

귀하의 스프레이 시스템을 최적화하는 방법

스프레이 성능을 최대화하고
운영 비용을 절감하는
방법에 대한 가이드



Spraying Systems Co.[®]

Experts in Spray Technology

스프레이 시스템 최적화하기

스프레이 시스템은 종종 매우 간단한 것으로 인식됩니다. 요컨대 펌프, 배관, 액체 및 스프레이 노즐은 크게 복잡하지 않지만, 노즐이 분사되는 동안 시스템은 항상 제대로 작동하지는 않습니다.

스프레이 노즐은 매우 특정한 조건에서 매우 특정한 성능을 발휘하도록 설계된 정밀 부품입니다. 노즐이 분사된다고 해서 귀하의 스프레이 시스템 성능이 최적의 상태라는 것을 의미하지 않습니다. 많은 요인들이 귀하의 스프레이 시스템의 성능에 영향을 줄 수 있습니다.

장기적이고 효율적인 최적의 성능을 달성하고, 운영 비용을 가능한 낮게 유지하려면 귀하의 스프레이 시스템을 전체적으로 검토하고 평가, 모니터링 및 유지 관리 계획을 수립해야 합니다. 만약 스프레이 시스템 최적화 프로그램을 아직 구축하지 않았다면, 상당한 양의 화학 물질, 물, 에너지 및 시간을 낭비하고, 공정 및 제품 품질을 위협하거나 심지어 이를 알지 못할 수도 있습니다.

이 핸드북은 사용자가 스프레이 적용 문제를 해결하는 데 도움을 준 80여 년에 걸쳐 획득한 지식을 모아 놓은 것입니다. 당사의 경험은 200여 개 이상의 다양한 산업에 도달했으며, 수만 개의 스프레이 노즐, 자동 스프레이 시스템 및 인젝터, 렌스 및 매니폴드와 같은 맞춤 제작된 스프레이 제품을 개발했습니다. 스프레이 기술의 글로벌 리더로서 스프레이 시스템의 성능을 극대화하는 데 도움이 되는 교육 안내서를 제공하고자 합니다. 추가적인 정보가 필요하면 당사에 문의하십시오.

자세한 내용을 보려면 spray.co.kr을 방문하거나 해당 국가의 기술영업 엔지니어에게 문의하십시오.

섹션 I

스프레이 시스템을 최적화해야 하는 이유

4

섹션 II

스프레이 최적화 시작하기

7

섹션 III

스프레이 시스템 최적화 전략

8

섹션 IV

스프레이 제어: 공정에 적합한지 판단하기

12

섹션 V

노즐 유지 보수 및 교체

13

섹션 VI

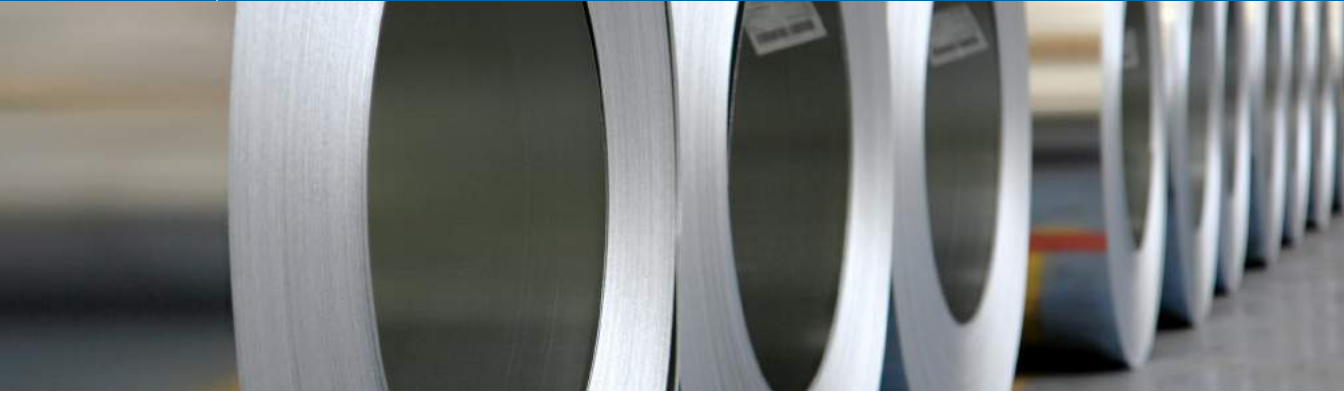
스프레이 성능 테스트 및 모델링 고려 시기

22

섹션 VII

기술 참조 부록 - 스프레이 시스템 기초

24



최적화된 스프레이 시스템은 많은 이점을 제공합니다:

- 제품/공정 품질 향상
- 고장 없는 작동 - 예기치 않은 다운타임이 발생하지 않음
- 낮고, 일관된 운영 비용
- 낭비 최소화
- 환경에 미치는 영향 최소화

스프레이 시스템 성능 최적화의 경제적 가치를 설명하기 위해, 스프레이 시스템 성능 최적화가 얼마나 경제적인지 보여주는 몇 가지 예시가 있습니다.

사례 1: 스프레이 시스템 성능 저하로 인해 매달 80,000 파운드 (36,287 킬로그램)의 알루미늄 스트립을 재작업

알루미늄 스트립에 윤활유를 일정하게 도포하지 않으면 완성된 코일의 불량률이 높아집니다. 스프레이 시스템 최적화는 라인 속도가 달라지는 경우에도 스트립 전체에 걸쳐 윤활유가 균일하고 고르게 도포되도록 스프레이 컨트롤러를 추가하고 노즐 타입을 변경하는 것을 포함합니다. 재작업이 제거되었으며 다른 이점도 경험했습니다.

- 정확한 도포로 윤활유 소비가 40%까지 감소 - 상당한 비용 절감 및 환경에 긍정적 영향
- 생산 구역에서 과다 오일을 제거함으로써 유지 보수 시간이 단축
- 스트립 재작업이 더 이상 필요하지 않아 생산 시간이 증가
- 빠른 시스템 투자비용 회수 - 4개월 미만





사례 2: 육류 공장은 약간 마모된 스프레이 노즐 사용으로 시간당 57,000 갤런 (216 킬로리터)을 낭비

마모된 노즐은 과다 용량을 분사합니다. 또한 노즐 마모를 시각적으로 감지하기 어렵기 때문에 대부분의 업체는 마모된 노즐을 사용할 때 얼마나 많은 낭비가 발생하는지 인식하지 못합니다. 한 육류 가공 업체는 설비 내에서 마모된 노즐을 사용하는 비용으로 충격을 받았습니다.

- 설비에서 14번의 작업을 감사한 결과, 마모된 노즐로 인해 시간당 57,000 갤런 (216 킬로리터) 이 추가로 사용된 것으로 확인되었습니다
- 갤런 당 US \$ 0.005 기준의 낭비되는 물 비용 = 시간당 US \$ 285
- 하루 8시간 교대 = 하루 US \$ 2,280
- 주 5일, 매년 50주: 연간 US \$ 570,000

스프레이 시스템 최적화는 마모된 노즐을 교체하고 정기적인 노즐 유지 보수 프로그램을 수립하는 것과 관련 있었습니다. 이 예시는 낭비되는 물의 비용만 보여준다는 것을 유념하십시오. 낭비되는 에너지와 폐수 처리 비용은 포함되지 않습니다. 다른 요인들이 포함되면 폐기물 비용이 추가로 20%에서 30%까지 증가할 수 있습니다.

사례 3: 케미컬 제조사는 스프레이 시스템으로 이형제를 과다-도포하여 연간 50,000 달러의 비용 발생

제품이 고착되는 것을 방지하기 위해 고가의 이형제가 컨베이어 벨트에 도포되었습니다. 라인 속도에 따라 용량을 제어할 수 없어 지저분하고 안전하지 않은 작업 환경이 발생하였고, 잦은 유지 보수가 필요했습니다. 스프레이 시스템 최적화에는 스프레이 컨트롤러 추가가 포함되었으며 극적인 결과가 나왔습니다.

- 이형제 사용 감소 및 청소 서비스의 외주 비용 제거로 연간 US \$ 50,000 절약
- 새로운 스프레이 장비에 대한 투자 비용은 2개월 내에 회수

이 사례들에 대해 자세한 내용이나 추가적인 사례를 확인하려면 spray.co.kr/results를 방문하십시오.

스프레이 최적화의 가치

모든 스프레이 어플리케이션은 다르며 스프레이 최적화의 이점은 수천 달러에서 수십만 달러에 이를 수 있습니다. 공정을 분석하지 않고 스프레이 최적화 프로그램의 정확한 가치를 예측하는 것은 불가능합니다. 하지만 다음의 목록을 검토하면 귀하의 작업에서 스프레이 최적화의 가치를 측정하는 데 도움이 될 수 있습니다. **아래의 질문 중 단 몇 가지 질문에라도 “예”라고 대답한다면, 스프레이 최적화 프로그램이 귀하의 작업에 상당한 이익을 줄 것입니다.**

귀하의 스프레이 시스템이 많은 양의 물, 비싼 화학 물질 및 에너지를 사용합니까?

예 아니요

불균일한 냉각/코팅 또는 일관되지 않은 세척으로 인해 제품이 불합격됩니까?

예 아니요

품질 문제로 인해 제조 비용이 크게 증가합니까?

예 아니요

라인 속도와 같은 공정 조건이 변경될 때 스프레이 성능을 유지하여 처리량을 높이거나 품질을 향상시킬 수 있습니까?

예 아니요

작업자가 배치 간 스프레이 시스템 구성을 모니터링, 조정 또는 변경해야 하는 경우가 자주 있습니까?

예 아니요

스프레이 시스템 유지 보수로 인해 예기치 않은 다운 타임이 발생합니까?

예 아니요

스프레이 시스템의 과다-스프레이 또는 비산으로 인해 유지 보수에 많은 시간이 소요됩니까?

예 아니요

비산으로 인한 화학 물질 흡입 또는 미끄러운 작업장과 같은 건강상의 위험이 우려됩니까?

예 아니요

화학 약품 또는 폐수 처리 비용이 많이 듭니까?

예 아니요

환경 규정을 준수하지 않아 벌금이 부과될 가능성이 있습니까?

예 아니요

앞에서 언급했듯이 스프레이 최적화는 운영 비용 절감, 품질 개선, 인력 및 유지 보수 감소, 작업자 안전 개선 등 많은 이점을 제공할 수 있습니다. 대부분의 경우 스프레이 최적화 프로그램에 대한 투자 자금 회수는 중요하며 신속합니다.

기존 스프레이 시스템이 있는 경우 다음을 통해 최적화할 수 있습니다.

- 유지 보수 절차 개선 및/또는 모니터링
- 보다 향상된 노즐 타입 또는 향상된 내마모성 재질로 업그레이드
- 스프레이 컨트롤러 추가

만약 새로운 스프레이 시스템을 선정하는 경우, 광범위한 제품군의 숙련된 스프레이 기술 제공 업체와 협력하여 최적화를 수행하는 것이 가장 좋습니다. 다른 유형의 스프레이 노즐은 유사한 성능을 제공할 수 있으며, 전문가가 귀하의 작업에 가장 적합한 옵션을 안내할 수 있습니다.

지금 바로 시작하십시오!

다음 섹션은 스프레이 시스템 최적화 공정을 안내합니다.

