

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИЧЕСКИЙ
Кафедра физики твердого тела

СТОЛЯР Иулиана Алексеевна

**ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ
СОСТОЯНИЕ И МИКРОТВЕРДОСТЬ АЛЮМИНИЕВЫХ
СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al-Mg ПОСЛЕ ТЕРМООБРАБОТКИ**

Магистерская диссертация
специальность 1-31 80 05 Физика

Научный руководитель
Шепелевич
Василий Григорьевич
доктор физ.-мат. наук,
профессор

Допущена к защите
«___» _____ 20__ г.
Зав. кафедрой
Углов Владимир Васильевич
доктор физ.-мат. наук, профессор

Минск, 2021

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Магистерская диссертация, 53 страницы, 23 рисунка, 9 таблиц, 70 источников.

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ, СПЛАВЫ Al-Mg, МИКРОСТРУКТУРА, ФАЗОВЫЙ СОСТАВ, МИКРОТВЕРДОСТЬ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Объектом исследования являются быстрозатвердевшие фольги экспериментального сплава Al-Mg-Zr и промышленных сплавов Al-Mg-Cu-Mn-Fe (1191) и Al-Mg-Li-Sc-Zr (1421).

Цель работы – анализ влияния легирования на структурно-фазовое состояние и микротвердость сплавов системы Al-Mg после термообработки.

Использованы методы растровой электронной микроскопии, рентгеноспектрального микроанализа, дифракции обратнорассеянных электронов, рентгеноструктурного анализа, а также метод измерения микротвердости. Количественный анализ зеренной структуры выполнен методом секущих в математическом пакете OriginPro.

Установлено, что свежезакаленные фольги сплава Al-Mg-Zr состоят из пересыщенного твердого раствора на основе алюминия. В интервале температур отжига 250-300°C в структуре фольг присутствуют включения частиц фазы Al₃Mg₂ по границам дендритных ячеек и частицы фазы Al₃Zr вытянутой морфологии. Для фольг сплава Al-Mg-Li-Sc-Zr обнаружено формирование мелкозернистой структуры с преобладанием большеугловых границ зерен. Средний размер хорд сечений зерен на поверхности фольг составляет 7,85 мкм. Для образцов характерно наличие текстуры (111). В Al-Mg-сплавах определено формирование поверхностного оксидно-гидроксидного слоя, доля гидроксидов в котором возрастает при дополнительном легировании литием и скандием. При высокотемпературном отжиге в интервале температур отжига 300-350°C определено частичное исчезновение гидроксидных форм.

Максимальный упрочняющий эффект при термообработке достигнут в сложнелегированном сплаве Al-Mg-Li-Zr-Sc: при температурах 340-400°C относительное изменение микротвердости фольг составляет 18,3–20,1%.

Степень внедрения – результаты опубликованы в 2 статьях и 2 тезисах докладов в материалах международных конференций.

Результаты исследований могут быть использованы для производства новых материалов с уникальными свойствами, включающими высокую прочность, коррозионную стойкость и пластичность. Разработка быстрозатвердевших сплавов системы Al-Mg и оптимизация режимов их термической обработки имеют практический интерес для машиностроения, авиационной промышленности и предприятий порошковой металлургии РФ.

GENERAL DESCRIPTION OF WORK

Master's thesis contains 53 pages, 23 figures, 9 tables, 70 references.

HIGH-RAPID CRYSTALLIZATION, Al-Mg ALLOYS, MICROSTRUCTURE, PHASE COMPOSITION, MICROHARDNESS, THERMAL TREATMENT

The object of the research is rapidly solidified foils of experimental alloy Al-Mg-Zr, industrial Al-Mg-Cu-Mn-Fe alloy (1191) and Al-Mg-Li-Sc-Zr alloy (1421).

The aim of the work is to analyze the influence of doping on the structure and phase composition, and microhardness of alloys of Al-Mg system after heat treatment.

Methods of scanning electron microscopy, energy-dispersive X-ray spectroscopy, electron backscatter diffraction, X-ray diffraction analysis, and method of microhardness measurement has been used. Quantitative analysis of the grain structure was performed by the secant method in the OriginPro mathematical package.

Al-Mg-Zr alloy foils are found to consist of a supersaturated solid aluminum-based solution. The Al_3Mg_2 and Al_3Zr phases are present in the foil structure in the range of annealing temperatures of 250-300°C.

For foils of Al-Mg-Li-Sc-Zr alloy, formation of fine grain structure with predominance of large angle grain boundaries is found. The average size of the grain chords on the foil surface is 7.85 μm . The samples have texture (111).

In Al-Mg-alloys, the formation of a surface oxide-hydroxide layer is determined, in which the proportion of hydroxides is increased with doping with lithium and scandium. At a high temperature annealing within a range of temperatures of 300-350°C, partial disappearance of hydroxides is found.

The maximum hardening effect in heat treatment is achieved in the complex Al-Mg-Li-Sc-Zr alloy: the relative change in the microhardness of the foils is 18.3-20.1% at temperatures of 340-400°C.

The degree of implementation - the results are published in 2 articles and 2 abstract of the report in the proceedings of international conferences.

The research results can be used to produce new materials with unique properties, including high strength, corrosion resistance and ductility. The development of rapidly solidified Al-Mg system alloys and the optimization of their heat treatment modes are of practical interest for mechanical engineering, the aviation industry, and powder metallurgy enterprises of the Republic of Belarus.

