ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56188.9.101— 2023 (IEC TS 62282-9-101: 2020)

Технологии топливных элементов

Часть 9-101

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАМКАХ ОБЗОРА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Стационарные когенерационные энергетические установки на основе топливных элементов для жилых помещений. Методы определения экологических характеристик

(IEC TS 62282-9-101:2020, Fuel cell technologies — Part 9-101: Evaluation methodology for the environmental performance of fuel cell power systems based on life cycle thinking — Streamlined life-cycle considered environmental performance characterization of stationary fuel cell combined heat and power systems for residential applications, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией в области технического регулирования и аккредитации «ВНИИНМАШ» (АНО «ВНИИНМАШ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии документа, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 029 «Водородные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 апреля 2023 г. № 244-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному документу IEC TS 62282-9-101:2020 «Технологии топливных элементов. Часть 9-101. Методология оценки экологических характеристик энергоустановок на основе топливных элементов, основанная на обзоре жизненного цикла. Определение в рамках жизненного цикла экологических характеристик стационарных комбинированных теплоэнергетических установок на основе топливных элементов для жилых помещений» (IEC TS 62282-9-101:2020 «Fuel cell technologies — Part 9-101: Evaluation methodology for the environmental performance of fuel cell power systems based on life cycle thinking — Streamlined life-cycle considered environmental performance characterization of stationary fuel cell combined heat and power systems for residential applications», MOD) путем изменения ссылок, отдельных фраз, исключения отдельных положений, которые дублируются по тексту стандарта, исключения из библиографии информации о документах, ссылки на которые не использованы в настоящем стандарте, приведения терминологии в соответствие с терминологией, принятой в Российской Федерации. При этом в него не включено приложение А примененного международного документа, которое нецелесообразно применять в национальной стандартизации в связи с особенностями объекта и аспекта стандартизации, характерными для Российской Федерации.

Внесение указанных технических отклонений направлено на гармонизацию требований международного документа с действующими национальными стандартами Российской Федерации и межгосударственными стандартами, введенными в действие в качестве национальных стандартов Российской Федерации, а также на учет особенностей российской национальной стандартизации и целесообразности использования ссылочных национальных стандартов вместо ссылочных международных стандартов. При этом ссылки и другие внесенные дополнения и изменения выделены в тексте курсивом.

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

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном документе, приведены в дополнительном приложении ДА.

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа приведено в дополнительном приложении ДБ

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

© IEC, 2020
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 2
4 Структура процесса оценки жизненного цикла 4
5 Методы определения экологических характеристик 6
6 Информация, предоставляемая потребителю, и верификация данных 11
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном документе 14
Приложение ДБ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа 15
Библиография 16

Введение

Настоящий стандарт является частью серии стандартов в области технологий топливных элементов и устанавливает методы определения экологических характеристик стационарных когенерационных энергетических установок на основе топливных элементов, которые могут быть оснащены дополнительным теплогенератором и/или системой накопления тепловой энергии, предназначенных для эксплуатации в жилых помещениях.

Для решения экологических проблем необходимо применение общих требований к экологическому менеджменту организаций для улучшения экологических характеристик продукции и доведения этой информации до потребителей. С этой целью при разработке или совершенствовании продукции изготовители должны учитывать аспекты экологической безопасности в ее конструкции и технологии изготовления, оценивать экологические характеристики в течение жизненного цикла.

При проведении оценки жизненного цикла стационарных когенерационных энергетических установок на основе топливных элементов для жилых помещений выявлены два важных экологических аспекта [т. е. категории экологического воздействия (так называемые горячие точки)], одним из которых являются выбросы парниковых газов во время эксплуатации, другим — потребление металлов, минерального сырья и ископаемого топлива (т. е. абиотических ресурсов) в процессе изготовления и эксплуатации, приводящее к их истощению.

Также в настоящем стандарте приведены рекомендации по проведению оценки жизненного цикла стационарных когенерационных энергетических установок на основе топливных элементов, которые могут быть оснащены дополнительным теплогенератором и/или системой накопления тепловой энергии, для жилых помещений по указанным категориям экологического воздействия с учетом технических характеристик энергетических установок.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Технологии топливных элементов

Часть 9-101

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАМКАХ ОБЗОРА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Стационарные когенерационные энергетические установки на основе топливных элементов для жилых помещений. Методы определения экологических характеристик

Fuel cell technologies. Part 9-101. Methodology for assessing the environmental performance of fuel cell power plants in the framework of a life cycle review. Stationary cogeneration power plants based on fuel cells for living quarters. Methods for determining the environmental characteristics

Дата введения — 2023—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на стационарные когенерационные энергетические установки на основе топливных элементов (далее — энергоустановки), предназначенные для эксплуатации в жилых помещениях, и устанавливает методы определения экологических характеристик в рамках оценки их жизненного цикла (ОЖЦ). Настоящий стандарт распространяется на энергоустановки, которые могут быть оснащены дополнительным теплогенератором и/или системой накопления тепловой энергии, например резервуаром для горячей воды. Если требуется, то при определении экологических характеристик энергоустановки следует учитывать электрическую энергию, передаваемую в сеть и получаемую из нее. Энергоустановки, на которые распространяется настоящий стандарт, предназначены для обеспечения конкретного жилого помещения электрической и тепловой энергией.

Примечание — Настоящий стандарт устанавливает стандартизованные методы определения экологических характеристик для обеспечения ОЖЦ энергоустановок. Требования к разработке экологических деклараций на энергоустановки по результатам ОЖЦ установлены в *ГОСТ Р 56188.9.102*.

Настоящий стандарт содержит конкретные правила, требования и руководства, основанные на обзоре жизненного цикла (ЖЦ), для описания соответствующих категорий экологического воздействия, связанных с энергоустановками. В настоящем стандарте приведены рекомендации по представлению потребителю информации об экологических характеристиках энергоустановок.

Методы, установленные в настоящем стандарте, основаны на анализе двух экологических аспектов:

- выбросы парниковых газов (ПГ) на стадии ЖЦ «эксплуатация»;
- потребление абиотических ресурсов.

Настоящий стандарт допускается применять для определения экологических характеристик энергоустановок, предназначенных для эксплуатации в помещениях розничной торговли и сервисных центров небольшой площади.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 56188.3.201—2023 (МЭК 62282-3-201:2017) Технологии топливных элементов. Часть 3-201. Стационарные энергоустановки на основе топливных элементов. Методы испытаний для определения рабочих характеристик энергоустановок малой мощности

ГОСТ Р 56188.9.102 (IEC TS 62282-9-102:2021) Технологии топливных элементов. Часть 9-102. Методология оценки экологических характеристик энергетических установок на основе топливных элементов в рамках обзора жизненного цикла. Стационарные когенерационные энергетические установки на основе топливных элементов для жилых помещений. Правила группы однородной продукции для разработки экологической декларации

ГОСТ Р ИСО 14045 Экологический менеджмент. Оценка экологической эффективности продукционных систем. Принципы, требования и руководящие указания

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

жизненный цикл (life cycle): Последовательные и взаимосвязанные этапы, начиная от приобретения сырья или изготовления продукции из природных ресурсов и до окончательной утилизации.

[*ГОСТ Р ИСО 14040—2022, пункт 3.1*]

3.2

оценка жизненного цикла; ОЖЦ (life cycle assessment; LCA): Сбор информации, сопоставление и оценка входных потоков, выходных потоков, а также возможных воздействий на окружающую среду продукционной системы на протяжении всего жизненного цикла.

[*ГОСТ Р ИСО 14040—2022, пункт 3.2*]

3.3

обзор жизненного цикла (life cycle thinking; LCT): Рассмотрение всех уместных аспектов окружающей среды в течение всего жизненного цикла продукции.

[*ГОСТ IEC 60050-904—2017, статья 904-01-20*]

3.4 **приоритетная система** (foreground system): Специфическая подсистема жизненного цикла продукции.

Примечание — Приоритетная система, как правило, включает в себя стадии ЖЦ «производство», «эксплуатация» и «окончание срока службы».

3.5

элементарный поток (elementary flow): Материал и/или энергия, поступающие в исследуемую систему из окружающей среды без предварительного преобразования человеком, а также материал и/или энергия, покидающие исследуемую систему и выделяемые в окружающую среду без последующего преобразования человеком.

[*ГОСТ Р ИСО 14040—2022, пункт 3.12*]

3.6 **первичные данные** (primary data): Информация, полученная в результате прямого измерения, расчета или оценки приоритетной системы.

3.7

вторичные данные (secondary data): Данные, полученные из источников, отличных от первичных данных.

Примечание — Такие источники могут включать базы данных и опубликованную литературу, валидированные компетентными органами.

[*ГОСТ Р ИСО 14064-1—2021, пункт 3.2.4*]

3.8

потенциал глобального потепления; ПГП (global warming potential): Коэффициент, устанавливающий степень воздействия излучающей способности одной единицы массы конкретного ПГ в текущем состоянии атмосферы относительно соответствующей единицы диоксида углерода в течение заданного периода времени.

[*ГОСТ Р ИСО 14064-1—2021, пункт 3.1.12*]

3.9 **истощение абиотических ресурсов** (abiotic resource depletion): Добыча руд, минерального сырья, каменных материалов, горных пород или ископаемого топлива (включая торф) из мест их естественного залегания и последующее использование, приводящие к сокращению их запасов.

3.10

энергетическая установка (**энергоустановка) на основе топливных элементов, ТЭУ** (fuel cell power system): Энергетическая установка, в которой для преобразования химической энергии топлива в электрическую и тепловую используются топливные элементы.

Примечание — ТЭУ включает в себя электрохимический генератор с топливными элементами, системы и оборудование, обеспечивающие энергоснабжение потребителя.

[*ГОСТ Р 56188.1—2023, статья 485-09-01*]

3.11 **дополнительный теплогенератор** (supplementary heat generator): Второстепенный источник тепла, обеспечивающий пиковую нагрузку.

3.12

электрический коэффициент полезного действия; электрический КПД (electric efficiency): Отношение полезной электрической мощности, произведенной энергетической установкой на основе топливных элементов, к общему потоку энтальпии, подведенному к энергетической установке на основе топливных элементов.

Примечание — Если неизвестна энтальпия топлива, то следует использовать его низшую теплотворную способность (НТС).

[*ГОСТ Р 56188.1—2023, статья 485-10-02*]

3.13

коэффициент использования тепловой энергии (heat recovery efficiency): Отношение извлекаемой тепловой энергии, полученной в энергетической установке на основе топливных элементов, к общему потоку энтальпии, подведенному к этой энергетической установке на основе топливных элементов.

[*ГОСТ Р 56188.1—2023, статья 485-10-04*]

3.14

полный коэффициент полезного действия; коэффициент использования химической энергии топлива; полный КПД (overall energy efficiency): Отношение всей полезной энергии (электрической и извлекаемой тепловой энергии), произведенной энергетической установкой на основе топливных элементов, к общему потоку энтальпии, подведенному к энергетической установке на основе топливных элементов.

Примечание — Общий подведенный поток энтальпии (включая энтальпию реакции) первичного топлива должен определяться по низшей теплотворной способности топлива (НТС) для более корректного сравнения с другими типами преобразователей энергии.

[*ГОСТ Р 56188.1—2023, статья 485-10-05*]

4 Структура процесса оценки жизненного цикла

4.1 Общие положения

В настоящем стандарте установлены методы определения экологических характеристик энергоустановок в рамках ОЖЦ по двум категориям экологического воздействия: «изменение климата» и «истощение абиотических ресурсов». По категории «изменение климата» (вследствие выбросов ПГ) экологические характеристики энергоустановки определяют на стадии ЖЦ «эксплуатация», по категории «истощение абиотических ресурсов» — на стадиях ЖЦ «производство» и «эксплуатация».

Примечание — Для целей настоящего стандарта указанные категории экологического воздействия и стадии ЖЦ выбраны вследствие того, что показатели категории «изменение климата» необходимы для определения экологических характеристик энергоустановки на стадии ЖЦ «эксплуатация», показатели категории «истощение абиотических ресурсов» — для определения экологических характеристик энергоустановки в качестве входного потока данных о материалах (сырье).

4.2 Стадии жизненного цикла

Стадии ЖЦ энергоустановок, которые рассмотрены в настоящем стандарте, — это «производство» (включая приобретение и использование абиотических ресурсов, замену компонентов энергоустановки на стадии «эксплуатация») и «эксплуатация» (включая выбросы ПГ, а также использование и приобретение абиотических ресурсов), которые являются приоритетными системами (см. рисунок 1).



