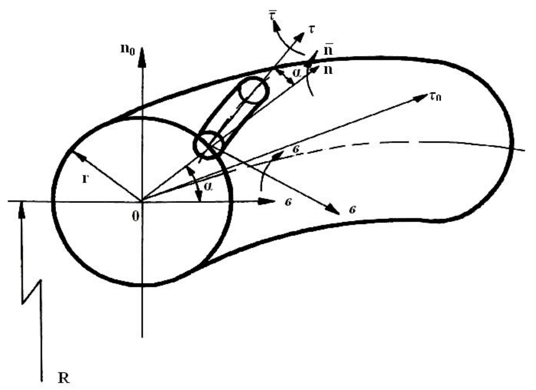

Рис. Схема деформаций в винтовом элементе кабеля

Учитывая, что крутящий момент в винтовом элементе кабеля

$$L_\tau = GJ_p \cdot \tilde{\tau} \qquad (4)$$

и пренебрегая внутренними силами трения $m_\tau = 0$, после интегрирования получим деформацию кручения с учетом изгибной жесткости в виде:

$$\tau = \frac{K\text{пр}}{\text{N}np} \cdot \frac{\left(1 + sin^2\beta\right)\sin 2\beta \cdot \sin\theta}{2R}, \qquad (5)$$

где $K_{np} = \sum EI$ - изгибная жесткость жилы, состоящая из изгибных жесткостей, составляющих проволок; $Nnp = Bnp - \frac{C_{np}^2}{Anp}$ - жесткость жилы при свободном кручении.

Здесь *Апр: Впр*; *Спр* – агрегатные коэффициенты механической прочности пряди, определенные и исследованные в работах проф.Глушко М.Ф.[1]

$$Anp = \sum EF \cdot Cos^3\alpha \qquad (6)$$

$$\begin{aligned} Bnp = \sum \Big[EF \cdot r^2 + EI\left(1 + cos^2\alpha\right)^2 + \\ GI_p ctg^2\alpha \cdot cos^4\alpha\Big] \cdot \sin^2\alpha \cdot cos\alpha; \end{aligned} \qquad (7)$$

$$Cnp = \sum \text{EFrCos}^2\alpha \cdot Sin\alpha, \qquad (8)$$

где EF – жесткость проволоки при растяжении; GIp - жесткость проволоки при кручении; EIp - жесткость проволоки при изгибе; r -радиус свивки проволоки.

Кручение жилы кабеля при изгибе сопровождается ее относительным удлинением или укорочением

$$\varepsilon = -\frac{Cnp}{\text{A}np}\tilde{\tau}_{np}. \qquad (9)$$

При этом происходит изменение углов свивки проволок α и кривизны винтовой оси проволоки К:

$$\delta\alpha = \tilde{\tau} r\cos^2\alpha - \varepsilon\sin\alpha \cdot \cos\alpha \qquad (10)$$

или с учетом (9)

$$\delta\alpha = \tilde{\tau}_{np}\left(\text{r}\cos^2\alpha + \frac{Cnp}{\text{A}np} \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha\right). \qquad (11)$$

Учитывая, что кривизна винтовой оси проволоки

$$K = \frac{\sin^2\alpha}{r}, \qquad (12)$$

изменение угла свивки α приводит к изменению кривизны

$$\delta\text{K} = \frac{\text{dK}}{\text{d}\alpha} \cdot \delta\alpha = \frac{\sin 2\alpha}{r} \cdot \delta\alpha. \qquad (13)$$

Принимая во внимание (5) и (11), получаем

$$\begin{aligned} \delta K = -\frac{Knp}{\text{N}np}\left(r\cos^2\alpha + \frac{Cnp}{Anp} \cdot \frac{\sin 2\alpha}{r}\right) \cdot \times \\ \times \frac{1 + \sin 2\beta}{2rR} \cdot \sin 2\alpha \cdot \sin 2\beta \cdot \sin\theta. \end{aligned} \qquad (14)$$

