

## 자동 탱크 게이징으로 작업자 안전도 향상

석유 및 가스산업에서는 여전히 수동 탱크 게이징이 흔히 사용되고 있으나, 이는 측정 작업자의 안전을 위태롭게 하고 있다. 2016년 2월, 미국 국립직업안전위생연구소(National Institute for Occupational Safety and Health ; NIOSH) 및 미국 연방직업안전보건국(Occupational Safety and Health Administration ; OSHA)은 공동으로 석유 및 가스 추출 현장에서 수동 탱크 게이징과 유체 견본 채취를 하는 직업자들과 관련된 위험 정보<sup>1)</sup>을 발행하였다. 이 정보는 농축 탄화수소 가스 및 증기로의 노출, 산소 부족 공기로의 노출로 인한 건강 및 안전 위험뿐만 아니라 생산 및 환류 탱크 또는 프로세스 유체를 담고 있는 기타 탱크의 입구가 열렸을 때의 화재 및 폭발을 식별하였다.

정보는 흔히 “시프 입구(Thief hatch)”라고 알려진 탱크 입구가 열렸을 때 어떻게 고농도의 탄화수소 가스 및 증기가 배출되는지를 설명하고 있다. 이 작업을 수행하는 작업자들에게 이러한 노출은 즉각적으로 건강 상태에 영향을 끼치고, 치명상으로 이어질 수 있다. NIOSH 및 OSHA는 2010년에서 2014년 사이에 생산 탱크에서 수동으로 게이징을 하거나 견본을 채취한 작업자들 중 9명의 사상자가 발생했다고 밝혔다. 사망의 일차적 또는 원인이 되는 요소로는 탄화수소 가스와 증기 또는 산소 부족 공기로의 노출이었다.

### 시프 입구가 열리면 무슨 일이 일어나나?

시프 입구가 닫혀 있을 때, 내부의 탄화수소 가스와 증기는 대개 기압보다 높

Christoffer Widahl  
선임 전략 제품 매니저  
에머슨 오토메이션 솔루션즈

은 압력을 갖고 있다. 입구가 열렸을 때, 대부분 프로판 아니면 부탄인 대량의 가스가 분출된다. 이런 가스는 주변 작업 공간의 산소를 대체하고, 근처에 있는 작업자를 질식하게 할 수 있다. 입구가 계속 열려 있게 되면, 더 무거운 탄화수소 분자(펜탄, 헥산, 헵탄)도 탱크에서 작업 공간으로 배출되기 시작한다. 배출 속도는 매우 빠르며, 이들 가스와 증기는 유독하거나 가연성의 농도에 이를 수 있다. 입구가 계속 열린 상태로 탱크 내 가스와 증기는 주변 환경과 평형을 이루며, 배출 속도를 크게 줄이게 된다.

작업자가 탄화수소 가스 및 증기로의 급성 노출을 겪게 되면 눈, 폐 및 중추신경계가 영향을 받는다. NIOSH/OSHA 경고에서는 이런 노출은 심장이 카테콜아민과 같은 스트레스 호르몬에 민감하도록 만들어 비정상적인 리듬 및 심실세동을 유발하여 갑작스런 죽음으로 이어질 수 있다고 명시하고 있다. 또한, 30초 미만의 노출로도 치명적인 심부정맥이 유발될 수 있다고 말한다.

1) NIOSH/OSHA 위험 경고 : 석유 및 가스 추출 현장에서의 자동 탱크 게이징 및 견본 채취와 관련된 작업자의 건강 및 안전 위험, 2016년 2월 발행

### 안전성 향상

오퍼레이터들은 작업자가 탄화수소 가스, 증기 및 가연성 대기로의 노출에 따른 건강 및 안전성과 관련된 위험에 놓이지 않도록 다음과 같이 다양한 대책을 강구할 수 있다.

- 견본채취 탭 및 Thief hatch 지압계로 탱크 고정 등 공학적 제어
- 내연성 옷, 호흡 보호기 및 불투과성 장갑과 같은 보호 장비 사용
- 교육 및 작업 관례 개선

그러나 안전성 향상을 위한 NIOSH/OSHA 권장 목록의 제일 첫 번째 사항은 대안적인 탱크 게이징 및 견본 채취 절차를 적용하여 작업자가 시프 입구를 열지 않고도 탱크 유체 레벨을 모니터링하고, 견본 채취를 할 수 있도록 하는 것이다.

### 자동 탱크 게이징 시스템

자동 탱크 게이징(ATG) 시스템은 탱크 내 다양한 측정을 수행하며(그림 1), 연료 레벨이 너무 높거나 낮은 경우 등 작업이 필요한 경우 오퍼레이터에게 경고한다. 결정적으로, 이런 전자동화 시스템은 작업자가 탱크 위로 올라가서 시프 입구를 열 필요를 제거하기 때문에 큰 안전상의 이점을 제공한다.

비록 서보 또는 수압 계기와 같은 많은 측정 기술이 원 칙적인 레벨 측정을 수행하는데 사용될 수 있지만, 가장

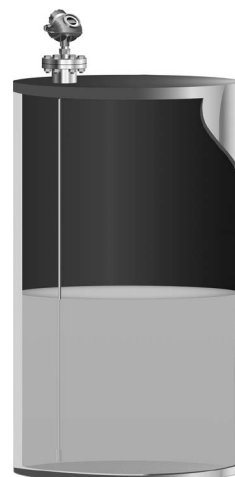


그림 1. 자동 탱크 게이징 시스템은 작업자에게 치명적인 잠재적 위험을 예방하고, 흔히 수동 측정보다 뛰어난 정확성을 제공한다.



그림 2. 유도파 레이더 계기는 저장 탱크 내 물과 석유 사이의 계면층을 탐지하고 측정할 수 있다.

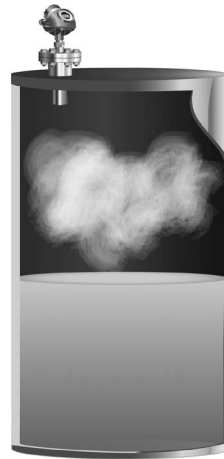


그림 3. 레이더 레벨 계기는 석유 저장 탱크에서 주로 찾을 수 있는 전형적인 어플리케이션 문제 (무거운 증기, 거품 등)의 영향을 받지 않는다.

일반적인 방법은 레이더 기술이다. 에머슨의 Rosemount 5300과 같은 유도파 레이더 계기(그림 2), 무선 Rosemount 3308 또는 Rosemount 5400과 같은 비접촉 레이더(그림 3)는 온도, 압력, 밀도, 난류 등 프로세스 상태에 의해 크게 영향을 받지 않는 매우 정확하고 신뢰할 수 있는 레벨 측정값을 제공한다. 유도파 레이더는 또한 인터페이스 레벨 측정의 이점을 제공하여 탱크 내 물 및 석유 레벨을 결정할 수 있다.

레벨 측정을 위한 유도파 및 비접촉 레이더 외에 ATG 시스템도 온도 트랜스미터를 포함하고 있다(그림 4). 웰 패드 상에서 유선 트랜스미터는 원격 단말 장치(RTU)와 직접적으로 통신하거나 무선 게이트웨이가 다수의 무선 장치로부터 측정값을 수집하여 RTU와 통신하고, 그 후 RTU는 멀리 떨어진 곳에 위치할 수 있는 제어실과 통신한다. 오퍼레이터들은 모니터링 소프트웨어를 통해서 쉽고 효율적으로 레벨 및 용량 측정값을 관찰하고 확인할 수 있다.

## 발전 중인 규정 및 표준

자동 탱크 게이징은 NIOSH/OSHA 권장사항에 따라 현장에 있는 작업자의 안전을 보호하고, 시프 입구를 닫아 놓기 위해서 실행 가능한 옵션이다. 그러나 수동 게이징의 위험이 잘 알려진 것에 반해, 규정 및 표준은 이전의 기술에 맞춰 업데이트되지 않았다. 표준의 격차에 따라, 소형 탱크와 관련된 상거래용 어플리케이션을 위한 유일한 선택권은 수동 게이징 밖에 없다.

