

Eisen-Kobalt-Nickel-Legierung als Partner für Stahl im Formenbau

Trotz dreifach höherer Wärmeleitfähigkeit gleicht der thermische Ausdehnungskoeffizient einer Eisen-Kobalt-Nickel-Legierung dem von Werkzeugstahl. Daher ist die Legierung der bessere Partner für Stahl bei thermisch kritischen Komponenten in Spritzgießformen als Kupfer-Beryllium.

ROBERT BRAND

Mit dem Werkstoff Duracon 45M erweitert die Vacuumschmelze GmbH & Co. KG das Anwendungsspektrum der Fe-Co-Ni-Legierungen: Der Neuling in der Werkstofffamilie Duracon ist aufgrund der hohen Festigkeit und Wärmeleitfähigkeit für den Werkzeug- und Formenbau prädestiniert. Die hohe Festigkeit wirkt sich günstig auf die Formstabilität der damit hergestellten Teile aus. Zudem hat die Legierung ein mit den Werkzeugstählen identisches Ausdehnungsverhalten, wodurch sich das Risiko von Spannungsrissen in Werkzeugen aus unterschiedlichen Werkstoffen deut-

lich reduziert. Bei Spritzgießformen lassen sich daher mit Hilfe der Legierung eine längere Lebensdauer und eine erhöhte Taktzahl erzielen. Weniger Werkzeugverschleiß sowie eine schnellere Formteilabkühlung sorgen für eine gesteigerte Produktivität.

Die entwickelte Legierung basiert auf dem Ausgangsgefüge eines thermisch – durch Abkühlung – gebildeten Eisen-Kobalt-Nickel-Martensits (Fe-Co-Ni). Im Gegensatz zum extrem spröden Eisen-Kohlenstoff-Martensit (Fe-C) hat es eine gewisse Duktilität und ist somit gut umform- und verarbeitbar. Die Herstellung der Legierung erfolgt über

Schmelzen in Vakuuminduktionsöfen und anschließende Schmiede- oder Warmwalzprozesse (Bild 1). Gemäß Kundenvorgabe wird daraus Stangenhalbzeug mit bis zu 80 mm Durchmesser als Ausgangsmaterial für den Formenbau hergestellt (Bild 2).

Im Kunststoff-Spritzgießformenbau sind folgende Werkstoffeigenschaften wichtig:

- ▶ Eine hohe Festigkeit, vor allem Verschleißbeständigkeit, sorgt für gute Formstabilität und eine lange Werkzeuglebensdauer.
- ▶ Eine gute Wärmeleitfähigkeit ermöglicht eine schnelle Abkühlung der Kunststoffteile und verkürzt somit die Produktionszyklen.

Für eine Kostenbetrachtung sind beim Spritzgießen von Kunststoffteilen die Fertigungseffizienz (gefertigte Einheiten pro Zeit) und die Werkzeuglebensdauer wichtige Faktoren. Sie sind in Relation zu den Kosten für Werkstoffe und Formherstellung zu sehen. Zum Spritzgießen großer, leicht zu fertigender Kunststoffteile wird bevorzugt einfacher Automatenstahl für den Formenbau verwendet. Bei fertigungstechnisch anspruchsvollen, geometrisch komplexen Spritzgießteilen, etwa für die Automobilindustrie oder Medizintechnik, bestehen die Formen aus mehreren Werkstoffen. Bei diesen Formen ist der Grundkörper aus Werkzeugstahl gefertigt. Darin eingebettet sind Kavitäten, Kühlpitzen oder -pinolen aus hochwärmeleitfähigen Werkstoffen wie CuBe₂ (Kupfer-Beryllium). Diese Komponenten gewährleisten an kritischen Stellen eine ausreichende Wärmeabfuhr und somit kurze Produktionszyklen.

Dr. Robert Brand ist Produktmarketing-Manager bei der Vacuumschmelze GmbH & Co. KG in 63450 Hanau, Tel. (0 61 81) 38-0, Fax (0 61 81) 38-26 45, info@vacuumschmelze.com

