ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56776— 2015

СИСТЕМЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЫТОВОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Метод расчета энергопотребления и эффективности

(EN 15316-3-3:2007, NEQ)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «СанТехПроект» (ООО «СанТехПроект»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 ноября 2015 г. № 2029-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений европейского стандарта ЕН 15316-3-3:2007 «Системы отопления в зданиях. Метод расчета требований энергопотребления и эффективности систем. Часть 3-3: Системы приготовления бытового горячего водоснабжения» (EN 15316-3-3:2007 «Heizungsanlagen in Gebauden. Verfahren zur Berechnung der Energieaforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen. Tell 3-3: Trinkwassererwarmung, Erzeugung Deutsche Fassung», NEQ)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

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

Введение

Примененный европейский стандарт является частью серии стандартов ЕН 15316, в которых установлены методы расчета потребления энергии и эффективности систем теплоснабжения в зданиях в комбинации с бытовыми системами горячего водоснабжения. В примененном европейском стандарте рассмотрены методы расчета энергетических затрат и энергетических потерь отдельных установок по производству теплоты для систем бытового горячего водоснабжения.

Минимизация энергетических потерь в системе приготовления бытового горячего водоснабжения путем оптимального выбора оборудования и схем производства горячей воды в зависимости от режимов и характера потребления позволяет поддерживать затраты на коммунальные услуги на экономически доступном для населения уровне.

Требуемые для проведения расчетов значения величин следует принимать по действующим в Российской Федерации нормативным документам, указанным в разделе 2 настоящего стандарта, а в случае их отсутствия по рекомендациям настоящего стандарта.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЫТОВОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Метод расчета энергопотребления и эффективности

The systems of preparation of consumer hot water-supply.
Computational method of energy consumption and effectiveness

Дата введения — 2016—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие принципы методов расчета потребления энергии и эффективности систем теплоснабжения в зданиях в комбинации с системами бытового горячего водоснабжения и распространяется на разработку методов расчета энергопотребления и эффективности в части, относящейся к установкам производства горячей воды, в том числе и в комбинации обеспечения отопительных нагрузок с определением:

- теплопотерь систем приготовления горячей воды для бытового горячего водоснабжения;
- возвратных теплопотерь систем приготовления горячей воды для бытового горячего водоснабжения, которые можно использовать для отопления помещений;
- вспомогательной энергии систем приготовления горячей воды для бытового горячего водоснабжения.

Эти величины являются исходными для расчета общего энергопотребления.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 28361—89* (МЭК 379—87) Водонагреватели аккумуляционные электрические бытовые. Методы функциональных испытаний

ГОСТ Р 31856—2012 (ЕН 26:1997) Водонагреватели газовые мгновенного действия с атмосферными горелками для производства горячей воды коммунально-бытового назначения. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 54826—2011 (ЕН 483:1999) Котлы газовые центрального отопления. Котлы типа «С» с номинальной тепловой мощностью не более 70 кВт

ГОСТ Р 54856 —2011 Теплоснабжение зданий. Методика расчета энергопотребности и эффективности системы теплогенерации с солнечными установками

ГОСТ Р 54860—2011 Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчета энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения

ГОСТ Р 54865—2011 Теплоснабжение зданий. Методика расчета энергопотребности и эффективности системы теплогенерации с тепловыми насосами

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.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 54860, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **возвратные тепловые потери системы:** Часть тепловых потерь систем, которая при повторном использовании может снизить потребность полезной энергии для отопления и кондиционирования либо уменьшить потребление первичной энергии.

Примечание — Возвратные тепловые потери системы зависят от выбранного метода расчета возвратных поступлений и потерь теплоты (подробного или упрощенного расчета).

3.2 **возвращенные тепловые потери системы:** Часть возвратных тепловых потерь системы, которая была использована либо для снижения потребления полезной энергии для отопления и кондиционирования, либо для уменьшения потребления первичной энергии.

3.3 **граница системы:** Граница, охватывающая всю систему, связанную со зданием (как внутри, так и снаружи здания), от точки нагрева до точки водоразбора (см. 3.11).

Примечание — Внутри границ системы потери учитываются явным образом; вне границ системы, наоборот, потери учитываются посредством коэффициента преобразования.

3.4 **дополнительная (вспомогательная) энергия:** Электроэнергия, используемая инженерными установками и системами здания для отопления, кондиционирования, вентиляции и/или горячего водоснабжения, чтобы поддерживать преобразование энергии для обеспечения энергопотребления.

Примечание — Сюда относится энергия потребляемая вентиляторами, насосами, электронными устройствами и т. д. Электроэнергия, подводимая к вентиляционным системам для перемещения воздуха и рекуперации теплоты, относится не к вспомогательной энергии, а рассматривается как энергия, потребляемая на вентиляцию.

3.5 **здание:** Результат строительства (строительное сооружение), представляющий собой объемную строительную систему, имеющую надземную и/или подземную часть, включающую в себя помещения, сети и системы инженерно-технического обеспечения и предназначенную для проживания и/или деятельности людей, размещения производства, хранения продукции или содержания животных.

Примечание — Данное понятие допускается распространять на здания в целом или на части здания, которые были рассчитаны или изменены таким образом, что могут использоваться отдельно.

3.6 **инженерное оборудование здания:** Состоящее из различных подсистем техническое оборудование здания, предназначенное для отопления, кондиционирования, вентиляции, бытового горячего водоснабжения, освещения и выработки электроэнергии.

Примечания

1 Одна система инженерного оборудования зданий может относиться к одной или нескольким техническим службам здания (например, система отопления или система теплоснабжения, включающая в себя отопление и бытовое горячее водоснабжение).

2 Выработка электроэнергии может проводиться комбинированными способами, а также с помощью фотоэлектрических систем.

3.7 **конечная энергетическая потребность для систем отопления или кондиционирования помещений, или бытового горячего водоснабжения:** Энергия, подводимая к системам отопления или кондиционирования помещений, включая осушение, а также к системам горячего водоснабжения, необходимая для покрытия потребности полезной энергии.

Примечание – Если инженерное оборудование здания используется для нескольких целей (например, отопление помещений и бытовое горячее водоснабжение), могут возникнуть трудности при разделении энергетической потребности по соответствующим видам и целям. Допускается приводить комбинированные параметры (например, энергетическая потребность для систем отопления помещений и бытового горячего водоснабжения).

3.8 **период отопления или кондиционирования:** Часть года, когда значительное количество энергии используется для отопления или кондиционирования.

Примечание — Длительность отдельных периодов служит для определения продолжительности эксплуатации технических установок.

3.9 **подогрев воды для систем бытового горячего водоснабжения:** Процесс подвода тепла для повышения температуры холодной воды до требуемой температуры горячей воды в точке водоразбора.

3.10 **потребность полезной энергии для систем бытового горячего водоснабжения:** Необходимое количество теплоты, которое должно быть подведено к объему питьевой воды, чтобы повысить ее температуру от температуры исходной холодной воды до заданного значения температуры горячей воды в точке разбора.