최근까지는 소규모 생산 탱크(1,000bbl 이하)의 비용 효율적인 자동 탱크 게이징을 지원하는 표준이 없었으며, 미국석유협회(API) 표준 API MPMS 18.1만이 상거래용을 위한 수동 게이징을 지원했으며, API MPMS 3.18은 1,000bbl이 넘는 재고 저장 탱크 내 상거래용 자동 탱크 게이징을 다루었다. API MPMS 3.1B에 따르면, 상거래용 레벨 계기는 비용이 너무 많이 들어가기 때문에 소규모 생산 탱크의 경우 실행 불가능한 선택권

이다. 최근 새로운 표준이 발행되면서 앞으로 탱크 게이징이 수행되는 방식에 큰 영향을 미칠 것으로 보인다.

### API MPMS 18.2 표준

2016년 7월 1일에 발행된 새로운 API MPMS 18.2 표준<sup>2)</sup>은 자동 탱크 게이징이 생산 탱크의 상거래용에 사용될 수 있다. API MPMS 18.2의 정확성 요구사항은 레벨 모니터링, 과충전 예방 및 트럭 일정 관리를 위해 오랫동안 사용되어 왔던 많은 어플리케이션 내 필드에 설치된 수천 개의 레이더 계기와 연관이 있다. 기존의 레벨 레이더 계기를 사용하는 오퍼레이터들은 즉시 새로운 표준을 도입하여 계기의 정확성을 입증할 수 있는 한 상거래용을 위한 기존의 유닛에 의존할 수 있다.

2) 석유 측정표준 API 매뉴얼, 제18.2장, 2016년 7월 1일 발행

모든 상거래용 계기와 마찬가지로, 레이더 레벨 계기의 정확성은 주기적으로 검증되어야 한다. 레이더 정확성의 검증은 수 분 내에 완료될 수 있으며, 시프 해치를 열거나 제품을 이동할 필요가 없다.



그림 4. 상거래용에 사용되는 자동 게이징 시스템은 밀도 계산을 위한 자동화 온도 측정을 포함한다.

### 온도 견본 채취

상거래용 어플리케이션의 경우, 연료의 질량이 수립되어야 하며, 이 계산의 경우 레벨 및 평균 온도가 정확하게 측정될 필요가 있다. 레벨 측정과 같이 이전에는 온도의 견본도 수동으로 채취해야 했다. 그러나 API MPMS 18.2는 임대 탱크로부터 트럭으로 원유를 이송 시 탱크의 시프 입구에 직접 접근하지 않고도 온도 견본채취를 할 수 있는 것에 대한 기준도 포함하고 있으며, 그렇기 때문에 탱크로부터 작업자의 거리를 유지하여 안전성을 높일 수 있다.

### 결론

오퍼레이터들은 생산 탱크와 관련된 상거래용 어플리케이션에서 자동 탱크 게이징을 사용할 수 있다. 새로운 API MPMS 18.2 표준을 따를 뿐만 아니라 작업자의 안전성을 높이기 위한 NIOSH/OSHA 권장사항을 따를 수 있기 때문이다.

자동 탱크 게이징을 사용하면 다음과 같은 이유로 효율성이 증가한다.

- 충전 및 배출 전후로 수동 게이징이 필요 없다.
- 시프 입구가 항상 닫혀있기 때문에 배출이 적다.
- 작업자가 현장에 남아 탄화수소 화학물질에 노출되지 않도록 하는 것으로 수동 게이징과 관련된 작업자 사고와 사망을 예방할 수 있다.

이런 기술, 산업 표준 관례 및 정부 규제 안전 규정의 조합으로 작업 성능, 환경적 고려사항 및 작업자의 안전이 함께 발전하는 유익한 상황으로 나아갈 수 있을 것이다.