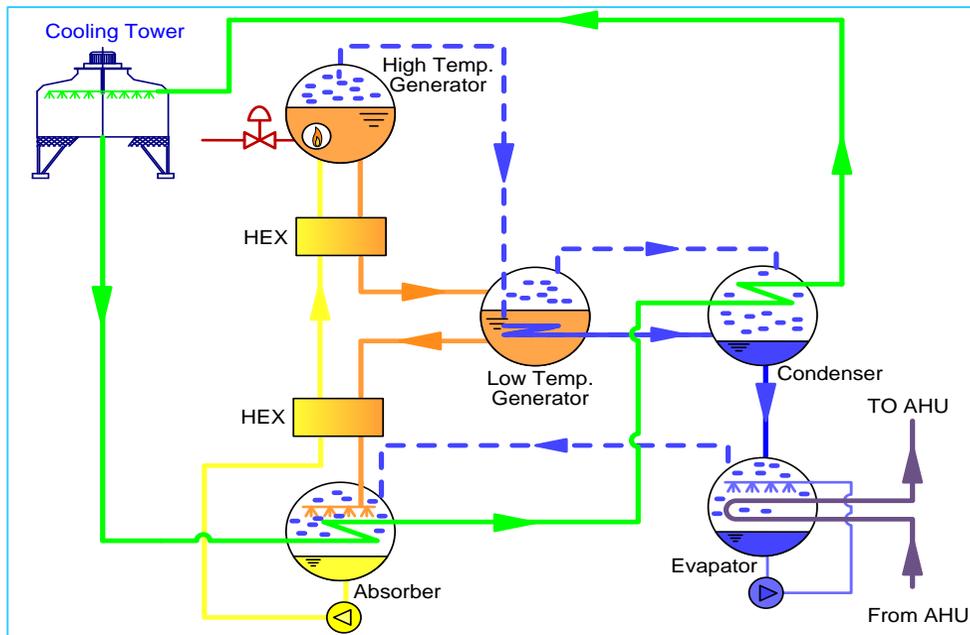
□ 냉수 수질 및 스케일

냉온수순환수는 증류수, 이온제거수 또는 연수를 사용해야 스케일을 방지할 수 있고 물속의 유기화합물질이 냉동기, 배관, 실내기를 부식하는 것을 방지할 수 있습니다.

하지만 냉난방시스템이 오랫동안 운전되면 스케일이 발생할 수 있으므로 정기적으로 냉수를 점검해야 합니다.

□ 냉각수 수질 및 스케일

냉각수 계통은 냉각탑을 가지는 개방 순환식으로 기기 운전 중 증발하여 냉각수 중의 탄산칼슘이 농축 된 스케일과 대기중의 먼지, 황사 등이 냉각수에 혼입되어 전열관에 부착되므로 스케일이 발생합니다.



□ 오염(fouling)의 종류

▷ 슬라임(slime)

공기 중 먼지(suspended solid) 등이
미생물 등 유기체(organism) 결합
→ 끈적끈적한 점착성의 막(film)

▷ 스케일(scale)

물속 Ca^{+2} , Mg^{+2} , HCO_3^- (탄산) 존재
→ 이들 역용해성 → 전열면에 석출
→ $CaCO_3$, $MgCO_3$

3. 냉수/냉각수 수질 관리

□ 레지오넬라균(Legionella)

레지오넬라균은 오염된 물에서 증식하는 세균입니다. 길이 2-20 μm , 폭 0.3-0.9 μm 의 막대기 모양을 한 박테리아의 일종이다. 레지오넬라균은 흙에 서식하는 세균 중 하나인데 따뜻한 물에서도 잘 번식하며, 자연 및 인공적인 급수시설에서 흔히 발견된다. 사람의 몸에 호흡기를 통해 흡입되어 심하면 폐렴을 일으키고, 약 25% 정도의 치사율을 보이고 있다.

