ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57228— 2016 (МЭК 62116:2014)

СИСТЕМЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, РАБОТАЮЩИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНО С РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ

Методы испытаний средств защитного секционирования

(IEC 62116:2014,
Utility-interconnected photovoltaic inverters — Test procedure of islanding prevention measures, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства» (ВИЭСХ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 039 «Энергосбережение, энергетическая эффективность, энергоменеджмент»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2016 г. № 1612-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 62116:2014 «Инверторы фотоэлектрические, взаимосвязанные утилитой. Методика испытаний средств предотвращения секционирования» (IEC 62116:2014 «Utility-interconnected photovoltaic inverters — Test procedure of islanding prevention measures», MOD) путем изменения отдельных фраз, слов, ссылок, которые выделены в тексте курсивом.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет потребностей национальной экономики Российской Федерации и особенностей объекта стандартизации, характерных для Российской Федерации.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 2
3 Термины и определения . . . 2
4 Выбор и подготовка образцов . . . 3
5 Условия испытаний . . . 4
6 Испытательное оборудование . . . 5
6.1 Схемы испытательного стенда . . . 5
6.2 Измерительные приборы . . . 8
6.3 Источники питания постоянного тока . . . 8
6.4 Источник питания переменного тока . . . 10
6.5 Испытательная нагрузка . . . 10
6.6 Входной источник питания переменного тока . . . 10
7 Испытание инверторов . . . 11
7.1 Общие положения . . . 11
7.2 Порядок проведения испытаний . . . 13
8 Испытание независимого устройства обнаружения секционирования (реле) . . . 18
9 Оценка результатов испытаний . . . 18
10 Протокол испытаний . . . 18
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным и европейскому стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 20
Библиография . . . 21

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, РАБОТАЮЩИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНО С РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ

Методы испытаний средств защитного секционирования

Utility-interconnected photovoltaic systems. Tests methods of islanding prevention measures

Дата введения — 2017—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на фотоэлектрические системы, предназначенные для работы параллельно с распределительной электрической сетью общего назначения, и устанавливает методы испытаний средств секционирования указанных систем.

Настоящий стандарт устанавливает основные правила испытаний для определения характеристик средств защитного секционирования, устанавливаемых внутри или совместно с инверторами, соединяемыми с одно- и многофазной распределительной электрической сетью общего назначения. Приведенные в стандарте методы испытаний и критерии их прохождения являются минимальными требованиями, которые обеспечивают достаточную надежность секционирующей защиты в указанных фотоэлектрических системах.

При наличии повышенного риска могут быть выдвинуты дополнительные требования или применены более строгие критерии.

Инверторы и другие устройства считаются реализующими функцию секционирования согласно *ГОСТ Р МЭК 61727—2016*, если они отвечают требованиям настоящего стандарта. То есть при установленных условиях эти устройства обеспечивают обнаружение состояния, требующего секционирования, и производят защитное отключение питания сети централизованного электроснабжения.

При проведении испытаний рассматриваются отклонения частоты в пределах ± 1,5 Гц от номинального значения испытуемого образца и отклонения напряжения в пределах ± 15 % от номинального значения. При настройке испытанного образца вне указанных интервалов он может иметь большие времена срабатывания.

В том случае, когда в фотоэлектрической системе применяется активный способ обнаружения ситуации, требующей секционирования, за счет взаимодействия с данным инвертором, следует применять метод испытаний, приведенный в разделе 7. В том случае, когда обнаружение ситуации, требующей секционирования, происходит без взаимодействия с инвертором, допускается применять метод испытаний, приведенный в разделе 8.

Испытания конкретного оборудования, осуществляющего секционирование, могут быть дополнены по согласованию с изготовителем для учета особенностей испытуемого оборудования.

Настоящий стандарт может также применяться к инверторам, входящим в состав других типов систем генерации мощности и соединенным с распределительной электрической сетью (например, к инверторам, получающим питание от микротурбин, топливных элементов, индуктивных и синхронных

Издание официальное

электроустановок). Однако для систем, отличных от фотоэлектрических систем с инверторами, может потребоваться техническая оценка применимости стандарта.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ ИСО/МЭК 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ 15150—69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 29322—2014 (IEC 60038:2009) Напряжения стандартные

ГОСТ 32144—2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ Р 50571-4-44 (МЭК 60364-4-44:2007) Электроустановки низковольтные. Часть 4-44. Требования по обеспечению безопасности. Защита от отклонений напряжения и электромагнитных помех

ГОСТ Р 50571.3—2009 (МЭК 60364-4-41:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током

ГОСТ Р МЭК 61727—2016 Системы фотоэлектрические. Подключение к распределительным электрическим сетям

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **инвертор с секционирующей защитой** (non-islanding inverter): Инвертор, в котором предусмотрено отключение от электрической сети, если значения ее параметров (напряжения и/или частоты) вышли за пределы установленных рабочих значений.

3.2 **время срабатывания $t_{ср}$** (run-on time, t_R): Время, в течение которого сохраняется присоединение к сети после срабатывания выключателя.

3.3 **сигнал завершения отключения** (stopping signal): Сигнал, указывающий на осутствие питания на выходе инвертора, подключенного к распределительной электрической сети.

3.4 **слежение за точкой максимальной мощности**, СТММ (MPPT, maximum power point tracking): Способ управления фотоэлектрической батареей, используемый для увеличения выходной мощности системы при наиболее часто повторяющихся условиях.

3.5 **добротность Q** (quality factor, Q_f): Мера силы резонанса в испытательной нагрузке.

Примечание — В параллельном резонансном контуре, таком как нагрузка в энергосистеме,

$$Q = R\sqrt{C/L}, \quad (1)$$

где R — активное сопротивление нагрузки;

C — емкостное сопротивление нагрузки;

L — индуктивное сопротивление нагрузки.

Для C и L, выбранных в соответствии с главной гармоникой энергосистемы, и потребляемой резонансным контуром мощности Q может быть определена как:

$$Q = (1/P)\sqrt{|Q_L| \cdot |Q_C|}, \quad (2)$$

где P — активная мощность, Вт;

Q_L — реактивная мощность для индуктивной нагрузки, вар;

Q_C — реактивная мощность для емкостной нагрузки, вар.

3.6 **имитатор фотоэлектрической батареи (**PV array simulator): Источник питания постоянного тока с выходными характеристиками, аналогичными выходным характеристикам фотоэлектрической батареи (ФБ).

3.7 **рабочее значение параметра электротехнического изделия (устройства), рабочий параметр**: значение параметра электротехнического изделия (устройства), ограниченное допускаемыми пределами.

3.8 **максимально возможное напряжение фотоэлектрической батареи** (PV array maximum voltage): максимальное напряжению холостого хода ФБ при стандартных условиях испытаний ($U_{\text{х.х бат СУИ}}$) с поправкой на минимальную ожидаемую рабочую температуру и максимально возможную (для данной местности, места установки ФБ) энергетическую освещенность.

3.9 **суммарный коэффициент гармонических составляющих** (total harmonic distortion, THD): Коэффициент, характеризующий отклонение формы тока и напряжения от идеальной синусоиды, который определяется следующим образом:

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{max}} U_h^2}}{U_1}, \quad (3)$$

$$K_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{max}} I_h^2}}{I_1}, \quad (4)$$

где U_1, I_1 — среднее квадратичное значение первой гармоники напряжения или тока соответственно;

U_h, I_h — среднее квадратичное значение h-гармоники напряжения или тока соответственно.

4 Выбор и подготовка образцов

Испытания проводят с полностью укомплектованными образцами.

