

FORMENBAU

Prototypen – fast so kostengünstig wie Modelle

Ronald Simmonds

Kunststoffteile sind überwiegend Massenteile – kostengünstig auf Spritzgießmaschinen hergestellt. Weniger kostengünstig ist in der Regel die Anfertigung von Prototypen. Doch wurden hierfür in den vergangenen Jahren Mittel und Methoden gefunden, die vom kleinen bis zum großflächigen Teil befriedigende Ergebnisse liefern – selbst bei größeren Stückzahlen.

Im Spritzgießverfahren herzustellende Formteile werden auf dem Reißbrett gezeichnet. Der Zeichnung folgen Modelle aus Holz oder Epoxidharz und Produktionswerkzeuge aus Stahl. In dieser Kette fehlen die aus Kunststoff herzustellenden Prototypen, und zwar solche, die aus der gleichen Formmasse hergestellt werden wie die Serienteile. Daraus ergibt sich die zwingende Notwendigkeit, mit einfachen Mitteln produktions-

nahe Prototypwerkzeuge herstellen zu müssen. Schon oft konnte ein in Kunststoff konzipiertes Teil nicht in die Produktion gehen, weil die Möglichkeit fehlte, orientierende Vorversuche mit einem stoff- und formgetreuen Vorläufer aus Kunststoff durchführen zu können. Eine Analyse der Werkzeugkosten, basierend auf einer großen Anzahl von Beispielen aus der Spritzgußfertigung, zeigt, daß Kosten und Herstellungszeit mit dem Schußgewicht wachsen. Der Zusammenhang zwischen Schußgewicht und Kosten ist so, daß die spezifischen Werkzeugkosten in DM/kg bei rund 500 g Schußgewicht mit rund 38 000 DM und bei rund 1500 g Schußgewicht linear auf 70 000 DM ansteigen.

Zeitbedarf als Handicap

Werkzeuge werden häufig aus einem einzigen Stahlblock hergestellt. Dies bedeutet, daß nur zwei bis drei Mann gleichzeitig daran arbeiten können. Bedenkt man ferner, daß Änderungen an schweren Werkzeugen zeitraubend und umständlich sind und durch Ausfallzeiten große Kapitalbeträge brachliegen, dann wird um so deutlicher, daß es sehr darauf ankommt, gute und preiswerte Prototypwerkzeuge herstellen zu können.

Bei großen Formteilen mit technischen Funktionen kommt es sehr darauf an, von zuverlässigen Daten des gewählten Kunststoffs ausgehen zu können. Die Langzeiteigenschaften der technischen

Kunststoffe stehen heute in erfreulicher Reichhaltigkeit zur Verfügung. An Probekörpern ermittelte Eigenschaften bieten jedoch für den Konstrukteur nur erste Anhaltspunkte, entscheidend ist das Verhalten des Fertigteils. Ein Grund mehr, auch den Prototyp nach dem endgültig zu wählenden Verfahren herstellen zu können. Häufig wählt man als Ausweg das Streckformen von Tafeln, das Schweißen und Kleben aus Halbzeug hergestellter Prototypen. Es wäre jedoch ein Zufall, wenn diese sich im Gebrauch so verhalten würden wie ihre durch Spritzgießen hergestellten Gegenstücke.

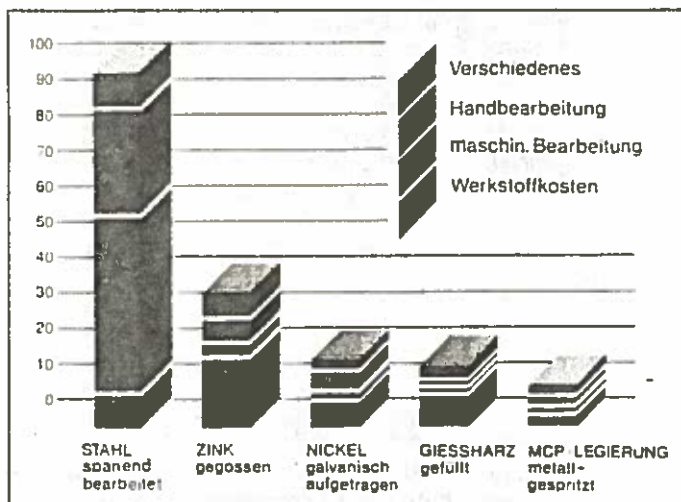
Der schnelle und preiswerte Weg

Für viele Anwendungsfälle werden nur wenige Prototypen benötigt.

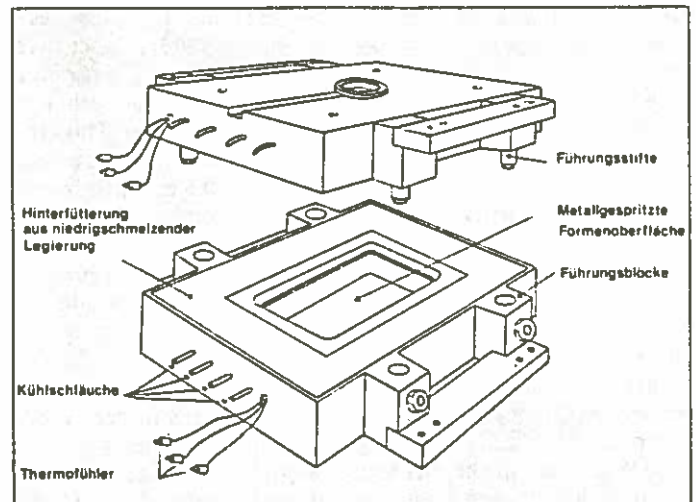
Das Gießen von metallpulvergefülltem Epoxidharz ist wohl der einfachste herkömmliche Weg, Prototypwerkzeuge herzustellen. Die Grenzen liegen jedoch bei der Größe und Beständigkeit. Werkzeuge über 0,2 m² Größe werden kaum angefertigt. Das Oberflächenfinish läßt oft viel zu wünschen übrig. Die Wärmeleitfähigkeit ist gering. Deshalb verläuft der Spritzvorgang bei nicht repräsentativen Werkzeugtemperaturen und Zykluszeiten.

Die leichte Verarbeitbarkeit des Metallspritzens ermöglicht es, schnell Werkzeuge herstellen zu können. Die Kosten sind verhältnismäßig gering. Voraussetzung für ein erfolgreiches Arbeiten mit

R. Simmonds ist Anwendungstechniker bei HEK in Lübeck.



1 Kostenvergleich der verschiedenen Formherstellverfahren



2 Aufbau eines Werkzeuges für höhere Anforderungen

diesen Werkzeugen ist, daß die Formnester in Stahlrahmen eingebettet werden, um den mechanischen Beanspruchungen widerstehen zu können.

Bild 1 enthält relative Kostenvergleiche für Prototypwerkzeuge aus verschiedenen Werkstoffen. Dabei sind die Gesamtkosten für ein Produktionswerkzeug aus Stahl gleich 100 gesetzt.

Gilt es, auch für große Formteile brauchbare Prototypenwerkzeuge herzustellen, führt der Weg zu den in Stahlrahmen gefaßten Werkzeugen aus niedrigschmelzenden Legierungen mit metallgespritzter Metallschicht als Formnestwandung.

Die technischen Merkmale

Zweckgebundene niedrigschmelzende Legierungen für den Formenbau halten Drücke bis 400 bar im Formnest ohne weiteres stand. Der in einem Werkzeugnest wirksame Spritzdruck ist meist niedriger. Es kommt darauf an, eine dauerhafte, die Wärme gut leitende Oberfläche herstellen zu können.

Bei Werkzeugen aus niedrigschmelzenden Metallegierungen wurden aus Erfahrungen mit Kunden alle auftretenden Schwierigkeiten beim Aufbau solcher Werkzeuge überwunden. Heute genügt die metallgespritzte Schale als das eigentliche Formnest folgenden Ansprüchen:

- ☐ gutes Oberflächenfinish
- ☐ genaue maßliche Wiedergabe
- ☐ hoher Abriebwiderstand
- ☐ angemessene Festigkeit
- ☐ leichte und schnelle Herstellbarkeit
- ☐ geringe Kosten
- ☐ Wiederverwendbarkeit

Die Hinterfütterung aus niedrigschmelzenden Legierungen kennzeichnen folgende Eigenschaften;

- ☐ bei Raumtemperatur verarbeitbar
- ☐ niedriger Ausdehnungskoeffizient
- ☐ Wiederverwendbarkeit

Der Metallrahmen mit Aufspannpratzen und Führungsbolzen übernimmt die Zuhaltekräfte und das erforderliche versatzfreie Fügen der beiden Werkzeughälften (Bild 2).

Der Ablauf beim Werkzeugbau

Die Herstellung einer MCP-Metallschale beginnt damit, auf einem Modell aus Ton, Stahl, Holz oder Kunststoff eine Metallschale aufzuspritzen. Der zweite Schritt ist, diese Schale mit einer niedrigschmelzenden Legierung zu hintergießen. Dabei wird auch für das Einfügen von Kühlkanälen gesorgt. Danach wird Wachs auf die bereits fertiggestellte Formnesthälfte aufgelegt und darauf Metall gespritzt. Auch diese Schale wird

3 Metallgespritzte Form mit Einlegeteilen

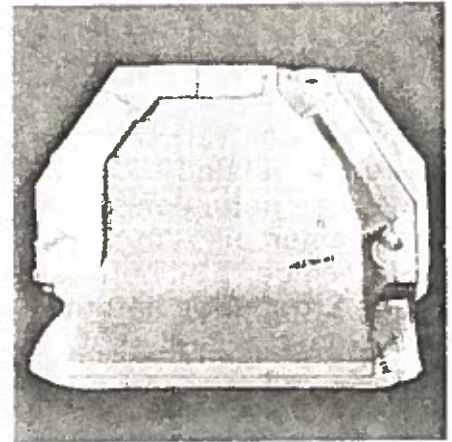
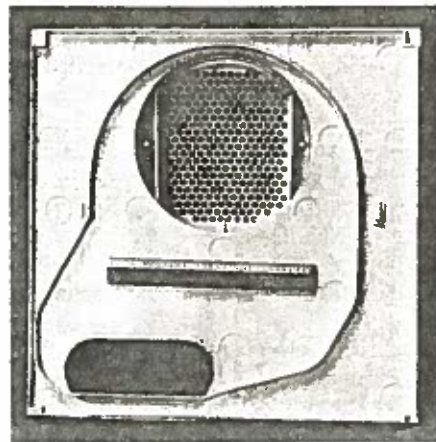
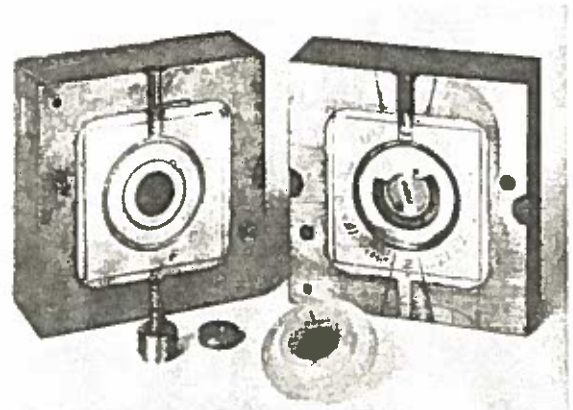
Spritzgewicht 8 g, PC mit 20% GF, Spritzdruck 550 bar

4 Großflächiges Teil aus einer metallgespritzten Form

Trocknertür mit 600 mm x 600 mm, Gewicht 1200 g, PPN, Spritzdruck 350 bar

5 Pkw-Teil aus glasfaser-verstärktem Kunststoff

Abmessungen 800 mm x 600 mm, PP mit GF



mit einer niedrigschmelzenden Legierung hintergossen. Die ersten Versuche wurden mit Legierungen, die relativ niedrige Schmelztemperaturen haben (von etwa 150 °C), vorgenommen. Für höhere Anforderungen eignen sich neuentwickelte Formenbaulegierungen, die — je nach Anwendungsfall, Oberflächenbedarf und Temperaturbelastbarkeit — mit einem Schmelzbereich zwischen 200 und 400 °C ausgewählt werden. Ohne Werkzeugkühlung können diese Legierungen Massentemperaturen bis 350 °C widerstehen. Soll das Modell eine bestimmte Oberfläche erhalten, deckt man es mit einer entsprechend geprägten PVC-Folie ab. Die Metallschale erhält dann naturgetreu diese Struktur. Die Größe solcher Werkzeuge ist nicht eng begrenzt (Bilder 3 bis 5), 0,6 m² projizierte Spritzfläche wurde schon mit Erfolg hergestellt.

Auch für hohe Stückzahlen und schnelle Änderung

Mit diesem Metallspritzverfahren ist es möglich, kleine Musterstücke bereits wenige Stunden nach Anlieferung des Modells in der Hand zu haben. Werkzeuge für günstig gestaltete Formteile haben es schon auf eine Nutzung von 2500 Schuß gebracht. Ein Weg, die Lebenserwartung dieser Werkzeuge noch beträchtlich zu

erhöhen, besteht darin, die produktberührte Oberfläche hartzuverchromen.

Prototypwerkzeuge können schnell und einfach mit metallpulvergefülltem EP-Harz modifiziert werden. Bei richtiger Anlage der Kühlkanäle kann unter Bedingungen gearbeitet werden, die denen bei Stahlwerkzeugen ähneln, das heißt, man kann zuverlässige Angaben über Zykluszeit, Schwindung und Verzug der Formteile machen.

Ein Spritzgießwerkzeug für ein Formteil von 120 g läßt sich in etwa einem Tag herstellen, große Werkzeuge erfordern einige Tage, wenn beispielsweise Inserts vorzusehen sind. Eine Arbeitsgruppe von drei Leuten fertigt durchschnittlich ein großes Werkzeug je Woche.

Die Werkstattausrüstung, zum Beispiel Metallspritzeinrichtung, Schmelztiegel zum Hintergießen und Wiedereinschmelzen der Werkzeuge, erfordert rund 18 000 DM für Teile bis 120 g Spritzgewicht. Für größere Werkzeuge bis Abmessungen von 560 mm x 600 mm und 1000 g Spritzgewicht sind es etwa 32 000 DM. Die zu verwenden Legierungen sind einschmelzbar und vollständig wiederverwendbar.

Ausführliche technische Angaben vermittelt der Leserdienst

Kennziffer: 454