ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58092.2.1— 2020 (МЭК 62933-2-1:2017)

Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ)

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВОК И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

Общее описание

(IEC 62933-2-1:2017, Electric energy storage (EES) systems — Part 2-1: Unit parameters and testing methods — General specification, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Системы накопления энергии» (ООО «Системы накопления энергии») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 044 «Аккумуляторы и батареи»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 июня 2020 г. № 252-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 62933-2-1:2017 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Часть 2-1. Параметры установок и методы испытаний. Общие требования» (IEC 62933-2-1:2017 «Electric energy storage (EES) systems — Part 2-1: Unit parameters and testing methods — General specification», MOD) путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

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

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, 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, оформление, 2020

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 . . . 1
3 Термины, определения, сокращения и обозначения . . . 2
3.1 Термины и определения . . . 2
3.2 Сокращения . . . 2
3.3 Обозначения . . . 3
4 Классификация СНЭЭ . . . 3
4.1 Общие положения . . . 3
4.2 Классификация приложений СНЭЭ . . . 3
4.3 Приложения СНЭЭ класса А . . . 4
4.4 Приложения СНЭЭ класса В — срезание/смещение пиков нагрузок . . . 4
4.5 Приложение СНЭЭ класса С — бесперебойное питание . . . 4
5 Параметры СНЭЭ . . . 4
5.1 Общие положения . . . 4
5.2 Перечень параметров СНЭЭ . . . 6
6 Виды и методы испытаний . . . 10
6.1 Общие положения . . . 10
6.2 Испытания для определения значений параметров установок . . . 10
6.3 Испытания для определения рабочих характеристик . . . 17
6.4 Испытания при вводе в эксплуатацию . . . 18
Приложение А (справочное) Рабочий цикл испытания для определения эффективности заряда-разряда . . . 21
Приложение В (справочное) Испытание на компенсацию колебаний мощности . . . 23
Приложение С (справочное) Испытание СНЭЭ методом взаимной нагрузки . . . 24
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 26
Библиография . . . 27

Введение

Необходимость разработки настоящего национального стандарта Российской Федерации обусловлена необходимостью установления методов и определения объема испытаний систем накопления электрической энергии (СНЭЭ).

Для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации и особенностей российской национальной стандартизации из текста стандарта исключены:

- в 5.2.1 и 5.2.2.1 убраны «В качестве единицы измерения энергоемкости СНЭЭ используют Вт · ч» и «В качестве единиц измерения активной, реактивной и полной мощностей используют Вт, вар и В·А» соответственно как неинформативные;
- из 5.2.3, 6.2.1 исключены определения обозначений, которые уже определены ранее по тексту стандарта;
- из 5.2.5.1 исключено примечание как неинформативное.

При этом в стандарт внесены следующие изменения, выделенные курсивом:

- в раздел 1 для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации добавлено уточнение о том, что для СНЭЭ, предназначенных для работы в составе Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем и относящихся к объектам диспетчеризации, могут быть установлены дополнительные параметры и на стадии технологического проектирования предъявлены соответствующие требования, обеспечивающие совместимость с требованиями к объектам электроэнергетики и энергопринимающим установкам потребителей электрической энергии, функционирующим в составе Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем в соответствии с актуальными нормами и правилами, и которые должны быть согласованы с субъектом оперативно-диспетчерского управления соответствующего уровня. Установление дополнительных параметров должно быть сопровождено установлением методов испытаний для определения их величин;
- в 3.1 включены статьи терминов «срезание пиков нагрузок» и «смещение пиков нагрузок», расположенные в алфавитном порядке;
- в 3.2 включены сокращения «СНЭЭ» и «ГНЭ»;
- в рисунок 1 добавлен гравитационный накопитель энергии;
- в 4.2 изменено определение приложений СНЭЭ класса В, чтобы устранить неопределенность в части процессов длительностью 1 ч;
- расширено содержание второго столбца таблицы 1 двумя приложениями: смягчением последствий снижения качества питания и компенсацией реактивной мощности, востребованными в РФ;
- в 4.3 включены пункты 4.3.4 «смягчение последствий снижения качества питания» и 4.3.5 «компенсация реактивной мощности» с описанием приложений, дополнительно включенных в таблицу 1;
- в 4.4 добавлено упоминание «электрических станций», т. к. СНЭЭ с приложением смещения пиков нагрузок применяется совместно с возобновляемыми источниками энергии для повышения эффективности последних;
- в 5.1.1 параметры «диапазон частот» и «диапазон напряжений» дополнены определением «нормированный» для приведения в соответствие с содержанием раздела 5;
- требования, изложенные в 5.1.2 и 5.1.3, приведены в соответствие с национальной практикой;
- изменена нумерация таблиц 3—5 на 2—4 из-за исключения таблицы 2 в рамках изменения содержания подраздела 5.1.2 в соответствии с национальной практикой;
- изменено наименование рисунка 3 для приведения его в соответствие с наименованием рисунка 2;
- в 5.2.1 в соответствии с техническими поправками COR1:2019 устранена техническая ошибка — в первом абзаце ссылка на 5.1.2 заменена на 5.1.3;
- в 5.2.2.1 устранена явная техническая ошибка — в первом абзаце ссылка на 5.1.3 заменена на 5.1.2;
- в 5.2.2.2, 5.2.2.3 оставлены только ссылки на ГОСТ Р 58092.1, которого достаточно для понимания принципа определения направления потоков мощностей;
- в 5.2.2.4 добавлено «векторная»;
- в 5.2.4 в соответствии с техническими поправками COR1:2019 устранена техническая ошибка — в первом элементе перечисления «номинальная» заменено на «фактическая»;
- в 5.2.5.2 в соответствии с техническими поправками COR1:2019 устранена техническая ошибка — во втором предложении «2 %» заменено на «10 %», а в третьем — «98 %» на «90 %»;
- в 5.2.5.2 добавлена ссылка на формулу (3);

- в 5.2.8 добавлено примечание для гармонизации с требованиями ГОСТ 29322 и ГОСТ 32144;

- в 5.2.9 добавлено примечание, содержащее требование об обеспечении работы СНЭЭ, подпадающих под действие правил [1], функционирующих в Единой энергетической системе России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах, в соответствии с пунктом 110 правил [*1*];

- в 6.1 с учетом возможного влияния СНЭЭ на режимы работы энергосистемы, в том числе в части устойчивости, внесено дополнение о том, что по требованию заказчика могут быть проведены дополнительные испытания в части подтверждения заявляемых характеристик влияния функционирования (в различных режимах работы) СНЭЭ на режимы работы энергосистемы;

- в 6.1 допущение, изложенное в шестом абзаце, распространено на виды и методы испытаний по подразделам 6.3 и 6.4, т. к. ограничения, связанные с невозможностью испытания СНЭЭ целиком, характерны не только для испытаний для определения параметров установок, но и для испытаний для определения рабочих характеристик и испытаний при вводе в эксплуатацию. В последнем случае в отдельных пунктах подраздела 6.4 подобные допущения уже указаны в примененном стандарте МЭК 62933-2-1:2017. При этом для исключения наложения взаимоисключающих требований, указанных в подразделе 6.1 и конкретных пунктах подразделов 6.2—6.4, также добавлено уточнение о том, что требования для конкретных испытаний являются приоритетными;

- в 6.2.3 в соответствии с техническими поправками COR1:2019 устранена техническая ошибка — в четвертом абзаце ссылка на 5.1.2 заменена на 5.2.3;

- в 6.2.6 в соответствии с техническими поправками COR1:2019 устранена техническая ошибка — в первом предложении ссылка на 5.1.2 заменена на 5.1.3;

- в 6.3.2.1 добавлены два приложения в соответствии с изменением таблицы 1;

- в 6.4.2—6.4.4 ссылки на международный стандарт МЭК 61936-1, устанавливающий общие требования к электрическим установкам переменного тока на напряжение выше 1 кВ, вместо которого на территории РФ в части испытаний и проверки проводников, заземления и изоляции применяется комплекс стандартов, правил, технических условий и спецификаций, заменены ссылками на соответствующие нормативно-технические документы;

- в 6.4.2 устранена явная техническая ошибка — первая фраза изменена по аналогии с 6.4.3 и 6.4.4;

- в 6.4.3 вместо требования к соответствию заземляющего устройства «проекту и соответствующим стандартам» добавлена ссылка на правила [*3*], которые устанавливают основные требования к заземляющему устройству на территории РФ;

- в 6.4.5 для СНЭЭ, функционирующих в Единой энергетической системе России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах, подпадающих под действие правил технического обслуживания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики, утвержденных уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, добавлено примечание;

- изменено наименование 6.4.7.1 с «измерения гармонических составляющих тока» на «измерение гармонических составляющих тока и напряжения», т. к. именно к гармоническим составляющим напряжения предъявлены требования в основополагающем стандарте в области качества электрической энергии ГОСТ 32144;

- в 6.4.7.1 добавлена фраза «до 40-го порядка относительно частоты основной составляющей» для приведения требований в соответствие с ГОСТ 32144;

- в 6.4.7.1 добавлена фраза «требования к гармоническим составляющим тока и напряжения должны быть указаны в технических условиях на конкретные типы СНЭЭ» по причине возможности применения СНЭЭ в сетях, характеризующихся разным уровнем требований по допустимому уровню гармонических составляющих;

- в 6.4.7.2 указано, что характеристика способности поддержания рабочего режима при падении напряжения сети, используемая в качестве характеристики временных провалов напряжения, должна быть указана в технических условиях на конкретные типы СНЭЭ по причине возможности применения СНЭЭ в сетях с разными требованиями к временным провалам напряжения;

- изменен термин, используемый в 6.4.8, с «доступной энергии» на «доступную энергию при нормированной мощности» для приведения в соответствие с ГОСТ Р 58092.1;

- в 6.4.9 требование к проведению испытания возложено на поставщика и заказчика, т. к. СНЭЭ не внесены в перечень продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия в части электромагнитной совместимости;

- примечания в А.2.2 объединены в одно;

- изменена библиография в соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.5—2012 (подраздел 4.4.3).

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ)

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВОК И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

Общее описание

Electric energy storage (ESS) systems. Unit parameters and test methods. General specification

Дата введения — 2020—11—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на системы накопления электрической энергии (СНЭЭ) и устанавливает перечень их основных параметров, влияющих на характеристики СНЭЭ, и методы испытаний для определения величин этих параметров.

Для СНЭЭ, предназначенных для работы в составе Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем и относящихся к объектам диспетчеризации, могут быть установлены дополнительные параметры и на стадии технологического проектирования предъявлены соответствующие требования, обеспечивающие совместимость с требованиями к объектам электроэнергетики и энергопринимающим установкам потребителей электрической энергии, функционирующим в составе Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем в соответствии с актуальными нормами и правилами, и которые должны быть согласованы с субъектом оперативно-диспетчерского управления соответствующего уровня. Установление дополнительных параметров должно быть сопровождено установлением методов испытаний для определения их величин.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 15150—1969 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 15543.1—1989 Изделия электротехнические и другие технические изделия. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам

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

ГОСТ 30804.4.7—2013 (IEC 61000-4-7:2009) Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств

ГОСТ 30804.6.1—2013 (IEC 61000-6-1:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.6.2—2013 (IEC 61000-6-2:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний

Издание официальное

ГОСТ 32144—2013 (EN 50160:2010) Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ IEC 61000-6-5—2017 (IEC 61000-6-5:2015) Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-5. Общие стандарты. Помехоустойчивость оборудования, используемого в обстановке электростанции и подстанции

ГОСТ Р 50571.16—2007 (IEC 60364-6:2006) Электроустановки низковольтные. Часть 6. Испытания

ГОСТ Р 51317.6.5—2006 (IEC 61000-6-5:2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 54418.21—2011 (IEC 61400-21:2008) Возобновляемая энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Часть 21. Измерение и оценка характеристик, связанных с качеством электрической энергии ветроэнергетических установок, подключенных к электрическим сетям

ГОСТ Р 57382—2017 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Стандартный ряд номинальных и наибольших рабочих напряжений

ГОСТ Р 58092.1—2018 (IEC 62933-1:2018) Системы накопления электрической энергии. Часть 1. Термины и определения

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, определения, сокращения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р 58092.1*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 ***смещение пиков нагрузок*** *(peak shifting): Приложение СНЭЭ, состоящее в поглощении из сети и отдаче в сеть энергии для смещения максимального среднесуточного значения мощности, потребляемой нагрузкой из сети, с часов высокого энергопотребления в часы низкого энергопотребления.*

3.1.2 ***срезание пиков нагрузок*** *(peak shaving): Приложение СНЭЭ, состоящее в отдаче в сеть энергии для покрытия пика спроса.*

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

СВНЭ (CAES) — накопитель энергии на основе сжатого воздуха;
АВ (CB) — автоматический выключатель;
ДСК (DLC) — двойнослойный конденсатор;
НЭЭ (EES) — накопитель электрической энергии;
КНЭ (FES) — кинетический накопитель энергии;
NaS — натрий-серный аккумулятор;
NiCd — никель-кадмиевый аккумулятор;
NiMH — никель-металлгидридный аккумулятор;
ГАНЭ (PHS) — гидроаккумулирующий накопитель энергии;
ТПН (POC) — точка подключения (СНЭЭ);
СПИНЭ (SMES) — сверхпроводящий индуктивный накопитель энергии;

СПГ (SNG) — синтетический природный газ;
СЗ (SOC) — степень заряженности;
ГНЭ — гравитационный накопитель энергии;
СНЭЭ (EESS) — система накопления электрической энергии.

