

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-300

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО СПЛАВА, ЛЕГИРОВАННОГО АТОМАМИ АЗОТА

^{1,2}Семейкина Д.Д., ¹Реунова К.А., ¹Астафурова Е.Г., ¹Астафуров С.В., ¹Мельников Е.В.,
¹Панченко М.Ю., ¹Москвина В.А.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск*

В настоящей работе методами световой, растровой и просвечивающей электронной микроскопии, а также методом рентгеноструктурного анализа были изучены высокоэнтропийные сплавы 20Fe-20Mn-20Cr-20Ni-20Co (ВЭС-0N ат. %) и 20Fe-19,8Mn-18,7Cr-21,1Ni-19,4Co-1N (ВЭС-1N, ат. %). Исследуемые сплавы были выплавлены в вакуумной индукционной печи в атмосфере Ar. Далее сплавы подверглись термомеханической обработке (ТМО), заключавшейся в отжиге при температуре 1200°C в течение 2 часов, холодной прокатке до 80 % и повторном отжиге. Для исследования механических свойств методом одноосного растяжения из полученных слитков были вырезаны образцы в форме двойных лопаток с размером рабочей части: 12×2,6×1,4 мм. Механические испытания исследуемых сплавов проводились в широком температурном интервале от 77 К до 473 К.

Методом рентгеноструктурного анализа был исследован фазовый состав сплавов ВЭС-0N и ВЭС-1N. Полученные результаты свидетельствуют о том, что исследуемые сплавы обладают однофазной ГЦК структурой. Экспериментально показано, что легирование атомами азота способствует увеличению параметра кристаллической решетки a , и данное значение напрямую зависит от его концентрации: ВЭС-0N $a = 3,599$ нм, а для ВЭС-1N $a = 3,603$ нм. Полученные данные доказывают формирование твердого раствора внедрения азота в аустенитной фазе.

Установлено, что исследуемые сплавы характеризуются сильной температурной зависимостью механических свойств. Легирование азотом с концентрацией 1 ат. % приводит к увеличению прочностных свойств исследуемых сплавов. Для сплава ВЭС-0N при температуре 77 К предел текучести $\sigma_{0,2}$ составил 380 МПа, предел прочности $\sigma_B = 950$ МПа, а удлинение до разрушения $\delta = 100$ %. При увеличении температуры испытания до 297 К и 473 К предел текучести $\sigma_{0,2}$ уменьшается в 2-3 раза ($\sigma_{0,2} = 180$ МПа при 297 К, $\sigma_{0,2} = 106$ МПа при 473 К) по сравнению с пределом текучести при температуре 77 К, предел прочности σ_B и удлинение до разрушения уменьшаются соответственно ($\sigma_B = 525$ МПа и $\delta = 65$ % при 297 К, $\sigma_B = 425$ МПа и $\delta = 53$ % при 473 К). Для сплава ВЭС-1N, легированного азотом, при температуре 77 К предел текучести составляет $\sigma_{0,2} = 520$ МПа, предел прочности $\sigma_B = 1145$ МПа, удлинение до разрушения $\delta = 65$ %, то есть легирование азотом сопровождается уменьшением пластичности при низких температурных деформациях. При повышении температуры, как и для ВЭС-0N сплава, показатели прочности и пластичности уменьшаются (при 297 К $\sigma_{0,2} = 260$ МПа, $\sigma_B = 625$ МПа, $\delta = 66$ %, при 473 К $\sigma_{0,2} = 160$ МПа, $\sigma_B = 490$ МПа, $\delta = 62$ %).

Методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) была исследована поверхность разрушения сплавов при температуре 77К и 293 К. В сплавах (ВЭС-0N ат. %) и (ВЭС-1N, ат. %) независимо от температуры испытания наблюдается вязкий механизм разрушения с образованием ямок на поверхностях излома. Из этого следует, что при легирование азотом не изменяет механизм разрушения сплава, не смотря на эффекты твердорастворного упрочнения.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 20-19-00261).