□ 레지오넬라균 감염 유형

독감형	폐렴형
<ol style="list-style-type: none">1. 1~4일의 잠복기를 가집니다.2. 발열, 오한3. 인후통, 콧물, 마른기침4. 증상이 심할 경우 구역질, 어지럼증 동반	<ol style="list-style-type: none">1. 2~10일 정도의 잠복기를 가집니다.2. 만성 폐질환, 흡연, 면역저하의 경우, 환자의 경우 발병 비율이 높음3. 고열, 오한, 두통4. 마른기침, 피쉬인 가래5. 피로, 근육통, 설사, 복통, 호흡곤란

□ 레지오넬라균 감염 예방

1. 건물의 냉각탑은 주기적으로 청소
2. 레지오넬라균 살균제 또는 염소소독제 등 냉각탑 살균제를 적정하게 주입
3. 레지오넬라균 감염에 대한 인식 향상을 위한 교육 실시

4. 냉동기 유지보수

□ 냉동기 부하별 분류

1. 고부하 운전 : 높은 냉방 부하율로 운전되는 현장 / 대형매장 등 24시간 사용 현장
2. 중부하 운전 : 쇼핑몰, 극장, 병원 등 12시간 사용 현장
3. 저부하 운전 : 낮은 냉방 부하율로 운전되는 현장 / 사무실, 학교, 근린생활시설 등

□ 고부하 운전 2개월 사용, 중부하 운전 3개월 사용, 저부하 운전 6개월 사용 유지보수 항목

항목	방법
냉동기 운전일지 점검	- 냉동기의 경보 및 고장현황 확인, 에너지소모량 확인
냉동기 운전 상태	- 열원밸브(TCV) ON/OFF가 자주 반복되는지 확인 - 재생기 수위의 변동폭이 크거나 이상한 소리가 나는지 확인(30분 이상) - 냉매 수위가 너무 높아지지 않는지 확인 - 냉동기 냉방효율이 떨어지거나 에너지 소모가 증가되는지 확인
용액 및 냉동기 부식	- 용액펌프 기동시 사이트글라스(점검창)를 통한 용액 탁도 확인(맑음) - 냉동기 내부의 동관 및 강판 부식상태 확인, 이상시 진공도 확인
진공상태 확인	- 진공 밸브 및 마노미터, 진공펌프 클램프 및 호스 누설 이상여부 확인 - 냉동기 본체의 내부 진공상태 확인
전원 및 제어 패널 점검	- 냉동기 전원 및 제어패널 내부 전기부품의 발열 및 이상여부 확인 - 패널 환기팬 작동 여부 확인 및 이물질 청소(먼지 등)
용액펌프, 냉매펌프 및 인버터 점검	- 모터 발열 및 캐비테이션, 이상음 확인 - 인버터 작동 상태 및 이상여부 확인
온도센서	- 냉수 및 냉각수 온도센서 이상여부 확인(정밀온도계 사용, 제어반 수치값 확인)
냉각수 수질	- 냉동기 제작회사의 표준 냉각수 수질과 비교, 미달시 개선
기계실 환기	- 기계실내 온도 및 습도 확인(5~32°C/85%이하, 냉동기 제작회사 참조)

□ 고부하 운전 4개월 사용, 중부하 운전 6개월 사용, 저부하 운전 12개월 사용 유지보수 항목

항목	방법
동관 스케일	- 냉수, 냉각수 전열관의 스케일 상태 확인 - 스케일의 발생 상태에 따라 화학 세관 또는 기계 세관을 진행
냉수, 냉각수 유량스위치(차압스위치) 작동상태	- 냉수, 냉각수펌프 기동 후 정격 유량의 55% 이상에서 접점이 붙는지 확인 (정격 유량의 냉수45%, 냉각수 40% 이하시 접점 차단 여부 확인)
열원 온도조절밸브(TCV)의 작동 상태	- 냉수 온도 및 재생기 설정 온도에 따른 열원밸브 작동여부 확인

□ 고부하 운전 2년 사용, 중부하 운전 3년 사용, 저부하 운전 5년 사용 유지보수 항목

항목	방법
용액 재생	- 정밀필터로 용액 재생(성분분석 결과에 따름)
재생기 수위센서, 파열 디스크 및 고온부 밀봉자재	- 사용 상황에 따라 교체 여부 확인

□ 장시간 정지 시 유지보수

냉동기를 장시간 사용하지 않을 경우 8개월 이상이면 정지보수를 진행합니다.

