ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71521— 2024

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Технические требования к системам накопления электроэнергии, работающим в составе энергосистемы

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 июля 2024 г. № 945-ст

4 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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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

Введение

Настоящий стандарт разработан в целях унификации системных требований, предъявляемых к объектам электроэнергетики, работающим в составе энергосистемы, с учетом опыта натурных испытаний систем накопления электроэнергии на объектах электроэнергетики.

Настоящий стандарт направлен на решение задач оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике. Рабочие параметры и варианты применения, требования к проектированию и оценке рабочих параметров, методы испытаний, требования к обеспечению безопасности систем накопления электроэнергии установлены в серии стандартов ГОСТ Р 58092 «Системы накопления электрической энергии».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы

ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Технические требования к системам накопления электроэнергии, работающим в составе энергосистемы

United power system and isolated power systems. Operational dispatch management. Technical requirements for energy storage systems operating in the power system

Дата введения — 2024—09—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает технические требования к системам накопления электроэнергии (СНЭЭ), предназначенным для выдачи активной мощности в энергосистему при их параллельной работе в составе Единой энергетической системы России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах России.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на вновь вводимые или модернизируемые СНЭЭ номинальной активной мощностью 5 МВт и более с использованием литий-ионных аккумуляторных батарей.

1.3 Настоящий стандарт предназначен для применения собственниками и иными законными владельцами СНЭЭ, иными организациями, осуществляющими эксплуатацию СНЭЭ, проектными, научно-исследовательскими и другими организациями, осуществляющими проектирование, строительство, реконструкцию, модернизацию, техническое перевооружение СНЭЭ.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 15150 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 Р 57114 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление. Термины и определения

ГОСТ Р 58092.1 Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Термины и определения

ГОСТ Р 58092.2.1 (МЭК 62933-2-1:2017) Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Параметры установок и методы испытаний. Общее описание

ГОСТ Р 58092.3.2 Системы накопления электрической энергии. Проектирование и оценка рабочих параметров. Применения с преимущественным использованием мощности и интеграция с возобновляемыми источниками энергии

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

Издание официальное

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 и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 57114, ГОСТ Р 58092.1 и [1], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **система накопления электроэнергии;** СНЭЭ: Объект электроэнергетики, представляющий собой единый комплекс основного и вспомогательного оборудования, включая программно-технические средства, технологически взаимосвязанных процессом, обеспечивающим преобразование электрической энергии в форму энергии, которая может быть сохранена, и последующее преобразование сохраненной энергии в электрическую энергию с выдачей в электрическую сеть.

3.1.2 **установленная (номинальная) выдаваемая активная мощность СНЭЭ:** Максимальная активная мощность, которая длительно, в пределах располагаемого времени выдачи заданной активной мощности СНЭЭ, может быть выдана СНЭЭ в энергосистему при номинальных параметрах и в нормальных условиях.

3.1.3 **установленная (номинальная) потребляемая активная мощность СНЭЭ:** Максимальная активная мощность, которая длительно, в пределах располагаемого времени потребления заданной активной мощности СНЭЭ, может потребляться СНЭЭ из энергосистемы при номинальных параметрах и в нормальных условиях.

3.1.4 **располагаемое время выдачи заданной активной мощности СНЭЭ:** Длительность времени, в течение которого СНЭЭ может выдавать заданную активную мощность при текущем уровне заряда с учетом допустимого диапазона заряда аккумуляторной батареи.

3.1.5 **располагаемое время потребления заданной активной мощности СНЭЭ:** Длительность времени, в течение которого СНЭЭ может потреблять заданную активную мощность при текущем уровне заряда с учетом допустимого диапазона заряда аккумуляторной батареи.

3.1.6 **регулировочный диапазон (по активной мощности):** Интервал значений активной мощности от номинальной потребляемой до номинальной выдаваемой.

3.1.7 **степень заряженности:** Текущее значение отношения реального количества электрической энергии в подсистеме аккумулирования электрической энергии к максимальному количеству электрической энергии, которое может быть в ней аккумулировано.

3.1.8 **диапазон заряда:** Интервал значений от минимальной до максимальной степени заряженности, %, длительная эксплуатация на которых не приводит к снижению нормативного срока службы подсистемы аккумулирования электрической энергии в соответствии с паспортными данными.

3.1.9 **мощностно-временная характеристика СНЭЭ:** Зависимость мощности системы накопления электрической энергии в режиме производства электрической энергии (преобразования в электрическую энергию) и потребления электрической энергии от длительности ее производства (преобразования в электрическую энергию) и потребления за полный цикл производства (преобразования в электрическую энергию) и потребления электрической энергии.

4 Общие положения

4.1 При вводе в эксплуатацию должны быть проведены испытания СНЭЭ в соответствии с правилами, приведенными в приложении А, по результатам которых должны быть определены фактические значения следующих технических параметров и характеристик оборудования СНЭЭ:

- регулировочный диапазон по активной мощности;
- скорость изменения активной мощности;
- мощностно-временная характеристика СНЭЭ.

Примечания

1 Общие требования к вводу новых (реконструированных) объектов электроэнергетики в работу в составе энергосистемы установлены в [2].

2 Оценку прочих рабочих характеристик СНЭЭ проводят по ГОСТ Р 58092.3.2; перечень испытаний СНЭЭ приведен в ГОСТ Р 58092.2.1.

3 Полученные характеристики применяют владелец СНЭЭ, диспетчерский и оперативный персонал с учетом необходимости обеспечения безопасности персонала СНЭЭ и исключения повреждения оборудования в соответствии с требованиями к обеспечению надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок, установленными нормативными правовыми актами, принятыми согласно [2].

4.2 Во всех режимах работы СНЭЭ при параллельной работе в составе энергосистемы должна быть обеспечена ее безопасная эксплуатация.

5 Требования к допустимой длительности работы системы накопления электроэнергии в различных диапазонах частот

5.1 СНЭЭ должны длительно работать без отключения от сети при изменении частоты электрического тока в диапазоне значений от 49,0 до 51 Гц, включая верхнюю границу диапазона по частоте.

5.2 СНЭЭ должны кратковременно работать без отключения от сети при изменении частоты электрического тока (включая верхнюю границу указанных диапазонов по частоте) в течение следующих периодов времени:

- от 49,0 до 48,0 Гц — не менее 5 мин;
- от 48,0 до 47,0 Гц — не менее 40 с;
- от 47,0 до 46,0 Гц, включая нижнюю границу диапазона по частоте — не менее 1 с;
- при значениях частоты выше 51,0 Гц и ниже 46,0 Гц — продолжительность работы должна определяться заводом — изготовителем оборудования СНЭЭ.

6 Требования к допустимой длительности работы системы накопления электроэнергии в различных диапазонах напряжений

6.1 Технологическая защита оборудования СНЭЭ по повышению напряжения должна обеспечивать ее длительную работу при повышении напряжения в точке подключения СНЭЭ не менее чем на 10 % от его номинального напряжения.

6.2 Технологическая защита оборудования СНЭЭ по снижению напряжения должна обеспечивать ее длительную работу при снижении напряжения в точке подключения СНЭЭ не менее чем на 10 % от его номинального напряжения.

7 Требования к включению системы накопления электроэнергии в сеть

7.1 Включение СНЭЭ должно быть осуществлено при допустимых уровнях частоты и напряжения, установленных в разделах 5 и 6 соответственно.

7.2 Автоматическое включение СНЭЭ, отключенных действием защит вследствие повышения частоты выше 51 Гц, в режиме выдачи активной мощности не допускается.

7.3 Автоматическое включение СНЭЭ, отключенных действием защит вследствие снижения частоты ниже 49 Гц, в режиме потребления активной мощности не допускается.

8 Требования к участию системы накопления электроэнергии в регулировании активной и реактивной мощности

8.1 СНЭЭ по диспетчерской команде или по команде дистанционного управления должны обеспечивать возможность поддержания заданного значения выдачи (потребления) активной мощности в пределах регулировочного диапазона СНЭЭ в течение не менее располагаемого времени выдачи (потребления) заданного значения активной мощности СНЭЭ.

8.2 Изменение активной мощности СНЭЭ по диспетчерской команде или по команде дистанционного управления в пределах регулировочного диапазона должно происходить со скоростью не менее 100 % от номинальной выдаваемой мощности СНЭЭ в минуту. Задержка при отработке задания активной мощности системы СНЭЭ при регулировании должна быть не более 1 с.

8.3 Величина перерегулирования переходной функции при регулировании мощности СНЭЭ не должна превышать ±5 % от установившейся мощности СНЭЭ, при этом стабилизация параметров мощности должна происходить не более 15 с.

