

Рекомендации по проектированию

1. Теплотехнические характеристики сэндвич-панелей

Сэндвич-панели содержат в своей структуре высокоэффективные утеплители (ППИ и ППУ). Таким образом, теплоизоляционные свойства панелей обусловлены, прежде всего, характеристиками применяемого утеплителя. Основную теплоизолирующую роль играют замкнутые поры в пенополиуретане, наполненные газовой смесью образованные в процессе реакции полимеризации. В результате, теплоизоляционные свойства сэндвич-панелей основаны на низкой, эталонной теплопроводности газовой смеси, заключенной в замкнутых порах пенополиуретана.

Z-LOCK, видимое крепление

Толщина, мм	30	50	60	80	100	120	150	200	220
(ППИ) Приведенное сопротивление теплопередаче **, m ² C/Вт	1,12	1,81	2,15	2,84	3,54	4,22	5,25	6,99	7,67
(ППУ) Приведенное сопротивление теплопередаче **, m ² C/Вт	1,05	1,69	2,01	2,65	3,31	3,94	4,91	6,53	7,17

**Для гражданского строительства в Москве принято 3,2 m

SECRET FIX, скрытое крепление

Толщина, мм	50	60	80	100	120	150	200	220
(ППИ) Приведенное сопротивление теплопередаче, m ² C/Вт	1,69	2,01	2,65	3,31	3,94	4,91	6,53	7,17
(ППУ) Приведенное сопротивление теплопередаче, m ² C/Вт	1,69	2,01	2,65	3,31	3,94	4,91	6,53	7,17

Кровельные Сэндвич-Панели

Толщина, мм	50	60	80	100	120	150	200	220
(ППИ) Приведенное сопротивление теплопередаче, м²С/Вт	1,92	2,29	3,02	3,75	4,48	5,59	7,42	8,15
(ППУ) Приведенное сопротивление теплопередаче, м²С/Вт	1,79	2,14	2,82	3,50	4,19	5,22	6,93	7,62

2. Пожарная безопасность зданий и сооружений

Трехслойные сэндвич-панели периодически подвергаются испытаниям на пожарную безопасность с определением пределов огнестойкости и классов пожарной опасности ограждающих конструкций. Испытания проводятся на натуральных образцах панелей в ведущих научно-исследовательских центрах квалифицированными специалистами в области противопожарной. На все виды испытаний по пожарной опасности получены полные отчеты с выводами о фактических пределах огнестойкости конструкций из трехслойных сэндвич-панелей.

Огнестойкость и пожарная опасность конструкций из трехслойных стеновых и кровельных сэндвич-панелей

Виды панелей		Толщина трехслойных сэндвич-панелей								
Толщина, мм		30	50	60	80	100	120	150	200	220
Теплоизоляция		Пенополиуретан								
Предел огнестойкости	Стеновые панели	E 15	EI 15							
	Кровельные панели	R 15	RE 15							
Теплоизоляция		Пенополиизоцианурат								
Предел огнестойкости	Стеновые панели	EI 15		EI 30			EI 45			
	Кровельные панели	RE 15		REI 30						

3. Несущая способность панелей

«Рекомендации по определению несущей способности кровельных и фасадных сэндвич-панелей» выполнены ЦНИИПСК им. Мельникова.

При разработке методик был использован европейский опыт расчета и испытаний трехслойных панелей, изложенный в Европейском стандарте prEN 14509 «Самонесущие теплоизоляционные панели с двойной металлической обшивкой – Изделия заводского производства - Технические условия» и представленный на рассмотрение членам CEN (Европейского комитета по стандартизации).

Снеговая нагрузка

Снеговую нагрузку на сооружение следует определять по СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия» раздел 5.

Полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия S следует определять по формуле:

$$S = S_q \mu,$$

где S_q - расчетное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, принимаемое в соответствии с таблицей №18;

μ - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с пп. 5.3-5.6 СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», (см. Приложение 3), при этом промежуточные значения коэффициента необходимо определять линейной интерполяцией.

Снеговые районы РФ (Приложение 5)	I	II	III	IV	V	VI	VII
S_q кПа (кгс/м ²)	0,8 (80)	1,2 (120)	1,8 (180)	2,4 (240)	3,2 (320)	4,0 (400)	5,6 (560)

В тех случаях, когда более неблагоприятные условия работы элементов конструкций возникают при частичном загрузении, следует рассматривать схемы со снеговой нагрузкой, действующей на половине или четверти пролета (для покрытий с фонарями - на участках шириной b).

В необходимых случаях снеговые нагрузки следует определять с учетом предусмотренного дальнейшего расширения здания.

Варианты с повышенными местными снеговыми нагрузками, приведенные в обязательном приложении 3 СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», необходимо учитывать при расчете плит, настилов и прогонов покрытий.

Нормативное значение снеговой нагрузки S_0 следует определять умножением расчетного значения на коэффициент 0,7.

Ветровая нагрузка

Ветровую нагрузку следует определять по СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия» раздел 6.

Ветровую нагрузку на сооружение следует рассматривать *как совокупность*:

а) нормального давления w_e , приложенного к внешней поверхности сооружения или элемента;

б) сил трения w_f , направленных по касательной к внешней поверхности и отнесенных к площади ее горизонтальной (для волнистых покрытий, покрытий с фонарями) или вертикальной проекции (для стен с лоджиями и подобных конструкций);

в) нормального давления w_i , приложенного к внутренним поверхностям зданий с проницаемыми ограждениями, с открывающимися или постоянно открытыми проемами;

либо как нормальное давление w_x , w_y , обусловленное общим сопротивлением сооружения в направлении осей x и y и условно приложенное к проекции сооружения на плоскость, перпендикулярную соответствующей оси.

При проектировании высоких сооружений, относительные размеры которых удовлетворяют условию $h/d > 10$, необходимо дополнительно производить поверочный расчет на вихревое возбуждение (ветровой резонанс); здесь h — высота сооружения, d — минимальный размер поперечного сечения, расположенного на уровне $2/3h$.

Ветровую нагрузку следует определять как сумму средней и пульсационной составляющих.

При определении внутреннего давления w_i , а также при расчете многоэтажных зданий высотой до 40 м и одноэтажных производственных зданий высотой до 36 м при отношении высоты к пролету менее 1,5, размещаемых в местностях типов А и В, пульсационную составляющую ветровой нагрузки допускается не учитывать.

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m на высоте z над поверхностью земли следует определять по формуле:

$$w_m = w_0 k c,$$

где w_0 — нормативное значение ветрового давления;

k — коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте;

c — аэродинамический коэффициент (приложение 4 СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия).

Нормативное значение ветрового давления w_0 следует принимать в зависимости от ветрового района по данным таблицы №19.

Ветровые районы РФ (Приложение 6)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 , кПа (кгс/м ²)	0,17 (17)	0,23 (23)	0,30 (30)	0,38 (38)	0,48 (48)	0,60 (60)	0,73 (73)	0,85 (85)

Для горных и малоизученных районов, обозначенных на карте 3, нормативное значение ветрового давления w_0 допускается устанавливать на основе данных метеостанций Госкомгидромета, а также результатов обследования районов строительства с учетом опыта эксплуатации сооружений. При этом нормативное значение ветрового давления w_0 , Па, следует определять по формуле:

$$w_0 = 0.61 v_0^2,$$

где v_0 — численно равно скорости ветра, м/с, на уровне 10 м над поверхностью земли для местности типа А, соответствующей 10-минутному интервалу осреднения и превышаемой в среднем раз в 5 лет (если техническими условиями, утвержденными в установленном порядке, не регламентированы другие периоды повторяемости скоростей ветра).

Коэффициент k , учитывающий изменение ветрового давления по высоте z , определяется по таблице №20 в зависимости от типа местности. Принимаются следующие типы местности:

Коэффициент k для типов местности

Высота z , м	A	B	C
≥ 5	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1,0
80	1,85	1,45	1,15
100	2,0	1,6	1,25
150	2,25	1,9	1,55
200	2,45	2,1	1,8
250	2,65	2,3	2,0
300	2,75	2,5	2,2
350	2,75	2,75	2,35
2 480	2,75	2,75	2,75

Примечание: При определении ветровой нагрузки типы местности могут быть различными для разных расчетных направлений ветра.

A — открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра;

B — городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;

C — городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.

Сооружение считается расположенным в местности данного типа, если эта местность сохраняется с наветренной стороны сооружения на расстоянии $30h$ — при высоте сооружения h до 60 м и 2 км — при большей высоте.

При определении компонентов ветровой нагрузки w_e , w_f , w_i , w_x , w_y следует использовать соответствующие значения аэродинамических коэффициентов: внешнего давления c_e , трения c_f , внутреннего давления c_i и лобового сопротивления c_x или c_y , принимаемых по обязательному приложению 4, где стрелками показано направление ветра. Знак «плюс» у коэффициентов c_e или c_i соответствует направлению давления ветра на соответствующую поверхность, знак «минус» — от поверхности. Промежуточные значения нагрузок следует определять линейной интерполяцией.

При расчете креплений элементов ограждения к несущим конструкциям в углах здания и по внешнему контуру покрытия следует учитывать местное отрицательное давление ветра с аэродинамическим коэффициентом $c_e = -2$, распределенное вдоль поверхностей на ширине 1,5 м (см. рис. ниже).

Примечание: При определении ветровой нагрузки на поверхности внутренних стен и перегородок при отсутствии наружного ограждения (на стадии монтажа здания) следует использовать аэродинамические коэффициенты внешнего давления c_e или лобового сопротивления c_x .

Участки с повышенным отрицательным давлением ветр

Ниже приведены карты районирования территории по расчетному значению веса снегового покрова земли и по давлению ветра.

Районирование территории Российской Федерации по расчетному значению веса снегового покрова земли



Районирование территории Российской Федерации по давлению ветра



4. Допустимые расчетные нагрузки на стеновые и кровельные трехслойные сэндвич-панели

Таблица 1

Схема нагружения - однопролетная балка, Стеновая панель

Толщина панели, мм	Несущая способность при равномерно распределенных нагрузках, кг/м ²									
	Пролет, м									
	1,5	2,0	2,5	3	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
30	185	117	79	60						
50	267	184	128	94	74	53	46			
60	308	218	152	111	115	62	53			
80	390	285	201	145	112	81	68	53		
100	504	377	273	181	142	104	86	68	58	49
120		472	341	215	169	123	101	80	69	58
150			410	282	220	160	132	104	89	74
200				393	303	212	178	143	119	95
220				427	385	294	193	155	130	104

Примечание: ширина опор не должна быть менее 40 мм.

Таблица 2

Схема нагружения - двухпролетная балка, Стеновая панель

Толщина панели, мм	Несущая способность при равномерно распределенных нагрузках, кг/м ²									
	Пролет, м									
	1,5	2,0	2,5	3	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
30	123	78	53	40						
50	178	123	85	63	49	35	31			
60	205	145	101	74	77	41	35			
80	260	190	134	97	75	54	45	35		
100	336	251	182	121	95	69	57	45	39	33
120		315	227	143	113	82	67	53	46	39
150			273	188	147	107	88	69	59	49
200				262	202	141	119	95	79	63
220				285	257	196	129	103	87	69

Примечание: ширина опор не должна быть менее 40 мм.

Таблица 3

Схема нагружения - однопролетная балка, Кровельная Панель

Толщина панели, мм	Несущая способность при равномерно распределенных нагрузках, кг/м ²									
	Пролет, м									
	1,5	2,0	2,5	3	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
50	354	240	182	122	92	60				
60	451	310	231	154	115	75				
80	645	452	330	219	163	106	83	59		
100	742	659	456	294	219	143	112	80	63	
120		752	507	324	253	180	141	102	81	58
150			583	369	304	235	185	133	108	82
200			710	444	389	327	257	188	153	122
220				474	423	364	286	210	171	138

Примечание: ширина опор не должна быть менее 60 мм.

Таблица 4

Схема нагружения - неразрезная двухпролетная балка, Кровельная Панель

Толщина панели, мм	Несущая способность при равномерно распределенных нагрузках, кг/м ²									
	Пролет, м									
	1,5	2,0	2,5	3	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
50	282	185	129	84	73					
60	353	256	172	112	92	62	65			
80	496	349	258	169	132	96	84			
100	700	491	335	224	177	130	103	73		
120		572	391	246	205	163	135	94	75	54
150		734	475	279	247	214	183	125	102	75
200			615	334	317	300	263	177	147	110
220			671	356	345	334	295	198	165	124

Примечание: ширина опор не должна быть менее 60 мм.