

### 10-1

폐열회수장치를 설치할 때 보일러 본체에서 부터 순서대로 과-재-절-공

관류보일러 종류

람진, 벤슨, 엔모스, 슬처

가연성가스 위험도 정의

가연성 가스의 폭발범위 상한값과 하한값의 차를 폭발범위 하한값으로 나눈 것으로 위험도 값이 클수록 위험성이 크다

$$H = \frac{U-L}{L}$$

H위험도, U폭발범위 상한값 L 하한값

과열증기-포화증기-건도 0.5 습포화증기

-포화액-불포화액

급수예열기/절탄기

프라이밍/포밍/캐리오버

### 10-2

기수공발, 비수현상 발생원인

보일러 관수의 농축

유지분, 알칼리분, 부유물 함유

주증기 밸브의 급격한 개방

부하의 급격한 변화

증기발생 속도가 빠를 때

청관제 사용이 부적합

보일러 수위가 높음

보일러 튜브 교체시기

심하게 과열되어 튜브가 소손됐을 때

스케일 생성이 많이 되었을 때

배기가스 온도 상승이 급격히 증가

열효율이 낮아질 경우

표주원기가 갖추어야할 구비조건

(안정성/경제성/신뢰성/내한성/내열성)

정도가 높고 단위의 현시가 가능할 것

외부의 물리적 조건에 대한 변형 적을 것

경년변화가 적을 것

안정성이 있을 것

자동제어 편차를 없애기 위한 조작량

적분동작(I), 비례적분동작(PI)

비례적분미분동작(PID)

$$V = C \sqrt{2 \times \frac{P_t - P_s}{\rho}}$$

중력침강식 집진장치

### 10-3

온수보일러 자동제어장치 설치 위치

스택 릴레이:연도

콤비네이션 릴레이:보일러 본체

프로텍터 릴레이:버너

점화가 불량한 원인 16-1

인젝터 급수 작동순서

출구정지밸브 개방

흡수밸브 개방

증기밸브 개방

핸들 개방

관류보일러

강제순환식 수관 보일러

벨록스보일러/라몽트보일러

### 11-1

비중계산 19-2

시퀀스제어/피드백제어 설명

$$\text{손실열량감소} = G_{ow} + ((m-1) \times A_o) \times c \times \Delta t \times G_f$$

가마울림 방지대책 14-3

수격작용

배관 내부에 체류하는 응축수가 송기 시에 고온고압의 증기에 의해 배관을 심하게 타격하여 소음을 발생하는 현상으로 배관 및 밸브류가 파손될 수 있다.

기수공발현상 발생 방지

주증기 밸브를 서서히 열 것

응축수가 체류하는 곳에 증기트랩 설치

증기배관의 보온을 철저히 할 것

드레인 빼기를 철저히 할 것

송기 전에 소량의 증기로 배관을 예열

보일러 내부를 완전히 청소한 후 공기를 빼면서 급수를 계속하여 보일러 내부에 공기가 없이 물이 가득 찬 상태로 한 다음 용존기체를 제거하여 밀폐, 내부 약품처리 후 2~3개월 단기보존하는 보일러 보존방법?

만수보존법

$$\text{공기과잉계수 } m = \frac{(CO_2)_{\max}}{CO_2}$$

$$\text{손실열량감소} = G_{ow} + ((m-1) \times A_o) \times c \times \Delta t \times \eta$$

공기에열기 15-3

### 11-2

$$\text{증발계수} = \frac{G_e}{G_a}$$

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

저온부식

연료 속에 함유된 유황분이 연소되어 아황산 가스가 되고, 이것이 다시 오산화바나듐 등의 촉매작용에 의하여 과잉공기와 반응해서 일부분이 무수황산이 되며 이것은 연소가스 속의 수증기와 화합하여 황산이 되어 보일러 저온 전열면에 부착하여 부식시키는 것

급수예열기/공기에열기

관류보일러-람진,벤슨,엔모스,술처

열펌프=(압축기+증발기+재열기)-응축기

공동현상(캐비테이션) 방지

2대이상의 펌프를 사용하거나 양흡입 펌프를 선정한다

펌프 위치를 낮게 설치하여 흡입양정 짧게

펌프 회전수를 낮추어 흡입되는 유체의 속도를 낮춘다

수직축 펌프를 사용하여 임펠러가 수중에 완전히 잠기게 한다

온도계 설명 19-2

1)바이메탈 온도계 : 열팽창계수가 서로 다른 금속을 결합하여 온도에 따른 굽힘 정도로 온도를 측정함

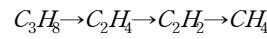
2)전기저항식 온도계 : 온도 상승 시 전기저항이 상승되는 점을 이용하여 온도를 측정

3)방사 온도계 : 측정 물체의 방사에너지를 렌즈, 반사경을 이용하여 열전대와 측온접점에 모아 열기전력을 측정하여 온도를 측정

### 11-3

$$\text{교축비} m = \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^2$$

$$Q = CA \frac{1}{\sqrt{1-m^2}} \times \sqrt{2gh \times \frac{r_m - r}{r}}$$



해양에너지 관련 신재생에너지

조수/파도/해류/온도차

매연, 슈트, 분진 발생 원인 15-3

열전대 온도계의 기준접점(냉접점)은 열전대와 도선 또는 보상도선과 접합점으로 얼음통 속에 넣어 항상 (0도)로 유지시켜야 한다

열선식 유량계는 저항선에 (전류)를 흐르게 하여 (열을) 발생시키고 여기에 직각으로 (유체)를 흐르게 하면 온도가 변화하는 비율로부터 유속을 측정하는 방식과 유체의 온도를 전열선으로 일정온도 상승시키는데 필요한 전기량을 측정하여 유량을 측정하는 방식

세라믹파이버-암면-폼글라스-탄화코르크

버너출구에서 가연성기체의 유출 속도가 연소속도보다 큰 경우 불꽃이 노즐에 정착되지 못하고 꺼져버리는 현상

블로 오프 현상

연료공급량=공기공급량x당량비

보일러 급수 중의 용존산소, 가스를 제거하여 부식을 방지하는 급수처리 방식

기폭법/탈기법

## 12-1

시퀀스제어

전기/히트펌프/석유 중 가장 유리한 효율  
-히트펌프

화염검출기

플레임아이/플레임로드/스택스위치

비례동작의 특징

동작신호에 대하여 조작량의 출력변화가 일정한 비례관계에 있는 제어동작  
외란이 있으면 잔류편차가 발생  
부하 변화가 적은 곳에 사용  
비례대를 좁게하면 조작량이 커진다.  
비례대가 좁게되면 2위치 동작과 같게 된다.

과열증기 사용 시 장점

증기의 마찰저항 감소  
수격작용 방지  
같은 압력의 포화증기에 비해 보유열량이 많아 증기소비량이 적어도 됨  
증기원동소 이론 열효율이 좋아진다.

단점

피가열물 온도분포가 달라져 제품의 질 저하  
장치 온도분포가 일정하지 않아 큰 열응력 발생  
대기나 공간에 분사가 이루어지면 과열증기가 잠열을 방출하기 전에 대기로 달아나므로 증기의 열손실 발생

교토 의정서

1997년 12월 일본 교토에서 개최된 유엔기후변화협약으로 지구온난화를 유도하는 온실가스  $CO_2$ ,  $N_2O$ ,  $CH_4$ ,  $HFC_s$ ,  $PFC_s$ ,  $SF_6$  등의 배출량을 감축해야하며, 줄이지 않는 국가에 대해서는 비관세 장벽을 적용하게 된다.

기수분리기 종류

사이클론형/스크레버형/건조스크린형/배플형

## 12-2

절탄기 장점

보일러 열효율 향상  
열응력 발생 방지  
급수 중 불순물 일부 제거  
연료소비량 감소

방사온도계-스테판 볼츠만 법칙

단위 표면적당 복사되는 에너지는 절대온도의 4승에 비례한다

신재생에너지-태양/풍력/수력/해양

2동 D형 수관 보일러 장점

연소실 크기를 자유롭게 할 수 있다.  
복사열 흡수량이 많고 효율이 양호하다  
원통형 보일러에 비해 보유수량이 적어 파열 사고 시 피해가 적다.  
관수 순환방향이 일정하고 증발속도가 빠름  
곡관형으로 관의 신축에 의한 영향이 적다.

단점

구조가 복잡하여 청소, 검사, 수리가 어렵다  
급수처리가 잘 이루어진 양질의 급수가 필요

슬래킹 현상

이론 배기가스량

$$= (1-0.21)A_0 + G_{ow}$$

실제 배기가스량

$$= (1-0.21)A_0 + G_{ow} + (m-1)A_0$$

$$= (m-0.21)A_0 + G_{ow}$$

B(과잉공기량)

=실제공기량-이론공기량

$$=(m-1)A_0 = A - A_0$$

### 12-3

프라이밍/포밍 발생 시 조치사항  
 연료를 차단한다(줄인다)  
 공기를 차단한다(줄인다)  
 주증기 밸브를 닫고, 수위 안정시킨다  
 급수 및 분출작업 반복한다  
 계기류를 점검한다

#### 인젝터 작동원리

증기가 보유하고 있는 열에너지를 속도에너지로 변환시키고 다시 압력에너지로 바꾸어 보일러에 급수하는 장치로 급수가 증기에 의해 예열되어 급수엔탈피가 증가되기 때문에 연료소비량이 감소한다

#### 복사난방 장점

실내온도분포가 균일하여 쾌감도가 높다  
 방열기가 필요없다  
 바닥의 이용도가 높다  
 방이 개방상태에서도 난방효과가 있다  
 손실열량이 비교적 적다  
 공기 대류가 적어 바닥면 먼지상승이 없다

#### 단점

외기온도 급변시 방열량 조절이 어렵다  
 초기 시설비가 많이 소요된다  
 시공, 수리, 방의 모양을 변경하기 어렵다  
 고장(누수 등)을 발견하기 어렵다  
 열손실을 차단하기 위한 단열층이 필요

노통연관보일러에서 화실 천정부분이 과열되어 압괴현상이 발생하는 것을 방지하기 위한 버팀 -> 나사 버팀

#### 보일러 3대 구성요소

본체/연소장치/부속장치

#### 연락관의 최소 호칭지름

20A

### 13-1

#### 캐리오버현상

$$\text{펌프의 비회전도 } N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{\left(\frac{H}{n}\right)^{\frac{3}{4}}}$$

피토관 측정원리 18-3

#### 착화지연시간

어느 온도에서 가열하기 시작하여 발화에 이르기까지의 시간으로 고온, 고압일수록 가연성가스와 산소의 혼합비가 완전 산화에 가까울수록 착화지연시간은 짧아진다.

#### 바이오에너지의 범위

생물유기체를 변환시킨 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스  
 쓰레기 매립장의 유기성 폐기물을 변환시킨 매립지가스  
 동식물의 유지를 변환시킨 바이오디젤  
 생물유기체를 변환시킨 펄프, 목재칩, 펠릿 및 목탄 등의 고체연료

$$v_2 = \sqrt{2gJ(h_1 - h_2) + v_1^2}$$

$$\text{일의 열당량 } A = \frac{1}{427} [kcal/kgf \cdot m]$$

$$\text{열의 일당량 } J = 427 [kgf \cdot m/kcal]$$

$$\text{재증발증기량} = \frac{\text{응축수량} \times \text{응축수엔탈피차}}{\text{증발잠열}}$$

### 13-2

증기보일러에 부르동관 압력계를 부착할 때 사용되는 사이편관 속에 물을 넣는 이유?  
고온 증기로부터 부르동관을 보호하기 위함

열전대의 구비조건

열기전력이 크고, 온도상승에 따라 연속적으로 상승할 것

열기전력의 특성이 안정되고 장시간 사용해도 변형이 없을 것

기계적강도가 크고 내열성 내식성이 있을 것  
재생도가 크고 가공이 용이할 것

전기저항, 온도계수와 열전도율이 낮을 것  
경제적이고 내구성이 있을 것

$$\text{입출열법 } \eta_1 = \frac{\text{유효출열}}{\text{입열합계}} = \frac{Q_s}{H_h - Q} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{열손실법 } \eta_2 &= \left(1 - \frac{\text{열손실합계}}{\text{입열합계}}\right) \\ &= \left(1 - \frac{L_h}{H_h - Q}\right) \times 100 \end{aligned}$$

신에너지:기존의 화석연료를 변환시켜 사용하거나 수소, 산소의 화학반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지

수소에너지/연료전지/석탄을 액화 가스화한 에너지, 중질잔사유를 가스화한 에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당

고온부식 원인 - 바나듐

연료를 전처리하여 바나듐 성분을 제거  
전열면의 온도가 높아지지 않도록 설계  
전열면 표면에 보호피막 형성, 내식성재료  
연료에 첨가제를 사용하여 바나듐 융점 높임  
부착물의 성장을 바꾸어 전열면에 부착X

비수현상(캐리오버) 방지대책 17-1

비점상승(BPR) 원인

액층 깊이가 상승하는 포화압력 차에 의하여  
비점 상승

휘발성 용매에 비휘발성 물질이 녹아있는 경우 비휘발성 물질의 비점이 높기 때문에 용액의 비점이 상승

부정형 내화물 시공 시 보강방법

앵커/서포트/메탈라스

### 13-3

발생증기량에 비해 소비량이 적을 때 남은 잉여증기를 저장하였다가 과부하시 긴급히 사용하는 잉여증기 저장장치  
증기 축열기

보일러 수면계 유리관 파손 원인

상하조임너트를 무리하게 조였을 때

외부로부터 충격을 받았을 때

장기간 사용으로 노후됐을 때

상하의 바탕쇠 중심선이 일치하지 않을 때

유리관 재질이 불량할 때

피드백제어 목적

제어량의 크기와 목표값을 비교하여 일치하도록 피드백신호를 보내어 수정동작을 하는 제어방식으로 급수제어, 연소제어, 압력제어 등에 적용하여 부하에 대응하는 보일러 가동

사막에서 태양열 이용한 냉방 시스템

태양열집열기의 집열효율을 높이기 위해 진공관형 집열기를 이용하여 취득한 열을 축열조에 온수로 저장한다. 축열조에 저장된 온수는 흡수식 냉동기의 열원으로 공급하고 만들어진 냉수를 공조기 및 팬코일유닛에 순환시켜 냉방을 하는 시스템을 구축할 수 있다.

슬래킹현상

#### 14-1

##### 캐리오버현상

프라이밍, 포밍현상에 의하여 발생된 물방울이 증기 속에 섞여 관내를 흐르는 현상으로 기수공발, 비수현상이라 한다.

자연순환식 수관보일러 관수 순환 높이는 강수관이 가열되지 않도록 한다

큰 지름의 수관을 사용

수관의 배열을 수직으로 한다

방해판을 적당한 위치에 설치하여 열가스와 수관군의 접촉을 알맞게 한다

##### 바이오매스

유기체가 에너지원이 되어 열에너지, 전기에너지를 비롯하여 액체 및 가스연료나 화학연료로 변환될 수 있는 것으로 활용도가 높은 신재생 에너지

생물유기체를 변환시킨 바이오가스/에탄올  
쓰레기 매립장의 유기성 폐기물을 변환시킨 매립지가스

동식물의 유지를 변환시킨 바이오디젤

생물유기체를 변환시킨 땀감, 목재칩, 펠릿 등 고체연료

##### 과열증기 사용 시 장점

증기의 마찰저항 감소

수격작용 방지

같은 압력의 포화증기에 비해 보유열량이 많아 증기소비량이 적어도 됨

증기원동소 이론 열효율이 좋아진다.

##### 단점

피가열물 온도분포가 달라져 제품의 질 저하  
장치의 온도분포가 일정하지 않아 큰 열응력 발생

대기나 공간에 분사가 이루어지면 과열증기가 잠열을 방출하기 전에 대기로 달아나므로 증기의 열손실 발생

#### 14-2

##### 열전도율 크기

두께 반비례/밀도,온도,수분 비례

##### 원통형 보일러

노통보일러(코르니쉬/랭커셔)/연관보일러

노통연관보일러/코크란보일러

병커C유 장시간 사용시 노벽 카본 부착원인  
유류의 분무상태 또는 공기와의 혼합이 불량하거나 1차공기량이 부족한 경우

버너가 버너 타일, 노와 구조적으로 부적합

단속적인 운전이 지속되는 경우

잔류탄소가 많은 오일을 사용하는 경우

중유를 장시간 고온으로 예열하는 경우

화염이 노벽에 직접 닿으면서 연소하는 경우

PRR 백금-백금로듐(0~1600)

CAK 크로멜-알루멜(-20~1200)

ICJ 철-콘스탄틴(-20~800)

CCT 구리-콘스탄틴(-200~350)

### 14-3

열교환기 효율 향상 방법  
유체의 유속을 빠르게 한다  
유체의 흐름 방향을 향류로 한다  
열전도율이 높은 재료를 사용  
두 유체의 온도차를 크게 한다.  
전열면적을 크게 한다.

자연통풍방식에서 통풍력 증가 방법  
연돌의 높이를 높게 한다  
연돌의 단면적을 크게 한다  
연돌의 굴곡부를 적게 한다  
배기가스 온도를 높게 유지  
연도의 길이를 짧게 한다

가마울림(공명현상) 방지대책  
수분이 적은 연료 사용  
공연비를 개선한다  
연소실이나 연도를 개조한다  
2차공기의 가열 및 통풍의 조절을 개선  
연소실 내에서 완전연소 시킨다.

가마울림(공명현상) 발생원인  
연료 중에 수분이 많을때  
공연비가 나빠서 연소속도가 느릴 때  
연도에 에어포켓이 있을 때

보일러 자동제어의 종류  
자동연소제어(ACC)  
급수제어(FWC)  
증기온도제어(STC)  
증기압력제어(SPC)

노후 열화된 보일러 튜브 교체시기  
심하게 과열되어 튜브가 소손되었을 때  
스케일 생성이 많이 되었을 때  
배기가스 온도 상승이 급격히 증가할 때  
열효율이 낮아진 경우

급수예열기(절탄기) / 공기에열기

### 과열기 장점

열효율 증가  
수격작용 방지  
관내 마찰저항 감소  
장치 내 부식 방지  
적은 증기로 많은 열 얻을 수 있다.

### 단점

가열 표면의 일정온도 유지 곤란  
가열장치에 큰 열응력 발생  
직접 가열시 열손실 증가  
높은 온도로 인하여 제품의 손상우려  
과열기 표면에 고온부식이 발생할 우려

도자기 - 터널요/윤요(고리가마)/셔틀요



## 15-1

교토의정서  
공동이행제도(II)  
청정개발체제(CDM)  
배출권거래제도(ET)

청관제 사용목적  
보일러수 pH조정  
보일러수 연화  
슬러지 조정  
용존산소 제거  
가성취화 방지  
포밍 방지

집진장치 종류

건식 : 중력식/관성력식/원심력식/여과식  
습식 : 벤투리, 제트, 사이클론스크러버/충전탑  
전기식 : 코트렐 집진기

시퀀스제어

미리 순서에 입각하여 다음 동작이 연속 이루어지는 제어로 자동판매기, 보일러 점화 등이 해당된다.

강제순환식 수관 보일러  
라몽트/벨록스

## 15-2

급수예열기, 절탄기, 이코노마이저

자동제어 편차 없애기 위한 조작량  
적분동작(I동작)/비례적분동작(PI동작)  
비례적분미분동작(PID동작)

요로의 효율 향상

단열조치를 강화하여 방사열량 감소  
가열온도를 적정온도로 유지시켜 과열이 발생하지 않도록 한다

적정 공기비를 유지시켜 완전연소가 되도록  
연소용 공기는 배열을 이용하여 예열 후 공급

연화제, 이온교환법

열전대온도계 - 0도 유지

열선식유량계 - 전류, 열, 유체

수관식보일러 수냉노벽 설치

전열면적 증가로 증발량 증가

연소실내의 복사열 흡수

연소실 열부하 증가

연소실 노벽을 보호

노벽의 무게를 경감시킬 수 있다

수관식 보일러의 유동방식

자연순환식: 보일러수의 비중량 차에 의하여  
자연순환하는 형식

강제순환식: 순환펌프를 설치하여 보일러수를  
강제로 순환시키는 형식

관류식: 증기드럼을 폐지하고 긴 관으로 제작,  
구성하여 관의 한끝에서 펌프로 압송된 물을 가열,  
증발, 과열의 과정을 거쳐 증기가 발생하는 형식

### 15-3

공기 예열기 장점  
전열효율, 연소효율 향상  
예열공기 공급으로 불완전 연소 감소  
보일러 열효율 향상  
품질이 낮은 연료도 사용 가능

#### 단점

통풍저항 증가  
연돌의 통풍력 저하  
저온부식의 원인  
연도의 청소, 검사, 점검이 곤란

매연, 슈트, 분진 등 발생 원인  
통풍력이 과대, 과소할 때  
무리한 연소를 할 때  
연소실 온도가 낮을 때  
연소실 크기가 작을 때  
연료의 조성이 맞지 않을 때  
연소장치가 불량할 때  
운전기속이 미숙할 때

중력 침강식 집진장치

#### 탈산소제

아황산나트륨, 히드라진, 탄닌

#### 프라이밍현상 발생원인

보일러 관수가 농축되었을 때  
보일러 수위가 높을 때  
송기시 주증기 밸브를 급개했을 때  
보일러 증발능력에 비하여 보일러수 표면적이 작을 때  
부하의 급격한 변화 및 증기발생 속도가 빠를 때  
청관제 사용이 부적합할 때

#### 캐리오버현상

프라이밍, 포밍 현상에 의해 발생된 물방울이 증기 속에 섞여 관내를 흐르는 현상으로 기수공발, 비수현상이라 한다

#### 프라이밍현상

급격한 증발현상으로 동수면에서 작은입자의 물방울이 증기와 혼입하여 튀어오르는 현상

#### 포밍현상

동저부에서 작은 기포들이 수면상으로 오르면서 물거품이 발생하여 수면에 달걀 모양의 기포가 덮이는 현상

#### 단열재 단열효과

축열 및 전열 손실이 적어진다.  
노내 온도가 균일해진다  
노벽의 온도구배를 줄여 스프링현상 방지  
노벽의 내화물의 내구력 증가  
열손실을 방지하여 연료 사용량 저감

#### 신에너지 종류

수소에너지/연료전지

재생에너지 종류

태양에너지, 풍력, 수력, 해양, 지열

## 16-1

유기질보온재와 비교한 무기질 보온재 특성  
무기질 물질을 원료로 사용하므로 불연성이  
고 안정사용온도가 높다  
기계적 강도가 크고 변형이 작다  
내수성 내구성이 우수하다  
기공이 균일하고 열전도율이 낮다  
가격이 비싸지만 수명이 길다

### 수격작용

배관 내부에 체류하는 응축수가 송기시에 고  
온 고압의 증기에 의해 배관을 심하게 타격  
하여 소음을 발생시키는 현상으로 배관 및 밸  
브류가 파손될 수 있다.

### 방지대책

기수공발현상 발생 방지  
주증기 밸브를 서서히 열 것  
증기배관의 보온을 철저히 할 것  
응축수가 체류하는 곳에 증기트랩 설치  
드레인 빼기를 할 것  
송기 전에 소량의 증기로 배관을 예열할 것

증발기-액분리기-압축기-응축기-수액기-팽  
창밸브

### 절탄기 장점

보일러 열효율 향상  
열응력 발생 방지  
급수 중 불순물 일부 제거  
연료소비량 감소

### 점화가 불량한 경우 원인

점화버너의 공기비 조정이 나쁠 때  
점화전극의 클리어런스가 맞지 않을 때  
점화용 트랜스의 전기스파크가 불량  
연료의 유출속도가 너무 빠르거나 느릴 때  
연소실 온도가 낮을 때  
연료(오일)의 온도가 너무 높을 때  
통풍이 적당하지 않을 때  
버너의 유압이 맞지 않을 때

## 16-2

프리퍼지:보일러를 가동시키기 전에 노 내와  
연도에 체류하고 있는 가연성가스를 배출시  
켜 점화 및 착화시 폭발을 방지하여 안전한  
가동을 위한 것

포스트퍼지:보일러운전이 끝난후 노내와 연  
도에 체류하고 있는 가연성가스를 배출

### 시퀀스제어

#### 증기트랩의 장점

워터해머 방지  
장치 내 부식 방지  
열효율 저하 방지  
관내 마찰저항 감소

#### 흡수식 냉온수기 원리

증발기, 응축기, 흡수기, 발생기로 구성되며  
일반적으로 냉매와 흡수제는 물, 리튬브로마  
이드 또는 암모니아와 물을 사용한다. 냉매  
는 발생기 내에서 가열되어 기체상태로 응축  
기로 간 후 냉각수와 열교환을 통해 액체가  
되어 증발기로 가서 증발잠열을 통해 냉방을  
하고 겨울철에는 발생기의 열과 난방용 온수  
와 열교환을 통해 난방을 한다. 흡수제는 발  
생기에서 희용액이 되어 흡수기로 가서 증발  
기에서 나온 냉매와 혼합되어 다시 발생기로  
간다.

#### 복사난방 장점

실내온도 분포가 균등하여 쾌감도가 높다  
방열기가 필요하지 않다

#### 바닥의 이용도가 높다

방이 개방상태에도 난방효과가 있다  
공기대류가 적으므로 바닥면 먼지상승X

#### 단점

외기온도 급변에 따른 방열량 조절이 어렵다  
초기 시설비가 많이 소요된다  
시공, 수리, 방의 모양 변경이 어렵다  
고장(누수) 발견이 어렵다  
열손실을 차단하기 위한 단열층이 필요하다

요로의 효율을 좋게 운전하기 위한 방법  
 단열조치를 강화하여 방사열량을 감소  
 노내연소가스를 순환시켜 연소가스량을 많게 함  
 적정 공기비를 유지시켜 완전연소가 되게 함  
 연소용 공기는 배열을 이용하여 예열후 공급

터널요-예열대/소성대/냉각대/대차

16-3

프라이밍/포밍/캐리오버

석탄의 공업분석

수분:107±2[°C]에서 1시간 건조시켜 시료 무게에 대한 건조감량의 비%로 표시

$$\text{수분}[\%] = \frac{\text{건조감량}}{\text{시료무게}} \times 100$$

회분:공기 중에서 800±10[°C] 가열 회화하여 시료무게에 대한 회량의 비%로 표시

$$\text{회분}[\%] = \frac{\text{회량}}{\text{시료무게}} \times 100$$

휘발분:925±20[°C]에서 7분간 가열하여 시료무게에 대한 가열감량의 비%를 구하고 여기에 정량한 수분%을 감한 것으로 표시

$$\text{휘발분}[\%] = \frac{\text{가열감량}}{\text{시료무게}} \times 100 - \text{수분}\%$$

고정탄소:시료무게 100%에서 수분, 회분, 휘발분을 제외한 값

$$\text{고정탄소}[\%] = 100 - (\text{수분}\% + \text{회분}\% + \text{휘발분}\%)$$

열전도율

기공이 클수록 증가  
 습도가 높을수록 증가  
 밀도가 작으면 감소  
 온도가 상승하면 증가  
 두께가 두꺼우면 감소

부정형 내화물 종류

캐스터블 내화물/플라스틱 내화물  
 레밍믹스/내화 피복제/내화 몰타르

관류 보일러 장점

전열면적에 비하여 보유수량이 적으므로 가동시간이 짧다  
 고압보일러에 적합하다  
 관을 자유로이 배치할 수 있어 구조가 간단  
 순환비가 1이므로 드림이 필요없다.

단점

완벽한 급수처리를 요한다  
 정확한 자동제어 장치를 설치해야한다  
 발생증기 중에 포함된 수분을 분리하기 위해 기수분리기를 설치한다

세정식 집진장치 장점

구조가 간단하고 처리가스량에 비해 장치의 고정면적이 적다  
 가동부분이 적고 조작이 간단하다  
 포집된 분진의 취출이 용이하고 작동 시 큰 동력이 필요하지 않다  
 가연성 함진가스의 세정에도 편리하게 이용

단점

설비비가 비싸다  
 다량의 물 또는 세정액이 필요  
 한냉 시 세정액의 동결방지대책 필요  
 집진물을 회수할 때 탈수,여과,건조 등을 위한 별도의 장치가 필요

수산화 제1철  $Fe(OH)_2$

수산화 제2철  $Fe(OH)_3$

### 17-1

가마울림현상 18-1

비레동작의 특징

동작신호에 대하여 조작량의 출력변화가 일정한 비례관계에 있는 제어동작 외란이 있으면 잔류편차가 발생 반응온도제어, 보일러 수위제어 등과 같이 부하 변화가 적은 곳에 사용 비레대를 좁게하면 조작량이 커진다. 비레대가 좁게되면 2위치 동작과 같게 된다.

인터록

어떤 일정한 조건이 충족되지 않으면 다음 단계의 동작이 작동하지 못하도록 저지하는 것으로 보일러의 안전한 운전을 위해 반드시 필요한 것 압력초과인터록/저수위인터록/불착화인터록 저연소인터록/프리퍼지인터록

비수현상 방지대책

보일러수를 농축시키지 않는다 보일러수 중의 불순물 제거 과부하가 되지 않도록 한다 비수방지관을 설치한다 주증기 밸브를 급격히 개방하지 않는다 수위를 고수위로 하지 않는다

보일러 열효율

입출열법

$$\eta = \frac{Q_s}{H_h + Q} \times 100 \quad \frac{\text{유효출열}}{\text{입열합계}}$$

열손실법

$$\eta = \left(1 - \frac{L_h}{H_h + Q}\right) \times 100 \quad \left(1 - \frac{\text{열손실합계}}{\text{입열합계}}\right)$$

관류 보일러

람진, 벤슨이 엔모스게 술쳐 먹었다.

### 17-2

건식집진장치/습식집진장치/전기식집진장치

보일러 연소 중 발생하는 역화의 원인

연도댐퍼의 개도를 너무 좁힌 경우 연도댐퍼가 고장이 나서 폐쇄된 경우 압입통풍이 너무 강한 경우 흡입통풍이 부족한 경우 평형통풍의 경우 압입,흡입 두 통풍 밸런스가 유지되지 못하는 경우 불안전 연소의 상태가 두드러진 경우

플렉시블 조인트

펌프에서 발생하는 진동을 흡수하여 배관에 전달되지 않도록 하고, 온도변화에 따른 열팽창을 흡수하여 고장이 발생하는 것을 방지

관류보일러

보일러 전열면에 부착된 그을음이나 연소 잔재물 등 제거하여 연소열흡수 양호하게 유지 슈트블로우

공동현상(캐비테이션) 방지

2대이상의 펌프를 사용하거나 양흡입 펌프를 선정한다 펌프 위치를 낮게 설치하여 흡입양정 짧게 펌프 회전수를 낮추어 흡입되는 유체의 속도를 낮춘다 수직축 펌프를 사용하여 임펠러가 수중에 완전히 잠기게 한다

### 17-3

접촉식 온도계

열전대온도계/전기저항온도계/서미스터

압력식온도계/유리제 봉입식 온도계/

바이메탈 온도계/제겔콘/서모킬러

접촉식 온도계 측정원리에 따른 분류

열기전력을 이용

전기저항 변화를 이용

압력의 변화를 이용

열팽창을 이용

상태변화를 이용

비접촉식 온도계

광온도계/광전관온도계/색온도계

방사온도계

자연순환식 수환 보일러 장점

증기 발생시간이 빠르며 고압 대용량에 적합

외분식이므로 연료 선택범위가 넓고 연소상

태가 양호하다

전열면적이 크고 열효율이 높다

수관의 배열이 용이하고 패키지형으로 제작

가능하다

원통형 보일러에 비해 보유수량이 적어 파열

사고시 피해가 적다

단점

관수처리에 주의를 요한다

구조가 복잡하여 청소,검사,수리가 어렵다

스케일 부착이 쉽다

부하변동에 따른 압력 및 수위변동이 심하다

전기식 집진장치

열병합 발전시스템 단점

환경기술 개발이 요구

기기효율 및 신뢰도 향상 대책 필요

진동, 소음 등의 방지 대책 필요

일반전력 계통과 병렬운전 시 제어시스템 개  
발이 필요

장점

발전원가가 저렴

수요지 근처에 설치하면 송전손실 감소

에너지 이용 효율 증가

양질의 전기, 열을 공급하므로 생산성 향상

지역난방 겸용시 공해방지, 재해감소에 기여

3요소식 수위제어 계통도

수위조절기/증기유량발신기/급수조절밸브

급수유량발신기/수위발신기

이상고수위로 운전시

캐리오버현상 발생

증기배관 등에서 수격작용 발생

수분 중의 불순물이 과열기 관벽에 부착되어

과열손상의 원인이 된다

터빈 등 증기원동기를 작동시키는 경우 효율

저하 및 부식이 발생

보일러 수위가 만수상태가 되면 보일러 압력

이 급상승되어 파열사고의 원인이 될수 있다

보온재 구비조건

## 18-1

청관제 사용 목적

보일러수 pH조정/보일러수 연화/슬러지조정  
보일러수의 탈산소/가성취화방지/포밍방지

초음파식 유량계 장점

측정체가 유체와 직접 접촉하지 않으므로 압  
력손실이 발생하지 않는다

정확도가 높다

고온, 고압의 유체 측정이 가능하다

부식성의 유체 측정이 가능하다

과열증기온도 일정하게 조절하는 방법

연소가스량을 가감하는 방법

과열 저감기를 사용하는 방법

저온가스를 재순환시키는 방법

화염이 위치를 바꾸는 방법

스프링식 안전밸브 미작동 원인

스프링 탄력이 강하게 조정된 경우

밸브시트구경, 밸브각 사이틈이 적은 경우

밸브시트구경, 밸브각 사이틈이 많은 경우

열팽창 등에 의해 밸브각이 밀착된 경우

밸브각이 뒤틀리고 고착된 경우

노통보일러 종류

코르니쉬보일러(1대)/랭커셔보일러(2대)

현열:물질의 상태변화없이 온도변화에 이용  
되는 열량

잠열:물질의 온도변화없이 상태변화에 이용  
되는 열량

전열량:일정상태의 물이나 증기가 갖는 단위  
질량당 총열량으로 현열과 잠열의 합이다

가마올림(공명현상) 방지대책

수분이 적은 연료 사용

공연비를 개선한다

연소실이나 연도를 개조한다

2차공기의 가열 및 통풍의 조절을 개선

연소실 내에서 완전연소 시킨다.

가마올림(공명현상) 발생원인

연료 중에 수분이 많을때

공연비가 나빠서 연소속도가 느릴 때

연도에 에어포켓이 있을 때

기수분리기 종류

사이클론형/스크레버형/건조스크린형/배플형

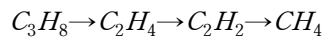
중유 속에 함유된 (유황분)은 연소되어 (아황  
산가스  $SO_2$ )가 되어, 이것이 다시 (오산화바  
나듐) 등의 촉매작용에 의하여 (과잉공기)와  
반응해서 일부분이 (무수황산  $SO_3$ )으로 되며  
이것은 연소가스 속의 수증기와 화합하여 황  
산  $H_2SO_4$ 의 증기가 된다.

## 18-2

증기 감압밸브 설치시 주의사항 5가지  
감압밸브는 가능한 사용처 가까이 설치  
감압밸브 입구측에 반드시 스트레이너 설치  
감압밸브 앞에서 기수분리기 또는 증기트랩  
에 의해 응축수가 제거되도록 한다  
감압밸브 앞에 사용되는 리듀서는 편심리듀  
서를 사용한다  
바이패스 배관 및 바이패스 밸브를 설치하여  
고장 등에 대비  
감압밸브 전후 배관의 관경 선정에 주의  
감압밸브 입구 및 출구측에 압력계를 설치하  
여 입출구 압력을 확인할 수 있도록 한다.

과열증기온도 일정하게 조절하는 방법

저위발열량 높->낮



역류방지밸브(체크밸브)

스윙식체크밸브

해머리스체크밸브(스모렌스키체크밸브)

고온부식 방지대책

연료를 전처리하여 바나듐 성분을 제거  
전열면의 온도가 높아지지 않도록 설계  
전열면 표면에 보호피막 형성 또는 내식성  
재료 사용

연료에 첨가제를 사용하여 바나듐 용점 높임  
부착물의 성상을 바꾸어 전열면에 부착하지  
못하도록 한다

## 18-3

열수송 및 저장설비 평균 표면온도 목표치는  
주위온도에 몇도를 더한값 이하로 해야하나?  
30도

피토관 측정원리

배관 내 유체의 전압과 정압을 측정하여 그  
차이인 동압으로 베르누이 방정식에 의해 속  
도수두에서 유속을 구하고 그 값에 관로 단  
면적을 곱하여 유량을 측정한다

균열을 동반하지 않는 국부부식

접촉부식:이종 금속이 용액에 접촉하게 되면  
이종금속간에 발생한 전위차로 전지를 형성  
하여 양극이 되는 금속이 국부적으로 부식되  
는 현상

전식:외부 전원으로로부터 누설된 전류에 의한  
전해를 일으켜 금속이 부식되는 현상

극간부식:금속 간 또는 금속과 비금속체 사  
이에 틈새가 있으면 그 곳에 전해질 수용액  
이 들어가서 국부적으로 전지를 형성하여 양  
극이 되는 금속이 부식되는 현상

입계부식:금속의 결정입자가 모여 있는 경계  
부가 부식 매체로 인하여 선택적으로 부식되  
는 현상

선택부식:합금성분 중에 특정 성분만이 용해  
하여 내식성이 약한 금속부분이 선택적으로  
부식되는 현상



19-1

1.2016년 6월 4번

1)단위면적당 전열량 구하기: 1130.44W/m2

2)접촉면 온도 구하기 : 326.13°C

탈산소제:아황산나트륨/히드라진/탄닌

열전도 온도계 구비조건

시퀀스제어/피드백제어

보온재 열전도율 줄이는 조건

강철제 보일러 압력시험

보일러 최고사용압력이

0.43Mpa 이하시 2배

0.2Mpa 이하시 0.2Mpa로 한다

0.43~1.5 사이 1.3배 + 0.3 압력

1.5 초과시 1.5배 압력

엔트로피 구하기 - 09-2-10번

ACC, FWC, STC 빈칸채우기

중력침강식 집진장치

버너특징

가압분사식:가압하여 분사해준다

회전식버너:원심력을 이용해서 분사

기류식버너:증기를 이용해 분사

시간당 증기발생량 구하는 문제 (5점문제)

연료사용량 250. 발열량 10,000 효율 0.65

증발잠열 3000, 포화수 80

정답은 556.51kg/h

5. 굴뚝의 최소 단면적을 구하시오 (단 배기가스 온도 150도 연소가스량 12000Nm3/h 유속 7.8m/s)

\* 유량 = 단면적 \* 유속 (단위 환산 유량 Nm3> 온도보정 12000 \* ((273+150)/273))

단위 환산 면적 m/s > m/h

\* 유량 : 12000 \* ((273+150)/273) = 18600 Nm3

\* 유속 : 7.8 \* 3600 = 28080 M/h

\* 단면적 : 18600 / 28080 = 0.6623 > 0.66m2

19-2

열손실 종류

배기가스 열손실 미연소가스 열손실

급기 열손실 마찰 열손실

매연, 분진, 슈트 원인

통풍력이 과대, 과소할 때

무리한 연소를 할 때

연소실 온도가 낮을 때

연소실 크기가 작을 때

과열증기의 장점

증기의 마찰저항 감소

수격작용 방지

같은 압력의 포화증기에 비해 보유열량이 많

아 증기소비량이 적어도 됨

열효율 증가

발열량 계산

-탄소%×발열량+수소%×발열량+황%×발열량

증기축열기

발생 증기량에 비해 소비량이 적을 때 남은

잉여증기를 저장하였다가, 과부하시 긴급히

사용하는 잉여증기 저장장치

피토관 유속계산

루트 2x9.8x980/12.7 = 39.89 m/s

수산화제1철, 수산화제2철

유체 비중 계산 11-1-2번

열유속 같을 때 내화벽 두께 계산

1/b1/y1 \* 온도차 = 1/b2/y2 \* 온도차

에서 b2 뽑아내서 계산

연도 높이 계산 - (실제)통풍력 이용

### 신출 계산

양쪽이 원형 유리로 막혀있고 U자형 액주계 처럼 생긴 그림 보여주고 4가지 액체의 비중, 물의 밀도, 높이차 주어지고 및 높이차를 이용한 압력계산

### 온도계 설명

1)바이메탈 온도계 : 열팽창계수가 서로 다른 금속을 결합하여 온도에 따른 굽힘 정도로 온도를 측정함

2)전기저항식 온도계 : 금속의 온도 상승 시 전기저항이 상승되는 점을 이용하여 온도를 측정

3)방사 온도계 : 금속의 온도 상승 시 방사되는 복사열을 집열하여 온도를 측정함

측정 물체의 방사에너지를 렌즈, 반사경을 이용하여 열전대에 전달하고 발생하는 기전력을 측정하여 온도를 측정