

ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ ТЕМПФОРМИНГА

Беляков А.Н., Долженко А.С.

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия
belyakov@bsu.edu.ru*

Низколегированные стали широко используются как конструкционные материалы в строительстве и машиностроении. Одним из недостатков таких сталей является их относительно высокая температура хрупко-вязкого перехода (ХВП) после улучшения или термомеханической обработки, что делает эти стали хрупкими и ограничивает их применение при отрицательных температурах. Кимура с соавторами предложили оригинальный способ повышения ударной вязкости низколегированных сталей при низких температурах, который получил название темпформинг [1]. Предложенный подход заключается в формировании субмикроструктурной структуры волокнистого типа с однородным распределением частиц карбидов в процессе теплой прокатки при температуре отпуска закаленной на мартенсит стали. Повышение ударной вязкости достигается за счет расслоения стали в направлении перпендикулярном направлению надреза. Важно отметить, что темпформинг ведет к повышению ударной вязкости и в то же время повышает прочностные характеристики стали. Понижение температуры и увеличение степени деформации темпформинга уменьшает поперечный размер зерен и повышает плотность дислокаций, которая вносит основной вклад в упрочнение сталей [2]. Повышение температуры темпформинга способствует повышению ударной вязкости при криогенных температурах, тогда как темпформинг при относительно низких температурах повышает ударную вязкость при комнатной и пониженных температурах [3]. Увеличение степени деформации при темпформинге также способствует повышению ударной вязкости при криогенных температурах испытания за счет увеличения интервала когерентных плоскостей скола $\{001\}$ в направлении прокатки [4].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-19-00497).

1. Y. Kimura, T. Inoue, F. Yin, K. Tsuzaki. Inverse temperature dependence of toughness in an ultrafine grain-structure steel. *Science*, 2008, v. 320, pp. 1057-1060.
2. A. Dolzhenko, A. Pydrin, S. Gaidar, R. Kaibyshev, A. Belyakov. Microstructure and strengthening mechanisms in an HSLA steel subjected to tempforming. *Metals*, 2022, v. 12, art. No. 48.
3. A. Dolzhenko, R. Kaibyshev, A. Belyakov. Tempforming strengthening of a low-alloy steel. *Materials*, 2022, v. 15, art. No. 5241.
4. А.С. Долженко, П.Д. Долженко, А.Н. Беляков, Р.О. Кайбышев. Микроструктура и ударная вязкость высокопрочной низколегированной стали после темпформинга. *ФММ*, 2021, том 122, стр. 1091-1100.