

Schmelzebehandlung von Aluminiumlegierungen im Rinneninduktions-Gießofen

Der Einsatz von Aluminiumlegierungen in höchst anspruchsvollen Anwendungsbereichen, wie beispielsweise in der Luft-, Raumfahrt- und Automobilindustrie, erfordert einen hohen Grad an Produktqualität von Blech- und Plattenzeugnissen. Deren Produktion setzt den Einsatz von Walzbarren mit ausgezeichneter Stranggussqualität als Ausgangsmaterial voraus.

Hohe Schmelzequalität als Voraussetzung für Stranggussqualität

Stranggussqualitäten auf höchstem Niveau zeichnen sich einerseits in ihrem Gussgefüge und andererseits in der Schmelzequalität des vergossenen Flüssigmetalls aus. Vor allem die Schmelzequalität ist nicht zuletzt für eine sichere Gewährleistung der von Kundenseite gewünschten Festigkeits-, Zähigkeits-, Oberflächen- und Bearbeitungseigenschaften verantwortlich. Unter Schmelzequalität sind der im Flüssigmetall gelöste Wasserstoff, die Gehalte an Alkali- und Erdalkalimetallen sowie die Belastung durch Einschlüsse (metallisch und nichtmetallisch) zu verstehen, die mittels innovativer Schmelzebehandlungstechniken auf ein Minimum abgesenkt werden müssen. Der steigende Qualitätsanspruch macht es daher schlussendlich erforderlich, zusätzlich zur standardisierten Schmelzeraffination während des Gießens, bereits im Warmhalteofen alle Anstrengungen zu unternehmen, um die Schmelzequalität zu steigern.

Schmelzebehandlung im Gießofen

Für die Schmelzebehandlung im Gieß- bzw. Warmhalteofen stehen gegenwärtig die Salz-, Absteht- und Spülgasbehandlung zur Verfügung. Spülgasbehandlungen in Kombination von reaktiven Gasen (z.B. Cl_2), mit Stickstoff oder Argon führen meist zur beträchtlichsten Steigerung der Schmelzequalität. Die reaktive Komponente bewirkt eine Reduktion der Alkali- und Erdalkalimetalle und unterstützt die Effizienz der Schmelzeentgasung. Die Einschlussreduktion wird durch deren Flotation mittels der



Innovationsteam

Gasblasen bewirkt. Die Wirkungsweise kann direkt über die Größe der eingebrachten Gasblasen beurteilt werden. Je kleiner diese sind, desto größer ist die Reaktionsfläche und somit der Behandlungserfolg. Der Spülgaseintrag kann über Lanzen, Graphitrotoren (Impeller), Spülsteine oder Düsen erfolgen. Die kleinsten Gasblasen und somit die höchsten Schmelzequalitäten sind jedoch nur mit Rotorsystemen realisierbar.

Rinneninduktionsöfen an zwei Gießlinien von AMAG casting

Bei der AMAG casting GmbH sind an zwei verschiedenen Gießlinien jeweils kippbare Rinneninduktionsöfen mit einem Fassungsvermögen von ca. 33 t als Gießöfen im Einsatz, an denen eine Spülgas- bzw. Chlorierungsbehandlung (Chlor/Stickstoff-Mischgas) mittels eines Impellers durchgeführt wird. Dieser muss für den maximal möglichen Behandlungserfolg genau auf die Ofengröße und dessen Geometrie abgestimmt sein. Aus diesem Grund wurde im Rahmen einer Dissertation eine maßgeschneiderte Rotorgeometrie für den Einsatz in unserer Gießerei entwickelt und Ergebnisse dieser Arbeit in zahlreichen Medien sowie bei internationalen Tagungen veröffentlicht [1-4].

Simulationsmodell

Zur Beurteilung des Betriebsverhaltens un-

terschiedlicher Rotortypen erfolgt die Entwicklung eines Simulationsmodells. Dieses basiert auf einer 1:1-Abbildung unserer Rinneninduktionsöfen. Ziel der Simulation ist die Vergleichsmöglichkeit zwischen unterschiedlichen Rotortypen, hinsichtlich der auftretenden Gasblasengröße und -verteilung, des stationären Strömungszustands sowie der Schmelzehomogenisierung. Anhand der Ergebnisse von bestehenden Impeller-Geometrien können in weiterer Folge Aspekte für die Adaption der Rotorgeometrie abgeleitet und ein neues Rotorblatt entwickelt werden.

