



## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕПЛОЙ ЗАЩИТЫ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ



**Матросов Юрий Алексеевич,**  
заведующий лабораторией  
«Энергосбережения и микроклимата  
зданий» НИИСФ РААСН

Основные требования к тепловой защите и энергетической эффективности высотных зданий приведены в двух разделах МГСН 4.19-05: главе 6 — «Требования к конструктивным решениям — Конструкции надземной части» и главе 7 — «Тепловая защита», а также в соответствующих приложениях

*До сих пор проектирование высотных зданий в России осложнялось отсутствием специально ориентированной на данный сегмент нормативной базы. Принятая в Москве масштабная программа высотного строительства потребовала от правительства города восполнить этот пробел и предпринять меры по созданию Московских городских строительных норм для multifunctional высотных зданий и комплексов. В разработке МГСН 4.19-05 участвовал большой коллектив специалистов, представляющих ведущие научно-исследовательские институты строительной физики (НИИСФ), Научно-исследовательский институт бетона и железобетона (НИИЖБ) и др. Разработка норм выполнялась под руководством и при непосредственном участии Центрального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭП Жилища). Проект норм был изучен и рецензирован двумя зарубежными компаниями из Германии и США. По решению московского правительства в переходный период действия закона «О техническом регулировании» до 2010 года, до введения в действие соответствующих технических регламентов, на территории Москвы действуют и обязательны к применению при проектировании зданий все СНиПы и ГОСТы, утвержденные бывшим Госстроем РФ, а также МГСН, утвержденные правительством города Москвы.*

к ним. Одними из принципиальных факторов, влияющих на энергетическую эффективность высотных зданий, являются их архитектурная форма и тепловая защита. Совокупность наружных ограждающих конструкций обеспечивает защиту среды обитания от наружных климатических воз-

действий, а качество внутреннего микроклимата определяет необходимый или повышенный комфорт для людей, находящихся в помещениях.

Требования к наружным ограждающим конструкциям высотных зданий подразделяются на **общие** — предъявляемые к данным

конструкциям независимо от высоты здания, и **особые** — предъявляемые к конструкциям в связи с повышенной высотой здания.

#### **К общим требованиям относятся:**

- нормы по теплозащитным функциям, воздухопроницаемости и паропроницаемости — в соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепло-, водо-, электроснабжению»;

- нормы по звукоизолирующей способности и защите от шума — в соответствии со СНиП 23-03 и МГСН 2.04;

- нормы по уровню естественной освещенности и инсоляции — в соответствии со СНиП 23-05;

- нормы по прочности, трещиностойкости, деформативности, устойчивости — в соответствии со СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции»;

- требования по долговечности и надежности в эксплуатации.

**К особым требованиям**, которые специально разработаны для высотных зданий, относятся:

- особые требования к теплозащитным функциям, продиктованные задачей обеспечить повышенный уровень комфортности помещений в высотных зданиях при условии высокой энергетической эффективности этих зданий;

- повышенные требования к огнестойкости ограждающих конструкций высотных зданий, вызванные сложностью эвакуации из них людей в случае пожара;

- требования учитывать при расчете наружных стен и покрытий значительные по величине ветровые нагрузки (согласно СНиП 2.01.07), в том числе пульсационную составляющую, а также температурные деформации;

- особые требования по технологичности возведения конструкций, а также их ремонтпригодности с учетом повышенной этажности зданий;

- особые эксплуатационные требования, связанные с обслуживанием и ремонтом фасадов высотных зданий.

#### **Наружные климатические воздействия**

При разработке норм для высотного строительства учитывались особые условия климатических воздействий, возникающих с повышением высоты здания: изменения температурного, ветрового режима, воздействия солнечной радиации.

Создание норм по наружным климатическим воздействиям

предусматривает уточнение и разработку новых климатических параметров. Основными нормируемыми климатическими параметрами для проектирования тепловой защиты зданий, согласно СНиП 23-02, и их инженерных систем обеспечения внутреннего микроклимата с учетом изменения по высоте являются средняя месячная температура воздуха и производные от нее — средняя температура, продолжительность и градусо-сутки отопительного периода, температура воздуха наиболее холодной пятидневки с коэффициентом обеспеченности 0,92, средняя температура воздуха обеспеченностью 0,94 в холодный период и 0,95 и 0,99 — в летний период, а также солнечная радиация и ветер.

Изменение температуры воздуха на единицу расстояния по вертикали по данным измерений на высотной мачте составляет в среднем 0,65°C/100 м. Исходя из этого градиента были рассчитаны средние месячные температуры воздуха на соответствующих высотах.

Продолжительность и средняя температура отопительного периода являются производными от средней месячной температуры наружного воздуха. Эти параметры устанавливаются для двух периодов, когда среднесуточная температура наружного воздуха равна или ниже 8 или 10°C, в зависимости от типа здания. Расчетная температура воздуха внутри помещений для определения градусо-суток отопительного периода принята равной 18, 20 и 21°C.

Особенно важен при проектировании воздухообмена высотных зданий учет скорости ветра. Многочисленные исследования показали, что вычисленные по формулам величины коэффициентов изменения скорости ветра по высоте отличаются от фактических. Поэтому были обработаны экспериментальные измерения скоростей ветра на высотах, выполненные на телебашне Останкино, Центральной аэрологической обсерватории в Долгопрудном зондовым методом и на высотной мачте в Обнинске. В результате статистической обработки данных измерений были получены коэффициенты изменения скорости ветра по высоте по отношению к стандартной высоте расположения флюгера на метеостанциях.

При расчете энергопотребления здания за отопительный период, согласно СНиП 23-02, используются также данные по солнечной радиации, поступающей на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, за отопительный период.

#### **Параметры внутреннего микроклимата**

В ГОСТ 30494 и СанПин

2.1.2.1002 установлены **оптимальные** и **допустимые** параметры внутреннего микроклимата.

**Оптимальные параметры** внутреннего микроклимата представляют собой сочетание значительных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении.

**Допустимые параметры** внутреннего микроклимата представляют собой сочетания значений показателей микроклимата, длительное и систематическое воздействие которых на организм человека может вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта при умеренном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывающем повреждений или ухудшения состояния здоровья.

При проектировании ограждающих конструкций и систем отопления высотных зданий, согласно СНиП 23-02 и СНиП 31-01, в качестве расчетной принимают минимальную из оптимальных температур внутреннего воздуха — не менее 20°C в жилых помещениях, гостиных и офисах; систем кондиционирования — в пределах оптимальных температур внутреннего воздуха. В жилых помещениях, расположенных на высоте свыше 150 м, с целью повышения комфортности допускается расчетная температура внутреннего воздуха 21°C при соответствующем обосновании. Допустимые величины параметров внутреннего воздуха в помещениях должны поддерживаться при нахождении в них людей. При длительном отсутствии людей с целью экономии тепловой энергии допускается снижение температуры воздуха до 16°C.

#### **Энергетическая эффективность и тепловая защита высотных зданий**

Энергетическая эффективность — это свойство здания и его инженерных систем обеспечивать заданный уровень расхода тепловой энергии для поддержания оптимальных параметров микроклимата в помещениях. Высотное здание должно быть запроектировано и построено в соответствии с требованиями СНиП 23-02 и МГСН 4.19-05 по условиям проживания и деятельности людей с тем, чтобы при выполнении этих требований

обеспечивалось бы эффективное использование энергии на отопление и вентиляцию.

В целях достижения оптимальных технико-экономических характеристик высотных зданий и сокращения удельного расхода энергии на отопление следует предусматривать:

- наиболее компактное объемно-планировочное решение, по возможности с уширенным корпусом, обеспечивающее сокращение удельного расхода энергии;

- наиболее рациональную ориентацию здания и его основных помещений по отношению к сторонам света с учетом преобладающих направлений ветра и потоков солнечной радиации;

- применение эффективного инженерного оборудования с повышенным коэффициентом полезного действия;

- снижение температуры внутреннего воздуха в помещениях до 16°C при длительном отсутствии в них людей;

- утилизацию теплоты отходящего воздуха, сточных вод, использование возобновляемых источников солнечной энергии и т.д.

В зависимости от уровня энергетической эффективности, характеризующего интервалом значений удельного расхода тепловой энергии на его отопление за отопительный период, выделяется несколько классов энергетической эффективности зданий.

В таблице 1 приведена классификация зданий согласно СНиП 23-02 по степени отклонения от нормируемого значения расчетных или измеренных нормализованных значений удельных расходов тепловой энергии на отопление. Под нормализацией понимается приведение измеренных значений к расчетным условиям.

В задании на проектирование высотного здания предусматривается класс энергетической эффективности **В** (высокий) или **А** (очень высокий) и процент снижения расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление здания в пределах величин отклонений согласно таблице 1. Допускается назначать класс **С** при соответствующем обосновании. Нормы будут соблюдены, если расчетное значение удельного расхода энергии на отопление для поддержания оптимальных параметров микроклимата и качества воздуха при расчетных параметрах тепловой защиты не превышает нормируемого значения, установленного в проекте согласно классам энергетической эффективности здания от **А** до **С** с учетом дифференциации зданий по высоте и соответствующим



Фото Павел Колосов

щих процентов снижения нормируемых значений.

Для выбора уровня теплозащиты устанавливается следующая дифференциация зданий по высоте: от 76 до 150 м и от 151 м и выше. Выбор уровня теплозащиты может осуществляться по обоим подходам, изложенным в СНиП 23-02: с учетом изменения расчетных градусо-суток и с учетом расчетной температуры наружного воздуха по высоте. При этом должна учитываться общая высота здания согласно дифференциации по высоте, и по этой высоте будет выбираться уровень теплозащиты, общий для всего здания. При специальном обосновании допускаются различные уровни теплозащиты зданий по высоте. Глухие части стен, расположенные за остеклением, по уровню теплозащиты должны соответствовать требованиям, предъявляемым к наружным стенам.

При нормировании приведенного сопротивления теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций — приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0$ ,  $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , ограждающих конструкций должно быть не менее нормируемых значений  $R_{\text{req}}$ ,  $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , приведенных в числителе в таблице 2, в зависимости от высоты здания.

Московскими нормами вводятся ограничения на площадь остекления фасадов высотных зданий. В жилой части площадь остекления должна составлять не более 18%, в общественной части допускается до 25% остекления. Допускается превышение этих величин, но не более чем до 50%. В этом случае приведенное сопротивление теплопередаче оконных конструкций должно быть не менее  $0,56 \text{ (м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ , а витрин, витражей и навесных светопрозрачных конструкций — не менее  $0,65 \text{ (м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ . При превышении этих величин более чем на 50% требуется технико-экономическое обоснование.

При выборе нормирования по удельному расходу тепловой энергии на отопление расчетный удельный расход тепловой энергии  $Q_h^{\text{des}}$ ,  $\text{МДж}/\text{м}^2$ , должен быть меньше или равен нормируемому значению  $Q_h^{\text{req}}$ ,  $\text{МДж}/\text{м}^2$ , приведенному в таблице 3 с учетом снижения нормированного значения в зависимости от задания класса **A** или **B** с соответствующим процентом его снижения. Нормы установлены из расчета высоты помещений жилых зданий и гостиниц — 3 м, административных (офисов) и других общественных зданий — 3,3 м. Допускается пересчет вели-

**Таблица 1.** Классы энергетической эффективности гражданских зданий (СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»)

Класс энергетической эффективности здания	Наименование класса	Величина отклонения расчетного (или измеренного нормализованного) значения от нормируемого, %	Мероприятия, рекомендуемые административными органами субъектов РФ
A	очень высокий	менее минус 51	экономическое стимулирование
B	высокий	от минус 10 до минус 50	
C	нормальный	от плюс 5 до минус 9	

**Таблица 2.** Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Вид здания	Высота, м	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче, $R_{req}$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт, ограждающих конструкций		
		Стен	Покрытый и перекрытый над проездами	Перекрытый чердачных, над неотапливаемыми помещениями, подпольями и подвалами
Жилые и гостиницы, $t_{int}=20^{\circ}\text{C}$	76–150	3,23/2,03	4,81/3,85	4,25/3,4
	свыше 150	3,55/2,24	5,29/4,23	4,68/3,74
То же, $t_{int}=21^{\circ}\text{C}$	76–150	3,3/2,08	4,92/3,94	4,35/3,48
	свыше 150	3,64/2,29	5,42/4,34	4,79/3,83
Административные (офисы) и др. общественные, $t_{int}=20^{\circ}\text{C}$	76–150	2,77/1,75	3,69/2,95	3,13/2,50
	свыше 150	3,05/1,92	4,06/3,25	3,45/2,76
Общественные, $t_{int}=18^{\circ}\text{C}$	76–150	2,63/1,66	3,78/3,02	3,20/2,56
	свыше 150	2,90/1,83	4,16/3,33	3,53/2,82

**Таблица 3.** Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период

Вид здания	Высота, м	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания, $Q_{req}$ , МДж/м <sup>2</sup> [МДж/м <sup>2</sup> ]
Жилые и гостиницы, $t_{int}=20^{\circ}\text{C}$	76–150	342 [114]
	свыше 150	320 [107]
То же, $t_{int}=21^{\circ}\text{C}$	76–150	360 [120]
	свыше 150	338 [113]
Административные (офисы) и др. общественные, $t_{int}=20^{\circ}\text{C}$	76–150	327 [99]
	свыше 150	320 [97]
Общественные, $t_{int}=18^{\circ}\text{C}$	76–150	300 [91]
	свыше 150	294 [89]

чин, установленных в таблице 3, на другие высоты помещений в зависимости от конкретного проекта.

### Технические решения ограждающих конструкций высотных зданий

Наружные ограждающие конструкции в высотных зданиях должны быть запроектированы с точки зрения тепловой защиты таким образом, чтобы их приведенное сопротивление теплопередаче было не меньше нормируемого значения, определяемого по показателям первого или второго подходов согласно СНиП 23-02, с учетом дифференциации здания по высоте, и отсутствовали условия для выпадения конденсата на внутренних поверхностях в местах теплопроводных включений.

**Наружные стены** следует проектировать слоистыми и, в зависимости от конструктивной

системы здания, **несущими** или **несущими**.

**Несущие наружные стены** рассматриваются как составная часть общей конструктивной системы здания:

- вместе с внутренними диафрагмами и ядрами жесткости, воспринимающими вертикальные нагрузки от перекрытий и собственного веса, а также горизонтальные ветровые и сейсмические нагрузки;

- жестко связанными с перекрытиями и внутренними несущими стенами.

Рекомендуется получившая наибольшее распространение за рубежом решетчатая конструкция наружных стен, в которых колонны выполняют роль простенков, а поэтажные обвязочные балки — роль подоконных элементов. Промежутки между элементами решетки заполняются светопрозрачными конструкциями.

Несущие наружные стены выполняются из монолитного или сборно-монолитного железобетона с различными видами армирования. При этом следует применять либо легкие бетоны (ГОСТ 25820—2000 «Бетоны легкие. Технические условия»), либо тяжелые (ГОСТ 26631), класс по прочности на сжатие не менее В30. Предпочтение следует отдавать легким бетонам, так как, в сравнении с равнопрочными тяжелыми бетонами, они обладают в 2–3 раза меньшей теплопроводностью, высокой теплотехнической однородностью и, тем самым, обеспечивают при той же толщине стен более высокий уровень теплозащиты здания. Кроме того, благодаря существенно более высокой огнестойкости легких бетонов их применение повышает пожаробезопасность здания.

Утепление несущих стен должно осуществляться **снаружи**

с применением теплоизоляционных материалов и технических решений, которые обеспечивают нормируемый уровень тепловой защиты здания. При этом, в соответствии с противопожарными требованиями МГСН 4.19-05, должен применяться только негорючий плитный утеплитель — группа горючести НГ.

**В несущих наружных стенах** в качестве теплоизоляции следует применять материалы групп горючести НГ или Г1. Применение утеплителя группы горючести Г1 допускается при условии его защиты со всех сторон материалами, обеспечивающими класс пожарной опасности конструкции КО и предел ее огнестойкости согласно требованиям МГСН 4.19-05.

В зарубежной практике строительства высотных зданий, как известно, наибольшее распространение получили навесные (несущие) наружные стены. Выбор типа конструктивного решения стены определяется общей конструктивной системой здания и технологией его возведения. Предпочтение следует отдавать сборным конструкциям (цельным или из отдельных элементов), изготовленным в заводских условиях и монтируемым с перекрытия.

Решения навесных стен могут быть различными, в зависимости от высоты здания и уровня этажности. С учетом различий по ветровым нагрузкам и расчетным температурам наружного воздуха, соответственно, различными способами удовлетворяются и требования по сопротивлению силовым, температурным воздействиям, по воздухопроницаемости и по теплозащитным функциям.

В качестве одного из базовых вариантов для уровня здания выше 75 м рекомендуется комбинированная (раздельная) конструкция стены, состоящая из следующих основных элементов:

- наружный слой — фасадная тонкостенная ребристая железобетонная панель-скорлупа из конструкционного легкого бетона (ГОСТ 25820) по прочности на сжатие не ниже класса В20 (дифференцированно по высоте здания), по морозостойкости не ниже марки F150, возможно с готовым защитно-декоративным слоем. Панель-скорлупа устанавливается на перекрытие и закрепляется на элементах несущего каркаса здания. Крепление панелей должно обеспечивать их свободное деформирование в плоскости в результате температурных воздействий;

- средний теплоизоляционный слой выполняется из особо лег-

кого бетона различных видов, в частности из монолитного полистиролбетона марок по плотности D400–D450 (ГОСТ Р 51263). При этом фасадная скорлупа может выполнять функции несъемной опалубки;

● внутренний слой — пустотные плиты-оболочки толщиной 75 мм из мелкозернистого конструкционного легкого бетона класса B15–B20, в которых продольные пустоты могут служить для обогрева внутреннего контура стен, или мелкоштучные стандартные блоки толщиной 95 мм из легких (ГОСТ 25820) или ячеистых (ГОСТ 25485) бетонов марок по плотности D700–D1000.

Внутренний слой стены и фасадная панель-скорлупа в данном решении соединяются при помощи гибких базальто-пластиковых связей, рассчитанных в основном на давление распора при бетонировании стены. При той же прочности на растяжение, что и связи из нержавеющей стали, базальто-пластиковые связи имеют преимущество благодаря существенно более низкой теплопроводности ( $\lambda=0,35 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$  у базальто-пластика,  $\lambda=58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$  у металла).

Навесные стены могут также выполняться в виде сборных трехслойных железобетонных навесных панелей, которые следует проектировать высотой на этаж с наружным и внутренним ограждающими слоями из конструкционного, предпочтительно легкого, или из тяжелого бетонов классов по прочности на сжатие не ниже B25. По морозостойкости марка бетона наружного слоя должна быть не ниже F150. Средний слой выполняется из эффективного плитного утеплителя достаточной долговечности и надежности в эксплуатации. Связи между бетонными слоями должны быть гибкими и обеспечивать независимые температурные деформации слоев, поэтому их рекомендуется выполнять из коррозионностойкой стали. По контуру панели (в стыках) необходимо предусматривать зазоры, заполняемые герметичными и пластичными материалами, что обеспечивает возможность взаимных перемещений панелей в своей плоскости. Крепление панелей к несущим конструкциям здания, так же, как и панелей-скорлуп в описанном выше базовом решении, должно обеспечивать их свободное деформирование в результате температурных воздействий.

Фасадные системы с вентилируемым зазором допускаются к применению на высотах свыше 75 м только при наличии выданного официальными органами

сертификата и технического свидетельства для применения в высотных зданиях и на соответствующих высотах. Воздушная прослойка в этих системах должна быть толщиной не менее 60 и не более 150 мм (СП 23-101). Необходимо предусматривать горизонтальные рассечки воздушного потока по высоте каждые 3 этажа, а каждые 9 этажей — горизонтальные негорючие заглушки, разделяющие воздушную полость прослойки на отдельные камеры с воздухозаборными и воздухоотводящими отверстиями. При расчете приведенного сопротивления теплопередаче теплозащиты необходимо учитывать теплопроводные включения от крепежных элементов фасадных систем.

К конструктивным решениям фасадных систем высотных зданий предъявляются повышенные требования по пожарной безопасности и ремонтпригодности. Не допускается применение декоративных элементов из пенопласта с облицовкой декоративной штукатуркой. Фасады должны быть оснащены стационарными устройствами для мытья светопрозрачных элементов.

**Окна** рекомендуется применять с тройным остеклением и увеличенным по толщине наружным стеклом, с рамами и переплетами из дерево-алюминия или клееной древесины. На высотах более 75 м, как правило, должны применяться окна с глухими (не открываемыми) створками. Допускается применение открывающихся окон при установке светопрозрачных защитных экранов (с вентиляционными отверстиями) или окон, выдвигаемых на безопасное расстояние. Притворы окон должны соответствовать классу А, согласно ГОСТ 26602.2, и иметь не менее трех слоев уплотнения, обеспечивающих нормируемое СНИП 23-02 сопротивление воздухопроницанию.

Расположение оконных коробок по ширине оконного проема определяется теплотехническим расчетом. Однако в любом случае их следует закреплять на более прочном слое стены.

Поступление наружного воздуха с учетом воздухопроницаемости окон (при естественном притоке) должно осуществляться через приточные вентиляционные устройства, располагаемые в наружных стенах и окнах, с саморегулирующимся механизмом, открывающим живое сечение.

**Покрывтия** зданий следует выполнять слоистыми и, как правило, плоскими. Материалы и расположение слоев в покрытии, толщина утеплителя должны

назначаться в соответствии с теплотехническими расчетами (по СНИП 23-02), с учетом благоприятных условий влагомассопереноса по сечению конструкции. В качестве материала теплоизоляционного слоя следует применять эффективный плитный утеплитель или особо легкие бетоны (по ГОСТ Р 51263 или ГОСТ 25820) в сборном и монолитном вариантах, укладываемые на несущую плиту покрытия по слою пароизоляции. Несущую часть покрытия следует выполнять преимущественно из легкого конструкционного (по ГОСТ 25820) или тяжелого (по ГОСТ 26631) бетонов классов по прочности на сжатие не ниже B25 в виде монолитной железобетонной плиты, являющейся составной частью общей монолитной конструктивной системы здания и жестко связанной с ее вертикальными конструкциями (стенами, колоннами). Эксплуатируемые покрытия должны утепляться материалом, выдерживающим давление с учетом действия временной нагрузки не менее 0,2 МПа.

Прочностные и деформационные характеристики в применяемых ограждающих конструкциях тяжелых или конструкционных легких бетонов, а также легких и ячеистых бетонов конструкционно-теплоизоляционного назначения должны удовлетворять требованиям СНИП 2.03.01-84\*.

### Долговечность и ремонтпригодность

Наружные ограждающие конструкции высотных зданий должны сохранять свои свойства в течение не менее 100 лет, и их долговечность должна обеспечиваться применением материалов, имеющих надлежащую стойкость. Ограждающие конструкции должны быть ремонтпригодными с установленными в проекте сроками между ремонтами. Допускается использование в наружных ограждающих конструкциях материалов, имеющих меньший, чем 100 лет, срок службы, но не менее 30 лет, при условии обеспечения минимальных расходов на их замену. В фасадных системах материалы наружного слоя облицовки, крепежные детали должны обеспечивать срок безремонтной эксплуатации не менее 50 лет. Межремонтный срок должен быть указан в задании на проектирование.

Обеспеченность во времени эксплуатации зданий тяжелых и легких бетонов, применяемых в железобетонных конструкциях, а также теплофизических свойств теплоизоляционных материалов

(эффективных утеплителей, особенно легких бетонов) должна составлять не меньше 95%. В тех случаях, когда повреждение или износ наружных ограждающих конструкций снижает их теплозащитные свойства более чем на 15%, эти ограждающие конструкции должны быть отремонтированы или заменены в целях восстановления их теплозащитных свойств согласно проектным данным.

### Контроль при проектировании, возведении и эксплуатации

**В проекте** высотного здания согласно СНИП 23-02 и МГСН 2.01 должен быть предусмотрен раздел «Энергоэффективность». Для контроля нормируемых показателей при проектировании следует использовать форму энергетического паспорта и процедуры расчета показателей для их заполнения с последующим уточнением их по результатам эксплуатации.

**В процессе возведения** отдельных объемов высотных зданий по высоте следует осуществлять, согласно ГОСТу 26629, тепловизионный контроль качества тепловой защиты ограждающих конструкций с целью обнаружения скрытых дефектов и их устранения. При приемке высотных зданий в эксплуатацию следует осуществлять контроль нормируемых показателей, предусмотренных СНИП 23-02.

**В процессе эксплуатации** высотных зданий предусматривается контроль фактического удельного расхода энергии на отопление по показаниям теплосчетчика, устанавливаемого на вводе в здание. Периодичность замеров должна быть не реже одного раза в месяц в течение отопительного периода. Данные замеров заносятся в специальный журнал. В этот же журнал следует заносить усредненные за этот же период данные измерений температуры наружного воздуха по датчику, установленному приблизительно на уровне среднего этажа высотного здания.

Разработка норм для высотного строительства в нашей стране проведена впервые, поэтому им придан статус «временный», что предполагает их дальнейшую разработку по мере накопления практического опыта. Причем, несмотря на большой опыт высотного строительства, который существует за рубежом, аналогичные зарубежные нормы в таком объеме обнаружены не были, так что в этом вопросе Россия должна прокладывать себе путь самостоятельно.