

## Микроволновая печь для транспортных средств

*В Государственном научно-производственном предприятии “Исток” сконструирован и испытан образец микроволновой печи со специальной конфигурацией нагревательной камеры. Печь работает на частоте 915 МГц. Габариты и потребляемая мощность делают ее перспективной для использования на различных транспортных средствах с бортовой сетью 24 В постоянного тока. Оснащение такой печью, например, большегрузного автомобиля, полностью решило бы проблему питания водителя-дальнобойщика. Всего пятнадцать минут, и вкусный, горячий обед из трех блюд готов. Достоинства новой печи получили высокую оценку на Всемирном салоне изобретений в Брюсселе – в 1995 году она награждена бронзовой медалью Салона. А в 1996-м принято решение о выдаче патента РФ на ее конструкцию.*

Удобные, компактные микроволновые нагревательные печи становятся все более привычным атрибутом повседневной жизни. Но оказывается, облегчая наш быт, они могут стать источником серьезных неприятностей для систем спутниковой связи [1]. Проблемой снижения уровня помех, создаваемых работой бытовых микроволновых печей, сегодня озабочены многие разработчики этих изделий. В поисках ее решения авторы статьи исходили из следующего.

Как известно, микроволновые печи работают на частоте 2450 МГц, а в качестве источника сверхвысокочастотной (микроволновой) энергии практически во всех печах используется магнетрон. Мешающим сигналом является 5-я гармоника рабочего сигнала печи. Значительно уменьшить помехи можно, используя более низкую рабочую частоту, например 915 МГц. В этом случае помехой будет не 5-я, а 13-я гармоника основного сигнала, которая в магнетроне имеет существенно более низкий уровень. Как оказалось, такое решение имеет и другие, причем весьма значительные, преимущества. Так, коэффициент полезного действия магнетрона низкой частоты заметно выше. Еще один привлекательный, на наш взгляд, момент – принципиальная возможность разработки для частоты

915 МГц генератора на низковольтных сверхвысокочастотных транзисторах. Такую печь можно использовать в транспортных средствах, например в большегрузных автомобилях, питая ее непосредственно от бортовой сети 24В постоянного тока.

Создание подобной печи мы посчитали очень перспективным и потому всерьез занялись ее разработкой. Однако если подходить к конструированию микроволновых печей на частоте 915 МГц традиционным способом [2, с. 189–197], возникает проблема с габаритами нагревательной камеры, которые возрастут примерно в 2,5 раза. Кроме того, на данной частоте практически все пищевые продукты менее эффективно поглощают микроволновую энергию. Это означает, что при прочих равных условиях время приготовления пищи существенно увеличится. Возникшие проблемы мы попытались решить, предложив новую конструкцию печи. Ее блок-схема в двух вариантах приведена на рис.1. В первом (рис.1а) в качестве источника микроволновой энергии использован магнетрон, во втором (рис.1б) – генератор на СВЧ-транзисторах.

Мощность электрогенератора большегрузного автомобиля (около 1000Вт), естественно, должна расходоваться не только на питание печи. В

качестве исходной величины потребляемой печью мощности мы выбрали 600–700 Вт, предполагая, что в нагревательную камеру поступит микроволновая мощность порядка 300 Вт. При конструировании нагревательной камеры главная проблема состояла в том, чтобы обеспечить равномерность нагрева при небольших габаритах. Она была решена использованием в камере режима “бегущей волны” и электродов специальной конфигурации. При этом вращающиеся элементы, применяемые в обычных микроволновых печах для равномерности нагрева, оказались ненужными.

Сконструированная нагревательная камера имеет внутренние габариты порядка 270х220х130 мм. В ней размещаются два контейнера-нагрузки объемом по 1 л и две порции первого или второго блюда стандартного объема. Контейнеры наполняются водой, соками или молоком. Эксперименты показали, что при уровне сверхвысокочастотной мощности порядка 200Вт в камере возможны разогрев и приготовление пищи. По окончании этого процесса вода в контейнерах оказывается подогретой и может быть использована для мытья посуды.

По сравнению с микроволновой печью “Электроника” время приготовления в среднем увеличивается в 1,5–2

