ЦНИИСК ИМ. В. А. КУЧЕРЕНКО
ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

ПОСОБИЕ ПО РАСЧЕТУ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Выпуск 3

НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ

МОСКВА 1977

gost.e-ecolog.ru

ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ
ИМ. В. А. КУЧЕРЕНКО
ГОССТРОЯ СССР
(ЦНИИСК
ИМ. В. А. КУЧЕРЕНКО)

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
ТИПОВОГО
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЖИЛИЩА ГОСГРАЖДАНСТРОЯ
ПРИ ГОССТРОЕ СССР
(ЦНИИЭП ЖИЛИЩА)

ПОСОБИЕ ПО РАСЧЕТУ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Выпуск 3

НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ

МОСКВА
СТРОЙИЗДАТ
1977

УДК 69.057.12—413+624.042

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

Пособие по расчету крупнопанельных зданий. Вып. 3. Нагрузки и воздействия. М., Стройиздат, 1977. 48 с. (Центр. науч.-исслед. ин-т строит. конструкций им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР, Центр. науч.-исслед. и проектный ин-т экспериментального проектирования жилища Госгражданстроя при Госстрое СССР).

Третий выпуск Пособия включает общие положения по расчету и правила определения нагрузок на конструкции зданий с примерами расчета.

Пособие рассчитано на инженеров-проектировщиков и научных работников.

Табл. 26, рис. 14.

Редактор — канд. техн. наук В. Л. Мусиенко (ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко)

П $\frac{30213—570}{047(01)—77}$ Инструкт.-нормат. II вып.-42—77

© Стройиздат, 1977

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие по расчету крупнопанельных зданий издается отдельными выпусками.

Выпуск 3 Пособия «Нагрузки и воздействия» подготовлен совместно ЦНИИСК им. Кучеренко (кандидаты технических наук: М. Ф. Барштейн., В. А. Камейко., В. Л. Мусиенко., Г. А. Тюпин., инж. И. А. Белышев) и ЦНИИЭП жилища (канд. техн. наук В. И. Лишак).

При разработке данного выпуска использованы нормативные документы и результаты исследований, проведенных отделением расчета сооружений, отделением прочности крупнопанельных и каменных зданий и отделением динамики ЦНИИСК и лабораторией конструктивных систем ЦНИИЭП жилища.

Под общей редакцией д-ра техн. наук, проф. С. В. Полякова, д-ра техн. наук, проф. А. Р. Ржаницына, д-ра техн. наук, проф. С. А. Семенцова и д-ра техн. наук, проф. Н. В. Морозова.

Дирекция ЦНИИ строительных конструкций им. В. А. КУЧЕРЕНКО

1* (0,5) Зак. 304

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящий выпуск пособия распространяется на проектирование зданий, строящихся в обычных условиях. При строительстве зданий в районах сейсмических воздействий, просадочных грунтов, подземных выработок должны учитываться дополнительные воздействия, принимаемые по специальным указаниям.

1.2. При расчете крупнопанельных зданий отдельных элементов и узлов их сопряжения, а также оснований следует выполнять требования СН 321-65 «Указаний по проектированию конструкций крупнопанельных жилых домов», обеспечивающие необходимую надежность, капитальность, долговечность и требуемые условия эксплуатации здания.

Расчетом по первой группе предельных состояний проверяются:

все несущие конструкции здания и стыковые соединения — на нагрузки и воздействия, возникающие в процессе строительства и эксплуатации здания;

все сборные элементы — на нагрузки, возникающие при изготовлении, транспортировании и монтаже.

Расчетом по второй группе предельных состояний проверяются:

здание в целом для ограничения: величины ускорений колебаний, возникающих при пульсации ветрового напора, и неравномерных деформаций основания;

перекрытия, покрытия, лестничные площадки, марши и другие изгибаемые элементы — для ограничения их прогибов и величин раскрытия трещин;

стены здания — для ограничения раскрытия трещин и взаимных смещений панелей при действии вертикальных и ветровых нагрузок, неравномерных осадок оснований и температурно-влажностных воздействий.

1.3. Нагрузки и воздействия подразделяются на постоянные и временные.

Постоянными являются нагрузки, которые при строительстве и эксплуатации действуют постоянно. К ним относятся:

вес несущих и ограждающих строительных конструкций здания;

боковое давление грунта на подземную часть здания.

Временными являются нагрузки, которые в отдельные периоды строительства и эксплуатации могут отсутствовать. В зависимости от продолжительности действия они подразделяются на длительные, кратковременные и особые.

К длительным нагрузкам относятся:

вес временных перегородок;

вес оборудования, расположенного на перекрытии технических этажей;

воздействия неравномерных деформаций основания, не сопровождающихся изменением структуры грунта;

нагрузки на перекрытия зданий от массы людей, мебели и подобного легкого оборудования — в размере 50 кгс/м²;

вес снегового покрова для III—VI районов по данным табл. 7, уменьшенный на 70 кгс/м²;

температурные климатические воздействия, определяемые в соответствии с указаниями раздела 4 без учета отклонений Δ_1, Δ_{VII} и поправок T_1 и T_2.

К кратковременным нагрузкам и воздействиям относятся:

нагрузки, возникающие при изготовлении, перевозке и возведении строительных конструкций;

нагрузки на перекрытия зданий от массы людей, мебели и подобного легкого оборудования по табл. 6;

снеговая нагрузка по табл. 7;

ветровая нагрузка;

температурные климатические воздействия.

К особым нагрузкам относятся:

сейсмические воздействия;

воздействия неравномерных деформаций, обусловленных коренным изменением структуры грунта (деформации просадочных грунтов при замачивании и вечномерзлых при оттаивании), воздействия деформаций земной поверхности в районах горных выработок.

1.4. Основными характеристиками нагрузок (воздействий) являются их нормативные величины, определяемые:

а) для постоянных нагрузок — по проектным значениям геометрических и конструктивных параметров и по среднестатистическим значениям объемной массы с учетом имеющихся данных заводов-изготовителей о фактических массах конструкций;

б) для монтажных нагрузок — по наибольшим значениям для предусмотренных условий строительства;

в) для нагрузок от массы людей и мебели — по средним значениям из фактических максимальных загружений площади помещений;

г) для снеговых нагрузок — по средним значениям ежегодных максимумов запаса воды в снеге, выбранных из результатов снегосъемок на защищенном от воздействия ветра участке;

д) для ветровых нагрузок — по значениям скоростей ветра с двухминутным осреднением, повторяющимся или превышаемым один раз в 5 лет;

е) для температурных воздействий — по среднемноголетним значениям учитываемых температур воздуха.

1.5. Расчетные нагрузки и воздействия для расчета конструкций на прочность и устойчивость определяются умножением нормативных нагрузок (воздействий) на коэффициенты перегрузки n, устанавливаемые в зависимости от вида предельного состояния.

Коэффициенты перегрузки n при расчете конструкций и оснований зданий должны приниматься следующим образом:

а) на прочность и устойчивость при основных сочетаниях нагрузок по указаниям п. 1.6 настоящего пособия;

Таблица 1

Конструкции и грунты	Коэффициент перегрузки
Бетонные и железобетонные (с объемным весом более 1800 кг/м³), каменные, армокаменные и деревянные конструкции	1,1 (0,9)
Бетонные (с объемным весом 1800 кг/м³ и менее), а также изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, скорлупы, рулонные из кровельных материалов, засыпки, стяжки):	
выполняемые в заводских условиях	1,2 (0,9)
выполняемые на строительной площадке	1,3 (0,9)
Грунты в природном залегании	1,1 (0,9)
Насыпные грунты	1,2 (0,9)

Таблица 2

№ расчетных комбинаций нагрузок и воздействий	Коэффициенты перегрузок, учитываемые в расчетных комбинациях различных по длительности нагрузок и воздействий												
	постоянных		временных										
	от собственного веса конструкции с объемным весом		длительных				кратковременных				особых	
	более 1800 кг/м³	1800 кг/м³ и менее, а также засыпок, стяжек, штукатурных и изоляционных слоев, изготовленных в заводских условиях*	от массы людей и мебели во всех помещениях, а также балконах и лоджиях**	снеговых	температурно-влажностных воздействий	воздействий неравномерных деформаций основания, не сопровождающихся коренными изменениями грунта	от массы людей и мебели в квартирах, технических этажах, чердачных перекрытиях**	снеговых	температурно-влажностных воздействий	ветровых	сейсмических	воздействия деформаций основания при коренном изменении структуры грунта
1	1,1	1,2	—	—	—	—	1,4	—			—	—
2	1	1	1	—	—	—	—	—			—	—
3	1,1	1,2	—	—	—	—	—	1,4			—	—
4	1	1	—	1	—	—	—	—			—	—
5	1,1	1,2	—	—	—	—	1,4 η	—			—	—
6	1,1	1,2	—	—	—	—	0,9×1,4 η	0,9×1,4			—	—
7	1,1	1,2	1,4	1,4	1***	1	—	—	—	1,2	—	—
8	1,1	1,2	1,4	1,4	—	1	—	—	1***	—	—	—
9	1	1,1	1	1	—	1	—	—	1	—	—	—
10	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
11	1,1	1,2	1,4	1,4	—	1	—	—	0,9×1***	0,9×1,2	—	—
12	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1
13	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—

* В случае изготовления утепляющих, выравнивающих и других слоев на стройплощадке вместо коэффициента перегрузки 1,2 следует принимать 1,3.

** Нагрузки в коридорах, вестибюлях, лестничных клетках, балконах, лоджиях следует принимать с коэффициентом перегрузки 1,3.

*** При проверке прочности конструкции учитывается расчетное температурно-влажностное воздействие. Коэффициент η определяется по формуле $\eta=0{,}3+0{,}6/\sqrt{m}$ (m — число этажей, расположенных выше рассматриваемого горизонтального сечения).

б) на прочность и устойчивость при особых сочетаниях нагрузок, равными единице;

в) по деформациям и перемещениям, равным единице.

1.6. Коэффициент перегрузки n при расчете на прочность и устойчивость принимается:

а) для постоянных нагрузок по табл. 1;

б) для монтажных нагрузок равным 1,2;

в) для нагрузок от массы людей и мебели при величине нормативной нагрузки менее 200 кгс/м² равным 1,4; при 200 кгс/м² и более — 1,3;

г) для снеговой нагрузки равным 1,4;

д) для ветровой нагрузки равным 1,2.

Примечания: 1. Расчетные величины для расчета конструкций на прочность и устойчивость для температурных климатических воздействий определяются по указаниям раздела 4 настоящего выпуска.

2. При расчете на прочность и устойчивость в стадии возведения зданий расчетные кратковременные нагрузки следует снижать на 20%.

1.7. В зависимости от состава учитываемых нагрузок должны различаться:

а) основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных и кратковременных нагрузок;

б) особые сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных и одной из особых нагрузок.

При расчете конструкций и оснований на основные сочетания, включающие одну кратковременную нагрузку, величина последней должна учитываться без снижения при расчете на основные сочетания, включающие две-три кратковременные нагрузки; расчетные величины этих нагрузок или соответствующих им усилий должны быть умножены на коэффициент $n_c = 0{,}9$.

При этом за одну кратковременную нагрузку принимается:

суммарная нагрузка от массы людей и мебели на всех учитываемых перекрытиях;

Таблица 3

Проверяемая расчетом конструкция	Характер расчета	Номера расчетных комбинаций (см. табл. 2) при группе предельных состояний	
		первой	второй
Перекрытия, лестничные площадки, марши, балконы	На изгиб из плоскости	1	2
Лоджии и их стыковые соединения	На усилия в плоскости	6, 7, 8, 11	—
Покрытия, козырьки	На изгиб из плоскости	3	4
Стеновые панели, стыковые соединения	На сжатие	5, 6, 7, 8, 11	9, 10
Вертикальные стыковые соединения панелей, надпроемные перемычки	На срез, растяжение	5, 6, 7, 8, 11	9, 10
Фундаменты	—	5, 6, 10	9, 10
Основания	—	6	9
Здание в целом	Ограничение ускорения колебаний	—	10

снеговая нагрузка;
ветровая нагрузка;
температурные климатические воздействия.

При расчете конструкций и оснований на особые сочетания величины постоянных, длительных и особой нагрузки принимаются без снижения.

1.8. В табл. 2 и 3 приведены основные расчетные комбинации нагрузок, которые необходимо учитывать при расчете конструкций панельных жилых зданий и их основа ий. В этих таблицах перечислены не только расчетные комбинации, но и дано указание о порядке их использования для расчета отдельных конструкций здания.

2. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ

Собственный вес конструкций

2.1. Нормативные (среднестатистические) значения объемного веса бетонов строительных конструкций принимаются с учетом имеющихся данных заводов-изготовителей, а при отсутствии их — по данным табл. 4. Нормативные объемные веса других строительных материалов принимаются по данным табл. 5.

2.2. Динамическое воздействие вертикальных нагрузок от собственного веса сборных конструкций, возникающее при их транспортировании и монтаже, учитывается путем умножения расчетных нагрузок на коэффициент динамичности, равный 1,4.

Полезные нагрузки на перекрытия

2.3. Нормативные равномерно распределенные нагрузки на перекрытия и лестницы зданий приведены в табл. 6.

2.4. Нагрузка от веса временных перегородок должна приниматься в зависимости от их конструкции, расположения и характера опирания на перекрытия и стены. При расчете различных элементов эту нагрузку можно учитывать:

по фактическому воздействию;

как равномерно распределенную добавочную нагрузку к прочей равномерно распределенной нагрузке (в этом случае интенсивность этой добавочной нагрузки устанавливается расчетом для предполагаемых схем размещения перегородок и должна приниматься не менее 75 кгс/м^2.

2.5. При расчете стен, фундаментов и оснований нагрузки, приведенные в пп. 1—3 табл. 6, разрешается снижать умножением на коэффициент

$$\eta = 0{,}3 + \frac{0{,}6}{\sqrt{m}}, \qquad (1)$$

где m — число учитываемых в расчете перекрытий над рассматриваемым сечением.