Испытуемые образцы должны быть изготовлены из указанных в сопроводительных документах материалов и компонентов в соответствии с чертежами и технологическими картами изготовителя и сопровождаться технической документацией, в том числе руководствами по эксплуатации и монтажу.

Минимальные требования следующие.

В технической документации, прилагаемой к испытуемому образцу, должны быть указаны как минимум следующие данные.

- максимальная выходная мощность;
- диапазон постоянного напряжения на входе, к которому подключается фотоэлектрическая батарея (ФБ);
- диапазон постоянного тока на входе, к которому подключается ФБ;
- диапазон постоянного напряжения на входе, к которому подключается аккумуляторная батарея (АБ), если в испытуемом образце предусмотрена функция передачи электроэнергии от АБ в сеть;
- диапазон постоянного тока на входе, к которому подключается АБ, если в испытуемом образце предусмотрена функция передачи электроэнергии от АБ в сеть;
- диапазон переменного напряжения на выходе, подключаемом к распределительной электрической сети;
- диапазон частоты на выходе, подключаемом к распределительной электрической сети;
- диапазон переменного тока на выходе, подключаемом к распределительной электрической сети;
- КПД;

- параметры срабатывания по напряжению и частоте (амплитуда и длительность);
- иные параметры программы управления;
- версия постоянного программного обеспечения;
- отображаемые значения;
- диапазон рабочей температуры;
- влажность;
- габариты;
- вес.

Для параметров срабатывания изготовитель должен указать определяющий(ие) стандарт(ы), норматив(ы) или требования со стороны системы централизованного электроснабжения, на основании которых изготовлен испытуемый образец и должны проводиться его испытания. Для того чтобы обеспечить соответствие большему диапазону требований со стороны системы централизованного электроснабжения, изготовитель также может задать более жесткие параметры срабатывания.

Результаты испытаний относятся только к конструкции испытуемых устройств с теми компонентами, которые были установлены на испытанных образцах. Если изготовитель испытуемых устройств предполагает использовать один и тот же компонент разных поставщиков и этот компонент может повлиять на обнаружение ситуации, требующей секционирования, и/или время срабатывания при секционировании, должны быть проведены испытания со всеми вариантами таких компонентов.

Для подтверждения сертификата соответствия при изменениях компонентов, элементной базы, программного обеспечения, функциональных возможностей устройств, прошедших испытания, может потребоваться повторение испытаний в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Изготовитель должен сообщать и согласовывать с испытательной лабораторией и сертифицирующей организацией все указанные изменения.

Испытуемый образец должен быть смонтирован и установлен в соответствии с сопроводительной документацией, предоставляемой изготовителем. Там, где предполагается установка испытуемого образца определенным образом или в определенной конфигурации (например, смонтированным на стене), необходимо сымитировать установку испытуемого образца в подобных условиях.

Если уставки в испытуемом образце настраиваются оператором, перед проведением испытаний выставляют уставки в соответствии с инструкциями изготовителя или требованиями соответствующих нормативных документов, на которые ссылается изготовитель.

5 Условия испытаний

Испытания проводятся в стандартных атмосферных условиях (нормальные климатические условия испытаний) в соответствии с МЭК 60068-1 [2] или *ГОСТ 15150—69*, за исключением случаев, определенных для конкретных условий эксплуатации образцов.

Нормальные климатические условия испытаний в соответствии с *пунктом 3.15 ГОСТ 15150—69* следующие:

- температура ..... (25 ± 10) °С
- относительная влажность воздуха ..... от 45 до 80 %
- атмосферное давление ..... от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.)

Условия испытаний по входному напряжению и выходной мощности испытуемого образца приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Условия испытаний по входному напряжению и выходной мощности испытуемого образца

Условие	Мощность испытуемого образца на выходе переменного тока, подключаемом к электрораспределительной сети $P_{вых}$	Напряжение испытуемого образца на входе постоянного тока [1] $U_{вх}$
A	Максимальная 100%	От 75 до 100 % от рабочего напряжения на входе постоянного тока
B	От 50 до 66 % от максимальной	(50 ± 10) % от рабочего напряжения на входе постоянного тока

Окончание таблицы 1

Условие	Мощность испытуемого образца на выходе переменного тока, подключаемом к электрораспределительной сети $P_{вых-}$	Напряжение испытуемого образца на входе постоянного тока[1] $U_{вх-}$
C	От 25 до 33 % от максимальной[2]	Менее 25 % от рабочего напряжения на входе постоянного тока

[1] Исходя из диапазона входного напряжения испытуемого образца, указанного изготовителем. Например, если диапазон находится между значениями X и Y вольт, то 75 % диапазона будет равно X + 0,75(Y – X). Y не должно превышать значения 0,8 × (максимальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен испытуемый образец, то есть максимальное возможное напряжение ФБ).

[2] Или минимально допустимое значение выходной мощности испытуемого образца, если оно менее 33 % от максимальной выходной мощности.

Под максимальной мощностью испытуемого образца на выходе переменного тока, подключаемого к электрораспределительной сети, понимают мощность испытуемого образца на этом выходе при максимальной допустимой входной мощности. Фактическая указанная максимальная выходная мощность может превышать значение, указанное в технической документации испытуемого образца.

Устанавливаемые во время испытаний значения параметров срабатывания по напряжению и частоте (амплитуда и длительность) должны соответствовать национальным нормативным документам, прежде всего *ГОСТ 32144—2013, ГОСТ 29322—2014, ГОСТ Р 50571-4—44, ГОСТ Р 50571.3, ГОСТ Р МЭК 61727* и [1].

Испытания должны проводиться только при работе испытуемого образца в указанном изготовителем диапазоне входного напряжения. Работа испытуемого образца вне указанного диапазона не допускается.

6 Испытательное оборудование

6.1 Схемы испытательного стенда

Схема испытательного стенда для случая, когда секционирование осуществляется с помощью инвертора, для инверторов с однофазным подключением к распределительной электрической сети приведена на рисунке 1. Для инверторов с трехфазным подключением схема испытательного стенда аналогична, с соответствующим подключением к каждой фазе на выходе испытуемого образца нагрузки, измерительных приборов и источника переменого тока, указанных на рисунке 1, и регистрацией формы волны во всех фазах.

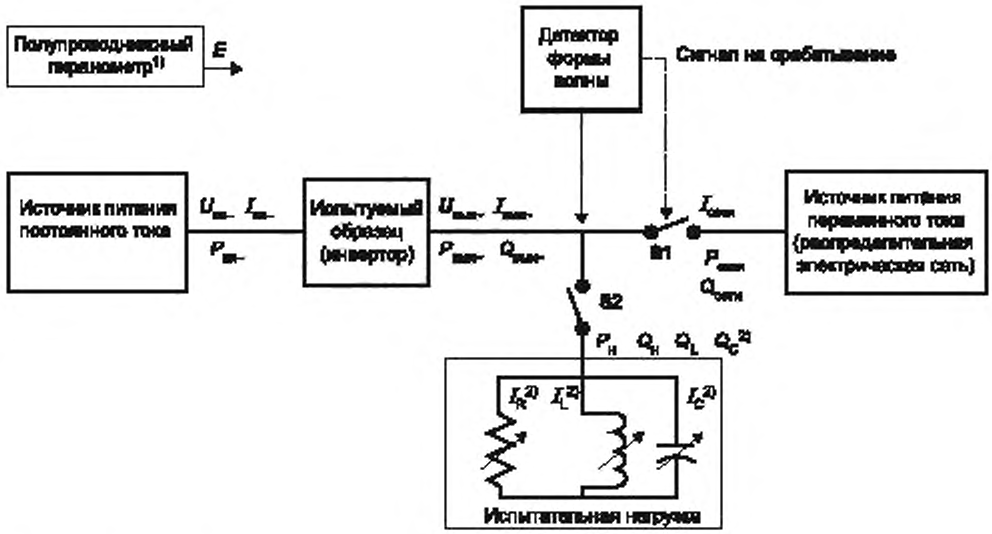
Если в испытуемом инверторе предусмотрен режим питания распределительной электрической сети от аккумуляторной батареи (АБ), когда проводят испытания с выходом постоянного тока, предназначенным для подключения АБ, соответствующий источник питания постоянного тока подключают к выводам.

