

УДК 530.1.

Оглоблин Г.В.

Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет,
Комсомольск-на-Амуре, Россия, e-mail: g-ogloblin@yandex.ru

ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ В РЕЗОНАТОРЕ СВЧ-ПЕЧИ

В работе рассматривается техника и методика визуализации электромагнитной волны частотой 2,4 ГГц распространяющейся в резонансной камере.

UDC 530. 1.

Ogloblin GV

Amur State Pedagogical University, Komsomolsk-na-Amur, Russia, e-mail: g-ogloblin@yandex.ru

DYNAMICS OF FORMATION OF THERMAL FIELD ELECTROMAGNETIC WAVE RESONATOR MICROWAVE OVEN

In this paper the techniques and methods of visualization of the electromagnetic wave frequency of 2.4 GHz propagated in the resonance chamber.

Для исследования теплового действия электромагнитной волны в плоскости вектора \mathbf{E} мы выбрали камеру микроволновой печи типа «Sharp». Электромагнитные волны возбуждаются с помощью магнетрона в прямоугольном волноводе размером 40 x 90 мм. Открытый конец волновода входит в рабочую (резонансную) камеру размером 340x330x205 мм через боковую стенку. При включении СВЧ-печи электромагнитные волны, возбуждаемые магнетроном, излучаются в рабочую камеру. При этом в камере энергия электромагнитной волны распределяется в виде сгустков картина распределения, которых характерна для стоячей волны: пучность – узел. В пучности максимум энергии в узле минимум. Для отображения данной картины в видимом формате нами предлагается детектор на жидких кристаллах [1,2,3]. Детектор представляет собой стеклянную капсулу размером 170x150x2,1 мм. Одну из сторон чернят. Для этого берут графит и смешивают в пропорции 2:1 с клеем ПВА. Полученную смесь равномерным слоем наносят на одну из сторон капсулы. Нанесённый слой графита создаёт чёрный фон и одновременно является нагрузкой для электромагнитной волны. В тоже время сама стеклянная капсула является достаточной

нагрузкой для электромагнитной волны так как её $\varepsilon \cong 7 \div 8$ на сверхвысоких частотах. Поэтому в качестве фона можно использовать чёрную эмаль. Вторая сторона капсулы прозрачна. Капсулу заполняют жидкими кристаллами холестерического типа с мезофазой 27-33°C. Детектор устанавливают перпендикулярно широкой стенке волновода параллельно вектору \mathbf{E} электромагнитной волны. Ребро датчика упирается в открытый конец волновода, разделяя широкую стенку пополам. Для отображения картины теплового поля электромагнитной волны используется фотокамера в режиме серийной съёмки. Приведённые на рис.1 фотокадры развития теплового процесс электромагнитной волны выполнены в интервале 10 с.

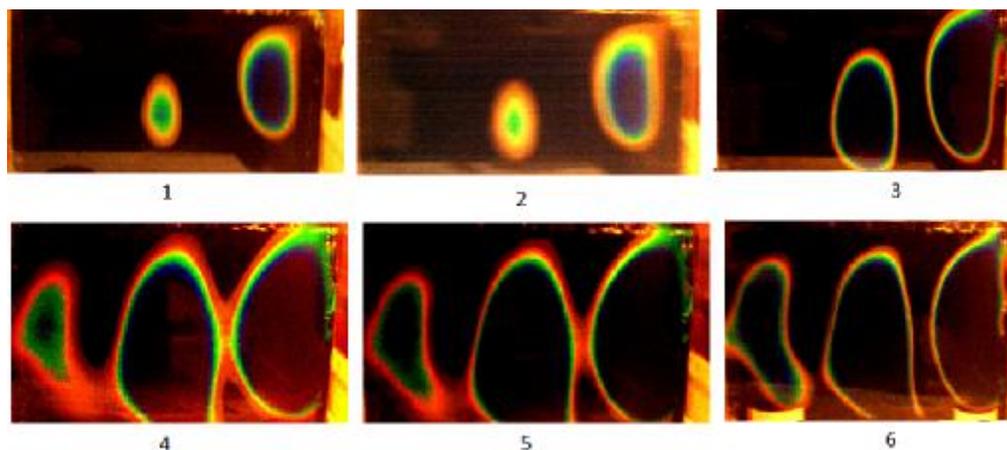
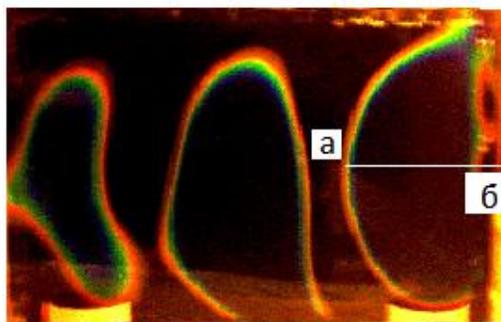


