

Особенности энергосбережения в высотных зданиях

Матросов Ю. А.
НИИ строительной физики РААСН, г. Москва, Россия

Излагаются вопросы энергетической эффективности и энергосбережения высотного домостроения, отраженные в первых в России ТСН по проектированию высотных зданий.

Дискуссии о необходимости строительства новых зданий высотой свыше 25 этажей в крупных городах РФ подходят к концу. Уже построено несколько новых высотных зданий в г. Москве, не считая построенных в 60 годы прошлого столетия «сталинских» 28-31 этажных зданий. В деловом центре возводится здание-комплекс «Башня Федерация» высотой 356 м, 87 этажей (рисунки 1, 2) и другие высотные здания. Планируется возведение самой высокой башни в г. Москве «Россия» высотой не менее 500 м. В ближайшие два года в г. Москве будут построены первые 16 высотных зданий-комплексов в рамках программы «Новое кольцо Москвы». Не отстают от г. Москвы и другие крупные города Российской Федерации. Санкт-Петербург и Екатеринбург (Екатеринбург-сити 60 этажей) планируют строительство высотных зданий.

Разработаны и утверждены на региональном уровне первые Территориальные Строительные Нормы (ТСН) по проектированию высотных зданий выше 75 м (25 этажей) – в г. Москве МГСН 4.19 [1, 2] без ограничений по высоте зданий, утвержденные Правительством Москвы Постановлением от 28.12.2005 г. №1058-ПП, и в г. Санкт-Петербурге ТСН 31-332 [3] высотой зданий до 150 м, утвержденные распоряжением Комитета по строительству Правительства Санкт-Петербурга 23.12.2005 г. №68. Разрабатываются Рекомендации по проектированию высотных зданий [4]. Газпром приступил к разработке СТО «Проектирование высотных зданий» для строительства своих высотных зданий. По поручению Правительства Москвы Центр новых строительных технологий, материалов и оборудования Москомархитектуры

совместно с ОАО «ЦНИИЭПЖилища» приступил к выпуску периодического печатного издания «Современное высотное строительство», первый номер которого уже вышел в свет [5].

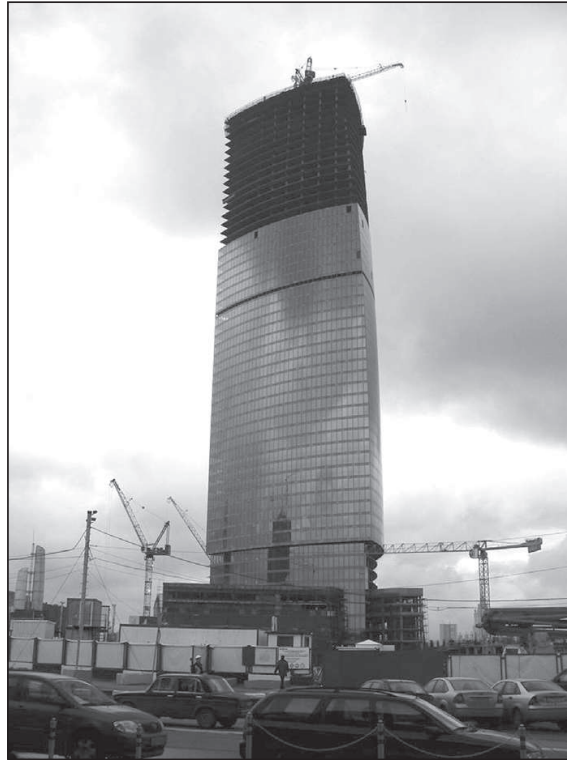


Рисунок 1. Башня «Федерация»



Рисунок 2. Малое здание комплекса в процессе строительства, октябрь 2006 г.

