

# 유동해석을 통한 친환경 바이오가스 발전기의 열교환기 성능향상 연구

이 희 찬<sup>1)</sup> · 방 호 원<sup>1)</sup> · 유 재 언<sup>1)</sup> · 박 기 영<sup>1)</sup> · 이 성 욱<sup>2)</sup>

국민대학교 자동차공학전공대학원<sup>1)</sup> · 국민대학교 자동차공학과<sup>2)</sup>

## A Study on the Performance Improvement of heat exchangers in Eco-Friendly Biogas Generators through CFD

Huichan Lee<sup>1)</sup> · Hyowon Bang<sup>1)</sup> · Jaean Yoo<sup>1)</sup> · Giyoung Park<sup>1)</sup> · Seangwock Lee<sup>2)</sup>

Graduate School of Automotive Engineering Kookmin University<sup>1)</sup>

, Department of Automotive Engineering Kookmin University<sup>2)</sup>

**Key words** : Biogas Generator(바이오가스 발전기), CFD(전산유체역학), Heat Exchanger(열교환기), Intercooler(인터쿨러), Heat flux(열 플럭스)

\* Corresponding Author, E-mail: energy@kookmin.ac.kr

파리협정, UN 기후정상회의 이후 2050 탄소중립이 글로벌 신 패러다임으로 대두되고 있다. 이에 맞추어 바이오가스발전은 폐기물 처리시설에서 발생하는 메탄가스를 전기에너지로 변환하여 사용하는 탄소 중립의 특징이 있다. 바이오가스는 1Nm<sup>3</sup>당 6kW의 에너지 밀도로, 발전효율 30% 기준 1.8kWh의 전기가 생산된다. 바이오가스 발전 시스템은 전처리장치를 포함하는 가스공급 계통과 발전 및 전력 시스템을 포함하는 전력공급 계통으로 구성된다. 발전기의 에너지원인 바이오가스는 다양한 폐기물이나 음식물 쓰레기에서 발생하는 폐수의 혐기성 소화과정에 발생하며, 바이오가스를 청정연료로 이용하기 위해서 불순물인 이산화탄소, 황화수소 및 실록산, 수분 등을 전처리장치에서 제거·정제과정을 통해 메탄과 최소한의 불순물만을 엔진으로 공급한다. 이러한 바이오가스 특성은 인터쿨러의 부식 문제를 발생시키며, 가동시간 증가에 비례하여 발전효율이 저하된다. 인터쿨러는 엔진에 공급하는 순환기체의 열교환장치로써, 순간 냉각 및 열전달 효율을 증가시키기 위해 구리합금 소재로 제작되지만, 구리의 열전도성은 우수하나 내부식성이 부족하다는 단점이 있다. 결과적으로 인터쿨러 부식은 파이프 내부 막힘 현상 발생과 가스 유동성 저하로 발전 효율 저하 및 고장 등의 문제로 발생하게 된다. 특히, 인터쿨러의 주기적 교체에는 교체 비용과 발전 정지로 인한 손실이 포함된 막대한 비용이 소모된다. 따라서 바이오가스 발전기의 효율과 내구성을 확보하기 위해서는 인터쿨러의 내부식성을 개선하고 냉각효율을 극대화하기 위한 소재 및 설계 변경이 필수적이며, 본 연구에서는 인터쿨러의 소재의 열 전도성, Fin 개수와 간격, 내부 유동공간의 축소, Tube 개수의 증가, Tube 두께, 냉각수 유량에 따른 성능 향상을 ANSYS社의 Fluent 19 소프트웨어를 활용하여 분석하였다. 기존의 가스엔진 인터쿨러 소재를 변경하고, 열교환기 내부 형상을 변화시키며 소재의 낮은 열 전도성을 보완하고 냉각 성능이 향상된 설계안을 제시하였다. 이를 통해 기존 4000시간에서 최대 8000시간으로 유지보수 주기의 증대가 가능하고, 냉각 기능 최적화를 통한 혼합가스와 냉매와의 효율적 순환으로 냉각 효율을 증대시켜 출력 효율 상승이 가능할 것이다.

\*본 연구는 한국환경산업기술원의 미세먼지 사각지대 해소 저감 실증화 사업(과제번호 ARQ202001298003)의 지원과 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 BK21 사업(과제번호 5199990814084)의 지원을 받아 수행된 연구이며, 이에 감사드립니다.



Fig. 1 Biogas power generation process diagram

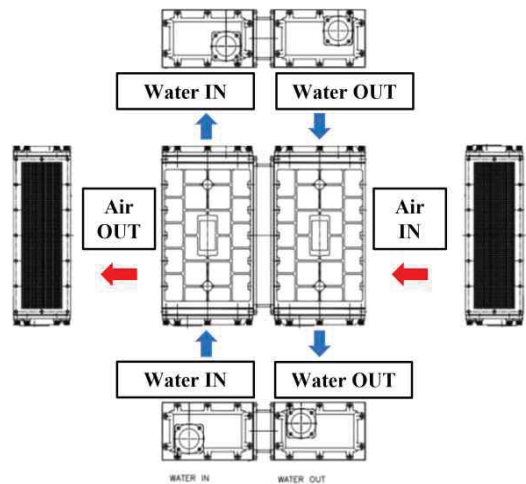


Fig. 2 Design drawing of heat exchanger of biogas generator

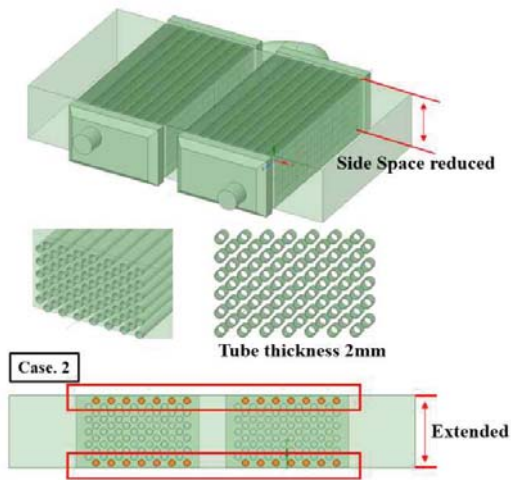


Fig. 3 Optimal design based on analysis results

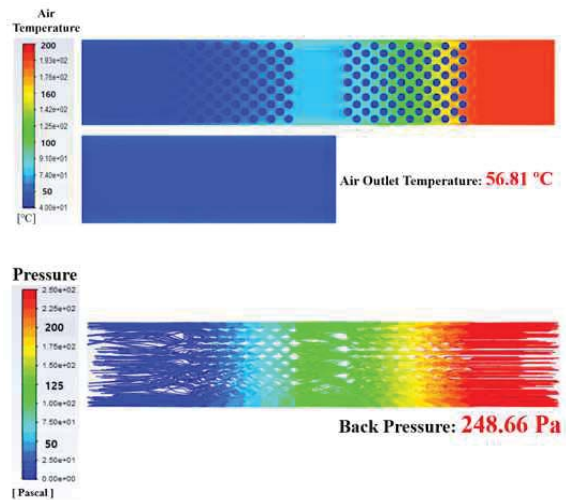


Fig. 4 Temperature distribution in the Optimal design & Back pressure in the Optimal design