

ТРЕБОВАНИЯ К ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ В СТРАНАХ ЕС

О. Сеппанен, профессор, генеральный секретарь, глава технического комитета Федерации европейских ассоциаций по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха (REHVA)

Действующие в разных странах ЕС технические регламенты в области энергетической эффективности зданий существенно различаются, что отрицательно влияет на развитие строительной индустрии в целом и создает определенные трудности на общеевропейском рынке оборудования.

В данной статье рассматриваются существующие различия в методиках расчета, в требованиях к энергетическим характеристикам зданий и методам их контроля, а также предлагаемые специалистами меры по гармонизации строительных регламентов в области энергоэффективности. В исследованиях, проведенных группой экспертов ЕС, участвовали: Бельгия, Великобритания, Венгрия, Германия, Дания, Италия, Нидерланды, Норвегия, Румыния, Словения, Финляндия, Франция, Швеция.

Методы регулирования энергетической эффективности зданий различаются в разных странах – членах ЕС, что определяется их климатическими, экономическими и культурными особенно

стями. В ходе исследований были рассмотрены существующие строительные нормы и правила, регламентирующие параметры инженерных систем и элементов зданий.

Для повышения эффективности сбора информации был разработан системный опросный лист, облегчающий преодоление языковых барьеров и ускоряющий получение необходимых данных. На данном этапе исследование сосредоточилось на технических характеристиках инженерных систем зданий.

Во всех исследуемых странах наблюдается активность как на уровне нормативно-методического обеспечения энергетической эффективности, так и на инженерно-техническом уровне. В ряде стран каждые 2–3 года пересматриваются и ужесточаются требования к энергетическим характеристикам зданий в соответствии с долгосрочным планом. К сожалению, такая периодичность (короткий временной интервал между принятием новых требований) не позволяет получить достаточно информации о результатах внедрения предыдущих версий регламентов.

Исследования выявили существенные различия между странами в следующих вопросах:

- какие виды энергии, потребляемой зданием, регулируются;
- какие энергетические требования предъявляются к зданиям в целом и отдельным инженерным системам;
- как осуществляется контроль за выполнением устанавливаемых требований.

Исследования показали, что страны центральной Европы более четко выполняют предписания ЕС и Европейских институтов, чем страны, расположенные на периферии. Страны с холодным климатом традиционно уделяют больше внимания общим вопросам энергоэффективности по сравнению со странами с более благоприятными климатическими условиями, в которых в основном акцентируются на вопросах снижения расхода энергии, затрачиваемой на охлаждение воздуха.

Среди лидеров в области проведения последовательной энергетической политики можно назвать Германию, Францию, Великобританию, также в этих вопросах очень активны Дания и некоторые новые члены ЕС, например, Словения.

Энергопотребление различных инженерных систем

Во всех странах регулируется расход тепловой энергии на отопление, горячее водоснабжение, подогрев вентиляционного воздуха (с учетом инфильтрации). Во многих странах учитывается расход энергии на охлаждение и кондиционирование воздуха. Помимо того, обычно нормируется расход электрической энергии, потребляемый системами ОВК (вентиляторы, насосное оборудование) (рис. 1). Электрическая энергия, затрачиваемая на общедомовое освещение здания, учитывается не всегда.

Норвегия – единственная страна ЕС, в которой разработаны требования к регулированию расхода электроэнергии на системы ОВК индивидуальными пользователями (жильцами). Расход электроэнергии на освещение индивидуальными потребителями учитывается только во Франции. Расход электроэнергии бытовыми приборами, подключенными к розеткам, не учитывается.

Результаты исследования по сравнению регламентов в рассмотренных 13 странах будут использованы для разработки и унификации регламентов в странах ЕС, а также для внедрения новых требований, представленных в переработанной директиве по энергетическим характеристикам зданий (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD).

Основные требования новой европейской директивы по энергетическим характеристикам зданий

Более жесткие требования новой директивы EPBD, принятой в 2010 году, должны быть внедрены во всех странах ЕС к 2020 году. Уже в год принятия EPBD 2010 многие страны ЕС начали подготовку законодательства для ее внедрения. Вот некоторые основные изменения, внесенные в EPBD 2010:

- директива EPBD2010 опирается на стандарты, утвержденные Европейским комитетом по стандартизации (Comité Européen de Normalisation, CEN), что способствует усилению роли европейских стандартов в национальных законодательствах;
- национальные целевые показатели энергоэффективности должны быть основаны на потреблении первичной энергии в кВт·ч/м² или альтернативном показателе;
- в странах – членах ЕС будут установлены национальные требования с учетом рентабельности – состояния национальной экономики при разработке требований. В этой связи Комиссия ЕС планирует разработать соответствующее руководство к концу 2010 года;
- разделы директивы EPBD2010, касающиеся использования энергии, полученной из возобновляемых источников, при капитальной реконструкции существующих зданий и для вновь строящихся зданий, теперь применяются ко всем зданиям (ранее действовало ограничение по площади в 1000 м²);
- требуется наличие специальных регламентов по энергоэффективности для инженерных систем (обязательно для существующих зданий, не обязательно для новых зданий);
- энергетические характеристики всех новых зданий к 2020 году должны практически соответствовать значениям характеристик «зданий с нулевым потреблением энергии» (общественные здания должны выполнить данное требование на два года раньше);
- в каждой стране ЕС необходимо разработать меры, направленные на преодоление рыночных барьеров;
- усиливается позиция и значимость энергетических сертификатов зданий;
- требование старой директивы EPBD 2002 года по контролю (инспекции) водонагревателей расширено и теперь распространяется на всю систему отопления;
- при инспекции систем вентиляции и кондиционирования воздуха теперь больше внимания уделяется вопросам снижения нагрузки на систему охлаждения и возможность применения низкопотенциального охлаждения;
- для всех национальных контролирующих органов должна быть разработана независимая система контроля качества.



Рисунок.

Структура энергопотребления здания, построенного в соответствии с новыми строительными правилами Финляндии: а) односемейного дома с суммарным энергопотреблением (тепловая и электрическая энергия) 78 кВт·ч/(м²·год) б) офисного здания – 123 кВт·ч/(м²·год)

Остановимся подробнее на первых двух пунктах: европейских стандартах CEN и показателях энергоэффективности зданий.

Что касается европейских стандартов CEN, то в принципе они должны быть приняты всеми странами, но на практике в полной мере не используются ни в одной стране из-за существующих барьеров: языковых, отличиях в содержании ключевых характеристик зданий и т. п. Однако частично методы и принципы, описанные в стандартах CEN, включены в национальные законодательства, например стандарт по расчету энергопотребления здания (ISO-EN 13790 «Energy performance of buildings»).

Calculation of energy use for space heating and cooling»), требования по качеству микроклимата (EN 15251 «Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal

environment, lighting and acoustics»). В результате действия EPBD2010 позиция европейских стандартов CEN в будущем усилится.

В качестве критерия, характеризующего энергетическую эффективность зданий, большинство стран используют затраты первичной энергии, выражаемой, как правило, в кВт·ч/м² в год (в Италии в кВт·ч/м³ в год). Только Великобритания и Румыния используют в качестве критерия энергоэффективности количество выбросов CO₂ (в Великобритании ведутся обсуждения о возможности перехода на использование в качестве критерия затрат первичной энергии).

Доля использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

Для достижения целей, установленных европейской директивой по использованию возобновляемых источников энергии (RES Directive), в большинстве стран ЕС определена обязательная минимальная доля использования ВИЭ. В среднем, согласно директиве RES, страны должны увеличить долю ВИЭ до 10 % от общего потребления первичной энергии. Требования к количественным значениям доли ВИЭ для зданий в разных странах неодинаковы, также отличаются источники энергии, используемые для расчета доли ВИЭ и сами методики расчета.

В Германии доля ВИЭ рассчитывается на основании потребления тепловой энергии на отопление. В зависимости от типов ВИЭ и здания данное требование варьируется в диапазоне 15–50 %.

В Словении доля использования ВИЭ изменяется от 25 до 70 % в зависимости от источника энергии.

В Норвегии значение доли ВИЭ фиксировано и составляет 40 % от чистой потребности здания в энергии. В этой стране централизованное теплоснабжение относят к возобновляемым источникам энергии, т. к. для выработки теплоты используются преимущественно отходы.

