

Metallpulverspritzguss

Komplexe Metallteile einfach spritzgießen

Mit dem Metallpulverspritzguss setzt Zimmer Kunststofftechnik eine Fertigungstechnologie ein, die die kostengünstige Serienproduktion von metallischen Werkstücken ermöglicht und dabei bislang ungekannte Optionen für die Konstruktion der Teile eröffnet.

Was früher wie ein Traum klang, ist mit dem Metallpulverspritzguss seit einiger Zeit tatsächlich möglich: Komplexe Metallteile im Spritzgießverfahren so einfach herzustellen, als wären sie aus Kunststoff - und dabei ganz elegant die vielen Vorteile der Spritzgießtechnik mit den hervorragenden Festigkeits- und Verschleißseigenschaften von Metallen zu kombinieren.

Zimmer Kunststofftechnik arbeitet seit Jahren mit dieser besonderen Fertigungstechnologie, die sich vor allem für die Serienfertigung von kleineren Bauteilen mit einem Gewicht zwischen 1 g und rund 150 g eignet. Mit dem Metallpulverspritzguss lassen sich sehr komplexe Bauteile mit Wandstärken bis hinunter zu 0,2 mm realisieren, die Strukturen wie kleine Bohrungen, Innen- und Außengewinde, Querbohrungen, Hinterschneidungen und Verzahnungen aufweisen können. Da alle Gestaltungsfreiheiten des Spritzgießens genutzt werden können, lassen sich in einem Funktionsbauteil problemlos mehrere Bauteile integrieren, die sonst separat gefertigt werden müssten. Das vermeidet nicht nur Fertigungskosten, sondern auch den Einsatz kostenintensiver Montage- und Verbindungstechniken und trägt so zu der frappanten Senkung der Kosten bei, die bei komplexen Bauteilen um ca. 25% bis 65% unter denen herkömmlicher Produktionsverfahren liegen.

Breites Materialspektrum zur Wahl

Als Ausgangsbasis für das innovative Verfahren kommt ein breites Spektrum an Materialien in Frage, denn neben niedriglegierten Stahlsorten können auch rostfreie Edelstähle, Sonderlegierungen und Schwermetalle verarbeitet werden, und selbst der Einsatz von Kompositmaterialien oder das Spritzgießen von zwei verschiedenen Komponenten ist möglich.

Die so gefertigten Werkstücke weisen Toleranzen von nur noch +/- 0,03 mm bei einer Oberflächenrauheit bis Ra 3,2 µm auf und sind in ihrer mechanischen Festigkeit völlig mit konventionell hergestellten Werkstücken vergleichbar. Da sich

auch sehr feine Strukturen realisieren lassen, wird eine Nachbearbeitung meist überflüssig, und die Festigkeitseigenschaften des eingesetzten Werkstoffs können voll ausgenutzt werden. Das führt zum Beispiel zu besonders dünnwandigen, mechanisch aber hoch belastbaren Teilen, die mit weniger Materialaufwand hergestellt werden können und daher mit einem geringeren Gewicht und reduzierten Kosten aufwarten.

Im Metallpulverspritzguss, der vor allem bei Losgrößen ab 10.000 Teilen p.a. wirtschaftlich ist, können eine Vielzahl von Werkstücken hergestellt werden, von Zahnrädern, Kronenrädern und anderen Getriebeteilen über Uhren-, Schmuck- und Brillenteilen bis hin Operationsbesteck, Pinzetten, Zahnspangen oder Klein- und Kleinstteilen für Mobiltelefone, Computer oder andere Geräte.

Prozessbeherrschung bis ins Detail

Metallpulverspritzguss bietet also viele Vorteile, aber seine prozesssichere Anwendungen hat durchaus seine Tücken, denn die vielen Einzelschritte auf dem Weg zum fertigen Werkstücke können nur mit viel Erfahrung bewältigt werden.

„Gelungener Metallpulverspritzguss beginnt schon beim Formenbau. Er setzt zum Beispiel eine bestimmte Gestaltung der Spritzgießwerkzeuge voraus, bei der kleine Angussquerschnitte vermieden werden und die gute Wärmeleitfähigkeit des Metallpulvers zu berücksichtigen ist“, erläutert Dr. Natalie Salk, die bei Zimmer Kunststofftechnik den Produktionsbereich Metallpulverspritzguss leitet.

Das Ausgangsmaterial für den Metallpulverspritzguss ist ein feines Metallpulver, das mit einem organischen Binder aus Polymeren und Wachsen gemischt wird. Dieser so genannte Feedstock wird auf einer konventionellen Spritzgießmaschine mit gehärteter Schnecke in die Form injiziert. Das so entstandene Spritzgießteil wird beim Entbindern wieder vom größten Teil des Bindemittels befreit, entweder durch eine katalytische Entbinderung mit dem Einsatz spezieller Gase oder mit Lösemitteln auf Wasserbasis. Nach dem Entbindern und Trocknen bleibt ein poröses Bauteil zurück, das von einem gezielt verbliebenen Rest an Bindemitteln stabilisiert wird. Dieser Backbone-Rest an Bindemitteln wird beim Pre-Sintern in einem separaten Ofen ausgetrieben, wobei die Stabilität durch die Formgebung der Sinterhalse sichergestellt wird. „Wir verwenden für jedes Bindersystem einen eigenen, optimierten Entbinderungsprozess“, sagt Dr. Natalie Salk. „So verhindern wir Querkontamination bei der Verwendung verschiedener Bindersystemen, und durch

eine optimierte Kohlenstoffkontrolle können wir unerwünschte Veränderungen der Materialeigenschaften verhindern“.

Beim abschließenden Sintern werden die Bauteile im Sinterofen bis zum Endwert von rund 96% der theoretischen Materialdichte verdichtet, wobei die Werkstücke je nach den verwendeten Ausgangsmaterialien um etwa 15% bis 20% schwinden. Die Einstellung der Werkstoffeigenschaften erfolgt durch die Wahl des Temperaturprofils und der Sinteratmosphäre, und durch den gezielten Einsatz reduzierender Prozessgase kann auch hier der Kohlenstoffgehalt in den Metallen genau kontrolliert werden.

Letzter Schliff

Mit dem Sintern ist der Fertigungsprozess aber noch nicht abgeschlossen.

„Werkstücke, die im Metallpulverspritzguss hergestellt wurden, können nach dem eigentlichen Herstellungsprozess noch durch ein breites Spektrum an Behandlungsverfahren veredelt werden“, sagt Dr. Natalie Salk.

„Wir bieten unseren Kunden beispielsweise verschiedene Härteverfahren wie Carbonitrieren, Nitrocarburieren, Durchhärten und Induktionshärten an. Die Oberflächen können mit Verfahren wie Gleitschleifen, Hochglanzpolieren, Sandstrahlen, Passivieren, Elektropolieren oder Beizen behandelt werden, und wenn Beschichtungen gewünscht werden, stehen dafür Verfahren wie Brünieren, Chromatisieren, Verkupfern, Vernickeln, Versilbern oder auch Vergolden zur Verfügung.“