냉동기 내부에 0.01~0.02MPa의 고순도 질소(99.995%이상)를 가압하고 정기적(1~2개월)으로 압력 변화를 확인합니다.

질소 주입 시 반드시 **냉동기 본체에 공기가 빨려 들어가지 않도록 현장 감독**을 진행하시기 바랍니다.

냉동기 본체 내부로 공기가 들어가면 내부 부식이 급속도로 일어나 냉동기 수명 단축 및 효율저하의 근본적인 원인이 될 수 있습니다.

Chapter 03

자주 묻는 질문(FAQ)

1. 지역냉방과 흡수식 냉동기
2. 진공의 중요성 및 진공펌프 관리
3. 냉동기 효율 관리
4. 냉각수 사용량



1. 지역냉방과 흡수식 냉동기

Q : 지역냉방 고시지역은 어떻게 정해지나요?

- 집단에너지사업법 제5조 및 동법시행령 제 6조의 규정에 의하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 산업통상자원부장관이 집단에너지공급대상지역을 지정하고 공고합니다.

Q : 지역냉방 고시지역에서 개별냉방을 사용할 수 없나요?

- 집단에너지사업법 제 6조 및 동법시행령 제 8조 규정에 의거 주택을 제외한 건축물에서 사용되는 냉방 용량이 건축 면적 3천 제곱미터 또는 30만 킬로칼로리 이상인 경우 지역 냉/난방을 의무적으로 사용해야 합니다.
- 신에너지 및 재생에너지를 이용한 열 생산시설의 경우 제외합니다.
- 단독주택, 종교시설 및 교육연구시설 중 학교는 제외합니다.

Q : 효율적인 운전은 어떻게 하나요?

- 난방과 같이 외기온도에 따라 냉수출구온도 설정을 변경하면 에너지를 절약할 수 있습니다.
- 운전 일지를 작성하여 에너지 사용량의 변화를 관찰하면 냉동기 효율 변화를 확인하여 사전 조치가 가능합니다.
- 정기적인 진공 작업 및 진공도를 측정하고 냉동기 내부에 절대 공기가 들어가게 해서는 안됩니다.

Q : 흡수식 냉동기의 냉매는 어떤 액체인가요?

- H₂O/LiBr 계열 흡수식 냉동기로 냉매는 물(증류수)을 사용합니다

2. 진공의 중요성 및 진공펌프 관리

냉동기의 출력 및 효율에 잦은 영향을 미치는 것이 진공입니다.

불응축가스가 축적되면 ①증발압력 상승 및 흡수능력 저하 ②열원 소비량의 증가 ③ 내부부식에 따른 냉동기 수명 단축 ④ 냉방 능력 저하 등 악영향을 미치므로 일상 운전 관리 중 가장 중요한 사항입니다.

Q : 진공펌프의 성능 체크는 어떻게 하나요?

- 진공펌프를 기동한 후 추기용 메인 밸브를 열고 마노메타의 도달 압력이 4mmHg(눈금차의 합) 이하가 되어야 정상적인 진공펌프입니다.
만약, 5분정도 진공펌프를 운전하여도 4mmHg 이하가 되지 않는 경우 펌프를 정지시키고 트랩 드레인 및 오일 상태에 따라 일부 드레인 또는 전량 교체 후 재점검을 실시 합니다.

Q : 어떤 오일을 쓰고, 얼마나 주입하나요?

