

기술백서

절단 및 홈 가공에서 절삭유의 장점 연구

일반적으로 절단 및 홈 가공은 가공 현장에서 선호하는 가공 작업이 아닙니다. 얇은 인서트와 홀더 그리고 고인성 소재의 조합은 신경을 곤두서게 합니다. 인서트가 치핑되지 않을까? 절삭 칩이 홈에 걸리지 않을까? 가공물이 파손되어 폐기해야 되지 않을까? 이 모든 잠재적 시나리오들이 긴장을 불러 일으킵니다. 절단 및 홈 가공에서는 소재가 인서트를 둘러싸게 됩니다. 이는 인서트가 엄청난 열에 노출된다는 의미입니다. 그렇다면 해결책은 없을까요? 많은 경우에서 올바른 절삭유 사용을 통해 문제를 해결하고 공정을 최적화할 수 있지만, 이러한 사실을 간과하는 경우가 많습니다. 이 기술 백서에서는 효과적인 절삭유 사용이 절단 및 홈 가공에 가져다주는 장점을 왜 가공 현장에서 더욱 진지하게 고려해야 하는지 설명합니다.

고정밀 절삭유

고정밀 절삭유는 절단 및 홈 가공에서 우수한 공정 안정성, 생산성 및 품질을 유지하는데 매우 효과적인 것으로 입증되었습니다. 사실, 절삭과 홈이 더 깊을수록 기존의 절삭유 셋업을 이용해 절삭 영역에 접근하기가 어렵기 때문에 고정밀 절삭유의 필요성이 더 커집니다.

오늘날 절단 및 홈 가공에서 성능 개선을 위한 수단으로 절삭유를 사용하는 문제는 다양한 기술적 발전을 통해 해결될 수 있습니다. 예를 들어, 새로운 기술적 발전으로는 정확한 절삭 영역(인서트와 가공물 사이의 접촉 지점)으로 정밀하게 공급되는 내부 절삭유가 있습니다.

칩 컨트롤

만족스러운 칩 컨트롤은 예기치 않은 가공 중단이나 공구 파손을 방지하는데 매우 중요합니다. 이러한 사실은 길고



끈적끈적한 칩이 공구 주위를 감싸고 칩 컨베이어에 걸리는 상황이 발생하는 절삭 깊이가 깊은 절단 가공에서 특히 중요합니다. 칩이 적절히 형성되지 않고 칩 폭이 감소하지 않으면 절삭 중인 홈에 걸려 지나치게 높은 공구 부하, 불안정한 공정, 표면 조도 불량 등의 원인이 될 수 있습니다. 향상된 칩 컨트롤과 칩 배출 그리고 홈 측면 벽의 윤활 개선은 표면 조도를 향상시키고 칩에 의한 굽힘이나 자국의 위험을 감소시킵니다. 절삭유가 칩이 홈에서 배출되도록 도와주기 때문입니다.

절단 가공에서는 반드시 절삭유를 윤활제로 사용해야 합니다. 길고 가는 절단 공구가 가공물 깊숙이 이송될 때에는 충분한 양의 절삭유가 절삭 영역에 도달하도록 적절한 방법을 강구해야 합니다. 기존 절삭유 셋업을 이용할 때에도 절삭유의 대부분은 필연적으로 형성되는 칩에 의해 막힙니다. 그러므로 제트 절삭유는 성공의 열쇠입니다.

구성인선(BUE)의 방지

고정밀 절삭유의 추가적인 장점은 윤활 특성으로 인한 구성인선(BUE)의 방지입니다. 그러나 BUE의 근본 원인은 듀플렉스 스테인리스강 같은 점착성 소재에서 너무 낮거나 너무 높은 가공 온도입니다. 그 결과 절삭 속도는 바의 중심에 가까울수록 낮아지므로 절삭유 공급을 중단해 BUE가 형성되기 시작하는 지점까지 온도 강하를 방지해야 합니다.

이송률의 경우 절단된 부분이 떨어지기 약 2 mm (0.079 inch) 전에 최대 75%까지 감소시킨다면 절삭 부하를 낮추어 공구 수명을 증가시킬 수 있습니다. 이에 더해, 파손을 방지하려면 절대로 중심점을 넘어 이송하지 말고 0.5 mm (0.02 inch) 앞에서 멈추십시오(절단된 부분의 무게와 길이 때문에 자동으로

떨어집니다). 서브 스피들을 사용할 경우 중심 앞에서 멈추고 서브 척으로 가공물을 당기십시오.