8.4 СНЭЭ по диспетчерской команде или по команде дистанционного управления должны обеспечивать в пределах диаграммы мощности (PQ-диаграммы) при заданном значении выдачи (потребления) активной мощности работу в одном из трех режимов:

- выдача максимальной реактивной мощности;
- потребление максимальной реактивной мощности;
- регулирование заданного уровня напряжения.

8.5 Скорость изменения реактивной мощности определяют в соответствии с требованиями технической документации завода — изготовителя оборудования СНЭЭ и проектной документации.

9 Требования к участию системы накопления электроэнергии в автоматическом противоаварийном управлении

9.1 Должна быть обеспечена возможность изменения активной мощности СНЭЭ на заданное значение от текущего значения выдаваемой (потребляемой) активной мощности в пределах регулировочного диапазона по команде противоаварийной автоматики.

9.2 Заданная по команде противоаварийной автоматики активная мощность СНЭЭ должна поддерживаться в течение не менее располагаемого времени выдачи заданного значения активной мощности СНЭЭ.

9.3 Изменение активной мощности СНЭЭ по команде противоаварийной автоматики в пределах регулировочного диапазона должно происходить со скоростью не менее 10 % от номинальной выдаваемой мощности СНЭЭ в секунду.

9.4 Должна быть предусмотрена возможность отключения СНЭЭ по команде противоаварийной автоматики.

10 Требования к участию системы накопления электроэнергии в общем первичном регулировании частоты

10.1 СНЭЭ должна участвовать в общем первичном регулировании частоты (ОПРЧ).

10.2 Для участия в ОПРЧ СНЭЭ должна соответствовать следующим требованиям:

а) «мертвая полоса» первичного регулирования не должна превышать (50,0 ± 0,1) Гц;

б) статизм первичного регулирования должен находиться в пределах 4,0 % — 5,0 %.

10.3 При участии в ОПРЧ СНЭЭ должна обеспечивать изменение выдаваемой (потребляемой) активной мощности при изменении частоты на заданное значение требуемой первичной мощности $P_{т.п}$, МВт, определяемой по формуле

$$P_{т.п} = -\frac{100}{S\,\%} \cdot \frac{P_{ном}}{f_{ном}} \cdot \Delta f_р, \quad (1)$$

где S % — статизм первичного регулирования, %;

$P_{ном}$ — номинальная выдаваемая мощность СНЭЭ, МВт;

$f_{ном}$ — номинальная частота (50 Гц);

$\Delta f_р$ — расчетное значение отклонения частоты, Гц, определяемая следующим образом:

$\Delta f_р = 0$ — при отклонениях частоты в пределах «мертвой полосы» (50,00 ± $f_{м.п}$), Гц первичного регулирования;

$\Delta f_р \neq$ — 0 при отклонениях частоты, превышающих «мертвую полосу» первичного регулирования;

$\Delta f_р = f - (50{,}00 + f_{м.п})$ — при повышенной частоте ($\Delta f_р > 0$);

$\Delta f_р = f - (50{,}00 - f_{м.п})$ — при пониженной частоте ($\Delta f_р < 0$);

f — текущее значение частоты, Гц.

10.4 СНЭЭ при отклонении частоты за пределы «мертвой полосы» первичного регулирования, вызывающем необходимость реализации первичной мощности в соответствии с 10.3, не более чем через 10 с должна обеспечивать изменение активной мощности на заданное значение требуемой первичной мощности в пределах регулировочного диапазона. Значение требуемой первичной мощности следует определять исходя из значения отклонения частоты от границы «мертвой полосы» первичного регулирования на момент начала изменения активной мощности СНЭЭ.

10.5 Изменение активной мощности СНЭЭ в процессе первичного регулирования должно происходить за время не более 5 с и носить устойчивый апериодический характер.

10.6 В течение всего времени выхода квазиустановившегося значения частоты за границу «мертвой полосы» первичного регулирования система регулирования СНЭЭ должна обеспечивать следящий за частотой режим первичного регулирования и при изменении отклонения частоты за пределами «мертвой полосы» первичного регулирования изменять первичную мощность пропорционально текущему отклонению частоты.

11 Требования к работе системы накопления электроэнергии в изолированном режиме

11.1 Система автоматического регулирования СНЭЭ, в отношении которой предполагается работа в изолированном режиме, должна быть оснащена устройствами автономного питания подсистем управления и мониторинга состояния аккумуляторных батарей.

11.2 Система автоматического регулирования СНЭЭ, в отношении которой предполагается работа в изолированном режиме, в режиме астатического регулирования частоты в изолированной части энергосистемы должна обеспечивать возможность:

- изменения нагрузки СНЭЭ в полностью автоматическом режиме в пределах регулировочного диапазона СНЭЭ;
- устойчивого процесса регулирования без возникновения незатухающих колебаний частоты и активной мощности;
- изменения оперативным персоналом электростанций заданного значения частоты (уставки по частоте) в пределах от 49,6 до 50,4 Гц без вывода системы автоматического регулирования из работы;
- изменения оперативным персоналом значения «мертвой полосы» по частоте относительно ее заданного значения в диапазоне от 0 (минимально возможного значения) до ±0,2 Гц с шагом не более 0,005 Гц.

12 Требования к системе управления и мониторинга состояния подсистемы аккумулирования электроэнергии

12.1 Система управления и мониторинга СНЭЭ должна выполнять следующие функции:

- выравнивание степени заряженности на аккумуляторных блоках;
- прерывание заряда подсистемы аккумулирования электрической энергии (ПАЭЭ) при выходе параметров аккумуляторов блоков и модулей ПАЭЭ (температура, напряжение, ток заряда) за пределы зоны безопасной эксплуатации аккумуляторов, установленных изготовителем аккумуляторов;
- прерывание разряда ПАЭЭ при выходе параметров аккумуляторов блоков и модулей ПАЭЭ (температура, напряжение, ток разряда) за пределы зоны безопасной эксплуатации аккумуляторов, установленных изготовителем аккумуляторов;
- расчет вторичных данных, позволяющих оценить степень заряженности ПАЭЭ и передавать их системе управления питанием и другим внешним системам по их запросу;
- контроль процесса балансировки аккумуляторов, входящих в состав блоков или модулей ПАЭЭ (если установлено изготовителем батарейных блоков/модулей ПАЭЭ).

12.2 Система контроля и управления должна быть устойчивой к следующим сбоям:

- к ошибкам связи системы контроля управления с батарейными модулями и с системой управления питанием;
- потере связи системы контроля управления с батарейными модулями и с системами контроля управления других батарейных модулей СНЭЭ.

12.3 Должна быть обеспечена возможность конфигурирования системы управления верхнего уровня при помощи сервисной программы.

13 Требования к мониторингу параметров режима работы системы накопления электроэнергии

13.1 Программное обеспечение СНЭЭ должно обеспечивать фиксацию следующих значений параметров режима работы СНЭЭ и возможность их передачи в автоматизированные системы управления верхнего уровня:

- суммарное значение активной мощности трехфазной системы СНЭЭ;
- суммарное значение реактивной мощности трехфазной системы СНЭЭ;
- текущее значение уровня заряда аккумуляторной батареи;
- доступный диапазон регулирования реактивной мощности при текущем значении активной мощности СНЭЭ;
- располагаемое время выдачи и потребления заданной активной мощности СНЭЭ.

13.2 Обмен данными между СНЭЭ и автоматизированными системами управления верхнего уровня должен быть реализован по стандартным протоколам связи с передачей метки времени.

14 Требования к работе системы накопления электроэнергии при нормативных возмущениях

14.1 СНЭЭ не должны отключаться от сети при всех нормативных возмущениях в прилегающей электрической сети 110 кВ и выше, за исключением тех случаев, когда в результате ликвидации короткого замыкания на электросетевом элементе происходит отделение СНЭЭ от энергосистемы.

14.2 Оценку выполнения требований 14.1 необходимо проводить путем сравнения расчетных значений снижения напряжения при нормативных возмущениях со значениями уставок технологических защит оборудования СНЭЭ, действующих на их отключение при снижении напряжения. Оформление результата оценки приведено в приложении Б.

14.3 Выполнение требований 14.1 при проектировании может быть обеспечено разработкой мероприятий по обеспечению сохранения СНЭЭ в работе, предусматривающих установку/реконструкцию устройств релейной защиты, противоаварийной автоматики, коммутационного оборудования, источников реактивной мощности, в том числе на смежных объектах электроэнергетики.

Приложение А
(справочное)

Правила проведения натурных испытаний по определению мощностно-временной характеристики системы накопления электроэнергии

А.1 Снятие мощностно-временной характеристики выполняют в приведенном ниже порядке. Испытания СНЭЭ проводят в нормальных климатических условиях испытаний, установленных ГОСТ 15150. Испытания проводятся на энергообъекте, где установлена СНЭЭ.

а) исходное состояние СНЭЭ:

1) СНЭЭ включена в сеть, степень заряженности соответствует минимальному значению диапазона заряда ПАЭЭ,

2) реактивная мощность — 0 Мвар, активная мощность — 0 МВт;

б) устанавливают максимальное значение потребления активной мощности СНЭЭ;

в) фиксируют значение потребляемой активной мощности и скорость изменения активной мощности;

г) осуществляют потребление максимальной активной мощности до тех пор, пока степень заряженности не повысится до максимального уровня диапазона заряда ПАЭЭ;

д) фиксируют время потребления максимальной активной мощности;

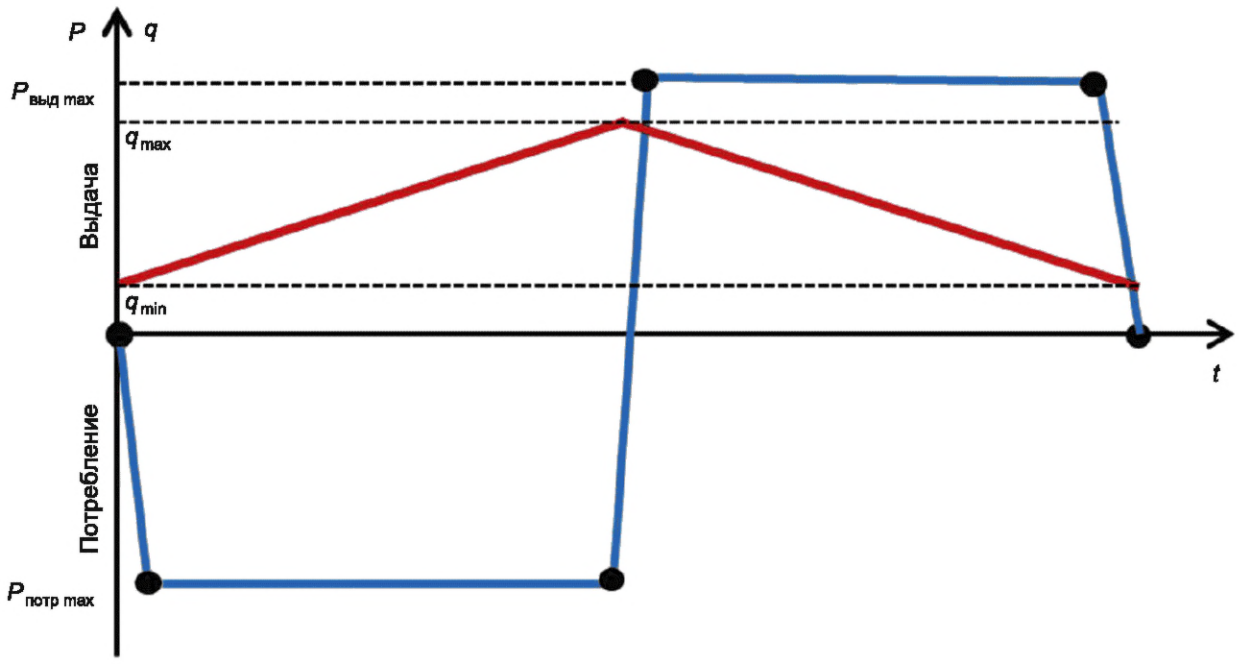
е) устанавливают максимальное значение выдачи активной мощности СНЭЭ;

ж) фиксируют значение выдаваемой активной мощности и отмечают скорость изменения активной мощности;

и) выдают максимальную активную мощность до тех пор, пока степень заряженности не снизится до минимального уровня диапазона заряда ПАЭЭ;

к) фиксируют время выдачи максимальной активной мощности и скорость изменения активной мощности.

А.2 Результаты испытаний оформляют в виде графика, общий вид которого показан на рисунке А.1.



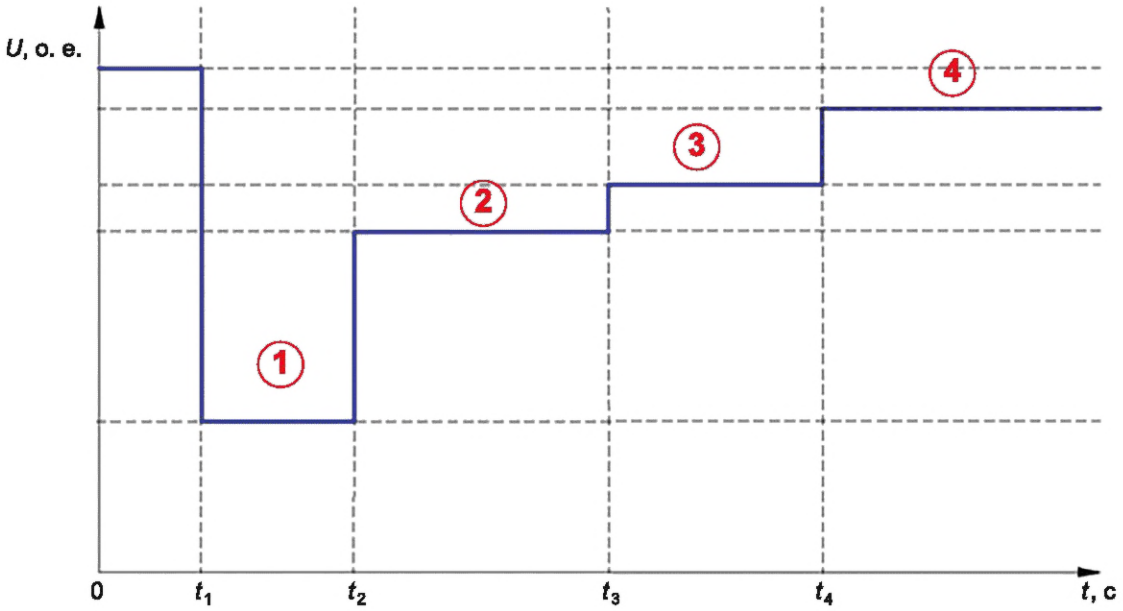
P — активная мощность (синяя линия); q — степень заряженности (красная линия); q_{max} — максимальная степень заряженности; q_{min} — минимальная степень заряженности; $P_{выд\ max}$ — максимальная выдаваемая активная мощность СНЭЭ; $P_{потр\ max}$ — максимальная потребляемая активная мощность СНЭЭ; t — длительность заряда (разряда)

Рисунок А.1 — Пример мощностно-временной характеристики СНЭЭ

Приложение Б
(справочное)

Оформление результата оценки расчетных значений снижения напряжения в точке подключения системы накопления электроэнергии к электрической сети при нормативных возмущениях

Б.1 Результат оценки выполнения требования 14.1 оформляют в виде вольт-секундной характеристики (ВСХ), общий вид которой показан на рисунке Б.1.



t_1, t_2 , t_3, t_4 — границы зон

Рисунок Б.1 — Общий вид ВСХ

Б.2 ВСХ отражает зависимость напряжения в электрической сети U, о.е., от времени t, с, и содержит координаты характерных точек, определяемых на этапе проектирования с учетом моделирования нормативных возмущений в электрической сети.

Б.3 В общем случае ВСХ имеет четыре зоны:

- зона 1 (t_1 – t_2): параметры ВСХ определяют наибольшим снижением напряжения в точке подключения СНЭЭ к электрической сети при трехфазном коротком замыкании (КЗ) в прилегающей сети от 110 до 220 кВ или двухфазном КЗ на землю в прилегающей сети 330 кВ и выше с отключением сетевого элемента основной защитой;
- зона 2 (t_1 – t_3): параметры ВСХ определяют снижением напряжения в точке подключения СНЭЭ к электрической сети при однофазном КЗ в прилегающей сети 110 кВ и выше;
- зона 3 (t_3 – t_4): параметры ВСХ определяют аварийно-допустимым отклонением напряжения;
- зона 4: параметры ВСХ определяют длительно допустимым отклонением напряжения.

Библиография

[1] Федеральный закон от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике»

[2] Постановление Правительства Российской Федерации от 13 августа 2018 г. № 937 «Об утверждении Правил технологического функционирования электроэнергетических систем и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации»

УДК 621.311:006.354 ОКС 27.010-01

Ключевые слова: система накопления электроэнергии, регулирование мощности, регулирование частоты

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 22.07.2024. Подписано в печать 23.07.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,50.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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