МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION (ISC)

# М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й

**С Т А Н Д А Р Т**

**ГОСТ**

**IEC 61307—**

2016

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ НАГРЕВА ТОКАМИ СВЧ**

**Методы испытаний**

**для определения выходной мощности**

# (IEC 61307:2011, ЮТ)

Издание официальное

Москва Стандартииформ 2017

ГОСТ IEC 61307—2016

# Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандар­ тизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосудар­ ственные. правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, при­ нятия. обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1. ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовате­ льский институт сертификации» (ОАО «ВНИИС») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 5
2. ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии
3. ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (про­ токол от 25 октября 2016 г. Ne 92-П)

За принятие проголосовали:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Краткое иаиыьмование страны по МК (ИСО 3166) 004-97 | Код страныпо МК <ИСО 3166) 004-97 | Сокращенное наименование национального органа ло стандартизации |
| Армения | AM | Минэкономики Республики Армения |
| Беларусь | 8Y | Госстандарт Республики Беларусь |
| Киргизия | КО | Кыргызствндарт |
| Молдове | МО | Молдовв-Стандарт |
| Россия | RU | Росствндарт |
| Таджикистан | TG | Таджикстандарт |

1. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 апреля 2017 г. Ne 273-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 61307—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 сентября 2017 г.
2. Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61307:2011 «Установки СВЧ-нагрева промышленные. Методы испытаний для определения выходной мощности» («Industrial microwave heating installations — Test methods for the determination of power output». IDT)
3. 8ВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информацион­ ном указателе* «Национальные *стандарты*», а *текст изменений и правок — в ежемесячном инфор­ мационном указателе «Национальные стандарты*». *В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соотеетстеующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация,* уве­ домление *и тексты размещаются также в информационной системе* общего *пользования* — на *офи­ циальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*[*www.gost.ru*](http://www.gost.ru/)*)*

©Стандартинформ. 2017 В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизве­

ден. тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

ГОСТ I ЕС 61307—2016

# Содержание

1. [Область применения. 1](#_TOC_250008)
2. [Нормативные ссылки. 1](#_TOC_250007)
3. [Термины и определения. 2](#_TOC_250006)
4. [Методы измерений мощности токов СВЧ. 3](#_TOC_250005)
	1. Общие положения. 3
	2. Доступный выход мощности токов СВЧ. 4
	3. Мощность токов СВЧ в микроволновой рабочей загрузке. 4
	4. Эффективная мощность токов СВЧ и КПД. 4
5. [Калориметрические измерения мощности. 4](#_TOC_250004)
	1. Общие положения. 4
	2. Прямые измерения мощности токов СВЧ. поглощенной водой. 4
	3. Измерения мощности искусственной нагрузки. 5
6. [Определение мощности токов СВЧ для нагрева рабочей загрузки. 5](#_TOC_250003)
7. [Определение эффективной мощности токов СВЧ. 6](#_TOC_250002)
	1. Общие положения. 6
	2. Испытание с водой в открытом контейнере. 6
	3. Испытания с использованием других жидкостей. 7
8. [Электрический коэффициент полезного действия. 7](#_TOC_250001)
	1. Доступная выходная мощность токов СВЧ. 7
	2. Потребление энергии. 8
9. [Потребление мощности в режиме готовности к работе. 8](#_TOC_250000)

Библиография. 9

## in

**ГОСТ IEC 61307—2016**

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ НАГРЕВА ТОКАМИ СВЧ

Методы испытаний для определения выходной мощности

industrial microwave heating installations. Test methods for the determination of power output

Дата введения — 2017—09—01

# Область применения

Настоящий международный стандарт задает методы испытаний для определения доступной мик­ роволновой выходной мощности и КПД (коэффициент полезного действия) частотного преобразования от потребления электроэнергии в промышленных установках нагрева токами сверхвысокой частоты (СВЧ).

Настоящий стандарт также задает методы испытаний для оценки ввода мощности токов СВЧ в рабочую загрузку только в установках нагрева токами СВЧ промышленного назначения.

Настоящий стандарт применяется к электронагревательному оборудованию и установкам, рабо­ тающим в диапазоне сверхвысоких частот от 300 МГц до 300 ГГц.

Настоящий стандарт имеет отношение к промышленному оборудованию нагрева токами СВЧ при нормальной загрузке.

Настоящий стандарт не применяется к приборам бытового и аналогичного назначения (рассмотре­ ны в IEC 60335-2-25). коммерческого использования (рассмотрены в IEC 60335-2-90) и лабораторного использования (рассмотрены в (ЕС 61010-2-010).

# Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для дати­ рованных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

IEC 60050-221:2:1990. international electrotechnical vocabulary; chapter 221: magnetic materials and components (Международный электротехнический словарь (IEC). Глава 22. Магнитные материалы и компоненты)

Изменение 1 (1993)

Изменвнив2 (1999)

Изменение 3(2007)

IEC 60050-641:2:2004. International Electrotechnical Vocabulary — Part 841: Industrial electroheat Международный электротехнический словарь (IEC). Часть 841. Промышленный электрический нагрев

IEC 60050-726:2:1982, International Electrotechnical Vocabulary. Part 726: Chapter 726: Transmission, tines and waveguides (Международный электротехнический словарь (IEC). Глава 726. Передающие линии и волноводы)

IEC 60519-6, Safety in electroheat installations — Part 6: Specifications for safety in industrial microwave heating equipment (Безопасность электронагревательных установок. Часть 6. Технические требования по безопасности промышленного сверхвысокочастотного нагревательного оборудования)

Издание официальное

1

ГОСТ IEC 61307—2016

# Термины и определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины и определения IEC 60519\*6:2003 и IEC 60050\*841, а также следующие термины ссоотеетстеующими определениями:

* 1. колориметрический измеритель мощности (calorimetric power meter): Измеритель мощное\* ти, который использует подъем температуры среды а качестве средства измерения поглощенной энер­ гии.

П р и м е н е н и е — Среде, обычно воде, является либо реагирующей средой для поглощения энергии, либо имеет теплоту, которея была передана а нее от элемента, абсорбирующего энергию.

[IEC 60050\*726:1982.726-21-10)

* 1. циркулятор (circulator): Пассивное устройство, имеющее три или больше плеч мостовой схе­ мы. в которых энергия, подводимая к любому плечу, передается на следующее плечо в соответствии с заданной последовательностью.

П р и м е ч а н и е — Типичные формы — сочлененные циркуляторы [IEC 60060\*221:1990. 221-05\*14| Т-образного соединения [IEC 60050-726:1982. 726-17-12] или Y-образного соединения |1ЕС 60050\*726:1982. 726-17-13).

[IEC 60050\*221:1990.221-05-11. измененный]

* 1. развязка (между генераторами) (cross coupling (between generators)): Появление нежела­ тельной энергии токов СВЧ в генераторе СВЧ или выходном плече линии передачи генератора СВЧ в сборе, которое вызвано одним или несколькими другими генераторами СВЧ или генераторами СВЧ в сборе.
	2. электрический КПД оборудования нагрева токами СВЧ (electrical efficiency of microwave heating equipment): Отношение между доступной выходной мощностью токов СВЧ и потреблением энер­ гии в источнике энергоснабжения промышленной частоты или генераторе токов СВЧ в сборе на устано­ вочных параметрах мощности для нормальной работы.
	3. вносимые потери (insertion loss): Потери в результате ввода схемы есистему передачи, отно­ шение мощности, подведенной к той части системы, которая следует после схемы, до ввода этой схемы, к мощности, подведенной к той же самой части системы после ввода упомянутой схемы.

П р и м е ч а н и е - Вносимые потери, как правило, выражаются вдвцибелах.

[IEC 60050-726:1982.726-06-07)

* 1. изоляция (трехплечного циркулятора) (isolation (of a three-port circulator)): Обратное затуха­ ние между выходным плечом и входным плечом питающей линии при согласовании полных сопротивле­ ний всех плеч.

П р и м е ч а н и е 1 — Настоящую изоляцию не следует путать с обратными потерями, происходящими между смежными плечами.

П р и м е ч а н и е 2 — Является специальный случай развязки циркулятора.

[IEC 60050-726:1982.726-16-06}

* 1. средства доступа (means of access): Все детали конструкции оборудования нагрева токами СВЧ. которые могут быть открыты или сняты без использования инструмента, чтобы получить доступ внутрь микроволнового аппликатора или микроволнового резонатора.
	2. микроволновый аппликатор (microwave applicator): Устройство, которое подводит энергию токов СВЧ к загрузке.

[IEC 60050-841:2004.841-29-11)

* 1. микроволновый резонатор (microwave cavity): Пространство, окруженное внутренними металлическими стенками с дверью или отверстием для доступа и в котором размещается загрузка для нагрева токами СВЧ.

