

KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER CO., LTD

# 주급수 제어밸브(Economizer) 개도 감소 조치 경험사례

2026. 6.

고리3발전소 화학기술부 차장 정영훈

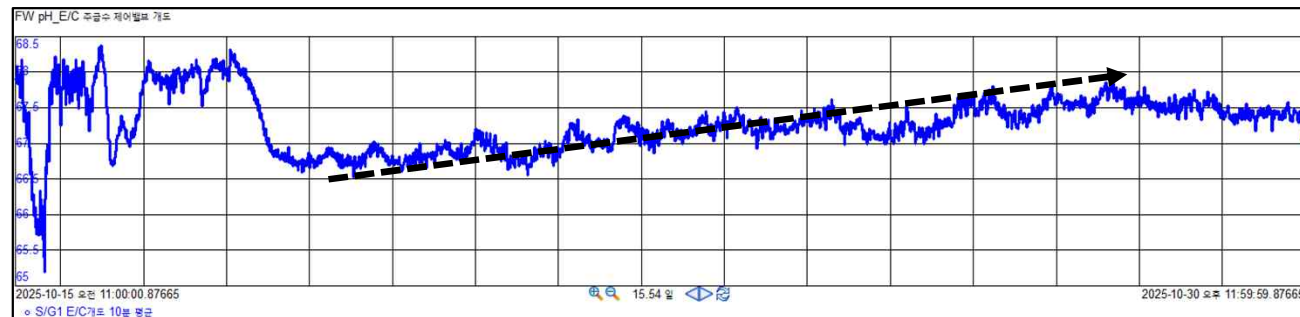


# 01 개요

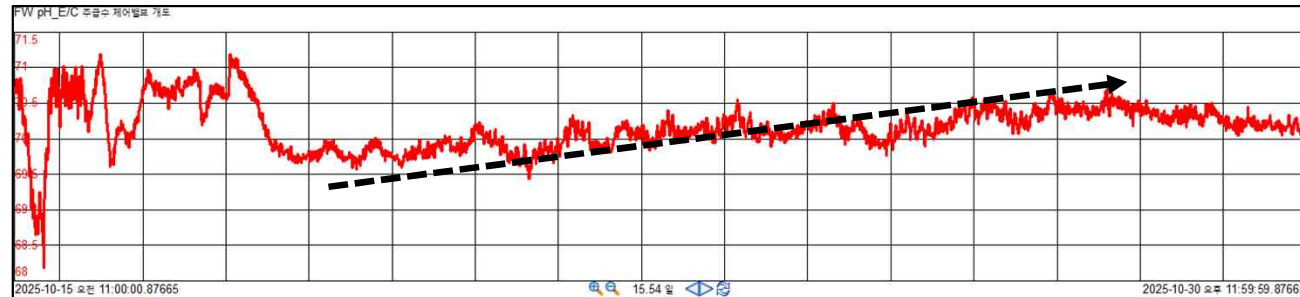
## ❖ 배경 및 목적

- **(배경)** 1호기 원자로 출력 100% 도달(2025.10.15) 후 증기발생기 Economizer 막힘현상 추정에 의한 점진적인 개도 증가 확인  
(SG1: 66.8% → 67.3%, ▲ 0.5%p / SG2: 69.8% → 70%, ▲ 0.2%p)
- **(목적)** 개도 증가 개선을 위한 타발전소 사례 검토 및 조치계획 수립 및 수행

SG1



SG2



## 02 현황

### ❖ 현황

○ (계통현황) 1호기 9&10주기 전출력 운전 이후 동일 시점 비교

구분		9 주기 운전	10 주기 운전	변화량
		출력 100 % D+12	출력 100 % D+12	
ECO 개도	SG1	64.0%	67.3%	▲ 3.3%p
	SG2	67.5%	70%	▲ 2.5%p
DC 유량	SG1	335t/h → 332t/h	364t/h → 360t/h	▲ 28t/h
	SG2	350t/h → 347t/h	377.5t/h → 379t/h	▲ 32t/h

