

폴리류산철알루미늄을 리용한 폐수정화

김성룡, 리기명

물정화방법에는 기계적려과법과 화학적려과법(응결법, 이온교환법, 막려과법), 생물학적려과법이 있다. 화학적응결법에서는 무기화합물, 무기고분자화합물, 유기고분자화합물과 천연무기물질을 개별적으로 또는 복합하여 리용하고있다.[1, 3]

우리는 폴리류산철알루미늄(PFAS)에 의한 물정화조건을 확립하기 위한 연구를 하였다.

실험 방법

시약으로는 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 폴리류산철알루미늄(PFAS, 자체합성)을, 기구로는 응결실험교반기(《ZR 4-6》), 자외가시선분광광도계(《UV-2201》)를 리용하였다.

PFAS 5g을 100mL 눈금플라스크에서 희석하고 그중 10mL를 분취하여 1L의 물시료에 첨가한 후 일정한 속도로 교반하였다. 30min동안 방치시킨 후 상등액을 취하여 투과률을 측정하였다.

응결제의 응결성능은 흐림도제거률(%)로 평가하였다.

$$\text{흐림도} = \frac{T - T_0}{100 - T_0} \times 100$$

여기서 T 는 시료용액의 투과률, T_0 은 비교용액(증류수)의 투과률이다.

$$\text{흐림도제거률} = \frac{X_0 - X}{X_0} \times 100$$

여기서 X 는 응결후 시료용액의 흐림도, X_0 은 시료용액의 흐림도이다.

실험결과 및 고찰

응결제의 물작용분해과정에 알루미늄의 배위수는 6에서 4로 작아지지만 철의 배위수는 6을 유지한다. 높은 전하의 금속이온이 물작용분해되면 다핵고분자물질을 형성할수 있다.

음료수처리에서 응결제로 천연유기물질과 콜로이드립자를 제거하는 물림새에는 흡착, 전기적중화, 착화합물형성, 침강 등이 있다.

응결제에 의한 응결에는 교반조건, pH, 응결제첨가량 등이 영향을 미친다.

교반조건을 다음과 같이 설정하였다.

조건 1 : 250r/min으로 1min, 150r/min으로 10min동안 교반

조건 2 : 200r/min으로 1min, 100r/min으로 10min동안 교반

조건 3 : 300r/min으로 1min, 50r/min으로 10min동안 교반

교반조건에 따르는 흐림도제거률변화는 표 1과 같다.

표 1에서 보는바와 같이 조건 3에서 흐림도제거률이 제일 높다. 그것은 교반속도가 빠를수록 응결제가 물에 빨리 균일하게 분산되면서 물작용분해 및 콜로이드립자의 파괴과정이 촉진되기때문이다.

pH에 따르는 흐림도제거률변화는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 pH가 높아짐에 따라 흐림도제거률이 증가하다가 7에서 제일 높고 그 이상에서는 감소한다. 이것은 pH가 높을 때 응결제의 물작용분해생성물이 음전하를 띠면서 콜로이드립자와의 전기적중화작용에 불리해지기때문이다.

응결제첨가량에 따르는 흐림도제거률변화는 그림 2와 같다.

표 1. 교반조건에 따르는 흐림도제거률변화

| 교반조건 | 조건 1 | 조건 2 | 조건 3 |
|----------|------|------|------|
| 흐림도제거률/% | 69.5 | 82.7 | 90.4 |

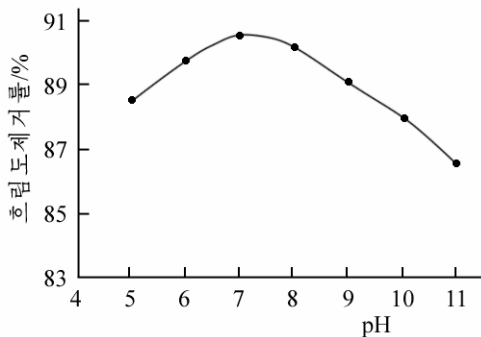


그림 1. pH에 따르는 흐림도제거률변화

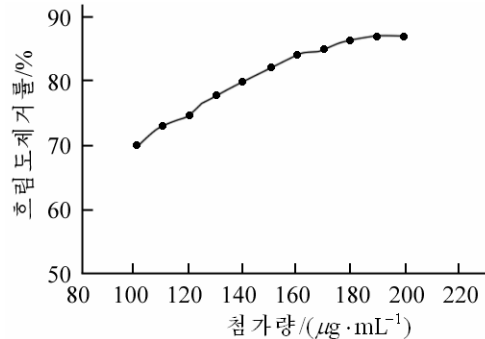


그림 2. 응결제첨가량에 따르는 흐림도제거률변화

그림 2에서 보는바와 같이 응결제첨가량이 증가함에 따라 흐림도제거률이 높아지다가 180μg/mL 이상에서는 거의 변하지 않았다. 이로부터 응결제첨가량을 180μg/mL로 정하였다.

