

초음파를 이용한 절단과 용착

팍 한 풍미로 포장된 커피 캡슐



Bronschhofen (CH), 2019/04

커피 캡슐은 풍미가 있고 간단하게 사용할 수 있어 소비자들에게 매우 인기가 있습니다 (그림 1). 이는 사용된 원두 종류, 가공, 분쇄 정도, 정확한 양, 캡슐이 담고 있는 아로마와 커피 머신의 추출 압력으로 이루어집니다. 뜨거운 물이 커피 분말과 섞여 나오는 "일반" 자동 커피자판기와는 달리 압력을 가하여 커피 아로마가 물에 풍부하게 흡수될 수 있습니다. 이때 캡슐에 포함된 필터 플리스도 중요한 역할을 합니다. 작은 필터를 정확하게 절단하여 캡슐 내에 고정하는 것에 초음파 절단 및 용착 시스템이 사용됩니다. 경제적이고 기술적이면서도 특히 미적으로나 미식적으로도 매우 탁월합니다.

초음파란 가청 한계 이상의 주파수, 약 20kHz보다 높은음을 뜻합니다. 절단과 용착에 사용되는 주파수는 35kHz 이내의 주파수입니다. 초음파는 소노트로드를 고주파로 진동시키는 피에조 변환기에 의해 생성됩니다. 이는 특히 공진에 효과적이며 동시에 적은 전력을 요구합니다. 따라서 주변과 제품에 대한 열부하가 적고 깨끗한 절단과 고강도 접합이 가능합니다. 후자의 경우 음향 진동에 의해 연결되는 부품의 분자가 진동해서 접촉 부분의 열이 생성되고 이 열은 재료의 경계를 "파괴"하여 재료를 서로 융합시킵니다.

경제적, 기술적 설득력

또한 초음파 기술은 다른 많은 장점을 제공하므로 경제적인 대안으로서 기존의 가공 기술을 대체할 수 있습니다. 예를 들면 커피 캡슐 완제품 생산도 담당하는 포장 전문업체 TME SpA가 커피 제조업체 Sara Lee의 돌체구스토 (Dolce Gusto) 캡슐에 대한 세계 시장 점유율을 높여주며 이를 증명하고 있습니다.

오늘날 커피 캡슐 바닥의 필터용 플리스의 경제적 대량 생산뿐만 아니라 그 안전성에 대한 중요성이 부각되고 있습니다. 아직 기계식 절단 및 접합 공정이 레이저 기술처럼 실용적이지는 않습니다. 예를 들면 절단할 때 필터의 가장자리가 주로 매끄럽지 않거나 녹아서 필터의 기능에 영향을 미치지 않아도 미적으로나 커피의 풍미가 약간 떨어질 수 있습니다. 또한



01 필터 플리스가 있는 커피 캡슐
02 초음파 절단 및 용착 시스템

원하는 짧은 주기가 거의 실현될 수 없습니다. 무엇보다도 레이저 공정은 연소 가스용으로 추가 흡기 후드가 설치되어야 하므로 비용이 많이 드는 것으로 판명되었습니다. 이에 비해 절단 및 접합에 사용하는 초음파 시스템(그림 2)은 오늘날 기술적으로나 경제적인 측면에서 매우 만족스러운 수준입니다.

빠르고 깨끗함: Cut and Seal 공정으로 절단 용착

필터 폴리스는 다층으로 구성되어 있습니다. 첫 번째 단계에서 폴리스 필름의 개별 층을 서로 결합해 초음파로 동시에 필터 폴리스를 절단합니다. Cut and Seal 또는 절단 용착으로 알려진 이 공정은 하단의 용착 앤빌이 모든 형상에 정확하게 적용되는 Telsonic의 14개의 소노트로드로 수행됩니다. 절단 용착 공정은 200ms 밖에 소요되지 않으며 절단 매체가 필요 없어 깨끗하고 환경친화적입니다. 따라서 레이저 절단처럼 재료 손실, 찌꺼기 및 연소 가스가 발생하지 않습니다. 절단면이 매끈하고 깨끗하여 후처리가 필요하지 않습니다. 무엇보다 초음파 절단에는 소음이 발생하지 않습니다. 즉 소음 방지 대책이 필요하지 않습니다. Cut and Seal 공정에 의한 이러한 펀칭 공정에서 필터는 캡슐에 정확하게 배치되어 다음 단계에서 캡슐과 완전히 결합합니다. 이때에도 초음파를 사용합니다. 또한 이 스테이션에서 Cut and Seal 공정과 비슷한 속도로 작동하는 14개의 용착 소노트로드를 동시에 사용하여 깨끗한 결과가 제공됩니다. 이로 인해 장치에서 분당 800개의 커피 캡슐이 생산될 수 있습니다. 초음파 공정은 쉽게 조정할 수 있고 감시할 수 있는 몇 가지 매개변수에만 의존하기 때문에 공정이 안정적이고 안전합니다. 매개변수는 용착 에너지, 용착력, 용착 시간 및 최대 출력 (P_{max})입니다.

장치에 쉽게 통합 가능

초음파 장비는 고주파 전기 진동을 생성하는 초음파 제너레이터, 초음파를 기계 진동으로 변환하는 변환기, 진폭 증폭 부스터, 소노트로드 등 커피 캡슐 생산 라인에 쉽게 통합할 수 있는 4가지 요소로 구성됩니다. 마지막 요소는 기계적 진동을 공작물에 전달합니다. 변환기, 부스터 및 소노트로드는 기계적으로 서로 긴밀하게 연결되어 음향적 공명이 서로 일치합니다. 제너레이터에는 고주파 전기 진동을 생성할 뿐만 아니라 상위 자동화 기술로의 연결을 담당하는 핵심적인 기능이 할당됩니다. 최첨단 버스 시스템을 통해 용착 매개변수를 조정하고, 그 결과를 실시간으로 판독할 수 있습니다. 예를 들어 커피 캡슐 생산 장치에서는 EtherCAT을 통해 이루어지며 데이터는 통계 평가를 위해 사용됩니다. 진폭, 시간, 에너지, 최대 출력에 대한 외부 설정값 및 대형 소노트로드와 주파수 자동 튜닝을 위한 소프트 스타트는 높은 공정 안정성을 보장하는 또 다른 특징입니다. 절단 용착 공정에서 필터 폴리스의 펀칭과 커피 캡슐과의 결합은 경제적이고 정밀한 대량 생산이 가능한 최적의 기술입니다. 용착 및 펀칭 품질은 언제든지 재현할 수 있으며 모든 공정 매개변수는 생산이 이루어지는 동안 지속적으로 감시되고 필요하면 통계적으로 평가할 수 있습니다.

Telsonic 이탈리아 및 스페인 세일즈 매니저 요헨 브란샤이트(Jochen Branscheid), 스투텐제(Stutensee) 편집실의 엘렌 크리스틴 라이프(Ellen-Christine Reiff) 작성