

**Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
(НТУУ «КПИ»)**

**Украинское материаловедческое общество (УМО)
Национальная академия наук Украины (НАНУ)
Институт проблем материаловедения
им. И.Н. Францевича НАНУ**

**V-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ САМСОНОВСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ТУГОПЛАВКИХ
СОЕДИНЕНИЙ И КОМПОЗИТОВ»**

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

**24 – 25 мая 2016 г.
Киев, Украина**

- ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ПОРОШКИ СИСТЕМЫ ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2** 19
Марек И.О., Рубан О.К., Редько В.П., Дудник О.В.
 Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины, 03142, Киев-142,
 ул. Кржижановского 3, отдел 25, E-mail: mega_marekirina@ukr.net
- СВОЙСТВА ПОРОШКОВ ЗТА, ПОЛУЧЕННЫХ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ** 20
М. Ю. Смирнова-Замкова, О. К. Рубан, В. П. Редько, О. В. Дудник
 Институт проблем материаловедения
 им. И. Н. Францевича НАН Украины, 03142, Киев-142,
 ул. Кржижановского, 3, отдел 25, E-mail: smirnovazamkova@ukr.net
- КОМПОЗИЦИОННАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ Al_2O_3 С УЧАСТИЕМ СИНТЕЗИРОВАННОГО ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКОВОГО ПРОДУКТА В СИСТЕМЕ SiC – Fe_2O_3** 21
Тимошенко Я.Г., Гадзыра Н.Ф.
 Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины,
 ул. Кржижановского, 3, Киев, 03680, Украина, E-mail: Tymoshenko_ya@ukr.net
- ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ РАСПЛАВА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЭВТЕКТИЧЕСКОГО СПЛАВА $Mo-17,5Si-8V$** 22
Упатов М.И., Григорчук Т.Н., Абдуллаева Е.Р., Лобода П.И., Богомол Ю.И.
 Национальный технический университет Украины «КПИ», проспект Победы 37, 03056 Киев,
 Украина, ubohomol@iff.kpi.ua
- СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ $Nb-Mo-Ta-W-Nf/V$, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МЕХАНИЧЕСКОГО ЛЕГИРОВАНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩИМ СПЕКАНИЕМ** 23
Чернявский В.В.⁽¹⁾, Юркова А.И.⁽¹⁾, Бурченья А.В.⁽²⁾, Горбань В.Ф.⁽³⁾
⁽¹⁾Национальный технический университет Украины «КПИ», Пр-т. Победы, 37, Киев, 03056, Украина, yurkova@list.ua; vadikv13@gmail.com
⁽²⁾ Институт сверхтвёрдых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, ул. Автозаводская, 2, Киев, Украина, 04074
⁽³⁾Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины, ул. Кржижановского, 3, Киев, Украина, 03680
- INVESTIGATION OF $Ti-Nb-B_2$ ALLOYS** 24
Mediukh N.R., Ivashchenko V.I., Shevchenko V.I.
 Institute for Problems of Material Science, NAS of Ukraine (Dep. 7), Krzhyzhanovsky str. 3, 0380 Kyiv-142, Ukraine, e-mail: nazar.medykh@gmail.com
- ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СПЛАВІВ СИСТЕМИ $Ni-Nd$** 25
Суботенко П.М., Шевченко М.О., Иванов М.І., Судацкова В.С.
 Інститут проблем матеріалознавства НАН України
 вул. Кржижановського, 3, г.Київ, 03680, Україна, E-mail: sud@materials.kiev.ua
- ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСПЛАВОВ СИСТЕМ $Sb-3d-M$** 26
Пастушенко К.Ю., Судацкова В.С., Иванов М.И., Шевченко М.А., Великанова Т.Я.
 Институт проблем материаловедения им. Францевича, ул. Кржижановского, 3, 03680, Киев, Украина; sud@materials.kiev.ua

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ Nb-Mo-Ta-W-Hf/V, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МЕХАНИЧЕСКОГО ЛЕГИРОВАНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩИМ СПЕКАНИЕМ

Чернявский В.В.⁽¹⁾, Юркова А.И.⁽¹⁾, Бурченя А.В.⁽²⁾, Горбань В.Ф.⁽³⁾

⁽¹⁾ Национальный технический университет Украины «КПИ», Пр-т. Победы, 37, Киев, 03056, Украина, yurkova@list.ua; vadikv13@gmail.com

⁽²⁾ Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, ул. Автозаводская, 2, Киев, Украина, 04074

⁽³⁾ Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины, ул. Кржижановского, 3, Киев, Украина, 03680

Высокоэнтروпийные сплавы (ВЭСы) относятся к классу металлических материалов, в состав которых входит от 5 и больше компонентов с содержанием каждого от 5 до 35 ат.%. ВЭСы обладают высокой энтропией смешения, что позволяет получить сплавы на основе твердых растворов с ОЦК и ГЦК кристаллическими структурами вместо интерметаллидов и других фаз, а также хорошей комбинацией свойств, таких как высокая прочность, термостабильность, сопротивление износу и коррозии, как при комнатной, так и при высокой температуре [1]. ВЭСы могут быть получены теми же методами, что и традиционные сплавы. Увеличение однородности твердых растворов в условиях обработки при комнатной температуре является основным преимуществом механического легирования (МЛ) над литьем, особенно многокомпонентных сплавов с большими различиями в температурах плавления исходных компонентов. Кроме того, метод МЛ позволяет получать сплавы в наноструктурном состоянии для улучшения их механических свойств. На сегодня основное внимание исследователи уделяют изучению ВЭСов на основе переходных металлов, таких как Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Ti и Cu. Систематические исследования ВЭСов синтезированных на основе тугоплавких элементов для высокотемпературного применения практически отсутствуют.

Цель работы: исследование возможности формирования тугоплавких NbMoTaWHf и NbMoTaWV ВЭСов методом механического легирования и последующего спекания под давлением.

МЛ проводили в планетарной мельнице с отношением шаров к порошку 10:1, в среде

бензина. Спекание порошковых сплавов после МЛ осуществляли на гидравлическом прессе для синтеза сверхтвердых материалов Д 0044, при давлении 5 ГПа и температуре 1000 °С в течение 30 мин. Формирование фазового состава, структуры и химический состав сплавов на разных этапах МЛ и после спекания проводили на рентгеновском дифрактометре Ultima-IV, Rigaku и сканирующем электронном микроскопе РЕММА-101А. Микромеханические испытания спеченных сплавов проводили методом непрерывного индентирования на приборе «Микрон-гамма» при нагрузке 1,5 Н.

За 10 часов МЛ в планетарной мельнице эквивалентных смесей порошков систем Nb-Mo-Ta-W-Hf/V, синтезированы однофазные ВЭСы, состоящие из твердых растворов замещения с ОЦК структурой. Периоды кристаллических решеток твердых растворов NbMoTaWHf и NbMoTaWV ВЭСов составили 0,3158 и 0,3161 нм, соответственно. Сплавы находятся в наноструктурном состоянии с размером кристаллитов около 10 нм. После спекания в них сохраняется исходный фазовый состав – ОЦК-твердый раствор. При этом структура NbMoTaWHf и NbMoTaWV сплавов остается нанокристаллической, однако размер кристаллитов увеличивается до 50 и 90 нм, соответственно, о чем свидетельствует уменьшение ширины дифракционных максимумов и увеличение их интенсивности.

Микромеханические испытания спеченных NbMoTaWHf и NbMoTaWV ВЭСов показали, что их микротвердость H_n составляет 13 и 14 ГПа, контактный модуль Юнга E_T = 150 и 160 ГПа, упругая деформация ε_{es} = 2,39 и 2,48 %, соответственно, а соответствующее ей значение напряжения σ_{es} = 3,68 и 3,99 ГПа.

[1] Yeh J.-W., Chen Y.-L., Lin S.-J., Chen S.-K. High-Entropy Alloys – A New Era of Exploitation // Materials Science Forum. - 2007. - 560. - P.1- 9.