

Mgr inż. Arkadiusz Gontarczyk
Promotor: dr hab. inż. Jarosław Piątkowski

Kształtowanie struktury i właściwości mechanicznych odlewów ciśnieniowych ze stopów Al-Si-Mg-Mn(Cu)

Streszczenie

Praca dotyczy opracowania nowej grupy siluminów o podwyższonej zawartości Mg, Mn i Cu, na odlewy ciśnieniowe przeznaczone na elementy strukturalne pojazdów dla motoryzacji. Z badań ATD wynika, że w stopach Al-Si-Mg, po krystalizacji dendrytów roztworu $\alpha(\text{Al})$, powstają eutektyki $\alpha(\text{Al})+\beta(\text{Si})$ i $\alpha+\text{Mg}_2\text{Si}+\beta$ oraz niekorzystna faza $\beta\text{-Al}_5\text{FeSi}$ w postaci długich i ostro zakończonych igieł, przypominających „chińskie pismo”. Taka morfologia powoduje mikropełnięcia i lokalną koncentrację naprężeń. W stopach o zawartości 0,7%Mn krystalizuje pierwotna faza $\text{Al}_{15}(\text{FeMn})_3\text{Si}_2$ i faza $\beta\text{-Al}_9\text{Fe}_2\text{Si}$ także w kształcie igieł, chociaż o mniejszych rozmiarach. Faza $\text{Al}_{15}(\text{FeMn})_3\text{Si}_2$, jako dobry „korektor morfologiczny żelaza”, krystalizuje w postaci brył równomiernie rozmieszczonych w osnowie roztworu stałego $\alpha(\text{Al})$, co pozytywnie wpływa na właściwości mechaniczne bez pogorszenia plastyczności. W stopach z dodatkiem Cu krystalizują fazy $\text{Q-Al}_5\text{Cu}_2\text{Mg}_8\text{Si}_6$ i AlCu_3Mn_2 , które nie powodują pogorszenia odporności na korozję, co wykazały testy antykorozyjne w komorze solnej. Zidentyfikowane fazy międzymetaliczne powodują umocnienie roztworu Al i polepszenie właściwości mechanicznych, zwłaszcza twardości (o ok. 16%), wytrzymałości na rozciąganie (24-27%) i umownej granicy plastyczności (56-58%). Właściwości te jeszcze bardziej rosną na skutek przesycań i sztucznego starzenia w temperaturze 170°C przez ok. 9-12 h. Wyniki potwierdzono badaniami statystycznymi stosując regresję logistyczną i testy typu ANOVA.

Shaping the structure and mechanical properties of high pressure die castings Al-Si-Mg-Mn(Cu) cast alloys

Summary

The thesis concerns the development of a new group of silumin with an increased content of Mg, Mn and Cu, dedicated to high pressure die castings designed for structural elements of car body applied in the automotive industry.

The ATD tests show that in Al-Si-Mg alloys, after crystallization of dendrites $\alpha(\text{Al})$ solution, eutectics $\alpha(\text{Al})+\beta(\text{Si})$, $\alpha+\text{Mg}_2\text{Si}+\beta$ and the unfavourable $\beta\text{-Al}_5\text{FeSi}$ phase occur in the form of long and sharp finished needles resembling "Chinese writing". This morphology causes microcracks and local concentration of stresses. In the alloys with a 0.7% content of Mn, the initial $\text{Al}_{15}(\text{FeMn})_3\text{Si}_2$ phase crystallizes, as well as the $\beta\text{-Al}_9\text{Fe}_2\text{Si}$ phase. In that cases, it is also in the shape of needles however, smaller in size. Phase $\text{Al}_{15}(\text{FeMn})_3\text{Si}_2$, as a good "iron morphological corrector", crystallizes in the form of solids, evenly distributed in the matrix of the $\alpha(\text{Al})$ solid solution, which positively affects the mechanical properties without deterioration of the plasticity.

In the alloys with the addition of Cu, the $\text{Q-Al}_5\text{Cu}_2\text{Mg}_8\text{Si}_6$ and AlCu_3Mn_2 phases crystallize, not causing deterioration of the corrosion resistance, as demonstrated by anticorrosion tests in the salt spray chamber. The identified intermetallic phases strengthen the Al solution and improve mechanical the properties, especially hardness (by approx. 16%), tensile strength (24-27%), and conventional yield point (56-58%). These properties improve even more as a result of supersaturation and artificial aging at 170°C, kept for approx. 9-12 h. The results were confirmed by statistical surveys with the usage of the logistic regression and ANOVA type tests.