

원자력 공기정화기 현장 보수 점검에 따른 고찰

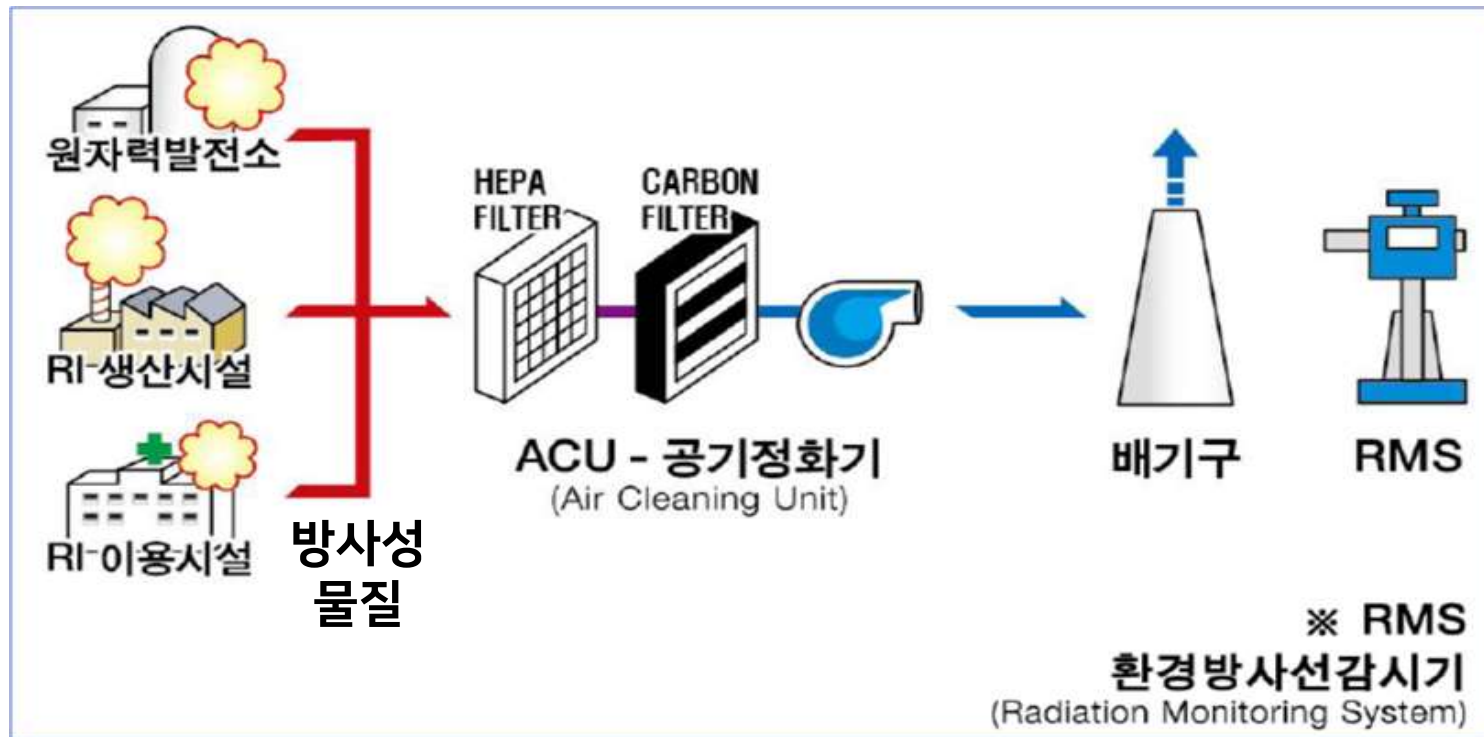
발표자 : 강 현 욱 (한국필터시험원)



