

УДК 620.22:620.187.22:534.442.3

Структура та механічні властивості високоентропійних сплавів, отриманих механічним легуванням та спіканням під тиском

О. Є. Большаков, В. В. Чернявський

Національний технічний університет України «КПІ», Київ*

Робота присвячена дослідженню впливу спікання в умовах квазігідростатичного стиску на фазовий склад та структуру порошкових еквіатомних високоентропійних AlFeCuNiCr та AlFeCuNiTi сплавів, отриманих в процесі механічного легування (МЛ). Новим поколінням металевих сплавів є високоентропійні сплави (ВЕСи), які базуються на багатокомпонентних системах еквіатомного складу. Першовідкривачем високоентропійних сплавів в 1995 році став тайванський вчений Jien-Wei Yeh. Висока ентропія змішання елементів в сплаві забезпечує підвищену термічну стабільність фазового складу і структурного стану, а отже, властивостей сплаву – механічних, фізичних, хімічних. Таким чином, в високоентропійних сплавах, з одного боку, з'являється можливість утворення і збереження багатоелементного твердого розчину заміщення як безпосередньо після кристалізації високоентропійного сплаву, так і при подальшій термомеханічній обробці, а з іншого – у твердому стані сплав придбає унікальні поєднання фізико-механічних характеристик. ВЕСи зазвичай включають 5 – 10 елементів ($S_{\text{mix}} = 13 - 19$ Дж/моль · К), які в шихтовому складі знаходяться, як правило, в еквіатомному співвідношенні.

За допомогою сучасних методів матеріалознавства, зокрема, рентгеноструктурного аналізу, електронної мікроскопії та методу мікромеханічних випробувань досліджено фазовий склад, структуру та механічні властивості порошкових AlCuNiFeCr та AlCuNiFeTi ВЕСів, отриманих механічним легуванням в планетарному млині з наступним спіканням в умовах квазігідростатичного стиску при температурі 800 °С та тиску 5 ГПа.

Порошкові сплави після механічного легування складаються з однофазних пересичених твердих розчинів заміщення з ОЦК кристалічною структурою, які знаходяться в нанокристалічному стані. В рівноважних умовах більшість компонентів AlCuNiFeCr і AlCuNiFeTi ВЕСів мають обмежену взаємну розчинність у твердому стані. Збільшення розчинності компонентів у твердому стані викликано ефектом високої ентропії змішування і нерівноважним станом процесу механічного легування.

Консолідовані порошкові AlCuNiFeCr та AlCuNiFeTi сплави є трифазними і складаються з пересичених твердих розчинів переважно з ОЦК структурою та незначної кількості двох ГЦК твердих розчинів, які відрізняються періодами кристалічної решітки. Переважне формування

*Робота виконана під керівництвом проф. Юркової О.І.

простих твердих розчинів над інтерметалідними сполуками в багатокомпонентних еквіатомних сплавах головним чином забезпечується впливом високої ентропії змішання. Після спікання сплави залишаються в наноструктурному стані, що підтверджується сильним розмиттям максимумів всіх присутніх в них фаз.

Механічні характеристики AlCuNiFeCr та AlCuNiFeTi ВЕСів

Сплав	E, ГПа	H _n , ГПа	ε _{ес} , %	σ _{ес} , ГПа	HV, ГПа
AlCuNiFeCr	148±7	10,5±0,4	2,36	3,22	9,2±0,25
AlCuNiFeTi	127±9	11,8±0,35	3,04	3,62	11,2±0,3

Комплекс механічних властивостей отриманих ВЕСів визначали в умовах мікроіндентування при статичному та безперервному вдавлюванні при навантаженні на індентор $F = 1,5$ Н. Результати вимірювань усереднювали не менш, як за 10 відбитками при кожному навантаженні. Після спікання під тиском AlCuNiFeTi і AlCuNiFeCr сплави мають високі характеристики міцності (таблиця), які не властиві жодному вихідному елементу, завдяки ефектам твердорозчинного та наноструктурного зміцнення.

УДК 669.18 (075.8)

Аналітичний розрахунок витрати магнієвісних реагентів для десульфурзації чавуну

М. В. Каленчук

Національний технічний університет України „КПІ”, Київ

Збільшення попиту на сталі з вмістом сірки менше 0,005 % обумовлює потреби конвертерного виробництва в рідкому чавуні з низьким (0,006 %) і зверхнизьким (0,001 – 0,002 %) вмістом сірки. У зв'язку з цим виникає необхідність постійного підвищення якості шихтових матеріалів, що застосовуються в сталеплавильному виробництві і насамперед підвищення якості чавуну. Тому широкого застосування для підвищення якості переробного чавуну набуває позапічне рафінування, що забезпечує виплавку високоякісних сталей з низьким вмістом сірки. Існує велика кількість різноманітних технологій позапічної десульфурзації рідкого чавуну. Результати досліджень і досвід позапічної обробки чавуну свідчить, що найбільш ефективним реагентом для десульфурзації металу в промисловому виробництві є магній.

В сучасних економічних умовах важливою задачею є отримання якісного металу при зниженні енергетичних і матеріальних витрат на