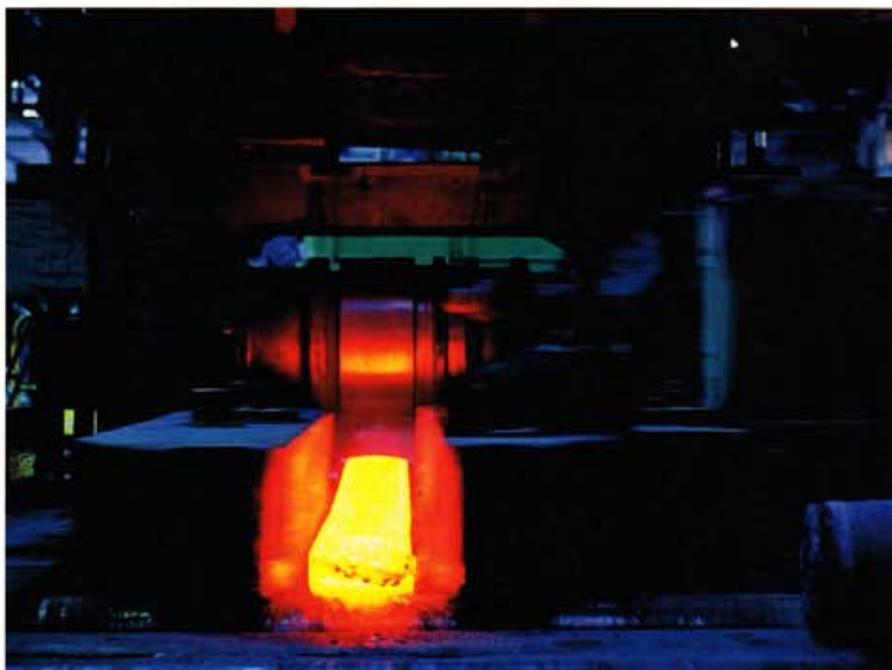


Bild 1: Zur Verarbeitung der Fe-Co-Ni-Legierung mit Martensitgefüge kommen Schmiede- oder Warmwalzprozesse zur Anwendung.

Eine Fe-Co-Ni-Legierung passt besser zu Werkzeugstahl als Kupfer-Beryllium (CuBe2).

Merkmal		Fe-Co-Ni (Duracon 45M)	CuBe2	Werkzeug- stahl
Zugfestigkeit R_m	MPa	1500	>1150	1000 - 1500
thermische Leitfähigkeit	W/mK	>70	>110	~25
Ausdehnungskoeffizient	$10^{-6}/K$	11,2	17	~11

Quelle: Vacuumschmelze 2009

Bild 2: Je nach Anwendung werden aus der Fe-Co-Ni-Legierung Stangen mit bis zu 80 mm Durchmesser hergestellt.

Bilder: Vacuumschmelze

Bei der Herstellung von Kunststoffteilen werden Spritzgießformen einem großen Temperaturbereich ausgesetzt. So sind identische thermische Ausdehnungskoeffizienten der Werkstoffe wünschenswert, die für eine Form verwendet werden. Ziel ist die Vermeidung thermisch induzierter Spannungen. Sie sind oft die Ursache für ein vorzeitiges Versagen der Formen. Jedoch ist das Wärmeausdehnungsverhalten von Stahl und CuBe2 sehr unterschiedlich: Der thermische Ausdehnungskoeffizient α von CuBe2 liegt bei $17 \times 10^{-6}/K$. Dagegen hat Werkzeugstahl einen Ausdehnungskoeffizienten von rund $11 \times 10^{-6}/K$. Aufgrund des um 55% höheren Ausdehnungskoeffizienten von CuBe2 sind somit thermische Spannungen in sogenannten Verbundwerkzeugen sozusagen vorprogrammiert – und Risse und damit vorzeitiges Versagen der Form die unausweichlichen Folgen.

Hier punktet die Eisen-Kobalt-Nickel-Legierung Duracon 45M: Mit einem Ausdehnungskoeffizienten von $11,2 \times 10^{-6}/K$ hat sie einen mit den meisten Werkzeugstählen annähernd gleichen Wert. In einem Verbundwerkzeug aus Stahl und dieser Legierung entstehen somit kaum thermische Spannungen. Eine optimierte Werkzeuglebensdauer ist die Folge. Bezüglich der thermischen Ausdehnung verhält sich eine solche Spritzgießform wie eine Einheit – mit dem Vorteil, dass die aus der Legierung ausgeführten Teile eine um den Faktor 3 höhere Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu Stahl haben (mindestens 70 statt etwa 25 W/mK). Bei geeigneter Werkzeugauslegung lassen sich damit die Produktionszyklen deutlich reduzieren, zum Teil im hohen zweistelligen Prozentbereich.

Die entwickelte Eisen-Kobalt-Nickel-Legierung verfügt zudem über eine deutlich höhere Festigkeit als CuBe2 (1500 MPa Zugfestigkeit statt etwa 1200 MPa). Das ist ein weiterer Vorteil, der sich durch den deutlich geringeren Verschleiß äußerst positiv auf die Lebensdauer der Formwerkzeuge auswirkt. **MM**