

PE19) **주유소에 적용할 수 있는 응축회수장치 개발** **A Development of the Recovery System by Condensation Process for the Gas Station**

정창훈 · 박두열 · 이임학 · 김상진 · 강정걸
주식회사 코아에프엔티

1. 서 론

환경부는 주유소 유증기 회수장치 설치(STAGE II) 의무화와 관련, 시행시기, 시행범위, 기술 현황 및 사례 조사 등에 대한 이해관계자 의견 수렴을 수행한 후, 주유소 STAGE II 도입 근거를 2007년 공포하였으며, 신규시설은 2007년 하반기부터 적용, 기존시설은 주유량 상위 20%는 가능한 조기 시행하는 방안을 마련하였으며, STAGE II 도입을 위한 형식인증 및 사후관리 방안 등에 대한 준비는 회수장치 인증문제, 시설설치 후 정도관리 방안과 주유소 근무 근로자 등의 건강보호를 위하여 벤젠 등 유해물질 노출농도를 제한하는 산업안전보건법 등의 기준을 만족시키기 위한 방안들이 논의 되고 있다.

그러나, 국가경제 상황이 장기적으로 침체되면서, 주유소의 경우 STAGE II 도입제도에서 응축장치 등의 후처리장치 의무적용이 법제화되지 못했을 뿐만 아니라, 현재까지 뚜렷한 방지시설의 개발이나 적용계획이 수립되지 않고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 주유소, 등 소규모 VOC 배출원에 대하여 적용할 수 있는 응축회수장치를 개발하고자 하며, 연구자가 다년간 산업현장에서 축적한 노하우를 기반으로 본과제의 결과물로서 개발한 응축장치를 활용하면 향후 소규모 VOCs 배출원에 대한 오염물질 배출저감정책을 추진할 경우 기술적으로 정책목표를 도달할 수 있는 방안을 제공할 수 있을 것이다.

2. 연구 방법

VOCs 방지장치를 주유소 등에 설치하기 위해서는 환경부 이외의 관련부처 법규에 위반이 되어서는 장차 개발되어도 현장에 설치할 수 없다. 따라서 관련법규에 대한 자료조사 수행 결과를 설계에 반영하여 본 연구의 결과가 시행착오 없이 현장에 설치되도록 개발되어야 한다. 현재 소방방재청 관할의 법규는 소방시설설치유지및안전관리에관한법률, 소방기본법, 위험물안전관리법 등 66가지 법률이 있다. 이 중 위험물안전관리법과 휘발성유기화합물(VOC) 배출방지장치 등의 설치기준 등을 검토하여 본 연구 결과물의 설계에 반영하였다.

응축이라 함은 상의 변화를 이용하여 복합증기로부터 하나 또는 그 이상의 휘발성 화합물을 분리하는 기술이다. 상의 변화는 두 가지 방법으로 구현이 가능하다. i) 상온조건에서 압력을 증가시키는 것과 ii) 상압조건에서 온도를 낮추는 방법이다. 두 가지 방법 모두 대상물질의 상태를 이슬점온도 이하로 낮추어 기체를 액체로 만들어 분리하게 되는데, 이 때, 휘발성이 낮아 이슬점이 높은 물질부터 액화되기 시작한다. 본 연구에서는 위 두 가지 방법 중 저온기법을 채택하였다.

본 연구는 총 3개년 과제 중 1차년도 과제로서 결과물의 적용대상이 주유소의 가솔린 stage I 시설이므로 stage I의 취급대상물질인 가솔린을 본 연구의 적용대상물질로 선정하였다. VOCs 콘텐서는 surface type 과 contact type 등 2가지로 나눌 수 있다. Surface type은 처리가스 직접 접촉이 없는 방식으로 다음 그림과 같이 튜브형 콘덴서를 사용한다. 냉매는 튜브를 통하여 진행하며, 처리대상가스와 냉매가 얇은 금속을 사이에 두고 열교환이 이루어지며, 대상가스의 온도가 낮아지는 원리를 이용한다. 반면 contact type 은 처리대상가스와 냉매가 혼합되어 응축된 VOCs를 선별하는 것으로, 폐기물이 발생하며, 냉매의 재활용이 쉽지 않은 단점 때문에 일반적으로 사용하기에는 부적절한 방법이다. 따라서 본 연구에서는 surface type 의 응축장치를 개발하였다. VOCs를 응축시키기 위한 온도를 결정하기 위해서는 시스템의 열부하를 계산해야 한다. 이는 이상기체법칙에 의한 부분압을 결정하는 방법으로 구할 수 있다.

$$VOCs \text{ partial pressure (outlet)} = 760 \frac{\text{Moles VOCs in outlet stream}}{\text{Moles inlet stream} - \text{Moles VOCs removed}} \quad (\text{식 1})$$

여기서,

$$\text{Moles VOCs in outlet stream} = (\text{Moles VOCs in inlet stream}) (1 - n) \quad (\text{식 2})$$

$$\text{Moles VOCs in inlet stream} = (\text{Moles in inlet stream}) y_{VOC,in} \quad (\text{식 3})$$

$$\text{Moles VOCs removed} = (\text{Moles VOCs in inlet stream}) n \quad (\text{식 4})$$

$$n = \text{removal efficiency of the condenser system (fractional)}$$

$$= \text{Moles VOCs removed} / \text{Moles VOCs in inlet}$$

$$y_{VOC,in} = \text{Volume fraction of VOCs in inlet stream}$$

$$P_{VOC} = 760 \frac{y_{VOC,in}(1 - n)}{1 - y_{VOC,in}(n)} \quad (\text{식 5})$$

참 고 문 헌

- 김상용 (2005) 석유화학 공정에서 올레핀계 off gas 회수를 위한 분리막/냉각응축 복합시스템 개발, 한국생산기술연구원.
- Bay area air quality management district (2005) Best available Control Technology Guidelines.
- USA EPA Control Technology Center (1995) BEYOND VOC RACT CTG REQUIREMENTS.
- EPA Office of Compliance (1998) Protocol for Conducting Environmental Compliance Audits of Treatment, Storage and Disposal Facilities under the Resource Conservation and Recovery Act, EPA-305-B-98-006.
- Office of Air Quality Planning and Standards US Environmental Protection Agency (2000) Petroleum Refinery MACT Standard Guidance(Revised to include Rule Amendments).
- Office of Enforcement and Compliance Assurance Office of Compliance Assessment and Media Programs Division Air, Hazardous Waste and Toxics Branch (2004) Compliance Assistance Tool for Pharmaceutical Production, Pesticide Active Ingredient Production, and Miscellaneous Organic Chemical Manufacturing NESHAP: Comparison of Regulatory Requirements and Case Study Compliance Illustrations for Nondedicated Equipment.