Схема испытательного стенда для случая, когда в фотоэлектрических системах с однофазным подключением к электрораспределительной сети обнаружение ситуации, требующей секционирования, происходит без взаимодействия с инвертором и для этого используется независимое устройство (реле), приведена на рисунке 2. Для фотоэлектрических систем с трехфазным подключением к электрораспределительной сети схема испытательного стенда аналогична, требования по подключениям на выходе такие же, как для испытаний многофазных инверторов.

Характеристики оборудования испытательного стенда должны быть записаны, например внесены в таблицу, аналогичную таблице 2, и приведены в протоколе испытаний.

Испытательный стенд также включает измерительные приборы для регистрации указанных на рисунках 1 и 2 параметров, подключаемые стандартным образом (на рисунках их подключение не показано). Измеряемые во время испытаний параметры и регистрируемые сигналы также перечислены в таблице 3. На выходе испытуемого образца регистрируют фазное и линейное напряжения основной гармоники.

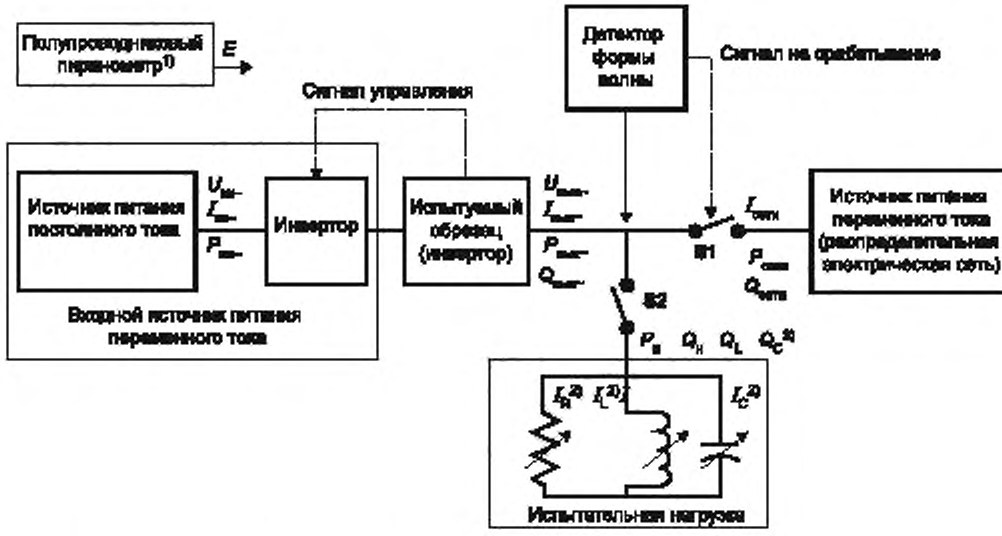
При испытаниях многофазного испытуемого образца контакты выключателя на каждой фазе, аналогичного выключателю S1, должны быть спарены, и этот выключатель должен разъединять все фазы одновременно. Контакты выключателя на каждой фазе, аналогичного выключателю S2, должны быть спарены, и этот выключатель должен отключать/подключать нагрузку от всех фаз одновременно.



[1] Используют, если источником питания постоянного тока является фотоэлектрическая батарея.

[2] Измеряют только часть указанных параметров, в зависимости от выбранного измерительного оборудования, например активную и реактивную мощности на выходе нагрузки ($P_н$ и $Q_н$) или токи на резисторе, индуктивности и емкости и т. п. Также вместо измерения указанных параметров допускается использовать измерение $P_{сети}$ и $Q_{сети}$ при замкнутых выключателях S1 и S2.

Рисунок 1 — Схема стенда для испытаний инвертора



Примечание — Сноски [1] и [2] аналогичны приведенным на рисунке 1.

Рисунок 2 — Схема стенда для испытаний независимого устройства обнаружения секционирования (реле)

Таблица 2 — Характеристики испытательного оборудования (пример)

Характеристика	Данные	Примечание
1 Источник питания со стороны постоянного тока испытуемого образца:		
a) Диапазон напряжения	0—400,0 В (шаг 0,1 В)	
b) Диапазон тока	0—30,0 А (шаг 0,1 А)	
2 Источник питания переменного тока:		
a) схема питания	Однофазная, трехпроводная	
b) Выходная мощность	16 кВА	
c) Выходное напряжение (точность)	Эффективное 0—576,0 В (0,2 В)	
d) Выходная частота (точность)	5—1100 Гц (0,01 Гц)	
e) Стабильность напряжения	$\pm 100 \cdot 10^{-6}$ 1/°C $\pm 100 \cdot 10^{-6}$ 1/8 ч	
f) Искажение выходного напряжения	Не более 0,05 %	
3 Цифровой измеритель:		
a) Диапазон напряжения	15/30/60/150/300/600 В	
b) Диапазон тока	0,5/1/2/5/10/20 А	
c) Диапазон частоты (точность)	Постоянного тока, 10—50 кГц (0,5 %)	
d) Измеряемые величины	Напряжение (В) Ток (А) Активная мощность (Вт) Реактивная мощность (вар) Полная мощность (ВА) Коэффициент мощности Частота (Гц) Электроэнергия (Вт·ч)	
4 Регистратор формы волны:		
a) Скорость сбора данных	10^5 сигналов/с	
b) Записывающее устройство	Термопринтер	
c) Временная точность	$\pm 500 \cdot 10^{-6}$	
5 Нагрузка переменного тока:		
a) Активная нагрузка:		
максимальное напряжение	250 В (переменного или постоянного тока)	
диапазон тока	2,5—50 А (с шагом 0,3 Ом)	
допустимая мощность	10 кВА	
b) Индуктивная нагрузка:		
максимальное напряжение	250 В (переменного или постоянного тока)	
диапазон тока	2,5—50 А (с шагом 0,3 Ом)	
допустимая мощность	10 кВА	
c) Емкостная нагрузка:		
максимальное напряжение	200 В (переменного или постоянного тока)	
диапазон тока	2,5—50 А	

Таблица 3 — Регистрируемые характеристики и сигналы

Характеристика	Обозначение	Единица измерения
Источник питания постоянного тока		
Напряжение	$U_{вх-}$	В
Ток	$I_{вх-}$	А
Мощность	$P_{вх-}$	Вт
Энергетическая освещенность[1)]	E	Вт/м^2
Выход переменного тока испытуемого образца, соединяемый с распределительной электрической сетью		
Напряжение	$U_{вых\sim}$	В
Ток	$I_{вых\sim}$	А
Активная мощность	$P_{вых\sim}$	Вт
Реактивная мощность	$Q_{вых\sim}$	вар
Форма волны напряжения		
Форма волны тока		
Выходной сигнал испытуемого образца на отсоединение[2)]		
Время срабатывания	$t_{ср}$	с
Сигнал завершения отключения[3)]	SS	—

Окончание таблицы 3

Характеристика	Обозначение	Единица измерения
Испытательная нагрузка		
Активная мощность	$P_н$	Вт
Реактивная мощность (или реактивная индуктивная мощность и реактивная емкостная мощность)	$Q_н$ (или Q_L и Q_C)	вар
или		
Активный ток	I_R	А
Индуктивный ток	I_L	А
Емкостной ток	I_C	А
Источник питания переменного тока (электрораспределительная сеть)		
Активная мощность	$P_{сети}$	Вт
Реактивная мощность	$Q_{сети}$	вар
Ток	$I_{сети}$	А

[1] Регистрируется при проведении испытаний с фотоэлектрической батареей.
[2] Если испытуемым образцом является независимое устройство обнаружения секционирования (реле).
[3] Если подается от испытуемого образца.