- 각 진공펌프 제조사에서 권장하는 사양에 맞는 진공전용 오일을 사용해야 합니다.
- 진공펌프 가동 후 사이드 글라스의 중간까지 유면이 올라오도록 주입해 주세요. 오일량이 부족하면 진공도가 떨어지고, 오일량이 너무 많아도 배기부에 광압이 걸리고 유연이 발생하게 됩니다. 주입 전 진공펌프 드레인 밸브를 열어 수분을 제거한 후 주입하는 것이 효과적입니다.

Q : 오일 교환시기는 어떻게하나요?

- 한번 주입된 오일은 유입되는 공기에 혼합된 이물질에 의해 오염이 되어 점도가 떨어지게 되므로 일정시간 사용후에는 반드시 교체해 주어야 합니다. 작동시간, 작동환경에 따라 크게 달라지므로 기준을 제시할 수는 없으나 오염도의 확인 후 교체해 주는 것이 좋습니다.

2. 진공의 중요성 및 진공펌프 관리

Q : 진공펌프의 주요 확인 사항?

- 기동전 V-Belt의 장력(중앙을 눌렀을때 10~15mm) 및 노후정도, 회전방향 , 오일 유입량(운전중 재 확인), 운전 중 온도는 일반적으로 펌프 표면 40~60℃ 오일의 온도 50~60℃ 정도 입니다. 겨울철 진공작업 전에는 10분정도 공회전 후 진공작업을 진행하세요.

Q : GAS BALLAST VALVE는 어떤 기능을 하나요?

- 유회전 진공펌프로 수증기 배기할 경우 일정 수증기의 압력이 일정치를 넘어서면 펌프 내에서 응축하고 오일의 중간에 혼합됩니다. 이 경우 도달 압력과 배기 속도가 나빠지고, 오일과 베어링을 상하게 하여 펌프의 고장 원인도 될 수 있습니다. 펌프 압축 과정에서 펌프내 수증기의 분압이 포화증기압에 도달하기 전에 실린더 내의 공기와 수증기는 같이 펌프 밖으로 배기 됩니다.

Q : GAS BALLAST VALVE는 언제 열어야 하나요?

- 수증기를 배기할 경우 응축을 방지하기 위해 밸브를 연 상태로 운전해야 합니다.
- GAS BALLAST VALVE 로 수증기를 처리하는 능력은 한계가 있습니다. 일정 이상의 압력의 수증기를 흡입하면 펌프 속이 물로 오염되고 오일중에 물이 혼합되기 시작합니다. 이 경우 흡입 밸브를 닫고 GAS BALLAST VALVE를 열고 1~2시간 공회전 시키면 도달 진공도가 개선될 수도 있습니다.

Q : 진공펌프 사용 후 보관은 어떻게 하나요?

- 펌프 사용 후 정지시에는 GAS BALLAST VALVE를 열어 펌프내의 진공을 파괴시키고 펌프가 완전히 냉각되어 있을때 펌프 내의 응축된 수분을 제거하여 주세요. 오일트랩의 역지변 드레인 밸브를 열어 이물질은 주기적으로 제거해주셔야 합니다.

2. 진공의 중요성 및 진공펌프 관리

Q : 진공펌프의 유지보수는 어떻게 하나요?

고장 증상	발생 원인	조치
펌프의 과부하 및 모터 과열	<ol style="list-style-type: none"> 1. 오일량 과다 2. 부적당한 오일 사용 3. 실린더내 이물질이 베인사이에 낀 4. 모터의 이상 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 적정 오일량 조정 2. 오일의 교체 3. 실린더 내의 청소 4. 모터의 교체
펌프의 과열	<ol style="list-style-type: none"> 1. 흡기 온도 고온 2. 오일양 부족 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 고온 흡기 원인 파악 및 차단 2. 오일 보충
진공도의 저하	<ol style="list-style-type: none"> 1. 배관상의 누설 2. 실린더내의 손상 3. 베인의 마모 4. 오일 부족, 오염, 부적절한 오일 사용 5. 흡기필터의 막힘 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 배관 누설 제거 2. 실린더 보링 3. 베인 교체 4. 오일 보충, 교체 및 진공오일 사용 5. 흡기필터 청소, 교체
진공이 전혀 걸리지 않거나 진공도 저하	<ol style="list-style-type: none"> 1. 펌프의 역회전 2. 체크밸브의 역방향 설치 3. 커플링의 풀림 4. 오일량 부족 5. 오일에 수분 등 함유 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 회전방향 확인 확인 2. 체크밸브 방향 수정 3. 커플링 조임 4. 오일 보충 5. 오일 교환

