

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ 30546.1-98, ГОСТ 30546.2-98, ГОСТ 30546.3-98 (исполнение сейсмостойкости 9 баллов по шкале MSK-64)	
Протокол №..... :	539-04/12-B
Дата..... :	19.04.2019
Утвержден (+ подпись)..... :	С.П. Павлов
Испытан (+ подпись)..... :	А.О. Голубев
	
Испытательный центр..... :	Испытательная лаборатория «ВЕЛЕС» Общества с ограниченной ответственностью «Центр Сертификации «ВЕЛЕС»
Адрес..... :	195009, город Санкт-Петербург, ул. Академика Ле- бедева, д. 12, корп. 2, лит. А, этаж 2, комн. 26
Аттестат аккредитации..... :	№ РОСС RU.31485.04ИДЮ0.006
Срок действия..... :	до 26.08.2023 г.
Место проведения испытаний..... :	195009, город Санкт-Петербург, ул. Академика Ле- бедева, д. 12, корп. 2, лит. А, этаж 2, комн. 26
Вид испытаний..... :	Сертификационные испытания
Заказчик..... :	Общество с ограниченной ответственностью «Фронтсайд»»
Адрес..... :	121087, г. Москва, ул. Баркляя, д. 6, стр. 5, этаж 5, ком. 23Д
Стандарт..... :	ГОСТ 30546.1-98, ГОСТ 30546.2-98, ГОСТ 30546.3- 98
Испытательная процедура..... :	Моделирование сейсмического воздействия
Тип объекта испытаний..... :	ПАНЕЛИ СТАЛЬНЫЕ ТРЕХСЛОЙНЫЕ С МИ- НЕРАЛОВАТНЫМ УТЕПЛИТЕЛЕМ
Торговая марка..... :	---
Тип/модель..... :	---
Изготовитель..... :	Общество с ограниченной ответственностью «Фронтсайд»»
Адрес..... :	121087, г. Москва, ул. Баркляя, д. 6, стр. 5, этаж 5, ком. 23Д

Примечания:

В этом протоколе в качестве десятичного деления используется запятая.

Протокол распространяется только на образцы, подвергнутые испытаниям.

Не допускается частичная перепечатка или копирование протокола без разрешения испытательной лаборатории.

Климатические условия испытаний:

- температура окружающей среды – 20 ± 2 °С
- относительная влажность – 64 ± 5 %
- атмосферное давление – 98 ± 5 КПа
- температура испытательной среды – 20 ± 2 °С

Процедура испытаний

Идентификация изделия	Наименование, тип, маркировка образцов соответствует сопроводительной документации
Проведение испытаний согласно	ГОСТ 30546.1-98, ГОСТ 30546.2-98, ГОСТ 30546.3-98 (исполнение сейсмостойкости 9 баллов по шкале MSK-64)
Условия проведения испытаний и методика расчета	<p>Собственный вес конструкции распределяется между узлами конечно-элементной модели пропорционально примыкающим площадям.</p> <p>Собственный вес оборудования сосредоточен в узлах закрепления (используются конечные элементы «сосредоточенная масса»).</p> <p>Напряженно-деформированное состояние несущих конструкций от сейсмического воздействия определено линейно-спектральным методом.</p> <p>Компоненты X, Y, Z в запас прочности складываются по абсолютной величине.</p>
Испытание изделия	Испытание изделия см. приложение №1

Заключение

Представленный на испытания образец – панели стальные трехслойные с минераловатным утеплителем, выпускаемый изготовителем Общество с ограниченной ответственностью «Фронтсайд», соответствует:

ГОСТ 30546.1-98 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости»;

ГОСТ 30546.2-98 «Испытания на сейсмостойкость машин, приборов и других технических изделий»;

ГОСТ 30546.3-98 «Методы определения сейсмостойкости машин, приборов и других технических изделий, установленных на месте эксплуатации, при их аттестации или сертификации на сейсмическую безопасность», (исполнение сейсмостойкости 9 баллов по шкале MSK-64);

Исполнитель



Испытание на сейсмическое воздействие
Конструкция из панелей трёхслойных стальных
фасадных модульных типа FRONTTOP с утеплителем
из минераловатных плит, выпускаемых по ТУ 25.11.23-
003-54610108-2017



Содержание

1. Общие сведения.....	3
2. Нагрузки и воздействия, действующие на панели.....	4
3. Методика расчета.....	4
4. Расчет панели.....	8
4.1 Определение собственных частот колебаний панели:.....	8
4.2 Анализ сейсмического воздействия на панель	12
4.3 Визуализация коэффициента запаса прочности от сейсмического воздействия	16
5. Основные узлы крепления	17
5.1 Расчет на прочность узлов крепления	24
6. Общие выводы.....	25



1. Общие сведения

Испытание на сейсмическое воздействие на Конструкции из панелей трёхслойных стальных фасадных модульных типа FRONTTOP с утеплителем из минераловатных плит, выпускаемых по ТУ 25.11.23-003-54610108-2017 (далее панели) выполнено на основании технической документации, ГОСТ 30546.1-98 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости».

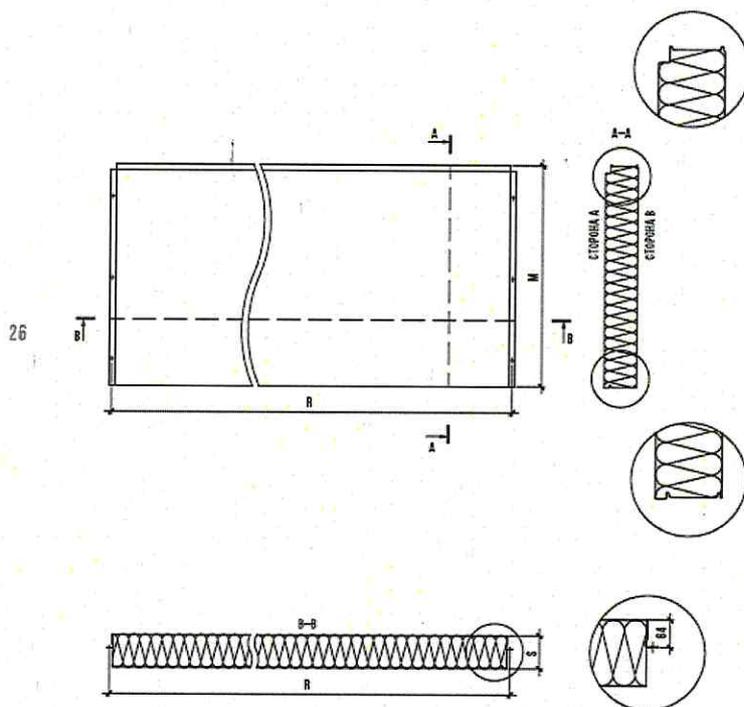


Рис.1. Конструкция из панелей трёхслойных стальных фасадных модульных типа FRONTTOP с утеплителем из минераловатных плит, выпускаемых по ТУ 25.11.23-003-54610108-2017



2. Нагрузки и воздействия, действующие на панели

На основании технической документации, были смоделированы панели.

В качестве статических и динамических нагрузок были приняты следующие типы нагрузок:

1. собственный вес с коэффициентом – 1,1;
2. сейсмическое воздействие в 9 баллов по шкале MSK-64.

3. Методика расчета

Расчет выполнен в ПО ANSYS — универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа. ANSYS аттестован в ГОСАТОМНАДЗОРЕ России, ISO-9000 series, especially ISO-9001 and ISO 9000-3, Российской академией архитектуры и строительных наук

Расчет, выполняемый программой ANSYS, основан на классических инженерных представлениях и концепциях. При помощи численных методов эти концепции могут быть сформулированы в виде матричных уравнений, которые наиболее пригодны для конечно-элементных приложений.

Совокупность дискретных областей (элементов), связанных между собой в конечном числе точек (узлов), представляет собой математическую модель системы. Основными неизвестными являются степени свободы узлов конечно-элементной модели. К степеням свободы относятся перемещения, повороты, температуры, давления, скорости, потенциалы электрических или магнитных полей; их конкретное содержание определяется типом элемента, который связан с данным узлом. В соответствии со степенями свободы для каждого элемента модели формируются матрицы масс, жесткости (или теплопроводности) и сопротивления (или удельной теплоемкости). Эти матрицы приводят к системам совместных уравнений, которые обрабатываются так называемыми “решателями”.

Для материалов с линейными свойствами напряжения связаны с деформациями соотношением:

$$\{\sigma\} = [D] \{\varepsilon_{el}\}, \quad (1)$$

где $\{\sigma\} = [\sigma_x \ \sigma_y \ \sigma_z \ \sigma_{xy} \ \sigma_{yz} \ \sigma_{xz}]^T$ - вектор напряжений (как выходная величина помечается меткой S);



[D] – матрица упругости (описывается уравнениями (17) ... (22), обратная матрица записывается в виде (3) и (4);

$\{\epsilon_{el}\} = \{\epsilon\} - \{\epsilon_{th}\}$ - выходной массив;

$\{\epsilon\} = [\epsilon_x \ \epsilon_y \ \epsilon_z \ \epsilon_{xy} \ \epsilon_{xz} \ \epsilon_{yz}]^T$ - вектор полной (суммарной) деформации;

$\{\epsilon_{th}\}$ – вектор температурной деформации.

Компоненты вектора напряжений показаны на Рисунке 2. Для используемых в программе ANSYS напряжений и деформаций принято следующее правило знаков: величины, относящиеся к растяжению являются положительными, к сжатию - отрицательными. Компоненты сдвига считаются положительными, если их направления совпадают с направлениями соответствующих координатных осей. Деформации сдвига представляют собой инженерные деформации, а не компоненты тензора.

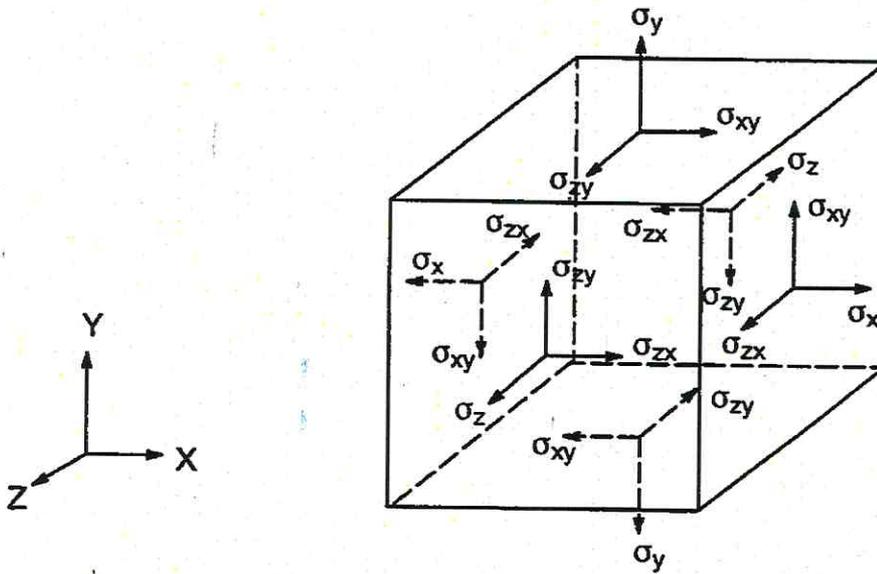


Рис. 2. - Компоненты вектора напряжений

Уравнение (1) может быть обращено следующим образом:

$$\{\epsilon\} = \{\epsilon_{th}\} + [D]^{-1} \{\sigma\}. \quad (2)$$

Матрица [D]⁻¹, нормализованная по столбцам, имеет вид:

$$[D]^{-1} = \begin{vmatrix} 1/E_x & -\nu_{xy}/E_y & -\nu_{xz}/E_z & 0 & 0 & 0 \\ -\nu_{yx}/E_x & 1/E_y & -\nu_{yz}/E_z & 0 & 0 & 0 \\ -\nu_{zx}/E_x & -\nu_{zy}/E_y & 1/E_z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G_x & 0 & 0 \end{vmatrix}$$



$$\begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_z \end{vmatrix}$$

При использовании нормализация по строкам, матрица записывается следующим образом:

$$[D]^{-1} = \begin{vmatrix} 1/E_x & -v^*_{xy}/E_y & -v^*_{xz}/E_z & 0 & 0 & 0 \\ -v^*_{yx}/E_x & 1/E_y & -v^*_{yz}/E_z & 0 & 0 & 0 \\ -v^*_{zx}/E_x & -v^*_{zy}/E_y & 1/E_z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G_{xy} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{yz} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{zx} \end{vmatrix} \quad (4)$$

Для записи элементов этих матриц используются обозначения:

E_x – модуль Юнга в направлении оси x ,

v_{xy} – минимальный коэффициент Пуассона,

v^*_{xy} – максимальный коэффициент Пуассона,

G_{xy} – модуль сдвига в плоскости x - y .

