

# GCX LINEAR 스카이빙 솔루션

최고 품질의 스카이빙 도구를 실용적으로 생산하기 위한  
클로즈드-루프(closed-loop)솔루션.

샤오유 왕(Xiaoyu Wang). 제품 관리자 –  
TX 머신 플랫폼, 기어 툴



**ANCA**

# 목차

<b>스카이빙을 위한 준비</b>	<b>3</b>
EV30@30	3
DIN 10에서 DIN 6까지	4
스카이빙 커터용 GCX Linear	4
<b>문제 1. 복잡한 지오메트리</b>	<b>5</b>
Powerful design software	5
Complete package	5
<b>문제 2. 엄격한 공차</b>	<b>6</b>
MTC	6
고정밀 헤드스톡	6
LinX®로 작동	6
<b>문제 3. 측정</b>	<b>7</b>
톱니 간격	7
톱니 형태	7
<b>문제 4. 휠 드레싱</b>	<b>9</b>
AEMS	9
클로우즈드-루프 생산	9
<b>문제 5. 품질 관리</b>	<b>10</b>
공정 중 측정	10
Closed-Loop production	10
<b>문제 6. 고객의 궁금증</b>	<b>11</b>
기어 절삭 공구 설계	11
프로세스 지식 개발 및 공유	11



본격적인 전기차 성장

# 1천만 대의

전기차가 2020년 말 세계의 도로 위를  
달렸습니다

41%

증가한 2020년  
전기차 등록

40%

증가한 전기차 모델  
(2019~2020년 대비)

20개 중 18개의  
가장 큰 글로벌 OEM  
업체가 전기차 판매를  
늘리고 있습니다

## 스카이빙을 위한 준비

### EV30@30

전기 자동차가 성장함에 따라 스카이빙의 인기는 증가합니다. Global Electric Vehicle(EV) Outlook 2021보고서에 따르면, 2020년 말 전 세계 도로에는 1천만 대의 전기차가 등장하며 급속한 성장을 이뤘습니다. 팬데믹 관련, 전 세계 자동차 판매가 16% 감소한 전 세계 자동차 시장에도 불구하고 2020년 전기 자동차 등록은 41% 증가했습니다.



EV30@30 -  
2030년까지 전기차  
시장 점유율 30%  
목표: 2억 4500만  
전기차 생산 목표

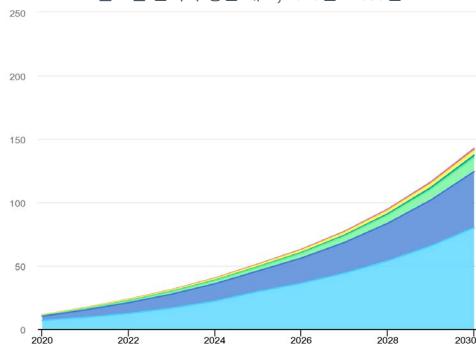
2020년에는 전 세계적으로 약 370개의 전기자동차 모델이 출시되어 40% 증가했습니다. BMW 및 GM 그룹과 같은 20개의 가장 큰 OEM (Original Equipment Manufacturer) 업체 중 18개 업체는 전기차의 제공 및 판매를 늘리는 데 전념했습니다.

이러한 자동차 제조업체의 전기화 목표는, 2030년까지 시장 점유율의 30%인 2억 4천 500만 대의 전기차 생산에 도달하는 것을 목표로 하는 국제 에너지 기구 (IEA)의 지속 가능한 개발 시나리오와 일치합니다.

### 승용차는 2030년까지 전기 자동차의 성장을 주도합니다

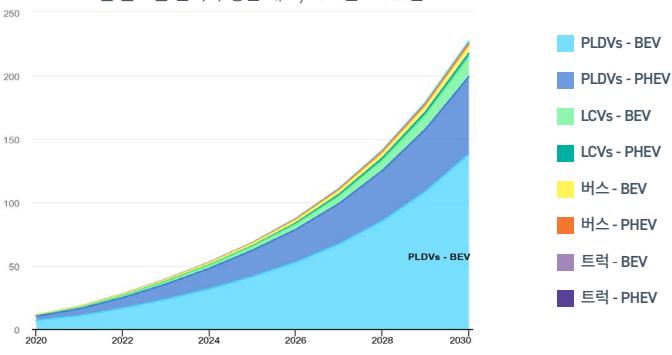
지금까지 발표된 각국의 정책기조 시나리오를 반영한

글로벌 전기차 생산 재고, 2020년 - 2030년



지속 가능한 개발 시나리오에서

모드별 글로벌 전기차 생산 재고, 2020년 - 2030년



## DIN 10에서 DIN 6까지

전체 기어 생산의 45%가 차량 변속기용입니다. 전기차의 부상은 기어 산업의 시장 요구 사항을 변화시키고 있습니다. 최대 20,000 rpm의 높은 엔진 속도는 효율성을 위해 더 높은 기어비가 필요함을 의미합니다. 유성 기어 장치 세트는 이러한 새로운 설계에서 더 많이 사용됩니다.

유성 기어 트레인이라고도 알려진 유성기어 세트에서 태양 및 유성 기어는 링 기어 내부에 조립된 외부기어입니다. 그에 따른 외부 기어는 호빙 후 그라인딩되어 생산됩니다. 기존의 방식으로 성형 또는 브로칭으로 생산되는 내부 링 기어는 성형이 느리지만 반면, 브로칭은 번거로운 툴링에 의존합니다.

이러한 보다 컴팩트한 새로운 변속기 설계로 인한 또 다른 추세는 서로 매우 가까운 하나의 샤프트에 여러 기어가 있다는 것입니다. 간섭으로 인해 샤프트의 작은 기어들은 호빙으로 제작할 수 없습니다.

효율성은 여러 문제를 야기하지만 전기차의 소음 방출은 고객에게 훨씬 더 높은 우선 순위로 작용합니다. 전기차용 기어는 더 엄격한 공차를 총족해야 합니다. 그래서 DIN 10에서 DIN 6으로 증가했습니다. 기어 업계는 하드 스카이빙을 새로운 전기차에 필요한 수백만 개의 기어를 생산하는 혁신적인 프로세스로 보고 있습니다.

스카이빙은 롤링 동작과 밀링 동작을 결합한 연속적인 재료 제거 공정입니다. 피니언 커터로 기어와 맞물리는 동안, 커터는 기어의 축 방향을 따라 동시에 이동합니다. 이는 호빙만큼 효율적이며, 성형보다 5~10 배 빠른 것으로 알려져 있습니다.

스카이빙은 더 짧은 칩을 만들고, 스카이빙된 기어는 표면 거칠기 더 낮아 더 높은 품질을 보여줍니다. 열처리 후 하드 스카이빙 공정에는 가장 까다로운 솔리드 카바이드 스카이빙 커터가 필요합니다.

## 스카이빙 커터용 GCX Linear

시장 수요에 부응하여 ANCA는 스카이빙 커터의 제조 및 그라인딩을 위한 완벽한 솔루션을 제공합니다. GCX Linear는 카바이드 및 HSS 모두에서 최고 품질의 스카이빙 도구를 생산하기 위한 새로운 표준을 설정합니다.

통합 기어 도구 측정 시스템은 업계 최초의 혁신 기술인 정확한 클로우즈드-루프 제조 프로세스를 제공합니다.



GCX Linear는 고품질 스카이빙 도구를 생산하기 위한 문제를 해결합니다:

## 문제 1. 복잡한 지오메트리

GCX Linear의 포괄적인 소프트웨어 패키지는

### 이러한 지오메트리 문제를 해결합니다.

GCX Linear는 매개변수화된 설계 소프트웨어와 함께 제공되며 기어 매개변수에서 직접 커터 형상을 계산하고 충돌 분석 및 그라인딩 시뮬레이션을 제공합니다.

다양한 형태의 스카이빙 및 셰이퍼 지오메트리를 설계할 수 있습니다. 토픽 커터, 비토픽 커터, 세미 토픽 또는 챔퍼 커터 및 사이클로이드 기어 톱니와 같은 자유 형태를 DXF로 직접 가져올 수 있습니다.

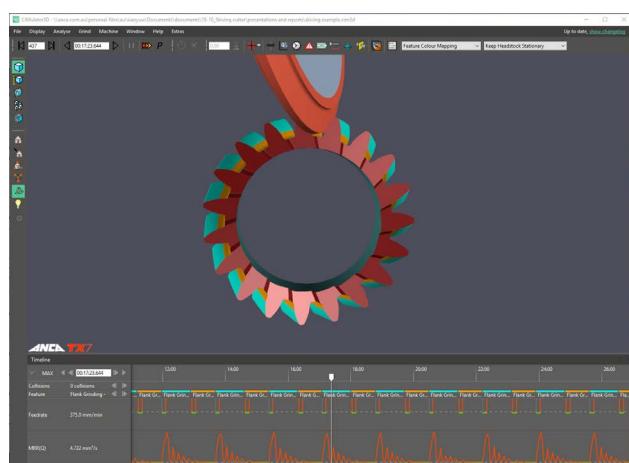
스카이빙 및 셰이퍼 커터와 같은 기어 절삭 공구는 복잡한 지오메트리를 가지고 있습니다. 설계 프로세스는 주로 반복적인 최적화에 의존합니다. 커터는 기본 기어 작업물 데이터 또는 설계 스테이션의 엔벨로핑 기어 횡단면에서 설계할 수 있습니다.

절단기 설계 및 잠재적 충돌 수정을 확인하기 위해 스카이빙 운동학을 시뮬레이션할 수도 있습니다.

## 완전한 패키지

GCX Linear 소프트웨어 패키지에는 피니언형 기어 커터의 제조 및 그라인딩을 위한 여러 소프트웨어 구성 요소도 포함되어 있습니다. 여기에는 설계, 시뮬레이션, 그라인딩 시퀀스 프로그래밍, 훨 편집 및 훨 드레싱이 포함되어 제조 프로세스의 전체적인 가상화를 지원합니다.

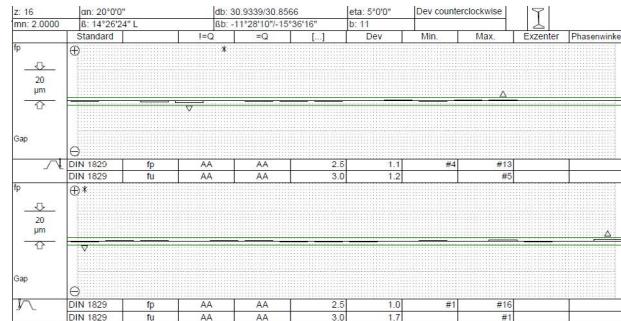
전체 제조 프로세스를 가상화하면 설정 시간과 스크랩이 줄어들어 제조가 간소화됩니다.



## 문제 2. 엄격한 공차

ANCA는 스카이빙 커터을 위해 특별히 제작된 일련의 기술을 제공합니다

GCX Linear은 ANCA의 주력 TX 플랫폼을 기반으로 하는 일련의 획기적인 기술로 DIN AA 품질을 달성합니다: MTC(모터 온도 제어), AEMS(음향 방출 모니터링 시스템), 고정밀 헤드스톡, 대형 엔벨로프, 모든 선형 축의 LinX 선형 모터, iBalance 및 가변 냉각수 제어.



개별 피치 오류 fp가 약 1 $\mu$ m로 측정되고 인접 피치 오류 fu가 2 $\mu$ m 미만으로 측정된 GCX Linear에서 생산된 스카이빙 커터의 피치 측정 보고서 예.

## MTC

MTC는 모터 스피드 드라이브 펌웨어에 내장된 혁신적인 시스템으로 특허 출원 중입니다. 지능형 제어 알고리즘은 GCX Linear에서 전동 스피드의 온도를 능동적으로 관리하고 유지합니다.

MTC는 열 변화로 인해 공구의 피치가 갑자기 뛰는 “한번 펄떡이는” 증상에 대한 해결법입니다. 안정적인 기계 상태로 인해, GCX는 톱니 간격에서 AAA 및 AAAA 클래스 품질을 정기적으로 달성합니다.

## 고정밀 헤드스톡

대형 디스크형 스카이빙 커터 및 세이퍼 커터는 더 높은 인덱싱 정확도가 필요합니다. A축 위치 오차의 영향은 직경에 따라 선형적으로 증가하기 때문입니다. 이 개선 사항의 해결로 A축 정확도는 10배 향상됩니다. 위치 정확도는 이제  $\pm 0.00034$  도입니다.

## LinX®로 작동

선형 스케일과 함께 축 모션(X, Y 및 Z축)을 위한 ANCA의 LinX® 선형 모터 기술은 우수한 정밀도와 성능을 달성합니다. 열악한 환경에서 평생 작동하도록 특별히 설계된 LinX® 모터에는 원통형 자기장이 있어 레일이나 기계 베이스에 추가적인 다운포스가 없습니다.

온도 변화가 없고(별도의 냉각 장치가 필요없음을 의미함) IP67로 밀봉되어 마모가 최소화되어 기계 수명 동안 기계 정확도가 유지됩니다. LinX® 선형 모터는 더 높은 축 속도와 가속도를 가지고 있으며, 부드러운 축 동작을 유지하면서 사이클 시간을 줄입니다.



## 문제 3. 측정

업계 최초의 통합 기어 공구 측정 시스템은 기계의 공구를 측정합니다.

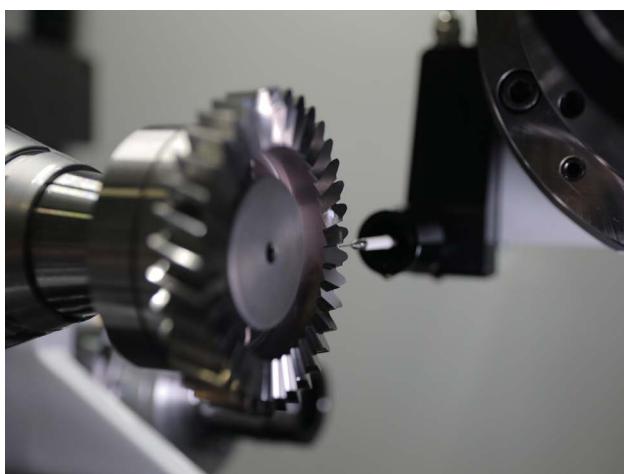
GCX Linear 는 온보드 기어 공구 측정 시스템이  
장착된 유일한 CNC 그라인딩 기계입니다. 이는  
공구를 풀지 않고도 DIN 1829 표준에 따라 톱니  
가격과 형태를 측정할 수 있습니다.

## 톱니 간격

톱니 간격은 피치를 측정하고,  $F_p$ 는 개별 피치 오차이며, 이는 공칭 값에서 톱니 피치에 대한 특정 톱니의 편차입니다. 누적 피치 오차  $F_p$ 는 이전 톱니 오차를 더한 누적 결과입니다.  $f_u$ 는 인접 오차입니다. 일반적인 측정 보고서에서 톱니 간격 측정은 각 톱니에 대해 막대로 설명이 되어 있는 막대 차트로 표시됩니다.

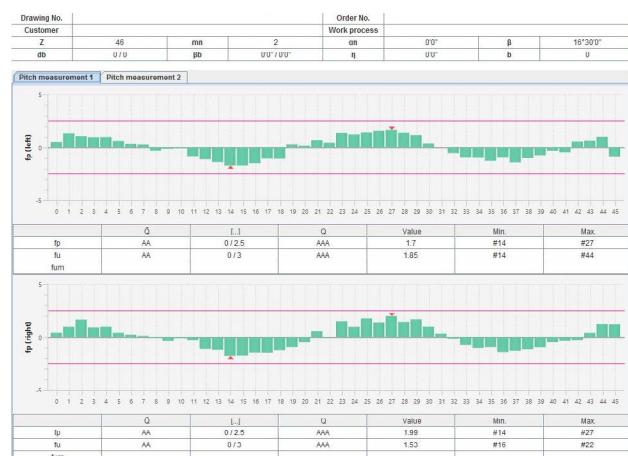
GCX Linear의 피치 측정 작업을 통해 작업자는 도구를 꺼내 측정기로 옮기는 대신 피치 정확도를 신속하게 확인할 수 있습니다. 이는 프로브의 디지털 기능을 사용하여 피치 직경에 가까운 측면을 터치합니다.

프로그래밍이 계속되면 차트가 즉시 생성됩니다.  
보고서는 깔끔하고 깨끗하며 사용자 친화적이며  
대화형으로 제공됩니다. 이 측정 결과는  
측정기 결과와 비슷합니다.



## 톱니 형태

톱니 간격의 개념은 비교적 간단하므로 측정도 마찬가지입니다. 그러나 톱니 형태는 더 복잡합니다. 스카이빙 커터와 셰이퍼 커터를 비교하자면, 둘 다 피니언형 기어 커터로 분류되지만 기어와 공구 사이의 상대적인 움직임이 다릅니다.

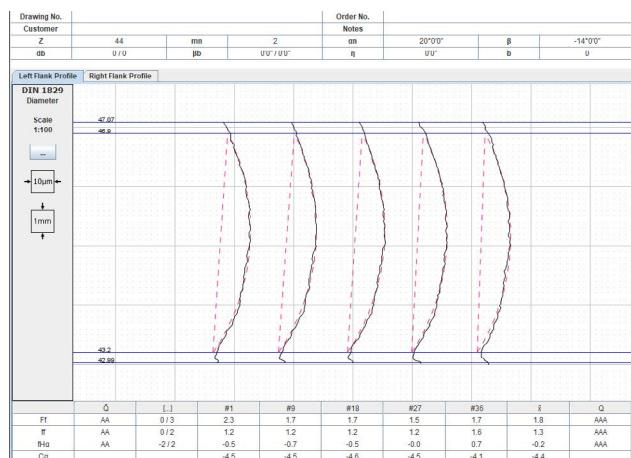


셰이퍼 커터의 원리는 한 쌍의 평행 축 기어를 기반으로 합니다. 이에 반해, 스카이빙 커터는 교차 축이 있는 한 쌍의 기어를 기반으로 합니다. 결과적으로 스카이빙 커터의 프로파일과 지오메트리는 셰이퍼 커터보다 더 복잡합니다.

육안으로는 구별할 수 없지만 스카이빙 커터 톱니  
프로파일은 셰이퍼 커터와 다릅니다

스카이빙 커터가 이제 막 새로 나온 것이기 때문에 많은 산업 벤치마크 GMM(기어 측정 기계)은 커터 프로파일을 평가하기 위한 내장 가능한 수학적 모델을 아직 개발하지 못했습니다. ANCA의 온보드 도구 측정은 기계에서 최첨단의 정확한 수학적 형태에 대해 직접 평가할 수 있으며 이는 업계의 참신한 도약입니다.

프로파일 측정 작업은 아날로그 프로브의 경로를 계산하고 프로브는 주어진 깊이에서 톱니 프로파일을 스캔합니다. 해당 차트는 보고서 창에 즉시 그려집니다. 또한 이보고서는 해독하기가 훨씬 쉽습니다.



## 문제 4. 휠 드레싱

### 미크론 정확도 내에서 다이아몬드 휠을 복잡한 형태로 드레싱

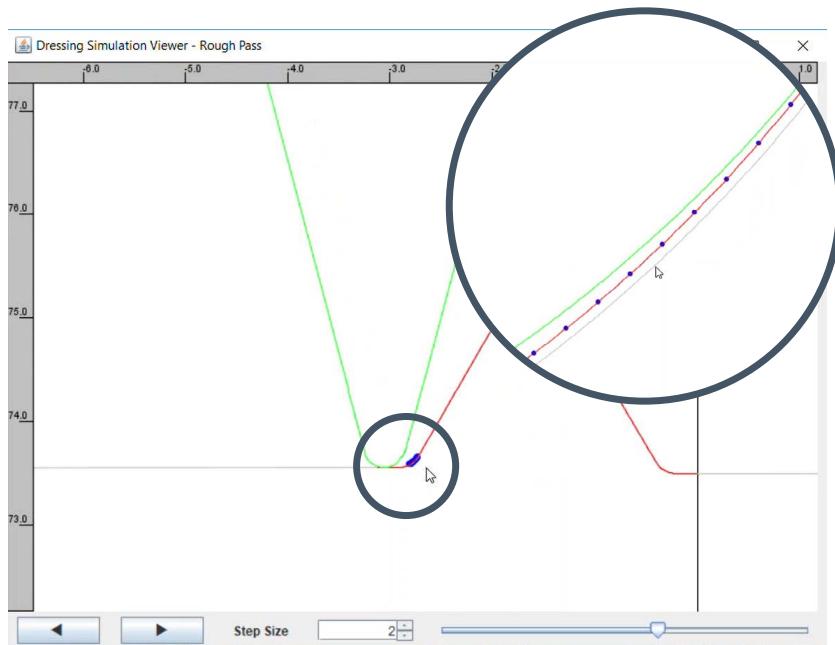
#### AEMS

복잡한 휠 프로파일을 드레싱하는 것은 스카이빙 작업에 매우 중요합니다. 그래서 ANCA는 최신 음향 방출 모니터링 시스템(AEMS)을 개발했습니다. AEMS는 시끄러운 생산 환경에서 완벽한 드레싱의 올바른 사운드를 선택하도록 학습시킬 수 있습니다. AEMS는 감독된 기계 학습 알고리즘을 활용하여 휠 프로파일이 미크론 정확도 내에서 드레싱되도록 하여 비용을 최소화하고 효율성을 향상시킵니다.

#### 다이아몬드 휠 드레싱

솔리드 카바이드 스카이빙 도구를 제조하려면 다이아몬드 휠이 필요하며, 이는 드레싱하기가 매우 어렵습니다. ANCA의 고급 소프트웨어는 단순화된 휠 형태를 제공하여 드레싱 비용을 크게 줄입니다. 저희 지능형 소프트웨어는 또한 Zoller 측정 기계에서 직접 휠 측정 보고서를 가져와서 오류를 분석하고 후속 패스를 자동으로 보정할 수 있습니다.

이는 드레싱 경로 시뮬레이션도 함께 제공합니다. 일반적으로 휠의 가장 중요한 지오메트리는 측면이며, 반면 팁과 루트 영역은 상대적으로 더 큰 편차를 허용할 수 있습니다. 시뮬레이션을 통해 사용자는 허용 오차를 설정할 수 있으며 프로그램은 문제 영역을 자동으로 강조 표시할 수 있습니다.



## 문제 5. 품질 관리

### 완전한 클로우즈드-루프 생산: 그라인딩 – 측정 – 보정 기계 내부의 모든 것을 공구를 풀 필요 없이

#### 공정 중 측정

공정 중 측정은 공정 제어를 크게 향상시킵니다. 예를 들어 텁니 프로파일이 서로 다른 텁니 사이에 서로 다른 패턴을 표시하는 경우, 이는 종종 마무리 주기 동안 훨 마모가 너무 많이 발생했음을 나타냅니다. 훨이 그 형태를 유지하지 않은 것입니다.

황삭 및 정삭 작업 사이의 프로파일을 측정하여 작업자는 훨 마모를 모니터링하고 그라인딩 훨의 드레싱 및 고착을 사전에 관리할 수 있습니다. 이는 드레싱 빈도를 결정하고 인피드, 그 이송 속도 및 기타 공정 매개변수를 안정적으로 제어하는 데 도움이 될 수 있습니다. 이것은 전반적인 품질과 제어성을 향상시킵니다.

#### 클로우즈드-루프 생산

드레싱 빈도를 줄이기 위해 ANCA는 기계에서 직접 경로 보정을 개발했습니다. 스카이빙 커터의 설계 프로세스에는 반복적인 설계가 필요합니다. 그리고 절충안을 신중하게 선택한 후 소프트웨어는 훨 프로파일과 그라인딩 경로를 생성합니다.

이 파일은 그라인딩 머신으로 보내져 공구를 그라인딩합니다. 측정 후 커터에 오류가 있는 경우 이전의 보정 방법은 훨 프로파일을 다시 계산하고 훨에 수정하는 것입니다.

이는 설계 스테이션, 그라인딩 기계 및 측정기 사이에 여러 번 앞뒤로 필요합니다. 이것은 시간이 많이 걸리고 안정적인 프로세스를 구축하기가 매우 어렵습니다.

GCX Linear는 보정에 다르게 접근합니다. 훨 프로파일을 변경하는 대신 소프트웨어가 그라인딩 경로에서 직접 보정합니다. 공정 중 측정을 통해 공정 중 측정을 통해 클로우즈드-루프를 모두 GCX Linear에서 로컬라이즈합니다.

공구나 훨을 기계에서 빼지 않고 한 번의 클램핑으로 오류를 보정할 수 있습니다.

요약하면, 공정 중 측정은 스카이빙 커터의 제조 공정을 크게 개선합니다. 기계는 정확한 수학적 형식에 대해 프로파일을 측정할 수 있으며 이는 업계의 새로운 도약입니다. 직접 보정과 함께 GCX Linear의 스카이빙 커터 그라인딩은 효율적이고 실용적인 클로우즈드-루프 솔루션입니다.

#### GCX LINEAR

- 기계에서 직접 경로 보정- 훨을 수리할 필요가 없음
- 공정 중 측정 - 도구를 꺼낼 필요가 없음



## 문제 6. 고객의 궁금증

ANCA 응용 프로그램 전문가가 모든 단계를 도와드립니다

### 기어 절삭 공구 설계

기어 및 기어 절삭 공구는 기본 기어 용어에 대한 사전 지식이 필요합니다. 스카이빙 커터는 특히 매우 복잡한 지오메트리를 가지고 있습니다. 커터는 대상 기어 작업물 데이터 또는 엔벨로핑 기어의 횡단면에서 파생될 수 있습니다.

소프트웨어는 강력하고 직관적이지만 설계 프로세스를 숙달하는 데는 시간이 걸릴 수 있는 반복적인 최적화 프로세스입니다. 설계 엔지니어는 스카이빙 운동학, 즉 중요한 요구 사항 및 많은 실제 제한 사항을 고려하여 최상의 절충안을 만들기 위한 균형점을 이해해야 합니다.

어려울 수 있지만, ANCA의 응용 프로그램 전문가 팀이 도와드리겠습니다. 저희 전문가 팀은 교육 프로그램을 제공하고 엔지니어/작업자가 독점적인 기어 절삭 공구 세계로 나아갈 수 있도록 학습 과정을 안내해 드립니다.



### 프로세스 지식 개발 및 공유

엄격한 공차와 복잡한 지오메트리로 인해 스카이빙 커터는 현재까지 공구 그라인딩 분야, 특히 솔리드 카바이드 커터에서 알려진 가장 까다로운 응용 분야 중 하나입니다.

GCX Linear에 내장된 이 기술 제품군은 최고의 DIN AA 품질을 달성할 수 있으나, 프로세스와 설정 또한 성공에 필수적인 요소가 됩니다. 광범위한 현장 경험을 가진 ANCA의 응용 전문가는 완전한 프로세스 지식을 제공합니다. 훨 선택, 그라인딩 인피드, 드레싱 빈도부터 냉각수 압력 조정 등에 이르기까지 안내해 드립니다.

저희 고객의 성공이 곧 우리의 성공입니다. 저희가 제공하는 서비스와 교육은 ANCA 핵심 가치의 필수적인 요소입니다. 저희 팀은 표준 프로세스를 고객의 공장 환경 및 장비에 적용하는 데 도움을 드릴 것입니다.

혁신은 ANCA의 DNA에 있습니다. 우리는 스카이빙 공정의 채택을 가능하게 하는 미래의 기술 발전에 기여하게 된 것을 자랑스럽게 생각합니다. 보다 효율적인 기어 생산 공정으로 순배출 제로 미래에 필요한 수백만 대의 전기차를 출시하는 데 도움을 받아보시기 바랍니다.

