

Gastbeitrag zur technischen und wirtschaftlichen Optimierung von Aluminium-Druckgusslegierungen

Aluminium-Druckgusslegierungen – primär oder sekundär?

Von Dr. Dan Dragulin – Leiter F&E ATC Paderborn

Die Thematik der technischen und wirtschaftlichen Optimierung der Aluminiumdruckgusslegierungen, insbesondere unter der Perspektive des Wettbewerbs mit anderen Werkstoffen und Technologien, ist ein ewiges Thema. Die Aufrechterhaltung und die Erweiterung der Aluminiumdruckgussindustrie ist ein absolutes Muss. Zudem muss hinsichtlich Ressourcenschonung und Recyclingbarkeit Sorge getragen werden. Wie bei vielen anderen Prozessen sind es die Kleinigkeiten die am Ende Erfolg bringen. Wenn die Aufbereitung und die Verarbeitung von Sekundäraluminium sorgfältig durchgeführt wird – nicht nur bei der Schrottverarbeitung, sondern auch in der Gießerei mit den Themen Schmelzbehandlung und Kreislaufmaterial – so können hier sehr gut Erfolge verzeichnet werden. Die im Rahmen der vorliegenden Analyse präsentierten Daten, tragen zum Besserverständnis bestimmter Aspekte bei. Eine spannende „Geschichte“ mit Zukunft.

Gerhard Feßl – Leiter Qualitätsmanagement Austria Druckguss

Definition und praktische Aspekte

Die für die vorliegende Analyse eponymische Frage Aluminiumdruckgusslegierungen – primär oder sekundär? nimmt aus pragmatischen Gründen ständig an Bedeutung. „Primary unwrought aluminum originates with the mining of bauxite ore and its subsequent refining into alumina through the Bayer process. The process continues with the electrolytic smelting of alumina into molten aluminum metal.“[1]

Tabelle 1.: Vergleich der mechanischen Eigenschaften – Primärlegierung AlSi10MnMg Sekundärlegierung AlSi10MnMg(Fe) [2]

| Sample No. | Temper | Primary alloy in the 2 main step | | | Secondary alloy in the 2 main step | | |
|------------|--------|----------------------------------|----------------------|-------|------------------------------------|----------------------|-------|
| | | R _{p0.2} (MPa) | R _m (MPa) | E (%) | R _{p0.2} (MPa) | R _m (MPa) | E (%) |
| 1 | F | 182 | 227 | 1.2 | 148 | 222 | 2.6 |
| 2 | F | 161 | 243 | 1.5 | 151 | 303 | 7.2 |
| 3 | | 156 | 284 | 8.0 | 146 | 296 | 6.2 |
| 4 | | 272 | 326 | 7.3 | 223 | 284 | 7.8 |
| 5 | T6 | 278 | 329 | 6.9 | 214 | 275 | 5.7 |
| 6 | | 278 | 328 | 6.4 | 227 | 291 | 8.3 |

Diese Daten sprechen für sich und im Zusammenhang mit der Schlussfolgerung der Autoren [2] kann ein klares Bild gewonnen werden.

“Secondary unwrought aluminum is produced by melting recycled aluminum scrap, recovered from both the manufacturing process (new scrap) and post-consumer sources (old scrap) (figure 1). To reduce raw-materials costs, secondary producers select a mix of aluminum alloy scrap for the melting furnace to achieve the desired alloy content in the molten aluminum, after dilution with added primary unwrought aluminum. In this way, they minimize the need for additional nonferrous metal.”[1]

Die oben erwähnten Definitionen und das Diagramm 1 sollten zu der Schlussfolgerung führen, dass in den meisten Fällen der Serienproduktion, bewusst oder nicht, praktisch sekundär Legierungen zum Einsatz kommen. Die pragmatische Frage (bezieht sich nicht nur auf das Gebiet der Gusslegierungen, sondern auch auf das Gebiet der Knetlegierungen) ist der Preis und die damit verbundene Wettbewerbsfähigkeit. Die Wichtigkeit dieser Frage ist so hoch und aktuell, dass staatliche Organisationen sich damit befassen müssen[1].

Ein sehr interessantes Fakt ist, dass die Sekundärlegierungen immer mehr Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der dünnwandigen Druckgussstrukturbauteile finden. Die Tabelle 1 zeigt am Beispiel einer Primärlegierung AlSi10MnMg und einer Sekundärlegierung AlSi10MnMg(Fe) den Vergleich

der mechanischen Eigenschaften im Gusszustand und nach einer T6 Wärmebehandlung.

Diese Daten sprechen für sich und im Zusammenhang mit der Schlussfolgerung der Autoren [2] kann ein klares Bild gewonnen werden.

Im Falle von Druckgussprozessen (insbesondere für dünnwandige Strukturbauteile) können Kornfeinungs- und Veredelungselemente (endogene Möglichkeiten für die Verbesserung der mechanischen Eigenschaften) wie Ti und Sr durch exogene Möglichkeiten wie z.B. schnellere Abschreck-

geschwindigkeiten in der Form, reduziert oder sogar eliminiert werden. In diesem Zusammenhang muss man sich die Frage stellen, wie dauerhaft der Kornfeinungseffekt der s.g. Dauerveredelungselemente eigentlich dauert? Der Effekt ist nicht dauerhaft (siehe z.B. [3], [4]) und hängt vom Anteil des s.g. Kreislaufmaterials ab.

Die Anwendung von gezielten exogenen Maßnahmen (Maßnahmen, die im Rahmen des Gießprozesses und der mechanischen, physikalischen und chemischen^{iv} Behandlung der Schmelze implementiert werden) können, mit weniger Aufwand, Effekte von Legierungselementen bis zu einem bestimmten Niveau kompensieren. So kann z.B. der Mg-Gehalt, ohne Abnahme der Festigkeit aber mit positiven Auswirkung auf die Dehnung, reduziert werden.

Der Schlammfaktor: SF = [%Fe] + 2[%Mn] + 3[%Cr]^v kann, in vielen Fällen, ein Argument für eine Sekundärlegierung sein. Die Gefahr des (spontanen) Auftretens von spröden Fe-hal-

tigen Phasen wegen örtlicher Fluktuationen der chemischen Zusammensetzung kann durch exogene Maßnahmen erheblich reduziert werden.

Der Faktor „Structural metallurgical heredity“ [5], der auch mit Hilfe exogener Maßnahmen positiv beeinflusst werden kann, darf nicht außer Acht gelassen werden. In diesem Zusammenhang muss an die genaue Definition der Sekundär- bzw. Primärlegierung erinnert werden.

Schlussfolgerung und Ausblick

Eine exhaustive Aussage über eine ausschließliche Anwendung von Sekundär- oder Primärlegierung kann/darf nicht getroffen werden. Die Definition zeigt aber, dass die Anwendung von „echten“ Primärlegierungen ein seltenes Ereignis ist. Mit Hilfe exogener Maßnahmen kann das Anwendungsspektrum der Sekundärlegierungen erheblich erweitert werden.

Künftige allgemeine Trends:

Bereich: Dünnwandige Strukturbauteile

- Die meist angewendete AlSi10MnMg-Primär-

legierung wird durch die AlSi10MnMg(Fe) zunehmend verdrängt

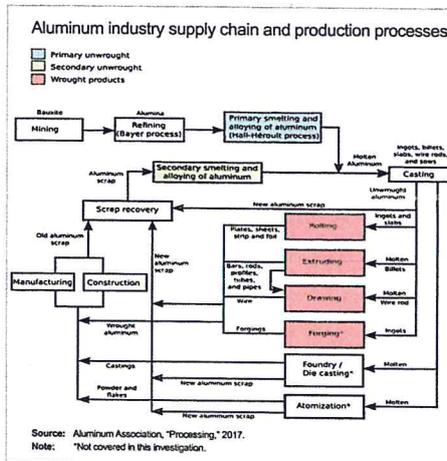
- Der Si-Gehalt wird, um Duktilität gewinnen zu können, sinken (Es gibt bereits auf dem Markt solche Legierungen)
- Legierungselemente wie Ni und Co werden Ihre Berechtigung finden

Bereich: Powertrain

- Das Werkstoffdesign muss sich in Bezug auf die Wärmetransferprozesse weiterentwickeln
- Insbesondere die Optimierung der Wärmeleitfähigkeit der Produkte verlangt ein reverse-engineering Konzept beginnend mit den Ähnlichkeitskriterien (insbesondere die Fourier- und Biot-Zahl Fo/ Bi)

Als allgemeiner und permanenter Impuls für eine ständige Weiterentwicklung der Aluminiumlegierungen: Note that steel not only has a higher fatigue strength than aluminum, but it also has an endurance limit. Below a certain stress level, the steel alloy will never fail due to cyclic loading alone. On the other hand, aluminum does not have a true endurance limit. It will always fail if tested to a sufficient number of cycles.[6]

www.aluvation.com



Fußnoten

- [1] Industry representative, interview by USITC staff, October 5, 2016 [1]
- [2] When the test specimens are free from casting defects or its area fraction is low, then mechanical properties similar to the corresponding primary alloy are achieved. The higher yield strength and ultimate tensile strength of the primary alloy has been attributed to its higher Mg content. [2]
- [3] Endogen: Änderung der chemischen Zusammensetzung; Exogen: alle anderen Maßnahmen, die die chemische Zusammensetzung unverändert lassen
- [4] Ohne Änderung der chemischen Zusammensetzung, nur Reinigung
- [5] SF < 2.2 für einen Druckgussprozess [2]

Literatur

- [1] United States International Trade Commission – Aluminum: Competitive Conditions Affecting the U.S. Industry, June 2017 Publication Number: 4703 Investigation Number: 332-557
- [2] A. Niklas, A. Bakedano, S. Orden, M. da Silva, E. Nogueis, A.I. Fernández-Calvoa – Effect of microstructure and casting defects on the mechanical properties of secondary AlSi10MnMg(Fe) test parts manufactured by vacuum assisted high pressure die casting technology, Materials Today: Proceedings 2 (2015) 4931 – 4938
- [3] I. Naglic, A. Smolej, M. Dobersek – Remelting of Aluminium with the addition of AlTi5B1 and AlTi3Co15 Grain Refiners, Metalurgija 47 (2008) 2, 115-118
- [4] M. Cagala, M. Bruska, P. Lich, J. Beno, N. Spirutová – Influence of Aluminium-Alloy Remelting on the structure and mechanical properties, Materials and technology 47 (2013) 2, 239–243
- [5] I.G. Brodova, P.S. Popel, G.I. Eskin – Liquid metal processing, Taylor & Francis, NY, 2002
- [6] Elements of Metallurgy and Engineering Alloys, ASM International, 2008

Die Messeausgaben zur ALUMINIUM 2018

ALUMINIUM 2018 AV

Geben Sie Ihrem Messeauftritt den richtigen Kick und informieren Sie die Branche frühzeitig über Ihre Highlights:

- In den Vormesseausgaben von *Aluminium Praxis* und *International ALUMINIUM Journal* Anfang September erscheinend,
- in der Messeausgabe von *International ALUMINIUM Journal* vom 27. September und in der
- Offiziellen Messeausgabe der ALUMINIUM 2018 von *Aluminium Praxis* vom 1. Oktober.

In Kooperation mit Reed Exhibitions wird die offizielle Messeausgabe von *Aluminium Praxis* in wesentlich höherer Auflage verbreitet:

- Sie wird im Vorfeld an alle Messebesucher der ALUMINIUM 2016 gesandt,
- gemeinsam mit *International ALUMINIUM Journal* an alle Besucher im Rahmen der Messe überreicht und
- nach Bestellung an Ihren Messestand zur Mitnahme geliefert.

Die Redakteure und das Anzeigenteam freuen sich auf Ihren Kontakt.

Alwin Schmitt
Redaktion
Aluminium Praxis
Tel.: 0211 6412790
alwin.schmitt@t-online.de

Volker Karow
Redaktion International
ALUMINIUM Journal
Tel.: 02225 8359643
vkarow@online.de

Dennis Roß
Objektleiter
Tel.: 0821 319880-34
d.ross@giesel.de

Birgit Schaper
Anzeigen
Tel.: 0821 319880-33
b.schaper@giesel.de

Stephan Knauer
Anzeigen
Tel.: 0821 319880-19
s.knauer@giesel.de

Verlagsbüro Augsburg
Gögginger Straße 105a
86199 Augsburg
www.giesel.de

Ausgabe: 9/18 10/18
Erscheinungstermine: 03.09. 27.09.2018
Anzeigenschlüsse: 20.08. 13.09.2018
Redaktionsschlüsse: 23.07. 16.08.2018