

ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ УСТАЛОСТНОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПРИ КОНТАКТНОМ НАГРУЖЕНИИ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ ПГ-СР2 – Cr₃C₂, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ГАЗОПОРОШКОВОЙ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ

Р.А. Саврай¹, А.В. Макаров^{1,2}, Э.С. Горкунов¹, Н.Н. Соболева¹,
Л.Х. Коган², И.Ю. Малыгина¹, А.Л. Осинцева, Н.А.¹ Давыдова¹

¹*ИМАШ УрО РАН, Екатеринбург, Россия, ras@imach.uran.ru*

²*ИФМ УрО РАН, Екатеринбург, Россия*

Хромоникелевые покрытия широко используются для создания на их основе композиционных покрытий при введении в состав порошков различных добавок, например, TiC, WC, Cr₃C₂, SiC, TaC, Al₂O₃, Fe₂O₃, V₂O₅, которые могут оказывать различное влияние на стойкость покрытий в условиях механического контактного воздействия. Поэтому актуальной задачей является исследование контактной выносливости композиционных покрытий и возможностей контроля их усталостной деградации. Наши исследования показали возможность применения вихретокового метода для контроля и оценки химического и фазового составов, твердости, износостойкости и контактной выносливости лазерных наплавов различного типа, а также для контроля накопленной деформации и трещинообразования при циклическом нагружении металлических материалов.

Целью настоящей работы явилось изучение возможностей вихретокового метода для контроля усталостной деградации при контактном нагружении полученного методом газопорошковой лазерной наплавки композиционного покрытия ПГ-СР2 – Cr₃C₂ с добавкой карбида хрома Cr₃C₂ в количестве 15 мас. %. Механические испытания на контактную усталость проводили по схеме пульсирующего неударного контакта «шар-плоскость» на базе N=10⁶ циклов нагружения. Измерения электромагнитных параметров полученного лазерной наплавкой композиционного покрытия выполняли на лабораторном макете вихретокового прибора с использованием дифференциально включенного накладного трансформаторного преобразователя с ферритовым сердечником броневого типа на частотах f=36, 72; 96 и 120 кГц.

Установлены возможности контроля вихретоковым методом усталостной деградации при контактном нагружении композиционного покрытия ПГ-СР2 – 15%Cr₃C₂, полученного методом газопорошковой лазерной наплавки. Показано, что для композиционного покрытия ПГ-СР2 – 15%Cr₃C₂ контроль вихретоковым методом усталостной деградации при контактном нагружении может проводиться измерениями показаний вихретокового прибора на больших частотах возбуждения вихретокового преобразователя $f=72-120$ кГц. В этом случае степень влияния ферромагнитной стальной основы на показания вихретокового прибора α минимальна и в большей степени анализируется тонкий поверхностный слой, в котором и развиваются процессы усталостной деградации покрытия. При этом зависимости показаний вихретокового прибора имеют нисходящую и восходящую ветви, граница между которыми при данных условиях нагружения составила 3×10^5 циклов (см. рис.). Это обусловлено влиянием, с одной стороны, трещинообразования, а с другой – когезионного разрушения и уплотнения покрытия, оказывающих противоположное влияние на величину удельного электросопротивления и, соответственно, на показания вихретокового прибора. Отметим, что показания вихретоковых преобразователей при одинаковых условиях измерений и слабых полях возбуждения определяются только значениями магнитной проницаемости и удельного электрического сопротивления материала. По нисходящей ветви можно контролировать процесс образования и роста трещин, по восходящей ветви можно контролировать степень когезионного разрушения. Однако при разработке методики контроля необходимо учитывать, что одним показаниям вихретокового прибора может соответствовать разная степень усталостной деградации покрытия.

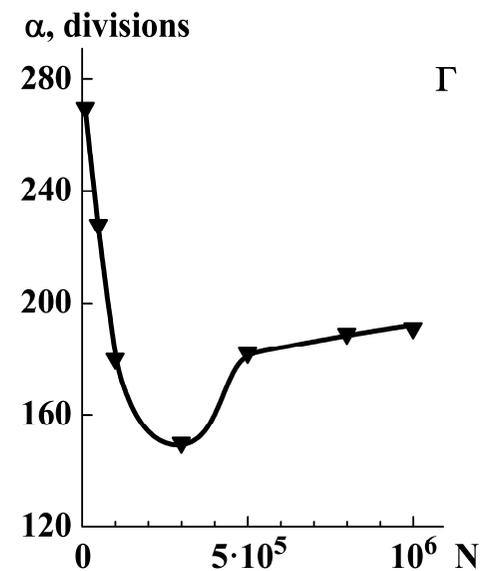
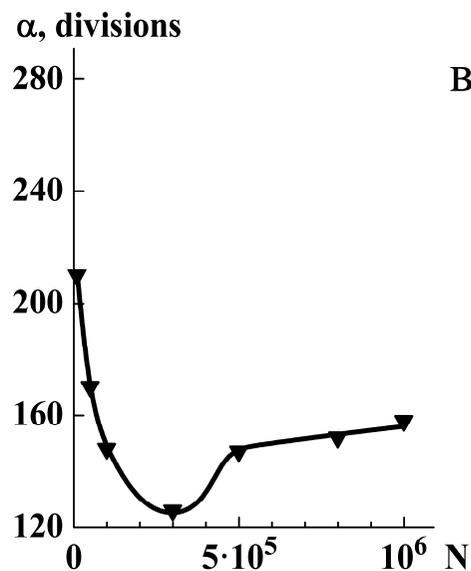
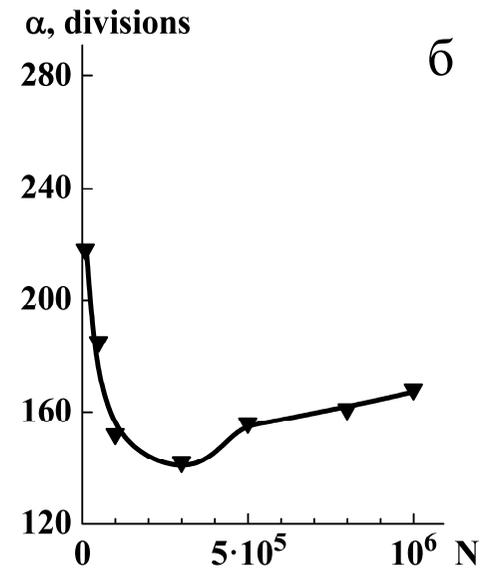
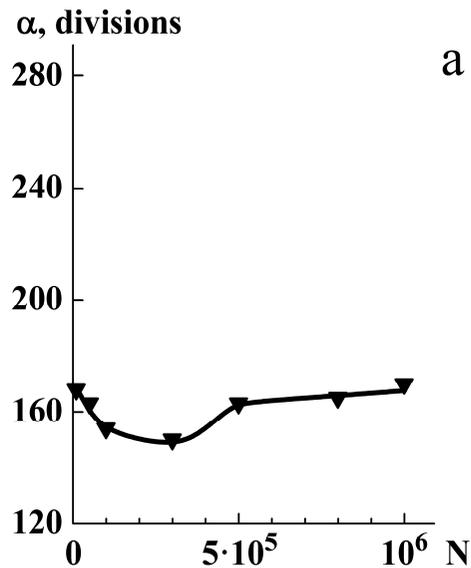


Рисунок. Зависимости показаний вихретокового прибора α на частотах 36 (а), 72 (б), 96 (в) и 120 кГц (г) от числа циклов нагружения N , измеренные на пятнах контакта после контактно-усталостных испытаний покрытия на основе ПГ-СР2 с добавкой Cr_3C_2 в количестве 15 мас. %