

ТЕРМОУСТАЛОСТНОЕ РАЗРУШЕНИЕ ДИФфуЗИОННО-УПРОЧНЕННОЙ СТАЛИ

Разрушение в результате термоциклирования характерно для материалов ряда ответственных деталей, инструмента, оснастки. Несмотря на это, многие методические вопросы исследования термоусталостного разрушения не разработаны в такой мере, чтобы можно было производить сравнительную оценку материалов, существенно отличающихся по своему составу, термической обработке, свойствам. По этой же причине трудно поддаются сравнению и экспериментальные результаты, получаемые различными исследователями.

Изучая свойства диффузионно-упрочненных штамповых сталей, авторы пришли к выводу, что описанные в литературе /1/ многочисленные схемы испытаний в этом случае мало приемлемы, так как поверхностный слой материала после химико-термической обработки является биметаллическим. Вследствие этого в нем всегда имеются остаточные напряжения. Для процесса термоциклирования такого материала характерна значительно более сложная схема напряженного состояния, чем в случае монометалла. Поэтому желательно, чтобы схема нагружения биметаллического образца во время испытаний по возможности была более простой, позволяющей проанализировать возникающие напряжения в процессе испытаний. По нашему мнению, таким требованиям в наибольшей мере удовлетворяют кольцевые образцы, собранные для испытаний в виде цилиндра. Такая форма образцов позволяет производить как сравнительные испытания различных материалов, (т.е. как в случае "технологической пробы"), так и исследовать кинетику и характер трещинообразования.

Для оценки "разгара" применяются различные критерии: количество циклов до появления первых трещин, рост протяженности трещин, их глубины, количество трещин и т.п. На основании проведенных нами опытов по изучению разгаростойкости можно отметить, что ни один из них не отражает в достаточно полной мере поведение материала в процессе термоциклирования. Материалы, расположенные в стойком ряду по какому-нибудь одному признаку, далеко не всегда располагаются в такой же последовательности по другому, так как будучи взаимосвязанными, каждый из критериев бли-

же и какому-либо одному показателю свойств данного материала. Так же как механические свойства материалов можно охарактеризовать лишь с помощью нескольких показателей, так и разгаростойкость может быть описана достаточно всесторонне лишь посредством нескольких критериев.

В настоящей работе исследована кинетика трещинообразования диффузионно-упрочненных сталей. На рис.1 представлен пример полученной зависимости для стали 45, подвергнутой хромированию и борированию с последующей термообработкой (улучшением) в сравнении с поведением той же стали только после улучшения. Процессы химико-термической обработки проведены в соответствии с литературными рекомендациями. Температуры закалки и отпуска выбирались также в соответствии со справочными данными. Эти же замечания относятся и к штамповым сталям, результаты испытания которых приведены ниже.

Схемы наблюдаемых трещин и кинетика изменения их геометрических соотношений показывают резко отличный характер трещинообразования в рассматриваемых случаях. Это различие объясняется, на наш взгляд, свойствами и структурой поверхностных слоев, характером переходной зоны, наличием текстуры и т.п. Эти факторы сказываются также на поведении поверхности образца в начальный период испытаний, когда еще не отмечается образования видимых трещин, но рельеф поверхности претерпевает значительные изменения за счет появления интрузии и экструзии. Появление последних может быть объяснено развитием пластической деформации под действием термических напряжений. Определение характера трещинообразования - необходимый элемент исследования материалов, работающих в условиях циклических теплосмен. Для проведения ускоренных испытаний различных образцов, подвергнутых различным методам упрочнения, могут быть использованы сравнительные данные о разгаростойкости. Нами получены такие данные с использованием различных критериев разгаростойкости для штамповых сталей. На рис.2 приведены некоторые примеры. Они свидетельствуют о том, что при выборе критериев оценки разгара следует руководствоваться требованиями, которые предъявляются к материалам конкретных изделий. Данные рис.2 показывают также, что способность биметалла сопротивляться разгару определяется, во-первых, свойствами основы и, во-вторых, тем влиянием, кото-

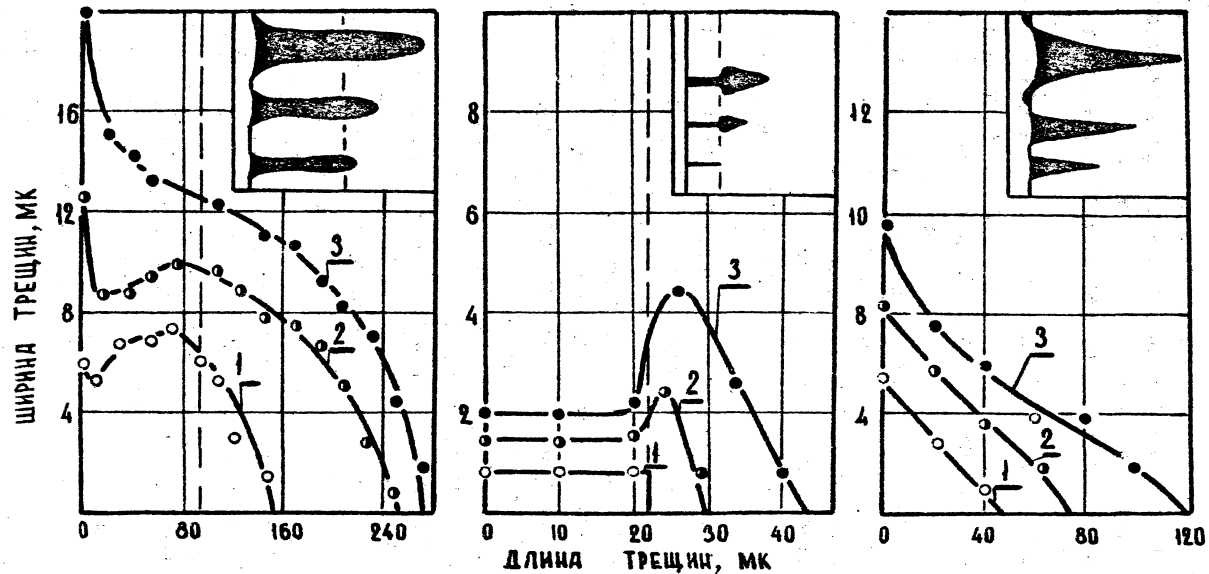


Рис. I. Схемы и кинетика трещинообразования в процессе термоциклирования стали 45 после улучшения (в), борирования и улучшения (а), хромирования и улучшения (б) после 1000 (1), 2000 (2) и 3000 (3) циклов теплосмен. Граница слоя со свойствами, резко отличающимися от основы

рое оказывает химико-термическая обработка на свойства поверхностного слоя.

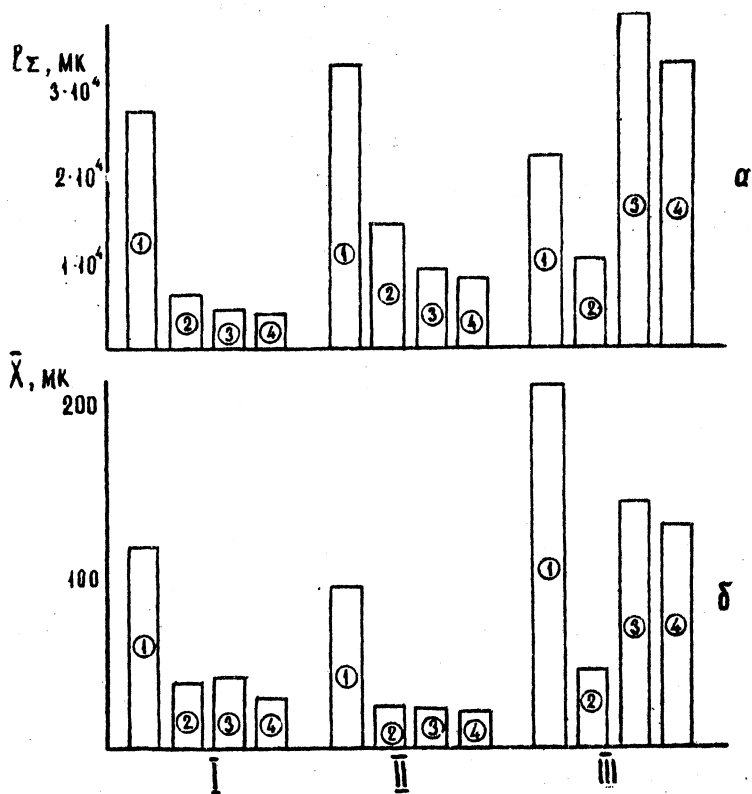


Рис.2. Сравнительная разгаростойкость штамповых сталей 4x5 МФС (I), 3X2B8Ф (II) и 5XHM (III) после 6000 циклов теплосмен: а - по суммарной длине трещин, б - по количеству трещин. Обработка: I - закалка + отпуск; 2 - хромирование + закалка + отпуск; 3 - однофазное борирование + закалка + отпуск; 4 - двухфазное борирование + закалка + отпуск

В ы в о д ы

1. Химико-термическая обработка оказывает большое влияние на характер трещинообразования в процессе термоциклирования.

2. Разгаростойкость штамповых сталей может быть повышена за счет применения диффузионного упрочнения.

Л и т е р а т у р а

1. Г е л л е р Ю. А. Инструментальные стали. Металлургия, 1970.