

건축전기설비기술사 문제 해설

김세동 | 두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사(kimse@doowon.ac.kr)

문제 마이크로터빈의 분산형전원시스템에 대해서 설명하십시오.

☞ 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?	마이크로터빈
관련 이론 및 실무 사항	1. 마이크로가스터빈의 개념을 알고 있나요? 2. 마이크로가스터빈의 구성과 특징에 대해서 알고 있나요? 3. 타원동기와 마이크로가스터빈과의 차이점에 대해서 알고 있나요? 4. 향후에 마이크로가스터빈 발전 기술의 수요가 크게 증가할 것으로 기대되는데, 어디에 많이 보급되리라 생각하시나요?

해설

1. 마이크로터빈과 분산발전시스템의 개요

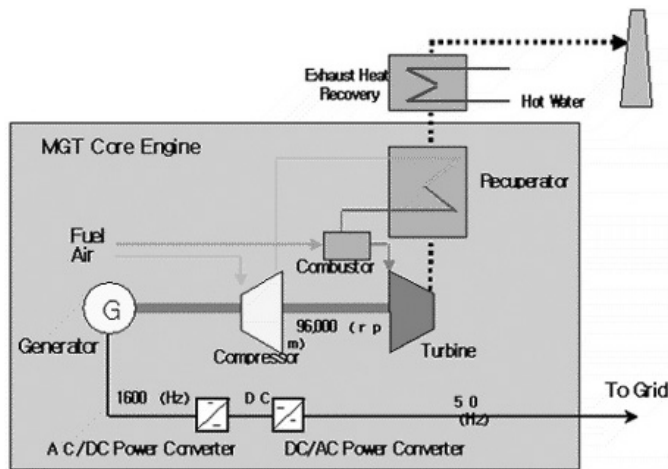
분산발전시스템 중 마이크로터빈을 이용한 발전시스템의 경우 ① 디젤엔진 등 기타 발전원에 비해 공해배출 특성이 우수하고(특히 발생량이 매우 적음), ② LNG 등 청정연료를 사용하여 환경문제에 적극 대응할 수 있으며, ③ 열병합 발전시스템을 운용할 경우 높은 열효율을 실현할 수 있어서 디젤엔진 등 기타 동력원에 비해 에너지 사용 측면에서 매우 유리하며, ④ 단위면적당 출력이 우수하여 입지선정 등의 문제에 유리하여 전력수급 문제에 유연하게 대처할 수 있는 장점이 있다.

마이크로터빈의 출력 규모는 일반적으로 수십 kW에서 수백 kW에 이르며, 최근 비교적 소용량의 분산형 전원으로서 마이크로가스터빈이 주목을 받고 있다. 일반적으로 '마이크로가스터빈' 이라고 하는 것은 가스터빈과 발전기, 제어장치가 하나의 팩키지로 된 출력 100kW 정도 이하의 가스터빈발전시스템을 말한다.

2. 마이크로터빈의 구성과 특징

아래 그림은 마이크로가스터빈의 구성을 나타낸 것이며, 여기에서는 마이크로가스터빈을 중심으로 설명한다.

1) 비윤활 구동을 위한 ‘공기베어링기술’이다. 로터가 회전할 때 스스로의 회전력에 의해 로터와 베어링과의 사이에 공기막을 형성하여 로터를 부상시킨다는 것이다. 이렇게 되면 종전의 윤활유방식의 베어링에 필요하던 윤활유계통을 생략할 수 있기 때문에 장치가 간단해지고, 오일의 보급, 교환 등의 정기적인 유지보수가 불필요하다는 장점이 있다.



마이크로가스터빈 발전시스템 구성도

2) ‘인버터기술’을 활용하여 감속기를 생략하고 있는 점이다. 일반적인 소형 가스터빈발전에서는 발전기를 주파수에 맞춘 특정 회전수로 하기 위하여 발전기와 가스터빈 간에 감속기를 설치하고 있는데 반해, 마이크로가스터빈에서는 일부의 예를 제외하고는 1분간에 수만 회전하는 가스터빈의 회전을 직접 발전기에 전달하는 방식을 채택하고 있다. 발전기는 고주파의 교류전력을 발생시키는데 이것을 일단 직류화하고 인버터를 사용하여 60Hz의 교류로 변환시키기 때문에 회전수에 제한을 받지 않는 운전이 가능해진다. 이렇게 함으로써 설비의 구조가 간단해져 더욱 소형화가 가능하다.

