

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ ЗДАНИЙ ДЛЯ СТРАН С РАЗЛИЧНЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

Ю.Матросов,
И.Бутовский,
Д.Гольдштейн

АННОТАЦИЯ

В этой статье мы рассматриваем проблему разработки нормативных требований по энергетике зданий для регионов с большим различием климатических условий. Ключевым параметром энергетической эффективности зданий в России предложен климатически независимый параметр удельного энергопотребления на отопление здания за отопительный период. Это удельное энергопотребление $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C \cdot сут)$ или $Вт/(м^3 \cdot ^\circ C \cdot сут)$ представляет количество теплоты, требуемое на отопление за отопительный период по отношению кв.м отапливаемой площади или объему здания, отнесенному к градусо-суткам отопительного периода. Параметр был проверен на территории России в 486 климатических пунктах. Используя этот параметр, Государственный Комитет по Строительству в России (Госстрой РФ) одобрил в 1995 г. изменения в федеральные нормы "Строительная теплотехника", которые обеспечивают значительно более высокий уровень теплозащиты. Основываясь на этом параметре, разработан проект новых российских норм по энергетической эффективности зданий. Девять регионов России одобрили и ввели в действие их региональные нормы, используя этот параметр, пятнадцать других российских регионов начали разрабатывать свои нормы также используя этот подход.

Введение

Федеральный Закон "Об энергосбережении" и соответствующие постановления правительства Российской Федерации, к приоритетным направлениям относят разработку строительных стандартов и введение в них показателей энергопотребления на отопление, вентиляцию и водопотребление. Эти показатели должны быть включены в соответствующие нормативы и не могут быть внедрены без наличия их в нормативных документах.

Существующие федеральные нормы, "предписывающие" по природе, ограничивают внедрение новых технологий, материалов и технических решений в строительную практику. Чтобы устранить эти ограничения Государственной Комитет по Строительству (Госстрой РФ) разработал и утвердил основополагающий документ СНИП 10.01 "Система нормативных документов в строительстве", в которых установлено, что новые нормы должны содержать "потребительские" или "эксплуатационные" характеристики, которые устанавливают требования, а не пути, как достичь эти требования.

Существующий СНиП “Строительная теплотехника” [1] не имеет требований, которые ограничивали бы общее энергопотребление на отопление зданий. В связи с потребностью энергосбережения, возникла необходимость разработать новые принципы стандартизации энергопотребления на отопление зданий и энергетических характеристик зданий

Установление требований, основанных на удельном энергопотреблении по отношению к градусо-суткам

Концепция основана на следующих трех принципах:

а) установление требований для достижения трех основных целей - нормируемых уровней энергопотребления, обеспечение теплового комфорта в центре обслуживаемой зоны и на ее границах; недопустимость образования конденсата на внутренних поверхностях стен и потолка;

б) предоставление проектировщику свободы для достижения требуемой теплозащиты, основанной на рассчитываемых параметрах вместо требования о соблюдении определенных правил;

в) обеспечение возможности контроля и сертификации фактических энергетических и теплотехнических параметров здания, подтверждающих, что здание запроектировано, построено и эксплуатируется в соответствии с установленными требованиями норм.

Эта концепция основана на нормировании значения удельного энергопотребления на отопление или охлаждение здания. Чтобы установить необходимые нормируемые значения, должны быть определены теплозащитные свойства совокупности ограждающих конструкций. Удельное энергопотребление здания на отопление определяется как количество тепла, потребляемого на отопление здания за отопительный период по отношению к общей отапливаемой площади, Вт·ч/(м²·°С·сут), или общему отапливаемому объему здания, Вт·ч/(м³·°С·сут), отнесенное к градусо-суткам.

Идея нормирования этого параметра возникла в 1994 [2], когда он был предложен в качестве основы для модели Региональных Норм по Энергетической эффективности зданий России. Эта модель норм, озаглавленная “Энергетическая эффективность в зданиях. Региональные нормы по теплозащите зданий”, была разработана авторами из НИИ Строительной физики (НИИСФ), Центра Энергетической Эффективности (ЦЭНЭФ) (оба в России) и Общества по защите природных ресурсов (NRDC) - природоохранной организации в США [3].