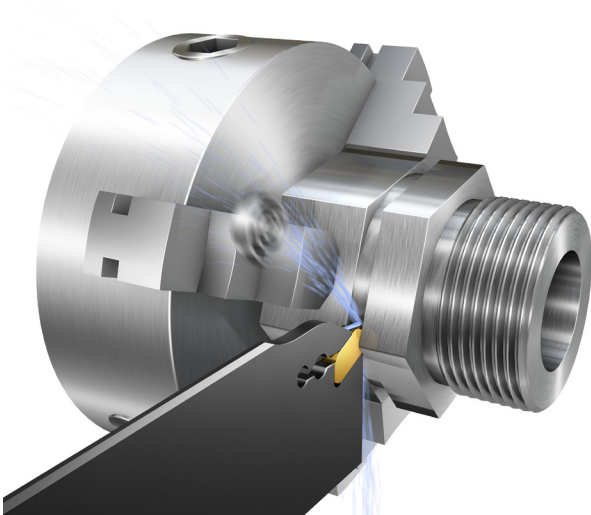
오버 절삭유와 언더 절삭유 또는 두 방식의 조합
가공 조건에 따라 절삭날 위에 공급되는 공구 관통 절삭유나 아래에 공급되는 절삭유 중에서 선택할 수 있습니다. 대부분의 경우 두 방법을 함께 사용하는 것이 이상적입니다. 오버 절삭유는 칩과 인서트 사이의 마찰을 감소시켜 BUE 형성을 방지하고 칩 컨트롤을 개선하기 때문에 결과적으로 공구 수명이 증가하고 가공 중단이 감소합니다. 그러나 BUE는 온도에 따라 달라지기 때문에, 매우 우수한 절삭유를 사용하면 BUE가 형성되는 영역까지 온도가 낮아집니다. 따라서 오버 절삭유와 언더 절삭유를 사용할 때는 항상 절삭 속도를 30-50% 증가시키십시오.

아래에서 공급되는 절삭유는 마찰에 의한 온도를 낮추고 전면 마모의 양을 감소시켜 칩 배출을 향상시킵니다. 언더 절삭유는 인서트의 릴리프 쪽을 윤활하고 마찰을 감소시켜 결과적으로 연마성 전면 마모가 감소합니다. 이러한 효과는 주철과 같은 연마성 소재에서 극대화되지만, 강, 스테인리스강, 내열합금에서도 공구 수명을 크게 증가시킵니다. 아래에서 공급되는 절삭유는 온도가 제한 요인으로 작용하는 긴 절삭 시간(깊은 홈)에서 특히 유리합니다.

요약하면, 오버 절삭유와 언더 절삭유를 사용해 절삭 영역의 온도가 감소하면 절삭날과 코너 반경에 가해지는 고온과 고부하의 조합으로 인한 변형, 즉 소성 변형의 위험 없이 무르지만 인성이 높은 인서트 재종을 사용할 수 있습니다. 그 결과 더욱 일관된 공구 수명과 안정적인 가공 공정의 토대를 마련할 수 있습니다.

절단 가공에서는 옆으로 형성된 칩이 너무 강해 절삭유 압력만으로 칩을 작은 조각으로 쪼개기가 어렵습니다. 그러나 오버 절삭유는 칩 형성을 향상시키고 그 효과는 세그먼트(segment) 칩을 형성하는 긴 칩 소재에서 더욱 커집니다. 강에서의 효과는 상대적으로 낮지만, 칩 형성은 여전히 개선됩니다. 언더 절삭유도 칩 배출을 향상시키지만, 칩 브레이킹이 개선되지는 않습니다.

사실 고정밀 절삭유는 가공물 소재에 따라 그 효과가 천차만별입니다. 고정밀 절삭유의 효과는 일부 스테인리스강, 티타늄, 내열합금 등 열전도도가 낮은 소재를 가공할 때 극대화됩니다. 또한 고정밀 절삭유는 칩 컨트롤이 문제가 될 수 있는 저탄소강, 알루미늄, 듀플렉스 스테인리스강 등 표면 점착성 소재에서도 효과가 큼니다.



배, 3배 또는 4배에 달하는 공구 수명 향상 효과를 보여주고 있습니다.