Примечание – Стадии ЖЦ, являющиеся приоритетными системами, приведены в прямоугольниках со сплошными линиями.

Рисунок 1 — Стадии ЖЦ энергоустановки

Примечание — Стадии ЖЦ «поставка» и *«окончание срока службы»* не приведены на рисунке 1, при этом стадию ЖЦ «поставка» допускается включать в ОЖЦ энергоустановки для определения ее экологических характеристик.

4.3 Функциональная единица

В настоящем стандарте функциональной единицей является потребление электрической и тепловой энергий в конкретном жилом помещении за репрезентативный год с учетом сезонных изменений погодных условий.

Следует подтвердить и задокументировать сведения о том, оснащена ли анализируемая энергоустановка дополнительным теплогенератором или системой накопления тепловой энергии.

Экологические характеристики энергоустановки следует определять для 10 лет эксплуатации (эталонный срок службы) на основе ее технических характеристик в первые 10 лет эксплуатации (в том числе с учетом их ухудшения).

Экологические требования, предъявляемые к энергоустановке, должны учитывать особенности конкретного региона, в котором осуществляют ее эксплуатацию. Также следует учитывать необходимость оснащения энергоустановки дополнительным теплогенератором или системой накопления тепловой энергии.

При определении экологических характеристик энергоустановки следует учитывать замену любых ее компонентов в течение 10 лет эксплуатации, например батарея топливных элементов или система подготовки топлива. Такую замену считают частью стадии ЖЦ «производство», т. к. указанные компоненты оказывают основное экологическое воздействие при их производстве.

Если срок службы компонента(ов) (например, какого-либо элемента энергоустановки, дополнительного теплогенератора или системы накопления тепловой энергии, если применяют) составляет более 10 лет, то элементарные потоки и связанные с ними экологические воздействия этого/этих компонента(ов) следует равномерно распределять на весь срок службы данного(ых) компонента(ов). В противном случае учитывают только первые 10 лет эксплуатации.

4.4 Продукционная система

Для определения объема функциональной единицы (см. 4.3) следует описать оцениваемую энергоустановку как продукционную систему *(см. ГОСТ Р ИСО 14045)*. Анализируемая продукционная система представляет собой энергоустановку на топливных элементах, которая может быть оснащена дополнительным теплогенератором, системой накопления тепловой энергии и/или подключена к электрической сети (см. рисунок 2).

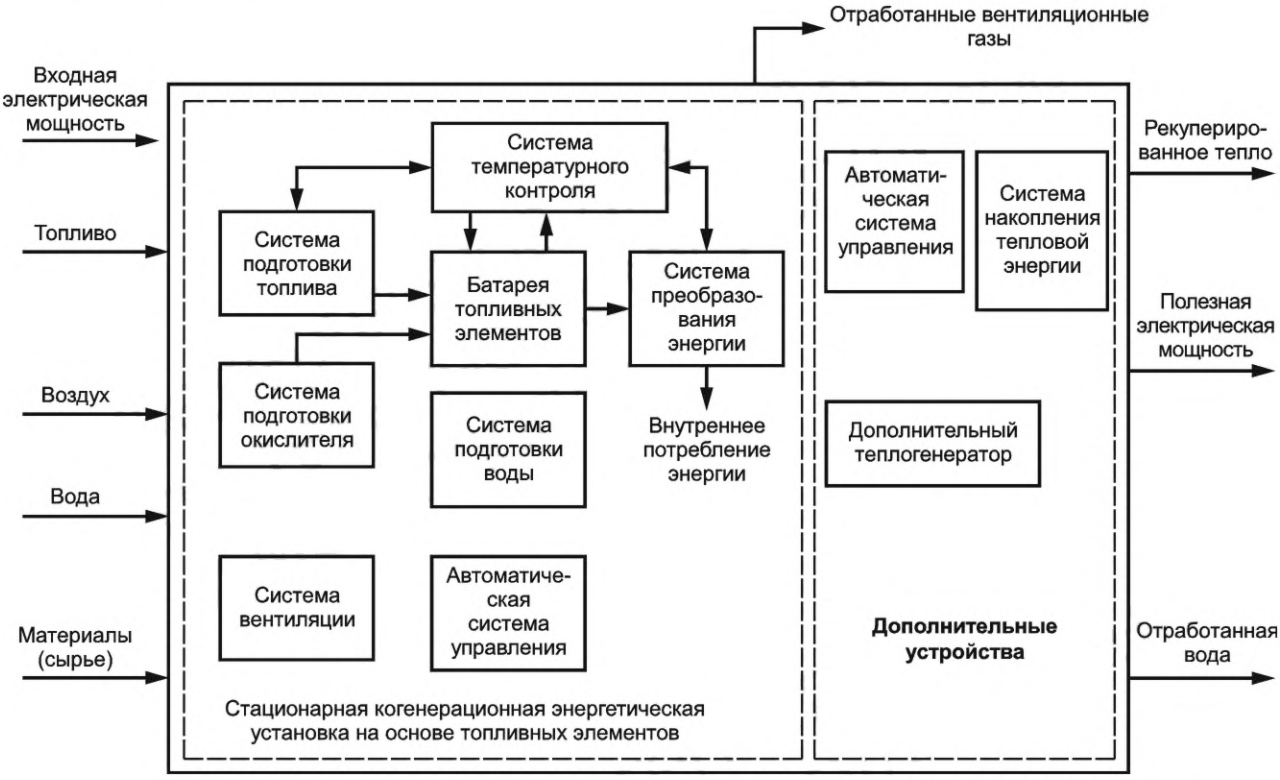


Рисунок 2 — Схема энергоустановки, оснащенной дополнительным теплогенератором и/или системой накопления тепловой энергии

4.5 Входные и выходные потоки данных и категории экологического воздействия

Входные и выходные потоки данных, категории экологического воздействия, подлежащие оценке в рамках приоритетных систем ЖЦ энергоустановки (см. 4.2) в соответствии с настоящим стандартом, приведены на рисунке 3.

В настоящем стандарте для стадий ЖЦ «производство» и «эксплуатация» входным потоком являются данные о материалах (сырье), используемых(ом) для изготовления энергоустановки и обеспечения ее функционирования. Данные о материалах (сырье) применяют для определения экологических

характеристик энергоустановки по категории экологического воздействия «истощение абиотических ресурсов» (см. 5.3).

