

전기설비의 전기에너지 절약 운영기술 ㉔

자료제공 : 협회부설 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
- 제8절 전열설비의 에너지 절약운영
 - 1. 개요
 - 2. 전기로
 - 3. 전기용접
 - 4. 전열설비의 에너지 절약 요령
- 제9절 건조설비의 에너지 절약운영
- 제10절 심야전력 활용방안
- 제11절 전기설비 투자효과예측과 회수년수

(다) 저항열만에 연유되므로, 대전류가 필요하고, 용접기의 용량도 커진다.

(라) 따라서 저항용접 장치는 금속부품의 양산에 사용되며, 매우 경제적인 금속의 접합방법으로서 그 특색을 발휘한다.

저항용접에는 그 사용목적에 따라서 모재를 겹쳐서 용접하는 겹침용접(lap welding)과 전극을 맞대게 해서 용접하는 맞대기용접(butt welding)으로 크게 나누고 있다.

겹침저항용접기에는 점용접기, 돌기용접기, 시임용접기 등이 있고 맞대저항용접기에는 맞대기용접기, 불꽃용접기 등이 있다.

이들 중에서 대표적인 저항용접기를 들면,

(1) 스포트용접기

금속판을 포개어 놓고 그림 3.8.20에서와 같이 양측으로부터 동 또는 특수합금의 전극으로 끼운다. 전극 끝을 적당히 뾰족하게 하고, 이것에 용접전류를 통하면, 발열은 전극간의 적은 부분에 집중하여 금속판의 접촉부는 용융되고, 전극의 가압력(300~1,000kg)에 의하여 압착된다.

외부 전원으로는 50~60[Hz]인 교류 200[V]가 사용된다.

용접 전류의 전압은 10[V] 이하의 낮은 전압에서 전류는 연동에서 10,000~50,000[A/cm²], 전기도전율이 높은 금속일수록 더욱 큰 전류가 사용된다. 통전시간은 0.3[초] 정도의 아

주 짧은 시간이다.

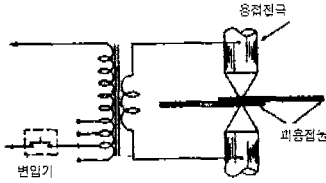


그림 3.8.20 스포트 용접기

(2) 맞대기 저항용접기

그림 3.8.21에서 나타내는 바와같이, 용접하여야 할 금속체를 맞대어서, 접촉면에 수직으로 기계적 압력을 가하여 둔다. 여기에 용접전류를 통하여 충분히 가열하면, 용접온도에 도달된 접합부가 가압력에 의하여 억눌려서 부풀어져서 용접부가 얻어진다.

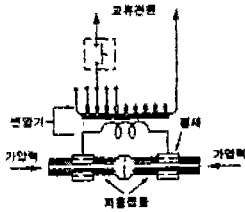


그림 3.8.21 저항용접기

나. 아크용접

(1) 아크 용접의 원리

아크 용접은 아크열에 의하여 금속을 가열하고 이것을 용융접합시키는 방법이다.

아크는 용접하려는 모재와 금속전극봉과의 사이에 발생시키는 것이 보통이며, 이때 아크열에 의하여 용융된 금속봉끝의 금속은 모재로 옮겨가고, 모재의 용융부와 더불어 냉각후 용착부를 형성한다. 이것을 용극식 아크 용접법이라고 하고, 용접용 전극이 탄소나 텅스텐과 같이 거의 녹지않고 모재만이 녹는 것을 비용극식 아크 용접법이라고 한다.

후자의 경우, 별도로 첨가봉을 아크중에 넣어서 모재와 더불어 용융시켜서, 용착부를 만든다.

다.

일반적인 금속전극은, 아크의 한쪽의 전극으로 되어 있음과 동시에 용융하여 용접부를 매꾸는 역할도 겸하고 있으므로, 이것을 용접봉이라고도 부른다.

용접부는 아크 때문에 강렬한 빛을 발광하므로, 육안으로는 볼수 없으므로, 용접용 안경으로 보면 그부근은 그림 3.8.22와 같다.

