

**Расчетные и фактические показатели несущей способности для сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) в соответствии со Сводом Правил (СП 362.1355800.2017) по параметрам Технических Условий (ТУ Промышленной Группы Terplant) для различных схем нагружения**

**ОКТАБРЬ 2025г.**

## Содержание

Методика расчета несущей способности стеновых и кровельных сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) по СП 362.1355800.2017, которой пользовался конструкторский отдел Промышленной группы Teplant .....	3
Результаты расчетов показателей несущей способности сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата), выполненные согласно СП 362.1355800.2017 .....	10
Результаты натурных испытаний несущей способности сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) в соответствии с требованиями к Товару по Техническим Условиям (ТУ заводов Промышленной Группы Teplant) .....	18
Видеоматериалы натурных испытаний несущей способности сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) при различных схемах нагружения, с фиксацией фактических параметров разрушения целостности конструкции панели в соответствии с требованиями ТУ заводов Промышленной Группы Teplant .....	24
Сводные данные комиссии Промышленной Группы Teplant по результатам натурных испытаний сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) на фактическую проверку несущей способности и разрушающей нагрузки при различных схемах нагружения .....	25
Сводные данные по несущей способности стеновых и кровельных панелей, полученные путём расчета и путем проведения натурных испытаний для панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата), согласно требованиям ТУ заводов Промышленной Группы Teplant к Товару .....	49

## Методика расчета несущей способности стеновых и кровельных сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) по СП 362.1355800.2017, которой пользовался конструкторский отдел Промышленной группы Teplant

### 7 Расчетные схемы панелей

#### 7.1 Основные положения

7.1.1 Статическая схема, используемая в расчете многослойных панелей, должна быть согласована с числом и местоположением опор в проекте. Значения длины пролетов определены как расстояния между средними линиями опор.

7.1.2 Размеры панелей, которые важны для определения статических параметров сечения, такие как толщина и ширина, а также размеры профилей обшивок должны соответствовать реальным размерам продукции с учетом допусков.

Расчетную толщину стального поверхностного листа следует принимать как  $t_d = t_{\text{ном}} - t_{\text{цинк}} - 0,5 t_{\text{допуск}}$ , где  $t_{\text{ном}}$  – номинальная толщина стального листа,  $t_{\text{цинк}}$  – общая толщина цинковых слоев (или аналогичного защитного покрытия) и  $t_{\text{допуск}}$  – нормальный или высокий допуск согласно ГОСТ 19904. Расчетную толщину обшивок из других металлов: алюминия, нержавеющей стали или меди, должны определять таким образом, чтобы они представляли статистически надежные минимальные значения толщины. Для этих материалов расчетную толщину  $t$  следует принимать как  $t_d = t_{\text{ном}} - t_{\text{цинк}} - 0,5 t_{\text{допуск}}$  во всех уравнениях, приведенных в настоящем своде правил.

#### 7.2 Панели с плоскими или слабопрофилированными поверхностями

##### 7.2.1 Однопролетные панели

7.2.1.1 Трехслойные панели при эксплуатации в составе ограждающих конструкций зданий и сооружений испытывают преимущественно воздействие внешних сил в виде равномерно распределенной нагрузки и воздействие разности температур на обшивках. Однопролетные панели с плоскими или слабопрофилированными обшивками на практике преимущественно испытывают воздействие внешних сил в виде равномерно распределенной нагрузки. Воздействия разности температур на обшивках не вызывают развития в поперечных сечениях однопролетных панелей внутренних изгибающих моментов продольных и поперечных сил и создают лишь дополнительный прогиб в середине пролета. Внутренние силы в сечениях панели определяют далее на единицу ширины панели.

7.2.1.2 Параметры, характеризующие жесткости элементов панели:

- жесткость обшивок:

$$B_{F1} = E_F I_{F1}; \quad B_{F2} = E_F I_{F2};$$

- жесткость панели:

$$B_s = \frac{E_{F1} A_{F1} E_{F2} A_{F2} A_s^2}{E_{F1} A_{F1} + E_{F2} A_{F2}}; \quad k_t = \frac{3B_s}{L^2 G_s A_s}; \quad (10)$$

$G_s$  – модуль сдвига материала сердцевины панели;

$B_s$  – жесткость при изгибе на единицу ширины панели;

$A_s$  – площадь сердцевины на единицу ширины панели  $A_s = e$ ;

$B$  – ширина панели;

$k_t$  – коэффициент сдвиговой податливости слоев панели с тонкими обшивками.

Для панелей с одинаковым материалом обшивок жесткость панели на единицу ширины определяют по формуле

$$B_s = \frac{E_F A_{F1} A_{F2} e^2}{A_{F1} + A_{F2}} \quad \text{при } A_s = e. \quad (11)$$

7.2.1.3 Изгибающие моменты и поперечные силы в сечениях панели определяются по формулам:

$$\begin{aligned} M_{F1} = M_{F2} = 0; \quad Q_{F1} = Q_{F2} = 0; \\ M_S = \frac{pL^2}{8}; \quad Q_S = \frac{pL}{2}. \end{aligned} \quad (12)$$

## 7.2.2 Неразрезные многопролетные панели с тонкими обшивками

7.2.2.1 Внутренние силы в сечениях неразрезных трехслойных панелей следует определять посредством выражений для изгибающего момента, опорной реакции и сдвигающей силы на промежуточной опоре и прогибов в пролетах, вызванных равномерно распределенной нагрузкой и перепадом температур на сплошной двух- или трех пролетной панели.

7.2.2.2 Внутренние силы, возникающие в сечениях двухпролетной панели от воздействия внешней равномерно распределенной нагрузки, вычисляют по формулам:

$$\begin{aligned} M_{F1} = M_{F2} = 0; \quad Q_{F1} = Q_{F2} = 0; \\ M_S = \frac{pL^2}{8} \left(1 - \frac{1}{4(1+k_t)}\right)^2; \quad M_{SB} = -\frac{pL^2}{8} \frac{1}{1+k_t}; \end{aligned} \quad (13)$$

$$Q_{SB} = \frac{pL}{2} \left(1 + \frac{1}{4(1+k_t)}\right); \quad Q_{SA} = \frac{pL}{2} \left(1 - \frac{1}{4(1+k_t)}\right), \quad (14)$$

где  $M_{F1} = M_{F2}$  – изгибающие моменты в обшивках;

$M_S$  – изгибающий момент в сечении панели в пролете;

$M_{SB}$  – изгибающий момент в сечении панели на промежуточной опоре  $B$ ;

$F_B$  – опорная реакция на промежуточной опоре;

$Q_{SB}$  – поперечная сила на промежуточной опоре  $B$ ;

$k_t$  – см. формулу (10).

7.2.2.3 Максимальные внутренние силы, возникающие в сечениях двухпролетной панели от воздействия разности температур на обшивках

панели, определяются по формулам:

$$M_{F1} = M_{F2} = 0; Q_{F1} = Q_{F2} = 0; \\ M_{SB} = -\frac{3B_S\theta}{4(1+k_t)}; M_{SA} = -\frac{3B_S\theta}{2(1+k_t)}; \quad (15)$$

$$Q_{SB} = \frac{3B_S\theta}{2L(1+k_t)}; Q_{SA} = -\frac{3B_S\theta}{2L(1+k_t)}, \quad (16)$$

где  $\theta = \frac{\alpha(T_2-T_1)}{e}$ ;

$k_t$  – см. формулу (10).

7.2.2.4 Внутренние силы, возникающие в сечениях трехпролетной панели от воздействия внешней равномерно распределенной нагрузки, вычисляются по формулам:

$$M_{F1} = M_{F2} = 0; Q_{F1} = Q_{F2} = 0;$$

$$M_S = \frac{pL^2}{8} \left(1 - \frac{1}{5+2k_t}\right)^2; M_{SB} = -\frac{pL^2}{10+4k_t}; \quad (17)$$

$$Q_{SB} = \frac{pL}{2} \left(1 + \frac{1}{5+2k_t}\right); Q_{SA} = pL \left(1 + \frac{1}{5+2k_t}\right), \quad (18)$$

где  $k_t$  – см. формулу (10).

7.2.2.5 Внутренние силы, возникающие в сечениях трехпролетной панели от воздействия разности температур на обшивках панели, вычисляются по формулам:

$$M_{F1} = M_{F2} = 0; Q_{F1} = Q_{F2} = 0;$$

$$M_{SB} = -\frac{6B_S\theta}{5+2k_t}; M_S = -\frac{3B_S\theta}{5+2k_t}; \quad (19)$$

$$Q_{SB} = \frac{6B_S\theta}{L(5+2k_t)}; Q_{SA} = -\frac{6B_S\theta}{L(5+2k_t)}, \quad (20)$$

где  $\theta = \frac{\alpha(T_2-T_1)}{e}$ ;

$k_t$  – см. формулу (10).

### 7.3 Трехслойные панели с профилированными поверхностями обшивок

#### 7.3.1 Однопролетные панели

7.3.1.1 При расчете однопролетных панелей жесткость профилированных листов обшивки существенно влияет на распределение усилий в сечениях панели. В общем случае применяются численные методы расчета, например, с помощью метода конечных элементов.

7.3.1.2 При расчете панелей с профилированными обшивками принимают следующие характеристики жесткости обшивок и панелей в целом:

- при профилированных обшивках различной формы с обеих сторон панелей жесткость на единицу ширины панели:

$$B_{F1p} = E_F I_{F1}; B_{F2p} = E_F I_{F2}; \quad (21)$$

$$B_{Sp} = \frac{E_F A_{F1} A_{F2} e^2}{A_{F1} + A_{F2}} + E_F I_{F1} + E_F I_{F2}; \quad (22)$$

- при одной профилированной и одной гладкой или слабо

профилированной обшивках панелей

$$B_{Sp} = \frac{E_F A_{F1} A_{F2} e^2}{A_{F1} + A_{F2}} + E_F I_{F1}; \quad (23)$$

- коэффициент сдвиговой податливости слоев панели с профилированными обшивками

$$k_p = \frac{B_{Sp}}{G e L^2}, \quad (24)$$

где  $G$  – модуль сдвига слоев панели.

