

НАНОЭФФЕКТЫ И МАГНИТОПЛАСТИЧНОСТЬ ЗАКАЛЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ ПОСЛЕ ИСКУССТВЕННОГО СТАРЕНИЯ В МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Покоев А.В.



Самарский национальный исследовательский университет
имени С.П. Королева, Самара, Россия

Introduction

В последние годы наблюдается интерес к изучению влияния слабых магнитных полей на характеристики и свойства различных материалов. Под слабыми магнитными полями понимают поля с магнитной энергией порядка $E_m \approx \mu_B \cdot B \ll kT$ (μ_B – магнетон Бора, B – индукция магнитного поля ~ 1 Тл, k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура). Слабые магнитные поля могут влиять на микро- и макроскопические свойства различных диамагнитных материалов, и это получило название магнитоэластического эффекта (МПЭ) [1]. В ряде случаев МПЭ в металлических сплавах сопровождается образованием структур - блоков когерентного рассеяния – с размерами менее 100 нм, можно определить как наноманито-пластический эффект (НМПЭ). В данной работе приведен краткий обзор по МПЭ и НМПЭ в медных, алюминиевых, магниевых и титановых сплавах, полученных нами в последние годы [2].

The aim of this work

В данной работе приведен краткий обзор по МПЭ и НМПЭ в медных, алюминиевых, магниевых и титановых сплавах, полученных нами в последние годы [2]

Specimens, methods of investigation

Рентгеновский анализ фазового состава, измерение параметров решетки остаточной матрицы, рентгеновской плотности дислокаций, микроискажений и блоков когерентного рассеяния проводили на дифрактометре ДРОН-2 в $\text{CoK}\alpha$ -излучении.

RESULTS

Alloy basis (main additives)	Quenching: T °C; t, ч; quenching environment	Ageing regime: T °C; t, h; type of magnetic field, kOe (kA/m)	Sign of MPE, till $\sim Q$	Nanoeffect
Al-based alloy (Zn, Mg, Cu)	470 °C; 1 h; water	140 °C; 2÷8 h; CMF, 7.0 (557.2)	Negative, -21 %	Yes
Al-based alloy (Si, Cu, Fe)	535 °C; 2 h; water	175 °C; 2 ÷ 8 h; CMF, 7.0 (557.2)	Positive, +25 %	Yes
Al-based alloy (Cu, Si, Mn, Mg)	450 °C; 0.5 h; water	190 °C; 2÷8 h; CMF, 7.0 (557.2)	Negative, -8 %	-
Al-based alloy (Cu, Mg, Mn)	500 °C; 0.33 h; water	190 °C; 2÷12 h CMF, 7.0 (557.2)	Negative, -18 %	No
Al-based alloy (Mg, Li, Zn)	500 °C; 1 h; water	120 °C; 2÷8 h; CMF, 7.0 (557.2)	Negative, -11 %	No
Beryllium bronze BrB-2 (Be, Ni)	800 °C; 0.33 h; вода	350 °; 0.17÷2 h; CMF, 7.0 (557.2)	Negative, -22 %	Yes
Beryllium bronze BrB-2 (Be, Ni)	800 °C; 0.33 h; water	350 °; 0.17÷2 h; PMF, 7.0 (557.2), 2 Hz	Positive, +22 %	Yes
Cu-based alloy (Be-1.6, 2.7, 3.0 wt%)	800 °C; 0.33 h; water	300 °C; 0.17÷2 h; CMF, 7.0 (557.2)	1.6: positive, +14 %; 2.7: negative, -6 %; 3.0: positive, +7 % and negative, -9 %	No Yes No
Cu-based alloy (Be-2 wt%, Ni-0.4 wt%)	800 °C; 0.33 h; water	350 °C; 0.17÷2 h; CMF, 7.0 (557.2)	Less 1 h - positive, +5 %, more 1 h - negative, -25 %	Yes
Cu-based alloy (Be-2 wt%, Ni-1.0 wt%)	800 °C; 0.33 h; water	350 °C; 0.1÷2 h; CMF, 7.0 (557.2)	Negative, -25 %	Yes
Ti-based alloy (Al, V)	850 → 750 °C (air storage 3.5 h) 915°C → 20°C water	500 °C; 0.5-4 h; CMF, 7.0 (557.2)	Positive, +34 %	No
Mg-based alloy (Sn, Zn)	400 °C (12 h) → 20 °C (cooling with furnace in ...)	175°C; 0.2-24 h; CMF, 7.0 (557.2)	Положительный, МПЭ до +35 %	No

SUMMARY

Анализ полученных результатов показывает: 1. Величина и знак МПЭ определяется концентрационным и фазовым составом сплава, температурой и временем старения, типом магнитного поля и временем его воздействия. 2. Структура состаренного сплава в значительной мере определяется типом распада закаленного твердого раствора, динамикой развития структурных дефектов и промежуточных фаз, которые реализуются при распаде и их эффективностью избирательной реакции на включение магнитного поля. 3. Временные зависимости параметров тонкой структуры всегда качественно коррелируют с временными зависимостями микротвердости. 4. Включение магнитного поля изменяет величину параметров тонкой структуры, причем структура сплавов при наложении ПМП и отрицательном знаке МПЭ становится более однородной и мелкодисперсной.

REFERENCES

[1] Головин Ю.И. Магнитоэластичность твердых тел // Физика твердого тела, 2004, Т. 46, № 5, с. 769–803. [2] A.V. Pokoev and J.V. Osinskaya. Defect and Diffusion, 2018, Vol. 383, pp 180-184.