ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59386.1— 2021 (ИСО 19967-1:2019)

ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ СО ВСТРОЕННЫМИ ТЕПЛОВЫМИ НАСОСАМИ. ИСПЫТАНИЯ И ОЦЕНКА РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Часть 1

Водонагреватели со встроенными тепловыми насосами для горячего водоснабжения

(ISO 19967-1:2019, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 061 «Вентиляция и кондиционирование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 июня 2021 г. № 586-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту ИСО 19967-1:2019 «Водонагреватели с встроенными тепловыми насосами. Испытание и оценка рабочих характеристик. Часть 1. Водонагреватели с встроенными тепловыми насосами для горячего водоснабжения» (ISO 19967-1:2019 «Heat pump water heater — Testing and rating for performance — Part 1: Heat pump water heater for hot water supply», MOD) путем изменения отдельных фраз (слов, ссылок), которые выделены в тексте курсивом

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

© ISO, 2019 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2021

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 и определения 1
4 Обозначения и единицы измерения 2
5 Требования к оборудованию 4
5.1 Испытательное устройство и неопределенность измерений 4
5.2 Помещение для испытаний наружного теплообменника водонагревателя с воздушным тепловым насосом 5
5.3 Монтаж и подключение водонагревателя с тепловым насосом 6
5.4 Установка водонагревателя с тепловым насосом, состоящего из нескольких частей 6
6 Настройки и условия испытания 6
6.1 Общие требования 6
6.2 Настройки блоков без воздуховодов 6
6.3 Настройка разности внешнего статического давления для блоков с воздуховодами 6
6.4 Условия испытаний 7
7 Проверка эффективности и определение энергопотребления 8
7.1 Общие требования 8
7.2 Основные принципы 8
7.3 Непиковые изделия 9
7.4 Корректировка потребляемой мощности 9
7.5 Стабилизация (этап A) 10
7.6 Заполнение и хранение (этап B) 10
7.7 Период заполнения и нагрева (этап C) 10
7.8 Потребляемая мощность в режиме ожидания (этап D) 11
7.9 Отбор воды и расчет коэффициента эффективности COP (этап E) 11
7.10 Эталонная температура горячей воды и объем смешанной воды при температуре 40 °C (этап F) 13
7.11 Устройства с интеллектуальным управлением 14
7.12 Диапазон рабочих температур 14
8 Результаты испытаний и протокол испытаний 14
8.1 Данные для записи 14
8.2 Протокол испытаний 16
9 Маркировка 17
Приложение A (справочное) Профили нагрузки 18
Приложение B (справочное) Определение коэффициента интеллектуального управления *SCF* 22
Приложение C (справочное) Диапазон рабочих температур 26

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ СО ВСТРОЕННЫМИ ТЕПЛОВЫМИ НАСОСАМИ. ИСПЫТАНИЯ И ОЦЕНКА РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Часть 1

Водонагреватели со встроенными тепловыми насосами для горячего водоснабжения

Heat pump water heater. Testing and rating for performance. Part 1. Heat pump water heater for hot water supply

Дата введения — 2022—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к условиям и процедурам испытаний для определения характеристик производительности водонагревателей с воздушным тепловым насосом для горячего водоснабжения с электрическим приводом компрессора, с дополнительным электрическим нагревателем или без него, подключенных к одному резервуару для горячей воды или в составе него.

Резервуары для горячей воды, которые соединены последовательно или параллельно и ведут себя гидравлически, как один отдельный резервуар, рассмотрены как один резервуар для горячей воды. В случае водонагревателя с тепловым насосом, состоящего из нескольких частей с соединениями для хладагента или воды, настоящий стандарт применяется только для тех устройств, разработка и поставка которых осуществлены в полной комплектации.

Примечание — Настоящий стандарт не применим к процедурам испытаний для одновременной работы при подаче горячей воды и отопления помещения. «Одновременной» означает, что функции подачи горячей воды и отопления помещений происходят одновременно и могут влиять друг на друга.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте нормативные ссылки отсутствуют.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **водонагреватель с тепловым насосом для горячего водоснабжения** (heat pump water heater for hot water supply): Воздушный тепловой насос с воздушным компрессором, с электроприводом, с дополнительным электрическим нагревателем или без него, подключенный к резервуару для горячей воды или встроенный в него для подачи горячей воды для использования человеком.

3.2 **горячее водоснабжение** (hot water supply): Приготовление, транспортировка и подача горячей воды абонентам с использованием централизованных или нецентрализованных систем горячего водоснабжения.

3.3 **объем резервуара V_m** (storage volume): Измеренный объем горячей воды, который может содержаться в резервуаре.

3.4 **воздух неотапливаемого пространства** (non heated space air): Источник тепла для теплового насоса, который поглощает тепло воздушным теплообменником, находящимся в прямом контакте с воздухом внутри помещения здания, которое не отапливается.

Издание официальное

3.5 **коэффициент полезного действия для горячего водоснабжения COP_{HW}** (coefficient of performance for hot water supply, COP_{HW}): Коэффициент производительности, определяемый путем использования эталонных профилей нагрузки и включающий тепловые потери накопительного бака.

3.6 **контрольная температура горячей воды θ'_{WH}** (reference hot water temperature θ'_{WH}): Температура, рассчитанная как среднее значение температур в течение одного отвода воды, который заканчивается в тот момент, когда температура горячей воды становится ниже 40 °С.

3.7 **объем смешанной воды при температуре 40 °С V_{40}** (volume of mixed water at 40 °C, V_{40}): Объем воды при температуре 40 °С, который имеет такое же теплосодержание (энтальпию), как и горячая вода, которая подается с температурой выше 40 °С на выходе из водонагревателя с тепловым насосом.

3.8 **непиковый продукт** (off-peak product): Водонагреватель с тепловым насосом, находящийся под напряжением не более 8 ч подряд в период между 22:00 и 7:00 при 24-часовой схеме подключения.

3.9 **профиль нагрузки** (load profile): Заданная последовательность отвода воды.

Примечание — См. приложение А.

3.10 **отвод воды** (water draw-off): Заданная комбинация полезного расхода воды, полезной температуры воды, полезного содержания энергии и заданной температуры.

3.11 **полезный расход воды $f(t)$** (useful water flow rate $f(t)$): Минимальный расход воды для снятия профиля нагрузки.

3.12 **полезная температура воды T_m** (useful water temperature T_m): Минимальная температура горячей воды для снятия профиля нагрузки.

3.13 **содержание полезной энергии Q_{tap}** (useful energy content Q_{tap}): Содержание энергии в горячей воде, обеспечиваемой при температуре, равной или превышающей полезную температуру воды, и при расходах воды, равных или выше полезного расхода воды.

3.14 **заданная температура T_p** (target temperature T_p): Минимальная температура воды, которая должна быть достигнута во время отбора воды и рассчитанная как среднее значение за один отбор воды.

3.15 **эталонная энергия профиля нагрузки Q_{ref}** (reference energy of the load profile Q_{ref}): Сумма полезного энергосодержания водозаборов в конкретном профиле нагрузки.

3.16 **интеллектуальное управление** (smart control): Устройство, автоматически адаптирующее процесс нагрева воды к индивидуальным условиям использования с целью снижения энергопотребления.

3.17 **интеллектуальный фактор управления *SCF*** (smart control factor *SCF*): Повышение эффективности нагрева воды благодаря интеллектуальному управлению.

3.18 **потребляемая мощность в режиме ожидания P_{es}** (standby power input P_{es}): Общая потребляемая мощность устройства во время испытаний в режиме ожидания, включая потребляемую мощность устройства для преодоления тепловых потерь резервуара и потребляемую мощность любого вспомогательного устройства.

3.19 **коэффициент производительности продуктов интеллектуального управления COP_{smart}** (coefficient of performance of smart control products COP_{smart}): Коэффициент производительности устройства, наделенного характеристиками интеллектуального управления.

3.20 **номинальный объем V_n** (nominal volume V_n): Объем воды, заданный производителем резервуара для хранения и отмеченный на резервуаре.

3.21 **рабочий диапазон** (operating range): Рабочий диапазон для водонагревателя с тепловым насосом, указанный производителем.

4 Обозначения и единицы измерения

В настоящем стандарте использованы обозначения и единицы измерения в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Обозначения и единицы измерения

Обозначение	Наименование	Единица измерения
SCF	Коэффициент интеллектуального управления	—
COP_{HW}	Коэффициент полезного действия для эталонного профиля нагрузки	—
COP_{smart}	Коэффициент производительности продуктов интеллектуального управления	—