3. 냉동기 효율 관리

Q : 적정 부하에서 냉수 설정온도에 도달하지 못합니다. 무엇을 확인해야하나요?

➤ 아래 항목에 대한 점검을 실시

- 중온수의 공급 온도는 정상적으로 공급되고 재생기의 온도는 적정한가?
- 냉동기 본체의 진공은 유지되고 있는가?
- 냉동기 최대 출력구간에서 냉매 발생량은 적정한가?
- 증발기 및 흡수기의 사이드 글라스에서 냉매와 용액의 수위가 적정한가?
- 증발기 냉매가 탁하게 오염되어있지는 않은가?
- 냉매펌프가 기동되고 스프레이되는 양이 적정한가?
- 냉매 바이패스 밸브가 열려있지는 않은가?
- 냉각수 펌프가 정상 기동하고 적정 온도의 유량이 공급되고 있는가?
- 냉각팬은 정상적으로 기동하고 있는가?

Q : 공급온도는 정상이나 실내 냉방이 안되고 있습니다. 어떤 원인이 있을까요?

- 냉수 배관의 압력은 적정한가?
- 공급 회수 온도의 편차는 정상이며 냉수 유량이 적정한가?
- 냉수 차압밸브는 정상적으로 작동되고 차압 바이패스 밸브는 잠겨있는가?
- 냉수펌프 필터가 막혀있지 않은가?
- Indoor unit의 2 Way valve는 정상작동하고 있는가?

4. 냉각수 사용량

Q : 여름철 시수 사용량이 증가되었습니다. 냉동기 운전 중 냉각수 사용량은 얼마나 되나요?

■ 냉각수 유량 : 200USRT 기준

냉방용량 : $200 \times 3024 = 604800 \text{ Kcal/h} = 604.8\text{Mcal/h}$

재생기 용량 : 냉방용량 / COP = $604.8 / 0.7 = 864\text{Mcal}$

냉각열량 = 응축기 + 흡수기 = 냉방용량 + 재생기용량 = $1468.8\text{Mcal/h} = 1,468,800\text{Kcal/h}$

냉각수 유량 = 냉각수 열량 / 냉각수(출구 - 입구) 온도차 = $1,468.8 / (37-32) = 293.8 \text{ m}^3/\text{h}$

■ 냉각수 사용량

- 증발량(Evaporation Loss) : 냉각수 일부를 증발시켜 온수로부터 증발열을 빼앗아 수온을 낮춤

증발량(Kg/h) = $Q / \text{증발잠열} = C \times L \times ((T1 - T2) / \text{증발잠열})$

냉각열량(Kcal/h) / 580(Kcal/Kg) = 2532Kg/h ----- (580Kcal 은 30°C 물의 증발잠열)

- 비산량(Drift loss) : 송풍기의 풍량에 의하여 상부로 타고 물방울이 날아가 버리는 현상

냉각수 유량 x 0.1%(냉각탑 사양에 따라 다름) = 300Kg/h)

- Blow Down량 : 냉각탑의 농축도(C.O.C)를 관리하기 위해 순환수 일부를 시스템 밖으로 배출하는 유량

Blow Down량(Kg/h) = 증발량(kg/h) / (C.O.C - 1) ----- C.O.C 는 대략 10 근처에서 유지

- 보충수량(ΔL) = 증발량 + 비산량 + Blow Down량 ----- 보충수량은 순환수량의 대략 1~2%내에 해당된다.

