

# Сравнительный анализ новых территориальных норм России по энергетической эффективности жилых зданий и нового постановления Германии

Ю. А. Матросов, НИИ Строительной физики, Центр по эффективному использованию энергии

Окончание. Начало см. в № 3, 2002.

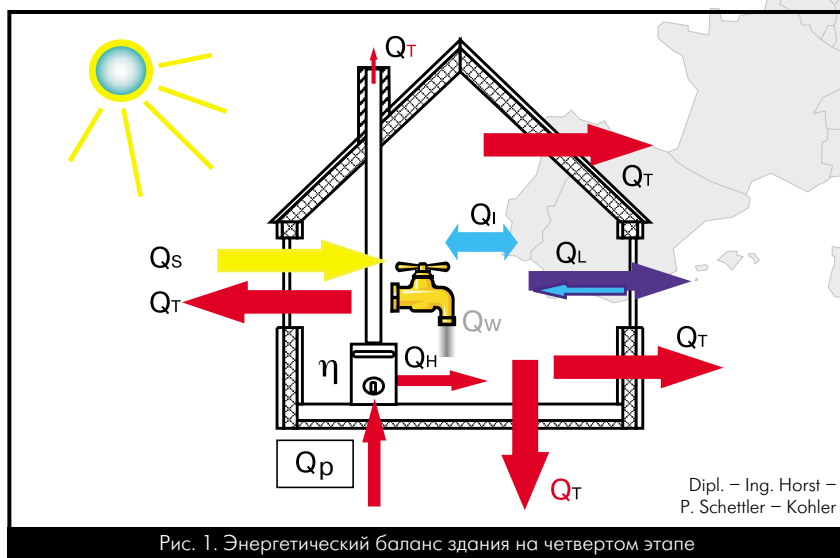


Рис. 1. Энергетический баланс здания на четвертом этаже

Как сказано в первой части статьи, в конце 2001 года в Германии было принято новое постановление «Об энергосберегающей тепловой защите и об энергосберегающих отопительных установках», разработанное по методологии четвертого этапа. Это постановление объединяет прежние постановления об энергосберегающей теплозащите и об энергосберегающих установках с целью решения общей задачи – снижения потребления первичной энергии в здании. Нормативы установлены по потреблению первичной энергии и суммарно для отопления и горячего водоснабжения исходя из снижения на отопление в среднем на 30% по сравнению с постановлением 1994 года для многоэтажных многоквартирных зданий – 30–35% и небольших односемейных домов – около 15%. Постановление приравнивает мероприятия по энергосбережению в отопительных системах и системах теплоснабжения к мероприятиям по сбережению тепла с помощью совокупностей ограждающих конструкций здания, позволяя выбирать наиболее выгодный вариант системы с энергетической точки зрения – «теплозащита – воздухообмен (вентиляция и воздухопроницаемость) – отопление – теплоснабжение». Для отопительных установок определены повышенные требования к регулированию и минимальным тепловым потерям, а также сроки их замены на более энергоэффективные.

#### Учет эффективности доставки первичной энергии конечному потребителю

Согласно постановлению нормируемую годовую потребность в первичной энергии  $Q_p$  определяют в зависимости от  $A/V_e$  (рис. 2). Расчет потребности в этой энергии выполняют по формуле

$$Q_p = (Q_h + Q_w) \cdot e_p,$$

где  $Q_h$  – годовая потребность здания в конечной тепловой энергии на отопление, кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год);

$Q_w$  – годовая потребность в конечной тепловой энергии на нагрев горячей воды, принимаемая равной 12,5 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год);

$e_p$  – коэффициент эффективности использования первичной энергии, определяемый по DIN V 4701-10.

При расчете  $Q_h$  внутренние тепловыделения для жилых зданий принимаются по средней европейской норме 5 Вт/м<sup>2</sup>, для общественных зданий – 6 Вт/м<sup>2</sup>, в то время как в российских нормах установлены минимальные внутренние тепловыделения 10 Вт/м<sup>2</sup>. Расчет  $Q_h$  может быть выполнен по двум методам: методом расчета теплового баланса за отопительный период либо методом расчета помесечных балансов и их суммированием за отопительный период. Последний метод считается более точным. Детальные методы расчета  $Q_h$  представлены в национальном документе DIN 4108-6, представляющем адаптацию DIN EN 832 к условиям Германии. В этом документе, например, есть данные о климате Германии.