Продолжение таблицы 1

Обозначение	Наименование	Единица измерения
C_p	Удельная теплоемкость воды	кДж/(кг·К)
Δp_e	Измеренная внешняя разность статического давления	Па
Δp_i	Измеренная внутренняя разность статического давления	Па
f_{min}	Минимальный расход, при котором горячая вода вносит свой вклад в заданную энергию	л/мин
f_{max}	Максимальный расход потока рассматриваемого профиля нагрузки	л/мин
$f_{max\,(t)}$	Расход горячей воды при отборе	л/мин
$f(t)$	Полезный расход воды	л/мин
i	Индекс для отвода	—
m_{act}	Разница между двумя весами (заполненным/пустым) резервуара для горячей воды	кг
η	КПД вентилятора, равный 0,3	—
n_{tap}	Количество отборов во время профиля нагрузки	—
P_{es}	Энергопотребление в режиме ожидания	кВт
P_s	Измеренное среднее энергопотребление для непиковых продуктов	кВт
$Q_{EL\text{-}LP}$	Расчетная тепловая энергия, вырабатываемая электрическим резистивным нагревателем в течение всего профиля нагрузки	кВт·ч
$Q_{EL\text{-}tap}$	Расчетная тепловая энергия, вырабатываемая электрическим резистивным нагревателем для достижения требуемой температуры	кВт·ч
$Q_{HP\text{-}tap}$	Полезная энергия во время одного отбора	кВт·ч
Q_{LP}	Общее содержание полезной энергии в течение всего профиля нагрузки	кВт·ч
Q_{elec}^{smart}	Общее полезное энергопотребление в течение интеллектуального периода интеллектуального цикла	кВт·ч
Q_{LP}^{smart}	Общее содержание полезной энергии в течение интеллектуального периода интеллектуального цикла	кВт·ч
Q_{elec}^{ref}	Общее потребление электроэнергии за базовый период интеллектуального цикла	кВт·ч
Q_{LP}^{ref}	Общее содержание полезной энергии в течение базового периода интеллектуального цикла	кВт·ч
Q_{elec}^{WHLC}	Общее потребление электроэнергии в цикле управления *WHL*	кВт·ч
Q_{ref}	Эталонная энергия профиля нагрузки	кВт·ч
Q_{tap}	Содержание энергии горячей воды при температуре, равной или выше полезной температуры воды, и при расходе воды, равной или выше полезного расхода воды	кВт·ч
$\rho(T)$	Плотность воды при температуре T	кг/м^3
t_d	Продолжительность этапа испытаний	с
t_{es}	Продолжительность последнего цикла включения-выключения водонагревателя с тепловым насосом	с
t_h	Время нагревания	с
t_{40}	Время от начала отвода до тех пор, пока θ_{WH} станет ниже 40 °С	с

Окончание таблицы 1

Обозначение	Наименование	Единица измерения
t_{tap}	Продолжительность отвода полезной воды	с
t_{TTC}	Время/продолжительность профиля нагрузки	ч
T_{DB}	Температура сухой колбы	°С
T_m	Температура полезной воды, при которой горячая вода начинает вносить вклад в эталонную энергию	°С
T_p	Заданная температура воды, которая должна быть достигнута при отборе воды	°С
T_{WB}	Температура влажной колбы	°С
θ_{WC}	Температура холодной воды на входе	°С
$\theta_{WC(t)}$	Температура холодной воды на входе во время отбора	°С
θ_{WH}	Температура горячей воды на выходе	°С
$\theta_{WH(t)}$	Температура горячей воды при отборе	°С
θ'_{WH}	Эталонная температура горячей воды	°С
V_{air}	Номинальный объемный расход воздуха	$м^3/с$
V_{Fluid}	Измеренный объемный расход жидкости	$м^3/с$
V_m	Измеренный объем резервуара для хранения горячей воды	л
V_{40}	Объем смешанной воды при температуре 40 °С	л
V_n	Объем воды, устанавливаемый и маркируемый заводом-изготовителем	л
$W_{eh\text{-}HP}$	Общее потребление электроэнергии за время испытания t_h	кВт·ч
$W_{eh\text{-}M}$	Измеренное потребление электроэнергии за время испытания t_h	кВт·ч
$W_{EL\text{-}Corr}$	Поправка на потребление электроэнергии вентилятором/жидкостным насосом	кВт·ч
$W_{EL\text{-}LP}$	Общее потребление электроэнергии в течение всего профиля нагрузки	кВт·ч
$W_{EL\text{-}M\text{-}LP}$	Общее измеренное потребление электрической энергии	кВт·ч
$W_{EL\text{-}OFF}$	Расчетное энергопотребление для непиковых изделий	кВт·ч
$W_{es\text{-}HP}$	Общая потребляемая энергия в течение последнего цикла включения-выключения	кВт·ч
$W_{es\text{-}M}$	Измеренное потребление энергии в течение последнего цикла включения-выключения	кВт·ч

5 Требования к оборудованию

5.1 Испытательное устройство и неопределенность измерений

Испытательное устройство должно быть сконструировано таким образом, чтобы могли быть выполнены все требования к регулировке установленных значений, критериям стабильности и неопределенности измерений в соответствии с настоящим стандартом.

Водяные системы или другие системы теплопередающей жидкости должны быть в достаточной степени свободны от захваченного газа; необходимо убедиться в том, что это не оказывает существенного влияния на результаты измерений.

Значение температуры на входе и выходе горячей воды измеряют в центре потока и как можно ближе к устройству. Время срабатывания датчика температуры и интервал отбора проб выбирают для сохранения неопределенностей, указанных в таблице 2. Системы воздуховодов должны быть в достаточной степени герметичными для обеспечения того, чтобы на результаты измерений существенно не повлиял обмен воздуха со средой.

Для блоков управления инверторного типа установку частоты следует проводить для каждого номинального условия. Изготовитель должен предоставить в документации инструкции по получению необходимой информации, а также данные для установки требуемых частот. При установке и подготовке системы к испытаниям при наличии квалифицированного персонала, знающего программное обеспечение управления, а также при запуске системы должен присутствовать представитель изготовителя или назначенный агент.

Погрешности измерения не должны превышать значений, указанных в таблице 2.

Таблица 2 — Погрешности измерений

Измеряемая величина	Размерность	Неопределенность
Подача горячей воды		
Температура	°С	0,15 °С
Разница температур	°С	0,15 °С
Объем	л	2 %
Объем потока	л/мин	2 %
Термальная энергия	кВт·ч	5 %
Воздух (источник тепла)		
Температура сухой колбы	°С	0,2 °С
Температура влажной колбы	°С	0,4 °С
Объем потока	$м^3/ч$	5 %
Перепад статического давления	Па	5 Па ($\Delta P \leq 100$ Па) 5 % ($\Delta P \geq 100$ Па)
Электрические величины		
Электрическая мощность	Вт	Для ≥ 10 Вт, 1 %. Для < 10 Вт, 0,1 Вт
Электрическая энергия	кВт·ч	1 %
Напряжение	В	0,5 %
Ток	А	0,5 %
Окружающая среда		
Температура окружающей среды в закрытом помещении	°С	0,5 °С

5.2 Помещение для испытаний наружного теплообменника водонагревателя с воздушным тепловым насосом

Размеры испытательного помещения следует выбирать таким образом, чтобы не возникало сопротивления воздушного потока в отверстиях впуска и выпуска воздуха испытуемого объекта. Поток воздуха, проходящий через помещение, не должен инициировать изменения или сквозняк между двумя отверстиями, и поэтому скорость воздушного потока в этих двух местах должна быть не более 1,5 м/с при выключении объекта испытаний.

Если изготовителем не указано иное, впускные и выпускные отверстия должны быть расположены на расстоянии не менее 1 м от поверхности испытательного помещения, что также относится к любым измерительным воздуховодам.

Следует избегать попадания любого прямого теплового излучения (например, солнечного излучения) на нагревательные элементы в испытательной комнате, на водонагреватель с тепловым насосом или на точки измерения температуры.

5.3 Монтаж и подключение водонагревателя с тепловым насосом

Водонагреватель с тепловым насосом должен быть установлен и подключен для испытания в соответствии с рекомендациями изготовителя, которые указаны в руководстве по установке и эксплуатации. Аксессуары, предоставляемые опцией (например, нагревательный элемент), не используют в процессе испытания. Точки измерения температуры и давления должны обеспечивать получение репрезентативных средних значений.

5.4 Установка водонагревателя с тепловым насосом, состоящего из нескольких частей

В случае водонагревателя с тепловым насосом, состоящим из нескольких охлаждающих частей (раздельные тепловой насос и нагреватель воды), для испытаний должны быть соблюдены следующие условия установки:

a) каждая линия охлаждения устанавливается в соответствии с инструкциями изготовителя; длина каждой линии должна составлять от 5 до 7,5 м;

b) линии должны быть установлены таким образом, чтобы разница в высоте не превышала 2,5 м;

c) теплоизоляция должна наноситься на линии в соответствии с инструкциями изготовителя;

d) если это не ограничено конструкцией, по меньшей мере половина соединительных линий должна подвергаться воздействию внешних условий, при этом другая половина линий — внутренних условий.

Для непрямых систем, где водонагреватель с тепловым насосом отделен от бака с водой или рассолом, соединение с баком должно быть установлено в соответствии с инструкциями завода-изготовителя. Максимальная заявленная длина соединения не более 5 м. Трубопроводы должны быть тщательно изолированы и выполнены, при возможности, минимально короткими, а также иметь как можно меньшее количество изгибов.

6 Настройки и условия испытания

6.1 Общие требования

Настройки оборудования внутреннего контроля агрегата, такого как термостаты, реле давления или клапаны смешивания, должны быть установлены на значения, приведенные в инструкции по монтажу и эксплуатации. Если указано несколько точек или диапазонов, производитель должен установить ту, которая будет использована для проведения испытаний.

Настройки термостата и настройки дополнительных электрических нагревателей должны быть выполнены в соответствии с инструкциями по монтажу и эксплуатации и должны оставаться в том же положении в течение задания на испытание. Если водонагреватель с тепловым насосом оснащен смесительным клапаном для горячей воды, этот клапан должен быть установлен в соответствии с рекомендациями производителя на протяжении всего испытания.

6.2 Настройки блоков без воздуховодов

Для устройств без воздуховодов регулируемые настройки, такие как жалюзи и скорость вентилятора, должны быть установлены в соответствии с инструкциями по монтажу и эксплуатации. При отсутствии информации от производителя жалюзи и скорость вентилятора должны быть установлены для максимальной скорости воздушного потока.

6.3 Настройка разности внешнего статического давления для блоков с воздуховодами

Объемный расход и перепад давления должны быть связаны со стандартным воздухом и сухим теплообменником. Если скорость воздушного потока указана изготовителем без условий атмосферного давления, температуры и влажности, она считается принятой для стандартных условий воздуха.

