

# 연삭 정밀도와 성능을 향상시켜 주는 FORTiS™ 밀폐형 엔코더



## 고객사:

Tool Grinding  
Technologies Inc.(인도)

## 산업:

정밀 가공

## 과제:

TGT 연삭기에서 활용하는 리니어 모터는 열악한 환경에서도 호환되는 강력한 리니어 밀폐형 엔코더를 필요로 합니다.

## 솔루션:

Renishaw의 FORTiS 밀폐형 엔코더가 TGT 연삭기의 가공 정확도와 성능을 개선시켜 주었습니다.

TGT는 테스트와 평가를 거쳐 자사의 최신 공구 연삭기 시리즈에 Renishaw의 FORTiS™ 밀폐형 엔코더를 채용하기로 결정했습니다. TGT는 설치가 쉽고 여러 첨단 기능을 갖춘 FORTiS 엔코더 시스템을 사용하여 기계의 성능을 최적화할 수 있습니다.

## 배경

다양한 요소가 CNC 공작 기계의 가공 정확도에 영향을 미치는데, 여기에는 기계 역학, 제어 전자 장치, 기계의 강도, 열 안정성, 절삭 공구의 형상 정확도가 포함됩니다.

소형 절삭 공구는 정확한 공구 형상을 보장하기 위해 정밀한 연삭 능력을 필요로 합니다. 정밀 공구 연삭은 가공 기반 생산 공정으로 연마재를 사용하여 절삭 공구에서 필요로 하는 형상 및 치수 공차를 준수합니다.

인도에서는 정밀 가공에 대한 요구가 크게 증가했으며 오늘날 인도의 공작 기계 시장은 세계에서 가장 빠르게 성장하고 있는 시장 중 하나입니다. 인도에 본사를 둔 Tool Grinding Technologies Inc.(TGT)는 이 기회를 잡고 증가하는 요구를 충족하기 위해 가공 정확도 및 공정 안정성 개선에 도움이 되는 Renishaw의 FORTiS 밀폐형 맵솔루트 위치 엔코더와 리니어 모터를 갖춘 다양한 정밀 공구 연삭기를 개발했습니다.

## 과제

리니어 모터 기술은 최근 몇 년간 크게 발전하여 산업 부문에서 중요한 역할을 하게 되었습니다. 최신 리니어 모터 설계에서는 열 방출, 추력, 비용 부분이 대폭 개선되었습니다. 자동화 시스템과 정밀 연삭기 같은 CNC 기계에서 전통적인 볼스크류 대신 리니어 모터를 사용하는 비율이 점점 더 늘어나고 있습니다. 리니어 모터 서보의 정밀도와 정확도는 엔코더의 리니어 위치 피드백 품질에 따라 크게 좌우됩니다. 보간 오차(하나의 신호 기간 내 존재하는 측정 오류)는 원활한 속도 제어를 위한 핵심적인 사양으로 공구 연삭기 제조업체들은 이 오차가 표면 처리 품질에 있어서 중요하다는 사실을 알고 있습니다. 위치 지터가 낮으면 서보 루프 게인을 최적화할 수 있습니다.

CNC 프로파일 연삭의 경우 공구 연삭기 축의 작은 증분형 리니어 이동을 통해 보간 궤도를 생성하므로 정확한 모션 제어가 아주 중요합니다.



Ranganatha, Tool Grinding Technologies Inc. 디렉터

공구 연삭기의 작업 환경은 열악한데, 가공 시 진동이 발생하고 냉각액과 연삭 파편 같은 오염물이 존재합니다. 기계의 진동이 위치 엔코더의 고유 공진 주파수와 동시에 발생할 수 있습니다. 따라서 엔코더에 고진폭 방해 요소가 위치 제어 루프로 들어가는 것을 방지하는 공진 진동 감쇠 기능이 있을 경우 위치 정확도가 개선됩니다. 이러한 경우 동조 질량 감쇠 기능을 보유한 엔코더가 CNC 기계 성능을 크게 향상시킬 수 있습니다.

TGT의 디렉터인 Ranganatha는 다음과 같이 설명합니다. “지금까지는 TGT의 연삭기에 볼 스크류를 사용했습니다. 정확도를 한층 더 향상시키고 높은 정확도를 장기적으로 유지하기 위해 최신 모델에는 리니어 모터를 사용하기로 했습니다. 이러한 설계에는 수많은 기술적 측면이 존재합니다. 리니어 모터의 환경 보호, 엔코더 설치, 충격 저항, 유지관리, 정비 요구 사항 등의 여러 가지 문제를 해결해야 했습니다.”

## 솔루션

TGT의 최신 공구 연삭기 모델에 내장된 리니어 모터는 열악한 환경에서 사용할 수 있도록 설계된 적합한 밀폐형 리니어 엔코더가 제공하는 리니어 위치 피드백을 필요로 합니다. Renishaw의 오랜 고객인 TGT는 Renishaw의 엔지니어들과 함께 FORTiS 엔코더를 테스트 및 평가했습니다.

FORTiS 밀폐형 엔코더 설계는 업계에서 인정받은 RESOLUTE™ 앰솔루트 엔코더 기술을 기반으로 하며 액체 및 고체 이물질 유입에 대한 높은 저항을 제공합니다. 또한 FORTiS 엔코더는 동급 최고의 30 g 진동 저항을 제공할 뿐만 아니라 엔코더의 고유 주파수 진동을 대폭 감쇠시켜 주는 특수 설계된 통합형 동조 질량 감쇠기를 보유하여 서보 제어 루프가 방해 받을 가능성이 크게 줄어듭니다.

“TGT는 수년간 LP2 프로브 시스템과 직접 구동 로터리 테이블을 위한 RESOLUTE 앰솔루트 엔코더 같은 뛰어난 성능을 자랑하는 Renishaw 제품을 만족스럽게 사용해 왔습니다. Renishaw가 TGT의 새로운 연삭기에 FORTiS 밀폐형 옵티컬 엔코더를 추천했을 때 필요한 테스트와 평가 작업을 즉시 진행했습니다.” 라고 Ranganatha가 말합니다.

인도 최고의 공구 연삭기 제조업체 중 하나인 TGT는 최근 리니어 모터가 탑재된 정밀 공구 연삭기를 처음으로 선보였습니다.

## V2 ADVANCED Maxima

2021년에 TGT는 세 개의 리니어 축(X, Y, Z)과 두 개의 로터리 축(A, C)으로 구성된 5축 고정밀 공구 연삭기 V2 ADVANCED Maxima를 출시했습니다.

이 기계의 십자 X축과 세로 Z축에서 튜브형 리니어 모터를 사용하며 스트로크는 각각 300 mm와 680 mm입니다. 두 축에는 FORTiS 엔코더의 표준 크기 버전인 FORTiS-S™ 밀폐형 엔코더 시스템이 탑재되어 있습니다.

수직 Y축에는 표준형 볼 스크류 시스템이 탑재되어 있으나 원하는 경우 FORTiS-S 엔코더를 갖춘 리니어 모터 구동 축을 선택할 수 있습니다. 로터리 A축은 로터리 C축에 장착되어 있으며 두 축 모두 백래시를 줄이기 위해 RESOLUTE 앰솔루트 로터리 엔코더가 탑재된 직접 구동 모터를 사용하여 공작물의 방향을 제어합니다. RESOLUTE와 FORTiS-S 엔코더 모두 BISS-C 직렬 통신을 출력하여 Beckhoff 컨트롤러와 직접 연결할 수 있습니다. 가공 중에 A축은 공작물 스피들에 고정된 공작물을 회전시키고 리니어 축(X, Y, Z)은 연삭 휠의 위치를 제어합니다.

또한 이 공구 연삭기에는 연삭 전 공작물 셋업을 위한 Renishaw의 LP2 시리즈 프로브 시스템이 탑재되어 있습니다. TGT는 제품 개발 초기에 광범위한 FORTIS-S 밀폐형 애플루트 엔코더를 10 nm ~ 1 nm의 분해능으로 테스트했습니다. 전반적인 기계 성능을 극대화하기 위해 TGT는 분해능이 1 nm 인 FORTIS-S 엔코더를 선택했습니다.

### Microma Auto

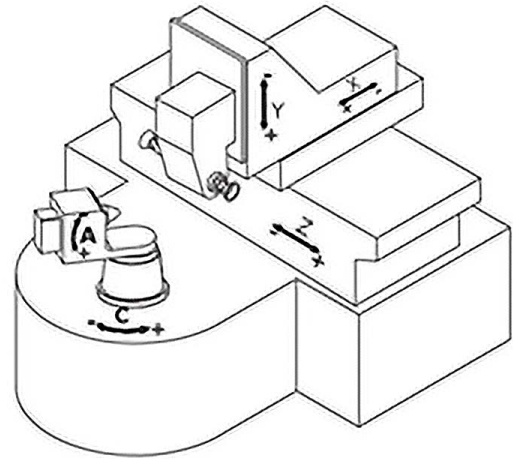
Microma Auto는 일반 드릴, 엔드밀, 프로파일 공구 같은 절삭 공구 블랭크를 준비할 때 사용하는 원통형 연삭기로 네 개의 리니어 축(X, Y, Z, V)으로 구성되어 있습니다.

가공하기 전에 공구 블랭크를 콜렛으로 공작물 스피indle에 고정하고 LP2 프로브 시스템을 통해 식별합니다. 가공 중에는 공작물이 V축에 장착된 V형 고정 공구(V블록) 안에서 회전하며 피드 축인 세로 X축을 따라 구동됩니다. 공작물이 연삭 스테이션에 진입하면 Y 및 Z축을 따라 구동하는 두 개의 연삭 휠(황삭 및 마감 휠) 사이에 배치되며 두 휠은 서로를 기준으로 직각을 이룹니다. Microma Auto의 장점 중 하나는 바로 모든 공정이 한 번에 완료된다는 것입니다.

이 기계의 운동학적 특징을 살펴보면 공작물 스피indle 축(X축)과 V블록 축(V축)이 동일한 리니어 모터 가이드웨이에 있지만 별개의 리니어 서보 모터가 각 축을 구동합니다.

X축과 V축 슬라이드가 별개의 FORTIS 엔코더 판독 헤드에 연결되지만 FORTIS 이중 판독 헤드 시스템의 동일한 밀폐형 애플루트 스케일을 사용합니다. 판독 헤드가 컨트롤러에 공작물의 X축 위치와 V블록의 V축 위치에 대한 피드백을 제공하며 각각의 분해능은 10 nm입니다. 이 경우 FORTIS 엔코더가 한 축에서 3 μm의 포지셔닝 정확도를 제공하고 이동 거리는 150 mm에 해당합니다.

FORTIS 이중 판독 헤드 밀폐형 엔코더가 제공하는 주된 이점 중 하나는 바로 기계의 기계적 배치를 간소화시켜 공간을 절약하고 비용을 줄일 수 있다는 것입니다. “FORTIS 이중 판독 헤드 리니어 엔코더의 장점 중 하나는 바로 더 빠르고 간단하게 엔코더를 설치하고 정비할 수 있다는 것입니다” 라고 Ranganatha는 말합니다.



TGT V2 ADVANCED Maxima 연삭기 도식



TGT의 V2 ADVANCE Maxima 공구 연삭기



인도 벵갈루루에 위치한 TGT의 공장 부지

FORTiS 옵티컬 밀폐형 엔코더는 혁신적인 비접촉식 기계적 설계로 베어링, 스프링, 베어링 지지부 같은 구성 요소를 제거했습니다. 이러한 설계는 마모를 최소화하고 유지관리 및 정비 과정에서 파손 위험을 크게 줄여 시스템의 수명을 늘려줍니다.

FORTiS 엔코더 판독 헤드에 장착된 특허받은 Renishaw의 셋업 LED와 신중하게 설계된 설치 액세스리가 직관적인 최초 설치 성공을 보장하므로 제한된 위치에서도 기존 시스템보다 훨씬 더 빠르게 작업을 완료할 수 있습니다.

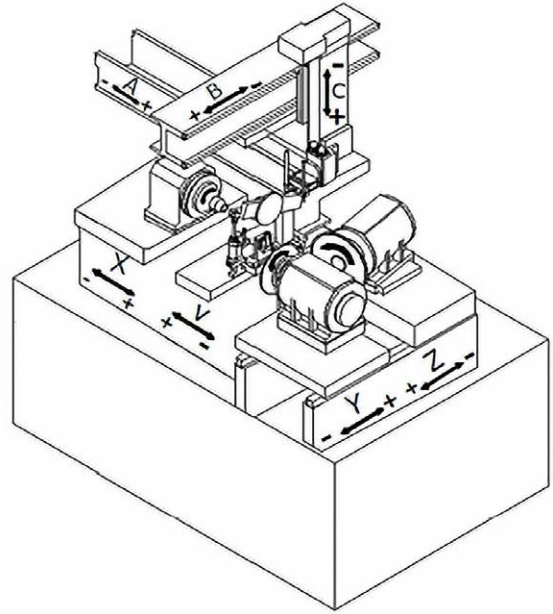
향상된 기능을 위해 설치 관리자는 표준 USB 커넥터를 통해 고급형 진단 도구, ADTa-100을 Renishaw의 ADT View 소프트웨어가 설치된 PC에 연결할 수 있습니다. 이를 통해 고급 진단 정보를 사용자 친화적인 그래픽 인터페이스에서 확인할 수 있으며, 여기에는 축 위치에 따른 신호세기와 같은 주요 엔코더 성능 매개변수가 포함됩니다.

TGT 엔지니어들은 기계 조립 공정에서 ADTa-100 하드웨어를 사용해 FORTiS 엔코더를 ADT View 소프트웨어 인터페이스에 연결합니다. 이 소프트웨어는 기계 축을 따라 여러 위치에서 실시간 신호 강도의 스냅샷을 제공하므로 엔지니어가 미세하게 조정해야 하는 부분을 파악할 수 있으며 기계의 전원이 차단된 상태에서도 FORTiS 엔코더의 캘리브레이션을 진행할 수 있습니다.

## 결과

FORTiS 엔코더는 빠르고 쉽게 설치할 수 있어 TGT가 제조 및 정비 시간을 절감하는 데 도움이 되었습니다.

Ranganatha는 다음과 같이 설명합니다. “FORTiS 밀폐형 엔코더는 아주 쉽게 설치할 수 있어 생산성을 크게 개선할 수 있었습니다. TGT의 엔지니어들은 Renishaw가 제공하는 적절한 교육을 받은 후 ADTa-100 공구를 사용하여 단일 축 설치 작업을 15분만에 끝낼 수 있었습니다. 판독 헤드 LED만 사용했다면 더 빠르게 마칠 수 있었을 것입니다. LED를 통해 엔코더의 상태를 빠르게 판별하여 기계 결함이 발생했을 때 진단 정확도를 개선할 수 있습니다.”



TGT Microma Auto 연삭기 도식

“TGT는 자사의 기술과 관련해 Renishaw의 전문 팀과 자주 협의하고 있습니다.

FORTiS 밀폐형 엔코더는 축 길이, 위치 분해능, 직렬 통신 프로토콜과 관련해 다양한 옵션을 보유하고 있어 훨씬 더 자유로운 기계 설계가 가능합니다” 라고 Ranganatha는 말합니다.

“비록 FORTiS 엔코더는 처음 사용하는 것이지만 뛰어난 설계 수준을 갖추었다고 확신합니다. TGT의 최신 연삭기에는 FORTiS 엔코더가 탑재되어 있으며 대량 생산 단계에 접어들었습니다. TGT는 연삭기의 향후 개발을 아주 긍정적으로 전망하고 있습니다. TGT는 최근 몇 년간 인도의 자동차 및 항공우주 업계가 크게 성장함에 따라 절삭 공구에 대한 수요도 대폭 증가하여 큰 이익을 보았습니다. 또한 연삭기에 대한 요구가 늘어나 이 시장에 발을 들이는 경쟁업체들도 많아지고 있습니다. 앞으로 TGT는 기계의 성능을 최적화하는 데 주력할 예정입니다” 라며 Ranganatha가 말을 마칩니다.

Renishaw Korea Ltd

서울시 구로구 디지털로 33길 28  
우림이비즈센터1차 1314호

전화 +82 2 2108 2830  
팩스 +82 2 2108 2835  
전자 메일 korea@renishaw.com

[www.renishaw.co.kr](http://www.renishaw.co.kr)

연락처 정보는 [www.renishaw.co.kr/contact](http://www.renishaw.co.kr/contact) 를 참조하십시오.

레니쇼(Renishaw)는 출판일 당시의 본 문서의 정확성에 최선을 다했지만, 그에 대한 보증이나, 향후 어떠한 방식으로든 발생될 수 있는 오류에 대한 책임을 지지 않습니다. RENISHAW는 어떠한 상황에서도 본 안내서의 부정확성에 대하여 어떠한 책임도 지지 않습니다.

© 2022 Renishaw plc. All rights reserved.  
Renishaw는 예고 없이 사항을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다. RENISHAW 로고에 사용된 RENISHAW와 프로브 엠블럼은 영국과 기타 국가에서 Renishaw plc의 등록 상표입니다. apply innovation과 레니쇼 제품 및 기술에 적용된 명칭은 Renishaw plc 및 지사의 등록 상표입니다.  
이 문서에 사용된 모든 상표 이름과 제품 이름은 해당 소유주의 상호, 상표 또는 등록 상표입니다.

부품 번호: H-3000-5230-01-A  
발행일: 11.2022

추가 정보가 필요하거나 동영상을 보려면 다음 페이지를 방문하십시오: [www.renishaw.co.kr/tgt](http://www.renishaw.co.kr/tgt)

**Renishaw Korea Ltd**  
서울시 구로구 디지털로 33길 28  
우림이비즈센터1차 1314호

전화 +82 2 2108 2830  
팩스 +82 2 2108 2835  
전자 메일 [korea@renishaw.com](mailto:korea@renishaw.com)  
[www.renishaw.co.kr](http://www.renishaw.co.kr)

연락처 정보는 [www.renishaw.co.kr/contact](http://www.renishaw.co.kr/contact) 를 참조하십시오.

레니쇼 (Renishaw)는 출판일 당시의 본 문서의 정확성에 최선을 다했지만, 그에 대한 보증이나, 향후 어떠한 방식으로든 발생될 수 있는 오류에 대한 책임을 지지 않습니다. RENISHAW는 어떠한 상황에서도 본 안내서의 부정확성에 대하여 어떠한 책임도 지지 않습니다.

© 2022 Renishaw plc. All rights reserved.  
Renishaw는 예고 없이 사항을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다. RENISHAW 로고에 사용된 RENISHAW와 프로브 엠블럼은 영국과 기타 국가에서 Renishaw plc의 등록 상표입니다. apply innovation과 레니쇼 제품 및 기술에 적용된 명칭은 Renishaw plc 및 지사의 등록 상표입니다.  
이 문서에 사용된 모든 상표 이름과 제품 이름은 해당 소유주의 상호, 상표 또는 등록 상표입니다.

부품 번호: H-xxxx-xxxx-0x-x  
발행일: MM.YYYY