

소개

지난 세기에는 산업 제조 기술에서 혁신적인 변화가 있었습니다. 재료, 방법 및 제어 시스템의 발전으로 품질이 향상되고, 공차가 더욱 정밀해졌으며, 생산 속도가 개선되는 성과가 있었습니다.

이러한 모든 개선은 비용 절감, 단가 삭감, 그리고 이에 따른 수요의 증가를 불러왔습니다. 수요가 늘면 속도 증가가 요구되며, 이 패턴은 계속 반복됩니다. 생산 기계를 보다 빠르게 운전해야 하는 압박을 받음에 따라 기계의 가동률이 증가하고 진동이 커지며 그에 따라 소음 수준도 증가하고 있습니다.

진동 피더도 지속적으로 증가하는 속도 요구에서 예외가 아닙니다. 자동화된 어셈블리 시스템의 기본 구성 요소 중 하나인 피더는 점점 더 덩치가 커지고 있는 동시에 계속 증가하는 생산 속도를 따라가기 위해 가동 속도를 훨씬 더 높여야 한다는 속제를 안고 있습니다. 또한, 자동화된 어셈블리 시스템의 이용 범위가 확대되면서 주어진 시설에서 사용하는 피더의 절대적 수도 증가하고 있습니다. 피더의 수량이 증가하고 속도가 증가하면서 작업장의 소음 수준이 커지고 있습니다.

과도한 수준의 소리를 의미하는 소음은 청력 손실의 주된 원인으로 오래 전부터 지목되고 있습니다. 이러한 소음은 예방 가능한 청력 손실의 **주된 원인**입니다. 직원에게 청력 손실의 위험을 초래하는 것 외에도 과도한 소음 수준은 사고율의 증가, 품질 저하 및 작업자의 생산성 저하와도 연관되어 있습니다. 따라서 소음 수준을 줄일 수 있는 기회는 회사의 수익성을 개선할 수 있는 기회로도 볼 수 있습니다.

소음의 영향

강도 높은 음력이 청각을 손상시키는 기전은 현재 잘 알려져 있습니다. 높은 음력에 지속적으로 노출되면 시간이 경과함에 따라 매우 천천히 내이에 있는 섬모라고 하는 청각 신경이 손상됩니다. 결국에는 이러한 신경이 죽게 됩니다. 소음 노출에 의한 청력 손실은 겉으로 드러나지 않고 천천히 지속적으로 통증 없이 일어납니다. 일반적으로, 신경 손상이 발생하기 시작하는 시점에 가장 먼저 나타나는 경고 신호는 귀에서 소리가 나는 이명(윙윙거리거나 딸깍거리는 소리)입니다. 청력 손실이 증가함에 따라 친구와 가족들이 대화를 반복하거나 라디오와 TV 볼륨을 과도하게 크게 높이는 일이 잦아집니다. 또한 청각에 문제가 있는 사람들은 사회성도 악화됩니다(일종의 성격 변화).



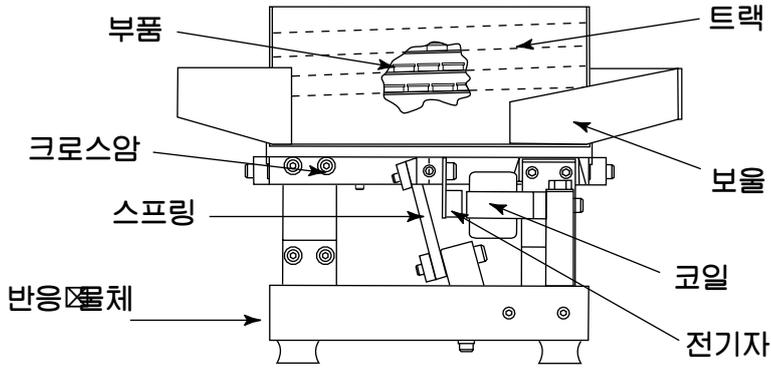
소음 속에서 작업하는 사람들에게는 관련된 다른 문제도 발견되고 있습니다. 가장 큰 문제 중 하나는 작업자의 안전입니다. 작업장이 시끄러우면 작업자의 안전이 위협을 받습니다.

소음이 심하면 경고 신호를 듣지 못할 가능성이 커집니다. 작업 지시와 업무 하달과 같은 구두 대화의 인지 수준도 떨어집니다. 소리의 발원지를 찾기 어려워지므로 대화를 구분하여 듣기가 어려워집니다. 소음은 사회 활동을 제한시키고 유용하고 필요한 청각적 정보를 입수하지 못하는 문제를 일으킵니다. 청력이 손실된 작업자의 경우 이러한 청각적 불편은 위험성을 높입니다. 환경에 존재하는 소음은 실수를 유발하고 때로 사고를 불러옵니다. 소음이 심한 생산 시설에서 일하는 작업자의 40 ~ 80퍼센트가 청력 손실의 위험에 노출되는데, 일반 작업자의 경우에는 18퍼센트 수준입니다.

소음이 심한 환경에서 주기적으로 일할 때의 부정적 영향은 또 있습니다. 직장에서 소음에 주기적으로 노출되는 사람은 불안, 수면 장애, 배우자 및 자녀와의 감정적 불화, 혈압 상승 등 정신 건강 문제를 일으킬 가능성이 높습니다. 중국에서 실시된 한 연구에 따르면 젊은 성인 여성이 소음이 심한 작업 환경에 노출될 경우 몇 가지 생식기 계통 문제가 발생하는 것으로 밝혀졌습니다. 1) 월경 주기가 바뀌고 불규칙해졌습니다. 2) 첫 임신이 어려웠습니다. 3) 임신이 된 경우에도 유산 비율이 비정상적으로 높았습니다. 4) 임신이 된 경우에도 조산 비율이 비정상적으로 높았습니다. 5) 태어난 아기의 기형 발생률도 비정상적으로 높았습니다.

소음의 영향은 분명 치명적인 결과를 가져올 수 있으며 소음 노출을 최소화하기 위한 노력이 필요합니다. 진동 피더에서 발생하는 소음을 줄이는 일도 작업장에서 소음 노출을 크게 줄일 수 있는 한 가지 방법입니다.

그림 1: 기존의 진동 피더



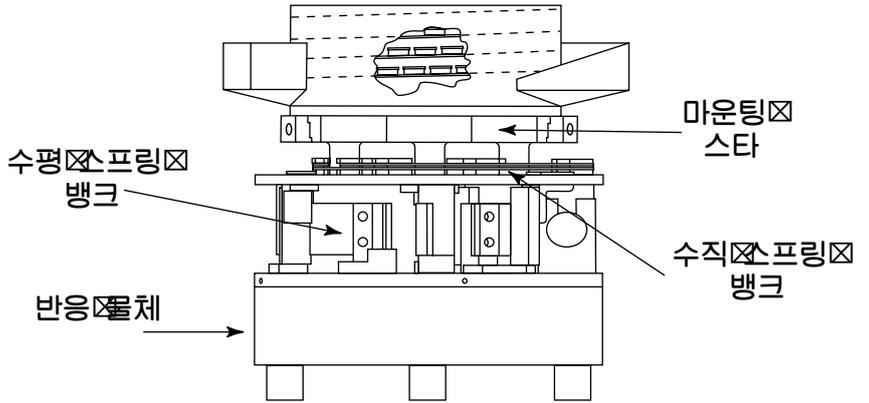
진동 피더 소음

기존의 진동 피더는 필요한 동작을 제공하기 위해 전자기 코일, 해당 전기자 및 스프링을 결합시켜 사용합니다. (그림 1을 참조하십시오.) 진동 보울과 균형을 맞추기 위해 반응 물체에 코일이 장착됩니다. 코일에 전력이 공급되면 전기자가 코일 쪽으로 끌려옵니다. 전기자와 스프링은 보울이 장착된 표면인 크로스암을 통해 연결되어 있습니다. 스프링의 장착 각도로 인해 전기자가 코일 쪽으로 수평하게 끌려오며 따라 크로스암은 수평 및 수직 방향으로 모두 이동합니다. 합성 벡터는 보울이 앞뒤로 움직이는 데 기준이 되는 각진 평면을 나타냅니다. 경사진 보울의 트랙과 함께 각진 평면을 따른 이동으로 인해 부품이 위쪽의 나선형 트랙을 따라 보울 배출구 쪽으로 점차적으로 "공급"됩니다.

전기자를 코일 쪽으로 끌어당기는 전기 펄스로부터 소음이 발생합니다. 이러한 펄스는 라인 주파수의 절반 또는 전체 주파수인 60 또는 120 Hz(일부 국가에서는 50 및 100 Hz)에서 발생합니다. 보울에서 트랙에 접촉하는 부품에 의해서도 소음이 발생합니다. 코일에서 펄스가 발생할 때마다 보울이 합성 벡터를 따라 당겨지면서 부품이 트랙 위쪽으로 "던져져" 약간 더 전진된 지점으로 이동하게 됩니다. 부품이 위로 던져지고 다시 아래쪽으로 내려오며 트랙에 접촉할 때마다 소음이 발생합니다. 보울에는 수천 개의 부품이 들어 있기 때문에 전체적인 소음은 상당히 클 수 있습니다. 부품의 유형도 소음 수준에 영향을 미칩니다. 가벼운 플라스틱 부품은 무거운 금속 부품에 비해 소음을 적게 발생시킬 것입니다. 코일에 공급되는 전력의 양을 변화시켜 공급 속도를 조절합니다. 전력이 높으면 진폭이 커져 펄스가 발생할 때마다 보울이 이동하는 거리가 커집니다. 동작의 수평 및 수직 성분은 스프링을 통해 기계적으로 연결되어 있기 때문에 수평 성분을 증가시키는 전력의 증가(공급 속도를 결정하는 가장 주요한 인자)는 자연스럽게 수직 성분도 증가시키게 됩니다. 코일에 의해 발생하는 과도한 소음 외에도 수직 성분의 증가는 부품이 더 많이 튀어 오르게 하여 더 큰 소음을 일으키고 부품의 방향이 어긋나는 문제도 일으킬 수 있습니다.

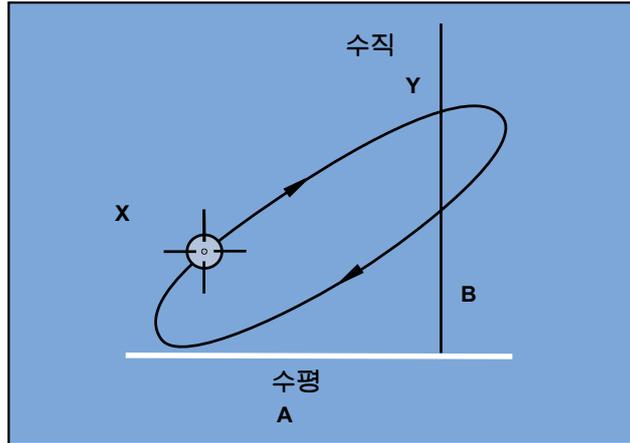
시리즈 2000 이중 축 피더의 경우 진동 운동이 다른 방식으로 구현됩니다. 고정 각도로 스프링 세트를 장착하는 대신 이중 축 드라이브는 수평 동작을 제어하는 한 세트의 스프링/코일과 수직 동작을 제어하는 또 다른 세트를 가지고 있습니다. (그림 2를 참조하십시오.) 이 두 동작은 마이크로프로세서 기반 컨트롤러를 통해 전자적으로 결합되어 합성 벡터를 형성합니다. 컨트롤러는 공급 시스템의 고유 주파수를 감지하고 일반적으로 25-35 Hz인 이 주파수나 그 근처에서 시스템을 구동시킵니다. 이처럼 낮은 주파수는 기존 피더에서 발생하는 높은 주파수에 비해 사람이 느끼는 시끄러운 정도가 적습니다. 또한, 전자기 펄스가 서로 결합하는 식이 아닌 협력하는 식으로 작동하므로 보울이 자연스럽게 움직여 더 적은 에너지가 소모됩니다.

그림 2: 시리즈 2000 진동 피더



보울의 수평 및 수직 동작이 독립적으로 제어되므로 수직 진폭의 증가 없이 수평 진폭을 증가시킬 수 있습니다. 그러면 소음 수준의 증가 없이, 그리고 부품의 방향이 어긋나는 문제를 일으키지 않고 공급 속도가 향상됩니다. 수평 및 수직 성분과 함께 이들 간의 관계 또는 위상 각도도 최적화시킬 수 있습니다. 수평 및 수직 펄스 간의 타이밍을 조절함으로써 타원 경로가 만들어집니다. (그림 3을 참조하십시오.) 이러한 동작을 통해 보울이 부품에서부터 멀리 떨어져 뒤로 이동한 다음 점차적으로 부품을 집어 앞으로 이동시킵니다. 기존 보울의 던지는 동작과 비교하여 이 방식이 훨씬 조용하고 부품을 부드럽게 취급합니다.

그림 3: 시리즈 2000 위상 제어



소음 수준 비교 테스트

기존의 스퀘어 드라이브와 SPIROL 시리즈 2000 드라이브 간에 비교 테스트를 수행하여 위에서 언급한 내용을 뒷받침하기 위한 경험적 데이터를 수집했습니다. 각 드라이브에서 동일한 보울이 테스트에 사용되었습니다. 빈 보울, 플라스틱 병 캡 및 금속 코일 핀에 대해 소음이 측정되었습니다. 시리즈 2000과 스퀘어 드라이브 사이에서 캡과 핀 모두에 대해 공급 속도가 균일하게 유지되었습니다.

각 진동 피더에 대해 4번의 측정을 수행하고 평균을 구한 다음 스퀘어 드라이브를 시리즈 2000과 비교했습니다.

측정과 분석은 매사추세츠, 빌러리카에 있는 Noise Control Engineering(NCE)에서 수행했습니다. 소음 수준은 Larson-Davis Model 2900B 음향 분석기를 이용하여 측정했습니다. 기기는 1,000 Hz, 94 및 114dB(re// 20 µPa)에서 Larson-Davis CAL200 음향 캘리브레이터를 이용하여 현장에서 캘리브레이션했습니다.

NCE에서 옥타브 밴드 및 종합적 A-가중치 소음 측정을 수행했습니다. 옥타브 밴드 소음 수준은 소음의 주파수 특성에 관한 정보를 제공합니다. 종합적 A-가중치 소음 수준은 사람이 들었을 때 전체 소리의 진폭에 대한 척도를 제공합니다. A-가중치 스케일은 OSHA에서 수용 가능한 소음 수준을 설정하기 위해 사용됩니다. 모든 측정은 HVAC 시스템을 해제한 상태의 실내에서 수행되었습니다. 배경 소음 수준(피더를 작동시키지 않은 상태의 소음)은 피더 소음 수준보다 20 데시벨 이상 낮았습니다. 소음 측정은 모두 3피트 거리에 있는 피더 주변 4개 위치에서 수행되었습니다. 세 가지 조건을 테스트했습니다. (1) 빈 보울; (2) 플라스틱 병 캡; 및 (3) 금속 코일 핀.

스퀘어 드라이브와 시리즈 2000 장치 간의 비교를 위해 NCE는 각 피더와 각 조건에 대해 모든 측정 위치의 평균을 구했습니다. 옥타브 밴드의 함수로 나타낸 소음 수준이 표 1에 나와 있습니다. "델타" 열이 각각 빈 통, 플라스틱 캡 및 금속 핀에 대한 평균 소음 수준을 나타냅니다. "평균 델타"는 스퀘어 드라이브와 시리즈 2000 장치 간의 차이를 나타냅니다.

표 1: 옥타브 밴드 소음 수준(4개 위치에서의 평균)
(모든 값은 dB re 20 µPa 단위)

옥타브 밴드	빈 통			플라스틱 캡			금속 핀			평균 델타
	스퀘어 드라이브	2000	델타	스퀘어 드라이브	2000	델타	스퀘어 드라이브	2000	델타	
31.5	50	59	-9	51	59	-8	51	61	-11	-9
63	55	55	0	55	55	0	54	56	-2	0
125	87	58	29	87	58	29	89	63	26	28
250	96	78	18	96	77	19	96	80	16	18
500	87	65	22	83	64	19	84	68	17	19
1000	75	53	22	81	63	18	80	66	15	18
2000	64	44	20	80	61	19	81	65	16	18
4000	63	34	29	81	59	22	85	70	15	22
8000	54	31	23	68	45	23	84	69	15	20
16000	39	27	12	50	34	16	78	64	15	14
dB(A)	89	70	19	91	72	19	93	77	16	18

테스트 결과

NCE는 테스트 결과에 따라 다음과 같은 결론을 내렸습니다.

- 125 ~ 16,000 Hz 옥타브 밴드에서 시리즈 2000 진동 피더가 스퀘어 드라이브 장치보다 15 – 22 dB 더 조용합니다. 종합적 A-가중치에 근거하여 시리즈 2000이 표준 장치보다 18 dB 더 조용합니다. 이러한 감소는 주관적인 차원에서 매우 중대하고 "현저한 4배의 차이"로서 설명될 수 있습니다. 20 dB의 감소는 음의 강도로 따지면 100배의 차이에 해당합니다.
- 3피트 거리에서 스퀘어 드라이브 피더의 소음 수준은 8시간 노출 동안 OSHA의 90dB(A) 소음 제한을 초과합니다. 작업자가 8시간 동안 피더로부터 3피트 내에 있을 가능성은 별로 없습니다. 그러나, 이와 비교하여 시리즈 2000은 이러한 OSHA 제한에 한참 못 미칩니다. OSHA의 방법론에 근거한다면 시리즈 2000으로 인해 근무일 하루 동안 작업자가 받은 소음은 전혀 없습니다.
- 1/3 옥타브 밴드 데이터를 비교해보면 스퀘어 드라이브는 125 및 250 Hz 1/3 옥타브 밴드에서 두 개의 톤을 갖는 것으로 나타납니다. 시리즈 2000에는 125 Hz 톤이 없기 때문에 소음을 거의 발생시키지 않습니다.
- 시리즈 2000 진동 피더는 31.5 Hz 옥타브 밴드에서 10 데시벨 더 시끄럽습니다. 이는 시리즈 2000 장치의 낮은 드라이브 주파수 때문일 가능성이 높습니다. 31.5 Hz에서의 높은 소음 수준은 종합적 A-가중치 소음 수준에 거의 또는 전혀 영향을 미치지 않습니다.
- 31.5 ~ 500 Hz 옥타브 밴드에서 소음 수준은 빈 보울, 플라스틱 캡 또는 금속 핀 모두에서 대략적으로 동일합니다. 1000 Hz 이상 옥타브 밴드에서는 금속 핀이 가장 높은 소음 수준을 생성하고, 이어서 플라스틱 캡과 마지막으로 빈 보울의 순서로 수준이 낮아집니다.



결론

공장의 소음 수준 감소는 어떤 제조 시설에서도 가장 우선적으로 해결해야 하는 문제입니다. 성공적 프로그램을 마련하면 사고율이 줄어 들고 작업자의 배상 요구를 미연에 방지하며 생산성이 높아 지고 직원 사기가 진작되는 효과를 가져올 것입니다. 이러한 모든 효과는 전반적인 비용 감소로 이어져 회사의 경쟁력과 수익성을 개선시킬 수 있습니다. 시리즈 2000 진동 공급 시스템은 이중 축 설계를 채택하고 있어, 특정 보울 크기에서의 공급 속도 증가, 시스템 고유 주파수에서 작동, 타원 형태의 부드러운 동작 등 다양한 이점이 있습니다. 이러한 특징들은 기존의 피더 드라이브와 비교하여 음의 강도를 100배 감소시키는데, 사람이 인식하는 소음 감소 수준으로 따지면 4배에 해당하는 차이입니다. 따라서 시리즈 2000은 제조 공정에 진동 피더를 사용하고 있거나 사용할 예정인 시설에서 소음 감소 프로그램에서 큰 역할을 합니다.

기술 센터

아시아 태평양 지역

SPIROL Korea
서울시 송파구 석촌동 160-5
160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Korea
전화 +86 (0) 21 5046-1451
팩스 +86 (0) 21 5046-1540

SPIROL Asia Headquarters
1st Floor, Building 22, Plot D9
District D, No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Shanghai, China 200131
전화 +86 (0) 21 5046-1451
팩스 +86 (0) 21 5046-1540

미주 지역

SPIROL International Corporation
30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239 U.S.A.
전화 +1 (1) 860.774.8571
팩스 +1 (1) 860.774.2048

SPIROL Shim Division
321 Remington Road
Stow, Ohio 44224 U.S.A.
전화 +1 (1) 330.920.3655
팩스 +1 (1) 330.920.3659

SPIROL Canada
3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canada
전화 +1 (1) 519.974.3334
팩스 +1 (1) 519.974.6550

SPIROL Mexico
Carretera a Laredo KM 16.5 Interior E
Col. Moisés Saenz
Apodaca, N.L. 66613 México
전화 +52 (01) 81 8385 4390
팩스 +52 (01) 81 8385 4391

SPIROL Brazil
Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brazil
전화 +55 (0) 19 3936 2701
팩스 +55 (0) 19 3936 7121

유럽

SPIROL France
Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, France
전화 +33 (0) 3 26 36 31 42
팩스 +33 (0) 3 26 09 19 76

SPIROL United Kingdom
17 Princewood Road
Corby, Northants
NN17 4ET United Kingdom
전화 +44 (0) 1536 444800
팩스 +44 (0) 1536 203415

SPIROL Germany
Ottostr. 4
80333 Munich, Germany
전화 +49 (0) 89 4 111 905 71
팩스 +49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL Spain
08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Spain
전화 +34 93 193 05 32
팩스 +34 93 193 25 43

SPIROL Czech Republic
Sokola Tůmy 743/16
Ostrava-Mariánské Hory 70900
Czech Republic
전화/팩스: +420 417 537 979

SPIROL Poland
ul. M. Skłodowskiej-Curie 7E / 2
56-400, Oleśnica, Poland
전화 +48 71 399 44 55