

Перспективным является разработка технологии упрочнения при помощи многокомпонентных вакуумно-плазменных покрытий. Так, например, по данным литературных источников покрытие TiN снижает коэффициент трения примерно в два раза по сравнению с хромовым покрытием. Наиболее низкие значения коэффициентов трения получены при испытаниях покрытия TiAlN.

Также покрытия экологически безопасны. При этом покрытие позволяет обеспечить оптимальную прирабатываемость к зеркалу цилиндра.

УДК 621

Модификация и легирование поверхности медных сплавов в процессе воздействия компрессионных плазменных потоков

Асташинский В.М., Кудактин Р.С., Дробышевский К.С.
Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси
Белорусский национальный технический университет

Медь, обладая высокими теплопроводностью и электропроводностью, широко используется в различных отраслях промышленности. Расширение областей ее практического использования с необходимостью требует улучшения физико-механических свойств поверхности. Новые возможности в этом направлении открывает легирование меди под воздействием компрессионных плазменных потоков, например, атомами титана. Сплавы меди с титаном по своим физико-механическим свойствам могут в перспективе заменить широко используемые бериллиевые бронзы, недостатками которой являются высокая стоимость и использование токсичного бериллия. В настоящей работе представлены результаты по воздействию компрессионных плазменных потоков на медные образцы с предварительно нанесенным тонким (до 2 мкм) покрытием титана. Эксперименты показали, что при легировании образцов под действием компрессионного плазменного потока в модифицированном поверхностном слое формируется пересыщенный твердый раствор замещения $Cu(Ti)$. Воздействие компрессионного плазменного потока с плотностью энергии 23 Дж/см² приводит к формированию глубокого (до 35 мкм) модифицированного слоя, легированного атомами Ti . В результате структурно-фазовых изменений в легированном титаном слое меди, происходит увеличение в ~1,5 раз твердости модифицированной поверхности и уменьшение (до ~2,5 раз) ее коэффициента трения.

Еще одним способом улучшения поверхностных свойств меди является ее легирование атомами циркония. Известно, что небольшое количество

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