건축전기설비기술사 문제 해설

김세동 | 두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사
email : kimse@doowon.ac.kr

고효율 유도전동기에 대해서 설명하시오.

☞ 본 문제를 이해하기 위해서는 스스로 문제를 만들고, 답을 써보시오. 그리고, 기억을 오래 가져갈 수 있는 아이디어를 기록한다.

항 목	Key Point 및 확인 사항
가장 중요한 Key Word는 ?	고효율 유도전동기
관련 이론 및 실무 사항	1. 표준 전동기와 고효율 유도전동기는 무엇이 다른가요? 2. 고효율 유도전동기의 특징은 무엇인가요? 3. 왜 고효율인가요? 4. 기존 전동기로 부하상태에 적합하게 가변속운전을 행하여 운전 효율을 높이는 방법도 알고 있나요?

해 설

1. 고효율 유도전동기란?

일반 전동기보다 손실을 20~30% 정도 감소시켜 효율이 4~10% 정도 상승되는 전동기를 말하며, 국내에서는 1996년 1월 KS규격의 효율이 2~3%정도 상승되었고, 1992년 12월 한국산업규격(KSC-4202)에 일반용 저압 3상 유도전동기의 50HP 이하에 대하여 고효율 기준이 신설됨에 따라 표준형과 고효율형으로 이원화하여 운영하고 있다.

2. 전동기를 고효율로 사용하는 방법

1) 고효율전동기 즉, 정격효율 자체가 종래 전동기보다 높게 설계 제작된 전동기를 채택하는 방법

2) 기존 전동기로 부하상태에 적합하게 가변속 운전을 행하여 운전효율을 높이는 경우의 2가지로 구분할 수 있다.

후자인 전동기의 가변속운전은 입력전원의 전압, 주파수를 변화시켜서 운전중 부하변동이 크게 변할 수 있는 Pump, Blower, Fan 등의 부하를 종래의 Damper Control 또는 Valve Control 방식에서 부하의 변동에 따른 가변속 운전을 하여 전동기가 최대의 효율을 낼 수 있도록 하는 전압제어(VV) 또는 인버터제어(VVVF) 방식을 채용하게 된다.

3. 고효율 전동기의 특징

1) 효율의 극대화로 우수한 절전 효과

고등급 및 최소두께의 철심 사용, 철심장의 증대 및 Fill Factor의 증대로 손실을 최소화하여 표준 전동기 대비 약 20~30%의 손실 감소로 수전설비 및 전력소비량을 절약할 수 있다.

2) 낮은 온도상승 및 고절연 재료 사용으로 권선 수명 연장

H 종 절연코일 및 바니쉬 사용, Service Factor (과부하 운전인자) 1.15 채택으로 전동기 온도상승이 낮게 되어 권선의 절연 수명이 연장되었다.

3) 높은 경제성

손실이 적은 절전형으로 표준 전동기보다 제품 비용은 높으나 운전 비용이 낮기 때문에 초기 추가 비용 증가분은 단기간에 회수가능하며, 그 후 운전시간이 길수록 경제성이 뛰어나다.

4) 저소음화

최적 팬(내열성 및 내식성에 우수한 재료 사용) 및 팬카바 설계로 냉각 공기의 흐름을 최적화하여 공명음의 최소화가 가능하다. 슬롯고조파 및 포화고조파를 최소화하여 전자소음을 감소시켜 표준전동기 대비 약 3~8dB 정도 낮다.

5) 적용시 효과가 높은 사용 장소

- 기동율이 높고 연속 운전이 되는 곳
- 정숙 운전이 필요한 곳(저진동, 저소음)
- 고부하시 및 공조용 등 전력소모가 Peak시 사용되는 곳.
- 전원 용량의 여유가 적어 설비 증설이 제한되는 곳
- 전체 소비전력 대비 전동기의 소비전력이 큰 비중을 차지하는 곳
- Pump, Blower, Fan, Conveyor, Compressor, 방직기, 사출기 등

4. 왜 고효율인가?

전동기 효율을 향상시키는 유일한 방법은 전동기 손실을 감소시키는 것이다. 일부 전동기 손실은 주위로 방출되지 못하,고 전동기 내부를 가열하기 때문에 손실 감소는 직접적인 에너지절감 뿐 아니라 공조시스템의 냉각부하를 감소시킬 수 있다.

전동기의 손실에는 크게 철손, 풍손 및 마찰손, 고정자 손실, 회전자 손실, 표류부하손의 5개 주요 요인이 있으며, 각 요인은 전동기 제작자의 설계와 제조과정에 의해서 영향을 받는다. 가령 설계시의 고려사항으로 회전자와 고정자 사이의 공극 크기가 있는데, 큰 공극을 역률을 희생시키는 대신 효율을 극대화하는 경향이 있는 반면 작은 공극은 역률을 상당히 향상시키지만 효율을 약간 떨어뜨린다.

전동기손실은 고정손실과 가변손실로 분류될 수 있으며 고정손실은 전동기에 전원이 공급되기만 하면 발생하며 주어진 전압과 속도에 대해 일정하다. 가변손실은 보통 전동기부하에 따라 증가한다. 철손, 풍손 및 마찰손은 고정손실이고 나머지는 가변손실로 분류할 수 있다.

1) 철손(Core Loss)은 코어재료를 자화하기 위해 요구되는 에너지에 기인하고, 코어에서 흐르는 와전류(Eddy Current)에 의한 손실도 포함된다. 철손은 향상된 투자율의 전기강판(Silicon) 사용과 자속밀도 저감을 위해 코어의 적층길이를 증가함으로써 감소시킬 수 있다. 와전류손실은 더 얇은 강판을 사용함으로써 감소된다. 철손은 고정손실이며, 전체 손실의 15~20% 정도이다.
2) 풍손(Windage Loss)과 마찰손(Friction Loss)은 공기저항과 베어링의 마찰에 기인한다. 공조기기의 설계시 공기흐름, 팬 설계와 베어링 선택에 대한 개선으로서 이런 손실을 감소시킬 수 있다. 고효율 전동기의 손실감소는 냉각 필요량을 감소시켜 전동기 제조자는 감소된 크기의 팬을 사용할 수 있는 잇점이 있다. 풍손과 마찰손은 고정손실이며, 전체 손실의 5~10% 정도이다.
3) 고정자 손실(Stator Loss)은 고정자 권선을 통해 흐르는 전류에 의한 가열로 나타난다. 이 손실은 도체에 흐르는 전류(I)와 저항(R)에 의한 손실로 불린다. 손실은 고정자 슬롯을 수정하거나, 고정자의 권선체적을 감소시킴으로써 줄일 수 있다. 고정자 손실은 가변손실이며 전체 손실의 40~45% 정도이다.
4) 회전자 손실(Rotor Loss)은 회전자 권선에서의 가열로 나타난다. 회전자 손실은 저항을 감소하기 위해 도체(Conductive Bar)나 앤드링 크기를 증가시키거나 전류를 감소시킴으로써 줄일 수 있다. 회전자 손실은 가변손실이며 전체 손실의 20~25% 정도이다.
5) 표류부하손(Stray Load Loss)은 부하전류에 의해 유기되는 누설 자속에 의한 결과이다. 표류부하손은 가변 손실이며 전체 손실의 10~15% 정도이다.

추가 검토 사항

☞ 공학을 잘 하는 사람은 수학적인 사고를 많이 하는 사람이란 것을 잊지 말아야 한다. 본 문제에서 정확하게 이해하지 못하는 것은 관련 문헌을 확인해 보는 습관을 길러야 엔지니어링 사고를 하게 되고, 완벽하게 이해하는 것이 된다는 것을 명심하기 바랍니다. 상기의 문제를 이해하기 위해서는 다음의 사항을 확인바랍니다.

1. 고효율 유도전동기 장려금 지원 사업에 대해서 알고 있나요?

1) 에너지 소비 효율이 개선된 고효율 유도전동기를 일반 소비자가 경제적인 가격으로 구매할 수 있도록 제품 가격에 대해 적정 규모로 장려금을 지원하여 보급을 확대하고 있다.

2) 장려금 지원 대상은 에너지관리공단이고, 효율에너지기자재로 인증하여 마크가 부착된 고효율 유도전동기(3상 교류전압 600V 이하의 0.75~200kW)를 절전 용량 0.5kW 이상으로 신규 설치 또는 교체하는 소비자이다.

참·고·문·헌

1. 신기석, 에너지도 절약하고 장려금도 지급받고, 전기설비, 2002. 12
2. 김세동, 자가용전기설비설계, 동일출판사, 2007
3. 건축전기설비설계기준, 건설교통부, 2005

- 1980년 한양대학교 전기공학과 졸업, 1986년 동대학원 졸업
- 2000년 서울시립대학교 전기전자공학부 대학원 졸업(공학박사)
- 한국전력공사 건설처 근무, 한국건설기술연구원 수석연구원 역임
- 현재 두원공과대학 교수, 건축전기설비기술사
- 당 협회 편수위원, 내선규정전문위원회 위원