

니켈 도금 폐액을 활용한 니켈 도금원료 생산 및 재자원화 네트워크 구축

Recycling Plating Materials Circulation Network Process from Waste Ni Resources

강용호^{a*}, 김광규^a, 신기웅^a

^{a*}인천화학(E-mail : robokang@inchem.co.kr)

초 록 : 니켈도금폐액은 재자원화되지 못하고 대부분 외부로 위탁 폐수처리되고 있으며, 고가의 금속인 니켈을 회수되지 못하고 버려지고 있는 실정이다. 이에 니켈도금폐액으로부터 니켈을 회수하고, 회수된 니켈을 이용하여 니켈화합물을 제조하여 니켈도금폐액을 재자원하는 기술을 개발하였다.

1. 서론

니켈도금(전해니켈, 무전해니켈)폐액은 일반적으로 니켈 함유량 0.6 ~ 10%, COD 100 ~ 20,000 ppm, 인(P) 200 ~ 40,000 ppm, NH₄⁺ 200 ppm 이상의 고농도 폐액으로 대부분의 기업이 도금폐액 처리를 외부로 위탁처리하고 있는 상황이다. 대부분의 니켈 도금기업에서 위탁처리 중인 설과민산니켈, 전해니켈 도금폐액의 처리비용은 10~18만원/톤에 달하여 해당기업의 폐수처리 비용의 증가로 이어지며 단순 위탁 폐수처리로 인해 회유금속 중 하나인 고가의 니켈(Ni) 금속 또한 회수되지 못하고 버려지고 있다.

본 연구는 니켈 도금기업에서 발생하는 니켈 폐액을 대상으로 도금폐액 중 니켈을 회수하여 도금기업으로 다시 공급하는 자원 순환 네트워크 개발을 통하여 니켈 폐액 자원화 및 친환경 자원 순환 공정을 구축함으로써 네트워크 참여 업체는 니켈 폐액 재활용을 통한 폐수발생 최소화, 처리비용 절감, 재활용 니켈 회수를 통한 니켈 수입 감소 등의 경제적 이익을 창출하기 위해 개발하였다.

본 연구는 니켈함유폐자원으로부터 선택적 pH 및 이온교환수지를 이용하여 불순물을 제거하고, 전해채취를 이용하여 고순도 전해니켈을 회수, 이를 이용하여 니켈화합물을 제조하여 소재화하는 공정기술을 개발하였다.

2. 본론

1) 폐니켈의 물리 화학적 특성 조사

현재 발생하는 니켈 폐액은 도금업체의 작업공정 및 도금용도에 따라 니켈의 함량 및 불순물의 성분이 다르게 발생되고 있다. 표 1은 니켈도금업체에서 발생하는 니켈 폐액을 분석한 결과이다. 표의 분석결과를 보면 니켈 폐액의 주요 불순물은 Fe, Cu 및 P 등 다양한 불순물을 포함하는 것을 알 수 있다.

Table 1. contents of Waste Nickel Plating solution.

	Ni	Fe	Zn	Co	Al	Na	Ca	Mn	Mg	Cu	Sn	Pb	K	P	
	%	ppm													
A	6.85	77	47	6	trace	4302	32	1	31	24	trace	trace	1265	222	
B	6.0	trace	trace	3	trace	1500	77	trace	17	1	trace	trace	1055	185	
C	7.10	90	trace	trace	9799	97	480	trace	1113	trace	trace	trace	trace	610	
D	7.05	30	trace	trace	8	522	57	trace	23	21	trace	trace	trace	44580	

2) pH 조절 및 이온교환수지를 이용한 불순물 제거

표 1과 같은 니켈 도금폐액을 이용하여 폐액 내 불순물을 제거하기 위한 연구를 진행하였다. 불순물을 제거하는 방법으로 pH 조절을 통한 화학침전법과 이온교환수지를 이용하여 폐액 내 불순물을 제거하였다.

그림 1은 pH에 따른 불순물의 제거를 나타낸 그림이다. Fe의 경우 pH 3.5 이상에서 크게 감소하여, Cu의 경우 pH 5이상에서 제거되는 것을 확인할 수 있다. 그림 2는 폐액을 이온교환수지에 통과하였을 때 pH에 따라 불순물이 제거되는 정도를 나타낸 그림이다. 각각의 불순물 Fe, Zn, Cu, Al 및 Co가 제거되는 pH의 범위가 다르며, Fe의 경우 pH2에서 폐액을 이온교환수지에 통과하였을 때 100%의 제거율을 보이고, Zn의 경우 pH 2.5에서 Cu, Al 및 Co의 또한 각각 다른 범위의 pH에서 100%의 제거율을 나타내었다. 이와같이 pH조절 및 이온교환수지를 이용하여 폐액 내 금속 불순물을 제거하였다.

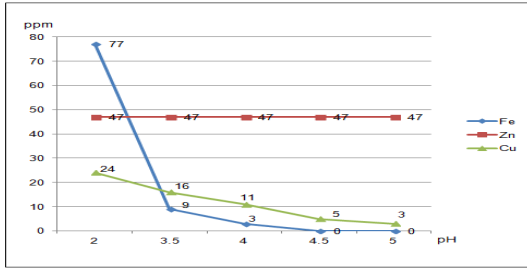


Fig. 1. Remove of impurity by pH

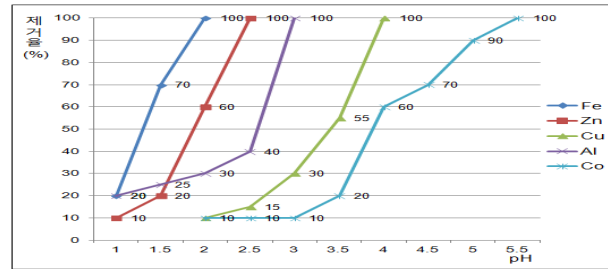


Fig. 2. Remove of impurity by ion exchange resin

3) 수산화니켈 제조 및 pH에 따른 P 제거

상기 폐액 중 다량의 P가 포함된 니켈 폐액은 pH 조절법을 통하여 1차적으로 불순물을 제거하고 수산화니켈 제조를 통해 P를 제거하였다.

그림 3은 폐액 내 pH를 증가하여 수산화니켈을 제조하였을 때 수산화니켈 내 P의 함량을 나타낸 그래프이다. 그림을 보면 생성된 수산화니켈은 pH가 증가할수록 수산화니켈 내 P의 함량이 감소하는 것을 확인하였으며, pH 12에서 제조된 수산화니켈 내 P의 함량은 30 ppm 이내로 감소한 것을 확인할 수 있다.

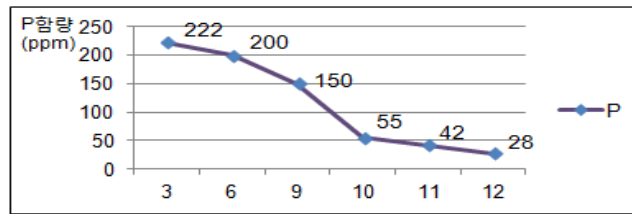


Fig. 3. P concentration of Nickel hydroxide by pH

4) 전해니켈 제조

상기의 공정을 통하여 금속 불순물이 제거된 니켈 도금폐액은 전해채취를 이용하여 고순도의 금속 니켈을 회수하였다.

그림 4는 전해채취 시 다양한 조건에 따른 Ni석출량을 나타낸 것이다. 폐액 내 Ni 함량에 따른 Ni 석출량은 폐액 내 Ni 함량이 증가할수록 Ni의 석출량이 증가하였으며, pH에 따른 Ni 석출량은 pH가 증가할수록 Ni의 석출량은 증가하였으나, pH3이상에서 전해니켈의 표면이 불량하였다. 전류밀도는 전해니켈의 석출량 및 속도를 결정하는 중요 요소로 전류밀도가 높을수록 석출량은 증가하나 석출된 전해니켈의 표면이 갈라지고 부서지는 것을 확인하였다.

