

ISSN 0585-430X

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ® №10

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 Г.

ОКТЯБРЬ 2005 г. (610)

по индексу
87723
с приложением

Новые комплексы
для переработки
строительных
отходов



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
**МЕХАНОБР
ТЕХНИКА**

Подробнее читайте на стр. 66

www.mtspb.com

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается при содействии Комплекса
архитектуры, строительства, развития
и реконструкции Москвы,
при информационном участии
Российского научно-технического
общества строителей

Основан в 1955 г.

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

Главный редактор
издательства
РУБЛЕВСКАЯ М.Г.

Журнал зарегистрирован
Министерством РФ по делам
печати, телерадиовещания
и средств массовой информации
ПИ №77-13558

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет
журнала «Строительные
материалы: архитектура»:

ХИХЛУХА Л.В.,
академик РААСН
(председатель)

ЕСАУЛОВ Г.В.,
член-корреспондент РААСН
(зам. председателя)

БАЙЕР В.Е.

БАРИНОВА Л.С.

ГОРНОСТАЕВ А.В.

ФИЛИППОВ Е.В.

Авторы
опубликованных материалов
несут ответственность
за достоверность приведенных
сведений, точность данных
по цитируемой литературе
и за использование в статьях
данных, не подлежащих
открытой публикации

Редакция
может опубликовать статьи
в порядке обсуждения,
не разделяя точку зрения автора

Перепечатка
и воспроизведение статей,
рекламных и иллюстративных
материалов из нашего журнала
возможны лишь с письменного
разрешения главного редактора

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:
Россия, 117997, Москва,
ул. Кржижановского, 13
Тел./факс: (095) 124-3296
124-0900

E-mail: mail@rifsm.ru
<http://www.rifsm.ru>

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ® №5

приложение к научно-техническому журналу «Строительные Материалы» №10-2005 г.



архитектура

СОДЕРЖАНИЕ

Ю.А. МАТРОСОВ

Энергетическая эффективность высотных зданий 2

Рассматриваются классы энергетической эффективности высотных зданий и соответствующие требования по удельному энергопотреблению здания на отопление всего здания, технические решения ограждающих конструкций для достижения этих требований, параметры комфорtnого теплового микроклимата внутри помещений и также параметры локального наружного климата, зависящие от высоты. Эти параметры и технические решения были использованы при разработке глав б и 7*) Московских норм «МГСН 4.19–05 Многофункциональные высотные здания и комплексы» и соответствующих приложений.

С.Л. ГАЛКИН

Поэтажно опертые стены каркасных зданий.

Опыт проектирования и строительства в Республике Беларусь 8

Учитывая опыт проектирования и строительства каркасных зданий с поэтажно опертыми стенами из ячеисто-бетонных блоков в Республике Беларусь, показаны характерные ошибки проектировщиков и строителей и дефекты зданий, спровоцированные этими недочетами.

Использование материалов КНАУФ

при реконструкции памятников архитектуры 12

Описана реконструкция гостиницы «Донбасс» – одной из старейших гостиниц в Донецке (Украина), построенной в 1938 г. При реконструкции здание было перепланировано и отделано заново, при этом использован широкий спектр материалов фирмы «КНАУФ», причем не только для внутренней, но и для внешней отделки здания. Это штукатурные смеси ВП 330, ВП 334, ЛУП 222, гипсоволокнистые листы и гипсокартонные листы. После реконструкции гостиница «Донбасс-Палас» вошла в международную ассоциацию пятизвездочных отелей мира.

Л.В. МОРГУН, А.Ю. БОГАТИНА, В.Н. МОРГУН, В.Г. СОХАНЕВ

Архитектурные формы изделий из фибропенобетона

неавтоклавного твердения 14

В статье описан опыт применения фибропеножелезобетонных изделий неавтоклавного твердения сложной геометрической формы для облицовки зданий для обеспечения комфорtnости и энергосбережения с учетом параметров окружающей среды и эстетических факторов.

Система Lindab Construline® для быстровозводимых зданий 17

В настороящее время технология каркасного строительства с применением легких стальных тонкостенных конструкций применяется все шире. Комплектная строительная система Lindab Construline® включает несущие профили для наружных и внутренних стен, перегородок, межэтажных каркасных перекрытий и др. Приведены преимущества использования ЛСТК при возведении жилых и общественных зданий в различных климатических условиях и при реконструкции старых зданий.

