

Эффект может быть использован при контроле электрических и магнитных свойств материалов.

УДК 620.130

Зависимость величины максимальной напряженности магнитного поля на поверхности металлического образца от формы импульса магнитного поля

Павлюченко В.В., Дорошевич Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Целью настоящей работы является определение формы импульсов магнитного поля для создания на поверхностях металлических и других электропроводящих материалов таких электромагнитных полей, напряженность магнитной составляющей которых в заданных промежутках времени изменяется во времени по заданному закону.

Для разрешения свойств материалов в глубину нами определены параметры импульсов первичного магнитного поля, обеспечивающих на поверхности однородной металлической пластины постоянную величину тангенциальной составляющей магнитного поля H_{τ} в течение времени контроля. При этом датчик магнитного поля, в качестве которого использовали магнитооптическую пленку или матрицу из датчиков Холла, все время контроля находится в одинаковых условиях с оптимальными параметрами доменной структуры магнитооптической пленки и с оптимальной величиной сигнала, снимаемого с датчиков Холла. Таким образом, для однородного образца величина H_{τ} на его поверхности будет постоянной, а при наличии в материале дефектов сплошности или участков с отличной от остального материала удельной электропроводностью датчики магнитного поля будут отображать «всплывающую» по мере проникновения магнитного поля вглубь материала информацию о его свойствах, которая может быть выведена на экран монитора с получением изображения свойств материала в сечении по заданной линии его поверхности.

Последовательность измерений приведена на рис. 1÷4, на которых изображены зависимости величины тока J и величины

напряженности магнитного поля H от времени t , а также зависимость скорости нарастания напряженности магнитного поля v_H от скорости нарастания тока v_J .

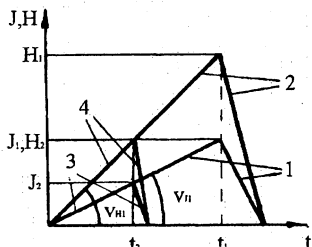


рис. 1

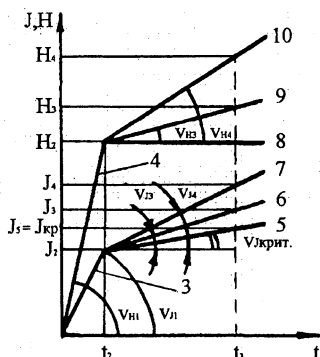


рис. 2

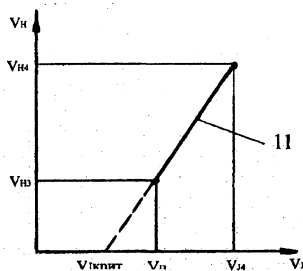


рис. 3

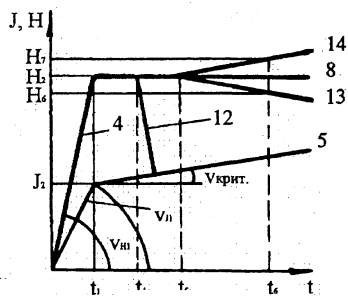


рис. 4

Воздействуют на поверхность металлического образца линейно нарастающим во времени t со скоростью v_{J1} импульсом 1 тока J . Зависимость величины напряженности магнитного поля H в отсутствие материала также соответствует зависимости 1 и в момент времени t_1 выводит датчик магнитного поля в область максимальной чувствительности при $H = H_2$. При наличии материала за счет поля вторичного

источника, т.е. поля, созданного индукционными токами материала, напряженность магнитного поля на его поверхности увеличивается и ее зависимость от времени соответствует зависимости 2 со скоростью нарастания v_{H1} и максимумом H_1 . Находят длительность t_2 второго импульса 3, выводящего датчик в оптимальное состояние, воздействуют на материал этим импульсом поля и получают на поверхности материала распределение H во времени, соответствующее зависимости 4. Затем воздействуют на материал последовательно третьим и четвертым импульсом тока, которые повторяют восходящую часть второго импульса 3 и переходят в линейно нарастающие 6 и 7 со скоростями v_{J3} и v_{J4} импульсы тока, которым на поверхности материала соответствуют зависимости напряженности магнитного поля 9 и 10. Определив максимальные величины напряженности магнитного поля на поверхности материала H_3 и H_4 в момент времени $t = t_3$ и соответствующие им амплитуды J_3 и J_4 и, зная, время начала второй восходящей части импульсов t_2 , находят скорости нарастания магнитного поля v_{H3} и v_{H4} и соответствующие им скорости нарастания тока v_{J3} и v_{J4} , строят зависимость 11 скорости нарастания напряженности магнитного поля v_H от скорости нарастания тока v_J . Путем экстраполяции отрезка 11 на ось v_J находят величину критической скорости нарастания тока $v_{Jкрит}$ для однородного материала, при которой напряженность магнитного поля на поверхности материала в течение действия второй восходящей части импульса тока 5 (с момента времени t_2 по t_3) остается постоянной и равной H_2 , прямая 8. В случае материала, которому соответствует участок 12 $H(t)$ или многослойного изделия, состоящего из слоев с разной удельной электропроводностью σ , определяют последующие моменты времени t_5 и t_6 в соответствии с глубиной залегания слоев, которая «проявляется» на зависимостях $H = H(t)$, в результате чего вместо прямой 8 получаются другие зависимости, например, 13 и 14, и описанным выше способом находят форму более сложных импульсов, применяя которые разрешают свойства материала по глубине при $H = \text{const}$ на поверхности материала:

$$\frac{\partial H}{\partial t} \Big|_{t_{n-1}}^{t_n} = \frac{\partial}{\partial t} \left(\sum_{i=0}^n v_{H_i}(t) \cdot t_i \right) \Big|_{t_{n-1}}^{t_n} = 0, \quad \frac{\partial J(t)}{\partial t} = \frac{\partial J(t)}{\partial t} \Big|_{t_{n-1}}^{t_n} \left(\frac{\partial J(t)}{\partial t} \Big|_{t_0}^{t_{n-1}} \right).$$

Измерения проведены в средних магнитных полях ($4 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^5$) А/м со скоростями нарастания до $v_H = 1 \cdot 10^{10}$ А/м·с. На образцах из алюминия получена величина критической скорости порядка $1 \cdot 10^8$ А/м·с.

Результаты данной работы могут быть использованы при расчетах магнитных полей, а также в дефектоскопии и в системах управления электромагнитными полями.

УДК 539.18

Размеры ядра и сверхтонкая структура легких водородоподобных и экзотических атомов

Трофименко Е.Е., Гуца Е.Л.

Белорусский национальный технический университет

В данной работе аналитически проведено дальнейшее уточнение поправки на конечные размеры ядра к энергии СТР ns -уровней энергии легких мюонных атомов. С точностью до членов порядка $(ZR/a_0)^2$ получены выражения для искомой поправки, которое справедливо для любых сферически симметричных распределений заряда дипольного и магнитного момента ядра.

Выражение для оператора сверхтонкого взаимодействия (СТВ) V_{HFS} в координатном представлении имеет вид

$$V_{HFS} = \frac{\alpha g_I}{2m_\mu m_p} \left\{ (1 + \chi_\mu) \left[\frac{8\pi}{3} \rho_m \vec{I} \cdot \vec{S} + \left(\frac{1}{r} \frac{dV_m}{dr} + \frac{4\pi}{3} \rho_m \right) \times \right. \right. \\ \left. \left. \times (\vec{I} \cdot \vec{S} - 3(\vec{I} \cdot \vec{n})(\vec{S} \cdot \vec{n})) \right] - \right. \\ \left. \left[\left(1 + \frac{m_\mu}{m_N} \right) \frac{1}{r} \frac{dV_m}{dr} - \frac{1}{1 + \chi_N} \frac{m_\mu}{2m_N} \frac{1}{r} \frac{dV_e}{dr} \right] \vec{I} \cdot \vec{L} \right\}, \quad (1)$$

где