스프레이 시스템 최적화의 첫 단계는 귀하의 현재 스프레이 시스템을 평가하거나 새로운 시스템에 대한 요구 사항을 설정하는 것입니다

귀하의 스프레이 시스템의 목표와 원하는 개선으로 시작하십시오. 이러한 목표는 가능한 구체적이어야 합니다. 다음은 몇 가지 예시입니다:

- 물과 화학 물질 사용 감소
- 스프레이 시스템 성능으로 인한 스크랩 감소
- 배치(batch) 변경 시간을 줄임으로써 처리량 증가
- 스프레이 시스템 유지 보수 시간 단축
- 스프레이 시스템 유지 보수가 필요하기 전에 생산 가동 연장
- 자동화된 스프레이 작업으로 작업자를 다른 작업에 배치 가능

이 핸드북의 균형을 통해 귀하의 스프레이 시스템에 대해 설정한 성능 목표를 염두에 두십시오. 다음 섹션에서는 스프레이 노즐의 기본 작동 원리와 그들의 성능에 영향을 미치는 요소에 대해 확인할 수 있습니다. 이러한 원칙을 이해하면 귀하의 목표를 달성하기 위해 스프레이 시스템을 최적화하는 데 도움이 될 것입니다.

스프레이 시스템 고려 사항

필요한 스프레이 패턴 - 원형(폴콘), 중공원형, 부채꼴(플랫) 스프레이 또는 일직선형(솔리드)
유량/도포량
필요한 스프레이 각도 및 스프레이 커버리지
분사할 액체의 특성 - 비중, 점도, 온도 및 표면장력 모두 분사 품질에 영향을 미칩니다
액체 특성/오염 물질 수준
스프레이 시스템을 통한 압력 강하
입자 크기
필요한 속도 및 충격력
스프레이 시스템 작동 - 지속 또는 간헐
공정 조건 - 일정하거나 가변

스프레이 최적화 가이드라인

다음은 스프레이 시스템에서 최상의 성능을 얻는데 도움이 되는 몇 가지 가이드라인입니다. **노즐 선정에 대한 기본 지침은 기술 참조 부록의 올바른 노즐 선택(24 페이지)을 참조하십시오.**

귀하의 작업에 가장 적합한 노즐을 사용하고 있는지 확인하십시오

몇 년 이상 같은 노즐을 사용하고 있다면, 사용 가능한 최신 버전이 있는지 확인하십시오. 문제가 발생하지 않더라도 높은 정밀성, 더 나은 효율성 및 긴 마모수명을 제공하는 새로운 노즐 디자인을 사용할 수 있다는 것을 발견할지도 모릅니다. 정밀 스프레이 제어 및 수염 현상 방지 노즐 설계는 많은 응용 분야에서 성능을 최적화할 수 있는 스프레이 기술의 최근 두 가지 발전입니다. **고급 스프레이 기술(11 페이지)을 참조하십시오.**

다음 옵션도 탐색해야 합니다:

- 성능 문제 및 예기치 않은 다운 타임을 최소화하기 위한 막힘 방지 설계
- 유지 보수 시간을 줄여주는 퀵-커넥트 스타일
- 마모 수명을 연장하는 노즐 재질로 대체

노즐은 스프레이 작업의 핵심임을 기억하십시오. 스프레이 시스템에 할 수 있는 최선의 투자 방법은 노즐 선정을 확인하는 것입니다.

스프레이 제어의 가치를 고려하십시오

스프레이 컨트롤러를 사용하여 스프레이 시스템의 일부 또는 모든 측면을 자동화하면 많은 작업에서 정밀도가 추가됩니다. 스프레이 제어 옵션은 온/오프 제어와 자동 에어/액체 제어를 제공하는 매우 간단한 시스템부터 스프레이 성능의 실시간 모니터링과 자동 조절을 제공하는 정교한 시스템에 이르기까지 다양합니다.

스프레이 제어로 얻을 수 있는 이점을 이해하고 사용 가능한 옵션을 평가하는 것이 중요합니다. 스프레이 제어는 비용이 많이 드는 것처럼 보이지만 대부분의 사용자는 생산 증가, 스크랩 감소, 운영 비용 감소 등으로 추가된 비용이 매우 빠르게 상쇄된다는 것을 알게 됩니다.

스프레이 제어 옵션 및 작동 값을 결정하는 방법에 대한 자세한 내용은 섹션 IV를 참조하십시오.

정기적인 노즐 유지 보수 프로그램 수립

스프레이 노즐을 간과하면 연간 수천만 또는 수십만 달러의 비용이 발생할 수 있습니다. 최악인 것은 대부분의 사람은 마모된 스프레이 노즐의 사용으로 인해 품질 문제와 운영 비용 상승이 발생한다는 사실을 인식하지 못하는 것입니다.

정밀 부품과 마찬가지로 스프레이 노즐은 사용 시 마모되며 성능이 저하됩니다. 마모가 매우 중요하지만 노즐 마모를 육안으로 감지하는 것은 거의 불가능합니다. 노즐이 분사되는지 여부를 확인하는 빠른 검사는 문제를 드러내지 않습니다. **마모된 노즐을 식별하는 방법, 마모된 노즐 사용으로 인한 잠재적 비용 영향 및 지속적인 유지 보수 프로그램 수립 지침에 대한 자세한 내용은 섹션 V를 참조하십시오.**



스프레이 시스템의 모든 구성 요소 평가

노즐은 스프레이 시스템에서 가장 중요한 구성 요소이지만, 기타 장비는 성능에 영향을 줄 수 있습니다.

펌프

시스템에 맞는 펌프를 선택하는 것이 첫 번째 단계입니다. 펌프의 효율은 파이프 및 밸브 크기와 필요한 다운 스트림 장비에 영향을 미칩니다. 펌프는 압력이 아니라 유량을 제공합니다. 압력은 유량 제한의 결과입니다.

고압 작동의 경우:

- 양변위 스타일 펌프가 일반적으로 사용됩니다. 모든 회전은 다운스트림 수축에 관계없이 정해진 유량을 제공합니다. 유량이 제한되면 압력이 증가합니다
- 노즐이나 스트레이너가 막히거나 밸브가 닫히면 과도한 압력 상태가 발생할 수 있습니다. 양변위 펌프를 사용하는 경우 압력을 낮추는 안전 밸브가 필요합니다

저압 작동의 경우:

- 원심 펌프가 일반적으로 사용됩니다. 베인은 유체를 회전시키고 펌프 케이싱이 유량을 제한함에 따라 속도가 증가합니다
- 유량을 제한하여 시스템 압력을 조정합니다

배관 및 밸브

적절한 크기의 배관 및 밸브는 스프레이 노즐 성능 문제의 일반적인 원인입니다. 시스템 설정 또는 문제 해결 시 고려해야 할 주요 요소는 다음과 같습니다:

- **노즐의 시스템 유량이 적절합니까?** 일반적으로 시스템 유량은 원하는 노즐 유량의 2~3배 여야 합니다.
- **노즐의 압력이 적절합니까?** 마찰, 파이프 길이, 밸브, 엘보 및 펌프와 노즐 사이의 거리는 모두 압력 손실을 초래할 수 있습니다. 압력 강하에 대한 자세한 내용은 30 페이지를 참조하십시오.
- **파이프의 유체 속도가 12 ft./sec. (3.7 m/sec.) 보다 큼습니까?** 그렇다면 난기류, 소음, 진동 및 손실이 노즐 성능을 방해할 수 있습니다
- **유체의 비중에 유의하십시오.** 비슷한 유량을 달성하기 위해 물보다 무거운 용액에는 더 많은 압력이 필요합니다

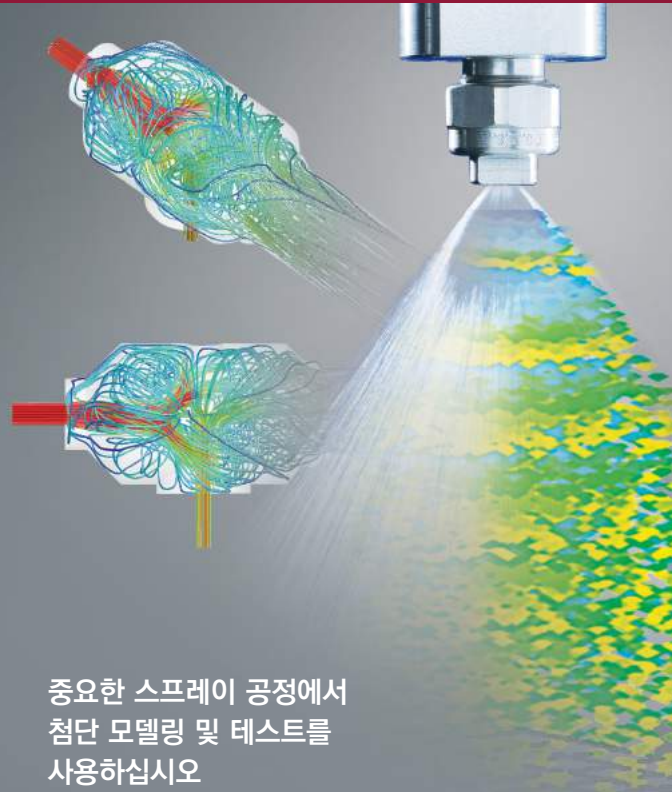
필터

적절한 필터의 결핍은 매우 일반적인 문제이며 스프레이 시스템에 혼란을 줄 수 있습니다. 펌프 흡입구 앞에 유체가 여과되어야 합니다. 노즐 오리피스는 시스템에서 가장 작은 제한 사항이므로 노즐 막힘을 방지하는 스트레이너 크기를 사용해야 합니다. 물론 필터와 스트레이너는 정기적으로 청소해야 합니다.

모니터링

시스템 모니터링을 통해 문제를 신속하게 감지하고 해결할 수 있습니다. 게이지 배치가 중요합니다.

- 게이지는 노즐에 최대한 가깝게 위치해야 하며 엘보, 밸브 배출구, 티 또는 기타 난류 영역에서 파이프 내경 10 이상
- 최고의 정확도를 위해서는 게이지의 2/3 중간 내에서 측정이 이루어져야 합니다
- 압력 진동을 줄이고 니들을 안정시키기 위해 게이지 스너버를 사용하는 것이 좋습니다
- 유량계 배치 가이드라인은 게이지 배치 지침과 동일합니다. 귀하의 시스템에 맞는 크기의 유량계를 사용하고, 잔여물이나 고형물이 있는 유체에는 비침입적(non-invasive) 계량기를 사용하는 것이 좋습니다



중요한 스프레이 공정에서 첨단 모델링 및 테스트를 사용하십시오

일부 어플리케이션에서는 스프레이 작업의 중요한 특성으로 인해 컴퓨터 모델링 및 성능 테스트에 투자하는 것이 좋습니다. 스프레이 건조, 정제 코팅, 가스 냉각 및 스틸 디스케일링과 같은 어플리케이션에서 입자 크기, 증발 속도 및 충격력과 같은 요인들은 적용의 성공과 실패의 차이일 수 있습니다.

경우에 따라 실험실 환경에서 작동 조건을 시뮬레이션하여 성능 테스트를 수행할 수 있습니다. 다른 경우에는 작동 조건을 복제할 수 없으므로 컴퓨터 모델링이 필요합니다.

스프레이 테스트 및 첨단 모델링에 대한 자세한 정보는 섹션 VI에서 확인할 수 있습니다.

시스템 구성 요소 및 필수 액세서리 배치에 대한 권장 사항은 귀하의 스프레이 장비 제조업체에 문의하십시오.

첨단 스프레이 기술

스프레이 기술의 새로운 개발은 꾸준히 이루어지며 일반적으로 공정 효율과 제품 품질을 개선하려는 제조업체가 주도하고 있습니다. 가장 주목할만한 두 가지 진보는 정밀 스프레이 제어와 수염 현상 방지 노즐 설계입니다.

정밀 스프레이 제어

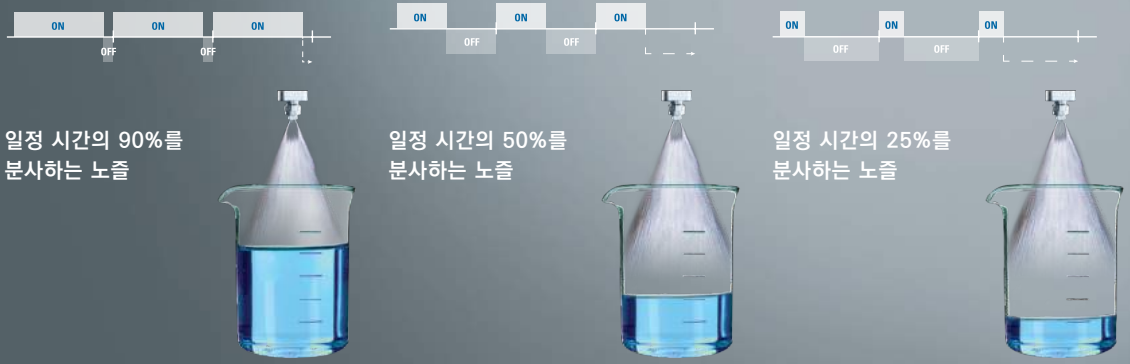
많은 작업에서, 특히 작동 조건이 변하는 경우 코팅을 균일하게 도포하는 것이 어렵습니다. 정밀 스프레이 제어는 오일, 윤활유 및 향료와 같은 코팅제의 균일한 도포를 보장하는 효과적인 방법으로 입증되었습니다. 정밀 스프레이 제어는 유량을 제어하기 위해 전기-구동식 스프레이 노즐을 매우 빠르게 ON/OFF 전환되는 방식으로 달성됩니다. 이 주기는 너무 빠르기 때문에 유량이 거의 일정해 보입니다.

과거에 유량은 일반적으로 압력을 조정하여 제어했습니다. 그러나 압력을 조정하면 스프레이 각도와 입자 크기가 크게 변경될 수 있습니다. 정밀한 스프레이 제어를 통해 압력을 변경하지 않고도 단일 노즐의 유량을 변경할 수 있습니다. 스프레이 각도와 입자 크기는 변하지 않고 코팅제의 균일한 도포가 보장됩니다. **정밀 스프레이 제어에 대한 자세한 내용은 spray.co.kr/psc를 참조하십시오.**

수염 현상 방지 노즐 설계

또 다른 새로운 개발은 수염 현상 방지 스프레이 팁이 특징인 이류체 미세분무 노즐의 가용성입니다. 많은 이류체 미세분무 어플리케이션에서 노즐 오리피스에서 나오는 고속 유체 흐름에 의해 저압 구역이 생성됩니다. 이 영역은 미세한 입자를 에어 캡으로 다시 끌어옵니다. 입자가 건조되면 층이 쌓여 스프레이 팁의 액체/에어 오리피스를 막을 수 있습니다. 이 현상을 수염이라고 하며, 변형된 스프레이 분포와 막힘의 주요 원인입니다. 새로운 스프레이 팁 디자인은 미세분무와 스프레이 형성 지점을 변경합니다. 이러한 변화는 입자가 노즐 오리피스 근처에 퇴적되는 것을 방지합니다. 수염 현상 방지 스프레이 팁을 사용하면 막힘으로 인한 다운타임을 크게 줄일 수 있습니다.

정밀 스프레이 제어 개요





스프레이 시스템을 자동화하면 생산성 향상, 품질 개선 및 운영 비용 절감이 가능합니다

많은 작업에서 투자 비용은 몇 주에서 최대 1년까지 범위에서 신속하게 회수됩니다. 모든 스프레이 작업에서 스프레이 제어가 필요하지 않습니다.

예를 들어, 간단한 냉각 또는 세척 작업에 스프레이 제어를 추가하는 것은 무의미합니다. 코팅, 윤활, 보습 및 가습과 같은 다른 작업에서 스프레이 제어는 제품 또는 공정 품질을 개선하고, 매년 수만 달러를 절약할 수 있습니다.

귀하의 작업을 주의 깊게 평가하면 스프레이 제어로 얼마나 많은 이점을 얻을 수 있는지 확인할 수 있습니다.

귀하의 작업에 다음 중 하나라도 필요하다면, 스프레이 제어의 가치가 상당히 높아질 수 있습니다:

- 목표물에 대한 일관되고 균일한 커버리지
- 목표물에 정확한 스프레이 배치
- 간헐 스프레이
- 고가의 코팅제 또는 화학 물질 사용
- 다기능성 - 라인 속도, 온도, 습도 또는 제품 변화에 따라 스프레이 성능을 조절하는 기능
- 적절한 스프레이 성능을 보장하는 모니터링 및 관리
- 빈번한 유지 보수

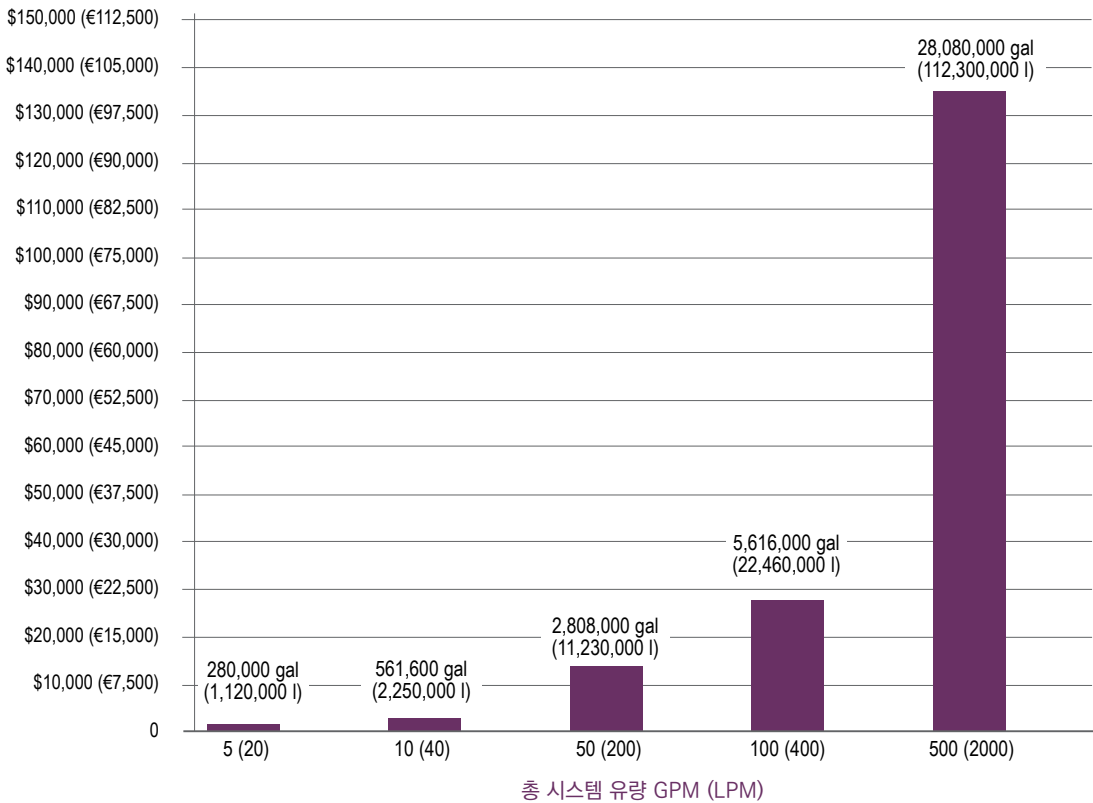
현장 평가를 요청하십시오

스프레이 제어의 잠재적 이점을 결정하는 가장 좋은 방법은 스프레이 기술 전문가에게 현장 평가를 요청하는 것입니다. 모든 스프레이 작업은 서로 다르며, 전문가가 귀하의 어플리케이션을 평가하고 장비 페이백이 가장 편리하고 정확한 접근 방식을 추정하도록 도와줍니다.

마모된 노즐 사용과 관련된 비용이 엄청날 수 있습니다

모든 정밀 부품과 마찬가지로 스프레이 노즐은 시간이 지남에 따라 마모됩니다. 노즐 오리피스가 마모됨에 따라 노즐의 유량이 점차 증가합니다. 노즐이 정격 용량을 초과하여 분사하면 펌프 성능에 영향을 미칩니다. 또한 품질 문제가 종종 발생하며 물, 화학 물질 및 에너지가 낭비됩니다. 마모된 노즐 사용과 관련된 비용은 표 3과 같이 물만 뿌려도 상당할 수 있습니다.

표 3 - 15% 이상의 용량을 분사하는 노즐을 사용하여 낭비되는 물의 연간 비용



주 5일 근무일, 하루 24 시간 기준. 폐수 처리 비용도 고려해야 합니다. 또한 과도한 폐수는 물 부족 문제를 악화시킬 수 있습니다. 모든 값은 1USD = € 0.75의 변환율로 계산되었습니다.

다음은 화학 물질과 물을 사용할 때 폐기물이 증가하는 예입니다.

100 gpm (379 lpm)의 시스템 유량에서 정격 용량보다 15% 이상 분사되는 노즐을 사용하면 US \$ 182,800 (€ 137,100)가 소요됩니다.*

* 용수 비용: US\$2.75/1000 갤런 (€ 2.06/3,785 l) | 화학 물질 비용: US\$1.00/갤런 (€ 0.75/3.8 l) | 희석 비율: 10:1
2,080 작동 시간/연간. 품질 문제로 인해 증가된 전기 비용, 스크랩 및 다운타임은 포함되지 않음.

스프레이 분사 성능이 불량한 원인

노즐 성능을 저하시키는 원인을 이해하는 것이 중요하므로 응용 프로그램에서 공정이 느려질 수 있는 변경이 있는지 확인할 수 있습니다. 노즐 마모 및 성능 문제의 7가지 주요 원인은 다음과 같습니다:

침식/마모

노즐 소재의 점진적인 제거는 노즐 오리피스 및 내부 유량 통과경을 확대 및/또는 변형되게 합니다. 결과적으로, 유량이 보통 증가하고 압력이 감소하며 패턴이 불규칙해지며, 스프레이 입자가 커집니다.



부식

분사된 물질 또는 환경의 화학적 작용으로 인해 노즐 재질이 파손될 수 있습니다. 이 효과는 침식 및 마모로 인한 영향과 유사하며, 노즐의 외부 표면에 추가적인 손상을 줄 수 있습니다. 특히, 이류체 미세분무 노즐의 성능은 부식에 매우 민감합니다. 적은 양의 부식이라도 입자 크기와 균일성에 부정적인 영향을 미칩니다.



고온

특정 액체는 고온 또는 고온의 환경 내에서 분사해야 합니다. 특수한 내고온성 재질을 사용하지 않으면 노즐이 연화되거나 파손될 수 있습니다.



참고 : 노즐이 마모되었거나 손상된 사진은 극도의 방치 상태를 나타냅니다. 노즐 문제가 이 단계에 도달해서는 안 됩니다.

고착/수염 현상

오리피스의 내부 또는 외부 가장자리에 물질이 축적될 수 있으며 액체 증발로 인해 발생합니다. 건조된 고체층은 고착되면 오리피스 또는 내부 유량 통과경을 막습니다. 노즐 오리피스 근처에 물질이 쌓이는 수염 현상도 노즐 성능을 저하시켜 이류체 미세분무와 같은 일부 노즐 유형에서 심각한 결과를 초래할 수 있습니다.



고착된 상태

정상

우발적 손상

부적절한 청소 도구를 사용하면 부주의한 굽힘으로 인해 오리피스 또는 노즐이 손상될 수 있습니다. 설치 또는 작동 중 추락으로 인해 노즐이 종종 손상됩니다.

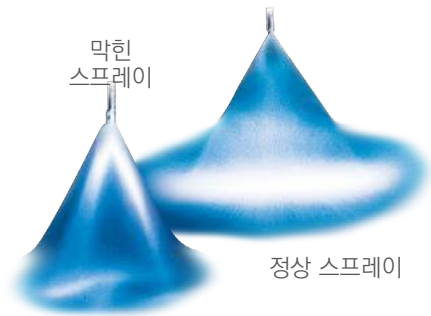


손상된 상태

정상

막힘

원치 않는 고체 입자는 오리피스 내부를 막을 수 있습니다. 유량이 제한되고 스프레이 패턴 균일성이 방해받습니다.



막힌 스프레이

정상 스프레이

조립 불량

일부 노즐은 가스킷, O-링 및 내부 베인과 같은 내부 구성품이 올바르게 정렬되도록 청소 후 주의해서 재 조립해야 합니다. 부적합한 배치는 누수를 발생시키고, 비효율적인 스프레이 성능을 나타냅니다. 노즐 캡을 본체에 과도하게 조이면 나사산이 벗겨질 수 있습니다.



조립 불량 상태

올바른 조립 상태

노즐 마모 점검

대부분의 경우, 노즐 마모는 육안으로 보이지 않기 때문에 감지하기가 어렵습니다. 노즐 또는 스프레이 패턴을 확인할 때 노즐 오리피스스의 점진적인 침식을 볼 수 없습니다. 귀하의 노즐이 마모되었는지 확인하는 가장 좋은 방법은 다음과 같습니다.

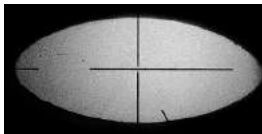


정상 스프레이 팁

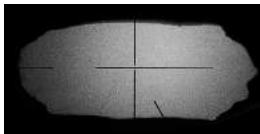


마모된 스프레이 팁

노즐 팁은 육안으로는 거의 차이가 없습니다. 왼쪽의 팁이 새 것입니다. 오른쪽에 보이는 동일한 크기의 팁이 용량보다 30% 과다 스프레이되는 지점까지 마모되었습니다. 육안 검사로는 마모의 상태를 거의 확인할 수 없습니다.



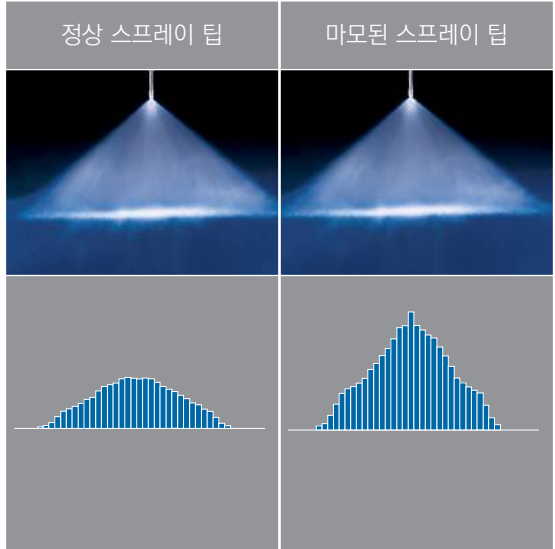
정상 스프레이 팁



마모된 스프레이 팁

광학 비교기를 통해 본 오리피스는 내부 마모의 상태를 보여줍니다. 오른쪽 이미지에서 보여지는 스프레이 수집 데이터에 대한 면밀한 검사와 분석은 두 팁의 차이를 보여줍니다.

참조: 모든 사진은 수정되지 않았습니다.



두 팁의 스프레이 패턴은 거의 차이가 없습니다. 튜브 안의 스프레이 수집 결과는 용량이 30% 증가한다는 극적인 증거를 제공합니다.

유량 변화

- 모든 노즐에서 오리피스 및/또는 내부 베인 또는 코어의 표면 품질이 저하되기 시작하면 유량이 증가합니다
- 압력에 관계없이 동일한 용량을 제공하는 양변위 펌프를 사용하는 경우, 노즐 오리피스가 커짐에 따라 분사 압력이 감소합니다. 스프레이 속도와 충격력 감소에 영향을 미칩니다
- 유량이 증가하거나 분사 압력이 낮아지면 입자 크기가 더 커질 수 있습니다

입자 크기 증가

- 노즐 오리피스가 마모됨에 따라 액체 유량이 증가하거나 분사 압력이 감소하여 입자 크기가 더 커집니다. 입자가 클수록 액체의 총 표면적이 줄어듭니다

실제 입자 크기

· 500 μm	1 인치 = 25,400 μm
• 1200 μm	1 밀리미터 = 1,000 μm
● 5500 μm	μm = 마이크로미터

스프레이 패턴 품질 저하

- **중공원형 노즐:** 오리피스 마모가 발생하면 줄무늬가 생겨 스프레이 패턴 균일성이 손상되고, 스프레이 섹션에서 패턴이 두꺼워지거나 얇아집니다
- **풀콘 스프레이 노즐:** 일반적으로 더 많은 액체가 패턴 중앙으로 흐르면 스프레이 패턴 분포가 저하됩니다
- **플랫 스프레이:** 패턴 중앙의 줄무늬와 더 많은 유량은 효과적인 스프레이 각도 범위의 감소와 함께 열화를 나타냅니다

스프레이 충격력 감소

- 마모된 노즐이 더 낮은 압력에서 작동할 때 스프레이 충격이 줄어듭니다
- 원심 펌프를 사용하는 경우, 노즐을 통한 유량이 증가하여 실제로 충격이 증가할 수 있습니다

전체 이론적 스프레이 충격력을 계산하려면 다음 방정식을 사용하십시오:

$$I = K \times Q \times \sqrt{P}$$

I	lbs.(f)	kg(f)	Newtons	Newtons
K	.0526	.024	.24	.745
Q	gpm	lpm	lpm	lpm
P	psi	kg/cm ²	bar	MPa

I = 전체 이론적 스프레이 충격력

K = 상수

Q = 유량

P = 액체 압력

스프레이 노즐에 문제가 있다고 생각하지만 정확한 원인을 알 수 없는 경우, 도움을 요청하십시오.

당사는 실험실에서의 특수 테스트를 수행하고, 문제의 원인을 파악하며, 교체와 지속적인 예방을 위한 권장 사항을 제공하고 있습니다.

스프레이 노즐 유지 보수

포괄적인 노즐 유지 보수 프로그램은 스프레이 시스템이 적절하고 일상적으로 수행되는 한 귀하의 스프레이 시스템의 성능을 보장합니다. 아래 점검표를 출발점으로 사용하십시오. 스프레이 성능을 점검해야 하는 요인들과 빈도는 귀하의 어플리케이션에 따라 다릅니다.

나중에 비교할 기준을 설정하기 위해 노즐을 설치한 직후 시스템 성능을 문서화해야 합니다. 그런 다음 시스템을 자주 모니터링하여 성능의 변화를 감지하십시오.

유지 보수 체크리스트

유량 - 개별 노즐

□ 원심 펌프(Centrifugal Pumps)

유량계 판독 값을 모니터링하여 증가를 감지합니다. 또는 특정 압력에서 일정 시간 동안 노즐에서 스프레이를 수집하여 측정합니다. 그런 다음 이 측정값을 제조업체 카탈로그에 나열된 유량과 비교하거나 사용하지 않은 새 노즐의 유량 측정값과 비교하십시오.

□ 용적 펌프(Positive Displacement Pumps)

액체 라인 압력이 감소하는지 모니터링하십시오; 유량은 일정하게 유지됩니다.

스프레이 압력 - 노즐 매니폴드 내부

□ 원심 펌프(Centrifugal Pumps)

분사되는 액체 부피의 증가를 모니터링하십시오.
(압력은 동일하게 유지될 것입니다.)

□ 용적 펌프(Positive Displacement Pumps)

분사된 표면에 대한 압력 감소 및 충격 감소에 대해 압력 게이지를 모니터링하십시오. (분사된 액체량은 동일하게 유지될 것입니다.) 또한, 노즐 막힘으로 인한 압력 증가를 모니터링하십시오. 스프레이 커버리지의 변화를 육안으로 검사하십시오.

입자 크기

□ 변경 사항에 대한 적용 결과를 검사하십시오. 입자 크기 증가는 대부분의 어플리케이션에서 시각적으로 감지할 수 없습니다. 유량 증가 또는 분사 압력 감소는 입자 크기에 영향을 줍니다.

스프레이 패턴

□ 개별 노즐

패턴의 균일성 변화를 육안으로 검사하십시오. 각도기로 스프레이 각도를 확인하십시오. 분사된 표면의 스프레이 패턴 너비를 측정하십시오.

확인해야 할 사항:

□ 플랫 스프레이

타원형 오리피스에서 노즐은 테이퍼 가장자리가 있는 플랫 팬 또는 시트형 스프레이를 제공하며, 인접한 패턴이 중첩되는 데 이상적입니다. 다음을 육안으로 검사하십시오: 스프레이 패턴의 끼인각 감소; 패턴의 중심에서 더 두꺼운 액체 밀집도; 및/또는 패턴의 줄무늬 및 공극.

□ 중공원형

유체의 원형 링에 무겁거나 줄무늬가 있는지 육안으로 검사하십시오.

□ 풀콘 - 원형, 사각, 타원형

패턴 중앙의 더 두꺼운 액체 밀집도 및/또는 스프레이 패턴의 왜곡을 육안으로 검사하십시오.

□ 이류체 미세분무

스프레이 패턴의 두께, 줄무늬 또는 기타 왜곡이 없는지 육안으로 검사하십시오.

참고: 오리피스가 점차 마모되는 경우, 유량이 크게 증가할 때까지 변화가 감지되지 않을 수 있습니다. 스프레이 커버리지의 정확한 균일성이 중요한 경우, 특수 장비나 테스트가 필요할 수 있습니다. 노즐 제조업체에 문의하십시오.

노즐 정렬

□ 매니폴드에 설치된 플랫 스프레이 노즐

스프레이 커버리지의 균일성을 점검하십시오. 패턴은 서로 평행해야 합니다. 스프레이 팁은 매니폴드 중심선에서 5°~10° 회전해야 합니다. 자동 스프레이 패턴 정렬을 제공하는 퀵-커넥트 노즐을 사용할 수 있습니다.

도포 결과

- 코팅, 냉각, 건조 또는 세척이 고르지 않은지 제품을 점검하십시오.
- 온도, 먼지 함량, 습도가 적절한지 점검하십시오.



스프레이 노즐 수명 연장

노즐을 정기적으로 점검하고 유지 보수하면 마모를 식별하고 제품 수명을 연장하는 데 도움이 됩니다. 다음은 노즐 마모 수명을 최대화하기 위해 고려할 수 있는 몇 가지 추가 전략입니다.

압력을 줄이십시오

이것은 오리피스를 통과하는 액체 속도를 낮추고 마모 속도를 줄이는 데 도움이 될 수 있습니다. 그러나 더 낮은 압력에서 작동하면 스프레이 커버리지와 스프레이 분포의 균일성이 저하될 수 있습니다. 입자 크기도 증가하며, 충격력이 줄어들 수 있습니다. 이러한 성능 변화로 인해 교체 노즐보다 비용이 많이 드는 품질 문제가 발생할 수 있습니다.

다른 노즐로 변경하십시오

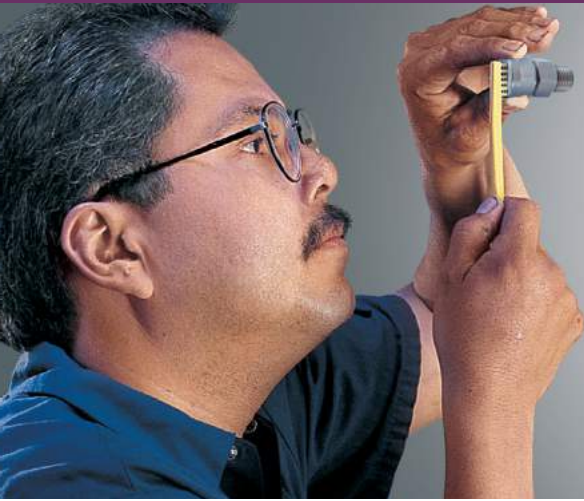
길어진 노즐 수명으로 인해 스프레이 성능을 향상시킬 수 있고, 유지 보수 시간을 줄어든거나 가동 시간을 늘릴 수 있다면 노즐을 변경해야 합니다. 추가적인 단기 비용은 일반적으로 신속하게 회수됩니다.

노즐 재질을 변경하십시오

표면이 딱딱한 재질은 일반적으로 더 긴 수명을 제공합니다. 표준 노즐 재료에는 황동, 강철, 주철, 다양한 스테인리스 스틸, 경화된 스테인리스 스틸, 많은 플라스틱 및 다양한 카바이드가 포함됩니다.

더 나은 내식성을 제공하는 재질도 사용 가능합니다. 그러나 특정 노즐 재질의 화학적 부식 속도는 분사되는 용액에 따라 다릅니다. 분사되는 액체의 부식성, 농도 및 온도, 화학 물질에 대한 노즐 재질의 내식성을 모두 고려해야 합니다.

연마제 입자의 양이나 부식성 화학 물질의 농도를 줄이는 것이 고려될 수는 있지만 일반적으로 실현 가능하지는 않습니다. 이러한 변화는 마모를 줄일 수 있지만 일반적으로 스프레이 성능을 저하시킵니다.



노즐 유지 보수 및 교체에 대한 자세한 내용은 세일즈 엔지니어에게 문의하십시오.

라인 스트레이너 또는 스트레이너가 내장된 노즐을 추가하십시오

분사된 액체 내의 먼지 입자로 인해 오리피스 노후화와 막힘이 발생합니다. 이는 연속 스프레이 물 재순환을 사용하는 시스템에서 특히 일반적입니다. 스트레이너를 사용하여 큰 입자를 모으고, 이물질이 노즐에 유입되는 것을 방지하는 것은 마모 수명을 연장하는 좋은 방법입니다.

노즐 오리피스를 청소하십시오

정기적인 스프레이 시스템 유지 보수의 일환으로, 노즐 구멍을 정기적으로 청소해야 합니다.

주의: 노즐 오리피스 표면보다 훨씬 부드러운 재질의 클리닝 프로브를 사용해야 합니다. 주요 오리피스 모양이나 크기를 쉽게 손상시키고, 스프레이 패턴이 왜곡되거나 용량이 증가합니다. 플라스틱 강모 브러시 및/또는 나무 및 플라스틱 프로브를 사용하고 있는지 확인하십시오. 와이어 브러시, 포켓 나이프 또는 용접공의 팁 청소용 강판은 반드시 피해야 합니다. 단단히 막힌 경우, 내부식성 청소용 화학 물질에 오리피스를 담가 막힌 물질을 부드럽게 하거나 녹입니다.

마모된 노즐 교체

노즐을 정기적으로 점검하고 유지 보수하면 마모를 알아내고 제품 수명을 연장하는 데 도움이 됩니다. 그러나 시간이 지남에 따라 마모는 발생하며, 유일한 해결책은 노즐을 교체하는 것입니다.

다음은 최적의 교체 간격을 결정하는 데 도움이 되는 몇 가지 지침입니다:

- 마모된 노즐이 제품 또는 공정 품질에 영향을 줍니까? 그렇다면 마모가 심할 경우 즉시 노즐을 교체하십시오
- 물 절약과 지속 가능성에 목 우선순위가 있습니까? 그렇다면 마모가 심할 경우 노즐을 교체하십시오
- 마모된 노즐을 계속 사용함으로써 얼마를 소비하고 있습니까? 물, 화학 물질, 전기 및 폐수 처리에 대한 추가 비용은 교체 노즐 비용과 비교하여 얼마나 차이가 납니까?
- 귀하의 전반적인 공정에서 정밀한 스프레이 성능이 중요합니까? 그렇다면 연간 또는 반년마다 유지 보수 셋다운과 같은 노즐 교체를 위해 사전 결정된 날짜를 설정할 수 있습니다



스프레이 성능 테스트로 성능 최적화, 개념 검증 및 문제 해결

노즐 배치, 위치, 입자 크기, 스프레이 방향 및 기타 특성이 약간 변경되면 스프레이 성능이 중요한 작업에 큰 차이가 생길 수 있습니다. 예시로는 화학 반응, 가스 냉각, 복잡한 코팅 및 스프레이 드라이와 관련된 어플리케이션과 스프레이 성능 문제로 인한 공정 실패, 위험 및 생산 시간의 상당한 손실 또는 과도한 비용이 발생할 수 있는 작업이 포함됩니다. 이와 같은 작업에서는 시행착오 방식을 사용하여 성능을 최적화하는 것은 불가능합니다. 정확성과 편의성을 보장하려면 특수 장비나 최신 모델링 툴이 필요합니다.

실험실에서 수행되는 스프레이 특성 분석 연구는 개념 검증, 문제 해결 및 성능 최적화에 널리 사용됩니다.

실험실 환경에서 가장 자주 사용되는 장비는 다음과 같습니다:

- 액체 분포도를 측정하기 위한 스프레이 노즐 패턴터너
- 저용량 이류체 미세분무 및 미세 스프레이 노즐의 입자 크기 측정을 위한 레이저 회절 장비
- 스프레이 패턴 전체의 충격 차이를 측정하는 장치
- 가스 흐름을 시뮬레이션하는 조건에서 스프레이 증발과 스프레이 성능을 테스트하기 위한 윈드터널(wind tunnels)
- 유량 및 압력 계측을 위한 공기 및 액체 유량 계측 장비
- 특히 스프레이 속도가 요구되는 경우, 완벽한 입자 크기 평가를 위한 위상 도플러 입자 분석기
- 대용량 노즐 및 고밀도/불투명 스프레이의 입자 크기를 측정하기 위한 레이저 이미징 분석기

스프레이 시스템의 작동 환경을 시뮬레이션할 수 없는 경우, 최신 컴퓨터 모델링 툴이 사용됩니다

스크러버 및 덕트 내 액체와 가스 유량, 스프레이 장비의 내부 유량 특성, 탱크 벽면에 대한 스프레이 패턴의 충격력 등을 분석하는 것이 포함됩니다.

전산 유체 역학(Computational Fluid Dynamics ; CFD)은 유체 유량, 열전달, 물질 전달 및 화학 반응을 예측하는 과학입니다. 수치적 방법과 알고리즘을 사용하여 유체 유량과 관련된 문제를 분석합니다. 정교한 소프트웨어가 물리적 현상과 관련된 유체와 가스의 상호 작용을 시뮬레이션하는데 필요한 수백만 개의 계산을 수행합니다. CFD 모델은 유량 패턴, 속도, 온도, 가스/액체 분포, 입자 궤적, 전체 시스템 내의 압력 및 액체 유량으로 인한 충격력과 응력을 보여줍니다.

유체 구조 상호 작용(Fluid Structure Interaction; FSI)도 수치적 방법과 알고리즘을 사용하지만 유체 역학과 구조적 무결성 사이의 상호 작용을 검사합니다. 유체 역학 연구는 사전 결정된 작동 조건에 따라 스프레이 성능의 모든 측면을 시뮬레이션합니다.

구조적 무결성 모델링(Structural integrity modeling)은 유한 요소법(Finite Element Methods; FEM)을 사용하여 제작된 구성품의 기계적 응력을 평가합니다. 이러한 연구는 일반적으로 까다로운 환경에서 스프레이 장비의 설계를 검증하고 성능을 최적화하는 데 사용됩니다.

스프레이 성능이 작업에 중요한 경우, 테스트 또는 모델링이 스프레이 시스템 최적화에 도움이 될 수 있는지 평가하도록 요청하십시오.



올바른 노즐 선택하기

스프레이 노즐은 매우 특정한 성능을 제공하도록 설계된 정밀하게 설계된 부품입니다. 작업에 적합한 노즐을 선택하는 것이 중요하므로 다양한 유형의 차이점을 이해하는 것이 중요합니다.

플콘(원형) 노즐

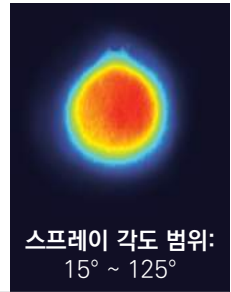


- 원추형 스프레이 패턴
- 중간에서 큰 크기의 입자

대표적인 어플리케이션:

- 케미컬 인젝션
- 냉각
- 집진
- 화재 방지
- 린스(헹굼)
- 세정

레이저 시트 이미지*



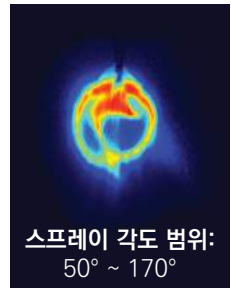
플콘 (나선형 타입)



- 원추형 스프레이 패턴
- 굵은 입자
- 커버리지는 내부 벤 타입의 일반 노즐만큼 균일하지 않음

대표적인 어플리케이션:

- 에어/가스 냉각(쿨링)
- 집진
- 화재 방지
- 담금(퀀칭)



플콘 (타원형 타입)



- 길이의 절반 가량 너비의 타원형 충격 구역을 가진 원추형 스프레이 패턴
- 중간에서 큰 크기의 입자

대표적인 어플리케이션:

- 에어/가스 냉각(쿨링)
- 집진
- 화재 방지
- 담금(퀀칭)



*오른쪽의 스프레이 패턴 이미지는 LSI (Laser Sheet Imaging; 레이저 시트 이미지)를 사용하여 스프레이 실험실에서 수집했습니다. LSI 이미지는 레이저 시트가 스프레이 패턴의 단면을 통과할 때 광-필터 카메라로 촬영함으로써 수집됩니다. 분포도는 분사된 원료의 표면적 분포에 직접 비례합니다 (빨간색: 높음, 파란색: 낮음, 검은색: 0). 체적 분포는 일반적으로 국소 입자경 분포도에 따라 노즐의 표면적 분포와 유사합니다.

레이저 시트 이미지*

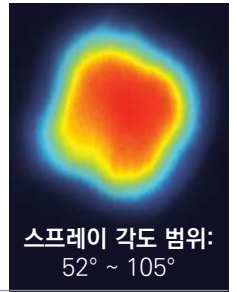


플콘 (사각형 타입)

- 사각형 충격 구역을 가진 원추형 스프레이 패턴
- 중간에서 큰 크기의 입자

대표적인 어플리케이션:

- 에어/가스 냉각(쿨링)
- 집진
- 화재 방지
- 담금(퀘칭)



플랫(부채꼴) 스프레이 (테이퍼 테두리)

- 가는 테이퍼 테두리의 직사각형 스프레이 패턴
- 중간 입자
- 다른 플랫 스프레이보다 높은 충격 스프레이

대표적인 어플리케이션:

- 디스케일링
- 고압 세정
- 라벨 제거



플랫 스프레이 (둥근 테두리)

- 가는 직사각형 스프레이 패턴
- 중간에서 큰 크기의 입자
- 테두리가 맞닿는 패턴 접촉을 위해 일반적으로 스프레이 헤더 위에 사용됨

대표적인 어플리케이션:

- 코팅
- 냉각
- 모이스처라이징
- 세정



레이저 시트 이미지*

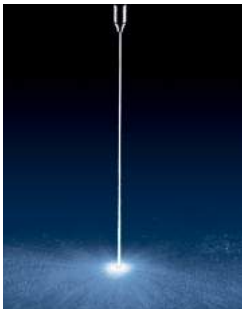


플랫 스프레이 (편향형)

- 가늘고 둥근 직사각형 스프레이 패턴
- 작은 입자부터 큰 크기의 입자
- 대유량 통과경 디자인으로 막힘 감소
- 협각 스프레이 각도는 높은 충격력을 제공; 광각 버전은 낮은 충격력을 제공

대표적인 어플리케이션:

- 세척(클리닝)
- 세정

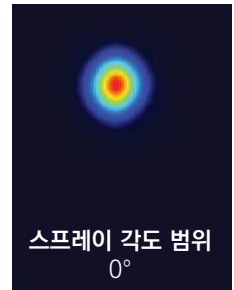


일직선형(솔리드 스트림)

- 일직선형 노즐은 단위 면적 당 가장 높은 충격력을 제공
- 중간에서 큰 크기의 입자

대표적인 어플리케이션:

- 먼지와 이물질의 완전한 제거가 필요한 경우의 제품 세척
- 조경 스프레이 폰드
- 총류 작업

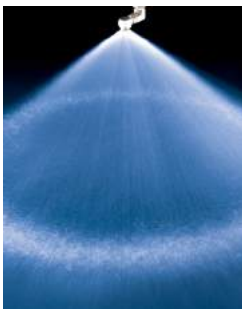
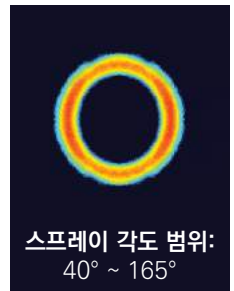


중공원형(와류실형)

- 원형 스프레이 패턴
- 중간에서 큰 크기의 입자
- 공기와 입자 표면 사이의 양호한 경계면

대표적인 어플리케이션:

- 에어/가스 냉각(쿨링)
- 제품 쿨링
- 집진
- 워터 에어레이션

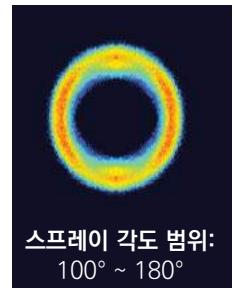


중공원형(편향형)

- 우산 모양의 중공원형 패턴을 형성하기 위해 디플렉터 캡을 사용
- 중간에서 큰 크기의 입자
- 공기와 입자 표면 사이의 양호한 경계면

대표적인 어플리케이션:

- 조경 스프레이
- 집진
- 화재 방지
- 플러시 세척용 튜브/ 파이프 내부
- 워터 커튼



레이저 시트 이미지*

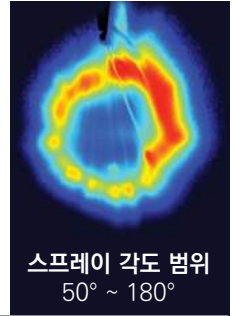


중공원형(SPIRAL-TYPE)

- 원형 스프레이 패턴
- 굽은 입자 (다른 중공원형 노즐보다 약간 더 굽음)
- 소형 노즐 크기에서 높은 유량
- 단일체 디자인은 지정한 파이프 크기에 대한 최대 산출량을 특징으로 함

대표적인 어플리케이션:

- 에어/가스 냉각(쿨링)
- 집진
- 증발 냉각

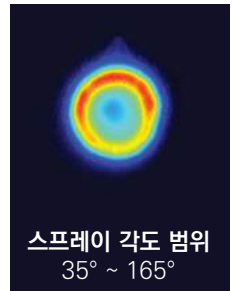


미세분무(아토마이징)/안개(포그)/미세 스프레이

- 중공원형 스프레이 패턴
- 작은 입자
- 일류체, 미세 분무, 저용량 스프레이

대표적인 어플리케이션:

- 증발 냉각
- 미스팅
- 모이스처라이징
- 스프레이 드라이

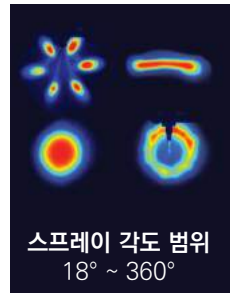


일류체 미세분무 노즐

- 다양한 패턴: 라운드, 광각 라운드, 360° 원형, 편향형 플랫 스프레이, 플랫 스프레이
- 초미세부터 작은 입자 - 압축 공기의 사용은 미세분무를 증가

대표적인 어플리케이션:

- 코팅ng
- 냉각
- 증발 냉각
- 가습
- 모이스처라이징



*오른쪽의 스프레이 패턴 이미지는 LSI (Laser Sheet Imaging; 레이저 시트 이미지)를 사용하여 스프레이 실험실에서 수집했습니다. LSI 이미지는 레이저 시트가 스프레이 패턴의 단면을 통과할 때 광-필터 카메라로 촬영함으로써 수집됩니다. 분포도는 분사된 원료의 표면적 분포에 직접 비례합니다 (빨간색: 높음, 파란색: 낮음, 검은색: 0). 체적 분포는 일반적으로 국소 입자경 분포도에 따라 노즐의 표면적 분포와 유사합니다.

유량 및 비중

유체 용량은 스프레이하는 압력에 따라 다릅니다. 또한 액체의 비중은 유량에 영향을 미칩니다. 물 이외의 유체를 분무하는 경우, 비중 계산에 대한 정보는 **산업용 일류체 스프레이 제품, 카탈로그 75**의 기술 참조 섹션을 참조하십시오.

$$\frac{Q_1 (P_1)^n}{Q_2 (P_2)^n}$$

Q = 유량 (gpm 또는 lpm)
P = 액체 압력 (psi 또는 bar)
n = 유량 지수

알려지지 않은 유량 또는 압력을 근사하려면, 다른 변수를 알고 있을 때 이 공식을 사용하십시오. 지수 “n”은 스프레이 패턴 타입에 기초하여 유량 대 압력의 비를 근사화하는데 사용됩니다.

특정 노즐 유형에 대한 유량 지수

노즐 타입	지수 “n”
중공원형 노즐 - 전체 풀콘 노즐 - 벤이 없는 타입, 15° 및 30° 시리즈 플랫폼 스프레이 노즐 - 전체 일직선형 노즐 - 전체 나선형 노즐 - 전체	.50
풀콘 노즐 - 표준, 사각, 타원 및 대용량	.46
풀콘 노즐 - 광각 및 광각 사각 스프레이	.44

예시:

150 psi (10 bar)에서 1/4G-10 표준 풀콘 노즐의 유량을 결정하려면, spray.co.kr에서 제공되는 **산업용 일류체 스프레이 제품, 카탈로그 75**의 성능 차트를 참조하십시오.

아래와 같이 확인할 수 있습니다:

- 스프레이 각도는 65°
 - 40 psi에서 유량 (Q₁) = 1.9 gpm
 - 압력 (P₁) = 40 psi
 - 압력 (P₂) = 150 psi
- 계산된 Q₂ = 3.5 gpm

$$Q_2 = \frac{Q_1}{(P_1/P_2)^n} = \frac{1.9 \text{ gpm}}{(40/150)^{.46}}$$

- 스프레이 각도는 65°
 - 3 bar에서 유량 (Q₁) = 7.2 lpm
 - 압력 (P₁) = 3 bar
 - 압력 (P₂) = 10 bar
- 계산된 Q₂ = 13.2 lpm

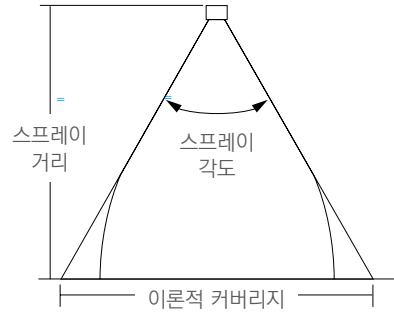
$$Q_2 = \frac{Q_1}{(P_1/P_2)^n} = \frac{7.5 \text{ lpm}}{(3/10)^{.46}}$$

온라인 계산 툴을 사용하면 다양한 노즐에 대한 원하는 압력에서의 유량을 쉽게 확인할 수 있습니다.

spray.co.kr/sprayware

스프레이 커버리지

노즐의 효과적인 스프레이 각도는 스프레이 거리, 액체 점도, 노즐 용량 및 작동 압력에 따라 다릅니다. 그러나 커버리지는 일반적으로 이론적인 계산이며, 지침으로만 사용해야 합니다. 또한 카탈로그에 나열된 스프레이 각도는 스프레이되는 물을 기준으로 합니다. 어플리케이션에서 스프레이 커버리지가 중요한 경우, 스프레이 장비 제조업체에 추가적인 자료를 문의하십시오. 커버리지가 중요하지 않은 경우, 온라인 계산 툴을 사용하여 필요한 정보를 얻을 수 있습니다.



예시: 목표 대상으로부터 15" (39 cm)에서 분사되는 65° 각도의 스프레이 노즐은 19.2" (48.8 cm)의 이론적 커버리지를 제공합니다.

spray.co.kr/sprayware

노즐 오리피스로부터 인치(센티미터) 단위의 다양한 거리에서의 이론적 스프레이 커버리지

Spray Angle	2 in.	5 cm	4 in.	10 cm	6 in.	15 cm	8 in.	20 cm	10 in.	25 cm	12 in.	30 cm	15 in.	40 cm	18 in.	50 cm	24 in.	60 cm	30 in.	70 cm	36 in.	80 cm	48 in.	100 cm
5°	.2	.4	.4	.9	.5	1.3	.7	1.8	.9	2.2	1.1	2.6	1.3	3.5	1.6	4.4	2.1	5.2	2.6	6.1	3.1	7.0	4.2	8.7
10°	.4	.9	.7	1.8	1.1	2.6	1.4	3.5	1.8	4.4	2.1	5.3	2.6	7.0	3.1	8.8	4.2	10.5	5.2	12.3	6.3	14.0	8.4	17.5
15°	.5	1.3	1.1	2.6	1.6	4.0	2.1	5.3	2.6	6.6	3.2	7.9	3.9	10.5	4.7	13.2	6.3	15.8	7.9	18.4	9.5	21.1	12.6	26.3
20°	.7	1.8	1.4	3.5	2.1	5.3	2.8	7.1	3.5	8.8	4.2	10.6	5.3	14.1	6.4	17.6	8.5	21.2	10.6	24.7	12.7	28.2	16.9	35.3
25°	.9	2.2	1.8	4.4	2.7	6.7	3.5	8.9	4.4	11.1	5.3	13.3	6.6	17.7	8.0	22.2	10.6	26.6	13.3	31.0	15.9	35.5	21.2	44.3
30°	1.1	2.7	2.1	5.4	3.2	8.0	4.3	10.7	5.4	13.4	6.4	16.1	8.1	21.4	9.7	26.8	12.8	32.2	16.1	37.5	19.3	42.9	25.7	53.6
35°	1.3	3.2	2.5	6.3	3.8	9.5	5.0	12.6	6.3	15.8	7.6	18.9	9.5	25.2	11.3	31.5	15.5	37.8	18.9	44.1	22.7	50.5	30.3	63.1
40°	1.5	3.6	2.9	7.3	4.4	10.9	5.8	14.6	7.3	18.2	8.7	21.8	10.9	29.1	13.1	36.4	17.5	43.7	21.8	51.0	26.2	58.2	34.9	72.8
45°	1.7	4.1	3.3	8.3	5.0	12.4	6.6	16.6	8.3	20.7	9.9	24.9	12.4	33.1	14.9	41.4	19.9	49.7	24.8	58.0	29.8	66.3	39.7	82.8
50°	1.9	4.7	3.7	9.3	5.6	14.0	7.5	18.7	9.3	23.3	11.2	28.0	14.0	37.3	16.8	46.6	22.4	56.0	28.0	65.3	33.6	74.6	44.8	93.3
55°	2.1	5.2	4.2	10.4	6.3	15.6	8.3	20.8	10.3	26.0	12.5	31.2	15.6	41.7	18.7	52.1	25.0	62.5	31.2	72.9	37.5	83.3	50.0	104
60°	2.3	5.8	4.6	11.6	6.9	17.3	9.2	23.1	11.5	28.9	13.8	34.6	17.3	46.2	20.6	57.7	27.7	69.3	34.6	80.8	41.6	92.4	55.4	115
65°	2.5	6.4	5.1	12.7	7.6	19.1	10.2	25.5	12.7	31.9	15.3	38.2	19.2	51.0	22.9	63.7	30.5	76.5	38.2	89.2	45.8	102	61.2	127
70°	2.8	7.0	5.6	14.0	8.4	21.0	11.2	28.0	14.0	35.0	16.8	42.0	21.0	56.0	25.2	70.0	33.6	84.0	42.0	98.0	50.4	112	67.2	140
75°	3.1	7.7	6.1	15.4	9.2	23.0	12.3	30.7	15.3	38.4	18.4	46.0	23.0	61.4	27.6	76.7	36.8	92.1	46.0	107	55.2	123	73.6	153
80°	3.4	8.4	6.7	16.8	10.1	25.2	13.4	33.6	16.8	42.0	20.2	50.4	25.2	67.1	30.3	83.9	40.3	101	50.4	118	60.4	134	80.6	168
85°	3.7	9.2	7.3	18.3	11.0	27.5	14.7	36.7	18.3	45.8	22.0	55.0	27.5	73.3	33.0	91.6	44.0	110	55.0	128	66.0	147	88.0	183
90°	4.0	10.0	8.0	20.0	12.0	30.0	16.0	40.0	20.0	50.0	24.0	60.0	30.0	80.0	36.0	100	48.0	120	60.0	140	72.0	160	96.0	200
95°	4.4	10.9	8.7	21.8	13.1	32.7	17.5	43.7	21.8	54.6	26.2	65.5	32.8	87.3	39.3	109	52.4	131	65.5	153	78.6	175	105	218
100°	4.8	11.9	9.5	23.8	14.3	35.8	19.1	47.7	23.8	59.6	28.6	71.5	35.8	95.3	43.0	119	57.2	143	71.6	167	85.9	191	114	238
110°	5.7	14.3	11.4	28.6	17.1	42.9	22.8	57.1	28.5	71.4	34.3	85.7	42.8	114	51.4	143	68.5	171	85.6	200	103	229	-	286
120°	6.9	17.3	13.9	34.6	20.8	52.0	27.7	69.3	34.6	86.6	41.6	104	52.0	139	62.4	173	83.2	208	104	243	-	-	-	-
130°	8.6	21.5	17.2	42.9	25.7	64.3	34.3	85.8	42.9	107	51.5	129	64.4	172	77.3	215	103	257	-	-	-	-	-	-
140°	10.9	27.5	21.9	55.0	32.9	82.4	43.8	110	54.8	137	65.7	165	82.2	220	98.6	275	-	-	-	-	-	-	-	-
150°	14.9	37.3	29.8	74.6	44.7	112	59.6	149	74.5	187	89.5	224	112	299	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160°	22.7	56.7	45.4	113	68.0	170	90.6	227	113	284	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170°	45.8	114	91.6	229	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

압력 강하

압력 강하는 파이프 요인으로 인한 압력 손실입니다. 호스와 배관으로 구성된 간단한 시스템조차도 모든 노즐과 기타 구성부품이 적절한 액체 또는 공기 유량 및 압력을 받도록 신중히 고려해야 합니다. 다양한 파이프 직경 및 유체 라인 부속품을 압력 강하를 쉽게 알아내는 방법은 온라인 계산 툴을 사용하는 것입니다.

spray.co.kr/sprayware

직선 파이프의 동치 피트 (미터)에서 파이프 피팅의 마찰 손실 근사치

아래 차트를 사용하여 마찰 손실을 동일시하는 파이프의 등가 길이를 확인하십시오.

파이프 크기 표준 중량 (in.)	실제 내부 직경 in. (mm)	게이트 밸브 완전 개방 ft. (m)	글로브 밸브 완전 개방 ft. (m)	45° 엘보 ft. (m)	표준 티의 런(Run) ft. (m)	표준 엘보 또는 1/2 감소된 티의 런(Run) ft. (m)	측면 배출구를 통한 표준 티 ft. (m)
1/8	.269 (6.8)	.15 (.05)	8.0 (2.4)	.35 (.11)	.40 (.12)	.75 (.23)	1.4 (.43)
1/4	.364 (9.2)	.20 (.06)	11.0 (3.4)	.50 (.15)	.65 (.20)	1.1 (.34)	2.2 (.67)
1/2	.622 (15.8)	.35 (.11)	18.6 (5.7)	.78 (.24)	1.1 (.34)	1.7 (.52)	3.3 (1.0)
3/4	.824 (21)	.44 (.13)	23.1 (7.0)	.97 (.30)	1.4 (.43)	2.1 (.64)	4.2 (1.3)
1	1.049 (27)	.56 (.17)	29.4 (9.0)	1.2 (.37)	1.8 (.55)	2.6 (.79)	5.3 (1.6)
1-1/4	1.380 (35)	.74 (.23)	38.6 (11.8)	1.6 (.49)	2.3 (.70)	3.5 (1.1)	7.0 (2.1)
1-1/2	1.610 (41)	.86 (.26)	45.2 (13.8)	1.9 (.58)	2.7 (.82)	4.1 (1.2)	8.1 (2.5)
2	2.067 (53)	1.1 (.34)	58 (17.7)	2.4 (.73)	3.5 (1.1)	5.2 (1.6)	10.4 (3.2)
2-1/2	2.469 (63)	1.3 (.40)	69 (21)	2.9 (.88)	4.2 (1.3)	6.2 (1.9)	12.4 (3.8)
3	3.068 (78)	1.6 (.49)	86 (26)	3.6 (1.1)	5.2 (1.6)	7.7 (2.3)	15.5 (4.7)
4	4.026 (102)	2.1 (.64)	113 (34)	4.7 (1.4)	6.8 (2.1)	10.2 (3.1)	20.3 (6.2)
5	5.047 (128)	2.7 (.82)	142 (43)	5.9 (1.8)	8.5 (2.6)	12.7 (3.9)	25.4 (7.7)
6	6.065 (154)	3.2 (.98)	170 (52)	7.1 (2.2)	10.2 (3.1)	15.3 (4.7)	31 (9.4)

스케줄 40 강철 파이프를 통한 에어량 (SCFM과 NLPM)

적용 압력 psig	공칭 표준 파이프 크기 (scfm)												적용 압력 bar	공칭 표준 파이프 크기 (nlpm)											
	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	1/8"		1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"		
5	.5	1.2	2.7	4.9	6.6	13.0	27	40	80	135	240	0.3	14.2	34.0	76.5	139	187	370	765	1130	2265	3820	6796		
10	.8	1.7	3.9	7.7	11.0	21	44	64	125	200	370	0.7	22.7	48.1	110	218	310	595	1245	1810	3540	5665	10480		
20	1.3	3.0	6.6	13.0	18.5	35	75	110	215	350	600	1.4	36.8	85.0	187	370	525	990	2125	3115	6090	9910	16990		
40	2.5	5.5	12.0	23	34	62	135	200	385	640	1100	2.8	70.8	155	340	650	960	1755	3820	5665	10900	18120	31150		
60	3.5	8.0	18.0	34	50	93	195	290	560	900	1600	4.1	99.1	227	510	965	1415	2630	5520	8210	15860	25485	45305		
80	4.7	10.5	23	44	65	120	255	380	720	1200	2100	5.5	133	297	650	1245	1840	3400	7220	10760	20390	33980	59465		
100	5.8	13.0	29	54	80	150	315	470	900	1450	2600	6.9	164	370	820	1530	2265	4250	8920	13310	25485	41060	73625		



점도

절대점성계수는 흐르는 동안 그 성분의 형태나 배열의 변화에 저항하는 액체의 특성입니다. 액체 점도는 스프레이 패턴 형성에 영향을 미치는 주요한 요소이며, 용량에는 비교적 적은 영향을 줍니다. 고점도 액체는 스프레이 패턴의 형성을 시작하기 위해 보다 높은 최소 압력을 필요로 하고 물에 비해 더 좁은 스프레이 각도를 제공합니다. **물 이외 점도의 일반적인 영향에 대해서는 표 1을 참조하십시오.**

표면 장력

표면장력의 주요 영향은 최소 작동 압력, 스프레이 각도 및 입자 크기에 있습니다. 표면장력의 특성은 낮은 작동 압력에서 더 뚜렷하게 나타납니다. 표면장력이 높을수록 특히 중공원형과 플랫 팬 스프레이 노즐에서 스프레이 각도가 줄어듭니다. 표면장력이 낮으면 노즐을 더 낮은 압력에서 작동할 수 있습니다. **표 1을 참조하십시오.**

표 1 - 스프레이 성능 고려 사항 요약

노즐 특성	작동 압력 증가	비중 증가	점도 증가	유체 온도 증가	표면장력 증가
패턴 품질	개선	미세	저하	개선	미세
입자 크기	감소	미세	증가	감소	증가
스프레이 각도	증가 직후 감소	미세	감소	증가	감소
용량	증가	감소	원형/중공원형 - 증가 플랫 - 감소	스프레이되는 유체와 사용되는 노즐에 따라 달라짐	영향 없음
충격력	증가	미세	감소	증가	미세
속도	증가	감소	감소	증가	미세
마모	증가	미세	감소	스프레이되는 유체와 사용되는 노즐에 따라 달라짐	영향 없음

입자 크기

입자 크기는 노즐의 스프레이 패턴을 구성하는 개별 스프레이 입자의 크기를 나타냅니다. 각 스프레이는 다양한 입자 크기를 제공합니다. 이 범위를 입자 크기 분포라고 합니다. 입자 크기 분포는 스프레이 패턴 타입에 따라 다르며, 타입마다 크게 다릅니다. 가장 작은 입자 크기는 이류체 미세분무 노즐에 의해 생성되는 반면 가장 큰 입자는 풀콘 일류체 스프레이 노즐에 의해 생성됩니다.

액체 특성, 노즐 용량, 스프레이 압력 및 스프레이 각도도 입자 크기에 영향을 줍니다. 스프레이 압력이 낮으면 입자 크기가 커지고, 압력이 높으면 입자가 작아집니다. 저용량 노즐은 가장 작은 입자경을 생성하고, 대용량 노즐은 가장 큰 입자경을 생성합니다.

