

러핑공정의 분진량 감소를 위한 듀얼 흡입 시스템 집진기 개발

Development of dual induction system to reduce leather dust in rubbing process

*# 문광섭¹, 송현수¹, 최진국²

*#K. S. Moon(ksmoon@kiflt.re.kr)¹, H. S. Song¹, J. K. Choi²

¹ 한국신발피혁연구소, ² 커스토메이드

Key words : Dual induction , Dust, Rubbing, Working environment

1. 서론

신발의 주요 체결방법은 본딩에 의한 접착과 미싱에 의한 제봉이 대부분이다. 따라서 본딩이 용이한 소재에 대해서는 신발 생산 시에 큰 문제가 되지 않는다. 그러나 소재 자체의 특성으로 인해 본딩이 잘 되지 않는 경우에는 생산된 제품의 품질에 심각한 문제가 발생할 수 있게 된다. 따라서 접착이 용이하지 않는 부품이나 천연가죽 등은 해당 접착면에 그라인딩 작업을 하여 접착면이 많아지도록 하는 공정이 꼭 필요하게 되는 것이다.

집진장치 내장형 개별집진 장치의 경우는 하나의 흡입모터와 필터가 내장된 구조로서 효율적인 집진이 이루어지지 못하는 실정인데 주된 원인은 다음과 같은 것으로 파악되었다. 첫 번째 원인으로서는 일정시간이 지나면 흡입되는 분진과 러핑 결과물에 의해 필터가 막히거나 제 기능을 발휘하지 못하게 됨으로 인한 집진효율이 저하되는 현상이 발생하기 때문이다. 두 번째 원인은 필터 청소 및 관리를 위한 어려움을 들 수 있다. 필터를 청소하기 위해서는 해당 장치를 정지시키고 필터를 꺼내어 공기를 불어서 필터에 붙어있던 연마입자를 털어내어야 한다. 이러한 청소에 대한 불편함이 있으며, 이때 이차분진의 발생이 함께 이루어져서 오히려 청소로 인한 분진발생량이 많아지는 실정이기도 하다. 마지막으로 필터 청소 및 관리를 위한 시점의 확인이 어렵다는 것에 원인을 들 수 있다. 러핑 작업을 하고 있는 작업자는 해당 작업에 열중해야 하며, 주어진 작업량에 대한 부담감으로 흡진력이 낮아졌을 때 이를 제 때에 감지하고 청소를 하지 못한다. 따라서 효율적인 관리 시점을 놓치게 되고 이에 따라 작업장 내에 분진량이 높아지게 된다.

현재 신발 제조공장이나 고무관련 생산공장에서의 전체적인 문제점과 요구사항은 흡입성능의 개선과 청소방법의 간소화를 주요내용으로 하고 있다. 즉, 흡진량의 증가에 따른 필터의 막힘 시 자동청소를 통해 흡진량을 초기상태로 유지시켜주며, 청소에 따른 작업자의 작업효율 감소 및 2차분진 발생을 원천적으로 제거할 수 있는 집진방법이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 위에서 언급되었던 비효율적인 집진방법을 개선하고, 이로 인해 작업장의 환경을 개선시킬 수 있는 새로운 방식의 집진장치 개발 및 현장적용이 필요할 것으로 판단하였다.



Fig. 1 The rubbing process in shoe factory

2. 듀얼 흡입메커니즘의 결정

기존 필터 내장형 기존 필터 내장형 집진기의 경우, 초기 가동 시에는 집진성능이 비교적 좋은 데 반해 시간이 갈수록 필터가 막힘으로 인해 집진 성능이 저하되는 현상이 발생한다. 이러한 문제점으로 인해, 작업자가 작업도중 필터를 청소하고 분진을 털어내야 하는 과정이 필요하다. 하지만 이러한 청소방법 또한 방법이 번거롭고 러핑작업이 많은 경우 많은 횟수의 청소를 필요로 함으로 인해 생산성이 저하됨은 물론 작업자에 대한 상병의 원인이 된다.

듀얼 흡진 시스템은 작업자가 그라인딩을 하는 과정에서도 다른 흡입 모터가 구동될 수 있어 기존에 구동되는 흡진 모터의 과열을 식힐 수 있고 필터를 안정되게 청소 할 수 있다. 따라서, 듀얼 흡진 시스템을 사용함으로써 작업 간 항상 최상의 성능을 유지 할 수 있으며, 청소도 용이해 작업환경 개선 및 생산성 향상에 도움을 줄 수 있다. Fig. 2는 듀얼 흡진이 가능한 집진방식의 메커니즘 절차를 나타낸 것이다.

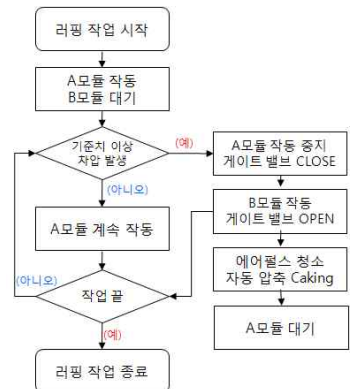


Fig. 2 Dual inductive mechanism

3. 차압감지센서를 이용한 듀얼 흡입시스템 설계

본 연구에서는 차압감지 센서를 이용하여 듀얼 흡입시스템을 개발하였다. 듀얼 흡입 시스템에 사용된 기본적인 메커니즘은 2절에 언급한 내용과 동일하며, 구체적인 방법을 Fig. 3에 나타내었다. A(B) Line Filtering 지역에 설치되어 있는 차압센서가 설정수치 이상로 올라갈 경우 A(B) Line의 흡입장치(모터)가 정지하고, Gate way valve가 실린더에 의해 작동되어 A(B) Line의 관로를 차단한다. A(B) Line 관로를 차단할 경우 자동으로 B(A) Line이 열리게 되며, B(A) Line의 흡입장치(모터)가 가동

되게 된다. 차단된 A(B) Line의 Filter는 압축공기가 분사될 수 있도록 Filter 내측에 설치되어 있는 관로를 통해 Auto Self Regenerating 공정이 실시되며, B(A) Line의 작업효율(압력)이 떨어져서, 가동이 중단됨과 동시에 A(B) Line을 가동 시킬 수 있도록 Standby 상태로 유지시켜준다.

청소를 위한 에어의 발생형태에 대한 분석도 실시하였다. 청소를 위한 에어가 한번에 장시간 쏘게 되면 에어의 손실이 너무 많이 발생하게 됨으로써, 본 연구에서는 순간적으로 에어를 10회 쏘는 방식으로 설계하였다. 청소 효율을 높이기 위해 작업장의 형태나 작업자의 작업상태에 따라서 작업자가 최대 20회까지 조정하여 쓸 수 있도록 하였다.

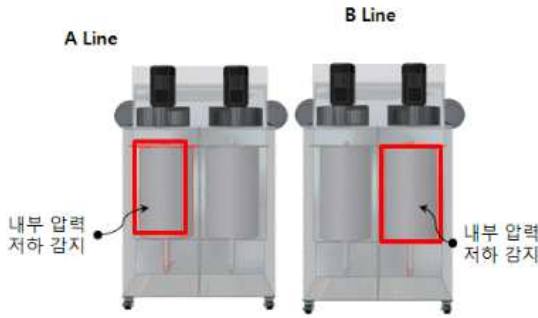


Fig. 3 The mechanism of a dual system

본 연구에서는 Air pulse에서 분출된 에어가 에어펄스 파이프를 통해 필터 내부에서 외부로 강한 공기가 빠져나가는 청소 메커니즘을 취하였다. 차압모듈에 의해 확인된 압력의 차이를 통해 필터의 흡진상태를 파악하게 되고, 지정된 차압 정도에 도달하게 되면 Air Pulse에서 에어가 10회씩 단발로 쏘도록 하였다. 이렇게 함으로써 필터에 흡착되어있던 러핑가루들이 떨어지도록 하였다. 이러한 10회에서 20회정도의 에어분사를 통해 필터의 청소 상태가 개선됨을 확인할 수 있었으며, 필터의 청소상태에 따라 흡진력도 90%이상 개선되는 것을 확인할 수 있었다.

