

# 요 약 문

## I. 연구개요

텐타 공정에서 발생하는 배출 가스에 함유된 백연과 오일미스트를 제거하기위하여 미스트 제거에 효과적이지만 집진판에 누적되는 오염물질로 인하여 지속적인 사용이 곤란한 전기집진기의 단점을 보완하여 전기집진기의 효율을 지속적으로 유지할 수 있는 수단을 가진 이동전극형 전기기집진기를 현장 적용한다.

## II. 연구의 필요성 및 목적

염색은 소비자의 기호에 맞게 섬유소재인 사 또는 직물에 물리적·화학적 처리로 색상, 촉감, 디자인 및 성질변화 등의 기능을 부여하는 산업이다. 일반적으로 지칭되는 섬유 염색 공정은 섬유소재를 상품으로 만들기 위해서 섬유를 염료로 염색시켜 제품의 질을 향상시키고 소비자를 만족시키기 위한 공정이다. 섬유 염색 공정은 크게 전처리공정, 염색공정, 후처리공정으로 나뉘어 진행된다. 먼저 염색 전처리공정의 세부공정은 원료입고 및 저장, 투입, 혼합, 발호, 정련, 표백, 머서화 가공 및 알칼리 감량 공정으로 이루어져 있다. 염색공정의 세부적인 공정은 방법 에 따라 침염, 나염, 사염 등으로 나뉘고 염색되어지는 섬유에 따라 셀룰로오스계 섬유에 의한 염색, 동물성 섬유에 의한 염색, 합성섬유에 의한 염색, 반합성 섬유에 의한 염색으로 구분된다. 그 외 특수염색이라는 염색 공정도 있는데 기포염색이나 전사날염, 마이크로파 가열에 의한 염색이 이에 속한다. 마지막으로 후처리 공정은 텐터공정, 마무리 열처리공정, 제품검사 및 제품출하로 이루어져 있다. 그 중 마무리 열처리 공정은 염색이 완료된 섬유를 텐터 시설이라는 일종의 다림질 시설을 통해 건조 시키는 동시에 열처리를 하는 공정이다.

텐터 공정은 섭씨 190도 근역의 열풍을 이용하여 이루어지고 있으며 이로 인하여 섬유의 방사 및 직조과정에서 섬유에 흡착된 윤활유, 염색과정에서 섬유에 흡착된 염료, 조제, 정련제, 용수가 휘발되어 대기중으로 배출되면서 오일미스트가 발생하고 이와 함께 타는 듯한 냄새를 유발한다. 배출되는 농도는 텐터 공정에 따라 차이는 있으나 배출허용기준을 초과하는 경우가 발생하고 있다. 또한 백연과 오일미스트로 인한 민원이 끊이지 않고 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로 소각, 활성탄 흡착탑, 전기집진기 등의 방법을 사용하여 해결하고자 하였으나 설치비 및 유지비가 과다하여 현장적용에 곤란하며, 지속적인 효율이 유

지되지 않아 유지관리가 곤란한 상황이다.

이러한 상황으로 인하여 초기 설치비가 저렴하며 유지관리가 용이한 기술이 필요하게 되었으며, 이동전극형 전기집기를 적용하고자 하였다.

### III. 연구의 내용 및 범위

#### 1. 연구개발 내용

##### 1.1 에어로졸 처리기술 개발

텐터 공정후단에서 습식스크러버를 통과하여 배출하는 에어로졸은 유증기와 같이 끈끈한 점성을 가지고 있다. 기존의 전기집진방식으로 에어로졸은 잘 포집이 되지만 점착성이 있는 물질들은 집진판 표면에서 탈착되지 않고 두꺼운 막을 이루어 종국에는 전기집진이 되지 않는 현상 발생. 본 과제에서는 집진판에 포집된 물질을 효과적으로 제거하여 집진판의 효율이 초기의 90% 이상을 유지하도록 하고자 하는 기술을 개발하고자 함.

##### 1.2 냄새유발 물질 제거

백연은 수분과 유증기 및 가스상 물질들이 뜨거운 배기에서 차가운 대기로 배출되면서 응축되면서 발생하는 것으로 효과적이고 경제적으로 제거할 수 있는 기술 적용이 필요하다. 스크러브 후단으로 배출되는 에어로졸을 이동전극형 전기집진기를 설치하여 배기에서 제거함으로써 연돌로 배출되는 백연 및 냄새 유발물질 배출 방지하고자 한다.

##### 1.3 연구개발 최종목표

- 이동전극형 전기집진기를 이용한 에어로졸상 악취원인물질 제거
  - 텐터 공정에서 발생하는 유증기와 같은 끈끈한 점성이 있는 물질들이 전기집진판에 부착된 후 효율적으로 제거할 수 있는 방법 개발.
  - 전기집진기의 지속적인 사용에도 초기효율의 90%이상을 유지할 수 있도록 집진판에 부착된 물질들을 제거하는 기술 개발.

## 2. 연구범위

### 2.1 제거대상물질 조사

텐터 공정 후처리 장치에서 발생하는 악취원인물질 특성 분석을 위하여 전반적인 현장 조사와 자료조사를 통하여 텐터 후처리 장치에서 제거하여야하는 물질을 특정함.

본 연구개발에서는 습식 스크러버 후단으로 배출되어 대기중으로 노출되는 에어로졸의 특성을 파악. 에어로졸의 구성성분과 형성과정을 파악하고 효과적으로 제어할 수 있는 방법을 도출. 분석된 물질에 대한 설계변수 검토를 충분히 하여 기간이 부족할 경우 기간을 연장하여 충분히 검토할 것임.

### 2.3 이동전극형 전기집진기 구성

전기집진기의 집진에 영향을 미치는 인자들에 대한 자료를 토대로 에어로졸의 이동속도를 산정하고 이를 바탕으로 하여 집진판의 간격, 인가전압, 풍량/풍속 설정에 따라 집진효율을 최적화하기 위하여 집진판의 길이를 설정하여 이동전극형 전기집진기를 설계 제작한다.

제작할 Pilot 장치의 용량은 텐터공정 습식스커러브의 대표적인 용량  $300\text{m}^3/\text{min}$ 의  $1/20$ 인  $15\text{m}^3/\text{min}$ 으로 설정한다.

### 2.4 점성 물질의 집진 및 탈진 기술 개발

- 전기집진기의 원리를 이용하여 텐터에서 발생하는 냄새유발물질이 함유된 에어로졸을 집진
- 포집대상이 점성을 가지고 있음으로 진동을 이용한 탈진방식으로 집진판에 부착된 에어로졸이 탈진되지 않는다.
- 이를 제거하기 위하여 집진판을 브러쉬로 강제적으로 탈진한다.
- 집진판 전체를 탈진하기 위하여 집진판을 회전시킨다.
- 집진판에서 점성물질의 효과적인 제거를 위하여 집진판이 세정수에 담겨진 상태에서 브러쉬를 구동하는 것도 고려한다.
- 수중에서 상승하는 집진판에 잔류하는 세정액은 자동차용 와이퍼와 같은 형식의 고정식 스크래퍼를 장착하여 제거하여 집진판에 잔류하는 세정액이 없도록 할 예정임

## 2.5 이동전극형 전기집진기 집진판 이동 구조 개발

- 집진판은 금속으로 이루어져 있으며, 이를 회전시키기 위하여 집진판을 회전시킬 수 있도록 상하를 분리된 좁은 판으로 연결한다.
- 좁은 판으로 연결된 집진판을 일정 속도로 회전하기 위하여 벨트, 체인 등을 이용하여 상하로 이동시키는 구조와 구동부를 만든다.

## 2.6 집진판 간격, 집진판 이동속도, 집진판 길이, 유속 최적화 기술 개발

- 제작된 이동전극형 전기집진기를 이용한 예비 시험을 통한 이동전극형 구동시험을 통한 구동의 안정성과 이동속도 조절
- 유속, 유량에 따른 집진효율을 측정하여 최적 유속 도출
- 집진판 간격과 가스 성분에 따른 최적 인가전압 도출
- 유속, 에어로졸 이동속도, 인가전압, 집진판 간격에 따른 집진판 길이 도출

## 2.7 현장적용 시험

- Pilot 장치를 실험할 수 있는 대상업체의 선정 시, 오염물질의 배출이 상대적으로 많은 직회식 텐타기를 대상으로 연구 실시할 것이며,
- 오염물질 배출량이 많은 샌드위치 직물 세팅공정에서 시험을 추진하여야 함.
- Pilot 장치 운전 시 성능검증을 위한 Monitoring 항목은 악취제거를 위한 것임으로 VOC의 효율을 측정함
- 현장에서 장기 운전에 따른 안정성을 위하여 과제기간 만료시까지 시험운행함

## IV. 연구결과

1. 현재까지의 연구를 통하여 텐터 후처리 공정에서 발생하는 백연은 수분과 오일미스트로 구성되어 있으며, 오일 미스트는 윤활유, 염료, 섬유유연제 등의 염색과정에서 투입되는 오일들이 증발하여 이루어져 있음을 알 수 있었다.