Матрица $[D]^{-1}$ должна быть положительно определенной. Кроме того, эта матрица должна быть симметричной, поэтому для ортотропных материалов предполагается существование соотношений:

$$v_{yx} / E_x = v_{xy} / E_y \quad (5)$$

$$v_{zx} / E_x = v_{xz} / E_z \quad (6)$$

$$v_{zy} / E_y = v_{yz} / E_z \quad (7)$$

или

$$v^*_{yx} / E_y = v^*_{xy} / E_x \quad (8)$$

$$v^*_{zx} / E_z = v^*_{xz} / E_x \quad (9)$$

$$v^*_{zy} / E_z = v^*_{yz} / E_y \quad (10)$$

Согласно допустимым выше соотношениям, величины v_{xy} , v_{zy} , v_{zx} , v^*_{yx} , v^*_{zy} и v^*_{zx} являются зависимыми и поэтому не задаются при вводе исходных данных.

Из равенства (2) в развернутом виде, используя выражения (3), а также (5) ... (7), получаем шесть уравнений:

$$\varepsilon_x = \alpha_x \Delta T + \sigma_x / E_x - v_{xy} \sigma_y / E_y - v_{xz} \sigma_z / E_z \quad (11)$$

$$\varepsilon_y = \alpha_y \Delta T + \sigma_y / E_y - v_{yx} \sigma_x / E_x - v_{yz} \sigma_z / E_z \quad (12)$$



$$\epsilon_z = \alpha_z \Delta T + \sigma_z / E_z - \nu_{xz} \sigma_x / E_z - \nu_{yz} \sigma_y / E_z \quad (13)$$

$$\epsilon_{xy} = \sigma_{xy} / G_{xy} \quad (14)$$

$$\epsilon_{yz} = \sigma_{yz} / G_{yz} \quad (15)$$

$$\epsilon_{xz} = \sigma_{xz} / G_{xz}, \quad (16)$$

где ϵ_x - деформация в направлении оси x,

ϵ_{xy} - деформация сдвига в плоскости x - y,

σ_x - напряжения в направлении оси x,

σ_{xy} - напряжения сдвига в плоскости x - y;

компоненты с другими индексами получаются циклическим сдвигом (x - y - z).

Уравнение (1) можно переписывать в развернутом виде, используя обратную матрицу (3), что вместе с уравнениями (5) ... (7) дает шесть соотношений для напряжений:

$$\sigma_x = E_x/h [1 - (\nu_{yz})^2 E_y/E_z] (\epsilon_x - \alpha_x \Delta T) + E_x/h [\nu_{xy} + \nu_{xz}\nu_{yz} E_y/E_z] (\epsilon_y - \alpha_y \Delta T) + E_x/h [\nu_{xz} + \nu_{yz}\nu_{xy}] (\epsilon_z - \alpha_z \Delta T) \quad (17)$$

$$\sigma_y = E_x/h [\nu_{xy} + \nu_{xz}\nu_{yz} E_y/E_z] (\epsilon_x - \alpha_x \Delta T) + E_y/h [1 - (\nu_{xz})^2 E_x/E_z] (\epsilon_y - \alpha_y \Delta T) + E_y/h [\nu_{yz} + \nu_{xz}\nu_{xy} E_x/E_y] (\epsilon_z - \alpha_z \Delta T) \quad (18)$$

$$\sigma_z = E_x/h [\nu_{xz} + \nu_{yz}\nu_{xy}] (\epsilon_x - \alpha_x \Delta T) + E_y/h [\nu_{yz} + \nu_{xz}\nu_{xy} E_x/E_y] (\epsilon_y - \alpha_y \Delta T) + E_z/h [1 - (\nu_{xy})^2 E_x/E_y] (\epsilon_z - \alpha_z \Delta T) \quad (19)$$

$$\sigma_{xy} = G_{xy} \epsilon_{xy} \quad (20)$$

$$\sigma_{yz} = G_{yz} \epsilon_{yz} \quad (21)$$

$$\sigma_{xz} = G_{xz} \epsilon_{xz}, \quad (22)$$

в которых обозначено: $h = 1 - (\nu_{xy})^2 E_x/E_y - (\nu_{yz})^2 E_y/E_z - (\nu_{xz})^2 E_x/E_z - 2 \nu_{xy} \nu_{yz} \nu_{xz} E_x/E_z$.

Если модули сдвига G_{xy} , G_{yz} , G_{xz} не задаются при вводе, то их значения вычисляются следующим образом:

$$G_{xy} = (E_x E_y) / (E_x + E_y + 2 \nu_{xy} E_x) \quad (23)$$

$$G_{yz} = G_{xy} \quad (24)$$

$$G_{xz} = G_{xy} \quad (25)$$



4. Расчет панели

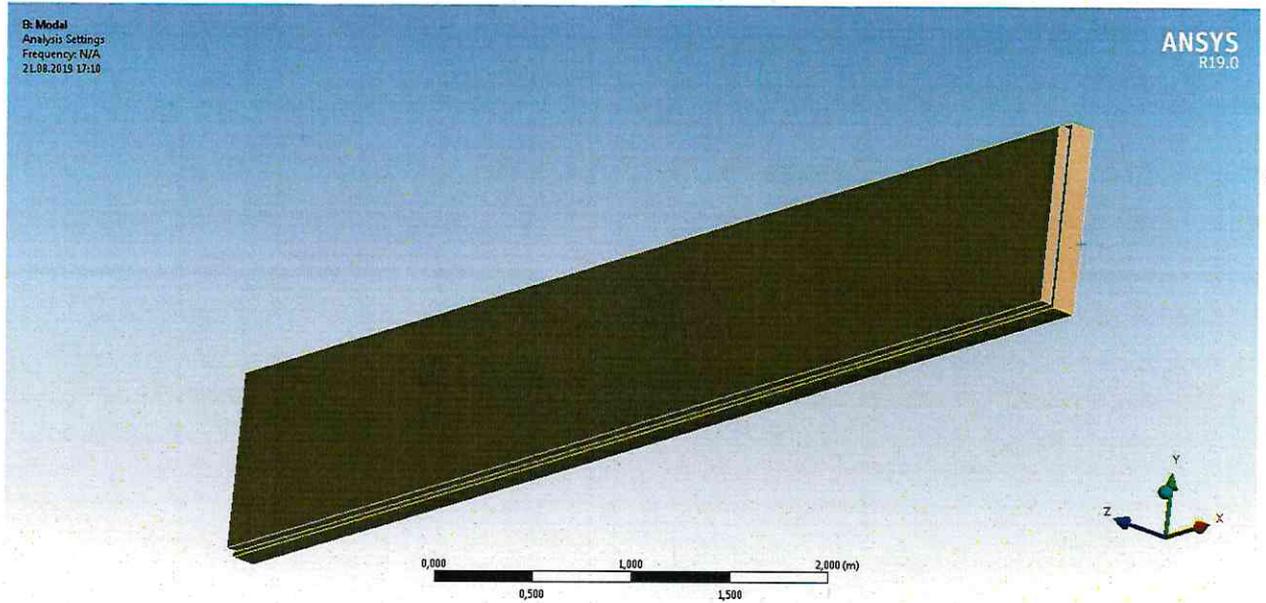


Рис. 2 Расчетная аппроксимированная модель

4.1 Определение собственных частот колебаний панели:

№ Рис.	Форма колебаний	Частота , Гц
4	1	18,745
5	2	49,224
6	3	65,941
7	4	68,588
8	5	93,051
9	6	130,95

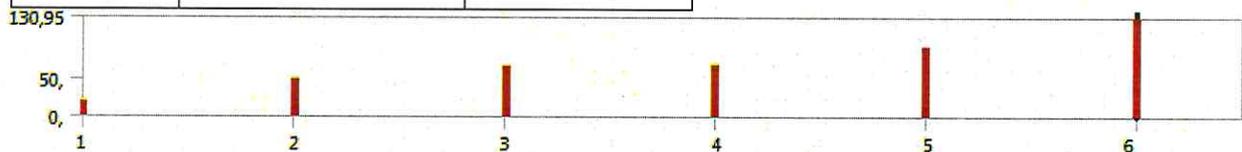


Рис. 3 Гистограмма собственных частот колебаний



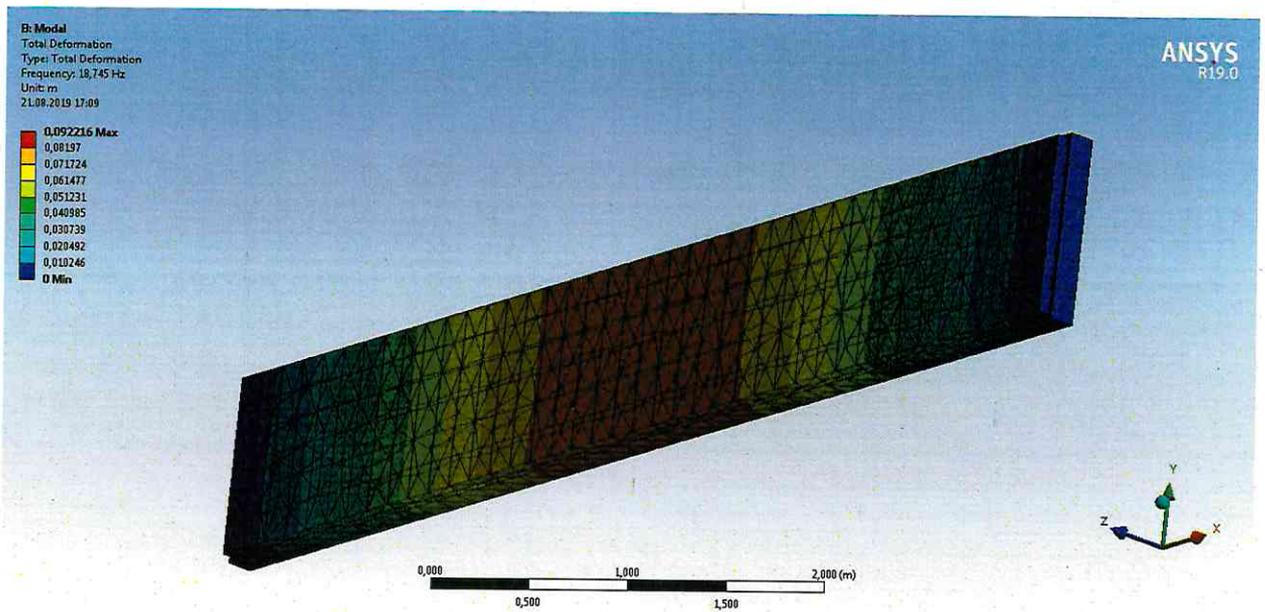


Рис. 4 Амплитуда при 1-й форме колебаний [м]

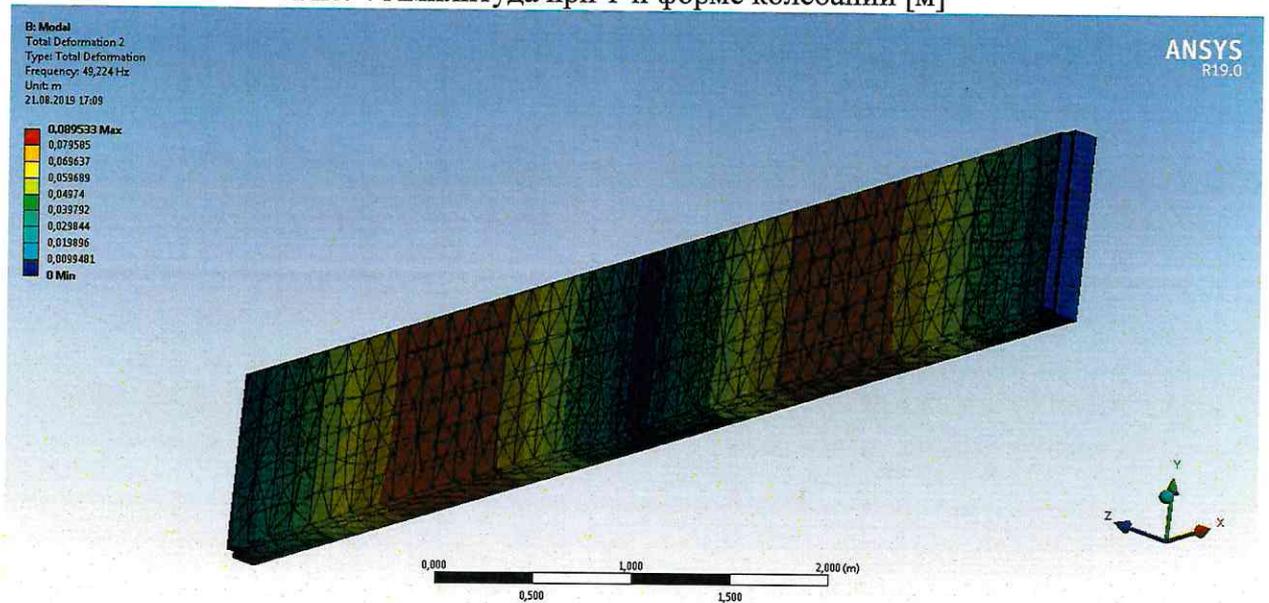


Рис. 5 Амплитуда при 2-й форме колебаний [м]



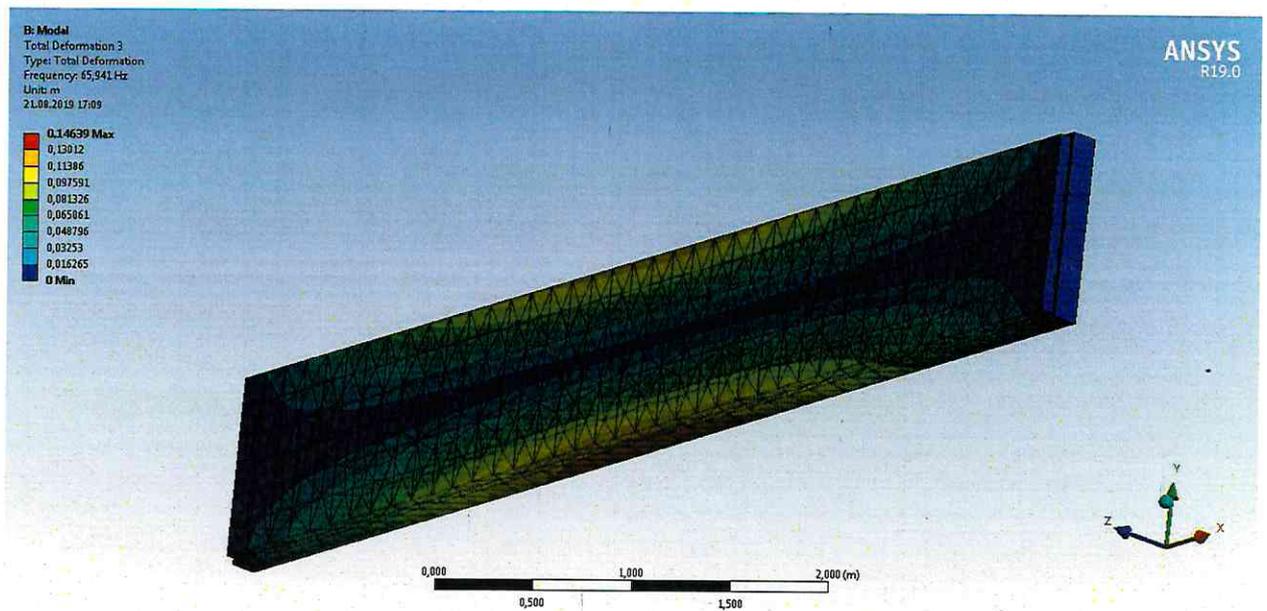


Рис. 6 Амплитуда при 3-й форме колебаний [м]

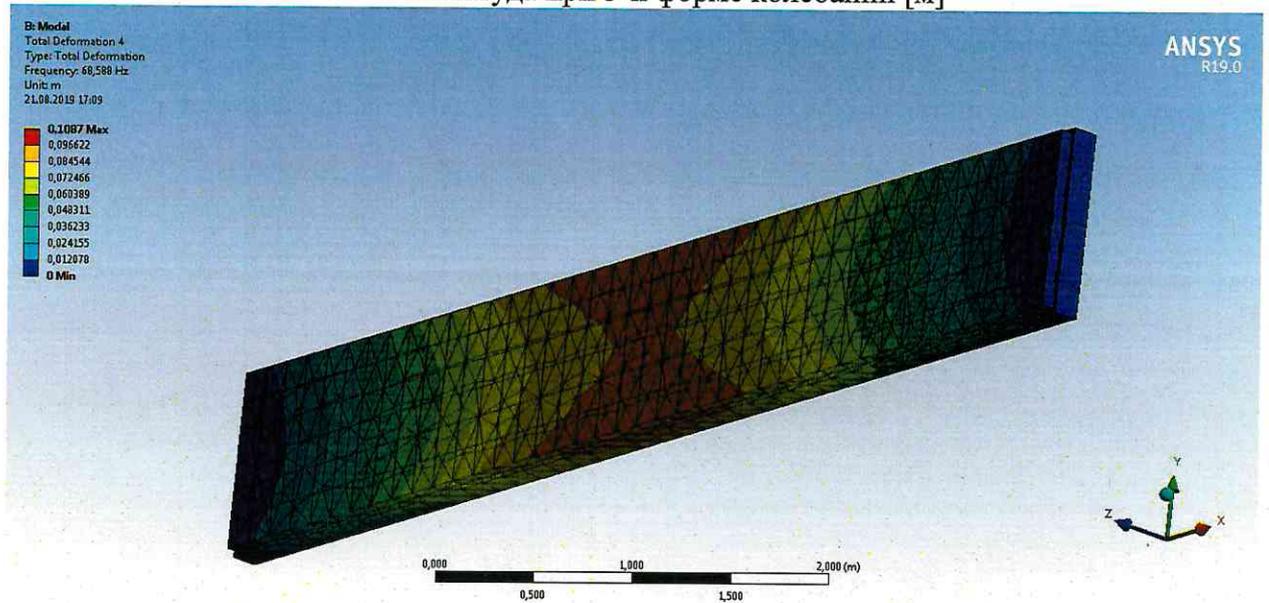


Рис. 7 Амплитуда при 4-й форме колебаний [м]

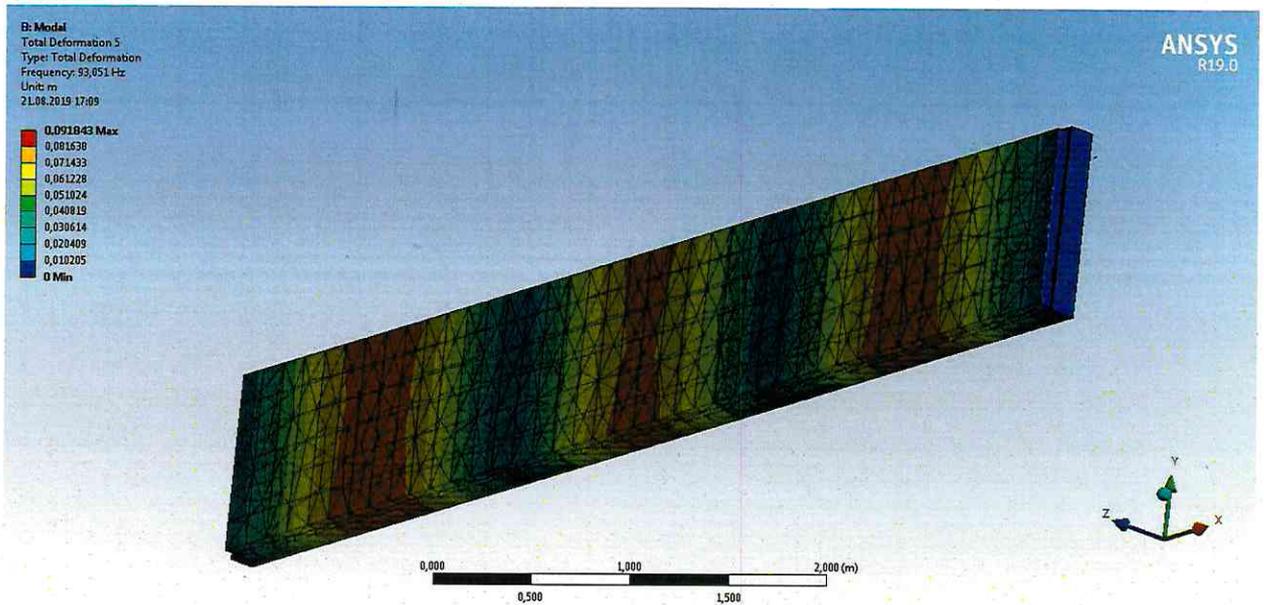


Рис. 8 Амплитуда при 5-й форме колебаний [м]