Simulationsergebnisse

Das Gasblasenverhalten und die Verteilung der Gasblasen in der Schmelze ist beispielsweise für zwei verschiedene Rotoren in Abb. 1 dargestellt. Im Vergleich weisen beide eine nicht zufrieden stellende Gasblasengröße und -ausbreitung in der Schmelze auf. Bei Rotor I entwickelt sich ein Gasstrom, der sich entlang des Schaftes zur Badoberfläche bewegt. Dies ist auf das Fehlen von geometrischen Elementen zur Gasblasenzerkleinerung zurückzuführen (Abb. 1).

Rotor II besitzt hierfür eigens angeordnete Ausnehmungen im oberen Bereich des Rotorblattes, wodurch kleinere Gasblasen entstehen und sich in einer trichterförmigen Form ausbreiten. Dieses mittels Simulation



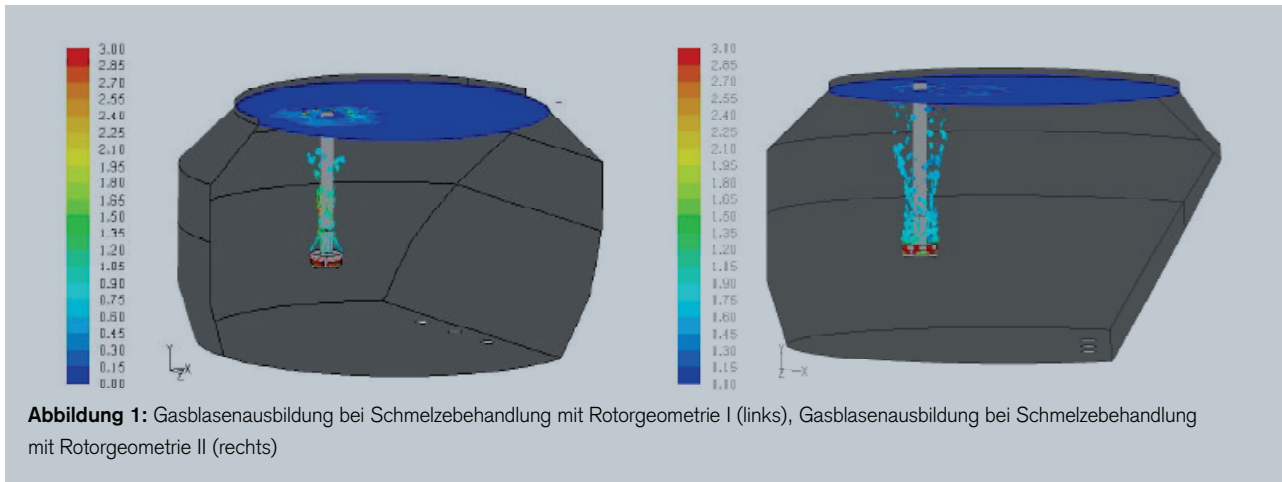


Abbildung 1: Gasblasenausbildung bei Schmelzebehandlung mit Rotorgeometrie I (links), Gasblasenausbildung bei Schmelzebehandlung mit Rotorgeometrie II (rechts)

abgebildeten Ergebnisse sind auch 1:1 bei Untersuchungen im realen Gießofen vorzufinden und keinesfalls zufrieden stellend. Ein optimal arbeitender Impeller muss in der Lage sein, deutlich kleinere Gasblasen zu produzieren und diese weit reichender im gesamten Ofengefäß zu verteilen.

Für die Beurteilung des Ausmaßes an Schmelzehomogenisierung, Reduktion der Alkali- und Erdalkalimetalle, Entfernung des gelösten Wasserstoffs und Abscheidung der in der Schmelze enthaltenen Einschlüsse werden die entstehenden stationären Strömungszustände herangezogen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das flüssige Metall in Kontakt mit den Gasblasen treten muss, weshalb eine ausreichende Badbewegung Voraussetzung ist. Bei Rotor I werden infolge des Gasstromes, beginnend beim Gasaustritt bis hin zur Badoberfläche, in diesem Bereich die größten Strömungsgeschwindigkeiten erreicht (siehe Abb. 2 links). Es kommt an dieser Stelle zu einer geringen Wirbelbildung im oberen Bereich und zu beinahe keiner Bewegung in der unteren Ofenhälfte. Eine umfassende Bewegung der Schmelze ist daher nicht gegeben. Im Gegensatz zur Rotor I ist durch Geometrie III eine ausreichende Bewegung der Schmelze realisierbar (siehe Abb. 2).

Diese Impeller führt weiters zu einer entsprechenden Ausbildung von Strömungswirbeln in der unteren Ofenhälfte, wodurch ein deutlich verbesserter Antransport verunreinigter Schmelze zur Reaktionszone der Gasblasen erfolgen kann.

