

요 약 문

I. 연구개요

폐냉매의 회수 및 재사용을 통한 탄소배출의 저감과 폐냉매의 재생 사용을 통한 냉동설비의 성능 저하 방지 및 에너지를 절감함으로써 폐냉매 재사용의 타당성을 실험적으로 검증하는 것이 목표.

II. 연구의 필요성 및 목적

오염된 냉매의 무단 방출이 대기환경오염의 원인이 되어 국내외에서 법으로 금지되고 있는 실정. 냉매의 오염으로 인한 냉동시스템의 성능 저하를 막기 위해서는 적절하게 회수 및 정제되어야 하며, 이를 통해 소비에너지 절감효과 및 냉매의 신규 사용에 따른 환경오염을 예방하는 효과가 있음. 냉동설비의 장기간 운영에 따른 냉매 오염은 설비 효율 저하 및 수명 단축, 에너지 소비 증가와 안전사고 등의 문제가 발생할 수 있음. 이에 따라 본 연구과제는 거시적으로는 냉매의 사용 및 규제 현황을 조사하고, 폐냉매의 효율적인 처리 및 활용의 중요성에 대해 강조하고자 함. 이를 위해 미시적으로는 폐냉매의 사용 즉, 냉매의 오염에 따른 냉동시스템의 성능 변화에 대해 실험적으로 분석하고자 함.

III. 연구의 내용 및 범위

냉동기의 운전 중에 냉매가 오염되었을 때의 영향을 수분과 불응축가스의 혼입으로 나누어 조사 후, 실제 냉동기에서 냉매를 오염시켜 시스템에 미치는 영향을 확인. 시스템의 각 지점에서의 온도, 압력 등의 수치를 확인하고 냉각능력 및 에너지소비량 등을 산출하여 냉매오염의 부정적 영향을 나타내고자 함. 아울러 오염된 냉매를 재생하여 재사용 함에 따른 경제적 그리고 환경적 효과에 대한 분석을 더하여 재생냉매 활용의 필요성을 강조하고자 함.

IV. 연구결과

현재의 단계에서는 국제적인 규제와 관련한 국내의 냉매의 사용 실태를 조사하고, 이를 토대로 폐냉매의 활용 실태와 활용 가능성을 조사함. 관련 문헌을 통해 냉동 시스템의 냉매가 오염 원인을 분류하였고, 오염으로 인한 냉동사이클의 현상 및 영향을 정리함. 이를 통해, 실험을 실시할 때의 오염 방법과 예측되는 결과를 정리할 수 있었으며, 조사를 토대로 10HP급 냉매오염 실험용 냉동시스템을 설계하고 제작을 완료함. 오염되지 않은 냉매를 사용하였을 때의 실험을 통해 기준 데이터를 확보하였음. 장치에 공기가 유입되었을 때, 고압측의 압력이 증가한다는 사실을 통해 공기의 유입으로 인해 응축기의 전열 면적이 무효하게 되며 열전달이 불량해지는 것을 확인함. 이로 인해, 압축기의 소요 동력이 증가하고 COP가 감소하는 결과를 보임. 한편, 불응축 가스의 종류 중 공기의 경우 유입시 수분이 함께 냉동장치로 침입할 수 있는데, 이것으로 인한 영향은 실험오차 수준임을 확인함. 현상의 원인으로는 공기와 함께 침입하는 수분의 양이 미량이라는 점과 수액기의 설치에 따라 수분이 팽창밸브를 통과하지 못하고 수액기의 상단에 체류하는 점으로 사료됨. 압축기 오일의 과주입은 또 다른 냉동장치의 오염 요인으로 고려될 수 있음. 오일의 과주입으로 인해 냉매순환량이 감소하였으며 이로 인해 냉각능력당 소비되는 에너지량은 증가하는 결과를 보임. 다만, 압축기 토출가스 온도는 오일의 과주입에 따라 낮아지는 경향이 뚜렷하였는데, 이 결과를 통해 압축기 동력이 절감되었다고 판단하기는 무리가 있음. 압축기 오일이 압축기의 스크롤을 통해 순환하는 양이 상대적으로 많은 경우에는 오일의 흡입 및 토출 엔탈피 차이 만큼의 에너지가 투입되었다고 보는 것이 합리적. 재생냉매의 성분분석 결과 한국산업표준 (KS I 3004)의 기준을 만족하였으며, 해당 재생냉매로 성능실험을 실시한 결과 신품 냉매와 성능의 차이가 없음을 확인함.

상기의 실험 결과를 통해 불응축가스, 압축기 오일의 과다주입에 의한 냉동시스템의 오염은 냉동기의 성능에 영향을 미칠 수 있음을 확인하였고, 오염된 냉매의 회수 및 정제를 통해 초기 성능으로의 회복을 기대할 수 있음을 확인함. 아울러 오염된 냉매를 재생하여 재사용 함에 따른 경제적 그리고 환경적 영향 또한 유의미한 효과가 있어 재생냉매 사용의 필요성이 분명함을 확인.

V. 연구결과의 활용계획

제작된 실험 장치를 이용하여 성능 기준을 위한 기초실험을 진행. 냉매 신품일 때의 성능을 평가한 후 오염된 냉매를 이용하여 실험을 진행하여 성능 저하의 정도를 실험적으로 확인함으로써 냉매의 오염도가 성능에 미치는 영향을 평가. 재생 냉매를 사용하여 냉동기 운전 후 성능 평가를 통해 재생 냉매의 사용에 대한 타당성을 실험적으로 검증. 실험 결과를 토대로 재생냉매 사용의 경제성 및 환경성을 강조하여 재생냉매의 필요성을 강조하는 근거자료로 활용.