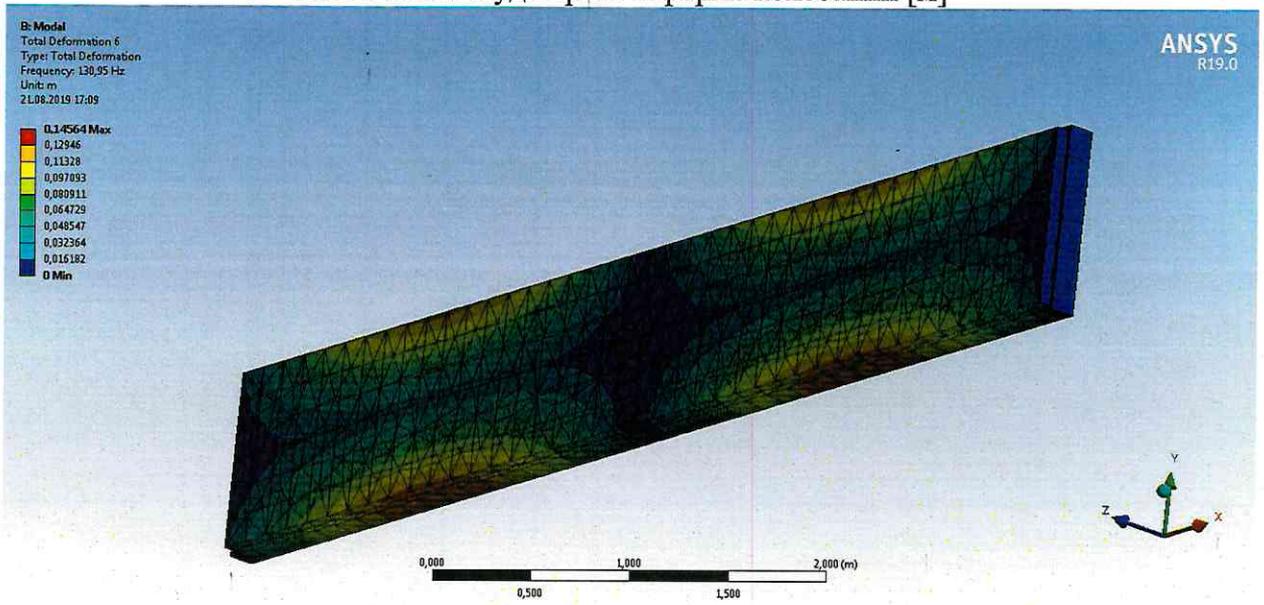


Рис. 9 Амплитуда при 6-й форме колебаний [м]

4.2 Анализ сейсмического воздействия на панель

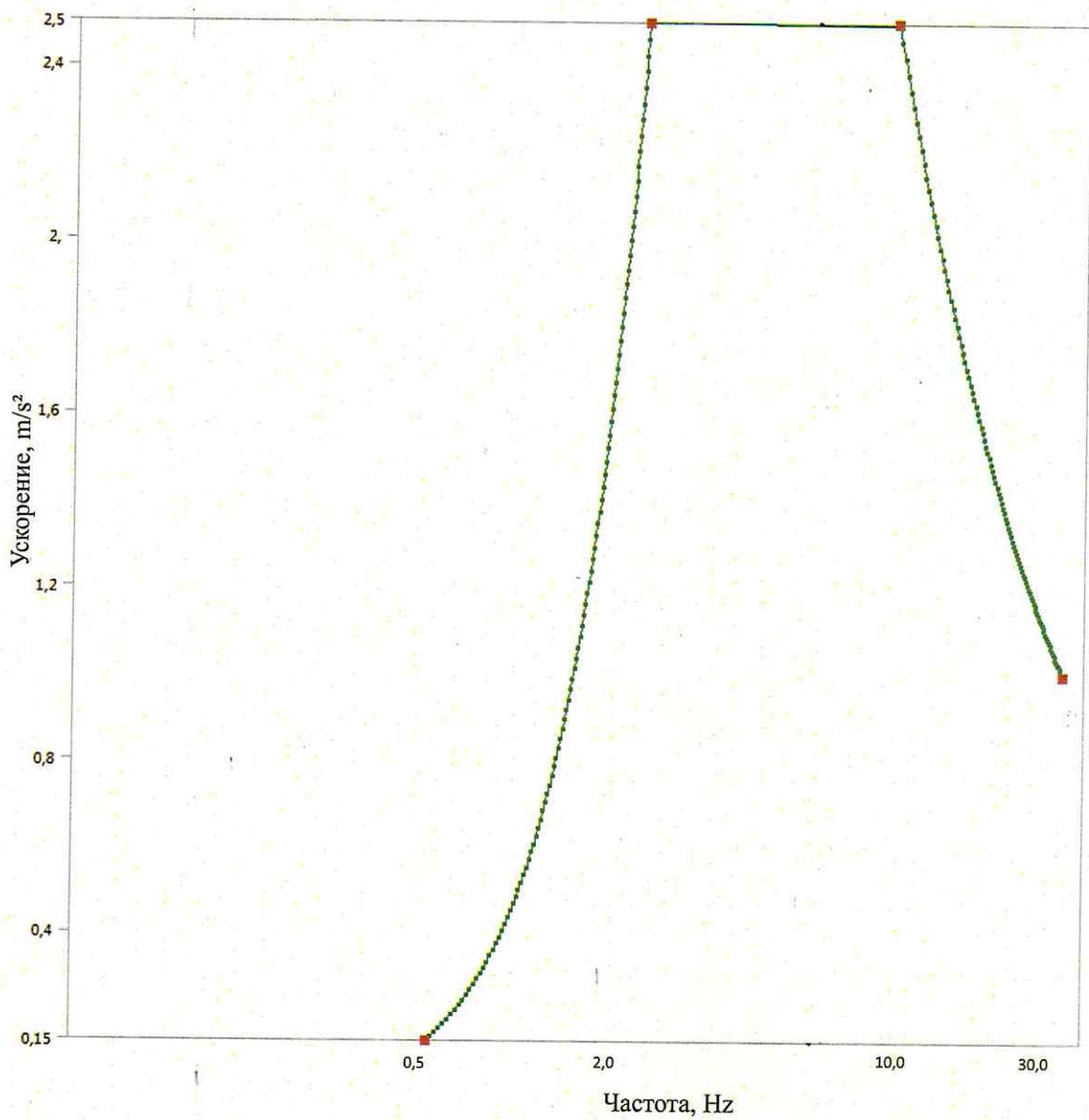


Рис.10 График зависимости между максимальной амплитудой ускорения и частотой синусоидальной вибрации – расчетный спектр воздействия

Частота [Hz]	Ускорение [(m/s^2)]
0,5	0,15
2,	2,5
10,	
30,	1,0



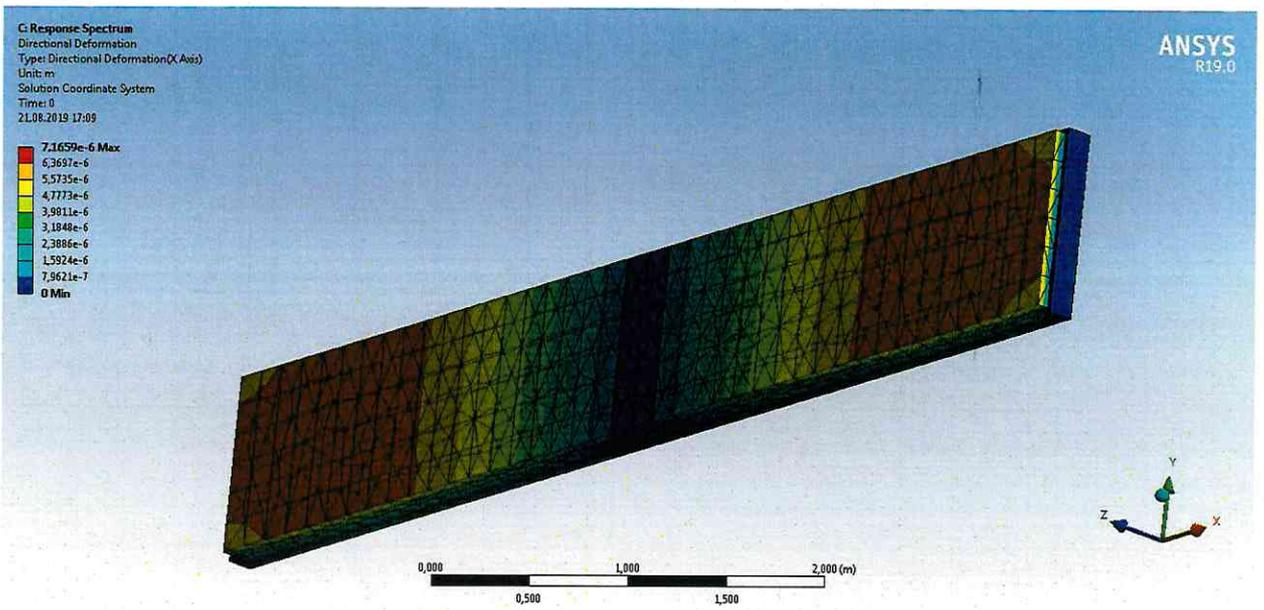


Рис. 11 Перемещения по оси X [м]

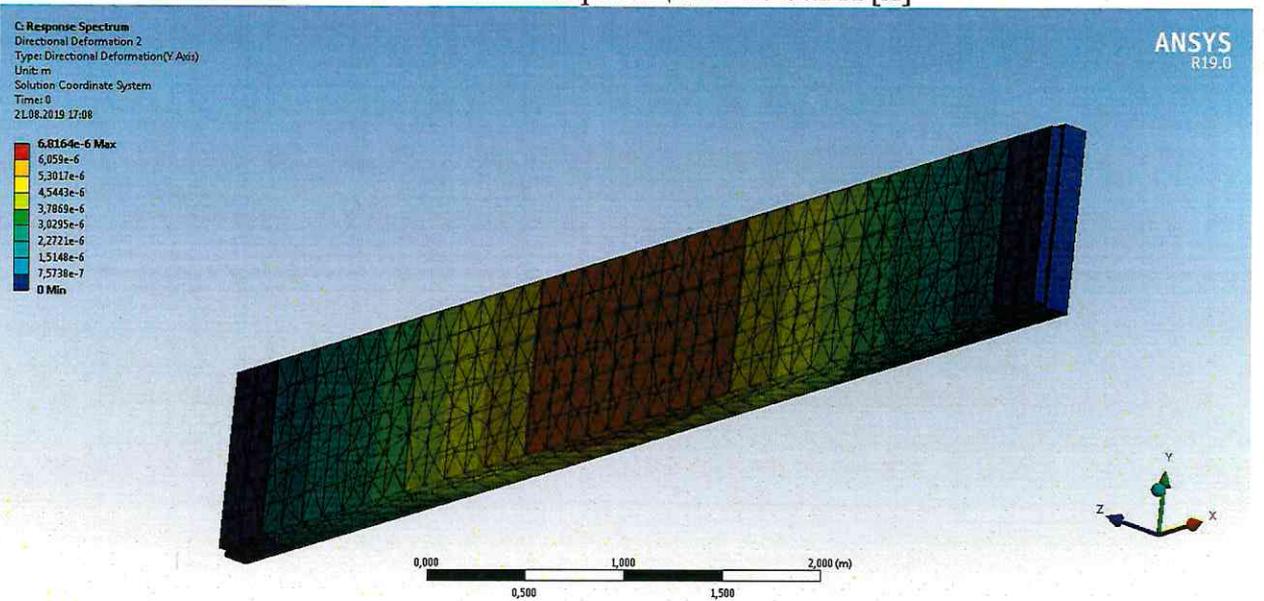


Рис. 12 Перемещения по оси Y [м]



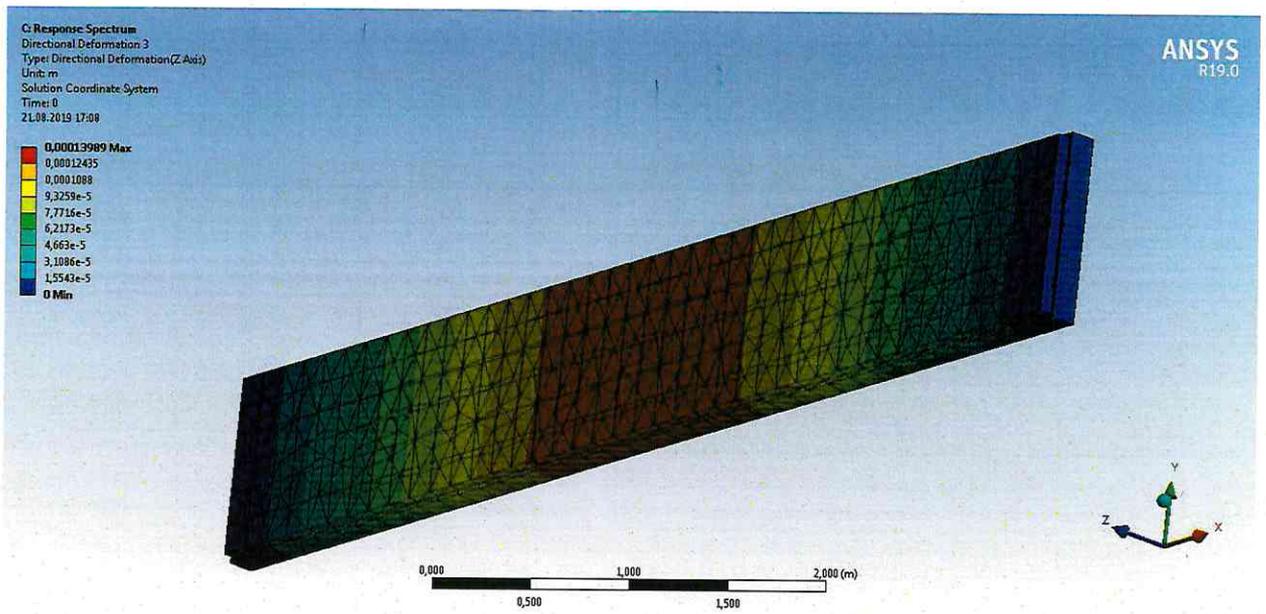


Рис. 13 Перемещения по оси Z [м]

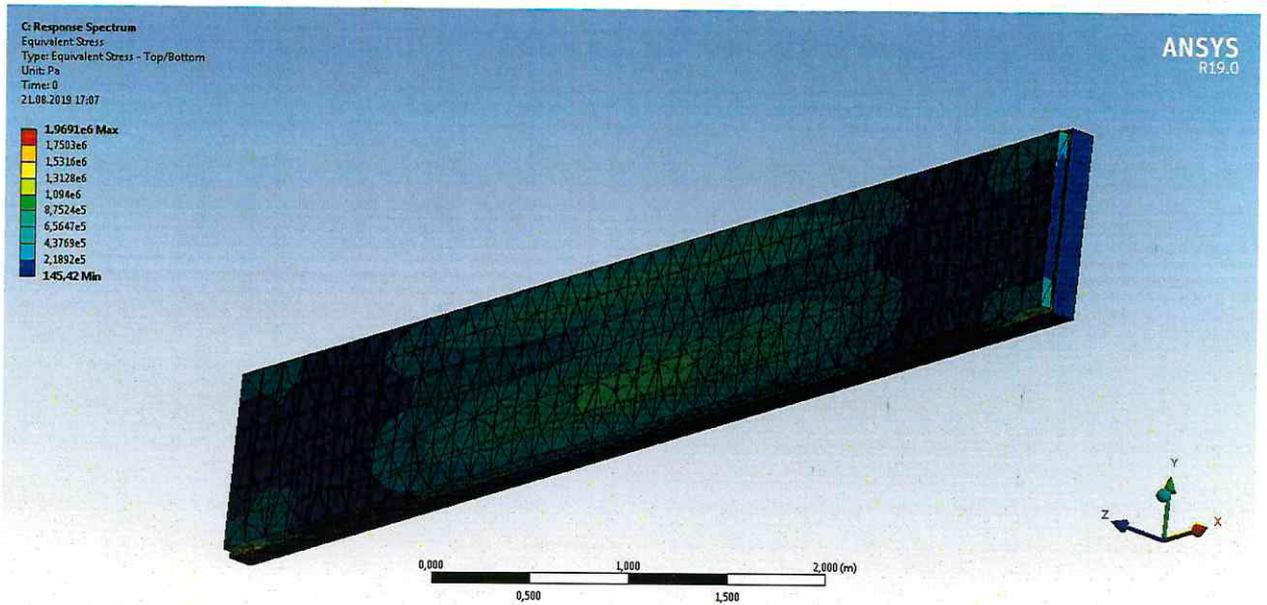


Рис. 14 Эквивалентные напряжения [Па]



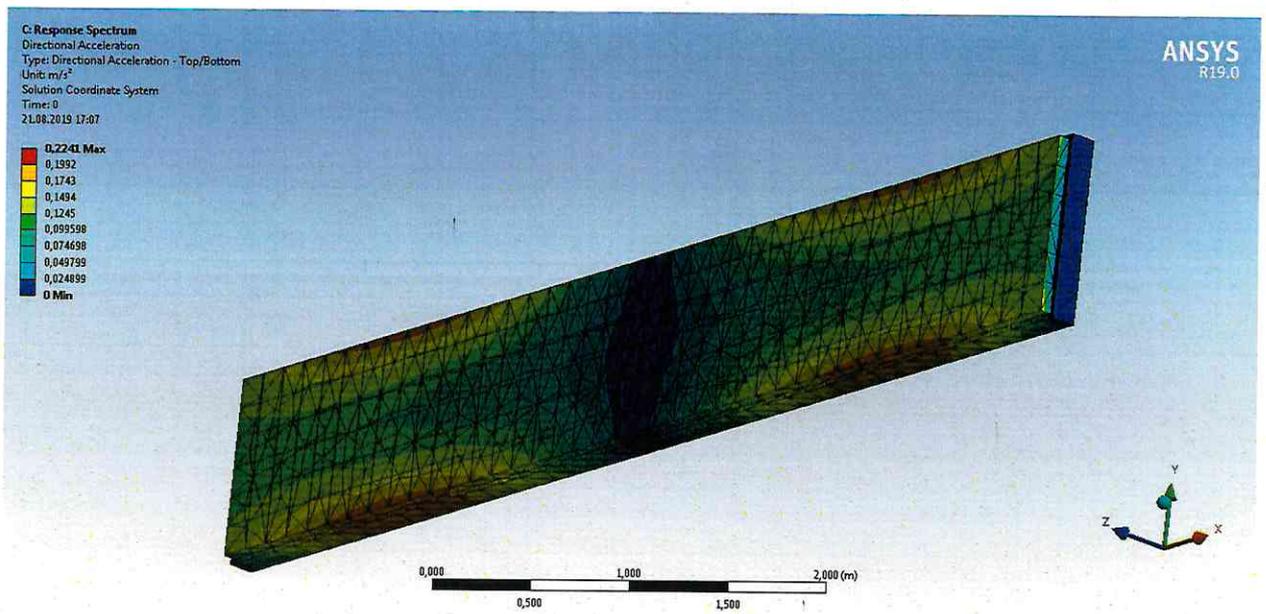


Рис. 15 Ускорение по оси X [м/с²]

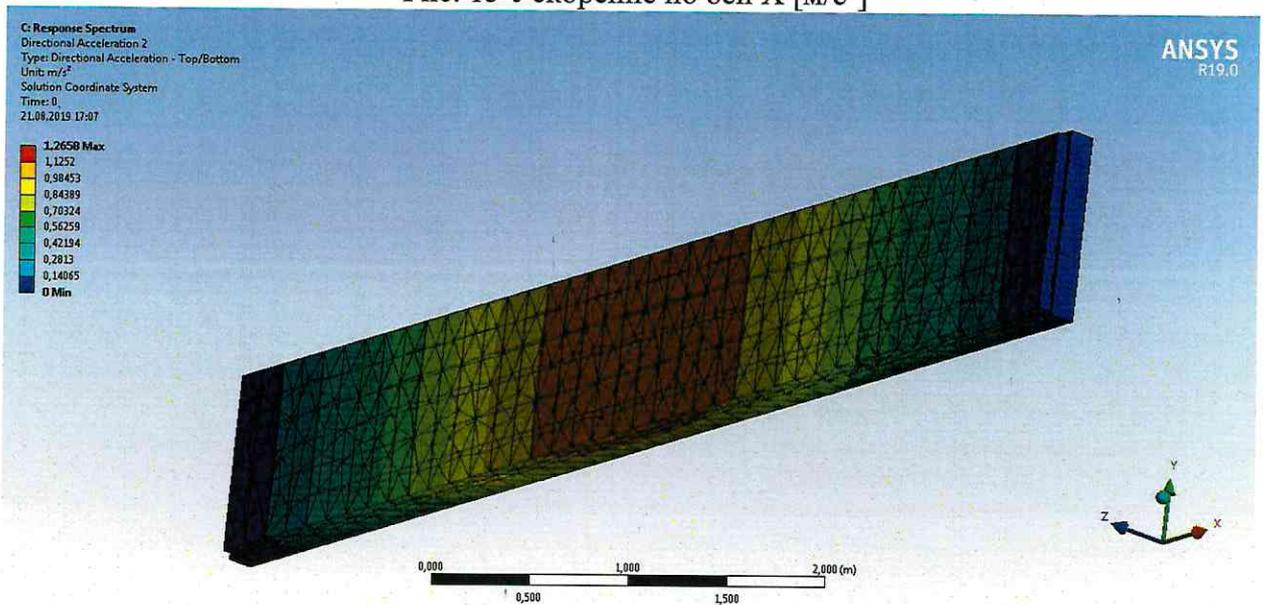


Рис. 16 Ускорение по оси Y [м/с²]



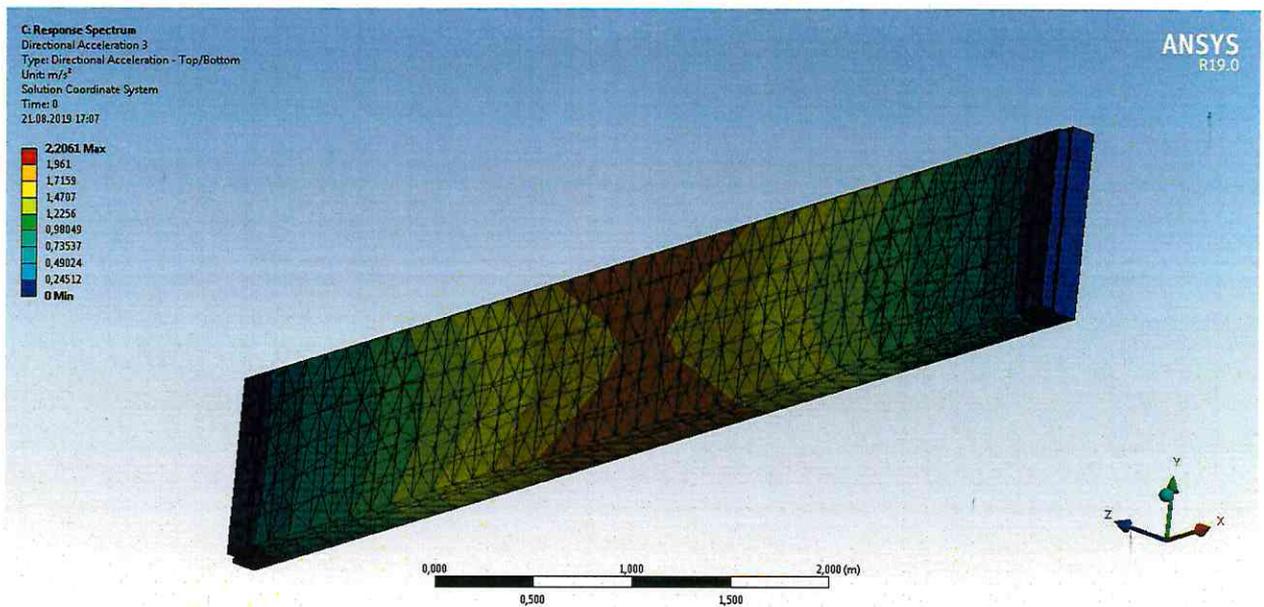


Рис. 17 Ускорение по оси Z [м/с²]

4.3 Визуализация коэффициента запаса прочности от сейсмического воздействия

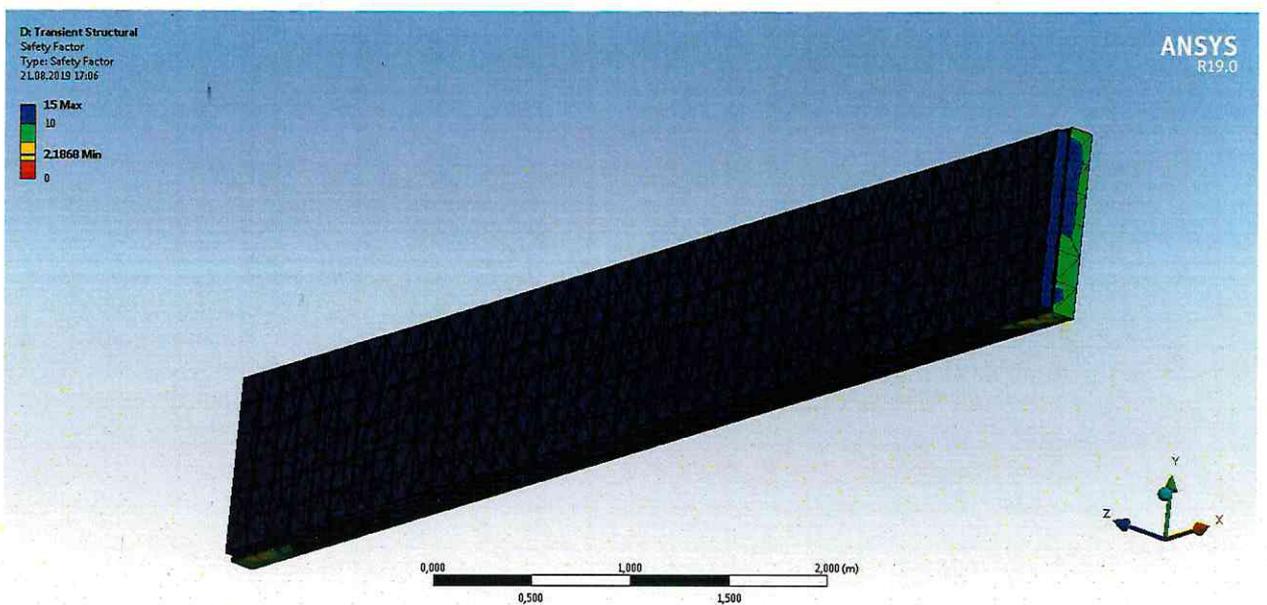


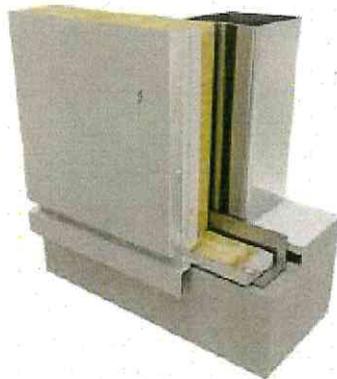
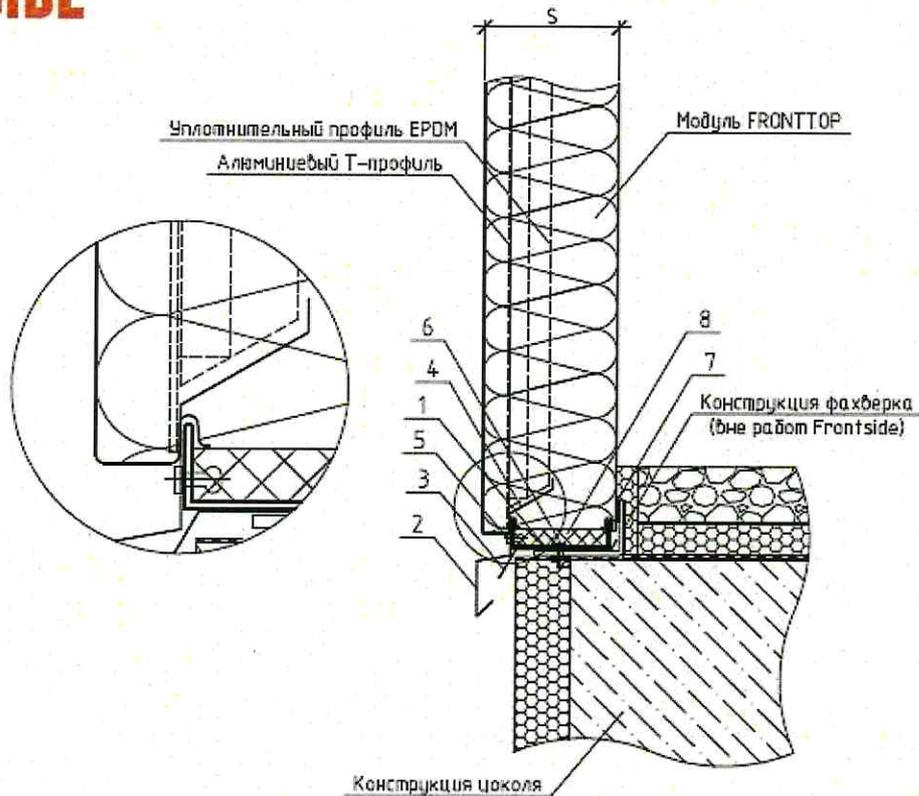
Рис.18 Визуализация коэффициента запаса прочности

5. Основные узлы крепления

5.1

FRONT SIDE

МОДУЛЬНАЯ ФАСАДНАЯ СИСТЕМА FRONTTOP



Примечание:

1. Удлинение цокольного профиля (позиция 2) выполнять перекрытием внахлест 50 мм, в месте стыка нанести две полосы нейтрального силиконового герметика и проклепать заклепками ЗК4.

1	ОЭ	Опорный элемент (1 шт./м)
2	ЦП	Цокольный профиль
3	НЦ	Нащельник цоколя
4	ДЭ	Дренажный элемент
5	ЗК4	Заклепка
6	ЗК3	Заклепка
7	ЛУ	Уплотнительная лента
8	МВ1	Теплоизоляция

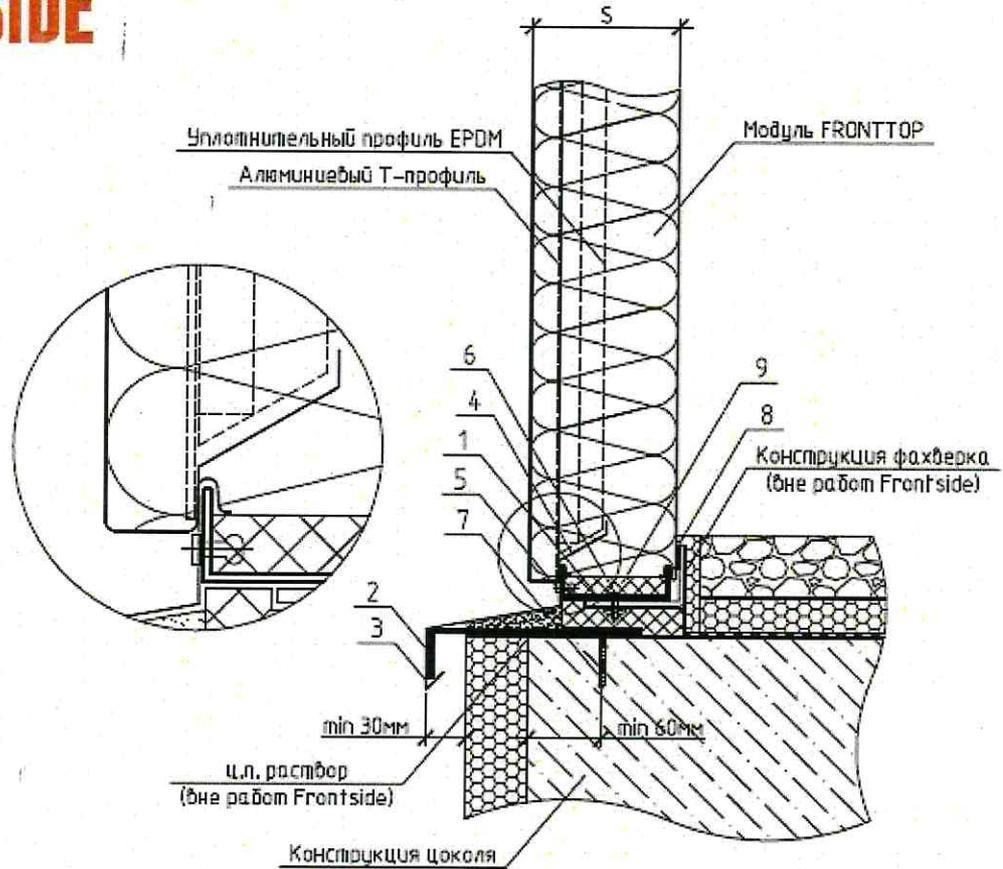
ПРИМЫКАНИЕ К ФУНДАМЕНТНОЙ БАЛКЕ

АК / 3



FRONT SIDE

МОДУЛЬНАЯ ФАСАДНАЯ СИСТЕМА FRONTTOP



Примечание:

1. Удлинение цокольного профиля (позиция 3) выполнять перекрытием внахлест 50 мм, в месте стыка нанести две полосы нейтрального силиконового герметика и проклепать заклепками ЭК4.
2. В случае, если размер А превышает 150 мм элемент выполняется из толстостенового материала (позиция 3).

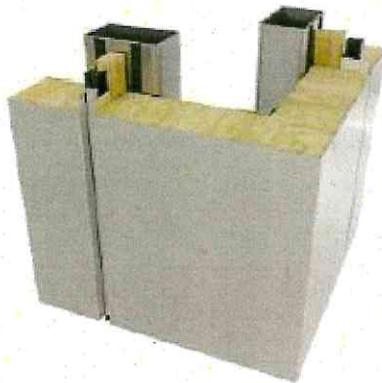
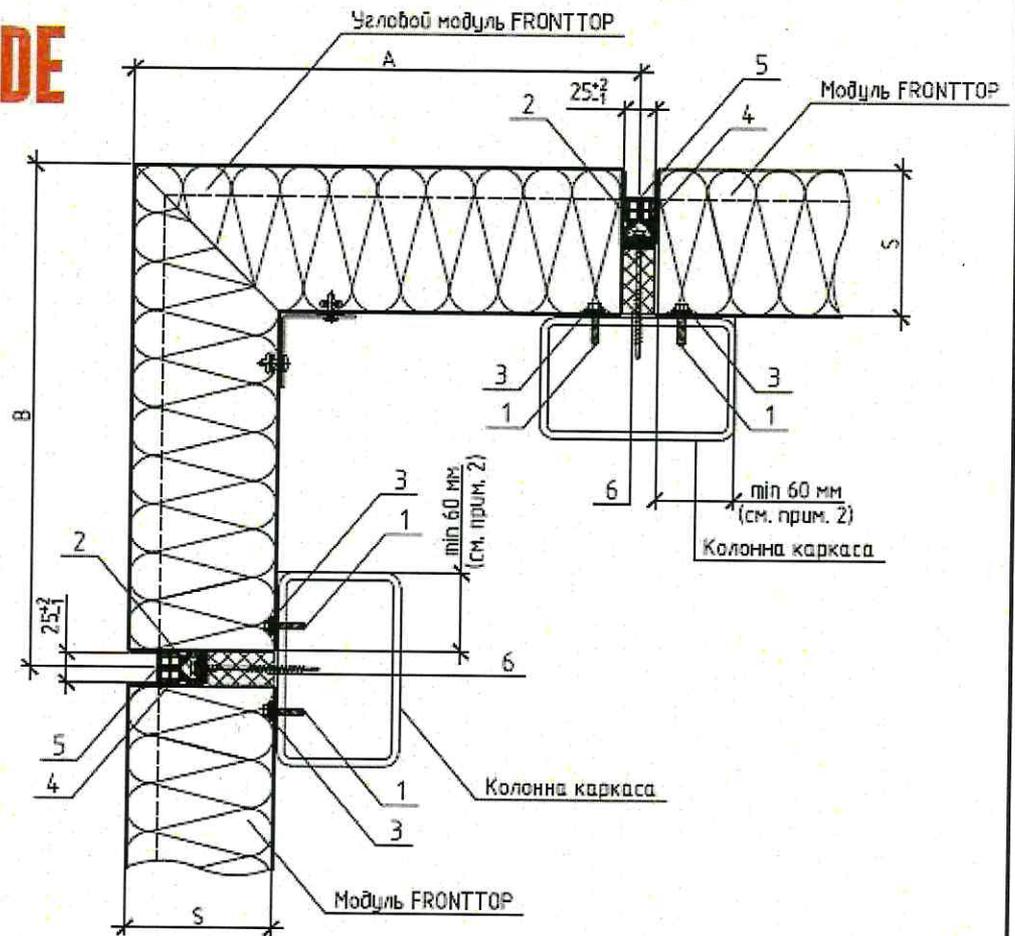
1	ОЭ	Опорный элемент (1 шт./м)
2	ОЦП	Опора цокольного профиля (1 шт./м)
3	ЦП	Цокольный профиль
4	ДЭ	Дренажный элемент
5	ЭК4	Заклепка
6	ЭК8	Заклепка
7	ДГ	Дюбель-гвоздь
8	ЛУ	Уплотнительная лента
9	МВ1	Теплоизоляция

ПРИМЫКАНИЕ К ФУНДАМЕНТНОЙ БАЛКЕ АК1/2 4



FRONT SIDE

МОДУЛЬНАЯ ФАСАДНАЯ СИСТЕМА FRONTTOP



Примечание:

1. Монтаж алюминиевого Т-профиля производить с учетом температурного зазора 6–8 мм.
2. Ширина опирания стеновой панели определена в технических документах Frontside, δ соответствует с ветровым районом, но она должна быть не менее 60 мм.
3. Размеры A и B должны быть скорректированы с учетом монтажных и строительных допусков.

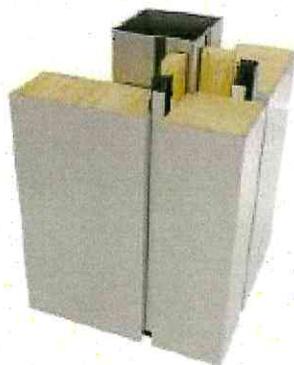
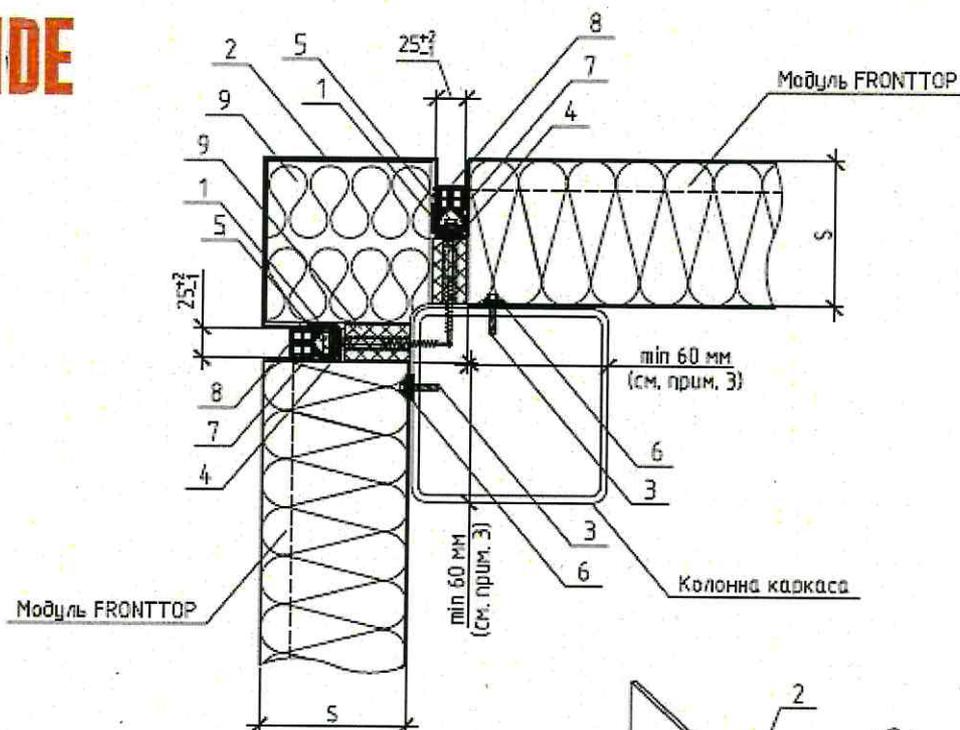
1	СМБ	Самонарезающий винт
2	НЖ	Самонарезающий винт
3	ЛУ	Уплотнительная лента
4	УП	Уплотнительный профиль EPDM
5	АТ	Алюминиевый Т-профиль
6	МВ	Теплоизоляция

ОБРАМЛЕНИЕ НАРУЖНОГО УГЛА АК2/1 5



FRONT SIDE

МОДУЛЬНАЯ ФАСАДНАЯ СИСТЕМА FRONTTOP



Примечание:

1. Угловой элемент (позиция 1) изготавливается по фактическим размерам. Монтируется с нахлестом в 50 мм.
2. Монтаж алюминиевого Т-профиля производить с учетом температурного зазора 6–8 мм.
3. Ширина опирания стеновой панели определена в технических документах Frontside, в соответствии с ветровым районом, но она должна быть не менее 60 мм.

1	У25	Уголок 25*25
2	УЗ	Угловой элемент
3	СМБ	Самонарезающий винт
4	РТ	Распорная трубка
5	НХ	Самонарезающий винт
6	ЛУ	Уплотнительная лента
7	УП	Уплотнительный профиль EPDM
8	АТ	Алюминиевый Т-профиль
9	МВ	Теплоизоляция

ОБРАМЛЕНИЕ НАРУЖНОГО УГЛА

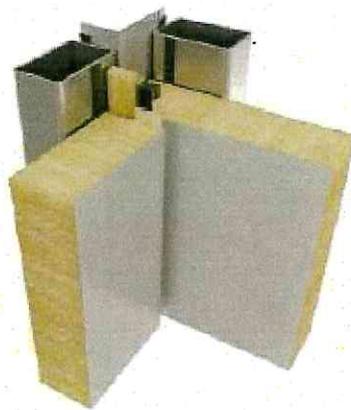
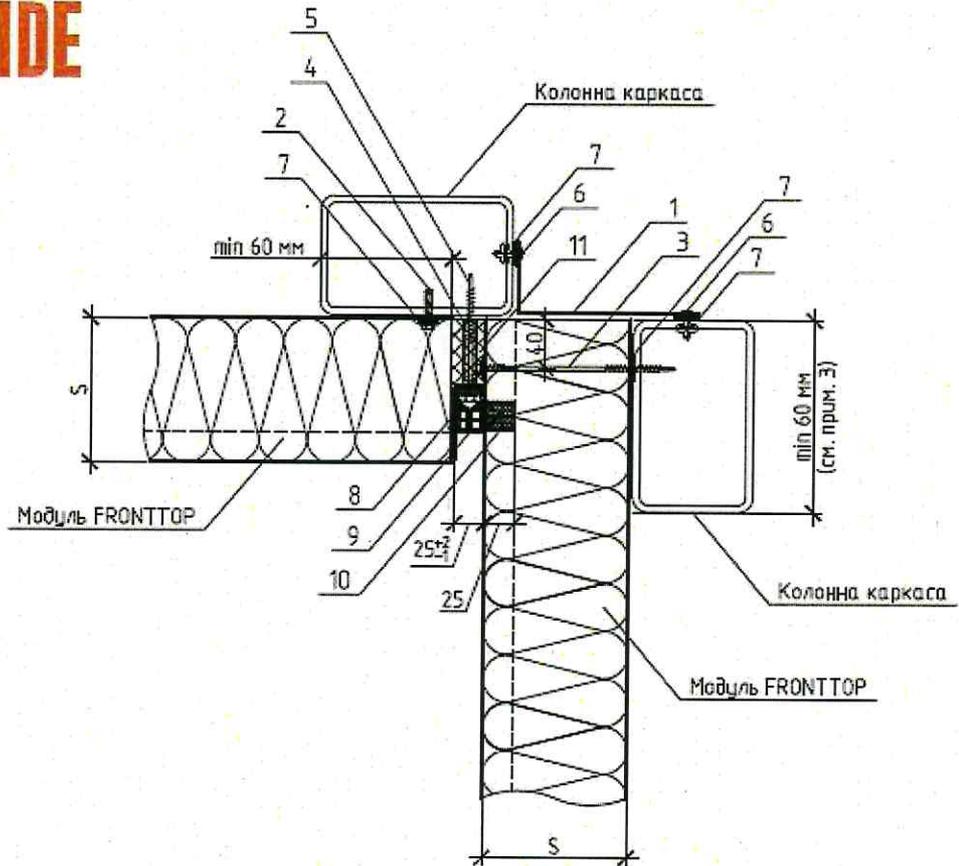
АК2/2 6

«ВЕЛЕС»



FRONT SIDE

МОДУЛЬНАЯ ФАСАДНАЯ СИСТЕМА FRONTTOP



Примечание:

1. Монтаж алюминиевого Т-профиля производить с учетом температурного зазора 6–8 мм.
2. Удлинение на щельника углового внутреннего (позиция 2) монтировать с нахлестом в 50 мм.
3. Ширина опирания стеновой панели определена в технических документах FrontSide, в соответствии с ветровым районом, но она должна быть не менее 60 мм.