Нормативы потребности в первичной энергии установлены из условия подключения здания к базовой системе теплоснабжения. В качестве базовой системы принята широко распространенная в Германии система централизованного теплоснабжения от котельных, производящих тепловую энергию. Системы централизованного теплоснабжения от ТЭЦ при совместной выработке тепловой и электрической энергии в отличие от России получили в Германии пока меньшее распространение. Для зданий, подключаемых к этим системам теплоснабжения, а также к системам от возобновляемых источников энергии, норматив по удельной потребности в первичной энергии не используется, а применяется только так называемое дополнительное требование к теплозащите зданий, описываемое ниже. Такое решение принято для стимулирования использования таких систем теплоснабжения.

Коэффициент эффективности использования первичной энергии  $e_p$  отражает потери энергии всей цепочки от преобразования топлива в тепловую энергию до конечного потребителя, включая генерирование энергии, передачу ее теплоносителю, транспортировку и распределение потребителю и дополнительные расходы на электроэнергию. Например, при базовом централизованном теплоснабжении от котельных этот коэффициент  $e_p$  равен 1,3; при индивидуальном теплоснабжении одноквартирного дома

от котла на жидком топливе или газе этот коэффициент равняется 1,1. Очевидно, что общие потери при централизованном теплоснабжении в Германии определены в 30%. По смыслу этот коэффициент отражает то же, что и коэффициент энергетической эффективности систем теплоснабжения, принятый в территориальных строительных нормах (ТСН) РФ. Однако последний представляет собой обратную величину, и величины потерь в России несколько выше, чем в Германии.

Коэффициент эффективности использования первичной энергии определяют согласно DIN V 4701-10 по одному из трех методов: диаграммы, таблицы и детальные расчеты. Для первого метода разработаны диаграммы для распространенных типов оборудования. По второму методу используются табличные значения средних параметров стандартного оборудования по приложениям к DIN V 4701-10. По третьему методу детальных расчетов учитываются фирменные показатели оборудования, поэтому получают более точные, чем в первых двух методах, результаты. Этот коэффициент вычисляется в процессе работы с компьютерной версией энергетического паспорта.

В связи с изменением средней температуры наружного воздуха начала и окончания отопительного периода с  $+12^{\circ}\text{C}$  на  $10^{\circ}\text{C}$  для жилых зданий установлены новые единые для Германии градусо-сутки отопительного периода, равные  $2\ 900^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$  и продолжительностью отопительного периода 185 сут. Напомним, что в России для жилых зданий принято начало и окончание отопительного периода при средней температуре наружного воздуха пятидневки, равной  $+8^{\circ}\text{C}$ .

#### Нормативы потребности в первичной энергии жилых зданий

Нормирование первичной удельной потребности энергии на отопление и горячее водоснабжение здания в Германии  $Q_p$  ( $\text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ ) осуществлено в зависимости от коэффициента компактности  $K_e$ . Значение этого параметра для жилых зданий должно находиться в пределах от 68 до  $142\ \text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$  для вновь возводимых зданий с нормальными ( $19^{\circ}\text{C}$ ) температурами внутреннего воздуха (рис. 2).

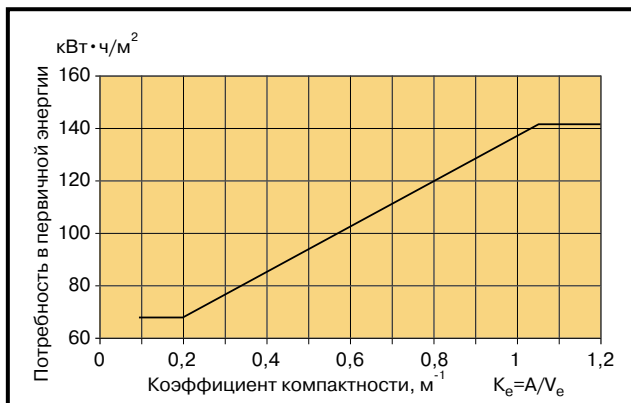


Рис. 2. Нормативы по удельному потреблению первичной энергии для жилых зданий

В эти величины входят энергозатраты на горячее водоснабжение, принимаемые по DIN V 4701-10  $12,5\ \text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ . При проектировании зданий эти величины должны быть подтверждены расчетом, а при эксплуатации зданий данные об израсходованной конечной энергии  $Q_n$ , полученные по показанию теплосчетчиков на границе ответственности собственников зданий, должны быть приведены к расчетным условиям согласно DIN 3807:1994.

Аналогичная идеология нормирования была апробирована в регионах России. В течение 1999–2002 годов было разработано и введено в действие свыше 30 ТСН РФ по энергетической эффективности жилых и общественных зданий от Калининградской области на западе до Сахалинской области на востоке и от Краснодарского края на юге до Ненецкого и Ямало-Ненецкого автономных округов на севере [6]. В отличие от Германии основной норматив  $q_{fin}^{req}$  установлен по конечной удельной потребности и по отношению к градусо-суткам отопительного периода. Последнее было необходимо из-за большого разнообразия в климатических условиях России (от  $2\ 000^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$  на юге до  $12\ 000^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$  на Крайнем Севере). Этот основной норматив установлен из расчета подключения здания к централизованной системе теплоснабжения независимо от источника тепловой энергии в ней.

#### Сопоставление нормативов по энергопотреблению жилых зданий Германии и России

Сопоставление нормативов Германии и России возможно по конечной удельной потребности в тепловой энергии на отопление здания. Значение этого показателя в нормах Германии находится в пределах от 40 до  $96\ \text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$  при базовой системе теплоснабжения. Величины конечного удельного энергопотребления на отопление, установленные в ТСН РФ и пересчитанные на климатические условия Германии, находятся в пределах от 56 до  $104\ \text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$  (рис. 3). Очевидно, что новые немецкие нормативы на 28% ниже российских норм для многоэтажных многоквартирных зданий и на 8% ниже для одноквартирных домов.

При установлении аналогичных нормативов в ТСН РФ был принят принцип равенства энергозатрат на источнике генерирования тепловой энергии для целей отопления. Поэтому выбор теплозащиты здания осуществляется с учетом энергетической эффективности различных систем теплоснабжения. С этой целью производится корректировка основных нормативов путем умножения на коэффициент  $\eta$ , рассчитываемый по формуле:

$$\eta = \eta^{des} / \eta_0,$$

где  $\eta^{des}$  — расчетный коэффициент энергетической эффективности систем отопления и децентрализованного теплоснабжения;

$\eta_0$  — базовый расчетный коэффициент энергетической эффективности систем отопления и централизованного теплоснабжения.

Например, для многоэтажного жилого дома установлен норматив  $32\ \text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.})$  при подключении к централизованной системе теплоснабжения от муниципальной котельной, имеющей  $\eta_0 = 0,6$ . Если этот дом подключить к децентрализованной системе теплоснабжения, то при  $\eta^{des} = 0,7$  получим  $\eta = 0,7/0,6 = 1,17$  и нормируемое значение будет равно  $q_{fin}^{req} = 32 \cdot 1,17 = 37,4\ \text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.})$ . В случае использования в этом же доме стационарного электрического отопления при  $\eta^{des} = 0,35$  получим  $\eta = 0,35/0,6 = 0,58$ , и нормируемое значение в этом случае будет равно  $q_{fin}^{req} = 32 \cdot 0,58 = 28,6\ \text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.})$ . Таким образом, в первом случае необходимо запроектировать меньший уровень теплозащиты, чем было бы при подключении дома к централизованной системе теплоснабжения, а во втором — при стационарном электроотоплении более высокий уровень теплозащиты.

#### Дополнительные требования по тепловой защите зданий

В качестве дополнительного требования к ограждающим конструкциям здания в новом постановлении Германии нормируется также предельно допустимое значение приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи совокупности наружных ограждающих конструкций здания. Для жилых зданий при площади

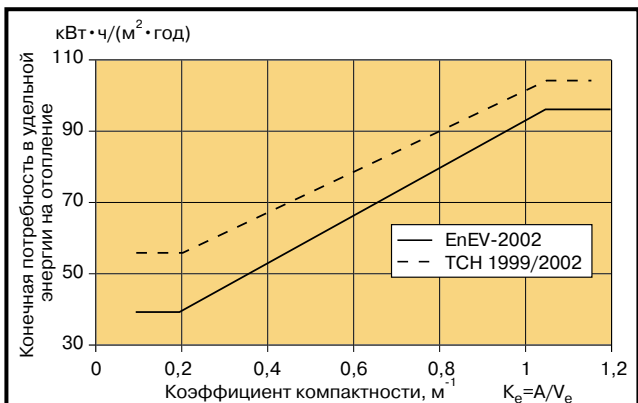


Рис. 3. Сравнение норм по конечной потребности в удельной энергии на отопление EnEV-2002 и ТСН 1999/2002

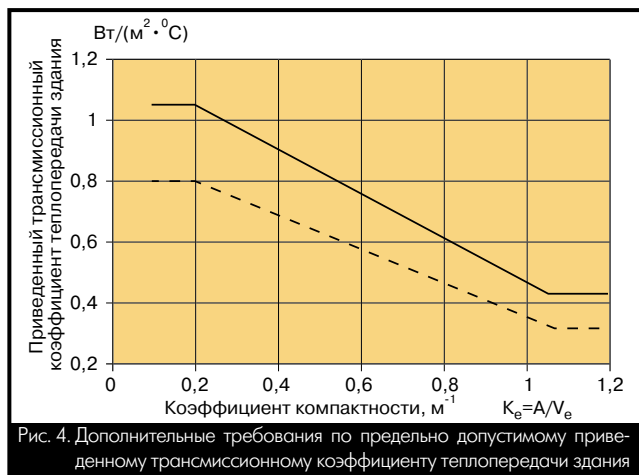


Рис. 4. Дополнительные требования по предельно допустимому приведенному трансмиссионному коэффициенту теплопередачи здания

остекления 30% и ниже эта величина находится в пределах от 0,44 Вт/(м<sup>2</sup>·°C) при  $K_e \geq 1,05$  (т. е. для многоквартирных малоэтажных домов) и до 1,05 Вт/(м<sup>2</sup>·°C) при  $K_e \leq 0,2$  (т. е. для многоквартирных многоквартирных зданий) (сплошная линия на рис. 4). Эти требования были введены для гарантии того, чтобы даже при выборе очень эффективного оборудования для отопления и теплоснабжения, был бы обеспечен минимально необходимый уровень теплозащиты, а также на случай аварии в системе теплоснабжения здания. В случае подключения здания к системам теплоснабжения от ТЭЦ и от возобновляемых источников предельно допустимое значение этого коэффициента снижается (пунктирная линия на рис. 4).

Аналогичный подход был реализован и в ТСН РФ, где в качестве минимального требования к теплозащите при выборе более эффективных систем отопления и теплоснабжения установлен так называемый уровень первого этапа по условиям энергосбережения. Однако в отличие от ФРГ этот уровень относится к отдельным элементам ограждающих конструкций, а не к приведенному коэффициенту теплопередачи здания.

Что касается поэлементного нормирования, то при проектировании новых зданий оно не используется и эти нормативы отсутствуют в постановлении (за исключением случаев зданий с пониженными температурами внутреннего воздуха и при реконструкции зданий).

#### Энергетический паспорт здания

В постановлении получил дальнейшее развитие энергетический паспорт здания как основной документ доказательства энергетической эффективности при проектировании и эксплуатации здания и его компьютерные версии. Идея ввести паспорт на потребное количество тепла на отопление поддержана Европейской Комиссией, разработавшей директиву 93/76 [3], руководствуясь британской моделью. Энергетический паспорт необходимо составлять для всех вновь возводимых и реконструируемых зданий. Этот документ должен содержать следующие расчетные величины: конечное потребление энергии в здании

(на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение), приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, потребность в конечном потреблении энергии для отдельных владельцев для случая, когда зданием владеют несколько владельцев, первичную удельную годовую потребность в энергии.

Предусматривается, что энергетический паспорт здания служит для информирования потенциального пользователя здания об уровне используемой энергии и предоставляется по требованию местных органов власти, ответственных за жилищно-строительную политику, покупателей, квартиросъемщиков и других пользователей зданий. Для оценки жильцами и другими владельцами зданий средние показатели удельной потребности в энергии по Германии и диапазон их разброса за счет различий в климатических зонах будут публиковаться в Вестнике ФРГ.

С целью широкого распространения энергетического паспорта в практику проектирования, исследований, а также оценки существующих зданий в Германии создано коммерческое производственное общество «Энергопаспорт». На основе многолетнего опыта работы с энергетическим паспортом «Общества по рациональному использованию энергии» университет высшей школы в г. Кассель разработал компьютерную версию энергетического паспорта, пакет которой распространяется через Интернет.

Энергетический паспорт здания известен в России довольно давно. Впервые был введен в 1994 году в московские нормы МГСН 2.01-94 [7] и также, как и в постановлении Германии, был предназначен для контроля качества проектирования здания и последующего его строительства и эксплуатации. Этот документ введен во все разработанные ТСН РФ, в федеральный Свод правил СП 23-101 и по опыту проектирования в 30 регионах РФ является удобным инструментом при разработке проекта здания и контроле соответствия проекта требованиям территориальных норм. С целью облегчения работы с энергетическим паспортом была разработана методика его заполнения. Для каждого из 30 разработанных и утвержденных ТСН РФ созданы компьютерные версии энергетического паспорта с целью облегчения работы с нормами при проектировании и последующем контроле энергопотребления здания при эксплуатации.

По опыту России определение энергетических характеристик здания в натур-

ных условиях производят при наличии на вводах счетчиков количества энергии, поступающей в здание: тепловой, электрической, газа. Установление зависимости расхода тепловой энергии на поддержание требуемой температуры в помещениях от разности температур внутреннего и наружного воздуха позволяет получить величину расхода энергии за выбранный интервал времени, приходящуюся на 1°C разности температур внутреннего и наружного воздуха. Этот показатель является ключевой величиной для определения по результатам измерений основных эксплуатационных энергетических характеристик здания: удельного нормализованного расхода энергии на отопление и приведенного коэффициента теплопередачи здания.

Специальный раздел ТСН РФ требует контроля проектной и строительной продукции на соответствие этим нормам. Энергетический паспорт, заполняемый на стадии разработки проектной документации, доказывает соответствие проекта требованиям ТСН. В случае несоответствия проекта требованиям ТСН проект здания должен возвращаться на доработку. Энергетический паспорт должен заполняться на стадии сдачи построенного здания на основе анализа отступлений от проекта. При несоответствии построенного здания требованиям норм предусматривается выяснение причин этого несоответствия с принятием соответствующих мер. Не ранее чем через год после сдачи здания в эксплуатацию энергетический паспорт может заполняться на стадии эксплуатации. Решение о выборочной проверке зданий и заполнении паспортов в процессе эксплуатации относится к компетенции местных и региональных администраций.

#### Контроль за внедрением новых норм

Согласно постановлению Германии контроль за выполнением установленных норм возложен на региональную администрацию федеральных земель. В России контроль за соблюдением ТСН РФ также возложен на республиканские строительные министерства или на региональные администрации краев, областей и автономных округов, и на региональные органы Госархстройнадзора (ГАСН). Кроме того, во многих регионах созданы органы по экспертизе проектной продукции, осуществляющие контроль проекта здания на соответствие ТСН и выдающие разрешение на его возведение.

#### Оценка конечного результата с внедрением новых норм

С введением в действие нового постановления Германии конечный энергосберегающий эффект оценивается в среднем 25–30% по сравнению с постановлением 1994 года. При применении действия этого постановления к существующему фонду зданий энергосберегающий эффект составит 385 ТВт·ч в год. Эта величина более чем в 2 раза превы-

шает годовую выработку всех атомных электростанций Германии – в 1997 году они произвели 160,4 ТВт·ч. На ежегодное строительство в Германии затрачивается около 260 млрд евро, из них 50% идет на модернизацию зданий. Потребность в энергетической реконструкции существующих жилых зданий от 24 до 34 млн м<sup>2</sup>, на что требуется около 410 млрд евро. Таким образом, можно предположить, что Германия может довести энергетическое качество существующих зданий до уровня установленных новым постановлением требований в течение ближайших 3–4 лет.

Оценку результатов внедрения ТСН в субъекты РФ возможно получить расчетным путем по объемам жилищного строительства в тех регионах, где были внедрены ТСН. Эти регионы по данным 2001 года ввели в эксплуатацию 8 292 тыс. м<sup>2</sup> многоквартирных малоэтажных домов и 13 883 тыс. м<sup>2</sup> многоэтажных многоквартирных зданий (всего 22 125 тыс. м<sup>2</sup> из 31 122 общего объема жилищного строительства России). Энергосберегающий эффект рассчитывается по разности в потребности тепловой энергии на отопление этого объема зданий согласно нормативным требованиям до и после введения ТСН и оценивается в конечной потребности тепловой энергии на отопление в 3 354 ТДж для многоквартирных малоэтажных домов и 3 707 ТДж для многоэтажных многоквартирных зданий (всего 7 061 ТДж). Энергетическая эффективность систем теплоснабжения оценивается в среднем 50%, т. е. половина первичного топлива, преобразованного в тепловую энергию, теряется на пути к конечному потребителю. Поэтому энергосберегающий эффект по первичной энергии оценивается около 14 120 ТДж ежегодно.

В связи со стремлением России присоединиться к Протоколу, подписанному в Киото, представляет интерес оценка снижения выбросов углекислого газа в атмосферу за счет этого энергосберегающего эффекта, составляющего около 950 тыс. т CO<sub>2</sub> ежегодно.

Строительство всех новых и реконструкция жилых зданий в Москве осуществляется по ТСН с 1995 года с объемом строительства 3,2 млн. м<sup>2</sup> жилья ежегодно (в прошлом году 3,8 млн м<sup>2</sup>, в текущем планируется 4,2 млн м<sup>2</sup>), что привело к кумулятивному сбережению тепловой энергии свыше 3,6 ПДж (что составляет около 4% от общего теплотребления города на нужды отопления), а также ежегодно снижению выбросов в атмосферу углекислого газа на 120 тыс. т [9].

*В заключение следует отметить, что:*

1. По опыту Германии и России переход на полную интеграцию в нормирование системного подхода (четвертый этап) стимулирует:

- архитекторов, конструкторов, строителей, специалистов по системам отопления, вентиляции и теплоснабжения на по-

иск более оптимальных с энергетической точки зрения технических решений, удовлетворяющих новым нормативам. Этот метод предоставляет при проектировании большую свободу при выборе технических решений;

- разработку и внедрение новых энергоэффективных технологий, строительных материалов и конструкций, систем и оборудования, обеспечивающих требуемые комфортные условия при меньших энергетических затратах;

- поведение жильцов на снижение затрат по поддержанию желаемого микроклимата в помещениях зданий и других энергетических расходов, поскольку расход энергии имеет явно выраженный физический смысл, возможность измерения и контроля, а также денежное выражение.

2. Нормирование потребности в первичной энергии на источнике позволяет осуществить сравнение вариантов подключения здания к централизованной и децентрализованной системам теплоснабжения, выбирая наиболее оптимальное решение системы «теплозащита – воздухообмен (вентиляция и воздухопроницаемость) – отопление – теплоснабжение».

3. Широкое внедрение ТСН РФ в 30 регионах РФ позволило апробировать новую идеологию нормирования в основных населенных территориях России, охватывая около 65% населения страны и 2/3 от объема жилищного строительства страны. Однако результаты сравнения норм показали, что основные нормативы ТСН РФ немного отстают от норм Германии.

4. Опыт внедрения новых норм как в Германии, так и в России показал, что при определении основных энергетических и теплотехнических параметров здания необходимо строго соблюдать алгоритмы расчета, приведенные в DIN EN 832 и DIN V 4701-10 для Германии и в ТСН РФ и СП 23-101 для России. В противном случае могут быть непредсказуемые результаты. В связи с этим возрастает роль при проектировании энергетического паспорта и его компьютерная версия.

5. Новые нормы как в Германии, так и в России вопреки пессимистичным прогнозам создали условия к преобразованию рынка на новые строительные технологии, вызвали строительный бум, увеличили занятость населения, привели к существенному энергосбережению, повысили комфорт в помещениях зданий и снизили зависимость внутренней среды здания от аварийных и экстремальных ситуаций.

#### **Литература**

1. Verordnung über energiesparende Wärmereschutz und energiesparende

**Сарэнергомаш** 

<http://sarzem.narod.ru>

#### **Производим**

▶ **Блочные котельные**

▶ **Котлы водогрейные**

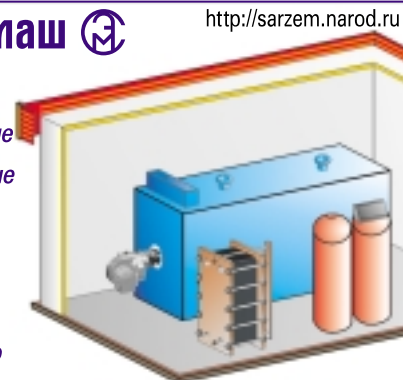
▶ **Водоподготовку**

▶ **Теплообменники**

#### **Гарантируем**

▶ **Высокое качество**

▶ **Доступные цены**



г. Саратов, ул. Б. Садовая, д. 48; тел. (8452) 51-8430; факс 51-1432; e-mail: sarzem@narod.ru

Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 16. November 2001. (Постановление об энергосберегающей тепловой защите и энергосберегающих отопительных установках здания.)

2. Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden EnEG – Energieeinsparungsgesetz vom 22. Juli 1976. BGBl. I S. 1873; geändert durch Gesetz vom 20. Juni 1980, BGBl. I 1980. S. 701. (Закон об экономии энергии.)

3. Council Directive 93/76 EEC of 13 September 1993 to limit carbon dioxide emission by improving energy efficiency (SAVE) // Official Journal L237. 22/09/1999. (Директива ЕС 93/76 об ограничении выделений двуоксида углерода улучшением энергоэффективности.)

4. Decision No 647/2000/EC of the European Parliament of the Council of 28 February 2000 adopting a multiannual programme for the promotion of energy efficiency (SAVE) (1998 to 2002) // Official Journal L 079. 30/03/2000. P. 0006. (О принятии долгосрочной программы содействия энергетической эффективности (SAVE) с 1998 по 2002 годы.)

5. Directive of the European Parliament and of the Council of the energy performance of buildings, the draft has adopted by the Council of the Energy Ministers of 4 December 2001. (Директива по энергетической эффективности зданий.)

6. Матросов Ю. А. Регионы России переходят на энергетический принцип проектирования и строительства зданий // Энергосбережение. 2002. № 2. С. 44–47.

7. Матросов Ю., Бутовский И. Москва – инициатор строительства в России энергоэффективных зданий // Бюллетень ЦЭНЭФ. 1994. Июль-сентябрь.

8. Матросов Ю. А., Ливчак В. И., Щипанов Ю. Б. Энергосбережение в зданиях. Новые МГСН 2.01-99 требуют проектирования энергоэффективных зданий // Энергосбережение. 1999. № 2. С. 3–13.

9. Бондаренко В., Ляхович Л., Хлевчук В., Матросов Ю. и др. О нормативных требованиях к тепловой защите зданий // Бюллетень Строительной Техники. 2001. № 11. ■

**Юрий Алексеевич Матросов**  
Тел. (095) 482-3710