7.3.1.3 Изгибающие моменты и поперечные силы от равномерно распределенной нагрузки для однопролетных панелей с жесткими обшивками вычисляются по формулам:

$$M_S = \frac{pL^2}{8}; \quad M_{F1} = (0,125 + k_p) \frac{B_{F1} p}{B_{Sp}} pL^2; \quad (25)$$

$$F_A = Q_S = \frac{pL}{2}; \quad (26)$$

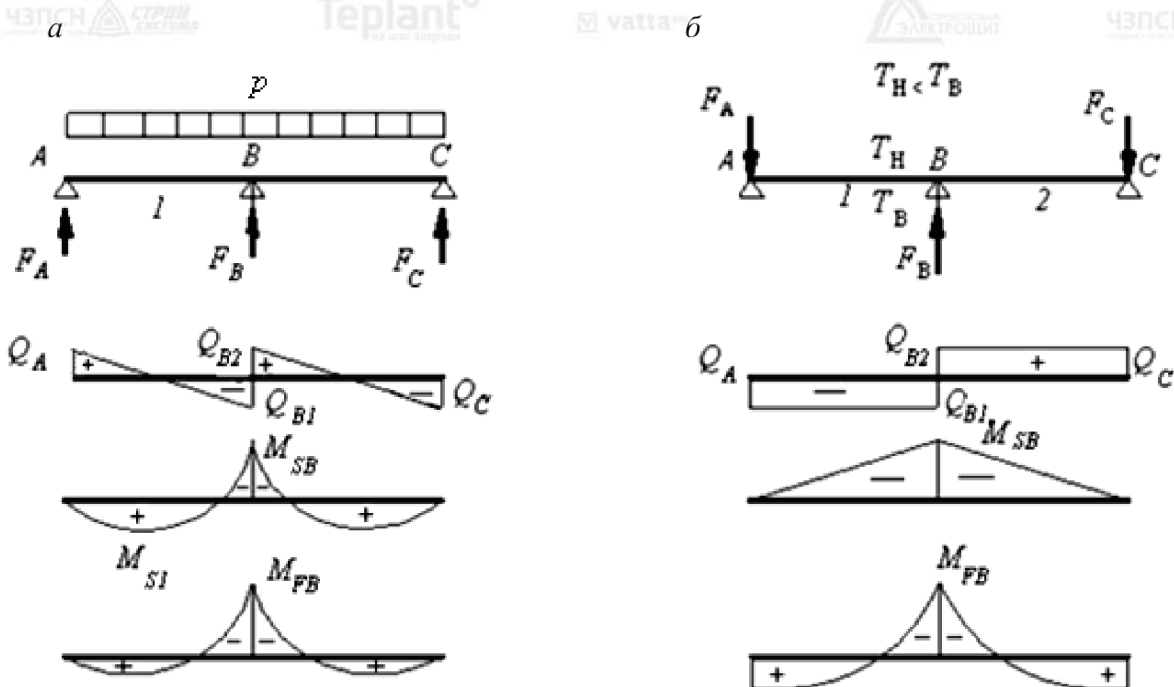
$$M_F = B_{Sp} \theta, \quad (27)$$

где  $k_p$  – см. формулу (24).

### 7.3.2 Неразрезные многопролетные панели с профилированными обшивками

7.3.2.1 Напряжения в сечениях панелей и прогибы сплошных многослойных панелей с толстыми обшивками можно определить аналитически для часто встречающихся простых случаев.

7.3.2.2 Эпюры внутренних сил от воздействия внешней равномерно распределенной нагрузки и разности температур на обшивках в двухпролетных панелях приведены на рисунке 7.



$a$  – усилия в панели от постоянной нагрузки;  $b$  – усилия в панели от разности температур на обшивках;  $l, 2$  – пролеты

**Рисунок 7 – Эпюры  $M$  и  $Q$  в трехслойных панелях и их обшивках от равномерно распределенной нагрузки**

7.3.2.3 Изгибающие моменты и поперечные силы в сечениях двухпролетной неразрезной панели, в пролетах и на опорах  $A$  (крайняя) и  $B$  (промежуточная) от равномерно распределенной нагрузки вычисляют по формулам:

$$M_{S1} = \frac{pL^2}{8} \left( \frac{0,0625 + k_p}{0,0833 + k_p} \right)^2; \quad M_{SB} = -pL^2 \frac{0,0104}{0,0833 + k_p}; \quad (28)$$

$$M_{FB} = -0,32pL \sqrt{\frac{B_{F1}}{G_c e}} F_B; \quad (29)$$

$$Q_{SA} = F_A = 0,5pL \frac{0,0625 + k_p}{0,0833 + k_p}; \quad Q_{SB1} = -0,5pL \frac{0,1042 + k_p}{0,0833 + k_p}; \quad (30)$$

$$F_B = -2 Q_{SB1},$$

где  $k_p$  – см. формулу (24);

$M_{S1}$  – изгибающий момент в пролете панели с профилированной обшивкой;

$M_{SB}$  – изгибающий момент на опоре панели с профилированной обшивкой;

$M_{FB}$  – изгибающий момент в профилированной обшивке панели;

$Q_{SA}$  – поперечная сила в панели на опоре  $A$ ;

$Q_{SB1}$  – поперечная сила в панели на опоре  $B$ ;

$B_{Sp}$  – жесткость на единицу ширины панели;

$B_{F1p}$  – жесткость профилированной обшивки на единицу ширины панели;

$F_A$  и  $F_B$  – опорные реакции на опорах  $A$  и  $B$ .

7.3.2.4 Изгибающие моменты и поперечные силы в сечениях двухпролетной неразрезной панели, в пролетах и на опорах  $A$  (крайняя) и  $B$  (промежуточная) от разности температур на обшивках панели вычисляют по формулам:

$$M_{SB} = -\frac{0,125}{0,0833 + k_p} B_{Sp} \theta; \quad M_{FB} = -0,32pL \sqrt{\frac{B_{Sp}}{G_c e}} F_B; \quad (31)$$

$$F_A = Q_A = Q_{B1} = -\frac{0,125}{0,0833 + k_p} \frac{B_{Sp} \theta}{L}; \quad F_B = \frac{0,250}{0,0833 + k_p} \frac{B_{Sp} \theta}{L}, \quad (32)$$

где  $\theta = \frac{\alpha(T_2 - T_1)}{e}$ ;

$k_p$  – см. формулу (24).

7.3.2.5 Эпюры внутренних сил от воздействия равномерно распределенной нагрузки и разности температур на обшивках в

трехпролетных панелях приведены на рисунке 8. Изгибающие моменты и поперечные силы в сечениях трехпролетной неразрезной панели, в пролетах и на опорах  $A$  (крайняя) и  $B$  (промежуточная) от равномерно распределенной нагрузки определяются по формулам:

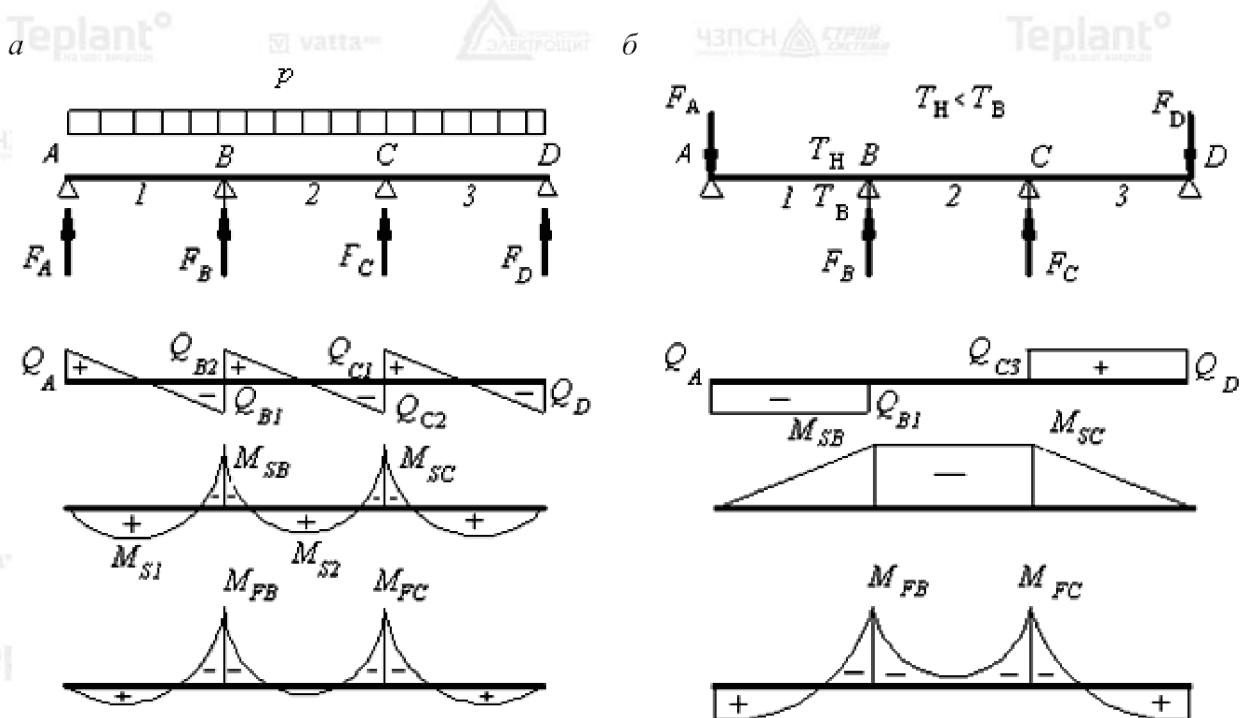
$$M_{S1} = \frac{pL^2}{8} \left( \frac{0,0739 + k_p}{0,0925 + k_p} \right)^2; \quad M_{SB} = -pL^2 \frac{0,0093}{0,0925 + k_p}; \quad (33)$$

$$M_{FB} = -0,32 \sqrt{\frac{B_{F1}}{Ge}}; \quad (34)$$

$$Q_{SA} = F_A = 0,5pL \frac{0,0739 + k_p}{0,0925 + k_p}; \quad Q_{SB1} = -0,5pL \frac{0,1111 + k_p}{0,0925 + k_p}; \quad Q_{SB2} = \frac{pL}{2}; \quad (35)$$

$$F_B = pL \frac{0,1018 + k_p}{0,0925 + k_p}; \quad (36)$$

где  $k_p$  – см. формулу (24).



$a$  – усилия в панели от постоянной нагрузки;  $b$  – усилия в панели от разности температур на обшивках; 1, 2, 3 – пролеты

Рисунок 8 – Эпюры  $M$  и  $Q$  в трехслойных панелях и их обшивках от поперечной равномерно распределенной нагрузки и разности температур на обшивках панели

7.3.2.6 Изгибающие моменты и поперечные силы в сечениях трехпролетной неразрезной панели, в пролетах и на опорах  $A$  (крайняя) и  $B$  (промежуточная) от разности температур вычисляются по формулам:

$$M_{SB} = -\frac{0,111}{0,0925 + k_p} B_{Sp} \theta; \quad (37)$$

$$M_{FB} = -0,32 \sqrt{\frac{B_{F1}}{Ge}} F_B; \quad (38)$$

$$F_A = Q_A = F_B = Q_{B1} = \frac{0,111}{0,0925 + k_p} \cdot \frac{B_{Sp} \theta}{L}, \quad (39)$$

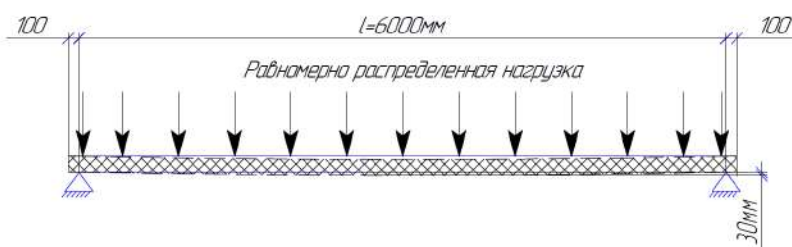
где  $\theta = \frac{\alpha(T_2 - T_1)}{e}$ ;  
 $k_p$  – см. формулу (24).