Эффективность предложенного параметра может быть проиллюстрирована на примере 9-этажного жилого здания (табл.1), запроектированного согласно уровня “0” на рис.3, подсоединенного к системе централизованного теплоснабжения и привязанного для климатических условий различных городов России.

Таблица 1 Удельное энергопотребление зданий, q , за отопительный период
(На примере типового 9-этажного многоквартирного здания)

Город	Удельное энергопотребление	
	кВт·ч/м ²	Вт·ч/(м ² ·°С·сут)
Верхоянск	467	38
Якутск	393	37
Омск	256	39
Самара	195	39
Астрахань	139	41
Краснодар	100	40

Стабильность этого параметра очевидна. Этот параметр был также испытан на территории России в большинстве климатических регионов, используя нормативные требования этих норм (также до внесения в них изменений). Удельные энергопотребления были рассчитаны для 10 наиболее распространенных жилых зданий России (5-, 9- и 17 этажей), расположенных в 486 пунктах России. При расчетах учитывали размеры здания, нормативные значения сопротивлений теплопередач стен, чердачных и цокольных перекрытий и окон; нормативные значения воздухообмена; средней температуры внутреннего воздуха; продолжительности отопительного периода; средней скорости ветра и солнечной радиации за отопительный период - все параметры, зависящие от территории. Полученные данные были проанализированы статистически; они были сгруппированы по нижнему - верхнему пределам в интервале 10 Вт·ч/(м²·°С·сут). Гистограмма (рис.1) представляет распределение числа случаев нормализованного удельного энергопотребления. Подобные гистограммы, построенные для зданий одинаковой высоты, были использованы для определения годового энергопотребления обеспеченностью 0,95.

В табл. 2 представлен анализ этого параметра для трех климатических зон США [4]. Данные отражают реальные результаты энергопотребления в 1975-76 в 125 тыс. односемейных сблокированных домах и в 45 тыс. многоквартирных зданиях. Так же, как и в условия России, независимость этого параметра от климатических условий США очевидна.

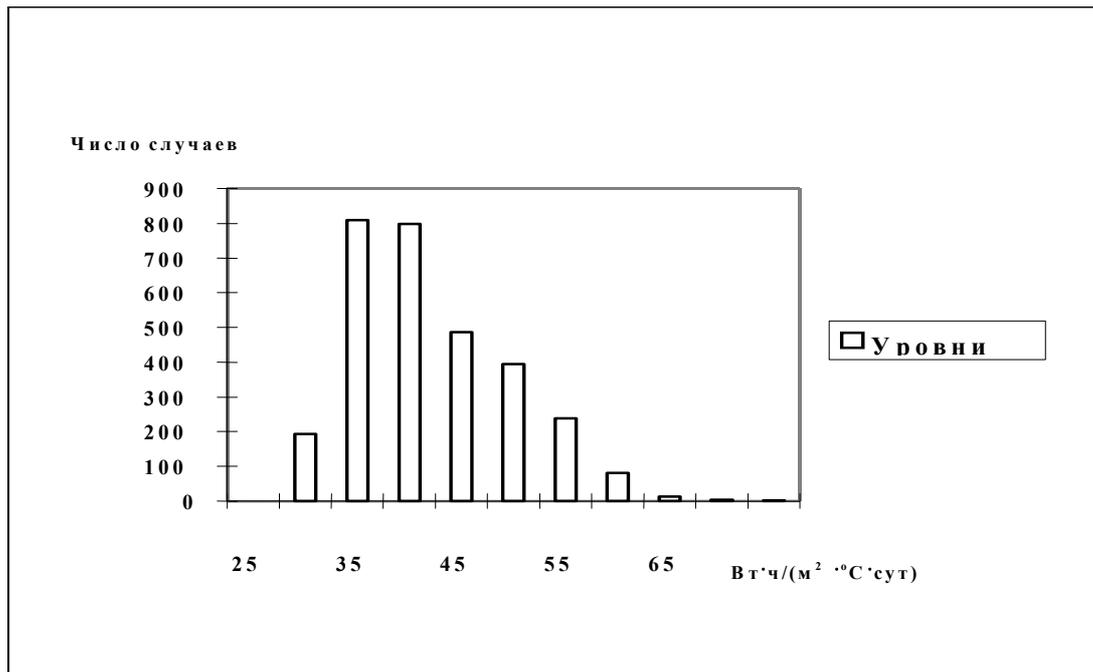


Рис.1. Гистограмма распределения числа случаев нормализованного удельного энергопотребления зданий

Table 2 Specific energy consumption for heating of three climatic zones of the USA

Type of the buildings	Specific energy consumption for the zones (W.h/(m ² .°C.day)		
	I - 3889 °C.day	II - 3472 °C.day	III - 1667 °C.day
Multi family buildings	47.1	50	49
Single-family row houses	52.7	49	53.8

Федеральные стандарты нацеливают на энергетическую эффективность зданий

Используя этот параметр, Госстрой РФ одобрил в 1995 г. изменения в федеральные нормы [1], которые обеспечивают значительно более высокий уровень теплозащиты в новых и реконструируемых зданиях. Новые нормативы приводят к снижению энергопотребления на отопление зданий на 20-40% по сравнению с прежним уровнем.

Численные значения новых требований были получены используя следующую методологию. Для тех же 486 пунктов Российской Федерации были использованы действующие в то время расчетные значения и нормативы упомянутых норм и норм “Строительная климатология” для определения градусо-суток и удельного энергопотребления на отопление для различных типов зданий. Расчеты были выполнены для 8 типов многоэтажных зданий и

такого же количества одно-двухэтажных зданий, где были использованы различные типы ограждающих конструкций. Новые значения удельного энергопотребления, сниженные на 20 и 40%, были затем использованы для расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен, чердачных и цокольных перекрытий в зависимости от числа градусосуток соответствующих пунктов. Таким образом два уровня снижения удельного энергопотребления были одобрены Госстроем РФ и соответствующие им нормативы по сопротивлению теплопередач ограждающих конструкций для жилых зданий были установлены :

- 20% для вновь возводимых и 40% для реконструируемых зданий на первом этапе (в течение 1995 - 1999 гг.);

- 40% для всех видов зданий на втором этапе (с 2000 г).

На рис 2 показаны результаты расчета взаимосвязи для 486 пунктов между градусо-сутками и приведенным сопротивлением теплопередаче наружных стен для первого этапа нормативного документа. Там же показана прямая линейной регрессии по этим данным, которая была принята для установления табличных значений нормативов.