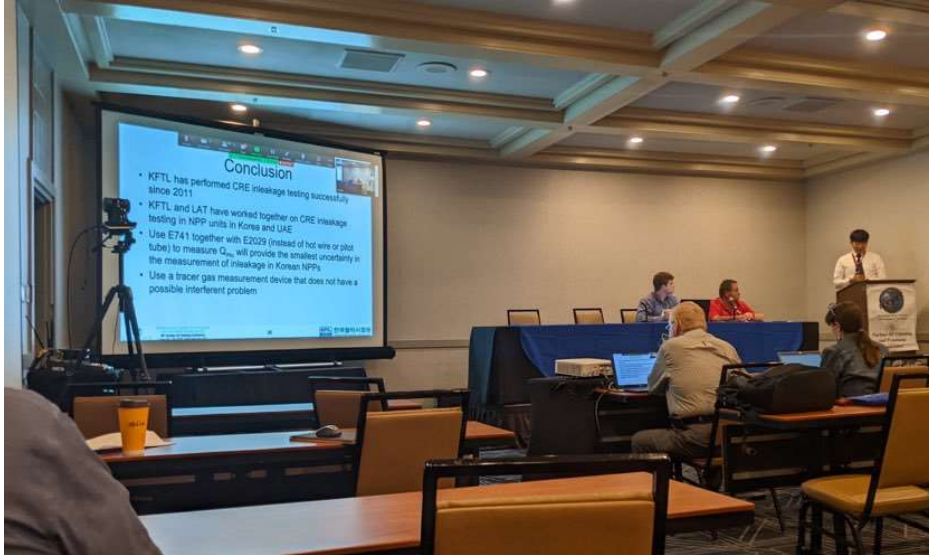
본 자료는 한국필터시험원 자료이므로 허가없이 사용하거나 복사 및 외부 유출을 금지함

원자력 공기정화기

원자력 이용시설에서 발생하는 방사성 물질을 제거하도록 설계한 시스템.



미국 원자력 공기정화기술 동향




36th International Nuclear Air Cleaning Conference
Sheraton Hotel Salt Lake City, Utah
June 27 – 29, 2022
AGENDA



미국 원자력 공기정화기술 동향

Need for Fire and Water Tolerant HEPA Filters



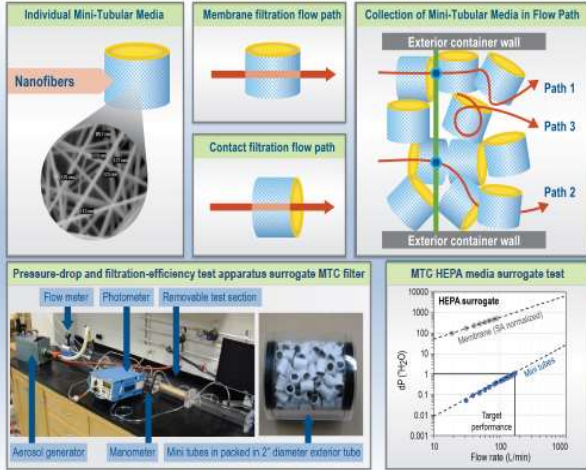
- Defense Nuclear Facilities Safety Board previously highlighted need for HEPA filter R&D
- Fire and water damage to filters has been a problem in the past and has, for example, resulted in expensive installation, monitoring, and maintenance of fire suppression systems to protect HEPA filters

Limits of Current HEPA Filter Technology



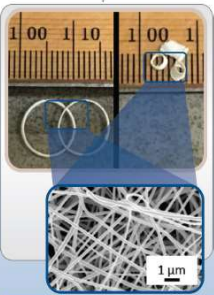
- Polymers in filter (binders and seals) are susceptible to thermal and water damage
- Filter media susceptible to water and corrosion
- Metal separators are susceptible to corrosion

Mini-Tubular Ceramic (MTC) Filter Concept




- Fabrication of mini-tubular filter media circumvents primary process challenges (scaling and shrinkage during thermal conversion)
- A collection of MTC media in tubular containment can be implemented into existing filter designs
- Randomized orientation of the MTCs creates local pressure gradients that mix the flow stream
- Tests on a MTC proof-of-concept filter media demonstrated reduced pressure drop through the filter compared to flowing directly through a membrane