На встрече глав восьми государств в г. Санкт-Петербурге в июле 2006 г. проблема энергетической безопасности стояла на первом месте. На этой встрече было признано, что «сбережение энергоресурсов равносильно их производству. Усилия по повышению энергоэффективности и энергосбережению чрезвычайно способствуют снижению энергоемкости экономического развития, укрепляя тем самым глобальную энергетическую безопасность. Повышение энергоэффективности и экономия энергии позволяют снизить нагрузку на инфраструктуру и способствуют оздоровлению окружающей среды за счет сокращения выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ». Государства обязуются «наращивать усилия по установлению, насколько это возможно технически и оправдано экономически, максимально строгих стандартов энергоэффективности».

Энергетическая эффективность высотного домостроения зависит от многих факторов. Архитектурная форма и тепловая защита являются одними из определяющих факторов, влияющих на энергетическую эффективность высотного здания.

Энергетическая эффективность здания это свойство здания и его инженерных систем обеспечивать заданный нормируемый уровень расхода тепловой энергии для поддержания оптимальных параметров микроклимата помещений при существующем уровне развития прогрессивных строительных технологий и техники и соблюдении требований к охране окружающей среды. Критерием эффективного использования энергии в здании является комплексный показатель энергоэффективности здания, лимитирующий энергопотребление и используемый как при проектировании, строительстве, сдачи в эксплуатацию, так и в дальнейшей эксплуатации с учетом категории ответственности сооружения и класса его энергоэффективности. По этому параметру определяют уровень тепловой защиты зданий.

Тепловая защита зданий обеспечивает защиту внутренней среды обитания человека от внешних климатических воздействий при определенных энергозатратах, а качество внутреннего микроклимата обеспечивает комфорт для людей, находящихся в помещениях здания. Под уровнем тепловой защиты понимают теплозащитные свойства совокупности наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающие лимитированный расход тепловой энергии здания с учетом теплопотуплений и воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также их воздухопроницаемость и защиту от перувлажнения при оптимальных параметрах микроклимата его помещений.

Теплозащита высотных зданий имеет свои особенности, связанные со спецификой их проектирования, строительства и эксплуатации.

СНиП 23-02 [6] по тепловой защите зданий установлены критерии энергетической эффективности и нормативы, основанные на энергетическом принципе нор-




мирования здания в целом. Высотное здание должно быть запроектировано и построено в соответствии с требованиями СНиП 23-02 [6] и МГСН 4.19 [1] в г. Москве и ТСН 31-332 [3] в г. Санкт-Петербурге с тем, чтобы при выполнении указанных выше требований и другим условиям проживания и деятельности людей обеспечивалось эффективное использование энергии на отопление и вентиляцию.

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

- компактное объемно-планировочное решение, по возможности с уширенным корпусом;
- наиболее рациональную ориентацию здания и его основных помещений по отношению к странам света с учетом преобладающих направлений ветра и потоков солнечной радиации;
- применение эффективного инженерного оборудования;
- утилизацию теплоты, использование возобновляемых источников солнечной энергии и т.д.

Уровень энергетической эффективности высотного здания определяется классом энергетической эффективности, характеризуемым интервалом значений удельного расхода тепловой энергии на отопление за отопительный период. В таблице 1 приведена классификация высотных зданий согласно СНиП 23-02 [6] 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.

Таблица 1. 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
1	2	3	4
Для новых и реконструируемых зданий			
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	-

В задании на проектирование высотного здания согласно МГСН 4.19 [1] и ТСН 31-332 [3] (далее по тексту в г. Москве и г. Санкт-Петербурге) предусматривается класс энергетической эффективности В (высокий) или А (очень высокий) и процент снижения расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление здания. При соответствующем обосновании допускается назначать класс 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 с учетом дифференциации зданий по высоте и соответствующих процентов снижения нормируемых значений.

Для выбора уровня теплозащиты в г. Москве устанавливается следующая дифференциация зданий по высоте: от 76 до 150 м и от 151 м и выше, в г. Санкт-Петербурге от 76 до 150 м. Выбор уровня теплозащиты может осуществляться по обоим подходам, изложенным в СНиП 23-02 [6]: с учетом изменения расчетных градусо-суток и 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.

