

Москвитина А., Оглоблин Г.В.

Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет.

Комсомольск на Амуре. Россия.

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СВЧ – ПЕЧИ

В работе рассматривается методика применения жидкокристаллического детектора для визуализации тепловых процессов в микроволновке.

Moskvitina A. Ogloblin, G.V.

Amur humanitarian and pedagogical State University.

Komsomolsk na Amure. Russia.

## VISUALIZATION OF THERMAL PROCESSES IN THE MICROWAVE-OVEN

The paper considers the method of liquid crystal detector for visualization of thermal processes in microwave.

СВЧ – печь мощностью 3 кВт и массой 340 кг появилась в 1946 году, автором её был американский инженер Перси Спенсор. В 1949 году началось её серийное производство, в 1955 году была представлена бытовая микроволновая печь. В 1962 году японская фирма Sharp выпустила первую серию микроволновок для дома, для семьи. В настоящий момент это изделие широко внедряется в бытовую и производственную сферу. Принцип работы печи основан на резонансном поглощении электромагнитных волн водой. Материалы, содержащие воду, быстро разогреваются в камере печи. Первые бытовые печи были предназначены именно для разогрева пищи. В качестве источника электромагнитных волн применяют магнетрон. Магнетрон имеет волноводный выход в резонансную камеру рис.1а. Показан вибратор магнетрона в волноводе печи. Волноводный выход от камеры закрыт перегородкой из слюды, которая прозрачна для электромагнитных волн. Для визуализации теплового поля разрядника магнетрона подбираем жидкокристаллический детектор, по сечению волновода. Для исследования теплового действия в камере печи используется жидкокристаллический детектор на основе стеклянных пластин размером 170x150x2,1мм[1]. В качестве активного вещества плёнка жидких кристаллов с мезофазой 40-45°С. Для повышения контрастности отображаемой тепловой картины одна из пластин чернится. Вторая пластина детектора лицевая она прозрачна.

Детектор вставляется в волновод в 10мм от разрядника магнетрона. Включаем печь на 5 с. Фотографируем полученное изображение на детекторе рис.1б.

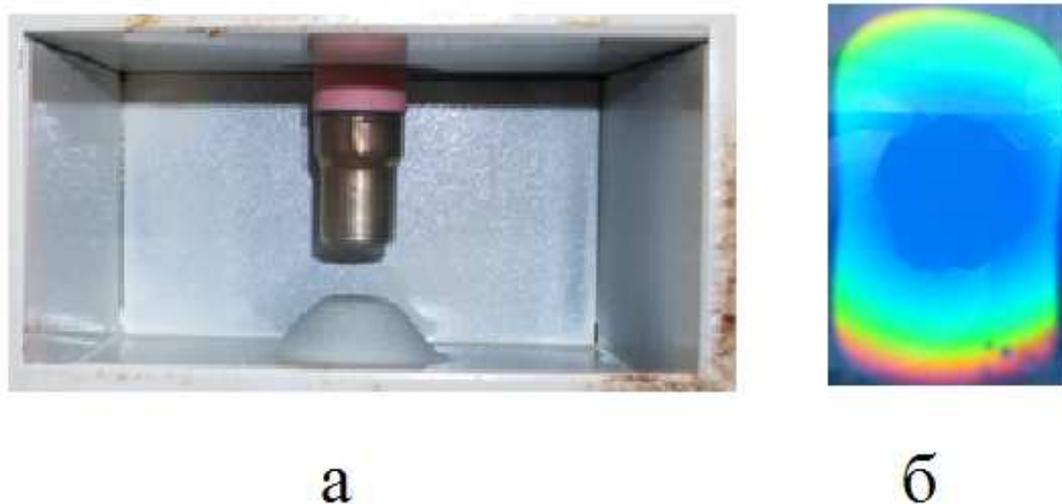


Рис.1.Магнетрон. а. Магнетронный выход в волновод. б. Термограмма разрядного промежутка магнетрона.

. В процессе работы печи в камере образуется стоячая волна, пучности которой располагаются в фиксированных точках резонатора (камеры). Для того, чтобы обеспечить равномерный прогрев пищи необходимо вращать подогреваемый объект. Причём разогрев пищи идёт от центра объекта разогрева. Мы провели тестирование на рис.2 показаны деревянные цилиндрические образцы, которые находились в резонаторной камере печи и облучались 30с. На рис.2 показаны расколотые образцы, следы обугливания идут от центра цилиндрического образца к его поверхности. С другой стороны это свидетельство того, что внутри образца содержание воды больше и как следствие больше поглощённая энергия.