MTC Filter Media

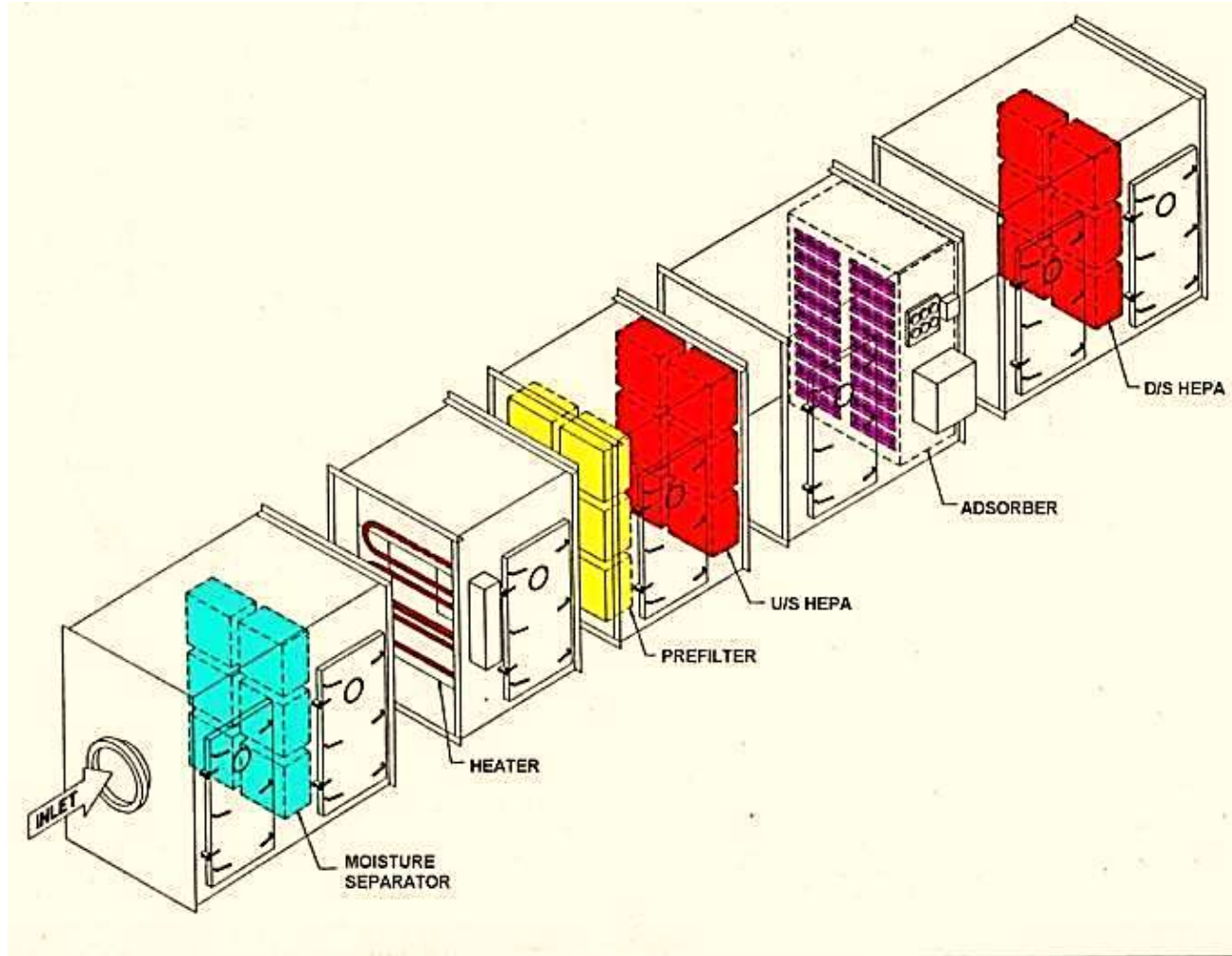


- Fibrous sheets can be formed into more robust macro structures like miniature rings or tubes
- Self-supported geometries enable shrinkage during thermal conversion without mechanical constraint



참고 : Lawrence Livermore National Laboratory, (2022 ISNATT)

원자력 공기정화기 구성



원자력 공기정화기 관련 code

- 국내 원자력 시설의 공기정화기(헤파필터, 하우징, 활성탄 등)는 제작 당시 ASME AG-1 또는 KEPIC MHB 를 따라 재료, 설계, 제작, 시험/검사, 포장, 운송 등을 수행해야함
- 공기정화기는 설치 후 주기적으로 시험/검사하여야 하며, 해당 시험방법 및 주기는 ASME N510 / N511을 따름
- 특히, 공기정화기의 여과부분에 있어서 핵심부품인 헤파필터와 활성탄 필터의 경우 2년 주기로 현장 누설 시험을 진행하여야 하며, 이벤트 발생시(필터 손상 및 교체시, 페인트 작업등 진행되는 경우) 시험 후 그 성능을 입증하여야 함

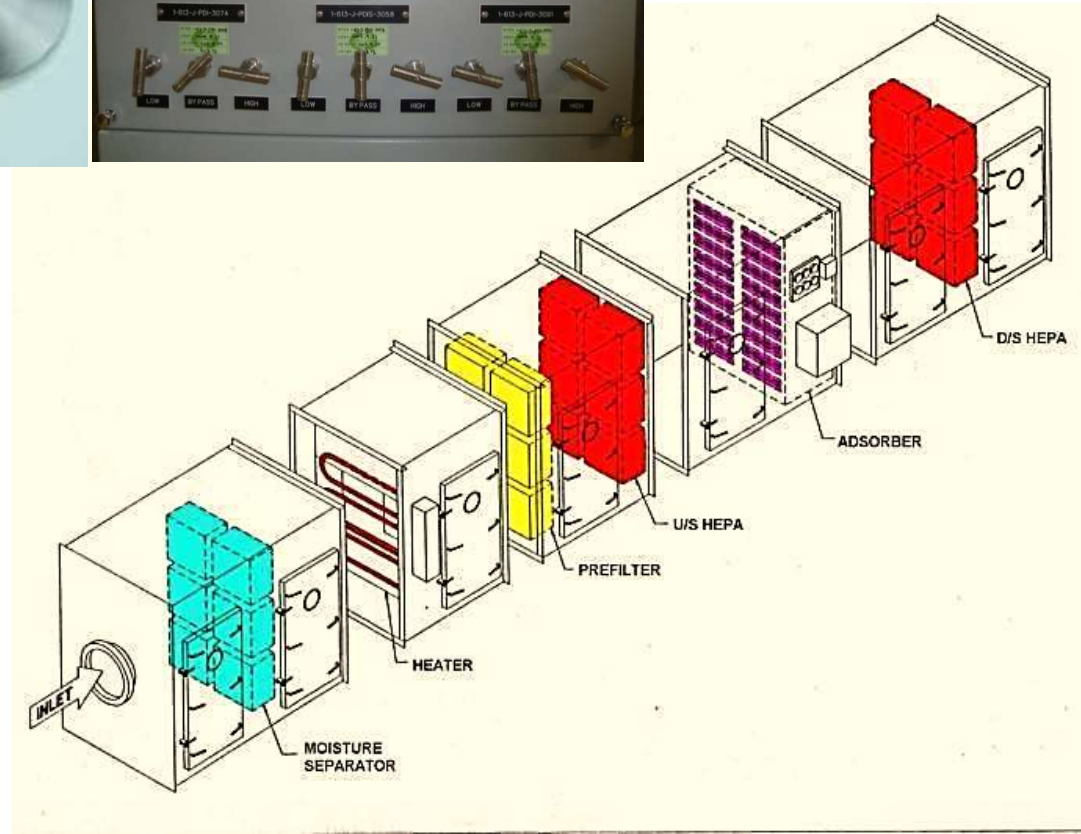
