Mg-LiYCa

Reduktion der Oxidationsneigung von ultraleichten Magnesium-Lithiumlegierungen durch die Zugabe von Calcium und Yttrium

Programm / Ausschreibung	TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2016	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2017	**Projektende**	31.12.2018
Zeitraum	2017 - 2018	**Projektlaufzeit**	16 Monate
Keywords	Magnesium-Legierungen, Lithium, Leichtbau, High-Performance-Materials		

Projektbeschreibung

Wiewohl speziell in Mobilitätsanwendungen ein immer dringenderer Bedarf nach verbesserten Leichtbautechnologien und damit leistungsfähigeren Werkstoffen gegeben ist, führen bisherige Magnesiumlegierungen auf Grund ihrer geringen Kaltumformbarkeit, niedrigen Duktilität und hohen Reaktivität mit umgebenden Medien, ein Nischendasein. Dies gilt vor allem auf dem Feld der technisch besonders relevanten Umformlegierungen, bedingt durch zwei sehr eigenschaftsdominierende, intrinsische Unzulänglichkeiten des Elements: Zum einen, die bedingte Eignung für Umformprozesse, gegeben durch die hexagonale Gitterstruktur, welche auf Raumtemperatur nur wenige aktive Gleiteben zur Verfügung stellt, sowie zum anderen, die sehr hohe Korrosions bzw. Oxidationsneigung. Daraus definiert sich bereits im Vorfeld ein sehr enges Prozessfenster woraus ein sehr enges Rentabilitätsfenster für mögliche Knetlegierungen resultiert.

Die Zugabe von Lithium kann das Umformverhalten von Magnesiumlegierungen um beinahe eine Größenordnung verbessern und wurde bereits erfolgreich in den 1960ern durch die NASA im Apollo-Programm umgesetzt. Eine breite Anwendung scheiterte aber an dem ungelösten Korrosionsproblem, sowie den instabilen und damit gefährlichen Produktionsbedingungen. Darüber hinaus, wird durch die Zugabe von Lithium ohne weitere metallurgische Maßnahmen die absolute Festigkeit stark herabgesetzt.

Der Antragsteller hat jüngst erfolgreich eine Reihe von durch Kalzium und Yttrium dotierten Mg-Legierungen etabliert, welche stark reduzierte Korrosionsneigung zeigen und dadurch den offiziellen Brandtest der amerikanischen Luftfahrbehörde (FAA) bestehen konnten. Das dabei angewendete Konzept zur Bildung einer intrinsisch, passivierenden Oxid-Schutzschicht lässt sich nach aktuellem Wissenstand auch auf lithiumhaltige Magnesiumlegierungen übertragen. In Mg-LiYCa werden vier Kerntechnologien vereint:

- Die Anwendung von Lithium als Legierungselement zur Steigerung der Umformbarkeit bei gleichzeitiger Gewichtsreduktion
- Das Dotieren von Kalzium und Yttrium zur Unterdrückung der Oxidations- und Korrosionsneigung von Magnesium und Lithium
- Die Anwendung von State of the Art - Legierungsentwicklung zur Steigerung der mechanischen Eigenschaften unter

Verwendung kommerziell valider Elemente
- Etablierung industriell relevanter Prozessrouten.

Ziel der vorliegenden Sondierung ist es, korrosionsstabilisierte MgLi-Legierungen mit einem für Umformverfahren ökonomisch attraktiven Prozessfenster experimentell darzustellen und ihre Umsetzbarkeit auf einem TRL von 4-5 zu plausibilisieren. Parallel dazu werden Szenarien erarbeitet und bewertet, welche die direkte Verwertung der Ergebnisse in einem Folgeprojekt in Kooperation mit industriellen Partnern erlauben und so eine österreichische Vorreiterrolle auf dem Gebiet der Ultraleichtlegierungen manifestieren.

Abstract

Regardless of the ever increasing demand for light weight design and suited lightweight materials, Magnesium and its alloys has only scarcely been introduced into mobility technologies today. This holds especially true in the field of wrought alloys, due to two dominant, intrinsic shortcomings of the material:

- Low formability caused by the materials hexagonal crystal structure and subsequently a narrow window of processing profitability
- High corrosion and burning tendency

Adding Lithium to Mg at an amount exceeding 8 wt.-% can improve the forming behaviour of Mg alloys by almost an order of magnitude. This concept was already applied by NASA in the 1960s in their Apollo space program. A broader implementation of these attractive materials was inhibited by the remaining, unsolved corrosion issues and accompanying high production hazards. Beyond, the reduction of mechanical strength induced by Lithium could not be overcome at that time.

The applicant has recently developed a series of Mg-alloys enhanced by Calcium and Yttrium, which were proven to be stabilized in corrosion behaviour and have successfully passed the FAA oil burner (flammability) test. The concept used – establishing an intrinsic, self-healing oxide layer – can also be expanded to Li-containing Mg-alloys.

Mg-LiYCa is set up to unite four core technologies:

- Alloying of Lithium to enhance formability and further decrease specific weight
- Alloying of Calcium and Yttrium for suppression of oxidation and corrosion behaviour in both Magnesium and Lithium
- Application of State of Art-alloying concepts to improve mechanical performance using economically favourable alloying elements
- Figuring out industrially relevant process routes

The goal of this feasibility study is demonstrate the plausibility of corrosion-stabilised MgLi-alloys featuring a commercially attractive processing window for forming processing at a TRL of 4-5.

Scenarios are to be developed simultaneously, that allow for an immediate uptake of Mg-LiYCa’s results in a subsequent collaborative project and ultimately establish Austria’s role as a technology leader in the field of ultra-lightweight metal alloys.

Projektpartner

- LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH