



YSTRAL_Conti_TDS

액체에 분말주입 진공상태에서 벌어지는 높은 활동성

Dr.-Ing. Hans-Joachim Jacob

▲ 분말 흡수 장치 및 분사장치인 YSTRAL Conti-TDS를 사용하면 흡수 처리가 매우 어렵고 분진이 많이 발생하거나 잘 들러붙는 분말을 뭉침 없이 분사할 수 있게 된다.

제품 내 분진, 뭉침 및 마이크로 폼 분말을 액체에 주입하는 기존 절차에서는 다양한 문제가 발생한다. 혼합 및 분사기술 전문 업체인 ystral이 선보이는 인라인 분사장치 Conti-TDS는 기존 절차와 달리 진공분사원리를 채택하여 짧은 시간 내에 분진 없고 안전하며 완벽하게 흡수 절차를 처리한다.

분말을 취급할 때는 분진이 발생한다. 하지만 이것이 유일한 문제는 아니다. 분말은 대부분의 경우 뭉침 상태에 있다. 특히 분말입자가 미립자일수록 이러한 뭉침 현상은 심해진다. 뭉침 현상이 발생하는 원인은 다양하다. 물리적이고 전자기적 힘(반데르발스의 힘, 쿨롱 힘 또는 침전 브릿지) 외에 일상적인 생산과정에서 다양한 원인이 이러한 뭉침을 촉진한다. 예를 들어 수송 중 온도가 유리전이 온도보다 높아질 경우 입자가 서로 융용된다(케이킹, Caking). 또 시원하게 보관하는 경우 이슬점보다 온도가 낮아지면 분말 내에 응축수가 생겨 입자를 서로 연결하는 역할을 하기도 한다. 만족스러운 분사결과를 얻으려면 형성된 뭉침 덩어리를 액체에 분말을 주입할 때 바로 풀어주고 새로운 뭉침 덩어리가 생기는 것을 사전에 방지해야 한다. 그렇지 않을 경우, 이 뭉침 덩어리를 추가로 오랜 동안 저어준 후 추가로 분사하여 제거해야 한다. 이 경우 제품 품질에 좋지 않은 결과를 미치는 경우가 대부분이다. 요구르트의 경우 입자구조가 파괴되어 추가적인 단백질과 안정제가 필요하게 되

며 삼푸의 경우 점도가 낮아져 농도 증가제를 추가로 사용해야 한다. 또한 폴리머가 파괴되고 수지 또는 결합제는 과열되기도 한다. 그 외에 추가 분사작업으로 인해 시간과 에너지가 추가로 발생하고 불필요하게 처리용기를 차단하기도 한다. 따라서 분말입자는 액체와 접촉하기 전에 분리하고 개별입자를 각각 충분히 흡수 시켜야 한다. 분말주입 시 흡수 처리해야 하는 입자 표면은 매우 크다. 1g의 분말에 해당하는 입자표면은 1제곱미터에서 1,000제곱미터에 달한다. 따라서 25kg의 용량의 분말을 처리할 때 흡수 처리해야 하는 입자표면은 대략 25,000제곱미터에서 25평방킬로미터에 달할 수 있다. 이러한 외부표면에 실리카겔 등과 같이 구멍이 있는 입자의 경우 내부표면 역시 흡수 처리해야 한다. 그 외에 분말은 매우 많은 공기를 포함하고 있다. 이산화 타이타늄과 같이 무거운 분말의 경우에도 전체용량의 75%를 공기가 차지한다. 그리고 가벼운 분말의 경우, 그 용량이 95%에 달하는 경우도 있다. 그리고 이 공기는 액체에 의해 완전히 대체되고 분리되어야 한

다. 또 이 공기는 분말과 함께 분사해서는 안 된다. 그렇지 않을 경우 마이크로 폼이 형성되기 때문이다.

기존 분말 흡수 처리 절차의 문제점

교반기, 인젝터 또는 인라인믹서 등을 사용하여 액체에 분말을 주입하는 기존 흡수 처리절차에서는 처리 곤란한 뭉침 덩어리가 많이 발생한다. 이 절차에서 분말입자는 각각 분리되어 투입되지 않고 하나로 뭉쳐 액체와 접촉하게 된다. 분말의 흡수 처리를 위해 필요한 액체표면의 크기는 흡수 처리할 분말표면보다 작다. 이를 통해 부분적으로 흡수된 안정적인 뭉침 덩어리가 생성되며, 이 덩어리는 풀어주기가 매우 어렵다.

개방된 용기에 위에서 분말을 투입할 경우 이 문제가 더욱 크게 느껴진다. 왜냐하면 부분 흡수된 덩어리들이 액체표면에 생성되기 때문이다. 이 덩어리들은 표면에 동등 떠 있어 처리를 곤란하게 하며, 잘 돼야 액체 안으로 가라앉는 것이다. 액체 위 분진은 젖은 면에 들러붙거나, 분말부스러기로 남는다. 또는 용기 벽면, 뚜껑, 또는 교반기샤프트나 기타용기 내 장착부품을 오염시키기도 한다. 이러한 이물질들은 나중에 잘게 부서져 제품에 유입되고 품질을 저하시키는 원인이 된다. 분진방지를 위해 흡입장치를 설치할 경우, 필터에서 다량의 분말이 손실되는 결과로 이어지기도 한다. 또한 개방된 용기에서 교반작업을 수행할 경우 회오리가 생성되어 액체 안으로 공기가 추가 유입된다.

용기 안에 분말을 분진이 거의 발생하지 않고 투입되도록 해주는 진공컨베이어를 사용해도 액체표면에 발생하는 분진을 막지는 못하며 그 양도 매우 많다. 따라서 용기 내에서의 흡수 문제가 이를 통해 해결되기보다는 더 심각해진다.

진공처리용기를 사용하는 경우에도 뭉침 덩어리의 발생은 피할 수 없다. 왜냐하면 액체와 접촉하기 전 입자가 각각 분리되지 않으며 액체 표면 역시 완전히 흡수 되도록 하기에는 너무 작기 때문이다. 동시에 회오리가 생성되어 분말의 일부가 흡수 되지 않은 상태로 진공펌프에 흡입되어 손실될 위험도 크다.

펌프가 전후로 장착된 인젝터에서도 액체표면 크기가 매우 부족하다. 이러한 시스템에서는 주입된 뭉침 덩어리를 분해하는 목적으로 분사장치가 추가 장착되어 있는 경우가 많다. 물론 이를 통해 분말에 포함된 공기가 매우 미세하게 분사되어 분사효과를 매우 저해할 뿐만 아니라 안정적인 마이크로 폼을 만들어 내기까지 한다.

진공확장 상태에서의 분말 흡수 처리

이러한 기존 분말 흡수 처리방식이 갖는 약점은 ystral에서 개발한 인라인분사장치 YSTRAL Conti-TDS를 통해 방지할 수 있다. Conti-TDS에서는 뭉침 덩어리가 완전히 분해되고 흡수 절차 및 액체를 통한 공기대체 절차가 순식간에 진행된다.



▲ 분말주입 및 분사장치 YSTRAL Conti-TDS, 2대의 처리용기 및 1대의 분말 용기가 있는 처리설비

인라인 분사장치는 하나 이상의 처리용기에서 작동한다. 이 장치는 액체를 회로를 통해 공급하고 분말을 분말포, 깔때기, 대형백, 사일로 또는 컨테이너에서부터 흡입하여 액체에 주입한다. 분말입자 분리를 위해 Conti-TDS에서는 진공확장원리를 사용한다. 이때 분말에 포함된 공기가 여러 배로 확장되고, 이를 통해 입자간 간격이 매우 커지게 된다. 따라서 입자는 추가적인 공기 없이도 각각 분리되고 쉽게 움직이게 된다(fluidize).

분말과 액체는 Conti-TDS의 흡수 챔버 내에 조성된 최대 진공상태 및 최대 진동조건하에서 최초로 접촉하게 된다. 분사영역에서 분말 입자간 거리는 최대치에 이르게 되어 개별입자가 완전히 흡수 처리된 후 분사될 수 있다. 이 장치는 분당 50만 제곱미터에 달하는 액체표면을 만들어 낸다. 이러한 규모는 완전한 흡수에 필요한 표면크기를 크게 상회하는 것이다.

앞서 분말에 포함되어 있던 공기는 빠르게 회전하는 로터의 원심분리효과를 통해 훨씬 더 무거운 분사물로부터 분리된 후 큰 공기방울로 뭉쳐진다. 이 공기방울은 액체와 함께 처리용기로 흘러들어가 이곳에서 쉽게 배출된다.

진공확장 방법이 제공하는 경제적 장점은 매우 크다. 예를 들어 이러한 방식으로도 색 작업을 할 경우 비용을 90%까지 줄일 수 있다. 또한 수지용해시간은 50분의 1에 불과하며, 제품 품질 역시 크게 개선된다. P-science

YSTRAL Conti-TDS 관련 상세정보
<https://ystral.com/maschinen/inline-dispergierer/conti-tds> 에서 확인할 수 있다.