

CFC, HCFC, HFC 회수재생냉매의 표준화 연구

(A Study on the Standardization of Reclaimed
CFC, HCFC and HFC Refrigerants)

생물환경과 공업연구소 이석우외
02)509-7251 seekwoo@ats.go.kr

국제적으로 오존층을 보호하기 위하여 CFCs, HCFCs, HFCs 냉매의 생산 및 사용량 감축방침에 따라 냉매 회수 재이용이 가시화되어 국내 관련 산업현장과 단체 등에서 회수재생냉매에 대한 표준화를 요구하고 있다. 국내에서 사용량이 가장 많은 CFC-12, HCFC-22, HFC-134a에 대하여 10개 업체 회수재생냉매 30개 시료의 겔모양, 냄새, 순도, 증발잔분, 산분, 수분, 오일함량, 비응축성분을 시험 분석 평가한 결과를 토대로 품질 규격을 제정하고, 개발한 오일함량 및 비응축성분 시험방법은 ISO TC 86/ SC 8에 국제규격(NWIP)으로 제안하고자 하였다.

1. 서 론

CFC(Chloro Fluoro Carbons)는 1930년대에 유독성의 NH₃, SO₂ 등을 대체하는 냉매로 개발된 dichlorodifluoromethan(CCl₂F₂) 화합물(CFC-12, 이하 R-12)을 의미한다. HCFC(Hydro Chloro Fluoro Carbons)는 1970년대 CFC를 대체하기 위한 과도기적 냉매로 개발된 chlorodifluoromethane(CHClF₂)이라는 화합물(HCFC-22, 이하 R-22)로 명명하며 HFC(Hydro Fluoro Carbons)는 1,1,1,2-Tetrafluoroethane(CF₃CH₂F)라는 화합물(HFC - 134a, 이하 R-134a)로 1980년대 이후로 오존층보호를 목적으로 개발되어 신냉매라는 명칭으로

사용량이 계속 증가하고 있는 물질이다.

일반적으로 CFC, HCFC, HFC 등은 독성이 없고 화학적 안전성 및 열역학적 특성이 우수하고, 인체 무해하고 불연성이며 부식성이 없는 물질로 오랜동안 화학공업, 정밀기기, 전자산업, 식품공업, 유통산업 등의 냉매, 세정제, 발포제, 분사제 등으로 거의 전 산업에 걸쳐 널리 사용되어 왔다.

그러나 1974년 Molina와 Rowland 등이 프레온가스(CFC)가 성층권의 오존층을 파괴한다는 학설을 발표하고 여러 선진국에서 실측을 통하여 이를 확인함에 따라 지구 환경보호를 위해 이들의 생산과 사용을 규제할 목적으로 1985년 "오존층 보호를 위한 비엔나 협약"과 1989년 "오존층 파괴물질에 관한 몬트리올 의정서"를 채택하였다.

HCFC-22는 오존층 파괴지수(ODP)와 지구온난화 지수(GWP)를 가지고 있으며 신냉매인 HFC- 134a는 GWP가 높아 국제적으로 규제 일정을 단축하려 하고 있다.

최근에는 선진국을 중심으로 천연냉매(탄화수소계, 물, CO₂)등의 연구가 꾸준히 진행되고 있으나 미진한 실정으로 기계의 사용년한을 고려할 때 CFC-12는 10년 이상, HCFC-22는 15년, HFC- 134a는 약 20년 이상 사용이 불가피 할 것이다. 이러한 국제적 움직임에 따라 냉매의 생산과 사용량 조절을 위하여 회수재이용이

가시화되어 우리나라는 물론 세계 각 국에서는 냉매 회수 재이용 연구에 많은 지원을 하고 있다. 국내에서도 7500 업체에서 11,000여대 회수재생장치가 사용되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 이러한 국내의 동향에 맞추어 주요 회수 재이용 대상냉매의 품질시험방법과 기준안 작성 및 비응축성분 오일함량 시험방법의 국제규격 제안에 역점을 두어 연구를 진행하였다.

2. 실험

2.1. 시 약 및 기기

본 연구에 사용된 냉매는 표준냉매와 공업용 재생냉매로 분류하여 사용되었으며 표준 R-12, R-22, R-134a 냉매는 미국 ELF Atochem 사의 순도 99.999%를 사용하였으며 공업용 재생냉매는 냉동관련업체 현장에서 재생하여 사용되는 냉매를 수거하여 사용하였다. 기타 시약은 한국산업규격의 시약급을 사용하였다.

