

модификатора) имеют сплавы с содержанием модифицирующей добавки в количестве 10 мас. %.

Таблица. Интенсивность изнашивания I_q , коэффициент трения f , предел прочности σ_B , пластичность δ и твердость HV твердосплавных композитов после ИЭС

Состав ТС	$I_q \cdot 10^4$ мг/м	f	σ_B , МПа	δ , %	HV, МПа
ТС без модификаторов	6,2	0,9-1,0	1 262,4	8,7	8500
ТС+5 мас.% состава 1	2,9	0,8-0,9	1 843,6	12,4	8800
ТС+10мас.% состава 1	10,7	0,7-0,8	2 117,6	16,9	10700
ТС + 5 мас. % состава 2	5,3	0,7-0,8	1382,1	12,6	8700
ТС + 10 мас. % состава 2	5,9	0,6-0,7	1 528,3	12,0	8900

УДК 620.22

Легирование металлических материалов внедрением в объем сгустков дискретных порошковых частиц

Ушеренко С.М.

Белорусский национальный технический университет

Традиционно повышение уровня физико-механических свойств достигается за счет дополнительного легирования сплава. Рост концентрации дополнительных легирующих элементов, как правило, реализуют за счет введения лигатуры в расплав.

Известны динамические методы легирования, которые позволяют существенно изменять концентрацию легирующих элементов за доли секунды. Дополнительным достоинством динамического легирования является возможность синтеза т.н. метастабильных соединений.

Технология динамического легирования основана на эффектах динамического массопереноса. Ударные волны перемещаются по металлическим твердым телам со скоростями 5000–6000 м/с. Как правило, новые структурные элементы создаются на основе растворов внедрения и представляют собой метастабильные соединения.

Сверхглубокое проникание (СПП) реализуется при соударении сгустков легирующих порошковых частиц с твердыми телами. При скоростях соударения 300 – 3000 м/с дискретных порошковых частиц с металлической преградой в ней создается неравномерное пульсирующее поле давлений. За счет суперпозиции ударных волн возникают зоны высокого давления (5–20 ГПа), окруженные зонами фонового давления (0,2-1 ГПа). Частицы легирующего вещества, двигаясь внутри зон

высокого давления, трутся о стенки формируемых канальных элементов. За счет этого зоны высокого давления избирательно легируются. В объеме твердого металлического тела создается композиционный материал.

Особенностью СГП является дополнительная кумуляция энергии. В период динамического фазового перехода материал теряет дальние связи и представляет собой плотную плазму (квазижидкость). Движение частиц в такой квазижидкости приводит к известным гидродинамическим эффектам, когда за счет турбулентности за ударником создается микрополость. Под действием пульсирующего поля зоны высокого давления полость захлопывается в точку ($\approx 10^{11}$ - 10^{16} Н/м²), а масса стенок канала задает время задержки сверхвысокого давления ($\approx 10^{-8}$ с). В этих точках синтезируются новые химические элементы и их изотопы, а за счет этого реализуется дополнительное легирование армирующих зон композиционного материала.

УДК 621.795:544.6

Морфология и микроструктура электрохимических композиционных покрытий (Ni-B)-SiO₂ в зависимости от условий получения

Якубовская С.В., Корбит А.А

Белорусский национальный технический университет

Композиционные электрохимические покрытия (КЭП) на основе никеля характеризуются повышенной твердостью, износостойкостью, термической стабильностью и представляют несомненный практический интерес для использования в промышленности.

В настоящей работе изучалось влияние концентрации дисперсного SiO₂, борсодержащего соединения в составе органического электролита никелирования на основе карбамида и условий проведения процесса электролиза на морфологию и микроструктуру КЭП (Ni-B)-SiO₂. Электрохимическое осаждение покрытий проводили из электролитараствора $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$ -NiCl₂-H₃BO₃-SiO₂ при стандартной схеме электролиза. Исследование морфологии и микроструктуры поверхности покрытий осуществляли на растровом электронном микроскопе VEGA / TESCAN (Япония) и на оптическом микроскопе Micro-200.

Установлено, что микроструктура КЭП определяется концентрацией SiO₂ и степенью дисперсности частиц, а также концентрацией борной кислоты. Влияние температуры электролиза на микроструктуру покрытий проявляется слабо.

В области режимов формирования покрытий (Ni-B)-SiO₂ микроструктура представляет собой матрицу на основе сплава Ni-B, в