На стадии «эксплуатация» данные о входной электрической мощности (электрической энергии, потребляемой из сети) и расходе топлива являются входными потоками, данные об избыточно потребленной электрической мощности (т. е. сверх потребности), отработавшем тепле и выбросах ПГ при эксплуатации энергоустановки являются выходными потоками. Также, следует учитывать данные о выбросах ПГ, связанных с поставками электрической энергии и топлива, необходимыми для эксплуатации энергоустановки. Данные о выбросах ПГ применяют для определения экологических характеристик энергоустановки по категории экологического воздействия «изменение климата» (см. 5.2).

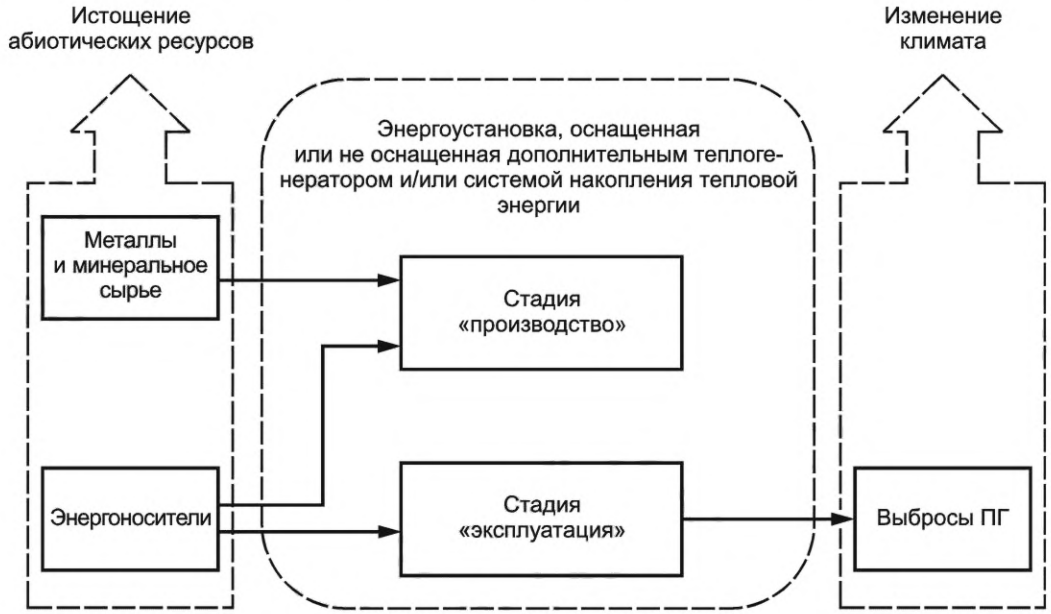


Рисунок 3 — Границы продукционной системы, элементарные потоки и категории экологического воздействия

4.6 Типы и качество данных, источники информации

На стадии ЖЦ «производство» в качестве первичных данных следует применять сведения о материалах и их количествах, использованных для изготовления батареи топливных элементов и системы подготовки топлива (включая дополнительный теплогенератор или систему накопления тепловой энергии, при их наличии); в качестве вторичных данных — сведения об изготовлении других компонентов энергоустановки (за исключением батареи топливных элементов и системы подготовки топлива, в т. ч. дополнительного теплогенератора или системы накопления тепловой энергии).

На стадии ЖЦ «эксплуатация» в качестве первичных данных следует применять сведения об общих количествах электрической энергии, потребляемой из сети, и топлива, в т. ч. используемых для дополнительного теплогенератора (при его наличии); в качестве вторичных данных — сведения цепей поставок электрической энергии и топлива.

5 Методы определения экологических характеристик

5.1 Общие положения

Программное обеспечение, применяемое для ОЖЦ, как правило, содержит базы данных, включающие в себя элементарные потоки [например, сведения о выбросах диоксида углерода (CO_2) или метана (CH_4), об использовании платины или хрома], которые классифицированы (т. е. отнесены к конкретным категориям экологического воздействия, таким как «изменение климата» или «истощение абиотических ресурсов»). В методах оценки воздействия ЖЦ по этим категориям экологического воздействия применяют характеристические коэффициенты, с помощью которых все элементарные потоки, относящиеся к одной и той же категории экологического воздействия, выражают в одних и тех же единицах измерения. Специалист-практик по ОЖЦ должен нести ответственность за то, чтобы элементарные

потоки были правильно соотнесены с соответствующими характеристическими коэффициентами, в т. ч. и те элементарные потоки, которые были им дополнительно включены в ОЖЦ во время сбора данных.

Если в базах данных для элементарного потока отсутствует какой-либо характеристический коэффициент, при этом известно, что данный элементарный поток является важным показателем для проведения ОЖЦ энергоустановки по соответствующей категории экологического воздействия, то специалист-практик по ОЖЦ должен проверить необходимость его потенциального применения. Если установлено, что применение данного элементарного потока является обязательным, то следует, по возможности, определить значение отсутствующего характеристического коэффициента на основе всех доступных данных. Если определить значение такого отсутствующего характеристического коэффициента невозможно, то эту информацию следует задокументировать в отчете. При интерпретации результатов ОЖЦ энергоустановки следует учитывать потенциальное влияние на них отсутствующего характеристического коэффициента и указать в отчете о том, что ОЖЦ энергоустановки выполнена на основе неполных данных.

5.2 Метод определения экологических характеристик энергоустановки на стадии жизненного цикла «эксплуатация» по категории экологического воздействия «изменение климата»

5.2.1 Данные о параметрах энергоустановки

Для определения экологических характеристик энергоустановки на стадии ЖЦ «эксплуатация» по категории экологического воздействия «изменение климата» вследствие выбросов ПГ необходимы данные о следующих параметрах энергоустановки:

a) средний электрический КПД за эталонный срок службы с учетом ухудшения характеристик, при этом способ учета ухудшения характеристик следует задокументировать и обосновать.

Примечание — На данный момент стандартизованный метод оценки ухудшения характеристик топливных элементов не разработан;

b) коэффициент использования тепловой энергии за эталонный срок службы;

c) количество электрической энергии, потребляемой из сети, в дополнение к количеству электрической энергии, вырабатываемой топливным элементом, для обеспечения электрической энергией жилого помещения в необходимых количествах (см. определение функциональной единицы в 4.3);

d) количество тепловой энергии, вырабатываемой дополнительным теплогенератором, в дополнение к количеству тепловой энергии, вырабатываемой топливным элементом, для обеспечения тепловой энергией жилого помещения в необходимых количествах (см. определение функциональной единицы в 4.3);

e) количество выбросов ПГ, связанных с поставкой и сжиганием топлива, применяемого в топливных элементах;

f) количество выбросов ПГ, связанных с поставкой и сжиганием топлива, применяемого в дополнительном теплогенераторе;

g) количество выбросов ПГ, связанных с производством электрической энергии, потребляемой из сети, с учетом потерь при ее передаче по электрической сети и данных цепи поставок топлива;

h) номинальная мощность (электрическая и тепловая) энергоустановки;

i) доля тепловой энергии для обеспечения жилого помещения, вырабатываемой только энергоустановкой.

Значения некоторых из указанных параметров зависят от используемого топлива. Для ОЖЦ энергоустановки рекомендуется применять данные о том виде топлива, которое используют, как правило, в большинстве случаев в регионе эксплуатации энергоустановки. Состав топлива следует задокументировать в отчете.

5.2.2 Входной поток данных

5.2.2.1 Данные о потреблении электрической энергии

Экологические характеристики энергоустановки на стадии ЖЦ «эксплуатация», определяют на основе данных о типовом потреблении электрической энергии в конкретном регионе с учетом особенностей климата и жилого помещения.

Рекомендуется применять выбранные или рассчитанные соответствующим способом показатели потребления электрической энергии в конкретном регионе эксплуатации энергоустановки. В отчете необходимо представить обоснование применения таких выбранных или рассчитанных показателей. Данные о потреблении электрической энергии, выбранные для определения экологических характе-

ристик энергоустановки, должны быть опубликованы в документах национальной или международной организации, осуществляющей деятельность в области энергетики.

5.2.2.2 Данные о потреблении тепловой энергии

Экологические характеристики энергоустановки на стадии ЖЦ «эксплуатация», определяют на основе данных о типовом потреблении тепловой энергии в конкретном регионе с учетом особенностей климата и жилого помещения.

Рекомендуется применять выбранные или рассчитанные соответствующим способом показатели потребления тепловой энергии в конкретном регионе эксплуатации энергоустановки. В отчете необходимо представить обоснование применения таких выбранных или рассчитанных показателей. Данные о потреблении тепловой энергии, выбранные для определения экологических характеристик энергоустановки, должны быть опубликованы в документах национальной или международной организации, осуществляющей деятельность в области энергетики.

5.2.2.3 Данные о потенциале глобального потепления

Для определения экологических характеристик энергоустановки применяют показатели потенциала глобального потепления (ПГП), установленные за последние 100 лет и заданные Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК).

5.2.3 Определение параметров энергоустановки

5.2.3.1 Общие требования

Условия испытаний стационарной энергоустановки, не оснащенной дополнительным теплогенератором, для определения эксплуатационных характеристик установлены в *ГОСТ Р 56188.3.201—2023 (раздел 11)*.

Общие условия испытаний стационарной энергоустановки, не оснащенной дополнительным теплогенератором, для определения эксплуатационных характеристик приведены в *[1]*.

5.2.3.2 Определение среднего электрического коэффициента полезного действия

Средний электрический КПД энергоустановки η_{el}, %, вычисляют по формуле

$$\eta_{el} = \frac{P_n}{P_{fin}} \cdot 100, \quad (1)$$

где P_n — средняя полезная электрическая мощность, кДж/с;

P_{fin} — средний расход потребляемого топлива, кДж/с.

Полученное значение среднего электрического КПД энергоустановки регистрируют в отчете. В отчет рекомендуется дополнительно включать соответствующую техническую документацию.

5.2.3.3 Определение коэффициента использования тепловой энергии

Коэффициент использования тепловой энергии энергоустановки η_{th}, %, вычисляют по формуле

$$\eta_{th} = \frac{P_{HR}}{P_{fin}} \cdot 100, \quad (2)$$

где P_{HR} — средняя использованная тепловая мощность (без потерь тепловой энергии), кДж/с.

Значения коэффициента использования тепловой энергии энергоустановки и средних температур жидкости для рекуперации тепла T_{HR1} и T_{HR2}, измеренных во время испытаний по определению характеристик рекуперации тепла энергоустановки, регистрируют в отчете.

5.2.3.4 Определение полного коэффициента полезного действия

Полный КПД энергоустановки η_{total}, %, вычисляют по формуле

$$\eta_{total} = \eta_{el} + \eta_{th}. \quad (3)$$

Значение полного КПД энергоустановки регистрируют в отчете. В отчет рекомендуется дополнительно включать соответствующую техническую документацию.

5.2.3.5 Определение среднего электрического коэффициента полезного действия и коэффициента использования тепловой энергии энергоустановки для 10 лет ее эксплуатации

При проведении ОЖЦ следует учитывать ухудшение среднего электрического КПД энергоустановки (см. 4.3).

Средний электрический КПД (см. 5.2.3.2) и коэффициент использования тепловой энергии (см. 5.2.3.3) энергоустановки для 10 лет ее эксплуатации определяют на основе результатов испытаний. Рекомендуется применять методы испытаний, установленные в стандартах, распространяющихся на энергоустановки конкретного типа.

5.2.4 Определение экологических характеристик

5.2.4.1 Общие требования

Экологические характеристики энергоустановки по категории экологического воздействия «изменение климата» вследствие выбросов ПГ определяют с учетом ПГП, характеристические коэффициенты которого выражают в эквивалентах диоксида углерода (CO_2-экв.). Общее количество выбросов ПГ для конкретной энергоустановки вычисляют путем умножения репрезентативного значения расхода топлива за весь срок ее службы на соответствующие значения количества выбросов ПГ. Затем полученное значение умножают на соответствующий показатель ПГП (см. 5.2.2.3). Если применение энергоустановки недостаточно для обеспечения жилого помещения электрической и тепловой энергией, то в расчет включают показатели, относящиеся к электрической энергии, дополнительно потребляемой из сети, и/или топливу, используемым для дополнительного теплогенератора и/или системы накопления тепловой энергии, при их наличии. Следует учитывать, что количества выбросов ПГ должны быть основаны на данных, применяемых в регионе, в котором будет осуществляться эксплуатация энергоустановки.