- (ECO) DISK STACK 유로 막힘 증상으로 개도 상승 판단
- (DC 유량) 전주기 대비 높게 유지하고 있었고, 유량의 변화가 미미함

**전 주기 대비 Economizer 개도 높게 시작한 점에 착안**

## 02 현황

### ❖ 현황

○ (화학변수) 부식 산화물 최소화를 위해 pH와 N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 9주기 대비 높게 유지

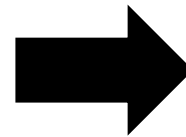
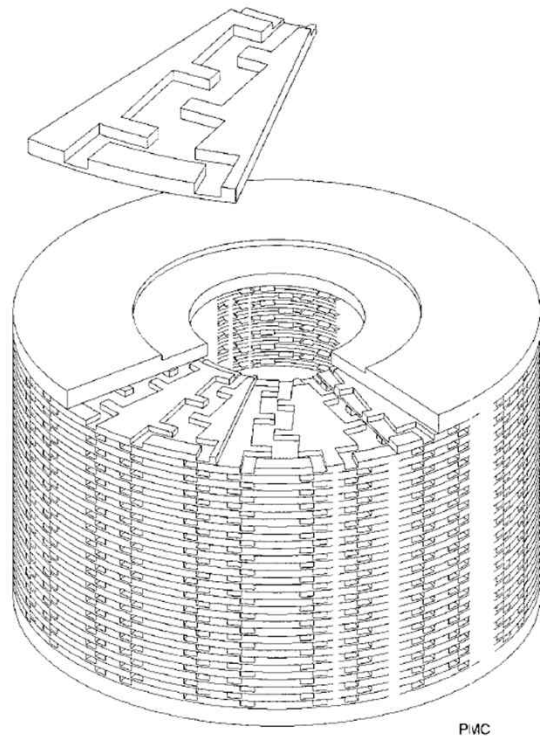
구분		9 주기 운전	10 주기 운전	변화량
		출력 100 % D+12	출력 100 % D+12	
주급수 수질값	pH	9.78	9.85~9.90	▲ 0.12
	ETA(ppb)	5220	4630	▼ 590
	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (ppb)	202	300	▲ 100
	누적철(ppb)	1.87	1.94	▲ 0.07

- (pH) 기동 시부터 고 pH운전(≥ 9.85)을 통한 부식 산화물 생성 방지
- (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) 복수계통 DO 높음 관련 기동 초 600ppb 유지 후 300ppb로 감소 조치
- (ETA) 과량의 N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 주입으로 인한 주급수 pH상승으로 ETA 주입량 조절
- (누적 철) 전주기 대비 주급 수 내 철이온의 경우 비슷한 수준 유지

