

Принципы работы, устройство и ремонт бытовых микроволновых печей

Н.П. Власюк, г. Киев



(Продолжение. Начало см. в Э 4/2008)

Ограничительный диод VD2. В иностранной литературе его называют фьюз-диод (рис. 12). Он предназначен для защиты высоковольтного трансформатора от перегрузки, а диода VD1 от пробоя, в случае перенапряжения в высоковольтных цепях свыше 8 кВ, вызванных искрением в магнетроне. В таких ситуациях фьюз-диод замыкает конденсатор С1, отчего удвоения напряжения, а следовательно, и работа магнетрона прекращаются.

Высоковольтный предохранитель F1. Иногда конструкторы вместо фьюз-диода устанавливают высоковольтный предохранитель (рис. 12). При его замене надо строго соблюдать примененный производителем номинал предохранителя, например 0,6 А или 0,7 А, или 0,8 А (5 кВ), в противном случае не будет выполнена возложенная на него задача – разорвать цепь подачи высокого напряжения на магнетрон, при коротком замыкании в нем. Безусловно, если в СВЧ печи будет совместно применен фьюз-диод и высоковольтный предохранитель, то вместе они обеспечат более надежную работу печи. Стоит высоковольтный предохранитель около 1,3 евро.

Термостат. Имеет два вывода для включения в цепь (рис. 13). Его главная деталь – круглая биметаллическая пластина в небольшом корпусе. По конструкции и принципу работы термостат напоминает работу терморегулятора утюга. При достижении расчетной температуры биметаллическая пластина изгибается и разрывает цепь. Обычно в схеме СВЧ печи устанавливается два термостата. Один из них крепится винтами к магнетрону, а второй – к наружной стенке рабочей камеры. Они разрывают первичную цепь высоковольтного трансформатора или платы управления (рис. 12) при достижении в месте крепления максимально допустимой температуры, а именно 105...135°C. Новый термостат стоит 1,3 евро.

Плата электронного управления

Она содержит:

- источник питания;
- дисплей;
- процессор;
- электромеханические реле;
- различные датчики: температуры, пара.

Источник питания, в зависимости от модели, может вырабатывать постоянное стабилизированное напряжение + 5 В для питания процессора и ЖК или светодиодного индикатора, +12 В или +27 В для питания электромеханических реле. Для этого применяется малогабаритный силовой трансформатор (рис. 12), впаянный в плату управления. Зная тип поврежденной платы управления, можно купить новую, ее стоимость может составлять 8–10 евро.

Сетевой фильтр (рис. 12). Состоит из LC-элементов и предохранителя, его назначение «не пропускать» в электросеть помехи, возникающие при работе печи.

Электромоторы (рис. 12)

Вентилятор питается от сети ~220 В. Он имеет двойное назначение, первое и главное – охлаждение магнетрона и высоковольтного трансформатора, второе – уже подогретый воздух после магнетрона и трансформатора попадает в рабочую зону СВЧ печи, создавая там конвекцию воздуха. Второй электромотор с редуктором предназначен для вращения поддона (рис. 2) со скоростью 5 об/мин. В одних печах установлены электромоторы с питанием от ~220 В, а в других – от =21...24 В. Ориентировочная стоимость электромоторов 4–8 евро.

Дверца (рис. 2) – очень важный элемент СВЧ печи. С одной стороны, дверца должна позволять видеть все то, что делается внутри камеры, а с другой – не позволять выход микроволн наружу, как через стекло, так и через уплотнитель. Дверца имеет сложную конструкцию, поэтому разбирать ее нельзя.

Ремонт СВЧ печи

1. Техника безопасности

Ремонтника, приступившего к ремонту СВЧ печи, преследуют две опасности.

Первая: в СВЧ печах действует высокое напряжение с амплитудой до 5,8 кВ, способное обеспечить ток до 0,3...0,5 А. Ток величиной в 0,1 А для человека являет-



Рис. 13

ся смертельным. Поэтому соблюдение правила безопасности является вопросом жизни для ремонтника.

Вторая: быть облученным СВЧ излучением магнетрона. При снятии крышки корпуса для диагностики неисправности, доступа к магнетрону и элементам его питания старайтесь, чтобы магнетрон не работал на излучение, для этого при выключенной печи снимите с него напряжение накала или изымите высоковольтный предохранитель F1 (рис. 12).

Не приступайте к ремонту СВЧ печи, если вы уставший или употребляли спиртные напитки.

Ремонтировать СВЧ печь под напряжением можно только в случаях, когда выполнение работ в отключенном от сети аппарате невозможно, например настройка, регулировка, измерение рабочих режимов.

Во всех случаях работы с включенной СВЧ печью необходимо пользоваться инструментом с хорошо изолированными ручками, способными выдерживать высокое напряжение.

Работать следует одной рукой. Помните, что корпус магнетрона и печи находится под напряжением +4000 В, а цепь накала находится под напряжением -4000 В.

Измерительные приборы должны подключаться к схеме только после отключения их от сети и снятия остаточных зарядов с высоковольтного конденсатора.

Провода приборов должны оканчиваться щупами и иметь хорошую изоляцию.

Запрещается

Включать печь при открытой дверце, заблокировав их переключатели (датчики открытия-закрытия дверцы).
Делать отверстия в корпусе.

А также:

При замене магнетрона будьте особенно внимательны. Не оставляйте монтажного мусора в волноводе.

Всегда разряжайте емкость в цепях питания магнетрона куском изолированного провода (разрядный резистор иногда выходит из строя).

2. Потеря эмиссии магнетрона

Через несколько лет эксплуатации микроволновой печи для разогрева одного и того же количества пищи вам приходится включать СВЧ печь на более длительное время, чем раньше. Причина в старении катода магнетрона, т.е. потери эмиссии его катодом, а следовательно, и мощности магнетрона. Болезнь старения катода присуща всем электровакуумным приборам, имеющим нить накала: электронным лампам, кинескопам и магнетронам. При такой ситуации магнетрон лучше всего заменить новым. Если у вас нет такой возможности, умельцы, по аналогии с восстановлением кинескопов, рекомендуют увеличить напряжение накала. Для этого рекомендуется дотопать к накальной обмотке высоковольтного трансформатора полвитка аналогичного по толщине провода. При этом увеличивается температура катода магнетрона, а следовательно, и его эмиссия и мощность. Этим методом можно продлить срок службы магнетрона от 0,5 до 1 года [2].

3. Измерение выходной мощности магнетрона

Если при ремонте у Вас возникла необходимость измерить выходную мощность магнетрона, например, в связи с потерей эмиссии магнетрона, то вы можете это сделать, используя простые тесты. Все они основаны на измерении разности температур определенного количества воды, подогретой в СВЧ печи за установленное время, при 100% мощности магнетрона.

Тест №1, от Electrolux. Здесь уже можно измерить величину мощности: берется 1 л воды, замеряется ее температура и ставится в печь. Печь включается на 62 с на максимальную мощность. После вода перемешивается и вновь измеряется ее температура. По разнице температур определяют мощность: 7 град. – 490 Вт, 8 град. – 560 Вт, 9 град. – 630 Вт, 10 град. – 700 Вт, 11 град. – 770 Вт, 12 град. – 840 Вт, 13 град. – 910 Вт, 14 град. – 980 Вт, 15 град. – 1050 Вт, 16 град. – 1120 Вт, 17 град. – 1190 Вт.

Тест №2, от Miele. Наливают в мензурку пол-литра воды, измеряют ее температуру, устанавливают мензурку в рабочую камеру и включают печь на 70 с. По разности температур определяют мощность: при 18 град. – 750 Вт, 19 град. – 800 Вт, 20 град. – 850 Вт, 21 град. – 900 Вт, 22 град. – 950 Вт, 23 град. – 1000 Вт.

