

Wpływ mikrodotatków na zmiany strukturalne stopów aluminium-magnez serii 5xxx o podwyższonej zawartości magnezu przeznaczonych do przeróbki plastycznej

mgr inż. Kamila Limanówka

Streszczenie

Zwiększające się zainteresowanie stopami Al-Mg z wysoką zawartością Mg motywowane jest chęcią zmniejszania ciężaru materiałów przy jednoczesnej poprawie wytrzymałości poprzez umacnianie roztworu stałego aluminium magnezem oraz dodatkowo procesami przeróbki plastycznej. Stopy Al-Mg posiadają trwałe umocnienie roztworowe, które wzrasta wraz ze wzrostem zawartości Mg jednocześnie obniżając ciężar właściwy wyrobów. Dotychczasowe normy opisują stopy Al-Mg o zawartości Mg do ok. 5,6% wag. Stopy Al-Mg z podwyższoną zawartością magnezu poddane przeróbce plastycznej ulegają jednak procesom zdrowienia i rekrytalizacji, tracąc tym samym umocnienie odkształceniowe. Wprowadzenie mikrodotatków do stopów Al-Mg z ponadstandardową zawartością Mg umożliwia wytworzenie wyrobów, które po przeróbce plastycznej charakteryzują się wysokimi i stabilnymi właściwościami mechanicznymi.

W ramach doktoratu wdrożeniowego opracowano i wytworzono stopy Al-7%wag. Mg (AlMg7) zawierające mikrodotatki stopowe, które po przeróbce plastycznej na zimno charakteryzują się stabilnymi właściwościami mechanicznymi. Prace badawcze prowadzono w dwóch etapach. W pierwszym etapie badano wpływ mikrodotatków na mikrostrukturę i twardość stopu Al-7% wag. Mg w celu doboru optymalnego składu chemicznego zapewniającego pożądane właściwości mechaniczne po przeróbce plastycznej. Wytworzono 8 stopów Al-7% wag. Mg różniących się zastosowanymi mikrodotatkami, które następnie poddano procesom homogenizacji oraz statycznej próbie ściskania w temperaturze otoczenia. W celu aktywacji ewentualnych procesów zdrowienia i rekrytalizacji stopy poddano wyżarzaniu w 140 °C w czasie 16, 48, 150, 465 i 1440 min. Scharakteryzowano mikrostrukturę i właściwości mechaniczne próbek po odlaniu, homogenizacji, ściskaniu oraz wyżarzaniu. Uzyskane wyniki pozwoliły na wytypowanie trzech optymalnych składów chemicznych stopów Al-7% wag. Mg zawierających różne kombinacje mikrodotatków, zapewniających stabilne właściwości mechaniczne. Wybrane stopy oraz stop bazowy odlano w skali półtechnicznej, zhomogenizowano, wyciśnięto oraz kuto w celu wytworzenia gotowego wyrobu. Scharakteryzowano mikrostrukturę i twardość badanych stopów po każdym procesie. Wytworzono odkuwki, które charakteryzowały się jednorodną

strukturą i stabilnymi właściwościami mechanicznymi. Znaczącym rezultatem pracy jest opracowanie i wytworzenie stopu Al-Mg z ponadstandardową zawartością Mg oraz mikrodotatkami, który po przeróbce plastycznej na zimno charakteryzuje się stabilnymi właściwościami mechanicznymi, a także określenie wpływu zastosowanych mikrodotatków stopowych na modyfikację struktury stopu AlMg7, powodującą, że materiał o wysokich właściwościach mechanicznych po przeróbce plastycznej na zimno nie ulegał długotrwałym procesom zdrowienia. Wyniki badań stanowią istotny wkład naukowy opisujący możliwości zahamowania spadku właściwości mechanicznych stopów Al-Mg z ponadstandardową zawartością Mg.

Abstract

The growing interest in Al-Mg alloys with high Mg content is motivated by the desire to reduce the weight of materials while improving strength by strengthening the solid solution of aluminum with magnesium and additionally by plastic processing. Al-Mg alloys have permanent solution hardening, which increases with increasing Mg content, simultaneously reducing the specific weight of the products. The existing standards describe Al-Mg alloys with Mg content of up to approx. 5.6% by weight. However, Al-Mg alloys with increased magnesium content undergo plastic processing and recrystallization processes, thus losing their work hardening. The introduction of micro-alloying to Al-Mg alloys with above-standard Mg content enables the production of products that are characterized by high and stable mechanical properties after plastic processing.

As part of the implementation doctorate, Al-7% wt. Mg (AlMg7) alloys containing micro-alloying elements were developed and manufactured, which after cold plastic working are characterized by stable mechanical properties. The research work was carried out in two stages. In the first stage, the influence of micro-alloying elements on the microstructure and hardness of the Al-7 wt.% Mg alloy was studied in order to select the optimal chemical composition ensuring the desired mechanical properties after plastic processing. 8 Al-7% wt. Mg alloys were manufactured, differing in the micro-alloying elements used, which were then subjected to homogenization processes and a static compression test at room temperature. In order to activate possible healing and recrystallization processes, the alloys were annealed at 140 °C

for 16, 48, 150, 465 and 1440 min. The microstructure and mechanical properties of the samples after casting, homogenization, compression and annealing were characterized. The obtained results allowed for the selection of three optimal chemical compositions of Al-7% wt. alloys. Mg containing different combinations of micro-alloying elements, providing stable mechanical properties. Selected alloys and the base alloy were cast on a semi-technical scale, homogenized, extruded and forged to produce a final product. The microstructure and hardness of the tested alloys were characterized after each process. Forgings were produced that were characterized by a homogeneous structure and stable mechanical properties. A significant result of the work is the development and production of an Al-Mg alloy with an above-standard Mg content and micro-alloying elements, which after cold plastic processing is characterized by stable mechanical properties, as well as determining the effect of the applied alloy micro-alloying elements on the modification of the AlMg7 alloy structure, causing the material with high mechanical properties after cold plastic processing not to undergo long-term recovery processes. The research results constitute a significant scientific contribution describing the possibilities of inhibiting the decrease in mechanical properties of Al-Mg alloys with an above-standard Mg content.

[Recenzja dr hab. inż. Aldony Garbacz-Klempki](#)

[Recenzja prof. dr. hab. inż. Jarosława Mizery](#)

[Recenzja dr hab. inż. Grażyny Mrówki-Nowotnik](#)