Optimierte Rotorgeometrie

Fügt man die positiven Eigenschaften aller untersuchten Rotoren zusammen und ordnet sie entsprechend geometrisch an, ist es möglich, eine ideale Rotorgeometrie für die Chlorierungsbehandlung zu gestalten. Davon ausgehend ist eine Rotorgeometrie entwickelt worden (siehe Abb. 3) und findet gegenwärtig bereits Ihren Einsatz im Produktionsprozess der AMAG casting GmbH. Die untere Hälfte – der Rotorstern – bewirkt den Transport der Schmelze zum und vom Rotorblatt, wodurch ein gewünschter Schmelzeausaustausch möglich ist. Des Weiteren soll dieser zu einer besseren Verteilung der Gasblasen um den Rotorschaft führen. Der Eintrag des Reaktionsgases erfolgt über speziell angeordnete Bohrungen im Rotorblatt, welches durch die Rotationsbewegung an die Rotoraußenkante transportiert wird. Diese weist in der oberen Hälfte Ausnehmungen – Nasen – auf, wodurch eine weitere Gasblasenzerkleinerung realisiert

wird. Die mittels Simulation prognostizierte positive Wirkung des neuen PRI-Impellers auf die Schmelzequalität, konnte des Weiteren mit Hilfe von experimentellen Untersuchungen sehr deutlich nachgewiesen werden. ■

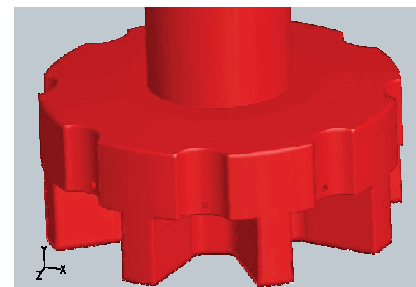


Abbildung 3: Neuentwickelte Rotorgeometrie der AMAG casting GmbH – PRI-Rotor.

Durch die neue Impeller-Geometrie konnte der Prozessablauf unserer Gießerei um einen weiteren hoch innovativen Verfahrensschritt erweitert werden. AMAG casting GmbH ist daher in der Lage, auf noch höhere Kundenanforderungen einzugehen und ihre Rolle als Premiumanbieter noch deutlicher zu unterstreichen.

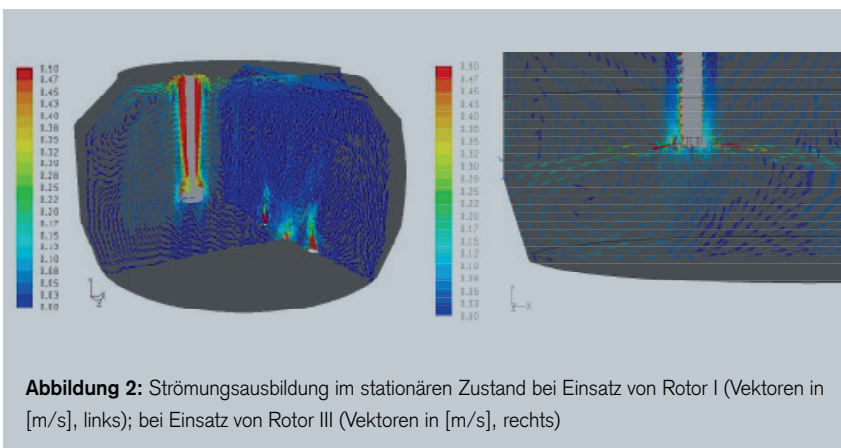


Abbildung 2: Strömungsausbildung im stationären Zustand bei Einsatz von Rotor I (Vektoren in [m/s], links); bei Einsatz von Rotor III (Vektoren in [m/s], rechts)

Literaturhinweise:

- [1] B. Prillhofer, H. Antrekowitsch und H. Böttcher: Optimisation of the melt quality in casting holding furnaces. Light Metals 2008 (The Minerals, Metals & Materials Society), New Orleans, USA, (2008), S. 627-632.
- [2] B. Prillhofer, H. Antrekowitsch und H. Böttcher: Improving melt quality in casting furnaces by a gas purging treatment. Aluminium Alloys (Proceedings of the 11th International Conference on Aluminium Alloys), Wiley-VCH, Volume 1, (2008), S. 517-522.
- [3] B. Prillhofer, H. Böttcher und H. Antrekowitsch: Development and practical performance characteristics of a new impeller for metal treatment in casting/holding furnaces. Light Metals 2009 (The Minerals, Metals & Materials Society), San Francisco, USA, (2009), S. 749-754.
- [4] B. Prillhofer und G. Lukesch: Schmelzebehandlung von Aluminiumlegierungen im Rinneninduktions-Gießofen. Giesserei-Rundschau, 56, (09), S. 38-43.