## Результаты расчетов показателей несущей способности сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата), выполненные согласно СП 362.1355800.2017

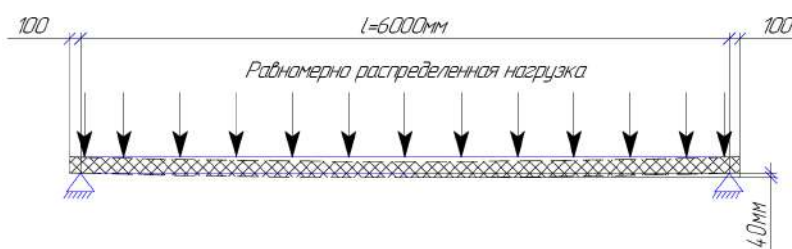
Расчетные характеристики несущей способности сэндвич-панелей ПИР (с наполнителем из пенополиизоцианурата), выполненные в соответствии с СП 20.13330.2011, для разных предельных значений прогиба  $L/100$ ,  $L/150$ ,  $L/200$ , где  $L$  – расстояние между опорами (шаг пролета).

Ниже приведены схемы нагружения сэндвич-панелей ПИР при длине пролета 6000 мм и прогибах  $L/100$ ,  $L/150$ ,  $L/200$ , на которых визуальна различима величина прогиба панели от воздействия равномерно распределенной нагрузки, а также приведена таблица с расчетными значениями прогиба  $L$  на пролетах 6 и 3 метра соответственно:

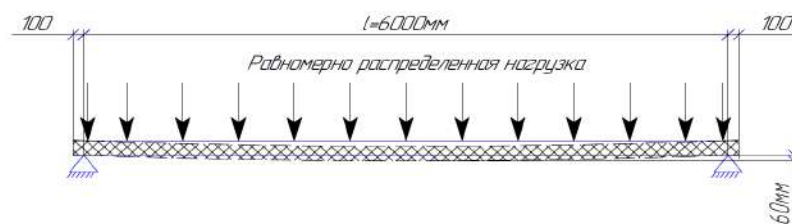
Прогиб  $L/200$



Прогиб  $L/150$



Прогиб  $L/100$



Предельное значение прогиба	Величина прогиба при пролете 6000 мм, (мм)	Величина прогиба при пролете 3000 мм, (мм)
L/200	30	15
L/150	40	20
L/100	60	30

Согласно СП 20.13330.2011, таблица Д.1 для настилов, покрытий и перекрытий длиной до 6 м рекомендуется принимать максимальный допустимый прогиб L/200. Специалисты Промышленной Группы Teplant при выполнении проектно-изыскательных работ также рекомендуют применять несущую способность стеновых сэндвич-панелей ПИР (с пенополиизоциануратом) при прогибе L/200.

Показатели расчетных значений несущей способности для разных схем нагружения и предельных прогибов приведены ниже в таблицах:

**- для прогиба L/200**

Стеновые сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя ПИР 38 кг/м <sup>3</sup> . Однопролетная схема нагружения						
Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>					
	Пролет (шаг), м					
	3	4	5	6	7	8
50	89	52	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200			
60	110	65	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200			
80	170	100	65	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200		
100	225	140	92	62	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200	
120	285	180	120	80	58	-
150	370	240	160	115	85	63
200	510	340	245	175	130	100

Кровельные сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя ПИР 40 кг/м<sup>3</sup>. Однопролетная схема нагружения

Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>										
	Пролет (шаг), м										
	1	1.2	1.5	1.8	2	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4
50	510	450	340	290	250	220	170	133	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200		
60	620	480	400	340	300	260	200	158	125	-	-
80	760	600	520	475	390	315	215	170	110	-	-
100	850	810	610	520	450	340	240	185	150	110	90
120	870	790	670	535	480	365	265	195	162	140	120
150	1000	870	730	550	510	383	280	205	170	150	130
200	1100	950	790	680	570	480	370	275	225	205	180
240	1100	1100	1100	880	800	610	450	335	275	250	225

Стеновые сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя 38 кг/м<sup>3</sup>. Многопролетная схема нагружения

Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>					
	Пролет (шаг), м					
	3	4	5	6	7	8
50	65	40	18	9	-	-
60	80	55	23	16	12	-
80	115	80	35	25	20	16
100	130	110	50	38	30	25
120	155	130	63	46	41	35
150	200	175	85	63	55	47
200	280	245	130	100	80	65

Кровельные сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя 40 кг/м<sup>3</sup>. Многопролетная схема нагружения

Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>										
	Пролет (шаг), м										
	1	1.2	1.5	1.8	2	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4
50	540	480	380	320	270	180	110	80	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200		
60	590	530	440	370	310	215	125	100	70	-	-
80	830	690	570	420	390	275	160	130	100	60	45
100	970	840	650	530	490	340	200	165	130	85	70
120	1100	980	810	640	590	405	225	195	155	100	85
150	1100	1100	950	740	690	490	290	250	200	130	115
200	1100	1100	1100	1100	990	660	390	340	270	180	160
240	1100	1100	1100	1100	1100	760	460	390	320	220	200

- для прогиба L/150

Стеновые сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя 38 кг/м<sup>3</sup>. Однопролетная схема нагружения

Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>						
	Пролет (шаг), м						
	3	4	5	6	7	8	
50	118	67	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200				
60	154	88	54	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200			
80	225	135	87	56	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200		
100	305	188	122	82	57	42	
120	380	240	160	110	78	57	
150	500	315	220	152	112	85	
200	705	470	330	235	175	132	

Кровельные сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя 40 кг/м<sup>3</sup>. Однопролетная схема нагружения

Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>										
	Пролет (шаг), м										
	1	1.2	1.5	1.8	2	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4
50	647	551	448	369	319	252	178	127	87	-	-
60	748	638	520	428	371	294	210	152	106	72	-
80	952	812	663	548	475	378	273	200	143	102	75
100	1100	986	806	667	579	463	336	249	181	131	101
120	1100	1100	948	786	684	547	399	298	219	161	126
150	1100	1100	1100	965	840	674	493	371	275	206	164
200	1100	1100	1100	1100	1100	885	651	493	371	281	228
240	1100	1100	1100	1100	1100	1052	776	589	443	339	276

Стеновые сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя 38 кг/м<sup>3</sup>. Многопролетная схема нагружения

Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>					
	Пролет (шаг), м					
	3	4	5	6	7	8
50	100	66	33	23	15	13
60	125	85	44	30	23	18
80	175	125	66	45	36	28
100	230	165	90	65	52	41
120	280	210	115	85	67	54
150	345	275	150	110	92	75
200	510	385	220	165	140	115

Кровельные сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя 40 кг/м <sup>3</sup> . Многопролетная схема нагружения											
Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>										
	Пролет (шаг), м										
	1	1.2	1.5	1.8	2	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4
50	750	644	513	410	365	244	155	116	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200		
60	869	744	595	475	426	286	182	139	100	-	-
80	1100	950	745	595	530	350	210	155	103	45	13
100	1310	1150	910	720	640	426	260	190	131	65	23
120	1550	1340	1050	850	750	500	300	230	150	75	33
150	1850	1650	1310	1100	940	610	390	285	190	105	38
200	2450	2150	1690	1360	1200	830	510	390	270	145	71
240	2890	2550	1990	1610	1450	670	610	450	320	260	85

- для прогиба L/100

Стеновые сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя 38 кг/м <sup>3</sup> . Однопролетная схема нагружения							
Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>						
	Пролет (шаг), м						
	3	4	5	6	7	8	
50	181	102	62	39	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200		
60	235	135	83	54	36	прогиб от нагрева облицовки превышает L/200	
80	345	208	132	87	60	43	
100	465	285	185	125	88	64	
120	585	370	245	168	120	88	
150	770	495	340	235	172	128	
200	1080	715	505	360	265	200	

Кровельные сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя 40 кг/м<sup>3</sup>. Однопролетная схема нагружения

Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>										
	Пролет (шаг), м										
	1	1.2	1.5	1.8	2	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4
50	1095	925	747	618	543	439	328	252	193	150	120
60	1100	1070	865	717	630	510	382	296	229	180	146
80	1100	1100	1100	913	804	653	492	383	300	239	197
100	1100	1100	1100	1100	978	795	601	471	371	298	248
120	1100	1100	1100	1100	1100	937	711	558	441	356	299
150	1100	1100	1100	1100	1100	1100	875	689	548	445	376
200	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	908	725	592	504
240	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1081	865	708	604

Стеновые сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя 38 кг/м<sup>3</sup>. Многопролетная схема нагружения

Толщина сэндвич-панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м <sup>2</sup>					
	Пролет (шаг), м					
	3	4	5	6	7	8
50	175	113	64	43	31	23
60	220	145	83	57	43	32
80	315	215	127	88	67	50
100	410	285	170	125	95	75
120	505	355	220	160	125	100
150	655	470	295	215	170	137
200	905	655	420	320	255	210

Кровельные сэндвич-панели ПИР, облицовки 0,5/0,5 (толщина металла, мм), плотностью наполнителя 40 кг/м3. Многопролетная схема нагружения											
Толщина сэндвич- панелей ПИР, мм	Несущая способность, полученная методом расчета, кг/м2										
	Пролет (шаг), м										
	1	1.2	1.5	1.8	2	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4
50	1100	1010	810	660	590	420	300	240	195	130	105
60	1100	1100	940	765	685	503	356	282	225	165	130
80	1100	1100	1100	975	870	640	457	367	292	221	178
100	1100	1100	1100	1100	1060	783	559	450	363	276	225
120	1100	1100	1100	1100	1100	922	661	535	432	331	273
150	1100	1100	1100	1100	1100	1100	814	659	538	415	345
200	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1069	870	710	552	461
240	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1035	847	660	552

## Результаты натуральных испытаний несущей способности сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) в соответствии с требованиями к Товару по Техническим Условиям (ТУ заводов Промышленной Группы Teplant)

Методика проведения испытаний для готовых сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) на показатели несущих нагрузок при различных схемах нагружения

### В.1 Применяемое оборудование и условия проведения испытаний

В.1.1 Испытание следует проводить путем нагружения панели по всей ее ширине равномерно распределенной нагрузкой.

В.1.1.1 Варианты нагружения панелей, имитирующие воздействие равномерно распределенной нагрузкой, создаваемой с использованием мешков с сыпучими материалами или иными грузами, — по соответствующим схемам, приведенным на рисунках В.1—В.4.

В.1.1.2 Ширина опор  $L_s$  для испытаний панелей должна быть в диапазоне 60—100 мм и достаточно большой, чтобы предотвратить местное обмятие сердечника под обшивкой.

