ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАРТЕНСИТНЫХ ФАЗ В ПЛАСТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ НАГРУЖЕНИЯ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ

Клевцов Г.В., Клевцова Н.А., Фролова О.А.

Оренбургский государственный университет

Оренбург, Россия

Известно, что мартенситные фазы, образующиеся в метастабильных аустенитных сталях под действием низких температур и пластической деформации, оказывают существенное влияние на механические свойства данного класса сталей, затрудняя прогнозирование их поведения в конкретных условиях эксплуатации. Наиболее слабо изучены мартенситные превращения в пластических зонах у вершины трещин, хотя очевидно, что образующейся в данной области мартенсит должен оказывать существенное влияние на кинетику и механизм разрушения аустенитных сталей.

Целью настоящей работы является установление закономерностей распределения мартенситных фаз под поверхностью изломов аустенитных сталей, полученных при различных видах нагружения, а также установления связи данного распределения с микромеханизмом разрушения сталей и локальным напряженным состоянием материала у вершины трещины.

В качестве исследуемых материалов использовали закаленные и состаренные никелевые стали Н32Т3 и Н26Т3 (в которых образование мартенсита при охлаждении и деформации происходит по $\gamma \rightarrow \alpha$ механизму), а также марганцевые стали 40Г18Ф, 03Х13АГ19 и 110Г13Л (в которых образование мартенсита происходит по $\gamma \rightarrow \varepsilon \rightarrow \alpha$ механизму). Все аустенитные стали после закалки имели однофазную структуру γ-железа. Охлаждение до температуры -196 ^{0}С не приводило к мартенситным превращениям во всех сталях, кроме Н26Т3. В стали Н26Т3 мартенсит охлаждения начинал образовываться при температуре -20 ^{0}С.

Образцы различной толщины и конфигурации испытывали при однократных (статическом, ударном, высокоскоростном импульсном) и циклическом видах нагружения в широком интервале температур от – 196 до 150 ^{0}С. При статическом и усталостном нагружении аустенитных сталей использовали образцы на внецентренное растяжение толщиной $2 \cdot 10^{-2}$ м; при ударном нагружении – образцы Шарпи; при высокоскоростном импульсном нагружении – кольцевые образцы толщиной $2{,}5 \cdot 10^{-2}$ м. Полученные изломы исследовали методом макро- и микрофрактографии.

Глубину пластических зон под поверхностью изломов и структурные изменения материала в данных зонах определяли рентгеновским методом. Использовали метод послойного стравливания поверхности излома с последующим рентгенографированием его поверхности. О степени искаженности кристаллической структуры материала судили по ширине дифракционной линии (311) K_α γ-фазы и (211) K_α α-фазы. Количество α- и ε-мартенсита определяли по интегральной интенсивности дифракционных линий (111) K_α γ-фазы, (110) K_α α-фазы и (101) K_α ε-фазы. Для определения локального напряженного состояния материала у вершины трещины использовали критерий h_{max}/t.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. При однократных видах нагружения аустенитных сталей хорошо прослеживается связь микромеханизма разрушения, количества и размеров пластических зон под поверхностью изломов с локальным напряженным состоянием материала у вершины трещины.

2. Характер распределения мартенситных фаз в пластических зонах под поверхностью изломов аустенитных сталей не зависит от вида и скорости нагружения образцов, однако связан с микромеханизмом разрушения и локальным напряженным состоянием материала у вершины трещины. Скорость нагружения оказывает влияние лишь на интенсивность мартенситных превращений в пластических зонах.

3. После разрушения образцов из аустенитных сталей на поверхности изломов возможно протекание мартенситных превращений, вызванных охлаждением поверхностных слоев металла после локального разогрева и изменением локального напряженного состояния материала в данных слоях. Причем, первый фактор доминирует при вязком разрушении в условиях ПН, а второй – при хрупком или смешанном разрушениях в условиях, близких к ПД.

4. Циклическое нагружение лучше инициирует мартенситные превращения в аустенитных сталях, чем однократные виды нагружения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 06-08-96904р_офи).