

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ХРУПКОЙ ПРОЧНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ДЕФОРМИРОВАННОЙ СТАЛИ

Зацарная А. В., Котречко С. А.

Институт металлофизики им. Г. В. Курдюмова НАН Украины
Киев, Украина
zaca@imp.kiev.ua

Известно, что в большинстве случаев, во время технологических операций конструкционные сплавы поддаются значительным пластическим деформациям, которые приводят к анизотропии механических свойств [1]. Во время предварительной деформации в металле возникают внутренние напряжения, образуются кристаллографическая и геометрическая текстуры. На фоне значительных исследований анизотропии предела текучести, вязкости, трещиностойкости металлов изменение минимального напряжения хрупкого разрушения после предварительной деформации остается малоизученным. В работе [2] установлены основные закономерности влияния предварительной деформации волочением на уровень хрупкой прочности R_{MC} и температуру вязко-хрупкого перехода железа и углеродистых сталей. Менее детально исследованы закономерности влияния предварительной деформации сжатием (осадкой) на способность стали сопротивляться хрупкому разрушению.

Цель данной работы. Основываясь на экспериментальных результатах [3] и микроскопической модели разработанной в [4] определить основные факторы, которые приводят к изменению уровня хрупкой прочности предварительно деформированной стали.

Исследования, проведенные в работе [4], показали, что предварительная деформация осадкой стали 30 приводит к увеличению уровня хрупкой прочности в поперечном направлении и его падению в продольном. Т.е. деформация осадкой вызывает уменьшение уровня R_{MC} предварительно деформированного металла, а деформация растяжением (поперечное направление при осадке), наоборот, приводит к увеличению уровня хрупкой прочности (рис.1).

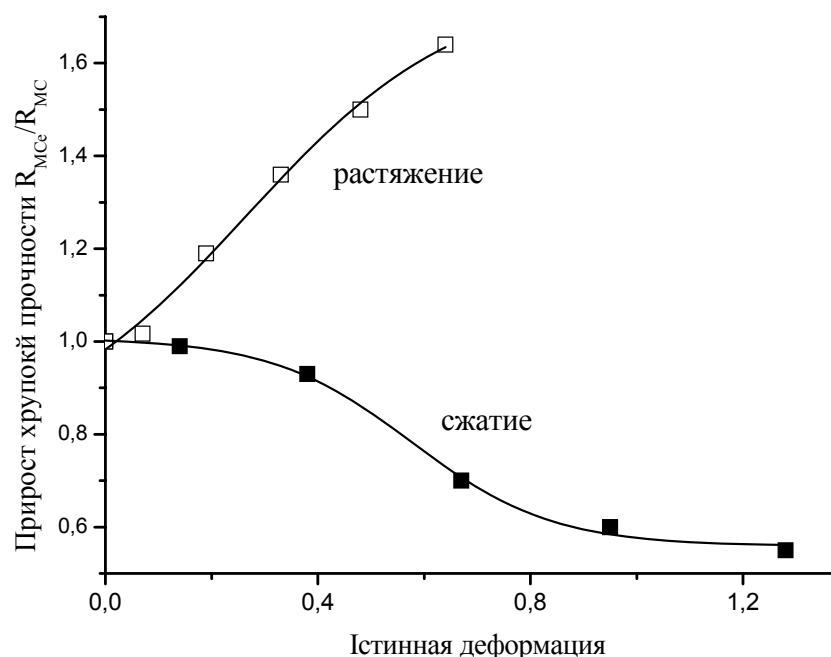


Рис. 1. Изменение уровня хрупкой прочности предварительно деформированной стали 30

Как известно, R_{MC} зависит от размера зерна [5], в результате чего, изменение размера зерна во время пластической деформации приведет к изменению величины уровня хрупкой прочности деформированного металла. Расчеты показали, что максимальный вклад геометрической текстуры в прирост R_{MC} составляет 25% при величине предварительной осадки 60%.

Рентгеновский анализ микро-напряжений, которые определяются по уширению максимума на $\Theta-2\Theta$ рентгенограмме показал, что по характеру своего изменения они возрастают с эффектом насыщения, что качественно согласуется с изменением R_{MC} предварительно деформированной стали 30. По абсолютной величине они имеют тот же порядок, что и прирост уровня хрупкой прочности.

Ранее, авторами была разработана микроскопическая модель хрупкого разрушения деформированной стали [6], которая позволяет объяснить физическую природу влияния остаточных микронапряжений и кристаллографической текстуры на уровень хрупкой прочности деформированной стали.

$$\frac{R_{MC}^d}{R_{MC}} = \left(\frac{\ell_{1n}^0}{\ell_{1n}} \right)^2 - \frac{1}{R_{MC}} \left[\xi_{11} + \xi_{22} \left(\frac{1}{\ell_{1n}^2} - 1 \right) \right],$$

где R_{MC}^d – уровень хрупкой прочности деформированного металла, ξ_{11}, ξ_{22} – величина остаточных микронапряжений, ℓ_{1n}^0, ℓ_{1n} – направляющие косинусы, которые определяют положение кристаллографической плоскости потери стабильности зародышевой трещины. Природа влияния кристаллографической текстуры обусловлена тем, что образование кристаллографической текстуры приводит к изменению угла между приложенным напряжением и плоскостью потери стабильности зародышевой трещины. Что, в свою очередь, приводит к изменению напряжения потери стабильности зародышевой трещины, соответственно изменению уровня хрупкой прочности. Особенность влияние кристаллографической текстуры проявляется в том, что существуют критические углы рассеивания текстуры, начиная с которых проявляется влияние кристаллографической текстуры на уровень хрупкой прочности деформированной стали.

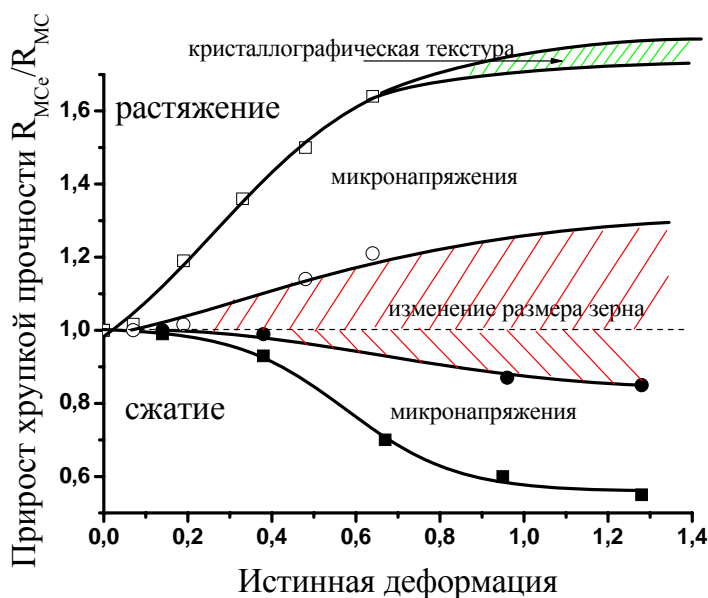


Рис. 2. Прирост уровня хрупкой прочности деформированной стали 30 обусловленный изменением размера зерна, микронапряжениями и кристаллографической текстурой

На рис.2 приведена схема, которая хорошо иллюстрирует количественный вклад каждого из факторов в изменение уровня хрупкой прочности стали 30 после предварительной деформации растяжением и сжатием. Основной вклад в прирост R_{MC} вносят остаточные микронапряжения. При достижении определенного уровня деформации их вклад становится постоянным, и за дальнейшее увеличение уровня хрупкой прочности отвечает образование кристаллографической текстуры.

Выводы

1. Предварительная деформация может по-разному влиять на уровень хрупкой прочности деформированного металла: предварительное растяжение вызывает увеличение уровня хрупкой прочности деформированной стали, в то время как предварительно сжатие приводит к падению R_{MC}

2. Изменение уровня хрупкой прочности деформированного металла обусловлено тремя факторами: геометрической и кристаллографической текстурой, а также остаточными микронапряжениями.

3. Установлено пороговый эффект влияния кристаллографической текстуры. Существуют критические значения углов рассеивания текстуры, начиная с которых, проявляется влияние кристаллографической текстуры на уровень хрупкой прочности деформированной стали.

4. Наибольший вклад в прирост уровня хрупкой прочности деформированной стали оказывают остаточные микронапряжения. Специфика их влияния в том, что они, будучи сжимающими или растягивающими, могут либо уменьшать, либо увеличивать уровень хрупкой прочности деформированного металла.

Список литературы

1. Адамеску Р. А., Гельд П. В., Митюшов Е. А. Анизотропия физических свойств металлов.- М.: Металлургия, 1985.-С. 147.
2. Ю. Я. Мешков, Т. Н. Сердитова. Разрушение деформированной стали.-Киев: Наукова думка, 1989.-С.160.
3. Явление анизотропии сопротивления микросколу углеродистой стали, предварительно деформированной сжатием / Котречко С. А., Кучер А. В., Полушкин Ю. А., Меттус Г. С., Стеценко Н. Н. // Проблемы прочности.-2007.-№6.-С. 91-103.
4. Physical model of fracture of textured b.c.c. polycrystalline metals/ Kotrechko S. A., Stetsenko N. N., Shevchenko S. V., Kucher A. V.// Деформация и разрушение материалов.-2007.-№3.-С.20-28.
5. Мешков Ю.Я., Пахаренко Г.А. Структура метала и хрупкость стальных изделий.- Киев: наукова думка, 1985.
6. Физическая модель анизотропии хрупкой прочности R_{MC} деформированной стали / Котречко С. А., Кучер А. В., Полушкин Ю. А.// Металлофизика и новейшие технологии.-2007.-№12.-С.1673-1691.

ПОДАВЛЕНИЕ ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИЗНОСА КОНТАКТОВ ИНСТРУМЕНТ-ЗАГОТОВКА ПРИ ПРОКАТКЕ И ВОЛОЧЕНИИ В РЕЖИМЕ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Рыбников Ю. С., Троицкий О. А., Правоторова Е. А.

*Московский Государственный институт Электроники Радиотехники и Автоматики,
Институт Машиноведения РАН. Москва, РФ,
iuryr@yandex*

Рассмотрение механических взаимодействий вещества (электровещества) с веществом (электровеществом) в общепризнанных агрегатных состояниях: газ, жидкость, твёрдое тело, плазма не позволило решить важнейшие научно технические проблемы. Применение методик, в основе которых лежат электромеханические электрофизические и электрохимические взаимодействия, позволило получить качественно новые ре-