

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ СМЕШИВАНИЯ НА СТРУКТУРУ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО СПЛАВА

Лю Юаньсюнь, Ковалевская Ж.Г.

НИ ТПУ

E-mail: yuansyun1@tpu.ru

Научный руководитель: Ковалевская Ж.Г., д.т.н., профессор

Аннотация: в настоящее время, широкое внимание в качестве новых материалов привлекают высокоэнтропийные сплавы, концепция которых была новаторски предложена Yeh Kyun-wei в 1990-х годах. Высокоэнтропийные сплавы (ВЭС) представляют собой новый класс активно изучаемых материалов.

В данной работе ставилась задача провести СПС спекание различных порошков FeCoCrNiAl, полученных путем регулирования времени работы планетарной шаровой мельницы, и было четко установлено, что порошки, полученные при шаровом измельчении в течение 60 мин с добавлением спирта в качестве ингибитора, претерпевают большую пластическую деформацию, и вероятность образования холодных сварных швов между порошками значительно снижается. Хорошая пластическая деформация может обеспечить хорошие условия для спекания СПС.

Abstract: High-entropy alloys, the concept of which was pioneered by Yeh Kyun-wei in the 1990s, are currently attracting widespread attention as new materials. High-entropy alloys (HEAs) represent a new class of actively studied materials.

In this work, the aim was to carry out SPS sintering of various FeCoCrNiAl powders obtained by adjusting the running time of a planetary ball mill, and it was clearly found that the powders obtained by ball milling for 60 min with the addition of alcohol as an inhibitor undergo a large plastic deformation and the probability of forming cold welds between the powders is greatly reduced. Good plastic deformation can provide good conditions for sintering of SPS.

Введение

Ключевой особенностью данных многокомпонентных сплавов является отсутствие главного элемента из пяти и более элементов [1–3]. Развитие исследования нового материала, успешно приготовлены высокоэнтропийного сплава на основе системы FeCoNiCrAl. Положительные результаты получены: они обладают традиционными для сплавов высокой твердостью, высокой износостойкостью, стойкостью к высокотемпературному окислению, а также высокой коррозионной стойкостью и эти характеристики могут способствовать применению высокоэнтропийных материалов в промышленности [4] и медицинской промышленности [5]. Несмотря на огромное количество преимуществ, но уровень исследования пока находится на лабораторном уровне, что связано в основном с методикой приготовления и теоретическим изучением механизма образования высокоэнтропийных сплавов. В данном исследовании получение ВЭС механическим легированием, с целью скорее и низкочастотное производство получения порошки.

Актуальность работы данной работы заключается в необходимости исследовать высокоэнтропийные сплавы, содержащие системы FeCoNiCrAl, полученные с помощью планетарной шаровой мельницы.

Целью работы является изучение микроструктуры полученных порошков механическим легированием.

Экспериментальная часть

В качестве сырья в эксперименте использовались металлические порошки Al, Fe, Co, Cr, Ni с размером частиц 50 мкм и чистотой 99,9 %, сплавы были сконфигурированы в соответствии с изотомным соотношением для использования в планетарной шаровой мельнице для проведения экспериментов по шаровому измельчению порошков в невакуумной среде, при этом в качестве мелющих шаров использовались шары из нержавеющей стали,

соотношение шара и порошка состоит 10:1, параметры шарового измельчения 20 Гц, время шарового измельчения устанавливалось 15 мин, 30 мин и 60 мин соответственно.

Строение образцов изучали на микроскопе CarlZeiss AxioObserver. Оценивалось расположение структурных составляющих форма в рисунке 1 и изображение сравнения порошки при разных времени в рисунке 2.

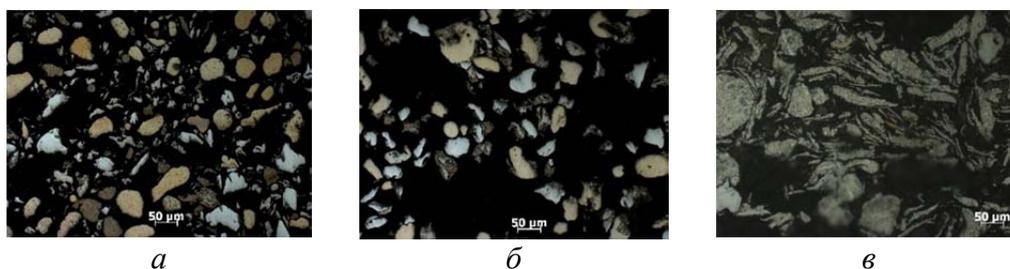


Рис. 1. Оптическое изображение порошки после шлифовния при разном времени разработки:
а) 15 мин; б) 30 мин; в) 60 мин

Смешанный металлический порошок после прохождения через планетарную шаровую мельницу по мере удлинения времени шарового помола сначала подвергается холодной сварке, разрушение приводит к диффузии атомов в порошке, и может быть получен однородный твердый раствор. В данном эксперименте при увеличении времени удалось получить только компоненты смеси очень однородной дисперсии.

Определена плотность порошков пикнометрическим метолом в результате в табл. 1.

Таблица 1

Плотность порошка

Время перемешивания	Плотность/ г/см ³
0 мин	6.30
15 мин	6.00
30 мин	5.90
60 мин	3.06

Заключение

В результате проведенной исследовательской работы мы делаем следующие выводы:

1. Плотность полученного порошка уменьшается с течением времени.
2. Добавление спирта значительно снижает вероятность холодной сварки порошка при смешивании, а сам порошок после пластической деформации перемешивается более однородно.

Список литературы

1. Miracle D.B., & Senkov O.N. (2017). A critical review of high entropy alloys and related concepts. *Acta Materialia*, 122, 448–511.
2. George E.P., Raabe D., & Ritchie R.O. (2019). High-entropy alloys. *Nature reviews materials*, 4(8), 515–534.
3. Tsai, M.H., & Yeh J.W. (2014). High-entropy alloys: a critical review. *Materials Research Letters*, 2(3), 107–123.
4. Sauza D.J., Dunand D.C., Seidman D.N. Microstructural evolution and high-temperature strength of a (f.c.c.)/(L12) Co-Al-W-Ti-B superalloy[J]. *Acta Materialia*, 2019,174:427–438.
5. Castro D. et al. An overview of high-entropy alloys as biomaterials // *Metals*. – 2021. – Т. 11. – № 4. – С. 648.