

Metallkunde · Werkstoffprüfung · Edelmetallforschung

Entwicklung der Gießsimulation und experimentelle Untersuchung von Platinlegierungen zur Optimierung des Feingussprozesses für Uhren- und Schmuckanwendungen

Ausgangssituation und Zielstellung

Das Feingießen von Platinlegierungen wurde in der Vergangenheit vereinzelt empirisch untersucht, um den Gießprozess besser zu verstehen und zu optimieren. Allerdings wurden im Vergleich zu Gold- oder Silberlegierungen aufgrund der hohen Materialkosten und der geringeren Verbreitung von Platinschmuck wesentlich weniger Studien durchgeführt. Für Gold- und Silberguss ist die Gießsimulation inzwischen ein etabliertes Verfahren für die Prozessoptimierung. Das empirische Wissen konnte dadurch gewinnbringend ergänzt werden und die ablaufenden Prozesse wurden transparenter und leichter zu kontrollieren. Bei Platinlegierungen wurde die Gießsimulation bisher nicht eingesetzt, obwohl das Einsparpotential aufgrund der hohen Materialkosten besonders hoch wäre. Systematische Zusammenhänge zwischen dem Einfluss der Prozessparameter auf die Gussqualität waren in der Regel nicht quantitativ beschrieben. Diesem Mangel wollte das Forschungsvorhaben Abhilfe verschaffen. Ziel des Projekts war, die Einflüsse der Prozessparameter auf die Qualität von Platin-Gussteilen für Uhren- und Schmuckanwendungen mit Hilfe von Gießsimulation zu verstehen und zu optimieren.

Untersuchungen und Ergebnisse

Der Formfüllungs- und Erstarrungsprozess wurde mit Hilfe der Gießsimulation quantitativ beschrieben. Die dazu notwendigen Materialdaten für die Legierungen und die Einbettmassen wurden in einer ersten Projektphase experimentell und mit thermodynamischen Berechnungen ermittelt. Mittels Benetzungsversuchen wurden bei den ausgewählten Legierungen (PtRu5 und PtCo5) das Schmelzintervall und die Dichteänderung bestimmt (Abb. 1). Bei den Einbettmassen wurden die Gasdurchlässigkeit, die Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur und der Wärmeausdehnungskoeffizient bestimmt.

Die Simulation des Gießvorgangs erfolgte in zwei separaten Schritten: Mit der Formfüllungssimulation wurden die Anbringung und die Neigung der Teile, sowie



Abb. 1 | Volumenänderung beim Schmelzen einer Platinlegierung

die optimale Lage der Angüsse im Kipp- und Schleuderguss simuliert. Die Formfüllungssimulation beim Schleuderguss zeigt, welche Stellen empfindlich für Turbulenzen sind (Abb. 2). Die Temperaturverteilung innerhalb der Küvette nach Abschluss der Formfüllung wurde als Ausgangspunkt für die Simulation der Erstarrung verwendet. Anhand der Erstarrungssimulation konnte die Küvetten- und die Gießtemperatur optimiert werden, um die Schrumpfungsporosität und die Erwärmung der Einbettmasse zu minimieren. Dabei galt es einen Kompromiss zwischen optimaler Formfüllung, geringer Schrumpfungsporosität und guter Oberflächenqualität zu finden.