3.3 Обозначения

В настоящем стандарте приняты следующие обозначения.
η_{rt} — эффективность заряда-разряда;
E_c — полная энергия, отданная СНЭЭ, измеренная в основной ТПН;
E_l — полная энергия, поглощенная СНЭЭ, измеренная в основной ТПН;
E_{aux_c} — потребление энергии вспомогательной подсистемой, измеренное во вспомогательной ТПН во время отдачи энергии;
E_{aux_l} — потребление энергии вспомогательной подсистемой, измеренное во вспомогательной ТПН во время поглощения энергии;
RR — скорость изменения выходной переменной;
SRT — время отклика на единичное ступенчатое возмущение;
P — активная мощность;
Q — реактивная мощность;
S — полная мощность;
U — напряжение;
I — ток;
P_{aux} — мощность потребления вспомогательной подсистемы.

4 Классификация СНЭЭ

4.1 Общие положения

Для классификации СНЭЭ широко применяют подход, основанный на форме энергии, используемой в подсистеме накопления. Пример классификации СНЭЭ в зависимости от формы энергии, используемой в подсистеме накопления, приведен на рисунке 1. СНЭЭ разделяют на механические, электрохимические, химические, электрические и тепловые системы накопления энергии.

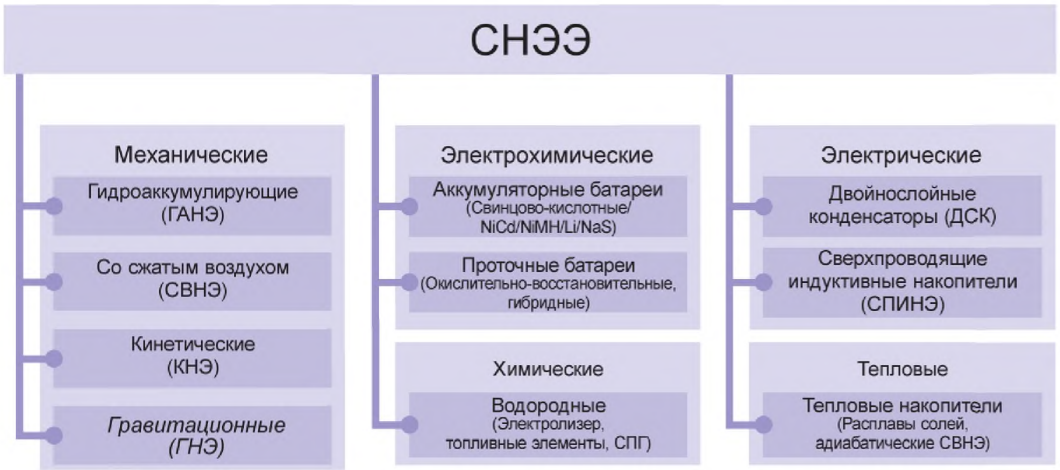

Рисунок 1 — Пример классификации СНЭЭ

4.2 Классификация приложений СНЭЭ

Приложения и использование СНЭЭ зависят от ее назначения и места установки. Приложения СНЭЭ можно разделить на три класса. В таблице 1 представлены *семь* типичных приложений трех классов:

- А — СНЭЭ обеспечивает поглощение или отдачу требуемой мощности в течение непродолжительного рабочего цикла (например, заряд и разряд СНЭЭ менее чем за 1 ч);

- B — СНЭЭ обеспечивает поглощение или отдачу требуемой мощности в течение длительного рабочего цикла (например, заряд и разряд СНЭЭ более чем за 1 ч);
- C — СНЭЭ обеспечивает отдачу электрической мощности переменного тока в энергосистему во время аварийного режима при отсутствии внешнего источника питания.

Одна и та же СНЭЭ может использоваться в комбинации приложений разных классов.

Таблица 1 — Пример классификации приложений СНЭЭ

Классификация	Класс A	Класс B	Класс C
Типичные приложения	Регулирование частоты сети Компенсация колебаний мощности Регулирование напряжения в узлах Смягчение последствий снижения качества питания Компенсация реактивной мощности	Срезание или смещение пиков нагрузок	Бесперебойное питание

4.3 Приложения СНЭЭ класса A

4.3.1 Регулирование частоты сети

СНЭЭ участвует в регулировании частоты электрического тока в энергосистеме при помощи отдачи и/или поглощения активной мощности.

4.3.2 Компенсация колебаний мощности

СНЭЭ стабилизирует колебания генерируемой мощности и мощности нагрузки.

4.3.3 Регулирование напряжения в узлах

СНЭЭ обеспечивает регулирование напряжения в узлах энергосистемы посредством изменения реактивной и активной мощностей.

4.3.4 Смягчение последствий снижения качества питания

СНЭЭ смягчает наведенные помехи в энергосистеме, такие как кратковременные прерывания, провалы напряжения, выбросы напряжения, гармоники напряжения и тока, переходные перенапряжения, быстрые изменения напряжения, при помощи реактивной или активной мощности.

4.3.5 Компенсация реактивной мощности

СНЭЭ участвует в регулировании реактивной мощности в определенной области регулирования энергосистемы.

4.4 Приложения СНЭЭ класса B — срезание/смещение пиков нагрузок

СНЭЭ отдает накопленную энергию в период пикового потребления мощности нагрузкой или поглощает избыток вырабатываемой источниками энергии. СНЭЭ, выполняющая это приложение, способствует повышению эффективности *электрических станций и* электрических сетей.

4.5 Приложение СНЭЭ класса C — бесперебойное питание

СНЭЭ отдает в электрическую сеть, технологически не связанную с Единой энергетической системой России и изолированными территориальными электроэнергетическими системами или выделенную на изолированную работу часть этих систем, мощность переменного тока, необходимую для работы ответственных систем в течение требуемого периода времени, в соответствии с технической спецификацией на систему. Таким образом, применение СНЭЭ может снизить риск массовых отключений.

5 Параметры СНЭЭ

5.1 Общие положения

5.1.1 Параметры СНЭЭ

Для определения возможностей и характеристик СНЭЭ производитель должен указывать следующие основные параметры системы:

- номинальная энергоемкость, Вт · ч;
- диаграмма мощности, Вт, вар, В · А;
- эффективность заряда-разряда, %;

- расчетный срок службы (годы, рабочие циклы);
- отклик системы (время отклика на единичное ступенчатое возмущение, с; скорость изменения выходной переменной, Вт/с);
- мощность потребления вспомогательной подсистемы, Вт;
- саморазряд, Вт · ч/ч;
- *нормированный* диапазон напряжений, В;
- *нормированный* диапазон частот, Гц.

Все параметры, указанные в настоящем стандарте, измеряют или рассчитывают в ТПН.

5.1.2 Условия эксплуатации

СНЭЭ должны быть устойчивыми к воздействию климатических факторов внешней среды и изготавливаться в климатических исполнениях и категориях размещения по ГОСТ 15150. Значения климатических факторов — по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1.

5.1.3 Условия проведения испытаний

Испытания СНЭЭ проводят в нормальных климатических условиях испытаний, установленных ГОСТ 15150.

В случае поставки на экспорт допускается испытывать СНЭЭ при стандартных условиях испытаний в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 — Стандартные условия испытаний СНЭЭ *на экспорт*

Параметр	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	25
Высота установки над уровнем моря, м	До 1000
Относительная влажность, %, не более	95, без конденсации влаги

5.1.4 Типовая архитектура

Типовая архитектура СНЭЭ показана на рисунке 2. Граница между СНЭЭ и энергосистемой определена как ТПН.



Рисунок 2 — Типовая архитектура СНЭЭ

Типовая архитектура СНЭЭ, питание к вспомогательной системе которой подводится от другого внешнего присоединения, показана на рисунке 3.

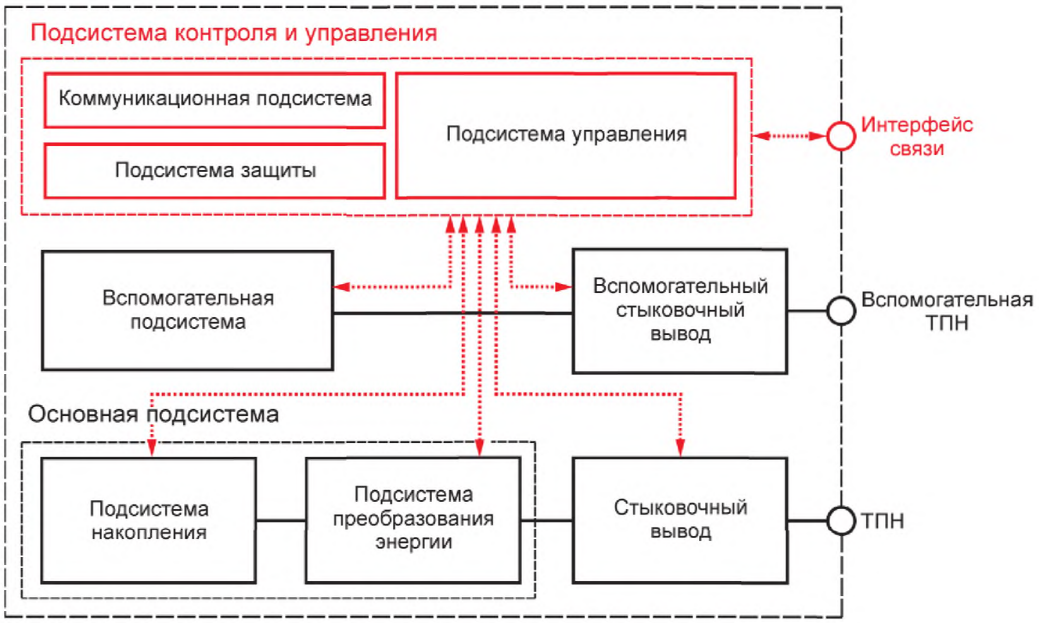

Рисунок 3 — *Типовая* архитектура СНЭЭ со *вспомогательной* ТПН

5.2 Перечень параметров СНЭЭ

5.2.1 Номинальная энергоемкость

Номинальная энергоемкость — энергия, которую СНЭЭ может отдать в ТПН в условиях проведения испытаний по *5.1.3*. Энергоемкость оценивают с учетом потерь энергии, включая потери на преобразование и затраты энергии, используемой вспомогательной подсистемой, и определяют как произведение нормированной выходной мощности на длительность времени отдачи данной нормированной мощности.

5.2.2 Входная и выходная мощности

5.2.2.1 Общие положения

Входная и выходная мощности СНЭЭ — величины мощностей, которые она может поглощать или отдавать в течение определенного времени в ТПН в условиях эксплуатации в соответствии с *5.1.2*. Значения нормированной входной и выходной мощностей указывают вместе с длительностью поглощения или отдачи мощности.

Входная и выходная мощности могут быть активными *(P)*, реактивными *(Q)* и полными *(S)* мощностями. В зависимости от вида приложений СНЭЭ указывают требуемые из этих трех параметров.

5.2.2.2 Активная входная мощность

Нормированная активная входная мощность СНЭЭ — это максимальная постоянная мощность в ТПН, которая может быть поглощена системой в течение определенного периода времени, начиная с минимальной СЗ. Направление потока активной входной мощности принимают отрицательным в соответствии с *ГОСТ Р 58092.1* (см. рисунок 4).

Нормированная активная выходная мощность СНЭЭ — это максимальная постоянная мощность в ТПН, которая может быть отдана системой в течение определенного периода времени, начиная с полностью заряженного состояния. Направление потока активной выходной мощности принимают положительным в соответствии с *ГОСТ Р 58092.1* (см. рисунок 4).

В зависимости от вида приложения СНЭЭ (см. таблицу 1) задают разные диаграммы мощностей и определяют показатели входной и выходной мощностей, а также время, в течение которого СНЭЭ должна быть способна поглощать или отдавать постоянную мощность.

Для конкретных приложений могут дополнительно устанавливаться требования к рабочим параметрам входной и выходной мощностей. Примером могут служить кратковременные входная и выходная мощности. Кратковременная входная и выходная мощность — максимальная мощность в ТПН,

которая может быть поглощена или, соответственно, отдана СНЭЭ в течение определенного периода времени (как правило, менее 5 мин). Конкретные условия, такие как длительность обеспечения кратковременных входной и выходной мощностей, определяют, как правило, по соглашению между поставщиком и заказчиком системы.

5.2.2.3 Реактивная мощность

Нормированная реактивная мощность СНЭЭ — это максимальная постоянная реактивная мощность в ТПН, которая может быть непрерывно отдана или поглощена системой.

Направление потока реактивной мощности определяют в соответствии с *ГОСТ Р 58092.1* (см. рисунок 4).

5.2.2.4 Полная мощность

Полная мощность СНЭЭ — это *векторная* сумма активной и реактивной мощностей системы в ТПН.

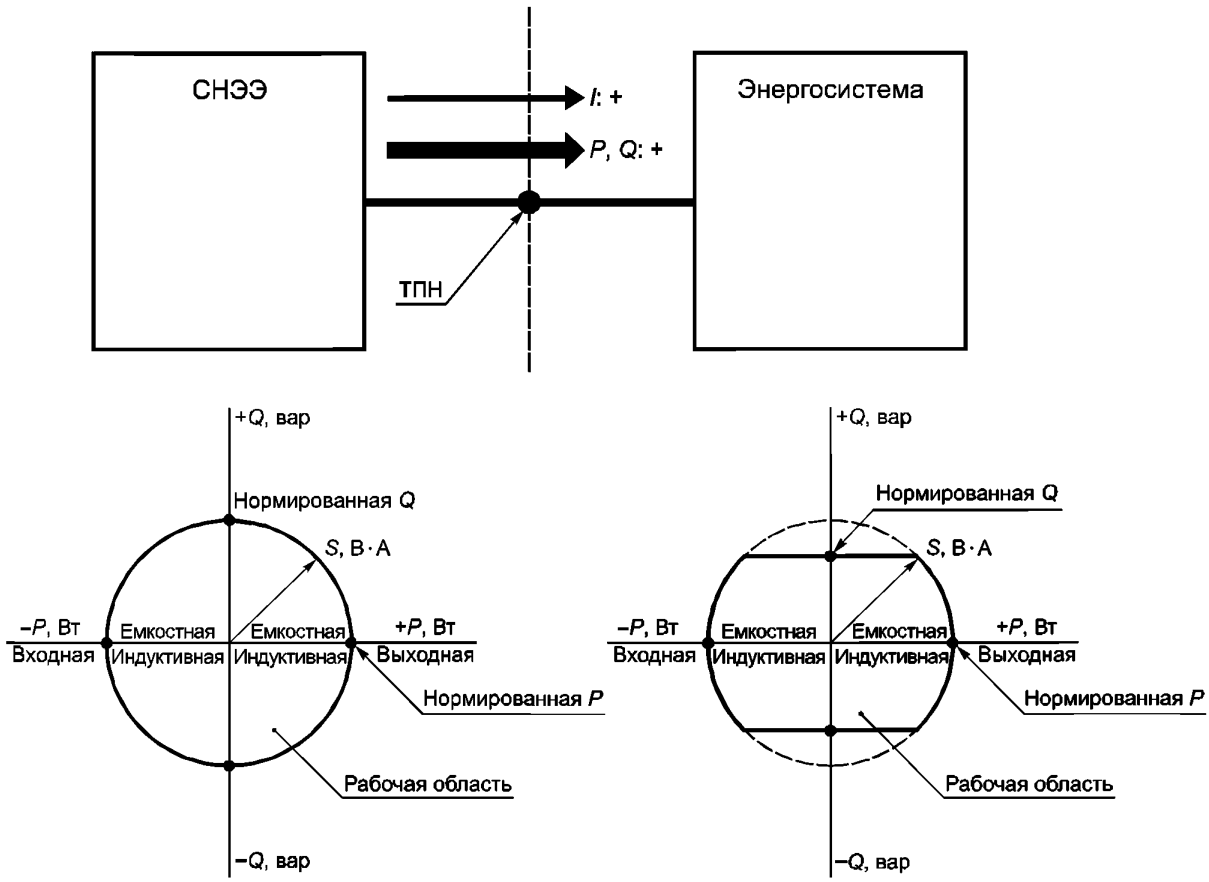

Рисунок 4 — Правило определения направления потоков активной и реактивной мощностей

Примечание — На рисунке 4 приведены правила определения направления потоков активной и реактивной мощностей. Диаграммы мощности представлены для случаев равенства входной и выходной мощностей.

5.2.3 Эффективность заряда-разряда

Эффективность заряда-разряда СНЭЭ — это отношение полной выходной энергии к полной входной энергии в течение одного цикла заряда-разряда системы при нормированных входной и выходной мощностях. Эффективность заряда-разряда следует вычислять как энергоэффективность в цикле заряда от полностью разряженного состояния до полностью заряженного, с последующим разрядом до полностью разряженного состояния. Эффективность заряда-разряда зависит от фактической энергоемкости, нормированных активных входной и выходной мощностей, мощности потребления вспомогательной подсистемы, а также от условий проведения испытаний по 5.1.3.

Для СНЭЭ с архитектурой, приведенной на рисунке 2, эффективность заряда-разряда η_{rt} рассчитывают по формуле

$$\eta_{rt} = \frac{E_o}{E_I}. \quad (1)$$

Для СНЭЭ с архитектурой, приведенной на рисунке 3, эффективность заряда-разряда η_{rt} рассчитывают по формуле

$$\eta_{rt} = \frac{E_o - E_{aux_o}}{E_I + E_{aux_I}}, \quad (2)$$

где E_o — полная выходная энергия, измеренная в основной ТПН, с учетом потерь энергии, включая потери на преобразование и потери энергии, используемой вспомогательной подсистемой, как показано на рисунке 2;

E_I — полная входная энергия, измеренная в основной ТПН;

E_{aux_o} — потребление энергии вспомогательной подсистемой, измеренное во вспомогательной ТПН во время отдачи энергии, как показано на рисунке 3;

E_{aux_I} — потребление энергии вспомогательной подсистемой, измеренное во вспомогательной ТПН во время поглощения энергии, как показано на рисунке 3.

5.2.4 Расчетный срок службы

Расчетный срок службы СНЭЭ — момент времени, в который происходит ухудшение любого из нижеперечисленных параметров до уровней, установленных в технических условиях конкретной системы в качестве значения показателей в конце срока службы:

- *фактическая* энергоемкость при нормированной мощности;
- входная и выходная мощности во время заряда и разряда системы в течение определенного периода времени;
- отклик системы.

Характеристики ухудшения параметров вследствие старения или циклов заряда и разряда рассматривают как одни из важнейших рабочих характеристик для вычисления расчетного срока службы СНЭЭ. Для обеспечения требуемого срока службы СНЭЭ при расчете начальной фактической энергоемкости на стадии проектирования необходимо учитывать снижение энергоемкости в зависимости от вида приложения и условий эксплуатации.

Примечание — В отдельных случаях в качестве нормированных могут приниматься значения показателей в конце срока службы.

5.2.5 Отклик системы

5.2.5.1 Время отклика СНЭЭ на единичное ступенчатое возмущение — период времени между моментом T_0, когда система, находящаяся в состоянии ожидания, получает уставку (или когда параметр энергосистемы изменяется достаточно для вызова отклика системы) и моментом T_3, когда активная мощность СНЭЭ в ТПН достигает значения в пределах 2 % от значения уставки (см. рисунок 5). Точное определение момента T_0 должно быть согласовано между поставщиком и заказчиком системы. Типовой уставкой для определения времени отклика на единичное ступенчатое возмущение является значение нормированной входной или выходной мощности.

Если для системы установлено значение нормированной реактивной мощности, то время отклика на единичное ступенчатое возмущение также определяют при:

- нормированной входной или выходной реактивной мощности;
- нормированной входной или выходной полной мощности (при разных соотношениях активной и реактивной мощностей);
- других уставках по мощности ниже нормированной.

5.2.5.2 Скорость изменения выходной переменной СНЭЭ — средняя скорость изменения активной мощности в единицу времени между моментами времени T_2 и T_1 (см. рисунок 5), *RR, Вт/с, которую определяют по формуле*

$$RR = \frac{P(T_2) - P(T_1)}{T_2 - T_1}, \quad (3)$$

где T_1 — момент времени, в который активная мощность в ТПН становится выше значения *10 %* уставки;

T_2 — момент времени, в который активная мощность в ТПН становится выше значения *90 %* уставки.

Типовыми уставками для определения скорости изменения выходной переменной являются нормированные входная и выходная мощности соответственно. В случае если для определения скорости изменения выходной переменной требуется рассмотрение нелинейных характеристик или переходных процессов во время смены режима, например заряд-разряд-заряд, определение скорости изменения выходной переменной должно быть согласовано между поставщиком и заказчиком системы.

Если для системы установлено значение нормированной реактивной мощности, то скорость изменения выходной переменной также определяют при:

- нормированной входной или выходной реактивной мощности;
- нормированной входной или выходной полной мощности (при разных соотношениях активной и реактивной мощностей);
- других уставках по мощности ниже нормированной.



Рисунок 5 — Время отклика на единичное ступенчатое возмущение и скорость изменения выходной переменной СНЭЭ

5.2.6 Мощность потребления вспомогательной подсистемы

Мощность потребления вспомогательной подсистемы СНЭЭ — это мощность, необходимая для работы вспомогательной подсистемы, которую измеряют или оценивают с учетом параметров подсистемы преобразования энергии для следующих пяти случаев:

a) активная мощность 0 Вт, реактивная мощность 0 вар;

b) нормированная активная выходная мощность;

c) нормированная активная входная мощность;

d) нормированная реактивная выходная мощность (если для системы установлено нормированное значение реактивной мощности);

e) нормированная реактивная входная мощность (если для системы установлено нормированное значение реактивной мощности).

В случае если вспомогательная подсистема подключена к вспомогательной ТПН, мощность потребления вспомогательной подсистемы измеряют как входную мощность во вспомогательной ТПН.

Мощность потребления вспомогательной подсистемы определяют в условиях проведения испытаний по 5.1.3.

5.2.7 Саморазряд

Саморазряд СНЭЭ — это потери энергии системы в остановленном состоянии за стандартный период времени. Стандартные периоды измерения саморазряда СНЭЭ составляют 1 ч, 1 сут или 1 нед. Потребление энергии вспомогательной подсистемой не учитывают.

5.2.8 Нормированный диапазон напряжений

Нормированный диапазон напряжений СНЭЭ — это диапазон значений напряжения в ТПН, в котором система должна оставаться подключенной к сети.

Примечание — Для обеспечения функциональности верхний (нижний) предел нормированного диапазона напряжений СНЭЭ должен быть выше наибольшего (ниже наименьшего) напряжения сети соответствующего номинального напряжения по ГОСТ 29322 с учетом отклонений напряжения от номинального по ГОСТ 32144.

Номинальное напряжение СНЭЭ находится между нижним (U_{min}) и верхним (U_{max}) пределами нормированного диапазона напряжений.

Примечание — Значения номинальных и наибольших рабочих напряжений СНЭЭ, функционирующих в Единой энергетической системе России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах, должны соответствовать ГОСТ Р 57382.

5.2.9 Нормированный диапазон частот

Нормированный диапазон частот СНЭЭ — диапазон значений частоты в ТПН, в котором система должна оставаться подключенной к сети.

Примечание — Работа СНЭЭ, функционирующих в составе энергосистемы, должно обеспечиваться в диапазонах частот электрического тока, установленных пунктом 110 правил [1] для генерирующего оборудования электрических станций.

Номинальная частота СНЭЭ находится между нижним (f_{min}) и верхним (f_{max}) пределами нормированного диапазона частот.

6 Виды и методы испытаний

6.1 Общие положения

В настоящем разделе определены виды испытаний и методы для определения рабочих характеристик СНЭЭ на соответствие требованиям по безопасности, надежности, рабочим характеристикам, функциональности и взаимосвязи систем.

В подразделе 6.2 установлены виды и методы испытаний для определения параметров установок, которым подвергают каждую СНЭЭ.

В подразделе 6.3 установлены виды и методы испытаний для определения рабочих характеристик СНЭЭ, которые относятся к разным классам приложений.

В подразделе 6.4 установлены виды и методы испытаний системы при вводе в эксплуатацию, проводимые для подтверждения соответствия СНЭЭ, которые следует проводить в дополнение к испытаниям по определению параметров установок и рабочих характеристик. *По требованию заказчика могут быть проведены также дополнительные испытания в части подтверждения заявляемых характеристик и влияния функционирования СНЭЭ в различных режимах работы на режимы работы энергосистемы.*

Характеристики и рабочие параметры СНЭЭ измеряют и определяют в ТПН.