Имеются ограничения на площадь остекления фасадов высотных зданий согласно СНиП 23-02 [6]. В жилой части площадь остекления должна составлять не более 18%, в общественной части допускается до 25% остекления. Допускается превышение этих теплопередаче оконных конструкций должно быть не менее $0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ (иначе не ниже 0,54 в г. Москве и 0,53 в г. Санкт-Петербурге), витрин, витражей и навесных светопрозрачных конструкций – не менее $0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. При превышении этих величин более чем на 50% требуется технико-экономическое обоснование.

При выборе нормирования по табличным значениям сопротивления теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций – приведенное сопротивление теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций должно быть не менее нормируемых значений R_{req} , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, приведенных в числителе в таблицах 2, 3 соответственно в г. Москве и г. Санкт-Петербурге в зависимости от высоты здания.

Таблица 2. Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (в г. Москве)

Виды здания, расчетная температура	Высота здания, м	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче, $R_{инт}$, м ² ·°С/Вт, ограждающих конструкций		
		стен	покрытия	чердачные перекрытия
Жилые и гостиницы, $t_{int} = 20$ °С	76 - 150 свыше 150	<u>3,23</u>	<u>4,81</u>	<u>4,25</u>
		2,03	3,85	3,4
		<u>3,55</u>	<u>5,29</u>	<u>4,68</u>
		2,24	4,23	3,74
То же, $t_{int} = 21$ °С	76 - 150 свыше 150	<u>3,3</u>	<u>4,92</u>	<u>4,35</u>
		2,08	3,94	3,48
		<u>3,64</u>	<u>5,42</u>	<u>4,79</u>
		2,29	4,34	3,83
Административные (офисы) и другие общественные, $t_{int} = 20$ °С	76 - 150 свыше 150	<u>2,77</u>	<u>3,69</u>	<u>3,13</u>
		1,75	2,95	2,50
		<u>3,05</u>	<u>4,06</u>	<u>3,45</u>
		1,92	3,25	2,76
Общественные, $t_{int} = 18$ °С	76 - 150 свыше 150	<u>2,63</u>	<u>3,78</u>	<u>3,20</u>
		1,66	3,02	2,56
		<u>2,90</u>	<u>4,16</u>	<u>3,53</u>
		1,83	3,33	2,82

Таблица 3. Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (в г. Санкт-Петербурге)

Виды здания, расчетная температура	Высота здания, м	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче, $R_{инт}$, м ² ·°С/Вт, ограждающих конструкций				
		стен	покрытия	чердачные перекрытия	окна	Зенитные фонари
1	2	3	4	5	6	7
Жилые и гостиницы, $t_{int} = 20$ °С	76 - 150	<u>3,16</u>	<u>4,72</u>	<u>4,17</u>	0,53	0,38
		1,99	3,78	3,34		
То же, $t_{int} = 21$ °С	то же	<u>3,24</u>	<u>4,83</u>	<u>4,27</u>	0,55	0,38
		2,04	3,86	3,42		
Административные (офисы) и другие общественные, $t_{int} = 20$ °С	то же	<u>2,76</u>	<u>3,67</u>	<u>3,12</u>	0,46	0,38
		1,74	2,94	2,50		
Общественные, $t_{int} = 18$ °С	то же	<u>2,61</u>	<u>3,48</u>	<u>2,94</u>	0,44	0,37
		1,64	2,78	2,35		

При выборе нормирования по удельному расходу тепловой энергии на отопление - расчетный удельный расход энергии Q_h^{des} , МДж/м² [МДж/м³], должен

быть меньше или равен нормируемому значению Q_h^{req} , МДж/м² [МДж/м³], приведенному в таблице 4, с учетом снижения нормированного значения в зависимости от задания класса *A* или *B* с соответствующим процентом его снижения. Нормы установлены для класса *C* из расчета высоты помещений жилых зданий и гостиниц – 3 м, административных (офисов) и других общественных зданий – 3,3 м. Допускается пересчет величин, установленных в таблице 4, на другие высоты помещений в зависимости от конкретного проекта.

Таблица 4. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период

Вид здания	Высота, м	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания, Q_h^{req} ,	
		МДж/м ² [МДж/м ³]	кВт·ч/м ² [кВт·ч/м ³]
в г.Москве			
Жилые и гостиницы при $t_{int} = 20\text{ }^\circ\text{C}$	76 - 150	342 [114]	95 [32]
	свыше 150	320 [107]	89 [30]
То же, при $t_{int} = 21\text{ }^\circ\text{C}$	76 - 150	360 [120]	100 [33]
	свыше 150	338 [113]	94 [31]
Административные (офисы) и другие общественные, при $t_{int} = 20\text{ }^\circ\text{C}$	76 - 150	327 [99]	91 [27,5]
	свыше 150	320 [97]	89 [27]
Общественные, при $t_{int} = 18\text{ }^\circ\text{C}$	76 - 150	300 [91]	83 [25]
	свыше 150	294 [89]	82 [25]
в г.Санкт-Петербурге			
Жилые и гостиницы	76 - 150	336	
Административные (офисы) и другие общественные	76 - 150	449	

В таблице 5. Приведены нормированные значения удельного энергопотребления в зависимости от процента снижения и класса здания

Здания	Высота, м	Заданный класс энергетической эффективности					
		С	В			А	
		заданное снижение в %					
		0	10	25	50	55	60
		Удельный расход тепловой энергии Q_h^{req} , МДж/м ²					
в г. Москве							
Жилые и гостиницы	76 – 150	342	308	257	171	154	137
	свыше 150	320	288	240	160	144	128

1	2	3	4	5	6	7	8
Административные (офисы) и другие общественные	76 – 150	327	294	245	164	147	131
	свыше 150	320	288	240	160	144	128
в г. Санкт-Петербурге							
Жилые и гостиницы	76 – 150	336	302	252	168	151	134
Административные (офисы) и другие общественные	76 – 150	449	404	337	225	202	180

При проектировании теплозащиты высотных зданий пользуются методами СНиП 23-02 [6]. При этом используют уточненные расчетные температуры наружного воздуха и скорости ветра применительно к высотным зданиям.

Понижение расчетной температуры наружного воздуха с высотой на единицу расстояния по вертикали по данным измерений составляет в среднем 0,65 °С /100 м. Исходя из этого градиента, были рассчитаны температуры наружного воздуха на соответствующих высотах.

Учет скорости ветра особенно важен при проектировании воздухообмена высотных зданий в части учета инфильтрационной составляющей. В таблице 6 представлены коэффициенты изменения скорости ветра по высоте по отношению к стандартной высоте расположения флюгера на метеостанциях.

Таблица 6. 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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

Требования при проектировании наружных ограждающих конструкций высотных зданий 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:

- дифференцированные по высоте ветровые нагрузки согласно СНиП 2.01.07 [7] при расчете стен, в том числе пульсационной составляющей;
- температурные деформации наружных ограждающих конструкций;
- уровни тепловой защиты зданий в зависимости от их высоты;
- повышенная огнестойкости 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 [8] и других нормативных документов;
- нормы по теплозащитным функциям, воздухопроницаемости и паропроницаемости в соответствии со СНиП 23-02, МГСН 2.01 [9] и ТСН 23-340 [10];
- нормы по звукоизолирующей способности и защите от шума в соответствии со СНиП 23-03 [11] и МГСН 2.04 [12];
- нормы по уровню естественной освещенности и инсоляции в соответствии с СНиП 23-05 [13].

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

Несущие наружные стены рассматриваются как составная часть общей конструктивной системы здания. Несущие наружные стены могут выполняться из монолитного или сборномонолитного железобетона с различными видами армирования. При этом следует применять как легкие так и тяжелые бетоны. Предпочтение следует отдавать легким бетонам, так как в сравнении с равнопрочными тяжелыми бетонами они обладают меньшей теплопроводностью и тем самым обеспечивают при той же толщине стен высокий уровень теплозащиты здания.

Утепление несущих стен должно осуществляться снаружи с применением теплоизоляционных материалов, которые обеспечивают нормируемый уро-

вень тепловой защиты здания. При этом в соответствии с противопожарными требованиями МГСН 4.19 [1] должен применяться только негорючий плитный утеплитель – группа горючести НГ.

В не несущих наружных стенах в качестве теплоизоляции следует применять материалы групп горючести НГ или П. 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 [1] и ТСН 31-332 [3]. Выбор типа конструктивного решения стены определяется общей конструктивной системой здания и технологией его возведения.

К конструктивным решениям фасадных вентилируемых 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.

Все более широкое применение в общественных зданиях находят фасадные вентилируемые наружные ограждения. За рубежом эти конструкции получили название «двойные фасады» [14, 15].

При рассмотрении конструкции фасадов следует проектировать их защиту от влаги. Имеются две различные системы фасадов:

- закрытый снаружи фасад с расположенной с внутренней стороны пароизоляции;
- с утеплителем и вентилируемой воздушной прослойкой.

В первом случае диффузия водяного пара из помещения должна быть по возможности ограничена. В этом случае следует применять изоляционные материалы типа пенопластов с замкнутыми порами и пароизоляцию с внутренней стороны ограждающей конструкции преимущественно из металлической фольги. Количество и вид материалов нужно определять соответствующим расчетом по СНиП 23-02 [6].

Во втором случае допускается диффузия водяного пара из помещения через утеплитель в вентилируемую воздушную прослойку и этот пар выносится через воздуховыводящие отверстия наружу. Методика расчета влажностного режима наружных ограждений с вентилируемым воздушным зазором приведена в МГСН 4.19 [1].

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 [19]). При расчете приведенного сопротивления теплопередаче теплозащиты необходимо учитывать теплопроводные включения от крепежных элементов фасадных систем, которые оказывают существенное влияние на приведенное сопротивление теплопередаче. Коэффициент теплотехнической однородности таких конструкций, как правило, равен $r = 0,6-0,65$, и он определяется расчетом трехмерного температурного поля. Следует предусматривать в вентилируемом зазоре каждые три этажа горизонтальные огнестойкие диафрагмы, недопускающие распространение огня в случае пожара по высоте вентилируемой прослойки. При этом следует предусматривать каждые три этажа воздухозаборные и воздуховыводящие отверстия, суммарная площадь которых определяется из расчета 75 см^2 на 20 м^2 площади стены.

В качестве утеплителя, как правило, следует применять жесткие теплоизоляционные материалы плотностью не менее $80-90 \text{ кг/м}^3$ (СП 23-101). При необходимости применения теплоизоляционных материалов плотностью 50 кг/м^3 и менее, эту теплоизоляцию необходимо надежно закрывать со стороны воздушной прослойки пленкой типа «Тайвек» для предотвращения вертикальной фильтрации в утеплителе.

Для ускорения сроков монтажа целесообразно изготовление фасадов из элементов вне строительной площадки с последующим креплением их к несущему каркасу. Такая конструкция осуществляется с помощью элементов, состоящих из внутреннего несущего слоя, утеплителя и наружного слоя. Такой фасад может служить примером «теплого» фасада. В этом случае стены выполняются в виде сборных трехслойных железобетонных навесных панелей высотой на этаж с наружным и внутренним ограждающими слоями из конструкционного, легкого или тяжелого бетонов классов по прочности на сжатие не ниже $B25$. По морозостойкости марка бетона наружного слоя должна быть не ниже $F150$. Эффективный плитный утеплитель в середине должен быть достаточно долговечен; связи между бетонными слоями – гибкие и обеспечивающие независимые температурные деформации слоев. Их следует выполнять либо из коррозионностойкой стали, либо из стеклопластика, что предпочтительней. По контуру панели выполняются зазоры, заполняемые герметиком. Крепление панелей к несущим конструкциям здания также, как и панелей-скорлуп, должно обеспечивать их свободное деформирование в результате температурных воздействий.

Очередным шагом в развитии вентилируемых фасадных систем стало внедрение в строительную практику многослойных конструкций, в которых наружную стену дополняет еще одна стеклянная плоскость.

Эти фасады состоят из наружного экрана, промежуточного слоя и внутреннего слоя. Наружный слой фасада служит для защиты от погодных условий и улучшает звукоизоляцию от наружного шума. Он также включает открывающиеся створки, которые открывают доступ воздуха в промежуточное пространство и внутренние помещения. До настоящего времени наружный слой этого типа фасадов обычно конструировался как слой с одинарным остеклением из усиленного безопасного стекла или ламинированного безопасного стекла. В промежуточном пространстве обычно устанавливается регулируемое затеняющее устройство, служащее для защиты от солнечной радиации. Как правило, внутренний слой фасада состоит из поддерживающей рамы-каркаса с двойным слоем остекления. Почти всегда внутренний слой фасада имеет открывающиеся створки для обеспечения естественной вентиляции. В случае применения вентилируемых фасадов с большими площадями остекления следует усиливать их теплозащиту в зимнее время путем размещения между стеклами теплоотражающих штор-пленок.

Учитывая, что основные теплотери в высотных зданиях происходят через световые проемы, большое значение имеет повышение теплозащиты окон.

Следует проектировать окна с тройным остеклением и увеличенным по толщине наружным стеклом закаленным или типа «триплекс» с рамами и переплетами из алюминия с терморазрывами, дерево-алюминия, стеклопластика, клееной древесины.

На высотах более 75 м, как правило, должны применяться окна с глухими (не открывающимися) створками. Допускается применение открывающихся окон при установке светопрозрачных защитных экранов (с вентилируемыми отверстиями) или окон, выдвигаемых на безопасное расстояние. Притворы окон должны соответствовать классу А, согласно ГОСТ 26602.2 [16], и иметь уплотнения, обеспечивающие нормируемое СНиП 23-02 [6] сопротивление воздухопроницанию.

Имеется реальная возможность не только получать нормируемые теплотехнические характеристики окон, но существенно превысить нормируемые значения в случае применения энергосберегающих мероприятий таких, как применение стекол с теплоотражающим покрытием, применение утепляющих вкладышей в камерах, увеличение числа камер и т.п.

Конструкции окон, витражей и навесных светопрозрачных фасадных конструкций и их крепление к несущим конструкциям должны рассчитываться по прочности и деформативности на действие ветровых нагрузок.

Жесткость конструктивных элементов окон, витражей и навесных светопрозрачных фасадных конструкций при расчете на ветровую нагрузку должна соответствовать требованиям ГОСТ 23166 [17] и СНиП 2.01.07 [7]. Толщина стекол должна приниматься по ГОСТ 23166 [17] в зависимости от площади, соотношения сторон поля остекления и величины ветровой нагрузки с учетом всех ее составляющих. Конструкция окон, витражей и навесных светопрозрачных фасадных конструкций и характеристики стекол должны обеспечивать их безопасную эксплуатацию. Конструкция крепления элементов витражей и навесных светопрозрачных фасадных конструкций должна обеспечивать их свободные деформации при температурных воздействиях.

Системы витражей и навесных светопрозрачных конструкций должны иметь технические свидетельства на применение в высотных зданиях.

Поступление наружного воздуха с учетом воздухопроницаемости окон (при естественном притоке) должно осуществляться через приточные вентиляционные устройства, располагаемые в наружных стенах и окнах, с регулирующим механизмом, открывающим живое сечение. Для окон и светопрозрачных конструкций высотных зданий особенное значение имеет учет фильтрации наружного холодного воздуха и обеспечение требуемого сопротивления воздухопроницанию.

В местах стыков примыканий световых заполнений к стенам (откосам) следует определять температуру внутренней поверхности с учетом фильтрации воздуха при расчетной разности давлений [18]. При этом надо учитывать, что температура внутренней поверхности остекления не должна быть ниже 3 °С, а их глухих частей и в местах примыканий к стеновым конструкциям не ниже точки росы.

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 материалы, 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

бетон) должна быть не меньше 0,95. 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 заменены в целях восстановления их теплозащитных свойств согласно проектным данным.

В СНиП 23-02 [6] предусмотрен раздел «Энергоэффективность», где осуществляется 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. Этот раздел обязателен к выполнению так же и для высотных зданий и разрабатывается по СП 23-101 [19], где приводятся основные положения.

В процессе возведения отдельных объемов высотных зданий по высоте следует осуществлять согласно ГОСТ 26629 [20] 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, предусмотренные СНиП 23-02 [6].

Поскольку удельный показатель расхода энергии на отопление здания имеет явный физический смысл, то он может контролироваться при эксплуатации зданий с использованием показаний теплосчетчика, установленного на вводе в здание. Поэтому в процессе эксплуатации высотных зданий рекомендуется предусматривать контроль фактического удельного расхода энергии на отопление по показаниям теплосчетчика на здание 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, а также осредненные данные по температурам внутреннего воздуха. Методика проведения таких замеров и обработка данных измерений приведена в ГОСТ 31-168 [21].

В заключение следует отметить, что:

- нормы по проектированию высотных зданий разработаны впервые;
- аналогичных зарубежных норм в таком объеме не существует;
- нормы дают возможность запроектировать высотное здание с заданной энергоэффективностью.

Перечень ссылок

1. **МГСН 4.19-2005.** Проектирование многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве
2. **Матросов Ю. А.** Энергетическая эффективность высотного домостроения // Новые материалы, конструкции, оборудование и технологии в строительном комплексе Москвы. – 2005. – №2.
3. **ТСН 31-332-2006 Санкт-Петербург.** Жилые и общественные высотные здания
4. **Матросов Ю. А., Ярмаковский В. Н.** Рекомендации по проектированию тепловой защиты и энергоэффективности высотных зданий // Новые материалы, конструкции, оборудование и технологии в строительном комплексе Москвы. – 2005. – №2.
5. **Высотные здания.** – 2007. – №1.– 119 с.
6. **СНиП 23-02-2003.** Тепловая защита зданий
7. **СНиП 2.01.07-85*.** Нагрузки и воздействия
8. **СНиП 2.03.01-84*.** Бетонные и железобетонные конструкции
9. **МГСН 2.01-99.** Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепло-, водо-, электроснабжению
10. **ТСН 23-340-2003.** Санкт-Петербург. Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по энергопотреблению и теплозащите
11. **СНиП 23-03-2003.** Защита от шума
12. **МГСН 2.04-97.** Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях
13. **СНиП 23-05-95.** Естественное и искусственное освещение
14. **Гергис К.** Стекланные двойные фасады // АВОК.– 2003-2004. – №7.
15. *Double – Skin Facades. Prestel, Munich, London – New York, 2001.*
16. **ГОСТ 26602.2-99.** Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водопроницаемости
17. **ГОСТ 23166-99.** Блоки оконные. Общие технические условия
18. **Кривошеин А.Д., Харламов Д.А.** К вопросу об улучшении температурного режима современных окон в краевых зонах // Светопрозрачные конструкции. – 2005. – №1.
19. **СП 23-101-2004.** Проектирование тепловой защиты
20. **ГОСТ 26629-85.** Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций
21. **ГОСТ 31168-2003.** Здания жилые. Метод определения удельного энергопотребления тепловой энергии на отопление

Получено 31.05.07