3.11 **программа водоразбора:** 24-часовой цикл, который определяет количество подключений для разбора горячей воды и, следовательно, потребление энергии, соответствующее использованию горячей воды в течение дня.

Примечание — Программа водоразбора также обозначается как цикл или план водопотребления.

3.12 **расчетный период:** Период, во время которого проводится расчет.

Примечание — Расчетный период может быть разделен на определенное число расчетных интервалов.

3.13 **режим неполной нагрузки:**Режим работы технической установки (например, теплового насоса), при котором потребляемая нагрузка меньше фактической мощности установки.

3.14 **рекуперация тепла:** Тепло, которое выделяется установками инженерного оборудования зданий или связано с обеспечением зданий и утилизируется в соответствующих установках, для снижения потребления тепла в здании (например, подогрев приточного воздуха теплом вытяжного воздуха в теплообменнике, использование тепла горячих стоков для подогрева воды).

3.15 **теплопотери системы:** Теплопотери систем инженерного оборудования отопления, кондиционирования, бытового горячего водоснабжения, увлажнения, осушения, вентиляции и освещения, которые не входят в полезную мощность системы (в данном случае потери теплообменников, распределительных трубопроводов, устройств регулирования водоразбора).

Примечания

1 Потери системы, если они являются возвратными, допускается включать во внутреннее теплопоступление системы.

2 Тепловая энергия, которая рекуперируется в части системы, рассматривается не как тепловые потери системы, а как рекуперация тепла и непосредственно регламентируется в соответствующих системных стандартах.

3 Теплота, которая выделяется при работе осветительных приборов или прочего оборудования (например, бытового оборудования), относится не к тепловым потерям системы, а к внутренним теплопоступлениям.

3.16 **удельная теплота сгорания (низшая теплота сгорания):** Количество теплоты, отдаваемое топливом, когда оно полностью сжигается при постоянном давлении 101 320 Па в кислороде, а температура продуктов сгорания снижается до температуры окружающей среды.

Примечания

1 Данная величина содержит скрытую теплоту конденсации всего водяного пара, содержащегося в горючем, и водяного пара, образованного от сгорания водорода, содержащегося в горючем.

2 В [1] вместо удельной теплотворной способности преимущественно применяют удельную теплоту сгорания.

3 Удельная теплотворная способность не учитывает скрытую теплоту конденсации.

3.17 **часть системы инженерного оборудования зданий:** Часть совокупной системы инженерного оборудования зданий, которая выполняет определенную функцию (например, производство, распределение, потребление тепла).

4 Обозначения, единицы измерения и индексы

Для целей настоящего стандарта применены следующие обозначения и единицы измерения (см. таблицу 1) и индексы (см. таблицу 2).

Таблица 1 —— Символы и единицы измерения

Обозначение	Величина	Единица измерения
A	Площадь	$м^2$
D	Диаметр	мм
L	Длина	м
t	Время, временной период	с
Q	Количество теплоты, энергия	Дж
P	Электрическая мощность	Вт
q	Температура термодинамическая, Кельвин	К
V	Объем	$м^3$
W	Вспомогательная энергия (электрическая)	Дж
X	Коэффициент относительного количества поставленной энергии в зависимости от максимального количества сохраненной энергии	—
x, y, z	Постоянные	—
φ	Коэффициент нагрузки	—
α	Часть	—
η	Коэффициент полезного действия (КПД)	—
θ	Температура, градусы Цельсия	°С

Таблица 2 — Индексы

Индекс	Значение	Индекс	Значение	Индекс	Значение
amb	Окружающая среда	ls	Потеря	pmp	Насос
aux	Вспомогательный	max	Максимальное значение	rbl	Возвратный
avg	Средний	meas	Измеренный	sby	Готовность
del	Поставленный	mn	Арифметическое среднее	sol	Солнечный
dis	Система распределения	nd	Потребность	st	Накопление
e	Наружный	nom	Номинальный	Tot	Общий
em	Потребление/ водоразбор	off	Выключено	ve	Вентиляция
gen	Водонагреватель	on	Включено	W	Дополнительная электрическая энергия для горячего водоснабжения
in	Вход в систему	out	Мощность системы	x	Индексы
ind	Отдельный	P	Первичный		
int	Внутренний	p	Трубопровод		

5 Энергетическая мощность части установки для систем бытового горячего водоснабжения

5.1 Общие положения

Генератор теплоты (водонагреватель) для системы бытового горячего водоснабжения должен вырабатывать требуемое количество энергии, необходимое для покрытия потребности полезной энергии для подогрева воды для систем бытового горячего водоснабжения и компенсации потерь прочих частей установки (например систем распределения).

Требуемое количество энергии $Q_{W,gen,out}$, МДж/сут, рассчитывают по формуле

$$Q_{W,gen,out} = Q_W + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,st,ls} + Q_{W,p,ls}, \quad (1)$$

где

Q_W - потребность энергии для систем бытового горячего водоснабжения, МДж/сут;

$Q_{W,dis,ls}$- теплопотери системы распределения бытового горячего водоснабжения, МДж/сут;

$Q_{W,st,ls}$ - теплопотери накопителя горячей воды для бытового горячего водоснабжения (при наличии), МДж/сут;

$Q_{W,p,ls}$ - теплопотери котельного контура (при наличии), МДж/сут.

Если теплогенераторы используют также для отопления помещений, то мощность водонагревателя во время летнего режима работы, когда потребность в отоплении помещений отсутствует, и во время зимнего режима работы, когда существуют потребности как в отоплении помещений, так и в бытовой горячей воде, необходимо рассчитывать отдельно.

5.2 Системы бытового горячего водоснабжения с одним водонагревателем

Если используют только один водонагреватель, то вся общая мощность системы производства теплоты должна быть обеспечена этим водонагревателем.

5.3 Системы бытового горячего водоснабжения с несколькими водонагревателями

5.3.1 Общие положения

Если для производства энергии для бытовой горячей воды используют более одного водонагревателя, то вклад каждого отдельного нагревателя рассчитывают на основе его номинальной мощности.

Если один из этих водонагревателей или все водонагреватели имеют отдельный источник тепла, то потери источника и потребление вспомогательной энергии для источника необходимо рассчитывать отдельно.

5.3.2 Системы бытового горячего водоснабжения с последовательно подключенными водонагревателями различного типа

Если подогрев бытовой горячей воды производят ряд последовательно подключенных водонагревателей различного типа, необходимо определить вклад каждого отдельного водонагревателя. Расчеты следует проводить в соответствии с последовательностью использования водонагревателей при подогреве воды.

Примечание — Обычно исходят из того, что для подогрева бытовой горячей воды используют максимум три источника: предварительный нагрев с помощью, например, солнечных коллекторов, базовый нагрев, а также дополнительный нагрев для покрытия пиковой нагрузки.

Если тепловая энергия передается в систему бытового горячего водоснабжения посредством приборов другого типа (например, тепловой насос с рекуперацией теплоты из удаляемого воздуха), то дополнительный источник покрывает только оставшуюся потребность в тепловой энергии.