원자력 공기정화기 인수시험/정기시험



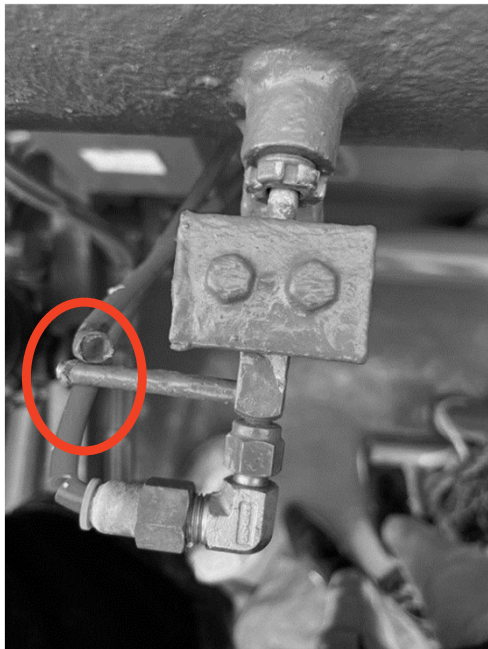
인수시험 :
KEPIC MHD TA
ASME AG-1 TA or N509

정기시험 :
ASME N510 또는 N511

공기정화기 정기시험 후 2년간 유지관리는?



Maintenance 부적합 사례

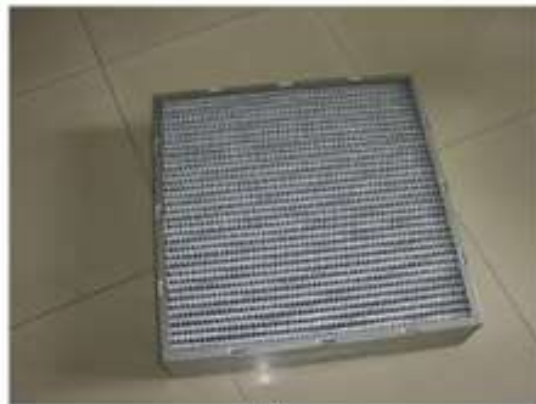


PE 계열 유량 차압계 관 부식으로 인한 절단

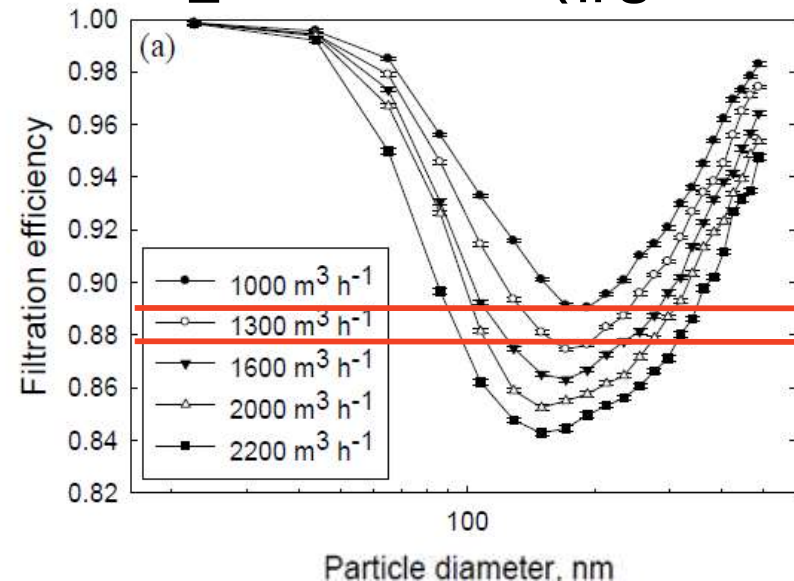
한국필터시험원
유지보수를 통한 교체 완료

공기정화기 대표유량 확인 불가 →
기준 : 정격유량 $\pm 10\%$ 확인불가
(ASME N510 기준)

올바른 정격유량에서 공기정화기가 가동되는지
확인 불가!

