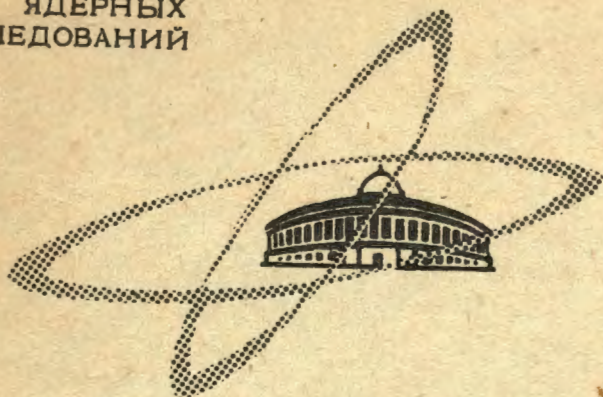


Б-534

20/II-68

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



13 - 3656

Т.В.Беспалова, И.А.Голутвин, Ю.В.Заневский

ХАРАКТЕРИСТИКИ
МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ
ДЛЯ СЧИТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ
В БЕСФИЛЬМОВЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕРАХ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ


1968

13 - 3656

Т.В.Беспалова, И.А.Голутвин, Ю.В.Заневский

ХАРАКТЕРИСТИКИ
МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ
ДЛЯ СЧИТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ
В БЕСФИЛЬМОВЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕРАХ

Направлено в ПТЭ



В в е д е н и е

В настоящее время в практике физического эксперимента получили достаточно широкое применение бесфильмовые искровые камеры со съемом информации с помощью магнитострикционных линий /1-4/. К числу преимуществ этого метода детектирования частиц следует отнести:

- а) простоту изготовления узла съема информации;
- б) возможность регистрации двух координат с помощью одной камеры;
- в) высокую точность регистрации координат;
- г) возможность предварительного анализа события до передачи в ЭВМ.

Точность регистрации координат и разрешение определяются прежде всего амплитудными и частотными характеристиками магнитострикционных материалов, и поэтому целью данной работы явилось изучение указанных свойств и их зависимости от способов термической обработки магнитострикционных материалов, натяжения и параметров импульса возбуждающего тока.

1. Исследуемые материалы

Материалами, обладающими наилучшими магнитострикционными свойствами, являются сплавы железа и кобальта. Были исследованы образцы, изготовленные из сплавов:

- 1) К-50 (50% Fe, 50% Co).
- 2) К-65 (65% Fe, 35% Co).

Поскольку амплитудные и частотные свойства материалов зависят не только от химического состава, но и от их конфигурации, то все исследования производились для образцов в виде:

- 1) проволоки $\varnothing 0,1$ мм;
 $\varnothing 0,2$ мм;
- 2) ленты $0,35 \times 0,05$ мм²;
 $0,5 \times 0,05$ мм².

Режим термической обработки магнитоотрицательных материалов подбирался экспериментально. Был выбран режим - полуютжиг, оптимальный с точки зрения амплитудных и частотных характеристик материалов.

Кроме того для увеличения амплитуды сигнала участок магнитоотрицательной линии, расположенной непосредственно под приемной катушкой, подвергался полному отжигу. При этом частотные свойства линий сохранялись.

Производилось сравнение характеристик образцов до и после термической обработки. Исследовались частотные и амплитудные характеристики материалов и измерялось изменение скорости распространения сигнала вдоль линии в зависимости от натяжения.

2. Стенд для исследования характеристик материалов

Все измерения производились на стенде, схема которого показана на рис. 1. Образец магнитоотрицательной линии длиной $\approx 1,2$ метра расположен горизонтально. Один конец линии закреплен в демпфере (Д), второй - свободно перекинут через блок. Натяжение осуществлялось с помощью грузов (Р), подвешиваемых к свободному концу линии.

Через равные промежутки (100 мм) расположены проволочки, по которым пропускаться импульсный ток возбуждения. Приемная катушка (ПК) намотана проводом $\varnothing 0,04$ мм, число витков - 150, длина катушки - 1,5 мм.

Сигнал с приемной катушки поступал через усилитель (У) ($K = 75$, $f_{кр} = 15$ МГц) на осциллограф типа С 1-15. Генератор запускает генератор импульсов возбуждающего тока (ГИВТ) и через блок задержки - схему синхронизации осциллографа. Измерения всех параметров детектируемых сигналов произ-

водились при помощи калиброванных разверток осцилографа и точность измерений была не хуже $\pm 5\%$.

3. Результаты измерений

3.1. Амплитуда сигнала

Поскольку амплитуда сигнала, получаемого с магнитоотрицательной линии, должна быть достаточной для надежного детектирования его даже в случае нескольких искр в камере, то нас интересовал максимальный сигнал, который возможно было получить с каждого исследуемого образца.

В таблице 1 даны значения максимальной амплитуды сигнала в МКВ, получаемой на один ампер возбуждающего тока. Все образцы исследовались при одинаковом натяжении $\approx 6,3 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$ и постоянной длительности импульса возбуждающего тока. Длина приемной катушки $l = 1,5$ мм, количество витков $W = 150$ (диаметр провода $d = 0,04$ мм).

3.2. Затухание сигнала вдоль магнитоотрицательной линии

Затухание сигнала, как и максимальная амплитуда, в большой степени определяет возможность надежного детектирования сигнала. С одной стороны, определяющую роль играет чувствительность усилителей, а с другой, — наличие отражений от демпферов. Поэтому в случае нескольких искр и значительной длине искровой камеры надежность регистрации определяется затуханием сигнала вдоль магнитоотрицательной линии.

Амплитуду сигнала в зависимости от длины магнитоотрицательной линии можно представить как

$$U_c = U_0 e^{-\alpha_x x},$$

где: U_0 — амплитуда сигнала в точке линии, относительно которой определяется уменьшение сигнала вдоль линии, α_x — коэффициент затухания, x — длина линии в метрах.

В таблице 1 приведены значения α_x для всех исследуемых образцов.

3.3. Зависимость амплитуды сигнала от натяжения магнитострикционной линии

Эта зависимость может быть представлена также в виде:

$$U_c = U_0 e^{-\alpha_p P},$$

где: α_p - коэффициент изменения сигнала от натяжения, P - натяжение образца [$\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$]. В таблице 1 даны значения α_p образцов.

3.4. Длительность сигнала с магнитострикционной линии

В таблице 1 приведены значения длительности сигнала τ_c для исследуемых образцов. Два значения τ_c характеризуют длительность сигнала при положении токовозбуждающего датчика на расстоянии 15 см или 95 см от приемной катушки, соответственно. На рис.2 представлены зависимости длительности и амплитуды сигнала от числа витков приемной катушки. Длительность сигнала практически линейно возрастает с увеличением числа витков катушки. Амплитуда сигнала имеет максимум на катушке $W = 150$ витков (паразитная емкость $C_n = 30$ пф).

3.5. Зависимость амплитуды сигнала от длительности импульса возбуждающего тока

Эта зависимость приведена на рис.3. Измерения сделаны для образцов К 49 \varnothing 0,2 мм и 0,35x0, 0,5 мм². Приблизительно эту зависимость можно представить в виде:

$$U_c = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right),$$

где U_c - амплитуда сигнала для токового импульса, имеющего постоянную спадат,

U_0 - сигнал при той же амплитуде токового импульса с постоянной спада $\tau = 0,33$ мксек. С помощью этой зависимости можно оценивать, например, величину тока искры в камере по амплитуде сигнала с линии. (При этом необходимо знать постоянную спада тока искры в камере).

3.6. Зависимость скорости распространения сигнала от натяжения

Эта зависимость измерялась с помощью осциллографа. На развертке 50 - 100 нсек/см измерялась задержка (T_0) сигнала относительно начала развертки. При этом натяжение ленты было P . С изменением натяжения на ΔP центр сигнала перемещается по развертке на $\pm \Delta T$.

Отношение изменения задержки сигнала к полной задержке есть параметр, характеризующий изменение скорости распространения сигнала, т.е.:

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta T}{T_0}.$$

Таким образом, если скорость распространения сигнала есть

$$V = V_0 (1 - \alpha_v P),$$

где P - натяжение образца, то при изменении натяжения на ΔP :

$$\alpha_v = \frac{\Delta V}{V \Delta P}$$

или

$$\alpha_v = \frac{\Delta T}{T_0 \Delta P}.$$

Значения α_v приведены в таблице 1. Ошибка не более $\pm 10\%$.

З а к л ю ч е н и е

В результате исследований характеристик магнитострикционных материалов могут быть сделаны некоторые замечания относительно использования их для магнитострикционных камер.

1. Термическая обработка (полуотжиг) улучшает амплитудные и частотные характеристики магнитоотрицательных материалов.

2. Дополнительный отжиг под катушкой увеличивает амплитуду детектируемого сигнала в несколько раз, однако, при этом возрастает зависимость амплитуды от натяжения.

3. Наилучшими частотными свойствами обладают линии $\varnothing 0,1$ мм из материала К-49.

4. Наилучшими амплитудными свойствами обладают линии сечением $0,5 \times 0,05 \text{ мм}^2$ и $0,35 \times 0,05 \text{ мм}^2$ из материала К-50.

В заключение авторы выражают благодарность студенту ТПИ В.А. Войлошникову за большую работу, сделанную по выбору режима термообработки магнитоотрицательных материалов.

Л и т е р а т у р а

1. G. Giannelli, Nucl.Instr. and Meth 3, 29 (1964).
2. V. Perez-Mendez and I.M. Pfab, Nucl.Instr. and Meth 33, 141 (1965).
3. I.V. Chuvilo et al. Препринт ОИЯИ E13-3141, 1966.
4. G. Giannelli et al. Nucl.Instr. and Meth 47, 151 (1967).

Рукопись поступила в издательский отдел

2 января 1968 г.

таблица 1

Материал	Сечение	Термическая обработка	σ_{\max} [мкВ/а]	α_x [1/м]	Δp [мм ² /кг]	τ_c [мксек]		ΔV [$\times 10^{-6}$ мм ² /кг]
						15см	95см	
К-50	$\phi 0,1$ мм.	Неотожженный	46	0,8	0,01	0,4	0,5	-40
		Неотожженный + отжиг под катушкой	105	0,8	0,04	0,4	0,5	-40
		Полуотжиг	56	0,7	0,01	0,4	0,5	-6
		Полуотжиг + отжиг под катушкой	130	0,7	0,04	0,4	0,5	-6
	$\phi 0,2$ мм.	Неотожженный	90	0,8	0,01	0,5	0,6	—
		Неотожженный + отжиг под катушкой	215	0,8	0,04	0,5	0,6	—
		Полуотжиг	160	0,8	0,02	2,5	0,6	-12
		Полуотжиг + отжиг под катушкой	240	0,8	0,05	2,5	0,6	-12
	$\phi 0,2$ мм $\times 0,35$ мм ²	Неотожженный	140	1,25	0,01	0,45	0,55	-40
		Неотожженный + отжиг под катушкой	350	1,25	0,09	0,45	0,55	-40
		Полуотжиг	260	0,75	0,06	0,45	0,55	+150
		Полуотжиг + отжиг под катушкой	410	0,75	0,09	0,45	0,55	+150
Настойка К-65	$\phi 0,2$ мм $\times 0,05$ мм $\times 0,35$ мм ²	Неотожженный	70	1,5	0,02	0,5	0,6	-15
		Неотожженный + отжиг под катушкой	130	1,5	0,05	0,5	0,6	-15
Настойка К-65	$\phi 0,2$ мм $\times 0,05$ мм $\times 0,35$ мм ²	Half annealed	150	0,75	0,01	0,45	0,55	-10
		Half annealed + отжиг под катушкой	420	0,75	0,1	0,45	0,55	-10

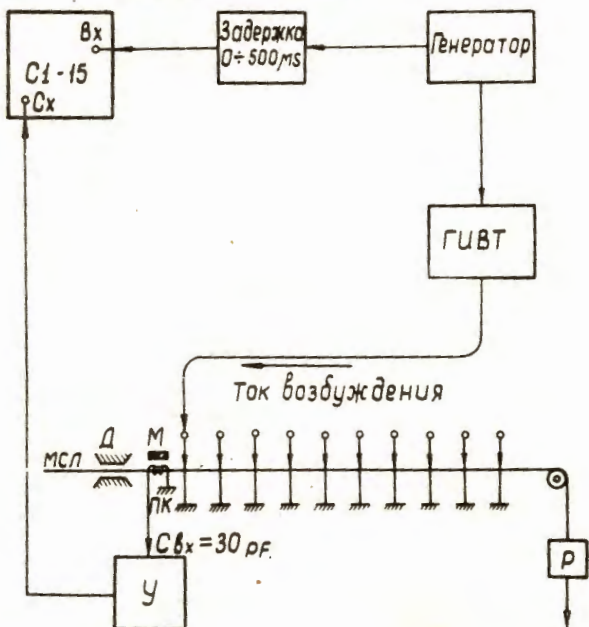


Рис. 1. Схема стенда для исследований образцов магнитоэлектрических линий.

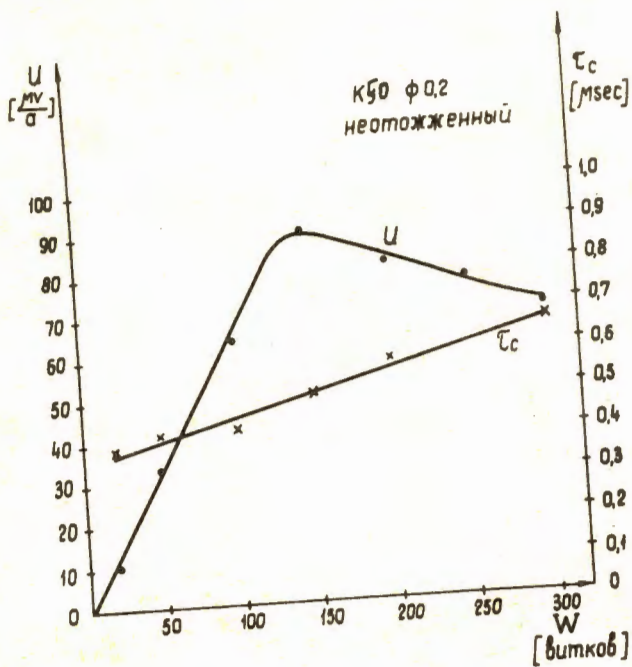


Рис. 2. Зависимости амплитуды и длительности сигнала с магнитоотрицательной линии от числа витков приемной катушки.

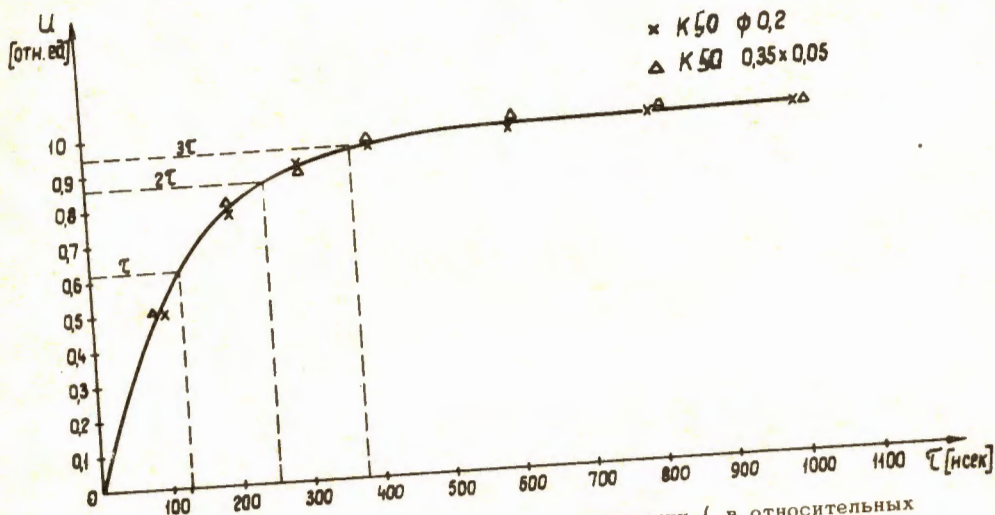


Рис. 3. Зависимость амплитуды сигнала с линии (в относительных единицах) от длительности спада возбуждающего тока.