6.2 Измерительные приборы

Измерение формы волны должно проводиться устройствами с памятью, например, запоминающими или цифровыми осциллографами или быстродействующей системой сбора данных. Измерители формы волны или записывающие устройства должны быть способны регистрировать форму волны по крайней мере каждый раз от настройки контура нагрузки до момента отключения испытуемого образца от электрораспределительной сети, то есть размыкания выключателя S1 (см. 7.2, этапы 12, 13, 15, 16 и 22, 23).

При испытании многофазного испытуемого образца форма волны должна регистрироваться во всех фазах.

При регистрации формы волны допускается одновременная запись синхронизированного сигнала размыкания выключателя S1 и синхронизированного сигнала завершения отключения.

Допускается использование регистратора формы волны с возможностью обнаружения ситуации, требующей секционирования, и возможностью определения времени срабатывания.

Рекомендуется, чтобы частота сбора данных измерительных приборов составляла не менее 10 кГц.

Точность измерения выходного напряжения и выходного тока испытуемого образца должна составлять не менее 1 %.

Время отклика приборов для измерения напряжения и тока должно быть достаточным для используемой частоты сбора данных.

Приборы для измерения времени должны иметь точность и разрешающую способность выше чем 1 мс.

Пиранометр должен быть с коротким временем отклика, полупроводниковым, а не термопарным.

Для определения дисбаланса нагрузки должны регистрироваться значения тока, активной и реактивной мощностей, протекающих через выключатель S1, относящиеся к основной гармонике (50 Гц).

При необходимости данные о значениях мощности и тока после выключателя S1 ($P_{сети}$, $Q_{сети}$, $I_{сети}$) должны быть отфильтрованы так, чтобы представлять значения основной гармоники (50 Гц). Данные основной гармоники исключают искажения, вносимые отклонениями от синусоидальности напряжения сети, потерями в нагрузке и испытуемом образце.

При испытании многофазного испытуемого образца для определения активной и реактивной мощности измерительные приборы должны регистрировать ток, фазное и линейное напряжения основной гармоники каждой фазы в течение всего времени испытаний.

6.3 Источники питания постоянного тока

Источник питания постоянного тока на входе испытуемого образца, предназначенного для подключения фотоэлектрической батареи (ФБ), должен иметь такие же вольт-амперные характеристики и характеристические времена, что и реальные ФБ.

В качестве источника питания постоянного тока могут быть использованы имитатор ФБ, ФБ или источник питания постоянного тока с регулируемыми напряжением и током и последовательно включенным сопротивлением.

Рекомендуемым источником питания является имитатор ФБ. Допускается использование источника питания постоянного тока любого типа, если это не влияет на результаты испытаний.

Источник питания постоянного тока должен создавать напряжение и ток, значения которых соответствуют условиям испытаний, указанным в разделе 5, и требованиям к испытаниям, указанным в разделе 7.

Выходное напряжение источника питания постоянного тока должно быть достаточным для создания на входе испытуемого образца максимального входного напряжения и указанных в разделе 5 уровней напряжения.

Выходной ток источника питания постоянного тока должен не менее чем в полтора раза превышать максимальный ток на входе постоянного тока испытуемого образца, указанный в его паспортных данных.

Источник питания постоянного тока должен иметь характеристики, достаточные для создания на входе постоянного тока испытуемого образца мощности, равной максимальной мощности для этого входа при минимальном и максимальном значениях входного напряжения постоянного тока испытуемого образца, указанных в его паспортных данных.

Дополнительные требования к имитатору ФБ и источнику питания постоянного тока с регулируемыми напряжением и током и последовательно включенным сопротивлением приведены в таблице 4.

Таблица 4 — Требования к имитатору ФБ и источнику питания постоянного тока с регулируемыми напряжением и током и последовательно включенным сопротивлением

Характеристика[1)]	Требования
Быстродействие[2)]	Время отклика имитатора на изменение выходного напряжения, обусловленное изменением нагрузки на 5 %, должно обеспечивать установку уровня выходного тока с отклонением в пределах 10 % от его окончательного значения менее чем за 1 мс
Стабильность	За исключением изменений, обусловленных выполнением испытуемым образцом функции слежения за точкой максимальной мощности (СТММ), выходная мощность имитатора ФБ должна оставаться постоянной в пределах 2 % от заданного уровня мощности по крайней мере в течение всего времени от момента, когда установлены требуемые условия баланса/дисбаланса нагрузок, до момента, когда выход испытуемого образца отключен от сети.
Коэффициент заполнения вольт-амперной характеристики[3)]	От 0,25 до 0,8

[1)] Исходя из назначения настоящего стандарта влияние технологии изготовления фотоэлектрических модулей на обнаружение ситуации, требующей секционирования, не учитывается.

[2)] Быстродействие устанавливается для того, чтобы избежать влияния СТММ, частотной нестабильности со стороны постоянного тока испытуемого образца и искажений при активных методах обнаружения ситуации, требующей секционирования.

[3)] При всех условиях испытаний этот коэффициент должен сохранять постоянное значение.

Имитатор ФБ и источник питания постоянного тока с регулируемыми напряжением и током и последовательно включенным сопротивлением должны обеспечивать регулирование напряжения и тока в пределах, позволяющих получить необходимые значения напряжения холостого хода и тока короткого замыкания.

Последовательное сопротивление и, возможно, параллельное сопротивление источника питания постоянного тока с регулируемыми напряжением и током и последовательно включенным сопротивлением должны быть подобраны так, чтобы значение коэффициента заполнения вольт-амперной характеристики (ВАХ) находилось в пределах, указанных в таблице 4.

Для обеспечения сбалансированности нагрузки выходная мощность ФБ, используемой в качестве входного источника питания, должна быть постоянной. Испытания следует проводить только в условиях стабильной энергетической освещенности (то есть при ясном небе, в окрестности солнечного полудня). Время испытания ограничено тем временем, когда изменение энергетической освещенности, измеренной полупроводниковым пиранометром или эталонным прибором, не превышает 2 % в течение всего времени испытания.

Если в испытуемом образце предусмотрен режим передачи в распределительную электрическую сеть энергии от аккумуляторной батареи (АБ), к выводам испытуемого образца для подключения АБ присоединяют дополнительный источник питания постоянного тока: соответствующую АБ или источник питания постоянного тока, имитирующий АБ (за исключением случаев, когда этот источник питания может ограничивать максимальный входной ток испытуемого образца).

6.4 Источник питания переменного тока

Для испытаний может быть использовано питание от распределительной электрической сети или иной источник питания переменного тока, если он отвечает условиям, указанным в таблице 5.

Таблица 5 — Требования к источнику питания переменного тока

Характеристика	Требования
Напряжение	Номинальное напряжение на выходе переменного тока испытуемого образца ± 2,0 %
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U	Менее 2,5 %
Частота	(50 ± 0,1) Гц
Фазовый угол[1)]	120° ± 1,5°
[1)] Только для фотоэлектрических систем с трехфазным подключением к распределительной электрической сети.	

6.5 Испытательная нагрузка

В испытаниях используют нагрузку с резонансом компонентов на основной частоте испытуемого образца (50 Гц), потребляющую мощность, соответствующую выходной мощности испытуемого образца.