## 03 원인분석 및 조치방안

### ❖ 초기 원인 분석 및 조치방안

○ (이물질침적) 기동 초기 제거되지 않은 철산화물의 주급수제어밸브 Cage 침적



미로형 구조로 인해  
철산화물 침적 시  
제거가 상당히 어려움

CCI DRAG DISK STACK 디자인

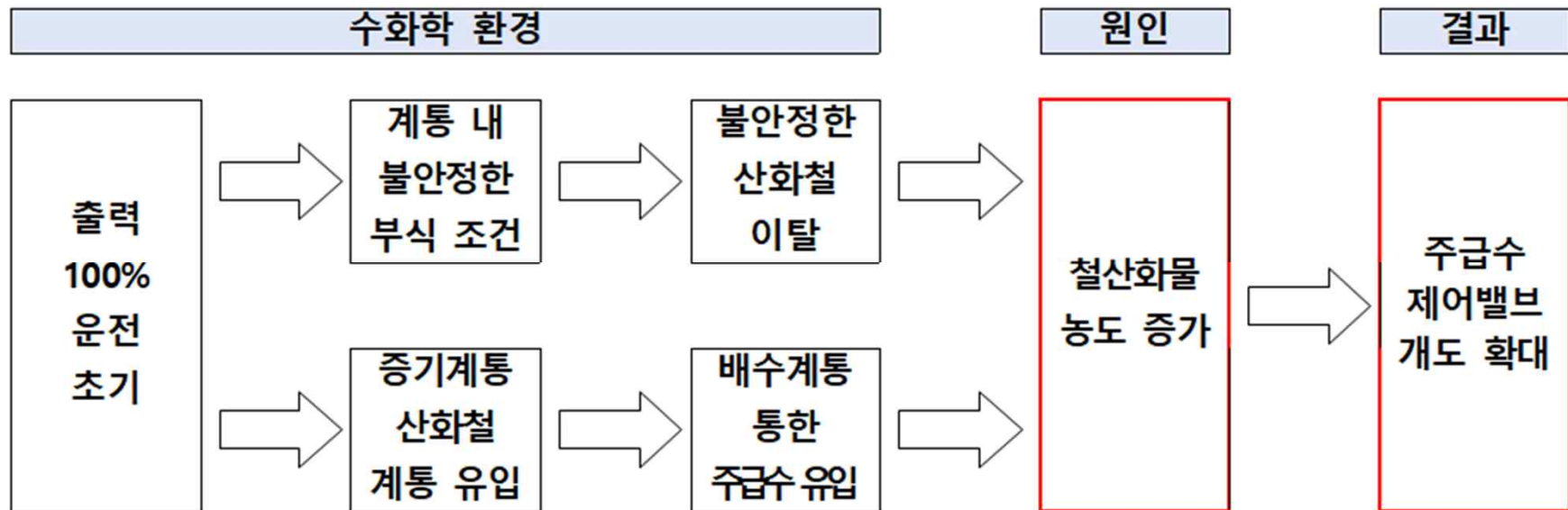


## 03 원인분석 및 조치방안

### ❖ 초기 원인 분석 및 조치방안

#### ○ 주급수 제어밸브 Cage 내 철 부식생성물 침적 추정 원인

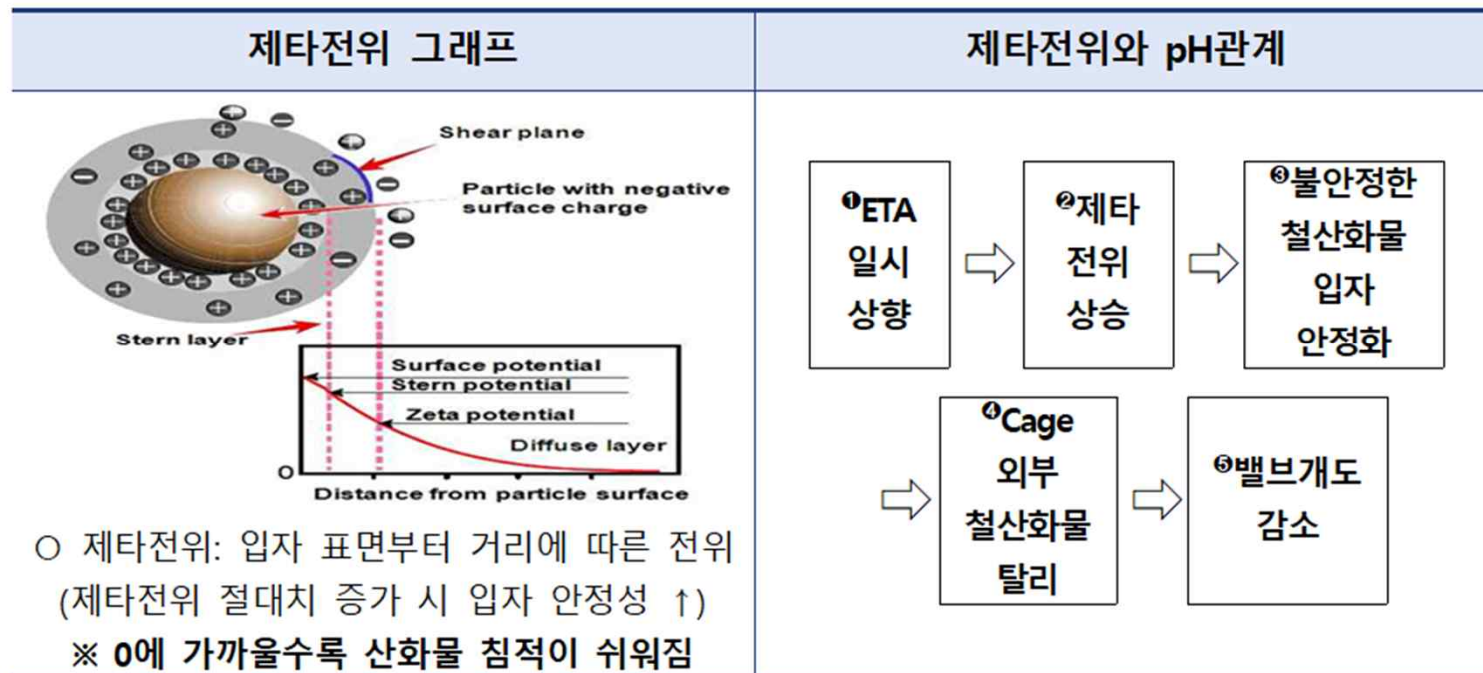
- 주증기, MSR, 추기증기, 고압급수가열기 관련 기기 및 배관의 산화철 유입



## 03 원인분석 및 조치방안

### ❖ 초기 원인 분석 및 조치방안

- (해결방안) ETA 일시 상향 주입을 통한 철산화물 생성 환경 완화
  - (제타전위 증가) 철산화물 입자 안정성에 영향을 주는 인자로 pH, 하이드라진 등에 의존



에탄올아민 일시 주입 상향(target: pH 10) 수행

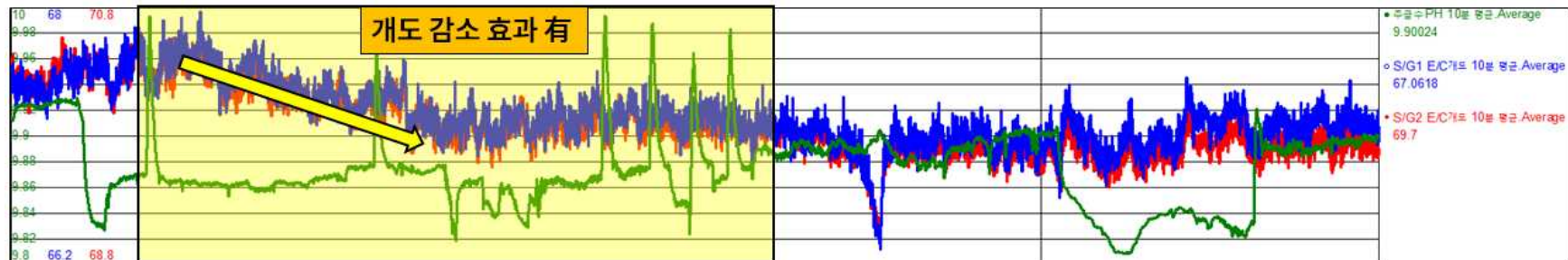
# 04 수행 이력(1단계)

## ❖ 개도 감소 조치 수행 이력

○ (1차 주입) 2025.11.5 ~ 11.20 16일 내 6차례 ETA 급속 주입 수행

### 에탄올아민 급속 주입 이력

ETA 급속주입(25.11.5~20. / 6차례)



회차	일시	최고 pH	개도 감소 효과
1	2025.11.5 12:00	10	
2	2025.11.11 12:30	9.93	
3	2025.11.17 11:00	9.95	▼0.8%p)
4	2025.11.18 17:30	9.99	▼0.8%p)
5	2025.11.19 20:30	9.99	
6	2025.11.20 19:30	9.98	



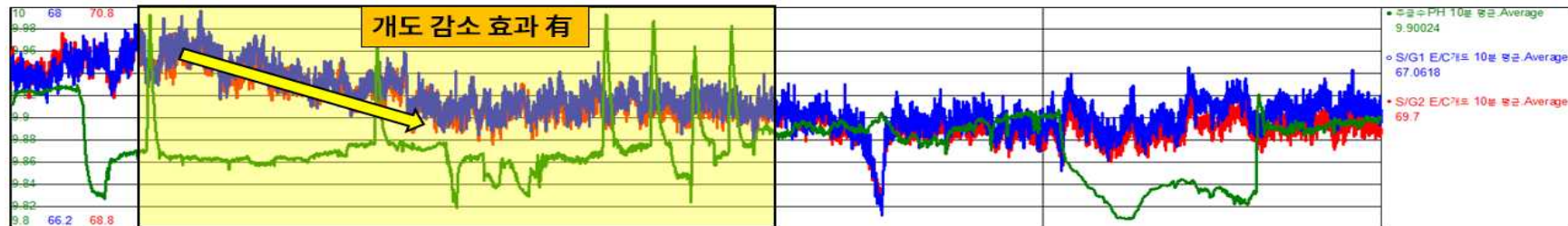
# 04 수행 이력(2단계)