Расход воздуха, указанный в инструкции по монтажу и эксплуатации, должен быть приведен к стандартным условиям для воздуха. Настройка расхода воздуха должна быть выполнена только при работающем вентиляторе.

Следует установить номинальный расход воздуха, указанный в инструкциях по установке и эксплуатации, и измерить результирующее внешнее статическое давление *ESP*.

Если *ESP* ниже 30 Па, скорость воздушного потока уменьшается для достижения этого минимального значения. Аппарат, используемый для настройки *ESP*, должен поддерживаться в одном и том же положении в течение всех испытаний.

Если в инструкции по монтажу и эксплуатации указано, что максимально допустимая длина воздуховода для входного и выходного отверстий вместе составляет менее 2 м, то прибор должен быть испытан с длиной воздуховода, а *ESP* считается равным 0.

6.4 Условия испытаний

6.4.1 Общие условия испытаний

Допустимые отклонения не должны превышать значений, указанных в таблице 3. Испытания следует проводить при условиях испытаний, указанных в таблицах 4 и 5, в зависимости от конкретного случая. Кроме того, максимально допустимое отклонение тепловой энергии для всего профиля нагрузки должно составлять менее 5 %.

6.4.2 Дополнительные условия испытаний

Таблица 3 — Допустимые изменения условий испытания при работе водонагревателя с тепловым насосом

Показания	Отклонения средних арифметических значений от заданных условий испытания			Изменение индивидуальных показаний от заданных условий испытания		
	Интервал H[a]	Интервал D[b]	Интервал S[c]	Интервал H[a]	Интервал D[b]	Интервал S[c]
Температура воздуха						
- сухая колба[d]	±0,6 °C	±1,5 °C		±1,0 °C	±5,0 °C	±2,5 °C
- влажная колба	±0,3 °C	±1,0 °C		±0,6 °C	—	
- объемный расход	±5 %			±10 %		
- статический перепад давления	—			±10 %		
Температура окружающей среды бака (если не используется в качестве источника тепла)	±1 °C			±2 °C		
Отбор горячей воды						
- входная температура	±1 °C			±1 °C		
- объемный расход	±5 % (≥10 л/мин) ±0,5 л/мин (<10 л/мин)			±10 % (≥10 л/мин) ±1,0 л/мин (<10 л/мин)		
Электрические параметры						
Напряжение	±3 %			±3 %		
Частота	±2 %			±2 %		

[a] Интервал H применяется, когда водонагреватель с тепловым насосом находится в режиме нагрева, за исключением первых 10 мин после окончания цикла размораживания и первых 10 мин после перезапуска теплового насоса водонагревателя.

[b] Интервал *D* применяется во время цикла размораживания и в течение первых 10 мин после окончания цикла размораживания, когда водонагреватель с тепловым насосом работает в режиме нагрева.

[c] Интервал *S* применяется при остановке компрессора и в течение первых 10 мин после того, как термостат горячей воды снова запустил водонагреватель с тепловым насосом.

[d] Для установок с наружными поверхностями теплообменника более 5 м^2 отклонение температуры сухой колбы на входе в воздух удвоено.

Таблица 4 — Условия испытаний, применимые ко всем системам

Измеряемая переменная	Установленные значения
Напряжение питания	Номинальное напряжение
Частота питания электросети	Номинальная частота

Окончание таблицы 4

Измеряемая переменная	Установленные значения
Скорость подачи воздуха	Номинальная, указанная изготовителем. Если указан только диапазон, испытания следует проводить при минимальном и максимальном значениях
Температура поступающей холодной воды, °С	10
Расход горячей воды, л/мин	См. профили нагрузки в приложении А

Таблица 5 — Условия испытаний для конкретных типов систем

Тип источника тепла	Источник тепла. Температура воздуха сухой (влажной) колбы, °С	Диапазон окружающей температуры водонагревателя с тепловым насосом, °С	Температура окружающей среды. Резервуар для хранения, °С
Водонагреватель с тепловым насосом на наружном воздухе (расположен в помещении)	7 (6)	От 15 до 30	20
Водонагреватель с тепловым насосом на наружном воздухе (расположен на открытом воздухе)	7 (6)	Температура источника тепла	20
Ненагретый воздух в пространстве	15 (12)	Температура источника тепла	15
Отработанный воздух	20 (12)	От 15 до 30	20

7 Проверка эффективности и определение энергопотребления

7.1 Общие требования

Методы испытаний, указанные в данном пункте, предназначены для определения рабочих характеристик водонагревателя с тепловым насосом при подаче тепла для горячего водоснабжения. Установку и регулировку агрегата проводят в начальных условиях установки и в начальных условиях регулировки, указанных в разделах 5 и 6.

7.2 Основные принципы

Испытание состоит из следующих шести основных этапов:

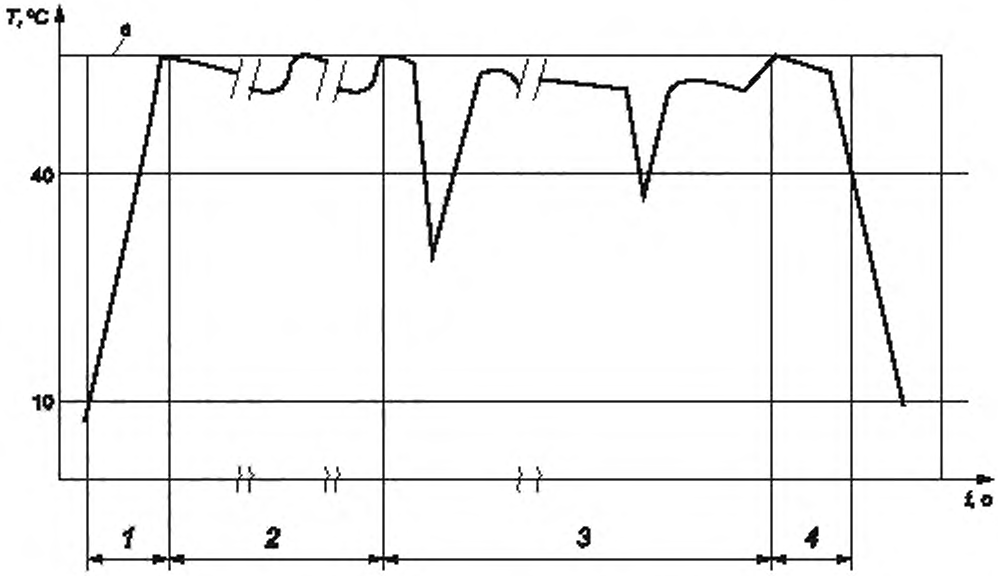
- этап А. Стабилизация (см. 7.5);
- этап В. Объем заполнения и хранения (см. 7.6);
- этап С. Период заполнения и нагрева (см. 7.7);
- этап D. Потребляемая мощность в режиме ожидания (см. 7.8);
- этап Е. Отбор воды (см. 7.9);
- этап F. Смешанная вода при температуре 40 °С и эталонная температура горячей воды (см. 7.10).

После подготовки испытания (этапы А и В) проводят испытания по этапам С — F, как показано на рисунке 1. Каждый отдельный этап можно проводить независимо, если исходными условиями являются конечные условия предыдущего этапа.

Все испытания проводят при подаче питания с номинальным напряжением и номинальной частотой, как указано в инструкциях по установке и эксплуатации.

После первоначального запуска водонагревателя с тепловым насосом питание остается подключенным на все время испытания.

Любой дополнительный источник тепла, который может быть отключен пользователем, должен быть отключен в течение всего испытания, если иное не указано изготовителем.



1 — этап C: период заполнения и нагрева (см. 7.7); *2* — этап D: подвод мощности в режиме ожидания (см. 7.8); *3* — этап E: отбор воды (см. 7.9), *4* — этап F, смешанная вода при температуре 40 °С и эталонная температура горячей воды (см. 7.10), *T* — температура, °С; *t* — время, с; *a* — заданная температура

Рисунок 1 — Этапы и порядок испытаний

7.3 Непиковые изделия

Для непиковых изделий устанавливают и подключают изделие в соответствии с инструкциями по установке и эксплуатации. В инструкциях по установке и эксплуатации для проведения этапа E эксплуатационных испытаний должна быть указана вся соответствующая информация для определения периода времени, в течение которого блок может не потреблять энергию, в то время как блок находится под напряжением.

Для непиковых изделий питание блока отключается в начале этапа E (профили нагрузки) и возобновляется через 16 ч.

После этого следующее отключение компрессора термостатом, измеряющим температуру воды в баке, должно быть получено в течение 8 ч, иначе продукт не считается непиковым изделием.

Для непиковых изделий потребление энергии из-за вспомогательного оборудования должно быть включено в общее потребление энергии на этапе E.

Если это измерение не выполняется на этапе E, то среднее потребление энергии P_s определяется по первым 20 мин периода ожидания и должно быть добавлено к измеренному потреблению энергии на этапе E.

Соответствующее потребление энергии для непиковых изделий $W_{EL\text{-}OFF}$, кВт·ч, должно быть добавлено до этапа E, которое рассчитывают по формуле

$$W_{EL\text{-}OFF} = 16 \cdot P_s, \quad (1)$$

где 16 — время отключения компрессора, ч;

P_s — измеренное среднее энергопотребление при выключенном компрессоре, кВт.

7.4 Корректировка потребляемой мощности

7.4.1 Потребляемая мощность вентиляторов для водонагревателя с тепловым насосом и воздуховодом

В случае водонагревателя с тепловым насосом, который допускает внешнюю разность статического давления, только небольшая часть входной мощности двигателя вентилятора должна быть включена в эффективную мощность, потребляемую водонагревателем с тепловым насосом.