В Великобритании еще до принятия директивы RES были установлены требования по доле ВИЭ в нежилых зданиях – 10 %.

В Италии половина тепловой энергии, идущей на горячее водоснабжение, покрывается из возобновляемых источников.

В странах, где еще не приняты требования по минимальной доле ВИЭ, например, в Дании, Бельгии, Венгрии, в настоящее время рассматривают такую возможность.

В некоторых странах работают механизмы стимулирования применения возобновляемых источников энергии. Например, в Нидерландах предоставляется кредит. Во Франции предусмотрена специальная маркировка для зданий с высоким уровнем использования ВИЭ.

Особенности европейских методик расчетов энергетических показателей

Методика расчетов для энергетической сертификации зданий обычно основывается на простой процедуре, описанной в стандартах CEN. Но в странах используются только собственные национальные методики. Обычно даже в одной стране существует несколько разновидностей программ, рассчитывающих энергетические показатели, но все они основаны на одних и тех же

алгоритмах. В некоторых странах, например, Германии, Италии, Норвегии, Нидерландах, разрешено применять динамическое моделирование, но используемая программа должна быть сертифицирована национальными контролирующими органами. Действующие методики, как правило, часто пересматриваются с целью включения в них новых инновационных разработок.

Установленный в методике порядок расчетов не предусматривает использование инновационных систем, не включенных в методику на момент ее создания, что отрицательно влияет на получение доходов производителями и поставщиками нового современного оборудования. Это несколько препятствует развитию рынка инновационного оборудования.

Для решения этой проблемы требуются механизмы оперативного изменения расчетных методик. В разных странах применяются разные подходы. Во многих странах новая инженерная система сначала должна пройти проверку и одобрение аккредитованным институтом. Эта процедура занимает много времени и иногда достаточно дорого стоит. Некоторые страны, например Дания, передали полномочия по одобрению инновационных систем органам местного самоуправления, что ускорило всю процедуру. Приведем примеры некоторых современных инженерных систем и энергетических характеристик, пока не внесенных в методики расчетов:

- ночное вентиляционное охлаждение (в Дании и Франции включены в методику);
- охлаждение помещений за счет низкопотенциальной геотермальной тепловой энергии (в Дании и Франции включены в методику);
- вентиляция, регулируемая по качеству воздуха или потребности;
- адаптивное освещение;
- мостики холода (в Дании включены в методику);
- двойные фасады;
- тепловые насосы с водяным контуром для одновременного отопления и охлаждения;
- материалы с фазовым переходом;
- охлаждение и отопление грунтовыми водами из водоносного слоя;
- системы охлаждения с испарителями и осушителями;
- рекуперация теплоты сточных вод.

Для сравнения энергоэффективности различных инженерных систем требуются, помимо знания физических моделей их работы, нормируемые графики их эксплуатации и системы управления, включая такие показатели, как:

- графики распределения нагрузки при использовании различных зданий;
- графики работы систем вентиляции;
- заданные пороговые концентрации вредных веществ в адаптивных системах вентиляции;
- расписание открытия окон;
- периодичность использования устройств, защищающих от энергии солнечной радиации, включая пороговые значения солнечного излучения и освещения, требования к коэффициентам естественной освещенности;
- графики нагрузки горячего водоснабжения;
- распределение электрической нагрузки (розетки, кухня и т. д.).

Характеристики ограждающих конструкций зданий

Сопротивление	теплопередаче
---------------	---------------

Во всех странах установлены собственные требования к теплозащитным характеристикам ограждающих конструкций, которые с течением времени изменяются. Иногда предусматриваются различные значения для жилых и общественных зданий либо для зданий разной формы. Помимо этого, установлены минимальные значения теплозащитных характеристик. В Италии, Дании, Словении и Германии (для жилых зданий) передача теплоты через ограждающие конструкции здания ограничивается использованием среднего значения теплозащитных характеристик, а в Венгрии – потребностью в энергии для отопления. В некоторых странах (Италия, Испания, Франция) значения теплозащитных характеристик варьируются по районам в зависимости от климатических условий, которые определяются местоположением, включая расстояние от моря и высоту над уровнем моря. Финляндия и Норвегия применяют менее жесткие требования к теплозащите для деревянных сооружений для защиты традиций строительства из дерева. В Швеции установлено более высокое значение для домов с электрическим отоплением.

«Мостики	холода»
----------	---------

В процессе повышения качества ограждающих конструкций здания «мостики холода» становятся все более важной характеристикой, особенно учитывая поставленную европейцами цель – переход к зданиям с нулевым энергопотреблением. Для повышения точности расчета «мостиков холода» в строительные нормы включены более точные аналитические методы. В целом наблюдается тенденция ухода от «оценок по табличным значениям» к более точным методам. «Мостики холода» обычно учитываются при расчете отопительных нагрузок или при потенциальной возможности образования конденсата. В расчетах нагрузок по охлаждению только в нескольких странах этот показатель принимается во внимание.

Герметичность	ограждающих	конструкций	здания
---------------	-------------	-------------	--------

Герметичность ограждающих конструкций здания, как и «мостики холода», способствует снижению общей потребности зданий в тепло- и холодоснабжении. Для зданий, стремящихся к нулевому энергопотреблению, крайне важно наличие герметичных ограждающих конструкций. Почти во всех странах сейчас заданы численные показатели герметичности ограждающих конструкций. Требования по герметичности зданий регламентируются либо по кратности, либо по значению воздухопроницаемости в м³/(ч·м²). Имеет место тенденция поэтапного ужесточения требований. Существуют методы, обеспечивающие выполнение требований, но на практике герметичность ограждающих конструкций тяжело контролировать, поэтому ведется разработка простых методов как контроля, так и обеспечения нормативных требований.

Характеристики	светопрозрачных	ограждающих	конструкций
----------------	-----------------	-------------	-------------

Теплозащитные характеристики светопрозрачных ограждающих конструкций (окон) рассчитаны и регулируются во всех странах. Однако в Финляндии, помимо этой характеристики, разработаны ограничения по площади оконных конструкций. Во многих европейских странах предусматриваются мероприятия по ограничению теплопоступлений с солнечной радиацией, но только в нескольких из них устанавливаются требования по численным значениям теплопоступлений с солнечной радиацией через светопрозрачные ограждающие конструкции (так называемый g-фактор для окон). Иногда встречаются требования, предусматривающие использование окон как элемента системы вентиляции и предписывающие обязательную возможность их открывания. Бесконтрольное повышение герметичности здания может быть в определенных обстоятельствах опасно, поскольку воздухообмен в помещениях часто достигается исключительно за счет инфильтрации воздуха через ограждающие конструкции здания. При высокой герметизации ограждающих конструкций при естественной вентиляции может быть не обеспечен приток наружного воздуха, что приведет как к проблемам со здоровьем пользователей, вызванных повышенной концентрацией вредных веществ в воздухе помещения, так и к повреждениям конструкций здания из-за повышенной влажности. Требования к системам вентиляции и кондиционирования воздуха необходимо разрабатывать с учетом требований по герметичности ограждающих конструкций. Этот принцип обязательно соблюдается во всех северных странах Европы (Дания, Норвегия и Финляндия).

Теплоснабжение	зданий
Котельное	оборудование

Минимальные требования к энергетической эффективности котельного оборудования (теплогенераторов) установлены в большинстве стран (но не во всех) и определяются различными характеристиками: по номинальной мощности, частичной или сезонной нагрузке. В сопроводительных документах к отопительному оборудованию, как правило, требуется ссылка на соответствие стандартам CEN или маркировка CE. Кроме того, разработаны требования для отдельных типов бойлеров (например, только конденсационный) и для коэффициента преобразования (COP) теплового насоса. Бойлеры должны заменяться, но периодичность данной операции варьируется. Во многих странах замену и ремонт котельного оборудования выполняют неквалифицированные специалисты.

Система	отопления
---------	-----------

Водяное радиаторное отопление является наиболее распространенным в Европе, поэтому во многих странах нормируются расчетные температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе и в целом наблюдается тенденция к снижению этих показателей. В большинстве стран разработаны требования по балансировке и автоматическому управлению системой. Иногда предписывается использовать средства температурного регулирования на уровне помещений. В Германии уже действует требование оптимального соответствия производительности

котельного оборудования тепловой нагрузке. Требования относительно потерь давления в гидравлических системах с целью снижения энергопотребления насосов пока не введены ни в одной стране ЕС, по данный вопрос уже рассматривается в Германии, Словении и Великобритании. Однако расход электрической энергии самими насосами включен в расчеты эталонных зданий в большинстве стран. Требования по эффективности насосов действуют в Дании и Германии.

Учет теплотребления

Обычно потребление энергии снижается на 15 % просто в результате установки системы учета. Учет тепловой энергии находит все большее распространение в многоквартирных жилых домах в Центральной Европе. Такие системы являются обязательными в Дании и Германии. В Словении с 2012 года все радиаторы отопления должны быть оборудованы системами учета. В Германии оплата тепловой энергии состоит из двух частей – фиксированная часть (30–50 %) и фактически измеренная часть. В Норвегии и Нидерландах системы учета не являются обязательными, но все равно используются в некоторых квартирах. Приборы учета не используются в Италии и Великобритании. Все чаще используются электронные системы с дистанционным считыванием показаний.

Система горячего водоснабжения (ГВС)

Энергия, затрачиваемая на горячее водоснабжение, составляет значительную часть от полного энергопотребления жилого здания. Для оценки расхода энергии на ГВС используются табличные значения, выраженные в кВт·ч/м² или кВт·ч на жильца. Ни одна страна не оценивает расход горячей воды или энергии, основываясь на типе используемых водопроводных кранов или оборудования.

Для горячего водоснабжения обычно требуется вода температурой 45–60 °C; в большинстве стран для предупреждения заражения бактериями легионеллы, согласно требованиям, один раз в неделю температуру воды повышают до 65 °C.

В Финляндии и Швеции температура воды должна быть не ниже 55 °C во всех частях системы ГВС. Циркуляция воды в системе ГВС не обязательна, но допускается. В Финляндии не требуется, но разрешена рекуперация теплоты от сточных вод из душа и эта теплота учитывается при расчете энергетических характеристик.

В отличие от Северной Европы, в странах Центральной и Южной Европы обычно используются простые водопроводные краны или предусмотрена подача только холодной воды, что, естественно, снижает общее энергопотребление зданий.

Теплоизоляция теплопроводов

Требования к теплоизоляции элементов системы теплоснабжения разработаны в большинстве европейских стран, но не всегда выражаются количественным значением. Существует много различий в методах теплоизоляции труб системы горячего водоснабжения, а также теплоизоляции баков-аккумуляторов.

Вентиляция и кондиционирование воздуха

Из-за увеличения мощности и повышения энергопотребления кондиционеров все страны уделяют все больше внимания использованию энергоэффективных технологий. Особую проблему это представляет в южных европейских странах, где пик потребления электроэнергии приходится на летний период.

Во всех странах установлены предельные значения температуры внутреннего воздуха, которые определяются на основании документов об охране труда или общественному здравоохранению и не связаны с вопросами энергопотребления зданий.

Для проектирования и эксплуатации зданий с точки зрения энергоэффективности в разных странах приняты расчетные температуры воздуха помещений в зимний период 19–21 °C, в летний – 24–26 °C (в Великобритании 28 °C).

Для оценки тепловых характеристик зданий, как правило, используется стандарт CEN EN 15251, предлагающий адаптивный подход.

Все страны устанавливают качественные ограничения на нагрузку по охлаждению, т. е. долю использования чистой возобновляемой энергии, что предполагает внедрение инновационных технологий. Тот же результат достигается количественным регулированием нагрузки, например, в Великобритании в июле с 6:30 до 16:30 требуется, чтобы 35 Вт/м² было покрыто за счет использования комбинированной энергии солнечной радиации и внутренних источников.

Таким образом, регулирование температуры воздуха в помещениях в летний период существует во всех странах ЕС, но последствия при превышении установленных значений отличны. Например, во Франции требуется переналадка систем кондиционирования до тех пор, пока не будет достигнуто соответствие национальным критериям.

Требования	к	расходам	воздуха	в	жилых	зданиях
------------	---	----------	---------	---	-------	---------

Многие страны используют европейский стандарт EN 15251 (Франция, Германия, Венгрия, Норвегия) в качестве руководства по вентиляции, хотя это не обязательно. Приведем примеры требований к расходам воздуха:

- Норвегия: минимум 0,5 л/ч и 7 л/с на каждого человека в спальнях;
- Словения: минимум 0,6 л/ч в период использования помещения и 0,2 л/ч в качестве базового расхода круглосуточно;
- Дания: каждая жилая комната и жилище в целом должны обеспечиваться наружным воздухом с интенсивностью не менее 0,35 л/с/м²;
- Финляндия: минимальный расход наружного воздуха 6 л/с на человека для всех типов зданий (включая школы) и минимум 0,35 л/с/м² в периоды использования и 0,15 л/с/м² в отсутствие людей; жилые дома – минимум 0,5 л/ч + требования к расходу вытяжного воздуха;
- Нидерланды: 0,9 л/с/м² полезной площади для новых жилых зданий и 0,7 л/с/м² для новых жилых зданий;
- Великобритания: 0,3 л/с/м²;
- Швеция: обязательно наличие необходимого притока наружного воздуха, но минимум 0,35 л/с/м² в периоды использования и минимум 0,10 л/с/м² в отсутствие людей;
- Германия и Италия: требования по расходам воздуха для жилых зданий отсутствуют.

Требования	к	расходам	воздуха	в	общественных	зданиях
------------	---	----------	---------	---	--------------	---------

Требования к расходам воздуха обычно зависят от режима использования здания:

- Франция: минимум 10 л/с на человека (без курения и особых источников загрязнения);
- Великобритания: 8–10 л/с на человека (2006–2010 годы);
- Словения: 4 л/с на человека + расход, основанный на загрязнении воздуха, но не менее 0,2 л/ч для всех зданий с 2003 года;
- Венгрия: 4–10 л/с на пользователя;
- Норвегия: 7 л/с на пользователя + минимум 0,7 л/с/м² на выбросы, минимум 0,7 л/с/м² в периоды неиспользования.

Разумеется, требования меняются в зависимости от типа здания, например, устанавливаются специальные требования для школ. В некоторых странах в школах не используется механическая вентиляция.

Требования	к	энергопотреблению	систем	вентиляции
------------	---	-------------------	--------	------------

Некоторые конструктивные особенности вентиляционных систем существенно влияют на энергопотребление: наличие рекуперации тепловой энергии, герметичность и теплоизоляция воздуховодов и т. п.

Наиболее популярно установление минимальных требований к рекуперации тепловой энергии, которые можно обеспечивать несколькими способами, исходя из производительности при расчетных условиях или сезонного энергопотребления.

В большинстве стран эффективность рекуперации тепловой энергии основывается на температуре и составляет от 65–75 % (Словения) до 90 % (Нидерланды). В Финляндии требования основаны на общей годовой рекуперации тепла из вентиляционного воздуха всего здания (необходимо забирать минимум 45 % тепловой энергии).

Перспективные исследования и разработки в целях повышения эффективности строительных регламентов

1. Исследовательские работы по выявлению наиболее целесообразных способов внедрения новых требований, указанных в директиве EPBD 2010 и позволяющих повысить энергетическую эффективность зданий.
2. Разработка единой европейской методики расчета доли энергии из возобновляемых источников. Планируется оформить методику в качестве стандарта.
3. Актуализация методов расчета энергопотребления здания с целью учета новых инновационных систем.
4. Разработка стандартизированных графиков работы инженерного оборудования для достоверного сравнения производительности альтернативных систем энергоснабжения.
5. Создание простых методов измерения и обеспечения герметичности зданий.
6. Согласование требований к вентиляции для различных зданий по всей Европе, продиктованное существенными расхождениями в них.
7. Разработка методики для установления требований к рекуперации тепла.
8. Разработка дополнительных аналитических методов для расчета и контроля доли энергии, затрачиваемой на горячее водоснабжение зданий.
9. Усовершенствование методов контроля потребляемой зданием электроэнергии.
10. Разработка системы для дополнительного учета энергии на уровне зданий как эффективного метода стимулирования к снижению энергопотребления. Это требование может привести к новым принципам проектирования инженерных систем зданий.

Статья подготовлена по материалам доклада, представленного на 54-й Генеральной ассамблее REHVA, май 2010