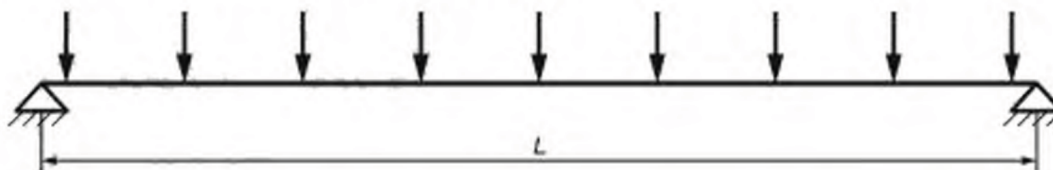
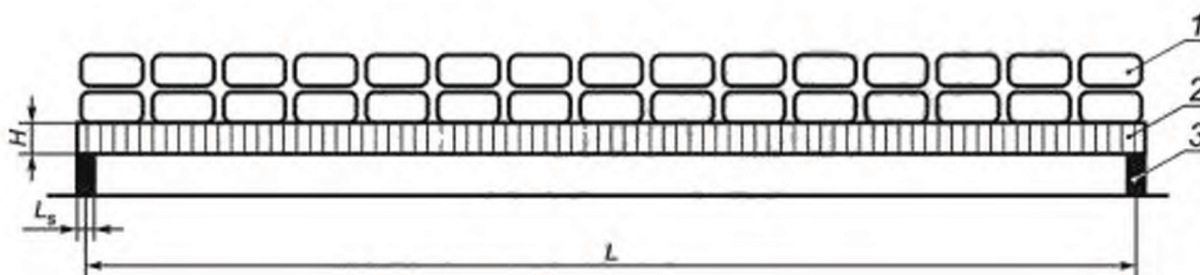


Рисунок В.1 — Расчетная схема нагружения однопролетной панели



1 — груз, 2 — панель; 3 — опора

Рисунок В.2 — Схема натуральных испытаний для однопролетной панели

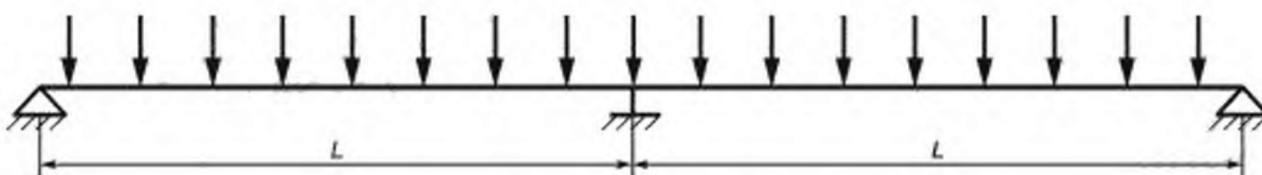
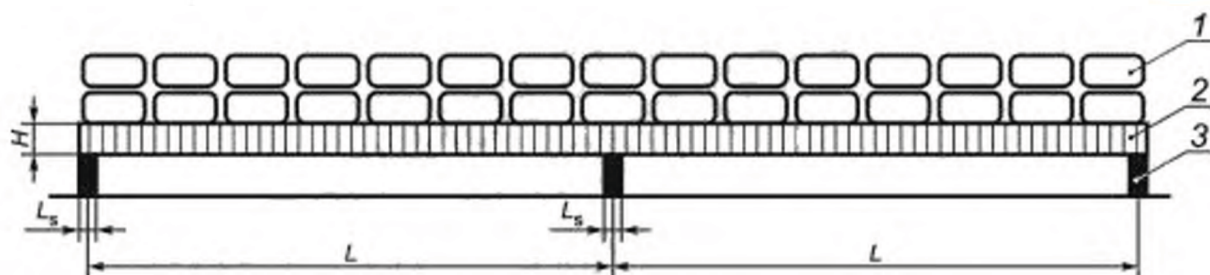


Рисунок В.3 — Расчетная схема нагружения двухпролетной панели



1 — груз; 2 — панель; 3 — опора

Рисунок В.4 — Схема натуральных испытаний для двухпролетной панели

В.1.1.3 Точность измеряемых параметров должна быть не менее 1 % предельного значения усилий и деформации, воспринимаемых образцом.

В.1.2 При измерении образцов и в ходе испытаний должен быть использован следующий измерительный инструмент:

- штангенциркуль с пределом допускаемой погрешности измерений  $\pm 0,1$  мм по ГОСТ 166;

- металлическая линейка по ГОСТ 427 или металлическая рулетка с ценой деления 1 мм по ГОСТ 7502 с точностью измерения  $\pm 1$  мм;

- индикатор часового типа по ГОСТ 577 с ценой деления 0,1 мм.

В.1.3 Испытания проводят в отапливаемом помещении с температурой воздуха  $(22 \pm 5)$  °С и относительной влажностью воздуха  $(50 \pm 5)$  %.

#### В.1.4 Нагружение панелей

В.1.4.1 При проведении испытаний образцы следует доводить до исчерпания несущей способности (до разрушения), что характеризуется следующими признаками: разрушение сердечника, потеря устойчивости сжатой облицовки, резкое нарастание деформаций, отслоение облицовок от утеплителя в приопорных участках, обмятие обшивок на опорах.

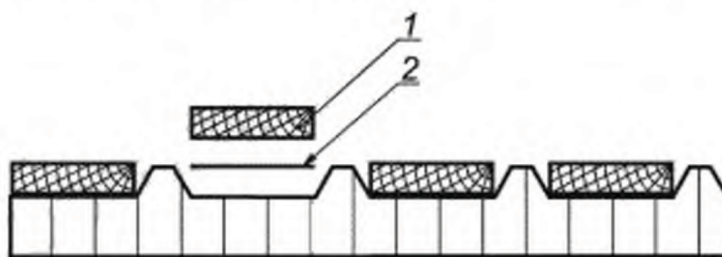
В.1.4.2 В процессе испытаний во время выдержки конструкций под нагрузкой следует проводить тщательный осмотр поверхности изделия и регистрировать на каждой ступени приложения нагрузок: значение нагрузки, появившиеся отрывы облицовок на опорах, обмятие опорных зон, результаты измерения деформации, сдвиг на опоре одной облицовки относительно другой, соответствующую деформацию при разрушении конструкции, характер разрушения.

#### В.2 Подготовка образцов для испытаний

В.2.1 Для обеспечения статистически достоверных результатов отбор панелей для исследований необходимо проводить случайным образом. С этой целью все изделия одной партии нужно пронумеровать и, воспользовавшись таблицей случайных чисел, отобрать изделия с соответствующими номерами. Можно также заготовить бирки с номерами панелей, перемешать их и выбрать необходимое число бирок, после этого отобрать панели с соответствующими номерами. До начала испытаний панель в течение 24 ч должна быть выдержана в помещении с температурой воздуха  $(22 \pm 5)$  °С и относительной влажностью воздуха  $(50 \pm 5)$  %.

В.2.1.1 Для панелей с материалом прерывистого заполнителя испытания следует проводить по полной ширине покрытия панели с соединениями в материале заполнителя по наихудшей схеме, имеющей место на практике.

В.2.1.2 Для кровельных панелей распределенную нагрузку следует прикладывать через нагрузочные деревянные бруски и резиновые прокладки, как показано на рисунке В.5.



1 — деревянный брусок; 2 — резиновая прокладка

Рисунок В.5 — Схема деревянных прокладок

В.2.2 Для проведения испытаний кровельной панели необходимо отрезать свободный от утеплителя участок металлической облицовки. Резку следует выполнять механической ленточной пилой или лобзиком с мелкозубым полотном (не допускается использование угловой шлифовальной машины с абразивным кругом). Рекомендуется поместить облицовку между двумя кусками фанеры или аналогичного материала, чтобы снизить вибрацию во время процесса резки. После резки образцы должны быть тщательно проконтролированы на предмет нарушения целостности.

В.2.3 С поверхности образцов должны быть удалены продукты резки в виде металлической стружки и пыли поверхности реза обшивок следует зачистить от заусенцев. Образцы должны быть промаркированы.

### В.3 Подготовка панелей к испытаниям

Необходимо провести измерение отобранных панелей, зафиксировать полную длину, ширину, толщину панели в нескольких точках, толщину облицовки, размеры гофров облицовки, местоположение дефектов и их размеры (указывают на схеме панели). Необходимо провести разметку панели с указанием расположения опор, мест установки измерительных приборов.

В.3.1 Образцы не должны иметь видимых дефектов: трещин, расслаиваний, вмятин, вырывов, отслоения облицовки. Сердечник должен быть однородным. К испытаниям не допускаются образцы с отслоением или явным непрочным соединением между облицовкой и сердечником.

В.3.2 Предельные отклонения размеров поперечного сечения и основания образцов, предназначенных для испытаний, должны быть не более  $\pm 10$  мм.

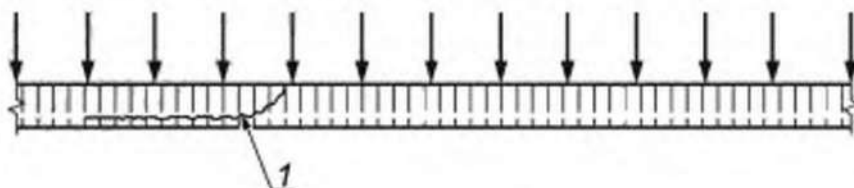
В.3.3 Размеры поперечного сечения образцов следует определять с точностью до 1 мм.

### В.4 Проведение испытаний

В.4.1 Определение прочности многослойного образца на сдвиг проводят по схемам, приведенным на рисунках В.2—В.4, на стенде с равномерно распределенными нагрузками. Нагрузки должны действовать перпендикулярно к панели на всем протяжении испытаний.

В.4.2 Перед началом испытаний под впадины гофр кровельных панелей необходимо подложить на всю длину панели выравнивающие деревянные бруски, показанные на рисунке В.5.

В.4.3 Для получения достоверных результатов по сдвиговой прочности образцов разрушение должно проходить по схеме на рисунке В.6. Если при разрушении наблюдается локальное разрушение сердечника в месте приложения нагрузки, следует увеличить ширину деревянных прокладок.



1 — место разрушения образца

Рисунок В.6 — Типичная схема разрушения сердечника от сдвига

В.4.4 Нагрузку следует прикладывать поэтапно ступенями. Значение ступеней приложения нагрузки вплоть до момента разрушения не должно превышать 10 % контрольной нагрузки по прочности панели.

В.4.5 После каждой ступени приложения нагрузки испытуемое изделие следует выдерживать под нагрузкой до полной стабилизации прогибов не менее 5 мин. На протяжении этого времени следует поддерживать значение нагрузки. Если по истечении этого времени приращения деформаций не прекращаются, то длительность выдерживания нагрузки удваивается.

В.4.6 По истечении времени выдержки на приборах берут отсчеты, по которым определяют окончательное значение остаточной деформации.

В.4.7 Если под контрольной нагрузкой по прочности не произошло разрушения панели, конструкцию следует плавно довести до разрушения с подачей нагрузки ступенями с фиксированием всех исследуемых параметров.

В.4.8 Смещение (в продольном направлении) обшивок на торцах изделия следует измерять индикатором с точностью не менее 0,1 мм.

В.4.9 В процессе испытания конструкций, а также после окончания испытания характерные моменты фотографируют. Для оценки годности конструкций имеет значение не только окончательный результат испытания, но и общая картина развития деформаций, для фиксации которой необходимо на разных этапах процесса испытания

(с первой ступени загрузки и до ее разрушения) выявлять дефекты и отмечать их.

В.4.10 При проведении испытаний необходимо принимать меры к обеспечению безопасности работ. Испытания следует проводить на специально отведенном участке, куда запрещается доступ посторонним лицам. При испытаниях принимают меры по предотвращению внезапного обрушения испытываемых конструкций в целях обеспечения безопасности проведения работ и сохранения аппаратуры. Для этого следует предусмотреть:

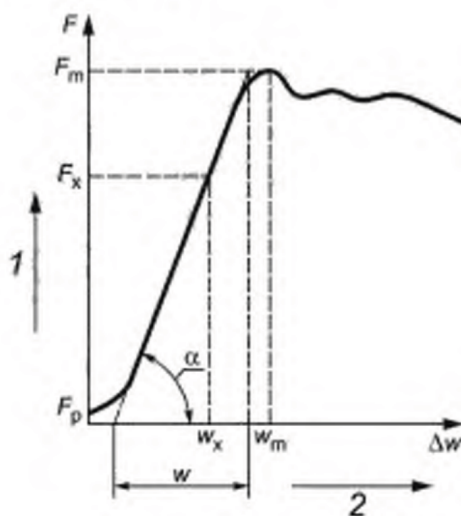
- ограждение участка под испытываемой конструкцией, исключающее допуск людей в эту зону в течение всего времени испытаний;
- размещение персонала, регистрирующей и обрабатывающей аппаратуры вне зоны возможного обрушения конструкции;
- под панелью — страховочные конструкции при испытании грузами;
- при проведении испытаний на действующем объекте без остановки технологического процесса — график испытаний, согласованный со службой эксплуатации организации.

### В.5 Регистрация показаний измерительных приборов

Показания измерительных приборов надлежит снимать после выдержки на каждой ступени приложения нагрузки. Все показания следует заносить в журнал испытаний. По зарегистрированным показаниям измерительных приборов следует построить диаграммы в координатах нагрузка — деформация. Для измерения относительных деформаций на протяжении всего цикла испытаний следует использовать одну и ту же аппаратуру.

### В.6 Обработка результатов испытаний

В.6.1 При испытании образцов обязательно записывается диаграмма нагрузка ( $F$ , Н) — деформация ( $\Delta w$ ). Пример диаграммы нагружения приведен на рисунке В.7.



1 — нагрузка; 2 — деформация;  $F_p$  — сила, соответствующая предварительному нагружению;  $F_x$  — текущее значение силы, соответствующее линейной деформации;  $F_m$  — максимальная сила при разрушении;  $w_x$  — линейная деформация образца;  $w_m$  — деформация образца при действии максимальной силы;  $w$  — условная деформация образца при действии максимальной силы;  $\alpha$  — угол наклона условного прямолинейного участка диаграммы

Рисунок В.7 — Пример диаграммы нагрузка — деформация

В.6.2 По результатам испытаний определяют несущую способность испытанного образца.

В.6.2.1 Испытуемый образец следует считать разрушенным, если общие деформации превышают заданные предельные значения либо если появились характерные признаки исчерпания несущей способности, указанные в В.6.2.2.

В.6.2.2 Результат каждого испытания должен быть зарегистрирован в протоколе испытаний и содержать:

- время и место проведения испытаний;
- температуру окружающей среды;
- тип стенда для испытания панелей;
- размеры панелей, расчетную схему испытания панели;
- продолжительность этапа нагружения и число этапов, продолжительность выдержки после нагружения каждого этапа;

- разрушающую нагрузку по деформациям или по нарушению целостности панели, характер и место разрушения;

- возникающие повреждения на этапах испытаний.

При проведении испытаний образцов следует доводить панель до исчерпания несущей способности (до разрушения), что характеризуется следующими признаками:

- разрушение сердечника;
- потеря устойчивости сжатой облицовки;
- резкое нарастание деформаций;
- отслоение облицовок от утеплителя в приопорных участках;
- обмятие облицовок на опоре.

В.6.2.3 Для определения характеристики поведения образца под нагрузкой по зарегистрированным показаниям измерительных приборов должна быть построена кривая зависимости деформации от нагрузки в месте возникновения максимального момента.

Для каждого тестируемого образца должен быть рассчитан модуль сдвига  $G_c$  по диаграмме испытаний нагрузка — деформация из наклона прямой части графика  $\left[ \frac{\Delta F}{\Delta w} \right]$ . При вычислении модуля сдвига материала утеплителя принимают, что деформация  $w$  складывается из деформации от изгиба образца панели  $w_B$  и деформации  $w_S$ , вызванной сдвигом утеплителя.

$$w = w_B + w_S \quad (B.1)$$

Основываясь на этой формуле и диаграмме нагрузка — деформация, вычисляют модуль сдвига утеплителя  $G_c$ , МПа, по формуле

$$G_c = \frac{\Delta FL}{8bc\Delta w_S} \quad (B.2)$$

где  $\Delta F$  — приращение нагрузки, Н, принимаемое по диаграмме нагрузка — деформация  $\Delta F = F_2 - F_1$ ;

$L$  — длина пролета образца между центрами опор, мм;

$b$  и  $c$  — ширина и толщина материала сердечника соответственно, мм;

$\Delta w_S$  — приращение деформации от сдвига в среднем сечении пролета при приращении нагрузки  $\Delta F$ ,

$$\Delta w_S = \Delta w - \Delta w_B \quad (B.3)$$

где  $\Delta w$  — суммарная деформация образца, вызванная приращением нагрузки  $\Delta F$ , мм, которую определяют по диаграмме нагрузка — деформация;

$\Delta w_B$  — деформация образца, от изгибающего момента, мм, определяемая по формулам (B.4)—(B.6).

Если при испытаниях на образец действует равномерно распределенная нагрузка, то деформацию изгиба в середине пролета  $w_B$  следует рассчитывать по следующей формуле:

$$\Delta w_B = \frac{5\Delta FL^3}{384B_s} \quad (B.4)$$

Если общую нагрузку прикладывают в виде четырех равных нагрузок  $F/4$  параллельно линии опор в 1/8, 3/8, 5/8, 7/8 пролета, деформацию изгиба в середине пролета следует рассчитывать по следующей формуле:

$$\Delta w_B = \frac{41\Delta FL^3}{3072B_s} \quad (B.5)$$

Если общую нагрузку прикладывают в виде четырех равных линейных нагрузок  $F/4$  в позициях 0,1L, 0,4L, 0,6L, 0,9L пролета, деформацию изгиба в середине пролета следует рассчитывать по следующей формуле:

$$\Delta w_B = \frac{1,24\Delta FL^3}{96B_s} \quad (B.6)$$

где  $B_s$  — теоретическая жесткость на изгиб трехслойного материала образца, Н/мм<sup>2</sup>, при равных по толщине плоских или слабо профилированных металлических облицовках, которую определяют по следующей формуле:

$$B_s = \frac{E_{F1}A_{F1}E_{F2}A_{F2}}{E_{F1}A_{F1} + E_{F2}A_{F2}} b^2 \quad (B.7)$$

где  $E_{F1}$ ,  $E_{F2}$  — модуль упругости стальных облицовок,  $2,1 \cdot 10^5$  Н/мм<sup>2</sup>,

$A_{F1}, A_{F2}$  — площадь сечения стальной облицовки, мм<sup>2</sup>;  
 $e$  — высота, измеренная между центрами тяжести облицовок, мм.

В.6.2.4 Предел прочности на сдвиг образца, вырезанного из готовой панели, включая участие как заполнителя, так и облицовок при поперечном изгибе  $\tau_c$ , Н/мм<sup>2</sup>, определяют по формуле

$$\tau_c = \frac{F_m}{2Be}, \quad (B.8)$$

где  $F_m$  — максимальная сила при разрушении образца, Н;  
 $B$  — ширина образца, мм;  
 $e$  — высота, измеренная между центрами тяжести облицовок, мм.

### В.7 Отчет об испытаниях

В.7.1 Отчеты об испытаниях оформляют по ГОСТ 17025—2019, пункты 7.8.2 и 7.8.3.

В.7.2 При проведении испытаний ведут журнал, в который включают следующую информацию: условия проведения испытаний (время, температуру, влажность), характеристики образцов, их маркировку, скорость приложения нагрузки, разрушающую нагрузку, описание характера разрушения, показания приборов.

В.7.3 За результат испытаний принимают нормативное значение из всех значений, зафиксированных при испытании группы одинаковых образцов.

В.7.4 Результаты испытаний оформляют протоколом, в котором указывают:

- описание образцов для испытаний материала сердечника, облицовок, клея;
- дату изготовления, номер партии, технологические режимы изготовления;
- размеры образцов для испытаний, ориентацию волокон сердечника;
- температуру и относительную влажность воздуха в помещении во время испытаний;
- число образцов, подвергнутых испытанию;
- вид и дату испытаний;
- значение каждого определения прочности в группе одинаковых образцов;
- среднееарифметическое значение прочностных характеристик;
- описание вида разрушения;
- диаграммы нагрузка — деформация, если необходимо;
- наименование и адрес лаборатории, в которой проводились испытания;
- должности и фамилии лиц, проводивших испытания.

В.7.5 Результаты всех типовых испытаний должны быть зарегистрированы и оставаться у изготовителя не менее 10 лет после последней даты производства изделий.

**Видеоматериалы натуральных испытаний несущей способности сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) при различных схемах нагружения, с фиксацией фактических параметров разрушения целостности конструкции панели в соответствии с требованиями ТУ заводов Промышленной Группы Teplant**



## **Сводные данные комиссии Промышленной Группы Teplant по результатам натуральных испытаний сэндвич-панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) на фактическую проверку несущей способности и разрушающей нагрузки при различных схемах нагружения**

**Протокол натуральных испытаний стеновых и кровельных панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата) на несущую способность и разрушающую нагрузку в соответствии с ТУ заводов Промышленной Группы Teplant**

### **1. Место проведения натуральных испытаний/Участники комиссии**

Складская территория производственной площадки Промышленной Группы Teplant, ППС-1, г. Самара, ул. Заводская, 5 силами специалистов ООО «Электрощит-Стройсистема» и ПАО «ЧЗПСН-Профнастил».

### **2. Цель проведения испытаний:**

Определение несущей способности и разрушающей нагрузки сэндвич-панелей ПИР для сравнения выявленных показателей с расчетными параметрами несущих нагрузок.

### **3. Условия проведения натуральных испытаний/Номенклатура испытуемых образцов:**

В связи с отсутствием действующего ГОСТ на стеновые и кровельные ПИР-панели, четко регламентирующего методику испытаний готового Товара, натурные испытания на сэндвич-панели ПИР проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 32603-2021, Приложение В, предназначенного для сэндвич-панелей МВУ (с минераловатным утеплителем).