Рис.1.Динамика формирования теплового поля электромагнитной волны в резонаторе СВЧ-печи типа «Sharp». Кадра с 1-6 отображают развитие теплового поля электромагнитной волны.

Пучности, а это область внутри колец формируются постепенно по мере прогревания областей концентрации энергии, и её отдачи нагрузке. При этом детектор отображает половину картины распределение электромагнитной волны в камере. Полная картина распределения электромагнитной волны в камере будет представляться шестью пучностями. Кроме того чёрный фон внутри колец, свидетельствует о том, что температура выше 33°C. Жидкие кристаллы превратились в изотропную жидкость, поэтому просвечивается чёрный фон подложки. На границах раздела пучность-узел имеем набор изотерм, которые дают информацию о локализации энергии электромагнитной волны. Изотермы можно проанализировать, зная градуировочную шкалу для данных кристаллов [4]. По полученным фотографиям можно примерно определить длину излучаемой волны. Для этого необходимо на рис.2 замерить длину отрезка «а б» и полученную величину умножить на 4.



6

Рис.2. Схема, считывания отрезка равного четверти длины волны.

Следует заметить, что измеренное значение длины волны будет справедливо, если режим формирования теплового поля установился.

Поперечный срез электромагнитной волны можно провести, если развернуть плоскость детектор перпендикулярно падающей волне и параллельно вектору E . В этом случае, мы использовали два детектора с жидкими кристаллами с мезофазой $42-50^{\circ}C$ расположенные последовательно на расстоянии 40 мм друг от друга при этом первый детектор располагался на расстоянии 50мм от волноводного выхода. На рис. 3 представлен поперечный срез теплового поля электромагнитной волны на первом рис.3-1 и втором рис.3-2 детекторе.

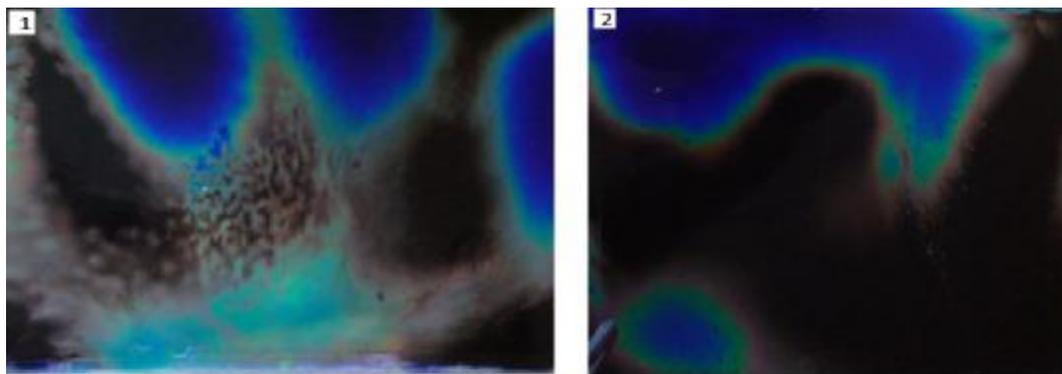


Рис. 3. Поперечный срез теплового поля электромагнитной волны. 1.Детектор, установлен на расстоянии 50 мм от волноводного выхода. 2. Детектор, установлен на расстоянии 40 мм от первого детектора. Выдержка 15с.