Таблица 4

Наименование бетона	Насыпной объемный вес крупного заполнителя в кг/м³, не более	Бетон беспесчаный (крупнопористый)			Бетон плотный																	
					на перлитовом вспученном песке (γ = 200—300 кг/м³)				на пористом песке того же вида что и крупный заполнитель							на кварцевом песке					
		марок по прочности при сжатии																				
		15—25	35	50	35	50	75	100	50	75	100	150	200	250	300	150	200	250	300	350	400
Бетон на пористом гравии	350	750	800	950	750	800	950	1050	900	950	1050	1200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	400	800	900	1000	800	900	1000	1100	1000	1050	1100	1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	500	900	1000	1100	950	1000	1100	1200	1100	1150	1200	1300	1400	—	—	1650	1650	—	—	—	—
	600	1000	1050	1150	1050	1100	1200	1300	1250	1300	1350	1400	1500	1600	—	1700	1700	1750	1750	—	—
	700	—	1100	1200	1150	1200	1300	1450	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1750	1800	1800	1850	1850
	800	—	1200	1300	1250	1300	1400	1500	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1800	1800	1850	1850	1900	1900
Перлитобетон	300	600	—	—	700	800	950	1050	800	950	1050	1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	400	700	—	—	800	900	1000	1100	900	1000	1100	1300	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Аглопоритобетон	500	900	1000	1100	1000	1050	1150	1250	1200	1300	1400	1600	1700	—	—	1750	1750	—	—	—	—
	600	1000	1100	1200	1100	1150	1250	1350	1300	1400	1500	1650	1750	—	—	1800	1800	1850	1850	—	—
	700	1100	1200	1300	1200	1250	1350	1450	1400	1500	1600	1700	1800	—	—	1850	1900	1900	1950	1950	2000
	800															1900	1900	1950	1950	2000	2000
Шлакопемзобетон	700	—	—	—	—	1350	1400	1500	1600	1650	1700	1800	1900	—	—	2100	2100	2200	2200		
	800	—	—	—	—	1450	1500	1600	1700	1750	1800	1900	2000	—	—	2200	2200	2250	2250	2300	2300
Бетоны на природных пористых заполнителях	500	900	1000	1100	1000	1100	1200	1300	1200	1300	1400	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	600	1000	1100	1200	1100	1200	1300	1400	1300	1400	1500	1700	1800	—	—	—	—	—	—	—	—
	700	1100	1200	1300	1200	1250	1350	1450	1400	1500	1600	1800	1900	—	—	—	—	—	—	—	—
	800	1200	1300	1400	1300	1350	1400	1500	1500	1600	1700	1900	1950	—	—	—	—	—	—	—	—
Шлакобетон на топливном шлаке	700	1100	1200	1300	1300	1350	1400	1500	1500	1600	1700	1800	1850	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 5

Наименование	Объемный вес в кг/м³
1. Бетоны тяжелые	
Бетон с каменным щебнем или гравием невибрированный	2200
То же, вибрированный или центрифугированный	2300
2. Камни искусственные	
Кирпич глиняный обыкновенный:	
пластического прессования	1800
полусухого прессования	1900
Кирпич глиняный пустотелый:	
пластического прессования:	
класса А	1300
класса Б	1450
полусухого прессования	1500
Камни керамические пустотелые	1400
Кирпич силикатный автоклавный	1900
3. Растворы строительные и штукатурки	
С заполнителем из обыкновенного кварцевого песка	
цементные	2100
цементно-известковые и цементно-глиняные	2000
известковые и известково-гипсовые	1800
гипсовые	1600
глиняные	1800
Цементные и цементно-известковые со шлаковым заполнителем (легкие растворы)	1500
Гипсовые без заполнителя	1200
4. Кладка из искусственных камней	
Сплошная из полнотелого кирпича глиняного пластического прессования, глиняного полусухого прессования и силикатного	1900
Из пустотелого, пористо-дырчатого или пористого кирпича при объемном весе кирпича, кг/м³:	
1450	1550
1300	1400
Из пустотелых керамических камней при высоте камня 14,2 см при объемном весе камня, кг/м³:	
1450	1500
1300	1380
Из легкобетонных камней со щелевидными пустотами (пустотность камня 26%) при объемном весе бетона, кг/м³:	
1400	1100
1600	1230
Из легкобетонных трехпустотных камней, со сквозными пустотами с засыпкой шлаком, керамзитом и т. п. (пустотность камня 35%, объемный вес засыпки 1000 кг/м³) при объемном весе бетона, кг/м³:	
1400	1300
1600	1420
Из крупных блоков из легкого или ячеистого бетона	Принимается равным объемному весу бетона
Бутовая из известняка при объемном весе известняка 2200—2500 кг/м³	2100
Панели кирпичные	1800
Панели кирпичные вибрированные	1900
5. Древесина и изделия из нее	
Сосна, ель, кедр, пихта	500(600)
Лиственница	650(800)

Продолжение табл. 5

Наименование	Объемный вес в кг/м³
Дуб, береза, бук, ясень, клен, граб, акация, вяз	700(800)
Ольха, осина, тополь, липа	500(600)
Древесноволокнистые плиты твердые	1000
Древесноволокнистые плиты пористые изоляционные	300
Древесностружечные плиты	800
Фанера клееная	700
Арболит на древесных отходах	500—700
Фибролит цементный	300—600
6. Прочие строительные материалы и изделия	
Винипласт	1400
Декоративный бумажнослоистый пластик	1400
Стеклотекстолит	1850
Стекло:	
органическое	1200
обычное	2500
армированное	2700
Картон:	
обычный	700
плотный	1000
Асбестоцементные теплоизоляционные плиты	300—500
Асфальт в полах и стяжках	1800
Гипсобетонные панели для перегородок	1250—1400
Пеногипс и газогипс	500
Засыпки из сухого песка	1600

Примечание. В скобках указаны объемные веса древесины в конструкциях, не защищенных от увлажнения атмосферной влагой.

Таблица 6

№ п.п.	Наименование помещений	Нормативная нагрузка, кгс/м²
1	Квартиры	150
2	Коридоры, лестничные площадки, проходы и марши	300
3	Балконы, лоджии:	
	а) полосовая равномерная нагрузка на участке шириной 0,8 м вдоль ограждения балкона (лоджии)	400
	б) сплошная равномерная нагрузка на площади балкона (лоджии), если ее воздействие более неблагоприятно, чем по подпункту «а»	200
4	Чердачные помещения	Дополнительно к весу оборудования и материалов 75
5	Подвальные помещения	По действительной нагрузке, но не менее 200

Примечания: 1. Нагрузки по пп. 2, 3 табл. 6 учитываются только при расчете лестничных маршей, плит перекрытия лестничных площадок, балконных плит (плит лоджий). При расчете стен, фундаментов и оснований нормативная нагрузка от толпы на лестничные площадки, проходы и марши, балконы и лоджии принимается равной 150 кгс/м².

2. Длительная доля полезной нагрузки в размере 50 кгс/м² принимается распределенной по всей площади балкона (лоджии).

2.6. Несущие элементы перекрытий, покрытий, лестниц и балконов (лоджий) следует проверять на условную сосредоточенную нагрузку, приложенную к элементу в неблагоприятном положении, на квадратной площадке со сторонами не более 10 см с нормативной величиной, равной:

а) для чердачных перекрытий, покрытий и балконов — 100 кгс;

б) для перекрытий и лестниц — 150 кгс.

Горизонтальные нормативные нагрузки на поручни перил, балконов и лестниц принимаются равными 50 кгс/м.

Коэффициент перегрузки для этих нагрузок принимается равным 1,2.

2.7. Несущие элементы зданий следует рассчитывать на нагрузку, возникающую при возведении зданий, от массы людей, монтажного оборудования и материалов, временно укладываемых на перекрытие. Нормативная величина этой нагрузки принимается по действительной загрузке перекрытия, но не менее 75 кгс/м².

Снеговые нагрузки

2.8. Нормативная снеговая нагрузка на 1 м² площади горизонтальной проекции покрытия определяется по формуле

$$p_н = p_0 \cdot c, \qquad (2)$$

где p_0 — вес снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли, принимаемый по табл. 7, кгс/м²;

c — коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый по п. 2.9.

Таблица 7

Районы СССР (принимаются по карте 1 СНиП II-6-74)	I	II	III	IV	V	VI
Вес снегового покрова, кгс/м²	50	70	100	150	200	250

Примечание. Вес снегового покрова в горных и малоизученных районах, обозначенных на карте 1, а также в пунктах с высотой над уровнем моря более 1500 м и в местах со сложным рельефом должен устанавливаться на основании данных гидрометеорологической службы. При этом в качестве нормативного значения p_0 должно приниматься среднее значение ежегодных максимумов запаса воды по результатам снегосъемов в защищенном от воздействия ветра участке за период не менее 10 лет.

2.9. Схемы снеговой нагрузки и значения коэффициентов принимаются по табл. 8, при этом варианты загружения с повышенными местными нагрузками следует учитывать только при расчете плит, настилов и прогонов покрытий.

2.10. Значения коэффициентов c, определенных в соответствии с указаниями табл. 8, проектируемых в районах со средней скоростью

ветра за три наиболее холодных месяца $v>2$ м/с, допускается снижать умножением на коэффициент $k=1{,}2-0{,}1\ v$. Величина этой скорости v принимается по карте 2 СНиП II-6-74.

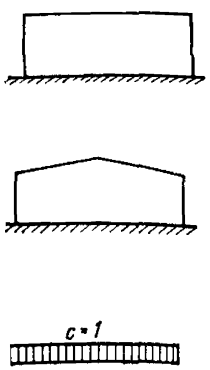
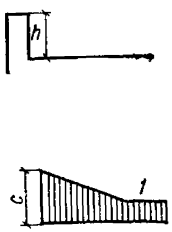
Указанные снижения не распространяются:

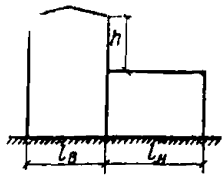
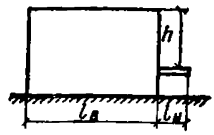
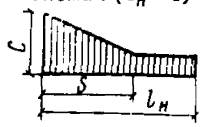
а) на географические пункты, расположенные в районах со средней январской температурой воздуха выше минус 5°С;

б) на покрытия зданий, защищенных от прямого воздействия ветра соседними более высокими зданиями, удаленными менее чем на 10 H, где H — разность высот соседнего и проектируемого зданий;

в) на участки покрытий длиной s у перепадов и парапетов (пп. 2, 3, табл. 8).

Таблица 8

№ п.п.	Профиль покрытия и схемы снеговой нагрузки	Указания по определению коэффициентов C и применению схем
1	2	3
1		
2		Схема применяется для парапетов при $h>\frac{p_0}{200}$ (h, м, p_0, кгс/м²), $c=\frac{200\,h}{p_0}$, но не более 3

1	2	3
	  *Схема 1 ($l_н > S$)*  *Схема 2 ($l_н < S$)* 	Снеговая нагрузка на верхнее покрытие принимается как для отдельно стоящего здания Снеговая нагрузка на нижнее покрытие принимается как более неблагоприятная из двух случаев: а) как для отдельно стоящего здания; б) по схемам настоящего пункта. Коэффициент c принимается равным: $$c = 1 + \frac{L_в + L_н}{2h},$$ где $L_в = l_в$, $L_н = l_н - 2h$. При этом величина c не должна превышать: а) $\frac{200h}{p_0}$ (h, м, p_0, кгс/м²); б) 4 — для зданий, 6 — для козырьков и навесов. Длина зоны s равна: а) $s = 2h$, но не более 15 м при $c < \frac{200h}{p_0}$; б) $s = \frac{c - 1}{\frac{200h}{p_0} - 1} 2h$, но не более $5h$ и не более 15 м при $c > \frac{200h}{p_0}$.

3. ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ

3.1. Ветровая нагрузка на здания должна определяться как сумма статической и динамической составляющих.

Статическая составляющая, соответствующая установившемуся скоростному напору, должна учитываться во всех случаях.

Динамическая составляющая, вызываемая пульсациями скоростного напора, должна учитываться при расчете многоэтажных зданий высотой более 40 м.

3.2. Нормативное значение статической составляющей ветровой нагрузки $q_н^c$, кгс/м², должно определяться по формуле

$$q_н^c = q_0 k_t(z) c, \qquad (3)$$

где $q_0 = \rho v^2/2$ — скоростной напор, принимаемый по п. 3.3;

v — скорость ветра, м/с;

$k_t(z)$ — коэффициент, учитывающий изменение скоростного напора по высоте, принимаемый по п. 3.5;

c — аэродинамический коэффициент, принимаемый по пп. 3.10—3.17.

3.3. Нормативный скоростной напор для данного географического района устанавливается на основе статистического анализа климатологических данных по скоростям ветра в этом районе. Районы СССР принимаются по карте, приведенной в главе СНиП II-6-74 «Нагрузки и воздействия».

Скоростные напоры q_0 на высоте 10 м над поверхностью земли в зависимости от района СССР должны приниматься по табл. 9.

Таблица 9

Районы СССР (принимаются по карте)	I	II	III	IV	V	VI	VII
Скоростной напор, кгс/м²	27	35	45	55	70	85	100

Для обозначенных на карте горных и малоизученных районов скоростной напор ветра допускается уточнять по данным Справочника по климату СССР, данным гидрометеорологической службы, а также по результатам обследования районов строительства с учетом опыта эксплуатации. При корректировке скоростной напор q_0, кгс/м², допускается определять по формуле

$$q_0 = (\alpha \cdot v)^2/16, \qquad (4)$$

где v — скорость ветра в м/с на высоте 10 м над поверхностью земли (при двухминутном интервале осреднения), превышаемая в среднем один раз в пять лет, если техническими условиями, утвержденными в установленном порядке, не регламентированы другие периоды повторяемости скорости ветра.

$\alpha = 0{,}75 + \dfrac{5}{v}$ — коэффициент к скоростям ветра, полученным из обработки наблюдений по флюгеру, принимаемый не более единицы; при использовании малоинерционных анемометров коэффициент α принимается равным единице.

Указания по определению скорости ветра заданной обеспеченности (с заданным периодом повторяемости) даны в приложении.

3.4. В случаях, когда при расчете здания имеют значения ветры одного-двух румбов, допускается при наличии достоверных данных о скоростях ветра по различным направлениям учитывать направление ветра и определять его скорость заданной обеспеченности по указаниям приложения.

3.5. Для определения скоростного напора ветра $q_0(z)$ по высоте сооружения используется степенной закон изменения средней скорости ветра с высотой в нижнем слое атмосферы. Показатель степени в этом законе зависит от шероховатости подстилающей поверхности земли и скорости ветра.

В зависимости от шероховатости подстилающей поверхности земли различают местности типа А, Б и В. К типу А относятся открытые местности (степи, лесостепи, открытые побережья морей, озер, водохранилищ). К типу Б относятся города, лесные массивы и тому подобные местности, равномерно покрытые препятствиями

высотой более 10 м. К типу В относятся районы крупных городов, имеющие не менее 50% зданий восьми и более этажей.

Скоростные напоры вычисляются по формуле

$$q_{0t}(z) = q_0 k_t(z), \tag{5}$$

где

$$k_t(z) = k_t(10)\left(\frac{z}{10}\right)^{2\alpha_t}, \quad (t = \text{А, Б, В}), \tag{6}$$

q_0 и $2\alpha_t$ — соответственно скоростной напор на уровне 10 м, принимаемый по табл. 9, и показатель степени для местности типа t. $\alpha_А = 0{,}16$; $\alpha_Б = 0{,}22$; $\alpha_В = 0{,}33$. Параметр $k_t(10)$ на уровне 10 м определяется из условия равенства на градиентной высоте z_G (где трение воздуха о поверхность земли не сказывается на его движении) скоростного напора q_{0G} для рассматриваемых типов подстилающей поверхности.

При градиентной высоте $z_G = 350$ м $k_А(10) = 1$, $k_Б(10) = 0{,}65$, $k_В(10) = 0{,}30$.

В разделе «Ветровые нагрузки» главы СНиП II-6-74 приняты два профиля для нормативных скоростных напоров — один для открытой местности (тип А), другой для городов и лесных массивов (тип Б).

Жилые районы в крупных городах со зданиями повышенной этажности и высокими зданиями (25—30 этажей) при надлежащем обосновании могут быть отнесены к местности типа В. В период строительства отдельные комплексы такого района могут рассматриваться как здания, расположенные в открытой (слабо защищенной) местности. По окончании строительства района здания будут находиться в условиях сильной защищенности.

Вертикальные профили скоростных напоров для местности типа Б и В применяется в тех случаях, когда эти местности в направлении действия ветра имеют протяженность не менее 2 км, при этом в зависимости от шероховатости эти профили могут меняться для разных направлений.

Значения коэффициентов $k_t(z)$, учитывающих изменение скоростного напора в зависимости от высоты и типа местности, определяются по табл. 10.

Таблица 10

Тип местности	Высота над поверхностью земли, м							
	10	20	30	40	60	100	200	350 и выше
А	1	1,25	1,4	1,55	1,75	2,1	2,6	3,1
Б	0,65	0,9	1,05	1,20	1,45	1,8	2,45	3,1
В	0,30	0,50	0,6	0,75	1,0	1,4	2,2	3,1

Примечание. Для промежуточных высот значение $k_t(z)$ допускается определять линейной интерполяцией данных табл. 10. В пределах отдельных зон зданий и сооружений при высоте каждой зоны не более 10 м величину коэффициентов допускается принимать постоянной.

3.6. Вертикальные профили скоростных напоров на границе двух подстилающих поверхностей с различной степенью защищенности (рис. 1) определяются по формулам:

$$\left.\begin{array}{l} \text{при } z > \delta \quad q_0(z) = q_0 k_1(z); \\ \text{где } k_1(z) = k_1(10)\left(\dfrac{z}{10}\right)^{2\alpha_1}; \\ \text{при } z < \delta \quad q_0(z) = q_0 k_1(10)\left(\dfrac{\delta}{10}\right)^{2\alpha_1}\left(\dfrac{z}{\delta}\right)^{2\alpha_2}. \end{array}\right\} \qquad (7)$$

Параметр $k_1(10)$ относится к местности, расположенной выше по потоку, и принимается по табл. 10.

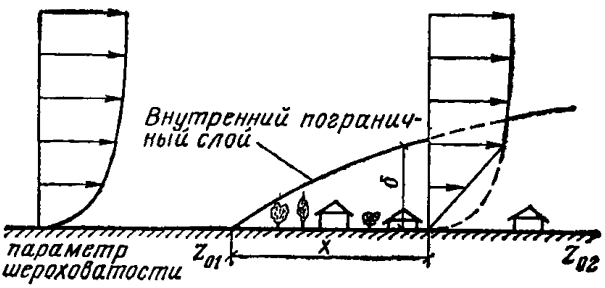


Рис. 1. Вертикальные профили скоростных напоров на границе двух подстилающих поверхностей с различной степенью защищенности

Показатели степени α_1 и α_2 относятся к местностям, расположенным соответственно выше и ниже по потоку.

Глубина внутреннего пограничного слоя δ принимается по табл. 11.

Таблица 11

Граница местностей типа	α_1	α_2	Расстояние от границы до точки, для которой строится переходной профиль x, м			
			50	200	500	2000
А и Б	0,16	0,22	11	35	70	215
Б и В	0,22	0,33	19	55	110	340
Б и А	0,22	0,16	9	22	55	165
В и Б	0,33	0,22	13	42	90	260

3.7. Для зданий высотой до 5 м, расположение которых относится к местности типа А, скоростной напор, определяемый по табл. 9, допускается снижать на 25%.

3.8. Для зданий высотой до 40 м, расположенных в местности типа В, скоростной напор принимается как для местности типа Б.

3.9. Если местность вокруг здания не горизонтальна, то при уклоне $i \leqslant 0{,}3$ высота сооружения H определяется от его основания.

При уклонах $0{,}3 < i < 2$ и $i \geqslant 2$ условный уровень z_c, от которого отсчитывается высота сооружения, принимается по рис. 2

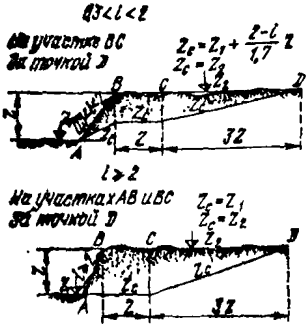


Рис. 2. Условные уровни расположения зданий, если местность не горизонтальна

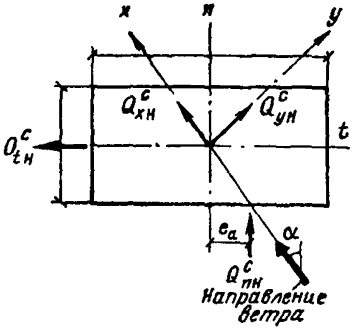


Рис. 3.

3.10. Для отдельных поверхностей или точек зданий аэродинамические коэффициенты соответствуют коэффициентам давления, которые следует учитывать при определении ветровой нагрузки, нормальной к рассматриваемой поверхности и относящейся к единице площади этой поверхности.

Положительным значениям коэффициента давления соответствует направление давления к поверхности сооружения, а отрицательным значениям — направление от поверхности сооружения.

Поверхности, подверженные непосредственному воздействию потока ветра, называются наветренными, заветренные поверхности воспринимают воздействие отсоса (отрицательного давления).

Коэффициенты давления изменяются от точки к точке поверхности. Для простоты при определении ветровой нагрузки применяются их значения, осредненные по отдельным граням или зонам поверхности.

3.11. Ветровая нагрузка на вертикальную стену равна разности нагрузок на наветренную и заветренную плоскости стены. Коэффициенты давления для этих плоскостей учитываются со своими знаками.

Плоский характер стен не нарушается выступами, балконами и лоджиями.

3.12. Ветровая нагрузка на здание при ветре заданного направления равна геометрической сумме нагрузок, действующих на его грани. Составляющая этой равнодействующей в направлении скорости невозмущенного потока $Q^c_{xн} = c_x \frac{1}{2} \rho v^2 S$ называется

лобовым сопротивлением. Составляющая в направлении, перпендикулярном скорости потока $Q^c_{y\,н} = c_y \frac{1}{2} \rho v^2 S$, называется поперечной силой; c_x и c_y — коэффициенты лобового сопротивления и поперечной силы; ρ — плотность воздуха; S — площадь проекции здания на плоскость, перпендикулярную потоку ветра.

Коэффициенты c_n и c_t определяют составляющие этой равнодействующей в направлении осей здания. При направлении ветра, нормальном к наветренной грани здания, c_n и c_t совпадают с c_x и c_y (рис. 3).

Таблица 12

l/B	H/B	
	1	7
0,2	1,2	1,35
0,5	1,25	1,4
1—1,5	1,3	1,4
2	1,2	1,3
3	1,1	1,15

3.13. Для прямоугольных и квадратных в плане зданий коэффициенты лобового сопротивления определяются по табл. 12 в зависимости от H/B и l/B, где H — высота здания; l — размер в направлении потока; B — длина наветренной грани здания.

Промежуточные значения коэффициентов допускается определять линейной интерполяцией между указанными в таблице значениями.

При l/B=0,2—0,5 давление ветра по наветренной и заветренной граням здания распределяется неравномерно.

Эксцентрицитет равнодействующей этого давления относительно центра наветренной грани, возникающий при угле между направлением потока ветра и нормалью к этой грани порядка 40°—50°, может быть принят равным $0{,}15B$. Аэродинамический коэффициент c_n для этого угла атаки ветра, определяемый как разность коэффициентов давления на наветренную и заветренную грани, может быть принят равным 1,1 при l/B=0,5 и 1,3 при l/B=0,2, для боковых граней $c_t = +0{,}5$.

3.14. Для несимметричных в плане зданий коэффициенты давления для различных направлений ветра рекомендуется устанавливать на основании аэродинамических испытаний моделей.

По полученным экспериментальным значениям коэффициентов давления строят усредненную по высоте эпюру распределения давления по контуру здания и определяют равнодействующие давления на наветренные и заветренные грани здания, его боковые грани и момент этих сил относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести перекрытий здания. Разделив этот момент на равнодействующую давления на наветренную и заветренную грани, получим ее эксцентрицитет e_a относительно центра наветренной грани.

3.15. Для здания с лоджиями при ветре, нормальном к его торцу, кроме ветровой нагрузки, определяемой в соответствии с ука-

заниями пп. 3.2 и 3.13, для каждой продольной стены с лоджиями должна быть учтена сила трения $F_т = 0{,}1 q_0 k_l(z) n S$, где $k_l(z)$ — коэффициент, принимаемый по табл. 10, $S = HB$ — площадь стены, n — коэффициент перегрузки.

3.16. Значения коэффициентов давления на стороне входящего угла здания (на длине a), параллельной потоку, принимаются такими же, как и на наветренную сторону. При $b > a$ длина переходного участка принимается равной $a/2$ (рис. 4).

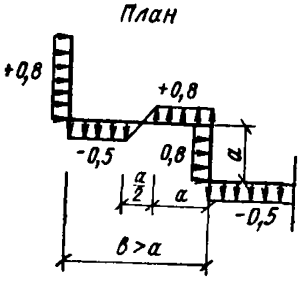


Рис. 4. Коэффициенты давления для уступов здания

3.17. При расчете креплений элементов ограждения к несущим конструкциям в углах зданий и по внешнему контуру покрытия должно учитываться местное отрицательное давление ветра, распределенное вдоль ребер на ширине, равной $^1/_{10}$ от соответствующего линейного размера (длина, ширина, высота) зданий, но не более 1,5 м. Значение коэффициента давления при этом принимается равным $c = -2$ м.

3.18. При определении динамической составляющей ветровой нагрузки различают следующие типы зданий высотой более 40 м:

1) прямоугольные и квадратные в плане здания башенного типа с центром жесткости, совпадающим с центром масс. Для такого здания допускается учитывать только первые формы собственных колебаний, соответствующие его поступательным движениям;

2) несимметричные в плане здания с центром жесткости, не совпадающим с центром масс. Для такого здания учитываются его три низшие собственные частоты, соответствующие поступательным движениям здания в направлении потока ветра и перпендикулярно ему и вращательным колебаниям относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести здания;

3) симметричные, протяженные в плане здания типа пластин. Для такого здания учитываются его поперечные поступательно-вращательные колебания, возникающие вследствие неравномерного распределения давления ветра по наветренным и заветренным граням здания.

3.19. Для зданий первого типа нормативное значение динамической составляющей ветровой нагрузки должно определяться для его первой собственной формы колебаний в виде системы инерционных сил, приложенных к середине участков, на которые условно разбивается здание.

Инерционная сила, приложенная в середине участка с номером j при колебаниях здания по первой форме, должна определяться по формуле

$$Q^{д}_{н\,1j} = M_j \xi_1 \eta_{1j} \nu \,, \qquad (8)$$

где M_j — масса j-го участка, сосредоточенная в его середине;

ξ_1 — коэффициент динамичности, принимаемый в соответствии с указаниями п. 3.20;

η_{1j} — приведенное ускорение середины j-го участка, принимаемое в соответствии с указаниями п. 3.21;

ν — коэффициент, учитывающий пространственную корреляцию пульсации скорости ветра по высоте и фронту здания и принимаемый в соответствии с указаниями п. 3.22.

3.20. Коэффициент динамичности ξ_1 допускается определять по графиком рис. 5 в зависимости от параметра $\varepsilon_1 = \frac{T_1 v}{1200}$ и от логарифмического декремента колебаний δ (T_1 — период первой формы собственных колебаний, c; $v = 4\sqrt{nq_0}$ — расчетная скорость

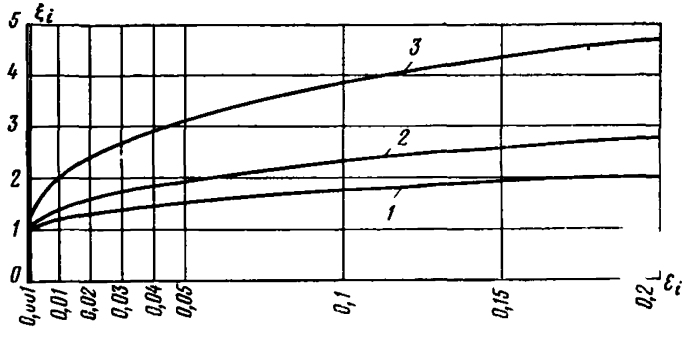


Рис. 5. Коэффициенты динамичности

1 — для железобетонных и каменных сооружений, а также для зданий со стальным каркасом при наличии ограждающих конструкций (δ=0,30); *2* — для стальных башен, мачт, футерованных дымовых труб, аппаратов колонного типа, в том числе на железобетонных постаментах (δ=0,15); *3* —для стальных сооружений и конструкций при совместном учете резонансных колебаний и динамической составляющей ветровой нагрузки в плоскости потока (δ=0,05)

ветра, м/с; n — коэффициент перегрузки, принимаемый по п. 3.28.

