

R170/R290 비공비혼합냉매를 적용한 냉열회수용 재기화 시스템의 효율 특성에 관한 연구

이윤호* · 박찬수** · 김현수** · 배철오** · 박영산** · 최부흥***

*, ** 목포해양대학교

A Study on the Efficiency Characteristics of Cold Recovery Re-gasification System for LNG-FSRU according to the R170/R290 Zeotropic Mixture Application

Yoon-Ho Lee^{1*} · Chan-Soo Park^{**} · Hyun-Soo Kim^{**} · Cherl-O Bae^{**} · Young-San Park^{**} · Bu-Hong Choi^{***}

*, ** Mokpo National Maritime University

핵심용어 : 액화천연가스, 재기화 공정, 비공비 냉매, 물분율, 엑서지 분석

Key Words : LNG, Regasification process, Zeotropic mixtures, Mole fraction, Exergy analysis

1. 개요 및 연구목적

최근 재기화 공정을 탑재하고 있는 대표적 설비인 LNG-FSRU(Floating Storage and Re-gasification Unit)에서 LNG 기화시 발생하는 냉열 에너지를 효율적으로 회수하기 위하여 작동유체의 종류나 공정의 추가나 변형 등을 통한 새로운 공정 개발 등 다양한 연구가 진행되고 있다. 하지만 극저온의 LNG와 작동유체가 열교환시 막대한 엑서지 손실을 초래하기 때문에 이를 최소화 할 수 있는 여러 가지 방법 중 작동유체로 단일냉매가 아닌 R170과 R290을 혼합한 비공비 혼합냉매를 적용하는 방법에 대해 연구하였다.

2. 연구방법

본 연구에서는 R170과 R290 혼합냉매를 작동유체로 적용한 ORC 시스템 방식 냉열회수용 재기화 시스템을 공정 설계하였다. 그리고 비공비 혼합냉매의 조성비에 따른 열전달 특성, 에너지, 엑서지를 비교·분석하였다. 또한 재기화 시스템을 구성하고 있는 기기의 자산, 유효수명 등을 기반으로 작동유체의 조성비에 따른 해수 온도별 연간 총 순수입 및 전기생산비를 산출하고, 이 결과를 통해 최적의 조성비를 도출하고자 하였다.

3. 결과 및 고찰

R170과 R290의 조성비에 따른 시스템 효율을 비교한 결과 증발기 출구 온도가 20℃ 이하에서는 R170과 R290의 물분율이 6:4 일 때 가장 높은 순출력, 열효율, 엑서지 효율을 갖았으며, 30℃ 이상 온도가 증가하게 되면 R290을 작동유체로 적용했을 때 가장 높은 효율을 갖았다. R170의 조성비가 80% 이상 차지하면, 증발기 출구 온도가 20℃ 이상 증가 시 효율 증가폭은 점차 감소되는 경향을 나타냈다.

4. 결론

연구 결과 1단 냉열회수용 재기화 시스템에서 R170과 R290의 물분율이 6:4일 때 가장 높은 순출력, 열효율, 엑서지 효율을 갖았으며, 1단의 ORC를 추가한 2단 냉열회수용 재기화 시스템의 경우 R170과 R290의 물분율이 8:2일 때 가장 높은 열효율 및 엑서지 효율을 갖게 되었다. 또한 비공비 혼합냉매를 작동유체로 이용함으로써 엑서지 손실 뿐만 아니라 2단 냉열회수용 재기화 시스템을 적용했을 때 단일냉매인 R290을 적용한 1단 냉열회수용 재기화 시스템 보다 열효율과 엑서지 효율이 각각 0.15%, 0.21% 개선되었음을 확인했다.

* First Author : yhlee@mmu.ac.kr, 061)240-7274

† Corresponding Author : bhchoi@mmu.ac.kr, 061)240-7227