



Warmhalten und Vorwärmen von Straßentransporttiegel mittels Gasbrenner

Untersuchung zum Warmhalten befüllter Flüssigtransporttiegel

Gerade in Zeiten des verschärften Wettbewerbs wird versucht, die Prozess- und Materialkosten nachhaltig zu reduzieren. AMAG casting, seit 30 Jahren als kompetenter und zuverlässiger Lieferant von Aluminium-Gusslegierungen anerkannt, bietet mit dem Produkt „Flüssig-Aluminium“ eine hochwertige Lösung für den Kunden.

Wirtschaftlicher Nutzen von Flüssig-Aluminium-Transport

Dieses Produkt umfasst nicht nur die Lieferung von Flüssig-Aluminium selbst, sondern beinhaltet auch die technische und logistische Beratung der Kunden. In diesem Zusammenhang muss sichergestellt werden, dass die hohe Qualität, die beim Verlassen des Umschmelzwerkes im Transporttiegel vorliegt, auch beim Kunden und letztlich im Endprodukt ankommt. Eine wesentliche Entscheidungsprämisse des Kunden für dieses Produkt ist der quantifizierbare wirtschaftliche Nutzen. Dieser ergibt sich zum einen aus der massiven Reduktion des Metallverlustes und zum anderen durch entscheidende Einsparungen bei den Energie- und Logistikkosten respektive auch beim Umlaufvermögen. Darüber hinaus lassen sich kurzfristige Anpassungen des Kundenbedarfs mit

Flüssig-Aluminium gezielt abdecken, was zu entsprechenden Produktivitätssteigerungen bei einer gleichzeitigen Kostenreduktion führt.

Erstmalige Untersuchung zu Methoden und Qualitätsfaktoren des Warmhaltens

Der Transport des flüssigen Metalls über große Distanzen erfordert zur Kompensation des Temperaturverlustes eine Überhitzung der Schmelze bereits vor der Abfahrt aus dem Umschmelzwerk. Nach erfolgter Ankunft in der Gießerei des Kunden muss das Flüssigmetall teilweise noch warmgehalten werden, da der Transporttiegel häufig den Warmhalteofen ersetzt, oder der Schmelztransfer in einen solchen Warmhalteofen nicht unmittelbar nach Ankunft der Lieferung möglich ist. Für diesen Warmhalteprozess können die Formgießereien zwischen einer direkten Beheizung durch Gasbrenner, oder einer indirekten Beheizung mittels Tauchheizelementen wählen. Die Art der Beheizung der Schmelze im Transporttiegel wird mitunter als wichtige, qualitätsbeeinflussende Prozessvariable angesprochen. Den Autoren des vorliegenden Beitrags ist jedoch bislang keine umfassende Untersuchung zu diesem Thema bekannt. Deshalb hat

AMAG casting die Einflüsse beider Technologien auf die Schmelzequalität (Wasserstoff- und Einschlussgehalt sowie Dichteindex) mit unterschiedlichen Messmethoden (Tab. 1) untersucht und stellt nachfolgend eine Zusammenfassung der Ergebnisse am Beispiel einer AlSi7Mg(Cu) vor. Detaillierte Ergebnisse von Untersuchungen mit verschiedenen Legierungen werden im Jahr 2010 in Fachjournalen sowie bei internationalen Konferenzen präsentiert [1, 2].

Heiztechnologien für Flüssigtransporttiegel

Umschmelzwerke und Formgießereien verwenden Gasbrenner (direkte Beheizung) und Tauchheizelemente (indirekte Beheizung) für den Betrieb der Straßentransporttiegel. Vor- und Nachteile beider Technologien sind in Tabelle 2 gegenübergestellt. Die üblichen Anwendungsgebiete können wie folgt angeführt werden:

- Aufheizen der Tiegel vor dem Füllvorgang (Umschmelzwerk)
- Warmhalten des gefüllten Tiegels vor dem Transport (Umschmelzwerk)
- Warmhalten des gefüllten Tiegels vor dem Gießen (Formgießerei)