[IEC 60050-841:2004.841-20-19)

* 1. оболочка с токами СВЧ (microwave enclosure): Устройство, которое предназначается огра­ ничивать энергию токов СВЧ в определенной зоне.

П р и м е ч а н и е — Примерами являются полость, уплотнения двери и волноводы.

* 1. генератор токов СВЧ (microwave generator): Источник, используемый для того, чтобы выра­ батывать электромагнитную энергию в диапазоне частот от 300 МГц до 300 ГГц.

(I ЕС 60050\*841:2004,841-29-16)

2

ГОСТ I ЕС 61307—2016

П р и м е ч а н и е — В контексте настоящего стандарта генератор токов СВЧ является только компонентом, где имеет место преобразование частоты. См. 3.2.

* 1. генератор токов СВЧ в сборе (microwave generator assembly): Часть оборудования нагрева токами СВЧ. включающая в себе аппаратуру, вырабатывающую высокочастотную энергию, и связанное с нею выходное плечо пинии передачи.

П р и м е ч а н и е 1 — Этот сборочный узел включает генератор токов СВЧ. источник электропитания этого генератора и его вспомогательные и управляющие цепи. Если используется циркулятор, то он также включается в сборку.

П р и м е ч а н и е 2 — Оборудование нагрева токами СВЧ. содержащее генератор токов СВЧ в сборе, было классифицировано как Тип А в более ранних изданиях настоящего стандарта: оборудование, где нет выходного плеча линии передачи, было классифицировано как Тип 8.

* 1. оборудование нагрева токами СВЧ (microwave heating equipment): Сборочный узел элек­ трических и механических устройств, предназначенных для передачи энергии токов СВЧ в микроволно­ вую загрузку. Он включает в себе, как правило, источники энергоснабжения, генераторы токов СВЧ или генераторы токов СВЧ в сборесприслособлениями для охлаждения, а также циркуляторы, если исполь­ зуются, микроволновые аппликаторы или резонаторы с вентиляционными приспособлениями, если используются, соединительные кабели и волноводы, схему управления, средства транспортировки микроволновой загрузки, если такие средства применяются.

(IEC 60050-841:2004.841 -29-06)

* 1. микроволновая загрузка (microwave load): Предметы, введенные в аппликатор или резона­ тор. или расположенные в задуманной позиции вблизи открытого аппликатора.

[1ЕС 60050-841:2004.841 -29-12]

* 1. прозрачность для токов СВЧ (microwave transparency): Свойство материала, имеющего незначительное поглощение и отражение длин волн в диапазоне СВЧ.

П р и м е ч а н и е — Относительная диэлектрическая постоянная материала, прозрачного для токов СВЧ. обычно меньше 7. а коэффициент потерь обычно меньше 0,015. Однако, еспи микровопноввя рабочая загрузка имеет низкий коэффициент потерь, то применяются более жесткие требования.

ПЕС 60050-841:2004.841 -29-14. измененный)

* 1. микроволновая рабочая загрузка (microwave workload): Предмет, который надо обрабаты­ вать токами СВЧ.

ПЕС 60050-841:2004,841 -29-13]

П р и м е ч а н и е — Контейнеры для рабочей загрузки не являются частью микроволновой рабочей загруз­ ки. появляются микроволновой загрузкой.

* 1. нормальная загрузка (normal load): Номинальная загрузка для нагрева токами СВЧ на полной выходной мощности токов СВЧ. как задано в документации изготовителя.
	2. нормальная работа (normal operation): Диапазон выходной мощности токов СВЧ с нормаль­ ными загрузками в допустимом рабочем режиме оборудования нагрева токами СВЧ. как согласовано между изготовителем и пользователем.
	3. работа в режиме ожидания (standby (mode of) operation): Состояние, допускающее переход без промедления к нормальной работе.

П р и м е ч а н и е 1 — Этот режим типично случается без промедления до и после нормальной работы. П р и м е ч а н и е 2 — Если обработка рабочей загрузки должна осуществляться не в условиях окружаю­

щей среды, а. например, на повышенной температуре, то такая температура поддерживается.

П р и м е ч а н и е 3 — «Без промедления» означает, что период времени согласуется с нормальным про­ цессом загрузки, выгрузки или замены рабочей загрузки.

П р и м е ч а н и е 4 — Цепь нагревателя катода магнетрона может быть включена в этом режиме работы.

# Методы измерений мощности токов СВЧ

* 1. Общие положения

Даетсяописание трех разных методов. Их применимость зависит от сверхвысокой частоты, уровня мощности и оборудования, если оно включает сборочный узел генератора токов СВЧ.

## з

ГОСТ IEC 61307—2016

П р и м е ч а н и е 1 — Так длина волны сигналов на частотах примеркосвыше 20 ГГцявляется очень корот­ кой. то ввод токов СВЧ в рабочую загрузку может быть типом облучения с небольшой глубиной проникновения. Вода может не применяться с калориметрическим методом, в некоторые методы измерения вводе мощности токов С8Ч в рабочую загрузку могут не применяться в этом стандарте. 8 нижнем конце микроволнового диапазона на частоте 300 МГц способность загрузок поглощать токи СвЧ может сильно изменяться в течение нагревательного процесса, может потребоваться загрузка больших масс, поэтому использование представительных искусственных жидких эвгрузокдля калориметрии может быть затруднено.

П р и м е ч а н и е 2 — Имеется непостоянство в способности микроволновых загрузок поглощать токи СВЧ и. в частности, неровность их нагрева. Поэтому данные мощности токов СВЧ для нагрева микроволновой рабочей загрузки или данные ее эффективности с замещающей жидкой нагрузкой, полученные в соответствии с настоящим стандартом, следует принимать с осторожностью. Однако данные мощности являются важными и объективными факторами, относящимися к эффективности использования всей энергии, и тем самым являются также коэффици­ ентом полезного действия (КПД).

П р и м е ч а н и е 3 — Метод измерения выходной мощности токов СвЧ в бытовых микроволновых печах задается в IEC 60705. в этом методе применяется большая водяная загрузка с компенсацией теплоемкости контей­ нера и теплообмена с окружающей средой. Технически этот метод дает то. что в упомянутом выше стандарте опре­ деляется как доступная выходная мощность токов СВЧ.

* 1. Доступный выход мощности токов СвЧ

Измерения на выходном плече сборочного узла генератора токовСВЧ дают доступный выход мощ­ ности токов СВЧ (смотрите раздел 5).

* 1. Мощность токов СВЧ в микроволновой рабочей загрузке

Калориметрические измерения в нормальной загрузке, включающие потери мощности в любых контейнерах для микроволновой рабочей загрузки, дают мощность токов СВЧ для микроволновой рабо­ чей загрузки (смотрите раздел 6).

Это есть величина мощности, необходимая для достижения намеченного изменения энтальпии в микроволновой рабочей загрузке за фиксированный период времени. Она зависит от типа микроволно­ вой рабочей загрузки, изменения с температурой ее сложной диэлектрической проницаемости, а также от контейнеров или опор для рабочей загрузки и конструкции микроволнового аппликатора или резонатора.

Доступный выход мощности токов СВЧ всегда больше мощности токов для микроволновой рабо­ чей загрузки вследствие следующих некоторых или всех механизмов потери мощности:

* рассогласование полного сопротивления генератора токов СВЧ;
* потери на металлической поверхности оболочки для токов СВЧ;
* поглощенивэасчвт неидеальной микроволновой прозрачности контейнеровсрабочейзагрузкой и любых других вспомогательных предметов в оболочке для токов СВЧ;

> утечкатоковСВЧизоболочкидляэтихтоков:

* потери мощности из-за развязки (в циркуляторе).
	1. Эффективная мощность токов СВЧ и КПД

Типично реальная микроволновая рабочая загрузка не подходит хорошо для калориметрических измерений. Тогда в калориметрических измерениях используются жидкие замены, которые дают эффективную мощность токов СВЧ (смотрите разделы 7 и 8).

# Калориметрические измерения мощности

* 1. Общие положения

Только общие принципы намечены в общих чертах в этом стандарте. Практические измеритель­ ные приборы и их использование должны соответствовать известным инженерным приемам. Вода явля­ ется веществом, прямо и косвенно поглощающим энергию.

* 1. Прямые измерения мощности токов СВЧ, поглощенной водой

Весьма важно, что любая вода, прямо поглощающая энергию, имеет способность поглощения токов СВЧ и геометрию загрузки, которая обеспечивает хорошее и по существу независимое от темпера­ туры согласование полных сопротивлений в интервале действительно используемых температур. Рас­ твор хлорида натрия, имеющий удельную электропроводность между 200 мкмС/см и 600 мкмС/см. должен применяться для непосредственной абсорбции на частотах ниже 900 МГц.

Измеритель мощности типично состоит из волноводной секции с прозрачным для токов СВЧ тру­ бопроводом, по которому может протекать вода. Эта вода должна бытьтщателько перемешанной. Реко-

4

ГОСТ I ЕС 61307—2016

мендуемый расход воды составляет около 1 л/мин в расчете на каждый киловатт, но не меньше 0,5 л/мин. Разность температур на впуске и выпуске должна быть, по меньшей мере. 10 К.

Температура воды на впуске не должна превышать 35 °С.ана выпуске — 60 \*С. Однако для уров­ ней мощности токов СВЧ меньше 3 кВт эти температуры следует иметь по обе стороны от температуры окружающей среды, чтобы снизить погрешности тепловых потерь.

8 рабочих условиях коэффициент стоячей волны по напряжению (VSWR). как измерено схемным анализатором с согласованным волноводным переходом или эквивалентным измерительным устрой\* ством. заменяющим сборочный узел генератора токов СВЧ и в пределах упомянутого выше температур\* кого интервала, не должен превышать 1.25.

Если используется циркулятор, тоего изоляция должна быть больше 20 дБ. а согласование полных сопротивлений циркулятора с диссипативной оконечной нагрузкой надо привести в соответствие с настоящим подпунктом.

Водный поток должен быть под текущим контролем, например, с помощью выключателей блоки\* роеки потока, чтобы избежать парообразования, которое может привести к выбросу.

Рассеиваемая в воде мощность измеряется прямо или сравнивается с калиброванным стандар\* том нагретой воды.

Измерение должно быть выполнено только при установившемся расходе и в случае, когда генера\* тор токов СВЧ и загрузка эксплуатируются в устойчивом режиме. Необходимо использовать термомет­ ры и расходомеры высокой точности для гарантии, что погрешность измерения выходной мощности составляет меньше 5 %.

Доступный выход мощности микроволновой энергии Р вычисляется из следующего равенства:

г \_41870АГ (1)

60 '

где Р — доступный выход мощности микроволновой энергии, в Вт; О — расход воды, в кг/мин; коэффи­ циент 4187 есть удельная теплоемкость в Дж/(кг К) и 60 есть коэффициент в результате приме­ ненных единиц измерения; ДТ — разность температур в К между температурой воды на выпуске и впуске.

П р и м е ч а н и е — Если сборочный узел генератора токов СВЧ содержит циркулятор с диссипативной око­ нечной нагрузкой, предохраняющей зтот генератор, то его можно использовать а качестве измерителя мощности путем короткого замыкания нагрузки на его выходном плаче.

* 1. Измерения мощности искусственной нагрузки

Искусственная нагрузка — это реактивное сопротивление, охлаждаемое естественной конвекци­ ей воздуха, спринудительным охлаждением воздухом или водой. Она обычно подсоединяется кгенера- тору токое СВЧ или генератору токов СВЧ в сборе с помощью коаксиальной питающей линии, рассчитанной на 50 Вт. или с помощью волновода ТЕЮ. На низких уровнях мощности применяется естественная конвекция воздуха, а на высоких уровнях мощности вплоть до около 2 кВт может приме­ няться принудительное охлаждение воздухом или водой.

П р и м е ч а н и е — Приемлемые искусственные нагрузки в четырехполюснике имеются е продаже, обес­ печивая калиброванные вносимые потери на уровнях от 30 дБ до 60 дБ. Они подходят для использования в ком­ мерчески доступном измерителе мощности на его выходном плече.

Необходимо использовать высокочастотные компоненты и измерительные приборы для гарантии, что погрешность измерения выходной мощности составляет менее 5 %.

# Определение мощности токов СВЧ для нагрева рабочей загрузки

Это испытание применяется только вслучае, если нормальная загрузка хорошо специфицирована в отношении удельной теплоемкости и подъема температуры в технологическом процессе. Более того, должна быть возможность точного измерения усредненного подъема температуры после обработки. Если есть подозрение, что испытательная установка дает погрешность больше 5 % окончательного результата, то вместо нее применяется метод, изложенный в разделе 6 или разделе 7.

П р и м е ч а н и е — Типично, правильные испытания согласно этому разделу могут быть проведены только в непрерывной обработке прокачиваемых рабочих загрузок. Эти рабочие загрузки являются представительными только в случае, когдв их микроволновые свойства подобны свойствам нормальной загрузки.