5.3.3 Системы бытового горячего водоснабжения с несколькими параллельно подключенными водонагревателями

Если для производства тепловой энергии для бытовой горячей воды используют два и более водонагревателя, подключенных параллельно, то вклад каждого отдельного нагревателя $\alpha_{W,gen,i}$, МДж/сут рассчитывают как отношение его номинальной мощности к общей номинальной мощности установки, необходимой для подогрева бытовой горячей воды:

$$Q_{W,gen,out,i} = \alpha_{W,gen,i} \cdot Q_{W,gen,out} = \frac{Q_{W,gen,nom,i}}{\sum_i Q_{W,gen,nom,i}} \cdot Q_{W,gen,out}, \quad (2)$$

Для подогрева бытовой горячей воды допускается использовать ряд источников энергии (например, солнечный коллектор, котел, тепловой насос или дополнительный электронагреватель). Общее количество требуемой теплоты $Q_{W,gen,out,j}$, МДж, для всех видов и комбинаций нагрузок должно соответствовать суммарной тепловой мощности всех источников:

$$\sum_j Q_{W,gen,out,j} = \sum_k Q_{W,dis,in,k}, \quad (3)$$

где

$Q_{W,dis,in,k}$ — используемая системой распределения k энергия за рассматриваемый временной период, МДж.

Если используют более одного водонагревателя, то общее теплопотребление $Q_{W,dis,in}$ распределяется на имеющиеся водонагреватели. Расчеты для каждого водонагревателя j производятся отдельно, при этом в их основе лежат $Q_{W,gen,out}$ и $\alpha_{W,gen,j}$.

6 Водонагреватель емкостной

Теплопотери водонагревателя емкостного рассчитывают на основании теплопотерь бака водонагревателя емкостного в режиме готовности. Общее количество теплоты, теряемое через наружную поверхность бака-водонагревателя емкостного за рассматриваемый временной период, учитывают в расчетах как потери.

Эти теплопотери $Q_{w,st,ls}$, МДж/сут, рассчитывают на основании величины потерь в режиме готовности, которые связаны с фактической разностью температур следующей зависимостью:

$$Q_{W,st,ls} = \frac{(\theta_{W,st,avg} - \theta_{W,st,avg})}{\Delta\theta_{W,st,sby}} \cdot Q_{W,st,sby}, \quad (4)$$

где $\theta_{w,st,avg}$ — средняя температура накопленной воды , °С;

$\theta_{amb,avg}$ — средняя температура окружающей среды, °С;

$\Delta\theta_{W,st,sby}$ — средняя разность температур, используемая при испытаниях на определение потерь в режиме готовности, °С;

$Q_{w,st,sby}$ — потери в режиме готовности, МДж/сут.

Недельные, месячные и годовые теплопотери определяют умножением суточных теплопотерь на соответствующее количество суток.

Потери бака-водонагревателя емкостного в режиме готовности необходимо измерять согласно расчету или национальному стандарту, который подходит для типа и размера бака. Измеренное значение потерь в режиме готовности основывают на фактической температуре в течение периода работы по ГОСТ Р 54826.

Если потери бака водонагревателя емкостного в режиме готовности неизвестны, то их значение $Q_{w,st,sby}$, МДж/сут, можно рассчитать по формуле

$$Q_{w,st,sby} = x + y \cdot V_{W,st}^{z}, \quad (5)$$

где $V_{W,st}^{z}$ — объем накопителя (литры);

x, y и z — постоянные.

Значения постоянных x, y и z должны быть приведены в ГОСТ Р 54826.

Потери в режиме готовности для старых водонагревателей емкостных могут быть определены похожим образом. В качестве альтернативы могут быть указаны потери в режиме готовности в зависимости от объема бака водонагревателя емкостного, а также вида и толщины теплоизоляции.

Если водонагреватель емкостной для горячей воды находится в отапливаемом помещении здания, то часть его теплопотерь может быть возвращена (см. раздел 10).

Соединительные трубопроводы, ведущие к баку водонагревателятеля емкостного и от него, могут повысить теплопотери бака водонагревателя емкостного, если трубопроводы не имеют теплоизоляции.

7 Соединительная линия между источником и накопителем

7.1 Общие положения

Если разбор бытовой горячей воды производится из бака-накопителя горячей воды с косвенным нагревом, то тепловая энергия поступает из отдельного источника. Накопитель горячей воды может располагаться вблизи или на некотором расстоянии от этого источника.

Теплопотери $Q_{W,p,ls}$ соединительной линии между источником и баком накопителем могут быть рассчитаны двумя различными методами:

– простой оценочный метод;

– подробный метод расчета.

Для газовых тенплогенераторов со встроенным баком-накопителем горячей воды теплопотери соединительной линии между источником и баком-накопителем включают в общий коэффициент полезного действия.

7.2 Определение теплопотерь простым оценочным методом

Простой метод для оценки теплопотерь соединительной линии между теплогенератором и баком-накопителем состоит в использовании установленных репрезентативных значений.

7.3 Определение теплопотерь подробным методом расчета

Для данного подробного метода расчета теплопотерь трубопроводов соединительной линии между теплогенератором и накопителем необходимо придерживаться методов, приведенных в [2] для расчета теплопотерь в трубах.

Расчет теплопотерь соединительной линии между теплогенератором и накопителем должен быть основан на фактической длине труб, если эти значения есть в распоряжении. Если подробный план системы трубопроводов отсутствует, вместо длин трубопроводов допускается подставлять репрезентативные значения. Соответствующие значения могут быть указаны в нормативных документах,действующих на национальном уровне.

8 Водонагреватель проточный

8.1 Общие положения

Законодательство в области классификации зданий по их энергетической эффективности требует проведения измерений КПД водонагревателей, используемых для бытовых систем горячего водоснабжения в одноквартирных домах. Эти требования, предусмотренные для того, чтобы проводить расчеты независимо от конструкции водонагревателя и типа топлива, отдельно рассмотрены в 8.2.

Если установки для подогрева бытовой воды установлены в многоквартирных или коммерческих зданиях, то определение КПД системы подогрева бытовой воды основывают на стандартах, действующих для системы данного типа в зависимости от ее мощности (см. 8.3).

8.2 Подогрев горячей воды в одноквартирных домах

КПД системы подогрева бытовой горячей воды в одноквартирных домах предусмотрен для выполнения требований законодательства по классификации зданий по энергетической эффективности. Стандарты, разрабатываемые для обеспечения согласования с соответствующими директивами, должны содержать методы испытаний с использованием трех обычных программ водоразбора (пик, среднее, минимальное).

Результаты такого рода испытаний дают значения КПД системы подогрева бытовой горячей воды для каждой из этих программ. Если соответствующий прибор не предусмотрен для выполнения требований по водоразбору бытовой горячей воды в объемах всех трех программ, то это необходимо указать в спецификации прибора, которая содержит только результаты испытаний для имеющейся в распоряжении программы водоразбора.

Для данного метода не требуется получение результатов для всех трех программ водоразбора. Метод основан на значении КПД, которое соответствует средней программе водоразбора, а также на максимальной или минимальной программе, в зависимости от того, лежит ли значение энергопотребления для подогрева бытовой горячей воды выше или ниже соответствующего каждой

программе водоразбора требуемого энергопотребления.

Относящийся к фактическому энергопотреблению на подогрев горячей воды КПД системы нагрева может быть получен интерполяцией следующим образом.

- Для энергопотребления на подогрев бытовой горячей воды, значение которого ниже среднего значения, т. е. $Q_1 < Q_{W,gen,out} < Q_2$

$$\eta_{W,gen} = \eta_2 - 0{,}0742 \cdot (\eta_2 - \eta_1) \cdot (21{,}042 - Q_{W,gen,out}) ; \quad (6)$$

- для энергопотребления на подогрев бытовой горячей воды, значение которого выше среднего значения, т. е. $Q_2 < Q_{W,gen,out} < Q_3$

$$\eta_{W,gen} = \eta_2 + 0{,}0478 \cdot (\eta_3 - \eta_2) \cdot (Q_{W,gen,out} - 21{,}042), \quad (7)$$

где η_1 — КПД для минимальной программы водоразбора горячей воды (№ 1),
при Q_1 = 7,560 МДж/сут (~2,100 кВт·ч/сут);
η_2 — КПД для средней программы водоразбора горячей воды (№ 2),
при Q_2 = = 21,042 МДж/сут (~5,845 кВт·ч/сут);
η_3 — КПД для максимальной программы водоразбора горячей воды (№ 3),
при Q_3 = 41,958 МДж/сут (~11,655 кВт·ч/сут);
$Q_{W,gen,out}$ — общая мощность водонагревателя, МДж/сут.

Если $Q_{W,gen,out} < Q_1$, то $Q_{W,gen,out}$ в формуле (6) заменяют на Q_1.

Если $Q_{W,gen,out} > Q_3$, то могут быть получены результаты измерений для программ водозабора с еще большим потреблением воды. В этом случае между Q_2 и энергопотреблением для цикла с большим водозабором проводят интерполяцию.

$Q_{W,gen,out}$, МДж/сут, рассчитывается по формуле

$$Q_{W,gen,out} = Q_W + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,st,ls} + Q_{W,p,ls}, \quad (8)$$

8.3 Системы теплообразования, предусмотренные не для одноквартирных домов

8.3.1 Газовые котлы и котлы на жидких нефтепродуктах

При расчете общих теплопотерь котла учитывают:

- КПД при номинальной мощности $\eta_{W,gen,nom}$;
- потери в режиме готовности $Q_{W,gen,ls,sby}$;
- номинальная тепловая мощность $Q_{W,gen,nom}$.

Эти значения необходимо определять с помощью измерений для комбинированных и конденсационных котлов.

Если результатов измерения нет в наличии, то должны быть указаны установленные стандартные значения. Эти стандартные значения должны быть указаны в нормативных документах, действующих на национальном уровне.

Метод расчета описан в приложении А.

Если специальных результатов измерения нет в наличии, то используют стандартные значения по ГОСТ Р 51847.

Для устаревших котлов, чьи КПД и потери в режиме готовности могут быть неизвестны, значения принимают по ГОСТ Р 51847.

8.3.2 Газовый водонагреватель с накопителем бытовой горячей воды прямого нагрева

КПД газового водонагревателя с накопителем прямого нагрева следует определять с помощью испытаний.

Если значения для КПД отсутствуют, то могут быть указаны минимальные значения. Эти значения не могут быть меньше указанных в приложении Б стандартных значений.

Энергию, требуемую для поддержания температуры горячей воды, принимают равной теплопотерям в окружающую среду. Ее значение следует определять с помощью методов испытаний или оно может быть указано производителем.

Если значения отсутствуют, то необходимо использовать стандартное значение, рассчитываемое на основе максимального значения требуемой для поддержания температуры. Предполагают, что это

значение на 20 % меньше максимально допустимого значения.

Метод расчета описан в приложении Б.

Для старых установок, если данные производителя отсутствуют и невозможно провести измерения, используемые значения должны быть указаны в паспортах установок.

8.3.3 Электрический водонагреватель прямого нагрева

8.3.3.1 Общие положения

Электрический водонагреватель прямого нагрева может работать непрерывно или периодически.

8.3.3.2 Электрический водонагреватель бытовой горячей воды — непрерывная подача электроэнергии

КПД электрического водонагревателя бытовой горячей воды прямого нагрева следует определять с помощью испытаний.

Теплопотери принимают равными количеству энергии, требуемой для поддержания температуры горячей воды, т. е. равными теплопотерям в окружающую среду. Эту величину следует определять с помощью методов испытаний, или она может быть указана производителем.

Метод расчетов описан в приложении В. Если значения для параметров, определяющих потери в режиме готовности, отсутствуют, то стандартные значения должны быть указаны в нормативных документах, действующих на национальном уровне.

Для старых установок, если данные производителя отсутствуют и невозможно провести измерения, используемые значения должны быть указаны в паспортах установок.

8.3.3.3 Электрический водонагреватель бытовой горячей воды — подача электроэнергии только в течение определенного временного промежутка (емкостной)

Эти приборы поставляют горячую воду из бака-накопителя определенного объема. Если горячая вода забирается потребителем в точке разбора, то количество горячей воды в накопителе уменьшается. Эти приборы используют электрическую энергию для восстановления объема горячей воды в накопителе только в течение определенного периода нагрева, который обычно совпадает со временем действия низкого тарифа оплаты за электроэнергию.

Общая энергия взятого из накопителя объема горячей воды равна энергии, требуемой для нагрева бытовой горячей воды с учетом потерь системы распределения. Кроме этого энергия нужна для компенсации теплопотерь накопителя горячей воды.

КПД электрического водонагревателя находится в прямой зависимости от потерь во время режима готовности, которые измеряют в стационарном состоянии или с помощью динамических испытаний, которые представляют дневную программу водоразбора. Используемый метод частично зависит от типа здания и применяемой системы бытового горячего водоснабжения. Обычно используют метод по ГОСТ 28361.

Метод расчета для оценки дневных теплопотерь, соответствующих расчетной средней программе водоразбора, описан в приложении Г. Если значения для параметров, определяющих дневные теплопотери, отсутствуют, то должны быть указаны стандартные значения.

Для старых установок, если данные производителя отсутствуют и невозможно провести измерения, используемые значения должны быть указаны в паспортах установок.

8.3.4 Альтернативные системы подогрева воды

Для систем, в которых все количество или часть потребности полезной энергии для бытовых систем горячего водоснабжения покрывается нагревателем, работающим не на природном газе или нефтепродуктах, КПД определяют согласно соответствующим стандартам (ГОСТ Р 54856, ГОСТ Р 54865).

9 Вспомогательная энергия

9.1 Общее потребление вспомогательной энергии

Общее потребление вспомогательной энергии $W_{W,gen,aux}$, МДж/сут, подсистемой для подогрева горячей воды определяют по формуле

$$W_{W,gen,aux} = W_{W,gen,pmp} + W_{W,gen,ge}, \quad (9)$$

где

$W_{W,gen,pmp}$ — потребление вспомогательной энергии насосом водонагревателя, МДж/сут;

$W_{W,gen,gen}$ — потребление вспомогательной энергии водонагревателем бытовой горячей воды, МДж/сут.

