

Verzahnwerkzeuge

Wälzgeschält auf feinste Art

Ein Pfad der Evolution des nunmehr etablierten Wälzschälens von Verzahnungen führt dahin, dessen Vorteile auch beim Mikroverzahnungen zu nutzen. PWS hat Mikro-Wälzschälwerkzeuge entwickelt, die im Einklang mit moderner Maschinenteknik sehr gute Ergebnisse erzielen.

von Rainer Albert und Marcel Wolff



1 Zwei Gründe für den ›Siegeszug‹ des Wälzschälens sind die hohe Produktivität und die große geometrische Flexibilität beim Erzeugen von Innen- und Außenverzahnungen © PWS

Das Prinzip des Wälzschälens oder Power Skivings wurde bekanntlich schon vor gut 100 Jahren entdeckt. Seine Umsetzung ließ aber auf sich warten, weil konventionelle Werkzeugmaschinen nicht über die nötige Präzision bei der Achskopplung verfügten. Nach der Einführung von Hochleistungsspindeln, die bei sehr hoher Drehzahl synchronisiert werden können, wurde es dann möglich, das Verfahren hochproduktiv anzuwenden.

Auch die Probleme in der Werkzeugprofilberechnung sind mittlerweile gelöst, sodass die komplexen Profile für das Wälzschälens berechnet und präzise Schälräder gefertigt werden können.

Es lassen sich Innenverzahnungen, Steckverzahnungen und andere Innenprofile sowie Außenverzahnungen mit Störkonturen wälzschälens. Die wichtigsten Vorteile des Verfahrens sind die deutlich kürzeren Prozesszeiten im Vergleich zum Verzahnungsstoßen, das

Drehen und Verzahnungen in einer Aufspannung, der Verzicht auf Freistriche am Verzahnungsende, die in den meisten Fällen produktivere und aufwandsärmere Herstellung im Vergleich zu etablierten Fertigungsverfahren wie dem Wälzstoßen und dem Räumen sowie die verglichen mit dem Wälzstoßen vier- bis fünffach kürzere Zykluszeit.

Trend zu kompakteren Bauteilen fordert die Werkzeughersteller

Inzwischen kann man geradezu von einem Siegeszug sprechen, den das Wälzschälens bei den Getriebeherstellern vollzieht. Geschätzt werden dort außer der hohen Produktivität vor allem die große geometrische Flexibilität beim Herstellen von Innen- und Außenverzahnungen sowie die kinematischen Möglichkeiten zur Korrektur und zur Modifizierung von Profil und Flankenlinie. Doch es sind auch noch schwierige Aufgaben zu lösen, zum Beispiel die Reduzierung der relativ hohen Werkzeugkosten, das Erhöhen der Zuverlässigkeit bei der Prozessauslegung sowie das Sichern der Prozessstabilität.

Zudem trifft diese Entwicklung mit jener zusammen, die zu immer kleineren und kompakteren Systemen führt. Das betrifft natürlich auch die Zahnräder von Antriebskomponenten und kompletten Getrieben. Somit sehen sich die Hersteller von Verzahnwerkzeugen mit der Herausforderung konfrontiert, ebenso kompakte Tools zu entwickeln und anzupassen. Der Hersteller PWS hat darauf reagiert und die ›Mikro-line‹

ins Leben gerufen, eine Werkzeugbaureihe, die speziell für das Wälzschälen von Mikroverzahnungen ausgelegt ist. Sie beruht auf der PWS-Erfahrung im kleinmoduligen Bereich sowie auf dem Know-how des Saacke-Maschinenbaus.

Wer an kleine Zahnräder denkt, ist mit seinen Überlegungen schnell in der Schweiz, aber auch im deutschen Erzgebirge bei den typischen Uhrmachern. Die Uhrmacherei beziehungsweise die Feinmechanik ist wohl der populärste Anwendungsbereich für Mikro-Verzahnungen. Weitere Anwendungsbereiche sind die Robotik, die Medizintechnik und die Antriebstechnik.



2 Mit der ›Mikro-line‹ hat der Verzahnwerkzeug-Spezialist PWS eine Werkzeugbaureihe ins Leben gerufen, die für das Wälzschälen von Mikroverzahnungen ausgelegt ist © PWS



Für die Herstellung solcher Zahnräder werden klassischerweise Mikro-Wälzfräser verwendet, aber zunehmend eben auch kleine Wälzschäl-Werkzeuge. Wenn von Mikrowerkzeugen die Rede ist, so spricht PWS von Werkzeugen mit einem Modul kleiner 0,5 mm. Aktuell fertigt etwa PWS prozesssicher Power-Skiving-Werkzeuge bis zu einem Modul von 0,1 mm. Dabei werden Qualitäten nach DIN 1829 in AA oder besser erzielt. An der Fertigung von Rädern mit noch kleineren Modulen bis 0,03 mm wird aktuell geforscht.

Vollhartmetall ist ein Muss bei Mikro-Wälzschälwerkzeugen

Wegen der kleinen Zähne und der damit verbundenen Anforderungen an die Stabilität und die Maßgenauigkeit werden Mikrowerkzeuge ausschließlich aus Vollhartmetall gefertigt. Die Schälräder sind als Schaftwerkzeuge ausgeführt. Zum Schleifen dieser Werkzeuge werden abgerichtete, kunstharzgebundene Diamantschleifscheiben verwendet.

3 Von Mikrowerkzeugen spricht man bei einem Modul kleiner als 0,5 mm. Aktuell fertigt PWS prozesssicher Wälzschäl-Werkzeuge bis zu einem Modul von 0,1 mm, um etwa solche Verzahnungen herzustellen © PWS

Um hochwertige Mikro-Verzahnungen wälzzuschälen, bedarf es einer besonders präzisen Kantenpräparation an den Mikro-Schälrädern. Hierbei ist zu beachten, dass die Verrundung der Schneidkante so klein wie möglich auszuführen ist – ohne Restgrat. Grund für diese Notwendigkeit ist die geringere Spannungsdicke. Bei einem Modul von 0,05 mm wird es nicht möglich sein, die für Hartmetall übliche Kopfspannungsdicke von etwa 0,15 mm zu erreichen. Erst die kleine Verrundung der Schneidkanten ermöglicht saubere Schnitte. Auch dieser Punkt ist ein Kriterium, das für die Verwendung von Hartmetall-Schälrädern spricht. Die Kantenstabilität ist einfach deutlich höher als bei Werkzeugen aus PM-HSS.

Für Mikro-Wälzschälwerkzeuge verwendet man alle für das Wälzschälen typischen Beschichtungen, zum Beispiel eine AlCrN-Beschichtung. Auch hier muss auf Besonderheiten geachtet werden. So ist es aufgrund der kleinen Zahnücken eine große Herausforderung,

eine funktionelle Beschichtung bis in den Zahnfuß hinab zu erzeugen.

Um alle Aufgaben bei der Herstellung von Mikro-Verzahnwerkzeugen zu bewältigen, bedarf es einer leistungsfähigen Maschinentechnik. Der Hersteller PWS befindet sich in einer vorteilhaften Lage, kann er doch wegen seiner Zugehörigkeit zur Saacke Group auf eine solche zugreifen. Um etwa Mikro-Wälzfräser, -Schneidräder und -Schälräder fertigen zu können, wurde in eine Schleifmaschine ›TTB Evolution‹ investiert.

Die Komplexität des Verfahrens erfordert sachkundige Partner

Fazit: Das Wälzschälen von Mikroverzahnungen ist nicht nur wegen der sehr kleinen Werkzeuge ein komplexes Thema. Das Verfahren erfordert viel Wissen und Erfahrung zu den Gegebenheiten im Umfeld Werkzeugschneide-Werkstück beim Anwender und sollte deshalb mit Unterstützung fähiger Partner angegangen werden. ■

INFORMATION & SERVICE

PWS Präzisionswerkzeuge GmbH

04626 Schmölln
Tel. +49 34491/537-0
www.pws.de

DIE AUTOREN

Dr. **Rainer Albert** ist Geschäftsführer von PWS Präzisionswerkzeuge in Schmölln
r.albert@pws.de

Marcel Wolff ist Anwendungstechniker und Teamleiter Vertrieb in diesem Unternehmen
m.wolff@pws.de