Между испытуемым образцом и источником питания переменного тока на стороне переменного тока испытуемого образца параллельно подключают переменные резистор, емкость и индуктивность. Допускается подключение других видов нагрузки, таких как электронное оборудование, при условии, что можно подтвердить, что результаты испытаний с ними не будут отличаться от результатов испытаний с резистором, емкостью и индуктивностью.

Номинальные значения параметров и возможности настройки компонентов нагрузки должны соответствовать условиям всех испытаний. Выражение для определения добротности Q при проведении испытаний (см. 7.2, этап 10) основано на идеальной параллельной цепи с активной, индуктивной и емкостной нагрузками. Исходя из этого, в испытательной схеме должны применяться активные резисторы без индуктивных составляющих, индуктивности с малыми потерями (высокая добротность) и емкости с низким эффективным собственным сопротивлением и индуктивностью. Если используются индуктивности с железными сердечниками, то при номинальном напряжении их суммарный коэффициент гармонических составляющих тока не должен превышать 2 %. Номинальные уровни ожидаемых напряжения и мощности компонентов нагрузки должны выбираться с завышением. Номинальная мощность резистора должна выбираться так, чтобы минимизировать обусловленное повышением температуры изменение сопротивления на протяжении всего испытания.

В каждой из ветвей цепи с резистором, емкостью и индуктивностью активная и реактивная мощности должны быть рассчитаны (с использованием измеренных значений, указанных в таблице 3) так, чтобы при расчете добротности Q были корректно учтены паразитные эффекты (например, влияние регулируемых автотрансформаторов).

При испытаниях многофазного испытуемого образца нагрузка фаз должна быть симметричной. К каждой фазе подключают описанный резонансный контур с одинаковыми параметрами компонентов.

6.6 Входной источник питания переменного тока

При испытании независимого устройства осуществления выявления секционирования (реле) для подачи энергии на вход испытуемого образца вместо входного источника питания постоянного тока

используют входной источник питания переменного тока, как показано на рисунке 2. Для проведения испытаний может потребоваться отдельный входной источник питания переменного тока, если он не предусмотрен изготовителем испытуемого образца.

Номинальная мощность источника питания переменного тока на входе испытуемого образца должна соответствовать номинальной мощности испытуемого образца.

Входной источник питания переменного тока должен обеспечивать напряжение и ток, соответствующие условиям испытаний, приведенным в разделе 5, и требованиям раздела 7.

Если испытуемый образец влияет на возможность выявления ситуации, требующей секционирования посредством управления инвертором, соединенным с электрораспределительной сетью, в испытательную схему следует включить соответствующую функциональную зависимость источника питания переменного тока на входе испытуемого образца и связь между этим источником питания и испытуемым образцом.

7 Испытание инверторов

7.1 Общие положения

Все результаты испытаний, определенные в 7.2, при каждом из условий испытаний A, B или C должны быть приведены в протоколе испытаний, для этого их, например, заносят в таблицу 6 или аналогичную ей.

При проведении испытаний следует учитывать, что задаваемые параметры срабатывания испытуемого образца по напряжению и частоте (амплитуда и длительность) могут повлиять на измеряемое время срабатывания.

Регистрация формы волны должна проводиться по крайней мере на этапах 12, 16, 22 до момента размыкания выключателя S1 на этапах 13, 17 и 23 соответственно или появления сигнала завершения отключения.

До и после испытания образцы должны пройти визуальный контроль.

Для трехфазных инверторов испытания проводят аналогично испытанию однофазных инверторов, описанному в 7.2. При этом каждый этап выполняется для всех фаз. Условия и устанавливаемые параметры дисбаланса мощностей каждого этапа должны быть одинаковыми для всех фаз. Таблица в протоколе испытаний, аналогичная таблице 6, также заполняется для всех фаз.

Примечание — Потеря одной или двух фаз в трехфазной системе не рассматривается как событие секционирования.

Таблица 6 — Пример оформления результатов испытаний

Условия			Полученные значения							
$P_{вых}$ (% от максимальной выходной мощности)	Отклонение $P_{сети}$ (% от $P_{н.баз}$)	Отклонение $Q_{сети}$ (% от $Q_{н.баз}$)	Время срабатывания (мс)	$P_{вых}$ (Вт)	$Q_{вых}$ (вар)	$P_{сети}$ (Вт)	$Q_{сети}$ (вар)	$Q^{1)}$ (фактическое)	$U_{вх}$ (В)	Примечание (условия испытаний)
Баланс мощностей										
100	0	0								Условие A $P^{A}_{вых} =$ $Q^{A}_{вых} =$ $P_{н.баз} =$ $Q_{н.баз} =$
66	0	0								Условие B $P^{B}_{вых} =$ $Q^{B}_{вых} =$ $P_{н.баз} =$ $Q_{н.баз} =$

Продолжение таблицы 6

Условия			Полученные значения							
$P_{вых-}$ (% от максимальной выходной мощности)	Отклонение $P_{сети}$ (% от $P_{н.баз}$)	Отклонение $Q_{сети}$ (% от $Q_{н.баз}$)	Время срабатывания (мс)	$P_{вых-}$ (Вт)	$Q_{вых-}$ (вар)	$P_{сети}$ (Вт)	$Q_{сети}$ (вар)	$Q^{1)}$ (фактическое)	$U_{вх-}$ (В)	Примечание (условия испытаний)
33	0	0								Условие С $P^{C}_{вых-}$ = $Q^{C}_{вых-}$ = $P_{н.баз}$ = $Q_{н.баз}$ =
Дисбаланс мощностей, условие А										
100	–5	–5								
100	–5	0								
100	–5	+5								
100	0	–5								
100	0	+5								
100	+5	–5								
100	+5	0								
100	+5	+5								
Дисбаланс мощностей, условие В										
66	0	–1								
66	0	–2								
66	0	–3								
66	0	–4								
66	0	–5								
66	0	1								
66	0	2								
66	0	3								
66	0	4								
66	0	5								
Дисбаланс мощностей, условие С										
33	0	–1								
33	0	–2								
33	0	–3								
33	0	–4								
33	0	–5								
33	0	1								
33	0	2								

Окончание таблицы 6

Условия			Полученные значения							
$P_{вых\sim}$ (% от максимальной выходной мощности)	Отклонение $P_{сети}$ (% от $P_{н.баз}$)	Отклонение $Q_{сети}$ (% от $Q_{н.баз}$)	Время срабатывания (мс)	$P_{вых\sim}$ (Вт)	$Q_{вых\sim}$ (вар)	$P_{сети}$ (Вт)	$Q_{сети}$ (вар)	$Q^{1)}$ (фактическое)	$U_{вх\sim}$ (В)	Примечание (условия испытаний)
33	0	3								
33	0	4								
33	0	5								

[1)] Так как добротность Q может быть рассчитана из других измеренных параметров, ее приводить необязательно. Однако следует учитывать, что в примененном международном стандарте фактическая добротность в данной таблице приводится.

7.2 Порядок проведения испытаний

1) Подготавливают испытательный стенд и подсоединяют испытуемый образец, как указано в 6.1. Характеристики оборудования испытательного стенда заносят в таблицу, аналогичную таблице 2.

Испытания проводят с источником питания постоянного тока, подключенным к входу ФБ испытуемого образца (далее под входом постоянного тока имеется ввиду этот вход испытуемого образца). Если у испытуемого образца также предусмотрен режим передачи в распределительную электрическую сеть энергии от АБ, дополнительно проводят этапы испытаний 2)—26) с источником питания постоянного тока (см. 6.3), подключенным к входу АБ испытуемого образца.

2) По таблице 1 выбирают одно из условий испытаний A, B или C и определяют процентную долю значения мощности на выходе испытуемого образца, подключаемого к электрораспределительной сети, при выбранном испытании от значения максимальной мощности на этом выходе.

Условия для проведения испытаний A, B или C можно выбирать в любом порядке.

Выбранное условие испытаний и соответствующее ему значение $P_{вых\sim}$ (в % от максимальной мощности на выходе испытуемого образца, подключаемого к электрораспределительной сети) заносят в протокол испытаний (см. таблицу 6).

3) Включают источник питания со стороны постоянного тока испытуемого образца.

4) Включают испытуемый образец.

5) Определяют максимальную мощность испытуемого образца, подключаемого к электрораспределительной сети, относительно которой определяется $P_{вых\sim}$ в соответствии с таблицей 1. Для этого на вход постоянного тока испытуемого образца подают мощность, значение которой равно максимальной мощности этого входа испытуемого образца, указанной изготовителем, и регистрируют значение мощности на выходе переменного тока, подключаемого к электрораспределительной сети.

Примечание — Как указано в разделе 5, максимальная мощность на выходе испытуемого образца, подключаемом к распределительной электрической сети, достигается при подаче на вход постоянного тока испытуемого образца максимальной входной мощности, приведенной в его паспортных данных, и фактическая максимальная мощность на этом выходе может превышать номинальное значение.

Если на этапе 2) выбрано условие B или условие C, далее выполняют этап 6).

Если на этапе 2) выбрано условие A, полученное значение является требуемым значением выходной мощности испытуемого образца для проведения испытаний $P^{A}_{вых\sim}$, его заносят в протокол испытаний и далее переходят к выполнению этапа 8).

6) Рассчитывают требуемое значение выходной мощности испытуемого образца $P_{вых\sim}$ для выбранного на этапе 2) условия испытаний B или C ($P^{B}_{вых\sim}$ или $P^{C}_{вых\sim}$) и заносят полученное значение в протокол испытаний.

7) Настраивают источник питания постоянного тока таким образом, чтобы мощность, измеряемая на выходе переменного тока испытуемого образца, подключаемого к электрораспределительной сети, $P_{вых\sim}$ была равна значению, определенному на этапе 6).

Примечание — Требуемое значение выходной мощности испытуемого образца для условия A достигается подачей достаточной (повышенной) входной мощности, которая обеспечивает максимальное значение

выходной мощности испытуемого образца, но не приводит к его выключению. Выполнение условия B достигается настройкой подачи от входного источника питания постоянного тока, если в испытуемом образце предусмотрена такая возможность. Выполнение условия C достигается регулировкой выходной мощности испытуемого образца, если в испытуемом образце предусмотрена такая возможность.

8) Определяют требуемую реактивную мощность на выходе испытуемого образца, подключаемого к электрораспределительной сети, $Q_{вых\sim}$ для данного условия испытаний ($Q^{A}_{вых\sim}$, или $Q^{B}_{вых\sim}$, или $Q^{C}_{вых\sim}$) в соответствии со следующей процедурой:

Замыкают выключатель цепи сетевого питания S1.

Измеряют значения активной и реактивной мощности после выключателя S1 $P_{сети}$ и $Q_{сети}$ для основной гармоники (50 Гц). Активная мощность должна быть равна требуемому по условию испытаний значению $P^{i}_{вых\sim}$ (i — индекс условия испытаний: A, B или C).

Измеренное на этом этапе значение реактивной мощности $Q_{сети}$ принимается как требуемое значение выходной реактивной мощности испытуемого образца при данном условии испытаний $Q^{i}_{вых\sim}$.

Заносят полученное значение в протокол испытаний.

9) Выключают испытуемый образец и размыкают выключатель S1.

При настройке значений мощности для компонентов нагрузки путем измерения фактических значений активной, индуктивной и емкостной мощности выключатель S1, возможно, потребуется оставить замкнутым.

10) Настраивают нагрузку таким образом, чтобы установить баланс мощностей, то есть чтобы активная и реактивная мощности на выходе нагрузки были соответственно равны активной и реактивной мощности на выходе испытуемого образца, подключаемого к электрораспределительной сети.

Для этого регулируют компоненты нагрузки таким образом, чтобы добротность параллельного контура испытательной нагрузки Q была равна $Q = 1{,}0 \pm 0{,}05$, выполнив следующие шаги:

a) Определяют резонансную индуктивную мощность по выражению:

$$Q_L = Q \cdot P^{i}_{вых\sim} = 1{,}0 P^{i}_{вых\sim}. \quad (5)$$

b) Подключают переменную индуктивность как первый компонент цепи нагрузки. Если настройку значений мощности для компонентов нагрузки выполняют с помощью измерения фактических значений активной, индуктивной и емкостной мощности и выключатель S1 остался замкнут (см. этап 8), замыкают выключатель S2.

Регулируют индуктивность таким образом, чтобы реактивная емкость на выходе нагрузки была равна Q_L.

c) Подключают переменную емкость параллельно индуктивности. Настраивают емкость таким образом, чтобы на выходе нагрузки реактивная мощность была равна требуемому значению выходной реактивной мощности испытуемого образца, определенному на этапе 8).

$$Q_C + Q_L = -Q^{i}_{вых\sim}. \quad (6)$$

d) Подключают резистор и регулируют его сопротивление таким образом, чтобы потребляемая цепью компонентов нагрузки активная мощность была равна требуемому значению $P^{i}_{вых\sim}$, определенному на этапе 5) или 6).

Примечания

1 Требования к добротности основаны на экспериментальных данных, полученных в Японии при 723 измерениях. Значение Q рассчитывалось как отношение договорного потребления (кВт) в точке измерения к установленному компенсирующему конденсатору (квар), требуемому для достижения в этой точке коэффициента мощности.

2 Для получения заданного значения добротности Q при установке значений компонентов нагрузки должны быть учтены паразитные эффекты, влияющие на добротность контура нагрузки (такой, например, как влияние регулируемых автотрансформаторов).

Если настройку значений мощности для компонентов нагрузки на данном этапе выполняли не с помощью измерения фактических значений активной, индуктивной и емкостной мощности, то далее выполняют этап 11). В противном случае сразу переходят к выполнению этапа 12).

11) При помощи выключателя S2 подключают к испытуемому образцу цепь компонентов нагрузки, сформированную на этапе 10).

Замыкают выключатель S1.

12) Включают испытуемый образец.

Измеряют $P_{сети}$, $Q_{сети}$ и $I_{сети}$ (см. рисунок 1).

Убеждаются, что значения $P_{сети}$, $Q_{сети}$ и/или $I_{сети}$ равны нулю. Если это не так, выполняют дополнительную настройку.

Задачей данного этапа является получение нулевого значения активной и реактивной мощности для основной гармоники (50 Гц) $P_{сети}$ и $Q_{сети}$ или нулевого значения тока основной гармоники (50 Гц) $I_{сети}$ на выключателе сетевого питания S1, то есть создание условий баланса мощностей при выбранном условии испытаний.

Активную мощность на выходе испытуемого образца, подключаемого к электрораспределительной сети, поддерживают на уровне требуемого значения $P^{A}_{вых\sim}$, определенного на этапе 5) или 6), и напряжение на входе постоянного тока испытуемого образца $U_{вх-}$ на уровне, указанном в таблице 1 для данного условия испытаний.

Если необходимо, настраивают резистор, емкость и индуктивность таким образом, чтобы постоянная составляющая основной гармоники тока (50 Гц) $I_{сети}$ через S1 была равна 0,0 А в каждой фазе с точностью не менее ± 1 % от номинального тока испытуемого образца.