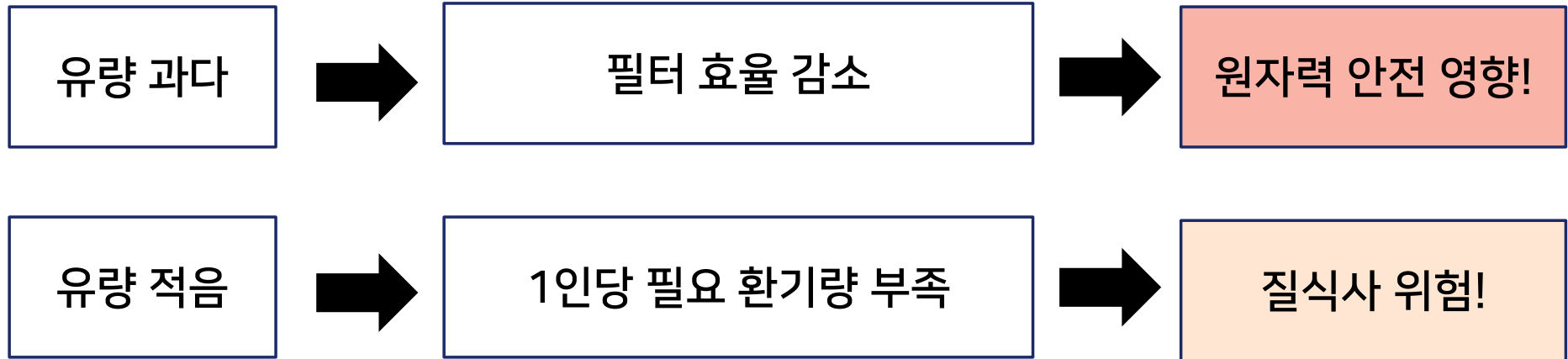


효율 90% → 88% (유량 10% 증가)



참고 : Investigation of the Performance of Airliner Cabin Air Filters throughout Lifetime Usage, Aerosol and Air Quality Research, 2013

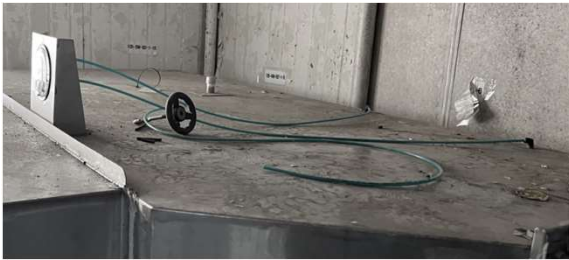
Maintenance 부적합 사례



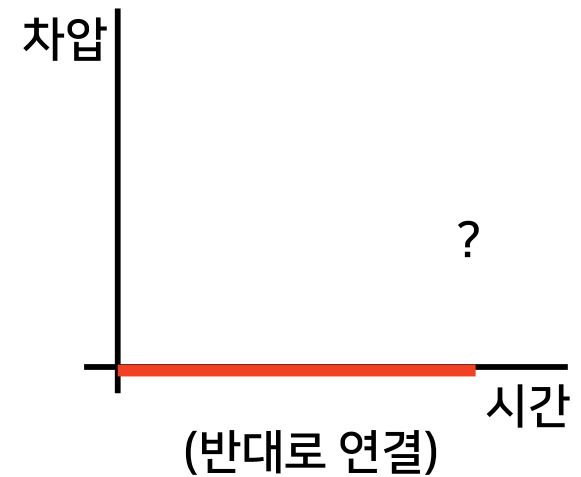
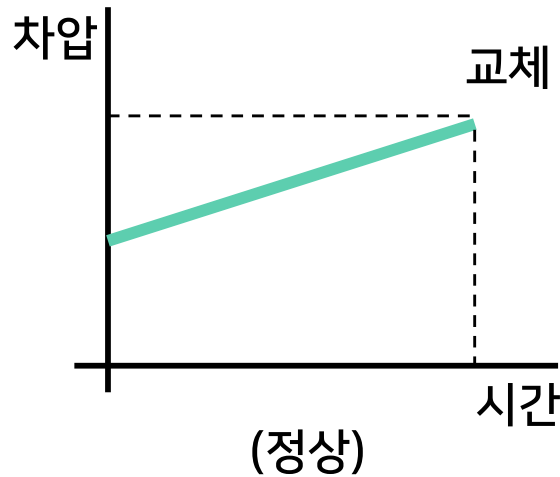
적합한 유량이 공급되어야 함!
(정격 유량 \pm 10 %)

Maintenance 부적합 사례

필터 차압연결 반대로



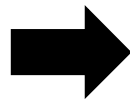
한국필터시험원
유지보수를 통한 교체
완료



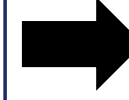
전제조건 : 필터 정상

오류 1

현재차압 < 2*초기차압



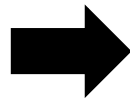
필터 교체 필요 없이
정상으로 인식



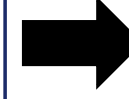
향후, 필터 손상일
경우 큰 문제 발생

오류 2

필터 손상,
차압 0



필터 교체해야 되는 것으로
인식

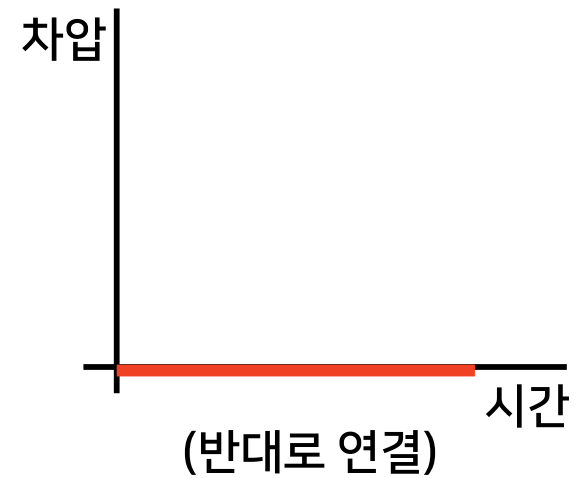
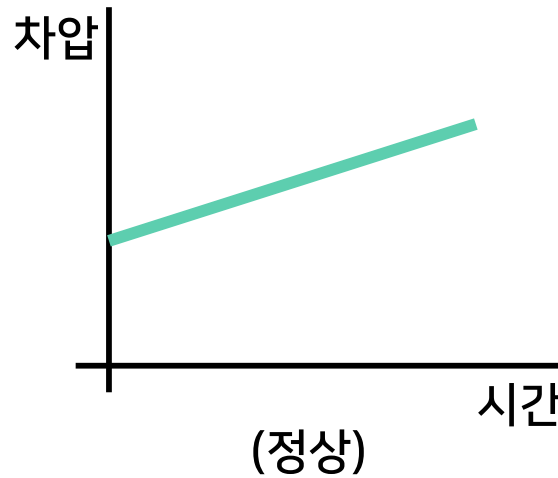


불필요한
비용 지출!

Maintenance 부적합 사례



차압계 관 노후화 또는 찢어짐 발생



이전과 동일

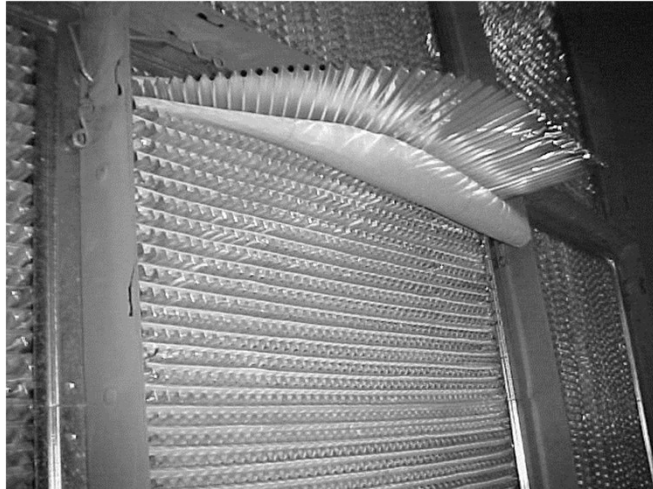


원자력 안전 위협

Maintenance 부적합 사례



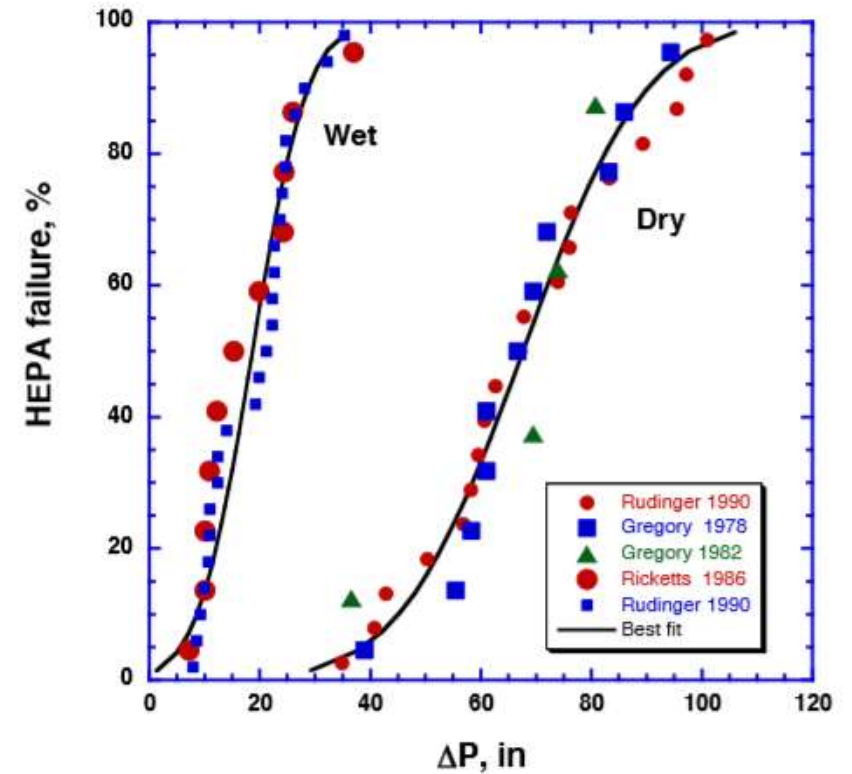
Maintenance 부적합 사례



Maintenance 부적합 사례



HEPA 필터
(습도, 수분 피할것)
A/C 필터
(수분 피할것)



결론

- 원자력 공기정화기 HEPA 필터/활성탄 बैं크 시험은 필터 교체 시 또는 2년 마다 정기시험을 공인검사기관에서 수행하여야 함
- 인수/정기시험 뿐만 아니라 주기적인 필터의 관리를 위하여 정기적인 maintenance(육안검사, 차압관리)가 필수적임
- 작업자 안전상 최소한의 장비 (유량지시계, 차압지시계) 구비가 필요함
- 필터의 정기적인 maintenance를 위한 차압계/세관/필터(육안) 관리에 있어서 주의깊은 관심이 필요하며 주기적인 유지관리방안이 필요함



Thank You

NAME : Hyunuk-Kang

MOBILE : +82-10-2934-6002

E-MAIL : kanghw1014@kftl.re.kr