9.2 Потребление вспомогательной энергии насосом накопителя

Циркуляционный насос потребляет электрическую энергию для компенсации падения давления в соединительных трубопроводах между нагревателем и накопителем горячей воды.

Если циркуляционный насос встроен в водонагреватель, то требуемую вспомогательную энергию рассматривают как часть вспомогательной энергии, потребляемой водонагревателем. В этом случае необходимо применять коэффициент для вспомогательной энергии, соответствующий стандарту на водонагреватель.

Если используют отдельный циркуляционный насос, то потребление вспомогательной энергии необходимо рассчитывать отдельно. Циркуляционный насос может также применяться для системы отопления помещений. Необходимо следить за тем, чтобы потребление вспомогательной энергии учитывалось в расчетах только один раз.

Эти методы необходимо использовать при расчете потребления вспомогательной энергии для циркуляционных контуров. При этом допускается применять упрощенный или подробный метод расчета. Соответствующие подробные указания для проведения расчета и стандартные значения должны быть приведены в [3].

9.3 Потребление вспомогательной энергии для водонагревателей бытовой горячей воды прямого нагрева

Вспомогательная энергия требуется для работы горелки, насоса накопителя и прочих приборов, которые связаны с подсистемой нагрева воды и являются составной частью всей системы водоснабжения.

Потребление вспомогательной энергии необходимо измерять в соответствии с действующими стандартами на продукты и системы.

Вспомогательная энергия (обычно электрическая энергия), может быть частично рекуперирована для систем отопления помещений или передаваться воде, находящейся в соединительной линии между котлом и накопителем.

Если специальных результатов измерения нет в наличии, могут быть установлены стандартные значения. В А.3.4 приложения А приведен пример расчета.

10 Возвратные, возвращенные и невозвратные теплопотери

Рассчитанные теплопотери системы не всегда теряются полностью. Некоторые из потерь системы могут быть рекуперированы для отопления помещений, часть этих потерь может быть использована и может внести свой вклад в отопление помещений.

Возвратные потери системы $Q_{W,gen,ls,rbl}$, МДж/сут, выражаются как часть теплопотерь системы производства (подогрева) горячей воды и как часть вспомогательной энергии для этой системы:

$$Q_{W,gen,ls,rbl} = Q_{W,gen,ls} \cdot f_{W,gen,ls,rbl} + W_{W,gen,aux} \cdot f_{W,gen,aux,rbl}, \quad (10)$$

где $f_{W,gen,ls,rbl}$ — доля возвратных теплопотерь системы производства горячей воды, которая может быть рекуперирована для отопления помещений;

$f_{W,gen,aux,rbl}$ — доля потребления вспомогательной энергии системы производства горячей воды, которая может быть рекуперирована для отопления помещений.

Доли зависят, например, от места установки трубопроводов и насоса, бака-накопителя, а также от продолжительности отопительного периода. Если накопитель установлен в отапливаемом помещении здания, то теплопотери могут быть рекуперированы. Однако возвратные теплопотери допускается учитывать только в то время года, на которое приходится основная потребность в отоплении.

Долю общих возвратных потерь системы, которые могут быть рекуперированы, определяют согласно другим стандартам, для целей которых общие возвратные потери системы принимают в качестве исходных данных.

В некоторых ситуациях возвратные потери могут увеличить тепловую нагрузку системы кондиционирования здания.

Часть вспомогательной энергии может быть возвращена в системы бытового горячего водоснабжения в виде тепла. Например, электроэнергия, подводимая циркуляционному насосу, передается циркулирующей воде в виде теплоты. Для расчетов тепловую энергию, передаваемую циркулирующей воде как возвратную часть вспомогательной энергии, необходимо учитывать в виде непосредственного уменьшения теплопотерь.

Во многих системах один и тот же водонагреватель служит как для отопления помещений, так и для бытового горячего водоснабжения. Необходимо гарантировать, чтобы при анализе системы бытового горячего водоснабжения учитывались только те возвратные теплопотери, которые не были учтены при анализе системы отопления.

Приложение А
(справочное)

Расчет теплопотерь газовых или жидкотопливных двухконтурных теплогенераторов в системах, не предназначенных для использования в одноквартирных домах

А.1 Расчет общих теплопотерь теплогенератора

Общие теплопотери теплогенератора на основании теплопотерь в режиме работы и потерь в режиме готовности $Q_{W,gen}$, МДж/сут, рассчитывают по формуле

$$Q_{W,gen,ls} = Q_{W,gen,ls,on} + Q_{W,gen,ls,sby}, \quad (A.1)$$

где

$Q_{W,gen,ls,on}$ — теплопотери теплогенератора во время его работы, МДж/сут;

$Q_{W,gen,ls,sby}$ — потери отопительного котла в режиме готовности, МДж/сут.

А.2 Расчет теплопотерь теплогенератора во время его работы

Теплопотери теплогенератора во время его работы $Q_{W,gen,ls,on}$, МДж/сут, рассчитывают по формуле

$$Q_{W,gen,ls,on} = (1-(H_i / H_s) \cdot \eta_{gen,nom,Hi}) \cdot Q_{gen,out}, \quad (A.2)$$

где

H_i — теплота сгорания топлива без учета конденсации водяных паров, кВт·ч/кг или кВт·ч/м^3;

H_s — теплота сгорания топлива с учетом конденсации водяных паров, кВт·ч/кг или кВт·ч/м^3;

$\eta_{gen,nom,Hi}$ — КПД отопительного котла при номинальной нагрузке, указывают для H_i;

$Q_{gen,out}$ — тепловая мощность теплогенератора, МДж/сут.

А.3 Расчет потерь в режиме готовности

А.3.1 Общие положения

Потери теплогенератора в режиме готовности $Q_{W,gen,ls,sby}$, МДж/сут. за время, в течение которого теплогенератор не отдает тепло накопителю или непосредственно бытовой горячей воде, рассчитывают по формуле

$$Q_{W,gen,ls,sby} = 3,6 \cdot Q_{W,gen,sby,meas} \cdot \frac{(\theta w,gen,avg - \theta sp,avg)}{(70-20)} \cdot (24 - t_{W,gen,nom}), \quad (A.3)$$

где

$Q_{W,gen,,sby,meas}$ — потери в режиме готовности при температуре теплогенератора 70 °С и температуре помещения 20 °С, кВт;

$\theta_{W,gen,avg}$ — средняя температура теплогенератора в режиме готовности, °С;

$\theta_{sp,avg}$ — средняя температура в помещении, °С;

$t_{W,gen,nom}$ — временной период, в течение которого энергия тратится на подогрев бытовой горячей воды при номинальной мощности, ч/сут.

В те периоды времени, когда теплогенератор отапливает помещение, потери в режиме готовности принимают равными нулю. Всю тепловую энергию, производимую за эти периоды и не используемую на отопление помещений, при оценке количества энергии, требуемого для отопления, рассматривают как теплопотери.

А.3.2 Средняя температура теплогенератора в режиме готовности

Средняя температура теплогенератора в режиме готовности зависит от многих факторов, среди которых регулировочное оборудование теплогенератора, тип накопителя (при наличии) и соответствующий режим работы теплогенератора. Для упрощения среднюю температуру теплогенератора в режиме готовности $\theta_{W,gen,avg}$ принимают равной 50 °С, за исключением проточных нагревателей, для которых значение средней температуры принимают равным 40 °С.

А.3.3 Коэффициент частичной нагрузки теплогенератора

Коэффициент частичной нагрузки теплогенератора, рассчитанный по предоставляемому количеству бытовой горячей воды, рассчитывают по формуле

$$\varphi_{W,gen} = \frac{t_{W,gen,nom}}{t_{gen,nom}} = \frac{\left(Q_W + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,st,ls} + Q_{W,p,ls}\right) \cdot \alpha_{W,gen}}{\left(3{,}6 \cdot P_{gen,nom} \cdot t_{gen,nom}\right)}, \quad (A.4)$$

где $t_{W,gen,nom}$ — продолжительность предоставления энергии для подогрева горячей воды, ч/сут;

$t_{gen,nom}$ — время работы отопительного котла при номинальной тепловой мощности, ч/сут;

Q_W — потребность полезной энергии для бытовых систем горячего водоснабжения, МДж/сут;

$Q_{W,dis,ls}$ — теплопотери системы распределения бытового горячего водоснабжения, МДж/сут;

$Q_{W,st,ls}$ — теплопотери накопителя бытовой горячей воды, МДж/сут;

$Q_{W,p,ls}$ — теплопотери соединительной линии между теплогенератором и накопителем (при наличии), МДж/сут;

$\alpha_{W,gen}$ — относительный вклад теплогенератора (если тепловая нагрузка покрывается более чем одним теплогенератором);

$P_{gen,nom}$ — номинальная тепловая мощность отопительного котла, кВт.

А.3.4 Потребление дополнительной (вспомогательной) энергии теплогенератора

Потребление дополнительной энергии теплогенератора измеряется при полной стопроцентной нагрузке, т. е. при объемном расходе, который соответствует номинальной тепловой мощности и разнице температур подающей и обратной линии 20 К. Если теплогенератор постоянно соединен с насосом, который предназначен для подогрева бытовой горячей воды во внешнем баке-накопителе косвенного нагрева, то потребление вспомогательной энергии определяется при потере внешнего гидравлического давления 10 кПа. Если теплогенератор постоянно работает с циркуляционным насосом и накопителем или оборудованием для подачи тепла (комбинированный теплогенератор), то потребление вспомогательной энергии $W_{W,gen,aux}$, МДж/сут, необходимо определять для комбинированного теплогенератора (двухконтурного):

$$W_{W,gen,aux} = 3{,}6 \cdot t_{W,gen,nom} \cdot P_{gen,aux,nom} = 3{,}6 \cdot \varphi_{W,gen} \cdot t_{gen,nom} \cdot P_{gen,aux,nom}, \quad (A.5)$$

где $t_{W,gen,nom}$ — продолжительность предоставления энергии для подогрева горячей воды, ч/сут;

$P_{gen,aux,nom}$ — потребление вспомогательной энергии отопительного котла, кВт;

$\varphi_{W,gen}$ — коэффициент частичной нагрузки отопительного котла, рассчитанный по предоставляемому количеству бытовой горячей воды;

$t_{gen,nom}$ — время работы теплогенератора при номинальной тепловой мощности, ч/сут.

Если параметры для определения потребления вспомогательной энергии отсутствуют, то должны быть указаны стандартные значения.

А.3.5 Коэффициент полезного действия для номинальной мощности теплогенератора

КПД для номинальной мощности теплогенератора, $\eta_{gen,nom}$, на основании номинальной мощности $P_{gen,nom,out}$, кВт, при температуре испытаний 70 °С рассчитывается по формулам:

- для стандартного теплогенератора

$$\eta_{gen,nom} = \left[84{,}0 + 2{,}0 \cdot \log\left(P_{gen,nom,out}\right)\right]/100; \quad (A.6)$$

- для низкотемпературного теплогенератора

$$\eta_{gen,nom} = \left[87{,}5 + 1{,}0 \cdot \log\left(P_{gen,nom,out}\right)\right]/100; \quad (A.7)$$

- для конденсационного теплогенератора

$$\eta_{gen,nom} = \left[91{,}0 + 1{,}0 \cdot \log\left(P_{gen,nom,out}\right)\right]/100; \quad (A.8)$$

- для усовершенствованного конденсационного теплогенератора

$$\eta_{gen,nom} = \left[94{,}0 + 1{,}0 \cdot \log\left(P_{gen,nom,out}\right)\right]/100. \quad (A.9)$$

Приложение Б
(справочное)

Теплопотери газового водонагревателя бытовой горячей воды

Энергию, требуемую для поддержания температуры горячей воды, рассматривают равной теплопотерям в окружающую среду. Ее значение должно определяться с помощью методов испытаний или может быть указана производителем. Если производителем не указано никаких значений, то необходимо использовать стандартное значение. Его рассчитывают на основе максимального значения энергии, требуемой для поддержания температуры, для чего принимают, что оно на 20 % меньше максимально допустимого значения.

Энергию, требуемую для поддержания температуры горячей воды $P_{W,gen/st,ls}$, Вт, рассчитывают, как показано ниже.

Для приборов любого номинального объема и временем нагрева минимум 45 мин, а также для приборов номинальным объемом до 200 л и временем нагрева менее 45 мин, используют формулу

$$P_{W,gen/st,ls} = 0{,}8 \cdot (11 \cdot V_{W,gen/st}^{0{,}67} + 0{,}015 \cdot P_{gen/st,nom}) \quad (Б.1)$$

или $P_{W,gen/st,is}$ = 250 Вт, если значение, полученное по формуле (Б.1), меньше.

Для приборов с номинальным объемом более 200 л и временем нагрева менее 45 мин

$$P_{W,gen/st,ls} = 0{,}8 \cdot (9 \cdot V_{W,gen/st}^{0{,}67} + 0{,}017 \cdot P_{gen/st,nom}) \quad (Б.2)$$

или $P_{W,gen/st,ls}$ — 250 Вт, если значение, полученное по уравнению (Б.2), меньше.

Обозначения, приведенные в формулах (Б,1) и (Б.2) :

$V_{W,gen/st}$ — номинальный объем накопителя горячей воды, л;

$P_{gen/st,nom}$ — номинальный энергетический вклад накопителя горячей воды, Вт.

В основе метода лежит предположение, что все тепло, отводимое накопителем горячей воды, в количественном отношении может быть заменено потерями.

Общие теплопотери, МДж/сут, рассчитывают на основании энергии, требуемой для поддержания температуры горячей воды, и в зависимости от фактической разности температур и коэффициента полезного действия котла корректируются по формуле

$$Q_{W,gen,ls} = \frac{(\theta_{W,gen/st,avg} - \theta_{amb,avg})}{\Delta\theta_{W,gen/st,avg}} \cdot \frac{3{,}6 \cdot P_{W,gen/st,ls}}{1000} \cdot 24 + (1 - \eta_{gen}) \cdot Q_{W,gen,out}, \quad (Б.3)$$

где $\theta_{W,gen/st,avg}$ — средняя температура горячей воды в накопителе, °С;

$\theta_{amb,avg}$ — средняя температура окружающей среды, °С;

$\Delta\theta_{W,gen/st,avg}$ — средняя разность температур, используемая для определения энергии, требуемой для поддержания температуры горячей воды, °С;

$P_{W,gen/st,ls}$ — энергия, требуемая для поддержания температуры горячей воды в накопителе, Вт;

η_{gen} — коэффициент полезного действия водонагревателя;

$Q_{W,gen,out}$ — тепловая мощность водонагревателя, МДж/сут.

Следующие значения минимальных коэффициентов полезного действия допускается использовать в качестве стандартных значений:

η_{gen} = 84 % для всех типов водонагревателя, кроме конденсационных;

η_{gen} = 98 % для конденсационных устройств.

Приложение В
(справочное)

Теплопотери электрического водонагревателя бытовой горячей воды (с непрерывной подачей электрической энергии) (проточного)

Теплопотери рассматривают равными количеству энергии, требуемой для поддержания температуры горячей воды, т. е. равными теплопотерям накопителя в окружающую среду в режиме готовности. Эту величину следует определять с помощью методов испытаний, или она может быть указана производителем.

Теплопотери водонагревателя $Q_{W,gen/st,ls}$, МДж/сут, рассчитывают на основании величины теплопотерь в режиме готовности, которые корректируют в зависимости от фактической разности температур по формуле

$$Q_{W,gen,ls} = Q_{W,gen/st,ls} = \frac{\theta_{W,gen/st,avg} - \theta_{amb,avg}}{45} \cdot \frac{Q_{W,gen/st,meas}}{(t_6 - t_5)} \cdot 24 \quad , \tag{B.1}$$

где $\theta_{W,gen/st,avg}$ — средняя температура горячей воды в накопителе, °С;

$\theta_{amb,avg}$ — средняя температура окружающей среды, °С;

$Q_{W,gen/st,meas}$ — теплопотери электрического водонагревателя горячей воды в режиме готовности при средней разности температур во время испытания 45 °С, МДж;

$t_6 - t_5$ — длительность испытаний, ч, (см. приложение Г, рисунок Г.1).

Приложение Г
(справочное)

Теплопотери электрического водонагревателя (с подачей электрической энергии, зависящей от времени) (емкостного)

Этот метод расчета применяют для предварительной оценки энергопотребления электрического водонагревателя бытовой горячей воды с подачей электрической энергии, зависящей от дневного цикла водоразбора.

Исходят из того, что энергопотребление электрического емкостного водонагревателя складывается из следующих компонентов:

— энергопотребление на входе водонагревателя (для покрытия энергопотребления для подогрева воды системами бытового горячего водоснабжения и теплопотерь системы распределения);

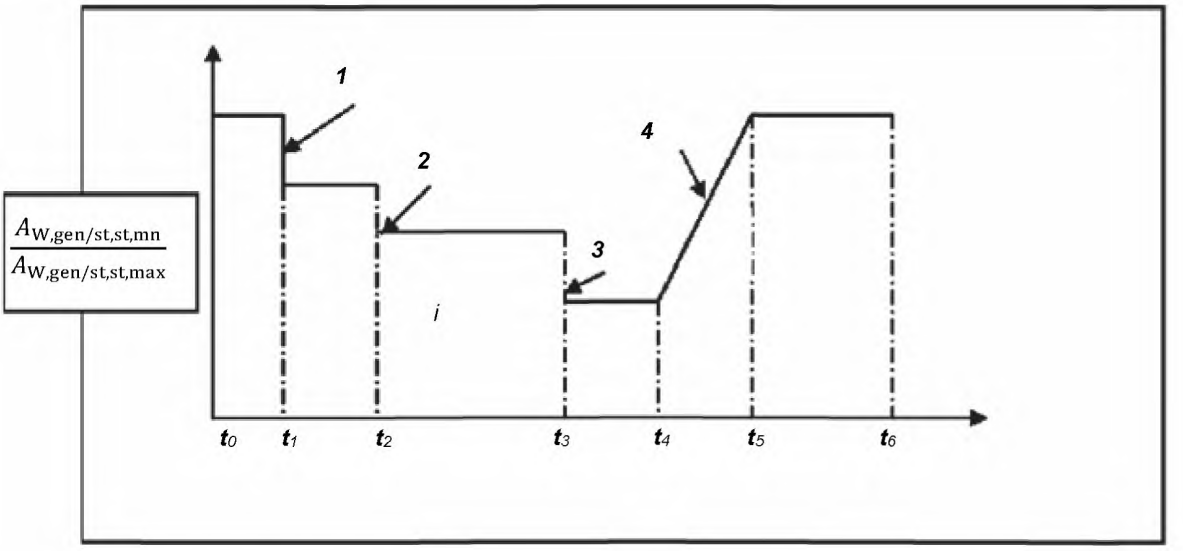
— теплопотери.

Если период подогрева воды не совпадает со временем водоразбора из водонагревателя, то горячая вода в нем образует слои с разной температурой.

Теплопотери водонагревателя горячей воды в окружающую среду могут рассматриваться в зависимости от величины поверхности водонагревателя, прилегающей к более теплым слоям воды в водонагревателе.

По этой причине основа расчета заключается в определении средней величины поверхности водонагревателя горячей воды, соответствующей той части водонагревателя, которая остается горячей во время полного дневного цикла водоразбора.

Расчет производят по упрощенному плану водоразбора горячей воды, при этом потребление горячей воды рассматривают отдельно по трем временным промежуткам: утро, день и вечер.



1 — потребление утром; *2* — потребление днем; *3* — потребление вечером; *4* — нагрев

Рисунок Г.1 — Площадь поверхности водонагревателя при водоразборе, используемые для оценки теплопотерь

Теплопотери емкостного водонагревателя $Q_{W,gen/st,ls}$, МДж/сут, рассчитывают следующим образом:

$$Q_{W,gen,ls} = Q_{W,gen/st,ls} = Q_{W,gen/st,ls,nom} \cdot \left(\frac{A_{W,gen/st,mn}}{A_{W,gen/st,max}} \right)^n , \quad (Г.1)$$

где $$A_{W,gen/st,max} = \pi \cdot D_{W,gen/st} \cdot L_{W,gen/st} + 2 \cdot \pi \cdot \frac{D_{W,gen/st}^2}{4} \cdot n \cdot \frac{L_{W,gen/st}}{D_{W,gen/st}} , \quad (Г.2)$$

$$A_{W,gen/st,mn} = \frac{1}{24} \sum_{i=0}^{5} A_{W,gen/st,i} \cdot (t_{(i+1)} - t_i) \quad (Г.3)$$

$A_{W,gen/st,max}$ и $A_{W,gen/st,mn}$ измеряют в квадратных метрах.

