

уникальные и специальные ТЕХНОЛОГИИ в строительстве



информационный сборник

ДОМ НА БРЕСТСКОЙ
архитектурно-строительный центр

1 | 2004

ЦЕНТР
НОВЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ
МАТЕРИАЛОВ
И ОБОРУДОВАНИЯ

тема
номера:

ВЫСОТНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ
мировой и отечественный опыт

Высотные здания:
проблемы и перспективы

Обзор зарубежного опыта

Комплексное обеспечение
безопасности
высотного домостроения



Номер подготовлен совместно с ОАО «ЦНИИЭП жилища»

Энергетическая эффективность высотного домостроения

Ю. А. МАТРОСОВ,

зав. лабораторией Энергосбережения и микроклимата зданий
НИИ Строительной Физики

Введение

Энергетическая эффективность высотного домостроения зависит от многих факторов. Архитектурная форма и тепловая защита здания являются одними из определяющих факторов, влияющих на его энергетическую эффективность. Совокупность наружных ограждающих конструкций обеспечивает защиту среды обитания от наружных климатических воздействий, а качество внутреннего микроклимата обеспечивает необходимый или повышенный комфорт для людей, находящихся в помещениях здания. В настоящей статье излагаются основные концептуальные положения разделов нового МГСН *) «Многофункциональные высотные здания и комплексы», связанные с энергетической эффективностью и энергосбережением зданий, наружными и внутренними воздействиями на наружные ограждающие конструкции, их конструктивными решениями, долговечностью и ремонтпригодностью.

Общие положения

Требования к наружным ограждающим конструкциям многофункциональных высотных зданий и комплексов (далее по тексту — высотные здания) подразделяются на особые требования, предъявляемые к конструкциям в связи с повышенной высотой зданий, и общие требования, предъявляемые к данным конструкциям зданий независимо от их высоты.

К особым требованиям относятся:

■ учет при расчете стен и покрытий значительных по величине ветровых нагрузок согласно СНиП 2.01.07, в том числе пульсационной составляющей;

■ учет температурных деформаций наружных ограждающих конструкций;

■ повышенные требования к теплозащитным функциям, связанные с повышенной комфортностью помещений, и требования по энергетической эффективности здания;

■ повышенные требования к огнестойкости ограждающих конструкций;

■ особые эксплуатационные требования, связанные с обслуживанием и ремонтом фасадов высотных зданий;

■ требования по технологичности возведения конструкций с учетом повышенной этажности зданий.

К общим требованиям относятся:

■ нормы по прочности, трещиностойкости, деформативности, устойчивости в соответствии со СНиП 2.03 и других нормативных документов;

■ 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;

■ требования по долговечности и надежности в эксплуатации.

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-сутки отопительного периода, температура воздуха наиболее 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 спорным, когда не наблюдаются природных климатических аномалий. Отмечаемое в последние два десятилетия с 1981 по 2000 г.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 характеризуют северную часть Москвы («Север»), метеостанция МГУ расположена на юго-западе Москвы («Юг»). Результаты расчета взвешенной средней месячной температуры воздуха по этим метеостанциям приведен в таблице 1. Поскольку данные метеостанций, характеризующие северную часть Москвы, отражают период наблюдений 120 лет включая последнее десятилетие, решили принять эти дан-

*) В разработке указанных разделов МГСН принимали участие: Климова Г.К. — НИИСФ, Ярмаковский В.Н. — НИИЖБ, Беляев В.С. и Киреева Э.И. — ЦНИИЭПжилища

Средняя месячная температура наружного воздуха

Таблица 1

Взвешенная средняя за период, гг.	Средняя месячная температура воздуха, °С												
	Месяцы года												
	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	16,0	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	11,0	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	-2,0	-7,0	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	-1,0	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	-2,0	-6,2	5,2