В случае если СНЭЭ физически невозможно испытать целиком, выполнение испытаний подтверждают результатами испытаний, выполненными на всех ее модулях. В этом случае схема проведения, условия и методы испытаний для каждого модуля СНЭЭ должны соответствовать методам испытаний *СНЭЭ целиком, если иное не установлено для конкретных видов испытаний.*

Если по условиям работы энергосистемы или наличия доступной мощности непосредственно провести испытания СНЭЭ, подключенной к сети, невозможно, по соглашению между поставщиком и заказчиком системы допускается выполнять испытания на модели энергосистемы или при помощи испытательной установки методом взаимной нагрузки (см. приложение С). Испытания на модели энергосистемы допустимо выполнять только в случае, если на ней подтверждена воспроизводимость параметров энергосистемы.

6.2 Испытания для определения значений параметров установок

6.2.1 Испытание для определения фактической энергоемкости

Фактическую энергоемкость СНЭЭ определяют при нормированной мощности в условиях проведения испытаний по 5.1.3 и при кратковременной входной мощности, если определение данного параметра необходимо, а также при других значениях мощностей, отличных от нормированных. Энергоемкость определяют как произведение нормированной выходной мощности на длительность отдачи этой нормированной мощности. Значения выходной мощности СНЭЭ измеряют в ТПН при помощи откалиброванных ваттметров. Испытание выполняют в последовательности, изложенной ниже. Фактическую

энергоемкость в зависимости от архитектуры рассчитывают по формуле (4) или (5), после чего сравнивают полученное значение со значением номинальной энергоемкости.

a) СНЭЭ разряжают до полностью разряженного состояния в соответствии с техническими условиями и руководством по эксплуатации на конкретную СНЭЭ;

b) СНЭЭ заряжают до полностью заряженного состояния при нормированной входной мощности в соответствии с техническими условиями и руководством по эксплуатации на конкретную СНЭЭ;

c) СНЭЭ разряжают до полностью разряженного состояния при нормированной *выходной* мощности в соответствии с техническими условиями и руководством по эксплуатации на конкретную СНЭЭ (включая необходимые паузы между поглощением и отдачей мощности). Во время разряда измеряют и регистрируют постоянную выходную мощность, длительность ее отдачи и потребление энергии вспомогательной подсистемой. Фактическую энергоемкость E_o, Вт · ч, для СНЭЭ с архитектурой по рисунку 2 рассчитывают следующим образом:

$$E_o = \sum_{i=1}^{n} P_{O_i} \Delta t, \tag{4}$$

где P_{O_i} — активная выходная мощность в момент времени i, измеренная в ТПН, Вт;

Δt — шаг дискретизации измерений по времени, ч;

n — время разряда, ч.

Фактическую энергоемкость E_o, Вт · ч, для СНЭЭ с архитектурой по рисунку 3 рассчитывают следующим образом:

$$E_o = \sum_{i=1}^{n} P_{O_i} \Delta t - E_{aux_o}. \tag{5}$$

Примечание — Фактическая энергоемкость СНЭЭ, измеренная *при приемо-сдаточных испытаниях,* должна быть не менее номинальной.

6.2.2 Испытания для определения диаграммы мощности

6.2.2.1 Испытания при нормированных входной и выходной мощностях СНЭЭ выполняют для подтверждения того, что СНЭЭ может поглощать или, соответственно, отдавать нормированную постоянную мощность в ТПН в течение определенного времени. Эти испытания проводят в соответствии с порядком испытания для определения фактической энергоемкости по 6.2.1, как указано ниже, а также в случае необходимости при других уровнях доступной энергии. Отклонения всех измерений входной и выходной мощностей должны находиться в пределах ± 2 % от нормированной мощности.

6.2.2.2 Испытание при активной мощности

a) Испытание при активной входной мощности

Должно быть подтверждено, что СНЭЭ способна поглощать (использовать для заряда) постоянную мощность в течение определенного периода времени в соответствии с методом, изложенным ниже. При проведении этого испытания в качестве значения постоянной мощности следует использовать значение нормированной входной активной мощности СНЭЭ.

1) на шаге b) испытания для определения фактической энергоемкости по 6.2.1 СНЭЭ заряжают при нормированной мощности;

2) измеряют входную мощность и длительность заряда;

3) сравнивают измеренные значения активной входной мощности и длительности заряда с проектными параметрами установки.

b) Испытание при активной выходной мощности

Должно быть подтверждено, что СНЭЭ способна отдавать постоянную мощность в ТПН в течение определенного периода времени в соответствии с методом, изложенным ниже. При проведении этого испытания в качестве значения постоянной мощности следует использовать значение нормированной выходной активной мощности СНЭЭ.

1) на шаге c) испытания для определения фактической энергоемкости по 6.2.1 СНЭЭ отдает постоянную нормированную мощность;

2) измеряют выходную мощность и длительность разряда;

3) сравнивают измеренные значения активной выходной мощности и длительности разряда с проектными параметрами установки.

Если между испытаниями a) и b) необходима пауза, ее длительность измеряют и регистрируют.

6.2.2.3 Испытание при реактивной мощности

В случае если для системы установлено нормированное значение реактивной мощности, испытание выполняют следующим образом:

- задают уставку по активной мощности системы равной 0;
- задают уставку по реактивной мощности системы равной положительной нормированной реактивной мощности и поддерживают указанное значение в течение 1 мин. Измеряют значение реактивной мощности в ТПН;
- задают уставку по реактивной мощности системы равной отрицательной нормированной реактивной мощности и поддерживают указанное значение в течение 1 мин. Измеряют значение реактивной мощности в ТПН.

6.2.2.4 Испытание при полной мощности

Данное испытание выполняют, если для СНЭЭ установлено нормированное значение *полной* мощности.

Работоспособность при полной мощности может быть подтверждена по результатам испытаний при активной и реактивной мощностях, т. к. испытания при нормированных активной и реактивной мощностях можно рассматривать в качестве частных случаев испытания при полной мощности. Пример типовых контрольных точек показан на рисунке 6 цифрами 1, 2, 3 и 4.

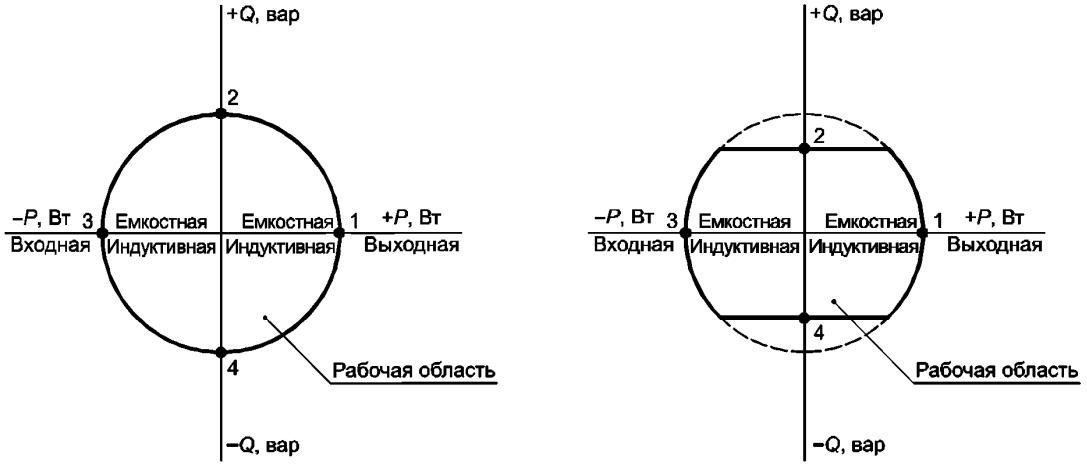

Рисунок 6 — Типовые контрольные точки для испытания при полной мощности

6.2.3 Испытание для определения эффективности заряда-разряда

Испытание для определения эффективности заряда-разряда выполняют для определения количества энергии, которое СНЭЭ может отдать, по отношению к количеству энергии, поглощенной ею во время предшествующего заряда, и разряде в условиях проведения испытаний по 5.1.3.

Это испытание проводят в соответствии с методом испытания для определения фактической энергоемкости. По результатам выполнения цикла полное количество отдаваемой системой в ТПН энергии должно быть равным энергоемкости системы.

Испытание для определения эффективности заряда-разряда выполняют по методу [перечисления a) — c) 6.2.1] при нормированных активных входных и выходных мощностях.

Эффективность заряда-разряда η_{rt} вычисляют по формулам (1) и (2), приведенным в *5.2.3*, для *N* циклов (не менее двух) на основании данных, полученных по результатам испытаний по 6.2.1, с учетом возможной мощности потребления вспомогательной подсистемы от вспомогательной ТПН в периоды простоя или пауз.

Результаты испытания представляют по форме *таблицы 3*. *Таблицу 3* дополняют строками при выполнении дополнительных циклов помимо минимально требуемых двух. Для всех измеренных величин рассчитывают средние значения, на основе которых вычисляют эффективность заряда-разряда.

Таблица 3 — Форма представления результатов испытания для определения η_{rt}

	E_o, Вт·ч	E_i, Вт·ч	E_{aux_i}, Вт·ч	E_{aux_o}, Вт·ч	Эффективность заряда-разряда η_{rt}, %
Испытание 1					
Испытание 2					
Среднее значение					

6.2.4 Определение расчетного срока службы

Для определения срока службы СНЭЭ используют характеристики ухудшения вследствие старения или выполнения циклов заряда-разряда таких рабочих параметров СНЭЭ, как энергоемкость, входная и выходная мощности в процессе заряда и разряда, а также время отклика на единичное ступенчатое возмущение (см. 5.2.4), которые зависят от комплекса условий эксплуатации СНЭЭ, таких как вид приложения, рабочие температуры или давление и т. д. Определение расчетного срока службы СНЭЭ не стандартизовано, однако, для того чтобы оценить расчетный срок службы, в технических условиях на СНЭЭ следует указывать значения показателей, перечисленных в 5.2.4, в конце срока службы.

Для оценки срока службы СНЭЭ поставщик системы должен предоставить данные об исходных значениях рабочих параметров и их ухудшении, как указано в 5.2.4 и настоящем разделе.

6.2.5 Измерение времени отклика и скорости изменения выходной переменной

Время отклика СНЭЭ измеряют в соответствии с 5.2.5 и методом, изложенным ниже. СНЭЭ должна поглощать или отдавать активную мощность в соответствии с уставкой, настроенной на нормированную входную или выходную мощность. Уставку и входную или выходную мощность в ТПН фиксируют при помощи системы сбора данных через равные интервалы времени с требуемым временным разрешением.

Для проведения испытаний:

a) заряжают или разряжают СНЭЭ до СЗ 50 %;

b) задают уставку равной нулю. Уставку не меняют до тех пор, пока выходная мощность не составит (0 ± 2) % от нормированной входной мощности;

c) изменяют уставку на нормированную входную мощность. Уставку не меняют до тех пор, пока активная мощность в ТПН не достигнет уровня в пределах 2 % от нормированной входной мощности. Время отклика на единичное ступенчатое возмущение и скорость изменения выходной переменной регистрируют под условными обозначениями SRT_1 и RR_1 соответственно;

d) задают уставку равной нулю. Уставку не меняют до тех пор, пока активная мощность в ТПН не достигнет уровня (0 ± 2) % от нормированной входной мощности. Время отклика на единичное ступенчатое возмущение и скорость изменения выходной переменной регистрируют под условными обозначениями SRT_2 и RR_2 соответственно;

e) заряжают или разряжают СНЭЭ до СЗ 50 % или до значения энергоемкости, согласованной между поставщиком и заказчиком СНЭЭ;

f) изменяют уставку на нормированную выходную мощность. Уставку не меняют до тех пор, пока активная мощность в ТПН не достигнет уровня в пределах 2 % от нормированной выходной мощности. Время отклика на единичное ступенчатое возмущение и скорость изменения выходной переменной регистрируют под условными обозначениями SRT_3 и RR_3 соответственно;

g) задают уставку равной нулю. Уставку не меняют до тех пор, пока активная мощность в ТПН не достигнет уровня (0 ± 2) % от нормированной выходной мощности. Время отклика на единичное ступенчатое возмущение и скорость изменения выходной переменной регистрируют под условными обозначениями SRT_4 и RR_4 соответственно.

Рисунок 7a) иллюстрирует этапы от b) до g), этап a) не показан. На рисунке 7b) показан этап c), на рисунке 7c) — этап d), на рисунке 7d) — этап f) и на рисунке 7e) — этап g).