## ❖ 개도 감소 조치 수행 이력

○ (2차 주입) 2026.1.5 ~ 9 5일 내 4차례 ETA 급속 주입 수행

### 에탄올아민 급속 주입 이력

ETA 급속주입(25.11.5~20. / 6차례)



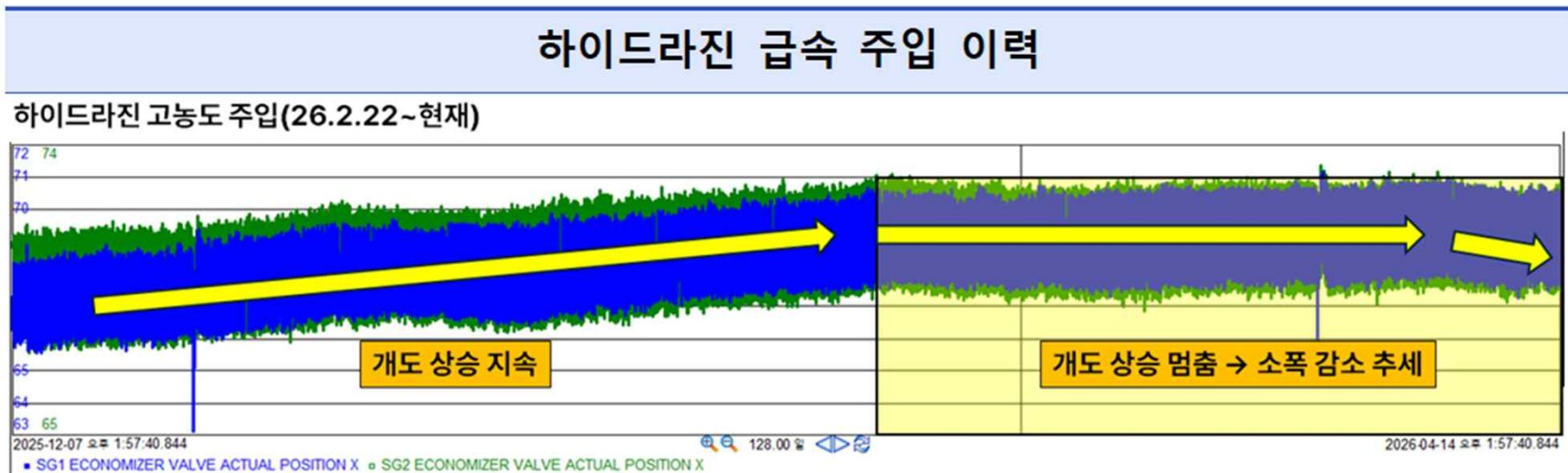
회차	일시	최고 pH	개도 감소 효과
1	2025.11.5 12:00	10	
2	2025.11.11 12:30	9.93	
3	2025.11.17 11:00	9.95	▼ 0.8%p)
4	2025.11.18 17:30	9.99	▼ 0.8%p)
5	2025.11.19 20:30	9.99	
6	2025.11.20 19:30	9.98	

출력운전 중기 단계로 Cage 외부 철산화물 응집이 견고하여 효과 미미함 & 개도 재증가

# 04 수행 이력(3단계)

## ❖ 개도 감소 조치 수행 이력

○ (전략변경) 철산화물 제어를 위한 과량 주입 약품 변경(ETA → N2H4)



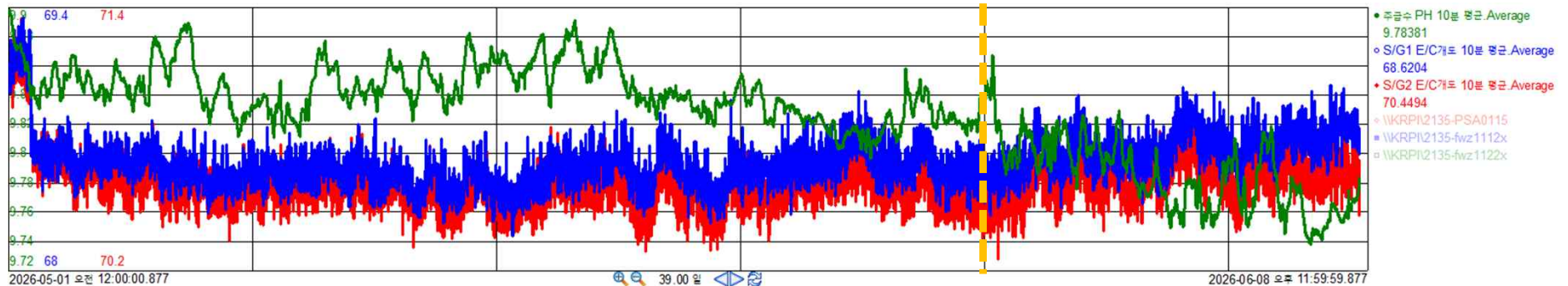
일시	최고 pH	하이드라진 타겟 농도	개도 감소 효과
2026. 2. 22.	9.9	250ppb	개도 상승 멈춤 및 하락 반전
2026. 2. 25.	9.86		
2026. 2. 27.	9.85	300ppb	
2026. 4. 10.	9.9	280ppb	

철산화물을 이온화 시키는 능력이 상대적으로 큰 하이드라진 주입 후 개도 상승 하락 반전

## 04 수행 이력(4단계)

### ❖ 개도 감소 조치 수행 이력

○ (현 상황) 급격한 개도 완화 1차례 발생 (+ Downcomer 유량 증가)



- (개도 변화) 증기발생기 1,2번 Economizer 개도 0.5%p 일시 감소

※ DISK STACK 내 다량의 철산화물이 떨어져 나간것으로 판단

- (pH하향시 관찰) 5월29일 pH9.8 미만 하향 조치 → 개도 증가하는 포인트 찾기위함

※ pH기준 9.8 이상이 되어야 개도가 유지 혹은 감소되는 것으로 보임



## 05 향후계획

### ❖ 제어밸브 개도 증가 조치 패러다임 변화

- (pH상향 전략) 기동 초기부터 pH 9.85~9.9 사이 유지하고 있기 때문에 pH를 올려서 개도를 완화하는 전략의 한계가 명확함
- (계획예방정비 시) 제어밸브 Cage 약품 세정 및 내부 배관 관리에 대한 재정립 필요
  - (현재) Cage를 화학약품이 담긴 고온가마에 넣고 2~3시간 80°C 가온 후 전후 무게 측정

부 품 명	점 검 내 용	점검결과	비 고
본 체	본넷	메탈 실 접촉부의 마모, 손상 점검	
		구성품 건전성 점검 및 Path 막힘 여부 확인	
	디스크 스택	세정수행(세정제 온도 : 80 °C, 세정시간 : 약 3 h)	무게측정 세정전 세정후 단위: kg
	시트 링	Gasket 및 Disk Stack 안착부위 상태 점검	
	가이드 부싱	결합 및 손상 점검	
	바디	내부 결합 및 손상 점검	

SK12M-541-VV-D-011-A  
주급수 조절밸브 분해점검 협력회사 절차서

- (변경) 미로형 Type 이므로 가온 시간 증가 필요 및 화학약품의 적절성 검토

화학물질명	관용명 및 이명(異名)	CAS번호/식별번호	함유량(%)
질산(Nitric acid)	자료없음	7697-37-2	17
불화수소(Hydrofluoric acid)	플루오르화수소	7664-39-3	1~10
황산마그네슘(magnesium sulfate)	자료없음	18939-43-0	34
이플루오르화 암모늄(Ammonium fluoride)	자료없음	1341-49-7	1~5
물(Water)	자료없음	7732-18-5	35~45

KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER CO., LTD

# 감사합니다