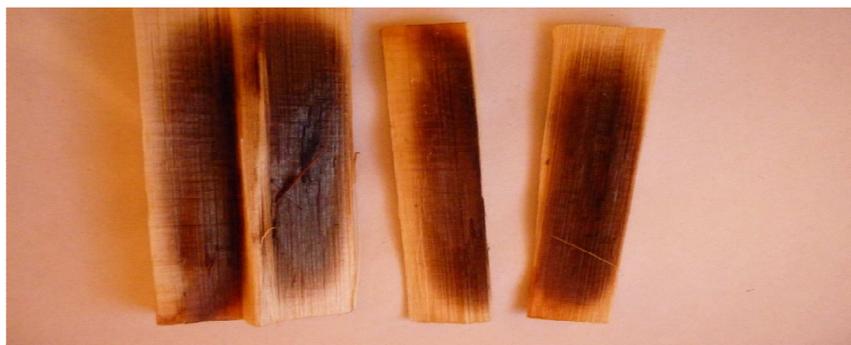


Рис.2. Деревянные образцы после облучения в печи за 30с.

Методика эксперимента.

1. Детектор устанавливаем у прямоугольного выхода волновода, так что пластины были параллельны прямоугольному окну.
2. Включаем печь на 10с.
3. Полученную картину фиксируем фотокамерой.
4. Изображение переносим на дисплей ЭВМ.

На рис.3 показана картина среза электромагнитной волны при её выходе из волновода в камеру. Время экспозиции 10с.



Рис.3. Срез электромагнитной волны на выходе из волновода. 1.Изотерма 40°C. 2.Область с температурой выше 45°C. Область с температурой ниже 40°C.

Расшифровку термограмм ведём с помощью градуированной шкалы для жидких кристаллов с мезофазой 40-45°C рис.4.



Рис.4.Градуированная шкала термоиндикатора на 40-45°C.

Для исследования распределения электромагнитной волны в камере проводим эксперимент в следующей последовательности:

- 1.Устанавливаем детектор на расстоянии 40мм от выхода волновода .
- 2.Плоскость детектора перпендикулярна падающей волне.
- 3.Время экспозиции 10 с.

На рис.5 представлена термограмма среза электромагнитной волны в камере.

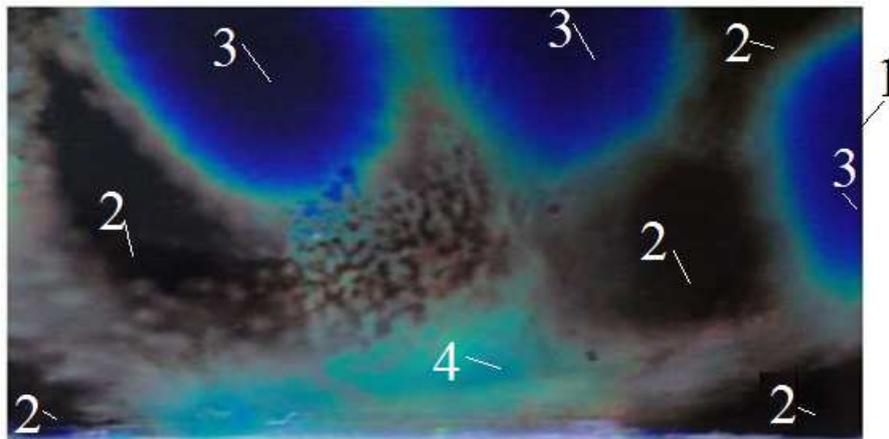


Рис.5. Термограмма электромагнитной волны в камере СВЧ-печи. Срез в 40мм от волноводного выхода. 1.ЖК-детектор. 2.Области с минимальной тепловой энергией. 3. Максимальная энергия волны.4. Средняя энергия волны.

Области с минимальной тепловой энергией 2 имеют температуру ниже 40°C. Области 4 с температурой свыше 45°C. 4.Области с температурой 40-44°C. Из термограммы видно, что электромагнитная волна неоднородна с ярко выраженными границами концентрации тепловой энергии 3 рис.5.