Таблица 2

Высота, м	Средняя месячная температура наружного воздуха на высотах											
	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
74 и ниже	-9,6	-8,7	-3,9	4,8	12,1	16,2	18,2	16,4	10,8	4,5	-2,0	-7,0
от 75 до 150	-10,3	-9,4	-4,8	3,9	11,2	15,8	17,8	16,0	9,5	3,2	-3,3	-7,7
от 151 до 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	Продолжительность ($z_{нт}$, сут), средняя температура наружного воздуха ($t_{нт}$, °С) и градусо-сутки ($D_{д}$, °С сут) отопительного периода					
	Период со средней суточной температурой воздуха	$z_{нт}$, сут	$t_{нт}$, °С	$D_{д}$, °С сут, при температуре внутреннего воздуха t_{int} , °С		
				18	20	21
75 и ниже	$\leq 8^\circ\text{C}$	214	-3,1	4943	5157	-
	$\leq 10^\circ\text{C}$	231	-2,2	5128	-	4666
от 76 до 150	$\leq 8^\circ\text{C}$	223	-3,4	5218	5441	-
	$\leq 10^\circ\text{C}$	239	-2,5	5378	-	4900
от 151 до 250	$\leq 8^\circ\text{C}$	226	-3,6	5334	5569	-
	$\leq 10^\circ\text{C}$	243	-2,7	5516	-	5030
251 и выше	$\leq 8^\circ\text{C}$	227	-3,8	5403	5630	-
	$\leq 10^\circ\text{C}$	244	-2,9	5588	-	5100

Таблица 4

Месяц года	Суммарная солнечная радиация, поступающая на вертикальные поверхности различной ориентации								
	Горизонтальная поверхность, МДж/м ²	Суммарная (прямая, рассеянная, отраженная) солнечная радиация, поступающая на поверхности различной ориентации, МДж/м ²							
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	67	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

ные в качестве параметров отопительного периода для всей территории г. Москвы.

Изменение температуры воздуха с высотой на единицу расстояния по вертикали по данным измерений на высотной мачте составляет в среднем 0,65°С/100 м. Исходя из этого градиента, используя данные «Север», были рассчитаны средние месячные температуры воздуха на соответствующих высотах, приведенные в таблице 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°С или 10°С в зависимости от вида здания. Расчетная температура воздуха внутри помещений для определения градусо-суток отопительного периода принималась равной 18, 20 и 21°С. В таблице 3 представлены продолжительность, средняя температура наружного воздуха и градусо-сутки отопительного периода.

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 актинометрических 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 таблице 4 приведены итоговые данные расчета суммарной солнечной радиации на вертикальные поверхности различной ориентации.

Учет скорости ветра особенно важен при проектировании воздухообмена высотных зда-

ний. 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 гг., а также методика их обработки вероятностно-статистическим методом, дает 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 изменения 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 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, представленные в таблице 5.

Параметры внутреннего микроклимата

В ГОСТ 30494 и СанПиН 2.1.2.1002 установлены гигиенистами оптимальные и допустимые параметры внутреннего микроклимата. Оптимальные параметры (таблицы 6 и 7) внутреннего микроклимата представляют сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают тепловое состояние организма при минималь-

Таблица 5

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	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
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	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4
200	3,5	3,0	2,7	2,4	2,1	2,0	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	3,0	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	1,6
350	4,0	3,4	3,0	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	1,7
400	4,0	3,4	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	2,1	1,8
450	4,0	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	2,2	1,8
500	4,0	3,6	3,2	2,9	2,6	2,5	2,3	2,2	1,9