2. 이동전극형 전기집진기에서 집진전극이 안정적으로 이동할 수 있는 구조를 확립하였다. 집진판 구동을 위한 모터, 체인, 집진판 체결 및 의 흔들림을 최소화하고 원활하게 구동하기 위한 텐션 조절을 할 수 있도록 하였다.

3. 고온다습한 조건에서 방전극 누전 방지를 위한 절연구조를 확립하였다. 절연애자 내부레배기보다 높은 온도로 Sheatr Air를 공급하여 애자 내부로 에어로졸이 유입, 침착되지 않게 하여 오염을 방지하여 절연 저항은 500MΩ이 나왔으며 운전 중에 문제가 발생하지 않았다.

4. 집진판에 부착된 오염물질을 효율적으로 제거할 수 있는 집진판 세정방식을 확립하였다. 집진판 세정을 위하여 집진기 하부에 저수조를 마련하여 저수조 내부에서 집진판과 역방향의 브러쉬 구동으로 집진판에 부착된 물질들을 세정하고, 상향하는 집진판의 양면에 스크래퍼를 장착하여 저수조에서 부착되어 잔류하는 물을 제거하도록 하였다.

5. VOC 제거효율이 45.5% 로 높게 나타났다. 미세입자 포집효과에 의하여 악취원인물질이 제거됨으로 인한 것으로 추정되지만 코로나 방전에 의하여 발생하는 오존과 수산화기에 의한 반응으로 인한 것인지 확인이 필요하다.

6. 전기집진기 가동시 9 $\mu$ m 이상의 입자는 배출되지 않았다. 4 $\mu$ m 입자의 이동속도는 0.06m/s에서 0.13m/s로 나타났고 300CMM의 유량에서 90%를 제거하고자 할 경우 85 m<sup>2</sup>~200m<sup>2</sup>의 집진판 면적이 필요한 것으로 나타났다.

7. 점성물질을 전기집진기로 포집하고 전극을 이동하여 탈진하는 이동전극형 전기집진기 특허출원을 하여 기술적인 성과를 획득하였다.

## V. 연구결과와 활용계획

### 1. 지역환경 개선

악취 저감으로 인한 지역 환경 개선

지역 민원 감소

### 2. 적용업체의 조업 안정성 확보 및 매출 증대

2018년부터 강화되는 ‘악취의 엄격한 배출허용기준’ 적용으로 기업의 조업 안정성이 위협을 받고 있음

지역민의 민원과 관리기관의 감독으로 조업정지 상태로 이어지고 있음

이와 같은 문제점을 해소하고 기업의 조업 안정성을 확보할 것임

안정된 조업 환경으로 인한 생산성이 향상되어 기업의 매출이 증가할 것으로 기대 됨

### 3. 친환경 기술 보급

기존 전기집진기, 백필터, 활성탄 등의 대기오염제어장치로 제거하기 곤란한 점성물질을 제거하는 기술이 개발되어 보급될 것임

다양한 현장에서 기업의 조업안정성에 기여를 할 것임

신기술 보급으로 인한 매출이 기대됨

### 4. 기대효과

특허 출원 1 : 전기집진장치

### 5. 적용범위

전기집진기를 고효율로 유지하면 그 적용범위는 다음과 같이 매우 다양하게 적용할 수 있어 응용범위가 광범위함.

- 텐터 공정 후처리 장치 활용
- 고효율 에어로졸(mist, dust, particle) 포집 장치로 활용. 가정용 공기청정기, 지하실, 지하철 역사 공기청정기로 활용
- 식료품 공장, 화학 공장, 산업용 공기청정기 등으로 활용

- 도장공장 후처리 장치로 활용 가능

## 6. 사업화 방안

- 텐터 공정 백연저감장치 사업화
- 점성물질 배출 산업현장에 적용