

ными. На стадии установившегося изнашивания ионная имплантация не оказывала существенного влияния на износостойкие свойства стали 45 и α -железа.

Проведено изучение влияния акустических колебаний, возникающих в самой трибосистеме в процессе трения, на износостойкость стали 45 и α -железа. Для изменения условий распространения акустических колебаний в образце использовали закрепление образцов и контртела на испытательной машине через демпфирующие прокладки. Использование демпферов так же, как и ионная имплантация, приводило к снижению абсолютной величины износа к окончанию стадии приработки для обоих исследованных материалов. Для исходных образцов стали 45 величина износа уменьшилась примерно в 2 раза, для α -железа в 4 раза. На стадии установившегося изнашивания использование демпферов не оказывало существенного влияния на износостойкость. Аналогичным образом изменение условий распространения акустических колебаний влияло и на изнашивание имплантированных образцов.

Металлографические исследования образцов стали 45 и α -железа после испытаний на трение показали, что в приповерхностном слое интенсивно развиваются деформационные процессы, наблюдается фрагментация структуры материалов на мезоуровне. Ионная имплантация и условия распространения акустических колебаний оказывают существенное влияние на развитие этих процессов. Ионная имплантация образцов стали 45 ионами железа приводила к уменьшению деформации приповерхностных слоев. При имплантации ионов кремния и молибдена деформация настолько уменьшалась, что на металлографических снимках ее не было видно.

На основании полученных экспериментальных результатов сформулировано предположение о том, что процессы деформации и изнашивания при трении в исследованных условиях в значительной степени определяются объемными и поверхностными акустическими колебаниями возникающими в самой трибосистеме. Изменение микроструктуры приповерхностных слоев в процессе трения, либо предварительно, за счет ионной имплантации снижает интенсивность акустических колебаний генерируемых трибосистемой, и это приводит к уменьшению изнашивания материалов.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА ПРОЧНОСТЬ И ХЛАДОСТОЙКОСТЬ СТАЛИ F40СВ УЛУЧШЕННОЙ СВАРИВАЕМОСТИ

Гуськов О. П., Мотовилина Г. Д., Хлусова Е. И.

*ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», Санкт-Петербург, Россия
vvv@prometey2.spb.su*

В связи со строительством нефтегазовых платформ и обслуживающих сооружений на шельфе северных морей возросла потребность в производстве листового проката из хладостойких хорошо свариваемых сталей повышенной прочности различной толщины.

Повышение свариваемости, в первую очередь, достигается снижением содержания углерода, являющегося основным упрочняющим элементом. При этом для обеспечения прочности и хладостойкости необходима количественная оценка взаимосвязи формируемой структуры и свойств стали.

Изменение предела текучести стали происходит при изменении структуры. В общем виде предел текучести определяют суммированием вкладов различных элементов структуры в упрочнение стали [1,2]:

$$\sigma_T = \sigma_0 + \Delta\sigma_{\text{тр}} + \Delta\sigma_{\text{д}} + \Delta\sigma_{\text{дл}} + \Delta\sigma_3,$$

где σ_T – предел текучести, σ_0 – напряжение трения кристаллической решетки железа, $\Delta\sigma_{\text{тр}}$ – упрочнение твердого раствора атомами замещения и внедрения, $\Delta\sigma_{\text{д}}$ – упрочнение за счет дислокаций в феррите, $\Delta\sigma_{\text{дл}}$ – упрочнение за счет дисперсных частиц, $\Delta\sigma_3$ – упрочнение за счет измельчения зерна.

В работе проведен анализ влияния технологических параметров контролируемой прокатки на структуру и показана количественная связь между изменением структуры, механическими свойствами и хладостойкостью низколегированной феррито-перлитной стали.

Установлено, что увеличение степени обжатия на последних проходах и увеличение скорости охлаждения после окончания деформирования за счет снижения температуры смотки полосы в рулон на 100 °С приводит к повышению предела текучести с 480 до 575 МПа и ударной вязкости на образцах с острым надрезом при температуре испытания –60 °С с 78 до 153 Дж/см²

Как показали теоретические расчеты и структурные исследования, увеличение предела текучести объясняется, в первую очередь, значительным измельчением ферритного зерна с 5 до 2,1 мкм и, как следствие, повышением доли зернограницного упрочнения на 50%, а во-вторых, увеличением плотности дислокаций в феррите с 5×10^{12} до $5 \cdot 7 \times 10^{13} \text{ м}^{-2}$ и, соответственно, повышением доли дислокационного упрочнения более чем в 2 раза.

Повышение хладостойкости обеспечивается как измельчением ферритного зерна, так и изменением характера распределения перлита в структуре стали при повышении скорости охлаждения: характерная для горячей прокатки перлитная полосчатость сменяется равномерным распределением перлитных колоний в ферритной матрице.

Выявленные закономерности формирования структуры и свойств стали при контролируемой прокатке позволяют создавать технологические процессы, обеспечивающие достижение требуемого комплекса свойств.

Список литературы:

1. Гольдштейн М.И., Литвинов В.С., Бронфин Б.М. Металлофизика высокопрочных сплавов. М: Металлургия, 1986.
2. Гольдштейн М.И. Пути повышения прочности и хладостойкости конструкционных сталей – МИТОМ, 1987, №11, с. 6-11.