



Fonderie Mario Mazzucconi S.p.A.
in Ponte San Pietro

Virtuelle Versuchsplanung

Optimierte Lebensdauer von Druckgießwerkzeugen

Die Lebensdauer des Werkzeugs ist einer der Hauptkostenfaktoren beim Druckgießen. Die italienische Gießerei Mazzucconi nutzte die Möglichkeiten der virtuellen Versuchsplanung in der Gießereisoftware Magmasoft, um die Formstandzeit für ein Lenkgetriebe deutlich zu erhöhen.

VON ANDREAS HEITMANN, AACHEN,
MECHELE ZANNI UND DANIELE BIANCHI,
PONTE SAN PIETRO, ITALIEN

Leider blieb die Werkzeugstandzeit eines seit Längerem produzierten Gussteils hinter den Erwartungen zurück. Geometrieänderungen am Bauteil waren aufgrund der Serienfreigabe keine Option. Ziel des Projekts war es daher, die Haupteinflussgrößen des Prozesses auf die Formlebensdauer zu identifizieren und den Gießprozess entsprechend anzupassen.

Virtuelle Versuchsplanung

Einer der größten Einflussfaktoren auf die Formlebensdauer sind thermomechanische

Spannungen an der Formoberfläche und der damit verbundene Verschleiß. Diese Spannungen entstehen durch Temperaturwechsel im Gießzyklus. Die Gießerei Mazzucconi entschied sich, die folgenden Parameter zu untersuchen:

- > Abstand der Temperierkanäle zur Formoberfläche,
- > Durchmesser der Temperierkanäle,
- > Temperatur des Temperiermediums,
- > Abgustemperatur,
- > Sprühprozess.

Für jeden der fünf Parameter wurde ein eigener Versuchsplan aufgesetzt. Dabei nutzte die Gießerei die Simulationssoftware Magmasoft und MAGMAAdielife, um die Formlebensdauer abzuschätzen. Um den Simulationsaufwand zu minimieren,

wurde eine Ersatzgeometrie konstruiert, die vergleichbare Charakteristika wie das originale Lenkgehäuse besitzt (Bild 1). Zunächst wurde der Status quo des existierenden Prozesses simuliert und mit dem realen Schadensbild am Bauteil verglichen. Bild 2 zeigt die bereits am Abguss sichtbaren Risse in der Form und das Ergebnis der Lebensdauerabschätzung.

Parametervariationen

Für den virtuellen Versuchsplan wurden zur Untersuchung des Abstands des Kühlkanals zur Formoberfläche neben dem Ausgangszustand drei Variationen mit den Abständen 3d, 5d und 7d definiert. Zusätzlich wurde eine Variante mit abgeschalteter Formtemperierung simuliert.

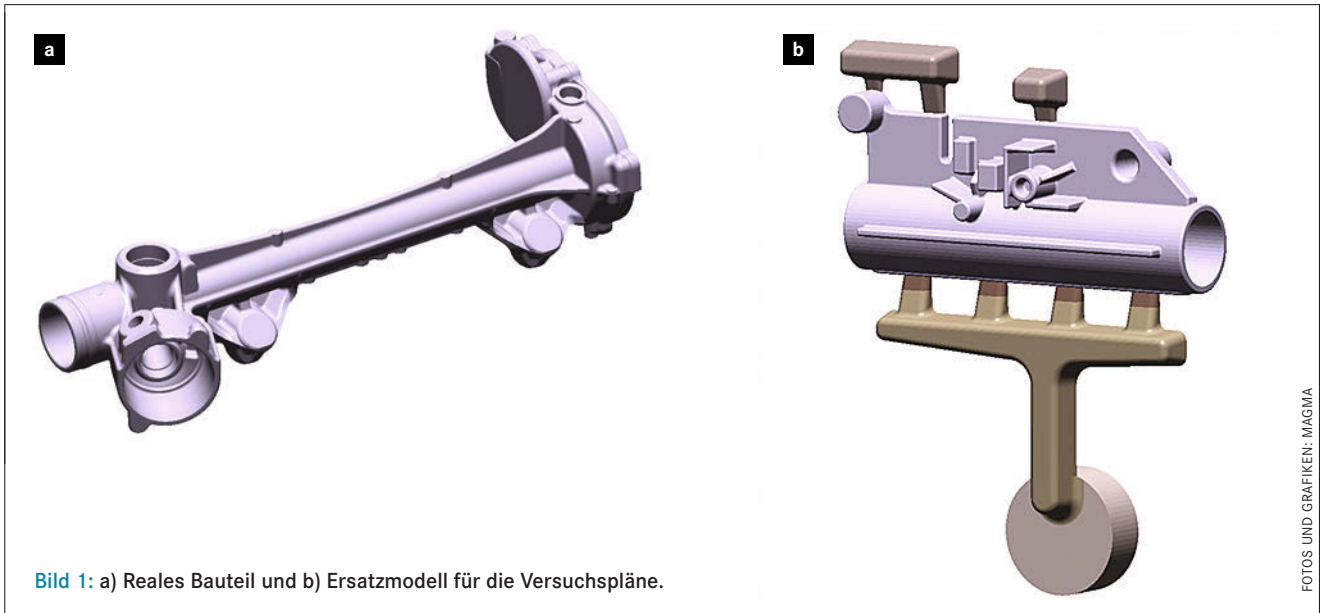


Bild 1: a) Reales Bauteil und b) Ersatzmodell für die Versuchspläne.

FOTOS UND GRAFIKEN: MAGMA

Die Ergebnisse zeigen, dass die Lebensdauer mit zunehmendem Abstand des Kühlkanals zur Oberfläche abnimmt (Bild 3). Für die untersuchten Varianten zeigt Bild 4 den Temperaturverlauf an einem Punkt der Formoberfläche. Mit zunehmendem Abstand des Kühlkanals zur Oberfläche nimmt die Temperatur der Oberfläche zu Beginn des Sprühens zu. Durch die höhere Formtemperatur erzeugt das Sprühen einen höheren Temperaturgradienten, der zu höheren Zugspannungen in der Formoberfläche führt. Die Druckspannung zu Beginn der Erstarrung ändert sich dagegen kaum. Insgesamt nimmt die Spannungsamplitude zwischen den Zugspannungen (während des Sprühens) und den Druckspannungen (beim Füllen/Erstarren) mit zunehmendem Abstand der Kühlung zur Formoberfläche zu. Durch die zunehmende Belastung reduziert sich die Formlebensdauer.

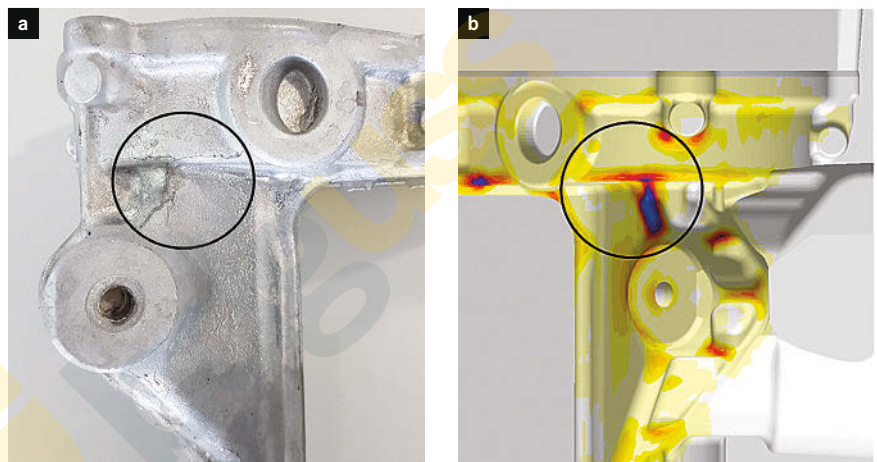


Bild 2: Sichtbare Formrisse auf dem Abguss (a) im Vergleich zum Simulationsergebnis „Formlebensdauer“ (b).

Entsprechende virtuelle Versuchspläne wurden auch für die anderen Prozessvariablen durchgeführt. Dies führte zu folgenden grundlegenden Erkenntnissen:

- > Der Durchmesser der Kühlkanäle hat im untersuchten Bereich keinen Einfluss auf die Formlebensdauer, da sich die mittlere Formtemperatur nicht ändert und somit auch die maximalen Spannungen beim Sprühen und beim Füllen/Erstarren unverändert bleiben.
- > Die Temperatur des Kühlmediums hat im untersuchten Bereich einen deutlichen Einfluss auf die Formlebensdauer. Dieser Effekt lässt sich dadurch erklären, dass die Form mit kälterem Kühlmedium im Mittel kälter ist. Dies führt zu einem reduzierten

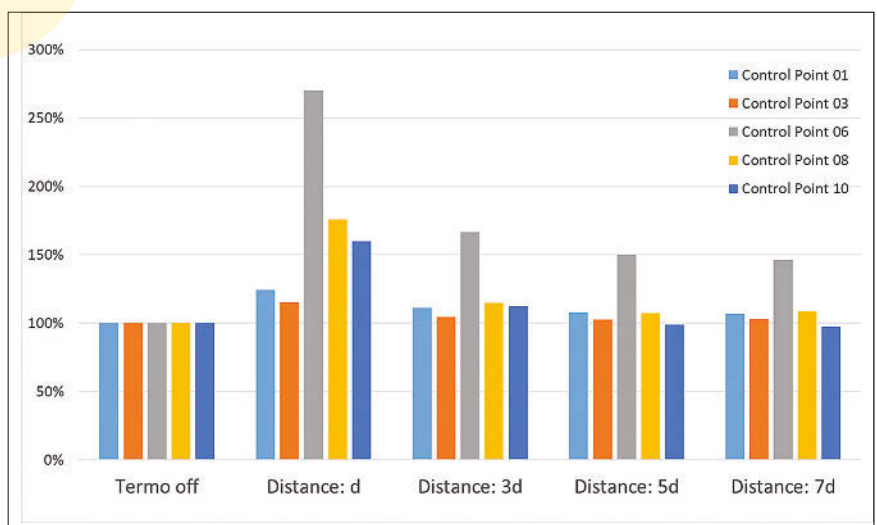


Bild 3: Einfluss des Abstandes des Kühlkanales zur Oberfläche auf die Formlebensdauer.

Temperaturschock beim Sprühen und somit zu geringeren Zugspannungen. Der Temperaturanstieg der Formoberfläche während des Füllens/Er-

starrrens hingegen bleibt annähernd gleich, wodurch das Niveau der Druckspannungen auch annähernd identisch ist. Insgesamt reduziert sich

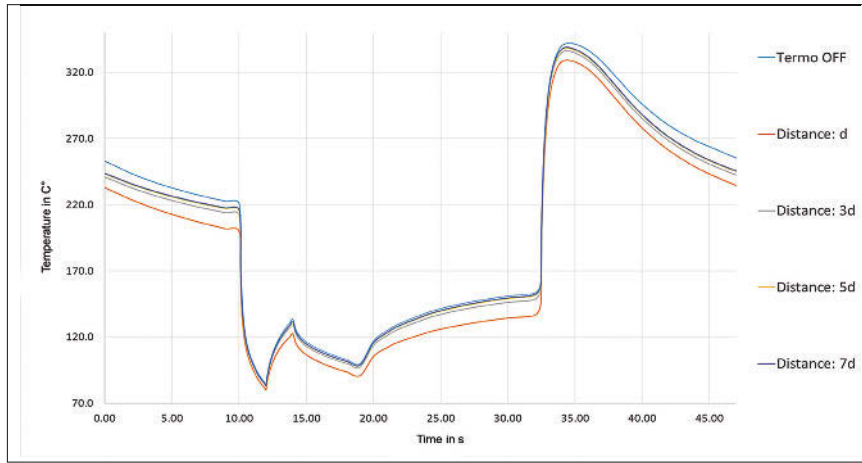


Bild 4: Temperaturverlauf am Punkt 6 für unterschiedliche Tiefen des Kühlkanals.

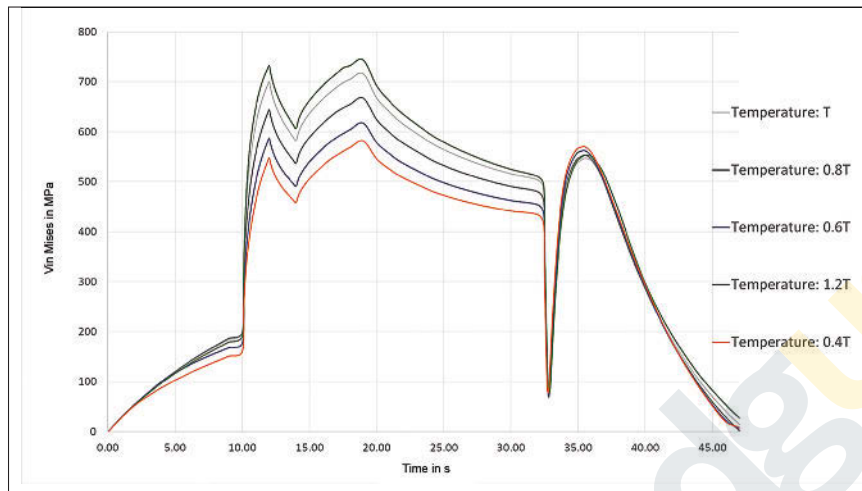


Bild 5: Spannungsverlauf an Punkt 6 bei Variation der Kühlkanaltemperatur.

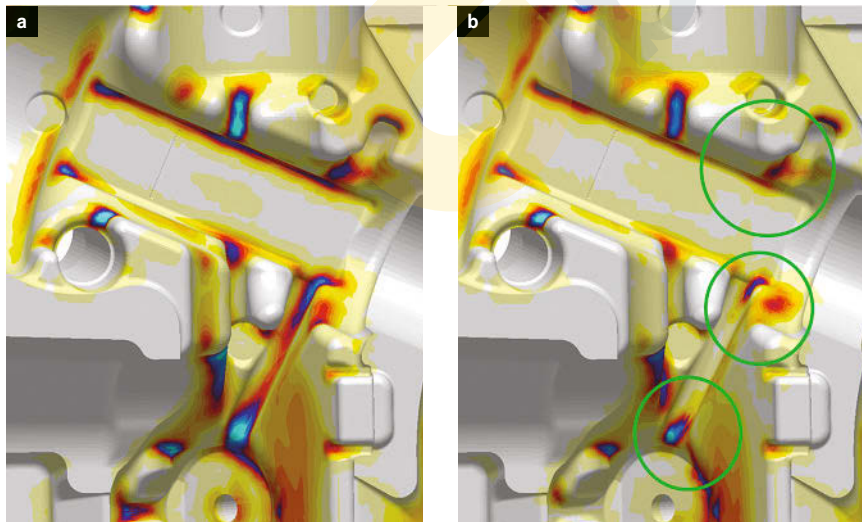


Bild 6: Lebensdauerabschätzung a) für die ursprünglichen und b) für die optimierten Produktionsparameter.

Gießerei Mazzucconi

Die Fonderie Mario Mazzucconi S.p.A. stellt Komponenten aus Aluminiumlegierungen her, die im Schwerkraft-, Niederdruck- oder Hochdruckgießen gefertigt werden. Seit mehr als einem Jahrhundert ist Mazzucconi auf dem Gebiet des Metallgießens und der mechanischen Bearbeitung tätig. Mazzucconi hat seinen Sitz in Ponte San Pietro (Bergamo) und verfügt über sieben Produktionsstätten in Italien sowie ein Büro in München.

die Spannungs-Schwingbreite mit niedrigerer Temperatur des Kühlmediums (Bild 5).

- > Eine Reduzierung der Gießtemperatur minimiert beides, die Zugspannungen beim Sprühen und die Druckspannungen beim Füllen/Erstarren, wodurch die Lebensdauer zunimmt. Dies lässt sich dadurch erklären, dass sich die mittlere Formtemperatur durch die verringerte Gießtemperatur reduziert. Dadurch ist der Temperaturschock beim Sprühen kleiner. Ebenso wird durch die kältere Schmelze der Temperaturgradient beim Füllen/Erstarren verringert.
- > Die Variation des Formsprühens zeigte, dass mehrere kleine Sprühstöße geringere Zugspannungen in der Formoberfläche erzeugen als ein intensiver Sprühstoß.

Implementierung

Die verschiedenen Untersuchungen verdeutlichen, dass die Gestaltung des Sprühprozesses den größten Einfluss auf die Formlebensdauer hat. Das Ziel muss daher sein, den Temperaturschock beim Sprühen möglichst gering zu halten. Auf dieser Basis wurden neue Prozessparameter für das Serienteil definiert:

- > Wo immer möglich, werden Kühlkanäle näher an die Oberfläche gelegt, um die Oberflächentemperatur vor dem Sprühen geringer zu halten.
- > Die Kühlkanaltemperatur wird reduziert.
- > Die Gießtemperatur wird so weit wie möglich reduziert.
- > Der Sprühprozess wird auf einen intermittierenden Sprühstoß (mit mehreren kleinen Sprühstößen) umgestellt.
- > Gleichzeitig wurde im Prozess auf ein wasserfreies Sprühen umgestellt.

Die Überprüfung der neuen Prozessbedingungen zeigten in der Simulation mit Magmasoft eine deutlich erhöhte Formlebensdauer (Bild 6). Dies wurde in der Serie an neuen Werkzeugen bestätigt.

Andreas Heitmann, Anwendungstechnik, Magma Gießereitechnologie GmbH, Aachen, Mechele Zanni und Daniele Bianchi, Prozesssimulation, Fonderie Mario Mazzucconi S.p.A., Ponte San Pietro, Italien.

www.magmasoft.de, www.mazzucconi.com