3.21. Приведенное ускорение (в м/с²) допускается определять по формуле

$$\eta_{1j} = \frac{\alpha_{1j} \sum_{k=1}^{r} \alpha_{1k} Q_{н}^{c\,k} m_k}{\sum_{k=1}^{r} \alpha_1^{2k} M_k}, \qquad (9)$$

где M_k — масса k-го участка;

α_{1j}, α_{1k} — относительные ординаты, соответствующие середине j-го и k-го участков, при колебаниях здания по первой форме;

$Q_{нk}^{c}$ — равнодействующая нормативной ветровой нагрузки $q_н^c$ на k-й участок, определяемая в соответствии с указаниями п. 3.2;

r — число участков, на которое разбито здание;

m_k — коэффициент пульсации скоростного напора для середины k-го участка, принимаемый по табл. 13.

Таблица 13

Местность типа	Высота над поверхностью, м					
	до 10	20	40	60	100	200
А	0,60	0,55	0,48	0,46	0,42	0,38
Б	0,88	0,75	0,65	0 60	0,54	0,46
В	1,75	1,40	1,10	0,97	0,82	0,65

3.22. Для зданий типа I коэффициент ν допускается принимать по данным табл. 14. Коэффициент ν учитывается только для первой формы собственных колебаний.

Таблица 14

Отношение длины наветренной грани здания B к его высоте H	ε_1	Высота здания, м				
		30	40	50	90	120
0.2	0,01	—	—	0,57	0,51	0,48
	0,05	—	—	0,53	0,44	0,40
	0,10	—	—	0,59	0,48	0,42
0.5	0,01	0,57	0,54	0,52	0,46	0,42
	0,05	0,53	0,48	0,46	0,38	0,35
	0,10	0,59	0,53	0,50	0,39	0,35

При отношении $B/H \leqslant 0{,}2$ учитывается только корреляция пульсации скорости по высоте. В этом случае коэффициент ν принимается по табл. 15.

Таблица 15

ε_1	Высота здания, м		
	50	90	120
0,05	0,68	0,63	0,60
0,10	0,75	0,70	0,65
0,20	—	—	0,75

3.23. Нормативное значение динамической составляющей ветровой нагрузки $q_н^д$, кгс/м² для зданий первого типа с равномерно распределенной массой и постоянной по высоте жесткостью допускается определять по формуле

$$q_н^д = q_н^с \varkappa \nu \xi_1 m, \qquad (10)$$

где $q_н^с$ — нормативное значение статической составляющей ветровой нагрузки на уровне верха сооружения;

$\varkappa$ — коэффициент, учитывающий форму собственных колебаний здания (прямая линия) и характер изменения коэффициента пульсации по высоте и принимаемый по данным табл. 16;

Таблица 16

z/H	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\varkappa$	0,34	0,52	0,66	0,79	0,90	1	1,10	1,19	1,28	1,36

ξ_i, ν, m — то же, что и в пп. 3.20—3.22 (m — принимается для верха сооружения).

3.24. Для несимметричных зданий (тип II) расчетное значение перемещения на уровне z в направлении 2 (оси y) определяется по формуле

$$y_p(z) = \frac{C z}{H}\left(\sum_{i=1}^{3}\sum_{l=1}^{3}\frac{A_i A_l \nu_l^2 k_{2i} k_{2l}}{\omega_i^2 \omega_l^2 M_{i\,об} M_{l\,об}}\right)^2, \qquad (11)$$

где $C=0{,}8165\, HB\, mq_н^c$ (H), m — коэффициент пульсации для верха здания, принимаемый по табл. 13; $q_н^c$ — нормативное значение статической составляющей ветровой нагрузки на уровне верха здания, определяемое по п. 3.2.

Примечание. При определении перемещений и усилий в зданиях типа 2 и 3 ось x направлена вдоль наветренной грани, ось y нормальна к ней, а вертикальная ось z проходит через центр тяжести здания. Эти направления обозначены соответственно через 1, 2 и 3. $A_i = b_{12}k_{1i} + k_{2i} + k_{3i}e_a$, где k_{1i}, k_{2i}, k_{3i} — ординаты составляющих i-й пространственной собственной формы колебаний здания на уровне его верха.

$b_{12} = \dfrac{c_t}{c_n}$; e — аэродинамический эксцентрицитет, ν_{li} — коэффициент пространственной корреляции, определяемый по табл. 17. Обобщенная масса здания

$$M_{i\,об} = \frac{H}{3}\left[\mu\left(k_{1i}^2 + k_{2i}^2\right) + J\, k_{3i}^2\right],$$

масса на единицу высоты здания $\mu = \left(\sum_{k=1}^{r} M_k\right)/H$; момент инерции массы на единицу высоты здания $J = \left(\sum_{k=1}^{r} J_k\right)/H$; ω_i^2 — квадрат i-й собственной частоты здания.

Коэффициент пространственной корреляции ν_{li} в зависимости от соотношения $\mu_{li} = e_l/e_i$, $\lambda = B/H$ и H приведены в табл. 17.

3.25. Нормативное значение инерционной силы на единицу высоты здания (динамической составляющей ветровой нагрузки)

$$q_н^д(z) = C\mu z D_{i\,l_2}/H, \qquad (12)$$

где $D_{i\,l_2} = \left(\sum_{l=1}^{3}\sum_{l=1}^{3}\frac{A_i A_l K_{2i} K_{2l} \nu_{li}^2}{M_{i\,об} M_{l\,об}}\right)^{1/2}$.

Таблица 17

μ_{ii}	λ	e_1	Высота здания, м				
			30	40	50	90	120
1	0,5	0,01 0,05 0,1	0,44 0,52 0,66	0,42 0,48 0,6	0,41 0,45 0,56	0,36 0,38 0,44	0,33 0,34 0,39
	1	0,01 0,05 0,1	0,41 0,46 0,57	0,39 0,42 0,51	0,37 0,4 0,47	0,31 0,33 0,37	0,29 0,29 0,33
	2	0,01 0,05 0,1	0,37 0,4 0,48	0,34 0,36 0,43	0,32 0,34 0,39	0,26 0,27 0,3	0,24 0,24 0,26
	3	0,01 0,05 0,1	0,34 0,36 0,42	0,31 0,33 0,38	0,29 0,3 0,34	0,23 0,24 0,26	0,21 0,21 0,23
0,9	0,5	0,01 0,05 0,1	0,44 0,48 0,55	0,42 0,45 0,51	0,41 0,43 0,48	0,36 0,37 0,4	0,33 0,34 0,36
	1	0,01 0,05 0,1	0,41 0,44 0,49	0,39 0,41 0,45	0,37 0,38 0,42	0,31 0,32 0,34	0,29 0,29 0,31
	2	0,01 0,05 0,1	0,37 0,38 0,42	0,34 0,35 0,39	0,32 0,33 0,36	0,26 0,27 0,28	0,24 0,24 0,25
	3	0,01 0,05 0,1	0,36	0,32	0,3	0,24	0,21
0,8	0,5	0,01 0,05 0,1	0,47	0,44	0,43	0,37	0,34
	1	0,01 0,05 0,1	0,43	0,41	0,38	0,32	0,29
	2	0,01 0,05 0,1	0,38	0,35	0,33	0,27	0,24
	3	0,01 0,05 0,1	0,35	0,32	0,29	0,24	0,21

Продолжение табл. 17

μ_{li}	λ	ε_1	Высота здания, м				
			30	40	50	90	120
0,7	0,5	0,01 0,05 0,1	0,45	0,44	0,41	0,36	0,33
	1	0,01 0,05 0,1	0,42	0,4	0,38	0,32	0,29
	2	0,01 0,05 0,1	0,37	0,35	0,33	0,27	0,24
	3	0,01 0,05 0,1	0,34	0,31	0,29	0,24	0,21

Нормативное значение внешнего крутящего момента на уровне k-го перекрытия, вызванного динамической составляющей ветровой нагрузки,

$$M^{\text{в}}_{\text{н.кр}}(z_k) = C\, I_k \left[\frac{z_k}{H}\right] D_i\, l_3$$

Нормативное значение динамического крутящего момента на уровне z

$$M_{\text{н.кр}}(z) = \frac{C\, I\, H}{2}\left(1 - \frac{z^2}{H^2}\right) D_i\, l_3 \cdot \qquad (13)$$

Чтобы получить D_{il3}, следует в D_{il2} заменить индекс 2 на 3.

Нормативное значение динамического изгибающего момента на уровне z в направлении 2

$$M_{\text{н.и}_2}(z) = \frac{C\,\mu\, H^2}{6}\left(1 - \frac{z}{H}\right)^2\left(2 + \frac{z}{H}\right) D_i\, l_2 \ . \qquad (14)$$

Нормативное значение динамической поперечной силы на уровне z

$$Q_{\text{н.п}_2}(z) = \frac{c\,\mu\, H}{2}\left(1 - \frac{z^2}{H^2}\right) D_i\, l_2 \ . \qquad (15)$$

3.26. В протяженных высоких зданиях типа пластин (тип 3) расчетное перемещение крайней диафрагмы на уровне z в направлении 2

$$y_{\text{ор}}(z) = \frac{3\,C\,z}{\mu\, H^2\, \omega_2^2}\left[\nu_{22}^2 + B\, e_{\text{a}}\, \nu_{32}^2 \frac{\mu}{I}\left(\frac{\omega_2}{\omega_3}\right)^2 + \right.$$

$$\left. + \frac{B^2}{4}\, \nu_{33}^2\, e_{\text{a}}^2 \left(\frac{\mu}{I}\right)^2 \left(\frac{\omega_2}{\omega_3}\right)^4\right]^{1/2} . \qquad (16)$$

Нормативное значение инерционной силы (динамической составляющей ветровой нагрузки), действующей на крайнюю диафрагму:

$$q_{\text{н.ин}}(z) = \frac{3Cz}{H^2}\left(\nu_{22}^2 + \frac{2e_a\nu_{32}^2}{B} + \frac{e_a^2\nu_{33}^2}{B^2}\right)^{1/2}. \qquad (17)$$

Если в (16) и (17) принять $e_a = 0$, то получим перемещение $y_p(z)$ и динамическую составляющую ветровой нагрузки при равно-

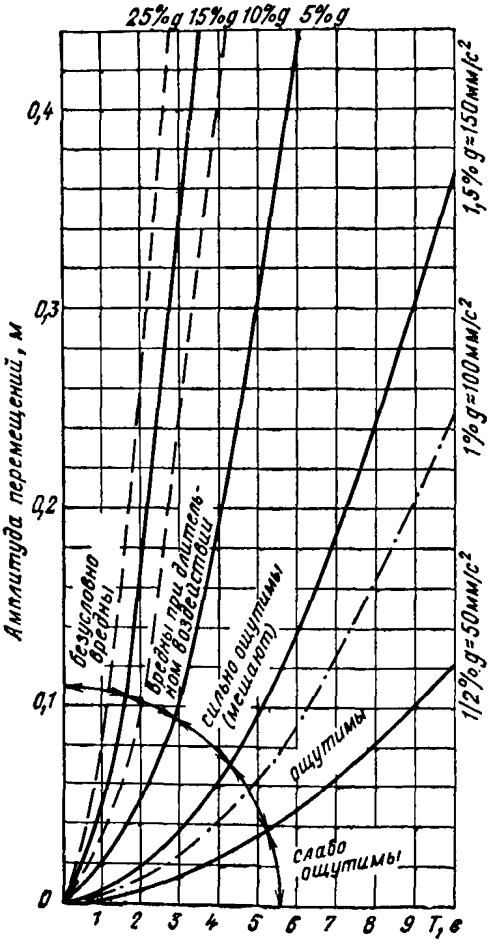


Рис. 6. Характеристики воздействия на людей низкочастотных гармонических колебаний

мерном распределении давления ветра по наветренной и заветренной граням здания.

Нормативное значение крутящего момента на уровне z

$$M_{н.кр}(z) = \frac{C\,I\,H}{2}\left(1 - \frac{z^2}{H^2}\right) D_{l\,l_0}\,, \qquad (18)$$

где

$$D_{l\,l_0} = \frac{3\,e_a\,v_{3s}}{I\,H}\,. \qquad (19)$$

3.27. Предельное ускорение колебаний и характеристики его воздействия на людей приведены в графиках рис. 6. Штрихпунктирная линия соответствует ускорению $g = 100$ мм/с², которое рекомендуется в качестве предельно допустимого для высоких зданий.

3.28. Коэффициент перегрузки для ветровой нагрузки на здания должен приниматься равным 1,2, если в нормах проектирования зданий не приводится другое значение этого коэффициента.

4. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

4.1. Конструкции крупнопанельных зданий должны рассчитываться на температурные воздействия, обусловленные изменениями температуры воздуха и солнечной радиации. Расчет должен производиться как для стадии возведения, так и для стадии эксплуатации здания.

При расчете конструкций необходимо учитывать:

Δt — изменение во времени средней по сечению температуры по отношению к начальной температуре t_0;

ϑ — перепад температуры по сечению.

Расчет на Δt и ϑ допускается производить раздельно.

4.2. Указанные воздействия вызывают три вида температурных деформаций элементов конструкций: осевые удлинения и укорочения, поперечные изгибные и сдвиговые (рис. 7).

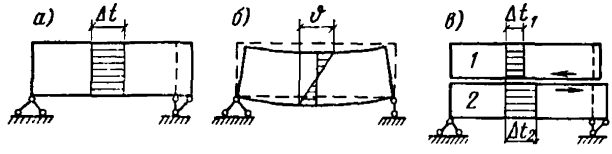


Рис. 7. Виды температурных деформаций элементов
а — осевые удлинения и укорочения; *б* — поперечные изгибные; *в* — сдвиговые

На Δt рассчитываются конструкции, напряженное и деформированное состояния которых определяются главным образом осевыми деформациями элементов, например стены и каркас здания (рис. 7, *а*). На ϑ рассчитываются только те элементы, в которых особо важна оценка напряжений и деформаций, возникающих вследствие неравномерного распределения температуры по сечению, например некоторые наружные ограждающие конструкции зданий (рис. 7, *б*).