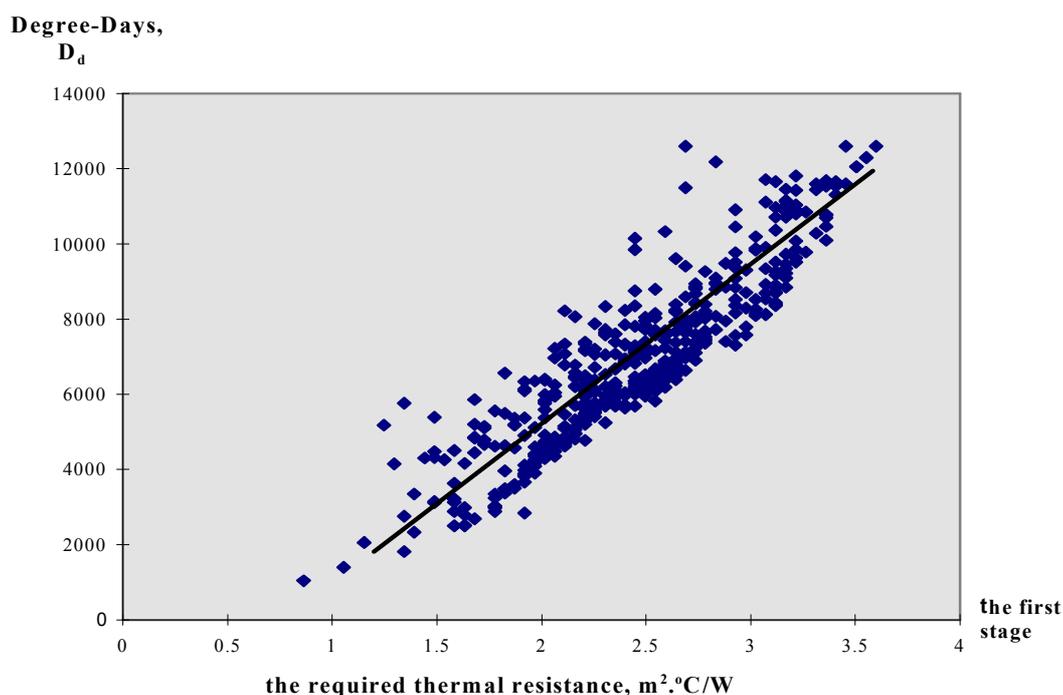


Fig. 2 The relationship between the required thermal resistance and the number of degree days

На рис. 3 приведено сравнение для стен уровней сопротивления теплопередач до внесения изменений и для двух введенных этапов. Из рис. 3 видно, что уровень “0” представляет требования, установленные до внесения изменений и соответствовал однослойным конструкциям. Первый этап (уровень “1”) приблизительно соответствует нормативным требованиям, уже существовавшим для стен с использованием эффективных теплоизоляционных

материалов, и второй этап (уровень “2”) соответствует существующим требованиям таких зарубежных стран, как Швеция и Канада.

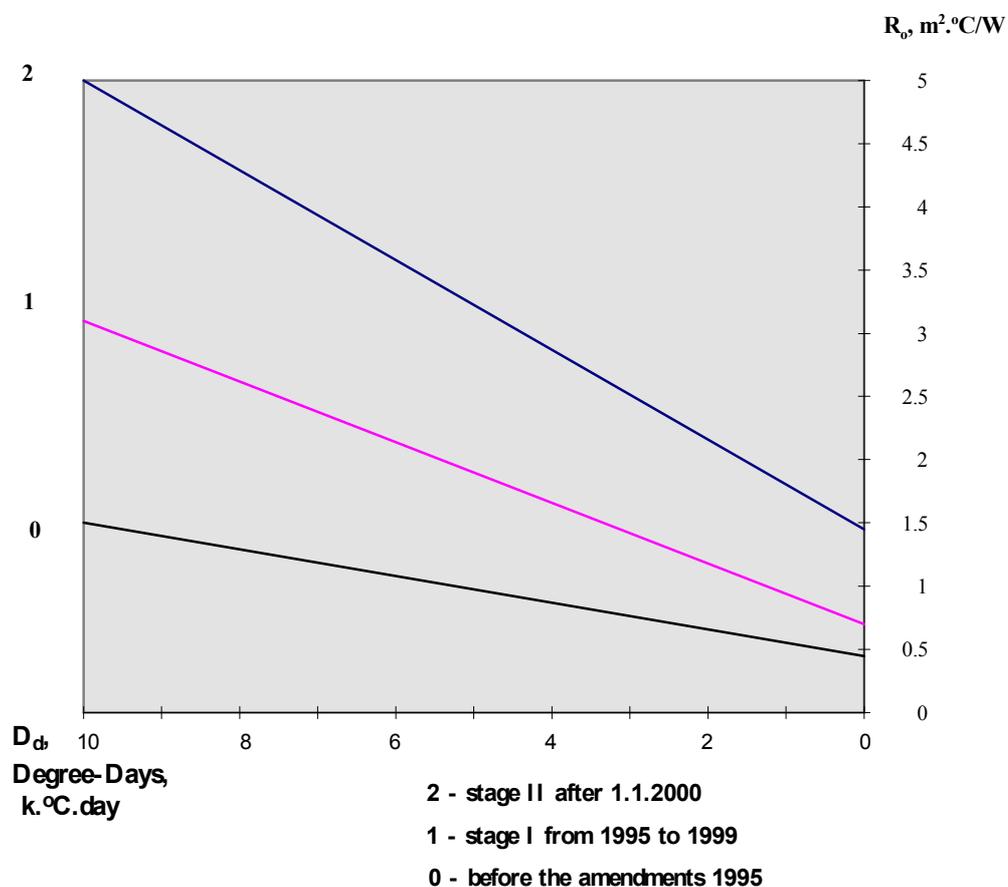


Fig. 3 The required thermal performance in buildings (for exterior walls)

Влияние региональных норм на федеральный нормативный процесс

Поскольку российские федеральные нормы не могут отразить все специфические особенности отдельных регионов, то они должны содержать только основные требования. Что касается специфических региональных особенностей, то они должны найти свое отражение в территориальных строительных нормах по энергетической эффективности зданий. Упомянутый СНиП 10-01 разрешил разработку и одобрение территориальных норм региональным администрациям без формального согласования с Госстроем РФ в случае, если они не противоречат федеральным строительным нормам.