분석실험에 사용된 기기는 미국 Hewlett Packard 사의 GC 6890-MS 5973과 GC 5890A를 사용하여 정량 분석하였으며 일반 물성시험은 한국산업규격의 일반 시험방법에 따라 분석하였다.

2.2. 실험방법

본 연구의 실험은 국내에서 사용되는 재생냉매 10여개사 시료를 대상으로 걸모양(외관 검사), 냄새(관능 검사), 순도(기체크로마토 질량분석법), 증발잔분(중량법), 산분(적정법), 수분(갈피셔법), 비응축 성분(기체크로마토그래피법), 오일함량(중량법) 등을 시험하였으며 비응축 성분시험은 기체크로마토그래피에 의해 O₂, N₂, CO, Ar, CO 성분을 분석하는 방법을 자체개발하여 이용하였다. 오일함량은 고비점 구조관을 이용

하여 알루미늄 냄비에서 증발시키는 방법을 개발하여 본 연구에 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 걸모양

걸모양은 10개 사의 30개 전체시료가 무색투명하여 품질에는 영향이 없음을 확인 할 수 있었다.

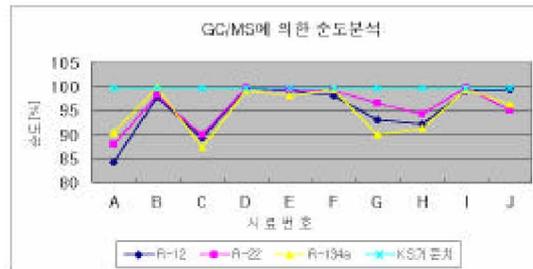
3.2. 냄새

냄새는 정확히 규명하기 어려우나, 10개 사의 30개 시료에서 특이한 다른 냄새가 없었다.

3.3. 순도

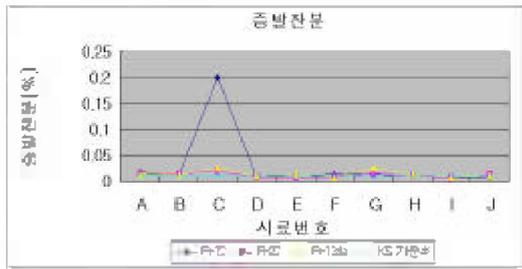
재생냉매의 시료를 10개의 장치업체로 구분하여 30개 시료에 대해 순도를 분석한 결과, 유통되는 새 냉매 순도보다 몇 개 시료가 약간 낮게 나타났다.

유통되는 새 냉매에 대한 순도 기준치는 99.5%이며 재생냉매에 대한 규격(안)의 기준치는 99.0%로 정하여 10개 업체중 5개 업체의 재생냉매 순도가 기준치 이내로 나타났다.



3.4. 증발잔분

증발잔분을 시험한 결과, 잔분량이 0.01%~0.02% 정도의 결과를 얻었다. 이는 새 냉매의 0.01%에 근접하는 것으로 재생냉매의 품질에는 크게 영향을 주지 않으며 대체로 우수한 결과를 나타내었다.



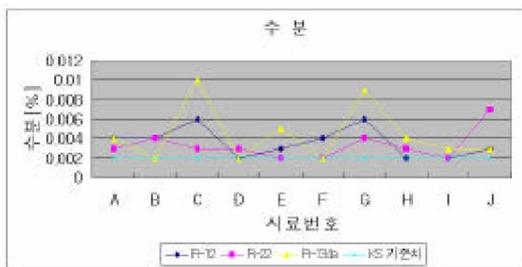
3.5. 산 분

산분 시험결과, 10개 업체 평균값이 R-12는 0.0002% R-22는 0.0002% R-134a는 0.0003%로서, 새 냉매의 산분값보다는 약간 높은 결과를 나타냈으며 장 치업체마다 많은 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다.



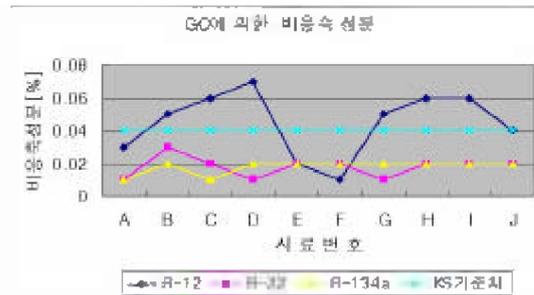
3.6. 수 분

새 냉매 중의 수분은 0.002%이하로 기준이 정해져 있으며, 냉매의 응축과 기화에 많은 영향을 줄 수 있는 항목이 수분이나 10개 업체 재생냉매의 수분함량 변화가 심하여 표준화에 주의가 요구되는 항목임을 실증할 수 있었다.



3.7. 비응축 성분

냉매중 비응축기스는 콤푸레서의 과부하와 안전에 문제가 생길 뿐만 아니라 냉매의 액화와 기화속도에 영향을 주어 냉각효율 저하의 원인이 되므로 재생냉매에서는 비응축성분의 양이 매우 중요하며 실험결과에서 R-12는 0.04% R-22는 0.02% R-134a는 0.02%로 R-12 냉매에서 문제점이 나타났으나 품질기준 설정에는 큰 영향이 없었다.



3.8. 오일함량

오일함량 분석 결과, 평균값이 R-12는 1.52% R-22는 1.54% R-134a는 1.88%로 나타났다. 현장적용 시험 결과 재생냉매를 사용하는 업체에서 오일함량이 1~3%일때도 냉공조 시스템에 문제가 발생하지 않아 회수재생냉매의 품질에 크게 영향을 주지는 않았다.



4. 결 론

본 연구에서 회수 재생냉매의 품질기준을 정하기

위하여 8개 항목에 걸쳐 10개사 30개 시료를 시험 분석한 결과 새 냉매보다는 품질이 다소 낮아졌으나 재 사용에는 큰 문제가 발생하지 않는다는 결론을 얻었다. 시험 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 걸모양 : 전체 30개 시료에서 특별한 이상이 없이 무색투명하였다.
- (2) 냄새 : 냉매 자체의 냄새 이외의 다른 냄새가 없었다.
- (3) 순도 : 순도 분석결과 R-12는 96% 이상, R-22는 97% 이상, R-134a는 96% 이상의 평균값을 얻었으며 99% 이상 순도를 나타내는 것이 5개 업체이었다.
- (4) 증발잔분 : 증발잔분은 0.01~0.02% 정도로 새 냉매의 기준인 0.01%에 근접하는 결과가 나타났다.
- (5) 산분 : 시험결과 평균값이 0.0002~0.0003%로 나타났다. 그러나 업체마다 결과값의 변화가 매우 크게 나타났다.
- (6) 수분 : 수분함량이 0.003~0.005%로 10개 업체시료마다 큰 차이가 나타났다.
- (7) 비응축성분 : 비응축성분은 0.02~0.04%로 나타났으나 10개 업체의 증류방법에 따라 큰 차이가 있었다.
- (8) 오일함량 : 오일함량은 업체마다 큰 차이가 있으나 평균값이 1~15%로 품질에는 크게 영향이 없었다.

5. 연구의 활용방안 및 기대효과

- (1) 연구결과를 이용하여 화수재생냉매에 대한 KS규격을 제정한다.
(예고 고시완료, 예고 고시번호 기술표준원 고시 제 2001-865호)
- (2) 자체개발한 비응축성분, 오일함량 시험방법의 ISO TC86/ SC8에 국제규격화를 제안한다.
- (3) 차후 과도기 산냉매의 품질 시험방법 KS 규격화

자료를 제공한다.

- (4) 국내 7500여 관련 기업에 냉매 품질 시험방법을 지원한다.
- (5) 국내에서 사용되고 있는 9000대 냉매화수 재생장치의 품질향상에 기여한다.
- (6) 화수재생 냉매 KS규격 제정으로 양질 냉매 유통을 유도하여 소비자 불신 및 피해 최소화가 기대된다.

[참 고 문 헌]

1. ARI Standard 700, *Specification for fluorocarbon refrigerants*, (1999)
2. ARI Standard 740, *Refrigerant recovery/recycling equipment*, (1998)
3. 한국산업규격 KS M 1705, 디클로로디플루오로메탄 (1996)
4. 한국산업규격 KS M 1709, 트리클로로모노플루오로메탄 (1996)
5. Phyllis Putter, Protecting the ozone layer and the illegal importation of chlorofluorocarbons (CFCs), (1997)
6. Kuijpers, LJM, Major findings of the IPCC/TEAP joint expert meeting on "options for the limitation of emission of HFCs and PFCs". *The earth technologies forum*, (1999)
7. Thomas J. Bruno., Handbook for the analysis and identification of alternative refrigerants, (1995)
8. Richard Jazmin, Alternative refrigerants, p 1~9 (1997)
9. A. Albouy, J.D. Roux, D. Mouton and J.H. Wu, HCFCs and HFCs Blowing Agents for

XPS Insulation Boards, *International Conference on Ozone Protection Technologies*, p233 (1997)
10. K. Araki, K. Uekada and A. Katata,
Development of High Efficient Foam for

Refrigerator using New HFC Blowing Agents, *International Conference on Ozone Protection Technologies*, p477 (1996)