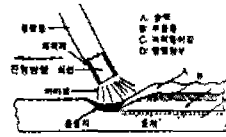


그림 3.8.22 아크 용접

(2) 아크 용접용 전원

(가) 아크의 전압, 전류 특성

그림에서와 같이 전류가 매우 적은 곳에서는 부특성을 나타내고, 전류가 커짐에 따라서 전압이 감소하지만, 보통 용접에 사용하는 100A 이상의 전류에서는 아크 길이가 일정하다면, 아크 전압도 일정하게 된다.

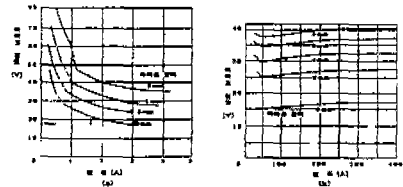


그림 3.8.23 연동나뭇에 의한 아크전압, 전류특성도

(나) 전원의 외부특성

아크의 전류를 안정하게 접속하고, 일정전류를 유지하기 위해서는 전원의 외부특성은 그림 3.8.24와 같이 수하특성을 나타내는 것이 필요하다. 적당한 아크 길이에서 용접전원의 최고 전압은, 직류에서 50~70V, 교류에서 70~100V 정도로 되어있다. 또한 50A이하의 교류 아크의 경우는 특히 불안정되기 쉬우므로 무부하 전압은 140V 정도로 한다.

(다) 직류아크와 교류아크의 비교

아크 용접용 전원으로는 직류, 교류 모두 사용된다. 교류는 1주기에 2회씩 전류가 영으로 되므로, 본질적으로 직류 아크가 안정하다. 더구나 직류는 극성을 적당히 선정할 수 있으므로, 특히 아크가 잘리기 쉬운 적은 전류의 용접에는 유리하다.

그러나 실제로는 용접봉의 피복재가 발전하였으므로, 100A 이상에서는 아크의 안정성은 교류와 직류가 거의 변화가 없다.

200A 이상이 되면, 직류에서는 자기 불어냄의 현상으로 아크가 불어서 날리게 되어 불안정되기 쉬우나 교류에서는 급속중의 와전류에 의하여, 아크부근의 자계가 약화되므로, 이점은 오히려 교류쪽이 우수하다.

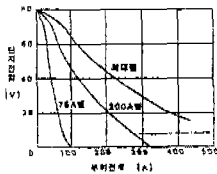


그림 3.8.24 직류아크 용접기의 외부특성곡선

(3) 교류아크 용접기

교류 아크 용접기에서는 리액턴스에 의한 수하특성은 얻을 수 있으므로, 변압기의 2차측에 리액터를 접속하든가 또는 자기누설변압기를 사용하여 필요한 특성을 얻을 수 있다.

즉, 그림 3.8.25와 같은 구조의 변압기를 사용하며, 그림 (a)는 가동코일형으로 한쪽코일을 상하시킴으로써 리액턴스를 조정하고 그림 (b), (c)는 가동철심형으로 탭으로 조정하는 외로, 철심을 움직임으로써 세세한 전류의 조정을 할 수 있다.

정격전류 200, 300, 400, 500A의 것이 있다.

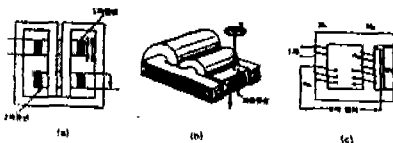


그림 3.8.25 교류아크 용접기

(4) 직류 아크용접기

이것에는 정지형과 직류발전기를 사용한 것이 있다. 정지형은 셀레늄 또는 실리콘 정류기와 3상변압기와 가포화리액터를 조합한 것이다.

외부특성에는 수하특성이나 정전압특성의 것이 있다.

특히 정전압특성의 것은 탄산가스아크나 아르곤가스아크의 용접전원으로서 널리 사용되고 있다.

다. 전기용접기의 에너지절약 운영

아크용접, 스폿트 저항용접 모두 용접의 구조는 전원변압기로부터 공급되는 상용주파수의 전압, 전류를 용접용 전원에 의하여, 그 용접법에 적합한 전압전류특성으로 변환하여 이것을 용접축 통로를 통하여 접부에 도입되어, 열로 변화하여 용융접합한다.

이 과정에서 용접작업의 특성으로부터 에너지절약에 특히 주의할 것은 전원변압기의 용량, 용접축 전로의 전력손실, 단위용접량 당의 소비전력 및 필요로 하는 용접량이다.

전원변압기의 용량은 철심재료, 도전재료, 절연재료등의 사용량에 관계하여, 이들의 제조과정에서의 에너지소비를 통하여 에너지절약에 연결된다.

따라서 가능한 한 전원변압기용량은 적게할 필요가 있다. 용접축의 전로는, 용접작업의 작업성과의 관련이 강하며, 전로의 용량을 적게하여 전로의 길이를 길게하는 쪽이 작업성이 좋게 된다.

이 때문에 생각지도 않은 전력손실이 생길수도 있다.

그리고, 용접 그 자체에서는 용접법이나 용접조건에 따라서, 동량의 용접을 할 경우의 소비전력이 달라진다. 극력 소비전력 소비가 적은 용접법이나 용접조건을 선정하여야 한다.

이상을 정리하면 다음과 같다.

- 전원변압기 용량의 저하
- 전력손실의 축감
- 단위 용접량 당의 소비전력의 저감

○ 용접량의 삭감

로 되어, 아크 용접법과 스포트 용접법으로 나누어서 구체적으로 에너지 절약 방법을 들기로 한다.

(1) 아크용접의 경우의 에너지 절감

작업량이 많은 강재에 대해서는 여러 가지의 용접법이 적용된다. 어떤 용접법이라도 적용할 수 있는 경우가 많으며, 용접법 상호간을 비교 고찰할 필요가 있다.

(가) 전원변압기 용량의 저하

아크 용접에서는 그의 열원으로 되는 아크방전을 안정되게 지속할 수 있어야 하는 것이 필수조건이다. 그러나, 아크의 특성은 그의 분위기, 전류밀도, 전극재료 등에 의하여 변화하므로, 용접법에 따라서 최적인 특성이 변화하여 전용의 용접기에 사용된다.

이 때문에 동일한 정격출력전류라도 정격입력의 크기가 달라진다.

한편 전원변압기 용량 Q는 다음과 같이 산출된다.

$$Q = \sqrt{\alpha} \cdot P$$

여기서 α : 용접기의 정격사용율

P : 용접기의 정격입력

즉, 정격입력이 적을수록 전원변압기 용량은 적어져서 유리하다.

(나) 전력손실의 축소

용접작업의 작업성과의 관련으로부터 용접측 전로에 의한 전력손실에 주의할 필요가 있으며, 도체의 저항에 의한 손실 W_c 는 다음식으로 표시된다.

$$W_c = \rho \frac{L}{S} I^2$$

여기서, ρ : 도체의 고유저항

L : 도체의 길이

S : 도체의 단면적

I : 용접전류

따라서 도체를 짧게 하기 위하여 용접기와 용접개소를 될 수 있는대로 근접시켜야 하며, 이때 전원측 케이블이 길어져도 전원측의 전류는 적어서 손실도 적어진다.

(다) 단위 용접량 당의 소비전력의 저감

동일한 아크 용접이라도, 용접법이나 용접전류의 크기에 따라서, 심선이나 피용접물의 용융방법이 변하므로, 동량의 용접을 할 경우에도 소비전력에 차이가 생긴다.

아크 용접의 용접조건은, 용접전류, 용접전압, 용접속도 등으로 결정된다.

용접조건이 결정되어 있으면, 이것을 토대로 단위 용접길이 당의 소비전력 W_c 은 다음 식으로 산출된다.

$$W_L = \frac{V \cdot I}{\eta} \cdot \frac{N}{v}$$

여기서, V : 용접전압

I : 용접전류

η : 용접기효율

v : 용접속도

N : 용접횟수

또한 단위 용착 금속량 당의 소비전력 W_M 는 다음식으로 산출된다.

$$W_M = \frac{V \cdot I}{\eta \cdot w}$$

여기서, w : 용착속도

(라) 용착량의 삭감

아크 용접에서는 피용접물의 판두께가 커지면 그림 3.8.26에서와 같이 피용접 양금속판의 접착부의 일부를 절단하여 절단개구속에 용착금속을 쌓아올려가는 방법을 취한다.

이때 그림의 각도가 적고 1 치수의 크기가 큰 쪽이 용착금속량은 적어져서 에너지 절감효과가 크다.

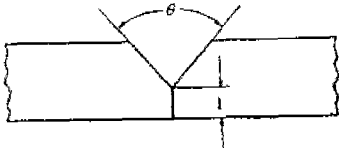


그림 3.8.26 절단개구부 형태

(2) 스포트 용접기 경우의 에너지절약

스포츠 용접은 겹쳐진 금속박판의 접촉저항에 의한 발열을 이용하여 용접을 하며, 대전류 짧은 시간 통전에 의해 용접부로부터 주위로 열 전도에 의한 손실을 적게하고 있다. 스포트 용접의 용접조건에서 기본적인 요소는 용접전류 통전시간, 전극압력 등이다.

스포츠 용접기에서는 이들 3요소를 안정하게 부여할 필요가 있다.

(가) 전원변압기 용량의 저하

스포츠 용접기의 경우는 사용율이 10% 이하이고, 최대입력이 크기 때문에 전원전압 강하가 문제가 된다.

스포츠 용접기의 규격은 최대부하시 1차 전압을 규정하고 있으며, 전원전압 200V의 경우는 180V로 되어있다.

전원변압기 용량의 가늠을 나타내는 것으로서 정격용량을 표시하고 있다. 이것은 사용율을 50%로 가정할 때의 용량으로 다음식과 같은 관계가 있다.

$$Q = \sqrt{0.5} \cdot Q_R$$

여기서 Q : 열적등가 연속용량
 Q_R : 정격용량

따라서, 정격용량은 열적등가 연속용량의 $\sqrt{2}$ 이다.

표 3.8.15의 정격용량의 값을 보면 최대용접

전류가 클수록 커지고, 절단개구의 치수가 클수록 커지며, 전원변압기 용량이 증가한다.

표 3.8.15 스포트용접기의 특성

기종	절단개구부 치수(mm)		정격용량 [kVA]		표준최대입력 [kVA]		최대용접전류	허용사용율 (%)		단락임피던스 [kΩ]		효율 [%]	
	길이	간격	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz		50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz
정칙식 스포트 용접기	400	200	12.5	26.5	30	9,000	11.0	8.7	27	32	53	46	
	600	200	25	55	63	12,000	10.0	7.9	32	49	50	43	
	600	200	50	116	130	18,000	9.3	7.4	37	41	50	43	
	400	200	75	200	235	25,000	7.5	5.1	30	37	45	39	
	1,200	200	100	350	410	25,000	4.0	3.0	500	65	45	39	
포타블 스포트 용접기	-	-	55	145	155	10,000	7.0	6.7	1,450	1,556	79	74	
	-	-	200	225	12,000	8.0	5.6	1,300	1,575	60	53		

따라서 불필요하게 큰 최대용접전류의 용접기를 사용하지말 것과 동시에 불필요하게 절단개구치수의 용접기를 사용하는 것도 피한다.

(나) 단위용접량 당의 소비전력의 저감

스포츠 용접시의 소비전력 W_s 는 다음식으로 산출된다.

$$W_s = \gamma \cdot Z_M \cdot I^2 \cdot T$$

여기서, γ : 역률
 I : 용접전류
 T : 통전시간
 Z_M : 부하시 임피던스

이 식에서 $\gamma \cdot Z_M$ 는 용접기로 결정된 값이고, $I^2 \cdot T$ 는 용접조건으로 결정된다.

