

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЕМКОСТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ЗАПОЛНЕННЫХ АНИЗОТРОПНЫМ МАТЕРИАЛОМ

Джежора А.А., Рубаник В.В.

УО «Витебский государственный технологический университет»,
*ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси»
jezhora@mail.ru

Задача расчета электрических полей МЭНИК (рис. 1), заполненных анизотропным материалом, решалась с помощью метода изотропизирующего преобразования координат [1]. В случаях, когда оси координат совпадают с осями анизотропии материала, коэффициенты отражений и пропускания заменялись на аналогичные коэффициенты для изотропной среды с учетом, того, что диэлектрическая проницаемость материала $\epsilon_2 = \sqrt{\epsilon_{2x}\epsilon_{2z}}$. Претерпевали изменения и межэлектродные расстояния h , и толщина электродов d , для анизотропной среды:

$$h_1 = h \sqrt{\frac{\epsilon_{2x}}{\epsilon_{2z}}}, \quad d_1 = d \sqrt{\frac{\epsilon_{2x}}{\epsilon_{2z}}}.$$

В дальнейшем численные расчеты аналогичны расчетам, выполненным в работе [2].

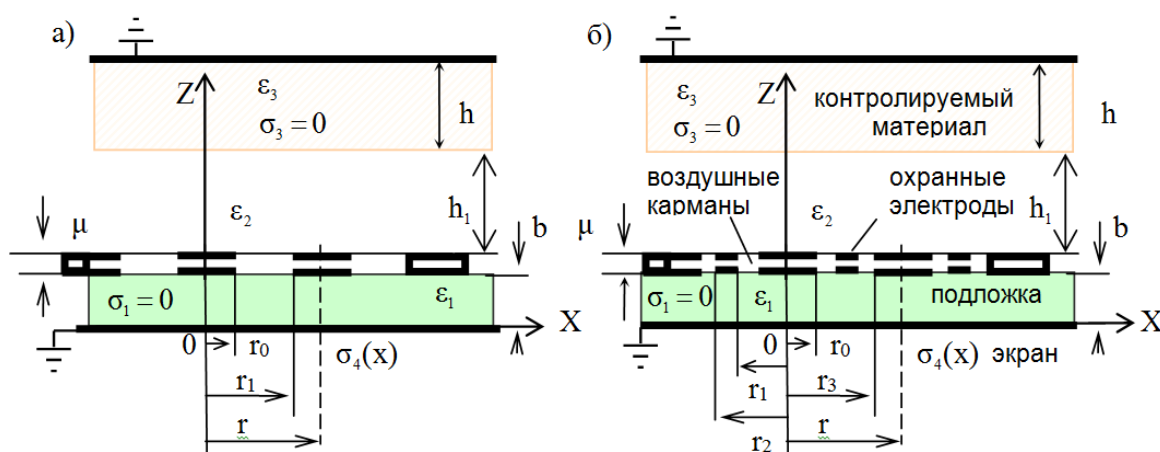


Рис.1. Сечения датчиков МЭНИК: *а* – МЭНИК с охраняющим электродом;
б – МЭНИК без охраняющего электрода

Значения отдельных констант ϵ_{2x} , ϵ_{2y} и ϵ_{2z} для большинства анизотропных материалов различаются незначительно. Поэтому погрешности, обусловленные неплотным прижатием электродов к контролируемой поверхности, погрешности за счет краевого эффекта на торцах электродов, где поле не является плоскопараллельным, могут привести не только к количественным, но и к качественным изменениям в представлении об анизотропии контролируемого материала. В этой связи возникает необходимость в оценке анизотропии без перестановки ЗСНИК. Решение этой задачи связано с конструированием дифференциальных ЗСНИК, обеспечивающих создание полей преимущественно вдоль осей анизотропии материала в плоскости ZOX и в плоскости ZOY [3]. В случае разности высокая чувствительность измерительного устройства может быть достигнута в результате применения дифференциального способа измерения. Выбор дифференциального способа измерения, связан с тем, что на торцах датчиков поле ориентировано во всех направлениях и емкость, вносимая торцами, является интегральной характеристикой анизотропного матери-

ала. Устранить это вклад возможно только за счет применения разностного сигнала. Отношение сигналов не позволяет устранить эту погрешности.

В случае определения значений констант тензора диэлектрической проницаемости для устранения погрешностей за счет краевого эффекта, необходимо использовать два ЭП с различной длиной, но с одинаковой конфигурацией электродов на торцах. Разность емкостей преобразователей, измеренных для различных длин электродов L_1 и L_2 , отражает погонную емкость на длину электродов без учета краевых эффектов на торцах [4].

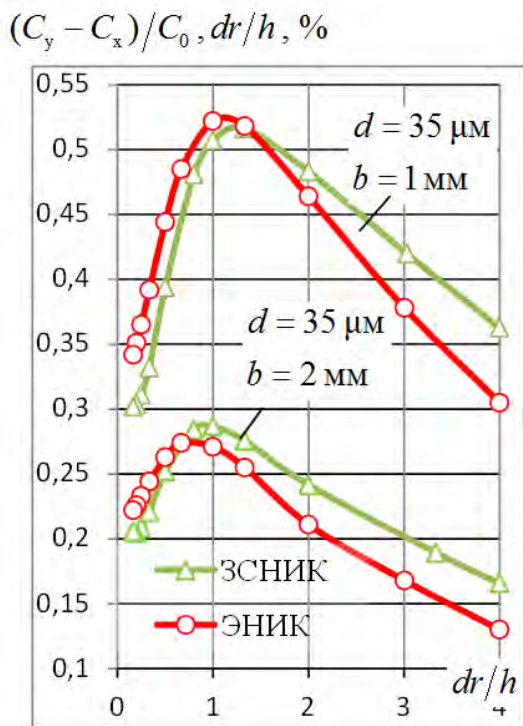


Рис. 2. Расчетная картина зависимости относительной разности емкостей, от относительного зазора dr/h

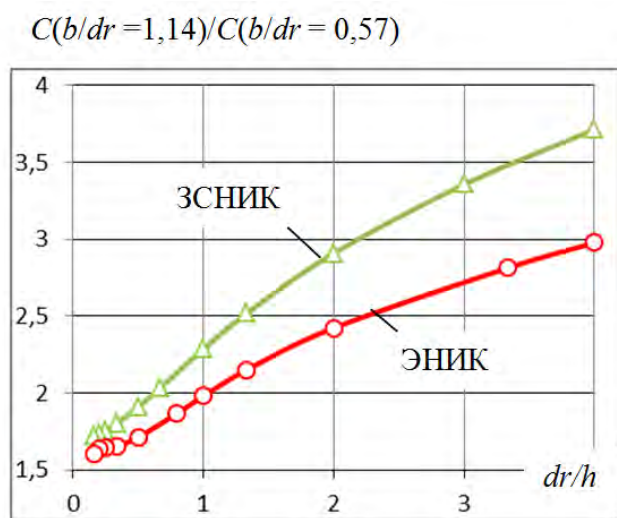


Рис. 3. Влияние толщины подложки на межэлектродную емкость ЭП в зависимости от относительного зазора dr/h

На рис. 2 представлены расчетные зависимости разности нормированных емкостей C_x/C_0 и C_y/C_0 , для рассматриваемых дифференциальных ЗСНИК и НИК, обеспечивающих создание полей вдоль осей анизотропии материала. Здесь C_0 — емкость ЭП в воздухе. Силовые линии поля первого датчика замкнуто в плоскости ZOХ, второго в плоскости ZOУ. Значения диэлектрической проницаемости материала в направлении оси $\epsilon_x = 1,9$ в перпендикулярных направлениях $\epsilon_y = \epsilon_z = 1,2$. Наличие максимума у кривых зависимости относительной разности емкостей, дифференциальных ЭП от относительного зазора dr/h ($dr = r_1 - r_0$) говорит о том, что зазор dr должен находиться в интервале $0,66h \div 1,33h$. Падение чувствительности к анизотропии для малых зазоров dr вызвано уменьшением доли горизонтальной составляющей напряженности поля. Поля в большей степени замыкаются на экраны, выпучивая силовые линии, что и уменьшает чувствительность ЭП к анизотропии.

Для ЭП, выполненных на сравнительно тонких подложках $b \approx dr$ (верхние кривые рис. 2), чувствительность к анизотропии выше, чем для ЭП на толстых подложках. Однако, малые значения емкостей ЭП сводят на нет это преимущество. На рис. 3 представлены те изменения, в межэлектродных емкостях ЗСНИК и ЭНИК, которые наблюдаются по мере уменьшения межэлектродного зазора dr .

По мере эксплуатации ЭП электроды истираются. Уменьшение толщины электродов приводит к падению чувствительности к анизотропии диэлектрических свойств материала. Па-

дение относительной разности емкостей, создающих поля вдоль осей анизотропии, составляет 0,5 % при уменьшении толщины электродов от 35 мкм до 5 мкм. При увеличении размера $h \rightarrow \infty$ относительные разности $(C_y - C_x)/C_0$ стремятся к значениям относительных разностей емкостей многосекционных накладных измерительных конденсаторов. Они не зависят от размера h (толщины контролируемого материала). Таким образом, наиболее оптимальной толщиной подложки b электроемкостных преобразователей следует считать размер соизмеримый с толщиной контролируемого материала h .

Список литературы

1. Нетушил, А.В. Электромагнитные поля в анизотропных средах / А.В. Нетушил // Изв. вузов. Электромеханика. 1962. № 5. С. 475–489
2. Джежора, А. А. Принципы проектирования накладных измерительных конденсаторов в присутствии заземленной плоскости / А.А. Джежора [и др.] // Приборы и методы измерений. – 2011. – № 2(3). – С. 106-112.
3. D. Styra, S.V. Augutis, A. Dumcius, S. Jacenas Non-destructive Methods For Composite Materials Anisotropy Evaluation/ Styra D., Augutis S.V., Dumcius A., Jacenas S.// Department of Electronics and Measurement Systems. Kaunas University of Technology, Kaunas (Lithuania).
4. Dzhezhora A.A. The Edge Effect on the Electrode Faces upon Testing of Orthotropic Media/ A.A. Dzhezhora A.M. Naumenko//Russian Journal of Nondestructive Testing, 2014, Vol.50, №3, pp. 50-56.

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГО-СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛОРЕКТАЛЬНОГО TiNi СТЕНТА ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Рубаник В.В.^{1,2}, Денисенко В.Л.³, Рубаник м.л. В.В.^{1,2}, Легкоступов С.А.^{1,2},
Бухтаревич С.П.³, Доройко В.Г.⁴

¹ Витебский государственный технологический университет, Витебск, Беларусь

² ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г. Витебск, Беларусь

³ УЗ «Витебский областной клинический специализированный центр»,
г. Витебск, Беларусь

⁴ Медицинское предприятие «Симург», г. Витебск, Беларусь

Наука и медицина тесно связаны между собой и обуславливают развитие друг друга. Свидетельством этого является большое количество весьма успешных совместных разработок. Одной из таких является стентирование различных органов. Стент — упругая металлическая конструкция в форме цилиндрического каркаса, которая помещается в просвет полых органов и обеспечивает расширение участка, суженного патологическим процессом.

Повсеместное использование саморасширяющихся стентов из сплава с эффектом памяти формы (ЭПФ) обусловлено их малотравматичностью, эффективностью ликвидации острой непроходимости полого органа.

В совместной лаборатории перспективных материалов и технологий ИТА НАН Беларуси и Витебского государственного технологического университета, со специалистами Витебского областного клинического специализированного центра разработан колоректальный стент на основе TiNi сплава для лечения злокачественных новообразований толстого кишечника и прямой кишки с целью восстановления проходимости стенозированной органа [1].