

WAFIOS E-Mobility Solutions**Einfache und sichere Serienproduktion von Hairpins mit der Transferbiegeanlage „SpeedFormer“ von WAFIOS**

Revolutionäres Biegekonzept ermöglicht die wirtschaftliche Verknüpfung der Prototypen- und Serienfertigung von Hairpins. Mit dem SpeedFormer bietet WAFIOS einen völlig neuen Ansatz zur wirtschaftlichen Fertigung von Hairpins für die neueste Generation von Elektromotoren.

Neuartiges sehr flexibles Biegekonzept

Der SpeedFormer kombiniert erstmals drei bewährte Biegeverfahren aus den konventionellen Bereichen Draht- und Rohrbiegen in einem einzigartigen Gesamtsystem. Aus dem Drahtbereich kommt eine, seit Jahrzehnten in WAFIOS CNC-Wickel-, Winde- und Biegemaschinen genutzte, Biegetechnik zum Einsatz, die für das Biegen von Hairpins modifiziert und optimiert wurde. Dieses Biegeverfahren kommt bei einfachen Hairpin-Biegungen zum Einsatz und ermöglicht höchste Fertigungsgeschwindigkeiten.

Für komplexe Biegevorgänge mit überlappenden Geometrieelementen, wie sie beim sogenannten „S-Schlag“ am Kopf des Hairpins gefordert werden, wurde ein neues, patentiertes Biegeverfahren auf Basis des Rotations-Zug-Biegens für Rohre entwickelt. Dieses neue Verfahren erlaubt höchste Biegequalität und durchgängige Prozesskonstanz indem es das Material aktiv bei der Biegeumformung spannt und so höchste Genauigkeit auch bei inkonstantem Material gewährleistet.

Letztlich wird bei im Werkzeug gespannten Material durch Verdrehen des Einzugs „Twisten“ die definierte Änderung der Profillage zum Ausrichten der Schenkelverdrehung herbeigeführt. Dies ist unerlässlich für den „passgenauen“ Einbau der Hairpins in den Stator und die weitere Verarbeitung zum fertigen Elektromotor.

Sicher von der Entwicklungsphase bis zur Serienproduktion – Identischer Biegeprozess auf der Prototypen- und Serienanlage

Risiken beim Übergang von der Prototypenfertigung zur Serienproduktion werden dadurch vermieden, dass das Fertigungsprinzip des Prototyps komplett in die Großserie übertragen wird. Die Taktzeiten reduzieren sich auf dem SpeedFormer für die Serienfertigung von 6-10s pro Hairpin auf 1-1,3s. Zum Einsatz kommt dabei die identische Fertigungstechnologie im Hinblick auf Werkzeuge und Biegeverfahren. Im Ergebnis verläuft die Anlaufphase reibungslos, da die Prototypenanlage etwaige Engpässe oder Anpassungen durch parallele Produktion ausgleichen kann.

Die Werkzeuge, deren Programmierung und Bewegungen sind auf der Prototypenanlage und dem SpeedFormer identisch. Freigefahrene Teile können mit gleicher Kinematik auf der Serienanlage produziert werden. Durch die vollständige Übertragbarkeit der Werkzeugdaten und Programme reduzieren sich Aufwand und Risiko in der Hochlaufphase der Serienproduktion auf ein Minimum.

Höchste Flexibilität zur Produktion unterschiedlicher Hairpin-Geometrien mit intuitiver Bedienung

Die verschiedenen Hairpin-Geometrien des Stators sind mit nur einem Werkzeugsatz herstellbar, da der 3D-Biegeprozess ohne formgebundene Werkzeuge erfolgt. Diese Geometriefreiheit ermöglicht im Vergleich zur klassischen Hairpin-Herstellung im Pressenverfahren, die wirtschaftliche Fertigung unterschiedlicher Hairpinvarianten, auf dem SpeedFormer.

Durch den Entfall des Werkzeugwechsels und die CNC-gesteuerte Fertigung ist Stückzahl 1 bei voller Produktionsgeschwindigkeit realisierbar.

Eine weitere Besonderheit der Maschine ist die Programmierung der Hairpins auf Basis ihrer Geometrie. Das heißt der Bediener oder Arbeitsvorbereiter gibt Biegewinkel, Schenkellänge und Verdrehwinkel in Abfolge der Geometrie in eine einfache Tabelle ein. Aus dieser Tabelle berechnet die Anlage im Hintergrund und in Echtzeit die Achs-Verfahrbewegungen vollautomatisch. Dies macht nicht nur die Erstellung neuer Hairpins sehr einfach, sondern erlaubt auch schnelle Korrekturen z.B. bei der Ersteinrichtung.

Extrem hohe Prozesssicherheit und gleichbleibende Qualität

Durch die CNC-Steuerung aller Biegebewegungen wird die hohe Prozesssicherheit gewährleistet. Bei jedem Formprozess können Materialeigenschafts- oder Geometrieschwankungen im Kupferdraht oder der Beschichtung, die erzeugten Geometrien beeinflussen. Beim SpeedFormer sind mit den eingesetzten CNC-Biegeverfahren, Biegewinkel und Biegelagen jederzeit softwareseitig korrigierbar. Kombiniert mit der Kameraüberwachung sind die Biegeoperationen im Prozess regelbar. Dies unterscheidet den SpeedFormer signifikant von klassischen Herstellfahren mit formgebunden Werkzeugen.

Reduzierte Materialwechselzeit erhöhen die Gesamtausbringung dank automatisieren Richtsystem

Der Fertigungsaufbau mit zwei separaten Haspeln erlaubt den schnellen Spulenwechsel bei laufendem Fertigungsprozess. Dabei wird der neue Material-Coil auf dem einschwenkbaren Haspelsystem hauptzeitneutral voreingestellt und die Standzeit der Anlage auf ein Minimum reduziert.

Ein weiterer zeitintensiver Arbeitsschritt beim Materialwechsel ist das Richten des Ausgangsmaterials. Je nach Bedienererfahrung und Materialgüte ist der Einstellprozess des Richtsystems zeitaufwändig, während unnötig Ausgangsmaterial verbraucht wird. Mit dem automatischen Richtsystem von WAFIOS wird der Richtapparat automatisiert auf ein neues Coil eingestellt. Materialschwankungen innerhalb des Coils werden dabei nicht kompensiert. Ohne Bedienerereinfluss erhöht das System die Richtqualität und Geradheit des Kupferlackdrahts, bei gleichzeitiger Reduzierung der Rüstzeit beim Materialwechsel.

In Summe ist der WAFIOS SpeedFormer eine wirtschaftliche und langfristig sichere Investition, die die hohen Qualitätsanforderungen in der Automobilproduktion erfüllt. Dazu zählen unter anderem die hohe Stückleistung, geringer Platzbedarf, Flexibilität bei der Hairpin-Geometrie, einfacher Transfer von Prototypen in die Serienproduktion, geringe Werkzeugkosten, Qualität und Produktionssicherheit. Dabei lässt sich der SpeedFormer nahtlos in das Gesamtsystem der Stator Fertigung einbinden.

Erleben Sie den SpeedFormer live auf den 3rd RED's Reutlingen E-Mobility Days vom 18. – 20. Oktober 2022. Neben WAFIOS präsentieren sich zahlreiche namhafte Mitaussteller rund um das Thema elektrifizierter Antriebsstrang, mehr Informationen unter <https://emobility-days.wafios.com/>



Abb 1 SpeedFormer

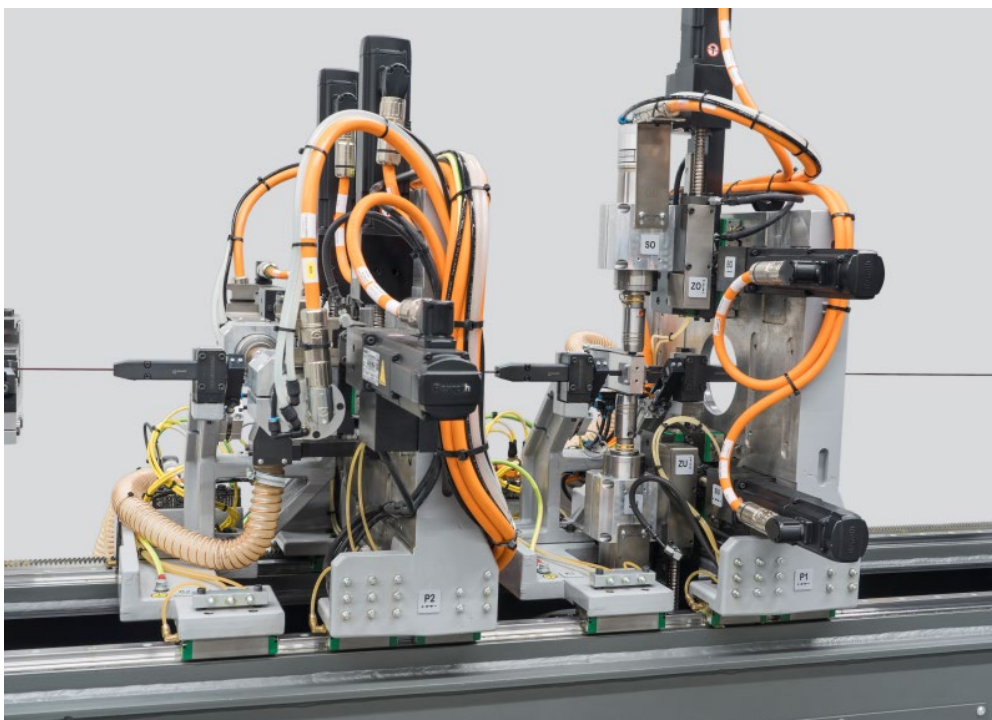


Abb 2 SpeedFormer mechanisches Abisolieren



Abb 3 SpeedFormer Biegefolgeprozess

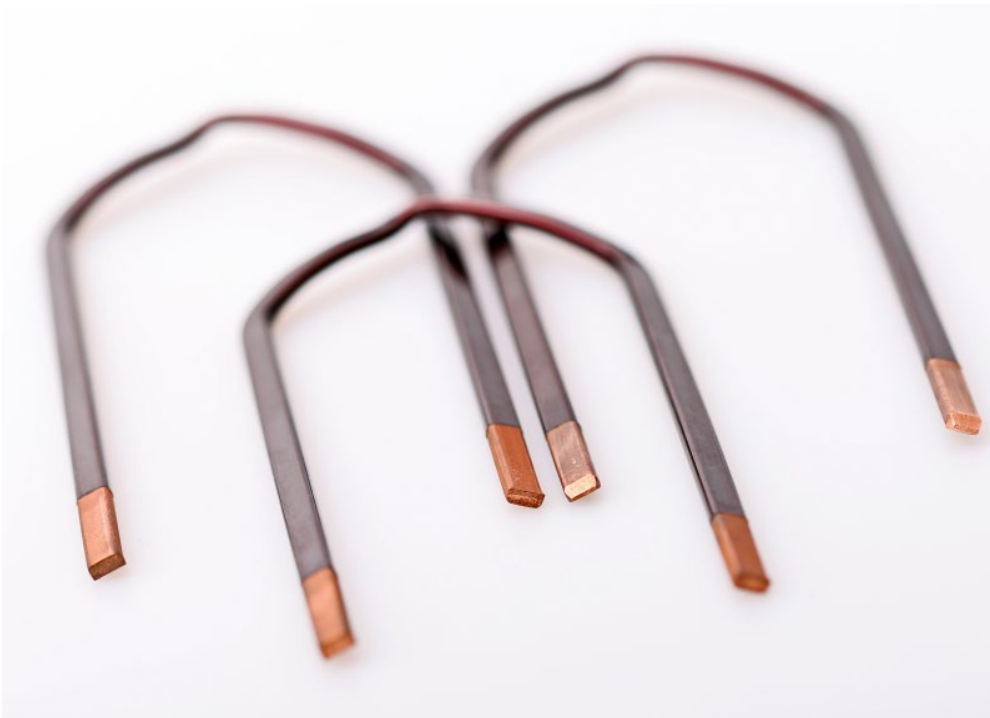


Abb 4 Hairpinmuster