На сдвиг рассчитываются примыкающие друг к другу элементы и их соединения при различных осевых температурных деформациях, например наружные ограждающие и примыкающие к ним внутренние конструкции зданий (рис. 7, *в*).

4.3. Для определения Δt и ϑ следует установить неблагоприятные значения средних температур конструкций $\bar{t}^{т}$ и $\bar{t}^{х}$ и перепады температуры по сечению $\vartheta^{т}$ и $\vartheta^{х}$ в наиболее теплый (июль, индекс т) и наиболее холодный (январь, индекс х) месяцы года, а также значения начальной температуры t_0.

За начальную температуру t_0 следует принимать температуру замыкания, соответствующую закреплению конструкции или ее части в законченную систему. Если на стадии проектирования температура замыкания неизвестна, в расчетах следует предусмотреть два неблагоприятных значения начальной температуры: в теплое $t_0^{т}$ и в холодное $t_0^{х}$ полугодия, определяемые по формулам:

$$t_0^{т} = 0{,}8\, t_{VII} + 0{,}2\, t_I ; \qquad (20)$$

$$t_0^{х} = 0{,}2\, t_{VII} + 0{,}8\, t_I , \qquad (21)$$

где t_{VII}, t_I — многолетние среднемесячные июльская и январская температуры воздуха, принимаемые по картам 5 и 6 главы СНиП II-6-74 «Нагрузки и воздействия» или по данным главы СНиП II-А.6-72 «Строительная климатология и геофизика» (табл. 1).

В этом случае Δt следует определять:

при замыкании в теплое полугодие

$$\Delta t^{х} = \bar{t}^{х} - t_0^{т} ;$$

при замыкании в холодное полугодие

$$\Delta t^{т} = \bar{t}^{т} - t_0^{х} .$$

Примечания: 1. В необходимых случаях при наличии данных о календарном сроке замыкания конструкции, порядке производства работ и др. начальная температура может уточняться в соответствии с этими данными.

2. При соответствующем обосновании допускается иной подход к установлению начальной температуры, например в некоторых случаях расчета конструкций с учетом реологических свойств материала конструкции.

4.4. Нормативные значения средней температуры наиболее теплых $t_н^{т}$ и наиболее холодных $t_н^{х}$ суток определяются по формулам:

$$t_н^{т} = t_{VII} + \Delta_{VII} ; \qquad (22)$$

$$t_н^{х} = t_I - \Delta_I , \qquad (23)$$

где Δ_{VII}, Δ_I — отклонения средней температуры наиболее теплых и наиболее холодных суток от значений t_{VII} и t_I соответственно: Δ_{VII}=6°С, Δ_I принимается по карте главы СНиП II-6-74.

Расчетные значения $t^{т}$ и $t^{х}$ определяются по формулам:

$$t^{т} = t_{н}^{т} + 3°\,С; \tag{24}$$

$$t^{х} = t_{н}^{х} - 6°\,С \tag{25}$$

или по данным главы СНиП II-А.6-72.

Нормативные значения средних амплитуд (размахов)* суточных колебаний температуры в июле $А_{VII}$ и в январе $А_{I}$ принимаются по главе СНиП II-А.6-72 (табл. 2).

Расчетные значения средних амплитуд суточных колебаний $А_{VII}$ и $А_{I}$ принимаются равными нормативным.

Примечания: 1. В обозначенных на картах 5—7 СНиП II-6-74 горных и малоизученных районах $t_{н}^{х}$ определяется по формуле

$$t_{н}^{х} = t_{I}^{мин} + 0{,}5\,А_{I}\,,$$

где $t_{I}^{мин}$ — средний из абсолютных январских минимумов температуры, принимаемый по данным «Справочника по климату СССР».

2. В табл. 2 СНиП II-А.6-72 приведены значения средних амплитуд суточных колебаний температуры наружного воздуха независимо от состояния неба. Более правильно учитывать амплитуды при ясном небе.

4.5. Нормативные значения температуры воздуха внутри помещений в теплое $t_{н}^{в.т}$ и холодное $t_{н}^{в.х}$ время года принимаются по нормам проектирования зданий или по заданию на проектирование.

Расчетные значения $t^{в.т}$ и $t^{в.х}$ должны определяться по формулам:

$$t^{в.т} = t_{н}^{в.т} \pm \theta^{в.т}\,; \tag{26}$$

$$t^{в.х} = t_{н}^{в.х} \pm \theta^{в.х}\,, \tag{27}$$

где $\theta^{в.т}$, $\theta^{в.х}$ — отклонения температуры внутреннего воздуха от нормативных значений, принимаемые по нормам проектирования зданий или по заданию на проектирование, знаки (+, —) принимаются такими, чтобы получились неблагоприятные значения $\Delta t^{т}$, $\Delta t^{х}$, $\vartheta^{т}$, $\vartheta^{х}$.

Примечание. Для жилых зданий допускается принимать: $t_{н}^{в.т} = t_{н}^{т}$, но не более 25°С; $t_{н}^{в.х} = 20°С$; $\theta^{в.т} = \theta^{в.х} = 5°С$.

4.6. Солнечная радиация учитывается только в теплое время года. Воздействие солнечной радиации заменяется эквивалентным воздействием температуры наружного воздуха $t_{н}^{рад}$ и $А_{н}^{рад}$ соответствующих средней суточной температуре и суточной амплитуде.

Нормативные значения $t_{н}^{рад}$ и $А_{н}^{рад}$ определяются по формулам:

$$t_{н}^{рад} = \frac{\rho}{\alpha_{н}}\, I^{макс}\, k\,; \tag{28}$$

* В метеорологии суточный размах, т. е. разность между максимальной и минимальной температурой за сутки, называется амплитудой.

$$A_{н}^{рад} = \frac{\rho}{\alpha_{н}} I^{макс} (1 - k), \qquad (29)$$

где $I^{макс}$ — максимальное значение суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) в июле при безоблачном небе, принимаемое по главе СНиП II-А.6-72 (табл. 9, 10) или по графикам на рис. 8 в зависимости от ориентации по сторонам горизонта;

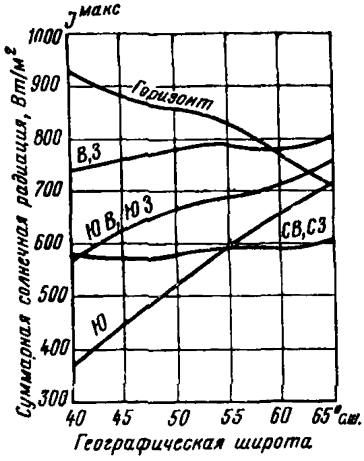


Рис. 8. Максимальные значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) в Вт/м² в июле при безоблачном небе в зависимости от ориентации поверхности по сторонам горизонта

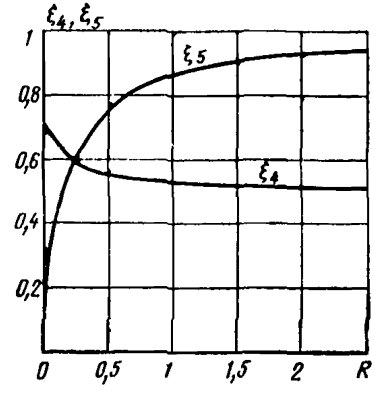


Рис. 9. Коэффициенты ξ_4 и ξ_5 в зависимости от термического сопротивления $R = \frac{\delta}{\lambda}$ (δ — толщина, м; λ — коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С, принимаемый по СНиП II-А.7-71)

ρ — коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью конструкции, принимаемый по главе СНиП II-А.7-71 *прил. 3*);

$\alpha_{н}$ — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности конструкции, принимаемый по главе СНиП II-А.7-71 «Строительная теплотехника» (табл. 7);

k — коэффициент, зависящий от ориентации поверхности, принимаемый равным:

0,25 — для вертикальных поверхностей восточной, юго-восточной, северо-восточной, западной, юго-западной и северо-западной ориентаций;

0,3 — для вертикальных поверхностей южной ориентации;

0,4 — для горизонтальных поверхностей.

Расчетные значения эквивалентной температуры $t^{рад}$ и $A^{рад}$ принимаются равными нормативным.

Примечание. Если на стадии проектирования ориентация зданий по сторонам горизонта неизвестна, то расчет вертикальных ограждающих конструкций производится на условную суммарную радиацию, равную 780 Вт/м².

4.7. Значения средних температур конструкций $\bar{t}^{\tau}$, $\bar{t}^{x}$ и перепадов температуры ϑ^{τ}, ϑ^{x} для однослойных конструкций должны определяться по формулам табл. 18,

Таблица 18

Конструкции	Здания в стадии		
	возведения	эксплуатации	
	все здания	отапливаемые в зимнее время здания	здания с искусственным климатом
Наружные ограждающие	$\bar{t}^{\tau} = t^{\tau} + t^{рад}\xi_4 + \psi(0{,}5A_{VII}\xi_1 + A^{рад}\xi_3)$		$\bar{t}^{\tau} = t^{\tau}\xi_4 + t^{в.т}\times(1-\xi_4) + t^{рад}\xi_4 + \psi(0{,}5A_{VII} + A^{рад})\xi_3$
	$\vartheta^{\tau} = t^{рад}\xi_3 + A^{рад}\cdot\xi_3$		$\vartheta^{\tau} = (t^{\tau} - t^{в.т})\cdot\xi_3 + t^{рад}\cdot\xi_3 + \psi(0{,}5A_{VII} + A^{рад})\xi_3$
	$\bar{t}^{x} = t^{x} - 0{,}5A_1\xi_1$	$\bar{t}^{x} = t^{x}\xi_4 + t^{в.х}(1-\xi_4) - 0{,}5A_1\xi_2$	
	$\vartheta^{x} = 0$	$\vartheta^{x} = (t^{x} - t^{в.х})\xi_3 - 0{,}5A_1\xi_3$	
Внутренние	$\bar{t}^{т} = t^{т} + 0{,}5A_{VII}\xi_1$		$\bar{t}^{т} = t^{в.т}$; $\bar{t}^{т} = 0{,}5(t_1^{в.т} + t_2^{в.т})$
	$\vartheta^{т} = 0$		$\vartheta^{т} = 0$; $\vartheta^{т} = (t_1^{в.т} - t_2^{в.т})\xi_3$
	$\bar{t}^{x} = t^{x} - 0{,}5A_1\xi_1$	$\bar{t}^{x} = t^{в.х}$; $\bar{t}^{x} = 0{,}5(t_1^{в.х} + t_2^{в.х})$	
	$\vartheta^{x} = 0$	$\vartheta^{x} = 0$; $\vartheta^{x} = (t_1^{в.х} - t_2^{в.х})\xi_3$	

где $t_1^{в.т}$, $t_2^{в.т}$, $t_1^{в.х}$, $t_2^{в.х}$ — температура воздуха в смежных помещениях, разделенных внутренними ограждающими конструкциями (стены, перегородки), соответственно в теплое и холодное время года;

ξ_1, ξ_2, ξ_3 — коэффициенты, принимаемые по табл. 19;

Таблица 19

Коэффициенты	Толщина конструкций, см					
	менее 5	5—14	15—24	25—39	40—59	более 60
ξ_1	1,0	0,95	0,75	0,5	0,3	0,2
ξ_2	0,7	0,6	0,4	0,25	0,15	0,1
ξ_3	0,4	0,6	0,8	0,8	0,65	0,5

ξ_4, ξ_5 — коэффициенты, принимаемые по графикам на рис. 9;

ψ — коэффициент, учитывающий несовпадение максимумов температуры наружного воздуха и солнечной радиации, принимаемый равным:

1 — для горизонтальной и вертикальных поверхностей южной, юго-западной и западной ориентаций;

0,7 — для вертикальных поверхностей восточной, юго-восточной, северо-восточной и северо-западной ориентаций.

При вычислении нормативных и расчетных значений, $\overline{t^т}$, $\overline{t^х}$, $\vartheta^т$, $\vartheta^х$ используются соответствующие нормативные и расчетные значения входящих в формулы величин.

Примечание. Для многослойных конструкций при определении $\overline{t}$ и ϑ следует использовать специальные указания. Многослойные конструкции, изготовленные из нескольких материалов, близких по теплофизическим параметрам (например, панель из легкого бетона с наружным и внутренним слоями из обычного бетона), допускается рассматривать как однослойные.

4.8. Изменения средних температур $\Delta t^т$, $\Delta t^х$ и перепады $\vartheta^т$, $\vartheta^х$ для однослойных конструкций допускается определять по формулам табл. 17, 18 СНиП II-6-74. В этих формулах введены некоторые упрощения. Например, не учитываются суточные амплитуды температуры наружного воздуха в холодной период года (ввиду их незначительности для большей части территории СССР), а также суточные амплитуды (как в холодное, так и в теплое время года) при определении Δt для внутренних конструкций зданий. При вычислении T_1 и T_2 приняты $I^{макс}=780$ Вт/м², $\rho=0{,}6$, $A_{VII}=15°C$.

5. ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Пример 1. Определить перемещения и усилия в высоком несимметричном в плане здании от ветровой нагрузки. Схема здания, его геометрические характеристики приведены на рис. 10. Формы и частоты собственных колебаний определяются как для системы с десятью дисками, каждый из которых имеет три степени свободы.

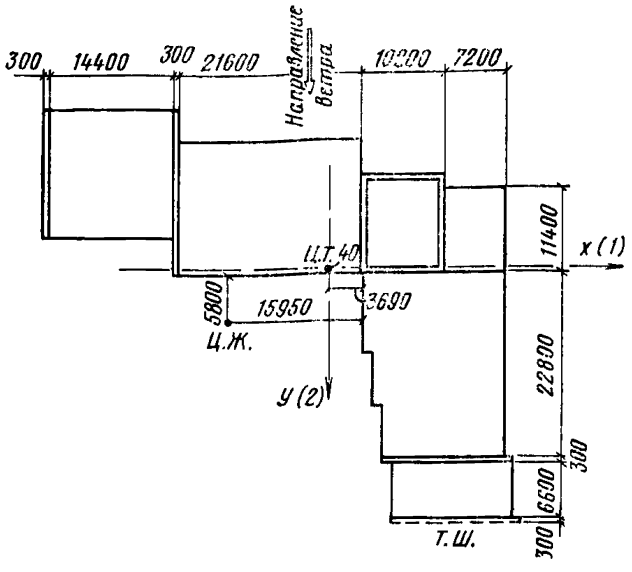


Рис. 10. Схема здания

Для зданий такого типа учитываются собственные формы поступательно-вращательных колебаний, соответствующих низшим собственным частотам системы (рис. 11).

Масса здания

$$\mu = \frac{\sum_{k=1}^{r} M_k}{H} \approx 58 \frac{\text{тсс}^2}{\text{м}^2}.$$

Момент инерции массы здания относительно оси, проходящей через центр тяжести

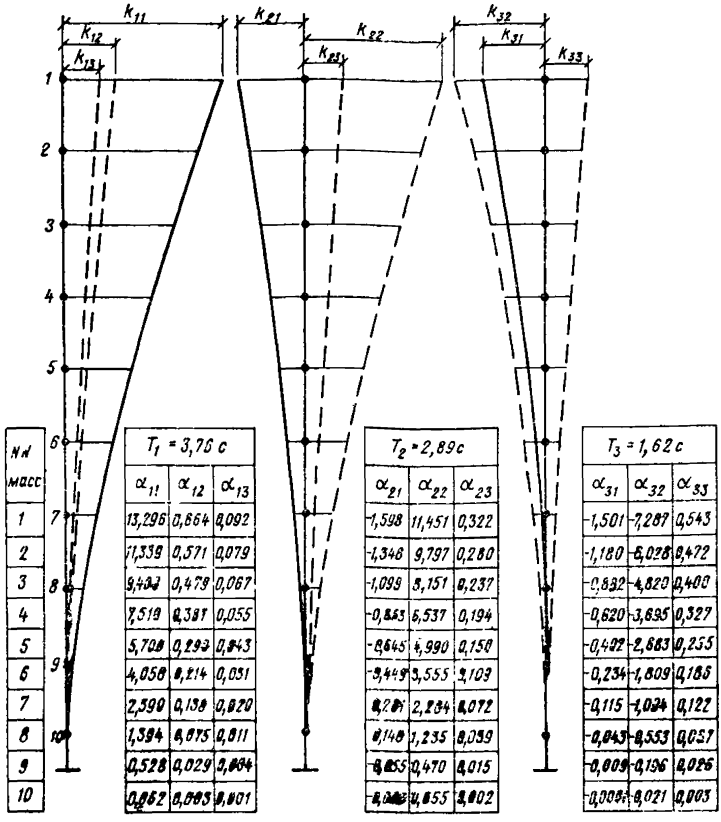
$$I = \frac{\sum_{=1}^{k\ r} I_k}{H} = 2{,}44 \cdot 10^4 \text{ тсс}^2.$$

Аэродинамический коэффициент $c_n = 1{,}2$, $c_t = 0$ аэродинамический эксцентриситет $e_a = 0{,}15B = 0{,}15 \cdot 54 = 8{,}1$ м.

Перемещения и усилия определяются для первого ветрового района и для двух типов местности Б и В.

Коэффициент пульсации для верха здания $m_Б = 0{,}56$; $m_В = 0{,}86$; $B/H = 54 : 90 = 0{,}6$.

Круговые собственные частоты и периоды колебания здания приведены в табл. 20.



№ масс	$T_1 = 3{,}76$ с		
	α_{11}	α_{12}	α_{13}
1	13,296	0,864	0,092
2	11,339	0,571	0,079
3	9,433	0,479	0,067
4	7,519	0,381	0,055
5	5,708	0,293	0,043
6	4,058	0,214	0,031
7	2,599	0,138	0,020
8	1,384	0,075	0,011
9	0,528	0,029	0,004
10	0,062	0,003	0,001

	$T_2 = 2{,}89$ с		
	α_{21}	α_{22}	α_{23}
1	-1,598	11,451	0,322
2	-1,348	9,797	0,280
3	-1,099	8,151	0,237
4	-0,853	6,537	0,194
5	-0,645	4,990	0,150
6	-0,449	3,555	0,109
7	-0,281	2,284	0,072
8	-0,148	1,235	0,039
9	-0,055	0,470	0,015
10	-0,006	0,055	0,002

	$T_3 = 1{,}62$ с		
	α_{31}	α_{32}	α_{33}
1	-1,501	-7,287	0,543
2	-1,180	-6,028	0,472
3	-0,832	-4,820	0,400
4	-0,620	-3,695	0,327
5	-0,402	-2,683	0,255
6	-0,234	-1,809	0,185
7	-0,115	-1,094	0,122
8	-0,043	-0,553	0,057
9	-0,009	-0,196	0,026
10	-0,0005	-0,021	0,003

Рис. 1·1. Периоды и формы собственных колебаний здания

Таблица 20

Текущая частота i	1	2	3
Собственные частоты (р/с) ω_i	1,67	2,17	3,87
Собственные периоды колебаний T_i (с)	3,76	2,89	1,62

Ординаты k_i составляющих пространственной формы собственных колебаний здания на уровне его верха в направлении 1, 2 и 3 соответствующей i-й собственной частоте, приведены в табл. 21.

Параметры A_i определяются по формуле

$$A_i = b_{12} k_{1i} + k_{2i} + k_{3i} e_a.$$

Учитывая, что $b_{12} = c_t/c_n = 0$, получим $A_i = k_{2i} + k_{3i} e_a$.

Таблица 21

Направление	Номер частоты, i, l		
	1	2	3
1	13,3	—1,6	—1,5
2	0,66	11,45	—7,29
3	0,092	0,32	0,54

Обобщенные массы здания вычисляются по формуле

$$M_{l\,\text{об}} = \frac{H}{3}\left[\mu\left(k_{1\,l}^2 + k_{2\,l}^2\right) + I\,k_{3\,l}^2\right].$$

Значения

$$M_{l\,\text{об}}, \quad \mu_{l\,l} = \frac{T_l}{T_i}, \quad \varepsilon_l = \frac{T_i v}{} \text{ и } A_l$$

приведены в табл. 22—24.

Таблица 22

i	1	2	3
$M_{i\,\text{об}}$, Т·м·с²	$3{,}15\cdot10^5$	$3{,}08\cdot10^5$	$3{,}1\cdot10^6$

Таблица 23

Параметр μ_{ei}

l	1	2	3
1	1		
2	0,77	1	
3	0,43	0,56	1

Таблица 24

i	1	2	3
ε_l	0,07	0,07	0,05
A_l	1,41	14,04	2,12

Нормативное значение статической составляющей ветровой нагрузки на уровне верха здания:

$$q^{\text{с}}_{\text{н,Б}}(H) = c_n q_0 k_{\text{Б}}(H) = 1{,}2\cdot27\cdot1{,}72 = 55{,}7 \text{ кгс/м}^2;$$

$$q^{\text{с}}_{\text{н,в}}(H) = c_n q_0 k_{\text{в}}(H) = 1{,}2\cdot27\cdot1{,}3 = 42{,}1 \text{ кгс/м}^2.$$

Параметры $C_{\text{Б}}$ и $C_{\text{в}}$ вычисляются по формуле п. 3.24:

$C_{\text{Б}} = 0{,}8165\cdot54\cdot90\cdot0{,}56\cdot55{,}7 = 124{,}4$ тс;

$C_{\text{в}} = 0{,}8165\cdot54\cdot90\cdot0{,}86\cdot42{,}1 = 143{,}3$ тс.

Значения $\nu_{11}=\nu_{22}=\nu_{33}\approx 0{,}4$, $\nu_{21}=\nu_{31}=\nu_{32}=0{,}35$ приняты по табл. 17.

Расчетное значение перемещения на уровне верха здания в направлении оси *2*.

$$y_{\text{р}}(H)=C_{\text{Б,В}}\left(\sum_{i=1}^{3}\sum_{l=1}^{3}\frac{A_i A_l \nu_{l\,i}^2 k_{2\,i} k_{2\,l}}{\omega_i^2 \omega_l^2 M_{i\,\text{об}} M_{l\,\text{об}}}\right)^{1/2}=C_{\text{Б,В}}\left(\frac{A_1^2 \nu_{11}^2 k_{21}^2}{\omega_1^4 M_{1\,\text{об}}^2}+\right.$$

$$+\frac{A_2^2 \nu_{22}^2 k_{22}^2}{\omega_2^4 M_{2\,\text{об}}^2}+\frac{A_3^2 \nu_{33}^2 k_{23}^2}{\omega_3^4 M_{3\,\text{об}}^2}+2\frac{A_1 A_2 \nu_{21}^2 k_{21} k_{22}}{\omega_1^2 \omega_2^2 M_{1\,\text{об}} M_{2\,\text{об}}}+$$

$$+2\frac{A_1 A_3 \nu_{31}^2 k_{21} k_{23}}{\omega_1^2 \omega_3^2 M_{1\,\text{об}} M_{3\,\text{об}}}+2\left.\frac{A_2 A_3 \nu_{32}^2 k_{22} k_{23}}{\omega_2^2 \omega_3^2 M_{2\,\text{об}} M_{3\,\text{об}}}\right)^{1/2}=$$

$$=\frac{C_{\text{Б,В}}}{10^5}\left\{\left(\frac{1{,}41\cdot 0{,}4\cdot 0{,}66}{(1{,}67)^2\cdot 3{,}15}\right)^2+\left(\frac{14{,}04\cdot 0{,}4\cdot 11{,}45}{(2{,}17)^2\cdot 3{,}08}\right)^2+\right.$$

$$+\left(\frac{2{,}92\cdot 0{,}4\cdot 7{,}29}{(3{,}87)^2\cdot 3{,}1}\right)^2+2\frac{1{,}41\cdot 14{,}04\cdot (0{,}35)^2\cdot 0{,}66\cdot 11{,}45}{(1{,}67)^2\,(2{,}17)^2\cdot 3{,}15\cdot 3{,}08}+$$

$$+2\frac{1{,}41(-2{,}92)\ (0{,}35)^2\cdot 0{,}66\,(-7{,}29)}{(1{,}67)^2\,(3{,}87)^2\cdot 3{,}15\cdot 3{,}10}+$$

$$\left.+2\frac{14{,}04\,(-2{,}92)\ (0{,}35)^2\ 11{,}45\ (-7{,}29)}{(2{,}17)^2\,(3{,}87)^2\cdot 3{,}08\cdot 3{,}1}\right\}^{1/2}=\frac{C_{\text{Б,В}}}{10^6}\cdot 4{,}61=$$

$$=\begin{cases}\dfrac{124{,}4\cdot 4{,}61}{10^5}=5{,}73\text{ мм для местности Б}\\[2ex]\dfrac{143{,}3\cdot 4{,}61}{10^5}=6{,}61\text{ мм для местности В}\end{cases}$$

Нормативное значение динамического крутящего момента на уровне *z*.

$$M_{\text{н.кр}}(z)=\frac{1}{2}C_{\text{Б,В}}\,I\,H\left(1-\frac{z^2}{H^2}\right)\left(\sum_{i=1}^{3}\sum_{l=1}^{3}\frac{A_i A_l k_{3\,i}\ k_{3\,l}\nu_{l\,i}^2}{M_{i\,\text{об}} M_{l\,\text{об}}}\right)^{1/2}=$$

$$=\frac{1}{2}C_{\text{Б,В}}\,I\,H\left(1-\frac{z^2}{H^2}\right)\left(\frac{A_1^2 K_{31}^2 \nu_{11}^2}{M_{1\,\text{об}}^2}+\frac{A_2^2 k_{32}^2 \nu_{22}^2}{M_{2\,\text{об}}^2}+\right.$$

$$\left.+\frac{A_3^2 k_{33}^2 \nu_{33}^2}{M_{3\,\text{об}}^2}+2\frac{A_1 A_2 k_{31} k_{32} \nu_{21}^2}{M_{1\,\text{об}} M_{2\,\text{об}}}+2\frac{A_1 A_3 k_{31} k_{33} \nu_{31}^2}{M_{1\,\text{об}} M_{3\,\text{об}}}+\right.$$

$$+2\frac{A_2 A_3 k_{32} k_{33} \nu_{32}^2}{M_{2\,об} M_{3\,об}}\Bigg)^{1/2} = \frac{1}{2} 90 \cdot 2{,}44 \cdot 10^4 \frac{C_{Б,В}}{10^5}\left(1-\frac{z^2}{H^2}\right)\times$$

$$\times\left\{\left(\frac{1{,}41 \cdot 0{,}092 \cdot 0{,}4}{3{,}15}\right)^2+\left(\frac{14{,}04 \cdot 0{,}32 \cdot 0{,}4}{3{,}08}\right)^2+\left(\frac{2{,}92 \cdot 0{,}54 \cdot 0{,}4}{3{,}1}\right)^2+\right.$$

$$+2\frac{1{,}41 \cdot 14{,}04 \cdot 0{,}092 \cdot 0{,}32\,(0{,}35)^2}{3{,}15 \cdot 3{,}08}+$$

$$+2\frac{1{,}41\,(-2{,}92)\,0{,}092 \cdot 0{,}54\,(0{,}35)^2}{3{,}15 \cdot 3{,}10}+$$

$$\left.+2\frac{14{,}04\,(-2{,}92)\,0{,}32 \cdot 0{,}54\,(0{,}35)^2}{3{,}08 \cdot 3{,}1}\right\}^{1/2} =$$

$$= \begin{cases} \left(1-\dfrac{z^2}{H^2}\right) 625 \text{ тсм; местность Б} \\ \left(1-\dfrac{z^2}{H^2}\right) 720 \text{ тсм; местность В} \end{cases},$$

Нормативное значение динамического изгибающего момента на уровне z в направлении *2*.

$$M_{н.из}(z) = \frac{C_{Б,В} \mu H^2}{6}\left(1-\frac{z}{H}\right)^2\left(2+\frac{z}{H}\right)\left(\sum_{i=1}^{3}\sum_{l=1}^{3}\times\right.$$

$$\left.\times\frac{A_i A_l k_{2\,i} k_{2\,l} \nu_{l\,i}^2}{M_{i\,об} M_{l\,об}}\right)^{1/2} = \frac{C_{Б,В} \mu H^2}{6}\left(1-\frac{z}{H}\right)^2\left(2+\frac{z}{H}\right)\times$$

$$\times\left(\frac{A_1^2 \nu_{11}^2 k_{21}^2}{M_{1\,об}^2}+\frac{A_2^2 \nu_{22}^2 k_{22}^2}{M_{2\,об}^2}+\frac{A_3^2 \nu_{33}^2 k_{23}^2}{M_{3\,об}^2}+2\frac{A_1 A_2 \nu_{21}^2 k_{21} k_{22}}{M_{1\,об} M_{2\,об}}+\right.$$

$$\left.+2\frac{A_1 A_3 \nu_{31}^2 k_{21} k_{33}}{M_{1\,об} M_{3\,об}}+2\frac{A_2 A_3 \nu_{32}^2 k_{22} k_{23}}{M_{2\,об} M_{3\,об}}\right)^{1/2} =$$

$$= C_{Б,В}\left(1-\frac{z^2}{H^2}\right)\left(2+\frac{z}{H}\right)\frac{58 \cdot 90^2}{6 \cdot 10^5}\left\{\left(\frac{1{,}41 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}66}{3{,}15}\right)^2\right.$$

$$+\left(\frac{14{,}04 \cdot 0{,}4 \cdot 11{,}45}{3{,}08}\right)^2+\left(\frac{2{,}92 \cdot 0{,}4 \cdot 7{,}29}{3{,}10}\right)^2+$$

$$+2\frac{1{,}41 \cdot 14{,}04 \cdot 0{,}66 \cdot 11{,}45\,(0{,}35)^2}{3{,}15 \cdot 3{,}08}+$$

$$+2\frac{1{,}41 \cdot 2{,}92 \cdot 0{,}66 \cdot 7{,}29\,(0{,}35)^2}{3{,}15 \cdot 3{,}10}+$$

$$+2\frac{14{,}04\cdot 2{,}92\cdot 11{,}45\cdot 7{,}29\,(0{,}35)^2}{3{,}08\cdot 3{,}10}\Bigg\}^{1/2}=C_{\text{Б,В}}\left(1-\frac{z^2}{H^2}\right)\times$$

$$\times\left(2+\frac{z}{H}\right)18{,}12=\begin{cases}22\,54\ \left(1-\dfrac{z^2}{H^2}\right)\left(2+\dfrac{z}{H}\right)\ \text{тсм; местность Б}\\ 25\,97\ \left(1-\dfrac{z^2}{H^2}\right)\left(2+\dfrac{z}{H}\right)\ \text{тсм; местность В}\end{cases}$$

Пример 2. Определить перемещение и динамическую составляющую ветровой нагрузки для высокого, симметричного в плане здания типа пластины. Размеры здания: $H=85$ м; $B=78$ м, $l=15$ м, масса здания $\mu=62{,}2$ тсс^2/м^2, момент инерции массы здания $I=4{,}39\cdot 10^4$ тсс^2, аэродинамический коэффициент $c_n=1{,}1$; аэродинамический эксцентрицитет $e_a=0{,}15B=11{,}7$ м. Перемещения и динамическая составляющая ветровой нагрузки определяются для первого ветрового района и для двух типов местности Б и В. Коэффициент пульсации для верха здания $m_Б=0{,}56$; $m_В=0{,}89$.

Круговые собственные частоты здания $\omega_2=2{,}21$ p/c; $\omega_3=2{,}13$ p/c (рис. 12):

$$A_1=K_{11}=1;\ A_2=K_{22}=1;\ A_3=K_{33};$$

$$e_a=\frac{11{,}7}{39}=0{,}3;$$

$$K_{33}=\frac{1}{39}=0{,}026\ 1/\text{м}.$$

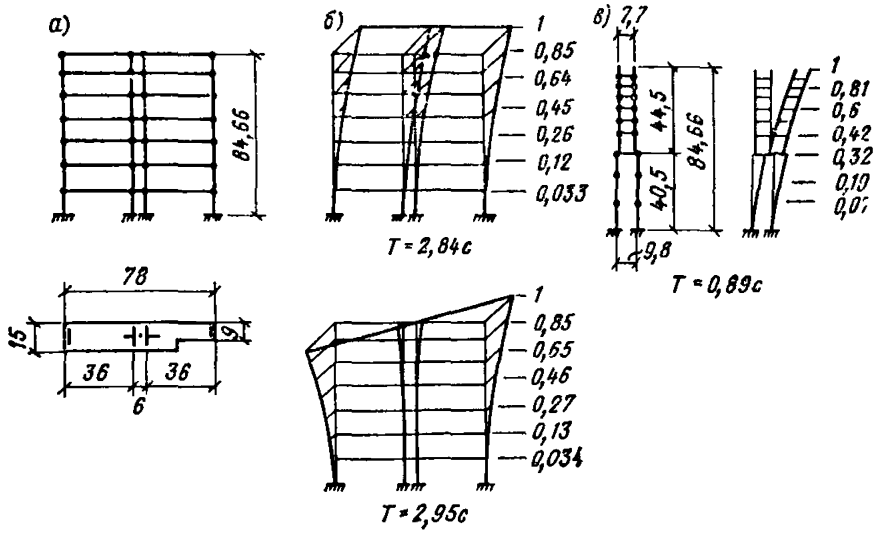


Рис. 12. Схема здания типа пластины и его собственные формы колебаний

а — схема здания; *б* — собственные поперечные формы колебаний здания; *в* — собственная продольная форма колебаний здания

Нормативное значение статической составляющей ветровой нагрузки на уровне верха здания:

$$q^{c}_{\text{Н.Б}}(H) = C_n\, q_0\, k_{\text{Б}}(H) = 1{,}1 \cdot 27 \cdot 1{,}67 = 49{,}6 \text{ кгс/м}^2;$$

$$q^{c}_{\text{Н.В}}(H) = C_n\, q_0\, k_{\text{В}}(H) = 1{,}1 \cdot 27 \cdot 1{,}25 = 37{,}1 \text{ кгс/м}^2.$$

Параметры $C_{\text{Б}}$ и $C_{\text{В}}$ вычисляются по формуле, приведенной в п. 3.24,

$$C_{\text{Б}} = 0{,}8165 \cdot 85 \cdot 78 \cdot 0{,}56 \cdot 49{,}6 = 149{,}7 \text{ тс};$$

$$C_{\text{В}} = 0{,}8165 \cdot 85 \cdot 78 \cdot 0{,}89 \cdot 37{,}1 = 178{,}1 \text{ тс};$$

$$\nu_{22\,\text{Б}} = \nu_{33\,\text{Б}} = \nu_{32\text{В}} = 0{,}36;\ \nu_{22\,\text{В}} = \nu_{33\,\text{В}} = \nu_{32\text{В}} = 0{,}33.$$

Обобщенная масса, соответствующая поступательным колебаниям здания $M_{200} = \mu H/3 = 1756{,}4$ тсс^2/м^2, для вращательных колебаний

$$M_{3\,\text{об}} = \frac{I\,H\,K^2_{33}}{3} = 815 \text{ тсс}^2/\text{м}.$$

Расчетное перемещение крайней диафрагмы на уровне верха здания в направлении *2* определяется по формуле (16)

$$y_{\text{ор.Б}}(H) = \frac{3 \cdot 149{,}7}{62{,}2 \cdot 85 \cdot 2{,}21^2}\left[0{,}36^2 + 78 \cdot 11{,}7 \times \right.$$

$$\left. \times \frac{62{,}2 \cdot 0{,}36^2}{4{,}39 \cdot 10^4}\left(\frac{2{,}21}{2{,}13}\right)^2 + \frac{78^2}{4}\,0{,}36^2 \cdot 11{,}7^2\left(\frac{62{,}2}{4{,}39 \cdot 10^4}\right)^2\left(\frac{2{,}21}{2{,}13}\right)^4\right]^{1/2} =$$

$$= 0{,}107 \text{ м};$$

$$y_{\text{ор.В}}(H) = 0{,}116 \text{ м}.$$

Нормативное значение динамической составляющей ветровой нагрузки, действующей на крайнюю диафрагму, определяется по формуле (14)

$$q_{\text{н.ин.Б}}(z) = \frac{3 \cdot 149{,}7\,z}{85^2}\left(0{,}36^2 + \frac{2 \cdot 11{,}7 \cdot 0{,}36^2}{78} + \frac{11{,}7^2 \cdot 0{,}36^2}{78}\right)^{1/2} =$$

$$= 0{,}031\,z \text{ тс/м};\ q_{\text{н.ин.В}}(z) = 0{,}033\,z \text{ тс/м}.$$

Нормативное значение крутящего момента на уровне основания здания:

$$M_{\text{н.кр.Б}}(0) = \frac{3 \cdot 149{,}7 \cdot 11{,}7 \cdot 0{,}36}{2} = 945{,}8 \text{ тс/м};$$

$$M_{\text{н.кр.В}}(0) = 1031{,}5 \text{ тс/м}.$$

Пример 3. Определить расчетные изменения во времени средней по сечению температуры Δt^{τ}, Δt^{x} и расчетные перепады температуры по сечению ϑ^{τ}, ϑ^{x} для наружной стены восточной ориентации крупнопанельного жилого дома в Москве в стадии эксплуатации.

Стеновые панели из керамзитобетона толщиной $\delta=0{,}36$ м; коэффициент теплопроводности $\lambda=0{,}52$ Вт/м·°С (0,45 ккал/м·ч·°С):

$$\rho = 0{,}6;\ R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0{,}36}{0{,}52} = 0{,}69\ \text{м}^2\,°\text{С/Вт}\ (0{,}8\ \text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot°\text{С/ккал});$$

$$\alpha_н = 23{,}2\ \text{Вт/м}^2\cdot°\text{С}\ (20\ \text{ккал/м}^2\cdot\text{ч}\cdot°\text{С}).$$

Начальная температура:

$$t_0^т = 0{,}8\,t_{VII} + 0{,}2\,t_I = 0{,}8\cdot 20° - 0{,}2\cdot 10° = 14°\text{С};$$

$$t_0^х = 0{,}2\,t_{VII} + 0{,}8\,t_I = 0{,}2\cdot 20° - 0{,}8\cdot 10° = -4°\text{С}.$$

Температура наружного воздуха (в скобках значения по СНиП II-А.6-72):

$$t_н^т = t_{VII} + \Delta_{VII} = 20° + 6° = 26\ °\text{С};\quad t^т = 26° + 3° =$$

$$= 29\ °\text{С}\ (28\ °\text{С});$$

$$t_н^х = t_I - \Delta_I = -10° - 20° = -30\ ^\text{с}\text{С};\quad t^х = 30° - 6° =$$

$$= -36\ °\text{С}\ (-32\ °\text{С});$$

$$A_{VII} = 15\ °\text{С}\ (10{,}4\ °\text{С});\quad A_I = 5\ °\text{С}\ (6{,}2\ °\text{С}).$$

Солнечная радиация: $I^{макс}=780$ Вт/м² (670 ккал/м²·ч);

$$t^{рад} = \frac{\rho}{\alpha_н} I^{макс} k = \frac{0{,}6}{23{,}2}\cdot 780\cdot 0{,}25 = 5\ °\text{С};$$

$$A^{рад} = \frac{\rho}{\alpha_н} I^{макс}(1-k) = \frac{0{,}6}{23{,}2}\cdot 780\cdot 0{,}75 = 15\ °\ \text{С}.$$

Температура воздуха внутри помещений:

$$t_н^{вх} = 20\ °\text{С};\quad \theta^{вх} = 5\ °\text{С};\quad t^{вт} = 25\ °\text{С};\quad \theta^{вт} = 5\ °\text{С}.$$

Средняя температура стены по формулам табл. 18:

$$\overline{t}^т = t^т + t^{рад}\,\xi_4 + \psi\,(0{,}5\,A_{VII}\,\xi_1 + A^{рад}\,\xi_2) = 29° + 5°\cdot 0{,}55 +$$

$$+ 0{,}7\,(0{,}5\cdot 15°\cdot 0{,}5 + 15°\cdot 0{,}25) = 37\ °\text{С};$$

$$\overline{t}^х = t^х\,\xi_4 + t^{вх}(1-\xi_4) - 0{,}5\,A_I\,\xi_2 = -36°\cdot 0{,}55 + (20° - 5°)\times$$

$$\times(1 - 0{,}55) - 0{,}5\cdot 5°\cdot 0{,}25 = -14\ °\text{С}.$$

Перепад температуры по сечению стены по формулам табл. 18:

$$\vartheta^т = t^{рад}\,\xi_5 + A^{рад}\,\xi_3 = 5°\cdot 0{,}82 + 15°\cdot 0{,}8 = 16\ °\text{С};$$

$$\vartheta^х = (t^х - t^{вх})\cdot\xi_5 - 0{,}5\,A_I\,\xi_3 = [-36° - (20° + 5°)]0{,}82 -$$

$$- 0{,}5\cdot 5°\cdot 0{,}8 = -52\ °\text{С}.$$

Изменения во времени средней температуры стены по формулам табл. 18:

$$\Delta t^т = \overline{t}^т - t_0^х = 37° + 4° = 41\ °\text{С};$$

$$\Delta t^х = \overline{t}^х - t_0^т = -14° - 14° = -28\ °\text{С}.$$

Изменения во времени средней температуры стены и перепады температуры по сечению стены по формулам табл. 17, 18 СНиП II-6-74:

$$\Delta t^{т} = t^{т} + T_1 - t_0^{х} = 29° + 10° + 4° = 43\ °C; \quad \vartheta^{т} = 15\ °C;$$

$$\Delta t^{х} = (t^{х} + t^{вх})\ 0{,}5 - t_0^{т} = [-36° + (20° - 5°)]\ 0{,}5 - 14° =$$

$$= -25\ °C;$$

$$\vartheta^{х} = t^{х} - t^{вх} = -36° - (20° + 5°) = -61\ °C.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ВЕТРА ЗАДАННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ

Для определения скоростей ветра заданной обеспеченности (интегральной повторяемости) используется метод статистической экстраполяции.

В основу этого метода положен двухпараметрический закон

$$F(x) = e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\gamma}},$$

где $F(x)$ есть вероятность того, что скорость ветра достигнет или превзойдет величину x; β и γ — параметры, зависящие от ветрового режима данного района.

Номограмма для сглаживания кривой распределения скоростей ветра приведена на рис. 13. По оси абсцисс отложена в билогарифмическом масштабе функция F (в %), а по оси ординат в логарифмическом масштабе скорости ветра в м/с. Кроме того, на оси абсцисс отложена величина n, показывающая, во сколько лет наблюдается один случай заданной скорости. Связь n с $F(x)$ выражается следующим соотношением:

$$n = \frac{1}{NF(x)}, \qquad (1)$$

где N — число наблюдений в течение года.

При помощи номограммы скорость ветра заданной обеспеченности определяется следующим образом.