В.Л. МИКОВ

Герметизирующие материалы для монтажа оконных блоков 18

Представлены различные варианты выполнения монтажных швов узлов примыкания окон к стеновым проемам. Рассмотрены функции различных слоев монтажного шва, а также материалы для их выполнения, представленные на российском рынке. Обсуждаются некоторые неоднозначные положения ГОСТ 30971–2002. Показано, что монтажные материалы широко рекламированной германской системы монтажа окон Ilbruk вполне могут быть заменены отечественными доступными материалами. Заостряется внимание читателей на том, что качество установки окон определяется комплексом мер: корректным выбором местоположения окна по глубине стеновой конструкции на основании теплотехнического расчета, обеспечением правильного выполнения монтажного шва, утеплением внутренних откосов окна, обеспечением в помещении нормального тепловлажностного режима.

Ю.А. МАТРОСОВ, канд. техн. наук, зав. лабораторией
энергосбережения и микроклимата зданий НИИСФ
Российской академии архитектуры и строительных наук (Москва)

Энергетическая эффективность высотных зданий

Наружные климатические воздействия

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-суммы отопительного периода, температура воздуха наибольшей холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, средняя температура воздуха обеспеченностью 0,94 в холодный период и обеспеченностью 0,95 и 0,99 в летний период, а также солнечная радиация и ветер.

В общей климатологии учет 40-летнего периода наблюдений считается достаточным для достоверной оценки устойчивого климатического фона. Однако этот критерий является справедливым, когда не наблюдается природных климатических аномалий. Отмечаемое в последние два десятилетия с 1981 по 2000 г. и особенно в последнее десятилетие потепление климата диктует необходимость учета этого влияния. Расчет производился по метеостанциям г. Москвы: ТСХА, ВДНХ и

МГУ. Первые две метеостанции характеризуют северную часть Москвы («Север»), метеостанция МГУ расположена на юго-западе Москвы («Юг»). Результаты расчета взвешенной средней месячной температуры воздуха по этим метеостанциям приведены в табл. 1. Поскольку данные метеостанций, характеризующие северную часть Москвы, отражают период наблюдений 120 лет, включая последнее десятилетие, решили принять эти данные в качестве параметров отопительного периода для всей территории Москвы.

Изменение температуры воздуха с высотой на единицу расстояния по вертикали по данным измерений на высотной мачте составляет в среднем $0,65^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$. Исходя из этого градиента, используя данные «Севера», были рассчитаны средние месячные температуры воздуха на соответствующих высотах, приведенные в табл. 2.

Продолжительность и средняя температура отопительного периода являются производными от средней месячной температуры наружного воздуха. Эти параметры устанавливают для двух периодов, когда среднесуточная температура наружного воздуха равна и ниже 8 или 10°C в зависимости от вида здания. Расчетная температура воздуха внутри помещений для определения градусо-сумм отопительного периода принималась равной 18, 20 и 21°C . В табл. 3 представлены продолжи-

Средняя месячная температура наружного воздуха в Москве

Таблица 1

Взвешенная средняя за период, гг.	Средняя месячная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$												год	
	Месяцы													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
«Север»														
1880–1979 (100 лет)	-10,2	-9,2	-4,3	4,4	11,9	16	18,1	16,3	10,7	4,3	-1,9	-7,3	4,1	
1980–2000 (20 лет)	-6,6	-6,4	-1,1	6,8	13,3	17,4	18,7	16,7	11	5,5	-2,5	-5,4	5,6	
1880–2000 (120 лет)	-9,6	-8,7	-3,9	4,8	12,1	16,2	18,2	16,4	10,8	4,5	-2	-7	4,6	
«Юг»														
1953–1979 (27 лет)	-9,7	-8,1	-3,1	5,4	12,8	16,7	18,3	16,7	11,1	4,7	-1,7	-6,8	4,1	
1980–2000 (20 лет)	-5,9	-5,9	-1	7,3	12,7	17,7	18,8	16,7	11,1	5,6	-2,5	-5,5	5,8	
1953–2000 (47 лет)	-8,1	-7,2	-2,2	6,2	12,8	17,1	18,5	16,7	11,1	5,1	-2	-6,2	5,2	