Nachfolgend werden beispielhaft die erzielten Ergebnisse des Dichteindex für je



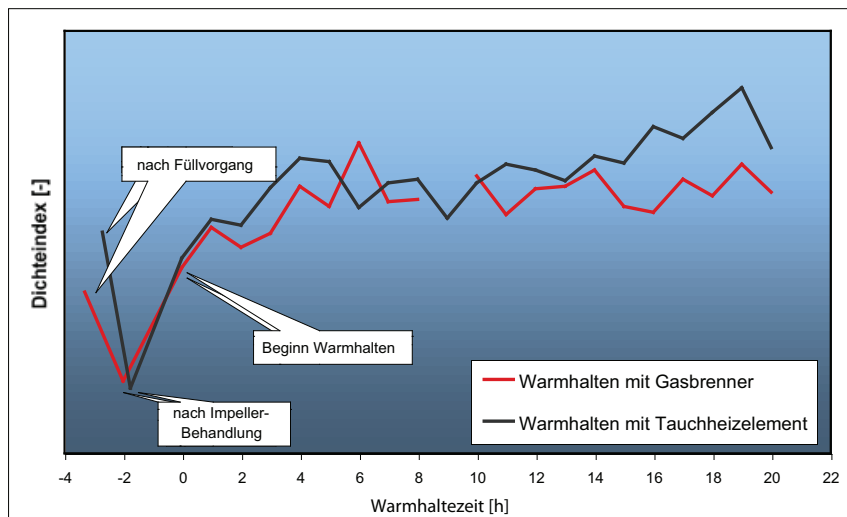


Abb. 1: Dichteindex als Funktion der Warmhaltezeit bei Legierung AlSi7Mg(Cu)

eine Versuchsreihe mit Gasbrennern und den Tauchheizelementen der Legierung AlSi7Mg(Cu) im Detail diskutiert.

Einfluss des Warmhaltevorganges auf den Dichteindex

Der Dichteindex repräsentiert eine Standardkenngröße für die Schmelzequalität von Aluminiumgusslegierungen und liefert eine qualitative Aussage über den Wasserstoff- und Oxidhautgehalt des Flüssigmetalls. Abb. 1 veranschaulicht den Dichteindex als Funktion der Warmhaltezeit für je eine Versuchsreihe beider Heiztechnologien. Beide Versuche weisen hinsichtlich Abfüll- und Warmhaltetemperatur, Magnesiumgehalt, Ofenbehandlung etc. identische

Versuchsparameter auf, wodurch diese sehr gut vergleichbar sind. Beide Kurvenverläufe besitzen nach dem Abfüllvorgang einen unterschiedlichen Dichteindex, der im Zuge der Impeller-Behandlung (Spülgasbehandlung mit Graphitrotor) auf ein gleiches Niveau abgesenkt wird. Aufgrund der Abhängigkeit des Dichteindex von der Wasserstoffkonzentration der Schmelze führt die Spülgasbehandlung zu einem Absenken beider Schmelzequalitätsparameter deutlich unterhalb der System-Gleichgewichtskonzentration. Dadurch wird die Triebkraft zur erneuten Einstellung dieses System-Gleichgewichtes stark erhöht, wodurch es zu einem erneuten Anstieg beider Größen kommt (Darstellung der Zunahme

des Dichteindex in Abb. 1 grafisch veranschaulicht). Dieses System-Gleichgewicht wird bei beiden Versuchsreihen nach ca. 5 h Warmhaltezeit erreicht und anschließend gehalten. Die zugehörigen Verläufe des gelösten Wasserstoffs im Flüssigmetall zeigen aufgrund des jeweils konstanten Gehaltes der Oxidhautkonzentration ein ähnliches Verhalten. Anhand der dargestellten Versuchsergebnisse kann daher klar aufgezeigt werden, dass die Warmhaltetechnologie nahezu keinen Einfluss auf die Schmelzequalität ausübt.

Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Kein negativer Einfluss auf Einschlussgehalt

Beide Methoden des Warmhaltens (Gasbrenner und Tauchheizelemente) sind geeignet, Schmelzen über längere Zeiträume warm zu halten, ohne dabei einen negativen Einfluss auf den Einschlussgehalt des Flüssigmetalls auszuüben. Es ist wichtig, bereits vor dem Füllvorgang in den Straßentransporttiegel sicherzustellen, dass durch gezielte Schmelzebehandlung im Ofen eine ausreichend hohe Schmelzequalität erzielt wird.

Entscheidend ist die Spülgas-Behandlung vor dem Formgießprozess

Die Impeller-Behandlung im Umschmelzwerk vor dem Warmhaltevorgang führt zu einer deutlichen Reduktion des Wasserstoffgehaltes. Jedoch besitzt die Schmelze im Anschluss eine sehr hohe Triebkraft zur erneuten Einstellung der System-Gleichgewichtskonzentration. Die Schmelze nimmt während des Transports wieder verstärkt Wasserstoff aus der Umgebung auf. Daraus lässt sich ableiten, dass der Spülgasbehandlung im Umschmelzwerk nur eine untergeordnete Bedeutung zukommt. Ein niedriger Anteil an Wasserstoffporen im Gussstück kann nur durch eine Impeller-Behandlung der Schmelze beim Kunden unmittelbar vor dem Gießprozess gewährleistet werden.

Einfluss auf Dichteindex

Der Dichteindex folgt aufgrund seiner Abhängigkeit vom Wasserstoffgehalt, zeitlich dem von diesem vorgegebenen Verlauf. Auch daraus ergibt sich, dass ein niedriger Dichteindex nur durch eine Schmelzebehandlung unmittelbar vor dem Formgießprozess erreicht werden kann.

Qualität, Ökonomie und Sicherheit sprechen für Beheizung durch Gasbrenner

Der Betrieb von Tauchheizelementen ist mit erhöhtem Risiko aufgrund der Bruchgefahr des keramischen Schutzrohres verbunden. Die Verwendung von Gasbrennern mit Stickstoffspüllanzeln kann als betriebssicher eingestuft werden und gewährleistet gleich bleibende Schmelzequalität bei niedrigen Investitions- und Instandhaltungskosten.

	Methodenübersicht zur Bestimmung der Kenngrößen		
	Wasserstoffgehalt	Dichteindex	Einschlussgehalt
AISCAN	x		
1. Blase-Methode	x		
Unterdruckdichteprobe		x	
PreFil®			x
PoDFA			x

Tabelle 1: Übersicht der verwendeten Methoden zur Bestimmung der Schmelzequalität

	Direkte Beheizung mittels Gasbrenner	Indirekte Beheizung mittels Tauchheizkörper
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • bewährte Technik • einfaches Handling • geringer Instandhaltungsbedarf • Gas zumeist verfügbar • Kippen mit aufgesetzten Brennern möglich – dadurch kein Energieverlust 	<ul style="list-style-type: none"> • geringere Temperaturschichtung im Tiegel • keine Absaugung bei Elektrotauchheizkörpern notwendig • besserer Wärmeübergang
Contra	<ul style="list-style-type: none"> • H₂-Aufnahme der Schmelze bei falscher Brenneinstellung • N₂-Lanzenspülung erforderlich um Temperaturschichtung auszugleichen • Abgasanfall 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufwendiger Maschinenbau • Kippbewegung nur mit ausgefahrener Heizung möglich • Tauchrohre sehr empfindlich auf mechanische Beanspruchung • Risiko durch Bruch des Tauchrohres • Begrenzte Lebensdauer der elektrischen Heizkörper

Tabelle 2: Vor- und Nachteile der direkten und indirekten Beheizung

Literaturhinweise

[1] B. Prillhofer and J. Knaack: "Influence of heating technology on melt quality in ladles for road transportation of liquid aluminium casting alloys during holding", Light Metals 2010 (The Minerals, Metals & Materials Society), Seattle, USA, (2010), in print.
 [2] B. Prillhofer, J. Knaack, H. Böttcher, H. Suppan und H. Kaufmann, „Einfluss der Heiztechnologie auf die Schmelzequalität der Aluminiumgusslegierung AlSi9Cu3(Fe) beim Warmhalten in Straßentransporttiegeln“, Giesserei, 1, (2010), in print