

아민형 섬유 이온교환체의 L/D에 따른 크롬 이온 흡착특성

이진혁, 황택성, 강경석

충남대학교 화학공학과

I. 서론

도금 공정에서 발생하는 도금 폐수는 니켈, 크롬, 구리 등이 용존되어 있으며, 이에 대한 분리 회수를 통한 환경보호와 중금속 재활용에 대한 연구가 관심을 받고 있다. 도금 공정에서의 도금 폐수의 정제 및 중금속 회수 방법으로는 이온교환수지법, 역삼투법, 전기투석법 등이 있으며 이중 전기투석법과 역삼투법이 성능이 우수한 것으로 알려져 있다¹⁾. 그러나 두 방법 모두 고농도의 도금 폐수에서 이온성 물질을 제거하는 경우를 제외하고는 다른 방법과 비교하여 운영비가 많이 들어가는 단점이 있어 이의 단점을 보완한 새로운 방법 개발이 필요한 실정이다. 이온교환법은 제조가 간편하고 저렴하며 특히 재생성이 있다는 특징을 지니고 있다. 본 연구는 아민형 섬유 이온교환체를 이용하여 도금 공정에서 발생하는 폐수에 용존되어있는 크롬을 분리하는 연구로써 연속식 흡착 공정에서의 공정 변수에 따른 흡착 특성을 관찰하였다. 연속식 흡착 충전탑에서의 L/D는 유체의 channeling 현상을 방지하고, 유효 흡착 길이의 증대를 위하여 L/D > 2에서의 흡착이 이루어지고 있으나 이는 압력 손실에 의한 공정 비용의 증가, 처리 용량의 한계라는 단점을 가지고 있다. 반면에 L/D < 2에서는 이온교환수지 표면에서의 흡착이 주로 이루어지며, 이에 따라 빠른 파과에 도달하게 된다^{2, 3)}. 빠른 파과와 함께 낮은 압력손실을 나타내기 때문에 재생·흡착의 반복을 통한 처리 용량의 증대 효과를 얻을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 각각의 흡착 공정 변수를 통한 니켈 이온 흡착 특성을 관찰하였으며, L/D의 변화에 따른 최적 흡착 조건을 규명하였다. 연속식 흡착 실험에 있어서의 크롬이온 농도는 ICP-AES 분석을 통하여 확인하였으며, 흡착 전·후 및 재생후의 아민형 섬유 이온교환체의 표면을 SEM으로 관찰하여 표면구조 변화를 관찰하였다. 또한, 흡·탈착 반복 실험을 통하여 섬유형 이온교환수지의 내구성을 관찰하였다. 따라서 본 연구에서는 L/D < 2에서의 흡착 특성을 관찰, 비교함으로써 아민형 섬유 이온교환체의 흡착특성을 관찰하였다.

II. 실험

1. 시약

본 연구에서 사용한 아민형 섬유이온교환수지는 자체 합성한 이온교환수지를 사용하였으며, 도금 폐수 모의용액 제조를 위한 Chromium(III) chloride hexahydrate는 Aldrich 사의 특급 시약을 사용하였다. 또한 실제 도금 폐수에 대한 실험은 (주) 삼원금속에서 제공하는 도금 폐수를 이용하였다.

2. 회분식 흡착 실험

아민형 섬유이온교환수지의 흡착 속도 및 흡착 평형 시간을 관찰하기 위하여 회분식 흡착 실험을 행하였다. 회분식 흡착 실험에서의 흡착 속도 관찰은 일정 시간에 따른 농도 분석을 하였으며, 농도는 ICP-AES 분석하였다. 또한 용액의 pH에 따른 영향을 관찰하기 위하여 pH 2, 3, 4, 5의 범위에 대하여 각각 실험하였으며, 흡·탈착 반복 실험을 통하여 내구성 및 흡·탈착 반복에 따른 흡착 속도 및 평형 시간의 변화를 관찰하였다.

3. 연속식 흡착 실험

아민형 섬유이온교환수지의 최대 흡착 용량 및 파과 시간 관찰을 위하여 Fig. 1과 같이 제작한 연속식 흡착 장치에 이온교환수지를 충전하고 일정 농도의 크롬 모의 용액을 주입하여 연속식 흡착 실험을 행하였다. 일정 시간에 따른 시료 채취 및 ICP-AES 분석을 통하여 파과시간 및 흡착 최대 용량을 관찰하였다. L/D의 변화에 따른 흡착 특성을 관찰하였으며, L/D = 2 전후의 흡착 특성을 비교하였다. 각각의 유효 흡착 길이의 분석 및 흡·탈착 반복을 통한 내구성 및 흡착 처리 용량을 분석 비교하였다.

III. 결 과

1. 회분식 흡착

Fig. 2는 아민형 섬유이온교환수지의 크롬 모의 용액에 대한 회분식 흡착 실험 결과이다. 아민형 섬유이온교환수지의 크롬 이온에 대한 흡착 속도는 초기 20~30분까지 최대 속도를 나타내며, 이후 흡착 평형에 도달하는 것으로 사료된다. 흡착 속도는 용액의 pH가 낮을수록 증가하는 것을 알 수 있으며, 이는 pH의 증가에 따른 H^+ 이온농도의 증가 및 이온 교환에 대한 이온 경쟁력의 감소로 인한 속도 증가로 사료된다.

회분식 흡착에 있어서 흡·탈착 반복시 흡착능의 변화를 관찰한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 흡·탈착 반복 실험시 초기 흡착 속도가 감소하는 것을 관찰할 수 있었으며, 재생 전의 초기 흡착은 20분에서 이루어지나 재생 후의 섬유이온교환수지에 의한 초기 흡착은 25분에서 이루어지는 것을 관찰하였다. 이는 아민형 이온교환수지가 강염기성 이온교환수지이며 흡·탈착시 강한 이온 결합력에 의하여 미탈착 크롬 이온에 의한 흡착 관능기의 감소 때문인 것으로 사료된다.

2. 연속식 흡착

아민형 섬유이온교환에 대한 pH에 따른 연속식 흡착 실험의 결과를 Fig. 4에 나타내었다. pH가 감소함에 따라 파과시간은 증대하는 것을 관찰할 수 있으며, pH 2에서 파과시간이 37분으로 최대를 나타내었다. 이는 pH가 증가함에 따라 H^+ 이온의 농도가 증가하며 이로 인한 이온 경쟁력이 증가하기 때문인 것으로 사료된다.

Fig. 5는 흡·탈착 반복 실험결과를 나타낸 것이다. 흡·탈착 반복 실험의 경우 흡착 파과 시간이 감소하는 것을 관찰할 수 있다. 이는 재생시 크롬 이온의 고정으로 인한 흡착 관능기의 감소와 내구성 감소로 인한 결과로 사료되어진다.

IV. 결론

아민형 섬유이온교환수지의 크롬 초기 흡착 시간은 pH 2에서 20분이며, 재생 흡착시 흡착속도가 감소하는 것을 확인하였다. 연속식 흡착 실험에서의 파과시간은 pH 2에서 37분으로 최대를 나타내었으며 pH가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 재생 흡착시 흡착 파과시간은 감소하며 흡착용량이 저하되는 것을 확인하였다. 이는 아민형 섬유이온교환수지가 강염기성 이온교환수지이며 이에 따른 흡·탈착시 크롬 이온의 고정화와 내구성 저하로 인한 것으로 사료된다.

V. 감사의 글

본 연구는 「한국자원연구소 산업폐기물 재활용 기술 개발 사업단」의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

VI. 참고 문헌

1. S. H. Cho, K. C. Kim and J. S. Oh, *J. of KSEE*, **18**, 333 (1996).
2. S. Kobayashi and A. Ymada, *Macromolecules*, **8**, 390 (1975).
3. O. Sjabadka, *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.*, **99**, 363 (1979).

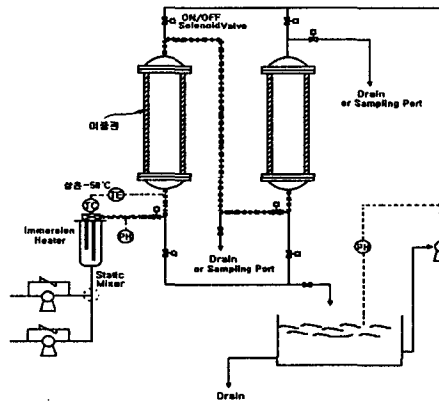


Fig. 1. Scheme of adsorption equipment by continuous process.

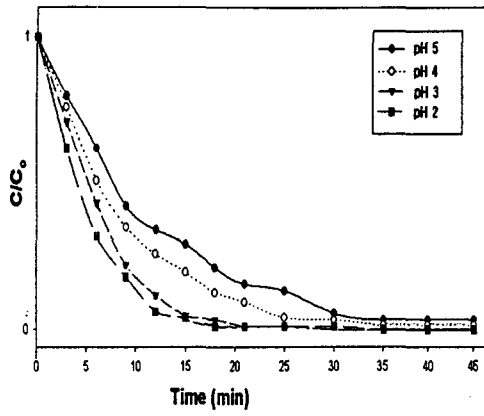


Fig. 2. Plot of adsorption capacity(C/C_0) of chromium and time in various of pH by batch process.

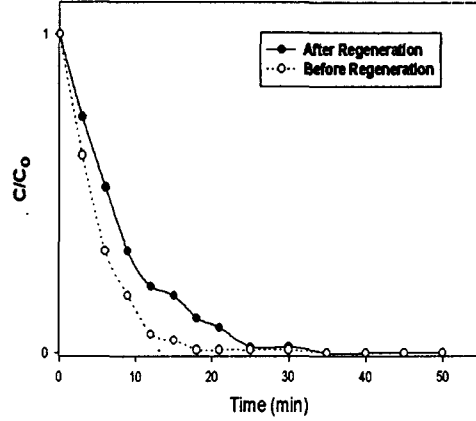


Fig. 3. Plot of adsorption of chromium and time with before regeneration and after regeneration by batch process.

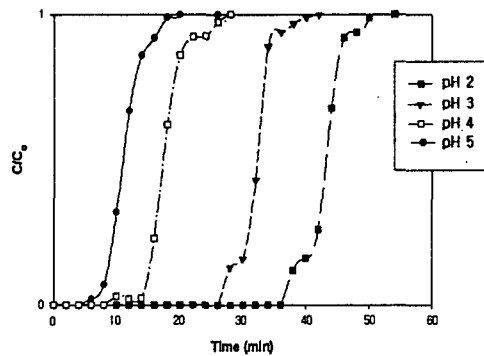


Fig. 4. Normalized breakthrough curve for chromium.

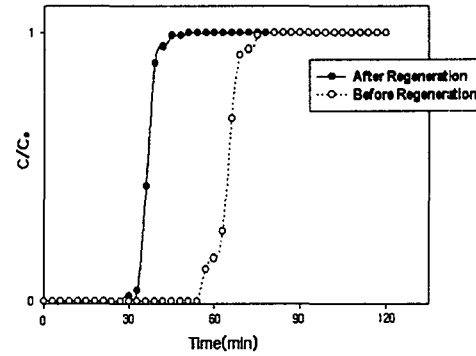


Fig. 5. Normalized breakthrough curve for chromium on before regeneration and after regeneration.