

**Связь механизмов разрушения метастабильных аустенитных сталей при однократных видах нагружения с мартенситными превращениями в пластических зонах у вершины трещины**

Клевцов Г.В., Клевцова Н.А.

*Орский гуманитарно-технологический институт (филиал), Оренбургского государственного университета, Орск*

При разрушении метастабильных аустенитных сталей в пластических зонах у вершины распространяющейся трещины возможны мартенситные превращения, инициируемые пластической деформацией материала и низкими температурами. Такие мартенситные превращения оказывают существенное влияние на сопротивление материала развитию трещины и механизм разрушения данного класса сталей, хотя их роль в вышеуказанных процессах изучена крайне слабо. В частности не достаточно изучена связь мартенситных превращений в пластических зонах с видом нагружения и локальным напряженным состоянием материала у вершины трещины.

В настоящей работе изучено распределение мартенситных фаз в пластических зонах под поверхностью изломов, полученных при однократных видах нагружения образцов аустенитных сталей, а также рассмотрено влияние на данные мартенситные превращения локального напряженного состояния материала у вершины трещины.

В качестве исследуемых материалов использовали метастабильные аустенитные Fe-Ni и Fe-Cr-Ni стали (H22T3, H26T3, H32T3, H32X5T3) в закаленном и состаренном состоянии, а также Fe-Mn и Fe-Cr-Mn стали (40Г18Н и 03Х13АГ19) в закаленном состоянии. Образцы из данных сталей испытывали при статическом, ударном и высокоскоростном импульсном нагружениях в интервале температур от -196 до 150<sup>0</sup>С. Рентгеновским методом определяли глубину пластических зон под поверхностью изломов и распределение мартенситных фаз в данных зонах. С этой целью использовали метод послойного стравливания излома с последующим рентгенографированием его поверхности [1, 2]. Локальное напряженное состояние материала в момент разрушения оценивали по критерию  $h_{\max}/t$  [1], где  $h_{\max}$  - максимальная глубина пластической зоны под поверхностью изломов;  $t$  - толщина образца.

В результате проведенных исследований установлено, что при вязком разрушении в условиях плоского напряженного состояния (ПН) у вершины трещины образуются две пластические зоны: сильнодеформированная микрizona  $h_{yh}$  и слабодеформированная макрizona  $h_y$ , а при

хрупком и смешанном разрушениях в условиях плоской деформации (ПД) – одна зона  $h_y$ . Характер изменения количества мартенсита по глубине хорошо коррелирует с механизмом разрушения и локальным напряженным состоянием материала у вершины трещины. При вязком разрушении закаленных Fe-Ni сталей (H26T3, H32T3) в условиях ПН количество  $\alpha$ -мартенсита слабо изменяется в пределах сильнодеформированной микрizona  $h_{yh}$  и резко уменьшается при переходе в слабодеформированную макрizona  $h_y$  [1]. При низкотемпературном хрупком разрушении состаренных Fe-Ni сталей в условиях ПД количество  $\alpha$ -мартенсита непрерывно уменьшается от поверхности изломов вглубь образца. В пластических зонах закаленных Fe-Mn и Fe-Cr-Mn сталей (40Г18Ф и 03Х13АГ19), разрушившихся по смешанному механизму, образуется как  $\alpha$ - так и  $\epsilon$ -мартенсит. Количество  $\alpha$ -мартенсита в этом случае также непрерывно уменьшается от поверхности изломов вглубь образца, а максимальное количество  $\epsilon$ -мартенсита образуется на некоторой глубине от поверхности излома. Вышеуказанное распределение мартенситных фаз в пластических зонах характерно для всех видов однократного разрушения. Вид нагружения сказывается лишь на интенсивности мартенситных превращений в пластических зонах: максимальное количество мартенсита обнаружено при статическом нагружении, минимальное - при ударном и высокоскоростном импульсном.

Можно предположить, что при вязком разрушении закаленных сталей H26T3, H32T3 в условиях ПН из-за сильного локального разогрева поверхностных слоев материала,  $\alpha$ -мартенсит мог частично или полностью образоваться не в процессе формирования пластической зоны, а после прохождения трещины и последующего охлаждения поверхности изломов. При хрупком разрушении состаренных сталей H26T3, H32T3 в условиях ПД не следует ожидать значительного локального разогрева материала препятствующего мартенситным превращениям. Однако, образованный в условиях ПД мартенсит должен испытывать сжимающие напряжения, уменьшающие его период решетки. После прохождения трещины в поверхностных слоях изломов может образоваться дополнительное количество  $\alpha$ -мартенсита, уже в условиях ПН, решетка которого будет практически не искажена.

При рентгенографировании поверхности низкотемпературных ударных изломов стали H32T3, полученных в условиях ПД, на рентгенограммах обнаружены двойные дифракционные максимумы линии (110)  $K_{\alpha}$ , соответствующие, по-видимому, двум видам мартенсита с различным периодом решетки. После стравливания с

поверхности излома слоя металла толщиной около  $2 \cdot 10^{-5}$  м дифракционный максимум, соответствующий мартенситу с меньшим периодом решетки, исчез. Высказано предположение, что  $\alpha$ -мартенсит с меньшим периодом решетки образовался в условиях ПД в момент прохождения трещины, а с большим периодом - в условиях ПН на свободных поверхностях изломов после прохождения трещины.

#### Выводы

1. Характер распределения мартенситных фаз в пластических зонах не зависит от вида однократного нагружения, однако связано с механизмом разрушения и локальным напряженным состоянием материала у вершины трещины. Вид нагружения оказывает влияние, в основном, на интенсивность мартенситных превращений в пластических зонах.

2. 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 разрушении в условиях близких к ПД.

3. Вблизи поверхности низкотемпературных ударных изломов, полученных в условиях плоской деформации (состаренная сталь Н32Т3), обнаружены два вида  $\alpha$ -мартенсита с различным периодом кристаллической решетки. Высказано предположение, что  $\alpha$ -мартенсит с меньшим периодом решетки образовался в условиях плоской деформации в момент прохождения трещины, а с большим периодом - в условиях плоского напряженного состояния на свободных поверхностях изломов после прохождения трещины.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 01-01-96411).

#### Литература

1. Клевцов Г.В. Пластические зоны и диагностика разрушения металлических материалов.- М.: МИСИС, 1999.-112 с.

2. Р 50-54-52-88. Расчеты и испытания на прочность. Метод рентгеноструктурного анализа изломов. Определение глубины зон пластической деформации под поверхностью разрушения.- М.: Госстандарт СССР, 1988.-24 с.

#### Энергосберегающие технологии возделывания полевых культур в южных районах России

Клюшин П.В., Цыганков А.С.

*ФГОУ ВПО Ставропольский государственный  
аграрный университет, Ставрополь*

Комплексное решение всех земледельческих вопросов – сбалансированной структуры посевных площадей и рациональных севооборотов, дифференцированных в зависимости от агротехнических задач и почвенных условий обработки почвы, эффективных и экологически безопасных систем удобрений и защиты растений, осуществления рациональных технологических приемов и создание действенного почвозащитного комплекса возможно только в системах земледелия на ландшафтной основе.

Ландшафтные системы земледелия – принципиально новые системы, способствующие наиболее полному и целесообразному использованию почвенно-климатических ресурсов, наиболее рациональному сочетанию природных и производственных возможностей для получения агрономического хозяйственного эффекта. В сравнении с ранее разработанными они в большей степени обладают свойствами "альтернативных" (биологизированных) систем и в то же время более полно учитывают антропогенные и техногенные факторы для решения агрономических задач. Основная, очень важная особенность этих систем заключается в том, что создание агроландшафтов должно осуществляться с максимальным сохранением природного экологического равновесия.

Систематическое совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур обязывает учитывать все многообразие используемых земель. Их ландшафтная неоднородность проявляется в различной продуктивности сельскохозяйственных угодий, устойчивости обрабатываемых земель к производственным нагрузкам и естественным процессам разрушения почвенного покрова – эрозионным явлениям.

Природные ландшафты в процессе сельскохозяйственного использования земель превращаются в агроландшафты, системы, в которых сочетается взаимодействие природы и земледельца. Иными словами агроландшафты – это природно-антропогенная ресурсо-воспроизводящая и средообразующая система, которая является объектом современного земледелия.

Нужен переход к новым технологиям, которые имитировали бы свойства природы: разнообразие рельефа, наличие растительности или ее остатков на поверхности. Минимальная обра-