Средняя месячная температура наружного воздуха на высотах, $^{\circ}\text{C}$

Таблица 2

Высота, м	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
75 и ниже	-9,6	-8,7	-3,9	4,8	12,1	16,2	18,2	16,4	10,8	4,5	-2	-7
76–150	-10,3	-9,4	-4,8	3,9	11,2	15,8	17,8	16	9,5	3,2	-3,3	-7,7
151–250	-10,3	-9,4	-5,1	3,6	10,9	15,5	17,5	15,7	9,1	2,8	-3,7	-7,7
250 и выше	-10,2	-9,3	-5,5	3,2	10,5	15,2	17,2	15,4	8,7	2,4	-4,1	-7,6

Таблица 3

Высота здания, м	Период со среднесуточной температурой воздуха	z_{ht} , сут	t_{ht} , °C	D_d , °C-сут, при температуре внутреннего воздуха t_{int} , °C		
				18	20	21
75 и ниже	≤8°C ≤10°C	214 231	-3,1 -2,2	4943 5128	5157 -	- 4666
76–150	≤8°C ≤10°C	223 239	-3,4 -2,5	5218 5378	5441 -	- 4900
151–250	≤8°C ≤10°C	226 243	-3,6 -2,7	5334 5516	5569 -	- 5030
251 и выше	≤8°C ≤10°C	227 244	-3,8 -2,9	5403 5588	5630 -	- 5100

Таблица 4

Суммарная солнечная радиация, поступающая на вертикальные поверхности различной ориентации

Месяц	Горизонтальная поверхность, МДж/м ²	Суммарная (прямая, рассеянная, отраженная) солнечная радиация, поступающая на поверхности различной ориентации, МДж/м ²							
		C	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	6	49	49	61	92	111	94	60	49
II	137	93	95	121	179	213	188	129	96
III	282	157	172	227	293	326	299	236	174
IV	405	175	210	273	326	330	314	263	206
V	565	225	283	352	372	355	364	330	272
VI	624	256	317	383	396	358	377	364	307
VII	587	238	295	361	372	347	361	344	284
VIII	474	186	232	301	336	340	336	292	228
IX	296	117	138	196	252	272	246	188	137
X	145	67	71	96	143	164	140	97	71
XI	63	37	37	49	78	96	79	49	37
XII	40	29	29	34	51	60	51	34	29
За отопительный период	1159	594	652	854	1159	1297	1161	859	650

тельность, средняя температура наружного воздуха и градусо-сутки отопительного периода. В отношении тепловой защиты здания дифференцированы по высоте на две группы: до 150 м и выше 150 м.

При расчете энергопотребления здания за отопительный период согласно СНиП 23–02 используются данные солнечной радиации, поступающей на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности за отопительный период. В СНиП 23–01* такие данные отсутствуют. Расчет для Москвы проведен по данным астронометрических наблюдений метеостанции МГУ за суммарной солнечной радиацией, поступающей на горизонтальную поверхность за каждый месяц отопительного периода по методу, приведенному в СП 23–101. Полученные расчетом данные на горизонтальную поверхность были пересчитаны на вертикальные поверхности различной ориентации. В табл. 4 приведены итоговые данные расчета суммарной солнечной радиации на вертикальные поверхности различной ориентации.

Учет скорости ветра особенно важен при проектировании воздухообмена высотных зданий. В СНиП 23–02 учитывается максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь с учетом коэффициента изменения скорости ветра по высоте. В СНиП 23–01* для Москвы расчетная скорость ветра определена за период наблюдений с 1960 по 1969 г. равной 4,9 м/с в январе и 1 м/с в июле. Проведенный учет метеорологических рядов за период наблюдений с 1966 по 2000 г., а также методика их обработки вероятностно-статистическим методом дают уточнение расчетной скорости ветра, равной 4 м/с в январе с обеспеченностью 85% и 2,5 м/с в июле с обеспеченностью 65%.

Многочисленные исследования показали, что вычисленные по формулам величины коэффициентов из-

Изменение скорости ветра по высоте (по отношению к стандартной высоте расположения флюгера 10 м)

Высота, м	Коэффициент k при расчетной скорости ветра, м/с									
	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10	
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
50	2,3	1,8	1,8	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	
100	2,8	2,4	2,2	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	
150	3,2	2,8	2,5	2,1	2	1,8	1,7	1,6	1,4	
200	3,5	3	2,7	2,4	2,1	2	1,8	1,7	1,4	
250	3,8	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,5	
300	3,8	3,4	3	2,6	2,4	2,2	2	1,9	1,6	
350	4	3,4	3	2,6	2,4	2,3	2,1	2	1,7	
400	4	3,4	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	2,1	1,8	
450	4	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	2,2	1,8	
500	4	3,6	3,2	2,9	2,6	2,5	2,3	2,2	1,9	

менения скорости ветра по высоте отличаются от действительных. При расчете по логарифмическому закону удовлетворительное совпадение с фактическими данными отмечено только при скорости ветра 7–8 м/с на высоте 50–100 м над поверхностью земли. Поэтому обработали экспериментальные измерения скоростей ветра на высотах, выполненных на телебашне Останкино, Центральной аэрологической обсерватории в г. Долгопрудном зондовым методом и на высотной мачте в г. Обнинске. В результате статистической обработки данных измерений были получены коэффициенты изменения скорости ветра по высоте по отношению к стандартной высоте расположения флюгера на метеостанциях, представленные в табл. 5.

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 значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают 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 сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности при умеренном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывающем повреждений или ухудшения состояния здоровья.

При проектировании ограждающих конструкций и систем отопления и вентиляции 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, гостиницах и офисах; систем кондиционирования воздуха – в пределах оптимальных температур внутреннего воздуха. Допускается при обосновании с целью повышенной комфортности расчетная температура внутреннего воздуха 21°C в жилых помещениях, расположенных выше 150 м.

Допустимые величины параметров внутреннего воздуха в помещениях квартир и номерах гостиниц должны поддерживаться при нахождении в них людей; в офисах – в рабочее время. С целью экономии энергии допускается снижение температуры внутреннего воздуха до 16°C при длительном отсутствии людей в помещениях квартир и в незанятых номерах гостиниц, а также офисах в нерабочее время.

Энергетическая эффективность

Энергетическая эффективность здания – это свойство здания и его инженерных систем обеспечивать заданный нормируемый уровень расхода тепловой энергии для поддержания оптимальных параметров микроклимата помещений. Высотное здание должно быть запроектировано и построено в соответствии с требованиями СНиП 23–02 и МГСН 4.19, с тем чтобы при выполнении указанных выше требований и других условий проживания и деятельности людей обеспечивалось эффективное использование энергии на отопление и вентиляцию.

В целях сокращения удельного расхода энергии на отопление зданий следует предусматривать:

- наиболее компактное объемно-планировочное решение, по возможности с уширенным корпусом, обеспечивающим сокращение удельного расхода энергии;
- наиболее рациональную ориентацию здания и комплекса и их основных помещений по отношению к странам 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 при длительном отсутствии людей;
- утилизацию теплоты отходящего воздуха, сточных вод, использование возобновляемых источников солнечной энергии и т. д.

Классом энергетической эффективности обозначают уровень энергетической эффективности здания, характеризуемого интервалом значений удельного расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период. В табл. 6 приведена классификация зданий согласно СНиП 23–02 по степени отклонения расчетных или измеренных нормализованных значений удельных расходов тепловой энергии на отопление здания от нормируемого значения. Под нормализацией понимается приведение измеренных значений к расчетным условиям.

В здании на проектирование высотного здания предусматривается установление класса энергетической эффективности здания В или А («высокий» или «очень высокий»). При соответствующем обосновании допускается понижение класса энергетической эффективности, но не ниже класса С. 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 значения, установленного в проекте согласно классам энергетической эффективности здания от А до С.

Для выбора уровня теплозащиты устанавливается следующая дифференциация зданий по высоте: от 76 до 150 м; от 151 м и выше. Выбор уровня теплозащиты может осуществляться по обоим подходам, изложенным в СНиП 23–02. При этом должна учитываться общая высота здания согласно дифференциации по высоте, и по этой высоте будет выбираться уровень теплозащиты, общий для всего здания. При специальному обоснованию допускаются различные уровни теплозащиты зданий по высоте.

При выборе первого подхода – нормирования приведенного сопротивления теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций – приведенное

Таблица 6

Классы энергетической эффективности зданий

Буквенное и графическое обозначение класса	Наименование класса	Величина отклонения расчетного (или измеренного нормализованного) значения от нормируемого значения, %	Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов Федерации
Для новых и реконструируемых зданий			
A	Очень высокий	менее –51	экономическое стимулирование
B	Высокий	от –10 до –50	то же
C	Нормальный	от 5 до –9	–

Таблица 7

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания	Высота здания, м	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче, R_{req} , м ² ·°С/Вт, ограждающих конструкций		
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами
1	2	3	4	5
Жилые и гостиницы, $t_{int} = 20^\circ\text{C}$	от 76 до 150 м выше 150 м	3,23 2,03 3,55 2,24	4,81 3,85 5,29 4,23	4,25 3,4 4,68 3,74
То же, $t_{int} = 21^\circ\text{C}$	от 76 до 150 м выше 150 м	3,3 2,08 3,64 2,29	4,92 3,94 5,42 4,34	4,35 3,48 4,79 3,83
Административные (офисы) и другие общественные, $t_{int} = 20^\circ\text{C}$	от 76 до 150 м выше 150 м	2,77 1,75 3,05 1,92	3,69 2,95 4,06 3,25	3,13 2,5 3,45 2,76
Общественные, $t_{int} = 18^\circ\text{C}$	от 76 до 150 м выше 150 м	2,63 1,66 2,9 1,83	3,78 3,02 4,16 3,33	3,2 2,56 3,53 2,82

Примечание. Над чертой – максимальное значение, под чертой – минимальное

сопротивление теплопередаче R_o , м²·°С/Вт, ограждающих конструкций должно быть не менее нормируемых значений R_{req} , м²·°С/Вт, приведенных над чертой в табл. 7 в зависимости от дифференциации высоты здания.

Если коэффициент остекленности фасада жилых зданий больше 18%, а в общественных – более 25%, нормируемое сопротивление теплопередаче окон должно быть не ниже 0,56 м²·°С/Вт, иначе не ниже 0,54 м²·°С/Вт.

При выборе второго подхода – нормирования по удельному расходу тепловой энергии на отопление расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление Q_h^{des} , МДж/м², должен быть меньше или равен нормируемому значению Q_h^{req} , МДж/м², приведенному в табл. 8 с учетом снижения нормируемого значения в зависимости от задания класса В или А с соответствующим процентом его снижения. Например, если в задании на проектирование гостиницы высотой выше 150 м указан класс В и 10% снижение, то нормируемый удельный расход Q_{hreq} будет равен 288 МДж/м² вместо 320 МДж/м². Если указанное условие обеспечивается при меньших значениях сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), чем величин над чертой в табл. 7, разрешается снижать эти значения, но ниже минимальных величин, указанных под чертой в таблице.

В СНиП 23–02 и МГСН 2.01 предусматривается контроль нормируемых показателей при проектировании, для чего 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 ГОСТ 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 разделом 11 СНиП 23–02.

Удельный показатель расхода энергии на отопление должен контролироваться при эксплуатации зданий с

использованием показаний теплосчетчика, установленного на вводе в здание. Поэтому в процессе эксплуатации высотных зданий предусматривается контроль фактического удельного расхода энергии на отопление по показаниям теплосчетчика путем периодических замеров не реже одного раза в месяц в течение отопительного периода с занесением этих данных 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 здания.

Конструктивные решения

Требования к наружным ограждающим конструкциям высотных зданий подразделяются на *особые требования*, предъявляемые к конструкциям в связи с повышенной высотой зданий, и *общие требования*, предъявляемые кенным конструкциям зданий независимо от их высоты.

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

К *особым требованиям* относятся:

- дифференцированные по высоте ветровые нагрузки согласно СНиП 2.01.07 при расчете стен, в том числе пульсационной составляющей;
- температурные деформации наружных ограждающих конструкций;
- уровни тепловой защиты зданий в зависимости от их высоты;
- повышенная огнестойкость ограждающих конструкций;
- долговечность теплоизоляционного слоя, равная долговечности ограждающей конструкции;

- возможность ремонта или замены теплоизоляционного слоя в случае, если его долговечность ниже долговечности ограждающей конструкции;
- особые эксплуатационные требования, связанные с обслуживанием и ремонтом фасадов высотных зданий;
- технологичность возведения конструкций с учетом повышенной этажности зданий.

К общим требованиям относятся:

- нормы по прочности, трещиностойкости, деформативности, устойчивости в соответствии со СНиП 2.03.01 и другими нормативными документами;
- нормы по теплозащитным функциям, воздухопроницаемости и паропроницаемости в соответствии со СНиП 23–02 и МГСН 2.01;
- 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 с СНиП 23–05.

Наружные стены следует проектировать слоистыми и в зависимости от конструктивной системы здания несущими или ненесущими.

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.

Следует применять два типа наружных стен различных схем разрезки:

- цельной конструкции из традиционных трехслойных железобетонных панелей с гибкими связями и эффективным плитным несгораемым утеплителем посредине, изготавляемых, как правило, в заводских условиях;
- раздельной конструкции с наружным слоем в виде сборных тонкостенных железобетонных панелей скрепленных высотой на этаж с вентилируемым воздушным зазором и теплоизоляцией из особо легких бетонов или эффективных несгораемых плитных утеплителей и внутренним слоем из кирпича или ячеистых блоков; указанный тип представляет собой разновидность систем с вентилируемым зазором.

В качестве материала теплоизоляционного слоя рекомендовано применять эффективный несгораемый плитный утеплитель повышенной долговечности или особо легкие бетоны в сборном или монолитном варианте. Взаимное расположение отдельных слоев наружных стен должно способствовать высыханию конструкций и исключать возможность накопления влаги в ограждении в процессе годичной эксплуатации.

Выбор типа конструктивного решения стены определяется общей конструктивной системой здания и технологией его возведения. В зарубежной практике строительства высотных зданий наибольшее распространение получили навесные (ненесущие) наружные стены. 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 этажности здания и по уровням этажности, поскольку различные ветровые нагрузки и расчетные температуры наружного воздуха и соответственно различным способом удовлетворяются требования по сопротивлению силовым, температурным воздействиям, по воздухопроницаемости и теплозащитным функциям.

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

- фасадной тонкостенной ребристой железобетонной панели-скрепленной из конструкционного легкого бетона по ГОСТ 25820 класса по прочности на сжатие не ниже В20 (дифференцированно по высоте здания), марки по морозостойкости не ниже F150, возможно, с готовым защитно-декоративным слоем; панель-скрепленная устанавливается на перекрытие и закрепляется на элементах несущего каркаса здания; крепление панелей должно обеспечивать их свободное деформирование в плоскости от температурных воздействий;
- среднего теплоизоляционного слоя из особо легкого бетона различных видов, в частности из монолитного полистиролбетона (марок по плотности D400–D450) по ГОСТ Р 51263; при этом фасадная скрепленная панель может выполнять функции несъемной опалубки;
- внутреннего слоя из пустотных плит-оболочек толщиной 75 мм из мелкозернистого конструкционного легкого бетона класса В15–В20 или из мелкоштучных стандартных (толщиной 95 мм) блоков из легких (по ГОСТ 25820) или ячеистых (по ГОСТ 25485) бетонов марок по плотности D700–D1000.

Таблица 8

Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период

Здания	Высота здания, м	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания, Q_h^{req} , МДж/м ² [МДж/м ³]
1	2	3
Жилые и гостиницы при $t_{int} = 20^\circ\text{C}$	от 76 до 150 м выше 150 м	342 [114] 320 [107]
То же при $t_{int} = 21^\circ\text{C}$	от 76 до 150 м выше 150 м	360 [120] 338 [113]
Административные (офисы) и другие общественные при $t_{int} = 20^\circ\text{C}$	от 76 до 150 м выше 150 м	327 [99] 320 [97]
Общественные при $t_{int} = 18^\circ\text{C}$	от 76 до 150 м выше 150 м	300 [91] 294 [89]

Примечание. Нормы установлены из расчета высоты помещений жилых зданий и гостиниц 3 м, административных (офисов) и других общественных зданий – 3,3 м; допускается величины норм, установленные в таблице, пересчитать на другие высоты помещений конкретного проекта.

