

**В.Н. Ануфриев,**  
доцент, заведующий кафедрой «Водоснабжение и водоотведение» БНТУ,  
канд. техн. наук

## Оценка энергоэффективности зданий



Эффективное использование материальных ресурсов и энергосбережение стали объективно обусловленной мировой тенденцией как в практике хозяйственной деятельности предприятий, так и в стратегии развития государств, которая характерна и для Республики Беларусь. В настоящее время Беларусь лишь на 16–17 % обеспечена собственными топливно-энергетическими ресурсами. Недостающая их часть приобретается за пределами страны, поэтому задача рационального и эффективно-го использования топливно-энергетических ресурсов, сырья и материалов для нашей страны весьма актуальна. Также важным аспектом является экологическая значимость внедрения мероприятий по повышению энергоэффективности и рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов, позволяющих сократить объемы выбросов парниковых газов в атмосферный воздух.



В последние годы такой показатель, как энергоёмкость ВВП в Беларуси, имеет устойчивую тенденцию к снижению. Однако, несмотря на то что энергоёмкость ВВП в нашей стране ниже, чем в государствах СНГ, ее значение в 1,5–2,2 раза выше в сравнении с аналогичными показателями промышленно развитых стран Европы и Америки. Высокой остается и материалоемкость отечественной продукции. Сегодня в Беларуси каждый житель потребляет вдвое больше природного газа и в полтора раза больше электроэнергии по сравнению с жителями стран Западной Европы. Это свидетельствует о том, что потенциал для снижения энергопотребления за счет внедрения ресурсосберегающих технологических процессов очень высок.

Актуальность энергосбережения как направления реализации государственной политики отражена в ряде законодательных, нормативных правовых и технических нормативных правовых актов (далее — ТНПА).

## ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ



*Основные направления и меры по повышению эффективности использования топливно-энергетических, материальных и иных ресурсов отражены в следующих законодательных актах:*

- Директиве № 3 Президента Республики Беларусь от 14 июля 2007 г. «Экономия и бережливость — главные факторы экономической безопасности государства»
- Указе Президента Республики Беларусь № 433 от 17 сентября 2007 г. «Об утверждении концепции энергетической безопасности»
- Законе Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 8 января 2015 г. № 239-З (далее — Закон об энергосбережении)
- Законе Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» № 204-З от 27 декабря 2010 г.

Одним из перспективных направлений ресурсосбережения является снижение затрат энергии и других ресурсов при эксплуатации зданий. Известно, что длительное время градостроительная политика имела экстенсивный характер. При строительстве зданий определяющим было внедрение технических решений, снижающих стоимость строительства. Такой подход приводил в большинстве случаев к росту удельных затрат тепловой и электрической энергии при последующей эксплуатации построенных зданий. Значительный рост стоимости энергоресурсов привел к необходимости переосмысления прежних принципов проектирования и строительства зданий в направлении более рационального использования энергии, широкого применения энергоэффективных конструктивных элементов, материалов и инженерных систем.

Доля энергопотребления зданий в общем энергетическом балансе страны составляет 40 %, в связи с чем **повышение эффективности использования энергии** в данном секторе наряду со снижением затрат на эксплуатацию будет способствовать **снижению выбросов диоксида углерода**, что отвечает положениям и требованиям ряда важнейших международных соглашений в области климатических изменений, в которых участвует Республика Беларусь.

К СЛОВУ



**Напомним, что такими международными соглашениями являются Рамочная Конвенция ООН об изменении климата и Киотский протокол к Конвенции ООН об изменении климата.**



**Одним из направлений решения таких задач может быть совершенствование ТНПА, регламентирующих требования к конструкциям зданий и их инженерным системам** при их проектировании с ужесточением нормативов по допускаемым уровням сопротивления теплопередаче, теплоизоляции конструкций и коммуникаций, позволяющее возводить здания с меньшим уровнем энергопотребления.

**Как второе взаимосвязанное направление можно рассматривать разработку системы нормативов, регламентирующих определение энергетических характеристик для оценки энергоэффективности возводимых зданий и стимулирования энергосбережения.** Одной из форм этой системы является энергосертификация зданий. Это процедура, при которой проводится определение энергетических характеристик зданий, их сопоставление со шкалой нормативно-установленных уровней энергопотребления и выдача энергетического сертификата здания.

В странах ЕС базисным документом в этой области является **Директива 2010/31/ЕС «Энергетические характеристики зданий»<sup>1</sup>**, которая определяет основные положения по энергетической сертификации зданий. Для реализации Директивы разработан ряд стандартов, регламентирующих порядок определения комплексных показателей энергоэффективности, и характеристик и параметров для оценки отдельных инженерных систем зданий.

Возможность введения системы энергетической сертификации зданий базируется на положениях ряда существующих законодательных и нормативных актов, в т.ч. Закона об энергосбережении. Так статьей 21 Закона об энергосбережении устанавливаются принципы технического нормирования, стандартизации, оценки соответствия в сфере энергосбережения. Как известно, в Республике Беларусь действует система сертификации, правовые основы которой установлены Законом Республики Беларусь от 5 января 2004 г. № 269-З «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации»<sup>2,3</sup>.