Тогда напряжение изгиба относительно оси $n - \sigma_n$ и относительно оси $b - \sigma_b$ получим в виде

$$\sigma_n^{\max} = \xi_n \cdot E\frac{2\delta}{R}; \quad \sigma_b^{\max} = \xi_b \cdot E\frac{2\delta}{R}. \qquad (15)$$

Входящий в формулу (15) коэффициент ξ_b принимает новое значение

$$\begin{aligned} \xi_b = \big(&\cos^2\beta \cdot \cos 2\beta \cdot \sin\theta \cdot \sin\varphi - \\ &- \cos\beta \cdot \cos\theta \cdot \cos\varphi\big) \cdot \cos^2\alpha \cdot \cos 2\alpha - \\ &- \frac{Knp}{\text{N}np}\left(r\cos^2\alpha + \frac{Cnp}{Anp} \cdot \frac{\sin 2\alpha}{2}\right) \times \\ &\times \frac{1 + \sin^2\beta}{2r} \cdot \sin 2\alpha \cdot \sin 2\beta \cdot \sin\theta. \end{aligned} \qquad (16)$$

При расчетах в формуле (16) необходимо брать знак (-) при односторонней свивке, т.е. при одинаковом направлении свивки проволоки в жиле и жилы в кабеле, и знак (+) при крестовой свивке, т.е. при обратном направлении свивки проволоки в жилу и в кабель арматуры кабеля.

Расчет напряжений изгиба в проволоках произведен для кабеля КУШГ ПР 108 х 0,5.

Расчет производится по формулам

$$\sigma_{из} = \sqrt{\sigma_\text{n}^2 + \sigma_b^2} = E \cdot \frac{\delta}{Д} \cdot \lambda; \qquad \lambda = \sqrt{\lambda_\text{n}^2 + \lambda_b^2};$$

$$\lambda_n = (\cos 2\beta \cdot \cos^2\beta \cdot \sin\theta \cdot \cos\varphi + \cos\beta \bullet \cos\theta \cdot \sin\varphi) \cdot \cos\alpha;$$

$$\begin{aligned} \lambda_в = (&cos 2\beta \cdot \cos^2\beta \cdot \sin\theta \cdot \sin\varphi - \\ &- \cos\beta \cdot \cos\theta \cdot \cos\varphi)\cos 2\alpha \cdot \cos^2\alpha, \end{aligned}$$

где $\delta = 0{,}26$ мм-диаметр проволоки; β -угол свивки прядей в повивах, α - угол свивки проволоки в прядь (рассчитывается через шаг свивки проволок в пряди) по формуле:

$$\begin{aligned} \alpha = arctg\frac{2\pi R}{h\alpha} = arctg\frac{Дж \cdot \pi}{\text{h}\alpha} = arctg\frac{1{,}5 \cdot 3{,}14}{17} = \\ = arctg 0{,}2771 = 15^o 30' \end{aligned}$$

Здесь $Дж = 2мм$ $R = 1{,}5мм$ - диаметр пряди. $\varphi = \left\{0;\ \pm\frac{\pi}{2};\ \pm\pi\right\}$ - угол расположения проволоки в сечении пряди; $\theta = \left\{0;\ \pm\frac{\pi}{2};\ \pm\pi\right\}$ - угол расположения пряди в кабеле; D=400 мм – изгиб с максимальной крутизной дуги (диаметр барабана); $E = 1{,}1 \cdot 10^4 \frac{кГ}{мм^2}$ - модуль упругости меди марки ММ.

Таблица данных расчета углов свивки прядей в повивах кабеля.

Повивы	Число прядей в повиве	Диаметр повива в мм	Шаг свивки прядей через диаметр повива	Шаг свивки прядей в мм	Угол свивки через диаметр повива
I	3	3,01	25	75	7^0
II	9	5,81	18	104	9^057
III	15	8,61	16	138	11^05
IV	21	11,41	16	182	11^08
V	27	14,21	16	227	11^07
VI	33	17,51	14	245	12^039

Расчет угла свивки прядей в повивах осуществляется по формуле: $\beta = arctg\dfrac{2\pi R}{h} = arctg\dfrac{D_n\pi}{h}$,

где D_n -диаметр повива в кабеле.

