



ERMCO



American Concrete Institute®  
Advancing concrete knowledge



**II Всероссийская  
(Международная)  
конференция по бетону и железобетону**

# **БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН- ПУТИ РАЗВИТИЯ**

**5 - 9 сентября 2005 года  
Москва**

**II Всероссийская  
(Международная) конференция**

**БЕТОН  
И ЖЕЛЕЗОБЕТОН-  
ПУТИ РАЗВИТИЯ**

**Научные труды  
конференции  
в пяти книгах**

**Том 4  
Легкие и ячеистые бетоны**

**Москва 2005**

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ

### ENERGY EFFICIENCY OF LIGHTWEIGHT AGGREGATE CONCRETE BUILDINGS

Ю.А. Матросов

Y.A. Matrosov

*Под энергетической эффективностью зданий понимают определенный уровень теплозащиты, обеспечивающий нормируемое энергопотребления при соблюдении комфортных условий в них. Для оценки энергетической эффективности зданий должны быть критерии энергоэффективности и способы их достижения. До недавнего времени критерии оценки энергоэффективности зданий и их численных значений в нормах отсутствовали. Такая возможность появилась в результате разработки и утверждения нового СНиП по тепловой защите зданий. Какие основные особенности нового СНиП и критерии по тепловой защите зданий? Какие методы определения численных значений по этим критериям? Что такое классы зданий по энергетической эффективности? Каковы способы достижения заданной энергоэффективности зданий? В чем преимущества легких бетонов для создания энергоэффективных ограждающих конструкций? Существует ли территориальные ограничения по рациональному применению легких бетонов? На эти и другие вопросы можно получить ответы в предлагаемой ниже статье.*

#### **Основные особенности нового СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».**

**П**о основополагающим принципам СНиП 23-02-2003 [1] – это совершенно новый документ как по своей структуре и области применения, так и по устанавливаемым им критериям теплозащиты, методам контроля, характеру и уровню энергоаудита, согласованности с европейскими стандартами. В новых нормах:

- установлены численные значения нормируемых показателей энергоэффективности зданий;
- даны правила проектирования тепловой защиты зданий при использовании как поэлементного нормирования, так и показателей энергоэффективности;
- дана классификация новых и эксплуатируемых зданий по энергетической эффективности;
- открыта возможность строить здания с более высокими показателями энергоэффективности, чем нормируемые;
- создана возможность выявлять эксплуатируемые здания, которые необходимо срочно реконструировать с точки зрения энергоэффективности;
- даны методы контроля соответствия нормируемым показателям тепловой защиты и энергетической эффективности как при проектировании и строительстве, так и в дальнейшем при эксплуатации зданий (энергетические паспорта).

**Основные критерии.**

Установлены две группы обязательных к исполнению взаимосвязанных критериев тепловой защиты здания и два способа проверки на соответствие этим критериям, основанных на:

а) нормируемых значениях сопротивления теплопередаче для отдельных ограждающих конструкций тепловой защиты здания, рассчитанных на основе нормируемых значений удельного расхода тепловой энергии на отопление и сохраненных от прежнего СНиП. Нормируемые значения сопротивления теплопередаче установлены по видам зданий и помещений, и по отдельным ограждающим конструкциям и определяются по табличным значениям или по формулам, установленным в новом СНиП в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства.

б) нормируемом удельном расходе тепловой энергии на отопление здания, позволяющем варьировать теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий (за исключением производственных зданий) с учетом выбора систем поддержания микроклимата и теплоснабжения для достижения нормируемого значения этого показателя. Нормируемые значения удельного расхода тепловой энергии не зависят от района строительства, поскольку они отнесены к градусо-суткам отопительного периода. В таблице на рисунке 1 приведены нормированные значения этого показателя.

Выбор способа, по которому будет вестись проектирование, относится к компетенции проектной организации или заказчика. Методы и пути достижения этих нормативов выбираются при проектировании.

При использовании в ограждающих конструкциях легких бетонов наиболее перспективен второй способ проектирования.