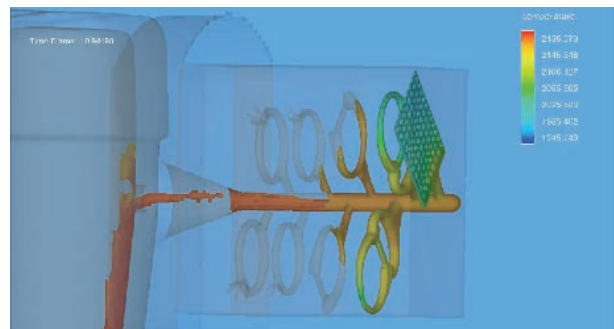


Abb. 2 | Beispiel der Formfüllungssimulation beim Schleuderguss

Um die Ergebnisse der Füllungs- und Erstarrungssimulation zu validieren, wurden entsprechende Gießversuche durchgeführt. Bei den Experimenten wurden mehreren Gießparameter variiert, wie zum Beispiel der Typ der Einbettmasse, die Gieß- und Küvettemperatur, die Legierung und die Art der Gießanlage. Nach dem Gießvorgang wurden die gegossenen Teile zuerst wassergestrahlt und dann die Oberfläche am Stereomikroskop sowie am Rasterelektronenmikroskop untersucht um die Oberflächenqualität zu beurteilen. Die Formfüllung des gesamten Gussbaums wurde anhand der Fül-

lung eines Gitters bestimmt. Computertomographien und Schliffuntersuchungen wurden durchgeführt, um Lunker und andere Gießfehler zu identifizieren. Anschließend wurden die mechanischen Eigenschaften der gegossenen Teile mittels Zugversuchen und Härtemessungen ermittelt. Die Ergebnisse der Gießsimulation wurden bei den Schliffuntersuchungen und bei der Beurteilung des Gitters bestätigt (Abb. 3 und 4). Insbesondere wurde festgestellt, dass die Legierungszusammensetzung einen großen Einfluss auf die Formfüllung und auf die Lunkerbildung hat, da die Legierungen ein unterschiedliches Fließ- und Erstarrungsverhalten besitzen.

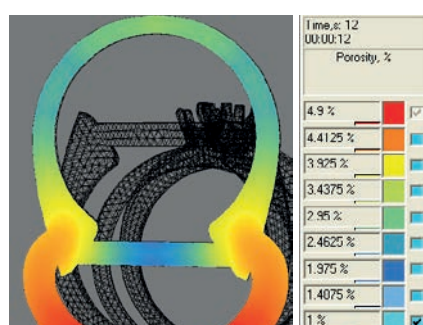


Abb. 3 | Porositätsberechnung mit Erstarrungssimulation

Anhand von thermodynamischen Berechnungen des Seigerungsverhaltens konnte der Einfluss der Legierungszusammensetzung auf die Qualität der Gussstücke verstanden werden. Daraus ergaben sich Ansätze für die Entwicklung von optimierten Gusslegierungen. Eine Verringerung der Lunkerbildung und eine Verbesserung der Formfüllung konnte durch die Erhöhung der Küvettentemperatur erreicht werden. Die Rolle der Einbettmasse auf die Oberflächenqualität wurde intensiv untersucht. Klare Unterschiede der Oberflächenqualität bei den zwei Platinlegierungen und bei den unterschiedlichen Einbettmassen wurden nachgewiesen.



Abb. 4 | Porosität eines gegossenen Rings aus PtRu5 im metallographischen Längsschliff

Ausblick

Das Projekt zeigt die Begrenzungen der Standard-Schmucklegierungen (PtRu5 und PtCo5) und gibt Hinweise auf eine zukünftige Optimierung der Legierungen. Der Abschlussbericht ist beim fem auf Anfrage erhältlich.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 16413N der Forschungsvereinigung Verein für das Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie (fem) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Unser Dank gilt den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses für die Unterstützung des Projektes.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt: IGF 16413N

Projektbegleitender Ausschuss

C. Hafner GmbH & Co. KG | Wieland Edelmetalle GmbH | Porzellanfabrik Hermsdorf GmbH
Sera Werkstoff-Technologie GmbH & Co. KG | Linn High Therm GmbH | Indutherm Erwärmungsanlagen GmbH
Kalman Hafner GmbH | Platinum Guild International Deutschland

Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd
Dr. Ulrich Klotz, klotz@fem-online.de | B. Sc. Tiziana Heiß, t.heiss@fem-online.de