Развернём детектор в плоскости падения волны перпендикулярно основанию. Время экспозиции 10с рис.6.Получаем термограмму теплового поля характерную для стоячей волны.

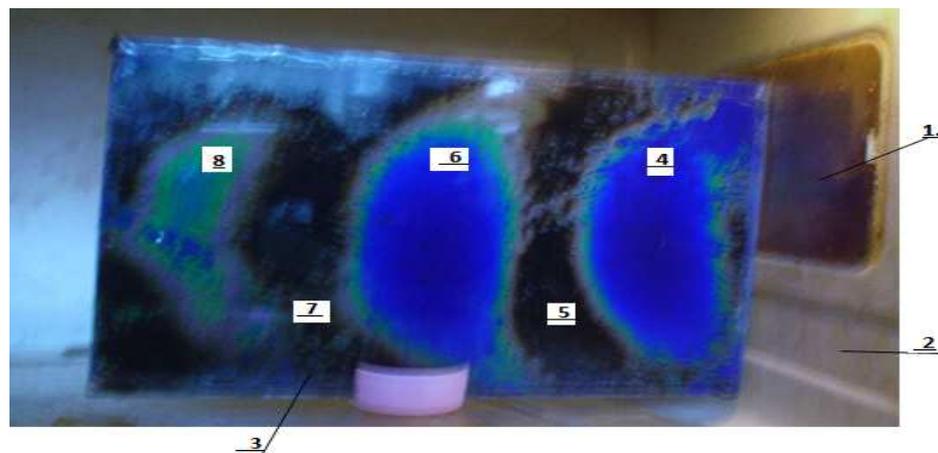


Рис.6. Термограмма волны в плоскости электрического вектора E.1. Волноводный выход.2.Стенка камеры. 4.ЖК-детектор.4,6,8. Пучности.

5.7.Узлы.

Для визуализации центральной части камеры, применили два детектора, расположив в плоскости основания камеры, убрав поднос. Включаем печь на 10с. На рис.7 представлена термограмма с двумя областями повышенной температуры, что также характерно для стоячей волны, где 1,2 пучности,3 узел.

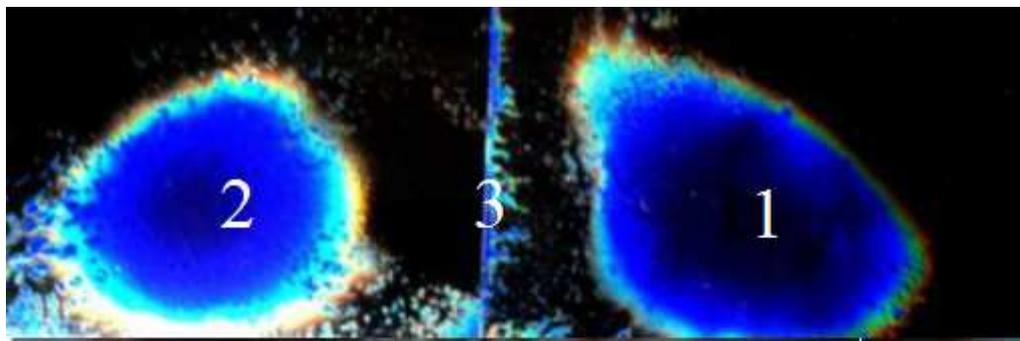


Рис.7.Термограмма в центральной части камеры. 1,2-пучности.3-узел.

Для того, чтобы получить равномерный прогрев разогреваемых продуктов необходимо вращение. Эту функцию выполняет вращающийся поднос.

Разработана методика тестирования тепловых полей микроволновой печи с помощью жидких кристаллов. Получены экспериментальные материалы, которые кроме качественной обработки можно обработать в количественном формате. Но такая цель, исходя из условий задачи, перед нами не стояла. Отрабатывалась методика, и техника эксперимента по применению жидких кристаллов для визуализации тепловых полей СВЧ-печи.

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. Динамика формирования теплового поля электромагнитной волны в резонаторе СВЧ-печи. // Научный электронный архив. URL: <http://econf.rae.ru/article/5987> (дата обращения: 20.12.2013).