

# Deep hole Drilling with high pressure MQL

고정도 및 딥 홀의 안정적인 드릴링을 위해 싱글 플루트 건드릴을 사용합니다. 그러나 대부분의 경우 비수용성(오일) 절삭유를 사용하는 건드릴 기계에만 적용이 가능합니다. 일반 기계에서는 조건을 충족하지 못해 싱글 플루트 건드릴을 적용할 수 없었습니다.

새롭게 개발된 MQL 건드릴과 고압 MQL 시스템 덕분에 botek과 Bielomatik은 일반 공작기계에서도 사용할 수 있는 안정적인 공법으로 소경 건드릴을 적용하는데 성공하였습니다.

건드릴 가공은 안정적이며 품질 측면에서 다른 홀 가공 방법보다 훨씬 우수하여 효율적인 가공 방식입니다. 이러한 장점 덕분에 정밀한 공차가 필요한 딥 홀 분야에 적용되었습니다.

또한 정밀한 표면조도가 필요한 분야에 제한적으로 적용하였습니다. 또한 세척 후 잔류물을 남기지 않아야 할 경우 건드릴 가공은 홀의 후속 가공없이 이러한 결과를 가능하게 하는 유일한 방법입니다.

싱글 플루트 건드릴 사용을 위한 최적의 조건은 특수 건드릴 머신, 비수용성(오일)절삭유, 최대 160 bar 또는 소경(d3.0mm)의 경우 200 bar 이상의 압력과 5µm 이하의 필터링 시스템이 필요합니다.



그림 1:  
Bielomatik의 새 MQL 시스템  
- 최대 내부 압력 25 bar  
(출처: Bielomatik Schmiertechnik GmbH, Frickenhausen)

## 까다로운 조건

건드릴 가공은 최대 80bar 이상의 쿨러 압력, 또는 상황에 따라 최대 200bar에서 진행됩니다.

그러나 머시닝 센터와 선반은 수용성 절삭유를 사용하기 때문에 공구의 가이드 패드에 대한 윤활 효과가 불충분하여 건드릴 가공에 한계가 있습니다.

또한 드릴 직경이 작은 경우 공구의 냉각 채널이 작기 때문에 80bar의 압력으로도 충분하지 않을 수 있습니다. 또한 주로 딥 홀을 드릴링 하지 않는 사용자의 경우 특수 건드릴 머신과 고압 쿨러 시스템에 투자할 가치가 없습니다.

특정 생산 공정이나 일부 지역에서는 HP 첨가제가 포함된 비수용성 오일 사용이 허용되지 않는 경우도 있습니다.

일반 공작기계에서 고정밀 딥 홀을 건드릴로 가공을 할 수 있도록 botek과 Bielomatik은 서로의 노하우를 공유하였습니다.

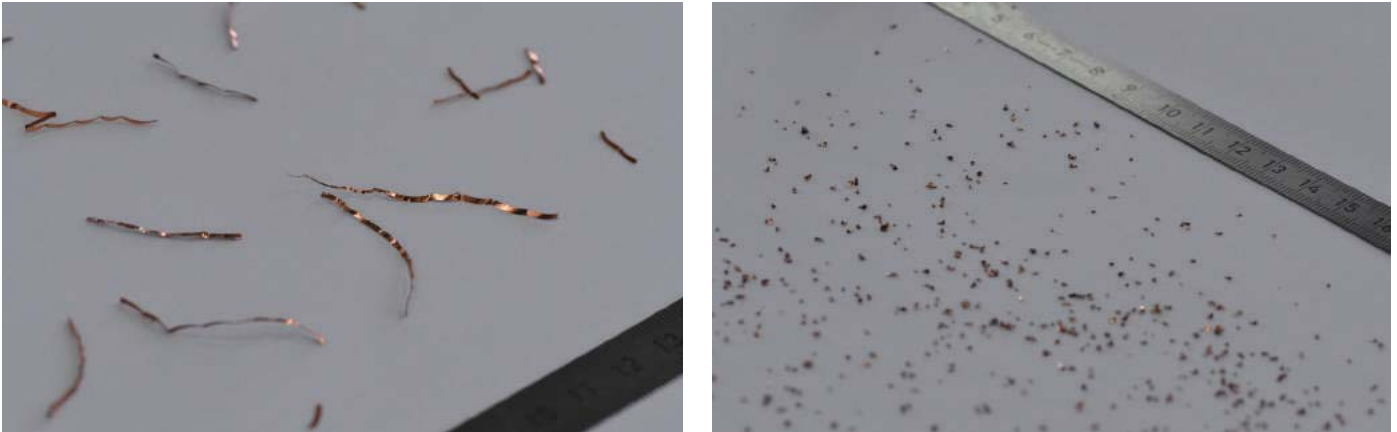


그림 2a, b:  
 고압 MQL 시스템 + 싱글 플루트 건드릴 + 새로운 공정 디자인 : 칩의 모양이 이전과는 확연히 차이납니다. 고순도의 구리 가공 시, 기존 오일 사용과 비교했을때 회전당 이송을 70% 까지 증가시킬 수 있습니다.

### 새로운 공정 디자인

새롭게 디자인한 딥 홀 가공 공정에서 MQL에 최적화된 고성능 솔리드 초경 건드릴 Typ 113-HP-M 덕분에 충분한 윤활제가 공구의 절삭 날과 가이드 패드에 공급됩니다. 특별히 설계된 건드릴 형상은 높은 이송속도에서도 MQL 가공에 적합한 칩 모양을 생성하여 건드릴의 칩 플루트에 칩이 끼는 것을 방지합니다. Bielomatik 사의 MQL 시스템은 고압에서 형성되는 에어로졸의 형태로 건드릴의 절삭날과 가이드 패드에 윤활 및 냉각에 필요한 양의 오일을 공급합니다. 공기-오일 혼합물은 수용성 절삭유보다 압축성이 높기 때문에 더 큰 체적 유량이 가능해 딥 홀에서 생성된 칩을 빠르고 안정적으로 제거할 수 있습니다. 따라서 이제 비수용성(오일) 절삭유를 사용하는 고압 시스템이 없는 기계에서도 직경 2.5mm 이하의 건드릴 가공이 가능합니다.

### 고압으로 인한 추가 냉각 효과

다른 공정 조건과 마찬가지로 MQL 시스템의 압력은 각 가공 작업에 맞게 조정할 수 있습니다. 이를 통해 압축 공기 및 에너지 소비를 최적화된 상태로 유지할 수 있습니다. Bielomatik MQL 시스템과 연결된 에어 부스터로 6 bar에서 최대 25 bar까지 조정 가능합니다. 건드릴 절삭날에는 높은 압축 효과와 MQL 에어로졸의 팽창 증가로 인해 냉각 효과도 강화되어 칩 형성에 영향을 미칩니다.

### 유량 속도의 급격한 증가

예를 들어 이러한 에어로졸의 냉각효과로 고순도 구리 재료를 가공할 때 칩이 뚜렷하게 짧아지는데 일반적인 오일 가공 방법에서는 롱 칩이 생성됩니다. 즉, 이 효과로 안정적인 칩 제거가 확실히 가능합니다.

그림 3:  
 스테인리스 가공 시에도 고압 MQL 시스템을 사용하면 매우 짧은 칩이 형성됩니다. 즉, 공기가 팽창함에 따라 칩이 냉각되어 효과적으로 부서집니다.





그림 4: 딥 홀 드릴링 머신 TBS200에서 진행되는 스테인리스강 딥 홀 드릴링

이는 전해 구리의 소경 건드릴 가공에서 확실히 관찰할 수 있습니다. 한 고객의 생산제품의 경우, 고압 MQL로 가공 시 직경 1.5mm의 40mm 깊이로 건드릴 가공을 하여 필요한 품질기준 Ra 0.2  $\mu\text{m}$  및 0.03 mm 미만의 중심선 편차 (런아웃)를 만족시켰습니다. 훨씬 더 짧은 칩이 생성되어 높은 공정 신뢰성을 달성할 수 있을 뿐만 아니라 오일에 비해 이송속도를 최대 70 %까지 증가시켰습니다.

"우리는 구리의 경우 칩 형성에 문제가 있다는 것을 알고 있습니다." 라고 botek 기술연구소 테스트센터의 Mr.Juergen Deeg는 강조합니다. "그러나 소경 건드릴에서는 공구의 형상과 절삭날에 대한 변화 범위가 많지 않다는 것 또한 알고 있습니다. 아주 미세한 소경 건드릴에서도 절삭 조건을 향상시킬 수 있었습니다. 칩 형성 공정을 개선되어 매우 작은 칩이 생성됩니다."

### 공정 한계 돌파

botek과 Bielomatik이 공정 신뢰성을 높일 수 있었던 다른 분야는 스테인리스강의 소경 건드릴 가공입니다. 드릴 표면 조도는 비수용성 오일에서 얻을 수 있는 품질과 비슷한 표면 조도가 만들어졌고 수용성 절삭유로 가공된 표면 조도 보다 훨씬 향상되었습니다. 이 경우에도 MQL 시스템과 MQL용으로 설계된 싱글 플루트 건드릴로 소경 딥홀을 안정적으로 가공할 수 있습니다.

botek과 Bielomatik의 이 새로운 공법의 적용 한계는 현재 직경 1.2mm입니다.

특수강 같은 재질을 MQL과 건드릴을 사용하여 직경이 2.5mm 미만인 딥홀을 가공할 수 있습니다.

더 큰 직경의 경우 MQL 에어로졸 압력 10 bar로도 가능했습니다. 최대 25 bar의 압력으로는 범위가 더 넓어질 것입니다.



## 생산기술 향상

이러한 싱글 플루트 건드릴과 고압 MQL 시스템의 결합을 기반으로, botek과 Bielomatik은 새로운 공정 설계, 품질, 효율 발전을 위해 손을 잡았습니다. 고객들의 선택의 폭은 넓어졌으며, 발전 가능성은 이를 활용하기에 달렸습니다. botek과 Bielomatik의 경험 많은 전문가들과 엔지니어들은 고객들이 MQL과 딥 홀 드릴링을 결합하여 사용할 수 있는지 확인합니다. botek의 제품은 또한 빠른 드릴링이 가능할 뿐만 아니라 빠르게 공급될 수 있습니다. 최근 새로 도입된 재고 프로그램의 범위가 넓어졌고, 초경 건드릴, 파일럿 드릴, 스텝 드릴 등의 특수 공구를 위한 고속 생산 라인이 개설되었습니다. 이를 통해 고객의 생산 기술 향상을 이룰 수 있습니다.

그림 5:  
(왼쪽부터)  
프로젝트 팀장  
Andreas Ruf,  
botek 시험 담당  
Jürgen Deeg,  
Bielomatik 개발  
엔지니어  
Christoph  
Schäfer  
(그림 2 - 5 출처:  
botek Präzisions-  
bohrtechnik  
GmbH,  
Riederich)



### botek Präzisionsbohrtechnik GmbH

botek은 약 800명의 직원이 일하고 있는 세계적인 딥 홀 드릴링 공급 업체입니다. 핵심 기술은 딥 홀 드릴링 시스템을 위한 0.5 mm 부터 1,500mm 까지의 직경을 가진 내부 냉각 드릴입니다. Riederich에 본사를 둔 가족 기업으로, 카바이드 파일럿 드릴, 다양한 길이의 트위스트 드릴, 특수 스텝 드릴, 리머, 밀링 커터, PCD 팁 드릴 등 다양한 제품을 공급합니다.

botek 제품의 장점은 손쉽게 적용이 가능한 제품과 공정의 설계로, 경험이 풍부한 엔지니어들과 전세계 50여개의 대리점 및 파트너사 간의 협업으로 어디에서든 제품을 공급받을 수 있습니다.

본사의 목표는 각 고객들에 맞는 효율적인 솔루션을 찾아 이를 계속 발전시키는 것입니다.

### Bielomatik Schmiertechnik GmbH

Bielomatik Schmiertechnik은 독일 Frickenhausen에 본사를 둔 윤활 시스템을 생산하는 회사입니다. 종이, 목재, 섬유 산업을 위한 기계를 생산하는 회사들이 주 고객이었으나, 1990년대 후반 금속 절삭을 위한 MQL 시스템을 처음으로 개발하였습니다. 스프인들을 통해 윤활유가 공급되는 1채널 및 2채널 시스템을 처음으로 시장에 선보였으며 이는 특히 자동차 산업의 엔진 생산 라인에 설치되었습니다. 이러한 경험을 토대로 Bielomatik은 고객의 공정 조건에 맞춘 최적의 시스템을 공급하고 있습니다. 2020년 4월 윤활 관련 분야가 bielomatik Leuze GmbH + Co. KG 에서 분리되어 윤활 전문 기업인 밀라노의 Dropsa에 합병되어 Bielomatik Schmiertechnik 은 Dropsa 그룹의 소속이 되었습니다. Dropsa는 전세계에 16개 지점을 두고 있어 빠른 서비스를 제공하며 250여명의 직원과 함께 매년 5000만 유로 이상의 매출이 발생하고 있습니다.



**(주) 케이텍**

[www.ktechtools.com](http://www.ktechtools.com)

주 소 : 14322 경기도 광명시 하안로 60  
(소하동, 광명테크노파크) E동 1208호

전 화 : 02-803-0980~1

팩 스 : 02-803-0949

이메일 : [ktech010@gmail.com](mailto:ktech010@gmail.com)