

Исследование зависимости коэффициента магнитоэлектрической связи  $k_{11}^*$  композита PVF – феррит от объемной доли  $v_1$  пьезоэлектрика PVF при различных значениях

круговой частоты

Кожевников В.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>АО “НПО ”Орион”

<sup>2</sup>Московский физико–технический институт (государственный университет)

Изучение композита PVF – феррит, а также поиск применения данного материала очень важен с точки зрения развития этого направления в научно – техническом плане, так материал как обладает полидисперсной структурой. В магнитоэлектрических феррит – пьезоэлектрических композитах магнитоэлектрический эффект отсутствует, как в пьезоэлектрической, так и в ферритовых фазах. Его возникновение в композитах связано с пьезоэлектромагнитным взаимодействием. Упругие деформации поля приводят во взаимодействие пьезоэлектрическую и ферритовую подсистемы. Свойства данных материалов наиболее ценны с точки зрения современной электроники, потому что ими легко управлять посредством внешних возмущений.

Целью исследования является определение оптимальных параметров круговой частоты, измеренных экспериментально, для повышения максимальной эффективности коэффициента магнитоэлектрической связи композита PVF – феррит.

На рисунке 1 а) и б) представлены результаты расчета действительной  $k_{11}^{* \prime}$  и мнимой  $k_{11}^{* \prime \prime}$  составляющей частей эффективного коэффициента поперечной электромагнитной связи:

$$k_{11}^* = k_{11}^{* \prime} - i \cdot k_{11}^{* \prime \prime}, \quad (1)$$

Проводимость пьезоэлектрика для феррита приравняем к значению  $10^{-5}$  (Ом·м)<sup>-1</sup>. Для концентрационных зависимостей действительных  $k_{11}^{* \prime}(v_1)$  и мнимых  $k_{11}^{* \prime \prime}(v_1)$  частей характерны экстремумы при малой величине объемной доли  $v_1 \approx 0,1$ . На высоких частотах не успевает накапливаться объемный заряд вблизи межфазных границ. К этому выводу приводит частотная зависимость композита PVF – феррита  $k_{11}^*(\omega)$ . Наступает глубокая нормальная релаксация, так как происходит данное явление. В случае нормальной релаксации абсолютное значение действительной части  $k_{11}^{* \prime}$  монотонно уменьшается с

ростом частоты (рис.1 а). При этом у мнимой части наблюдается выраженный релаксационный экстремум ( рис. 1 б).

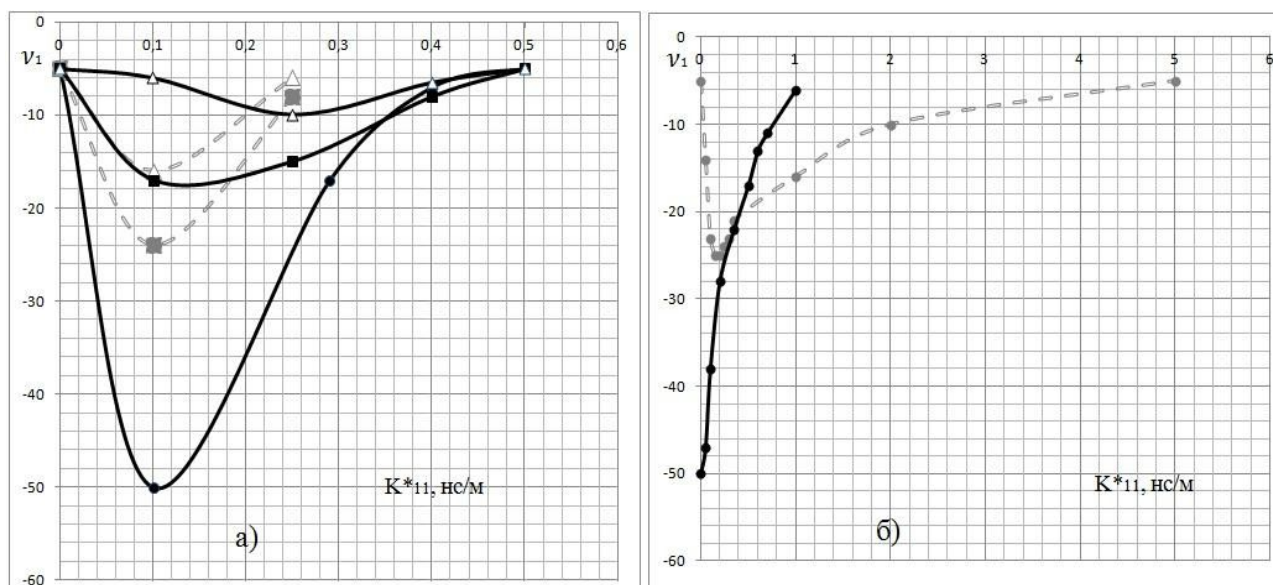


Рис. 1 Зависимости действительной (сплошная черная линия) и мнимой (штриховая серая линия) частей коэффициента магнитоэлектрической связи композита  $k_{11}^*$  PVF – феррит от объемной доли  $v_1$  пьезоэлектрика PVF

При этом, получены значения коэффициента для круговой частоты. Разные символы соответствуют различным значениям частоты:  $\omega = 0,001 \text{ c}^{-1}$  ( $\bullet$ ),  $\omega = 500 \text{ c}^{-1}$  ( $\blacksquare$ ),  $\omega = 1000 \text{ c}^{-1}$  ( $\Delta$ ).

Таким образом, произведено сравнение действительной и мнимой частей коэффициента магнитоэлектрической связи композита.

#### Литература

1. *Паньков А.А.* Диэлектрические свойства полидисперсных волокнистых пьезоэлектромагнетиков с Максвелл – Венгерской релаксацией // *Физическая мезомеханика.* – 2013. – Т. 16. – № 2. – С. 73–78.
2. *Magnetolectricity in Composites / Eds. M.I. Bichurin and D. Viehland, Pan Stanford Pub, 2011. – 257 p.*