В Справочнике по климату СССР (ч. III, табл. 5) приведены вероятности скорости ветра по градациям (в % от общего числа наблюдений за каждый год). По этим дифференциальным вероятностям скоростей ветра вычисляются интегральные вероятности, которые наносятся на номограмму. По точкам проводится прямая линия от 2 м/с до наибольших наблюдаемых скоростей ветра и далее продолжается до пересечения с вертикальной линией, соответствующей заданной повторяемости.

Пример 1. По данным наблюдений метеорологической станции Москва (Сельскохозяйственная академия) определить скорость ветра, повторяющуюся в среднем один раз в 5 лет.

Таблица 25

Скорость ветра, м/с	Вероятности скорости ветра по градации, %	Интегральная повторяемость скорости ветра, %
0—1	22,2	100
2—3	31,5	77,81
4—5	26,3	46,31
6—7	12,3	20,01
8—9	4,9	7,71
10—11	1,4	2,81
12—13	0,8	1,41
14—15	0,3	0,61
16—17	0,2	0,31
18—20	0,1	0,11
21—24	0,01	0,01

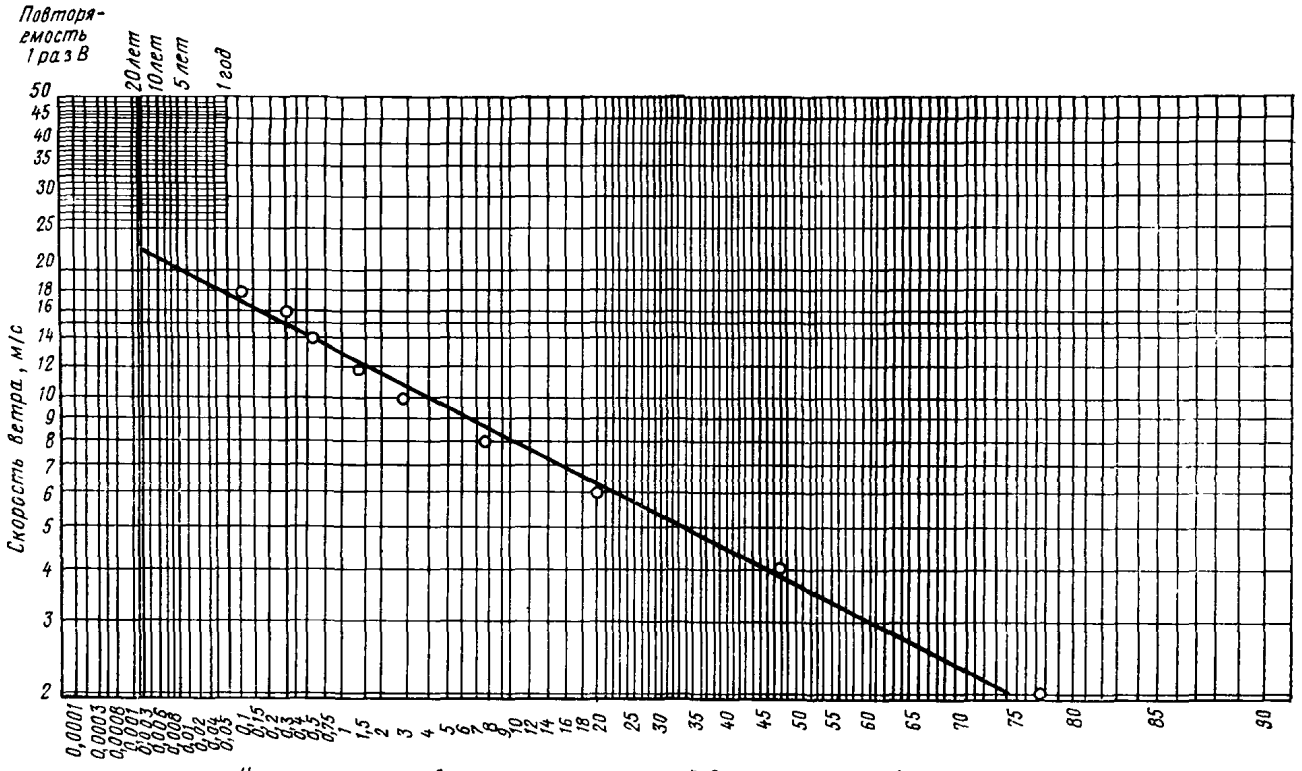


Рис. 13. Номограмма для определения скоростей ветра различной вероятности. Москва.

Таблица 26

Вероятности скорости ветра по направлениям (в %) Москва

Градации скорости	Направления							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
0—1	36,3 / 3,025 — 11,36 / 100	32,5 / 2,708 — 7,41 / 100	25,8 / 2,15 — 7,20 / 100	30,3 / 2,525 — 11,98 / 100	28,8 / 2,4 — 13,89 / 100	41,8 / 3,483 — 16,60 / 100	41,6 / 3,467 — 15,53 / 100	41,4 / 3,45 — 16,05 / 100
2—5	72,9 / 6,075 — 8,34 / 73,38	48,6 / 4,06 — 4,70 / 63,44	51,6 / 4,3 — 5,05 / 70,15	81,6 / 6,8 — 9,45 / 78,32	97,8 / 8,15 — 11,49 / 82,73	129,5 / 10,792 — 13,12 / 79,02	116,0 / 9,667 — 12,06 / 77,67	105,8 / 8,817 — 12,60 / 78,51
6—9	21,9 / 1,825 — 2,26 / 19,93	6,8 / 0,567 — 0,65 / 8,76	8,3 / 0,692 — 0,75 / 10,44	27,4 / 2,283 — 2,65 / 22,16	35,0 / 2,917 — 3,34 / 24,06	25,7 / 2,142 — 2,32 / 14,0	25,4 / 2,117 — 2,39 / 15,41	36,9 / 3,075 — 3,78 / 23,58
10—13	3,6 / 0,3 — 0,44 / 3,87	0,62 / 0,052 — 0,082 / 1,11	0,69 / 0,0575 — 0,06 / 0,83	3,66 / 0,305 — 0,37 / 3,10	4,0 / 0,333 — 0,43 / 3,07	1,63 / 0,136 — 0,182 / 1,096	2,73 / 0,227 — 0,28 / 1,78	6,3 / 0,525 — 0,71 / 4,42
14—17	1,19 / 0,099 — 0,14 / 1,23	0,26 / 0,022 — 0,03 / 0,41	0,03 / 0,0025 — 0,0025 / 0,03	0,66 / 0,055 — 0,066 / 0,55	1,06 / 0,088 — 0,093 / 0,676	0,55 / 0,046 — 0,046 / 0,28	0,59 / 0,049 — 0,049 / 0,32	1,83 / 0,153 — 0,185 / 1,15
18—20	0,49 / 0,041 — 0,04 / 0,36	0,1 / 0,008 — 0,008 / 0,11	— —	0,13 / 0,011 — 0,011 / 0,09	0,06 / 0,005 — 0,005 / 0,04	— —	— —	0,39 / 0,033 — 0,033 / 0,20

В табл. 25 записаны вероятности скорости ветра по градациям через 2 м/с от общего числа наблюдений, приведенные в Справочнике по климату СССР (ч. III), и интегральные вероятности, вычисленные путем суммирования числа случаев от наибольших значений скорости к наименьшим. Эти повторяемости наносятся на номограмму (рис. 13) по точкам проводят прямую от 2 м/с до вертикали, соответствующей периоду повторяемости 5 лет, и определяют требуемую скорость ветра $v_5=20$ м/с.

Пример 2. Для метеорологической станции Москва (Сельскохозяйственная академия) установить уровень скорости, отвечающий периоду повторяемости для 8 румбов (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ).

По табл. 7 Справочника по климату СССР (ч. III) вычисляем вероятности скорости ветра по градациям (в %) для 8 румбов путем осреднения приведенных в таблице вероятностей за месяц. Определяем интегральные повторяемости для каждого румба, которые наносятся на номограмму.

Вероятности скорости ветра по направлениям (в %) приведены в табл. 26.

Для каждого румба в числителе левого столбца таблицы даны вероятности скорости по градациям (в %) за месяц, в знаменателе — за год. В числителе правого столбца даны интегральные повторяемости, в знаменателе — их относительные значения. Последние наносятся на номограмму.

При определении периодов повторяемости скорости ветра для рассматриваемого румба следует учесть, что при обработке всей совокупности срочных наблюдений периодом повторяемости $n=1, 5, 10, 15, 20$ лет соответствуют значения $F(x)=\frac{1}{4\cdot 365\cdot n}$ (при четырех срочных наблюдениях в сутки), а именно 0,0684, 0,0137, 0,00684, 0,00457, 0,00342%. При обработке данных по отдельным румбам α соответствующие значения $F(x/\alpha)$ должны быть определены по формуле:

$$F(x/\alpha)=\frac{F(x)}{P(\alpha)}, \qquad (2)$$

где $P(\alpha)$ — повторяемость ветров рассматриваемого румба.

Так, например, для северного и северо-восточного румбов при $P_{\text{с}}(\alpha)=11{,}36\%$ и $P_{\text{св}}(\alpha)=7{,}41\%$ (см. табл. 26) периодам повторяемости 1,5; 10, 15 и 20 лет соответствуют условные вероятности:

$$F_{\text{с }1}(x/\alpha)=\frac{0{,}0684}{0{,}1136}=0{,}6018\ \%;\ F_{\text{с }5}(x/\alpha)=0{,}121\ \%;$$

$$F_{\text{с }10}(x/\alpha)=0{,}06\ \%;$$

$$F_{\text{с }15}(x/\alpha)=0{,}04\ \%;\ F_{\text{с }20}(x/\alpha)=0{,}03\ \%;\ F_{\text{с в }1}(x/\alpha)=0{,}924\ \%;$$

$$F_{\text{с в }5}(x/\alpha)=0{,}185\ \%;$$

$$F_{\text{с в }10}(x/\alpha)=0{,}092\ \%;\ F_{\text{с в }15}(x/\alpha)=0{,}062;$$

$$F_{\text{с в }20}(x/\alpha)=0{,}046\ \%.$$

На рис. 14 приведена номограмма для определения скоростей ветра различной вероятности для северного румба. При учете всей

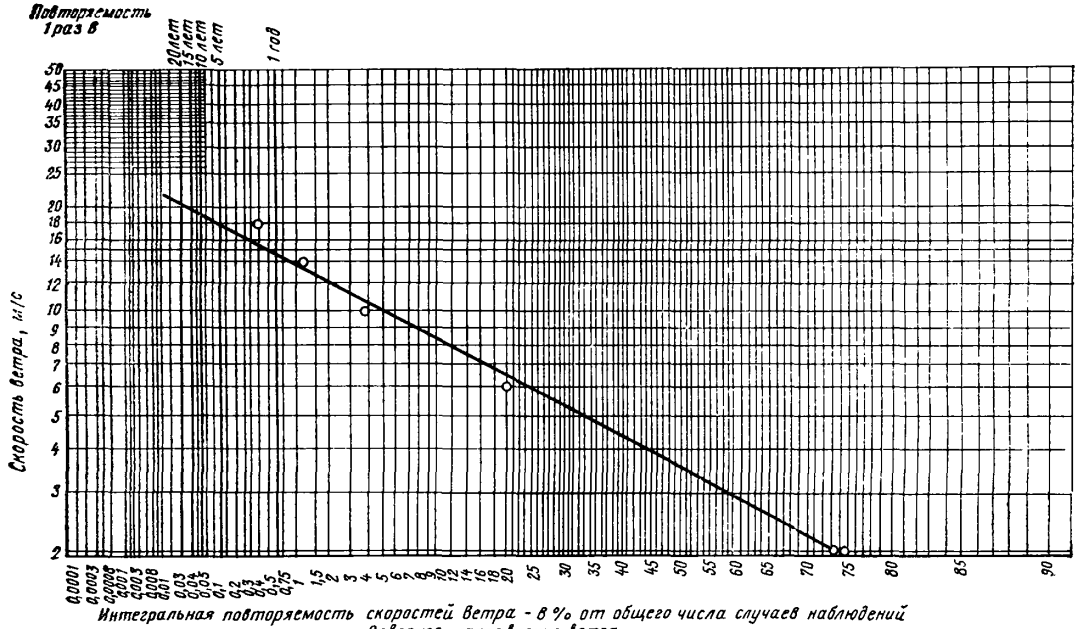


Рис. 14. Номограмма для определения скоростей ветра различной вероятности. Москва

совокупности нормативная скорость $v_5 = 20$ м/с, для рассматриваемого румба $v_{c5} = 18$ м/с.

Из рассмотрения скоростей, соответствующих нормативной повторяемости (5 лет) следует, что значения $v_5(\alpha)$, установленные для отдельных румбов, получаются меньше $|v_5|$ для модуля скорости ветра по всем направлениям.

Отсюда следует, что учет направления ветра может дать существенное снижение ветровой нагрузки для протяженных зданий при наличии надежных данных о скоростях ветра по румбам, полученных на ближайшей к рассматриваемому району метеорологической станции.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
1. Общие положения	4
2. Вертикальные нагрузки	8
Собственный вес конструкций	8
Полезные нагрузки на перекрытия	8
Снеговые нагрузки	12
3. Ветровые нагрузки	14
4. Температурные климатические воздействия	27
5. Примеры определения скоростей ветра заданной обеспеченности	32
Приложение. Определение скоростей ветра заданной обеспеченности	42

ЦНИИСК ИМ. В. А. КУЧЕРЕНКО

Пособие по расчету крупнопанельных зданий
Выпуск 3

Нагрузки и воздействия

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Г. А. Жигачева
Редактор Л. Г. Бальян
Мл. редактор М. А. Жарикова
Технические редакторы В. М. Родионова, Ю. Л. Циханкова
Корректоры Г. А. Кравченко, Н. О. Родионова

Сдано в набор 25/V 1977 г. Подписано к печати 14/IX 1977 г.
Формат 84×108¹/₃₂ д. л. Бумага типографская № 2
2,52 усл. печ. л. (2,65 уч.-изд. л.)
Тираж 20 000 экз. Изд. № XII—7161 Зак. 304 Цена 15 коп.

Стройиздат
103006, Москва, Каляевская, 23а

Подольский филиал ПО «Периодика» Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Подольск, ул. Кирова, 25

gost.e-ecolog.ru