

Diss. ETH Nr. 9233

Die thermische Analyse in der Praxis der Aluminium- und der Eisengiesserei

Abhandlung
zur Erlangung des Titels eines
Doktors der technischen Wissenschaften
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
WERNER MENK
Dipl. Werkstoff-Ing. ETH
geboren am 2. Januar 1953
von Zürich

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. Dr. h.c. M.O. Speidel, Referent
Prof. Dr.-Ing. R. Döpp, Korreferent

1990

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit werden die Möglichkeiten der thermischen Analyse zur metallurgischen Beurteilung in der industriellen Praxis der Aluminium- und der Eisengussproduktion ausführlich erarbeitet. Aus den Erkenntnissen werden Computer-gestützte Messsysteme entwickelt, mit deren Hilfe es unter Verwendung handelsüblicher Probetiegel möglich ist, dass auch ungeschultes Personal Aluminium- und Eisenschmelzen beurteilen und allenfalls korrigieren kann.

Für Aluminium-Silizium-Gusswerkstoffe zeigen die Ergebnisse, dass mit Hilfe der thermischen Analyse auch die Veredelung mit Strontium aus der Depression der eutektischen Temperatur ermittelt werden kann, obwohl die Probetiegel aufgrund ihrer langsamen Abkühlgeschwindigkeit selbst nicht vollständig veredelt werden können. Mit Hilfe einer neu definierten Messgrösse KF16, welche einer Kristallisationsgeschwindigkeit des Alpha-Aluminiumkorns entspricht, kann auch die Korngrösse und damit die Wirkung von Kornfeinungszusätzen bestimmt werden. Das aus diesen Erkenntnissen entwickelte Computer-Messsystem erlaubt eine sehr einfach durchzuführende metallurgische Charakterisierung von AlSi-Gusslegierungen.

Für Eisenlegierungen wird zunächst eine neue thermoanalytische Bestimmung des Kohlenstoff- und Siliziumgehalts entwickelt, welche den Einfluss der Legierungs- bzw. Begleitelemente P, S, Mn, Mg, sowie der in den Probetiegeln zur Sicherstellung der Weisserstarrung z.T. enthaltenen Elemente Schwefel und Tellur auf die Umwandlungstemperaturen berücksichtigt. Das aus diesen Erkenntnissen entwickelte Computer-Messsystem kann zur Analysenkontrolle von Gusseisen mit Lamellen- oder Kugelgraphit ebenso wie für weissen oder schwarzen Temperguss eingesetzt werden.

Für Temperguss wird eine Technik zur thermoanalytischen Beurteilung der Erstarrungsmorphologie und der für die Qualitätskontrolle eminent wichtigen Neigung der Schmelze zu grauer Erstarrung entwickelt und zu einem Computer-gestützten Mess- und Kontrollsystem ausgebaut.

Für Gusseisen mit Lamellengraphit werden über einen sehr breiten Zusammensetzungsbereich die Zusammenhänge zwischen Kohlenstoffäquivalent und Liquidustemperatur erarbeitet und aufgezeigt, dass der Keimzustand von GGL-Schmelzen mit Hilfe der Unterkühlung der eutektischen Kristallisation beurteilt werden kann.

Die Neigung zur Weisserstarrung kann auch von Gusseisen mit Kugelgraphit aus der Solidus-Unterkühlung ermittelt werden. Die Ergebnisse zeigen zudem, dass auch die für das Lunkerverhalten von Gusseisen mit Kugelgraphit bedeutsame Sphärolithenzahl, sowie der Perlitgehalt und selbst der Magnesiumgehalt mit Hilfe der thermischen Analyse abgeschätzt werden können. Das den Ergebnissen entsprechend entwickelte Computer-Messsystem erlaubt deshalb eine weitgehende metallurgische Beurteilung von GGG-Schmelzen.

ABSTRACT

In the present work the possibilities of thermal analysis to characterize the metallurgical quality of aluminium and iron melts at industrial conditions are worked out in detail. With the results of the research, computer-aided measuring systems are developed. These systems allow even unskilled staff - with crucibles available on the market - to judge aluminium and iron melts and to correct their metallurgy if necessary.

The results show that it is even possible to determine the eutectic modification with Strontium of aluminium-silicon casting-alloys using the depression of eutectic temperature of the thermal analysis. This is possible, although a complete eutectic modification of the crucibles themselves with Sr is not possible because of their slow solidification rate. Using a new definition, the value KF16, which is a crystallisation velocity of the alpha-aluminium-grain, grain size and therefore the effect of grain refining additions can also be determined. The computer-aided measuring system, which has been developed with the results, allows very easily a metallurgical characterisation of AlSi casting alloys.

In the field of iron alloys a new method of determination of silicon and carbon content is developed. This method includes the effect of the alloying or trace elements P, S, Mn, Mg and the elements which partly are added to the crucibles as Tellurium and Sulfur to ensure a white solidification. With this knowledge a computer-system has been developed to determine the carbon and silicon content of gray and ductile iron as well as black or white heart malleable iron.

For malleable iron a new technique is developed to judge the morphology of solidification using thermal analysis and to control the tendency of the melt to a gray solidification which is a very important part of the quality control of malleable iron. Again, the results have been used to develop a computer-aided measuring and control system for malleable iron production by thermal analysis.

Over a wide range of composition the dependance between carbon equivalent and liquidus temperature of grey iron is worked out. The results show, that the nucleation conditions of grey iron melts can be quantified with the aid of the undercooling of the eutectic solidification.

The chill tendency of ductile iron can also be predicted by measuring the undercooling of the eutectic solidification. But the results show also, that furthermore the nodule count of ductile iron (which is very important for shrinkage tendency), pearlite content and even magnesium content of ductile iron melts can be determined with thermal analysis. With these results, a computered measuring system is developed, which enables the foundry staff to judge the metallurgical condition of ductile iron in a very complete way.