3) 최대의 특징은 ‘재생사이클’이라는 시스템을 채용하여 열효율의 향상을 기하고 있는 점이다. 가스터빈의 배기가스는 통상 500℃ 이상의 고온이므로 그대로 방출하면 열손실이 대단히 커지는데, 가스터빈을 사용한 콤팩트사이클 발전에서는 이 배기가스의 열로 증기를 만들어 가스터빈과 증기터빈의 양쪽 힘으로 발전하여 열효율을 높이고 있다.

따라서, 종래의 100kW 이하의 터빈에서는 열효율이 15%(LHV 기준) 정도밖에 안던 것이 재생사이클을 채용함으로써 25~30%로 배 가까이 개선된다.

3. 마이크로터빈과 타원동기와의 코제너레이션 환경 특성 비교

마이크로터빈발전과 가스엔진 및 디젤엔진을 이용한 발전시스템과의 환경적 특성에 대해 비교하면 표 1과 같다. 표 2는 대표적인 마이크로터빈의 규격을 나타낸 것이다.

표 1. 마이크로터빈과 타원동기와의 코제너레이션 환경 특성 비교

항 목	마이크로터빈	가스엔진	디젤엔진	
용 량	30~300kW	15~3,000kW	15~10,000kW	
주요 연료	도시가스, 프로판가스, 등유	도시가스	경유, 등유, 중유	
발전 효율	25~30%	30~35%	32~40%	
종합 효율	70~80%	70~85%	60~80%	
환경성	가스	35ppm(=0%)	200ppm(=0%)	950ppm(=13%)
	가스	<ul style="list-style-type: none"> • 도시가스 및 프로판가스 : 없음 • 등유 : < 1ppm 	없음	250ppm

표 2. 대표적인 마이크로터빈의 규격 비교

항 목	Capstone Turbines(미국)	Honeywell Power Systems(미국)	Turbec (스웨덴)
발전출력(kW)	28	75	100
발전 효율(LHV)[%]	26	28.5	30
기본 구성	1축 인버터	1축 인버터	1축 인버터
터빈 회전수[rpm]	98,000	65,000	70,000
본체 중량[kg]	489	1,540	1,360

4. 향후 방향

한국기계연구원에서는 50kW급 가스터빈의 개발을 수행하였으며, 앞으로 국내에 적합한 계통연계 및 단독운전이 용이하고 원격감시 제어를 기반으로 한 마이크로가스터빈 열병합발전시스템을 개발할 계획이다. 주요 적용처로는 호텔, 병원, 백화점, 사무용빌딩 등 고효율 에너지 건물과 소도시, 벽지 적용을 통한 공익발전사업 및 Landfill Gas를 이용한 폐자원 재활용 발전시범 사업에 적극 활용이 기대된다.

● 추가 검토 사항

☞ 공학을 잘 하는 사람은 수학적 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. 일반적으로 발전기용 원동기는 크게 터빈류와 엔진류로 구분되는데, 화력발전소와 같은 대형발전소에서는 스팀터빈과 같은 터빈류를 사용하며, 소형의 산업용 발전설비에서는 디젤엔진이나 가스엔진과 같은 엔진류를 주로 사용한다. 그 이유는, 터빈은 엔진에 비해 큰 힘을 낼 수 있다는 장점이 있으므로 대형 설비에 적합하고, 엔진은 비록 큰 힘을 낼 수 없지만, 그 효율이 터빈에 비해 상대적으로 높기 때문에 산업용 발전설비에 적합하

기 때문이다. 가스엔진과 가스터빈의 특징을 비교하여 알아두어야 한다.

2. 미국은 1990년대 말부터 에너지성(DOE, Department of Energy) 산하 국립에너지기술연구소를 중심으로 마이크로터빈/연료전지 혼합형 발전시스템 개발사업을 추진하고 있고, 이 사업의 첫 결실로 2000년도 중반 Edison Tech. Solutions(ETS)사에 의해서 Siemens-Westinghouse사의 SOFC형 연료전지와 Ingersoll-Rand사의 마이크로가스터빈으로 구성된 전체 효율 57%를 낼 수 있는 220kW급 제품 개발을 완료하였다. 이 사업은 현재 내구성 시험에 들어갔으며, 장기적인 최종 목표는 효율 80% 이상의 제품 개발을 실현하는 것이라 한다.

[참고문헌]

1. 대한전기협회 홍보처, 마이크로가스터빈의 기초지식, 전기저널
2. 임상규, 허광범, 분산형 발전시스템 기술, 전기신문 제2039호, 2004.12.6
3. 환경조화형 마이크로터빈 발전시스템, 전기저널, 2002. 8



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