

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.385.69

Михайловский
Николай Васильевич

Методика испытаний микроволновых печей

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-38 80 01 «Приборостроение, метрология и
информационно-измерительные приборы и системы»

Научный руководитель
Кострикин Анатолий Михайлович
кандидат технических наук, доцент

Минск 2019

ВВЕДЕНИЕ

Цель испытаний электрооборудования — проверка соответствия требуемым техническим характеристикам, установление отсутствия дефектов, получение исходных данных для последующих профилактических испытаний, а также изучение работы оборудования. Все это необходимо для того, чтобы при нормальной эксплуатации оборудование работало безопасно и не причиняло вред лицам или окружающей среде даже в случае небрежного обращения, возможного при нормальной эксплуатации.

Этот принцип достигается выполнением соответствующих требований стандарта, а соответствие проверяют проведением соответствующих испытаний.

Требования к ЭМС для различного оборудования устанавливает стандарт Международной электротехнической комиссии (МЭК, англ. IEC) 61000. Он регламентирует значения и методы измерений гармоник, фликера и других характеристик напряжения питания. Стандарт МЭК 61000 имеет ряд разделов (табл.1). CENELEC, Европейский комитет по стандартизации в области электротехники и электроники, принял аналогичные стандарты – они имеют такой же номер, но отличаются префиксом EN. Есть и ГОСТы, соответствующие стандартам МЭК (см. табл.1).

Таблица 1 – Стандарты к некоторым проблемам ЭМС

Номер спецификации МЭК	Номер ГОСТа	Проблема ЭМС
61000-3-2	51317.3.2	Эмиссия гармоник
61000-3-3	51317.3.3	Колебание напряжения, фликер
61000-4-11	51317.4.11	Провалы и прерывания напряжения
61000-4-13	51317.4.13	Гармоники и интергармоники
61000-4-17	51317.4.17	Пульсации напряжения постоянного тока
61000-4-14	51317.4.14	Колебания напряжения электропитания
61000-4-28	51317.4.28	Изменения частоты напряжения питания
61000-4-15	51317.4.15	Измерения фликера

МЭК 61000 устанавливает четыре испытательных класса – А, В, С и D. Классы В, С и D характеризуют определенные изделия и семейство изделий.

Все остальные изделия и оборудование с электроприводом автоматически причисляются к классу А (см. табл.2). Нормы для оборудования классов А и В даются для среднеквадратичного значения тока, а нормы классов С и D – для уровня мощности испытываемого изделия. Неправильно рассчитанное или спроектированное электрооборудование зачастую будет работать со сбоями, если в электрической сети питания, например работающей на частоте 50 Гц, возникают колебания напряжения или паразитные гармоники.

Таблица 2 – Классификация по МЭК

Класс	Включают в себя
А	Оборудование с электроприводом, бытовую аппаратуру и трехфазное оборудование
В	Переносной электроинструмент, работающий непосредственно от сети 230 В, 50 ГЦ
С	Сетевое оборудование, включая устройства регулирования с потребляемой мощностью > 25 Вт
Д	ПК, мониторы и телевизоры с номинальной мощностью от 75 до 600 Вт

Довольно часто работа электрооборудования может казаться нормальной, но при определенном стечении обстоятельств воздействие гармоник усиливается, и это приводит к разрушительным результатам. Чтобы избежать таких ситуаций, оборудование должно соответствовать определенным стандартам. Наиболее важными стандартами для испытаний на устойчивость к колебаниям напряжения являются МЭК 61000-4-11 и МЭК 61000-4-13. С другой стороны, само устройство может создавать в сети электропитания слишком много паразитных гармоник или чрезмерные колебания напряжения (так называемый фликер) и в результате воздействовать на другое оборудование. Поэтому для ограничения такого вредного воздействия имеются соответствующие требования стандартов МЭК 61000-3-2 и МЭК 61000-3-3.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В последнее время уровень электромагнитного излучения растет. В связи с этим одной из важнейших проблем современности является защита от ЭМИ.

Для определения уровня защиты электрооборудования при проведении испытаний необходимо использовать современное измерительное оборудование, обладающее высокими метрологическими характеристиками и степенью автоматизации.

Следовательно, разработка методики испытания электрооборудования, в частности микроволновых печей, являются весьма важными и актуальными.

Целью данной магистерской диссертации является разработка методики испытания микроволновых печей.

Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

- Был выбран объект испытаний, находящийся в испытательном центре БелГИСС;
- Была разработана методика испытаний для микроволновой печи;
- Проведены испытания данной микроволновой печи на соответствия требованиям стандартов;
- Проведен расчет неопределенности измерения напряжения радиопомех на сетевых зажимах.

Новизна работы определяется следующими результатами:

- Разработана и обоснована методика испытания микроволновых печей;
- Предложены алгоритмы расчета неопределенности результатов измерения.

Практическая ценность работы заключается в том, что результаты работы используются при проведении испытаний микроволновых печей на ЭМС в Испытательном Центре БелГИСС (справка о внедрении результатов исследования №26-19/2135 от 25.01.2019, см. Приложение А).

Результаты работы апробированы на 54 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, а так же в рамках деятельности Испытательного Центра БелГИСС.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **первой главе** определяется сфера применения микроволновой печи, а так же принцип ее действия.

Принцип работы микроволновки основан на действии мощного магнетрона, который преобразовывает электроэнергию в поле со сверхвысокой частотой – 2450МГц.

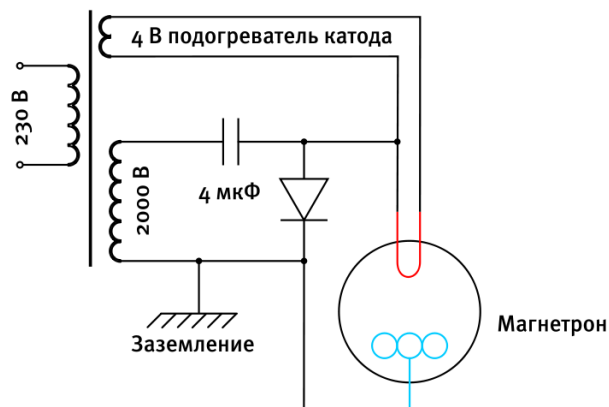


Рисунок 1 – Схема подключения магнетрона

Частота выбрана по практическим и конструктивным соображениям:

- частота должна лежать внутри спектра поглощения воды (он широк и меняется с температурой, в практически интересном диапазоне поглощение увеличивается с частотой);
- с другой стороны, глубина проникновения радиоволн в нагреваемый объект должна лежать в районе нескольких сантиметров (чем ниже частота - тем больше глубина проникновения);
- источник излучения - магнетрон - мощностью от 500 Вт должен обладать приемлемыми эффективностью, стоимостью, габаритами;
- частота должна находиться в разрешенном выделенном радиодиапазоне частот. В данном случае ISM диапазон был выделен в 1947 году, вскоре после изобретения микроволновой печи.

Во **второй главе** разработана методика испытаний микроволновых печей. Определена область применения, выделены основные термины и определения, определена классификация оборудования, выделены нормы электромагнитных помех, определены требования к проведению испытаний оборудования, выделены меры предосторожности при проведении испытаний.

В **третьей главе** были проведены испытаний конкретного образца микроволновой печи в испытательной лаборатории Испытательного центра БелГИСС.

Результаты испытаний на соответствие требованиям п.6.3.1.3 СТБ EN 55011-2012 (группа 2, класс В) (квазипиковые и средние значения

напряжения радиопомех, создаваемых образцом на сетевых зажимах). Режим функционирования 1.

Средние значения напряжения радиопомех не измерялись, т.к. измеренные квазипиковые значения не превышали норму для средних значений.

Таблица 1 – Квазипиковые и средние значения напряжения радиопомех, создаваемых образцом на сетевых зажимах.

Частота, кГц	Результаты испытаний, дБ(мкВ)				Нормированное значение дБ(мкВ), не более		Выводы
	квазипиковое		среднее		квазипиковое	среднее	
	L1	N	L1	N			
0,15	53,6	49,0	–	–	66,0	56,0	С
0,183	53,4	41,2	–	–	64,4	54,4	С
0,256	52,0	31,6	–	–	61,6	51,6	С
0,387	51,1	36,8	–	–	58,1	48,1	С
0,515	47,2	43,3	–	–	56,0	46,0	С
1,187	45,9	44,7	–	–	56,0	46,0	С
2,192	40,3	51,7	–	–	56,0	46,0	С
5,371	31,3	33,0	–	–	60,0	50,0	С
7,818	26,8	31,2	–	–	60,0	50,0	С
13,379	37,6	39,0	–	–	60,0	50,0	С
18,746	49,3	52,2	–	–	60,0	50,0	С
23,904	30,2	40,3	–	–	60,0	50,0	С
29,018	29,2	36,7	–	–	60,0	50,0	С

В четвертой главе был проведен расчет неопределенности измерения напряжения радиопомех на сетевых зажимах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной магистерской диссертации является разработка методики испытания микроволновых печей.

Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

- Был выбран объект испытаний, находящийся в испытательном центре БелГИСС;
- Была разработана методика испытаний для микроволновой печи;
- Проведены испытания данной микроволновой печи на соответствия требованиям стандарта по таким показателям как помехоэмиссия, помехоустойчивость, эмиссия гармонических составляющих тока, колебания напряжения и фликер;
- Был произведен расчет неопределенности измерения радиопомех на сетевых зажимах.

Новизна работы определяется следующими результатами:

- Разработана и обоснована методика испытания микроволновых печей;
- Предложены алгоритмы расчета неопределенности результатов измерения.

Практическая ценность работы заключается в том, что результаты работы используются при проведении испытаний микроволновых печей на ЭМС в Испытательном Центре БелГИСС (справка о внедрении результатов исследования №26-19/2135 от 25.01.2019, см. Приложение А).

Результаты работы апробированы на 54 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, а так же в рамках деятельности Испытательного Центра БелГИСС.

Таким образом, цель магистерской диссертации была достигнута, методика внедрена в работу испытательного центра БелГИСС.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1] Михайловский Н. В., Рагунович С.С. Методы испытаний электроприборов: материалы 54-й Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР – Минск, 2018 – С. 121.

[2] Рагунович С.С., Михайловский Н. В., Сравнительный анализ доступности системы «Умный дом» для потребителя в Республике Беларусь и странах ЕС: материалы 54-й Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР – Минск, 2018 – С. 122-123.