4. При включении СВЧ печи из нее раздается громкий низкочастотный гул

Это значит, что высоковольтный трансформатор перегружен, причина – пробой высоковольтного проходного конденсатора в колодке заградительного фильтра магнетрона (рис.5,6, рис.9). Выявить его можно тестером при замере сопротивления накала магнетрона по отношению к его корпусу, оно будет занижено и может составлять от несколько сот Ом до десятка кОм, а должно быть – бесконечность. В такой ситуации лучше установить новый магнетрон, но если у вас нет такой возможности, можно попытаться его восстановить. Для этого необходимо в поврежденном магнетроне заменить переходную колодку, через которую на магнетрон подается напряжение накала (рис.5,6). Взять ее можно от старого аналогичного магнетрона. При замене необходимо снять с магнетрона крышку заградительного фильтра, для этого ее щечки по периметру нужно слегка поддеть ножом; кусачками перекусить точки сварки дросселей с переходной колодкой разъема, по которой подается накал (рис.5,6), высверлить заклепки этой колодки. Аналогичные действия вы делаете и на магнетроне, с которого будете снимать исправную переходную колодку. После замены колодки и крепления ее к корпусу (вместо сварки винтами М3) необходимо сварить концы дросселя и колодки.

Почему сварить, а не припаять? Через фильтр проходит ток накала магнетрона около 10 А, который существенно нагревает место пайки, так как оно имеет большее сопротивление, чем подводящие провода. По-

этому в месте пайки выделяется намного больше тепла и держится высокая температура, после выключения печи место пайки остывает. В течение длительного времени многократное нагревание-остывание места пайки приводит к трещинам в пайке и потере контакта. Сварить медные провода можно устройством, схема которого показана на **рис. 14** [2]. Естественно, при ремонте магнетрона для пробы место соединения проводов можно и спаять, но для длительной эксплуатации обязательно нужно сварить.

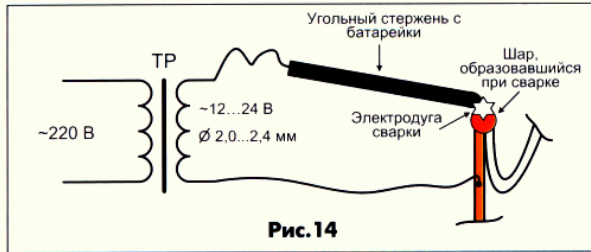


Рис. 14

Некоторые «ремонтники» при восстановлении магнетрона с «пробитой» переходной колодкой убирают ее и устанавливают самодельные колодки, иногда с навесными конденсаторами, а иногда и без них.

Это преступление перед владельцами «отремонтированной» СВЧ печи, так как без проходных конденсаторов LC заградительный фильтр изменяет свои параметры и перестает выполнять свои функции. При этом СВЧ излучение через источник питания проникает наружу и облучает пользователей печи.

5. Перегрев магнетрона

Во время работы магнетрон выделяет большое количество тепла. Чтобы он не перегревался, в нем применена воздушная система охлаждения, состоящая из вентилятора и радиаторных пластин, надетых на анод магнетрона (**рис. 5–7**).

«Выявляет» перегрев, установленный на магнетроне термостат. Он разрывает свой биметаллический контакт при температуре 105...135 °С (**рис. 12**).

Внешне это выявляется прекращением работы СВЧ печи раньше, чем отключит таймер. Возможные причины перегрева:

1. Включение СВЧ печи «вхолостую», без загрузки камеры.
2. Неисправность самого термореле, новое стоит 1,3–2 евро.
3. Не работает вентилятор. Надо проверить всю цепь его включения и целостность обмотки электромотора, четвертая ось вентилятора вращается, но нет обдува, проверить степень сцепления лопастей вентилятора с осью вентилятора. Стоимость нового вентилятора 4–5 евро.

6. Замена магнетрона

При замене магнетрона лучше установить прибор точно такого же типа. Если это невозможно, то снимаете магнетрон и идете с ним на радиорынок или фирму, торгующую магнетронами. При покупке сравните но-

вый магнетрон со своим, обратив внимания на совпадения мест расположения крепежных отверстий на его фланце. Т.е. заменяем нужный магнетрон его аналогом. При выборе аналога придерживайтесь следующих правил:

- диаметр антенны и крепеж (места расположения отверстий) должны точно совпадать с оригиналом;
 - новый магнетрон должен плотно соприкасаться с волноводом;
 - длина антенны должна точно соответствовать оригиналу;
 - мощности обоих магнетронов должны совпадать.
- Снятый (старый) магнетрон не выбрасывайте, его элементы пригодятся на запчасти.

Новый магнетрон, в зависимости от модели, стоит 18–25 евро.

7. Возникновение разряда между колпачком антенны (излучателя) магнетрона и корпусом

Причины этого явления (**рис. 15**) – работа пустой СВЧ печи (без загрузки камеры); загрязнения слюдяной накладки жиром и жидкостями пищи; антенна расположена в непосредственной близости к корпусу диэлектрического окна (**рис. 15**); короткая антенна несогласованная с волноводом.

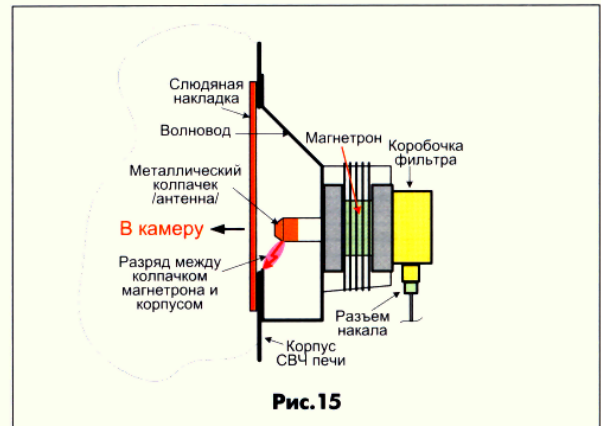


Рис. 15

О том, что СВЧ печь нельзя включать без загрузки камеры, написано в ее инструкции по эксплуатации. При необходимости испытания СВЧ печи, в нее надо поставить банку с 0,5 л воды.

Слюдяная накладка (**рис. 15**) устанавливается в камере для того, чтобы отделить саму камеру от волновода магнетрона. Чистая слюдяная накладка является прозрачной для СВЧ, она не греется и не горит. Грязь же на ней поглощает излучение, нагреваясь, выделяет газы и может воспламениться и обуглиться. При этом создаются не только поверхностные разряды в воздухе, но и СВЧ пробой с образованием плазмы, плавящей и прожигающей металл колпачка антенны магнетрона и волновода. Поэтому накладку необходимо содержать в чистоте, а при необходимости, заменить новой. Стандартные размеры новых накладок 150x150 мм, 150x200 мм, 250x300 мм, 300x300 мм, их стоимость 1,3–2 евро.

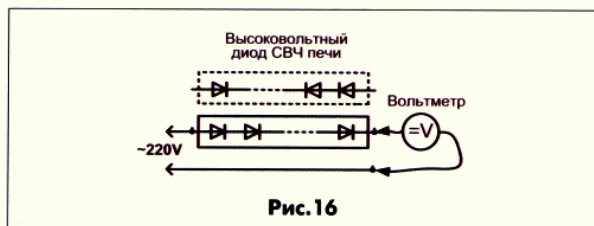
Поврежденный колпачок антенны магнетрона необходимо заменить, взяв его от старого магнетрона (донора).

8. Проверка высоковольтного диода

Проверить исправность высоковольтного диода обычным омметром не представляется возможным, так как высоковольтные диоды в обе стороны имеют большое сопротивление. Поэтому лучше воспользоваться методом, показанным на схеме **рис. 16**. Диод выпаявается из схемы СВЧ печи и включается в ~ 220 В согласно схеме (**рис. 16**). Измерения проводятся два раза, при каждом измерении, изменяя полярность включения диода. При этом вольтметр должен показывать одинаковые значения напряжения, только с разной полярностью, например $+300$ В и -300 В. В качестве вольтметра можно использовать цифровой мультиметр, установив его в положение $=1000$ В для измерения постоянного напряжения. Стоимость нового диода может быть $0,5-1,3$ евро.

9. Простой метод проверки высоковольтного трансформатора и системы умножения напряжения для магнетрона

Необходимо снять разъем накала с магнетрона (**рис. 5**), отвести ее в сторону, чтобы не пробило высокое напряжение, затем включить печь в рабочий режим (на несколько секунд) и выключить. Сразу после этого



надеть разъем накала обратно на магнетрон, если при этом проскочит небольшая искра, то трансформатор и высоковольтные элементы, участвующие в удвоении напряжения, исправны. В случае если печь не вырабатывает СВЧ при исправном трансформаторе и предохранителе, скорее всего, неисправен магнетрон. Цельность обмоток высоковольтного трансформатора проверяется омметром, но перед измерением обязательно разрядите на корпус заряды, накопившиеся в измеряемых цепях схемы.

10. Нет накала магнетрона

Причиной отсутствия накала магнетрона, при наличии нормального напряжения накала, может быть плохой контакт в разъеме накала с магнетроном (**рис. 5, 6**). Надо проверить качество контакта.

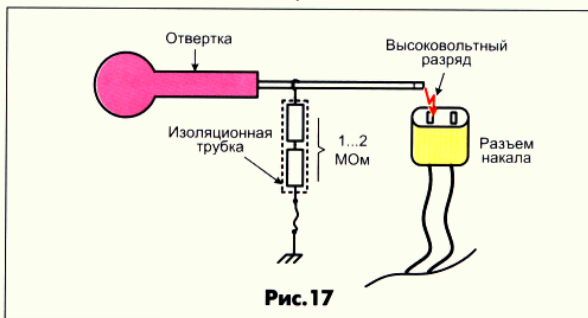
Один из эффективных способов диагностики вышеописанной неисправности – это токовые клещи, те самые, которыми пользуются электрики. Они позволяют бесконтактным способом быстро измерить ток накала

магнетрона ($\sim 9,5...10$ А), ток, потребляемый СВЧ печью ($\sim 4,5...6$ А), ток в высоковольтной обмотке трансформатора ($0,3...0,5$ А).

Большие отклонения от указанных значений (особенно в сторону увеличения отдельных параметров) свидетельствуют о неисправности магнетрона. Вместе с тем, занижение всех параметров объясняется плохими контактами, начиная от питающей розетки и заканчивая коммутационными элементами (контактами реле, микровыключателями). Для собственной безопасности, при поиске причин отсутствия тока накала, не стоит включать магнетрон в рабочий режим, достаточно изъять из схемы высоковольтный предохранитель (**рис. 12**).

11. Измерение высокого напряжения на магнетроне

Его лучше проводить специальным высоковольтным вольтметром (**рис. 17**), до 30 кВ, тем самым, который телемастера применяют при ремонте кинескопных телевизоров. Такие вольтметры имеют надежную защиту от поражения высоким напряжением.



Для грубой оценки соберите схему измерения согласно **рис. 17**. К лезвию отвертки подключите гасящий резистор на 5 МОм, ручка отвертки должна иметь хорошую изоляцию. Далее снимите с магнетрона разъем накала, включите печь и проверяйте высокое напряжение на разъеме (со стороны трансформатора) в соответствии со схемой **рис. 17**. По расстоянию, с которого начинает пробивать высокое напряжение, можно приблизительно судить о его величине, из расчета 1 кВ на каждый 1 мм. При измерении необходимо проявить осторожность, так как измеряемое напряжение опасно для жизни.

12. Повреждения механических таймеров

В простых СВЧ печах всего две ручки управления, каждая соединена с механическим пластмассовым механизмом (**рис. 11**). При неисправностях в них нужно вскрыть СВЧ печь, осмотреть механизм и их контакты и, при необходимости, подрегулировать. При невозможности ремонта, купить новые таймеры.

13. Неисправности электронной платы управления

Ремонт электронной платы управления намного упростится, если у вас есть ее принципиальная схема.

Вначале вы проводите внешний осмотр платы и по результатам обследования принимаете решение. Основные неисправности в плате управления:

1. Залипание сенсорных кнопок. Причина – попадание пищевых паров в их зазоры, устраняется ветошью пропитанной спиртом.

2. «Сгорел» маломощный трансформатор питания. Главная причина повреждения маломощного трансформатора – скачки напряжения электросети, вызванные авариями в электросетях, питающих наши дома, или грозовыми разрядами [3, 4].

СВЧ печи не имеют выключателей электросети, поэтому, если его штепсельная вилка включена в электросеть, то устройство питания и его плата управления годами не обесточиваются. Чтобы уберечь свою СВЧ печь от повреждений при авариях в электросетях и грозовых разрядах, приобретите удлинитель электросети с выключателем и при ненадобности СВЧ печи выключайте ее.

А что же делать, если силовой маломощный трансформатор «сгорел»? В разных моделях микроволновых печей этот трансформатор может выдавать разные вторичные напряжения. Например, ~8,5 В и ~12 В или 9 В и ~24 В. Если первичная обмотка силового трансформатора «не прозванивается» омметром, то трансформатор следует выпаять с платы управления и попробовать его восстановить. Сверху всех обмоток, прямо на трансформаторе (на его первичной обмотке), находится специальный предохранитель, который часто «сгорает», его восстанавливают запайкой перемычки, имеющей более тонкий провод, чем использованный в первичной обмотке.

3. Плата не реагирует на нажатие кнопок. Проверить исправность трансформатора питания, элементов стабилизатора, целостность токопроводящих дорожек и чистоту мест замыканий кнопок. Неисправные транзисторные стабилизаторы можно заменить стабилизаторами серий 78 или КРЕН, а грязные места токопроводящих «пятячков», в местах замыканий кнопок, протереть спиртом.

4. Неисправности малогабаритных реле. На корпусе каждого реле указаны их технические характеристики: его тип, рабочее напряжение, максимально допустимый ток и рабочее напряжение на контактах реле. Обмотки реле проверяются омметром. Если реле «не срабатывают», необходимо проверить исправность транзисторов, подающих на них напряжение, и, при необходимости, заменить их.

Чтобы при диагностике платы управления магнетрон не включался на излучение, достаточно отключить разъем накала магнетрона.

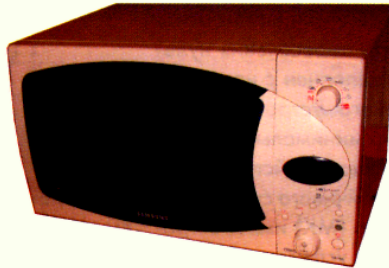
14. Неисправность ТЭНов

Исправность ТЭНов (нагревателей) проверяется омметром. Если они исправны, но не включаются, про-

верьте реле, включающих эти ТЭНы. Новый ТЭН стоит 2,5–4 евро.

15. Неисправности дверцы и ее контактов

Дверца СВЧ печи должна плотно прилегать к корпусу, чтобы исключить просачивание излучений наружу. Вокруг дверцы установлен диэлектрический уплотнитель, он имеет определенную (расчетную) толщину, при которой обеспечивается отсутствие утечки СВЧ из камеры печи. Дверца должна плотно прилегать к корпусу печи. Плотность прилегания проверяется листом бумаги, вставленным между уплотнителем и корпусом. Бумага не должна свободно выниматься. Дверца прижимается к корпусу с помощью защелок. Защелки дверцы входят в прямоугольные отверстия корпуса (рис. 2) и выполняют две функции: плотно прижимают закрытую дверцу к корпусу и воздействуют на контакты 2-х или 3-х переключателей (датчиков закрытого/открытого положения дверцы), включенных в первичную цепь высоковольтного трансформатора (рис. 12). Переключатели обладают высокой надежностью и гарантируют, что СВЧ



печь при открытых дверцах никогда не включится. Их стоимость 0,5–1,3 евро. При необходимости замены переключателей их меняют на выключатели такого же типа. При обнаружении трещин в стекле дверцы или неплотного ее прилегания к корпусу, эксплуатировать микроволновую печь нельзя, так как вредное СВЧ излучение может просачиваться наружу.

Рекомендации по эксплуатации

Для безопасности пользователя СВЧ печь должна быть заземлена через вилку питания. Если такой возможности нет, установите ее подальше от радиаторов и водопроводных труб, чтобы случайно не коснуться одновременно руками СВЧ печи и труб. Нельзя «заземлять» СВЧ печь путем подключения ее к водопроводной трубе.

Не подходите к работающей печи ближе 1 м.

Не включайте пустую (не загруженную) печь, так как это может привести к повреждению магнетрона.

Литература

1. Физический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1984.
2. Власюк Н.П. Советы бывалого электрика//Электрик. – 2007. – №1. – С.64.
3. Власюк Н.П. Грозозащита информационных сетей и радиоэлектронной аппаратуры//Радиоаматор. – 2006. – №12. – С.5.
4. Власюк Н.П. Что делать, если от аварии в электросети у Вас вышла из строя бытовая техника//Радиоаматор. – 2005. – №9. – С.27.