표 3.8.15에서 $\gamma \cdot Z_M$ 이 적은쪽이 전력소비가 적어지지만, 절단개구의 치수가 동일한 경우에는 최대용접전류가 큰 용접기가 유리하게 되고, 최대용접전류가 동일한 경우에는 절단개구 치수가 적은 용접기가 유리하다.

이 말은 용접축 통로의 저항이 적고 전력손실이 적은 용접기가 좋다는 것을 의미한다.

(다) 용접량의 삭감

스포츠 용접에서 점접점을 적게하는 것이 에너지 절약에 밀착된다. 따라서 불필요하게

많은 개소를 스포트 용접하면 안된다.

4. 전열설비의 에너지절약 요령

가. 전기가열

- (1) 사용목적, 용도에 맞는 전기가열로를 선정한다.
- (2) 노벽의 단열, 보온특성을 향상시킨다.
- (3) 폐열의 유효이용을 고려한다.
- (4) 노체의 길이를 줄이고, 수열면적을 확대시켜 히터의 효율을 높이도록 계획한다.
- (5) 유도로, 중주파로, 고주파로, 보온로 등의 전기가열로를 전력요금이 싼 심야시간에 가동하여 주물을 용해한 후 주간에 출탕, 사용할 수 있도록 계획한다.
- (6) 용해유지로의 용탕방열 총면적을 줄여 열손실을 적게 한다.
- (7) 저항로의 경우 동일 전기용량에 대하여 가능한 한 노를 소형화하여 방열을 적게 하고 고전력 밀도의 가열방식의 것을 선정한다.
- (8) 도가니형 유도로에서는 냉재를 용해하여 행하는 냉재소결보다 타용해로에서 용탕을 받아서 행하는 용탕소결을 하도록 한다.

나. 적외선 건조

- (1) 사용목적, 용도에 맞는 건조방식, 노형을 선정한다.
- (2) 건조로의 경우 노벽의 단열, 보온성이 높은 것을 택한다.
- (3) 건조물에 따라서 노의 형식을 선정한다.
- (4) 열분포는 균일하게 한다.
- (5) 적외선 전구는 효율이 높은 반사형을 사용하도록 한다. 반사형은 일반형보다 10% 효율이 높다. 또 근적외선 램프보다 원적외선 히터의 효율이 높다.
- (6) 적외선 전구를 피처리물에 가까이 하면 높은 온도를 얻을 수 있으나 온도를 균일

하게 하기 위해서는 다음과 같이 하도록 한다.

40cm > 조사거리(1.0~1.5×배열간격) > 15cm

- (7) 종래 적외선 램프에 비하여 효율이 좋고 수명이 긴 원적외선 히터를 병용하여 소비전력의 저감과 설비경비의 절감을 기한다.

다. 전기용접기

- (1) 용접기는 아크용접기와 저항용접기 중에서, 종류, 용도에 맞는 용접기, 용접방법을 선정한다.
- (2) 아크용접에서 도체저항을 작게 하기 위해서는 도체의 길이를 짧게해야 하며, 용접기와 용접개소를 될수록 가까이 한다.
- (3) 2차도선, 전원용량 산정에서는 용접효과, 손실, 안정성 등의 측면에서 충분히 배려를 한다.
- (4) 용접기의 전류용량은 소요전력공급에 지장이 없도록 충분히 검토한다.
- (5) 용접기는 역률이 적은 부하이므로 콘덴서 설치에 의한 역률개선이 필요하며, 진상용 콘덴서는 배선의 말단에 설치하는 것보다 기기에 직접 부착하는 것이 좋다.
- (6) 용접기는 대전류, 단속운전의 부하이므로 일반회로의 분리, 전원 및 배선용량의 적정화, 플리커 방지기의 부착 등에 의한 타 부하의 영향을 방지하는 대책이 필요하다.
- (7) 작업의 안정성을 유지하기 위하여 전격 방지장치의 설치 등 용접장치 시설에 충분한 배려가 필요하다.

다음호에 계속됩니다