## СПРАВКА

**Сертификация — это деятельность специально уполномоченных государственных органов и заинтересованных субъектов хозяйствования, направленная на подтверждение соответствия продукции, работ, услуг требованиям, установленным законодательными актами и стандартами в отношении данной продукции, работ, услуг.**

Оценке соответствия согласно законодательству подлежат:

- продукция;
- процессы разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции;
- оказание услуг;
- система управления качеством;
- система управления окружающей средой;

<sup>1</sup> Directive 2010/31/EU of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings.

<sup>2</sup> Закон Республики Беларусь от 5 января 2004 г. № 269-З «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации».

<sup>3</sup> Закон Республики Беларусь от 31 декабря 2010 г. № 228-З «О внесении изменений и дополнений в некоторые законы Республики Беларусь по вопросам оценки соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации».



- компетентность юридического лица в выполнении работ по подтверждению соответствия и (или) проведению испытаний продукции;
- профессиональная компетентность персонала в выполнении определенных работ, услуг;
- иные объекты, в отношении которых в соответствии с законодательством Республики Беларусь принято решение об оценке соответствия.

В этом отношении введение энергетической сертификации зданий может рассматриваться в качестве установления системы оценки зданий как вида строительной продукции на соответствие требованиям, установленным законодательными актами и стандартами к данной продукции в области энергоэффективности. Результатом такой оценки является документальное удостоверение подтверждения соответствия объекта оценки требованиям ТНПА в области технического нормирования и стандартизации.

Законодательством установлено, что подтверждение соответствия в Республике Беларусь может носить обязательный или добровольный характер. Перечень продукции и услуг, подлежащих обязательной сертификации (декларированию соответствия), а также порядок ее проведения приведены в постановлении Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь<sup>4</sup>, а также в соответствующих ТНПА. Согласно указанному постановлению без сертификата соответствия или декларации соответствия на территории Республики Беларусь запрещается реализация продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия.

Исходя из вышесказанного, возможны два подхода при внедрении системы энергетической сертификации зданий: внесение данной процедуры в перечень видов продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия, или же введение добровольного подтверждения соответствия. Определенность в данную ситуацию должен внести разрабатываемый **проект технического регламента ТР ВУ «Энергоэффективность зданий», который содержит обязательные технические требования, связанные с энергоэффективностью зданий при проектировании, строительстве и эксплуатации, а также систематизацию принципов и подходов в части оценки энергоэффективности зданий.** Таким образом, задачей разработки проекта ТР ВУ «Энергоэффективность зданий» является в т.ч. определение порядка проведения сертификации энергетической эффективности зданий с применением методик, базирующихся на европейских стандартах.

Работы по введению серии европейских стандартов, предназначенных для определения энергетических характеристик зданий и показателей их энергоэффективности, в качестве национальных с идентичной степенью соответствия, а также разработка национальных приложений к ним ведутся в течение нескольких лет и еще не завершены, поскольку данная система стандартов является довольно объемной и разветвленной. Кроме того, введение стандартов по определению энергетических характеристик во многих случаях влечет необходимость адаптации норм по обследованию и испытаниям инженерных систем и их отдельных элементов.

Примерная структура ТНПА, регламентирующая оценку энергоэффективности зданий, представлена на рис. 1. На нем выделена группа стандартов, устанавливающих общие требования по определению энергетических показателей и характеристик.

<sup>4</sup> Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 16 декабря 2008 г. № 60 «Об утверждении перечня продукции, услуг, персонала и иных объектов оценки соответствия в Республике Беларусь».



Так, стандарт ГОСТ EN 15217<sup>5</sup> устанавливает комплексные показатели для определения энергоэффективности зданий с учетом характеристик инженерных систем отопления, вентиляции, кондиционирования, горячего водоснабжения и освещения, способы выражения энергетических требований к показателям энергоэффективности при проектировании, порядок разработки и составления энергетического паспорта зданий.

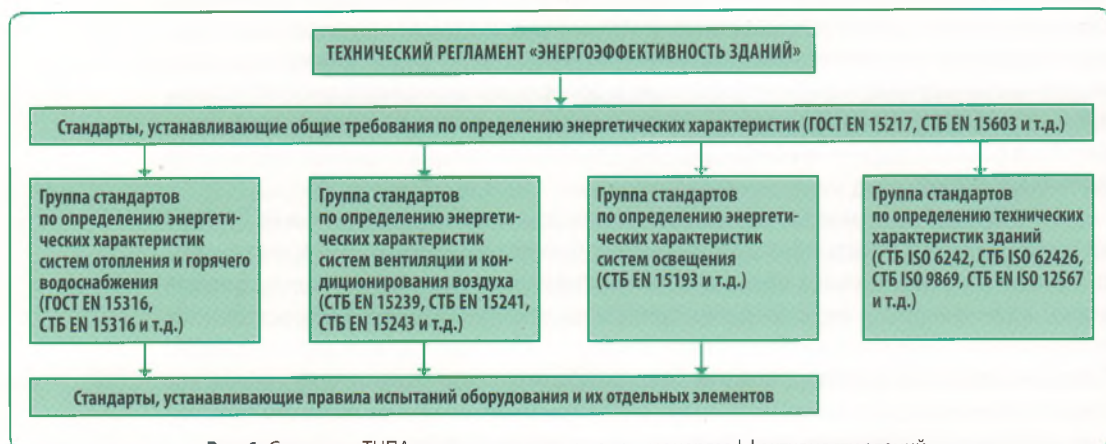


Рис. 1. Структура ТНПА, регламентирующая оценку энергоэффективности зданий

Второй стандарт указанной серии, *СТБ EN 15603-2014*<sup>6</sup>, уже введен в действие и содержит общие положения, относящиеся к определению энергетических характеристик зданий. Стандарт устанавливает порядок определения общего энергопотребления здания и расчета энергетических показателей, таких как первичная энергия, выбросы диоксида углерода, или же показателей, определяемых энергетической политикой, проводимой национальными органами управления.