5.2.4.2 Определение общего количества выбросов ПГ для энергоустановки

Общее количество выбросов ПГ для энергоустановки $ПГ_{total}$, г · CO_2-экв., за эталонный срок службы вычисляют по формуле

$$ПГ_{total} = \left(\frac{NEP_{ТЭ}}{\eta_{el\ ТЭ}} \cdot 100 \cdot ПГ_{fuel\ ТЭ} + NEI \cdot ПГ_{el\ G} + \frac{STED}{\eta_{th\ S}} \cdot 100 \cdot ПГ_{fuel\ S}\right), \quad (4)$$

где $NEP_{ТЭ}$ — общее количество полезной электрической энергии, выработанной топливным элементом (ТЭ) за один год, кВт · ч (*el*) в год;

$\eta_{el\ ТЭ}$ — электрический КПД топливного элемента (ТЭ) [репрезентативное значение, вычисленное для эталонного срока службы (см. 5.2.3.5)], % [кВт · ч (*el*)/кВт · ч (*fuel*)];

$ПГ_{fuel\ ТЭ}$, $ПГ_{fuel\ S}$ — количество выбросов ПГ, связанных с поставкой и сжиганием топлива, используемого в топливном элементе (ТЭ) или дополнительном теплогенераторе (*S*) соответственно, г · CO_2-экв./кВт · ч (*fuel)*;

NEI — количество электрической энергии, потребляемой из сети за один год (т. е. общее количество потребляемой электрической энергии минус электроэнергия, выработанная топливным элементом), кВт · ч (*el)* в год;

$ПГ_{el\ G}$ — количество выбросов ПГ, связанных с производством электрической энергии, потребляемой из сети (*G*), в конкретном регионе, в котором осуществляют эксплуатацию энергоустановки, с учетом потерь при ее передаче по электрической сети от места выработки до жилого помещения и данных цепи поставок топлива, г · CO_2-экв./кВт · ч (*el)*;

STED — дополнительное количество тепловой энергии, вырабатываемой за один год, кВт · ч (*th*) в год.

Примечание — Значение *STED* принимают равным нулю, если энергоустановка не оснащена дополнительным теплогенератором;

$\eta_{th\ S}$ — коэффициент использования тепловой энергии дополнительного теплогенератора (*S*) [репрезентативное значение, вычисленное для эталонного срока службы (см. 5.2.3.5)], % [кВт · ч (*th)*/кВт · ч (*fuel*)].

5.2.4.3 Определение потенциала глобального потепления для потребляемого топлива

Применяют показатели ПГП за последние 100 лет. Значения соответствующих характеристических коэффициентов приведены в отчетах МГЭИК. Следует учитывать все количества выбросов ПГ, связанных с топливом, применяемом для энергоустановки, которые выражают в эквивалентах диоксида углерода (CO_2-экв.).

Характеристический коэффициент ПГП топлива, состоящего из разных веществ (смесевое топливо), определяют на основе характеристических коэффициентов его отдельных компонентов. Показатель ПГП смесевого топлива вычисляют как средневзвешенное значение, полученное из суммы значений массовых долей составляющих его отдельных компонентов, умноженных на их соответствующие значения ПГП. Количество выбросов ПГ, связанных со сжиганием смесевого топлива, применяемого для энергоустановки и/или дополнительного теплогенератора, вычисляют с учетом массовой доли каждого газообразного компонента и теплотворной способности смесевого топлива. Также следует учиты-

вать количества выбросов ПГ, связанных с поставкой смесевого топлива (косвенные выбросы ПГ) как выбросы, эквивалентные выбросам диоксида углерода (CO_2). Для определения количества выбросов ПГ, связанных с топливом, применяют значения прямых и косвенных выбросов ПГ.

Примечание — Предполагается, что обеспечивается полное сгорание смесевого топлива, содержащего углерод (прямые выбросы ПГ).

Количество выбросов ПГ, связанных с поставкой и сжиганием смесевого топлива, используемого в топливном элементе (ТЭ) или дополнительном теплогенераторе (*S*), $ПГ_{fuel}$, кг · CO_2-экв./кВт · ч (*fuel*), вычисляют по формуле

$$ПГ_{fuel} = \sum_j \frac{Xm_j \cdot ПГП_j \cdot 1000}{Q}, \quad (5)$$

где Xm_j — массовая доля *j*-го вещества, содержащегося в смесевом топливе, %;

$ПГП_j$ — ПГП *j*-го вещества, содержащегося в смесевом топливе, кг · CO_2-экв./г;

Q — теплотворная способность смесевого топлива, кВт · ч (*fuel*)/кг.

Количество выбросов ПГ, связанных с производством электрической энергии для обеспечения поставки смесевого топлива, $ПГ_{el}$, кг · CO_2-экв./кВт · ч (*el*), вычисляют таким же способом.

Примечание — Значения выбросов ПГ, связанных с веществами, содержащимися в смесевом топливе, т. е. значения $ПГ_{fuel}$ или $ПГ_{el}$, могут быть получены из баз данных, применяемых при проведении ОЖЦ.

5.3 Метод определения экологических характеристик энергоустановки по категории экологического воздействия «истощение абиотических ресурсов»

5.3.1 Общие положения

Показатели категории экологического воздействия «истощение абиотических ресурсов» применяют для определения экологических характеристик энергоустановки на стадиях ЖЦ «производство» и «эксплуатация».

К категории «истощение абиотических ресурсов» относят использование невозобновляемых (например, минеральное сырье, металлы и ископаемое топливо) и возобновляемых абиотических ресурсов. В настоящем стандарте к указанной категории экологического воздействия отнесены только невозобновляемые абиотические ресурсы.

Если данные о невозобновляемых абиотических ресурсах не могут быть получены, то сведения об этом следует задокументировать и указать в отчете о том, данные о каких процессах, материалах (сырье), энергетических ресурсах и т. д. отсутствуют.

5.3.2 Определение общего потенциала истощения абиотических ресурсов

Характеристический коэффициент потенциала истощения абиотических ресурсов (*ADP*) вычисляют для каждого химического элемента земной коры, который является относительным показателем и его выражают в кг эквивалента сурьмы (кг · Sb-экв.). По результатам инвентаризационного анализа ЖЦ энергоустановки определяют общий потенциал истощения абиотических ресурсов ADP_{total}, кг · Sb-экв., как сумму значений количеств химических элементов земной коры, выраженных в кг, или топливе, выраженных в кг, м^3 (для природного газа) или МДж (для ископаемого энергетического ресурса), умноженных на соответствующие характеристические коэффициенты, выраженные в кг · Sb-экв./кг, м^3 (для природного газа) или МДж (для ископаемого энергетического ресурса).

Примечание — См. также метод в *[2]*.

Общий потенциал истощения абиотических ресурсов ADP_{total}, кг · Sb-экв., вычисляют по формуле

$$ADP_{total} = \sum_k ADP_k \cdot m_k, \quad (6)$$

где ADP_k — потенциал истощения конкретного абиотического ресурса (*k*), кг · Sb-экв./кг, м^3 (природного газа) или МДж (ископаемого энергетического ресурса);

m_k — количество конкретного абиотического ресурса (*k*), кг, м^3 (природного газа) или МДж (ископаемого энергетического ресурса).

6 Информация, предоставляемая потребителю, и верификация данных

6.1 Общие положения

Настоящий стандарт рекомендуется применять для подготовки данных с целью информирования потребителей об экологических характеристиках энергоустановок по двум категориям экологического воздействия (см. 6.2). Верификацию данных проводят по 6.2.4.

6.2 Информация, предоставляемая потребителю

6.2.1 Общие требования

При подготовке данных об экологических характеристиках энергоустановки по категориям экологического воздействия изготовитель должен сделать все возможное, чтобы не вводить в заблуждение общественность или конкретных потребителей. Изготовитель должен указать сведения, которые не были учтены при определении экологических характеристик энергоустановки. По крайней мере, изготовитель должен проинформировать о том, что сведения о выбросах ПГ, связанных с добычей, транспортированием и переработкой полезных ископаемых и топлива, не включены в расчеты, а также что данные об экологических характеристиках энергоустановки представлены только по двум категориям экологического воздействия «изменение климата» и «истощение абиотических ресурсов» и не представлены по другим категориям (например, «загрязнение воздуха в конкретном регионе», «закисление», «эвтрофикация» и т. д.). При подготовке данных об экологических характеристиках энергоустановки в соответствии с настоящим стандартом изготовитель должен ориентироваться на потенциальных пользователей этими данными.

Данные об экологических характеристиках энергоустановки должны быть точными, понятными, конкретными и недвусмысленными. Для обеспечения этого изготовитель должен предоставить:

- гарантию того, что данные (включая изображения) достоверно и точно представляют полученные результаты или отображают показатели экологических характеристик энергоустановки в реальных условиях эксплуатации; гарантия должна быть сформулирована таким образом, чтобы ее невозможно было неправильно истолковать и чтобы она содержала всю необходимую информацию;
- дополнительную информацию (при необходимости), которая должна быть четкой, дополнять и подтверждать данные, приведенные в гарантии изготовителя;
- экологическую декларацию, включающую данные ОЖЦ и информацию, указанную в a)—g):

a) идентификационные данные и область деятельности организации, разрабатывающей экологическую декларацию,

b) описание энергоустановки с указанием сведений о наличии или отсутствии дополнительного теплогенератора и/или системы накопления тепловой энергии,

c) идентификационные данные энергоустановки (например, номер модели),

d) дату публикации и срок действия экологической декларации,

e) дополнительную экологическую информацию,

f) заявление о несопоставимости экологических деклараций разных программ,

g) сведения о том, где может быть получен разъяснительный материал.

Потребителю должны быть предоставлены значения экологических характеристик энергоустановки, полученные в соответствии с настоящим стандартом и на основе данных конкретного региона (например, о количестве выбросов ПГ, потреблении тепловой и электрической энергии), в котором будет осуществляться эксплуатация энергоустановки.

Потребителю должны быть предоставлены значения экологических характеристик энергоустановки, полученные в соответствии с настоящим стандартом, по двум категориям экологического воздействия «изменение климата» вследствие выбросов ПГ на стадии ЖЦ «эксплуатация» и «истощение абиотических ресурсов» — на стадиях ЖЦ «производство» и «эксплуатация». Также должны быть предоставлены сведения об оснащении энергоустановки дополнительном теплогенератором и/или системой накопления тепловой энергии с приложением соответствующей технической документации для обеспечения потребителя необходимой информацией об изготовителях данного оборудования.

Примечание — См. *[3]*.

6.2.2 Информация об экологических характеристиках энергоустановки, предоставляемая потребителю

Ниже приведены дополнительные рекомендации по предоставлению потребителю информации, указанной в 6.2.1.

На рисунке 4 приведена информация об экологических характеристиках энергоустановки, которую рекомендуется применять при подготовке сведений для предоставления потребителю. В скобках < > приводят соответствующие конкретные данные.

Информация об экологических характеристиках продукции

Ниже приведена информация об экологических характеристиках продукции <торговая марка> изготовителя <наименование организации> с номинальной электрической мощностью <...> кВт. Продукция представляет собой энергоустановку на основе топливных элементов.

Результаты определения экологических характеристик продукции получены в соответствии с *ГОСТ Р 56188.9.101, предназначенного для эксплуатации жилого помещения <этажность, общая площадь, м^2, число проживающих человек, регион и другие дополнительные данные ...>*. Потребление тепловой и электрической энергии составляет <...> МДж и <...> кВт · ч в год соответственно. Предоставленная ниже информация проверена независимым экспертом по верификации <наименование организации, проводившей верификацию...>.

Количественные данные о выбросах ПГ, связанных с этой продукцией, получены на основе предполагаемых общих сведений. Эти сведения и количество выбросов ПГ, связанных с производством электрической энергии, потребляемой из сети, не обязательно отражают реальные условия эксплуатации продукции. Количество выбросов ПГ, связанных с производством электрической энергии, потребляемой из сети, получено в соответствии с данными о <среднем объеме производства электрической энергии в конкретном регионе, в т. ч. возобновляемыми источниками энергии, или ...>. Количество выбросов ПГ, связанных с производством электрической энергии, потребляемой из сети, составляет <...> т · CO_2-экв./кВт · ч (*el*).

Предполагается, что топливом, используемым в топливном элементе, является <водород из ... или природного газа или ...>. Предполагается, что в качестве топлива для топливного элемента подается водород, получаемый <паровой конверсией природного газа> в <*наименование региона*> и импортируемый в <*наименование региона*>.

Потенциальному пользователю продукции рекомендуется сравнить ее экологические характеристики с экологическими характеристиками аналогичной продукции, значения которых определены в соответствии с *ГОСТ Р 56188.9.101*.

Количество выбросов ПГ, связанных с выработкой тепловой и электрической энергии (указанных выше) и поставкой топлива на стадии ЖЦ продукции «эксплуатация», составляет <....> кг · CO_2-экв.

Использование минерального сырья, металлов и ископаемого топлива для выработки тепловой и электрической энергии (указанных выше) на стадиях ЖЦ продукции «производство» и «эксплуатация» составляет <...> кг · Sb-экв.

Рисунок 4 — Информация об экологических характеристиках энергоустановки, предоставляемая потребителю

6.2.3 Информация об экологических характеристиках энергоустановки, оснащенной дополнительным теплогенератором и/или системой хранения тепловой энергии, предоставляемая потребителю

Ниже приведены дополнительные рекомендации по предоставлению потребителю информации, указанной в 6.2.1.

На рисунке 5 приведена информация об экологических характеристиках энергоустановки, оснащенной дополнительным теплогенератором и/или системой хранения тепловой энергии, которую рекомендуется применять при подготовке сведений для предоставления потребителю. В скобках < > приводят соответствующие конкретные данные.

Информация об экологических характеристиках продукции

Ниже приведена информация об экологических характеристиках продукции <торговая марка> изготовителя <наименование организации> с номинальной электрической мощностью <...> кВт. Продукция представляет собой энергоустановку на основе топливных элементов, оснащенную дополнительным теплогенератором и накопительным резервуаром для горячей воды.

Результаты определения экологических характеристик продукции получены в соответствии с *ГОСТ Р 56188.9.101*, *предназначенного для эксплуатации жилого помещения <этажность, общая площадь, м^2, число проживающих человек, регион и другие дополнительные данные ...>*. Потребление тепловой и электрической энергии составляет <...> МДж и <...> кВт · ч в год соответственно. Предоставленная ниже информация проверена независимым экспертом по верификации <наименование организации, проводившей верификацию...>.

Количественные данные о выбросах ПГ, связанных с этой продукцией, получены на основе предполагаемых общих сведений. Эти сведения и количество выбросов ПГ, связанных с производством электрической энергии, потребляемой из сети, не обязательно отражают реальные условия эксплуатации продукции.

Предполагается, что топливом, используемым в топливном элементе, является <водород из ... или природного газа или ...>. Предполагается, что в качестве топлива для топливного элемента подается водород, получаемый <паровой конверсией природного газа> в <*наименование региона*> и импортируемый в <*наименование региона*>.

Предполагается, что в качестве топлива для дополнительного теплогенератора применяют <природный газ или ...>. Предполагается, что топливо для дополнительного теплогенератора подается из <сети газораспределения природного газа *(указывают наименование региона)*>.

Потенциальному пользователю продукции рекомендуется сравнить ее экологические характеристики с экологическими характеристиками аналогичной продукции, значения которых определены в соответствии с *ГОСТ Р 56188.9.101*.

Количество выбросов ПГ, связанных с выработкой тепловой и электрической энергии (указанных выше) и поставкой топлива на стадии ЖЦ продукции «эксплуатация», составляет <....> кг · CO_2-экв.

Использование минерального сырья, металлов и ископаемого топлива для выработки тепловой и электрической энергии (указанных выше) на стадиях ЖЦ продукции «производство» и «эксплуатация» составляет <...> кг · Sb-экв.

Рисунок 5 — Информация об экологических характеристиках энергоустановки, оснащенной дополнительным теплогенератором и/или системой хранения тепловой энергии, предоставляемая потребителю

6.2.4 Верификация данных

Для верификации и подтверждения достоверности полученных результатов определения экологических характеристик энергоустановки изготовитель должен привлечь в качестве независимой стороны одного или нескольких специалистов своей организации, которые не участвовали в процедуре оценки в соответствии с настоящим стандартом. Для этого изготовитель должен:

- назначать специалистов своей организации, которые не участвуют в изготовлении и продажах энергоустановки;
- поручить специалистам проверить расчеты, прослеживаемость данных, применяемых для расчетов, и соответствие расчетов стандарту(ам), по которому(ым) они выполнены.

Для верификации и подтверждения информации об экологических характеристиках энергоустановки, предоставляемой потребителю, изготовитель должен привлечь в качестве независимой стороны соответствующую уполномоченную организацию.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном документе

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р 56188.3.201—2023 (МЭК 62282-3-201:2017)	MOD	IEC 62282-3-201:2022 «Технологии топливных элементов. Часть 3-201. Стационарные энергоустановки на топливных элементах. Методы испытаний для определения рабочих характеристик систем малой мощности»

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:

- MOD — модифицированный стандарт.

Приложение ДБ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа

Таблица ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного документа IEC TS 62282-9-101:2020
—	Приложение А Пример потребления тепловой и электрической энергии в конкретном регионе
Приложение ДА Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном документе	Библиография
Приложение ДБ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа	—
Библиография	—
Примечание — Сопоставление структуры стандартов приведено начиная с приложений, т. к. разделы стандартов и их иные структурные элементы (за исключением предисловия) идентичны.	

Библиография

[1] МЭК 62282-3-400:2016 Технологии топливных элементов. Часть 3-400. Стационарные энергоустановки на основе топливных элементов. Стационарные энергоустановки на основе топливных элементов малой мощности с комбинированной выработкой электроэнергии и тепла (Fuel cell technologies — Part 3-400: Stationary fuel cell power systems — Small stationary fuel cell power system with combined heat and power output)

[2] Handbook on Life Cycle Assessment (Operational Guide to the ISO Standards), Editor: Guinée, Jeroen (Ed.)

[3] IEC TR 62725:2013 Анализ методологий определения количества выбросов парниковых газов для электрических и электронных продуктов (Analysis of quantification methodologies of greenhouse gas emissions for electrical and electronic products and systems)

УДК 620.93:006.354 ОКС 27.070

Ключевые слова: технологии топливных элементов, методология оценки экологических характеристик, стационарная когенерационная энергетическая установка на основе топливных элементов для жилых помещений, обзор жизненного цикла, оценка жизненного цикла, методы определения, экологические характеристики

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 19.04.2023. Подписано в печать 04.05.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10.

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

gost.e-ecolog.ru