입자 크기는 가스 냉각, 가스 컨디셔닝, 화재 진압 및 스프레이 건조와 같은 많은 어플리케이션의 효율성에서 중요한 요소입니다. 어플리케이션에서 입자 크기가 중요한 경우 스프레이 기술 공급업체에 문의하여 관심 있는 특정 노즐의 입자 크기 데이터를 요청하십시오. **스프레이 패턴 유형별 입자 크기에 대한 일반 정보는 표 2를 참조하십시오.**

부피 중간 직경(VMD)

부피 중간 직경 (VMD)은 $D_{v0.5}$ 로 표현되고, 질량 중간 직경 (MMD)은 스프레이 된 액체의 부피로 입자 크기를 표현하는 방법이다. 부피 (또는 질량)로 측정하는 경우, VMD 입자 크기는 스프레이 된 액체의 총 부피의 50%가 중간 값보다 큰 직경을 가진 입자와 작은 직경을 갖는 50% 입자로 구성된 값이다.

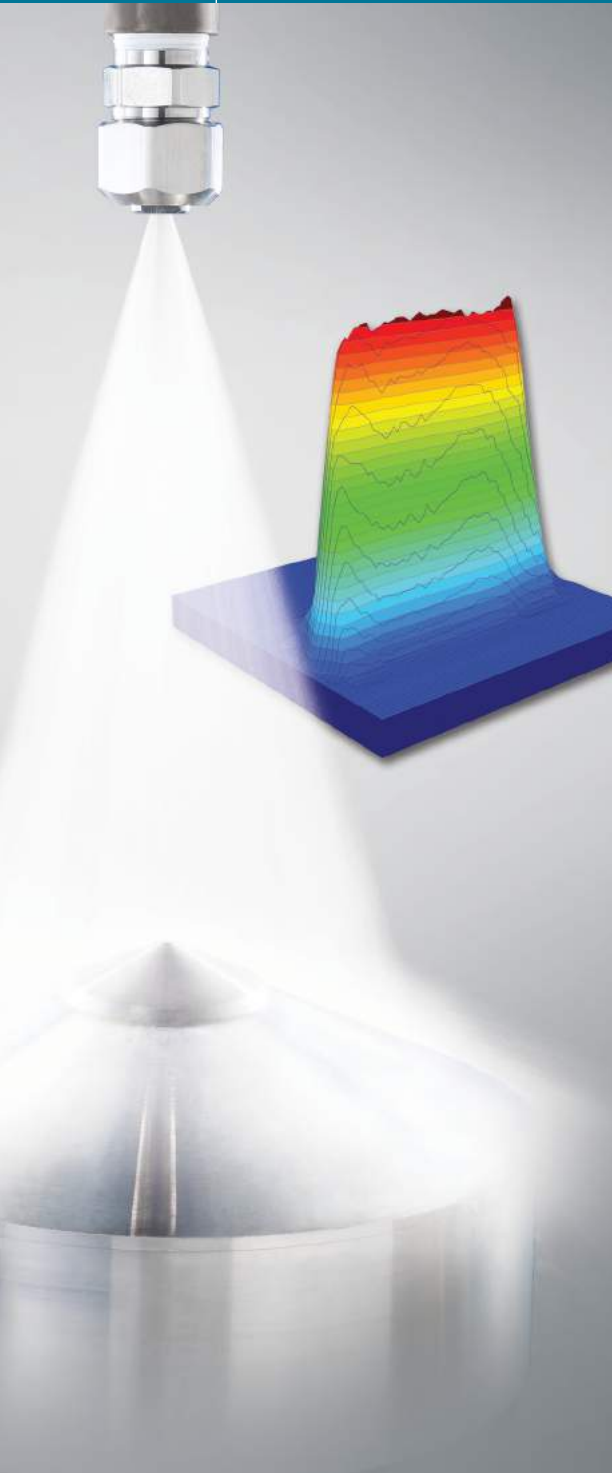
실제 입자 크기

<ul style="list-style-type: none"> • 500 μm • 1200 μm ● 5500 μm 	<p>1 인치 = 25,400 μm 1 밀리미터 = 1,000 μm μm = 마이크로미터</p>
--	---

표 2 - 다양한 압력 및 용량에서 스프레이 패턴 타입별 입자 크기

스프레이 패턴 타입	10 psi (0.7 bar)			40 psi (2.8 bar)			100 psi (7 bar)		
	용량		VMD	용량		VMD	용량		VMD
	gpm	lpm	microns	gpm	lpm	microns	gpm	lpm	microns
이류체 미세분무	.005	.02	20	.008	.03	15	12	45	400
	.02	.08	100	8	30	200			
미세 스프레이	.22	.83	375	.03	.1	110	.05	.2	110
				.43	1.6	330	.69	2.6	290
중공원형	.05	.19	360	.10	.38	300	.16	.61	200
	12	45	3400	24	91	1900	38	144	1260
플랫 팬	.05	.19	260	.10	.38	220	.16	.61	190
	5	18.9	4300	10	38	2500	15.8	60	1400
풀콘	.10	.38	1140	.19	.72	850	.30	1.1	500
	12	45	4300	23	87	2800	35	132	1720

이용 가능한 광범위한 입자 크기를 보여주기 위해 선택된 노즐의 표본에 기초.



충격력

충격력, 즉 대상 표면에 대한 스프레이의 충돌은 여러 가지 다른 방식으로 표현될 수 있습니다. 스프레이 노즐 성능과 관련하여 가장 유용한 충격력 값은 제곱센티 당 충격력입니다. 기본적으로, 이 값은 스프레이 패턴 분포와 스프레이 각도에 따라 달라집니다. 제곱센티당 충격력 [제곱센티당 킬로그램(kg)-힘]을 계산할 수 있습니다. 귀하의 어플리케이션에서 충격력이 중요한 경우, 노즐 타입과 유체 특성과 같은 많은 요인이 이론적 예시에서 설명하지 않은 충격력에 영향을 미치기 때문에 스프레이 기술 전문가에게 문의하는 것이 좋습니다.

$$I = K \times Q \times \sqrt{P}$$

전체 이론적 충격력 = 상수 (단위에 근거)
x 유량 (압력 P에서) x 압력의 제곱근 (P)

I = 전체 이론적
스프레이
충격력

K = 상수

Q = 유량

P = 액체 압력

I	lbs.(f)	kg(f)	Newtons	Newtons
K	.0526	.024	.24	.745
Q	gpm	lpm	lpm	lpm
P	psi	kg/cm ²	bar	MPa

상수 (K)는 사용된 측정 시스템을 기반으로 한 단위 변환입니다. 변환은 위 차트에 나열되어 있습니다.

예시:

$$I = .0526 \times 3.5 \text{ gpm} \times \sqrt{150 \text{ psi}}$$

I = 2.25 lbs.(f)가 패턴 전체에 걸친 분포에서 유효함



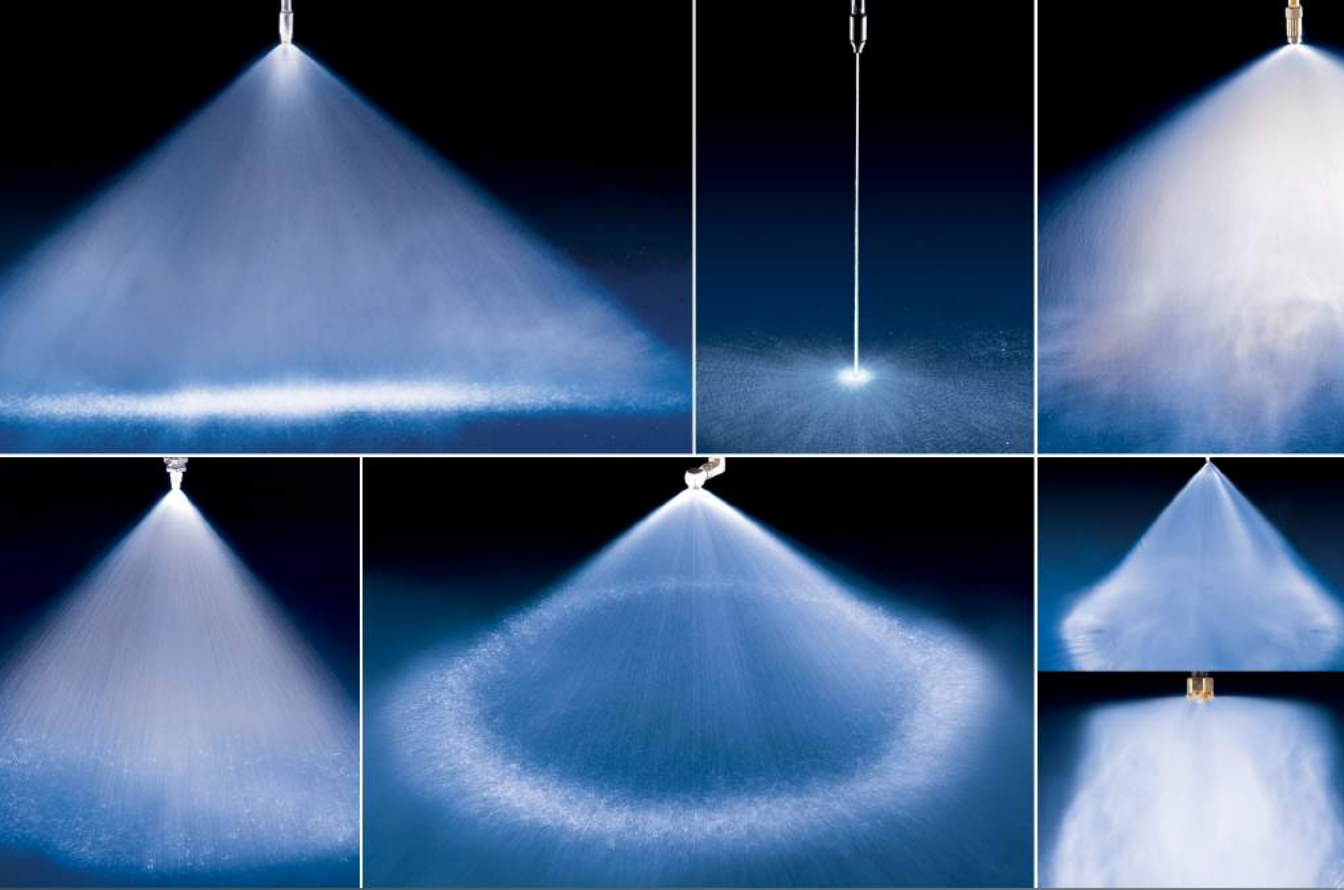
**스프레이 시스템 최적화로
비용을 절감할 수 있습니까?
대답은 거의 대부분
“그렇다”입니다.**

얼마나 많은 비용을 절약할 수 있습니까?

귀하의 스프레이 공정을 면밀하게 살펴볼 때까지는 알지 못하지만, 대부분의 경우 이는 매우 유익한 시간입니다. 비용 절감 외에도 운영 효율성 및 제품/프로세스 품질도 향상시킬 수 있습니다.

지금 바로 시작하십시오!

귀하의 스프레이 시스템 평가를 시작으로, 개선 계획을 세우고 사전 정비 계획을 수립하십시오. 이를 위해 스프레이 기술 전문가의 도움을 받을 수 있습니다. 분사 기술 NO.1 스프레이시스템코리아의 전문가에게 문의하십시오.



Spraying Systems Co.[®]
Experts in Spray Technology

스프레이시스템코리아

인천광역시 남동구 함박외로377번길 145

Tel: 032.821.5633 Fax: 032.811.6629

www.spray.co.kr



TM410C ©Spraying Systems Co. 2019