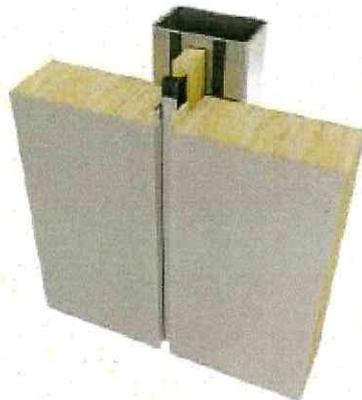
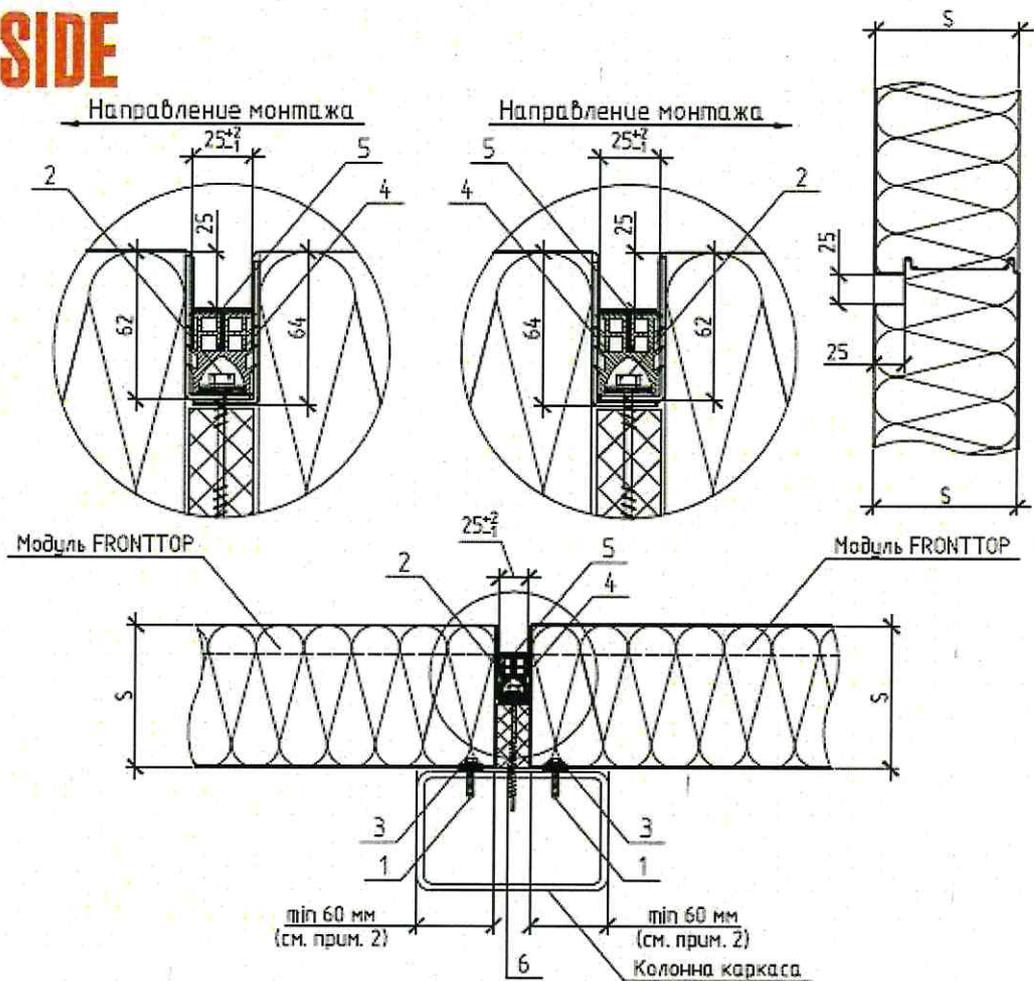
1	МВЧВ	Маска внутреннего угла внутренняя
2	СМБ	Самонарезающий винт
3	НЖ	Самонарезающий винт
4	РТ	Распорная прокладка
5	НЖ	Самонарезающий винт
6	ЭКВ	Защелка
7	ЛУ	Уплотнительная лента
8	УП	Уплотнительный профиль EPDM
9	АТ	Алюминиевый Т-профиль
10	Кубик	Кубик EPDM
11	МВ	Теплоизоляция

ОБРАМЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО УГЛА АКЗ/1 7



FRONT SIDE

МОДУЛЬНАЯ ФАСАДНАЯ СИСТЕМА FRONTTOP



Примечание:

1. Монтаж алюминиевого Т-профиля производить с учетом температурного зазора 6–8 мм.
2. Ширина опорения стеновой панели определена в технических документах Frontside, в соответствии с ветровым районом, но она должна быть не менее 60 мм.
3. До начала монтажа второго модуля произвести временное крепление первого модуля при помощи самонарезающих винтов (позиция 1).

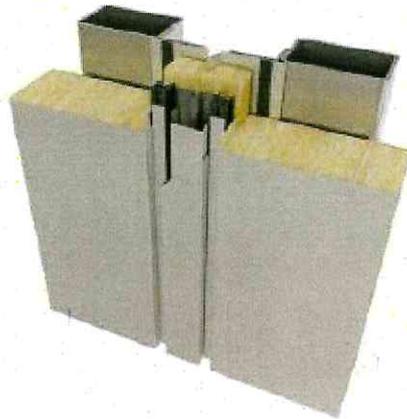
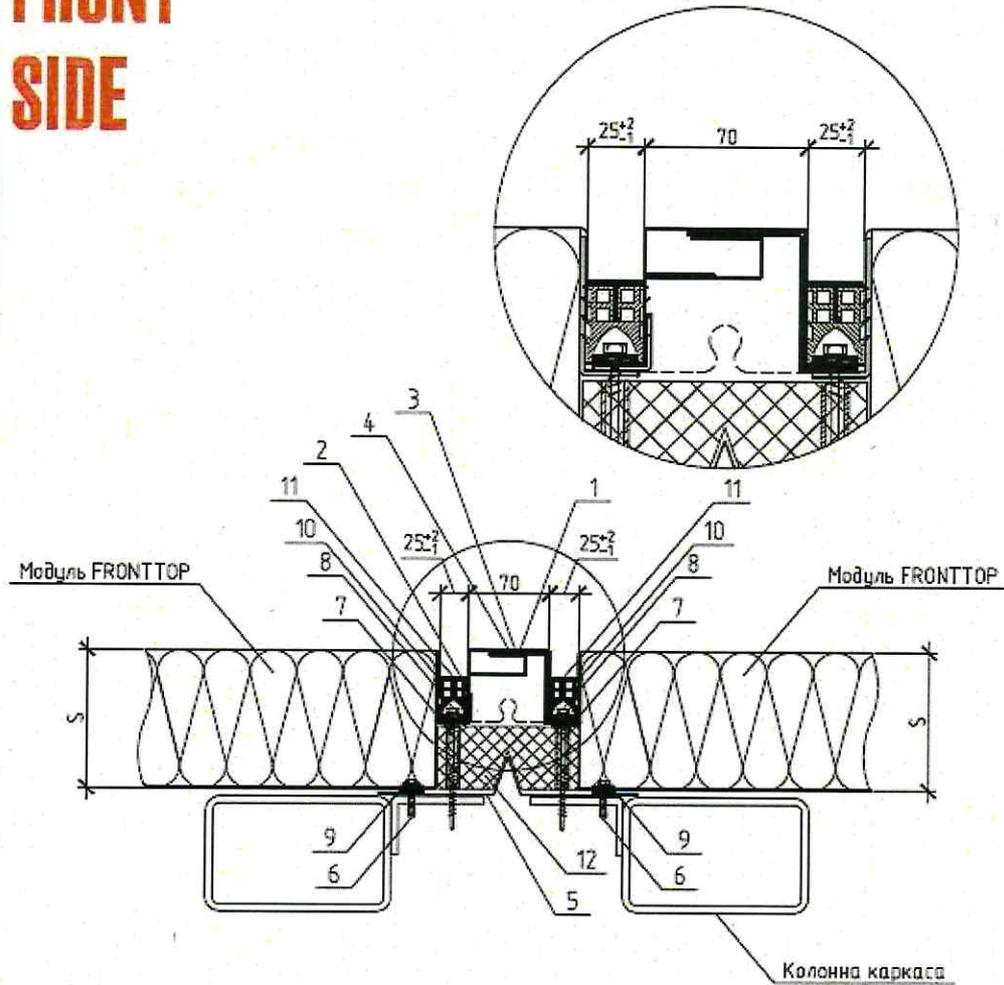
1	СМ5	Самонарезающий винт
2	НЖ	Самонарезающий винт
3	ЛУ	Уплотнительная лента
4	УП	Уплотнительный профиль EPDM
5	АТ	Алюминиевый Т-профиль
6	МВ	Теплоизоляция

УДЛИНЕНИЕ ФАСАДА АК4/1 8



FRONT SIDE

МОДУЛЬНАЯ ФАСАДНАЯ СИСТЕМА FRONTTOP



Примечание:

1. Удлинение маски температурного шва наружной (позиции 3 и 4) и маски температурного шва внутренней (позиция 5) монтировать с нахлестом в 50 мм.

1	ОП	Опорный Z-профиль
2	У25	Уголок 25*25
3	МДШВ	Маска деформационного шва верхняя
4	МДШН	Маска деформационного шва нижняя
5	МШВ	Маска шва внутренняя
6	СМЕ	Самонарезающий винт
7	РТ	Распорная трубка
8	НЖ	Самонарезающий винт
9	ЛУ	Уплотнительная лента
10	УП	Уплотнительный профиль EPDM
11	АТ	Алюминиевый Т-профиль
12	МВ	Теплоизоляция

ДЕФОРМАЦИОННЫЙ ШОВ НА ФАСАДЕ АК4/2/9



5.1 Расчет на прочность узлов крепления

Прочность узлов крепления определяется прочностью саморезов, несущая способность соединения определяется прочностью резьбы. Независимо от типа поломок и характера разрушения резьбы (срез или пластический изгиб) должны выполняться 2 условия:

$$F_c \geq F$$

$$F_p \geq F$$

Где F - продольная сила действующая на саморез, F_c - прочность самореза на разрыв, F_p - прочность самореза на срез

$$F_{p0} = \pi d_1 k_0 H k_m \tau_{в0}$$

$$F_c = \sigma_b \frac{\pi d_1^2}{4}$$

В качестве типового крепежа выбран винт Fasty SD12SP5.5/6.3XL vfnthbfk AISI1022

$$F_p = 3,14 * 4,17 * 0,87 * 4,4 * 0,7 * 214,5$$

$$F_p = 7,5 \text{ [кН]}$$

$$F_c = (429 * 3,14 * 4,17^2) / 4$$

$$F_c = 5,8 \text{ [кН]}$$

$$7,5 > 4 \text{ [кН]}$$

$$5,8 > 4 \text{ [кН]}$$



6. Общие выводы

1. Испытание на сейсмическое воздействие на Конструкции из панелей трёхслойных стальных фасадных модульных типа FRONTTOP с утеплителем из минераловатных плит, выпускаемых по ТУ 25.11.23-003-54610108-2017 выполнено на основании технической документации, ГОСТ 30546.1-98 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости», ГОСТ 30631-99 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации», СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах»;
2. В испытании представлены: собственные частоты колебаний панели, сейсмическое воздействие на панель, визуализация коэффициента запаса прочности, расчет узлов крепления;
3. На основании проведенного испытания можно сделать вывод, что прочность конструкции из панелей трёхслойных стальных фасадных модульных типа FRONTTOP с утеплителем из минераловатных плит от сейсмического воздействия в 9 баллов по шкале MSK-64 обеспечена.