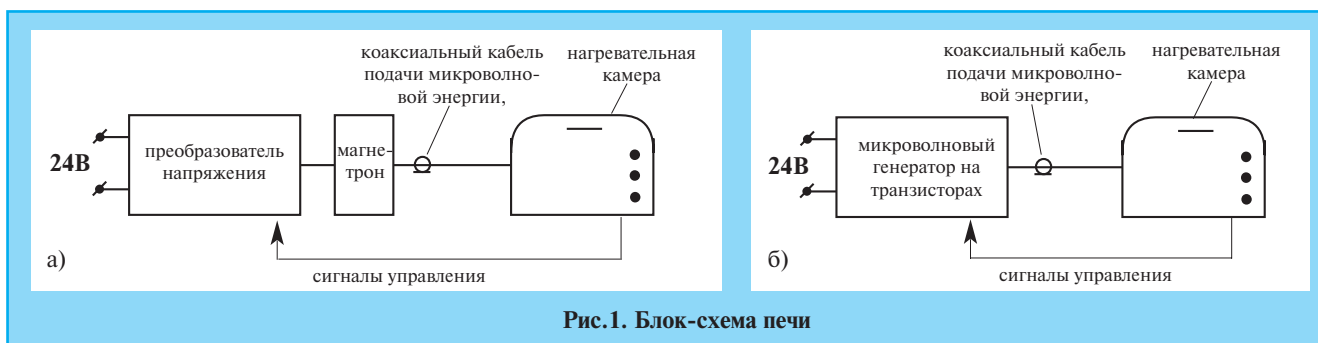


Рис.1. Блок-схема печи

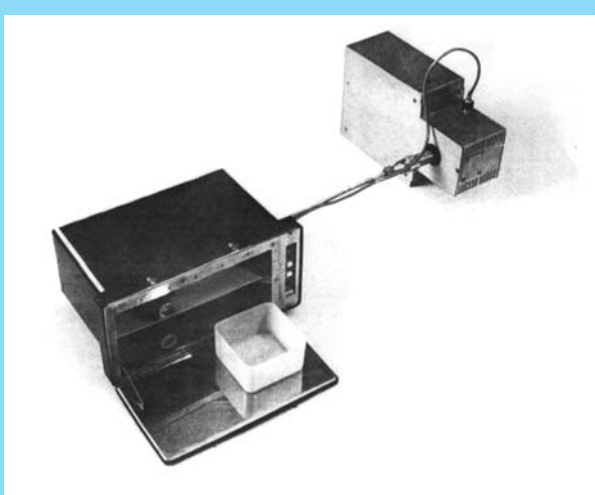


Рис.2. Лабораторный образец печи

раза. Однако в целом, при мощности микроволнового генератора порядка 300 Вт, обед из трех блюд можно приготовить не более чем за 15 минут, что,

имеет КПД преобразования 75%. Габариты всего источника — 140x100x360 мм. При этом 40% объема занимает магнетрон и вентилятор воздушного

на наш взгляд, вполне приемлемо.

Источником микроволновой энергии в экспериментах был магнетрон, разработанный в ГНПП «Исток». Блок питания представляет собой преобразователь напряжения от 24 В постоянного тока до 3000 В (напряжение анода) и 3,0 В (напряжение накала). Преобразователь выполнен на мощных транзисторах типа КТ926А и

охлаждения. Печь испытана также при питании от бортовой сети автомобиля КАМАЗ в режиме выключенного двигателя, на холостых и рабочих оборотах двигателя.

Результаты экспериментов, на наш взгляд, убедительно свидетельствуют о возможности и целесообразности разработки микроволновой печи на частоте 915 МГц для транспортных средств. Следующий шаг в этом направлении — изготовление опытных образцов для проведения сертификационных испытаний.

### Литература

1. Неббиа К. Влияние разработок международных стандартов на семейство СВЧ-печей. — Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy, 1992, v.27, N3, p.130.
2. Пюшнер Г. Нагрев энергией сверхвысоких частот. — М.: Энергия, 1968.
3. Воскобойник М.Ф., Лопин М.И., Айзенберг Э.В. Микроволновая печь для транспортных средств. — Заявка на патент РФ № 94918189 от 18.05.1994 г.

### Представляем авторов статьи

**ЛОПИН Михаил Иванович.** Директор филиала ГНПП «Исток», доктор технических наук. Окончил Московский энергетический институт в 1961 году. Более 30 лет работает в области разработки мощных сверхвысокоочастотных приборов. Почетный радист СССР, почетный работник электронной промышленности, заслуженный конструктор России.

**ВОСКОБОЙНИК Михаил Филиппович.** Начальник сектора ГНПП «Исток», кандидат технических наук. Окончил Таганрогский радиотехнический институт в 1959 году. Разработчик комплексированных сверхвысокоочастотных устройств. Почетный радист СССР.

Координаты для контактов: 141120, г. Фрязино Московской области, ГНПП «Исток», тел. (095)465–8609, факс (095) 465–8686

### Окна тоже могут быть «разумными»

#### Дайджесты

В рамках программы «Разумные окна» в Национальной лаборатории восстановления энергии (NREL, США), создан новый «самодостаточный» электрооптический фильтр, названный фотоэлектрохромной ячейкой. Программа «разумные окна» нацелена на разработку энергосберегающих окон, способных изменять уровень падающего на них света. Окна, выполненные из фотохромного материала и изменяющие свой цвет при падении на них светового излучения, экономят затраты на кондиционирование в летнее время. Однако зимой они не эффективны. Электрохромный эффект управляем, но формирование токопроводящих соединений — достаточно дорогостоящий процесс, существенно повышающий стоимость окон.

В новом устройстве, выполненном на основе электролита из иодина лития, заключенного между двумя электрооптическими пластинами, свет падает на электрод из нанокристаллического оксида титана, расположенный на передней пластине. Тонкий слой красителя, нанесенный на поверхность электрода, захватывает фотоны. Возбуждаемые в результате электроны инжектируются в передний электрод и передаются заднему. В результате между молекулами электролита и триоксида вольфрама, нанесенного на внутреннюю поверхность электрода задней пластины, начинается химическая реакция. Таким образом на внутреннюю поверхность пластины осаждается анодированная пленка вольфрама, затемняющая панель. Уровень затемнения панели пропорционален интенсивности падающего излучения.

Одно из достоинств нового устройства — возможность включать и выключать фототок. При размыкании проводящей дорожки реакция прекращается, соединение триоксида вольфрама-лития диссоциирует и затемнение исчезает. Компоненты системы и их взаимодействие хорошо известны. Новая система сможет найти применение не только в «разумных окнах». В чрезвычайно тонком слое электролита эффект затемнения может быть локализован в определенной области. Это позволит записывать требуемый рисунок темных и светлых областей с помощью лазерного пучка.

*Electronic Engineering Times, 1997, N901, p.36*