

циркония, добавленного в медь, повышает ее прочностные характеристики при незначительном уменьшении ее электропроводности. Воздействие компрессионным плазменным потоком на образцы меди с тонким (~2 мкм) покрытием циркония приводит к плавлению как покрытия, так и слоя меди и последующему жидкофазовому перемешиванию этих компонент, что приводит на стадии кристаллизации расплава к формированию модифицированного слоя, легированного цирконием. Для модифицированного слоя характерным является образование новых структурно-фазовых состояний, таких, как интерметаллиды Cu_5Zr , $Cu_{51}Zr_{14}$ и нитриды циркония ZrN , что является основной причиной существенного (до 3,3 раз) увеличения твердости модифицированного слоя.

УДК 621.794.6 (088.8)

**Моделирование процесса композиционного
структурообразования при упрочняющей
термоциклической обработке стали У8**

Шматов А.А., Гусаков В.Е.

Белорусский национальный технический университет
ГНПО НПЦ НАН Беларуси по материаловедению

Экспериментально установлено, что при упрочняющей термоциклической обработке (УТЦО) эвтектоидной стали У8 (0,8 %С) формируются два типа композиционных структур (КС), рационально сочетающих противоположные свойства мезо- и микроэлементов: функционально градиентная структура, в которой от поверхности к сердцевине уменьшается твердость и хрупкость их зерен; и мозаично-дискретная структура, в которой чередуются зерна (субзерна) с разным содержанием углерода.

Для оценки возможности композиционного построения структуры в работе проведено компьютерное моделирование процесса УТЦО путем решения нелинейного уравнения Фоккера-Планка при условии нанокластерного образования цементита Fe_3C . Для этого проведены квантово-химические расчеты концентраций углерода и цементита в стальной матрице, а также определены размеры нанокластеров Fe_3C в зависимости от числа термоциклов при упрочняющей обработке. Анализ расчетов показал, что в результате термоциклирования в стали У8 формируется КС, состоящая из двух видов кристаллитов: из кристаллитов, в которых с увеличением термоциклов концентрация углерода возрастает и кристаллитов, в которых она уменьшается. В первом случае твердость и хрупкость кристаллитов повышаются, а во втором – эти показатели

снижаются.

С помощью метода наименьших квадратов по полученным экспериментальным данным выведена формула расчета твердости в каждом из двух видов кристаллитов в зависимости от содержания в них углерода:

$$\text{HRC} = 0.96(66.418 - 53.129 \cdot \text{Exp}[-C/0.17]),$$

где HRC – твердость по Роквеллу; C – концентрация углерода.

Сравнительный анализ показал, что в результате УТЦО стали У8 расчетные показатели суммарной твердости ее кристаллитов, по сравнению со средней твердостью традиционно термообработанной стали, возрастают от 2 до 20 % с увеличением числа термоциклов от 2 до 5.

УДК 621.794.6 (088.8)

Термогидрохимическое получение нанодисперсных сред

Шматов А.А.

Белорусский национальный технический университет

Научно обоснован и разработан новый способ гидрохимического получения вододисперсных сред из порошков защитных материалов методом парожидкой трансформации. В основу разработки гидрохимического диспергирования защитных порошковых материалов положены два основных принципа: использование ПАВ в качестве диспергатора материалов в водной среде и быстрая циклическая смена различных (высокоэнергетического, химического, термического и других) градиентов процесса в этой вододисперсной среде.

Степень гидрохимического диспергирования материала можно описать функцией математической зависимости среднего размера дисперсной частицы от факторов, которые надо учитывать при выполнении всех вышеперечисленных принципов диспергирования:

$$r = f(\sigma_s \cdot \tau \cdot n / \Delta T \cdot \Delta P \cdot \Delta C \cdot \Delta X_i),$$

где $f()$ – функция математической зависимости размера частицы от факторов; r – радиус частицы; σ_s – поверхностное натяжение; n – число циклов; τ – продолжительность изменения градиента, ΔT – градиент температуры, ΔP – градиент давления, ΔC – градиент концентрации и ΔX_i – градиент других параметров процесса.

Физический смысл этой зависимости состоит в том, что частица становится тем мельче, чем меньше поверхностное натяжение диспергируемой среды (жидкости) и выше скорость изменения градиентов процесса, а также чем больше циклов изменений этих градиентов.

В настоящей работе проведены гранулометрические замеры частиц до