Если для водонагревателя с тепловым насосом не предусмотрен вентилятор, пропорциональная потребляемая мощность, которая должна быть включена в эффективную мощность, потребляемую водонагревателем с тепловым насосом, $W_{EL\text{-}Corr}$, кВт·ч, должна быть рассчитана по формуле

$$W_{EL\text{-}Corr} = \frac{1}{3600 \cdot 1000} \cdot \int_0^{t_d} \frac{V_{air}(t) \cdot \Delta p_i}{\eta} dt, \quad (2)$$

где η — КПД вентилятора, равный 0,3 условно;

Δp_i — измеренная внутренняя разность статического давления, Па;

V_{air} — номинальный объемный расход воздуха, м^3/с;

t_d — продолжительность испытания, с.

Если вентилятор является неотъемлемой частью водонагревателя с тепловым насосом, то только малая часть входной мощности двигателя вентилятора должна быть включена в эффективную мощность, потребляемую водонагревателем с тепловым насосом. Доля, которая должна быть исключена из общей мощности, потребляемой водонагревателем с тепловым насосом, $W_{EL\text{-}Corr}$, кВт·ч, должна быть рассчитана по формуле

$$W_{EL\text{-}Corr} = \frac{1}{3600 \cdot 1000} \cdot \int_0^{t_d} \frac{V_{air}(t) \cdot \Delta p_e}{\eta} dt, \quad (3)$$

где V_{air} — номинальный объемный расход воздуха, м^3/с;

Δp_e — измеренная внешняя разность статического давления, Па;

η — КПД вентилятора, равный 0,3 условно;

t_d — продолжительность испытаний, с.

7.5 Стабилизация (этап A)

Изделие хранят в условиях окружающей среды до тех пор, пока все части изделия не достигнут условий окружающей среды ±2 °С (не менее 24 ч).

7.6 Заполнение и хранение (этап B)

Пустой бак для горячей воды, включающий отводы впускных и/или выпускных труб, должен быть взвешен. Затем бак для горячей воды заполняют водой, как указано в инструкции по монтажу и эксплуатации при давлении холодной воды, и подача воды прекращается. Заполненный бак для горячей воды *r* должен быть взвешен, включая отводы. Разница между двумя весами m_{act} должна быть преобразована в объем, л. Измеренный объем бака для горячей воды V_m, л, рассчитывают по формуле

$$V_m = 1000 \cdot \frac{m_{act}}{\rho(T)}, \quad (4)$$

где m_{act} — разница между двумя весами, кг;

$\rho(T)$ — плотность воды, кг/м^3.

Этот объем измеряют в литрах с точностью до одной десятой.

Заполнение и хранение не применяют к водонагревателям с тепловым насосом, комбинированным с обогревателем.

7.7 Период заполнения и нагрева (этап C)

Изделие должно быть полностью заполнено холодной водой. Холодная вода должна циркулировать в баке до тех пор, пока температура на выходе не станет равной температуре на входе в пределах допустимого отклонения, указанного в таблице 3.

Испытание состоит в определении времени нагревания t_h, необходимого для нагрева накопленного количества воды из исходного состояния до первого отключения компрессора термостатом, измеряющим температуру воды в баке.

Это начальное состояние соответствует температуре входящей холодной воды, указанной в таблице 4.

Водонагреватель с тепловым насосом включают. Время нагрева t_h и соответствующий подвод электрической энергии $W_{eh\text{-}HP}$ измеряют с момента включения водонагревателя с тепловым насосом до его отключения термостатом горячей воды, расположенным в баке, с вычисленной поправкой согласно 7.4 с продолжительностью испытания $t_d = t_h$.

Общее потребление электроэнергии за время испытания t_h $W_{eh\text{-}HP}$, кВт·ч, рассчитывают по формуле

$$W_{eh\text{-}HP} = W_{eh\text{-}M} - W_{EL\text{-}Corr}, \quad (5)$$

где $W_{eh\text{-}M}$ — измеренное потребление электроэнергии за время испытаний t_h, кВт·ч;

$W_{EL\text{-}Corr}$ — поправка на потребление электроэнергии вентилятором, кВт·ч.

7.8 Потребляемая мощность в режиме ожидания (этап D)

Подведенную мощность в режиме ожидания определяют путем измерения входной электрической мощности в течение целого числа циклов включения—выключения водонагревателя с тепловым насосом, инициируемых термостатом, расположенным в баке, когда отбор горячей воды не производится.

После того как термостат отключает водонагреватель с тепловым насосом после периода нагрева, система должна работать без отбора горячей воды в течение ряда полных циклов или минимальной продолжительности.

Испытание следует проводить в течение как минимум 48 ч или менее, если произошло 6 циклов включения—выключения. Затем продолжительность испытаний и энергозатраты общей потребляемой энергии $W_{es\text{-}HP}$, кВт·ч, в течение последнего цикла включения—выключения рассчитывают по формуле

$$W_{es\text{-}HP} = W_{es\text{-}M} - W_{EL\text{-}Corr}, \quad (6)$$

где $W_{es\text{-}M}$ — измеренное потребление энергии в течение последнего цикла включения—выключения, кВт·ч;

$W_{EL\text{-}Corr}$ — поправка на потребление электроэнергии вентилятором, кВт·ч, в соответствии с 7.4 при продолжительности испытания $t_d = t_{es}$;

$W_{es\text{-}HP}$ — общая потребляемая энергия в течение последнего цикла включения—выключения, кВт·ч.

Энергопотребление в режиме ожидания P_{es}, кВт·ч, определяют по формуле

$$P_{es} = \frac{W_{es\text{-}HP}}{t_{es}} \cdot 3600, \quad (7)$$

где P_{es} — потребляемая мощность в режиме ожидания, кВ·т;

$W_{es\text{-}HP}$ — общая потребляемая энергия за последний цикл включения—выключения, кВт·ч;

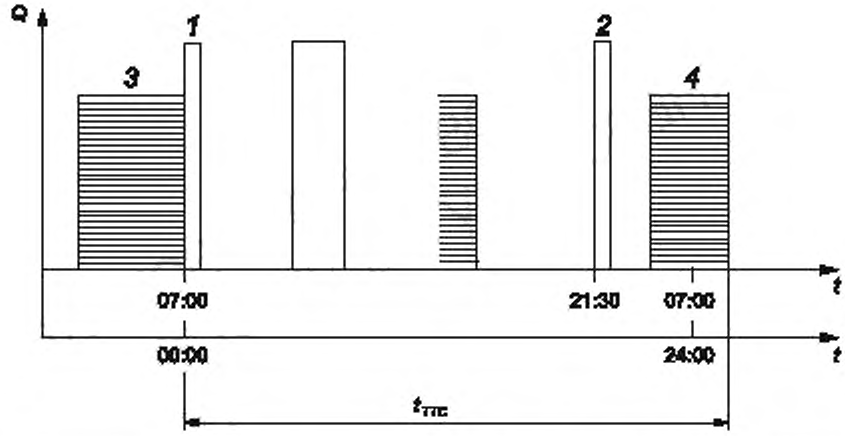
t_{es} — продолжительность последнего цикла включения—выключения водонагревателя с тепловым насосом, с.

7.9 Отбор воды и расчет коэффициента эффективности *COP* (этап E)

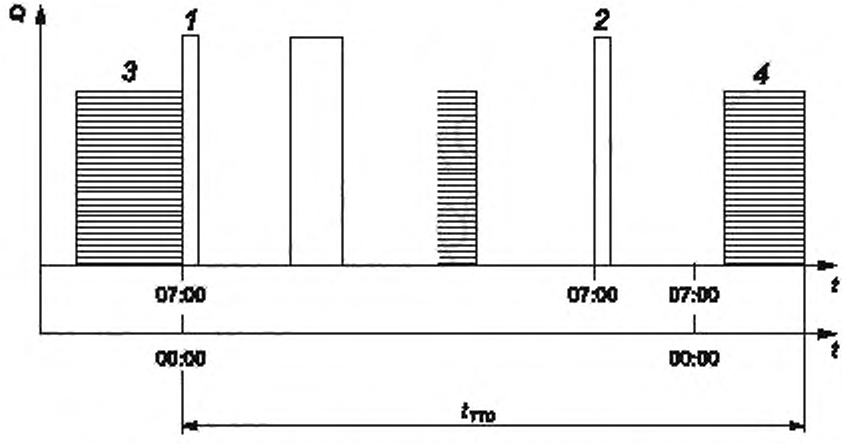
7.9.1 Определение полезного содержания энергии

Существуют разные профили нагрузки для разного содержания энергии в соответствии с приложением А. Для испытания должен быть выбран конкретный профиль нагрузки по таблице А.1 или таблице А.2 (приложение А). Каждое отдельное снятие профиля нагрузки должно быть завершено; это означает, что клапан должен быть закрыт, и перед началом следующего отбора требуется задержка не менее 1 мин.

