



유독성 대기 물질 모니터링

유해 대기 오염 물질(HAPs) 이라고도 알려진 유독성 대기 물질에 노출되면 건강에 심각한 위험을 초래하여 폐 질환, 선천적 결함 및 암이 발생할 수 있습니다. 이런 HAPs 화합물의 주요 배출원으로는 각종 화학 공장, 석유 정제소 및 발전소 등이 있으며, HAPs는 반도체 및 의약품 제조 시설 인근에서 검출되는 경우도 있습니다.

유해 대기 오염 물질이 검출된 사업장의 임직원은 발생원과의 근접성으로 인해 인근 주민에 비해 더 큰 건강 문제를 겪을 수 있습니다. 또한, 오염 물질의 수준은 실외보다 실내에서 훨씬 더 높게 나타나는 경향이 있습니다. 근로자의 건강과 안전을 위한 법률이 존재하는 것은 사실이나, 실내 공기질은 간과되어 다루어지지 않는 경우가 많습니다.

유독성 대기 모니터링과 당면 과제

주변 대기의 독성을 모니터링하기 위해서는 우선, 다양한 종류의 화합물을 측정할 수 있는 분석 기술이 필요합니다. 이때, 분석에 사용할 기술은 허용 노출 한계(PEL; 화합물에 따라 ppmv - pptv 농도 사용)를 넘지 않는 수준에서 필요한 화합물을 측정할 수 있을 만큼 감도가 높아야 합니다. 유독성 대기 성분을 분석할 때에는 또한 유해 대기 오염 물질을 ppmv나 백분율 수준으로 측정하거나 미량 유해 대기 오염 물질을 검출할 때, 대기 중 가스(CO_2 , H_2O , CH_4)의 교차 간섭에 영향을 받지 않는 기술을 사용해야 합니다.

솔루션

Thermo Scientific™ MAX-iAQ™ 대기질 모니터링 시스템은 대기 중에 퍼져 있는 수백 여 개의 대기 오염 물질을 동시에 측정할 수 있는 솔루션으로, 최대 150m(500피트) 떨어진 곳에서 20개 위치를 순차적으로 모니터링할 수 있는 샘플 멀티플렉서가 포함되어 있습니다. MAX-iAQ 시스템은 수분, 메탄, 이산화탄소로 인해 발생할 수 있는 분석 편향을 없애 주는 MAX-OXT 열 산화 모듈(특히 출원 중)과 함께 사용할 경우, 유해 대기 오염 물질 측정 값의 정확도와 신뢰성을 대폭 개선할 수 있습니다.

더불어, MAX-iAQ 시스템은 DTGS 디텍터(전체 중적외선 스펙트럼 범위($500\text{-}5,000\text{cm}^{-1}$)를 모니터링 하는 동시에 측정 값을 백분율(%)이나 한 자릿수 ppb 단위로 제공)가 설치된 최첨단 Thermo Scientific™ MAX-iR™ FTIR 가스 분석기와 함께 사용됩니다.

기존의 가스 크로마토그래피(GC) 기반 솔루션과 달리, MAX-iR 분석기는 공장에서 교정되며, 최소한의 유지 관리만으로도(유지 관리가 필요 없는 경우도 있음) 10년 동안 작동하도록 설계되었습니다.

옵션으로 추가로 감도를 높여줄 수 있는 Thermo Scientific™ StarBoost™ 기술까지 더할 경우, MAX-iR 분석기와 FTIR 가스 분석을 통해 최소 100 ppt 까지 유해 대기 오염 물질(HAPs)을 감지할 수 있습니다.



실험 사례

각종 대기 중 독성 물질을 동시에 측정하는 MAX-iAQ 시스템의 기능을 평가하기 위해 실험실의 주변 공기를 1시간 동안 15초 간격으로 지속적으로 측정하였습니다. 분석 알고리즘을 이용해 모니터링한 화합물은 관련 내용이 표 1에 정리되어 있습니다. 각 화합물의 최소 검출 한계(MDL)는 1시간 데이터 기준 표준 편차의 3배로 산출되었습니다. 이렇게 산출한 MDL은 가능한 경우, 현재 공시되어 있는 NIOSH 허용 노출 한계(PEL)과 비교하였습니다. 대부분의 경우, MDL은 공시된 PEL보다 훨씬 낮은 것으로 나타났는데, 이는 MAX-iR 분석기가 대응 조치를 위해 필요한 임계값을 전후로 요구되는 정밀도 성능을 충족하거나 그 이상이라는 것을 의미합니다.

결론

MAX-iAQ는 대기 중의 수많은 공기 독성 물질을 동시에 측정할 수 있는 빠르고 민감한 분석 시스템입니다. 대부분의 독성 화합물에 대한 MDL은 0.1ppm 미만입니다. 최소 임계값이 50ppb로 낮은 아르신의 경우, MAX-iAQ 시스템은 최저 3ppb까지 감지할 수 있습니다. 멀티플렉서 채널당 일반적인 측정 시간이 15~30초인 MAX-iAQ 시스템은 단 10분 이내에 20개 샘플 위치 모두에 대한 결과를 제공할 수 있습니다. 빠른 속도 덕분에 화학 공장을 비롯해 각종 사업장의 임직원은 HAP 농도 상승 시, 해당 사실을 즉시 알아차릴 수 있으며, 상세한 기록 데이터는 각각의 시설이 정보에 입각한 의사 결정을 내려 HAP에 대한 작업장 노출을 최소화하는 데 큰 도움을 줍니다.

화합물	NIOSH 허용 노출 한계(PEL) (ppm)	MAX-iR MDL (ppm)
1,2,4-트리클로로벤젠	5*	0.014
1-메톡시-2-프로판올	100	0.011
아세트알데히드	200	0.051
아세트산	10	0.020
아세톤	1000	0.033
암모니아	50	0.020
아르신	0.05	0.003
일산화탄소	50	0.030
사이클로헥산	50	0.007
데카메틸테트라실록산	-	0.003
다이보레인	0.1	0.014
에탄올	1000	0.110
에틸 아세테이트	400	0.004
에틸렌 글리콜	50	0.051
산화 에틸렌	1	0.030
포름알데히드	0.75	0.030
포름산	5	0.010
헥사메틸디실록산	-	0.005
염화수소	0.3	0.020
불화수소	3	0.005
브롬화수소	3	0.120
이소프로판올	400	0.020
삼불화질소	10	0.006
o-자일렌	100	0.025
오존	0.1	0.140
PGMEA	100*	0.005
포스핀	0.3	0.076
프로필렌 글리콜	-	0.082
R116 헥사플루오로에탄	-	0.001
R14 테트라플루오로메탄	-	0.001
실레인	5	0.003
톨루엔	200	0.030

* 제한 상태 ** CAL PEL

표 1. MDL 평가 및 NIOSH PEL 수준과 비교

더 자세한 정보는 thermofisher.com/max-ir 에서 확인하세요

thermo scientific

Thermo Fisher Scientific 써모피셔사이언티픽코리아 주식회사
서울시 강남구 광평로 281 수서 오피스빌딩 10층, 06349 | 대표번호 : 1661-9555

연구 용도 전용. 진단 목적으로 사용 금지. 인증 현황 정보는 홈페이지(thermofisher.com/certifications)에서 확인하세요.
© 2023 Thermo Fisher Scientific Inc. 불허복제. 모든 상표는 별도 명시되어 있지 않는 한 Thermo Fisher Scientific과 그 자회사의 소유 자산입니다.
AN53610_E 06/22M