Под первичной энергией в стандарте понимается энергия, не подвергавшаяся процессам преобразования или превращения. Для здания под ней подразумевается энергия, поступившая в здание с учетом потерь на пути ее передачи от источника до здания при ее производстве, трансформации, передачи, аккумуляции и других процессов.

Таким образом, энергия, поступившая в здание в виде энергоносителей (топливо для котлов, водонагревателей), тепловой энергии от внешних сетей теплоснабжения, электроэнергии, может быть пересчитана в первичную с использованием коэффициентов пересчета.



#### СПРАВКА

Например, для газа коэффициент пересчета составляет 1,36, для антрацита — 1,19, для нефти — 1,35, для древесной стружки — 1,06, для электроэнергии, вырабатываемой гидроэлектростанциями, — 1,50, для электроэнергии, вырабатываемой атомными электростанциями, — 2,80, для электроэнергии, вырабатываемой угольными электростанциями, — 4,05.

<sup>5</sup> Проект ГОСТ EN 15217 «Энергоэффективность зданий. Методы выражения энергетических характеристик зданий».

<sup>6</sup> СТБ EN 15603-2014 «Энергетические характеристики зданий. Оценка общего потребления энергии и энергетических характеристик зданий» утвержден и введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 14 августа 2014 г. № 35 (далее — СТБ EN 15603).



Подобным образом устанавливаются также коэффициенты пересчета для выбросов диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) в кг на 1 МВт $\times$ ч.

## СПРАВКА



*Коэффициенты пересчета для выбросов  $\text{CO}_2$  приняты: для газа — 277 кг/МВт $\times$ ч, для антрацита — 394 кг/МВт $\times$ ч, нефти — 330 кг/МВт $\times$ ч, древесной стружки — 4 кг/МВт $\times$ ч, электроэнергии, вырабатываемой гидроэлектростанциями, — 7 кг/МВт $\times$ ч, электроэнергии, вырабатываемой атомными электростанциями, — 16 кг/МВт $\times$ ч, электроэнергии, вырабатываемой угольными электростанциями, — 1340 кг/МВт $\times$ ч.*

Таким образом, можно оценить как потери энергии при ее получении зданием от источника ее производства, так и выбросы диоксида углерода, которые связаны с энергопотреблением здания.

Стандартом **СТБ EN 15603** устанавливается порядок определения показателей энергопотребления, которые и используются как интегральные показатели для оценки энергоэффективности зданий. Показатели энергопотребления определяются расчетным путем или путем проведения измерений на существующих зданиях. В любом случае значения показателей энергопотребления здания получают при анализе энергетического баланса с учетом энергии, поставленной в здание и отведенной от него за расчетный период времени, а также энергопотребления, связанного с функционированием систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения. Решение о включении в энергобаланс здания освещения, а также энергопотребления других инженерных систем (например, работа электроприборов, приготовление пищи, энергопотребление производственных процессов) принимается на национальном уровне. Кроме того, учитываются такие статьи энергетического баланса, как производство энергии в здании либо в границах площади размещения здания.

Расчеты энергетического баланса производятся по направлению движения энергии от конечного потребителя к источнику. Такой подход позволяет учитывать потери при производстве и передаче энергии на разных этапах, а также оценивать возможность утилизации части потерь энергии (рекуперацию) для полезного использования, которые в большей части используются для целей отопления.

Порядок определения энергопотребления инженерных систем и их характеристик рассматривается в стандартах других групп. Например, **определение энергетических характеристик и показателей эффективности системы отопления и горячего водоснабжения приведено в стандартах серии EN 15316**. Объединение систем отопления и горячего водоснабжения в одной серии стандартов связано с тем, что здесь рассматриваются процессы выработки, передачи и использования тепловой энергии, которые с точки зрения оценки энергоэффективности зданий могут быть оценены как однородные. При этом система отопления и горячего водоснабжения рассматривается как ряд подсистем передачи, распределения и производства тепла. Подсистема передачи тепла для отопления рассматривается как совокупность отопительных приборов, посредством которых тепло передается от системы отопления в обогреваемое помещение. Тепло в подсистему передачи поступает от подсистемы распределения, которая в свою очередь получает тепло от подсистемы производства. Подсистема распределения тепла представляет собой совокупность трубопроводов, которые могут включать циркуляционные контуры с насосным оборудованием, запорно-регулирующей

арматурой и устройствами управления. Под подсистемами производства тепла понимают устройства для получения тепла путем преобразования энергии из различных источников: энергии топлива (котлы, установки когенерации), тепловой энергии окружающей среды (тепловые насосы), солнечной энергии (тепловые солнечные коллекторы, фотоэлектрические установки), тепловой энергии централизованных систем теплоснабжения (тепловые пункты). Приведенный принцип разграничения системы отопления соответствует ее конструктивному исполнению (рис. 2).

