

Микроволновые печи и безопасность их эксплуатации

Иваненко В.П., Мусаев А.Ф., Кузьмин В.В., Добряков А.Б.,
Азаев Р.А., Зуев Н.А

Микроволновые печи относятся микроволновым установкам или СВЧ – установкам – оборудованию работающему в диапазоне от 300МГц до 300 ГГц, что соответствует длине волн от 1м до 1мм. Для диэлектрического нагрева, положенного в основу работы СВЧ – печей выделяют следующие частоты: 133, 915, 2375, 2450, 5800 и 22125МГц. Наибольшее распространение в качестве генератора СВЧ – излучения в микроволновых установках нашли магнетроны на 2450, 2375 МГц и мощностью от 0,5 до 1 кВт. КПД отдельных конструкций магнетронов достигает 85%.

Микроволновые печи используются для вакуумной сушки сельскохозяйственного сырья, фармацевтических материалов, лекарственных трав, грибов, ягод, морепродуктов.

Но, наибольшее распространение микроволновые печи получили для разогрева и приготовления пищи. Количество бытовых СВЧ–печей в мире достигло десятков миллионов штук. Микроволновое излучение обеспечивает высокое качество продукции, энерго- и ресурсосбережение, быстроту приготовления, при этом нагрев происходит по всему объёму продукта, уменьшается разрушение содержащихся витаминов, биологически активных веществ и эфирных масел. Кроме этого микроволновое излучение обладает стерилизующим действием в отношении стафилококков, кишечных палочек и других микроорганизмов.

В настоящее время количество моделей микроволновых печей исчисляется сотнями единиц. Несмотря на кажущееся многообразие печей их внутреннее устройство практически одинаково.

Приготовление пищи производится в металлической камере снабженной специальной дверцей. Дверца обеспечивает доступ к камере, возможность визуального наблюдения за процессом приготовления пищи и обеспечивает защиту пользователя от микроволнового излучения. Микроволновая энергия поступает в камеру от магнетрона по прямоугольному волноводу. Высоковольтный блок питания магнетрона состоит из трансформатора, конденсатора и диода. Для предотвращения утечки микроволновой энергии через неплотно закрытую дверцу, применяются блокировочные микропереключатели. Освещение в камере осуществляется лампой накаливания расположенной внутри воздуховода. Режим работы печи задаётся с помощью электромеханического или электронного блока управления посредством клавиатуры. Отображение вводимой с клавиатуры информации и текущего состояния работы микроволновой печи осуществляется на люминесцентных или жидкокристаллических индикаторах.

В некоторых печах имеются дополнительные элементы (ИК-излучатели, конвекторы и т.д.), однако это не отражается на элементах обеспечивающих микроволновый нагрев. Выравнивание прогрева продукта по его объёму происходит путём относительного смещения максимумов и минимумов электрического поля в пространстве камеры с помощью диссектора или вращающегося поддона. Вращение диссектора обеспечивается воздушным потоком вентилятора, охлаждающего магнетрон. Привод поддона состоит из микродвигателя и встроенного редуктора.

Промышленные и полупромышленные установки, в сущности, мало чем отличаются от обычной микроволновой печи, поскольку состоят из тех же элементов, а увеличение мощности достигается за счёт модульной конструкции, при которой вместо одного генератора используется несколько. Имеются установки, в которых одновременно работает несколько десятков магнетронов того же типа, что и в микроволновой печи. Несмотря на то что существуют генераторы СВЧ с выходной мощностью в сотни киловатт, во многих случаях вместо одного такого прибора целесообразнее использовать несколько менее мощных генераторов. Причин этому несколько. Во-первых, это более выгодно с экономической точки зрения. Компоненты для микроволновых печей выпускаются в большом количестве, поэтому их стоимость ниже, а технические характеристики, такие, как КПД, долговечность, надёжность и т.д., выше. Во-вторых, использование нескольких генераторов, в общем случае, обеспечивает более равномерный нагрев. В-третьих, снижается вероятность электрических пробоев. Имеются и другие причины, по которым модульный вариант на основе компонентов микроволновой печи оказывается более предпочтительным.

В некоторых печах, наблюдается повышенное фоновое излучение. Основными причинами излучения являются увеличение зазора между дверцей и лицевой панелью камеры, неисправности в цепях питания магнетронов.

Несмотря на значительный объём проведённых биологических и санитарно-эпидемиологических исследований вопрос об истинной опасности электромагнитных воздействий на человека и окружающую среду остаётся до конца не решённым.

Основным биологическим воздействием микроволнового излучения в настоящее время считается повышение температуры тела за счёт поляризационных эффектов.

Чувствительность человеческого тела к микроволновому излучению зависит от его частоты. Излучение миллиметрового диапазона и более высокочастотное почти полностью поглощается кожным покровом и может ощущаться при плотности мощности в несколько милливатт на квадратный сантиметр.

На частоте работы микроволновой печи проникновение излучения внутрь тела составляет несколько сантиметров и производимый им нагрев чувствуется при плотности мощности $20 - 50 \text{ мВт/см}^2$ в течении нескольких секунд. Опасность такого излучения заключена в возможности получения

внутренних ожогов, которые могут быть гораздо более опасны, чем обычные ожоги, поскольку организм к ним менее приспособлен. Особенно чувствительны к таким ожогам глаза и яичники, поскольку низкий поток крови в этих частях тела практически не рассеивает тепло. Заметим, что необратимые изменения в организме могут наступать при достижении внутренними тканями тела температуры выше 43°C. Минимальная плотность излучения, при которой это может произойти, составляет 20 мВт/см². Например, плотность излучения 100 мВт/см² в течении продолжительного времени может служить причиной глазной катаракты и временного бесплодия.

Имеются данные по нетепловому воздействию микроволн на живые организмы, в особенности на нервную систему. Зарегистрированы повышенная утомляемость и бессонница у людей, обслуживающих высокочастотное оборудование, радио- и телевизионных станций. Нетепловое влияние наблюдалось также на энцефалограммах кроликов. Причины нетеплового воздействия на биологические объекты до конца не изучены; предполагается, что при этом происходят изменения в свойствах макромолекул и нервных мембран.

В настоящее время в мире существует два основных стандарта на уровень безопасного излучения. Стандарт, разработанный Американским Национальным Институтом Стандартов (ANSI) предлагает считать безопасным излучение с плотностью мощности в 10 мВт/см². Для микроволновых печей стандартом является плотность мощности 1 мВт/см² на расстоянии 5 см от печи.

Европейский стандарт (в том числе и российский) предполагает, что уровень плотности излучения от микроволновой печи не должен превышать 10 мкВт (0,01 мВт) на квадратный сантиметр на расстоянии 50 см от источника излучения.

В России это положение закреплено нормами СанПиН 2.2.4./2.1.8.055-96. В частности для населения установлены предельные значения 10 мкВт/см². Для персонала, обслуживающего соответствующее оборудование, установлены предельные значения (ПДУ), зависящие от продолжительности воздействия (ПВ), (табл.1)

Таблица 1.

ПВ, час	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,25	<0,2
ПДУ, мкВт/см ²	25	27	29	31	33	36	40	44	50	57	67	80	100	133	200	400	800	1000

Для контроля допустимых уровней электромагнитных полей (ЭМП) установлены стандартные методики их определения [1], разработаны и серийно выпускаются специальные измерительные приборы (серия П-4, а также последние модификации приборов «Поле-3»), представляющие собой широкополосные интегральные измерители напряжённости ЭМП для определённого частотного диапазона.

Контроль ЭМП источников технологического происхождения осуществляют международные организации WHO, IRPA, INIRC, IMPO и др. Функционируют общественные организации, заинтересованные проблемами электромагнитного загрязнения окружающей среды.

Таким образом, при эксплуатации СВЧ-оборудования и при проведении исследовательских работ, следует строго соблюдать не превышение предельно допустимых параметров микроволновых полей, воздействующих на персонал.

Список литературы

1. Определение уровней электромагнитного поля, границ санитарно – защитной зоны и зон ограничения застройки в местах размещения передающих средств радиовещания и радиосвязи кило, гекто – и декаметрового диапазонов: Методическое указание. – М.: Информационно – издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1996.