절삭유 공급 기준

인서트에는 절삭유와 윤활제가 절삭 영역의 올바른 지점에 도달할 수 있도록 형상의 일부로써 특수한 형태의 채널이 필요합니다. 이에 더해, 최소한의 노력으로 기계, 홀더 및 공구 인터페이스를 통해 충분한 양과 압력의 절삭유를 공급하고, 공구 교환과 절삭유 연결에 드는 시간을 최소화하는 것이 중요합니다. 결과적으로, 사용자 친화적인 시스템을 구축하고 절삭유 튜브나 호스를 사용하지 않으려면 전용 어댑터의 사용이 필수입니다.

편리한 플러그 앤 플레이 방식의 연결을 지원하는 최신 관통 절삭유 공구 덕분에 주문 제작이 불필요해졌고 빠른 공구 교환이 가능해졌습니다. 사실, 최신 노즐 기술 덕분에 올바르게 사용하기만 하면 최저 10 bar의 절삭유 압력에서도 개선 효과가 나타납니다.

절삭유 유형

절단 및 홈 가공에서는 절삭날의 마찰과 공구 및 가공물의 열을 최소화하기 위해 절삭유를 사용하지만, 기계를 녹이 슬지 않게 깨끗하게 관리하고, 윤활하고, 칩을 배출하기 위해서도 사용합니다. 절삭유 유형을 선택할 때는 이 모든 사실을 고려해야 합니다. 절삭유, 유제 및 오일별로 나타나는 결과가 상이하기 때문입니다. 예를 들어, 오일은 윤활 효과가 더 우수하지만 냉각 특성은 유제보다 낮습니다.

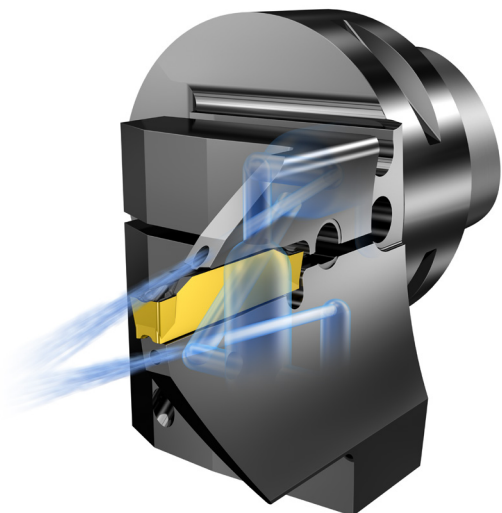
절삭유의 구입, 취급 및 폐기에 드는 비용이 상당하기 때문에 절삭유의 올바른 선택과 적용은 매우 중요합니다. 대부분의 경우 절삭유 비용은 가공물당 가공 비용의 약 15%를 차지하는 것으로 나타났습니다. 즉, 절삭유가 가공 비용에서 차지하는 비중이 평균 약 3%를 차지하는 공구에 비해 더 큼니다. 이러한 사실을 염두에 두고 절삭유의 사용을 중요하게 인식해야 하고, 절삭유를 사용할 경우 단순히 수동적으로나 정기적으로 사용하는데 그치지 말고 최상의 효과를 낼 수 있도록 노력해야 합니다. 이러한 사실을 바탕으로 이제 생산 엔지니어들은 절삭유를 절단 및 홈 가공의 생산성을 향상시키는 중요한 요소로 인식하고 있습니다.

깊은 홈

깊은 절단 및 홈 가공에서 성능을 극대화하려면 강한 공구 및 인서트와 리지드 클램핑 및 플러그 앤 플레이 절삭유로 구성된 시스템이 필수입니다. CoroCut® QD 같은 시스템은 이 모든 공정 요구사항을 충족할 뿐만 아니라 오버 절삭유와 언더 절삭유를 결합해 칩 컨트롤을 더욱 향상시킵니다(소직경에서 중직경에 이르는 바를 위한 CoroCut® 1-2 시스템도 해당). 그 결과 절삭날의 온도 상승이 억제되어 공구 마모가 감소하고 더욱 안정적인 성능이 보장됩니다. 뿐만 아니라, 칩 배출도 개선됩니다.

CoroCut QD 같은 시스템을 사용하면 표면 속도를 보통 30-50% 증가시킬 수 있습니다. 즉, 동일한 이송에서 인서트와 가공물의 접촉이 감소해 절삭날당 생산성이 증가합니다. 일반적으로 내부 절삭유 사용 시 10 bar (145 PSI), v_c +10%; 30 bar (435 PSI), v_c +30%; 70 bar (1015 PSI), v_c +50%의 공식대로 절삭 속도를 증가시킬 수 있습니다.

