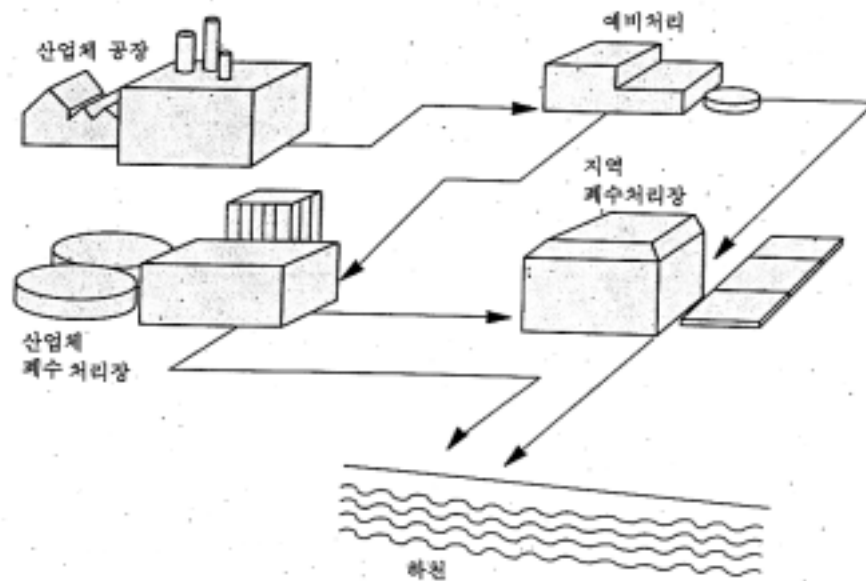


섬유공업에서의 폐수관리

1. 서 언

새로운 법률의 제정과 환경관련기관의 설립으로 인하여 모든 폐수 방출업자들은 부유 공해물질의 방출 감소에 대한 압력을 받고 있다. 이와 같은 압력은 폐수처리전문업체한테도 역시 마찬가지이다. 그동안 전반적으로 폐수의 방출 허용한계가 낮아져 왔으며, 그에 대한 처리비용 역시 증가되어 왔다.

따라서, 제조업체가 직면한 문제는 폐수를 방출하기 전에 이것을 처리하여 새로운 방출 허용한계에 맞추기 위한 효율적이고 저렴한 비용의 폐수처리방법을 강구하고, 폐수처리 및 방출과 관련된 전체적인 비용을 감소시키는 것이다. 그러나 보통의 경우는 이들 폐수를 폐수 처리장으로 보내든지 아니면 하천으로 직접 유출시키든 간에, 체질(screening), 균등화(equalization) 및 pH 조절과 같은 일부 예비처리를 필요로 한다<그림 1 참조>.



<그림 1> 폐수관리 방법

폐수를 예비처리한 다음 아직도 오염물질을 가득 담고 있는 오수에 대해 부분적으로 오염물질을 제거시켜 폐수로 배출하거나, 아니면 보다 더 완전히 오염물질을 제거시켜 하천에 방출할 수 있도록 지역 폐수 처리장으로 보내거나 자체 공장에서 더 처리할 수 있다.

폐수처리에 있어 그 지역의 하수처리장에 전적으로 의존하고 있는 제조업체는 투자자본과 운영면에서의 책임을 최소화할 수 있다는 장점이 있으나, 그럴 경우 허용한도 내로 유지하기가 어려울 수도 있으며 높은 기준을 맞추기 위해 부가되는 비용이 매우 클 수도 있다는 단점이 있다.

2. 폐수처리방법

전형적으로 섬유공업에서 방출되는 폐수는, 높은 수준의 에멀전 또는 용융상태 내에 존재 하는 실제적인 물질의 비율로 나타내는, 높은 물리적 산소요구량(BOD ; Biological Oxygen Demand)과 화학적 산소요구량(COD ; Chemical Oxygen Demand)을 가진다. 일반적인 가정용 폐수에 비하여 유기오염물질의 오염 정도는 몇 배에 달할 수 있으며 색상도 진할 수 있다.

평형화(equalising)와 균형화(balancing), 중력흡착(gravity adsorption) 및 중화(neutralisation)와 같은 몇 가지 예비처리방법들이 사용될 수 있으며, 실제로으로는 화학적인 산화, 한외여과(ultrafiltration), 흡착방법과 생물학적 또는 물리-화학적인 기술에 의해 처리되고 있다. 적절한 처리방법의 선택은 상대적인 비용, 요구되는 처리수준 및 부지 여건 등 개개 폐수 특성과 관련된 여러 가지 요인에 의해 좌우되어진다. 예를 들면, 많은 경우 섬유공업의 폐수로부터 유기물질을 최대한도로 제거하기 위해서, 직렬방식의 생물학적 및 물리-화학적인 처리 방법이 사용된다.

이와 같은 이중적인 방법의 사용은 화학적인 침전방법으로 처리할 수 없

는 성분으로 이루어진 기타의 유기물질 처리는 물론이고 미생물로 분해되지 않는 일부 유기물질 처리에 사용된다.

3. 물리-화학적 폐수처리 방법

가. 침전(precipitation) 및 응고(coagulation)

폐수는 용해된 상태 콜로이드 상태 또는 부유물질 상태로 불순물을 함유하고 있다. 첫번째 처리단계는 pH 조절(산에 의한 분해), 무기 응고체(다원자의 금속) 또는 유기 응고체 등에 의하여 이들 불순물들을 침전 및 응고시켜서 마이크로플록(microfloc; 미세한 솜 모양의 덩어리) 형태로 만드는 것이 포함한다.

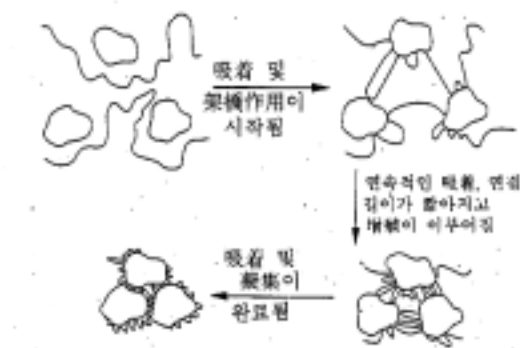
유기 응고체는 분자 질량(molecular mass)이 낮으며, 높은 수준으로 대전된 고분자 전해질(polyelectrolyte)로써 보통은 양이온을 띠고 있으며 무기 응고체와 선택적으로, 아니면 이들 두 가지를 같이 사용할 수 있다. 이들의 메커니즘은 “형질조각 대전(charge patch)” 모델로 설명될 수 있다<그림 2 참조>.



<그림 2> “형질조각 대전” 응고 모델

나. 응집(flocculation)

폐수 속의 불순물이 마이크로플록(micronoc)이나 기타 부유 고형물질일 경우, 이들을 응집 시키는 두번째 단계에서는 이들을 큰 덩어리 형태로 모으게 된다. 이와 같은 처리는 보통 매우 높은 분자 질량을 가지고 있으며, 낮은 수준으로부터 적절한 수준으로 대전된 고분자 전해질을 첨가하므로써 이루어진다. 이때의 대전은 음이온성일 수도 있고 양이온성일 수도 있다. 여기에서 말하는 응집은 입자의 표면에 고분자 전해질을 흡착시키는 것도 포함된다. 이들은 입자들을 가로질러 물리적인 교량(bridge)역할을 하는 고리(loop)나 꼬리(tail) 형태를 하고 있어, 이들을 중합체 입자 행렬(polymer-particle matrix) 또는 플록(floc; 솜 모양의 덩어리)형태로 묶게 된다. 즉, 가교 메커니즘(bridging mechanism)의 역할을 하게 된다<그림 3 참조>.



<그림 3> “가교(bridging)” 응집 모델

다. 고체와 액체의 분리

고체와 액체의 분리는 중력에 의한 침전작용, 여과방법 및 원심분리방법 등 여러 가지 방법에 의해 달성할 수 있다. 오늘날 인기를 끌고 있는 다른 한 가지 방법은 물에 용해된 공기에 의한 부유 분해방법인데, 여기에서는 미세한 공기 기포들이 플록(floc)에 달라붙어 이들이 수면 위로 떠오르도록 축

진시켜 주기 때문에 고형물질들이 수면 위로 떠오르게 된다. 여기에서 물 위에 뜬 플록 형태의 부유물질들은 기계적인 방식의 굵는 기구에 의하여 슬러지(sludge) 형태로 걷어내게 된다.

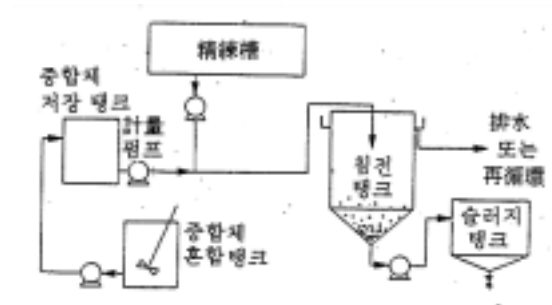
4. 섬유공업 폐수의 물리-화학적인 처리 예

섬유공업 분야에서 상업적으로 성공한 처리방법이 개발되어 왔으며 양모 정련폐수, 페미드린(permethrin) 제거, 색소 제거 등에 사용되고 있다.

가. 양모 정련폐수

울 플리스(wool fleece)의 정련으로부터 생성된 액체에는 울 그리스(wool grease), 유기 및 무기성분의 배설물(스윈트), 때(dirt), 식물성 물질 및 세정제 등이 많이 포함되어 있다. 이것은 20,000~40,000 mg/l 범위의 BOD와 100,000 mg/l 정도의 COD로 매우 심하게 오염되어 있다. 무거운 고형물질의 제거만을 위해서는 중력에 의한 침전이 효율적이지만 그럴 경우 BOD와 COD의 감소는 거의 이루어지지 않는다.

그러나 고분자 전해질에 의한 응집에 의하여 실질적으로 많은 양의 콜로이드 상태의 때(dirt)(세정제에 의하여 안정화된)가 제거된다. 처리 되는 폐수의 특수 성격에 따라 약간의 음이온성 또는 양이온성으로 대전되어 응결제와 연결되는 형태의 높은 분자 질량을 갖는 고분자 전해질을 선택하는 경향이 있다. 응집공정<그림 4 참조>에서는 콜로이드 상태의 입자와 밀집된 형태의 고형물질이 서로 결속되어 크게 형성되어 빠른 속도로 플록(floc)형태로 정착된다. <표 1>에 전형적인 부유 고형물질의 감소(COD의 감소를 동반하여)가 나와 있다.



<그림 4> 전형적인 양모 정련처리공장의 흐름도

<표 1> 양모의 정련폐수처리로부터 구한 전형적인 데이터

처 리	COD		SS	
	(mg/l)	감소 (%)	(mg/l)	감소 (%)
미처리	100,490		30,950	
원심분리	91,500	9	26,200	15
60mg/l Zetag 92				
원심분리	60,460	40	19,370	37
100mg/l Zetag 92				
원심분리	50,650	50	13,400	57

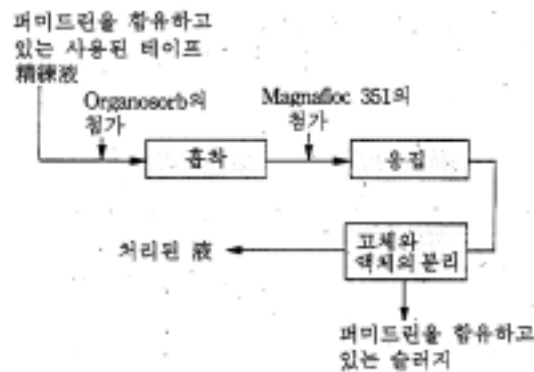
나. 페미드린(permethrin)의 제거

페미드린(permethrin)은 섬유공업 분야에서 가장 널리 사용되고 있는 방충가 공제(moth proofing agent)의 하나이다. 오늘날, 영국과 같은 나라에서는 방충제의 사용이 크게 문제가 되고 있는데, 그 이유는 오는 1993년도부터 자연환경에 대한 방충제의 유출을 엄격히 제한하는 환경보호 관련법률이 효력을 발휘하기 때문이다. EEC 영내에서도 방충제를 “위험물질(dangerous substance)” 리스트에 삽입시키는 방향으로 진전되고 있다.

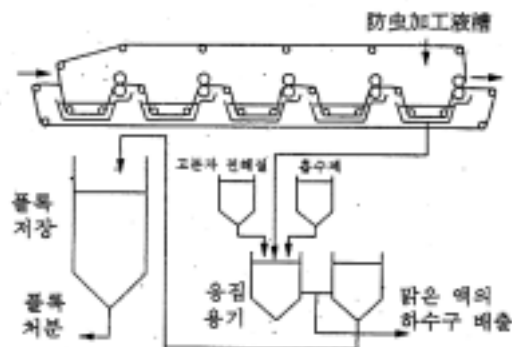
영국의 Allied Colloids사는 사용한 테이프 정련(tape scour)액으로부터 페미드린의 제거를 위한 처리공정의 개발을 요청받았다. 이 정련액은 연속 정련공정의 마지막 보울(bowl ; 수조)로부터 추출한 것으로 여기에는 페미드린, 포름산(formic acid), 세정제, 염류 및 추출된 불순물 등이 포함되어 있다. 포름산

의 높은 함유율로 인해 효율적인 화학적 예비처리방법을 확립하는 데 다소 어려움이 있는 것으로 여겨졌다.

그럼에도 불구하고 무기 흡습성 물질(Organosorb)로의 퍼미드린 흡착, 바이온 고분자 전해질(Magnafloc 351)을 사용한 응집 및 중력에 의한 침전 등을 포함하여 효율적인 처리 시스템이 개발되었다<그림 5와 6 참조>. 전형적인 예에서 보았을 때 맨 처음 퍼미드린의 함량은 50mg/l 이었는데 반하여 최종 단계에서는 0.04 mg/l 을 함유하여 99.32%의 제거율을 보였다.



<그림 5> 퍼미드린(permethrin) 제거를 위한 처리공정



<그림 6> 테이프 정련폐수(tape-scur effluent)의 처리 공정도

다. 염료의 제거(dye removal)

섬유공업에 있어서 다른 또 한 가지 문제점은 사용한 염액이나 염액을 포함한 폐수의 처리문제이다. 사용하고 남은 염액 속의 염료는 섬유 가공공정에서 사용된 다른 처리 약품들의 찌꺼기들과 혼합되어 있을 수 있다. 이들 폐수는 이들의 매우 짙은 색상과 높은 BOD와 COD가 입증하는 것처럼 오염수준이 매우 높다.

물리-화학적인 처리방법을 원래의 폐수에 직접 적용하거나 아니면 생물학적 처리를 먼저 한 다음 즉, 활성 슬러지(activated sludge)에 적용할 수도 있다. 이 처리방법은 근본적으로 응고제의 사용에 이은 가교 응결제(bridging flocculant)의 첨가, 그리고 마지막으로 용해된 공기에 의한 부유 분해방법 등을 포함하고 있다. 50% 이상의 COD 감소와 더불어 색을 거의 완벽하게 제거할 수 있었다.

5. 결 언

섬유 제조업체들은 그들이 만들어 내는 폐수와 관련하여, 일부 업체의 경우에는 아주 심각하게 어려운 문제에 당면하고 있다. 이 문제에 대한 해결방안은 폐수의 용량과 특성, 공장의 부지 여건, 공업단지 내의 배치관계 및 재정형편 등 여러 가지 변수가 있어 업체에 따라 다르게 된다. 그러나 불행하게도, 일부 업체에 있어서의 피할 수 없는 결론은 실제 사용할 수 있는 해결방안이 없다는 점이다.

먼저 자체 회사 내에서 심사숙고가 이루어져야 할 것이고, 그 문제와 관련된 주위 사람들 그리고 도움을 받을 수 있는 사람들과 솔직한 토의가 있어야 할 것이다. 이들 대상자 중에는 환경 관계기관, 정수관련회사, 폐수처리를 위한 공장 및 설비 공급자 그리고 화학약품 공급자 등이 포함될 것이다.