В отдельную подсистему могут выделяться устройства, предназначенные для аккумуляции тепла. Вместе с тем, исходя из конструктивного исполнения системы отопления, аккумуляторы тепла рассматриваются как часть подсистемы производства тепла или подсистемы распределения.

Аналогично производится разделение системы горячего водоснабжения на подсистемы производства, распределения и передачи тепла. Под подсистемой передачи тепла горячего водоснабжения в данном случае понимается совокупность водоразборных приборов, где производится передача тепла потребителю вместе с нагретой водой для полезного использования.

С учетом взаимосвязанности подсистем, образующих систему отопления, для определения их энергетических характеристик **в ГОСТ EN 15316-1<sup>7</sup> приведена структурная схема к расчету энергетического баланса подсистем, позволяющая унифицировать подходы по определению исходных данных и представлению результатов расчетов.** Пример схемы для расчета энергетического баланса подсистемы  $j$  приведен на рис. 3, где показаны поступление энергии из смежной системы с энергоносителем, вспомогательной электрической энергии, передача тепловой энергии в последующую смежную инженерную подсистему. В стандарте под вспомогательной энергией подразумевается электрическая энергия, используемая в инженерной системе здания для обеспечения функционирования отопления, горячего водоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха с целью поддержания трансформации энергии в этих подсистемах.

К вспомогательной энергии относят энергопотребление вентиляторов, насосов, компрессоров, систем управления, которые обеспечивают трансформацию энергии, например при сжигании топлива в котлах, или передачу энергии между подсистемами посредством обеспечения движения теплоносителя и т.д.

Исходя из энергетического баланса, представленного на рис. 3, энергоэффективность подсистемы отопления и горячего водоснабжения может быть оценена значением коэффициента полезного действия (КПД)  $\eta$  подсистемы  $i$ , который может быть рассчитан по формуле:

$$\eta = \frac{Q_{i,out} + f_1 \times E_{el,i,out}}{f_2 \times Q_{i,in} + f_3 \times W_{i,aux}}$$

где  $f$  — коэффициент пересчета энергии в подсистемах;

$E_{el,i,out}$  — электроэнергия, отведенная от подсистемы  $i$ ;

$Q_{i,out}$  — тепловая энергия, отведенная от подсистемы  $i$ ;

$Q_{i,in}$  — тепловая энергия, полученная подсистемой  $i$ ;

$W_{i,aux}$  — вспомогательная энергия подсистемы  $i$ .

<sup>7</sup> Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 16 декабря 2008 г. № 60 «Об утверждении перечня продукции, услуг, персонала и иных объектов оценки соответствия в Республике Беларусь».



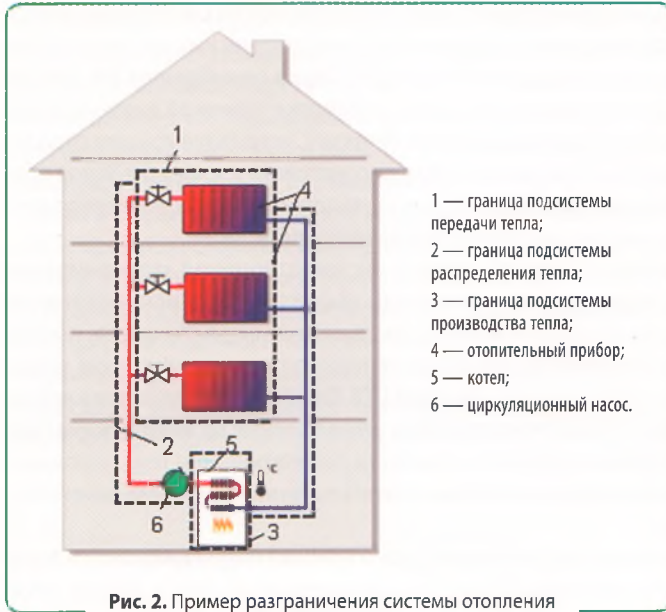


Рис. 2. Пример разграничения системы отопления здания на подсистемы

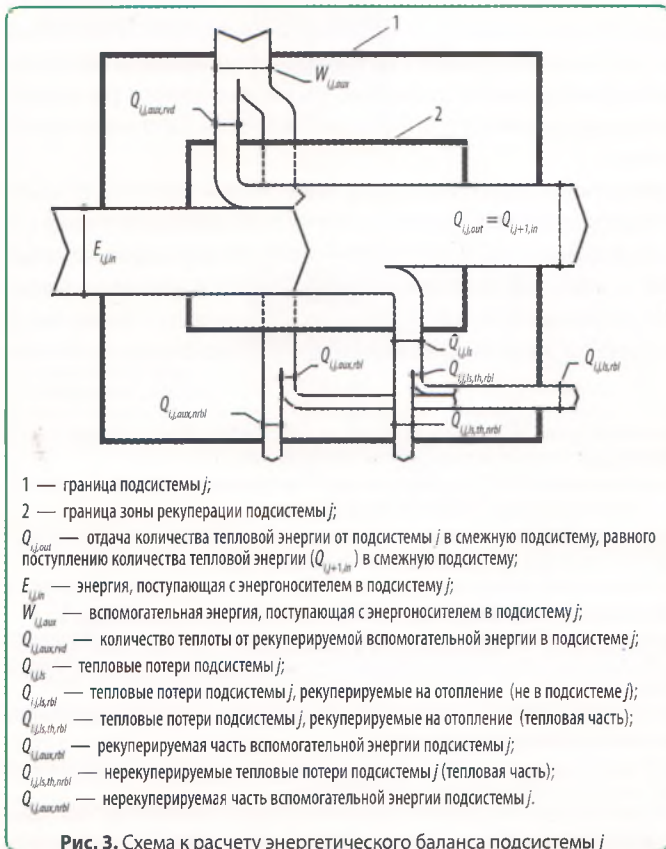


Рис. 3. Схема к расчету энергетического баланса подсистемы  $j$  инженерной системы здания





Приведенные выше принципы оценки энергоэффективности распространяются и на подсистемы производства тепла, определение энергетических характеристик которых рассматривается в серии стандартов EN 15316-4<sup>8</sup>. **Серия стандартов EN 15316-4** посвящена подсистемам, в которых производится выработка тепловой энергии (либо совместная выработка тепловой и электрической энергии), используемой для отопления и горячего водоснабжения. В стандартах серии рассматривается как котельное оборудование, так и другие типы теплогенераторов, в т.ч. тепловые насосы, интегрированные установки когенерции, тепловые солнечные коллекторы и т.д.

Котельное оборудование — важный элемент систем отопления, модернизация которого обеспечивает существенное повышение эффективности использования энергии. В современных конструкциях котлов существенно снижены тепловые потери за счет использования теплоизоляции, снижения температуры уходящих газов, повышения эффективности сжигания топлива. **Проект СТБ EN 15316-4 включает классификацию котлов, которая влияет на порядок определения их энергетических характеристик.** Так, в зависимости от возможности регулирования теплопроизводительности котлы подразделяются на котлы двухпозиционного режима, многоступенчатые и модулируемые.

В данном случае под котлами двухпозиционного режима подразумеваются агрегаты, у которых могут быть два положения — когда котел включен в работу либо выключен. Также к данному типу относятся котлы с регулируемой скоростью сжигания топлива, которая однократно устанавливается во время наладки и запуска установки и при дальнейшей эксплуатации не регулируется. Многоступенчатые котлы имеют исполнение, которое позволяет ступенчато регулировать скорость сжигания топлива, а модулируемые имеют возможность непрерывного регулирования от заданного минимума до заданного максимума скорости сжигания топлива при изменениях нагрузки.

В зависимости от использования скрытой теплоты, выделяемой при конденсации водяного пара в газообразных продуктах сгорания, различают конденсационные и неконденсационные котлы. **В стандарте СТБ EN 15316-4-1 указан основной признак конденсационного котла — наличие системы отведения образующегося конденсата.** Кроме того, существенным отличием таких устройств является более высокая эффективность использования энергии сжигания топлива. В неконденсационных

<sup>8</sup> Проект СТБ EN 15316-4-1 «Системы отопления зданий. Метод расчета энергетических характеристик и показателей эффективности системы. Часть 4-1. Системы производства тепла для отопления, системы сжигания топлива (котлы)».

Проект СТБ EN 15316-4-2 «Системы отопления зданий. Метод расчета энергетических характеристик и показателей эффективности системы. Часть 4-2. Системы производства тепла для отопления, системы с тепловыми насосами».

Проект СТБ EN 15316-4-3 «Системы отопления зданий. Метод расчета энергетических характеристик и показателей эффективности системы. Часть 4-3. Системы производства тепла, солнечные тепловые системы».

Проект СТБ EN 15316-4-4 «Системы отопления зданий. Метод расчета энергетических характеристик и показателей эффективности системы. Часть 4-4. Системы производства тепла, интегрированные системы когенерации».

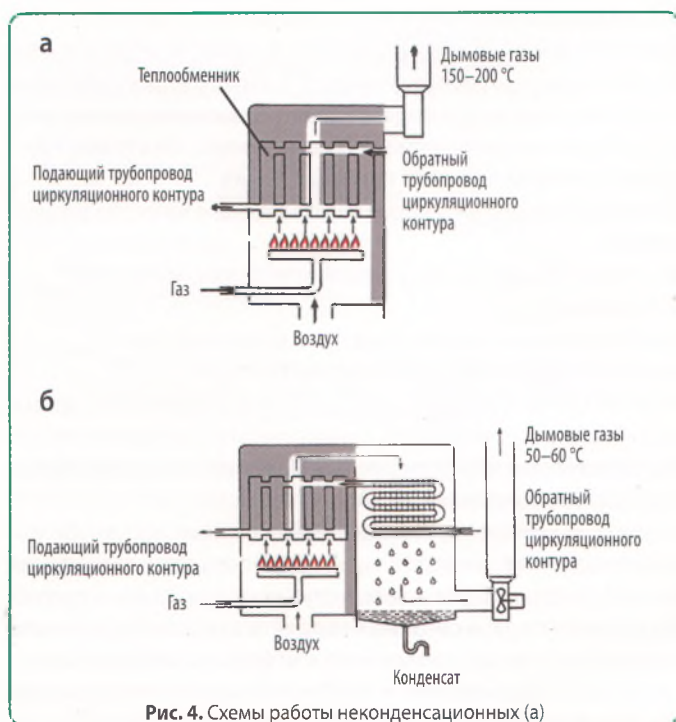
Проект СТБ EN 15316-4-5 «Системы отопления зданий. Метод расчета энергетических характеристик и показателей эффективности системы. Часть 4-5. Системы производства тепла для отопления, производительность и эффективность систем централизованного теплоснабжения и систем большого объема».

Проект СТБ EN 15316-4-6 «Системы отопления зданий. Метод расчета энергетических характеристик и показателей эффективности системы. Часть 4-6. Системы производства тепла, фотоэлектрические системы».

Проект СТБ EN 15316-4-7 «Системы отопления зданий. Метод расчета энергетических характеристик и показателей эффективности системы. Часть 4-7. Системы производства тепла для отопления, системы сжигания биомассы».

Проект СТБ EN 15316-4-8 «Системы отопления зданий. Метод расчета энергетических характеристик и показателей эффективности системы. Часть 4-8. Системы производства тепла для отопления, системы воздушного отопления и потолочные системы лучистого отопления».

котлах продукты сгорания в виде горячих уходящих газов проходят через теплообменник, где происходит передача большей части тепловой энергии теплоносителю. Оставшаяся часть тепловой энергии сбрасывается в атмосферный воздух с нагретыми уходящими газами вместе с водяным паром, образовавшимся при сгорании топлива (рис. 4). В конденсационных котлах в специальном теплообменнике увеличенной площади продукты сгорания охлаждаются до значительно более низкой температуры. Дополнительное извлечение теплоты из уходящих газов, как правило, используется для предварительного нагрева теплоносителя. При охлаждении водяного пара, содержащегося в дымовых газах до температуры, при которой происходит его конденсация, пар превращается в жидкость, высвобождая при этом определенное количество теплоты.



**Еще один классификационный признак для котельного оборудования, используемый в стандарте, — это их назначение.** Котлы, используемые для производства тепловой энергии в зданиях, могут применяться только для отопления, а также для отопления и нагрева воды для горячего водоснабжения. Последние обозначаются как двухфункциональные или комбинированные котлы. Приведенные классификационные признаки учитываются при определении значений энергетических характеристик систем отопления и горячего водоснабжения.



Основное уравнение энергетического баланса подсистемы производства тепла, исходя из схемы расчета энергетического баланса подсистемы  $j$  инженерной системы здания, представленной на рис. 3 (с. 87), может быть приведено в следующем виде:

$$E_{H,gen,in} = Q_{H,gen,out} - Q_{H,gen,aux,rvd} + Q_{H,gen,ls}$$

где  $E_{H,gen,in}$  — количество тепловой энергии, получаемой при сжигании топлива в подсистеме производства тепла, выраженное через количество топлива, которое должно быть подано в подсистему для сжигания;

$Q_{H,gen,out}$  — количество теплоты, поставляемой в подсистемы распределения для отопления и горячего водоснабжения;

$Q_{H,gen,aux,rvd}$  — вспомогательная энергия, рекуперированная подсистемой производства тепла (т.е. насосами, вентилятором горелки и т.д.);

$Q_{H,gen,ls}$  — суммарные тепловые потери подсистемы производства тепла, включающие в т.ч. тепловые потери, связанные с отведением дымовых газов через ограждающие поверхности теплогенератора, и т.д.).

На основании приведенного уравнения энергетического баланса, исходя из требуемого количества теплоты для подсистем распределения и горячего водоснабжения, определяется требуемая производительность подсистемы производства тепла с учетом типа теплогенератора и режима его эксплуатации, места размещения и конструктивного исполнения систем отопления и горячего водоснабжения.

На основании этих данных для подсистемы производства тепла в качестве результатов расчетов определяются:

- требуемое количество тепловой энергии, получаемой при сжигании топлива,  $E_{H,gen,in}$ ;
- суммарные тепловые потери,  $Q_{H,gen,ls}$ ;
- рекуперлируемые тепловые потери в подсистеме производства тепла,  $Q_{H,gen,ls,rvd}$ ;
- вспомогательная энергия в подсистеме производства тепла,  $W_{H,gen,aux}$ .

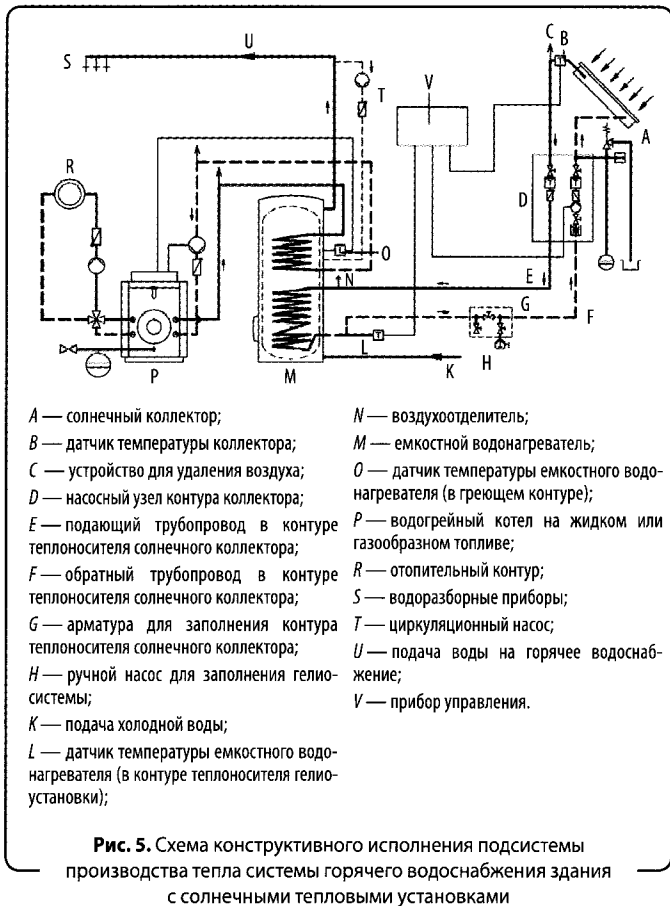
Подобный принцип анализа статей энергетического баланса в подсистеме производства тепла используется и в случае применения теплогенераторов других типов.

**Порядок определения энергетических характеристик для солнечных тепловых коллекторов регламентируется в проекте СТБ EN 15316-4-3.**

Солнечная энергия, кроме так называемого пассивного использования при инсоляции зданий, может использоваться в специальных установках для получения электроэнергии или тепловой энергии. В последнем случае полученная тепловая энергия используется для нагрева воды в системах горячего водоснабжения или отопления. Эффективность использования тепловых солнечных установок оценивается по тем же принципам, что и эффективность других типов теплогенераторов подсистемы производства тепла.

Проект **СТБ EN 15316-4-3** содержит классификацию солнечных тепловых систем по назначению: системы для отопления, горячего водоснабжения и комбинированные системы, подающие тепловую энергию как для горячего водоснабжения, так и для отопления. Также различают системы, использующие только солнечную энергию, и системы, в которых наряду с солнечной энергией используется резервная энергия из других источников.

На рис. 5 представлена схема конструктивного исполнения подсистемы производства тепла системы горячего водоснабжения с солнечными тепловыми установками и источником резервной энергии (водогрейным котлом) с аккумулятором тепла в виде двухконтурного водонагревателя.



В подсистеме, приведенной на рис. 5, исходная вода подается в нижнюю часть водонагревателя и нагревается на первой ступени через нижний змеевик, по которому циркулирует теплоноситель, перенося тепло от солнечного коллектора. Дальнейший нагрев производится за счет работы газового или жидкотопливного котла. Верхний змеевик нагревателя подключен к циркуляционному контуру котла, который производит нагрев горячей воды до требуемой температуры. От водонагревателя вода подается в трубопровод системы горячего водоснабжения. Установка оборудована устройствами контроля и управления, которые определяют температуру воды после первой ступени нагрева с использованием солнечной энергии и, соответственно, требуемую интенсивность для последующего подогрева в верхнем змеевике.

На рис. 6 изображена комбинированная установка для подогрева воды как для системы горячего водоснабжения, так и для отопления. Вода для горячего водопровода здания и для системы отопления нагревается в водонагревателе, который представляет собой емкость с двумя контурами нагрева.

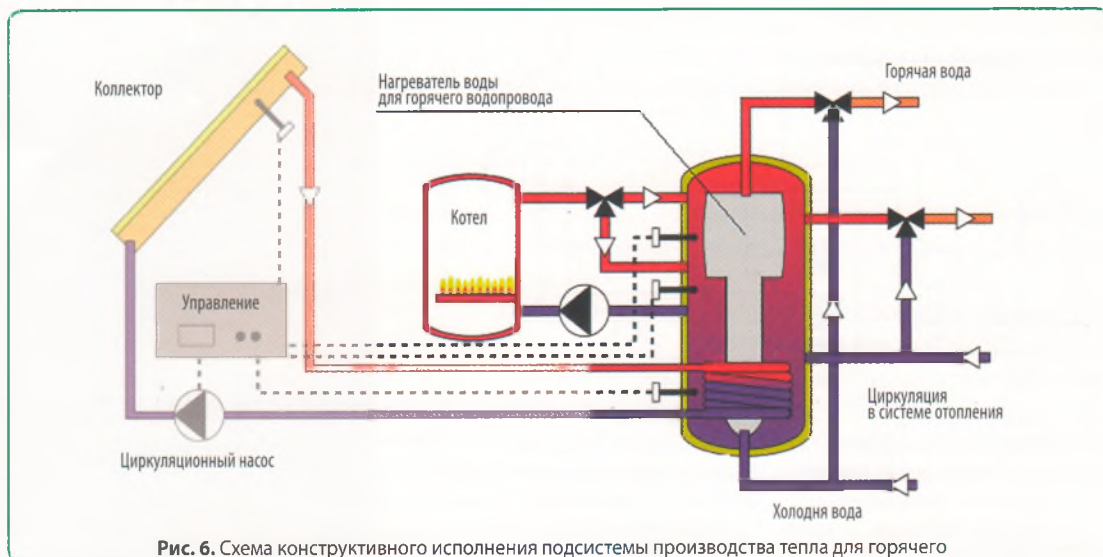


Рис. 6. Схема конструктивного исполнения подсистемы производства тепла для горячего водоснабжения и отопления с одним змеевиковым водонагревателем

По внутреннему контуру подается холодная вода, которая, проходя по емкости снизу вверх, нагревается за счет теплопередачи через разделительные стенки. В нижней части водонагревателя смонтирован змеевиковый нагреватель, по которому циркулирует нагретый теплоноситель, поступающий от солнечного коллектора, установленного на крыше. За счет указанного нагревателя производится первоначальное подогревание воды как в отопительном контуре, так и в контуре горячего водоснабжения. В свою очередь остывший теплоноситель поступает опять к солнечному коллектору. Циркуляционным насосом системы отопления забирается вода из средней части водонагревателя и подается в котел для дополнительного нагрева до достижения температур, требуемых для нормального функционирования системы отопления. Нагретая вода от котла подается в верхнюю часть водонагревателя по двум трубопроводам. Регулирование расходов подаваемой горячей воды по указанным трубопроводам осуществляется краном-регулятором в зависимости от требуемой температуры в контуре горячего водоснабжения. Горячая вода из внутреннего контура водонагревателя подается через смеситель в горячий водопровод здания. К смесителю по байпасному трубопроводу подается холодная и далее, после их смешивания, вода с температурой порядка 60–65 °С подается в распределительную сеть горячего водопровода здания. Из внешнего контура водонагревателя горячая вода подается в систему отопления здания также через смеситель и перемычку, чтобы можно было регулировать температуру теплоносителя и, соответственно, интенсивность обогрева помещений.

Приведенные схемы являются примерами подключения солнечных коллекторов к инженерным системам зданий, которые могут иметь разнообразное исполнение.

Производительность тепловой солнечной системы определяется в зависимости:

- от параметров, декларируемых изготовителями в соответствии со стандартами, которые, как правило, получают на основании результатов испытаний как показателей комплектных систем (годовой расход резервной энергии, доля солнечной энергии и годовой расход вспомогательной энергии), так и показателей отдельного элемента системы — солнечного коллектора (апертурная площадь коллектора, КПД без учета потерь, коэффициент тепловых потерь и т.д.);



- параметров аккумулятора тепла (тип, размеры, подключение и т.д.);
- режима функционирования системы управления;
- тепловых потерь в системе и вспомогательной энергии для работы насоса солнечного коллектора и системы управления;
- климатических условий (солнечное излучение, температура наружного воздуха и т.д.);
- тепловой нагрузки системы.

В соответствии с общим порядком определения энергетических характеристик по уравнениям (1) и (2) для расчетов тепловых солнечных систем используются следующие исходные данные:

- тип и показатели солнечной тепловой системы, полученные по данным производителей;
- место размещения солнечной тепловой системы;
- тип системы управления;
- тепловая нагрузка.

При использовании расчетных зависимостей и данных, приведенных в проекте стандарта, получают следующие результаты для тепловой солнечной подсистемы:

- количество теплоты, подводимой тепловой солнечной системой;
- тепловые потери в аккумуляторе тепла, получаемого из солнечной энергии;
- расход вспомогательной энергии насосом и системой управления в контуре коллектора;
- рекуперлируемая и рекуперированная вспомогательная энергия;
- рекуперлируемые и рекуперированные тепловые потери в баке-аккумуляторе тепла солнечной энергии.

Учитывая сложность инженерных систем зданий, многообразие выполняемых ими функций и взаимосвязь между их элементами, оценка эффективности систем отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, освещения представляет собой довольно сложную задачу, особенно при использовании детальных методов расчета энергетических балансов. В связи с этим и система стандартов, регламентирующих определение и оценку энергетических характеристик, является довольно объемной и разветвленной. В рамках данной статьи невозможно подробно описать все методики расчетов, которые могут использоваться при определении энергетических характеристик зданий, содержащиеся в комплекте документов. Приведенные выше данные показывают основные принципы таких расчетов и иллюстрируют их применение в отдельных инженерных подсистемах или их элементах, что позволяет кратко ознакомиться с основными принципами оценки энергоэффективности зданий.

Внедрение данной системы также планируется на продолжительный период, достаточный для адаптации нормативов и разработки национальных приложений. В частности, к настоящему времени переведены и прошли процедуры согласования стандарты, связанные с определением параметров систем отопления и горячего водоснабжения. Ряд стандартов находится на стадии подготовки к рассмотрению и согласованию. По завершении работ по данной программе перечень ТНПА пополнится национальными стандартами с идентичной степенью соответствия европейским стандартам, что позволит установить порядок классификации зданий по их энергоэффективности и требования к содержанию и порядку составления энергетического паспорта при проектировании и эксплуатации зданий. 