

GCX LINEAR- KOMPLETTLÖSUNG WÄLZSCHÄLEN

Die praktische Closed-Loop-Lösung für die Herstellung von Wälzschälwerkzeugen höchster Qualität.

Xiaoyu Wang - Produktmanager -
TX-Maschinenplattform, Verzahnungswerkzeuge

A close-up photograph of a large, dark-colored gear being processed by a grinding wheel. The gear has many teeth, and the grinding wheel is in contact with one of the teeth, creating a bright spark. The background is blurred, showing other parts of the machine. The image is overlaid with a semi-transparent white box containing text and a red diagonal shape on the left side.

ANCA

INHALT

STARTKLAR ZUM WÄLZSCHÄLEN	3
EV30@30	3
Von DIN 10 bis DIN 6	4
GCX Linear für Wälzschälwerkzeuge	4
HERAUSFORDERUNG 1. KOMPLEXE GEOMETRIE	5
Leistungsstarke Design-Software	5
Ein Komplettpaket	5
HERAUSFORDERUNG 2. ENGE TOLERANZEN	6
MTC	6
Spindelstock für hohe Genauigkeit	6
Powered by LinX	6
HERAUSFORDERUNG 3. VERMESSUNG	7
Zahnabstand	7
Zahnform	7
HERAUSFORDERUNG 4. SCHEIBENABRICHTUNG	9
AEMS	9
Abrichten von Diamantscheiben	9
HERAUSFORDERUNG 5. QUALITÄTSKONTROLLE	10
In-Prozess-Messung	10
Produktion im geschlossenen Kreislauf	10
HERAUSFORDERUNG 6. WISSENSLÜCKEN	11
Gestaltung von Verzahnungswerkzeugen	11
Entwicklung und Weitergabe von Prozesswissen	11



Wachstum der Elektrofahrzeuge (EV) steigt weiter an

10 Millionen

Elektroautos auf den Straßen weltweit bis Ende 2020



41%

Anstieg der EV-Zulassungen im Jahr 2020



40%

Anstieg der Elektroauto-Modelle von

2019-2020



18 der 20

größten globalen Fahrzeughersteller steigern den Absatz von E-Fahrzeugen



EV30@30 -

30% Marktanteil

für E-Fahrzeuge bis 2030: Ziel: 245 Millionen E-Fahrzeuge im Bestand

STARTKLAR ZUM WÄLZSCHÄLEN

EV30@30

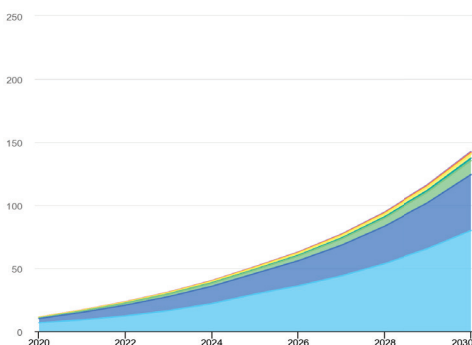
Die Popularität des Wälzschälens nimmt durch Elektroautos zu. Laut der Studie „Global Electric Vehicle (EV) Outlook 2021“ waren Ende 2020 weltweit 10 Millionen Elektroautos auf den Straßen unterwegs, nach einem Jahrzehnt des rasanten Wachstums. Die Zulassungen von Elektroautos stiegen im Jahr 2020 um 41 %, trotz des pandemiebedingten weltweiten Rückgangs der Autoverkäufe, der 16 % betrug.

Im Jahr 2020 waren weltweit etwa 370 Elektroauto-Modelle verfügbar, was einer Steigerung von 40% gegenüber 2019 entspricht. 18 der 20 größten Erstausrüster (OEMs), wie die BMW- und GM-Gruppe, haben sich verpflichtet, das Angebot und den Verkauf von Elektroautos zu erhöhen.

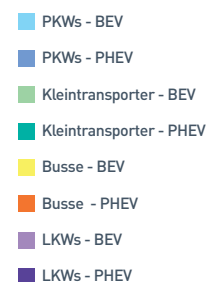
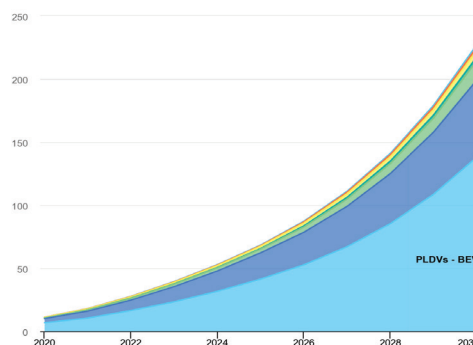
Die Elektrifizierungsziele der Hersteller stimmen mit dem Szenario für nachhaltige Entwicklung der Internationalen Energieagentur (IEA) überein, das bis 2030 einen Bestand von 245 Millionen Elektroautos (30 % des Marktanteils) anstrebt.

PKWs sind Wachstumstreiber in der Elektromobilität bis 2030

Weltweiter Bestand an E-Fahrzeugen nach Typ im „Stated Policies“ Szenario, 2020-2030



Weltweiter Bestand an Elektrofahrzeugen nach Typ im „Sustainable Development“ Szenario, 2020-2030



Von DIN 10 bis DIN 6

45 % der gesamten Zahnradproduktion entfallen auf Fahrzeuggetriebe. Das Aufkommen der Elektrofahrzeuge verändert die Anforderungen an die Getriebeindustrie. Die hohe Motordrehzahl von bis zu 20.000 Umdrehungen pro Minute bedeutet, dass ein höheres Übersetzungsverhältnis für eine bessere Effizienz erforderlich ist. Planetengetriebe sind im neuen Design vorherrschend.

Bei einem Planetengetriebe sind die Sonnen- und Planetenräder als Außenräder in einem Hohlrund montiert. Die äußeren Zahnräder werden durch Wälzfräsen und anschließendes Schleifen hergestellt. Das Innenzahnrad wird traditionell durch Stoßen oder Räumen hergestellt, wobei das Stoßen mit hohen Zykluszeiten verbunden ist und das Schälwerkzeugseitig Probleme mit sich bringt.

Ein weiterer Trend, der durch das kompaktere neue Getriebedesign vorangetrieben wird, sind mehrere Zahnräder auf einer Welle, die sehr nahe beieinander liegen; aufgrund der Störkonturen können die kleineren Zahnräder auf der Welle nicht durch Abwälzfräsen hergestellt werden.

Der Wirkungsgrad bringt mehrere Herausforderungen mit sich, aber auch die Geräuschemission von Elektrofahrzeugen hat für die Kunden eine viel höhere Priorität. Zahnräder für Elektrofahrzeuge müssen noch engere Toleranzen einhalten - sie wurden von DIN 10 auf DIN 6 erhöht; die Zahnradindustrie sieht im Hartschälwerkzeug ein revolutionäres Verfahren, um die Millionen von Zahnrädern herzustellen, die für die neuen Elektrofahrzeuge benötigt werden.

Beim Wälzschälen handelt es sich um einen kontinuierlichen Abtragsprozess, bei dem die Walz- und die Fräsbewegung kombiniert werden. Während der Fräser als Ritzel in das Zahnrad eingreift, bewegt er sich gleichzeitig in der axialen Richtung des Zahnrads. Es ist ebenso effizient wie das Wälzfräsen und generell fünf bis 10 Mal schneller als das Wälzstoßen.

Beim Schälwerkzeug entstehen kürzere Späne, und geschälte Zahnräder weisen eine höhere Qualität mit geringerer Oberflächenrauheit auf. Nach der Wärmebehandlung werden die anspruchsvollsten Vollhartmetall-Werkzeuge für das Hartschälwerkzeug verwendet.

GCX Linear für Wälzschälwerkzeuge

Als Reaktion auf die Marktnachfrage bietet ANCA eine Komplettlösung für die Herstellung und das Schärfen von Wälzschälwerkzeugen. Die GCX Linear setzt den neuen Standard für die Herstellung von Werkzeugen höchster Qualität, sowohl aus Hartmetall als auch aus HSS.

Das integrierte Messsystem für Verzahnungswerkzeuge ermöglicht einen präzisen, geschlossenen Fertigungsprozess - eine Innovation, die in der Branche ihresgleichen sucht.