Хорошим примером реализации такой возможности являются московские городские нормы по энергосбережению в зданиях, утвержденные в 1999 г., где требование по удельному энергопотреблению было установлено на основе баланса энергетических ресурсов г. Москвы и прогноза на будущие 5 лет

с учетом возможных экологических и экономических последствий и технических возможностей строительной индустрии г. Москвы [5]. Суммарное энергосбережение к концу 2000 г. благодаря этим нормам составило приблизительно 0,7 ТВт·ч, или около 120 тысяч тонн сокращенных выбросов CO₂. Девять российских регионов разработали и ввели в действие их собственные территориальные нормы с использованием этого подхода [6]; и пятнадцать других регионов России разрабатывают в настоящее время свои нормы, используя также этот подход.

Значения нормативного энергопотребления на отопление, которые не могут превышать в территориальных нормах российских регионов, представлены в табл. 3.

Table 3. Required Specific Energy Consumption for Heating a Building (q_h^{req}) W.h/(m ² ·°C·day) [W.h/(m ³ ·°C·day)] during a heating season				
Types of buildings	Number of stories			
	1-3	4-5	6-9	≥10
Residentials	32	26	22	19
Institutions of general education and offices	[10 (9)]	[9 (7,5)]	[8 (6,5)]	[--(5,5)]
Policlinics and medical establishments, boarding schools	[10]	[9]	[9]	--
Pre-school institutions	[12]	--	--	--
Note: Values q_h^{req} , W.h/(m ³ ·°C·day) in parentheses are related to offices.				

Вследствии успешного опыта внедрения новых норм в г. Москве и в других регионах России Госстрой РФ также принял решение о переносе описанных выше принципов нормирования на федеральный уровень. В настоящее время подготовлена новая редакция федеральных норм по энергетической эффективности зданий. Эти строительные нормы содержат требования по теплоизоляции зданий и ограничения по удельному энергопотреблению на отопление в течение отопительного периода. Документ основан на следующих принципах:

Теплоизоляция зданий должна быть запроектирована в соответствии с требуемыми значениями отдельных элементов, которые введены на втором этапе прежних федеральных норм. Проверка соответствия проектного уровня удельного энергопотребления для жилых и общественных зданий за отопительный период с нормативными значениями для различных типов зданий должна быть выполнена по стандартизованному методу расчета с помощью Энергетического паспорта. Если рассчитанное значение удельного энергопотребления на отопление здания ниже нормативного значения, то сопротивления теплопередач отдельных элементов могут быть снижены по сравнению с требуемыми величинами (но не ниже, чем величины, обеспечивающие санитарные гигиенические условия и невыпадения конденсата), до тех пор, пока рассчитанное энергопотребление не достигнет требуемого уровня.

References

- [1] SNiP II-3-79*, Stroitelnie Normi i Pravila (Construction Norms and Regulations), “Thermal Engineering”, *Gosstroy RF*, Moscow, 1998 (in Russian).
- [2] Yu. Matrosov, I. Butovsky, D. Goldstein, A New Concept of Thermal Performance Standardization of Buildings, *Energy Efficiency, Q. Bull., CENEf*, 1 (5) (Oct.-Dec.) (1994).
- [3] Yu. Matrosov, L. Norford and others, Standards for Heating Energy use in Russian Buildings: A Review and a Report of Recent Progress, *Energy Build.*, 25 (1997) 207-222.
- [4] Energy performance standards for new buildings, *U.S. Department of Housing and Urban Development*, 1978.
- [5] MGSN 2.01-99, Energeticheskay Effectivnost zdaniy (Energy Efficiency in Buildings), “The Norms for Thermal Performance of the Residential and Public Buildings”, Moscow, 1999 (in Russian).