S

ГОСТ IEC 61307—2016

Измеряется входная температура Т\*, (°С) микроволновой рабочей загрузки. В течение установив\* шегося процесса нагрева подходящая длина обработанной микроволновой рабочей загрузки, возбуж­ дающей оборудование нагрева токами СВЧ в течение заранее установленного времени t (с), быстро вынимается в качестве образца и обеспечивается тепловая изоляция. Затем температурное равнове­ сие доводится до конца либо с помощью принудительной конвекции (взбалтыванием или перемешива­ нием образца) или за счет внутренней теплопроводности, после чего измеряются выходная температура Touf и масса m образца. Его удельная теплоемкость с была установлена заранее.

Тогда мощность токов СВЧ для нагрева рабочей загрузки PW вычисляется из следующего равен­

ства:

o - (7\*,, - Г|й )-с *т* (2)

Pw--------------*-*--------- - ' *’*

где Pw — мощность токов СВЧ для нагрева рабочей загрузки, в Вт: *Тои(* — выходная температура, в °С;

*Тт* — входная температура, в \*С; с — удельная теплоемкость; m — масса образца в кг; f — время выборки, в секундах, в течение которого масса образца вынимается из оборудования нагрева

токами СВЧ.

# Определение эффективной мощности токов СВЧ

* 1. Общие положения

Испытания в этом разделе применяются в случаях, когда нормальная загрузка не может быть хоро­ шо специфицирована в отношении удельной теплоемкости и состоит из отдельных предметов, или, ког\* да технологический процесс по другим причинам не подходит для определений мощности согласно разделу 6. Нормальная загрузка заменяется искусственной нагрузкой, предназначенной иметь электри­ ческие свойства и конфигурации, которые дают в результате подобные свойства микроволновой абсорбции, как в нормальной загрузке.

В случае неопределенностей в отношении представительности выбранной искусственной нагруз­ ки надо ислольэоватьсхемный анализатор, чтобы установить рассогласования полных сопротивлений с нормальной загрузкой или надо использовать подходящую замену в качестве микроволновой рабочей загрузки или искусственной нагрузки соответственно. Результирующее вычисленное отклонение вотра- женной мощности не должно превышать 10 % переданной мощности, за исключением, когда микровол­ новую абсорбцию нормальной загрузки очень трудно характеризовать, или она изменяется значимо в течение обработки. Расчетная неопределенность должна быть представлена с вычисленной эффективной мощностью токов СВЧ.

Измерительные устройства, включая контейнеры рабочей загрузки, не должны быть подвержены влиянию от электромагнитных полей, если особо не задано или не принято изготовителем. Выбор мето­ да измерения и результаты должны быть описаны в документе со ссылкой на этот стандарт. Должно быть также дано указание, что изменения в условиях загрузки в течение использования по назначению типич­ но влияют на КПД оборудования нагрева токами СВЧ.

* 1. Испытание с водой в открытом контейнере

Вода должна быть помещена в открытые контейнеры с тонкими стенками, которые изготовлены из материала, прозрачного для токов СВЧ.

Количество воды должно быть не меньше 0,5 л из расчета для каждого киловатта мощности генера­ тора токов СВЧ. которая будет воздействовать на воду. Высота водяного столба должна быть, по мень­ шей мере. 25 мм. Контейнеры следует распределять с таким интервалом в пространстве, чтобы было охвачено 40% доступной площади в пределах оболочки для токов СВЧ. если изготовитель не задает осо­ бый порядок расположения контейнеров.

Между многочисленными генераторами токов СВЧ или сборочными узлами таких генераторов могут возникать перекрестные связи. Поэтому испытание должно быть проведено с рядом одновремен­ но работающих генераторов токов СВЧ или сборочных узлов таких генераторов и на таких больших пло­ щадях. охваченных контейнерами, что любое влияние перекрестной связи включается в результат испытания.

П р и м е н е н и е — Оборудование для загрузки партий и оборудование, которое считается многорежим­ ным или облучающим и предназначается для обработки загрузок высотой значительно больше SO мм. может быть испытано с единичными или многочисленными контейнерами, каждый вмещающий несколько литров.

6

ГОСТ I ЕС 61307—2016

Так кактемпература аоды увеличивается приблизительно на 14 К в минуту на литр воды для каждо­ го киловатта рассеиваемой в ней мощности, то время обработки для испытания тилично значительно короче, чем с нормальной загрузкой. Это необходимо для исключения тепловых потерь в окружающую среду, в частности, путем испарения. Необходимо внимательно следить за тем. что устойчивый режим не может быть достигнут; любые возможные погрешности в результате этого надо регистрировать.

Удельная теплоемкость тех частей контейнеров, которые нагреваются водой, должна быть использована для коррекций в вычислениях эффективной мощности токов СВЧ. используя энергию, которая была введена в контейнеры и воду.

* 1. Испытания с использованием других жидкостей

Если оборудование нагрева токами СВЧ предназначается для обработки нормальных загрузок с низким содержанием влаги, например, дерева, некоторых типов керамики, полимеров или бумаги, или нормальных загрузок, имеющих структуру малых или неоднородных (макрочастиц, то диэлектрические свойства воды могут не быть достаточно представительными.

П р и м е ч а н и е 1 — Действительная диэлектрическая проницаемость аоды является очень высокой и ее коэффициент потерь может бытьслишком малым на частотах ниже или равных частоте ISM 2450 МГц (промышлен­ ность. наука и медицина), чтобы быть представительной для характеристик абсорбции мощности нормальной загруэки. Добавка хлорида натрия может иметь результатом краевой перегрев и соответствующие потери мощнос­ ти за счет испарения на частоте 2450 МГц. Дополнительно, высокая действительная диэлектрическая постоянная воды может давать е результате снижение абсорбции мощности за счет более сильных отражений волн на повер­ хности. чем для микроволновых рабочих загрузок с нижней действительной диэлектрической постоянной и более неровной верхней поверхностью.

В частности, для оборудования нагрева токами СВЧ. предназначенного для сушки или подобной обработки небольших микроволновых рабочих загрузок, рекомендуется использовать жидкости с низ­ кой диэлектрической постоянной и хорошей способностью поглощения токов СВЧ. Такое оборудование включает отдельные СВЧ аппликаторы, каждый из которых имеет один или несколько генераторов токов СВЧ или сборочные узлы таких генераторов, которые обеспечивают несколько киловатт доступной выходной мощности токов СВЧ.

П р и м е ч а н и е 2 — Можно использовать глицерин. Технический глицерин содержит около 15 *%* воды и является приемлемым, но его тепловые данные следует проверять.

Изопропанол имеет благоприятные микроволновые свойства (низкую действительную диэлектри­ ческую проницаемость, высокую поглощаемость токов СВЧ) вплоть до 50 ®С для частот ISMo t 434 МГц до 5800 МГц. Температура кипения иэолропанола на атмосферном давлении составляет 82 X и его удельная теплоемкость равна 2560 Дж/(кг К). Его надо использоеатьс осторожностью из-за низкой тем­ пературы вспышки.

Вместо открытых контейнеров используются герметизированные пластмассовые пакеты, разумно плоскивистонкимистенками. Каждый пакет содержитподходящее количество жидкости поглощающего диэлектрика. Рекомендованная средняя высота этой жидкости составляет от 15 мм до 30 мм и в пакете должно быть как можно меньше воздуха. Объем жидкости в каждом пакете должен быть, по меньшей мере. 200 мл при испытании на частоте 2450 МГц; этот объем должен быть меньше для частоты генера­ тора 5800 МГц и больше для частот генератора ниже 1000 МГц.

Пакеты должны охлаждаться до температуры между 5 \*С и 10 °С. Сразу перед размещением в оболочке с токами СВЧ пакеты разминаются для получения однородной массы. Температура на входе Тм измеряется небольшим датчиком, прикрытым свернутым пакетом.

Нагрев токами СВЧ осуществляется до максимальной температуры около 40 °С. Рекомендуется

проводить предварительное тестирование. Затем пакеты извлекаются изоболочки стоками СВЧ. снова разминаются и. как раньше, измеряется выходная температура Т^,,.

Эффективная мощность токов СВЧ Ре вычисляется с использованием равенства (2) раздела 6.

# Электрический коэффициент полезного действия

* 1. Доступная выходная мощность токов СВЧ

Если оборудование нагрева токами СВЧ не имеет выходного плеча линии передачи от генератора токов СВЧ. то этот генератор должен пройти отдельное испытание согласно разделу 5.

П р и м е ч а н и е 1 — Результат измерения в разделе 5 не будет включать никакие значимые потери токов СВЧ за счет рассогласования полных сопротивлений генератора и потерь на стенках в аппликаторе или реэонато-

*7*

ГОСТ IEC 61307—2016

ре. Поэтому мощность для микроволновой рабочей загрузки (раздел б) и. а частности, эффективная мощность токов СВЧ (раздел 7) будет ниже.

П р и м е ч а н и е 2 — Сущестеуютнвкоторыеметодикиизготовителямвгнетроновдляиспытаниямоценки рабочих характеристик магнетронов с использованием определенного стандартизованного волноводного перехо­ да. Однако источник электропитания, заданный в таких методиквх изготовителя, может не обеспечивать такую же форму кривой выходного тока, как у источника электропитания действительного оборудования нагрева токами С8Ч. В результате будем иметь разный КПД магнетронов.

* 1. Потребление энергии

Следующие цепиоборудоеания надо включитье измерение потребления энергии на заданной дос­ тупной выходной мощности токов СВЧ:

* главная силовая цельс конкретной формой кривой, подаваемой на генератор токов СВЧ;
* цепь нагрева нити накала катода (мощность может колебаться в зависимости от настройки выходной мощности);
* любые другие непосредственные цепи, необходимые для работы генератора, например, элект­

ромагниты;

* любые схемы управления, включая контакторы;
* цели дополнительного потребления электроэнергии, например, освещение, водяные насосы, вентиляторы воздушного охлаждения и клапаны).

Описание другого потребления дается отдельно и не включается в значение КПД.

# Потребление мощности в режиме готовности к работе

Этот раздел применяется к оборудованию нагрева токами СВЧ в следующих режимах работы:

* режим периодического технологического процесса, когда открывание средств доступа останав­ ливает функционирование генераторов или сборочного узла генератора токов СВЧ и оборудование нагрева токами СВЧ переходит в режим ожидания при полной готовности к работе;
* режим непрерывного технологического процесса, когда прерывание потока загрузки автомати­ чески останавливает функционирование генераторов или сборочного узла генератора токов СВЧ и оборудование нагрева токами СВЧ переходит в режим ожидания при полной готовности к работе.

Режим ожидания может автоматически следовать за вторичным выключением дополнительного

источника электропитания или другого потребления после заранее программируемого периода време­ ни. После этого требуется ручной повторный запуск или может возникать ситуация задержанного повторного запуска работы оборудования нагрева токами СВЧ. Этот вторичный режим является марки­ рованным режимом бездействия.

Потребление энергии в режиме ожидания измеряется. Это измерение должно включатьвсе пункты раздела 8. Кроме того, потребление энергии двигателями конвейера и насосами загрузки также включа­ ется. если они работают в этом режиме работы нагревательного оборудования.

Если оборудование нагрева токами СВЧ автоматически выключается или переходит в режим без­ действия после заранее программируемого периода времени, то это также регистрируется. Электричес­ кая мощность в этом режиме измеряется, как изложено выше.

8

ГОСТ I ЕС 61307—2016

Библиография

IEC 60335-2-25. Household and similar electrical appliances — Safety — Part 2-25: Particular requirements for microwave ovens. Including combination microwave ovens (Приборы электрические бытового и аналогичного назначе­ ний. Безопасность. Часть2-25. Частные требований к микро волновым печам, включая комбинированные микровол­ новые печи)

IEC 60335-2-90. Household and simitar electrical appliances — Safety — Part 2-90: Particular requirements for

commercial microwave ovens (Приборы электрические бытового и аналогичного назначений. Безопасность. Часть 2-90. Частные требования к промышленным микроволновым печам)

IEC 60705, Household microwaveovens — Methods for measuring performance (Печи микроволновые бытового назначения. Методы измерений рабочих характеристик)

IEC 61010-2-010. Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use — Part 2-010: Particular requirements for laboratory equipment for the heating of materials (Электрооборудование для проведения измерений, управления и лабораторного использования. Требования безопасности. Часть 2-010. Частные требования к лабораторному оборудованию для нагрева материалов).

9

ГОСТ IEC 61307—2016

УДК 641.535.06:006.354 МКС 25.180.10 Е17 IDT

Ключевые слова: промышленные установки, токи СВЧ. методы ипытаний, выходная мощность, испыта­ ния. измерение мощности

Ю

БЗ 7—2016/58

Редактор *£.С.* Римская Техническим редактор *8.Н. Прусакова*

Корректор *И.А* Королева

Компьютерная верстка *А.И.* Золотаревой

Сдано в набор 13.04.2017. Подписано в печать 03 05.2017. Формат 60.84 *)(.* Гарнитура Лриап.

Уел. печ. л. 1.86. Уч.-изд. п. 1.68 Тираж 25экэ. Зек 709.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ». 123995 Москва, Гранатный лер., 4.

wvvw.90slinfo.ru info@90stinfo.1u