그러나 일부 경우에는 100 bar (1450 PSI)를 넘는 압력에서 공구 수명이 감소하기 시작해, 16개 경쟁사를 대상으로 실시한 91회의 테스트에서 평균 85%의 공구 수명 향상 효과를 보여준 CoroCut QD 같은 시스템에서도 고정밀 절삭유의 장점이 상쇄되기 때문에 지나치게 증가시키지 않는 것이 중요합니다. 사실, 고객들은 특히 티타늄 및 니켈 계열 내열합금 같은 특수 소재에서 절단 및 홈 가공을 수행할 때 이전 시스템에 비해 2



자동 선반 작업

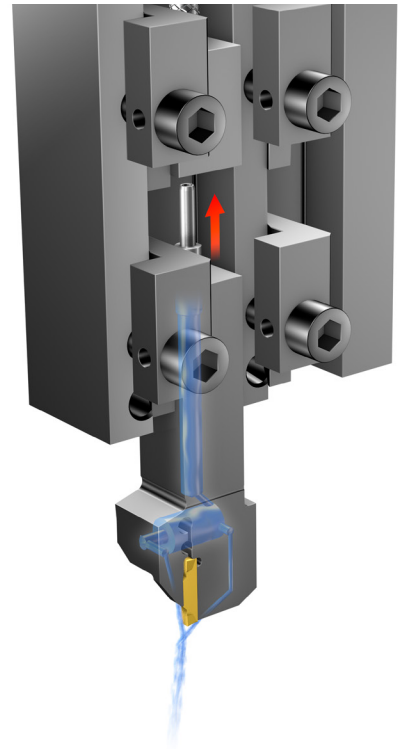
QS 생크는 VDI나 Coromant Capto® 같은 어댑터에 장착해 다양한 방법으로 쉽게 절삭유에 연결할 수 있고, QS 어댑터와 공구는 최대 150 bar (2176 PSI)의 절삭유 압력에서 사용이 가능합니다. 생크 터릿, VDI Star 및 평면 터릿, Coromant Capto, HSK-T 등 일반적인 기계 인터페이스에 연결할 수 있습니다.

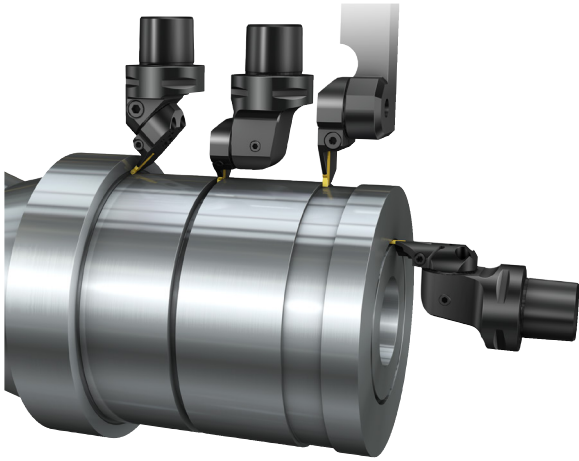
자동 선반에서 정밀한 절단 및 홈 가공을 수행하려면 CoroCut® XS 같은 접선 방향으로 장착된 시스템이 바람직합니다. 고정밀 절삭유와 함께 사용할 수 있는 이 시스템은 매우 날카로운 절삭날이 저이송에서 최고의 성능을 발휘하는 선삭 가공, 역방향 선삭 가공 및 나사 가공에서도 사용할 수 있습니다. 이 시스템은 높은 정밀도, 간편한 인덱싱, 광범위한 인서트 폭이 장점으로, 매우 작은 직경의 내경 홈 가공에 이상적입니다. 그러나 우선 추천 시스템은 재종 및 형상 구성이 모든 작업과 소재 그룹을 포함하는 CoroCut® 1-2 시스템입니다. 공구 홀더와 인서트 사이의 견고한 레일 인터페이스가 높은 정확도와 효율적인 가공을 보장합니다.