다음으로 합성PFAS, 류산제2철, 류산알루미늄의 응결성능을 비교하였다.

각이한 응결제들의 응결실험결과는 표 2와 같다.

표 2. 각이한 응결제들의 응결실험결과

| 구분 | 강물시료 | Al ₂ (SO ₄) ₃ | Fe ₂ (SO ₄) ₃ | 합성PFAS |
|----------|------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|
| 투과율/% | 8.23 | 7.22 | 21.84 | 5.17 |
| 흐림도/% | 3.63 | 2.57 | 1.79 | 0.42 |
| 흐림도제거률/% | — | 29.2±1.46 | 50.7±2.4 | 88.43±4.42 |

n=3

비표면적도 Al₂(SO₄)₃의 물작용분해생성물의 비표면적보다 크기때문이다. 또한 합성PFAS의 염기도가 Al₂(SO₄)₃보다 크기때문에 금속수산화물립자의 흡착에 도움을 주고 처리물의 전기전 상태를 변화시키기때문이다. 따라서 합성PFAS의 응결효과가 Fe₂(SO₄)₃, Al₂(SO₄)₃보다 크다.

다음으로 합성PFAS에 의한 염색폐수의 탈색특성을 고찰하였다.

방직, 인쇄, 염료공업에서 폐수는 물량이 많고 색도가 높으며 성분이 복잡하기때문에 보다 간단하고 경제적으로 유리한 처리방법[2]들이 연구되고있다.

표 2에서 보는바와 같이 Al₂(SO₄)₃의 흐림도제거률이 제일 낮고 합성PFAS의 흐림도제거률이 제일 높다. 그것은 합성PFAS가 물작용분해될 때 형성되는 명반꽃이 크고 콜로이드립자 또는 부유물립자들의 파괴 및 응결작용이 세며

보통 염료구조(산성, 분산성 혹은 수용성, 숄폰기포함)에 따라 탈색효과가 차이난다.

응집물림새를 보면 탈색제로 염료폐수를 처리한 후 염료분자구조는 변하지 않으며 처리후 용액에 염료분자가 없고 반응과정에 해리되는 물질도 없다. 이것은 염료가 응집되어 불용성의 거대분자를 만들면서 굳어지며 탈색제의 극성기가 다량의 극성분자를 흡착한 후 립자표면에 물막이 형성되어 안정해지기때문이다.

여러가지 탈색제들의 탈색효과는 표 3과 같다.

표 3. 여러가지 탈색제들의 탈색효과

| 구분 | Al ₂ (SO ₄) ₃ | 폴리염화알루미늄 | 폴리류산철 | 합성PFAS | 석회 |
|-------------|-------------------------------------------------|----------|-------|---------|----------|
| pH | 6.5~7 | 6.5~7 | 6.5~7 | 8~11 | 11이상 |
| 용량(염료농도와 비) | 1 : 8 | 1 : 3 | 1 : 3 | 1 : 2.5 | 1 : 10.6 |
| 탈색률/% | 33.1 | 66.8 | 45.4 | 89.74 | 96.04 |

$n=5$, $\lambda_{\text{극}}=429.7\text{nm}$

표 3에서 보는바와 같이 합성PFAS와 석회의 탈색률이 제일 높다. 그러나 석회를 쓰는 경우 처리후 폐수의 pH가 11이상으로서 국가환경보호기준(6.5~8.5)을 벗어나는 결함이 있다.

맺 는 말

pH 7인 폐수에 합성PFAS를 응결제로 180 $\mu\text{g/mL}$ 첨가하고 300r/min에서 1min, 50r/min에서 10min동안 교반한 다음 30min동안 방치할 때 응결효과는 Al₂(SO₄)₃보다 3배 높다.

참 고 문 헌

- [1] 李凤亭 等; 混凝剂与絮凝剂, 33~154, 化学工业出版社, 2005.
- [2] 何涛; 工业用水与废水, **45**, 6, 50, 2015.
- [3] 黄兴华 等; 净水技术, **34**, 5, 16, 2015.

주체107(2018)년 7월 5일 원고접수

Coagulation of Waste Water by Using Poly Ferric Aluminium Sulfate

Kim Song Ryong, Ri Ki Myong

The treating condition of the waste water is as follows: the stirring rates are 300r/min for 1min and 50r/min for 10min, the additive amount of coagulant is 180 $\mu\text{g/mL}$ and pH is 7. The coagulating effect of PFAS is 3 times higher than that of Al₂(SO₄)₃.

Key words: PFAS, coagulation, waste water