Например, для 10-этажного трехсекционного жилого здания в г. Екатеринбург применена конструктивная схема - каркас с заполнением стен из легкого бетона. При выборе величины нормируемого сопротивления теплопередаче для стен по первому способу получим  $3,57 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , а по второму способу -  $2,57 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Такое снижение нормируемого значения сопротивления теплопередаче получено за счет учета дополнительных факторов, влияющих на расход энергии на отопление. При этом удельная потребность в энергии по расчету  $71,3 \text{ кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$  при нормативе  $72 \text{ кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$ .

Рассмотрение возможностей выбора отдельных элементов теплозащиты следует начинать с определения расчетной удельной потребности тепловой энергии на отопление, рассматривая влияние отдельных составляющих на тепловой баланс и выделяя элементы теплозащиты, где происходят наибольшие потери тепловой энергии. Затем для выбранных элементов теплозащиты и системы отопления и теплоснабжения следует разработать конструктивные и инженерные решения, обеспечивающие требуемое значение удельной потребности тепловой энергии на отопление здания.

**Классификация зданий по энергетической эффективности.**

В таблице на рисунке 2 представлена классификация зданий по степени отклонения расчетных или измеренных нормализованных значений удельных расходов тепловой энергии на отопление здания от нормируемого значения. Эта классификация относится как к вновь возводимым и реконструируемым зданиям, проек-

Таблица 1  
**Нормируемый удельный расход тепловой энергии  $q_h^{теп}$  на отопление жилых многоквартирных и общественных зданий,  $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$  [ $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$ ], не более**

Типы Зданий	Этажность зданий:					
	1-2-3	4,5	6,7	8,9	10,11	12 и выше
1 Жилые, гостиницы, общежития	По табл. 4.6а	85 [31] По табл. 4.5а для 4-этажных домов многоквартирных и блокированных	80 [29]	76 [27,5]	72 [26]	70 [25]
2 Общественные, кроме перечисленных в позициях 3, 4 и 5 таблицы	[42]; [38]; [36] соответственно нарастающую этажности	[32]	[31]	[29,5]	[28]	--
3 Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	[34]; [33]; [32] соответственно нарастающую этажности	[31]	[30]	[29]	[28]	--
4 Дошкольные учреждения	[45]	--	--	--	--	--
5 Сервисного обслуживания	[23]; [22]; [21] соответственно нарастающую этажности	[20]	[20]			
6 Административного назначения (офисы)	[36]; [34]; [33] соответственно нарастающую этажности	[27]	[24]	[22]	[20]	[20]

Рис. 1

ты которых разработаны в соответствии с требованиями описанных выше норм, так и к эксплуатируемым зданиям, построенным по нормам до 1995 г.

К классам *A*, *B* и *C* могут быть отнесены здания, проекты которых разработаны по новым нормам. В процессе реальной эксплуатации энергетическая эффективность таких зданий может отличаться от данных проекта в лучшую сторону (классы *A* и *B*) в пределах, указанных в таблице. В случае выявления класса *A* и *B*, рекомендуется применение органами местного самоуправления или инвесторами мероприятий по экономическому стимулированию.

Классы *D* и *E* относятся к эксплуатируемым зданиям, возведенным по действующим в период строительства нормам. Класс *D* соответствует нормам до 1995 г. Эти классы дают информацию органам местного самоуправления или собственникам зданий о необходимости срочных или менее срочных мероприятий по улучшению энергетической эффективности. Так например, для зданий, попавших в класс *E*, необходима срочная реконструкция с точки зрения энергетической эффективности.

Таблица

**Классы энергетической эффективности гражданских зданий**

Классы энергетической эффективности гражданских зданий			
Буквенное и графическое обозначение класса	Наименование класса	Величина отклонения расчетного (или измеренного нормализованного) значения от нормативного значения, %	Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов Федерации
<i>Для новых и реконструируемых зданий</i>			
A	<i>Очень высокий</i>	менее минус 51	Экономическое стимулирование
B	Высокий	От минус 10 до минус 50	то же
C	<b>Нормальный</b>	от плюс 5 до минус 9	-
<i>Для существующих зданий</i>			
D	Низкий	от плюс 6 до плюс 75	Желательна реконструкция здания
E	<i>Очень низкий</i>	более 76	Необходимо утепление здания в ближайшей перспективе

**Рис. 2****Контроль параметров и энергетический аудит зданий.**

Особенностью нового СНиП является обязательная к заполнению форма энергетического паспорта здания, предназначенного для контроля качества проектирования здания и последующего его строительства и эксплуатации. Энергетический паспорт дает потенциальным покупателям и жильцам конкретную информацию о том, что они могут ожидать от энергетической эффективности здания. Более энергоэффективным зданиям может отдаваться предпочтение, поскольку в них меньшие платежи за энергию. Энергетический паспорт удобен также для обоснования льготного налогообложения, кредитования, дотаций для объективной оценки стоимости жилой площади на рынке жилья и т.п.

Новый СНиП потребовал осуществлять контроль качества теплоизоляции каждого здания при приемке его в эксплуатацию методом термографического обследования согласно ГОСТ 26629 [2]. Такой контроль поможет выявить скрытые дефекты и возможность их устранения до ухода строителей со строительного объекта. Также новый СНиП потребовал осуществлять выборочный контроль воздухопроницаемости помещений зданий согласно новому ГОСТ 31167 [3].

В новом СНиПе также содержатся указания по контролю теплотехнических и энергетических параметров при эксплуатации зданий. Контроль параметров при эксплуатации зданий осуществляют с помощью энергетического аудита по новому ГОСТ 31168 [4].

Энергетический аудит здания определяется как последовательность действий, направленных на определение энергетической эффективности здания и оценку энергосбережения. Результаты энергетического аудита являются основой классификации и сертификации зданий по энергоэффективности.

**Раздел проекта “Энергоэффективность”.**

В новом СНиП и в СНиП 31-01 [5] предусмотрена обязательная разработка нового раздела проекта зданий “Энергоэффективность”. В этом разделе должны быть



представлены сводные показатели энергоэффективности проектных решений в соответствующих частях проекта здания. Сводные показатели энергоэффективности должны быть сопоставлены с нормативными показателями действующих норм. Указанный раздел выполняется на утверждаемых стадиях предпроектной и проектной документации. Разработка раздела “Энергоэффективность” осуществляется проектной организацией. При необходимости к разработке этого раздела заказчиком и проектировщиком привлекаются соответствующие специалисты и эксперты из других организаций. Органы экспертизы должны осуществлять проверку соответствия нормам предпроектной и проектной документации в составе комплексного заключения.

**Выбор конструктивных решений, обеспечивающих необходимую теплозащиту зданий.**

Ограждающие конструкции зданий должны обеспечивать нормируемое сопротивление теплопередаче с минимумом теплопроводных включений и герметичностью стыковых соединений в сочетании с надежной пароизоляцией, максимально сокращающей проникновение водяных паров внутрь ограждения и исключающей возможность накопления влаги в процессе эксплуатации. Ограждающие конструкции должны обладать необходимой прочностью, жесткостью, устойчивостью, долговечностью. С внутренней и наружной сторон они должны иметь защиту от внешних воздействий. Кроме того, они должны удовлетворять общим архитектурным, эксплуатационным, санитарно-гигиеническим требованиям.

Необходимый приток воздуха должен обеспечиваться через специальные регулируемые приточные отверстия в стенах, располагаемых либо в светопрозрачных конструкциях, либо в стенах, а также частично за счет воздухопроницаемости светопрозрачных конструкций. Вытяжка воздуха как правило осуществляется за счет системы вентиляции с естественным побуждением.

С теплотехнической точки зрения различают три вида наружных стен по числу основных слоев: однослойные, двухслойные и трехслойные.

Однослойные стены в случае применения модифицированных полистирол-бетонов (ГОСТ Р 51263 [6]) применимы для регионов, имеющих 7000-8000 градусо-суток отопительного периода.

Двухслойные стены применимы до любых градусо-суток, имеющих место в России. В двухслойных стенах предпочтительное расположение утеплителя снаружи. Используются два варианта наружного утеплителя: системы с наружным штукатурным слоем и системы с воздушным зазором между наружным облицовочным слоем и утеплителем.

В трехслойных ограждениях с защитными слоями на точечных (гибких, шпунтовых) связях утеплитель из пенополистирола и минеральной ваты толщиной 200-300 мм обеспечивает их применение в северных регионах, имеющих 6000-6500 градусо-суток. В трехслойных бетонных панелях соотношение толщин наружных и внутренних слоев должно быть не менее 1:1,25 при минимальной толщине наружного слоя не менее 50 мм.

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_o^r$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , для наружных стен следует определять согласно нового СНиП для фасада здания, либо для одного промежуточного этажа с учетом откосов проемов без учета их заполнений с проверкой условия на невыпадение конденсата на внутренней поверхности участков в зонах

теплопроводных включений. Необходима обязательная проверка ограждающей конструкции на защиту её от увлажнения и, в необходимых случаях, защита пароизоляцией с внутренней стороны.

При применении новых теплоизоляционных материалов, расчетные тепло-технические характеристики которых не приведены в СП 23-101 [7], эти характеристики следует принимать согласно теплотехническим испытаниям, проведенным аккредитованными испытательными лабораториями.

Ограждающие конструкции зданий с применением легких бетонов должны удовлетворять теплотехническим требованиям, обеспечивая нормируемую теплоизоляцию и защиту от парообразной влаги. Например, для приведенного выше примера 10-этажного трехсекционного здания в г. Екатеринбург применена следующая конструктивная схема – железобетонный каркас, стены ненесущие с поэтажным опиранием, состоящие из следующих слоев (изнутри наружу): гипсовая штукатурка 10 мм, блоки из полистиролбетона плотностью 400 кг/м<sup>3</sup> толщиной 400 мм, наружная защита штукатуркой из цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм. Приведенное сопротивление теплопередаче такой конструкции с учетом коэффициента теплотехнической однородности равно 2,85 м<sup>2</sup>·°С/Вт, что выше нормируемого сопротивления теплопередаче для этого здания, равного 2,57 м<sup>2</sup>·°С/Вт (см. пример, приведенный выше). Расчет этой конструкции стены на паропроницаемость также подтвердил соблюдение требований нового СНиП по защите от парообразной влаги.

В приведенной конструкции стены применены блоки минимальной длины, при которых общая толщина стены равна 430 мм. При применении блоков, имеющих другую длину, толщины стен будут соответственно 530 и 630 мм, приведенное сопротивление теплопередаче 3,52 и 4,18 м<sup>2</sup>·°С/Вт, что позволит их применение в регионах, имеющих около 6000 и 8000 градусо-суток отопительного периода, что практически покрывает наиболее заселенные регионы России.

#### **Заключение.**

Новые нормы обеспечили проектирование зданий с эффективным использованием энергии, а система стандартов ввела нормируемые параметры микроклимата и обеспечила контроль нормируемых теплотехнических и энергетических параметров при эксплуатации здания.

Новые нормы дали возможность достижения нормируемых показателей за счет повышения качества проектирования и более широких возможностей в выборе архитектурных форм, технических решений и способов их реализации.

Ограждающие конструкции из полистиролбетонов могут удовлетворить требования новых норм в наиболее заселенных частях России. Однако при их проектировании необходимо строго выполнять требования по пароизоляции.

Система норм и стандартов создала условия для преобразования рынка новых строительных технологий, способствует строительному буму, увеличивает занятость населения, приводит к существенному энергосбережению, повышает тепловой комфорт в помещениях зданий и снижает зависимость внутренней среды зданий от аварийных и экстремальных ситуаций.



## Перечень ссылок

1. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий, Госстрой России, М., 2004, 26 стр.
2. ГОСТ 26629-85 Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций, Госстрой СССР, М., 1986, 14 стр.
3. ГОСТ 31167-03 Здания и сооружения. Метод определения воздухопроницаемости помещений и зданий в натуральных условиях, МНТКС, ГУП ЦПП, М., 2003, 21 стр.
4. ГОСТ 31168 Здания и сооружения. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление, МНТКС, ГУП ЦПП, М., 2003, 25 стр.
5. СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные, Госстрой России, М., 2004, 20 стр.
6. ГОСТ Р 51263-99 Полистиролбетон. Технические условия.
7. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий, ФГУП ЦПП, М., 2004, 140 стр.

## Автор

*Матросов Юрий Алексеевич,*  
НИИСФ  
Контактный телефон  
(095) 482-37-10