

전기설비의 전기에너지 절약 운영기술 16

자료제공 : 전력기술연구원 ☎ 02)875-4472



목 차

제1절 머리말

제2절 전력관리에 의한 에너지 절약운영

제3절 수변전설비의 에너지 절약운영

제4절 배전설비의 에너지 절약운영

제5절 전동기설비의 에너지 절약운영

제6절 전동력 응용설비의 에너지 절약운영

제7절 조명설비의 에너지 절약운영

1~5. 생략

6. 조명시스템에 의한 에너지 절약

7. 보수에 의한 조명설비 개선

8. 조명설비의 에너지 절약운영

제8절 전열설비의 에너지 절약운영

제9절 공조설비의 에너지 절약운영

제10절 심야전력 활용방안

제11절 전기설비 투자효과예측과 회수년수

- (12) 조명시스템에는 에너지 절약 조명제어를 가급적 도입하여 소등제어 또는 감광제어나 타임 스케줄에 의한 전체조명제어를 적극 활용한다.
- (13) 강당이나 회의실 등에는 가급적 조광장치를 설치한다.
- (14) 조명회로에는 소등방치 대책을 강구한다.
- (15) 조명설비의 램프나 기구를 정기적으로 청소하여 설계조도의 저하를 방지한다.
- (16) 램프의 교환을 적기에 교환하여 설계조도의 저하를 방지한다.
- (17) 호텔이나 여관 등의 숙박시설의 객실에는 냉장고를 제외한 전등, 팬코일 유닛 전원 등의 주회로에 키택(Key Tag)사용을 원칙으로 하여 에너지 절약을 기한다.
- (18) 전등의 점멸회로는 세분화하여 불필요한 조명은 민첩하게 소등한다.
- (19) 전등은 점멸스위치당 2~4등 이하로 한다.
- (20) 현관 등에는 타임스위치를 설치한다.
- (21) 화장실이나 현관 등의 전등에는 센서를 부착하여 사용할 시에만 점등이 되도록 한다.

제8절 전열설비의 에너지절약 운영

1. 개요

전동력 응용설비, 조명설비 이외로, 생산설비로 사용되고 있는 것은 전류에 의한 저항열을 이용하는 저항로, 아아크열을 가열에 응용하는 아아크로, 교류자계중의 도전성 물체 중에 생기는 와전류 또는 히스테리시스손을 이용하는 유도로 등,

주로 전기를 열에너지로 변환하여 사용하는 전기로가 있다. 전기를 열로서 이용하는 것은, 1차에너지 측면에서 보면, 에너지 변환과정에서의 손실은 60~65%로, 이용가치가 낮다. 전력은 원래는 석탄, 가스 및 석유 등의 화석에너지로부터 연유된 것으로, 전력으로서 1단위의 소비는, 열에너지의 2.6~3 단위에 상당한다.

그러나 전기에너지는 2차에너지로서, 여러 가지 장점을 가지고 있다. 즉 매우 높은 온도를 얻을 수 있고, 내부 가열이 가능하고, 노기제어와 온도조절이 쉬운 것 등이다.

저항로의 경우 간접방식에서는 수100kW의 전기용량을 갖는 것도 있고, 직접방식에서는 수 1,000kVA 그리고, 아아크로에서는 수 10,000kVA의 용량 등의 대용량의 전력을 사용하며, 한편 전기용접은 금속을 녹여서 합치는 것이므로, 집합부만을 녹히면 되고, 불필요한 입열은, 변질이나 변형이 생겨서 좋지 않다. 이 때문에 국부에 집중된 열원이 필요하며 가스로 사용한 용접으로부터 전기용접으로 이행하였다. 전기용접은 저항용접, 아아크용접을 막론하고 저압대전류를 집중적으로 흘리므로, 소비전력이 크므로, 전기로와 전기용접기에서 에너지절약 효과를 기대할 수 있는 분야이다.

2. 전기로

전기로는 가열방식, 구조, 가열온도 및 용도에 따라서 천차만별이지만 사용 목적에 따라서 어떠한 전기로를 사용하여야 하는가를 개념적으로 파악하기 위하여, 각종 관점으로부터 분류된 것을 표 3.8.1에서 나타낸다.

전기로를 전기가열방식에 따라 분류하면 저항가열, 아아크가열, 유도가열, 유도가열의 4종류와 이들의 조합방식으로 된다.

가. 저항로

(1) 저항로 특성

전류에 의한 오음손을 이용하여 가열하는 전기로로서, 직접식과 간접식이 있다.

저항로에는 니크롬선등이 금속발열체 또는 탄화규소등의 비금속발열체에 통전하여 간접으로 피열물을 가열하는 간접가열식의 것과, 피열물에 직접 통전하는 직접가열식이 있다.

일반적으로 간접가열식 저항로를 단지 저항로라고 칭하고, 직접 가열방식의 로는 흑연화로, 카바이트와 같이 용도별로 칭하는 경우가 많다.

1,000~1,500℃ 정도까지 가열하는 목적을 위해서는 니크롬발열체·탄화규소 발열체등을 갖고 있는 일반적인 저항로를 사용한다. 금속의 열처리 등에 사용된다.

2,000℃ 이상으로 가열하는 경우는 인조흑연, 카바이트 등의 제조에 사용되며, 대부분 직접가열식 저항로가 사용된다. 저항로의 전기용량은 직접식에서 수100~1,000KVA, 간접식에서 10~200kVA에 이른다.

가열방식	종 별	온도(℃)	비 고
직 접 저항로	흑연화로	2,500	단상 2,000~4,000kVA, 역률 65~85% 전압 100~120V
	카이버런덤로	2,000	단상, 1,500~2,000kVA, 역률 90~95% 전압 130~290V
	카바이트로	2,200	3상 3,000~20,000kVA, 역률 80~90% 전압 80~90V
	합금철로	1,500~2,000	3상 1,000~7,000kVA, 역률 80~90% 전압 80~90V
	제철로	1,600	3상 1,000~5,000kVA, 역률 90~98% 전압 40~90V
	유리용해로 알루미늄 전해로	1,400 1,000	3상 90kW, 전압 220V 직류전기분해 전용
간 접 저항로	니크롬선 발열체로	1,100이하	1,000~1,400℃의 범위의 가열에 적합 실험실 고온용 난용금속의 용해용
	철크롬선 발열체로	1,100이하	
	탄화규소 발열체로	1,400이하	
	탄소립 전기로 흑연저항로, 탄암로	2,000이하 2,500이하	

가열방식	종 별	온도(℃)	비 고
	진공전기로	3,000이하	산화방지용, 실험실 특별 고온용
	염욕로	1,400이하	금속의 열처리용, 균열, 급냉을 특징
	수소로	1,500이하	열처리 및 소결합금의 제조
아이크로	제강로 록킹 아이크로	1,600이상	3상 600~15,000kVA, 역률 85~95% 전압 80~250V
	선택로로	3,000이상 (아이크론도)	간질아이크가열, 동·알루미늄 합금의 용해용 단상100~460kVA 공중질소 고정용, 전압 80~140V
유도로	저주파유도로	1,600이하	동합금, 아연, 경합금, 주철의 용해용
	고주파유도로	1,800이하	특수강, 합금의 제조 및 용해 귀금속의 용해, 진공용해
적외선 건 조	방사파장 1~4(μ)	필라멘트온도	정면이외의 유리구 내면은 알루미늄 증착
		2,000~2,300	반사경으로 한다.

표 3.8.1 전기로의 분류

(2) 저항로의 전기용량 결정

저항로는 노체의 구조, 크기, 노의 온도 및 피열물 등에 의하여 전기용량이 결정되며, 단지 발열체의 수만으로는 정하여지지 않는다.

저항로의 전기용량의 결정은, 밀폐식 저항로의 전기용량의 계산식으로서 다음과 같은 실험식이 주어지고 있다.

$$P = C \times a^{0.9} \times t^{0.5} \times \theta^{1.55}$$

$$P = C_1 \times a^{0.9} \times \theta^{1.55}$$

여기서 P: 로의 전기용량 [kW]

P': 유지전력(정상전력) [kW]

t: 온도 상승시간

a: 노내유효면적 [m²]

θ: 노내온도 C×10-5℃

C: 노의 구조에 의한 계수

(내화 벽돌부가 두껍고, 열용량과 열손실이 많은 로에서는 35~38)

C1: 노의 구조에 의한 유지계수

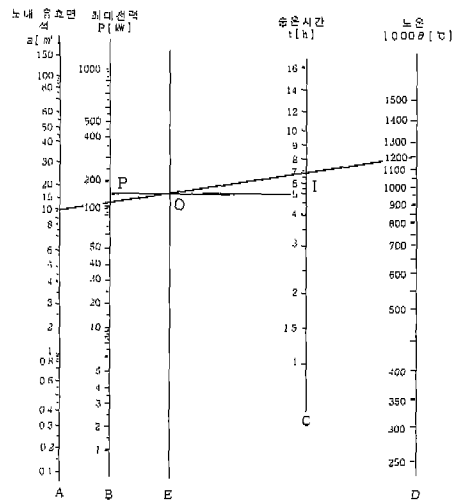
(보통의 로에서는 10~12, 열손실이 적은 로에서는 7~9)

위의 전기용량의 계산식은, 특정한 노체구조의 열발산 및 잠열로부터 구한 것이며, 노내 피열물에 주어야 할 열량의 대소에는 관계없이 결정된 것이므로, 적용에 주의할 필요가 있다. 다음에 계산도표로부터 구하는 방법을 그림

3.8.1에서 나타낸다.

(3) 발열체의 선정

전기로에 사용하는 발열체는, 그 주위의 가스나 내화물 등에 대하여, 내식성이 강한 것을 선정할 필요가 있다. 표 3.8.2에 각종 물질에 대한 적당한 발열체 및 그 최고사용온도를 나타낸다.



- (1) A(10[m²]), C(5[h]), D(1200[℃])를 결정한다.
- (2) A와 D를 연결하는 선, E와의 교점 O를 결정한다.
- (3) O.C를 연결하고, B선과 만나는 곳이 구하는 최대 전력 P(130[kw])로 된다.

그림 3.8.1 전기로 전력의 계산표

발열체 주의물질	부적당한 발열체	부적당한 발열체	최고사용 온도(℃)
수 소		니켈선	1100
		철선	1100
		니크롬선	1200
		철크롬선	1350
		몰리브덴선	2100
산소(공기)	순수한 비금속	티스텐선	2800
		니크롬선	1200
질 소	A1 및 Cr의 함유량이 많은 것 (철합금에서)	크롬선	1350
		Fe를 포함하지 않는 선	1200
한 로 겐	Fe의 함유량이 많은 것	철크롬선	1350
		니크롬선(Ni 80 : Cr 20) Si(SiO ₂ 다량포함)	300

발열체 주의물질	부적당한 발열체	부적당한 발열체	최고사용 온도(℃)
수 증기	Fe의 함유량이 많은 것	철크롬선	1350
		니크롬선(80 : 20)	1100
		니크롬선(Fe포함)	950
탄화수소	Fe의 함유량이 많은 것	니크롬선(80 : 20)	1500
산화탄소 (Co, CO ₂)	Fe의 함유량이 많은 것	니크롬선(80 : 20)	1050
유화수소	크롬선	철니크롬선	950
아유산가스	(Ni의 함유량이 많은 것)	니크롬선(Ni 30% 이하)	900
암모니아	Fe의 함유량이 많은 것	니크롬선(80 : 20)	1100
화합물	Ni의 함유량이 많은 것		
등용가스	Fe의 함유량이 많은 것	니크롬선(80 : 20)	1100
발생로가스	특A1의 함유량이 많은 것	철크롬선	1200
유리·광재	니크롬선(Fe를 포함) Mn의 함유량이 많은 것	니크롬선(80 : 20)	1100
마이카 석면 구조트 (S다량포함)	Ni의 함유량이 많은 것	니크롬선(Fe를 포함한 것)	500
		니켈링, 니켈 스타탄선	400
		철크롬선, 니크롬선 (Ni이 적은 것)	800
스테어다이트류	50% 이상의 철분을 포함한 것	철크롬선	1000
		니크롬선(80 : 20)	1000
샤모트	Fe의 함유량이 많은 것	니크롬선	1300
		철크롬선	1300
탄화규소	Fe의 함유량이 많은 것	Ni 또는 A1의 함유량이 많은 것	1000
알루미늄		니크롬선, 철크롬선	1300

표 3.8.2 각종의 주위물질에 대한 적당한 발열체

(4) 전기로의 열손실 점검

전기로는 가스로, 석탄로, 코오크스로, 증유로와 같이 공기를 불어 넣을 필요도 없고, 연료를 뭇 필요도 없다.

따라서 연소가스, 수증기, 재 등에서 배출되는 열손실이 거의 없기 때문에, 그만큼 전기로가 효율이 좋다.

그러나 다른 전기기계에 비하여 효율이 낮은 것으로, 이의 점검과 개선이 고려되어야 한다.

전기로의 열손실은 주로

- 노벽에서의 손실
- 뚜껑, 문의 개폐시, 외부에 발산하는 열손실
- 피가열물 출입에 사용하는 용기, 대차 등이 갖고 나오는 열손실

등으로, 표 3.8.3에 100kW 전기로의 열분포를 측정 한 보기를 나타낸 것이다.

표 3.8.3 100kW 전기로 열분포의 일례

항 목	열처리전력량 (kWh)	열 손 실(kWh)			합계
		외벽으로 빠져지는 전력량	문개폐시의 손실전력량	대차의 가열전력량	
전력량	30.1 ⁸	25.4 ⁶	23.2 ²	13.6 ³	92.4 ⁷
비율(%)	(열효율) 32.9 ⁹	(열 손 실 계) 27.5 ⁵	25.1 ¹	14.7 ⁷	100

(가) 로벽에서의 열손실

로벽에서의 열손실은 두 가지로 나누어 생각 하여야 한다. 하나는 로벽이 흡수하는 열량이고, 하나는 로 표면에서 외기중으로 빼앗기는 열량이다.

로벽이 흡수하는 열손실, 즉 기동시의 시간 및 소비전력량의 대체적인 표준은 표 3.8.4와 같다.

로벽의 열손실을 경감하려면 그림 3.8.2에서 보는 바와 같이 벽의 흡수열량과 발산열량과의 합계는 양자가 같을 때에 열손실이 최소가 되므로 이와 같이 벽의 두께를 선정하면 가장 효과적이다. 표 3.8.5는 로의 종류에 따른 로벽의 두께기준을 나타낸 것이다.

표 3.8.4 저항로의 기동시간의 표준과 기동시 소비전력량

로용량 (kW)	고 온 도		중 온 도	
	기동시간(시)	소비전력량(kWh)	기동시간(시)	소비전력량(kWh)
10~30	1.5이내	15~45	1이내	10~30
40~80	2이내	80~160	1.5이내	60~120
100~150	3이내	300~450	2이내	200~300

주 : 고온 로는 로내 온도 1,000℃ 이상, 중온 로는 500℃ 이상 1,000℃ 미만, 저온로는 500℃ 미만을 말한다.

표 3.8.5 로벽의 두께기준

로 의 종 류	로벽의 두께 대략(mm)
고온(1,000 ℃ 이상)	300~450
중온(500~1,000℃)	200~300
저온(500℃ 이하)	200이하

또 로벽의 전손실은 100이라 하면 천정이 40, 측면은 35, 바닥면은 25 정도니까 각 면의 벽의 구조를 이에 맞추도록 하여야 한다.

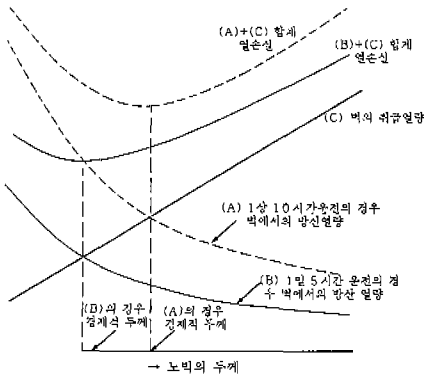


그림 3.8.2 로빅의 열손실 그림

(나) 뚜껑, 문의 개폐 및 간격 또는 열선 인출구, 온도계 삽입구 간격의 열손실뚜껑, 문의 개폐시의 열손실은 자주 개폐하는 로에서는 무시할 수 없는 손실이다. 또 간격의 손실은 로가 사용되고 있는 한 손실은 있게 마련으로 매우 큰 것이다.

이를 개선하려면 상하 개폐를 하는 문은 상하 함께 샌드 실드를 장치하여 양철의 간격은 될 수 있는 한 적도록 한다.

또 세로형의 뚜껑도 샌드 실드가 유효하다.

(다) 피가열물을 넣고 빼낼 때에 사용하는 용기, 대차 등이 가지고 나오는 열손실이 열량은 피가열물과 같이 재료를 꺼낼 때마다 대체로 손실이 되는 것으로 피가열물에게 주어진 열량에 맞먹을 정도, 혹은 그 이상의 때도 있다. 이는 작업조작이나 대차를, 바구니의 구조 등을 검토함으로써 감소시킬 수 있다. 대차의 열용량을 줄이기 위하여 파이프재를 사용하는 것도 일례이다.

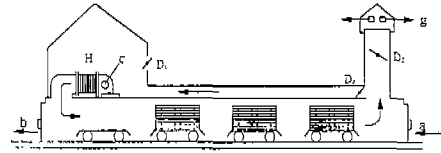
(5) 전열 건조로

전열 건조로는 발열체와 송풍기를 조합시킨 열풍 건조로가 일반적으로 널리 사용되고 있다.

(가) 상자형 건조로

가장 보편적으로 이용되는 것으로 간단한 조작성으로 재료를 1회마다 건조로 안에 넣는다. 소용량인 것은 로 바닥에 전열기를 설치하여 자

연대류에 의하여 상부에서 수분이 배출된다. 대형의 건조로에서는 전열기를 전부 공기 가열기 내에 배치하여 강제 통풍을 한다.

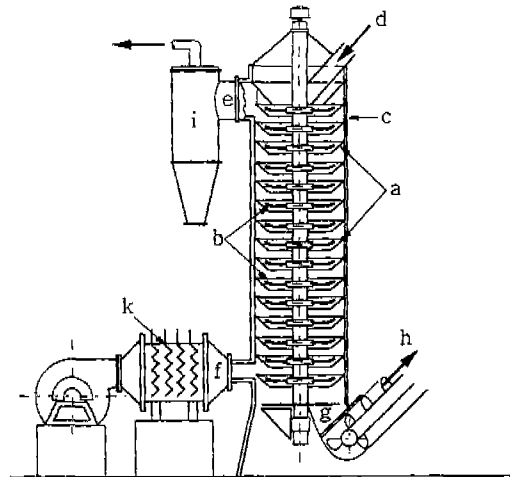


a: 운반차입구 b: 운반차량출구 c: 송풍기
g: 배기구 H: 가열기 D₁, D₂, D₃: 램프

그림 3.8.3 상자형 건조로

(나) 탑형 건조로

입자형 물질을 건조하는데 쓰여진다. 재료는 상부에서 하부로 순차적으로 이동하는 사이에 건조되도록 되어 있다.



a: 누두형 용기 b: 회전원반
c: 걸삭기 d: 처리물질공급구
e: 폐기배출구 f: 건조용 공기 공급구
g: 건조물질 취출구 h: 건조물질 취출구
i: 동반분말 포집기 j: 송풍기
k: 전기에 의한 공기가열기

그림 3.8.4 탑형 전열건조기 그림

다음호에 계속됩니다