Цикл испытаний начинают непосредственно после последнего отключения водонагревателя с тепловым насосом термостатом горячей воды, расположенным в баке. Цикл испытаний заканчивают последним отключением водонагревателя с тепловым насосом, если время/продолжительность профиля нагрузки t_{TTC} составляет не менее 24 ч или более [см. рисунок 2, a)]. Если водонагреватель с тепловым насосом не работает по истечении 24 ч с начала цикла испытаний, цикл испытаний необходимо продлить до тех пор, пока водонагреватель с тепловым насосом не перезапустится и снова не остановится [см. рисунок 2, b)].



a) Водонагреватель с тепловым насосом продолжает работать в конце 24-часового периода



b) Водонагреватель с тепловым насосом не работает в конце 24-часового периода

1 — первый отбор воды из профиля нагрузки; *2* — последний отбор воды из профиля нагрузки, *3* — период работы водонагревателя с тепловым насосом непосредственно перед началом цикла испытаний; *4* — период работы водонагревателя с тепловым насосом после последнего отбора воды (2); *Q* — энергия, кВт·ч; *t* — время, ч/мин, t_{TTC} — время/продолжительность загрузки профиля, ч/мин

Рисунок 2 — Иллюстрация испытания для одного возможного профиля нагрузки

Полезную энергию в течение одного отбора $Q_{HP\text{-}tap}$, кВт·ч, рассчитывают по формуле

$$Q_{HP\text{-}tap} = \frac{1}{60 \cdot 1000 \cdot 3600} \int_0^{t_{tap}} C_p \cdot \rho(T) \cdot f(t) \left[\theta_{WH}(t) - \theta_{WC}(t)\right] dt, \quad (8)$$

где $\theta_{WH}(t) - \theta_{WC}(t)$ — разница температур между температурой горячей воды на выходе и температурой холодной воды на входе в бак горячей воды во время отбора, °С;

$f(t)$ — полезный расход воды, л/мин;

t_{tap} — время отбора полезной воды, с;

C_p — удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·К);

$\rho(T)$ — плотность горячей воды в расходомере, кг/м^3.

При отборе воды с заданной температурой T_p, равной 55 °С, эта температура не всегда может быть достигнута одним водонагревателем с тепловым насосом. Во время отбора предполагается, что недостающий перепад температур до требуемой T_p создается дополнительным нагревателем с электрическим сопротивлением.

Для этого случая используют следующие формулы:

$$Q_{EL\text{-}tap} = \frac{1}{60 \cdot 1000 \cdot 3600} \int_0^{t_{tap}} C_p \cdot \rho(T) \cdot f_{(t)} \left[Q_{WH}(t) + \left(T_p - 10\right) - Q_{WC}(t) \right] dt. \quad (9)$$

Общее содержание полезной энергии Q_{LP} профиля нагрузки составляет:

$$Q_{EL\text{-}LP} = \sum_{i=1}^{n_{tap}} \left(Q_{EL\text{-}tap} \right); \quad (10)$$

$$Q_{LP} = \sum_{i=1}^{n_{tap}} \left(Q_{HP\text{-}tap} - Q_{EL\text{-}LP} \right), \quad (11)$$

где n_{tap} — количество отборов во время профиля нагрузки;

i — индекс для отбора.

7.9.2 Определение энергопотребления

Общее измеренное потребление электрической энергии $W_{EL\text{-}M\text{-}LP}$, кВт·ч, блока в течение периода измерения профиля нагрузки t_{TTC} корректируется с помощью следующих энергозатрат для получения общего энергопотребления $W_{EL\text{-}LP}$:

- поправка на вентиляторы $W_{EL\text{-}Corr}$, кВт·ч;
- тепловые потери резервуара в течение 24 ч;
- дополнительный подвод электроэнергии $Q_{EL\text{-}LP}$, кВт·ч;
- общее потребление для непикового изделия, где это применимо, $W_{EL\text{-}OFF}$, кВт·ч.

Общее потребление электроэнергии в течение всего профиля нагрузки $W_{EL\text{-}LP}$, кВт·ч, рассчитывают по формуле

$$W_{EL\text{-}LP} = W_{EL\text{-}M\text{-}LP} - W_{EL\text{-}Corr} + (24 - t_{TTC}) \cdot P_{es} + Q_{EL\text{-}LP} + W_{EL\text{-}OFF}, \quad (12)$$

где t_{TTC} — время/продолжительность профиля нагрузки, ч;

P_{es} — потребляемая мощность в режиме ожидания, кВт.

7.9.3 Коэффициент эффективности теплового преобразования COP_{HW}

Коэффициент полезного действия теплового преобразования COP_{HW} для всего профиля нагрузки рассчитывают по формуле

$$COP_{HW} = \frac{Q_{LP}}{W_{EL\text{-}LP}}, \quad (13)$$

где Q_{LP} — общее содержание полезной энергии в течение всего профиля нагрузки, кВт·ч;

$W_{EL\text{-}LP}$ — общее потребление электроэнергии в течение всего профиля нагрузки, кВт·ч.

7.10 Эталонная температура горячей воды и объем смешанной воды при температуре 40 °С (этап F)

Испытание начинают в тот момент, когда компрессор выключается в конце последнего периода измерения для профиля нагрузки. Начало и продолжение непрерывного отбора горячей воды происходит до тех пор, пока температура горячей воды $\theta_{WH(t)}$ не опустится ниже 40 °С. Максимальный расход горячей воды f_{max} должен быть установлен на максимальный расход рассматриваемого профиля нагрузки.

Опорное значение для температуры горячей воды внутри бака определяют путем измерения температуры воды на выходе. Средняя температура во время этого отбора является эталонной температурой горячей воды θ'_{WH}, °С, рассчитываемой по формуле

$$\theta'_{WH} = \frac{1}{t_{40}} \int_0^{t_{tap}} \theta_{WH(t)} - dt, \quad (14)$$

где $\theta_{WH(t)}$ — температура горячей воды на выходе, °С;

t_{40} — время от начала до тех пор, пока θ_{WH} станет ниже 40 °С, с.

Должно быть определено максимальное количество смешанной воды при температуре 40 °С за один отбор путем расчета энергии горячей воды во время отбора.

Максимальный расход горячей воды f_{max} вместе с температурами поступающей холодной воды θ_{WC} и выходящей горячей воды θ_{WH} измеряют во время отбора, по крайней мере каждые 10 с. Максимальный объем горячей воды при температуре 40 °С, V_{40}, л, рассчитывают как:

$$V_{40} = \frac{1}{(40-10)\cdot 60}\int_{0}^{t_{40}} f_{max(t)}\cdot\left[\theta_{WH(t)}-\theta_{WC(t)}\right]dt, \quad (15)$$

где $\theta_{WH(t)} - \theta_{WC(t)}$ — разница температур между температурой горячей воды на выходе и холодной воды на входе в бак горячей воды, °С;

t_{40} — время от начала отбора до тех пор, пока $\theta_{WH(t)}$ станет ниже 40 °С, с;

$f_{max(t)}$ — расход горячей воды при отборе, л/мин.

7.11 Устройства с интеллектуальным управлением

Если изделие оснащено интеллектуальным управлением, то преимущество интеллектуального управления может быть учтено в коэффициенте производительности устройства. После этого COP_{smart} можно определить в соответствии с приложением В.

7.12 Диапазон рабочих температур

Изделие должно работать в пределах рабочих температур, указанных изготовителем (см. приложение В для получения дополнительной информации).

8 Результаты испытаний и протокол испытаний

8.1 Данные для записи

Данные, которые должны быть записаны во время испытаний на этапах С—F, приведены в таблице 6, в которой указана общая необходимая информация, но она не предназначена для ограничения данных, которые должны быть получены.

Для устройств с интеллектуальным управлением дополнительные данные, которые должны быть записаны при выполнении испытания интеллектуального цикла, приведены в В.2 (приложение В). Для каждого дня интеллектуального цикла также следует регистрировать данные этапа Е.

Таблица 6 — Данные для записи

Измеренная или рассчитанная величина	Единицы измерения	Все испытания	Период нагрева (этап С)	Энергопотребление в режиме ожидания (этап D)	Отбор воды и COP_{HW} (этап Е)	Смешанная вода и контрольная температура (этап F)
Источник тепла						
Температура воздуха (сухая колба)	°С	X	—	—	—	—
Температура воздуха (влажная колба)	°С	X	—	—	—	—
Расход воздуха	$м^3$/ч	X (только для канального изделия)	—	—	—	—
Внутреннее/внешнее статическое давление	Па	X (только для канального изделия)	—	—	—	—

Продолжение таблицы 6

Измеренная или рассчитанная величина	Единицы измерения	Все испытания	Период нагрева (этап C)	Энергопотребление в режиме ожидания (этап D)	Отбор воды и COP_{HW} (этап E)	Смешанная вода и контрольная температура (этап F)
Горячее водоснабжение						
Температура поступающей холодной воды	°C	θ_{wc}	—	—	—	—
Температура(ы) горячей воды	°C	—	—	—	T_m	θ_{WH}
Целевая температура	°C	—	—	—	T_p	
Расход горячей воды	л/мин	—	—	—	f	$_X f_{max}$
Длительность	с	—	t_h	t_{es}	t_{TTC}	t_{40}
Количество циклов включения/выключения	—	—	—	X	—	—
Профиль нагрузки	—	—	—	—	X	—
Эталонная энергия	кВт·ч	—	—	—	Q_{ref}	—
Полезная тепловая энергия каждого отсека	кВт·ч	—	—	—	$Q_{HP\text{-}tap}$	—
Общее полезное содержание энергии в профиле нагрузки	—	—	—	—	Q_{LP}	—
Коэффициент эффективности теплового преобразования	—	—	—	—	COP_{HW}	—
Объем отобранной воды	л	—	—	—	—	V_{40}
Эталонная температура	°C	—	—	—	—	θ'_{WH}
Период размораживания	с	X	—	—	—	—
Рабочий цикл с периодом размораживания	с	X	—	—	—	—
Другие						
Атмосферное давление	Па	X	—	—	—	—
Температура окружающей среды	°C	X	—	—	—	—
Электрические параметры						
Напряжение	В	X	—	—	—	—
Частота	Гц	X	—	—	—	—
Мощность подведенная	кВт	—	—	P_{es}	—	—
Измеренная электрическая энергия	кВт·ч	—	—	$W_{es\text{-}M}$	$Q_{EL\text{-}tap}$, $Q_{EL\text{-}LP}$, $W_{EL\text{-}M\text{-}LP}$	—
Корректировка для вентиляторов	кВ·ч	—	—	$W_{EL\text{-}Corr}$	$W_{EL\text{-}Corr}$	—

Окончание таблицы 6

Измеренная или рассчитанная величина	Единицы измерения	Все испытания	Период нагрева (этап C)	Энергопотребление в режиме ожидания (этап D)	Отбор воды и COP_{HW} (этап E)	Смешанная вода и контрольная температура (этап F)
Неиковое энергопотребление изделия, где это применимо	кВт·ч	—	—	—	W_{EL-OFF}	—
Электроэнергия	кВт·ч	—	—	W_{es-HP}	W_{EL-LP}	—

8.2 Протокол испытаний

8.2.1 Общая информация

Протокол испытаний должен содержать, как минимум:

a) дату проведения испытаний;

b) наименование испытательной лаборатории;

c) место проведения испытаний;

d) руководителя испытаний;

e) наименование объекта испытаний;

f) серийные номера изготовителя водонагревателя с тепловым насосом и накопительного бака, как предусмотрено;

g) описание водонагревателя с тепловым насосом и накопительного бака, включая настройку термостата, скорость вращения вентилятора;

h) запись о неиковом изделии (да/нет),

i) тип и массу хладагента;

j) ссылку на настоящий стандарт;

k) любые отклонения от метода испытаний;

l) записанные данные (см. 8.1);

m) записанные данные (приложение B, где применимо);

n) основные результаты (см. 8.2.2);

o) дату и подпись руководителя испытаний.

8.2.2 Основные результаты

Основные результаты должны быть представлены в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 — Представление основных результатов

Наименование показателя		Обозначение	Величина
1	Профиль нагрузки	—	—
2	Настройки управления, например заданная температура термостата, режим	—	—
3	Время нагревания	t_h	ч/мин
4	Подвод энергии для нагрева	W_{eh-HP}	кВт·ч
5	Энергопотребление в режиме ожидания	P_{es}	Вт
6	Общее содержание полезной энергии в течение всего профиля нагрузки	Q_{LP}	кВт·ч
7	Общее потребление электроэнергии в течение всего профиля нагрузки	W_{EL-LP}	кВт·ч
8	Коэффициент полезного действия для эталонного профиля нагрузки	COP_{HW}	—
9	Эталонная температура горячей воды	θ'_{WH}	°C
10	Максимальный объем смешанной воды при температуре 40 °C	V_{40}	л
11	Интеллектуальные настройки управления, например заданная температура термостата, режим	—	—

Окончание таблицы 7

Наименование показателя		Обозначение	Величина
12	Для продуктов с интеллектуальным управлением Smart Control Factor	*SCF*	—
13	Для продуктов с интеллектуальным управлением заказ профилей нагрузки от 1 дня до 5	—	—
14	Коэффициент эффективности с интеллектуальным управлением	COP_{smart}	—
15	Измеренный объем бака, где это применимо	V_m	л

9 Маркировка

Каждый водонагреватель с тепловым насосом должен иметь прочную, постоянно закрепленную маркировку, которая легко читается, когда устройство находится в положении для использования, и содержит как минимум информацию, требуемую стандартами безопасности. Если водонагреватель с тепловым насосом состоит из нескольких частей, информация должна быть отмечена на каждой из этих частей вместе с обозначением модели дополнительных частей.

Дополнительная информация может быть предоставлена, если приведена подробная информация о характеристиках, требуемых условиях испытаний, приведенных в таблицах 4, 5 и приложении А.

Приложение А
(справочное)

Профили нагрузки

В таблицах А.1, А.2 приведены профили эталонной нагрузки для определения в соответствии с 7.2, этапом Е, «Отбор воды и расчет коэффициента эффективности COP». Профиль эталонной нагрузки в таблице А.1 предназначен для различной энергоемкости в соответствии с таблицей А.1; профиль эталонной нагрузки в таблице А.2 — для использования с различным объемом воды. Для проведения испытания должен быть выбран конкретный профиль нагрузки по таблицам А.1, А.2.

Таблица А.1 — Профили нагрузки от *S* до *XL* (энергоемкость)

Время, ч.мин		*S* (40 l)				*M* (100 l)				*L* (200 l)				*XL* (320 l)			
		Q_{tap}	f	T_m	T_p	Q_{tap}	f	T_m	T_p	Q_{tap}	f	T_m	T_p	Q_{tap}	f	T_m	T_p
		кВт·ч	л/мин	°С	°С	кВт·ч	л/мин	°С	°С	кВт·ч	л/мин	°С	°С	кВт·ч	л/мин	°С	°С
1	7:00	0,105	3	25	—	0,105	3	25		0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
2	7:05	—	—	—	—	1,4	6	40		1,4	6	40	—	—	—	—	—
3	7:15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,82	6	40	—
4	7:26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,105	3	25	—
5	7:30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	—	—	—	—	—
6	7:45	—	—	—	—	—	—	—	—	0,105	3	25	—	4,42	10	10	40
7	8:01	—	—	—	—	0,105	3	25	—	—	—	—	—	0,105	3	25	—
8	8:05	—	—	—	—	—	—	—	—	3,605	10	10	40	—	—	—	—
9	8:15	—	—	—	—	0,105	3	25	—	—	—	—	—	0,105	3	25	—
10	8:25	—	—	—	—	—	—	—	—	0,105	3	25	—	—	—	—	—
11	8:30	0,105	3	25		0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
12	8:45	—	—	—	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
13	9:00	—	—	—	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
14	9:30	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
15	10:00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,105	3	25	—
16	10:30	—	—	—	—	0,105	3	10	40	0,105	3	10	40	0,105	3	25	40
17	11:00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,105	3	25	—
18	11:30	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
19	11:45	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
20	12:00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	12:30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	12:45	0,315	4	10	55	0,315	4	10	55	0,315	4	10	55	0,735	4	10	55
23	14:30	—	—	—	—	0,105	3	25		0,105	3	25	—	0,105	3	25	—

Окончание таблицы А.1

Время, ч.мин		*S* (40 l)				*M* (100 l)				*L* (200 l)				*XL* (320 l)			
		Q_{tap}	*f*	T_m	T_p	Q_{tap}	*f*	T_m	T_p	Q_{tap}	*f*	T_m	T_p	Q_{tap}	*f*	T_m	T_p
		кВт·ч	л/мин	°С	°С	кВт·ч	л/мин	°С	°С	кВт·ч	л/мин	°С	°С	кВт·ч	л/мин	°С	°С
24	15:00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,105	3	25	—
25	15:30	—	—	—	—	0,105	3	25		0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
26	16:00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,105	3	25	—
27	16:30	—	—	—	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
28	17:00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,105	3	25	—
29	18:00	0,105	3	25		0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
30	18:15	0,105	3	40		0,105	3	40	—	0,105	3	40	—	0,105	3	40	—
31	18:30					0,105	3	40	—	0,105	3	40	—	0,105	3	40	—
32	19:00					0,105	3	25	—	0,105	3	25	—	0,105	3	25	—
33	19:30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	20:00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	20:30	0,42	4	10	55	0,735	4	10	55	0,735	4	10	55	0,735	4	10	55
36	20:45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	20:46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,42	10	10	40
38	21:00	—	—	—	—	—	—	—	—	3,605	10	10	40	—	—	—	—
39	21:15	—	—	—	—	0,105	3	25	—	—	—	—	—	0,105	3	25	
40	21:30	0,525	5	45		1,4	6	40		0,105	3	25		4,42	10	10	40
41	21:35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
42	21:45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	Q_{ref}	2100	—	—	—	5,845	—	—	—	11,655	—	—	—	19,07	—	—	—

Таблица А.2 — Профили нагрузки от *S* до *XL* (объем воды)

Время, ч:мин		*S* (40 l)				*M* (100 l)				*L* (200 l)				*XL* (320 l)			
		V	*f*	T_m	T_p	*V*	*f*	T_m	T_p	*V*	*f*	T_m	T_p	*V*	*f*	T_m	T_p
		л	*л*/мин	°С	°С	*л*	*л*/мин	°С	°С	*л*	*л*/мин	°С	°С	*л*	*л*/мин	°С	°С
1	00:00	7,6	3,8	—	—	56,8	6,4	—	—	56,8	6,4	—	—	102	11,4	—	—
2	00:30	—	—	—	—	7,6	3,8	—	—	7,6	3,8	—	—	7,6	3,8	—	—
3	00:40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,8	3,8	—	—
4	1:00	3,8	3,8	—	—	3,8	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	1:05	1,9	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1:10	1,9	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	1:15	1,9	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	1:40	—	—	—	—			—	—	34,1	6,4	—	—	34,1	6,4	—	—
9	8:00	3,8	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	8:15	7,6	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	9:00	5,7	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	9:15	3,8	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	10:30	—	—	—	—	22,7	6,4	—	—	34,1	6,4	—	—	56,8	11,4	—	—
14	11:30	—	—	—	—	15,1	6,4	—	—	18,9	6,4	—	—	18,9	6,4	—	—
15	12:00	—	—	—	—	3,8	3,8	—	—	3,8	3,8	—	—	3,8	3,8	—	—
16	12:45	—	—	—	—	3,8	3,8	—	—	3,8	3,8	—	—	3,8	3,8	—	—
17	12:50	—	—	—	—	3,8	3,8	—	—	3,8	3,8	—	—	3,8	3,8	—	—
18	16:00	—	—	—	—	—	—	—	—	3,8	3,8	—	—	7,6	3,8	—	—
19	16:15	—	—	—	—	7,6	3,8	—	—	7,6	3,8	—	—	7,6	3,8	—	—
20	16:30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,6	6,4	—	—
21	16:45	—	—	—	—	7,6	6,4	—	—	7,6	6,4	—	—	7,6	6,4	—	—
22	17:00	—	—	—	—	11,4	6,4	—	—	26,5	6,4	—	—	53,0	11,4	—	—
23	Q_{ref}	38	—	—	—	114	—	—	—	208	—	—	—	318	—	—	—

Приложение В
(справочное)

Определение коэффициента интеллектуального управления *SCF*

В.1 Общие положения

В случае объявления интеллектуального элемента управления его следует проверить в соответствии с 7.1 и В.2.