Диаметр повива Dn шаг скрутки h и углы свивки прядей в повивах даны таблицей.
Приведенная методика позволяет производить расчет кабелей повышенного удлинения с учетом изгибной жесткости проволок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глушко М.Ф., «Стальные подъемные канаты», изд. «Техніка», Киев, 1966.

пост. 22.02.05

Моделирование возбуждения экситонных поляритонов в тонком слое YBaCuO-кристалла полем движущейся в нем β-частицы

В.В. РУМЯНЦЕВ, А.В. ЖУРАЛЕВ, Э.Я. ШТАЕРМАН

Донецкий физико-технический институт им. А.А.Галкина НАН Украины,

Выполнено численное моделирование генерации экситонных поляритонов, локализованных в тонком слое YBaCuO-кристалла, полем движущейся в нем β-частицы. Получены выражения для спектральной плотности излучения, возбужденного полем заряженной частицы в квазидвумерном слое исследуемого кристалла.

Виконано чисельне моделювання генерації екситонних поляритонів, локалізованих у тонкому шарі YBaCuO - кристала, полем β-частки, що в ньому рухається. Отримано вираз для спектральної щільності випромінювання, збудженого полем зарядженої частки в квазідвувимірному шарі досліджуваного кристала.

Irradiation of the crystal by flow of photons, neutrons or electrons is one of the methods of crystalline structure study. The effect connecting with response of 1:2:3-crystal layer on electromagnetic field of moving electron have been considered. The study of the influence of the beta-particles flow on the layer is caused by both fact that the charged particles are the independent instrument for study of high-temperature superconductors (HTSC) and also due to beta-particles come up as nucleus reaction result from crystal irradiated by other particles.

Введение

Облучение кристалла потоками фотонов, нейтронов или электронов - один из методов исследования его структуры [1, 2], Рассмотрим подробнее один из эффектов, связанных с реакцией поверхностного слоя 1:2:3-кристалла на поток электронов. Интерес к изучению влияния β-частиц на подобную кристаллическую структуру вызван не только тем, что они представляют самостоятельный инструмент исследования высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП), но и тем фактом, что они появляются в результате ядерных реакций при облучении другими частицами (n, γ). Учет трансмутационного канала (см., например, [3]) изменения свойств соединений типа YBaCuO также связан с изучением взаимодействия β-частиц с этими кристаллами. При этом ввиду того, что заряженные частицы сильно взаимодействуют с веществом, глубина их проникновения в кристалл сравнительно невелика [1, 2]. Последнее определяет актуальность моделирования возбуждения электронной подсистемы тонкого кристаллического слоя полем β-частицы.

1. Дисперсия экситонных поляритонов, локализованных в тонком кристаллическом слое

Исследуем генерацию поляритонов, локализованных в квазидвумерном слое YBaCuO-кристалла, полем движущейся в нем β частицы. В рамках ранее рассмотренных моделей (см. [4]) система линейных неоднородных уравнений относительно фурье-компонент плотности дипольного момента Π_j тонкого слоя кристалла принимает вид:

$$\begin{aligned}
&\{2\pi\left(q^2-\omega^2/c^2\right)^{1/2}+[\chi_{t(\beta\beta)}(\omega)]^{-1}\}\Pi_\beta = a^{-3}[E_e(\omega,\vec{q})]_\beta,\\
&\{2\pi q^2\left(q^2-\omega^2/c^2\right)^{-1/2}-[\chi_{n(nn)}(\omega)]^{-1}\}\Pi_n = a^{-3}[E_e(\omega,\vec{q})]_n, \quad (1)\\
&\{2\pi\frac{\omega^2}{c^2}\left(q^2-\omega^2/c^2\right)^{-1/2}-[\chi_{t(\alpha\alpha)}(\omega)]^{-1}\}\Pi_\alpha = a^{-3}[E_e(\omega,\vec{q})]_\alpha .
\end{aligned}$$