Der GCX Linear löst die Herausforderungen bei der Herstellung hochwertiger Schälfräser:

HERAUSFORDERUNG 1. KOMPLEXE GEOMETRIE

Das umfassende Softwarepaket von GCX Linear liefert Lösungen für die Geometrie

Leistungsstarke Design-Software

Die GCX Linear wird mit einer parametrisierten Design-Software geliefert, die die Fräsergeometrie direkt aus den Verzahnungsparametern berechnet und eine Kollisionsanalyse und Schleifsimulation bietet.

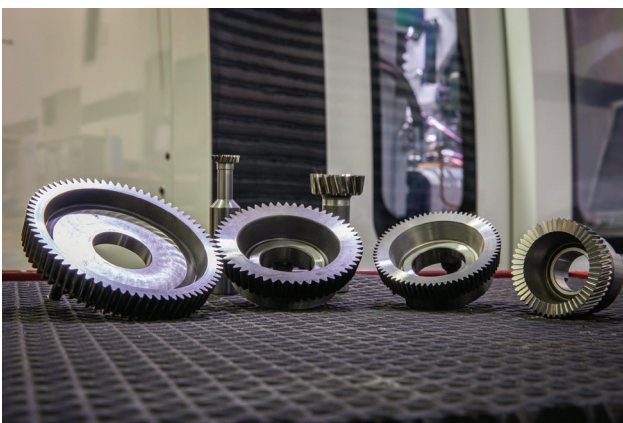
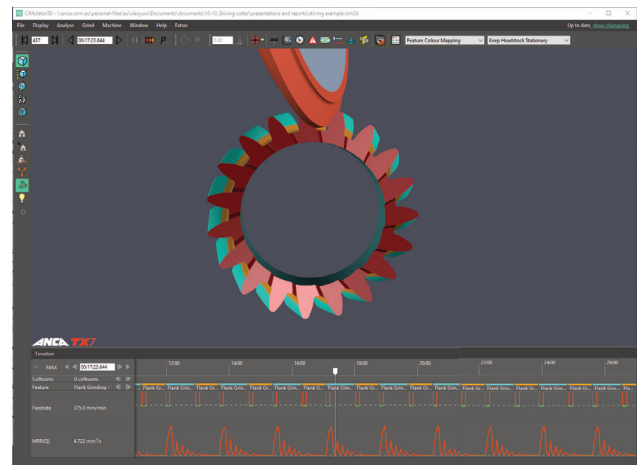
Es können verschiedene Formen von Schäl- und Formfräsergeometrien entworfen werden: Wälzfräser, Nichtwälzfräser, Halbwälzfräser oder Fasenfräser, Freiformen wie z.B. zykloidische Zahnräder können direkt als DXF importiert werden.

Verzahnungswerkzeuge wie Schäl- und Formfräser haben komplexe Geometrien. Der Entwurfsprozess beruht hauptsächlich auf einer iterativen Optimierung. Der Fräser kann anhand von Basisdaten des Zahnradwerkstücks oder des Querschnitts des umhüllenden Zahnrads auf der Designstation entworfen werden. Die Schärfkinematik kann

ebenfalls simuliert werden, um den Entwurf des Werkzeugs zu überprüfen und mögliche Kollisionen zu beseitigen.

Ein Komplettpaket

Das Softwarepaket GCX Linear umfasst auch mehrere Softwarekomponenten für die Herstellung und das Nachschärfen von ritzelförmigen Zahnradfräsern. Es umfasst Entwurf, Simulation, Schleifsequenzprogrammierung, Schleifscheibenbearbeitung und -abrichtung und unterstützt die vollständige Virtualisierung des Fertigungsprozesses. Die Virtualisierung des gesamten Fertigungsprozesses reduziert die Rüstzeit und den Ausschuss und ermöglicht eine rationelle Fertigung.



HERAUSFORDERUNG 2. ENGE TOLERANZEN

ANCA bietet eine Reihe von Technologien, die speziell für das Schleifen von Wälzschälwerkzeugen entwickelt wurden

Die GCX Linear erreicht DIN AA-Qualität mit einer Reihe bahnbrechender Technologien, die auf der TX-Plattform, dem Flaggschiff von ANCA, basieren: MTC (Motor Temperature Control), AEMS (Acoustic Emission Monitoring System), hochpräziser Spindelstock, großer Arbeitsraum, LinX-Linear Motoren in allen Linearachsen, iBalance und variable Kühlmittelsteuerung.

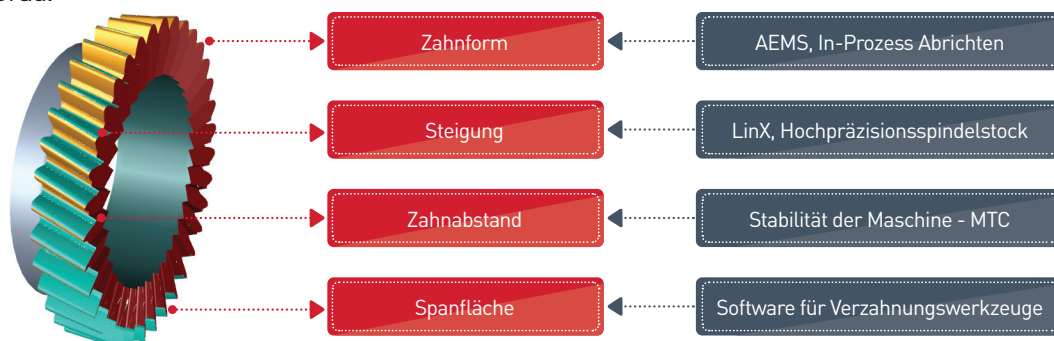
MTC

MTC ist eine zum Patent angemeldete Innovation, die in die Firmware des Motorspindelansatzes integriert ist. Ein intelligenter Regelalgorithmus steuert und hält die Temperatur der Motorspindel in der GCX Linear aktiv aufrecht.

MTC ist das Mittel gegen das Symptom des „einen Herzschlags“, bei dem die Steigung des Werkzeugs aufgrund von Temperaturschwankungen plötzlich ansteigt. Dank des stabilen Maschinenzustands erreicht die GCX routinemäßig eine Qualität der Klasse AAA und AAAA bei den Zahnabständen.

Spindelstock für hohe Genauigkeit

Große Schälfräser und Formfräser erfordern eine höhere Indexierungsgenauigkeit, da die Auswirkungen von Positionsfehlern der A-Achse linear mit dem Durchmesser zunehmen. Mit dieser Verbesserung wird die Genauigkeit der A-Achse um den Faktor 10 erhöht. Die Positioniergenauigkeit beträgt nun $\pm 0,00034$ Grad.



z: 16	an: 20°0'0"	db: 30 9339/30 8566	eta: 5°0'0"	Dev counterclockwise				
mm: 2.0000	b: 14°26'24"L	bb: -11°26'10"-15°36'16"	b: 11					
	Standard	I=O	=O	[.]	Dev			
					Min. Max. Exzenter Phasenwinke			
fp								
20								
µm								
Sap								
	DIN 1829	fp	AA	AA	2.5	1.1	#4	#13
	DIN 1829	fu	AA	AA	3.0	1.2		#5
fp								
20								
µm								
Sap								
	DIN 1829	fp	AA	AA	2.5	1.0	#1	#16
	DIN 1829	fu	AA	AA	3.0	1.7		#1

Beispiel für ein Teilungsmessprotokoll eines Wälzschälwerkzeugs, hergestellt auf einer GCX Linear mit individuellem Teilungsfehler fp 1µm, benachbarter Teilungsfehler fu weniger als 2µm.

Powered by LinX®

In Verbindung mit Linearmaßstäben erzielt die LinX®-Linearmotortechnologie von ANCA für Achsbewegungen (X-, Y- und Z-Achse) eine hervorragende Präzision und Leistung. Die LinX®-Motoren wurden speziell für den lebenslangen Betrieb in anspruchsvollen Schleifumgebungen entwickelt und verfügen über ein zylindrisches Magnetfeld, was bedeutet, dass keine zusätzlichen Kräfte auf die Führungsschienen oder das Maschinenbett ausgeübt werden.

Da es keine Temperaturschwankungen gibt (was bedeutet, dass kein separates Kühlaggregat erforderlich ist) und die Motoren gemäß IP67 abgedichtet sind, ist der Verschleiß minimal, so dass die Maschinengenauigkeit über die gesamte Lebensdauer der Maschine erhalten bleibt. Der LinX®-Linearmotor verfügt über eine höhere Achsengeschwindigkeit und -beschleunigung, wodurch die Zykluszeiten verkürzt werden und gleichzeitig eine gleichmäßige Achsenbewegung gewährleistet wird.

HERAUSFORDERUNG 3. VERMESSUNG

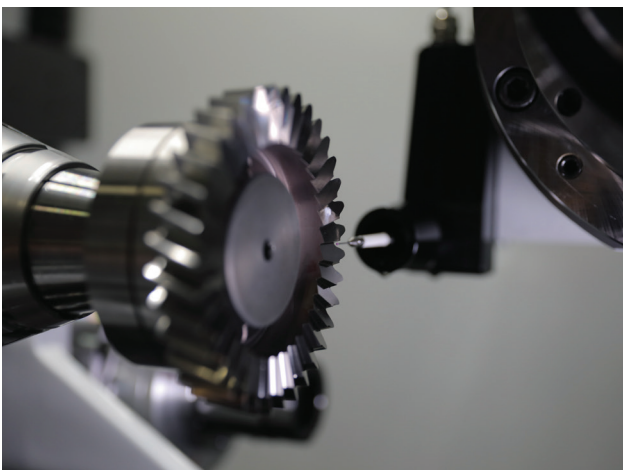
Das branchenweit erste integrierte Messsystem für Verzahnungswerkzeuge misst das Werkzeug in der Maschine

Die GCX Linear ist die einzige CNC-Schleifmaschine, die über ein integriertes Messsystem für Verzahnungswerkzeuge verfügt. Es kann den Zahnabstand und die Zahnform gemäß der Norm DIN 1829 bewerten, ohne das Werkzeug auszuspannen.

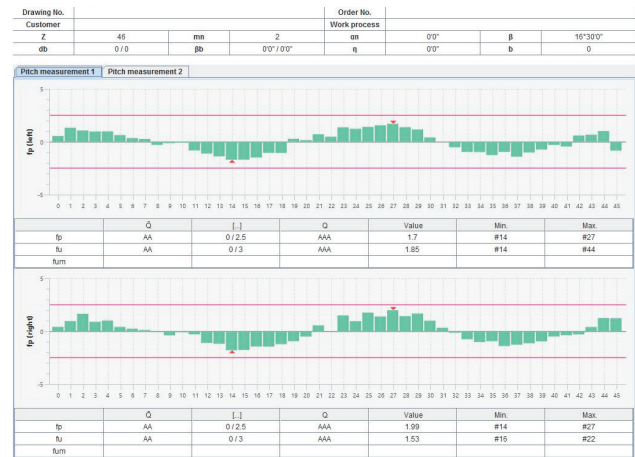
Zahnabstand

Der Zahnabstand misst die Teilung, f_p ist der individuelle Teilungsfehler, d.h. die Abweichung einer bestimmten Zahn-zu-Zahn-Teilung vom Nennwert. Der kumulative Teilungsfehler F_p ist das kumulierte Ergebnis der Addition der vorherigen Zahnfehler. f_u ist der angrenzende Fehler. In einem typischen Messprotokoll wird die Zahnabstandsmessung als Balkendiagramm dargestellt, mit einem Balken für jeden Zahn.

Mit der GCX Linear-Teilungsmessung kann der Bediener die Teilungsgenauigkeit schnell überprüfen, ohne das Werkzeug herauszunehmen und zur Messeinrichtung zu bringen. Dabei wird die digitale Funktion des Messtasters verwendet, um die Flanke in der Nähe des Teilungsdurchmessers zu berühren.



Das Diagramm wird sofort erstellt, während die Messung fortgesetzt wird; der Bericht ist korrekt und übersichtlich, benutzerfreundlich und interaktiv. Das Messergebnis ist mit einer Messmaschine vergleichbar.



Zahnform

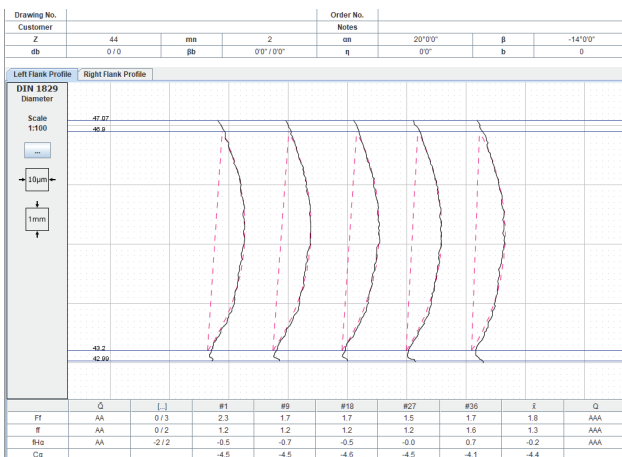
Das Konzept des Zahnabstands ist relativ einfach, ebenso dessen Messung. Die Zahnform ist jedoch komplizierter. Um einen Schälfräser mit einem Formfräser zu vergleichen: Obwohl beide als Zahnradfräser in Ritzelform klassifiziert sind, sind die Relativbewegungen zwischen dem Zahnrad und dem Werkzeug unterschiedlich.

Das Prinzip des Formfräasers basiert auf einem Zahnradpaar mit parallelen Achsen. Im Gegensatz dazu basiert der Schälfräser auf einem Paar von Zahnradern mit gekreuzten Achsen. Folglich sind das Profil und die Geometrie eines Schälfräasers komplexer als die eines Formfräasers.

Obwohl sie mit bloßem Auge nicht zu unterscheiden sind, ist das Zahnprofil eines Schälfräasers anders als das eines Stoßfräasers.

Aufgrund der Neuartigkeit des Schälfräasers haben viele branchenübliche GMMs (Verzahnungsmessmaschinen) noch keine eingebauten mathematischen Modelle zur Bewertung des Fräserprofils entwickelt. Die integrierte Werkzeugmessung von ANCA kann die korrekte mathematische Form der Schneide direkt in der Maschine auswerten, was für die Branche einen großen Fortschritt darstellt.

Die Profilmessung berechnet den Verfahrensweg des analogen Messtasters, und der Messtaster tastet das Zahnprofil in einer bestimmten Tiefe ab. Die Diagramme werden sofort in das Berichtsfenster eingezeichnet. Der Bericht ist viel einfacher zu interpretieren.



HERAUSFORDERUNG 4. SCHEIBENABRICHTUNG

Abrichten von Diamantscheiben in komplexe Formen mit Genauigkeit im Mikrometerbereich

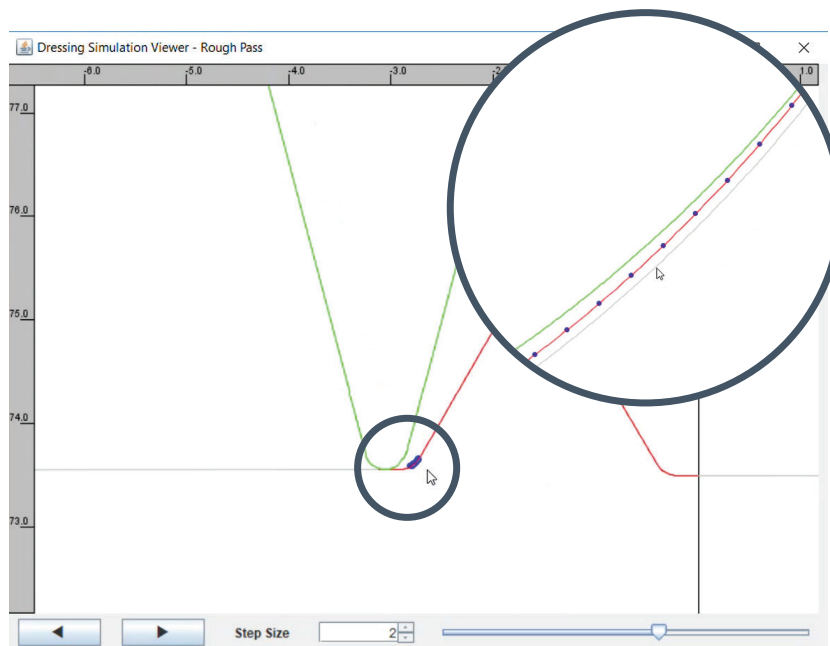
AEMS

Das Abrichten eines komplexen Scheibenprofils ist für die Schälanwendung von entscheidender Bedeutung; ANCA hat das neueste akustische Emissionsüberwachungssystem (AEMS) entwickelt. Dem AEMS kann beigebracht werden, das richtige Geräusch des perfekten Abrichtens in einer lauten Produktionsumgebung zu erkennen. AEMS verwendet einen überwachten maschinellen Lernalgorithmus, der sicherstellt, dass das Scheibenprofil mit einer Genauigkeit im Mikrometerbereich abgerichtet wird, was die Kosten minimiert und die Effizienz verbessert.

Abrichten von Diamantscheiben

Für die Herstellung von Schälwerkzeugen aus Vollhartmetall werden Diamantschleifscheiben benötigt, die extrem schwierig abzurichten sind. Die fortschrittliche Software von ANCA leitet eine vereinfachte Scheibenform ab, wodurch die Kosten für das Abrichten erheblich gesenkt werden. Die intelligente Software kann auch das Messprotokoll der Scheibe direkt von einer ZOLLER-Messmaschine importieren, den Fehler analysieren und automatisch für die nachfolgenden Durchgänge kompensieren.

Sie bietet sogar eine Simulation der Abrichtstrecke. Typischerweise ist die kritischste Geometrie des Rades die Flanke, während der Spitzen- und Fußbereich relativ größere Abweichungen aufweisen darf. Bei der Simulation kann der Benutzer die Toleranz einstellen, und das Programm kann den problematischen Bereich automatisch hervorheben.



HERAUSFORDERUNG 5. QUALITÄTSKONTROLLE

Ein vollständig geschlossener Produktionskreislauf: Schleifen - Messen - Kompensieren, alles innerhalb der Maschine, ohne das Werkzeug ausspannen zu müssen

In-Prozess-Messung

Die In-Prozess-Messung verbessert die Prozesskontrolle erheblich. Wenn das Zahnprofil beispielsweise unterschiedliche Muster zwischen verschiedenen Zähnen aufweist, deutet dies häufig darauf hin, dass der Scheibenverschleiß während des Schlichtungszyklus zu hoch ist; die Scheibe hat ihre Form nicht gehalten.

Durch die Messung des Profils zwischen den Schrupp- und Schlichtvorgängen kann der Benutzer den Scheibenverschleiß überwachen und das Abrichten der Schleifscheibe proaktiv steuern. Es kann helfen, die Abrichtfrequenz zu bestimmen und die Zustellung, den Schleifvorschub und andere Prozessparameter zuverlässig zu steuern. Dies verbessert die Gesamtqualität und Kontrollierbarkeit.

Produktion im geschlossenen Kreislauf

Um die Abrichthäufigkeit zu reduzieren, entwickelte ANCA einen direkten Bahnausgleich an der Maschine. Der Entwurfsprozess für Schälfräser erfordert einen iterativen Entwurf. Nach sorgfältiger Auswahl der Kompromisse erstellt die Software ein Scheibenprofil und eine Schleifbahn.

Diese Dateien werden an die Schleifmaschine gesendet, um das Werkzeug zu schleifen. Wenn nach der Messung Fehler am Fräser auftreten, besteht die bisherige Methode zur Kompensation darin, das Scheibenprofil neu zu berechnen und die Scheibe neu abzurichten.

Dies erfordert ein mehrfaches Hin-und-Her zwischen dem Programmier-Arbeitsplatz, der Schleifmaschine und der Messeinrichtung, was zeitaufwendig ist und die Etablierung eines stabilen Prozesses äußerst schwierig macht. Die GCX Linear geht die Kompensation anders an: Anstatt das Scheibenprofil zu ändern, kompensiert die Software direkt auf der Schleifbahn. Mit der prozessbegleitenden Messung findet der gesamte geschlossene Regelkreis auf der GCX Linear statt.

Ohne das Werkzeug oder die Scheibe aus der Maschine zu nehmen, kann sie Fehler in einer Aufspannung kompensieren.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die prozessbegleitende Messung den Herstellungsprozess von Schälfräsern erheblich verbessert: Die Maschine kann das Profil anhand der korrekten mathematischen Form auswerten, was für die Anwender einen großen Fortschritt darstellt. Zusammen mit der direkten Kompensation ist das Schleifen von Schälfräsern auf der GCX Linear eine effiziente, praktische Closed-Loop-Lösung.

GCX LINEAR

- Direkte Bahnkompensation auf der Maschine
 - Kein Neuabrichten der Schleifscheibe erforderlich
- In-Prozess-Messung
 - Kein Herausnehmen des Werkzeugs erforderlich



HERAUSFORDERUNG 6. WISSENSLÜCKEN

Die Anwendungsspezialisten von ANCA stehen Ihnen bei jedem Schritt zur Seite

Gestaltung von Verzahnungswerkzeugen

Zahnräder und Verzahnungswerkzeuge erfordern Vorkenntnisse der grundlegenden Zahnradterminologie. Insbesondere Schälfräser haben sehr komplexe Geometrien. Der Fräser kann aus den Daten des Soll-Zahnradwerkstücks oder dem Querschnitt des umhüllenden Zahnrads abgeleitet werden.

Obwohl die Software leistungsstark und intuitiv ist, ist der Entwurfsprozess ein iterativer Optimierungsprozess, der einige Zeit in Anspruch nehmen kann. Konstrukteure müssen die verschiedenen Faktoren berücksichtigen, um die besten Kompromisse zu finden - unter Berücksichtigung der Schälkinematik, kritischer Anforderungen und vieler praktischer Einschränkungen.

Dies mag eine Herausforderung darstellen, aber das ANCA-Team von Anwendungsspezialisten ist da, um zu helfen. Wir bieten Schulungsprogramme an und empfehlen Lernkurse, um dem Ingenieur/Bediener den Einstieg in die Welt der anspruchsvollen Verzahnungswerkzeuge zu erleichtern.

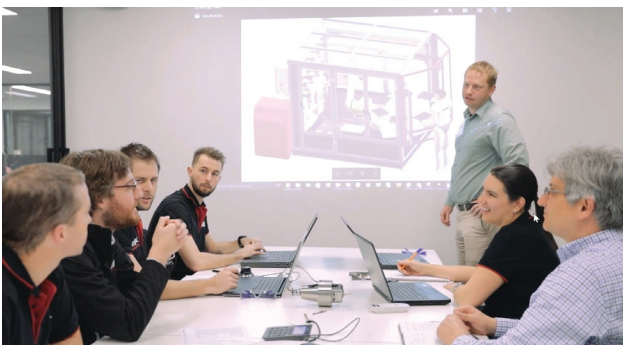
Entwicklung und Weitergabe von Prozesswissen

Die strengen Toleranzen und die komplexe Geometrie machen Schälfräser zu einer der anspruchsvollsten Anwendungen, die im Bereich des Werkzeugschleifens bis heute bekannt sind, insbesondere bei Vollhartmetallfräsern.

Die in die GCX Linear eingebaute Technologie kann die höchste DIN AA-Qualität erreichen, aber auch der Prozess und die Einstellungen sind für den Erfolg entscheidend. Die Anwendungsspezialisten von ANCA mit umfangreicher Praxiserfahrung bieten ein komplettes Prozesswissen: von der Scheibenauswahl, der Schleifzustellung, der Abrichtfrequenz bis hin zur Einstellung des Kühlmitteldrucks und mehr.

Der Erfolg unserer Kunden ist auch unser Erfolg; Service und Schulung sind integrale Bestandteile der Kernwerte von ANCA. Unser Team hilft bei der Anpassung des Standardverfahrens an die Werksumgebung und -ausrüstung des Kunden.

Innovation ist Teil der DNA von ANCA; wir sind stolz darauf, zur Weiterentwicklung der Schleiftechnologie beizutragen, um die Einführung des Schälprozesses zu ermöglichen. Ein effizienterer Produktionsprozess für Zahnräder wird dazu beitragen, die Millionen von Elektrofahrzeugen, die für eine emissionsfreie Zukunft benötigt werden, auf den Markt zu bringen.





Über ANCA

Zur ANCA Gruppe gehören die Geschäftsbereiche ANCA CNC Machines, ANCA Motion und ANCA Sheet Metal Solutions. Das Angebot umfasst Werkzeugmaschinen, Antriebs- und Steuerungssysteme sowie Lösungen für die Blechfertigung. Mit Expertise, Kreativität und einer hohen Fertigungstiefe schafft ANCA die Voraussetzungen für die Innovationsfähigkeit und den Erfolg der Anwender.

Folgen Sie **#ANCA ToolTipTuesday** für Ideen und Impulse rund um das perfekte Werkzeug.



@ANCACNCmachines



@ANCAvision



@ANCA



@ANCACNCmachines