Таблица 6

Величины оптимальных параметров внутреннего воздуха для жилых и гостиничных зданий					
Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С	Результирующая температура, °С	Влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Жилая комната или гостиничный номер с воздушным или водяным отоплением с местными отопительными приборами	20 — 22	19 — 20	30 — 45	0,15
	Гостиничный номер с лучистым отоплением	17 — 20	19 — 20	30 — 45	0,15
	Кухня с воздушным или водяным отоплением с местными отопительными приборами	19 — 21	18 — 20	НН *)	0,15
	Туалет	19 — 21	НН	НН	0,15
	Ванная, совмещенный санузел	24 — 26	23 — 27	НН	0,15
	Межквартирный коридор	18 — 20	НН	НН	НН
	Вестибюль лестничной клетки	16 — 18	НН	НН	НН
Теплый	Жилая комната, гостиничный номер	22 — 25	22 — 25	< 60	0,2

*) НН — не нормируется

ном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении. Допустимые параметры (таблица 8) внутреннего микроклимата представляют сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вы-

зывать 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 высот-

Таблица 7

Величины оптимальных параметров внутреннего воздуха общественных зданий					
Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С	Результирующая температура, °С	Влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Офис с воздушным или водяным отоплением с местными отопительными приборами	19 — 21	18 — 20	30 — 45	0,2
	То же, с лучистым отоплением	17 — 20	18 — 20	30 — 45	0,2
Теплый	Офис с воздушным или лучистым охлаждением	23 — 25	22 — 24	< 60	0,3

Таблица 8

Допустимые величины параметров внутреннего воздуха жилых, гостиничных и общественных зданий						
Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С	Результирующая температура, °С	Влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
Холодный	Жилая комната или гостиничный номер с воздушным или водяным отоплением с местными отопительными приборами	18 — 24	17 — 23	НН *)	0,2	
	Гостиничный номер с лучистым отоплением	16 — 20	18 — 23	НН	0,2	
	Кухня с воздушным или водяным отоплением с местными отопительными приборами	18 — 23	17 — 22	НН	0,2	
	Туалет	18 — 23	НН	НН	0,2	
	Ванная, совмещенный санузел	20 — 28	НН	НН	0,2	
	Межквартирный коридор	18 — 22	НН	НН	НН	
	Вестибюль лестничной клетки	14 — 20	НН	НН	НН	
	Офис	16 — 22	15 — 21	НН	0,3	
	Теплый	Жилая комната, гостиничный номер	22 — 25	19 — 27	НН	0,3
		Офис	18 — 27	19 — 27	НН	0,5

*) НН — не нормируется

ных зданий согласно СНиП 23-02 и СНиП 31-01 в качестве расчетной принимают минимальную из оптимальных температур внутреннего воздуха согласно таблицам 6 и 7 — не менее 20°С в жилых помещениях и офисах;

систем кондиционирования воздуха — в пределах оптимальных температур внутреннего воздуха согласно таблицам 6 и 7. Допускается при обосновании с целью повышенной комфортности расчетная температура вну-

треннего воздуха 21°С в жилых помещениях, расположенных выше 151 м.

Допустимые величины параметров внутреннего воздуха согласно таблице 8 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 12°С при длительном отсутствии людей в помещениях квартир и в незанятых номерах гостиниц, а также офисах вне рабочее время.

Энергетическая эффективность

Энергетическая эффективность здания — это свойство здания и его инженерных систем обеспечивать заданный уровень расхода тепловой энергии для поддержания оптимальных параметров микроклимата помещений. Высотное здание должно быть запроектировано и построено в соответствии с требованиями СНиП 23-02 с тем, чтобы при выполнении указанных выше требований, а также условий проживания и деятельности людей обеспечивалось 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, 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 таблице 9 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 задании на проектирование высотного здания предусматривается установление класса энергетической эффективности здания В или А («высокий» или «очень высокий») согласно таблице 9. Однако 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 превышают 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 до 250 м и 250 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 специаль-

Таблица 9

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 	Очень высокий	менее минус 51	экономическое стимулирование
B 	Высокий	от минус 10 до минус 50	то же
C 	Нормальный	от плюс 5 до минус 9	—