При этом i соответствует каждому временному интервалу согласно рисунку Г.1, и действительны выражения:

для i = 0 и 5: $$A_{W,gen/st,i} = \pi \cdot D_{W,gen/st} \cdot L_{W,gen/st} + 2 \cdot \pi \cdot \frac{D_{W,gen/st}^2}{4}, \quad (Г.4)$$

для 1 < i < 4 $$A_{W,gen/st,i} = \pi \cdot D_{W,gen/st} \cdot L_{W,gen/st} \cdot (1 - X_i) + \pi \cdot \frac{D_{W,gen/st}^2}{4}, \quad (Г.5)$$

а также:

для 1 ≤ i ≤ 3 $$X_i = \frac{\sum_{j=1}^{i} Q_{W,gen/st,i}}{Q_{W,gen/st,in}}, \quad (Г.6)$$

для i = 4 $$X_i = \frac{0{,}5 \cdot Q_{W,del}}{Q_{W,gen/st,in}}. \quad (Г.7)$$

$Q_{Wgen/st,i}$ — энергия, в МДж, которая соответствует потреблению утром (i = 1), днем (i = 2) или вечером (i = 3) согласно упрощенной программе водоразбора.

$$Q_{W,gen/st,in\ (МДж)} = \frac{4{,}182 \cdot V_{W,gen/st} \cdot (60-15)}{1000}, \quad (Г.8)$$

$$t_4 - t_0 = 16 \quad (ч), \quad (Г.9)$$

$$t_5 - t_4 = \frac{Q_{W,del} + Q_{W,gen/st,ls,nom}}{3{,}6 \cdot P_W} \quad (ч), \quad (Г.10)$$

$$t_6 - t_5 = 8 - (t_5 - t_4) \quad (ч), \quad (Г.11)$$

где $D_{W,gen/st}$ — наружный диаметр бака, м;

$L_{W,gen/st}$ — наружная высота прибора, м;

n = 1,25 — коэффициент теплоотдачи;

t_i — часовой выключатель для водоразбора или подогрева воды, ч;

$Q_{W,gen/st,ls,nom}$ — номинальное значение теплопотерь, МДж/сут.;

$V_{W,gen/st}$ — номинальный объем, л;

P_W — мощность энергоснабжения, кВт;

Цифровые значения для расчета примера даны в таблице Г.1.

$Q_{W,del}$ — поставляемая энергия в зависимости от рассматриваемой программы водоразбора, МДж/сут.;

$A_{W,gen/st,max}$ — учитываемая в расчете поверхность водонагревателя, находящегося в нагретом состоянии, м^2;

$A_{W,gen/st,mn}$ — поверхность прибора, эквивалентная среднему значению для дневного цикла водоразбора, м;

X_i — коэффициент относительного количества предоставленной энергии в зависимости от максимального количества сохраненной энергии;

$Q_{W,gen/st,in}$ — максимальное количество тепловой энергии, которое может быть сохранено в приборе, МДж.

Таблица Г.1 — Пример расчета, исходные значения

Описание	Значение и единица измерения
Наружный диаметр	$D_{W,st}$ = 0,52 м
Наружная высота прибора	$L_{W,st}$ = 1,42 м
Коэффициент теплоотдачи	n = 1,25
Номинальное значение теплопотерь	$Q_{W,gen/st,ls,nom}$ = 1,71 МДж/сут
Номинальный объем	$V_{W,st}$ = 200 л
Энергоснабжение	P_W = 2,2 кВт

Также требуются параметры:

- количество поставленной энергии в зависимости от программы водоразбора (см. таблицу Г.2), $Q_{W,del}$ для программы 1: 7,560 МДж/сут, для программы 2: 21,042 МДж/сут, для программы 3: 41,958 МДж/сут;

- учитываемая в расчете площадь поверхности водонагревателя, находящегося в нагретом состоянии, $A_{W,gen/st,max}$ = 3,77 м^2;

- максимальное количество тепловой энергии, которое может быть сохранено в приборе, $Q_{W,gen/st,in}$ = 37,638 МДж (т, е. программа водоразбора № 3 не применяется).

Т а б л и ц а Г.2 —— Пример расчета, результаты

Рассчитанное значение	Результат для программы водоразбора № 1	Результат для программы водоразбора № 2
$A_{W,gen/st,0}$ $t_1 — t_0$ $Q_{W,gen/st,0}$ X_1 $A_{W,gen/st,1}$ $t_2 — t_1$	2,744 м^2 0,50 ч (t_1 = 07:30) 1,512 МДж 0,0402 2,439 м^2 5,25 ч (t_2 = 12:45)	2,744 м^2 0,25 ч (t_1 = 07:15) 8,064 МДж 0,2143 2,035 м^2 5,75 ч (t_2 = 13:00)
$Q_{W,gen/st,2}$ X_2 $A_{W,gen/st,2}$ $t_3 — t_2$	1,890 МДж 0,0904 2,322 м^2 7,25 ч (t_3 = 20:00)	3,402 МДж 0,3046 1,826 м^2 7,50 ч (t_3 = 20:30)
$Q_{W,gen/st,3}$ X_3 $A_{W,gen/st,3}$ $t_4 — t_3$	4,158 МДж 0,2009 2,066 м^2 3,00 ч (t_4 = 23:00)	9,576 МДж 0,5591 1,235 м^2 2,50 ч (t_4 = 23:00)
$Q_{W,del}$ X_4 $A_{W,gen/st,4}$ $t_5 — t_4$	7,560 МДж 0,1004 2,299 м^2 1,17 ч (t_5 = 00:10)	21,042 МДж 0,2795 1,884 м^2 2,87 ч (t_5 = 01:52)
$A_{W,gen/st,5}$ $t_6 — t_5$	2,744 м^2 6,83 ч (t_6 = 07:00)	2,744 м^2 5,13 ч (t_6 = 07:00)
$A_{W,gen/st,mn}$	2,44 м^2	2,03 м^2
$Q_{W,gen,ls}$	0,99 МДж/сут	0,79 МДж/сут

Библиография

[1] ИСО 13602-2:2006 Энергосистемы технические. Методы анализа. Часть 2. Взвешивание и агрегирование энергетического обеспечения

[2] ЕН 15316-3-2:2007 Системы распределения бытового горячего водоснабжения. Метод расчета энергопотребления и эффективности

[3] ЕН 15456:2008 Отопительные котлы. Потребление электрической энергии теплогенераторами

[4] ИСО 13203-2:2006 Приборы бытовые газовые для нагревания воды. Приборы, не превышающие 70 кВт подводимого тепла и водоаккумулирующей способности 300 л. Часть 2. Оценка потребления энергии

УДК 696.1:006.354 ОКС 91.140.80

Ключевые слова: теплоснабжение зданий, бытовое горячее водоснабжение, водоподогреватели, теплогенераторы, тепловые потери, вспомогательная энергия, энергоэффективность

Редактор *А.Я. Шарипов*

Корректор *М.С. Кабашова*

Компьютерная вёрстка *Е.К. Кузиной*

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60x84$^{1}/_{8}$.

Усл. печ. л. 2,79. Тираж 35 экз. Зак. 78.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru