

УДК 620.179.142.6
СПОСОБ УЧЕТА СЛОЯ ХРОМА ПРИ МАГНИТОДИНАМИЧЕСКОЙ
ТОЛЩИНОМЕТРИИ СЛОЯ НИКЕЛЯ ДВУХСЛОЙНОГО
ХРОМОНИКЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ

О. В. БУЛАТОВ

Институт прикладной физики НАН Беларуси
Минск, Беларусь

Увеличение толщины слоя хрома приводит к постепенному снижению точности магнитодинамической толщинометрии слоя никеля двухслойного хромоникелевого покрытия, однако учет этой толщины при каждом измерении позволяет предотвратить указанное снижение.

Толщину слоя хрома можно учесть одним из двух способов:

1) сначала измерить ее во всех контрольных точках изделия, а затем корректировать показания прибора при измерении толщины слоя никеля в тех же точках;

2) вместо исходной градуировочной зависимости, построенной с помощью мер толщины никелевого покрытия, использовать скорректированную зависимость, полученную при наложении на каждую меру имитатора слоя хрома (неферромагнитной пленки).

Одним из двух основных недостатков первого способа является необходимость предварительного измерения толщины слоя хрома, значительно усложняющая методику толщинометрии слоя никеля. Другой недостаток является следствием названного: погрешность измерений толщины слоя хрома входит в состав погрешности толщинометрии слоя никеля, за счет чего вторая из них может существенно увеличиться.

Второй способ лишен вышеперечисленных недостатков, при этом его реализация не предполагает каких-либо дополнительных действий в процессе измерения толщины слоя никеля. Ниже приведены данные, полученные в пакете прикладных программ FEMM и подтверждающие эффективность использования скорректированной градуировочной зависимости.

Оценка указанной эффективности выполнена для диапазонов толщин слоев никеля 200...700 мкм и хрома 50...150 мкм, при этом была исследована дополнительная погрешность, обусловленная наличием слоя хрома. В столбце 3 (табл. 1) приведены расчетные значения δ_{Cr} этой погрешности, соответствующие ее практическим значениям, получаемым в случае использования исходной градуировочной зависимости. Столбец 4 содержит значения δ'_{Cr} , аналогичные значениям, получаемым на практике с помощью скорректированной зависимости. Для ее построения необходимо в процессе градуировки магнитодинамического прибора поочередно накладывать неферромагнитную пленку, имеющую заданную толщину (в данном случае 100 мкм), на никелевое покрытие каждой меры.

Табл. 1. Расчетные значения дополнительной погрешности, обусловленной наличием слоя хрома толщиной d , до (δ_{Cr}) и после (δ'_{Cr}) учета этого слоя при измерении толщины b слоя никеля

d , мкм	b , мкм	δ_{Cr} , %	δ'_{Cr} , %
1	2	3	4
50	200	-1,90	+1,99
	300	-2,04	+2,13
	400	-2,19	+2,30
	500	-2,36	+2,49
	600	-2,56	+2,72
	700	-2,79	+3,00
100	200	-3,81	0
	300	-4,07	
	400	-4,36	
	500	-4,69	
	600	-5,07	
	700	-5,52	
150	200	-5,65	-1,93
	300	-6,04	-2,07
	400	-6,47	-2,23
	500	-6,95	-2,41
	600	-7,51	-2,64
	700	-8,17	-2,90

Из табличных данных следует, что обусловленная хромом дополнительная погрешность в рассматриваемых диапазонах толщин d и b может быть существенной для практики, поскольку модуль этой погрешности может увеличиваться более чем в 4 раза, достигая 8 %.

Ситуация принципиально меняется при условии использования скорректированной градуировочной зависимости. Видно, что в этом случае вышеуказанная погрешность не превышает 3 %, т. е. модуль ее максимума значительно (почти втрое) уменьшается. Однако наибольший эффект от применения предложенного способа учета слоя хрома достигается при равенстве толщин этого слоя и градуировочной пленки: дополнительная погрешность отсутствует во всем диапазоне толщины b . Установлено, что в диапазоне толщины d от 90 до 110 мкм значения δ'_{Cr} указанной погрешности практически не выходят за пределы $\pm 0,5$ %.

Дополнительная погрешность отсутствует при условии, что толщина градуировочной пленки равна измеряемой толщине. Чем больше различие между толщиной пленки и серединой диапазона (50...150 мкм), тем больше по модулю максимум указанной погрешности. В связи с этим для градуировки прибора следует использовать пленку, толщина которой равна оптимальному значению $d = 100$ мкм или наиболее близка к нему.

Таким образом, учет слоя хрома предложенным способом позволяет значительно уменьшить погрешность толщинометрии слоя никеля.