기계 요구사항

HPC를 적용할 때 고려해야 할 몇 가지 문제가 있지만, 최신 기계에서는 보통 70 bar (1015 PSI)의 절삭유 압력이 기본 혹은 선택사항이고, 생산성을 향상시키는 중요한 요소로써 절삭유를 더 잘 사용해야 한다는 주장의 근거를 제공합니다. 그러나 10 bar (145 PSI) - 70 bar (1015 PSI)의 압력 범위에서 공급되는 절삭유는 장점이 분명하지만, 이러한 장점은 70 bar - 100 bar (1015 PSI - 1450 PSI)의 압력 범위에서는 감소합니다. 이를 고려할 때 70 bar (1015 PSI) 이상의 절삭유 압력을 지원하는 기계를 선택해야 한다는 주장은 설득력이 떨어집니다. 한 가지 주지해야 할 점은, 절삭유 노즐 구멍이 원래부터 작기 때문에 5-25 μm 메쉬를 사용한 기계 절삭유 필터의 사용이 권장됩니다.

다른 고려사항으로는 안정성, 출력, 토크, 사용 가능한 공구 스테이션의 수, rpm 제한 등이 있습니다.





고정밀, 고압 절삭유는 깊은 홈에서도 절삭날로 직접 정확하게 공급됩니다.

최신 공구 관통 절삭유의 장점으로서는 더 높은 절삭 조건 영역, 고인성 인서트 재종의 사용, 칩 컨트롤 향상, 일관된 표면 조도 등을 꼽을 수 있습니다. 이 외에도 공구 수명 향상, 쉽고 간편한 공구 교환 및 셋업 등도 이 절삭유의 장점입니다.

온라인 지원

온라인 공구 사이트(www.tool-builder.com)를 사용하면 플러그 앤 플레이 절삭유를 사용하는 모듈러 공구 시스템을 쉽고 빠르게 선택할 수 있어 사용자가 최소한의 노력으로 절단 및 홈 가공용 절삭 공구와 어댑터의 올바른 조합을 찾을 수 있습니다. 사용자에게 편리한 인터페이스를 통해 관련 용도, 기계 인터페이스 및 기타 변수를 선택하고 용도에 가장 적합한 공구와 어댑터를 구성할 수 있습니다. 사용자가 셋업의 3D 렌더링을 보고 샌드빅 코로만트 웹 사이트에서 해당 품목의 링크를 이용해 주문할 수 있습니다. 이 애플리케이션은 스마트폰, 태블릿, MAC 및 PC에서 실행되고, 선택 과정을 크게 간소화시킵니다.

샌드빅 코로만트 웹 사이트는 방대한 정보도 제공합니다. 절단 및 홈 가공 방문 페이지(www.sandvik.coromant.com/en-gb/tools/parting-and-grooving)에서는 온라인 방문자들에게 공구 권장사항과 적용 지식을 비롯한 다양한 정보를 제공합니다. 필요한 공구를 클릭하면 제품 세부정보, 성공사례, 제품 구성정보 등을 볼 수 있습니다.

결론

고압 및 고정밀 절삭유의 사용은 절단 및 홈 가공의 성능과 공정 안정성에 큰 영향을 미칩니다. 올바르게 절삭유를 사용하면 절삭 영역의 온도를 낮추고 칩 배출을 향상시킬 수 있습니다. 기존에는 절단 및 홈 가공에서 외부 절삭유를 사용했지만, 특히 깊은 홈을 가공할 경우에는 실제로 홈으로 들어가는 절삭유의 양이 매우 적기 때문에 그 효과가 미미합니다. 그러나

샌드빅 코로만트

샌드빅 코로만트는 금속가공 산업에 절삭 공구, 공구 솔루션 및 노하우를 제공하는 세계 최고의 금속가공 솔루션 업체입니다. 샌드빅 코로만트는 막대한 연구개발 투자를 통해 고객과 함께 혁신을 도모하고 새로운 생산성 표준을 수립하고 있습니다. 전 세계 유수의 자동차, 우주 항공 및 에너지 기업들이 주요 고객입니다. 샌드빅 코로만트는 전 세계 130개국에 상주하며, 8천 명의 직원들로 구성되어 있습니다. 샌드빅 코로만트는 샌드빅 글로벌 산업 그룹 내 샌드빅 가공 솔루션 사업 부문의 일부입니다.

연락처 정보

연락처: Nikki Stokes – PR & Advertising, EMEA

전화: +44 (0) 121 504 5422

이메일: nikki.stokes@sandvik.com

www.sandvik.coromant.com