В.2 Процедура проверки *Smart Control*

В.2.1 Процедура измерения

Процедура проверки интеллектуального управления основана на двух периодах проверки: базовый период и интеллектуальный период. В течение первого, базового, периода интеллектуальное управление не влияет на процедуру нагрева и прибор использует настройки температуры в соответствии с 7.1; во втором, интеллектуальном, периоде, который будет достигнут автоматически, устройство работает для того, чтобы уменьшить любое потребление электроэнергии для достижения минимального целевого показателя эффективности (то есть коэффициента интеллектуального управления *SCF*) по сравнению с первым периодом тестирования.

В течение базового периода интеллектуальное управление активируется для обучения, но отключается для работы.

На протяжении интеллектуального периода интеллектуальное управление активируется для оптимизации операций, то есть экономии энергии.

В течение обоих периодов выбранные профили нагрузки должны быть выполнены.

Общий тестовый период именуют *SMART* (интеллектуальным) циклом.

Все испытания выполняют с использованием термостата изделия.

Процедура испытания для *SMART* (интеллектуального) цикла представлена на рисунке В.1.

В.2.2 Установка

Шаг 0 на рисунке В.1: изделие устанавливают в соответствии с методикой, показанной в разделе 5.

В.2.3 Стабилизация

Шаг 1 на рисунке В.1: изделие стабилизируется в соответствии с методикой, представленной в 7.5.

В.2.4 Заполнение и нагревание

Шаг 2 на рисунке В.1: изделие должно быть полностью заполнено холодной водой. Этот этап состоит в нагревании накопленного количества воды из начального состояния до первого отключения компрессора термостатом, измеряющим температуру воды в резервуаре.

В.2.5 Стабилизация до начала контрольного периода

Шаг 3 на рисунке В.1: поддерживают работу изделия без отборов в течение не менее 12 ч. По окончании этой стадии следующая стадия начинается при первом отключении термостата через 12 ч. После того как термостат отключает водонагреватель с тепловым насосом после шага 1, система остается работать без отборов. Этот шаг заканчивается при первом отключении термостата через 12 ч.

В.2.6 Отчетный период

Шаг 4/5 на рисунке В.1: этот тестовый период позволяет изучать поведение пользователей и измерять потребление энергии с помощью активации интеллектуального управления.

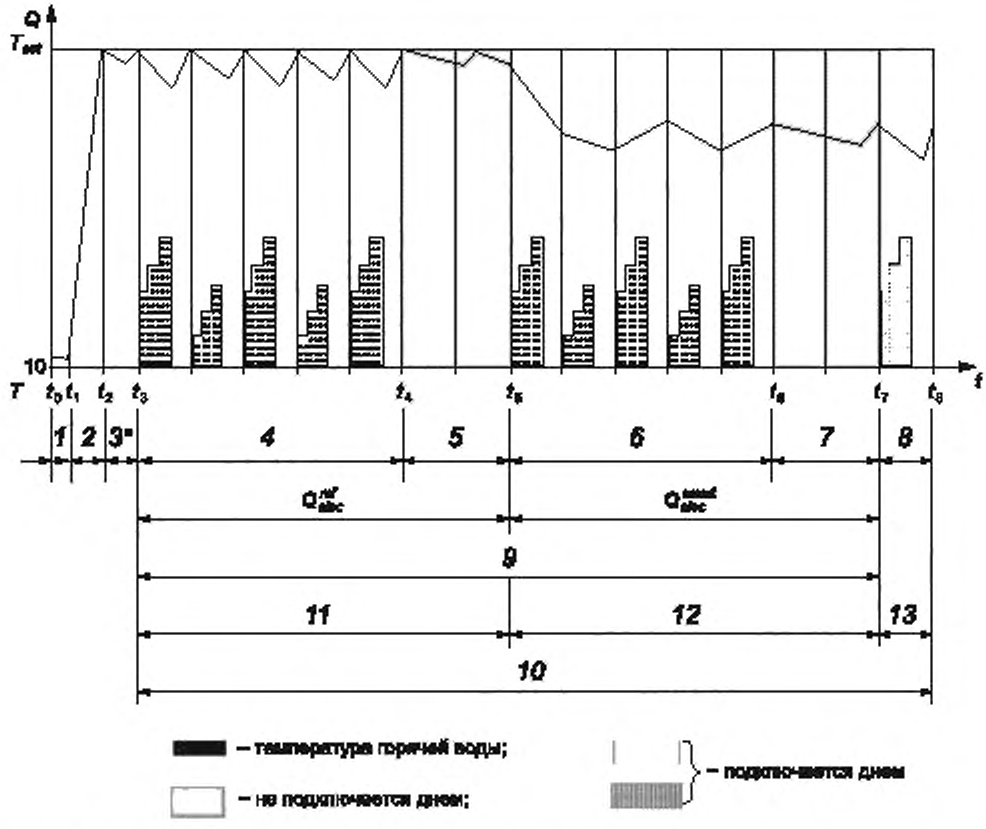
Шаг 4/5 может длиться 7 или 14 дней (1 или 2 нед); производитель решит использовать 1 или 2 нед процедуры, и после этого изделие будет испытано.

Первые 5 дней испытаний с точки зрения профилей нагрузки будут выбраны лабораторией случайным образом между профилем нагрузки, заявленным производителем изделия *WHL*, после нагрузки нагревателя и непосредственно более низким профилем нагрузки *WHL-1*. Должны быть определены пять нагрузок водонагревателя (например, три *WHL* и два *WHL-1*, и лаборатория может решить использовать их случайным образом (например, *WHL=M → MMMSS*, *SSMMM*, *MSMSM*). В том (маловероятном) случае, когда *WHL* является наименьшим профилем нагрузки *XXS*, продукт должен быть испытан с использованием только профиля нагрузки *WHL* (т. е. *XXS*) в течение 5 дней. В этом случае отбор на 6-й и 7-й день отсутствует. Пример приведен в таблице В.1.

Если в отчетном периоде используется 2-я неделя, она должна иметь ту же последовательность и порядок профилей нагрузки, что и 1-я неделя.

Интеллектуальное управление активируется вручную/автоматически в соответствии с инструкциями производителя в момент времени t_3 (см. рисунок В.1), и оно остается включенным от t_3 до t_8. Для выбранных профилей нагрузки отбор производят согласно спецификациям определенной 24-часовой схемы отбора по таблицам приложения А. Отбор начинают в t_3 (7:00 ч) в соответствии с таблицами приложения А. Период отбора заканчивается позже 24 ч для каждого дня.

На этапе отбора технические параметры (мощность, температура и т. д.) устанавливают в соответствии с техническими условиями, приведенными в таблицах 3 и 4. Во время отбора рекомендуемая частота дискретизации составляет 3 с или менее. Зарегистрированные значения должны быть частью протокола технического испытания.



1 — шаг 0/1; *2* — шаг 2, *3* — шаг 3; *4* — шаг 4, *5* — шаг 5; *6* — шаг 6, *7* — шаг 7; *8* — шаг 8; *9* — измеренная энергия, *10* — *SMART* (интеллектуальный) цикл; *11* — базовый период; *12* — *SMART* (интеллектуальный) период; *13* — цикл управления *WHL*; *T* — температура; T_{set} — установленная температура; *t* — время; Q^{ref}_{abc} — общее потребление электроэнергии за базовый период интеллектуального цикла; Q^{used}_{abc} — общее полезное энергопотребление в течение интеллектуального периода интеллектуального цикла; *a* — $t \geq 12$ ч

Рисунок В.1 — Процедура испытания для *SMART* (интеллектуального) цикла

Таблица В.1 — Пример серии профилей нагрузки

Отчетный период	Интеллектуальный период
день 1: *WHL*	Повторение в том же порядке
день 2: *WHL-1*	
день 3: *WHL*	
день 4: *WHL-1*	
день 5: *WHL*	
день 6: не подключено к сети	
день 7: не подключено к сети	
день 6: не подключено к сети	
день 7: не подключено к сети	

Потребление электроэнергии в течение каждого 24-часового испытания $Q^{ref}_{elec}[j]$, кВт·ч, измеряют, и общее потребление электроэнергии Q^{ref}_{elec} рассчитывают для отчетного периода по формуле

$$Q^{ref}_{elec} = \sum_{j=1}^{7n} Q^{ref}_{elec}[j], \quad (B.1)$$

где $n = 1$ — отчетный период, рассчитанный на 1 нед;

$n = 2$ — отчетный период, рассчитанный на 2 нед.

Полезное содержание энергии каждого профиля нагрузки в базовом периоде $Q^{ref}_{elec}[j]$, кВт·ч, определяют в соответствии с пунктом 7.9.1. Общее содержание полезной энергии в базовом периоде Q^{ref}_{CP} рассчитывают по формуле

$$Q^{ref}_{CP} = \sum_{j=1}^{7n} Q^{ref}_{CP}[j], \quad (B.2)$$

где $n = 1$ — отчетный период, рассчитанный на 1 нед;

$n = 2$ — отчетный период, рассчитанный на 2 нед.

Изделия, отнесенные к категории непликовых приборов, должны быть приведены в действие на протяжении не более 8 ч подряд в течение 22:00 и 7:00 ч схемы 24-часового отбора, как указано в таблицах А.1, А.2 приложения А.

Период профиля нагрузки 24 ч, т. е. каждый период 24 ч, в 7:00 ч начинается отбор, указанный в таблицах А.1, А.2 приложения А, не дожидаясь отключения термостатом водонагревателя с тепловым насосом.

B.2.7 *SMART* (интеллектуальный) период

Шаг 6/7 на рисунке В.1: непосредственно после отчетного периода испытание *SMART* (интеллектуального) периода проводят в течение 1 нед с использованием того же повторения последовательности профилей нагрузки, определенной на протяжении отчетного периода; функция интеллектуального управления включена. На этом этапе также измеряют потребление энергии, и оно будет сравниваться с потреблением энергии отчетного периода. Такой процент экономии именуют «интеллектуальный фактор управления» *SCF*.

Основными результатами испытания являются потребление электроэнергии в течение каждого 24-часового испытания $Q^{smart}_{elec}[j]$, кВт·ч, и общее потребление электроэнергии за интеллектуальный период Q^{smart}_{elec}, рассчитанное по формуле

$$Q^{smart}_{elec} = \sum_{j=1}^{7n} Q^{smart}_{elec}[j], \quad (B.3)$$

где $n = 1$ — отчетный период, рассчитанный на 1 нед;

$n = 2$ — отчетный период, рассчитанный на 2 нед.

Полезное содержание энергии каждого профиля нагрузки за отчетный период $Q^{smart}_{CP}[j]$, кВт·ч, определяют в соответствии с пунктом 7.9.1. Общее содержание полезной энергии в базовом периоде Q^{smart}_{CP} рассчитывают

$$Q^{smart}_{CP} = \sum_{j=1}^{7n} Q^{smart}_{CP}[j], \quad (B.4)$$

где $n = 1$ — отчетный период, рассчитанный на 1 нед;

$n = 2$ — отчетный период, рассчитанный на 2 нед.

Изделия, отнесенные к категории непликовых приборов, должны быть приведены в действие на протяжении не более 8 ч подряд в течение 22:00 и 7:00 ч схемы 24-часового отбора, как указано в таблицах А.1, А.2 приложения А.

Период профиля нагрузки 24 ч, т. е. каждый период 24 ч, в 7:00 ч начинается отбор, указанный в таблицах А.1, А.2 приложения А, не дожидаясь отключения термостатом водонагревателя с тепловым насосом.

B.2.8 Отчет по коэффициенту интеллектуального управления *SCF*

Разница между результатами измерений Q^{ref}_{CP} и Q^{smart}_{CP} должна быть менее 2 %. *SCF* рассчитывают по следующей формуле:

$$SCF = \left(1 - \frac{Q^{smart}_{elec}}{Q^{ref}_{elec}}\right). \quad (B.5)$$

Если значение *SCF* более или равно 0,07 и требования В.2.9 выполнены, то значение *smart* должно быть 1. Во всех остальных случаях значение *smart* должно быть равно 0.

B.2.9 Цикл проверки

Шаг 8 на рисунке В.1: непосредственно после интеллектуального периода дополнительно проводят 24-часовой профиль нагрузки (именуемый «цикл проверки *WHL*»), должны быть выполнены все требования. Если требование

не выполнено, преимущество интеллектуального управления не может быть учтено и значение *smart* равно 0 по формуле (В.6). На этой стадии продукт тестируют в соответствии с профилем нагрузки водонагревателя первого дня (день 1) контрольного периода. Установка должна соответствовать требованиям данного профиля нагрузки.

В.3 Расчет COP_{smart}

Коэффициент характеристики COP_{HW}, определенный согласно пункту 7.9.3 для профиля нагрузки, может быть скорректирован для преимущества интеллектуального управления, при его наличии; для расчета COP_{smart} используют формулу

$$COP_{smart} = \left(\frac{COP_{HW}}{1 - SCF \cdot smart} \right), \quad (B.6)$$

где COP_{HW} — коэффициент полезного действия теплового преобразования профиля нагрузки в соответствии с пунктом 7.9.3;

SCF — коэффициент интеллектуального управления, определяемый согласно В.2.8;

smart — значение индикатора соответствия интеллектуальному управлению продукта, определяемого по В.2.8 и В.2.9.

В.4 Результаты испытаний и протокол испытаний

В.4.1 Дополнительные данные для записи

Для блоков с интеллектуальным управлением дополнительные данные, которые должны быть записаны после испытаний с интеллектуальным управлением, приведены в таблице В.2. Для каждого дня умного цикла также регистрируют данные этапа Е.

Таблица В.2 — Дополнительные данные, регистрируемые для проверки умного управления

Измеренные или рассчитанные значения	Единицы	Интеллектуальный цикл	Отчетный период	Интеллектуальный период	Контроль *WHL*
Отбор горячей воды					
Порядок профилей загрузки для 1-го и 5-го дня	—	X	X	—	—
Общее содержание полезной энергии	кВт·ч	Q_{LP}^{ref}	Q_{LP}^{smart}	—	—
Электрические параметры					
Полное потребление электричества	кВт·ч	Q_{elec}^{ref}	Q_{elec}^{smart}	—	Q_{elec}^{WHLC}
Коэффициент интеллектуального управления	—	*SCF*	—	—	—

В.4.2 Дополнительные результаты испытаний

Для изделий с интеллектуальным управлением дополнительные результаты определяют в соответствии с таблицей В.3.

Таблица В.3 — Представление дополнительных результатов

	Результат	Сокращения	Единицы измерения
1	Интеллектуальные параметры настройки контроля, например температура настройки термостата, режим	—	—
2	Для продуктов с интеллектуальным управлением *Smart Control Factor*	*SCF*	—
3	Для продуктов с интеллектуальным управлением — порядок профилей нагрузки от дня 1-го к 5-му дню	—	—
4	Коэффициент производительности с интеллектуальным управлением	*COPsmart*	—

Приложение С
(справочное)

Диапазон рабочих температур

С.1 Диапазон рабочих температур

Установка должна быть способна работать в пределах температур, указанных изготовителем. Процедура включает два периода нагрева:

первый — при минимальной температуре источника тепла;

второй — при максимальной температуре источника тепла.

Условия эксплуатации и погрешность измерения должны соответствовать указанным в таблице С.1.

Таблица С.1 — Условия эксплуатации

Испытание	Температура источника тепла испарителя, °С	Температура подачи горячей воды или промежуточной жидкости в баке, °С
№ 1	Минимальная температура источника тепла	Начальная температура в соответствии с таблицей 3. Максимальная температура горячей воды (термостат). Средняя температура горячей воды (отбор)
№ 2	Максимальная температура источника тепла	Минимальная начальная температура. Максимальная температура горячей воды (термостат). Средняя температура горячей воды (отвод)

Минимальную температуру источника тепла (нижний предел использования) в наружном теплообменнике устанавливают в начале испытания и поддерживают постоянной во время испытания.

Максимальную температуру горячей воды (более высокий предел использования) устанавливают термостатом в начале испытания и поддерживают постоянной во время испытания.

Допустимые отклонения от заданных значений приведены в таблице 2. Бак заполняют водой при температуре поступающей холодной воды, указанной в таблице 3. Затем изделие должно быть запущено и необходимо нагреть бак до максимально возможной температуры горячей воды, определенной изготовителем, без остановки предохранителями.

Максимальная настройка значений температуры горячей воды указана в инструкциях по эксплуатации и монтажу. Отклонение между отдельными значениями и заданными значениями должно быть между:

- нулевым и минус двукратным допустимым отклонением по таблице 2 для максимальных температур;
- нулевым и плюс двукратным допустимым отклонением в соответствии с таблицей 2 при минимальных температурах.

Испытание проводят с применением того же потока исходного объема, который используют для измерения профиля нагрузки.

Таблица С.2 — Определение температуры влажной колбы, связанной с температурой сухой колбы

Температура сухой колбы T_{DB}, °С	Температура влажной колбы T_{WB}, °С
$T_{DB} < -10$	Не определено
$-10 \le T_{DB} \le 12$	$T_{WB} = T_{DB} - 1$
$12 < T_{DB} \le 20$	$T_{WB} = 0{,}34 * T_{DB} + 6{,}95$
$T_{DB} > 20$	$T_{WB} = 0{,}86 * T_{DB} - 3{,}50$

Непосредственно после того, как водонагреватель с тепловым насосом останавливается в первый раз, 50 % номинального объема резервуара отводится и измеряется температура горячей воды. Расход горячей воды должен быть установлен на величину расхода, соответствующую заявленному профилю нагрузки. Среднее значение температуры горячей воды во время отвода является верхним пределом для производства горячей воды.

Затем повторяют процедуру с максимальной температурой источника тепла (верхний предел использования). Условия окружающей среды в ходе испытания должны соответствовать условиям, указанным в таблице 4. Испытание проводят в тех случаях, когда при указанных условиях в течение всей процедуры испытания водонагреватель с тепловым насосом не отключается защитным устройством.

УДК 66.065.54:006.354 ОКС 27.080

Ключевые слова: тепловой насос, водонагреватель, горячая вода, расчет, рабочие характеристики, тепловая производительность

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 25.06.2021. Подписано в печать 15.07.2021. Формат 60×84¼. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,34.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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