МИКРОТВЕРДОСТЬ КОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ Fe-FeO-ZrO_2

М.С.Сагайдак, А.В.Миловкин, О.В.Стогней*
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (*sto.sci.vrn@gmail.com)

Цель исследования: установить влияние морфологии и фазового состава на механические свойства композитных покрытий Fe/FeO-ZrO_2
Объекты исследования: покрытия Fe/FeO-ZrO_2, полученные напылением в смешанной среде (Ar+O_2)

Исходное состояние

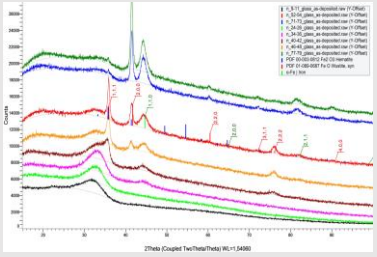


Рис. 1. Дифрактограммы композитов Fe-FeO-ZrO_2 в исходном состоянии

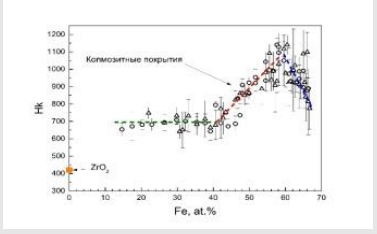


Рис. 2. Концентрационная зависимость микротвердости композитных покрытий Fe-FeO-ZrO_2

Фазовый состав покрытий (**ОЦК-Fe + FeO (вюстит) + аморфный ZrO_2**) определялся с помощью рентгеновской дифракции (рис. 1).

В исходном состоянии значения микротвердости (H_k) композитных покрытий превышают величину микротвердости напылённого аморфного диоксида циркония во всём диапазоне составов. В доперколяционной области (15 – 40 ат.% Fe) значения H_k практически не зависят от содержания железа, при более высокой концентрации наблюдается увеличение H_k с максимальными значениями 1000-1100 ед. Кнупа при 60 ат. % Fe (рис. 2).

Влияние отжигов

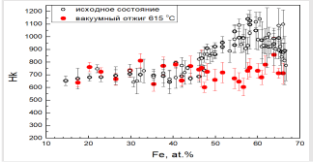


Рис. 3 Концентрационная зависимость микротвердости композитных покрытий Fe-FeO-ZrO_2 после отжига при 615 С

Отжиг, проведенный в вакууме при температуре 615 °С, не влияет на значения микротвердости композитов в доперколяционной области, однако снижает величину H_k композитов с высоким содержанием железа (рис. 3).

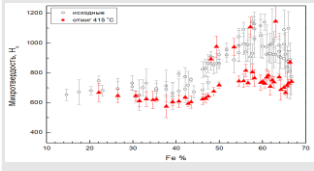


Рис. 4 Концентрационная зависимость микротвердости композитных покрытий Fe-FeO-ZrO_2 после отжига при 415 С

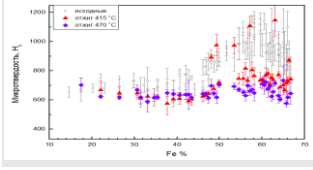
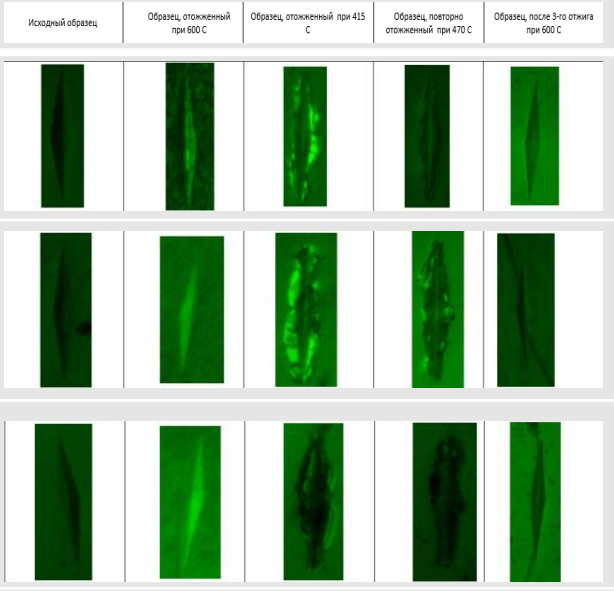


Рис. 5 Концентрационная зависимость микротвердости композитных покрытий Fe-FeO-ZrO_2 после отжига при 470 С

Снижение значений микротвердости композитов после отжига связано с окислением железа и образованием магнетита Fe_3O_4. Снижение микротвердости покрытия пропорционально объемной доли магнетита.



Анализ вида и формы отпечатков привел к обнаружению эффекта, заключающегося в том, что после отжигов композитных покрытий при умеренных температурах (415 С и 470 С) они становятся чрезвычайно хрупкими. По периметру отпечатков, сделанных на отожженном покрытии, наблюдаются значительные разрушения и сколы. После отжига покрытий при 600 С (третий отжиг) новые отпечатки имеют вид аналогичный тем, которые наблюдались в покрытии в исходном состоянии.

Результаты и выводы

- Микротвердость композитных покрытий Fe-FeO-ZrO_2 более чем в два раза превышает микротвердость напыленного покрытия из чистого диоксида циркония
- Концентрационная зависимость микротвердости композитных покрытий Fe-FeO-ZrO2 немонотонна, с максимумом, равным 1100 ±50 ед. Кнупа в районе 60 ат. % Fe
- Кристаллизация аморфной матрицы из диоксида циркония не влияет на значения микротвердости доперколяционных композитов
- Отжиг покрытий с концентрацией железа более 40 ат.%, проведённый в вакууме $6 \cdot 10^{-2}$ Торр при температуре 600 С, приводит к уменьшению значений микротвердости, выравнивая её по величине с доперколяционными композитами.
- Снижение микротвердости пропорционально объемной доли образующегося магнетита
- Обнаружен эффект, заключающийся в том, что отжиги композитов при температурах 415 и 470 °С приводят к увеличению хрупкости покрытий, а последующий отжиг при 600 °С возвращает упругие свойства покрытию.