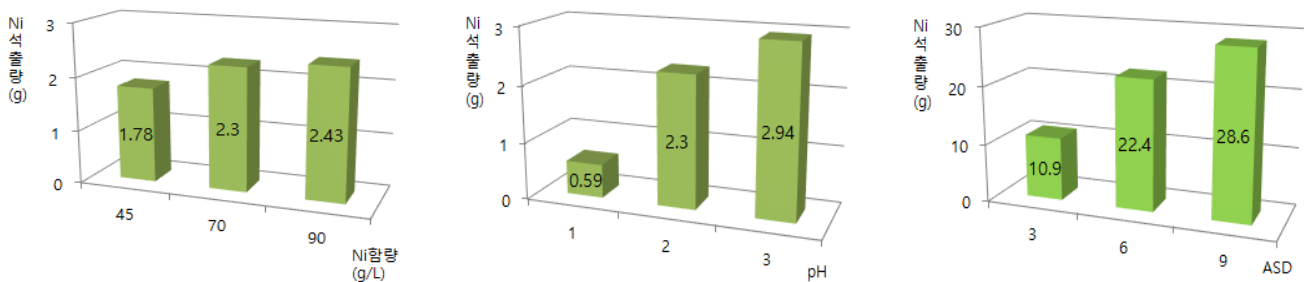


Fig. 4. Nickel plate on the variation of condition

5) 전해니켈을 이용한 황산니켈 제조

상기의 전해니켈을 이용하여 도금화합물중 하나인 황산니켈을 제조하였다.

표 2.는 전해니켈 및 전해니켈을 이용하여 제조한 황산니켈의 용액의 불순물을 나타낸 표이다.

Table 2. contents of Ni plate and nickel sulfate solution from Ni plate

합량		전해니켈 금속	황산니켈 용액	황산니켈 고상 spec.
Ni	%	99.93	9.51	<22.0 min
Fe	ppm	65	trace	<20
Zn		7	1	<5
Co		576	35	<100
Al		3	trace	
Na		28	3	
Ca		5	trace	
Mn		2	trace	
Mg		1	trace	
Cu		22	trace	<5
Si		trace	trace	
Ce		trace	trace	
As		1	trace	
Cd		trace	trace	
Sb		trace	trace	
Sn		trace	trace	
Pb		2	trace	<10
K		3	trace	
P		trace	trace	

표 2의 결과를 보았을 때 전해니켈을 이용하여 제조된 황산니켈의 용액의 경우 기존의 황산니켈 고상 SPEC과 비교해 볼 때 제품화에 있어 문제가 없다는 결론을 받았다. 또한 기존의 황산니켈과 전해니켈로 제조된 황산니켈을 이용하여 니켈도금을 평가한 결과 도금의 외관은 크게 차이가 없으며, 고전류 및 저전류에서도 도금이 가능한 것을 확인하였다.

3. 결론

이 연구를 통하여 니켈 도금폐액을 이용하여 pH 조절과 이온교환수지를 이용하여 불순물을 제거하고, 금속불순물이 제거된 니켈 도금폐액을 전해채취법을 사용하여 고순도의 니켈판을 회수할 수 있었다. 또한 이 니켈판을 이용하여 도금원료 중 하나인 황산니켈을 제조하였을 때 기존의 황산니켈과 SPEC에서 차이가 없어 제품화에 문제가 없다는 결론을 받았다. 이 연구를 통해 재자원화되어 제조된 황산니켈은 기존의 황산니켈을 대체할 수 있으며, 기존의 황산니켈보다 저렴한 가격으로 공급함으로써 가격경쟁력을 상승시키고, 니켈도금 폐액 위탁처리비용을 절감할 수 있는 경제적 효과와 수입되는 니켈원료질감의 환경적 효과를 얻을 수 있었다.