오주이엔씨(주)	제품 사용 제안서	문서번호	OJ-QJ—800
		시행일자	2021.07.15
	망간 스케일 제거	개정번호	1
		페 이 지	1/3

제정 번호	제·개정일자	제·개 정 내 용 및 사 유	비 고
0	2020.10.01	ISO 9001:2015/KS Q ISO 9001:2015 품질경영시스템 ISO 14001:2015/KS I ISO 14001:2015 환경경영시스템 요구사항을 근거로 최초 제정	
1	2021.07.15	부분 개정	

구 분	작 성	검 토	승 인
확 인	최 형 우	김 운	신 경 열
일 자	7/14	7/14	7/15

1. 적용범위

본 제안서는 강물을 유입하여 사용하는 정수장내 취수장 및 취수관로에 발생한 망간과 같은 중금속류의 스케일의 제거 및 이로 인한 경제적 손실을 방지하는데 그 목적이 있으며, 이를 위한 부식 억제 및 녹 제거 장치(Scale-Filter) 설치에 대하여 적용 하고자 한다.

2. 망간 스케일 문제점

- 지하수 및 강물에서 검출되는 망간의 대부분은 지각에서 용출되는 경향을 보이고 있다. 특히 철 성분과 비례하여 검출되므로 망간만 특별히 높게 검출되는 경우는 많지 않다.
- 지하수 및 강물에 이온상태로 용해되어 있는 망간은 대기(산소와의 결합)에 노출되거나, 관로 유입에 의한 압력변화 등에 의해 불용성의 고체 형태 (입자, 스케일)로 용출되기 시작한다.
- 분석에 따르면 망간 검출량이 높을 경우, 철 성분도 따라 높게 검출될 경우가 많고 철보다 망간양이 높은 경우 스케일입자는 검은색에 가까운 색도를 가진다. 철분 (붉은색) 으로 용출된 입자는 제거가 쉬운 편이나 망간+철 융합에 의한 검은색의 스케일 침착은 배관에 강하게 침착되어 잘 떨어지지 않고 배관 막힘 등 문제를 발생시킬 수 있다.
- 망간의 스케일 발생 인자는 온도, 압력, 산소, pH, 철을 비롯한 물속의 이온 등 으로 매우 다양하기 때문에 제거 방법이 어려우며 제거 방법 또한 다양하게 접근할 필요가 있다.

(망간으로 인한 색도 문제 및 배관 막힘)

3. 망간 스케일 발생 원리

- 망간 스케일 발생의 주 요인은 수중에 이온상태로 있는 망간 (Mn^{2+}) 이 산소(O_2) 나 물(H_2O)과 반응하여 산화망간 (MnO, MnO_2) 의 고형물질로 변환되어 배관 내부에 스케일을 유발하게 된다.

$$Mn^{2+} + 1/2O_2 \rightarrow MnO \text{ (스케일)}$$
$$Mn^{2+} + 1/2O_2 + H_2O \rightarrow MnO_2 \text{ (스케일)} + 2H^+$$

- 발생된 스케일은 pH 변화에 의해 다시 수중에 용존되었다가 (pH 7 이하) 용출되기 (pH 7 이상) 를 반복하고 발생된 망간 스케일 입자는 배관 등에 침착이 잘되는 침상구조에 따라 침착되어 잘 떨어지지 않게 된다.

3. 망간 스케일 제거 방법

- 현재 대부분은 망간 제거를 위해 이온교환수지를 많이 사용하고 있으나 다양한 조건에 따른 망간 스케일 발생 때문에 효율적인 망간제거가 어려우며 제거 효율 또한 일정치 않고 주기적인 수지 교체 비용 또한 부담이 되는 실정이다.

- 당사의 개발 제품인 부식 억제 및 녹 제거 장치 (Scale-Filter)는 다양한 망간 스케일 발생 인자를 억제하고 제거하는 것이 가능하며 그 원리로는 아연의 희생양극원리에 의해 물 속의 철을 비롯한 금속에 따른 부식을 억제하여 망간과 융합되어 잘 제거가 되지 않는 스케일이 발생하지 않도록 억제 한다.

- 망간 스케일 제거 주 원리로는 제품의 촉매에서 발생하는 히드록실($H_3O_2^-$) 음이온이 산화망간과 반응하여 망간을 이온상태로 환원시켜 고형물질 생성을 억제하여 스케일 제거 효과를 얻을 수 있다. 제거원리에 환원된 산소와 수산화이온은 아연의 부식 억제 반응에 다시 적용되어 수질의 pH 변화를 방지한다. (아연 희생양극 원리에 의한 산화반응과 촉매에 의한 환원반응을 통해 pH 안정화 효과를 준다.)

$$MnO + H_3O_2^- \rightarrow Mn^{2+}\ (\text{이온상태로 환원}) + H_2O + 1/2O_2 + OH^-$$
$$MnO_2 + H_3O_2^- \rightarrow Mn^{2+}\ (\text{이온상태로 환원}) + H_2O + O_2 + OH^-$$

- 또한 이미 스케일이 발생하여 배관 등에 침착된 스케일은 촉매에서 발생하는 히드록실($H_3O_2^-$) 음이온의 계면활성물질 성질로 인해 침상구조의 스케일 입자를 제거하기 쉽고 재부착이 어려운 구상구조의 스케일 입자로 변하게 하여 배관 스케일 침착을 억제토록 한다.

(스케일 입자 침상 구조)

(스케일 입자 구상 구조)