Примечание — Некоторые алгоритмы секционирования могут настолько исказить ток основной гармоники, протекающий через выключатель S1, что достижение точности 1 % и более в стабильном режиме окажется невозможным. В этом случае следует выполнить осреднение среднеквадратичного тока по некоторому числу периодов, за которые амплитуда тока остается постоянной, и по нему получить значение нагрузки, соответствующее такому «спокойному» периоду.

Обычно в испытательной схеме, указанной на рисунке 1, при резонансе создаются синусоидальные токи. В типичном случае из-за этих гармоник на выключателе сетевого питания S1 не удается получить при измерениях нулевые значения $P_{сети}$, $Q_{сети}$ и $I_{сети}$. Для того чтобы получить наихудший вариант условий срабатывания секционирующей защиты, может потребоваться небольшая подстройка параметров испытательной схемы, обусловленная погрешностями измерительного оборудования и влиянием гармонических составляющих.

В течение всего этапа обязательно регистрируют форму волны напряжения и тока.

13) Размыкают выключатель S1 и регистрируют время срабатывания $t_{ср}$.

Время срабатывания равно времени между размыканием выключателя S1 и тем моментом, когда переменный ток на выходе испытуемого образца, подключаемого к электрораспределительной сети $I_{вых\sim}$, снизится и стабилизируется на значении меньшем, чем 1 % от номинального значения переменного тока для этого выхода испытуемого образца, указанного изготовителем.

Этот момент может быть также определен по сигналу завершения отключения в том случае, если момент, когда выходные контакты испытуемого образца обесточены, может быть определен по этому сигналу с точностью, не меньшей, чем при измерении выходного тока испытуемого образца.

В момент размыкания выключателя S1 (или непосредственно перед размыкание) регистрируют по крайней мере, все параметры, приведенные в таблице 6, а также активную и реактивную мощности на выходе нагрузки или параметры, достаточные для их определения. Форма волны напряжения и тока должна регистрироваться по крайней мере до момента размыкания выключателя S1 или появления сигнала завершения отключения.

Полученное значение времени срабатывания для баланса мощностей при выбранном условии испытаний и значение параметров, при которых замыкали выключатель S1, заносят в таблицу, аналогичную таблице 6. Также в таблицу заносят фактическое значение добротности Q, если необходимо.

Полученные на данном этапе значения активной и реактивной мощности на выходе нагрузки являются базовыми значениями для проведения последующих этапов испытаний $P_{н.баз}$ и $Q_{н.баз}$ при этом условии испытаний. Их также заносят в протокол испытаний.

Если этапы 5)—13) выполняли при условии испытаний А, то переходят к выполнению этапа 14).

Если на этапе 2) выбраны условия испытаний В или С, то переходят к выполнению этапа 21.

14) Размыкают выключатель S2 и выбирают в таблице 7 один из вариантов дисбаланса мощностей, приведенных в затемненной части таблицы.

Таблица 7 — Дисбаланс мощностей для условия испытаний А

Изменение активной и реактивной мощности на выходе нагрузки, % от базовых значений активной и реактивной мощности на выходе нагрузки для условия А				
–10; +10	–5; +10	0; +10	+5; +10	+10; +10
–10; +5	–5; +5	0; +5	+5; +5	+10; +5
–10; 0	–5; 0		+5; 0	+10; 0
–10; –5	–5; –5	0; –5	+5; –5	+10; –5
–10; –10	–5; –10	0; –10	+5; –10	+10; –10
Примечание — Первое число в каждой графе представляет собой процентное изменение активной мощности, второе число — процентное изменение реактивной мощности.				

В таблице 7 изменения активной и реактивной мощности на выходе нагрузки с положительным знаком соответствуют передаче электроэнергии через выключатель S1 от испытуемого образца в сеть (к источнику питания переменного тока).

15) Настраивают резистор и один из реактивных компонентов нагрузки (емкость или индуктивность) так, чтобы обеспечить выбранный вариант дисбаланса мощностей, то есть изменяют значения $P_н$ и Q_L (или Q_C) при балансе мощностей для условия испытания А на значение, соответствующее значениям выбранного варианта дисбаланса.

16) Замыкают выключатель S2, замыкают выключатель S1 и убеждаются, что:

- изменение значений $P_{сети}$ и $Q_{сети}$ соответствуют выбранному варианту дисбаланса мощностей;
- значение активной мощности на выходе испытуемого образца, подключаемого к электрораспределительной сети, равно требуемому значению $P^{A}_{вых}$, определенному на этапе 5) — максимальной мощности испытуемого образца на этом выходе;
- значение напряжения на входе постоянного тока испытуемого образца находится в интервале 75—100 % от рабочего напряжения на входе постоянного тока.

Если необходимо, выполняют дополнительную настройку.

Отклонение фактических значений $P_{сети}$ и $Q_{сети}$ от требуемых по условиям дисбаланса должно быть не более 1 %.

В течение всего этапа обязательно регистрируют форму волны напряжения и тока.

17) Размыкают выключатель S1 и регистрируют время срабатывания $t_{ср}$, аналогично этапу 13).

Полученное значение времени срабатывания и значение параметров, при которых замыкали выключатель S1, заносят в таблицу, аналогичную таблице 6. Также в таблицу заносят фактическое значение добротности Q, если необходимо. Форму волны напряжения и тока следует регистрировать по крайней мере до момента размыкания выключателя S1 или появления сигнала завершения отключения.

18) Повторяют этапы 14)—17) для каждого варианта дисбаланса мощностей из затемненной части таблицы 7.

19) Если какое-либо время срабатывания, определенное на этапах 14)—17), больше значения, определенного при балансе мощностей на этапе 13), выполняют этапы 14)—17) для вариантов дисбаланса мощностей из незатененной части таблицы 7.

Если время срабатывания для всех вариантов дисбаланса мощностей из затемненной части таблицы 7 не больше времени срабатывания при балансе мощностей, испытания при условии А считают выполненными.

20) Если до испытания при условии А не были проведены испытания при условиях В и/или С:

- по таблице 1 выбирают одно из них или то из них, при котором испытание не было проведено до испытания при условиях А;
- выполняют этапы 6)—13) поочередно при каждом из условий испытаний В и С или при том из них, при котором испытание не было проведено до испытания при условиях А.

Если до испытания при условии А проведены испытания при условиях В и С, то завершают испытания: выключают испытуемый образец, размыкают выключатель S2 и отключают испытательное оборудование.

21) Размыкают выключатель S2.

Настраивают один из реактивных компонентов нагрузки (емкость или индуктивность) таким образом, чтобы значение реактивной мощности на выходе нагрузки, установленное для баланса мощностей (этап 13) — базовое значение $Q_{н.баз}$, пошагово уменьшилось или увеличилось на 1 % в соответствии с таблицей 8 до значения, равного 95 % от исходного значения.

При этом после каждого изменения на 1 % выполняют этапы 22) и 23).

Таблица 8 — Дисбаланс мощностей для условий испытаний B и C

Изменение активной и реактивной мощности на выходе нагрузки, % от базовых значений активной и реактивной мощности на выходе нагрузки для условия испытаний
0; –1
0; –2
0; –3
0; –4
0; –5
0; 1
0; 2
0; 3
0; 4
0; 5
Примечание — Первое число в каждой графе представляет собой процентное изменение активной мощности, второе число — процентное изменение реактивной мощности.

В таблице 8 изменения реактивной мощности на выходе нагрузки с положительным знаком соответствуют передаче электроэнергии через выключатель S1 от испытуемого образца в сеть (к источнику питания переменного тока).

Настойка параметров испытательной нагрузки при условии испытаний C может осуществляться с помощью инвертора.

22) Замыкают выключатель S2, замыкают выключатель S1 и убеждаются, что:

- изменение значений $P_{сети}$ и $Q_{сети}$ соответствуют выбранному варианту дисбаланса мощностей;
- значение активной мощности на выходе испытуемого образца, подключаемого к электрораспределительной сети, равно требуемому значению, определенному на этапе 6) для данного условия испытаний ($P^{B}_{вых.}$ или $P^{C}_{вых.}$);
- значение напряжения на входе постоянного тока испытуемого образца соответствует требованиям таблицы 1 для данного условия испытаний.

Если необходимо, выполняют дополнительную настройку.

Отклонение фактических значений $P_{сети}$ и $Q_{сети}$ от требуемых по условиям дисбаланса должно быть не более 1 %.

В течение всего этапа обязательно регистрируется форма волны напряжения и тока.

23) Размыкают выключатель S1 и регистрируют время срабатывания $t_{ср}$, аналогично этапу 13).

Полученное значение времени срабатывания и значение параметров, при которых замыкали выключатель S1, заносят в таблицу, аналогичную таблице 6. Также в таблицу заносят фактическое значение добротности Q, если необходимо. Форму волны напряжения и тока следует регистрировать по крайней мере до момента размыкания выключателя S1 и появления сигнала завершения отключения.

24) Если при изменении на 5 % время срабатывания все еще растет, продолжают изменять реактивную мощность на выходе нагрузки, как указано на этапе 21), до тех пор пока время срабатывания не начнет убывать.

25) Выполняют этапы 21)—24), изменяя значение реактивной мощности на выходе нагрузки в противоположную сторону от значения, установленного для баланса мощностей (этап 12) в соответствии с таблицей 8.

26) Если испытания при каком-либо условии испытаний из таблицы 1 A, B или C не проведены, то:

- по таблице 1 выбирают одно из них или то из них, при котором испытание не было проведено;

выполняют этапы 6)—13), если испытания не проведены при условии испытаний B и/или C, или этапы 8)—13), если испытания не проведены при условии испытаний A.

Если в испытуемом образце предусмотрен режим передачи в распределительную электрическую сеть энергии от АБ, проводят этапы испытаний 2)—26) также для режима передачи энергии от АБ, с источником питания постоянного тока, подключенным к соответствующему выводу испытуемого образца.

Если проведены испытания при всех условиях испытаний из таблицы 1 (для обоих режимов передачи энергии, если есть режим передачи энергии от АБ), завершают испытания: выключают испытуемый образец, размыкают выключатель S2 и отключают испытательное оборудование.

8 Испытание независимого устройства обнаружения секционирования (реле)

Испытания проводят аналогично методу испытаний инверторов, рассмотренному в разделе 7.

Так же, как и в 7.2, при испытаниях создается резонансный контур, который согласуется с выходом фотоэлектрической системы, подключаемым к распределительной электрической сети.

Испытания выполняют на испытательном стенде, схема которого приведена на рисунке 2. Для поступления энергии на выключатель S1 со стороны испытуемого образца в испытательной схеме используется отдельный источник питания переменного тока, требования к которому указаны в 6.6.

Если испытуемый образец влияет на возможность обнаружения ситуации, требующей секционирования, посредством управления инвертором, соединенным с электрораспределительной сетью, в испытательную схему следует включить соответствующую функциональную зависимость источника питания переменного тока на входе испытуемого образца и связь между этим источником питания и испытуемым образцом.

9 Оценка результатов испытаний

Испытанный образец считается соответствующим требованиям к выполнению функции секционирования, если в каждом случае зарегистрированное время срабатывания составляет менее 0,2 с.

10 Протокол испытаний

Протокол испытаний (сертификат соответствия) оформляется испытательной лабораторией, проводившей испытания, в соответствии с *ГОСТ ИСО/МЭК 17025*. Протокол испытаний (сертификат соответствия) должен содержать как минимум следующие данные:

a) название документа;

b) наименование и адрес испытательной лаборатории и указание места, где были проведены испытания;

c) уникальную идентификацию протокола или сертификата и каждой страницы, четкое определение цели протокола испытаний;

d) наименование и адрес заказчика, когда это необходимо;

e) описание процедуры выбора образцов, когда это необходимо;

f) дату получения испытанных образцов и дату(ы) испытаний (если они выполнялись);

g) описание и идентификацию образцов до испытаний, в том числе паспортные данные испытуемого образца, как минимум те, что указаны в разделе 4;

h) характеристику и состояние образцов после испытаний;

i) схему испытательного стенда;

j) данные об испытательном оборудовании и измерительных приборах, например, в виде таблицы, аналогичной таблице 2;

k) описание использованных методов испытаний, детали процедур испытаний, такие как способы получения заданных уровней нагрузки и условий на выходах испытуемого образца;

l) описания всех отклонений, дополнений или исключений в процедурах испытаний, а также любую иную информацию, относящуюся к конкретному испытанию, например, описание условий окружающей среды;

m) условия испытаний и соответствующие результаты выполнения этапов испытаний, указанные в 7.2. Пример оформления результатов испытаний приведен в таблице 6. В протокол заносят фактические измеренные значения;

n) любая дополнительная информация, требуемая в соответствии с сертификатом испытательной организации;

o) определение критерия оценки по разделу 8, который использовался для вывода об успешности или неуспешности испытаний;

p) оценку неопределенности (погрешности) полученных в испытаниях результатов (если необходимо);

q) должность и подпись либо равноценную идентификацию лиц, отвечающих за содержание сертификата соответствия и/или содержание протокола испытаний, а также дату его подписания/составления;

r) положение о том, что полученные результаты относятся только к испытанным образцам, если это необходимо;

s) положение о том, что для сохранения сертификации соответствия изготовитель должен сообщать и согласовывать с испытательной лабораторией и сертифицирующей организацией все проводимые им изменения;

t) положение о том, что данный протокол испытаний не может быть воспроизведен иначе как полностью без письменного разрешения опубликовавшей его лаборатории.

Изготовитель должен хранить копию протокола испытаний в качестве справочного материала.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным и европейскому стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного, европейского стандарта
ГОСТ ИСО/МЭК 17025—2009	IDT	ISO/ IEC 17025:2005 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»
ГОСТ 29322—2014 (IEC 60038:2009)	MOD	IEC 60038:2009 «Напряжения стандартные по МЭК»
ГОСТ 32144—2013	NEQ	EN 50160:2010 «Характеристики напряжения электроэнергии, подаваемой от общих электрических систем»
ГОСТ Р 50571.3—2009 (МЭК 60364-4-41:2005)	MOD	IEC 60364-4-41:2005 «Low-voltage electrical installations — Part 4-41: Protection for safety — Protection against electric shock»
ГОСТ Р 50571-4-44—2011 (МЭК 60364-4-44:2007)	MOD	IEC 60364-4-44:2007 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-44. Требования по обеспечению безопасности. Защита от отклонений напряжения и электромагнитных помех»
ГОСТ Р МЭК 61727—2016	IDT	IEC 61727:2004 «Системы фотоэлектрические. Подключение к распределительным электрическим сетям»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

Библиография

[1] ПУЭ, 7-е изд. Правила устройства электроустановок. Издание 7, 2003

[2] МЭК 60068-1 Испытание на воздействие внешних факторов. Часть 1. Общие положения и руководство (IEC 60068-1:2013 Environmental testing — Part 1: General and guidance)

УДК 697.329: 006.354 ОКС 27.160 Е60

Ключевые слова: фотоэлектрические системы, параллельная работа с сетью, инверторы, реле, секционирующая защита

Редактор *Н.В. Верховина*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 10.11.2016. Подписано в печать 07.12.2016. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,97. Тираж 25 экз. Зак. 3137.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Набрано в ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995, Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru