ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.
Томск, Россия

Томск – 2021
Издательство ТГУ

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-308

СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ TRIP СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Fe-Co-Ni-Cr-C

Шайсултанов Д.Г., Поволяева Е.А., Степанов Н.Д., Жеребцов С.В.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород

В последнее время значительное внимание материаловедов привлекают высокоэнтропийные сплавы (ВЭСы) с близким к эквиатомному содержанием элементов [1]. Этот интерес обусловлен необычными свойствами, которые демонстрируют ВЭСы [2]. В частности, ВЭС Fe60(CoNi)30Cr10 [3] обладает TRIP эффектом, благодаря чему обеспечивается значительное деформационное упрочнение и, как следствие, достигаются очень большие значения пределов прочности и пластичности; в ряде случаев снижение температур до криогенных даже повышают эти характеристики. При этом недостаточно высокий предел текучести без заметного ухудшения пластичности может быть повышен за счет легирования элементами внедрения, в частности углеродом, как это было показано на примере сплава Fe50Mn30Co10Cr10C0.5 [4]. В этом случае сплав дополнительно выигрывал за счет твердорастворного и дисперсионного упрочнения. Однако многие аспекты влияния углерода на структуру и свойства TRIP ВЭСов остаются неясными. Кроме того, не совсем понятно, как структура и свойства таких сплавов меняются в процессе термомеханической обработки. Таким образом, в настоящей работе мы (I) исследовали влияние содержания углерода (0-0.5 ат.%) на структуру литых сплавов на основе Fe60(CoNi)30Cr10 и (II) изучили влияние термомеханической обработки на структуру и свойства сплава с 0.5 ат.% C.

Сплавы Fe60(CoNi)30Cr10 (исходный) и Fe60(CoNi)30Cr9.5C0.5 были получены методом вакуумно-дуговой плавки. В литом состоянии сплав без углерода состоял из ГЦК и ОЦК фаз с объемной долей 90% и 10%, соответственно. Легирование углеродом привело к формированию единой ГЦК структуры. Добавление углерода повлияло на механические свойства: пластичность значительно повысилась, а предел прочности сохранился на уровне исходного сплава. Кроме того, сплав с 0,5 ат.% C подвергался холодной прокатке с обжатием 80% и последующему отжигу при 700-900˚C в течение 10 мин. После холодной прокатки сформировалась двухфазная структура, состоящая преимущественно из ГЦК фазы с объемной долей 89% и ОЦК фазы. Отжиг привел к 1) превращению ОЦК-фазы, вызванной деформацией, в ГЦК-фазу; (ii) развитии возврата и рекристаллизации; (iii) выделению обогащенных хромом карбидов M23C6. Сплав в холоднокатанном состоянии показал высокую прочность и низкую пластичность. Отжиг вызвал разупрочнение и повышение пластичности. Обсуждаются взаимосвязи между химическим составом, структурой и механическими свойствами сплавов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-79-10093).

1. Miracle, D. B.; Senkov, O. N. A critical review of high entropy alloys and related concepts // Acta Mater. 2017. №122. C. 448–511.
2. Yeh, J.-W. Recent Progress in High-Entropy Alloys // Ann. Chim. 2006. №31. C. 633–648.
3. Bae, J. W.; Seol, J. B.; Moon, J.; Sohn, S. S.; Jang, M. J.; Um, H. Y.; Lee, B. J.; Kim, H. S. Exceptional phase-transformation strengthening of ferrous medium-entropy alloys at cryogenic temperatures // Acta Mater. 2018. № 161. C. 388–399.
4. Li, Z.; Tasan, C. C.; Springer, H.; Gault, B.; Raabe, D. Interstitial atoms enable joint twinning and transformation induced plasticity in strong and ductile high-entropy alloys // Sci. Rep. 2017. №7. 40704.