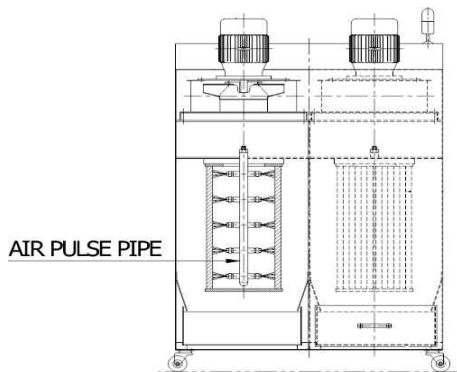


Fig. 4 Filter cleaning module using air pulse pipe

4. 현장 적용을 통한 성능평가

본 연구를 통해 제작된 시제품에 대한 정확한 성능 평가를 위해 환경 측정 업체를 활용하여 작업환경을 측정하였다. 환경 측정 방법은 러핑기를 이용하여 작업을 진행하는 동안 러핑기 주변에 발생하는 분진의 양을 30분동안 수집하였으며, 여과포집법(중량분석법)을 이용하여 분석을 실시하였다.

바닥 그라인더의 용도에 적합하게 가죽 제품을 연마하고, 연마하는 동안 러핑기의 작업대 주변 1포인트씩 결정하여 측정을 하였다. Fig. 5는 러핑기별 측정 포인트를 나타낸 것이다.



Fig. 5 The result of dust test at rubbing work area

개발된 듀얼흡진 집진기(러핑기)는 기존 러핑기에 비해 수거통의 청소 횟수가 Table 1과 같이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 기존 러핑기의 경우 부산물 및 분진 수거통을 청소하는 횟수가 일반적으로 평균 3~4회/1일 정도이었으나 듀얼 시스템 집진기(러핑기)의 경우 평균 1~2회/1일 정도로 약 1~2회 정도 청소횟수를 줄일 수 있다. 이와 같은 사실을 통해 작업효율 개선 정도를 Table 1과 같이 평가 할 수 있었다.

Table 1 The decreasing rate of idle time at a rubbing process

	일 평균 작업시간 (A)	청소 시 회당 소요시간 (B)	청소횟수 (C)	청소 소요시간 (D = B * C)	유휴시간 감소율 (E = 기존D/ 개발D)
기존	8	0.3	4	1.2	300%
개발	8	0.2	2	0.4	

4. 결론

본 연구에서는 듀얼방식의 집진기를 제작하였으며, 특히 차압 감지 모듈을 개발하여 필터내부의 압력 상태를 지속적으로 파악함으로써 흡입력의 상태를 모니터링 할 수 있도록 하였다. 이로 인해 흡입력이 일정수준 이상 떨어졌을 때 즉시 해당 필터를 청소함으로써 청소 효율을 높일 수 있으며, 청소 시 다른 쪽 필터에서 흡입력이 발생함으로 인해 지속적인 러핑 작업이 이루어질 수 있도록 하였다. 현재 본 설비는 신발관련 업체에서 현장 적용 중에 있으며 듀얼 집진효과에 대해서는 기존 설비에 비해 우수한 것을 확인할 수 있었다. 또한 작업자가 취급하는 대상물의 형태나 크기 등에 따라 작업자의 작업 편의성을 높이기 위한 흡진 및 배관부분의 적절한 수정도 필요한 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 신발 제조공정상에서 필연적으로 발생할 수 밖에 없는 러핑 부산물과 분진을 억제 및 제거하는 설비로서, 이러한 설비의 개발로 신발제조공정상의 주요 작업 애로환경을 해소할 수 있기 때문에 작업환경 문제로 인한 인력난을 해소할 수 있을 것으로 기대되며, 작업 중 필터 청소시간의 단축으로 인한 작업효율 증대와 최종 제품의 품질향상에도 기여하는 정도가 높을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 이주상, "Cyclone 집진기에 의한 호흡성 분진입자의 제어성능 효과", 한국도시환경학회지, 18, 63-68, 2005.
2. 유경훈 외 5 "덕트형 세정집진기의 입자포집 특성실험", 대한기계학회 춘추학술대회, 1795-1800, 2004.
3. 김성욱, 문광섭, 송현수, "분진 제거형 고무혼합설비 개발," 중소기업청 직무기피 사업 보고서, 2005.