Таблица 10

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	Фонарей с вертикальным остеклением
Жилые и гостиницы $t_{int} = 20^{\circ}\text{C}$	75 м и ниже	3,13/1,97	4,67/3,74	4,12/3,3	0,37
	от 76 до 150 м	3,23/2,03	4,81/3,85	4,25/3,4	0,38
	от 151 до 250 м	3,27/2,06	4,87/3,9	4,3/3,44	0,38
	251 м и выше	3,29/2,07	4,9/3,92	4,33/3,46	0,39
То же, $t_{int} = 21^{\circ}\text{C}$	75 м и ниже	3,2/2,02	4,78/3,82	4,22/3,38	0,38
	от 76 до 150 м	3,3/2,08	4,92/3,94	4,35/3,48	0,39
	от 151 до 250 м	3,35/2,11	4,98/3,98	4,4/3,52	0,39
	251 м и выше	3,37/2,12	5,02/4,02	4,43/3,54	0,39
Административные (офисы) и другие общественные, $t_{int} = 20^{\circ}\text{C}$	75 м и ниже	2,74/1,73	3,65/2,92	3,09/2,47	0,38
	от 76 до 150 м	2,81/1,77	3,75/3,0	3,18/2,54	0,38
	от 151 до 250 м	2,85/1,80	3,81/3,05	3,23/2,58	0,39
	251 м и выше	2,88/1,81	3,84/3,07	3,26/2,61	0,39
Общественные, $t_{int} = 18^{\circ}\text{C}$	75 м и ниже	2,6/1,64	3,47/2,78	2,93/2,34	0,37
	от 76 до 150 м	2,67/1,68	3,56/2,85	3,02/2,42	0,37
	от 151 до 250 м	2,71/1,71	3,61/2,89	3,06/2,45	0,38
	251 м и выше	2,73/1,72	3,64/2,91	3,09/2,47	0,38

Примечание: 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

ном обосновании допускаются различные уровни теплозащиты зданий по высоте.

При выборе первого подхода — нормирования приведенного сопротивления теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций — приведенное сопротивление теплопере-

даче R_0 , м² °С/Вт, ограждающих конструкций должно быть не менее нормируемых значений R_{req} , м² °С/Вт, приведенных в числителе (перед чертой) таблицы 10 в зависимости от дифференциации высоты здания.

При выборе второго подхода — нормирования по удельно-

Таблица 11

Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период $Q_{h,req}$, МДж/м ²			
Здания	Высота здания, м	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания, $Q_{h,req}$, МДж/м ²	Рекомендуемый показатель компактности, $k_{g,req}$
Жилые и гостиницы	75 м и ниже	346	0,25
	от 76 до 150 м	346	0,24
	от 151 до 250 м	340	0,23
	251 м и выше	330	0,23
Административные (офисы) и другие общественные	75 м и ниже	462	0,25
	от 76 до 150 м	462	0,24
	от 151 до 250 м	452	0,23
	251 м и выше	436	0,23

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

му 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 таблице 11. Если указанное условие обеспечивается при меньших значениях сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), чем величин в числителе (перед чертой) таблицы 11, разрешается снижать эти значения, не ниже минимальных величин, указанных в знаменателе (за чертой) таблицы 11.

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.

Поскольку удельный показатель расхода энергии на отопление здания имеет явный физический смысл, то он 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 тепло счетчика 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 осредненные за этот же период данные измерений температуры наружного воздуха по датчику, установленному приблизительно на уровне среднего этажа здания.

Предполагается проектировать окна с тройным остеклением и увеличенным по толщине наружным стеклом, с рамами и переплетами из дерево-алюминия или алюминия, а также как правило применять окна с глухими (не открываемыми) переплетами при высоте более 75 м.

При соответствующем обосновании допускается применение окон при высотах более 75 м с открываемыми переплетами. Притворы окон должны содержать не менее трех рядов 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 (при естественном притоке) должно осуществляться через приточные вентиляционные устройства, располагаемые в наружных стенах и окнах, с саморегулирующим механизмом, открывающим живое сечение.

Конструктивные решения

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 подходов согласно СНиП 23-02 и дифференциации здания по высоте, и чтобы обеспечивалось отсутствие условий для выпадения конденсата на внутренних поверхностях в местах теплопроводных включений.

С конструктивной точки зрения наружные ограждающие конструкции в высотных зданиях должны:

- воспринимать изменяющиеся по высоте ветровые нагрузки;
- отвечать особым эксплуатационным требованиям, связанным с обслуживанием и ремонтом фасадов здания;
- обеспечивать повышенные требования по огнестойкости;
- отвечать требованиям надежности и долговечности.

Выбор типа конструктивного решения наружных стен определяется конструктивной системой здания, состоящей из железобетонного каркаса повышен-

ной пространственной жесткости и навесных наружных стен. Наружные стены должны проектироваться слоистыми с послойным разделением прочностных и теплозащитных функций. В качестве материала теплоизоляционного слоя рекомендовано применять эффективный несгораемый плитный утеплитель повышенной долговечностью или особо легкие бетоны в сборном или монолитном вариантах. Взаимное расположение отдельных слоев наружных стен должно способствовать высыханию конструкций и исключать возможность накопления влаги в ограждении в процессе эксплуатации.

Рекомендовано два типа наружных стен различных схем разрезки:

- тип 1 цельной конструкции из традиционных трехслойных железобетонных панелей с гибкими связями и эффективным плитным несгораемым утеплителем посередине, изготавливаемых, как правило, в заводских условиях;

- тип 2 раздельной конструкции с наружным слоем в виде сборных тонкостенных железобетонных панелей-скорлуп высотой на этаж с вентилируемым воздушным зазором и теплоизоляции из особо легких бетонов или эффективных несгораемых плитных утеплителей и внутренним слоем из кирпича или ячеистых блоков; указанный тип 2 представляет разновидность систем с вентилируемым зазором.

По пожарной безопасности ограждающие конструкции высотных зданий должны относиться к классу К0 (непожароопасные), устанавливаемому по ГОСТ 30403. Материалы, которые используют при проектировании слоистых наружных ограждающих конструкций, должны иметь огнестойкость НГ (негорючие материалы) или Г1 (слабогорючие материалы) при условии защиты со всех сторон (по контуру) материалами, обеспечивающими класс пожарной опасности конструкции К0.

Допускаются при обосновании и другие типы наружных стен.

К конструктивным решениям фасадных систем высотных зданий предъявляются повышенные требования по пожарной безопасности и ремонтпригодности. Не допускается применение на фасаде декоративных элементов из пенопласта с облицовкой декоративной штукатуркой. На фасадных системах должны быть предусмотрены стационарные устройства для мытья окон.

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. Необходимо предусматривать горизонтальные рассечки воздушного потока по высоте каждые 3 этажа и каждые 9 этажей горизонтальные негорючие заглушки, разделяющие воздушную полость прослойки на отдельные камеры, имеющие свои воздухозаборные и воздуховыводящие отверстия.

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 ремонтпригодные 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, особо легких бетонов) должна быть не меньше 95%. В тех случаях, когда повреждение или износ наружных ограждающих конструкций во времени воздействует на изменение их теплозащитных свойств более, чем на 15%, эти ограждающие конструкции должны быть отремонтированы или замены в целях восстановления их теплозащитных свойств согласно проектным данным.

Список норм и стандартов, упомянутых в тексте статьи

- СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия.
- СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции.
- СНиП 23-01-99*. Строительная климатология.
- СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
- СНиП 23-03-2003. Защита от шума.
- СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
- СНиП 31-01-2003. Здания жилые многоквартирные.
- ГОСТ 26629-85. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.
- ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
- СанПиН 2.1.2.1002-00. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям.
- МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепло-, водо-, электроснабжению.
- МГСН 2.04-97. Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях.