

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

УДК 539.21

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

**ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ЗАЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА ЛЕГИРОВАННОГО
АТОМАМИ НИОБИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ
КОМПРЕССИОННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ**

Студента VI курса

Дёмочкина В. Д.

Научный руководитель

доцент, канд. физ.-мат. наук,

Черенда Н. Н.

Рецензент

профессор, докт. физ.-мат. наук,

Чернявская Э.А.

«ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ»

Зав. кафедрой физики твердого тела

Профессор _____ В.В. Углов

«__» _____ 2017 г.

Минск, 2017 г.

Реферат

Дипломная работа 42 с., 25 рис., 16 источников.

ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИЙ СИЛУМИН, КОМПРЕССИОННЫЙ ПЛАЗМЕННЫЙ ПОТОК, СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ, НИОБИЙ, ЛЕГИРОВАНИЕ.

Объект исследования - заэвтектический силумин (система Al-Si). Содержание кремния около 36 %.

Цель работы – исследовать структуру и трибологические свойства поверхностного слоя заэвтектического силумина, легированного атомами ниобия под действием компрессионных плазменных потоков.

Методы исследования: рентгеноструктурный анализ; растровая электронная микроскопия; измерение микротвердости; измерение коэффициента трения.

Установлено, что воздействие компрессионного плазменного потока на систему Nb/силумин приводит к легированию поверхностного слоя силумина атомами ниобия. В легированном слое формируются интерметаллиды Al_3Nb и AlNb_2 . Изменение плотности поглощенной энергии приводит к немонотонной зависимости объемной доли интерметаллидов в анализируемом слое. После обработки силумина КПП на дифрактограмме наблюдается уширение дифракционных линий кремния. Увеличение плотности поглощенной энергии и количества импульсов приводит к увеличению однородности распределения ниобия в легированном слое, что связывается с уменьшением размеров первичных кристаллов кремния, выделяющихся при кристаллизации. При отжиге (500°C) образцов, обработанных КПП, происходит уширение близко стоящих дифракционных линий кремния и интерметаллида $(\text{Al},\text{Si})_3\text{Nb}$, что может быть обусловлено выделением дисперсных преципитатов Si и $(\text{Al},\text{Si})_3\text{Nb}$ из пересыщенного твердого раствора, сформированного в результате воздействия КПП. Изменение микротвердости поверхностного слоя происходит в пределах погрешности измерения. Легирование заэвтектического силумина атомами ниобия приводит к увеличению коэффициента трения поверхностного слоя.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки энергосберегающей технологии улучшения эксплуатационных характеристик поверхности сплавов на основе алюминия.

Рэферат

Дыпломная праца 42 с., 25 мал., 16 крыніц.

ЗАЭЎТАКТЫЧНЫ СІЛУМІН, КОМПРЕССІОННЫ ПЛАЗМЕННЫ ПАТОК,
СТРУКТУРНА-ФАЗАВЫ СТАН, НІЁБІЙ, ЛЕГАВАННЕ.

Аб'ект даследавання - узор заэвтектического сілуміну (сістэма Al-Si).
Ўтрыманне крэмна каля 36%.

Мэта працы - даследаваць структуру і мікрацвёрдасць паверхневага слоя заэвтектычнага сілуміну, легаванага атамамі ніёбія пад дзеяннем кампрэсійных плазменных патокаў.

Метады даследавання: рэнтгенаструктурны аналіз; растравая электронная мікраскапія; вымярэнне мікрацвёрдасці; вымярэнне каэфіцыента трэння.

Устаноўлена, што ўздзеянне кампрэсійнага плазменнага патоку на сістэму Nb/сілумін прыводзіць да легавання павярхоўнага пласта сілуміну атамамі ніёбія. У легаваным пласце фармуюцца інтэрметаліды Al_3Nb і AlNb_2 . Змена шчыльнасці паглынутай энергіі прыводзіць да неманатоннай залежнасці аб'ёмнай долі інтэрметаллідаў ў аналізаваным пласце, што звязваецца з памяншэннем памераў першасных крышталяў крэмнію, якія вылучаюцца пры крышталізацыі. Пасля апрацоўкі сілуміну КПП на дыфрактыграме назіраецца пашырэнне дыфракцыйных ліній крэмнію. Пры адпале (500°C) ўзору, апрацаваных КПП, адбываецца пашырэнне блізка стаялых дыфракцыйных ліній крэмнія і інтэрметалліда $(\text{Al}, \text{Si})_3\text{Nb}$, што можа быць абумоўлена вылучэннем дысперсных прэцыпітатаў Si і $(\text{Al}, \text{Si})_3\text{Nb}$ з перасычанага цвёрдага раствора, сфармаванага ў выніку ўздзеяння КПП. Павелічэнне шчыльнасці паглынутай энергіі і колькасці імпульсаў прыводзіць да павелічэння аднастайнасці размеркавання ніёбія ў легаваным пласце. Змена мікрацвёрдасці павярхоўнага пласта адбываецца ў межах хібнасці вымярэння. Легіраванне заэвтектычнага сілуміну атамамі ніёбія прыводзіць да павелічэння каэфіцыента трэння павярхоўнага пласта.

Атрыманыя вынікі могуць быць выкарыстаны для распрацоўкі энергазберагальнай тэхналогіі паляпшэння эксплуатацыйных характарыстык паверхні сплаваў на аснове алюмінія.

Abstract

Diploma thesis 42 p., 25 fig., 16 sources.

HYPEREUTECTIC SILUMIN, COMPRESSION PLASMA FLOW, STRUCTURAL-PHASE STATE, NIOBIUM, ALLOYING.

The object of study is a sample of hypereutectic silumin (the system Al-Si). The silicon content is about 36%.

The goal of the thesis is to study the structure and microhardness of the surface layer of hypereutectic silumin doped niobium atoms under the influence of compression plasma flows.

Methods: X-ray analysis; scanning electron microscopy; measurement of microhardness; measurement of coefficient of friction.

It is found that the effect of compression of the plasma flow on the system Nb / silumin leads to doping of the surface layer silumin by niobium atoms. There are formed intermetallides Al_3Nb and AlNb_2 . Changing the absorbed energy density leads to a nonmonotonic dependence of the volume fraction of intermetallic compounds in the analyzed layer. After processing silumin checkpoint on the diffraction pattern observed broadening of the diffraction lines of silicon. Increasing the absorbed energy density and number of pulses increases the uniformity of distribution of the niobium in the doped layer, which is associated with a decrease in the size of the primary silicon crystals released during crystallization. Upon annealing (500°C), the samples treated with CPF, there is a broadening close facing the diffraction lines of silicon and intermetallic compound $(\text{Al}, \text{Si})_3\text{Nb}$, that may be due to the release of the dispersed precipitates Si and $(\text{Al}, \text{Si})_3\text{Nb}$ from a supersaturated solid solution, formed as a result of exposure CPF.

Increasing the absorbed energy density and number of pulses increases the uniformity of distribution of the niobium in the doped layer. Changing the microhardness of the surface layer occurs within the measurement error. Alloying hypereutectic silumin niobium atoms leads to an increase of the friction coefficient of the surface layer.

The results can be used to develop energy-saving technology to improve the performance of the surface of the aluminum-based alloys.