

МИКРОСТРУКТУРА, ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ И СВОЙСТВА ЛИТЫХ И БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ СПЛАВОВ Ti_2NiCu С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

¹*Пушин А.В.*

Руководитель – профессор, д.т.н. ²Попов А.А.

¹Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург,

²ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого

Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург,

avpushin@rambler.ru

Комплексно исследованы сплавы с термоупругими мартенситными превращениями (ТМП) и эффектами памяти формы (ЭПФ) квазибинарного разреза $TiNi-TiCu$. Тонкие длинномерные ленты получены с использованием метода быстрой закалки расплава (БЗР) спиннингованием струи со скоростями охлаждения $v_{зак.} = 10^5-10^6$ °C/с. Химический состав новых перспективных БЗР сплавов на основе Ti_2NiCu варьировали в пределах ± 1 ат.% относительно разреза $TiNi-TiCu$ по двум или трем компонентам. Исследования структуры, химического и фазового состава сплавов выполнены методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, дифракции электронов, рентгеноструктурного анализа. Измерены механические свойства, удельное электросопротивление, ЭПФ сплавов. Сплавы изучены в литом состоянии, после БЗР и термической обработки по различным режимам.

Показано, что БЗР со скоростью охлаждения 10^6 °C/с приводит к аморфизации сплавов с содержанием меди более 22 ат.%, а нагрев до 450°C и выше обеспечивает их расстекловывание по полиморфному, первичному или эвтектическому механизмам без изменения или с изменением химического состава при образовании структуры В2-аустенита. В зависимости от отклонения состава сплавов от стехиометрического, приводящего при нанокристаллизации к распаду, закономерно изменяются их механические свойства и ЭПФ. Пределы прочности σ_B и текучести $\sigma_{0,2}$ варьируют в пределах 850-1400 МПа, 700-1200 МПа, относительное удлинение – в пределах 9-12% при высокой обратимой деформации 3-5%.

Зависимости электросопротивления от температуры $\rho(T)$ исследуемых сплавов систематизированы в виде диаграмм ТМП (рисунок 1). Отклонение квазибинарного сплава Ti_2NiCu по химическому составу по Cu и Ni в сторону увеличения концентрации Cu приводит к некоторому практически линейному снижению критических температур (на 2-5°). Иной характер имеют указанные зависимости при отклонении состава от стехиометрии по Ti и Ni (рис. 1а) и Ti и Cu (рис. 1б). Как при увеличении содержания Ti (до 51 ат.%) и уменьшении содержания Ni или Cu (до 24

ат.%), так и, напротив, при уменьшении Ti (до 49 ат.%) и увеличении Ni или Cu (до 26 ат.%) критические температуры начала и конца прямого и обратного ТМП заметно снижаются, как и их интервал от 55-68°C до 12-30°C, соответственно (для Ti и Ni); от 55-68°C до 20-35°C, соответственно (для Ti и Cu).

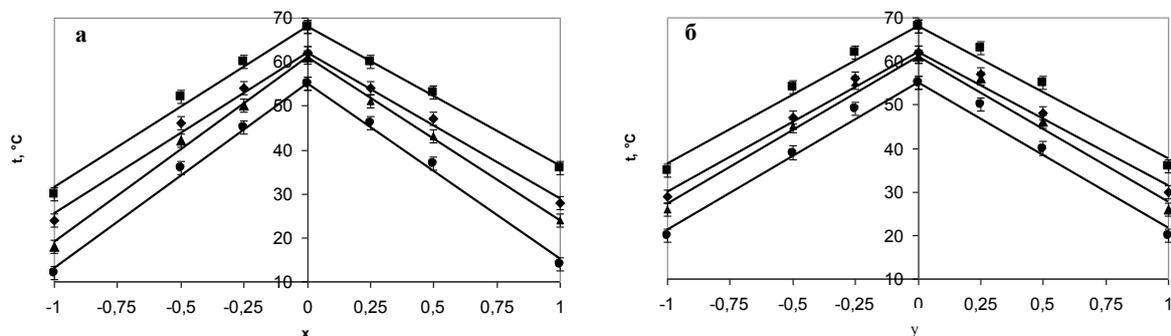


Рисунок 1 Зависимости критических температур ТМП от химического состава БЗР сплавов $Ti_{50-x}Ni_{25+x}Cu_{25}$ (а), $Ti_{50-y}Ni_{25}Cu_{25+y}$ (б) (■ – A_f , ◆ – M_s , ▲ – A_s , ● – M_f) (10^6 °C/с, 450°C, 10 минут)

Размерный эффект стабилизации объясняется измельчением зеренной структуры В2-аустенита, которое обусловлено барьерным влиянием дисперсных частиц избыточных фаз при расстекловывании. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 11-02-00021.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексашин В.А., Кондратьев В.В., Королев А.В., Пушин В.Г., Пушин А.В., Солонинин А.В., Танкеев А.П. Спектры ЯМР ^{63}Cu , магнитная восприимчивость и просвечивающая электронная микроскопия быстрозакаленных сплавов $Ti_{50}Ni_{25}Cu_{25}$ // ФММ. 2010. Т. 110. №6. С. 608-613.
2. Пушин А.В., Попов А.А., Пушин В.Г. Влияние отклонения химического состава от стехиометрического на структурные и фазовые превращения и свойства быстрозакаленных сплавов $Ti_{50+x}Ni_{25-x}Cu_{25}$ // ФММ. 2012. Т. 113. № 3. С. 299-311.
3. Пушин В.Г., Куранова Н.Н., Пушин А.В. и др. Формирование нанокристаллической структуры в аморфном сплаве $Ti_{50}Ni_{25}Cu_{25}$ при интенсивном механотермическом воздействии и размерный эффект термоупругого мартенситного превращения $B2 \leftrightarrow B19$ // ФММ. 2012. Т. 113. № 3. С. 286-298.