Испытания проводились в закрытом, проветриваемом цехе. Температура окружающего воздуха в помещении 25°C. В организации испытаний применены опорные стойки – 3 шт., штативы с линейками 3 шт., контрольный груз (мешки с антигололедным компонентом) – 120 шт., контрольный груз (холодный асфальт) – 50 шт. В процессе испытаний велась фото и видеофиксация.

В испытаниях применены сэндвич-панели ПИР торговой марки Teplant следующей номенклатуры:

1. Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>) ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 50 мм, 6400 мм, 0,5 /0,5
2. Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>) ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 80 мм, 6400 мм, 0,5 /0,5
3. Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>) ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 100 мм, 6400 мм, 0,5 /0,5
4. Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность

5. Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>) ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 100 мм, 3500 мм, 0,5 /0,5

6. Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>) ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 100 мм, 4500 мм, 0,5 /0,5

7. Кровельная сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 40 кг/м<sup>3</sup>) ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, 80 мм, 6400 мм, 0,5 /0,5

8. Кровельная сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 40 кг/м<sup>3</sup>) ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, 100 мм, 6400 мм, 0,5 /0,5

9. Кровельная сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 40 кг/м<sup>3</sup>) ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, 150 мм, 6400 мм, 0,5 /0,5

10. Кровельная сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 40 кг/м<sup>3</sup>) ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, 120 мм, 6400 мм, 0,5 /0,5

11. Кровельная сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 40 кг/м<sup>3</sup>) ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, 120 мм, 6400 мм, 0,5 /0,5

#### 4. Процесс проведения натуральных испытаний:

##### №1

##### Номенклатура:

**Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 50 мм (толщина панели), 6400 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

##### Параметры:

Однопролетная схема нагружения, пролет 6000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 30 мм. Фактический вес панели 73 кг.



##### Наблюдения:

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1325800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 24 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 20 мм показатель несущей нагрузки составил 18 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 30 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 26,7 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели зафиксировано при показателе несущей нагрузки 75 кг/м<sup>2</sup>.



**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (24 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПГ Teplant, изготовленной в соответствии с ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, при максимально допустимом прогибе 30 мм ниже на 11% чем показатель фактической нагрузки (26,7 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания произошло при нагрузке 75 кг/м<sup>2</sup>.

**№2**

**Номенклатура:**

**Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 80 мм (толщина панели), 6400 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

**Параметры:**

Однопролетная схема нагружения, пролет 6000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 30 мм. Фактический вес панели 80,5 кг.



**Наблюдения:**

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1355800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 47 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 20 мм показатель несущей нагрузки составил 34 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 30 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 50 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели зафиксировано при показателе несущей нагрузки 170,8 кг/м<sup>2</sup>.

**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (47 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПГ Teplant, изготовленной в соответствии с требованиями ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, при максимально



допустимом прогибе 30 мм ниже на 6% чем показатель фактической нагрузки (50 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания произошло при нагрузке 170,8 кг/м<sup>2</sup>.

**№3**

**Номенклатура:**

**Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 100 мм (толщина панели), 6400 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

**Параметры:**

Однопролетная схема нагружения, пролет 6000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 30 мм. Фактический вес панели 82,5 кг.

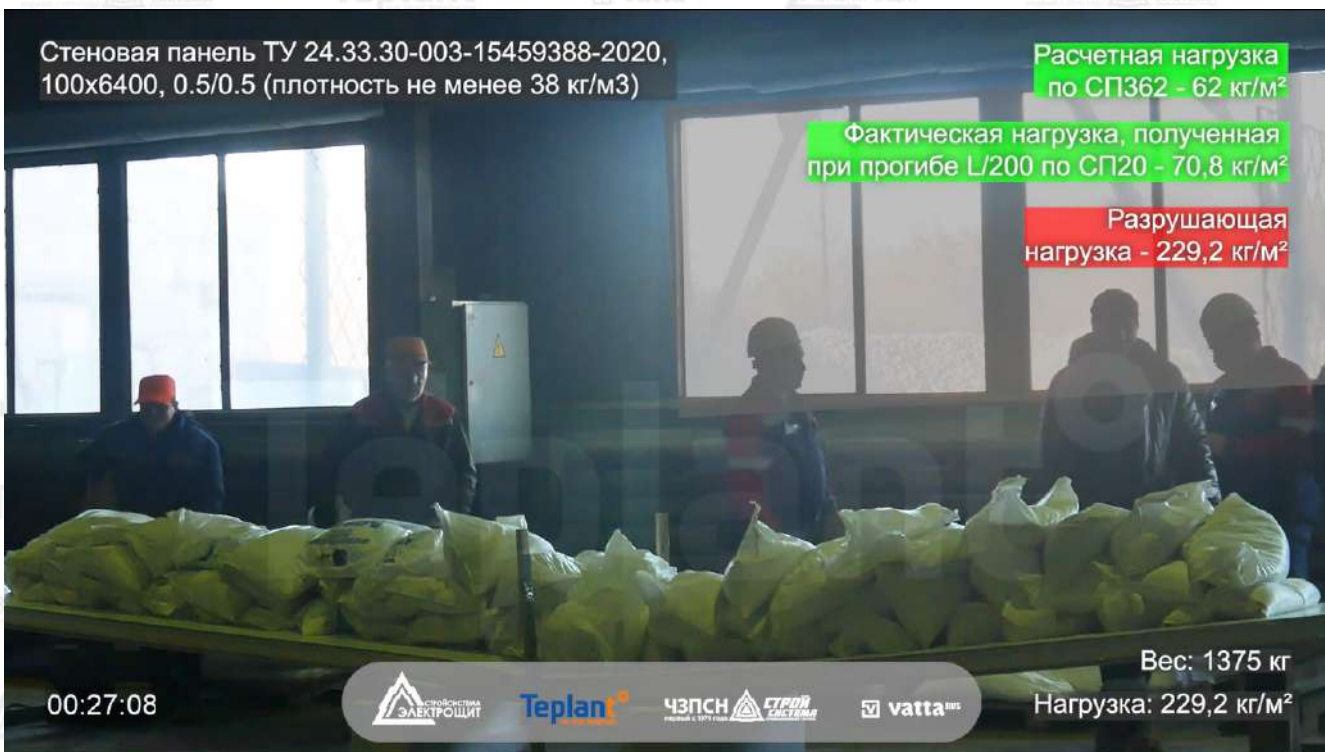


**Наблюдения:**

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1355800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 62 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 20 мм показатель несущей нагрузки составил 47 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 30 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 70,8 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели зафиксировано при показателе несущей нагрузки 229 кг/м<sup>2</sup>.

**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (62 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПГ Teplant, изготовленной в соответствии с требованиями ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, при максимально



допустимом прогибе 30 мм ниже на 14% чем показатель фактической нагрузки (70,8 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания произошло при нагрузке 229 кг/м<sup>2</sup>.

**№4**

**Номенклатура:**

**Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 120 мм (толщина панели), 6400 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

**Параметры:**

Однопролетная схема нагружения, пролет 6000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 30 мм. Фактический вес панели 90,5 кг.

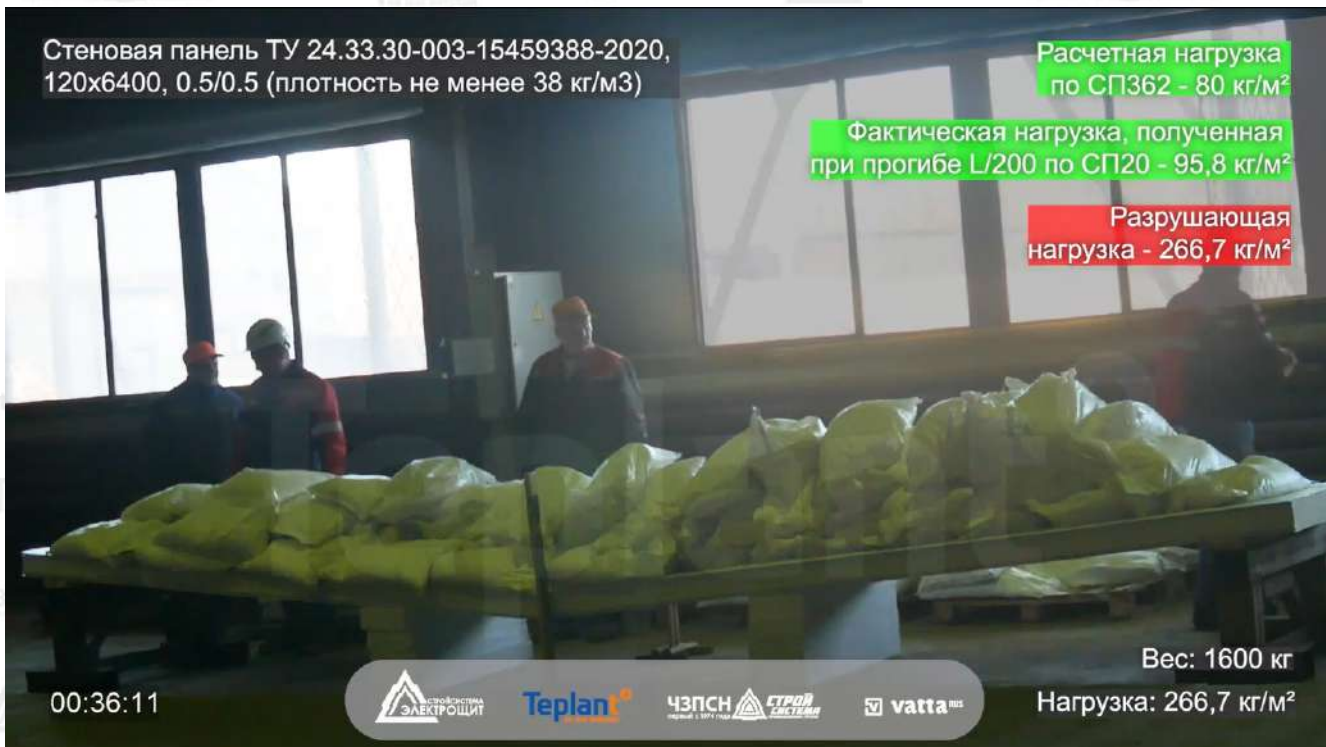
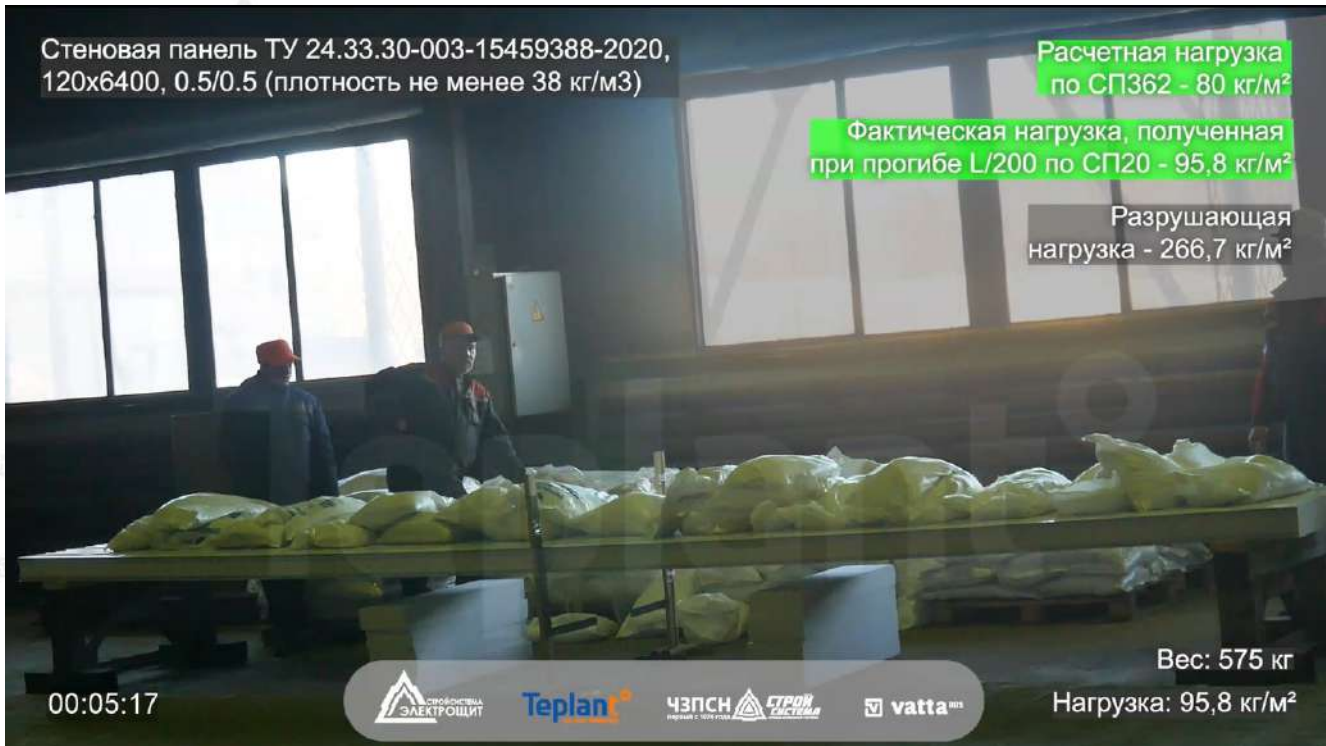


**Наблюдения:**

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1355800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 80 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 20 мм показатель несущей нагрузки составил 71 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 30 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 95,8 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели зафиксировано при показателе несущей нагрузки 266,7 кг/м<sup>2</sup>.

**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (80 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПП Teplant, изготовленной



в соответствии с требованиями ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, при максимально допустимом прогибе 30 мм ниже на 19% чем показатель фактической нагрузки (95,8 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания произошло при нагрузке 266,7 кг/м<sup>2</sup>.

**№5**

**Номенклатура:**

**Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 100 мм (толщина панели), 3500 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

**Параметры:**

Однопролетная схема нагружения, пролет 3000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 15 мм. Фактический вес панели 47 кг.



**Наблюдения:**

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1355800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 225 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 12 мм показатель несущей нагрузки составил 200 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 15 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 233,3 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели зафиксировано при **показателе** несущей нагрузки 625 кг/м<sup>2</sup>.

**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (225 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПГ Teplant, изготовленной в соответствии с требованиями ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, при максимально



допустимом прогибе 15 мм ниже на 3,5% чем показатель фактической нагрузки (233,3 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания произошло при нагрузке 625 кг/м<sup>2</sup>.

**№6**

**Номенклатура:**

**Стеновая сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 38 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, 100 мм (толщина панели), 4500 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

**Параметры:**

Однопролетная схема нагружения, пролет 4000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 20 мм. Фактический вес панели 60 кг.



**Наблюдения:**

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1355800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 140 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 18 мм показатель несущей нагрузки составил 125 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 20 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 162,5 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели зафиксировано при показателе несущей нагрузки 450 кг/м<sup>2</sup>.

**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (140 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПГ Teplant, изготовленной в соответствии с требованиями ТУ 24.33.30-003-15459388-2020, при максимально



допустимом прогибе 20 мм ниже на 16% чем показатель фактической нагрузки (162,5 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания произошло при нагрузке 450 кг/м<sup>2</sup>.

**№7**

**Номенклатура:**

**Кровельная сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 40 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, 80 мм (толщина панели), 6400 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

**Параметры:**

Многопролётная схема нагружения, пролет 3000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 15 мм. Фактический вес панели 93,5 кг.



**Наблюдения:**

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1355800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 160 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 10 мм показатель несущей нагрузки составил 155 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 15 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 308,3 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели зафиксировано при показателе несущей нагрузки 637,5 кг/м<sup>2</sup>.

**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (160 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПГ Teplant, изготовленной в соответствии с требованиями ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, при максимально допустимом прогибе 15 мм ниже на 92% чем показатель фактической нагрузки



(308,3 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания произошло при нагрузке 637,5 кг/м<sup>2</sup>.

**№8**

**Номенклатура:**

**Кровельная сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 40 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, 100 мм (толщина панели), 6400 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

**Параметры:**

Многопролётная схема нагружения, пролет 3000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 15 мм. Фактический вес панели 98,5 кг.

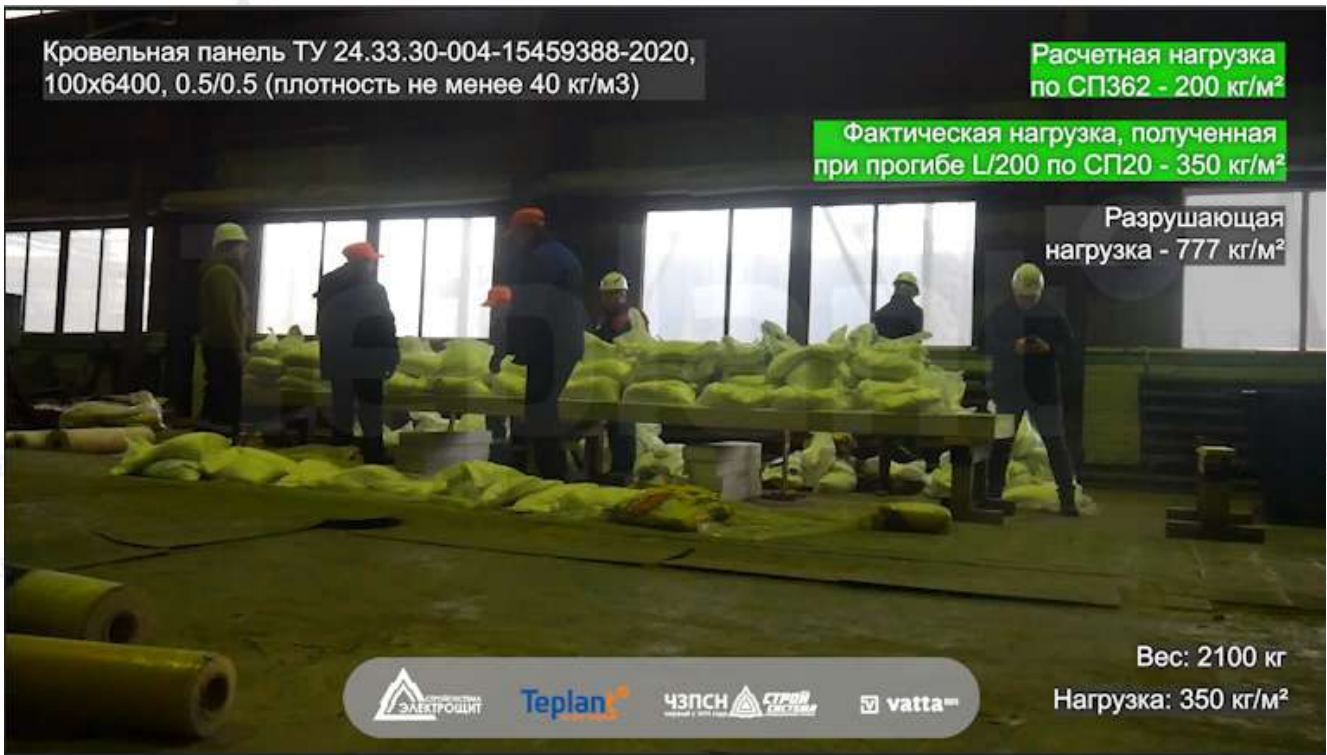


**Наблюдения:**

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1355800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 200 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 10 мм показатель несущей нагрузки составил 216 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 15 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 350 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели зафиксировано при показателе несущей нагрузки 777,5 кг/м<sup>2</sup>.

**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (200 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПГ Teplant, изготовленной в соответствии с требованиями ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, при максимально



допустимом прогибе 15 мм ниже на 75% чем показатель фактической нагрузки (350 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания произошло при нагрузке 777,5 кг/м<sup>2</sup>.

**№9**

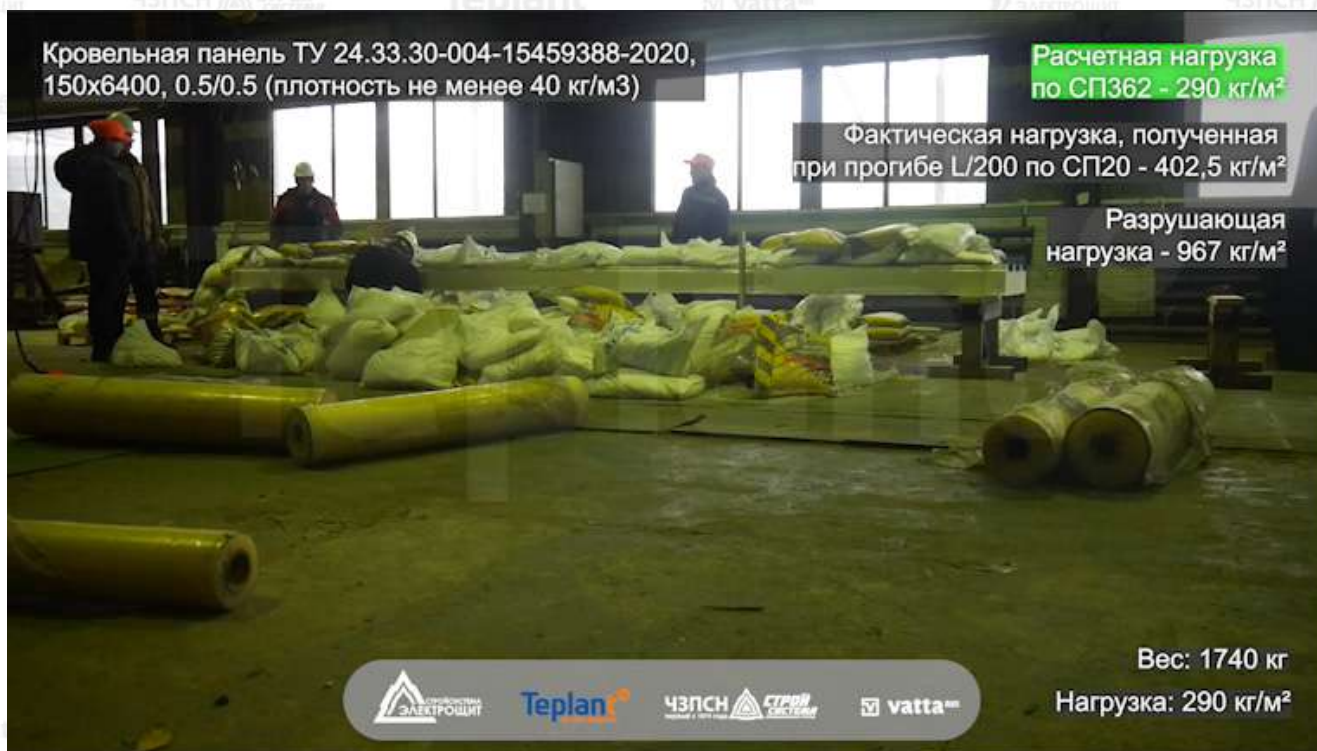
**Номенклатура:**

**Кровельная сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 40 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, 150 мм (толщина панели), 6400 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

**Параметры:**

Многопролётная схема нагружения, пролет 3000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 15 мм. Фактический вес панели 111,3 кг.



**Наблюдения:**

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1355800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 290 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 10 мм показатель несущей нагрузки составил 267 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 15 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 402,5 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели зафиксировано при показателе несущей нагрузки 966,7 кг/м<sup>2</sup>.

**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (290 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПГ Teplant, изготовленной в соответствии с требованиями ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, при максимально



допустимом прогибе 15 мм ниже на 38,8% чем показатель фактической нагрузки (402,5 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания произошло при нагрузке 966,7 кг/м<sup>2</sup>.

**№10**

**Номенклатура:**

**Кровельная сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 40 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, 120 мм (толщина панели), 6400 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

**Параметры:**

Многопролётная схема нагружения, пролет 2000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 10 мм. Фактический вес панели 104 кг.

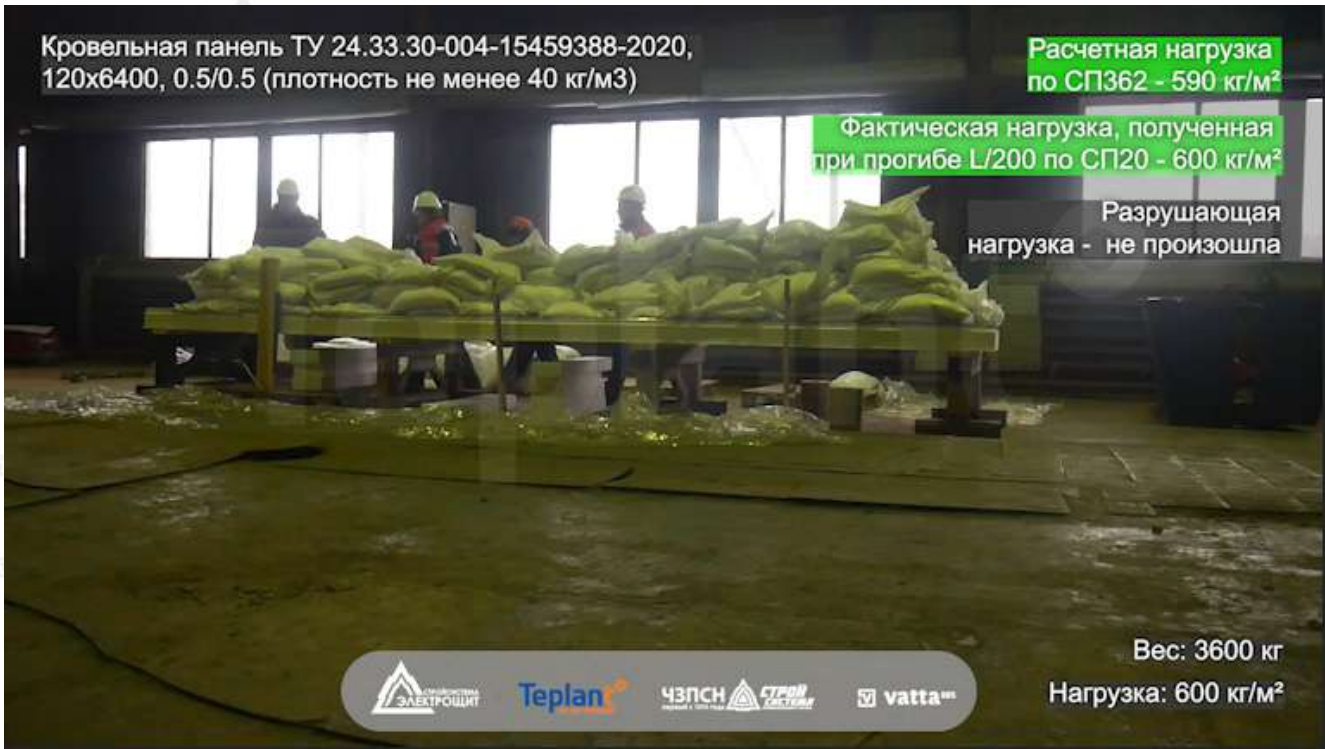


**Наблюдения:**

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1355800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 590 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 8 мм показатель несущей нагрузки составил 466,7 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 10 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 600 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели не зафиксировано.

**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (590 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПГ Teplant, изготовленной в соответствии с требованиями ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, при максимально



допустимом прогибе 10 мм ниже на 2% чем показатель фактической нагрузки (600 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания не произошло.

**№11**

**Номенклатура:**

**Кровельная сэндвич-панель ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата, плотность 40 кг/м<sup>3</sup>)** ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, 120 мм (толщина панели), 6400 мм (длина панели), 0,5 (толщина наружной облицовки) /0,5 (толщина внутренней облицовки)

**Параметры:**

Многопролётная схема нагружения, пролет 3000 мм.

Максимально допустимый прогиб согласно свода правил СП 20.13330.2016 составляет 1/200 – 15 мм. Фактический вес панели 104 кг.



**Наблюдения:**

- расчетная нагрузка в соответствии с СП 362.1355800.2017 для такой номенклатуры сэндвич-панели при идентичных сырьевых компонентах составляет 225 кг/м<sup>2</sup>;
- при полном сохранении целостности конструкции сэндвич-панели при прогибе до 13 мм показатель несущей нагрузки составил 254 кг/м<sup>2</sup>;
- при максимально допустимом прогибе (до 15 мм) с сохранением целостности конструкции сэндвич-панели показатель несущей нагрузки составил 333,3 кг/м<sup>2</sup>;
- нарушение целостности конструкции сэндвич-панели зафиксировано при показателе несущей нагрузки 845 кг/м<sup>2</sup>.

**Заключение:**

Показатель расчетной нагрузки (225 кг/м<sup>2</sup>) сэндвич-панели ПП Teplant, изготовленной в соответствии с требованиями ТУ 24.33.30-004-15459388-2020, при максимально



допустимом прогибе 15 мм ниже на 48% чем показатель фактической нагрузки (333,3 кг/м<sup>2</sup>) по итогам испытания. Разрушение панели по итогам испытания произошло при нагрузке 845 кг/м<sup>2</sup>.

## Сводные данные по несущей способности стеновых и кровельных панелей, полученные путём расчета и путем проведения натуральных испытаний для панелей ПИР (с утеплителем из пенополиизоцианурата), согласно требованиям ТУ заводов Промышленной Группы Teplant к Товару

Сравнение величины нагрузок, полученных расчетом по СВОДУ ПРАВИЛ 362.1355800.2017 с величиной нагрузок, полученных по результатам натуральных испытаний			
Номенклатура испытываемой продукции	Максимальная допустимая нагрузка при прогибе L/200, кг/м <sup>2</sup>		Величина разрушающей нагрузки, кг/м <sup>2</sup>
	Величина расчетной нагрузки согласно СВОДУ ПРАВИЛ 362.1355800.2017, кг/м <sup>2</sup>	Величина фактической нагрузки по итогам испытаний по СВОДУ ПРАВИЛ 362.1355800.2017, кг/м <sup>2</sup>	
01. Стеновая панель ПИР, 50x6400, 0.5/0.5, однопролетная схема, шаг пролета 6000 мм (плотность 38 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=30 мм. Вес панели 73 кг. Испытание №1.	24	26,6	75
02. Стеновая панель ПИР, 80x6400, 0.5/0.5, однопролетная схема, шаг пролета 6000 мм (плотность 38 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=30 мм. Вес панели -80.5 кг. Испытание №2	47	50	170,8
03. Стеновая панель ПИР, 100x6400, 0.5/0.5, однопролетная схема, шаг пролета 6000 мм (плотность 38 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=30 мм. Вес панели 82.5 кг. Испытание №3	62	70,8	229,2
04. Стеновая панель ПИР, 120x6400, 0.5/0.5, однопролетная схема, шаг пролета 6000 мм (плотность 38 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=30 мм. Вес панели 90.5 кг. Испытание №4	80	95,8	266,7
05. Стеновая панель ПИР, 100x3500, 0.5/0.5, однопролетная схема, шаг пролета 3000 мм (плотность 38 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=15 мм. Вес панели 47 кг. Испытание №5	225	233,3	625
06. Стеновая панель ПИР, 100x4500, 0.5/0.5, однопролетная схема, шаг пролета 4000 мм (плотность 38 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=20 мм. Вес панели 60 кг. Испытание №6	140	162,5	450
07. Кровельная панель ПИР, 80x6400, 0.5/0.5, многопролетная схема, шаг пролета 3000 мм (плотность 40 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=15 мм. Вес панели - 93.5 кг. Испытание №7	160	308,3	637,5
08. Кровельная панель ПИР, 100x6400, 0.5/0.5, многопролетная схема, шаг пролета 3000 мм (плотность 40 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=15 мм. Вес панели - 98.5 кг. Испытание №8	200	350	777
09. Кровельная панель ПИР, 150x6400, 0.5/0.5, многопролетная схема, шаг пролета 3000 мм (плотность 40 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=15 мм. Вес панели - 111.3 кг. Испытание №9	290	402,5	967
10. Кровельная панель ПИР, 120x6400, 0.5/0.5, многопролетная схема, шаг пролета 2000 мм (плотность 40 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=10 мм. Вес панели - 104 кг. Испытание №10	590	600	Разрушения не произошло
11. Кровельная панель ПИР, 120x6400, 0.5/0.5, многопролетная схема, шаг пролета 3000 мм (плотность 40 кг/м <sup>3</sup> ), прогиб L/200=15 мм. Вес панели - 104 кг. Испытание №11	225	333,3	845