Характер полученных термограмм отражает сложный характер электромагнитной волны. Изотермы голубого, синего, фиолетового цвета характеризуют области повышенной температуры. Картина поля от детектора к детектору меняется, что свидетельствует об её неоднородности.

В этой связи интересно было проверить рабочую зону СВЧ –печи её центральную часть. Для этого, мы расположили два детектора параллельно плоскости распространения волны ориентируя поверхности детекторов перпендикулярно электрическому вектору E . На рис.4 показана термограмма в центральной части СВЧ-печи. Из термограмм следует, что мы имеем два мощных тепловых поля с ярко выраженными центрами локализации. В этом случае для равномерного облучения рабочего вещества необходимо вращение. Данная операция в СВЧ-печи выполняется с помощью электропривода и вращающегося стеклянного подноса.

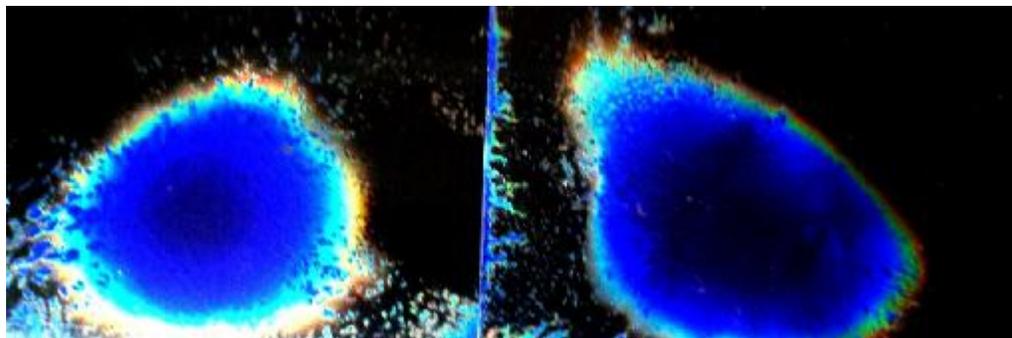


Рис. 4. Срез теплового поля в центральной зоне СВЧ-печи в плоскости параллельной дну резонансной камеры.

Предложенная методика анализа тепловых полей электромагнитной волны с помощью детектора в виде стеклянной капсулы с жидкими кристаллами позволяет получать информацию, как в качественном, так и количественном отображении. Предлагаемый детектор позволяет осуществить многократную постановку эксперимента. Срок службы детектора более года.

Литература.

1. Оглоблин Г.В. Стулов В.В. Жидкокристаллический датчик для визуализации электромагнитных волн.//Теория и практика механической и электромагнитной обработки материалов. Материалы м.н-п.к. Комсомольск на Амуре 28-30 октября 2009г. Ч.1. Комсомольск-на-Амуре. 2009.С.61-64.
2. Оглоблин Г.В. Опыты со звуковыми и электромагнитными волнами. Комсомольск-на-Амуре: Изд. КГПУ, 2001.-92с.

3. Оглоблин Г.В.,Федулов Е.Г. Моделирование тепловых полей воздушных потоков.//Актуальные проблемы математики, физики, информатики в ВУЗе и школе. Материалы в.н-п.к. г.Комсомольск-на Амуре, 2010 г. С.28-31.
4. Оглоблин Г.В., Бревнов Д. Моделирование обтекания воздушным потоком тел с помощью жидкокристаллического детектора.//Актуальные вопросы развития образовательной области технология. Материалы У1 Международной электронно-заочной н.-п.к. Комсомольск на Амуре. 2010г.С.239-242.