Как указано в 5.2.5 и показано на рисунке 7b), скорость изменения выходной переменной RR_1 СНЭЭ представляет собой отношение разности значений активной мощности в моменты времени T_{2b} и T_{1b} к интервалу времени между моментами времени T_{2b} и T_{1b}. Время отклика на единичное ступенчатое возмущение SRT_1 представляет собой интервал времени между моментами времени T_{3b} и T_{0b}. T_{0b} — момент времени, в который СНЭЭ получает значение уставки. T_{1b} — момент времени, в который активная мощность в ТПН становится выше 10 % от нормированной входной мощности. T_{2b} — момент времени, в который активная мощность в ТПН становится выше 90 % от нормированной входной

мощности. T_{3b} — момент времени, в который активная мощность в ТПН достигает уровня ± 2 % от целевого значения нормированной входной мощности.

Как указано в 5.2.5 и показано на рисунке 7c), скорость изменения выходной переменной RR_2 СНЭЭ представляет собой отношение разности значений активной мощности в моменты времени T_{2c} и T_{1c} к интервалу времени между моментами времени T_{2c} и T_{1c}. Время отклика на единичное ступенчатое возмущение SRT_2 представляет собой интервал времени между моментами времени T_{3c} и T_{0c}. T_{0c} — момент времени, в который СНЭЭ получает значение уставки. T_{1c} — момент времени, в который активная мощность в ТПН становится ниже 90 % от нормированной входной мощности. T_{2c} — момент времени, в который активная мощность в ТПН становится ниже 10 % от нормированной входной мощности. T_{3c} — момент времени, в который активная мощность в ТПН достигает уровня ± 2 % от целевого значения нормированной входной мощности.

Как указано в 5.2.5 и показано на рисунке 7d), скорость изменения выходной переменной RR_3 СНЭЭ представляет собой отношение разности значений активной мощности в моменты времени T_{2d} и T_{1d} к интервалу времени между моментами времени T_{2d} и T_{1d}. Время отклика на единичное ступенчатое возмущение SRT_2 представляет собой интервал времени между моментами времени T_{3d} и T_{0d}. T_{0d} — момент времени, в который СНЭЭ получает значение уставки. T_{1d} — момент времени, в который активная мощность в ТПН становится выше 10 % от нормированной выходной мощности. T_{2d} — момент времени, в который активная мощность в ТПН становится выше 90 % от нормированной выходной мощности. T_{3d} — момент времени, в который активная мощность в ТПН достигает уровня ± 2 % от целевого значения нормированной выходной мощности.

Как указано в 5.2.5 и показано на рисунке 7e), скорость изменения выходной переменной RR_4 СНЭЭ представляет собой отношение разности значений активной мощности в моменты времени T_{2e} и T_{1e} к интервалу времени между моментами времени T_{2e} и T_{1e}. Время отклика на единичное ступенчатое возмущение SRT_2 представляет собой интервал времени между моментами времени T_{3e} и T_{0e}. T_{0e} — момент времени, в который СНЭЭ получает значение уставки. T_{1e} — момент времени, в который активная мощность в ТПН становится ниже 90 % от нормированной выходной мощности. T_{2e} — момент времени, в который активная мощность в ТПН становится ниже 10 % от нормированной выходной мощности. T_{3e} — момент времени, в который активная мощность в ТПН достигает уровня ± 2 % от целевого значения нормированной выходной мощности.

Скорость сбора данных должна минимум в два раза превышать отношение полной нормированной мощности к скорости изменения выходной переменной системы.

В испытании для определения отклика системы, показанном на рисунке 7a), регистрируют четыре значения времени отклика на единичное ступенчатое возмущение (SRT_1, SRT_2, SRT_3, SRT_4) и четыре скорости изменения выходной переменной (RR_1, RR_2, RR_3, RR_4). Для приложений обеспечения устойчивости энергосистемы при определении T_{0b}, T_{0c}, T_{0d} и T_{0e} учитывают дополнительное время между моментом регистрации параметра энергосистемы (частоты, напряжения) и моментом задания уставки системой контроля и управления СНЭЭ.

Настоящее испытание повторяют не менее трех раз.

6.2.6 Испытание для определения мощности потребления вспомогательной подсистемы

Во время испытания мощность потребления вспомогательной подсистемы СНЭЭ измеряют и оценивают в подключенном к ТПН состоянии в стандартных условиях испытаний по *5.1.3* для следующих рабочих условий:

a) состояние ожидания (активную мощность подсистемы преобразования энергии поддерживают на уровне 0 Вт, а реактивную мощность — на уровне 0 вар);

b) нормированная выходная активная мощность;

c) нормированная входная активная мощность;

d) нормированная реактивная выходная мощность (если для системы установлено нормированное значение реактивной мощности);

e) нормированная реактивная входная мощность (если для системы установлено нормированное значение реактивной мощности).

Если вспомогательная подсистема подключена к основной ТПН (см. рисунок 2), мощность потребления вспомогательной подсистемы измеряют в точке питания вспомогательной подсистемы.

Если вспомогательная подсистема подключена к вспомогательной ТПН (см. рисунок 3), мощность потребления вспомогательной подсистемы измеряют как входную мощность во вспомогательной ТПН.

Перед измерением СНЭЭ заряжают или разряжают до СЗ 50 % или до значения энергоемкости, согласованного между поставщиком и заказчиком системы.

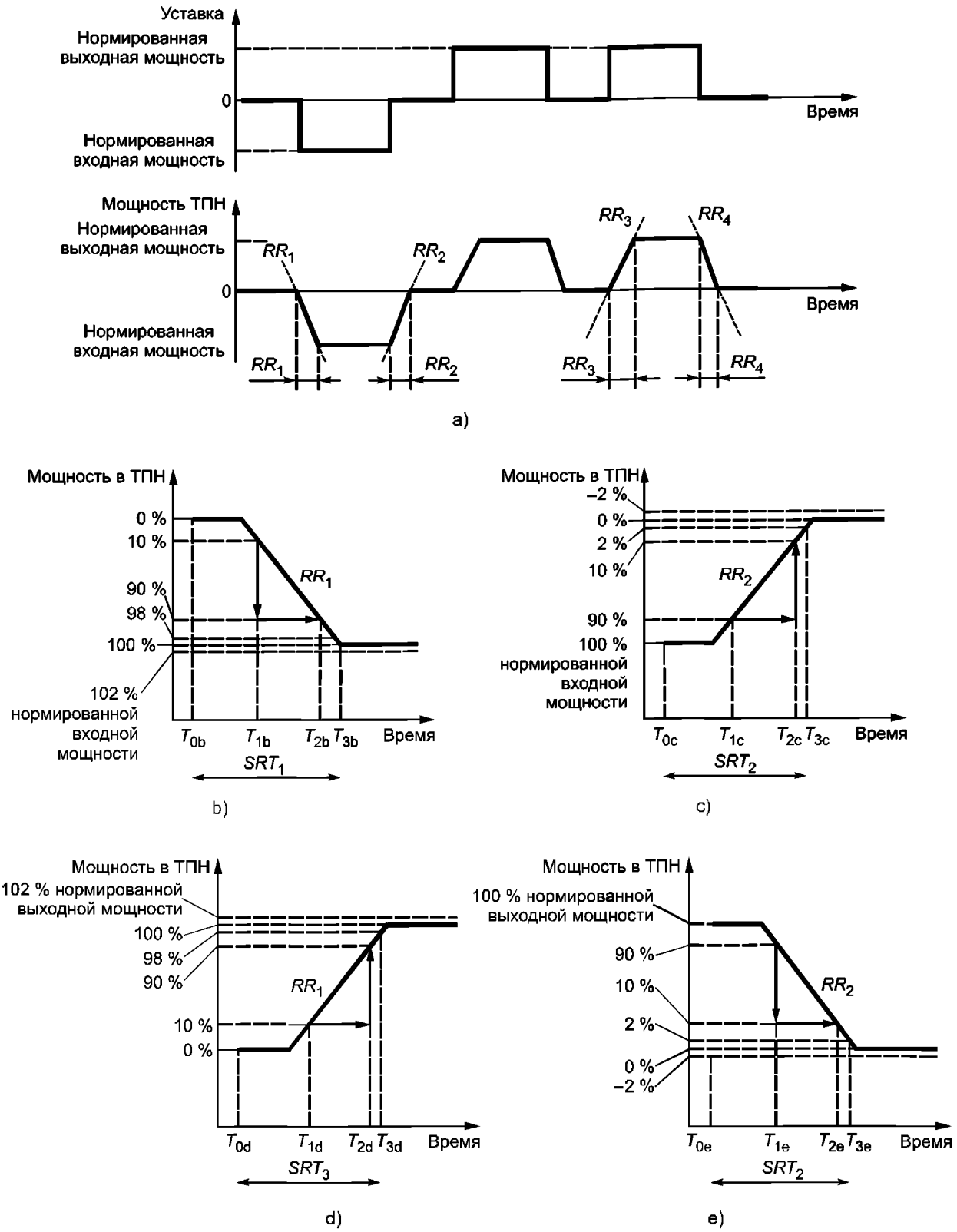

Рисунок 7 — Испытание для определения отклика системы

Измерения для условий по перечислению a) — e) регистрируют в качестве независимых параметров.

Отклонения входной и выходной мощностей должны находиться в пределах ± 2 % от значения нормированной мощности.

6.2.7 Испытание для определения саморазряда

Испытание для определения саморазряда СНЭЭ выполняют следующим образом:

a) заряжают или разряжают СНЭЭ до СЗ 100 % или до значения энергоемкости, согласованного между поставщиком и заказчиком системы;

b) отключают и оставляют подсистему преобразования энергии СНЭЭ в отключенном состоянии в течение периода измерения саморазряда СНЭЭ. Период измерения саморазряда СНЭЭ выбирают из ряда: 1 ч, 1 сут или 1 нед и указывают в отчете об испытаниях;

c) после периода измерения саморазряда заряжают СНЭЭ до уровня начальной энергоемкости, при этом измеряя входную энергию в ТПН. Потеря энергии в результате саморазряда числено равна разности измеренной входной энергии в ТПН и произведения мощности потребления вспомогательной подсистемы на длительность периода заряда до уровня начальной энергоемкости;

d) если в СНЭЭ есть средства контроля доступной энергии, потерю энергии в результате саморазряда определяют как разность доступных энергий до и после выполнения этапа b) вместо выполнения этапа c);

e) саморазряд СНЭЭ вычисляют как отношение потери энергии в результате саморазряда, измеренной на этапе c) или d) к периоду измерения саморазряда.

Если заказчик планирует эксплуатировать СНЭЭ в условиях окружающей среды, в которых скорость саморазряда СНЭЭ будет повышенной, поставщик системы должен предоставить информацию о саморазряде СНЭЭ в этих условиях.

6.2.8 Испытания для определения нормированных диапазонов напряжений и частот

Испытание для проверки стабильности работы СНЭЭ в нормированных диапазонах напряжений и частот выполняют следующим образом.

Во время испытаний частоту, напряжение и активную мощность регистрируют в ТПН. Отклонения всех измерений входной и выходной мощностей должны находиться в пределах ± 2 % от нормированной мощности.

a) Испытание 1: $U = U_{min}$, $f = f_{min}$ при постоянной нормированной активной выходной мощности

1) заряжают или разряжают СНЭЭ до уровня СЗ 50 % или до значения энергоемкости, согласованного между поставщиком и заказчиком системы;

2) устанавливают напряжение в ТПН на уровне U_{min}, а частоту в ТПН — f_{min};

3) должно быть подтверждено, что СНЭЭ может отдавать нормированную активную мощность в ТПН в течение 5 мин или в течение периода времени, согласованного между поставщиком и заказчиком системы.

b) Испытание 2: $U = U_{max}$, $f = f_{max}$ при постоянной нормированной активной выходной мощности

1) заряжают или разряжают СНЭЭ до СЗ 50 % или до значения энергоемкости, согласованного между поставщиком и заказчиком системы;

2) устанавливают напряжение в ТПН на уровне U_{max}, а частоту в ТПН — f_{max};

3) должно быть подтверждено, что СНЭЭ может отдавать нормированную активную мощность в ТПН в течение 5 мин или в течение периода времени, согласованного между поставщиком и заказчиком системы.

c) Испытание 3: $U = U_{min}$, $f = f_{min}$ при постоянной нормированной активной входной мощности

1) заряжают или разряжают СНЭЭ до СЗ 50 % или до значения энергоемкости, согласованного между поставщиком и заказчиком системы;

2) устанавливают напряжение в ТПН на уровне U_{min}, а частоту в ТПН — f_{min};

3) должно быть подтверждено, что СНЭЭ может поглощать нормированную активную мощность в ТПН в течение 5 мин или в течение периода времени, согласованного между поставщиком и заказчиком системы.

d) Испытание 4: $U = U_{max}$, $f = f_{max}$ постоянной нормированной активной входной мощности

1) заряжают или разряжают СНЭЭ до СЗ 50 % или до значения энергоемкости, согласованного между поставщиком и заказчиком системы,

2) устанавливают напряжение в ТПН на уровне U_{max}, а частоту в ТПН — f_{max};

3) должно быть подтверждено, что СНЭЭ может поглощать нормированную активную мощность в ТПН в течение 5 мин или в течение периода времени, согласованного между поставщиком и заказчиком системы.

Если невозможно провести непосредственно испытания СНЭЭ, подключенной к сети в ТПН, из-за ограничений в части вопросов устойчивости энергосистемы или наличия доступной мощности, применяют один из следующих методов испытаний или расчетов:

- испытания на модели энергосистемы;
- испытания и расчет модуля СНЭЭ;
- расчет с использованием данных испытаний каждого компонента или модуля СНЭЭ.

6.3 Испытания для определения рабочих характеристик

6.3.1 Общие положения

В настоящем разделе установлены методы испытаний для определения рабочих характеристик в зависимости от вида приложения.

Виды испытаний для определения рабочих характеристик для каждого класса указаны в *таблице 4*. Если СНЭЭ выполняет приложения, относящиеся к разным классам, необходимо проведение всех испытаний, относящихся к затрагиваемым классам.

Таблица 4 — Виды испытаний для определения рабочих характеристик

Контролируемый параметр или режим	Класс А	Класс В	Класс С
Эффективность цикла заряда-разряда	Применимо	Применимо	—
Уменьшение колебаний мощности	Применимо	—	—
Выходное напряжение при пуске из полностью обесточенного состояния	—	—	Применимо

6.3.2 Испытания для определения рабочих характеристик СНЭЭ, выполняющих приложения класса А

6.3.2.1 Для СНЭЭ, выполняющих приложения класса А (регулирование частоты сети, компенсация колебаний мощности, регулирование напряжения в узлах, *смягчение последствий снижения качества питания*, *компенсация реактивной мощности*), проводят испытания для определения эффективности заряда-разряда рабочего цикла и на компенсацию колебаний мощности.

6.3.2.2 Испытание для определения эффективности заряда-разряда рабочего цикла

Длительность рабочего цикла при испытании СНЭЭ, выполняющей приложения класса А, составляет менее 1 ч. Заказчик должен определить требуемый рабочий цикл испытания для определения эффективности заряда-разряда, а само испытание должно быть согласовано между заказчиком и поставщиком системы.

Испытание выполняют следующим образом:

a) СНЭЭ должна располагать требуемым начальным уровнем доступной энергии в соответствии с согласованным рабочим циклом;

b) СНЭЭ подвергают согласованному рабочему циклу;

c) в конце цикла уровень доступной энергии СНЭЭ должен быть равен начальному.

Примечание — Пример рабочего цикла приведен в приложении А.

6.3.2.3 Испытание на компенсацию колебаний мощности

К классу А относят в том числе приложение уменьшения колебаний выходной мощности, вызванных использованием возобновляемых источников энергии (например, фотоэлектрической генерации и ветроэнергетических установок). Своими зарядами и разрядами СНЭЭ способна уменьшать колебания мощности, отдаваемой в энергосистему источниками переменной генерации. Испытание выполняют при помощи системы, создающей колебания или с помощью сигналов, имитирующих ее действие. График колебаний мощности должен быть согласован между поставщиком и заказчиком системы.

Примечание — Пример испытаний на компенсацию колебаний приведен в приложении В.

6.3.3 Испытания для определения рабочих характеристик СНЭЭ, выполняющих приложения класса В

6.3.3.1 Для СНЭЭ, выполняющих приложения класса В, проводят испытания для определения эффективности заряда-разряда рабочего цикла.

6.3.3.2 Испытание для определения эффективности заряда-разряда рабочего цикла

Длительность рабочего цикла при испытании СНЭЭ, выполняющей приложения класса В, составляет более 1 ч. Типовое значение длительности рабочего цикла — 24 ч. Заказчик должен определить требуемый рабочий цикл испытания для определения эффективности заряда-разряда, а само испытание должно быть согласовано между поставщиком и заказчиком системы.

Испытание выполняют следующим образом:

a) СНЭЭ должна располагать требуемым начальным уровнем доступной энергии в соответствии с согласованным рабочим циклом;

b) СНЭЭ подвергают согласованному рабочему циклу;

c) в конце цикла уровень доступной энергии СНЭЭ должен быть равен начальному.

Примечание — Пример рабочего цикла приведен в приложении А.

6.3.4 Испытания для определения рабочих характеристик СНЭЭ, выполняющих приложения класса С

6.3.4.1 Для СНЭЭ, выполняющих приложение класса С (бесперебойное питание), проводят испытание для определения выходного напряжения при пуске из полностью обесточенного состояния.

6.3.4.2 Выходное напряжение при пуске из полностью обесточенного состояния

Испытание выполняют следующим образом:

a) подсистема преобразования энергии должна быть электрически соединена с ТПН, подключенной к испытательной нагрузке. Питание ТПН не должно осуществляться от других источников. При выполнении этого испытания система не должна запитываться от внешних вспомогательных источников питания;

b) в СНЭЭ подают сигнал пуска из полностью обесточенного состояния;

c) регистрируют кривую напряжения в ТПН во время процесса перехода в установившийся режим для определения предельных значений отклонения напряжения в установившемся режиме. Длительность регистрации должна быть согласована между поставщиком и заказчиком системы.

6.4 Испытания при вводе в эксплуатацию

6.4.1 Визуальный осмотр

Необходимо выполнить осмотр всей СНЭЭ, включая установки СНЭЭ, электрооборудование и соединения силовых цепей на подстанциях и в электротехнических помещениях.

Осмотр следует выполнять до постановки СНЭЭ под напряжение.

В ходе осмотра должны быть проверены:

- кожухи частей, находящихся под напряжением, горячих и холодных частей, соблюдение безопасного расстояния между такими частями и персоналом;
- ограждения, перегородки, системы блокировки дверей и смотровых люков, а также таблички с обозначением зон ограниченного доступа;
- система вентиляции (при наличии);
- система пожаротушения (при наличии);
- средства сейсмозащиты (предотвращения ущерба, при наличии);
- средства молниезащиты (при наличии).

6.4.2 Проверка непрерывности проводников, правильности их монтажа и маркировки

Непрерывность проводников *для СНЭЭ низкого напряжения* проверяют визуальным осмотром, испытанием непрерывности и измерением сопротивления изоляции по *ГОСТ Р 50571.16*, *для СНЭЭ на напряжение выше 1 кВ переменного тока или выше 1,5 кВ постоянного тока — по техническим условиям на конкретные СНЭЭ*. При испытании проверяют проводники силовых, контрольных линий, линий управления и защитные проводники.

Также должно быть проверено соответствие маркировки электрических соединений (кабелей, клеммных колодок и соединителей) чертежам и проектной документации.

Для трехфазных систем выполняют проверку последовательности чередования фаз как СНЭЭ, так и сети.

6.4.3 Испытание заземляющего устройства

Должно быть подтверждено соответствие заземляющего устройства СНЭЭ. В частности, должны быть проверены следующие элементы:

- соответствие заземляющего устройства СНЭЭ требованиям *правил [3]*;
- соединения системы уравнивания потенциалов и подключения к зажиму главной заземляющей шины (при наличии);
- правильное подключение заземляющей шины к локальной заземляющей шине;
- индивидуальное присоединение основного оборудования к заземляющей шине;
- присоединение заземляющих проводников к конструкциям через соответствующие соединители для предотвращения коррозии из-за контакта разнородных металлов.

Для СНЭЭ низкого напряжения испытание заземляющего устройства выполняют по *ГОСТ Р 50571.16 и по правилам [3] (пункт 1.8.39)*.

Испытание заземляющего устройства СНЭЭ на напряжение выше 1 кВ переменного тока или выше 1,5 кВ постоянного тока выполняют *по правилам [3] (пункт 1.8.39)*.

6.4.4 Испытание изоляции

Измерение сопротивления изоляции СНЭЭ низкого напряжения выполняют по *ГОСТ Р 50571.16*.

Испытание электрической прочности изоляции СНЭЭ на напряжение выше 1 кВ переменного тока или выше 1,5 кВ постоянного тока выполняют по *техническим условиям на конкретные СНЭЭ*.

6.4.5 Испытание защитных устройств и коммутационного оборудования

Должны быть подтверждены характеристики и/или эффективность защитных устройств и коммутационного оборудования (например, автоматических выключателей или контакторов):

- выполняют визуальный осмотр установленного защитных устройств и коммутационного оборудования;
- проверяют правильность функционирования главных коммутационных устройств совместно с индикатором положения контакта путем ручного включения и отключения устройств;
- выполняют проверку уставок релейной защиты при помощи визуального осмотра и/или испытаний;
- выполняют проверку исправного функционирования соответствующих защитных устройств и коммутационного оборудования, индикаторов неисправностей и систем оповещения об аварийных ситуациях путем подачи имитирующего аналогового сигнала на вход реле или датчиков или путем принудительного пуска реле или датчиков СНЭЭ, модулей, соответствующего оборудования и всех частей подсистемы защиты.

Примечание — Наладку защитных устройств и коммутационного оборудования для СНЭЭ, функционирующих в Единой энергетической системе России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах, подпадающих под действие правил технического обслуживания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики, утвержденных уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, выполняют в соответствии с указанными правилами.

6.4.6 Испытание оборудования и проверка основных функций

6.4.6.1 Испытание пуском и остановом

В ходе испытания должно быть подтверждено, что при подаче команды пуска или останова (вручную и автоматически) СНЭЭ исправно начинает или прекращает поглощать и отдавать мощность.

6.4.6.2 Испытание отключением нагрузки

В ходе испытания должно быть подтверждено, что СНЭЭ безопасно переходит в остановленное состояние или состояние ожидания при отключении автоматического выключателя, через который СНЭЭ подключена к энергосистеме, как в процессе отдачи, так и поглощения нормированной мощности или мощности, определенной соглашением между поставщиком и заказчиком системы. Также должны быть подтверждены исправное функционирование и индикация автоматического выключателя и СНЭЭ, а также величина нарастания напряжения на выводах СНЭЭ.

При невозможности испытания СНЭЭ на месте эксплуатации целиком допускается проведение испытания на модуле СНЭЭ, отключив его.

6.4.6.3 Испытание в рабочем цикле (испытание работы при входной и выходной мощностях)

В ходе испытания должно быть подтверждено, что во время работы СНЭЭ на нормированных входной и выходной мощностях не возникает недопустимых повышений температуры, уровней шума и вибрации.

При невозможности испытания СНЭЭ на месте эксплуатации целиком допускается проведение испытания на модуле СНЭЭ, работающем на его нормированных входной и выходной мощностях.

6.4.6.4 Испытание подсистем измерений, контроля и управления, мониторинга и проверка связи

В ходе испытания должно быть проверено соответствие полярности и правильность настройки измерительного оборудования техническим спецификациям, а также достаточности точности измерений, выполняемых с помощью этого оборудования.

В ходе испытания должны быть проверены правильность и соответствие техническим спецификациям работы подсистем измерений, аварийной сигнализации, индикации неисправностей, выдачи сообщений, контроля и управления, а также мониторинга.

Для подтверждения правильности приема принимающей стороной информации от передающей стороны, а также подтверждения исправного функционирования системы сравнивают сигналы, передаваемые из удаленной точки, с локально отображаемыми значениями. В ходе испытания должно быть подтверждено, что система способна обнаруживать нарушения в работе и надлежащим образом функционировать во время потери связи или отключения питания оборудования связи.

6.4.7 Испытание совместимости подключения к сети

6.4.7.1 Измерение гармонических составляющих тока и напряжения

Настоящее испытание выполняют на заводе или на месте эксплуатации по согласованию между поставщиком и заказчиком.

Для каждого из режимов работы СНЭЭ, а именно режимов нормированной активной входной мощности, мощности 0 %, нормированной активной выходной мощности, следует получить временные ряды измерений мгновенных значений токов трех фаз. Измерения выполняют в соответствии с требованиями *ГОСТ 30804.4.7*. Для каждого режима работы СНЭЭ рассчитывают или измеряют отдельные гармонические составляющие тока до 40-го порядка относительно частоты основной составляющей и суммарный коэффициент гармонических составляющих тока, а результаты заносят в протокол.

Во время испытания измеряют гармонические составляющие напряжения *до 40-го порядка относительно частоты основной составляющей* и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в ТПН, а результаты заносят в протокол.

Требования к гармоническим составляющим тока и напряжения должны быть указаны в технических условиях на конкретные типы СНЭЭ.

6.4.7.2 Испытание на устойчивость к кратковременным провалам напряжения

Если в СНЭЭ реализована функция защиты от временных провалов напряжения, с целью подтвердить способность СНЭЭ надлежащим образом выдерживать такие провалы во время переходных процессов без повреждений и отключения от сети, а также возобновлять отдачу активной и реактивной мощностей в течение установленного периода после восстановления напряжения в соответствии с характеристиками временных провалов напряжения [кривая зависимости напряжения *V(t)*], проводят испытание следующим образом.

Применяют один из следующих методов испытания или расчета:

a) испытание по *ГОСТ Р 54418.21*;

b) испытания на модели энергосистемы;

c) испытания и расчет с помощью модуля СНЭЭ;

d) расчет с использованием данных типовых испытаний каждого компонента или модуля СНЭЭ.

В качестве характеристики временных провалов напряжения используют характеристику способности поддержания рабочего режима при падении напряжения сети, *которая должна быть указана в технических условиях на конкретные типы СНЭЭ.*

6.4.8 Испытание доступной энергии *при нормированной мощности*

В СНЭЭ должны быть предусмотрены средства или устройства для измерения доступной энергии. Доступная энергия *при нормированной мощности* — это энергия, которую СНЭЭ при ее текущем состоянии может отдать в ТПН при нормированной мощности. Полная доступная энергия *при нормированной мощности, измеренная при приемо-сдаточных испытаниях,* принимается в качестве номинальной энергоемкости. Нижний предел содержания энергии, при котором СНЭЭ может отдавать энергию *при нормированной мощности*, называют минимально возможным уровнем энергии.

Испытание для определения доступной энергии *при нормированной мощности* выполняют в условиях проведения испытаний по 5.1.3 по методу, изложенному ниже:

a) СНЭЭ заряжают до полностью заряженного состояния;

b) СНЭЭ разряжают при нормированной мощности. Должна быть подтверждена возможность непрерывного разряда до минимально возможного уровня энергии, *включая его*. Энергию, отданную при разряде, измеряют откалиброванными приборами. Измеренное значение должно соответствовать проектному;

c) СНЭЭ заряжают до других уровней доступной энергии (25 %, 50 % или 75 % от полностью заряженного состояния), в случае если для нормального функционирования СНЭЭ важна точность измерений при промежуточных степенях заряженности;

d) СНЭЭ разряжают при нормированной мощности. Должна быть подтверждена возможность непрерывного разряда до минимально возможного уровня энергии, *включая его*. Энергию, отданную при разряде, измеряют откалиброванными приборами. Должно быть подтверждено, что измеренное значение соответствует ожидаемой доступной энергии системы *при нормированной мощности*;

e) если измерение доступной энергии *при нормированной мощности* выполняют более одного раза, следует повторить указанные выше этапы от a) до d).

6.4.9 Испытание на ЭМС в части помехоустойчивости

Настоящее испытание должно быть проведено *по требованию заказчика.*

Уровни помехоустойчивости в электромагнитной среде *в зависимости от зоны установки СНЭЭ* подтверждают по *ГОСТ 30804.6.1*, *ГОСТ 30804.6.2* и *ГОСТ Р 51317.6.5 или ГОСТ IEC 61000-6-5.*

Приложение А
(справочное)

Рабочий цикл испытания для определения эффективности заряда-разряда

А.1 Общие положения

В приложении А приведены примеры рабочих циклов для приложений СНЭЭ классов А и В.

А.2 Рабочий цикл для приложений класса А

А.2.1 Общие положения

Рабочий цикл в течение периода 1 сут, приведенный в разделе А.2, используют для подтверждения рабочих характеристик СНЭЭ для приложений СНЭЭ класса А. Значения мощностей указаны в относительных единицах от нормированной мощности СНЭЭ.

А.2.2 Рабочий цикл

Должен быть определен рабочий цикл по примеру представленного на рисунке А.1, согласованный между поставщиком и заказчиком.

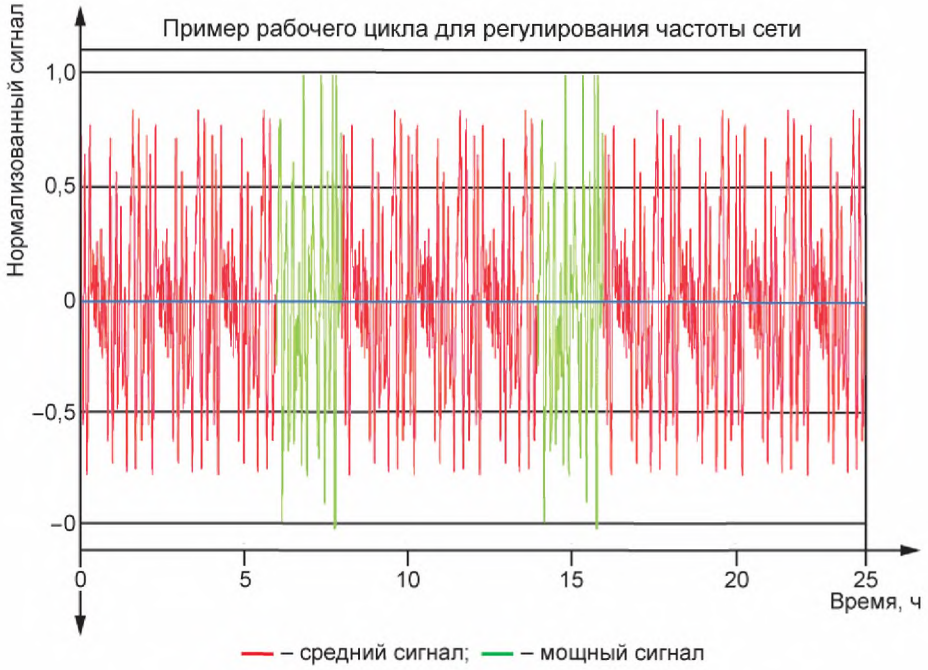

Рисунок А.1 — Рабочий цикл для приложений СНЭЭ класса А

Примечание — Рисунок А.1 и исходные данные для него взяты из [*4*].

А.3 Рабочие циклы для приложений класса В

А.3.1 Общие положения

Рабочие циклы, приведенные в А.3, используют для подтверждения рабочих характеристик СНЭЭ для приложений СНЭЭ класса В. Значения мощностей в циклах нормализованы, чтобы сделать возможным применение профиля рабочего цикла этого вида для разных технологий, независимо от масштаба, типа, возраста и состояния СНЭЭ.

А.3.2 Рабочий цикл

Заказчик должен указать используемый рабочий цикл (например, как на рисунке А.2), который должен быть установлен в соглашении между ним и поставщиком СНЭЭ.

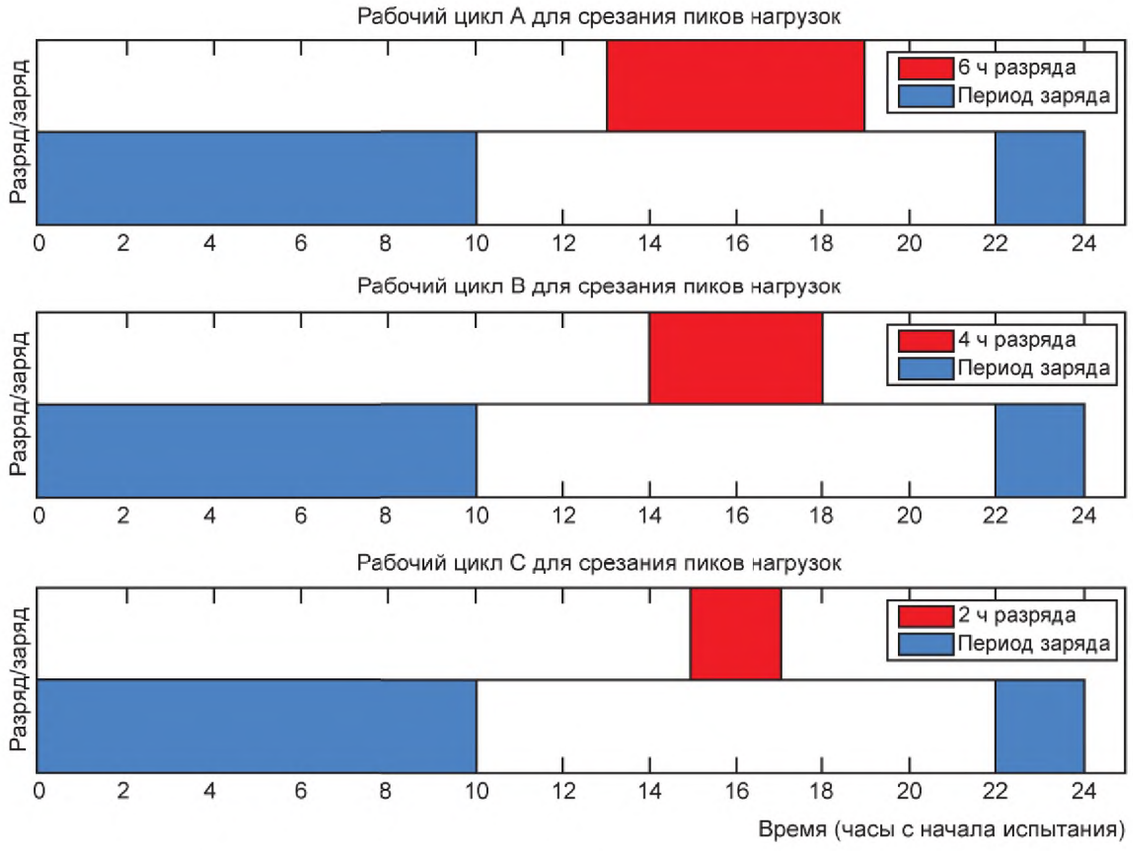

Рисунок А.2 — Рабочие циклы для приложений СНЭЭ класса В

Примечание — Рисунок А.2 взят из [4].

Приложение В
(справочное)

Испытание на компенсацию колебаний мощности

В.1 Общие положения

При подключении к сети возобновляемых источников энергии, особенно фотоэлектрической генерации и ветроэнергетических установок, СНЭЭ необходима для уменьшения колебаний выходной мощности. Своими зарядами и разрядами СНЭЭ способна уменьшать колебания мощности, генерируемые источниками в энергосистему. Испытание на компенсацию колебаний мощности позволяет рассчитать эффективность диспетчерских команд для СНЭЭ, передаваемых СНЭЭ заданий на поглощение и отдачу мощности с целью уменьшения колебаний общей выходной мощности.

В.2 Испытание на компенсацию колебаний мощности

Испытание на компенсацию колебаний мощности выполняют по следующему методу:

a) СНЭЭ подключают к сети и активизируют режим компенсации колебаний мощности (или функцию стабилизации колебаний мощности);

b) возобновляемый источник энергии выдает изменяющуюся выходную мощность в энергосистему. Через определенные интервалы времени регистрируют значения уставок по выходной мощности системы возобновляемых источников энергии P_R и общей выходной мощности P_G.

Заказчик должен задать необходимый интервал Δt. Как показано на рисунке В.1, отклонение мощности ΔP рассчитывают при помощи зарегистрированных значений общей выходной мощности P_G по формуле

$$\Delta P(t) = P_G(t + \Delta t) - P_G(t). \quad (B.1)$$

О качестве компенсации колебаний мощности можно судить по распределению ΔP, как показано на рисунке В.2.

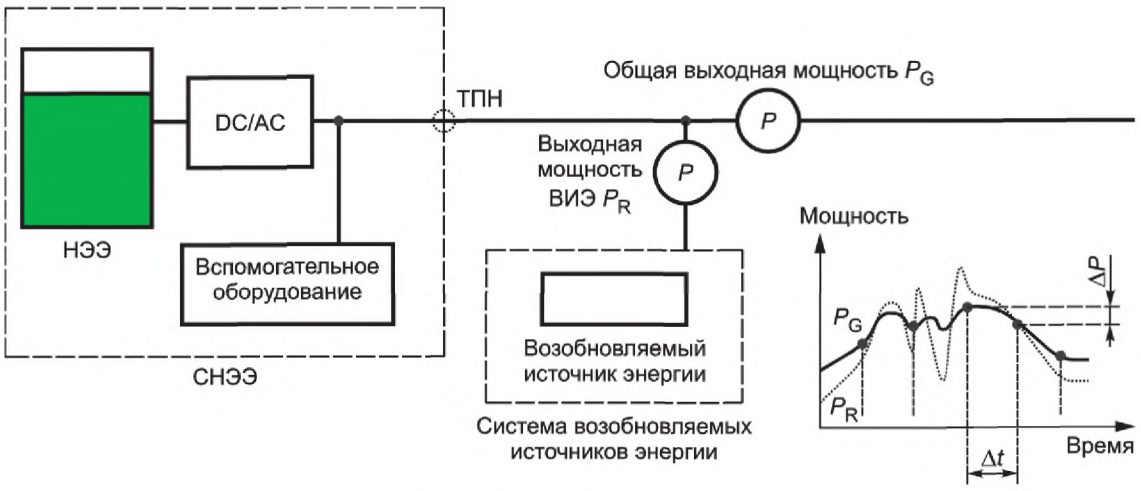

Рисунок В.1 — Испытание на компенсацию колебаний мощности

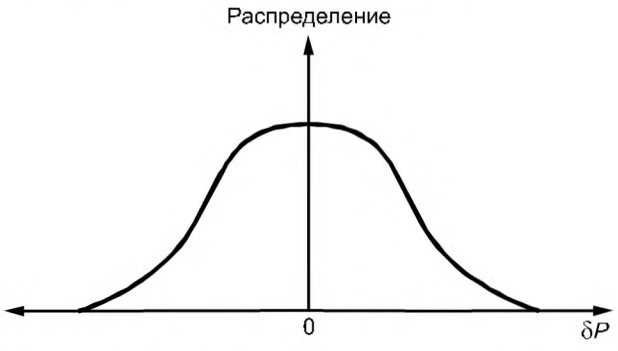

Рисунок В.2 — Отчет об испытании на компенсацию колебаний мощности

Приложение С
(справочное)

Испытание СНЭЭ методом взаимной нагрузки

С.1 Испытание методом взаимной нагрузки без подключения к сети

В случае невозможности задания произвольного напряжения и частоты по соглашению между поставщиком и заказчиком системы испытание может быть проведено методом взаимной нагрузки без подключения к сети. Для этого испытательную установку и испытуемый образец СНЭЭ подключают к шине переменного тока (АС), отключенной от сети (внешнего источника питания). Испытательная установка должна быть способна выступать в качестве источника напряжения и частоты, который может заряжать и разряжать, например модуль СНЭЭ, показанный на рисунке С.1, и преобразователь AC/DC/AC, показанный на рисунке С.2. Мощность испытательной установки выбирают достаточной для регулирования напряжения и частоты согласно условиям испытания при заряде или разряде испытуемого образца модуля СНЭЭ (при поглощении или отдаче реактивной мощности). ТПН устанавливают на шине переменного тока (АС) между испытательной установкой и испытуемым образцом модуля СНЭЭ. Испытательную установку запускают в режиме источника напряжения и частоты и в соответствии с условиями испытания регулируют напряжение и частоту. При наличии подключения к сети (или внешнего источника питания) испытательную установку можно запитывать от сети (или внешнего источника питания) энергией, соответствующей потерям мощности испытательной установки между процессами заряда и разряда. В случае испытания по схеме, изображенной на рисунке С.1, в то время, когда испытательная установка запитывается от сети (или внешнего источника питания), поток мощности в ТПН должен быть нулевым или должен быть отключен автоматический выключатель, через который подключен испытуемый образец модуля СНЭЭ, так как питание испытуемого объекта модуля СНЭЭ не является допустимым.

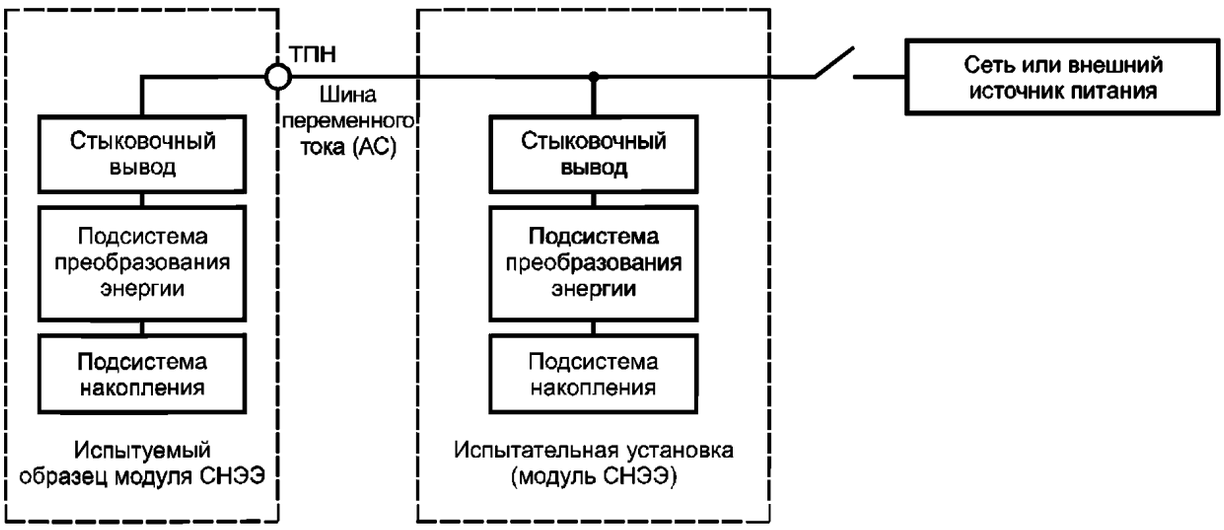

Рисунок С.1 — Схема проведения испытания методом взаимной нагрузки (с модулем СНЭЭ в качестве испытательной установки)

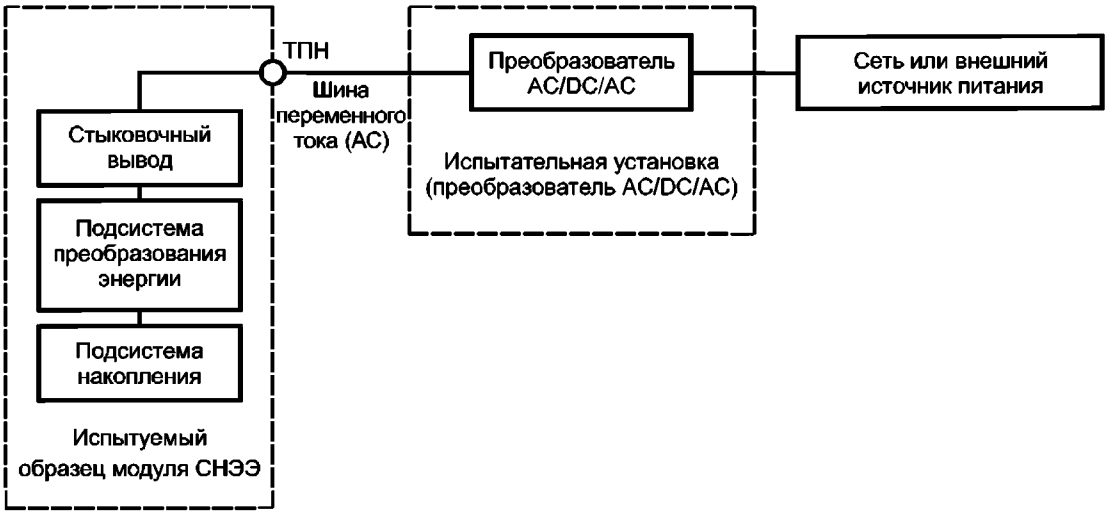

Рисунок С.2 — Схема проведения испытания методом взаимной нагрузки (с преобразователем AC/DC/AC в качестве испытательной установки)

С.2 Испытание методом взаимной нагрузки с подключением к сети

В случае недостаточной устойчивости энергосистемы или мощности короткого замыкания испытание можно проводить методом взаимной нагрузки с подключением к сети. Испытательную установку и испытуемый объект модуля СНЭЭ подключают к шине переменного тока и объединяют с сетью (или внешним источником питания). Испытательная установка должна быть способна выступать в качестве источника тока, который может заряжать и разряжать, например модуль СНЭЭ, показанный на рисунке С.3. Мощность испытательной установки выбирают достаточной для прекращения заряда и разряда (или поглощения и отдачи реактивной мощности) испытуемого образца модуля СНЭЭ и уменьшения воздействия на сеть (или внешний источник питания). ТПН устанавливают на шине переменного тока (АС) между испытательной установкой и испытуемым образцом модуля СНЭЭ. Испытательную установку запускают в режиме источника тока и управляют прекращением заряда и разряда (или поглощением и отдачей реактивной мощности) испытуемого образца модуля СНЭЭ. Испытательную установку можно запитывать от сети (или внешнего источника питания) энергией, соответствующей потерям мощности испытательной установки между процессами заряда и разряда.

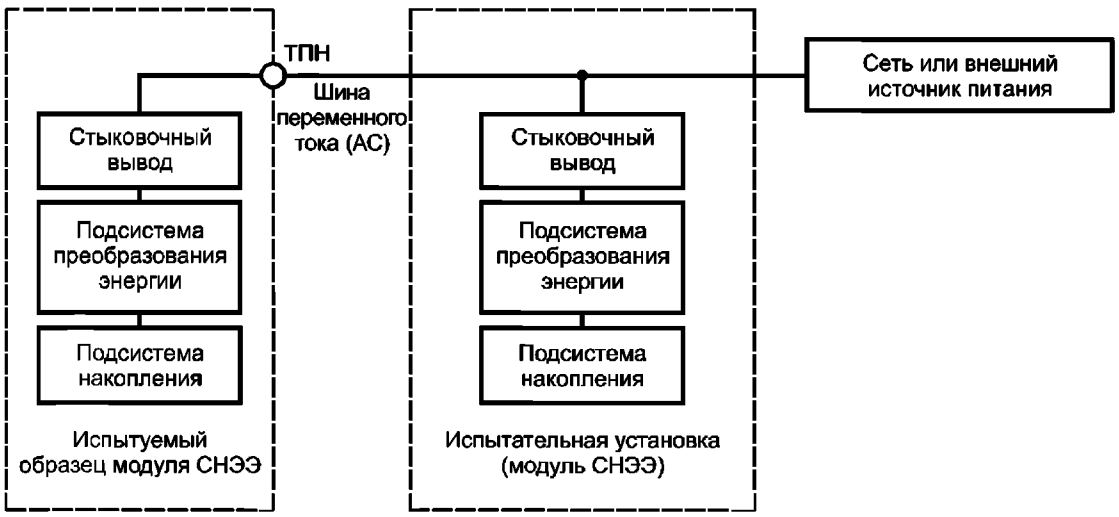

Рисунок С.3 — Схема проведения испытания методом взаимной нагрузки (с модулем СНЭЭ в качестве испытательной установки)

Приложение ДА
(справочное)

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

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего международного стандарта
ГОСТ 30804.4.7—2013 (IEC 61000-4-7:2009)	MOD	IEC 61000-4-7:2009 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-7. Методы испытаний и измерений. Общее руководство по измерениям гармоник и интергармоник и измерительным приборам для систем электроснабжения и подключаемого к ним оборудования»
ГОСТ Р 50571.16—2019 (IEC 60364-6:2016)	IDT	IEC 60364-6:2016 «Электроустановки низковольтные. Часть 6. Испытания»
ГОСТ Р 54418.21—2011 (IEC 61400-21:2008)	MOD	IEC 61400-21:2008 «Системы турбогенераторные ветровые. Часть 21. Измерение и оценка характеристик качества электроэнергии ветровых турбин с сетевым подсоединением»
ГОСТ Р 58092.1—2018 (IEC 62933-1:2018)	NEQ	IEC 62933-1:2018 «Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Часть 1. Словарь»

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

Библиография

[1] *Правила технологического функционирования электроэнергетических систем. Утверждены Постановление Правительства Российской Федерации от 13 августа 2018 г. № 937*

[2] *Требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Методические указания по устойчивости энергосистем» (Приказ Минэнерго России от 3 августа 2018 г. № 630)*

[3] *ПУЭ* *Правила устройства электроустановок: 7-е издание*

[4] *PNNL-22010 Rev.1* *Protocol for Uniformly Measuring and Expressing the Performance of Energy Storage Systems. Pacific Northwest National Laboratory, 2012*
(Отчет о единстве измерений и записи рабочих характеристик систем накопления энергии. Тихоокеанская северо-западная национальная лаборатория, 2012)

УДК 621.355:006.354, 621.311

ОКС 27.015, 27.190, 29.020, 29.200, 29.220, 29.240.99

ОКПД2 27.1, 27.2, 27.90

Ключевые слова: системы накопления электрической энергии, аккумуляторная батарея, преобразователи энергии, испытания систем накопления, параметры и характеристики

БЗ 6-7—2020/32

Редактор *Е.А. Моисеева*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 15.06.2020. Подписано в печать 02.07.2020. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,19. Уч.-изд. л. 3,30.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru