

УДК 620.179.14

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ТОЛЩИНОМЕТРИЯ  
НИКЕЛЕВЫХ СЛОЕВ И ПОКРЫТИЙ

В. И. ШАРАНДО, А. В. ЧЕРНЫШЕВ, И. Е. ЗАГОРСКИЙ

Институт прикладной физики НАН Беларуси

Минск, Беларусь

В [1] показано, что толщинометрия деформированного и отожжённого электролитического никеля может вестись с помощью накладного вихретокового преобразователя по измерениям амплитуды вносимой ЭДС и ее третьей гармонической составляющей. Приборы, основанные на этих методах, могут быть применены для промышленного контроля никелевых покрытий на немагнитных основаниях, позволяя получать основную и корректирующую информацию, связанную с состоянием никеля после его нанесения и термообработки. В то же время следует учитывать, что в заводских условиях поверхность изделий покрывают слоями гальванического никеля, имеющего свои структурные особенности и отличный от электролитического никеля химсостав. В результате этого могут значительно изменяться измеряемые приборами сигналы.

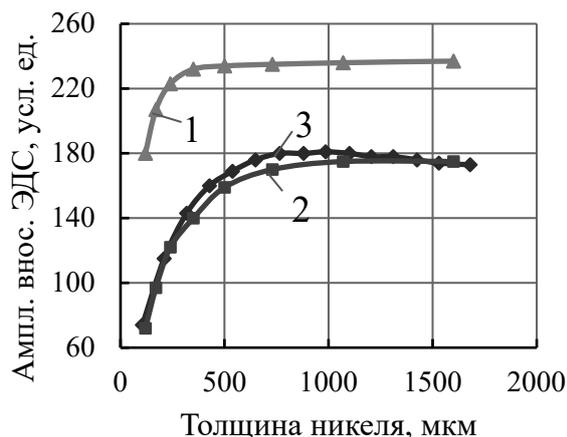
Целью работы являлось получение сравнительной информации со слоёв электролитического никеля высокой степени чистоты и промышленного гальванического никеля для оценки структурного состояния никелевых покрытий и создания методик их электромагнитного контроля.

Определялись амплитуды вносимой ЭДС [2] и её третьей гармонической составляющей (последняя измерялась с помощью прибора ПКТ-2 [3]) в выходном сигнале накладного вихретокового преобразователя. В обоих случаях исследования велись с помощью одного и того же преобразователя, состоящего из трех соосных катушек – поля возбуждения и расположенных у её торцов, включенных между собой, дифференциально измерительной и компенсационной. Наружный диаметр катушек составлял 10 мм. По катушке поля возбуждения пропусклся синусоидальный ток частотой 2,5 кГц.

Отожжённые в течение 3 ч на воздухе при 700 °С пластинки различной толщины из электролитического никеля чистотой 99,77 % прокатали на 33 %, затем отрезанные от них части снова отожгли при 700 °С в течение 1 ч. В итоге были созданы две серии образцов с заданным набором толщин и наличием либо отсутствием деформации. Был также нанесён на проводящее основание с минимальной адгезией слой никеля толщиной 110 мкм по технологиям, применяемым на ракетных предприятиях. Полученная и отделенная от основания пластина разрезана на куски, из которых создавались стопки задаваемой толщины. Размер каждого образца составлял 32 × 22 мм.

Зависимость амплитуд вносимой ЭДС и ее третьей гармонической составляющей (сигнал ПКТ-2) накладного вихретокового преобразователя от толщины отожжённого и деформированного электролитического никеля, а также стопок гальванического никеля, представлена на рис. 1.

а)



б)

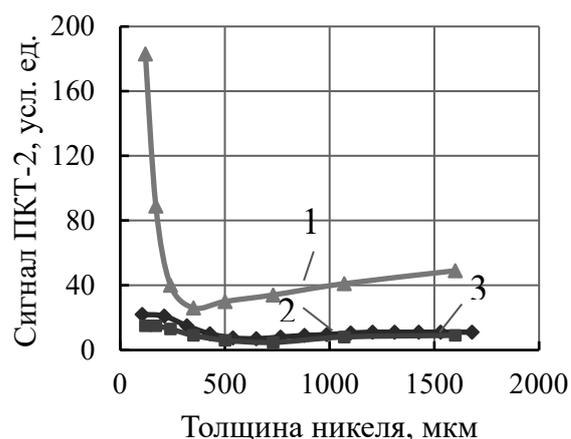


Рис. 1. Зависимость амплитуд вносимой ЭДС (а) и ее третьей гармонической составляющей (б) накладного вихретокового преобразователя от толщины отожжённого (1) и деформированного (2) электролитического никеля, стопок (3) гальванического никеля

Амплитуда вносимой ЭДС накладного вихретокового преобразователя возрастает с толщиной как отожжённых, так и деформированных образцов. При этом контроль первых возможен до толщин порядка 400...500 мкм, вторых — до 1000 мкм. Показания прибора ПКТ-2 на деформированном никеле имеют невысокие значения и слабо зависят от толщины. На отожжённых образцах измеряемый сигнал изменяется неоднозначно по диапазону толщин. Возможно совместное применение обеих методик контроля с учётом используемых диапазонов толщин никеля.

Кривые как амплитуд вносимой ЭДС, так и ее третьей гармонической составляющей для образцов гальванического никеля совпадают с кривыми, полученными для образцов прокатанного на 33 % электролитического никеля. Из этого результата следует, что наносимый на промышленные изделия в качестве покрытий гальванический никель имеет такой же уровень структурных напряжений, как и деформированный на 33 % электролитический никель. На это необходимо обращать внимание при разработке методик электромагнитного контроля процессов никелирования.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарандо, В. И. Магнитодинамическая и электромагнитная толщинометрия деформированных и отожжённых никелевых покрытий / В. И. Шарандо, А. В. Чернышев, Н. В. Кременькова // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2021. – № 4. – С. 26–31.
2. Дорофеев, А. Л. Индукционная структуроскопия / А. Л. Дорофеев. – Москва: Энергия, 1973. – 176 с.
3. Гусак, Н. О. Прибор для контроля твердости ПКТ-2 / Н. О. Гусак, А. В. Чернышев, В. Л. Цукерман // Дефектоскопия. – 1991. – № 10. – С. 92.