

УДК 620.179.14

МАГНИТОДИНАМИЧЕСКАЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ТОЛЩИНОМЕТРИЯ СЛОЕВ СПЛАВА КОВАР

В. И. ШАРАНДО, А. В. ЧЕРНЫШЕВ

Институт прикладной физики НАН Беларуси
Минск, Беларусь

Ленты из прецизионного ферромагнитного сплава ковар (29НК), выпускаемые промышленностью согласно ГОСТ 10994–74 и ГОСТ 14080–78, используются в радиоэлектронике, в частности, для изготовления корпусов микросхем. В данной работе рассматривается возможность контроля их толщины с помощью магнитодинамических и электромагнитных методов. Ранее [1, 2] подобные исследования были проведены нами в области толщинометрии электролитического и гальванического никеля, аустенитной стали 12Х18Н10Т. Измерялся сигнал магнитодинамического толщиномера МТЦ-3-2 [3], регистрировавшего изменения магнитного потока в индукционной катушке, охватывающей сопряжённый со стержневым магнитом железный наконечник, при его соприкосновении с ферромагнитным изделием. Измерителем остаточной намагниченности ИОН-4 [3], использующим устанавливаемую на изделие катушку без магнита, определялся поток индукции от магнитного пятна, оставленного преобразователем указанного толщиномера. Измерялись также амплитуды вносимой ЭДС вихретокового преобразователя [4] и сигналы прибора ПКТ-2 [5].

В данной работе также применены указанные приборы, а в качестве образцов использованы разнотолщинные пакеты из пластинок, нарезанных из лент ковара 29НК-Т-0 толщиной 90, 135 и 187 мкм и шириной 22 мм.

Зависимости сигналов приборов МТЦ-3-2 и ИОН-4, в условных единицах, от толщины образцов сплава ковар представлены на рис. 1.

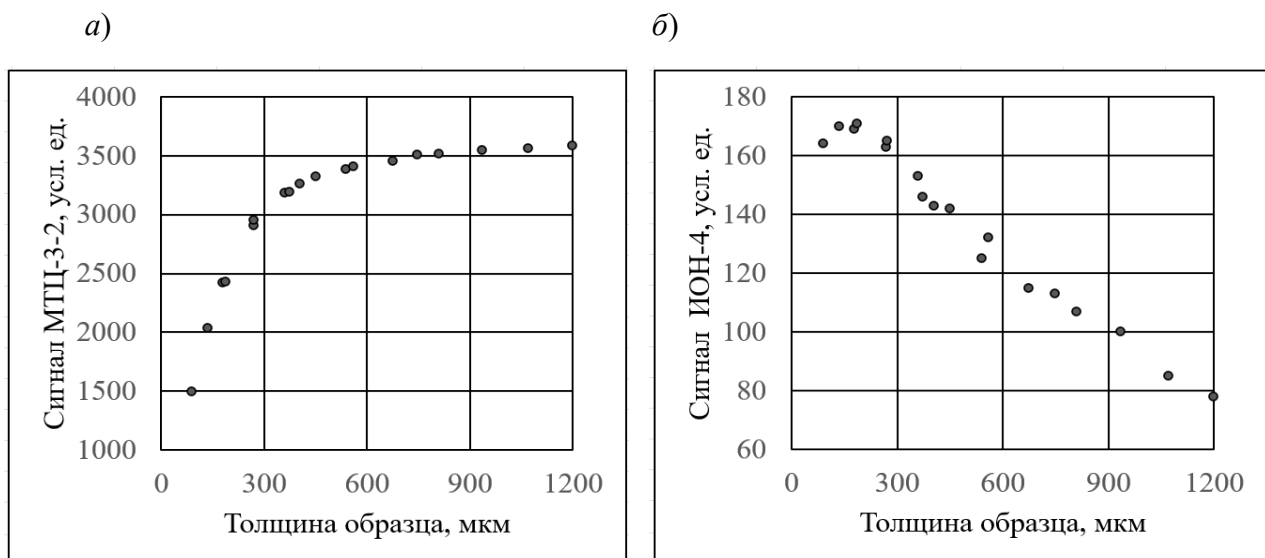


Рис. 1. Зависимости показаний приборов МТЦ-3-2 (а) и ИОН-4 (б) от толщины образцов сплава ковар

Зависимости амплитуды вносимой ЭДС (в катушке поля возбуждения ток синусоидальной формы частотой 2,0 кГц) и сигналов прибора ПКТ-2, в условных единицах, от толщины образцов сплава ковар представлены на рис. 2.

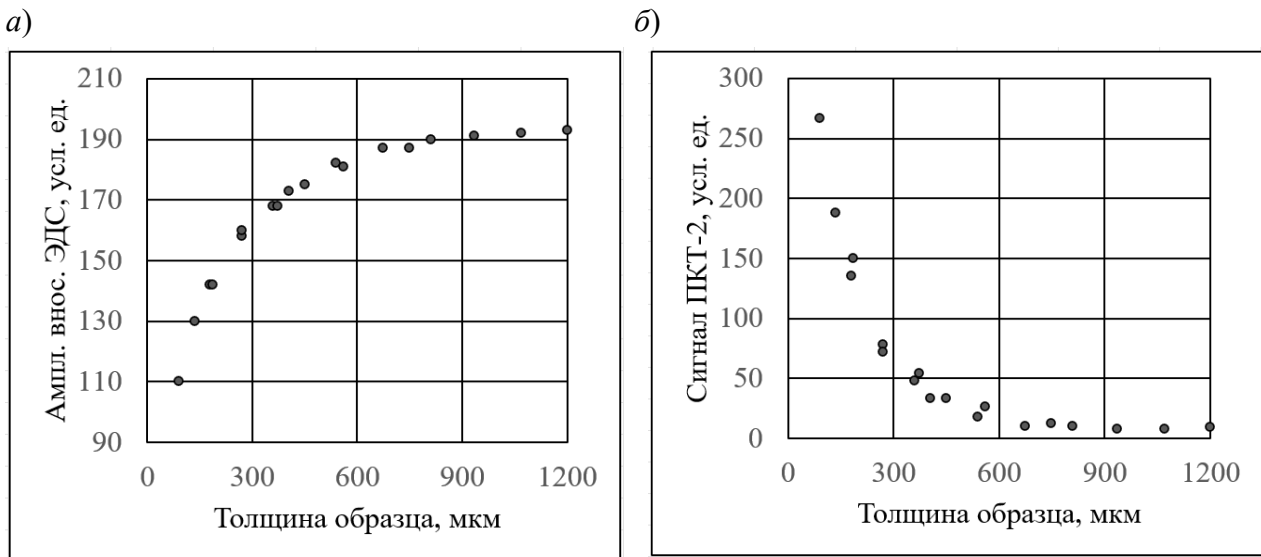


Рис. 2. Зависимости амплитуды вносимой ЭДС (а) и сигналов прибора ПКТ-2 (б) от толщины образцов сплава ковар

Из рисунков следует, что использованные приборы показывают в основной части диапазона толщин ковара однозначные зависимости. При этом сигналы толщиномера МТЦ-3-2 и вихретокового прибора демонстрируют высокую чувствительность и практически не зависят от особенностей изготовления на разных предприятиях образцов ленты, что позволяет применять их при промышленной толщинометрии. Сигналы приборов ИОН-4 и ПКТ-2 характеризуются несколько большими разбросами; связь получаемых в этих измерениях данных с коэрцитивной силой контролируемого материала определяет возможность дальнейших, аналогичных [1, 2], исследований по оценкам структурного состояния ковара при создании в нём напряжений в результате прокаток и штамповок из указанных лент радиотехнических изделий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарандо, В. И. Магнитодинамическая и электромагнитная толщинометрия деформированных и отожженных никелевых покрытий / В. И. Шарандо, А. В. Чернышев, Н. В. Кременькова // *Не разрушающий контроль и диагностика*. – 2021. – № 4. – С. 26–31.
2. Шарандо, В. И. Применение магнитодинамического и электромагнитных методов контроля при изучении процессов деформации стали 12Х18Н10Т / В. И. Шарандо, А. В. Чернышев, Н. В. Кременькова // *Не разрушающий контроль и диагностика*. – 2022. – № 1. – С. 32–37.
3. Разработки лаборатории металлофизики ИПФ АН Беларуси в области неразрушающего контроля. – URL: <http://iaph.bas-net.by/lab1/products/> (дата обращения: 15.01.2026).
4. Дорофеев, А. Л. Индукционная структуроскопия / А. Л. Дорофеев. – М. : Энергия, 1973. – 176 с.
5. Гусак, Н. О. Прибор для контроля твердости ПКТ-2 / Н. О. Гусак, А. В. Чернышев, В. Л. Цукерман // *Дефектоскопия*. – 1991. – № 10. – С. 92.