

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Т Р У Д Ы
ПЯТНАДЦАТОЙ
ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНЧЕСКИХ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ИНКУБАТОРОВ

Томск, 17–19 мая 2018 г.



ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2018

Моделирование измерения диэлектрической проницаемости тонких образцов в прямоугольном резонаторе в среде проектирования CST-Studio

А.С. Поливанова

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В области частот выше 100 МГц квазистационарные измерительные системы на основе конденсаторов и индуктивностей значительно теряют свою добротность. Этот недостаток устраняется применением электромагнитных колебательных систем, представляющих собой полностью или частично замкнутые объёмы с проводящими стенками, которые называются объёмными резонаторами.

Измерение электромагнитных характеристик образцов исследуемых материалов с помощью прямоугольного резонатора относится к резонансным методам. Резонаторный метод, основанный на теории возмущений, обеспечивает более высокую точность измерений по сравнению с нерезонансными при низких потерях в материале [1]. Для определения характеристик исследуемых образцов материалов используется метод малых возмущений (ММВ) [2].

Из литературных источников известно, что формулы для расчета электромагнитных характеристик образцов исследуемого материала, полученные с использованием ММВ, дают погрешность в результатах измерения. Авторы пишут, что при внесении образца в полость резонатора поле изменяется и получаемые результаты всегда содержат ошибку. Также авторами отмечено, что на погрешность получаемых результатов оказывает влияние местоположения образца в полости прямоугольного резонатора [3, 4].

Цель данной работы – провести моделирование электродинамической системы в среде проектирования CST-Studio для исследования распределения полей при внесении образца исследуемого материала с известными характеристиками.

Основная часть

В модели измерительной ячейки использовались характеристики объемного прямоугольного резонатора с геометрическими размерами $23 \times 10 \times 250 \text{ мм}^3$ (рис. 1), работающего в диапазоне частот 7,114–13,795 ГГц.

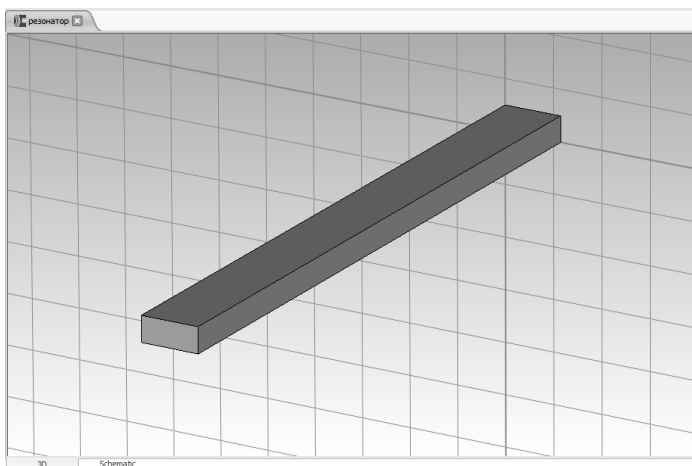


Рис. 1. Прямоугольный резонатор в среде проектирования CST-Studio

На рис. 2 и 3 изображен прямоугольный резонатор с отверстием и с помещенным в его полость образцом цилиндрической формы.

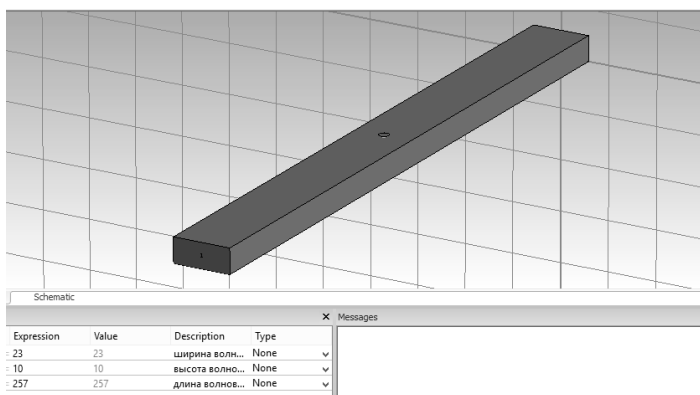


Рис. 2. Прямоугольный резонатор с отверстием для внесения экспериментального образца

Приведенная виртуальная модель электродинамической системы, построенная на данном этапе работы, позволяет проводить численное моделирование измерения диэлектрической проницаемости тонких образцов в прямоугольном резонаторе.

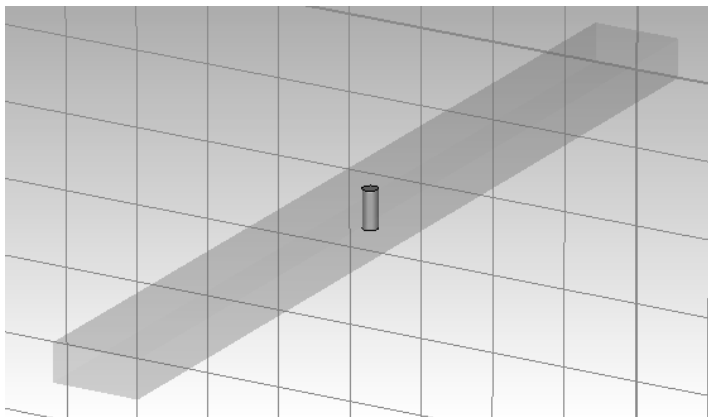


Рис. 3. Прямоугольный резонатор с помещенным в него образцом цилиндрической формы

Результаты моделирования представляют собой картины распределения электромагнитных полей внутри резонатора для разных значений диэлектрической проницаемости экспериментального образца.

На следующих этапах работы планируется решение обратной задачи – по известным распределениям поля внутри резонатора определить диэлектрическую проницаемость включения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Chen L.G., Ong C.K., Tan B.T.* Amendment of cavity perturbation method for permittivity measurement of extremely low-loss dielectrics // *IEEE Transactions on instrumentation and measurement*. 1999. V. 48. No. 6. P. 1031–1037.
2. *Поливанова А.С.* Применение метода малых возмущений при измерении электромагнитных характеристик материалов // *Наука. Технологии. Инновации*. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. Ч. 2. С. 133–135.
3. *Komarov V.V., Yakovlev V.V.* Modeling control over determination of dielectric properties by the perturbation technique // *Microwave and Optical Technology Letters*. 2003. V. 39. No. 6. P. 443–446.
4. *Gangwar R.K., Singh S.P., Choudhary M., et al.* Study of dielectric constant of (1-x) Zn.xMg.TiO₃ (ZMT) ceramic material at microwave frequencies as a function of composition x and processing temperature // *J. Electromagnetic Analysis & Applications*. 2010. No. 2. P. 664–671.

Поливанова Анна Сергеевна, студентка; anyuta.poliwanowa@yandex.ru