Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

129337, Россия, Москва, Ярославское ш., д. 26, тел. +7 (495) 781-80-07, факс +7 (499) 183-44-38

УТВЕРЖДАЮ
Директор НТП НИУ МГСУ
_____ **О.В. Кабанцев**
«___» _____ 2024 г.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по теме:

«Проведение расчетов фасадных витражных конструкций с интегрированным ограждением и подготовка рекомендаций для их применения в качестве ограждающих светопрозрачных конструкций балконов и лоджий жилых зданий высотой до 100 м»

Шифр № К.373-24

Арх. № 107619 /К.373-24

Директор НИИ ЭМ, к.т.н. **Шувалов А.Н.**

Начальник ЦММСКЗиС, к.т.н. **Силантьев А.С.**

МОСКВА 2024

Подготовка к заключению договоров на разработку проектной документации и выполнение инженерных изысканий от имени НИУ МГСУ осуществляется только Дирекцией научно-технических проектов
тел.: +7 (495) 739-03-14; e-mail: ntp@mgsu.ru

Список исполнителей

№ п/п	Должность	Фамилия, Имя, Отчество	Подпись, дата
1	Директор НИИ ЭМ, к.т.н.	Шувалов А.Н.	
2	Заместитель директора НИИ ЭМ	Корнев О.А.	
3	Начальник ЦММСКЗиС, к.т.н.	Силантьев А.С.	
4	Инженер 2 категории ЦММСК-ЗиС	Лучкин Е. А.	
5	Нормоконтролер	Ковалев М.Г.	

Список исполнителей

№ п/п	Должность	Фамилия, Имя, Отчество	Подпись, дата
1	Директор НИИ ЭМ, к.т.н.	Шувалов А.Н.	
2	Заместитель директора НИИ ЭМ	Корнев О.А.	
3	Начальник ЦММСКЗиС, к.т.н.	Силантьев А.С.	
4	Инженер 2 категории ЦММСК-ЗиС	Лучкин Е. А.	
5	Нормоконтролер	Ковалев М.Г.	

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Содержание

1. Общая характеристика объекта 4
2. Конструктивные решения фасадной системы 4
3. Цели и задачи расчета 7
4. Методика расчета и расчетные схемы 7
4.1. Методика расчета в п/к Abaqus 7
4.2. Модели материалов в п/к Abaqus 8
4.3. Физико-механические свойства материалов 8
4.4. Расчетные схемы 10
4.5. Нагрузки и воздействия 15
5. Результаты расчета задачи с положительным ветровым давлением (PIK_fasad_Wind+,PIK_fasad_Wind+_norm) 17
6. Результаты расчета задачи с отрицательным ветровым давлением (PIK_fasad_Wind-,PIK_fasad_Wind-_norm) 27
7. Результаты расчета задачи с горизонтальным давлением на ограждение (PIK_fasad_fence) 37
8. Результаты расчета задачи на удар человеком изнутри. (PIK_fasad_inner load) 41
9. Выводы 48
9. Литература 49
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Техническое задание 50
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Лицензии на программные комплексы 53
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Допуск СРО 55
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Письмо о согласовании модели 58

1. Общая характеристика объекта

Работы по данному техническому отчёту выполнялись на основании договора №К.373-24 от 15.04.24 между Общество с ограниченной ответственностью «Генеральный подрядчик-МФС» (ООО «ГП-МФС»). (Заказчик) и НИУ МГСУ (Исполнитель).

Работы выполняются фасадной витражной конструкции, состоящей из алюминиевых профилей и стеклянного заполнения, с интегрированным ограждением, а также узлы крепления к несущему каркасу (монолитная ж/б плита).

Были предоставлены следующие исходные данные:

1. Чертежи на ограждающие светопрозрачные конструкции;
2. Чертежи фрагмента несущего каркаса (монолитная ж/б плита);
3. Техническая документация на применяемые в составе ограждающих конструкций материалы и изделия, данные о физико-механических характеристиках;
4. Значения горизонтального давления от пиковой ветровой нагрузки для витражных конструкций, применяемых в зданиях высотой до 100м (результирующие значения давления определены в соответствии с п.11.2 СП 20.13330.2016 с учетом пиковых аэродинамических коэффициентов, а также с учетом коэффициентов корреляции ветровой нагрузки равным 1,0).

При расчете по прочности (1 ГПС, с учетом коэффициента надежности по нагрузке равного 1,4):

1. 1,053 кПа (при положительном давлении);
2. 1,930 кПа (при отрицательном давлении).

При расчете по жесткости и деформативности (2 ГПС, с учетом коэффициента надежности по нагрузке равного 1,0):

1. 0,752 кПа (при положительном давлении);
2. 1,379 кПа (при отрицательном давлении).

2. Конструктивные решения фасадной системы

Рассматриваемая фасадная система представляет собой стоечно-ригельную систему с шарнирными узлами сопряжения конструкции. Несущие элементы конструкции выполнены из алюминиевого сплава АД31 (согласно ТУ 25.11.23-006-87601403-2004)

Стойки крепятся кронштейнами к межэтажным перекрытиям. Кронштейн крепится к стойке двумя болтами М8х40 DIN 933.

Крепление ригелей к стойкам осуществляется через импостный соединитель. Крепление осуществляется одним самонарезающимся винтом (рисунок 2.1). На рисунке 2.3 представлен общий вид витражной системы.

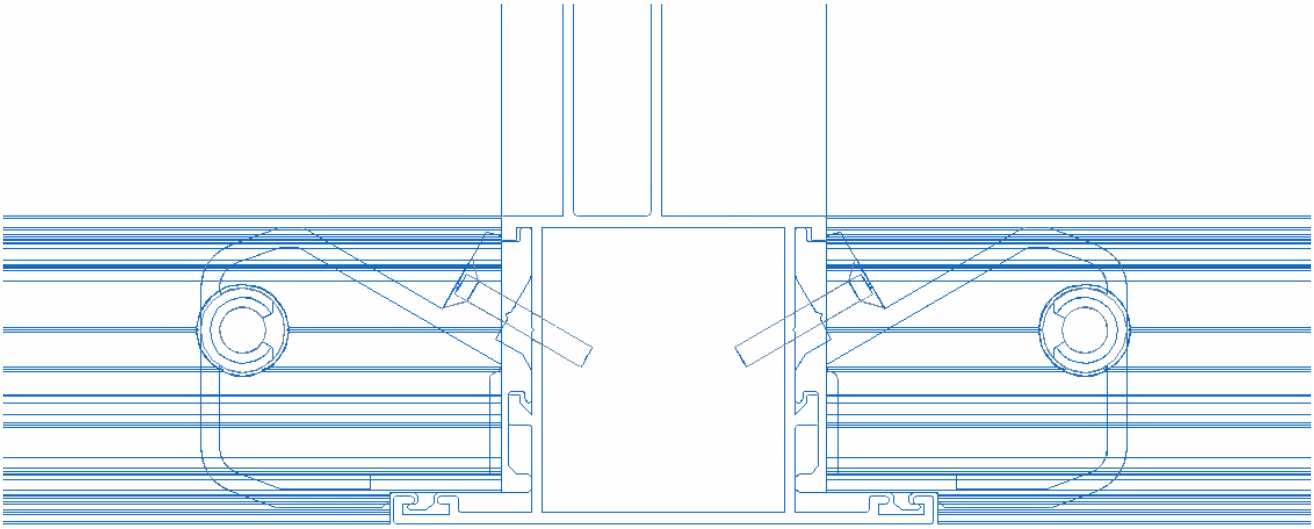
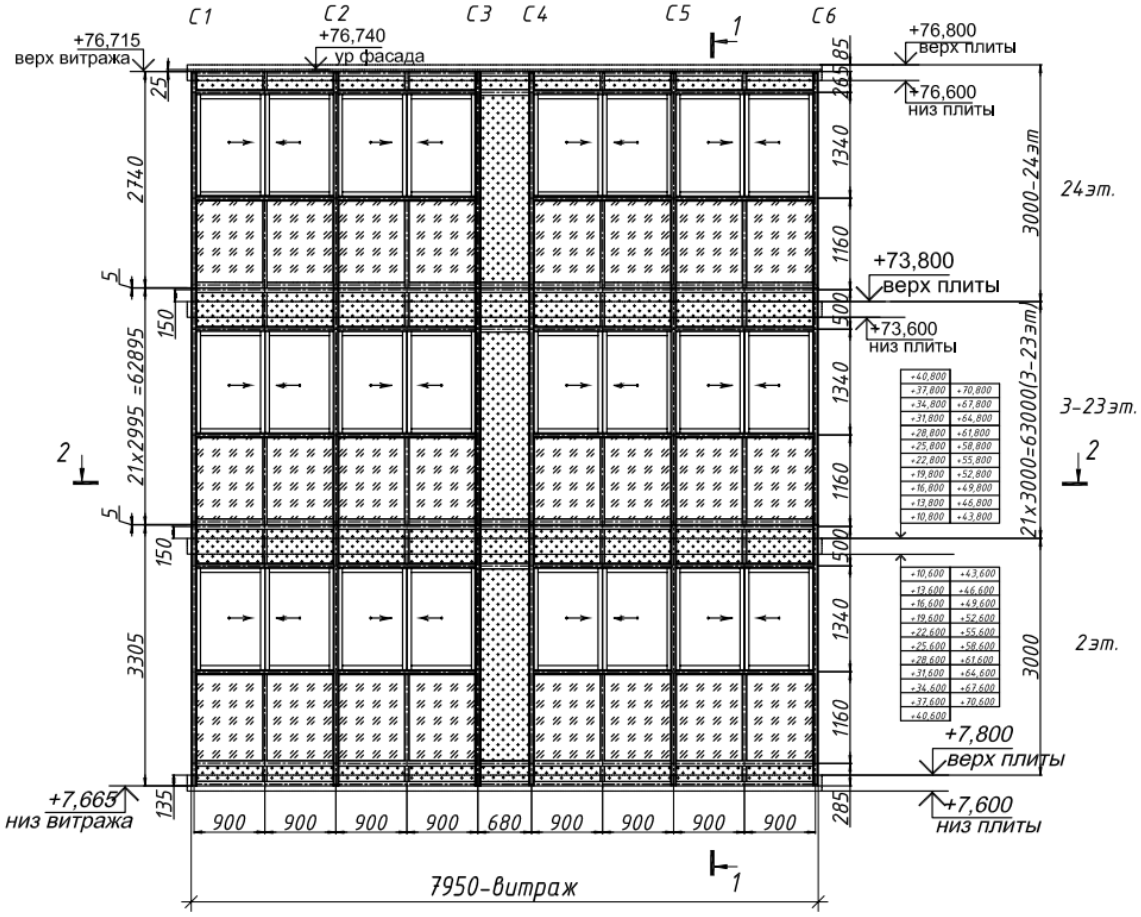


Рисунок 2.1. Узел стыка ригеля со стойкой



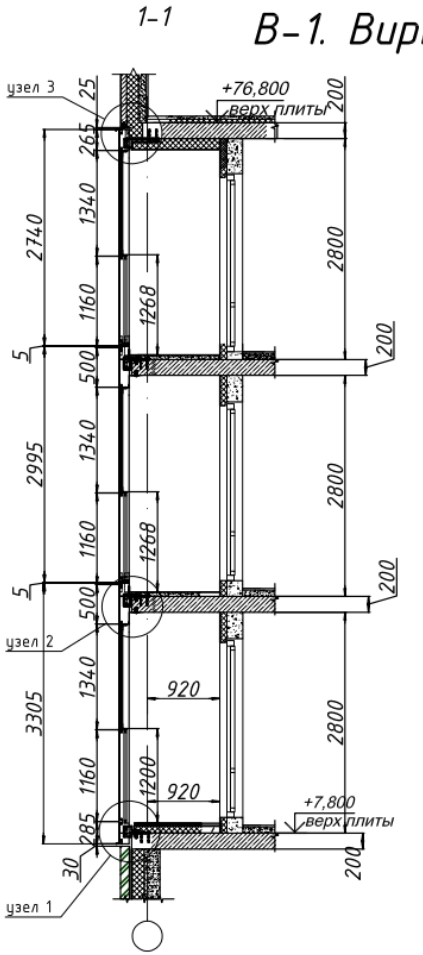


Рисунок 2.3. Общий вид витражной системы

3. Цели и задачи расчета

Основной целью работы является расчетное исследование несущей способности и деформативности фасадной витражной конструкции с интегрированным ограждением и оценка характера ее работы.

Основными задачами расчета являются:

1. Проверка принятых конструктивных решений;
2. Оценка деформативности конструкций;
3. Оценка несущей способности узлов и элементов конструкции

4. Методика расчета и расчетные схемы

4.1. Методика расчета в п/к Abaqus

Расчет выполнен в п/к Abaqus 2019 в объемной постановке с учетом физической и геометрической нелинейности в работе материалов и конструкции в целом. При решении задач был использован явный решатель, позволяющий значительно увеличить скорость расчета при решении квазистатических задач методом прямого интегрирования (Explicit solver: Abaqus/Explicit). Основными преимуществами данного решателя и методики являются: эффективный метод анализа больших и сверхбольших задач (от 100 тыс. КЭ до десятков миллионов) с довольно малыми периодами собственных колебаний, а также с трудностями со сходимостью, в частности со сложными моделями пластичности, где нахождение точек сходимости при неявном интегрировании представляется довольно трудной задачей; используется теория больших деформаций (геометрическая нелинейность).

Собственно процедура решения задачи представляет собой итерационный процесс, использующий весьма малые приращения нагрузки (для рассматриваемых квазистатических задач) при безусловной сходимости каждой итерации. При этом используется не система линейных уравнений, а метод явного интегрирования уравнений движения (центрально-зависимое), т.е.

$$\overset{\bullet}{u}{}^{N}_{(i+\frac{1}{2})} = \overset{\bullet}{u}{}^{N}_{(i-\frac{1}{2})} + \frac{\triangle t_{(i+1)} + \triangle t_{(i)}}{2} \cdot \overset{\bullet\bullet}{u}{}^{N}_{(i)},$$

$$u^{N}_{(i+1)} = u^{N}_{i} + \triangle t_{(i+1)} \cdot \overset{\bullet}{u}{}^{N}_{(i+\frac{1}{2})},$$

где u^N - степени свободы (поступательная или вращательная), а индексы соответствуют приращениям. Оператор центральной разности задан в такой постановке явно относительно кинематического состояния материала, известного из предыдущего шага, т.е. от $\dot{u}^{N}_{(i-½)}$ и $\ddot{u}^{N}_{(i)}$.

Собственно сама процедура явного интегрирования проста, но не дает значительного увеличения скорости расчета. Ускорение процесса счета достигается использованием диагональных матриц масс элементов (причем всюду), потому как ускорения в начале шага вычисляются как

$$\ddot{u}^{N}_{(i)} = (M^{NJ})^{-1} \cdot (P^{J}_{(i)} - I^{J}_{(i)}),$$

где M^{NJ} - матрица масс, P^J - вектор нагрузки, и I^J - вектор внутренних сил. Дискретная матрица масс используется ввиду простоты ее инверсии для процесса вычисления.

Важным параметром при использовании явного решателя является стабильный шаг интегрирования, обеспечивающий безусловную сходимость. Он определяется следующим образом

$$\triangle t \le \frac{2}{\omega_{\max}}$$

при отсутствии демпфирования и

$$\triangle t \le \frac{2}{\omega_{\max}} \cdot (\sqrt{1 + \xi^2_{\max}} - \xi_{\max})$$

при демпфировании с максимальным критическим параметром на наиболее высокой частоте.

Основной методикой, позволяющей увеличить скорость расчета (в 10-40раз), является масштабирование массы в схеме. При использовании данного метода, вводится параметр f, увеличивающий плотность рассматриваемой модели в f^2 раз, что позволяет уменьшить количество шагов n до n/f. Данная методика ускоряет приложение нагрузки в статической задаче до наиболее оптимальной

скорости, оставляя постоянным шаг интегрирования (или квазипостоянным при переменном масштабировании массы).

Моделирование контакта всех элементов между собой осуществлялось с помощью алгоритма невязки (Penalty Algoritm). Зоны контактов были заданы в отдельных схемах между бетоном и стальным сердечником, между болтами, накладкой и сталью фермы. Моделирование арматуры производилось стержнями, не связанными с конечными элементами объема бетона с помощью инструмента embedded regions.

Тело бетона во всех схемах моделировалось объемными КЭ типа C3D8R, C3D4, причем октаэдральная сетка элементов использовалась с упрощенным интегрированием с контролем искажения по основному алгоритму, кинематическое разделение принято по алгоритму средних деформаций. Сетка КЭ продольных стержней создана из стержневых элементов, при этом использовались КЭ типа T3D2.

4.2. Модели материалов в п/к Abaqus

Железобетон. При моделировании материалов были использованы нормативные и расчетные характеристики бетона и арматуры согласно СП 63.13330.2018 [6].

Для моделирования искусственного каменного материала (бетона) была использована модель с разрушением (concrete damage plasticity model). Данная модель пластичности учитывает образование и развитие трещин при растяжении, сжатии и срезе, а также теорию прочности бетона, приведенную к теории прочности Гениева. Диаграмма состояния $\sigma = f(\varepsilon)$ задается кусочно-линейной функцией, приведенной на рисунке 4.2.1. Согласно рекомендациям СП 63.13330.2018 при моделировании бетона была использована трехлинейная диаграмма, дополненная ниспадающей ветвью, обеспечивающей сходимость решений.

Арматура. Для моделирования арматуры была использована модель пластичности с двумя линейными участками - зоной упругой работы и площадкой текучести, принятой с незначительным упрочнением для обеспечения сходимости. На рисунке 4.2.3 приведен общий вид диаграммы состояния для арматурной стали.

Стоит отметить, что железобетонные конструкции не являются предметом интереса данного исследования.

Сталь. Для моделирования стали была использована модель пластичности с законом деформирования по СП 16.330 с зоной упрочнения и временным сопротивлением. На рисунке 4.2.3 приведен общий вид диаграммы состояния для стали.

Алюминий. Для моделирования алюминия была использована модель пластичности с двумя линейными участками - зоной упругой работы и площадкой текучести. На рисунке 4.2.4 приведен общий вид диаграммы состояния для арматурной стали.

4.3. Физико-механические свойства материалов

Бетон каркаса.

В качестве бетона панелей перекрытия принят бетон класса В25. Ниже приведены принятые в расчете его характеристики

Начальный модуль упругости $E_{b0,sh} = 30000\,\text{МПа}$

Модуль упругости с учетом ползучести $E_{b,long} = 30000/(1+2.5) = 8571\,\text{МПа}$

$R_{b,sh}$=14.5МПа, $R_{bt,sh}$=1,05МПа

$R_{bn,sh}$=18.5МПа, $R_{btn,sh}$=1,55МПа

Коэффициент Пуассона $\upsilon = 0,2$

Алюминиевый сплав АД31. (согласно [22])

начальный модуль упругости $E_s = 70000\,\text{МПа}$

Расчетные значения:

$\sigma_в$ (временное сопротивление)= 145.0 МПа

$\sigma_т$ (предел текучести)= 100.0 МПа

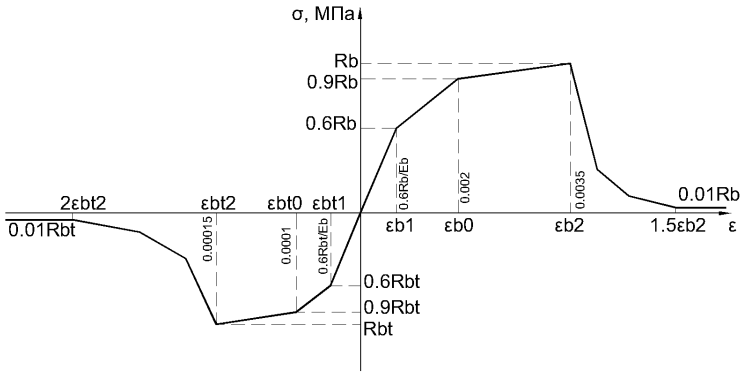


Рисунок 4.2.1. Общий вид диаграммы бетона при моделировании в п/к Abaqus

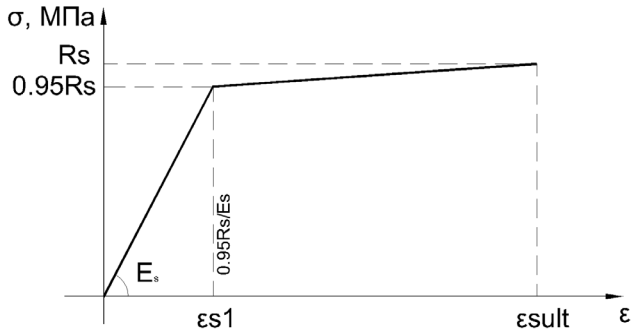


Рисунок 4.2.2. Общий вид диаграммы арматуры при моделировании в п/к Abaqus

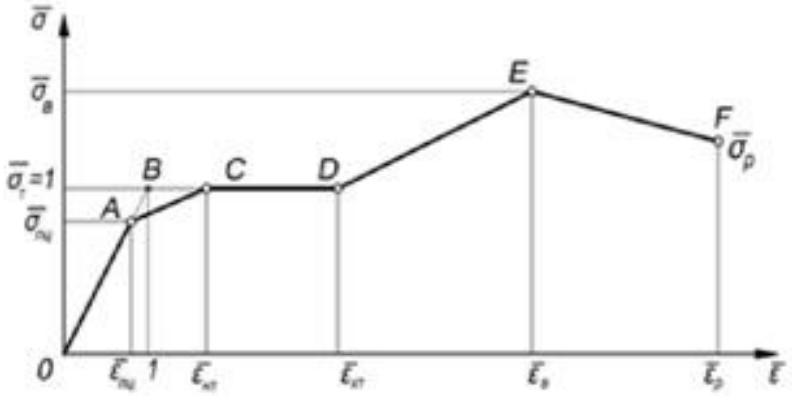


Рисунок 4.2.3. Общий вид диаграммы стали при моделировании в п/к Abaqus

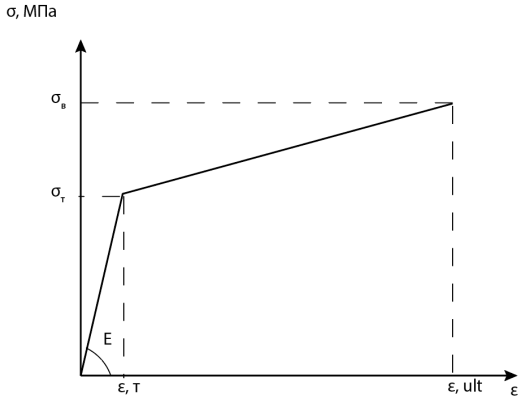


Рисунок 4.2.4. Общий вид диаграммы алюминиевого сплава при моделировании в п/к Abaqus

δ_5 (относительное удлинение) = 8.0%
Нормативные значение:
$\sigma_в$ (временное сопротивление)= 160.0 МПа
$\sigma_т$ (предел текучести)= 120.0 МПа
δ_5 (относительное удлинение) = 8.0%
Арматурная сталь класса А500С.
начальный модуль упругости $E_s = 200000$ МПа
Расчетные значения:
$R_{s,y1}$=435МПа - начало площадки текучести
$R_{s,y2}$=450МПа - окончание площадки текучести
Нормативные значение:
$R_{sn,y1}$=500МПа - начало площадки текучести
$R_{sn,y2}$=550МПа - окончание площадки текучести
Коэффициент Пуассона $\upsilon = 0,3$
Сталь С345. Данным материалом моделировались самонарезающие винты и болты.
Начальный модуль упругости $E_s = 200000$ МПа
Нормативные значения при нормальных условиях:
$R_{s,y1}$=330МПа - начало площадки текучести
$R_{s,y2}$=340МПа - окончание площадки текучести
σ_B = 450МПа - временное сопротивление
Коэффициент Пуассона $\upsilon = 0,3$

4.4. Расчетные схемы

Шаг разбиения на конечные элементы принят 3 см. В районе стыков было произведено сгущение сетки до 3 мм. По низу пилонов наложен запрет перемещения по всем осям. К торцам плит приложены граничные условия симметрии. Ниже приведены параметры расчетных схем.

PIK_fasad_Wind+. Расчетные нагрузки. Положительное ветровое давление. Использовано 13 462 758 элементов и 3 278 475 узлов. Общий вид расчетной схемы показан на рисунках 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4. Расчет производится на совместное действие полных расчетных нагрузок с положительным ветровым давлением.

PIK_fasad_Wind-. Расчетные нагрузки. Отрицательное ветровое давление. Использовано 13 462 758 элементов и 3 278 475 узлов. Общий вид расчетной схемы показан на рисунках 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4. Расчет производится на совместное действие полных расчетных нагрузок с отрицательным ветровым давлением.

PIK_fasad_fence. Расчетные нагрузки. Горизонтальная нагрузка на ограждение. Использовано 13 462 758 элементов и 3 278 475 узлов. Общий вид расчетной схемы показан на рисунках 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4. Расчет производится на совместное действие полных расчетных нагрузок с горизонтальной нагрузкой на поручни.

PIK_fasad_Wind+_norm. Нормативные нагрузки. Положительное ветровое давление. Использовано 13 462 758 элементов и 3 278 475 узлов. Общий вид расчетной схемы показан на рисунках 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4. Расчет производится на полные нормативные нагрузки с положительным ветровым давлением.

PIK_fasad_Wind-_norm. Нормативные нагрузки. Отрицательное ветровое давление. Использовано 13 462 758 элементов и 3 278 475 узлов. Общий вид расчетной схемы показан на рисунках 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4. Расчет производится на полные нормативные нагрузки с отрицательным ветровым давлением.

PIK_fasad_inner load. Нормативные нагрузки. Удар человеком изнутри. Использовано 13 462 758 элементов и 3 278 475 узлов. Общий вид расчетной схемы показан на рисунках 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4. Расчет производится на полные нормативные нагрузки с ударом человеком весом 120 кг со скоростью 5 км/ч.

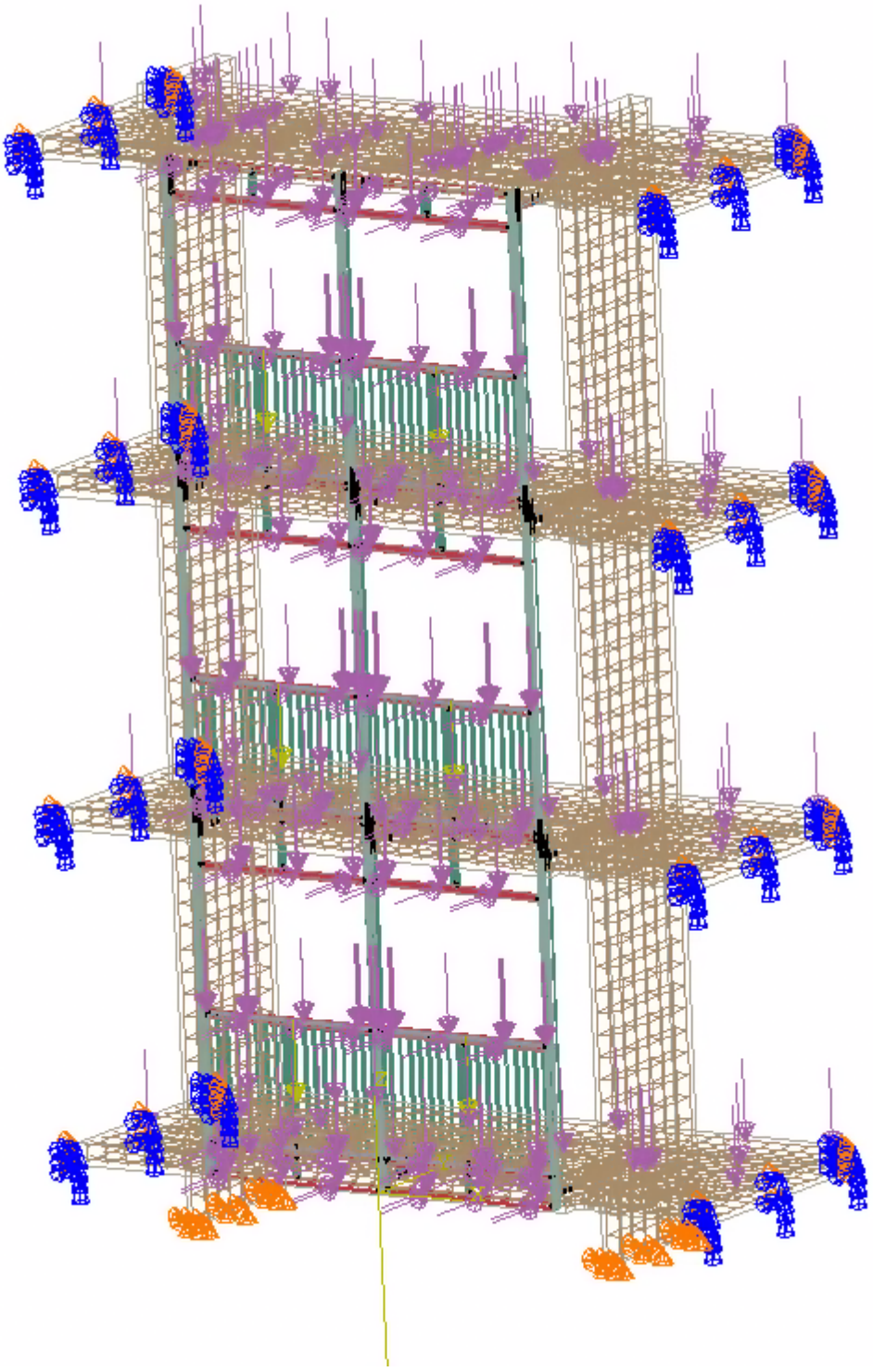


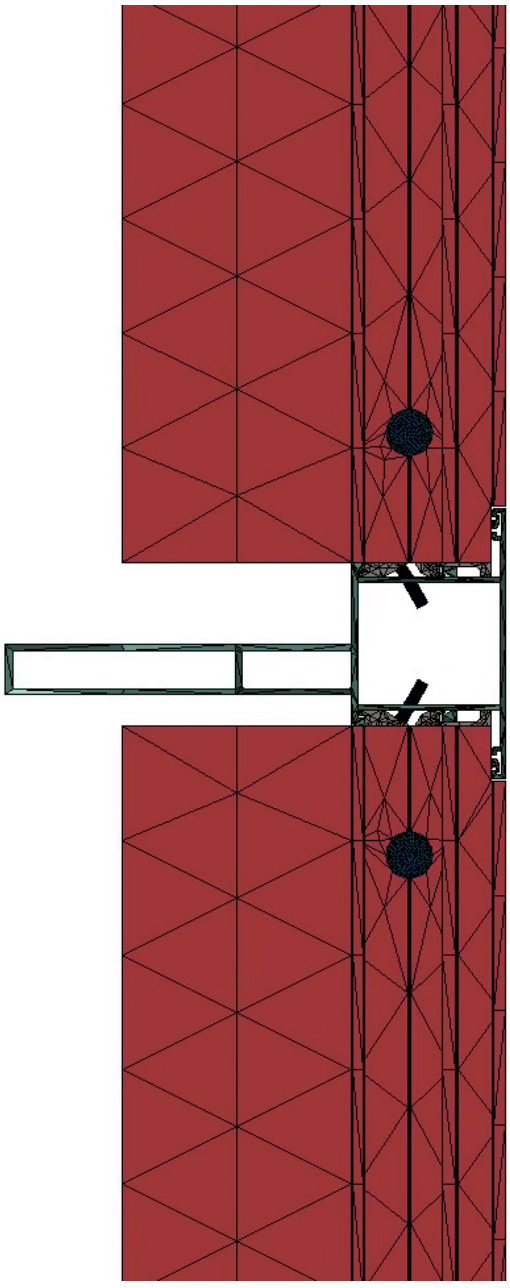
Рисунок 4.4.1. Общий вид расчетной схемы

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.



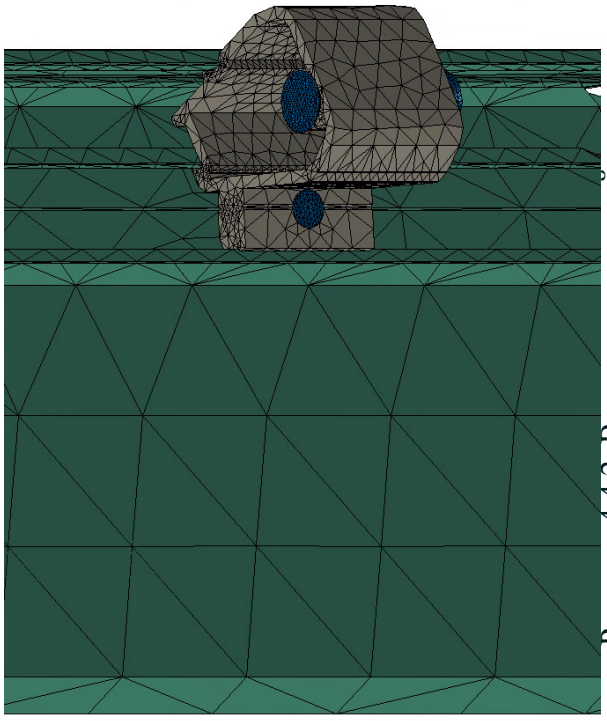


Рисунок 4.4.2. Вид узла стыка стойки и ригеля

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

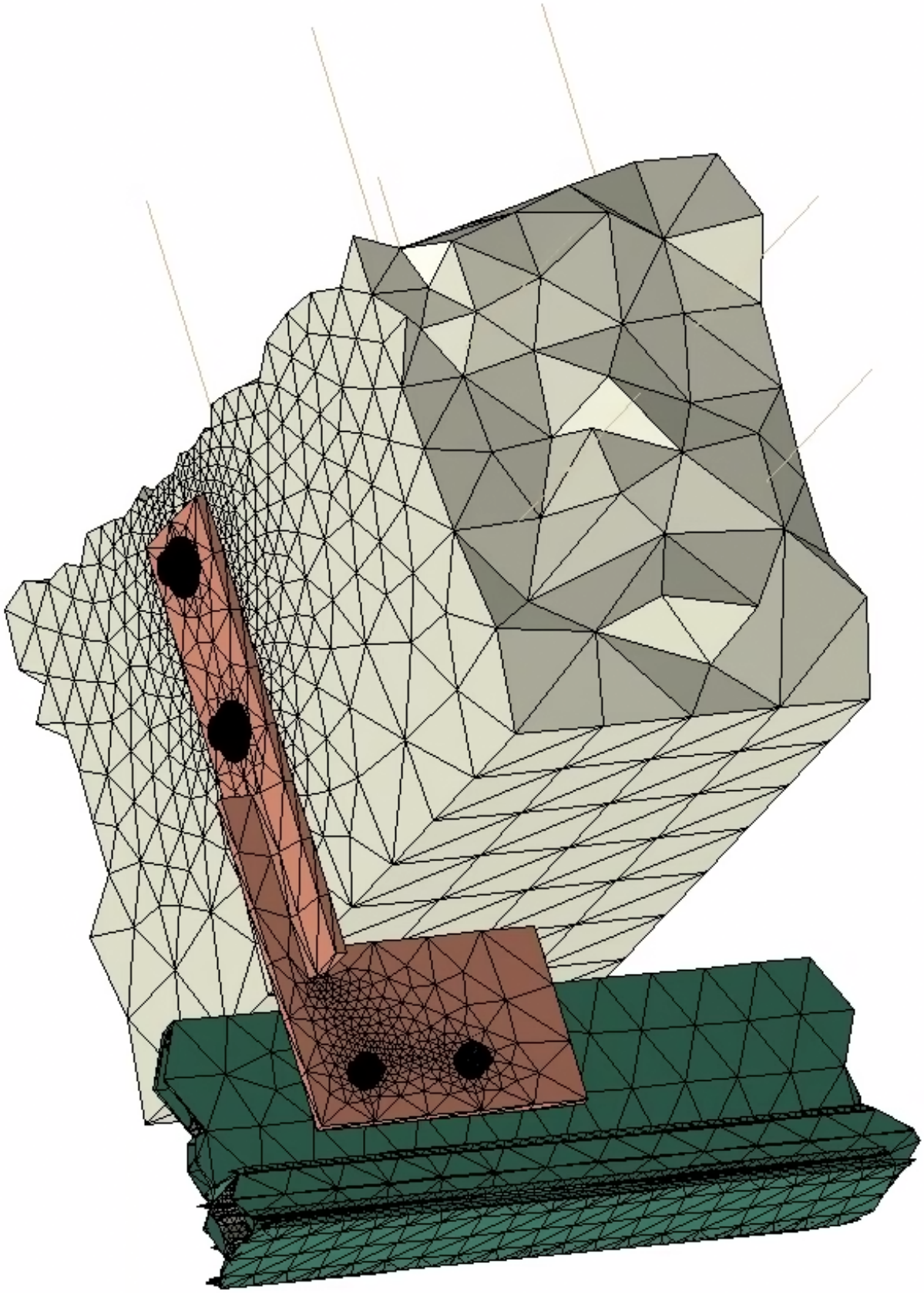


Рисунок 4.4.3. Вид узла крепления стойки к перекрытию

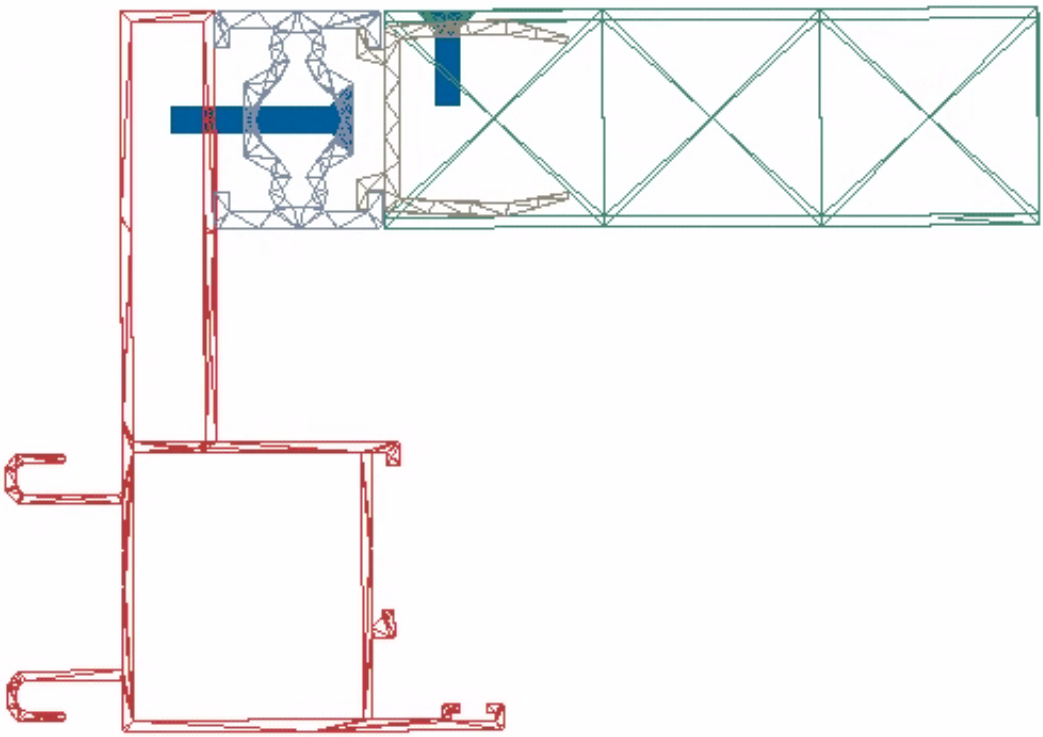


Рисунок 4.4.4. Вид узла крепления ограждения к ригелю

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

4.5. Нагрузки и воздействия

Нагрузки и воздействия принимались согласно техническому заданию:

Значения горизонтального давления от пиковой ветровой нагрузки для витражных конструкций, применяемых в зданиях высотой до 100м (результирующие значения давления определены в соответствии с п.11.2 СП 20.13330 с учетом пиковых аэродинамических коэффициентов, а также с учетом коэффициентов корреляции ветровой нагрузки равным 1,0):

1. При расчете по прочности (1 ГПС, с учетом коэффициента надежности по нагрузке равным 1,4):
   а. 1,053 кПа (при положительном давлении);
   б. 1,930 кПа (при отрицательном давлении).
2. При расчете по жесткости и деформативности (2 ГПС, с учетом коэффициента надежности по нагрузке равным 1,0):
   а. 0,752 кПа (при положительном давлении);
   б. 1,379 кПа (при отрицательном давлении).

Нормативная нагрузку на ригель интегрированного ограждения (принято в соответствии с п.8.2.6 СП 20.13330) - 0,5 кН/м.

Постоянные нагрузки на перекрытие приняты для покрытия, состоящего из 80 мм цп стяжки и керамической плитки с клеем толщиной 18 мм. 0,08*18+0,018*20=1,8 кПа.

В таблице 4.5.сведены значения нагрузок и сочетания, рассматриваемые в каждой задаче.

Таблица 4.5. Сводная таблица значений нагружений и сочетаний нагрузок

Имя нагружения	Значение	Полные расчетные нагрузки с положительным давлением ветра (PIK_ f a s a d _ Wind+)	Полные расчетные нагрузки с отрицательным давлением ветра (PIK_ f a s a d _ Wind-)	Полные расчетные нагрузки с горизонтальной нагрузкой на поручни (PIK_ f a s a d _ fence)	Нормативные нагрузки с положительным давлением ветра (P I K _ f a s a d _ W i n d + _ norm)	Нормативные нагрузки с отрицательным давлением ветра (PIK_ f a s a d _ W i n d - _ norm)	Нормативные нагрузки. Удар человеком изнутри. (P I K _ f a s a d _ i n n e r load)
Постоянные нагрузки на плиту (расчетные)	2,16 кПа	1	1	1	0	0	0
Постоянные нагрузки на плиту (нормативные)	1,8 кПа	0	0	0	1	1	1
Нагрузка от стеклопакета (расчетная)	0,274 кН/м	1	1	1	0	0	0
Нагрузка от стеклопакета (нормативная)	0,249 кН/м				1	1	1

Имя нагружения	Значение	Полные расчетные нагрузки с положительным давлением ветра (PIK_fasad_Wind+)	Полные расчетные нагрузки с отрицательным давлением ветра (PIK_fasad_Wind-)	Полные расчетные нагрузки с горизонтальной нагрузкой на поручни (PIK_fasad_fence)	Нормативные нагрузки с положительным давлением ветра (PIK_fasad_Wind+_norm)	Нормативные нагрузки с отрицательным давлением ветра (PIK_fasad_Wind-_norm)	Нормативные нагрузки. Удар человеком изнутри. (PIK_fasad_inner load)
Эксплуатационная (расчетная)	2,4 кПа СП 20.13330 табл. 8.3	1	1	1	0	0	0
Эксплуатационная (нормативная)	2 кПа СП 20.13330 табл. 8.3	0	0	0	1	1	1
Положительное давление ветра (расчетное)	1,053 кПа	1	0	0	0	0	0
Положительное давление ветра (нормативное)	0,752 кПа	0	0	0	1	0	0
Отрицательное давление ветра (расчетное)	1,930 кПа	0	1	0	0	0	0
Отрицательное давление ветра (нормативное)	1,379 кПа	0	0	0	0	1	1
Нагрузка на ограждение (расчетная)	0,6 кН/м	0	0	1	0	0	0
Нагрузка на ограждение (расчетная)	0,5 кН/м	0	0	0	0	0	1
Удар человеком изнутри		0	0	0	0	0	1

5. Результаты расчета задачи с положительным ветровым давлением (PIK_fasad_Wind+,PIK_fasad_Wind+_norm)

Для оценки общего НДС рассмотрим деформации фасадной системы. На рисунке 5.1 показаны изополя горизонтальных перемещений фасадной системы под воздействием ветровых нагрузок при 1 ГПС. Наибольшие перемещения составили до 9.1 мм.

НДС ригеля. На рисунке 5.2 показаны изополя напряжений по критерию Мизеса в ригеле. Наибольшие напряжения в ригеле (вне зоны узлов) составили до 38 МПа, что менее предела текучести. В зоне установки саморезов (крепление ограждения к ригелю) напряжения достигают 99.6, что близко к началу текучести. На рисунке 5.3 показаны изополя относительных деформаций в зоне установки импостного соединителя крепления ригеля к стойке. Локально, в зоне контакта с винотом, деформации составляют до 0.009, что превышает деформации предела текучести. Пластические деформации составляют до 0,0013. В остальной части ригеля деформации не превышают предел текучести.

НДС импостного соединителя стойки с ригелем. На рисунке 5.4 показаны изополя напряжений по Мизесу в соединителях. В местах контакта с ригелем напряжения составляют до 99 МПа. В местах установки самонарезащих винтов напряжения локально достигают 118.6 МПа, что более предела текучести. На рисунке 5.5 показаны изополя максимальных относительных деформаций в импостном соединителе. Во всем сечении напряжения не превышают предела текучести. Локально, в зоне контакта с винтом напряжения составили до 0.042, что более предела текучести.

НДС стойки. Наибольший прогиб стойки составил 8.1 мм (рисунок 5.6). На рисунке 5.9 показаны изополя напряжений по Мизесу в стойке. Наибольшие значения вне зоны крепления соединителях составили до 80 МПа, в зоне крепления напряжения локально достигают значения до 111.4 МПа. На рисунке 5.7 показаны изополя максимальных относительных деформаций в стойке. Наибольшие деформации возникают в месте крепления к перекрытию через кронштейн. Локальные деформации составляют до 0.018, что более предела текучести. Непосредственно в самом кронштейне деформации не превысили 0.002, напряжения при этом составили до 210 МПа, что не превышает предел текучести.

Оценка деформативности фасадной системы (2ГПС). На рисунке 5.8 показаны изополя перемещений при положительном ветровом давлении. Наибольшее перемещение достигается в пролете ригеля и составляет 5,2 мм. В месте стыка ригеля со стойкой перемещения достигают значения 4.4 мм. Таким образом, прогиб составляет 5,2/3600=0,0014 (1/692 пролета), что не превышает предельного значения 1/200 пролета.

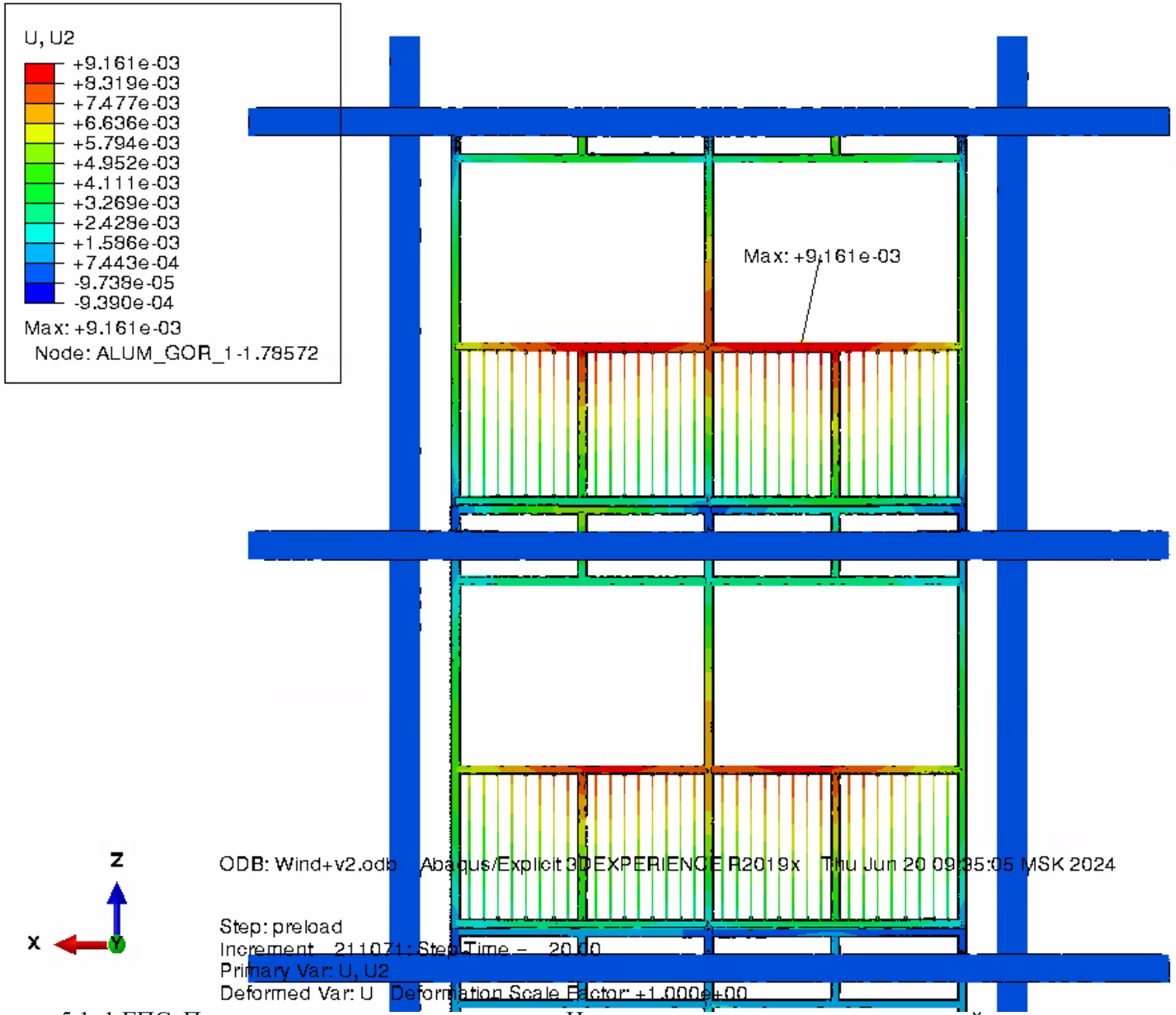


Рисунок 5.1. 1 ГПС. Положительное ветровое давление. Изополя горизонтальных перемещений при ветровом воздействии, м

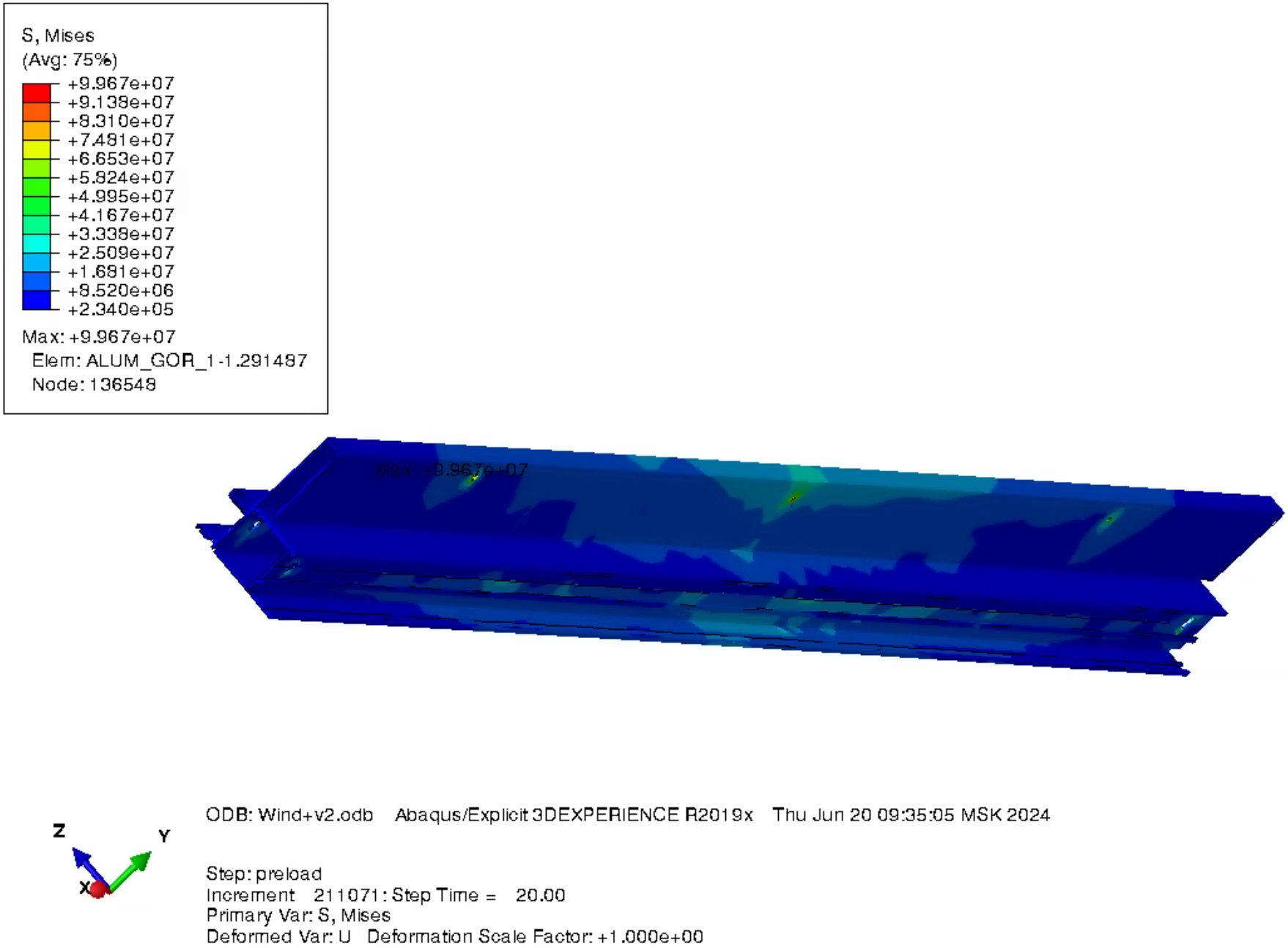


Рисунок 5.2. 1 ГПС. Положительное ветровое давление. Изополя напряжений по Мизесу при ветровом воздействии, Па

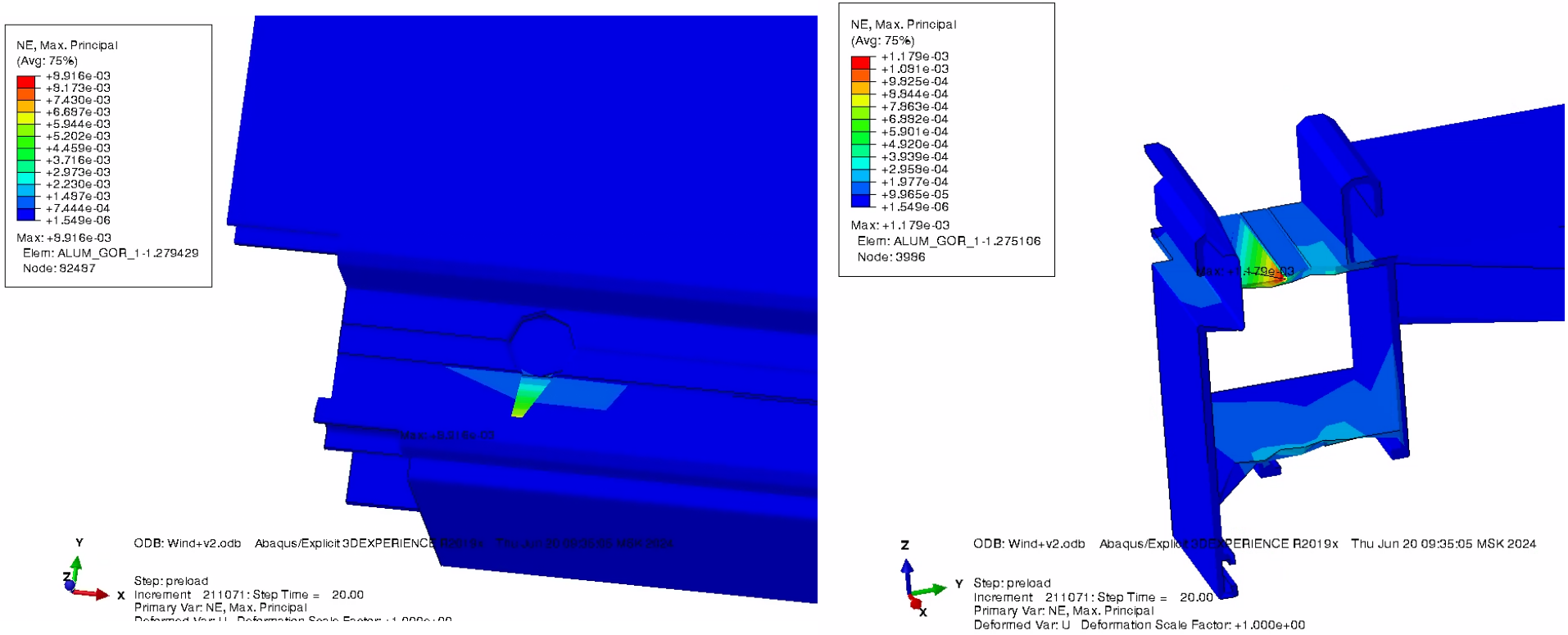


Рисунок 5.3. 1 ГПС. Положительное ветровое давление. Изополя относительных максимальных деформаций при ветровом воздействии

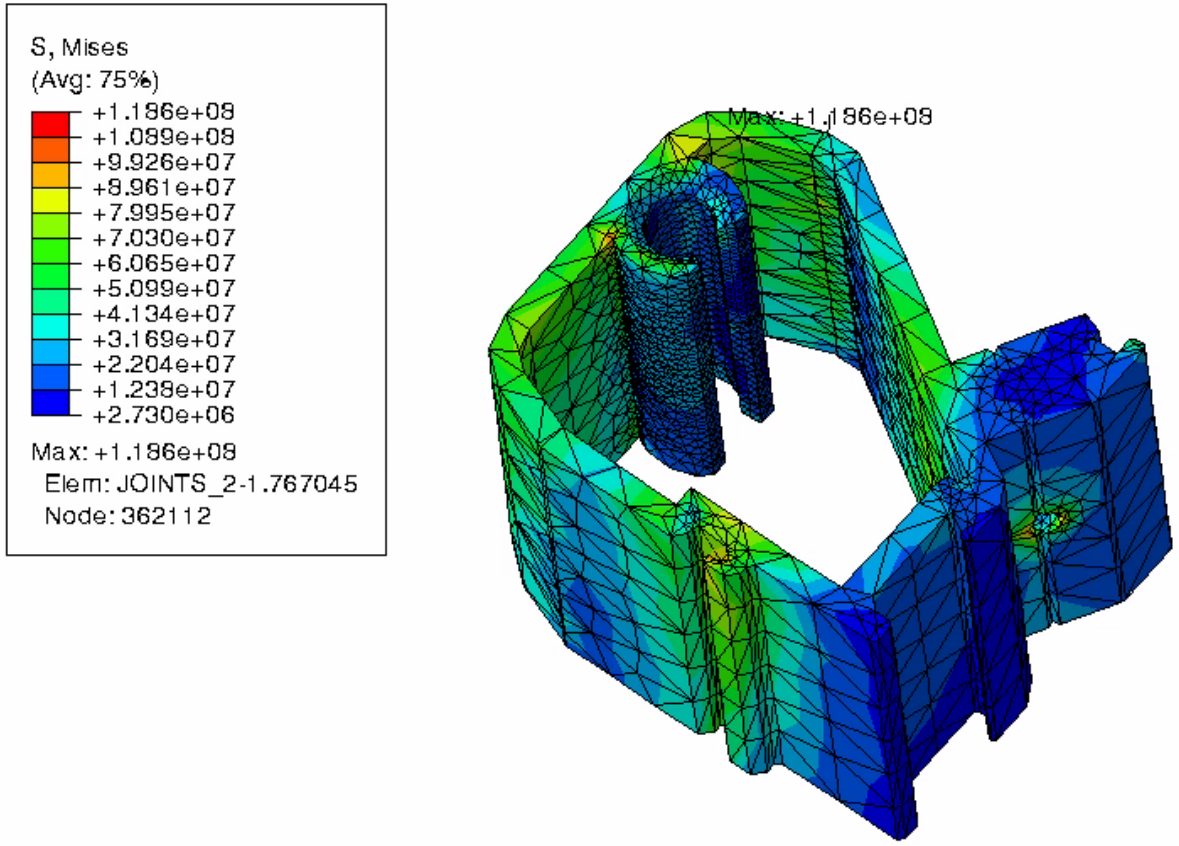


Рисунок 5.4. 1 ГПС. Положительное ветровое давление. Изополя напряжений по Мизесу в соединителях при действии ветровой нагрузки, Па

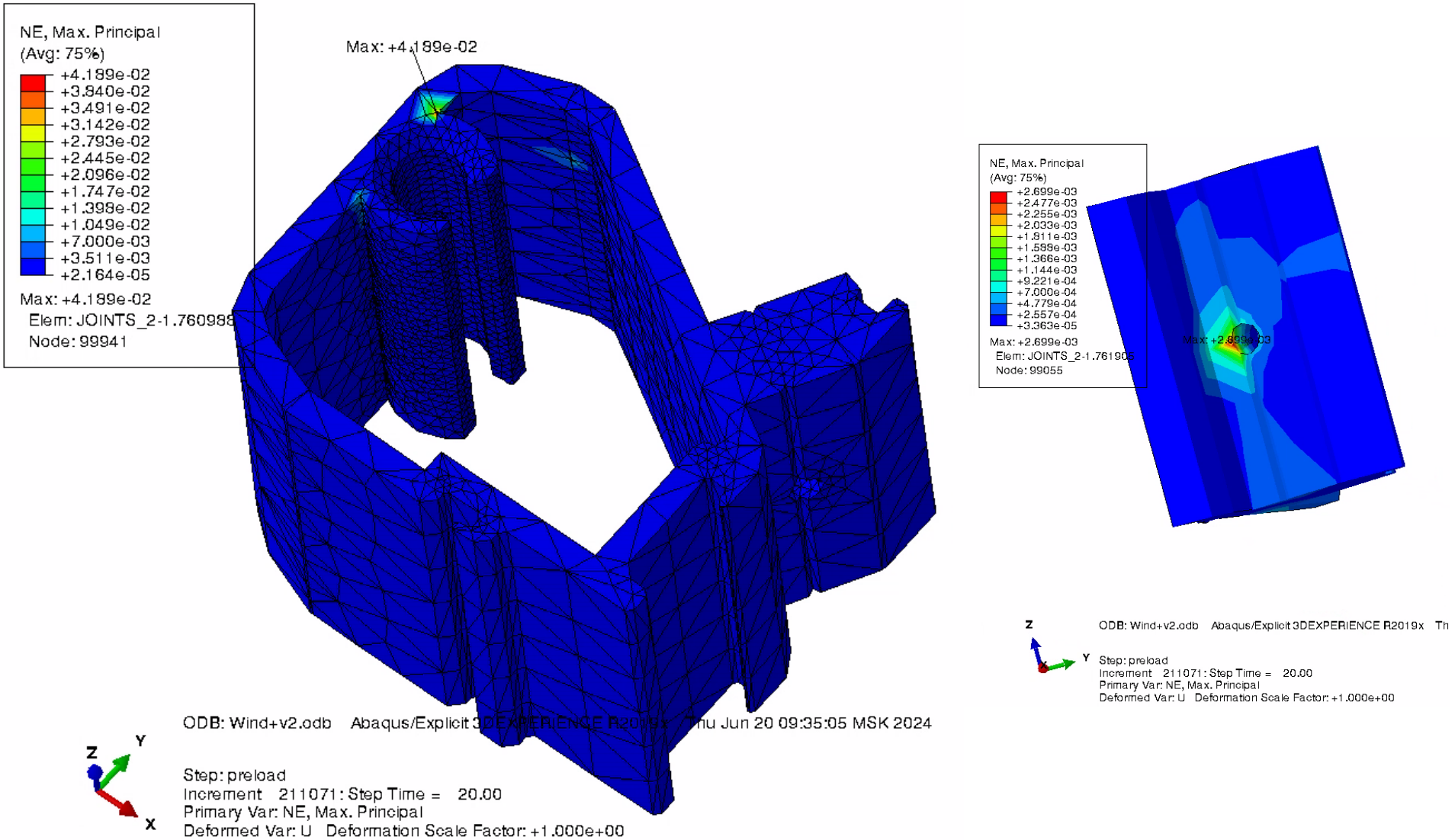
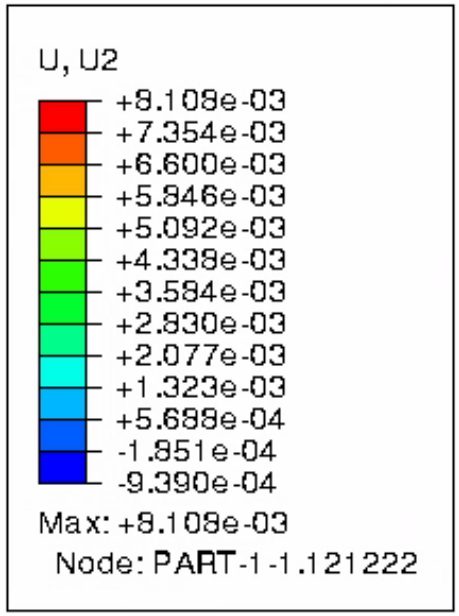


Рисунок 5.5. 1 ГПС. Положительное ветровое давление. Изополя относительных д в соединителях при действии ветровой нагрузки



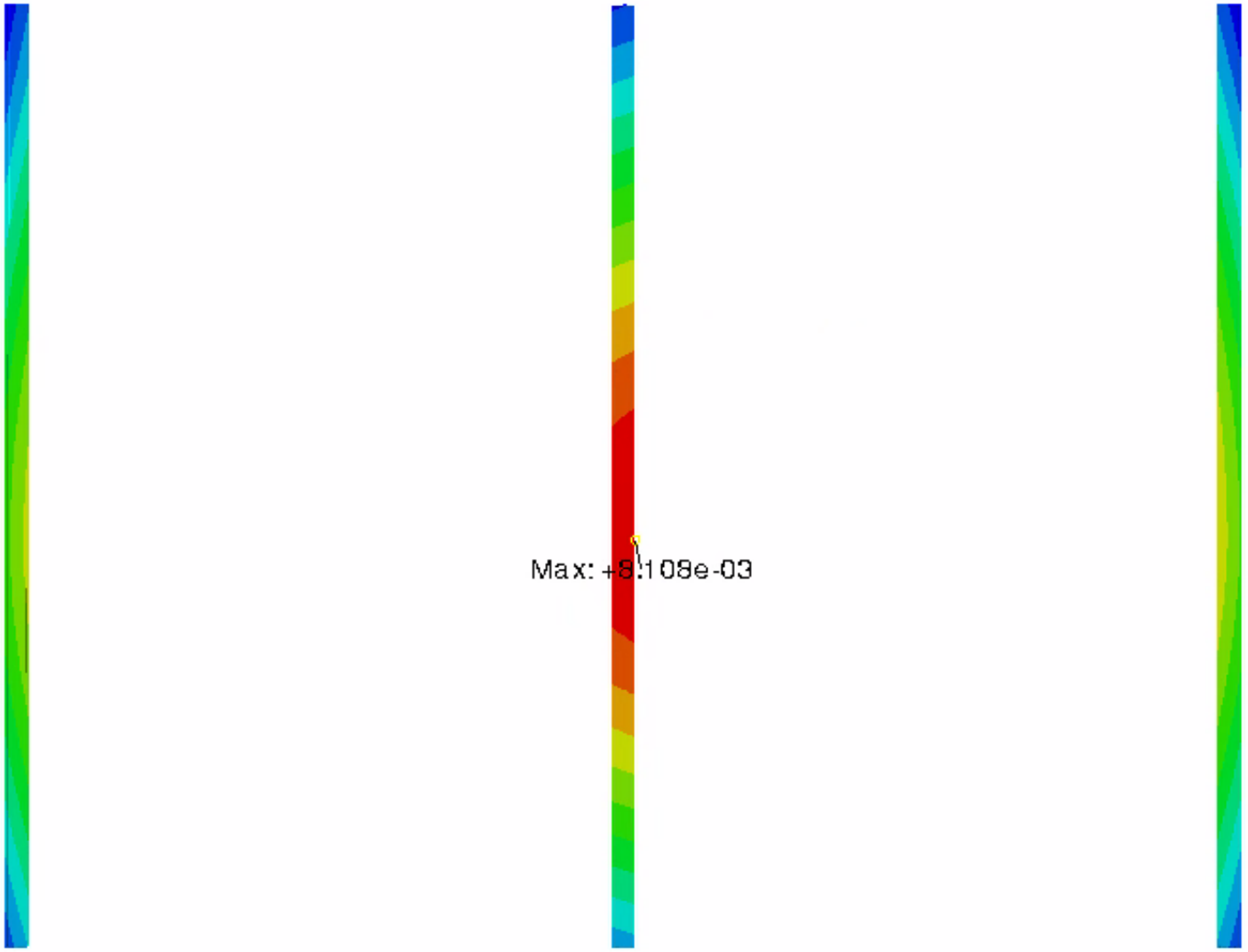


Рисунок 5.6. 1 ГПС. Положительное ветровое давление. Изополя горизонтальных перемещений стойки, м

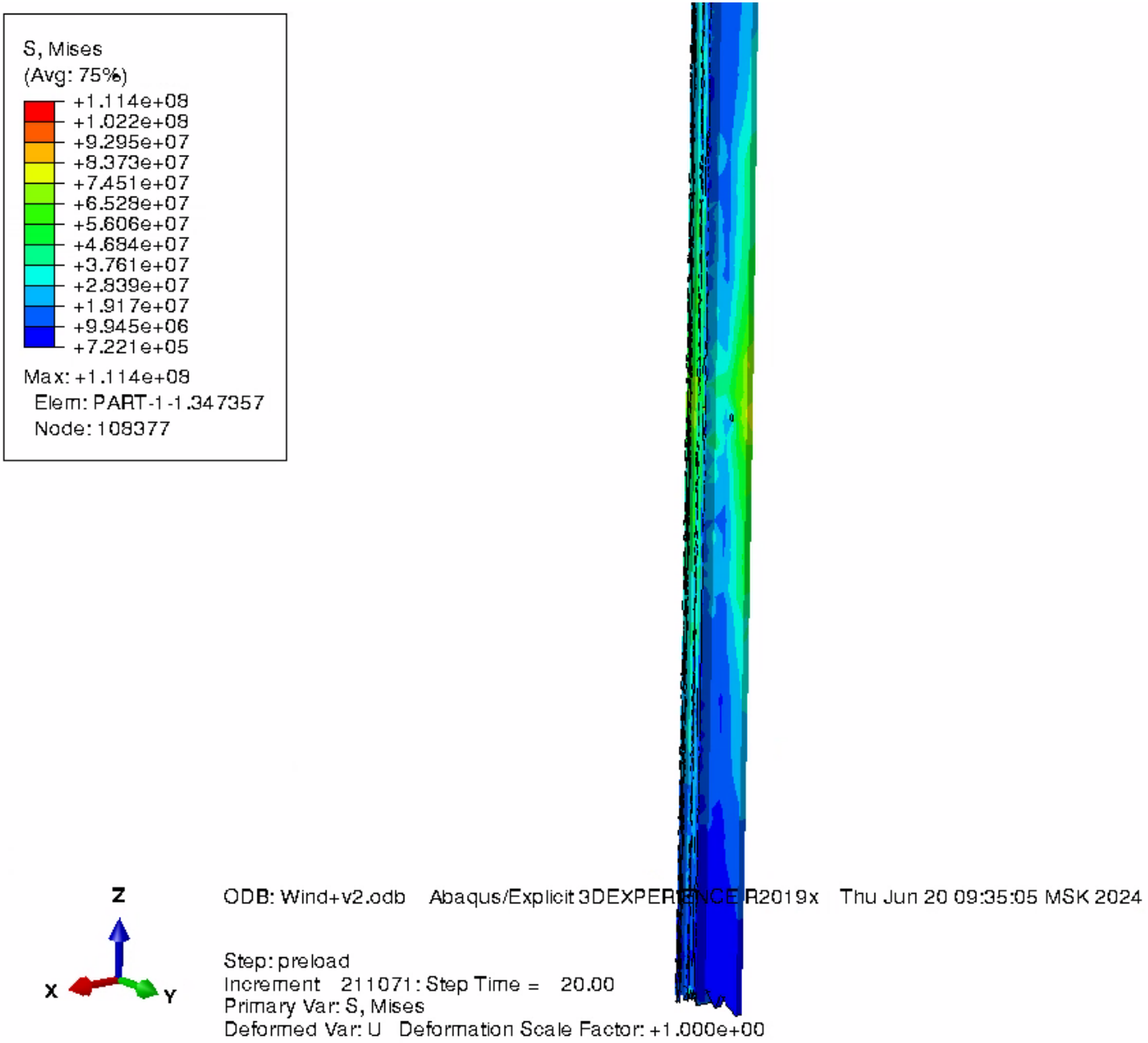


Рисунок 5.7. 1 ГПС. Положительное ветровое давление. Изополя напряжений по Мизесу в стойках при действии ветровых нагрузок, Па

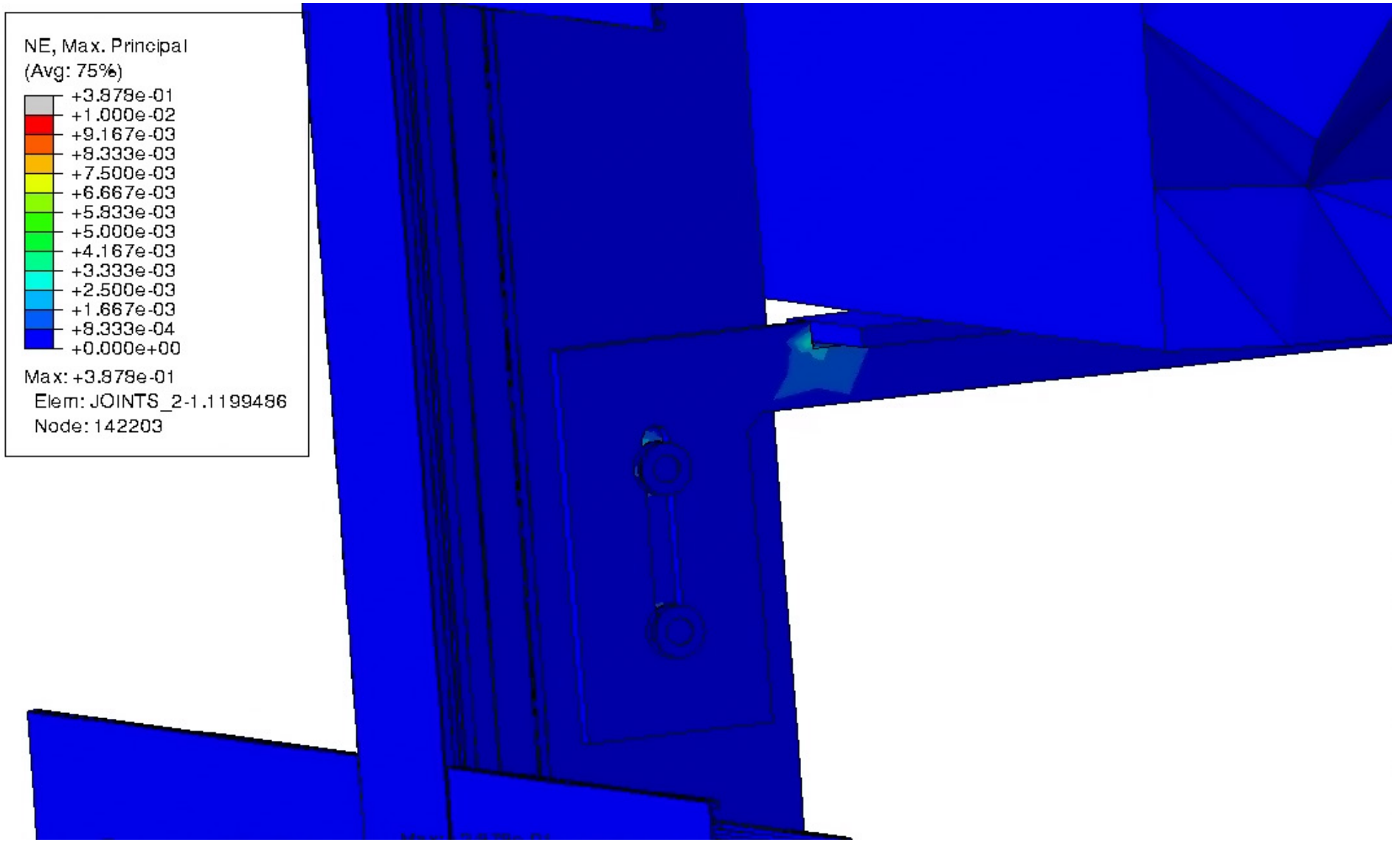


Рисунок 5.8. 1 ГПС. Положительное ветровое давление. Изополя максимальных относительных деформаций в стойках при действии ветровых нагрузок

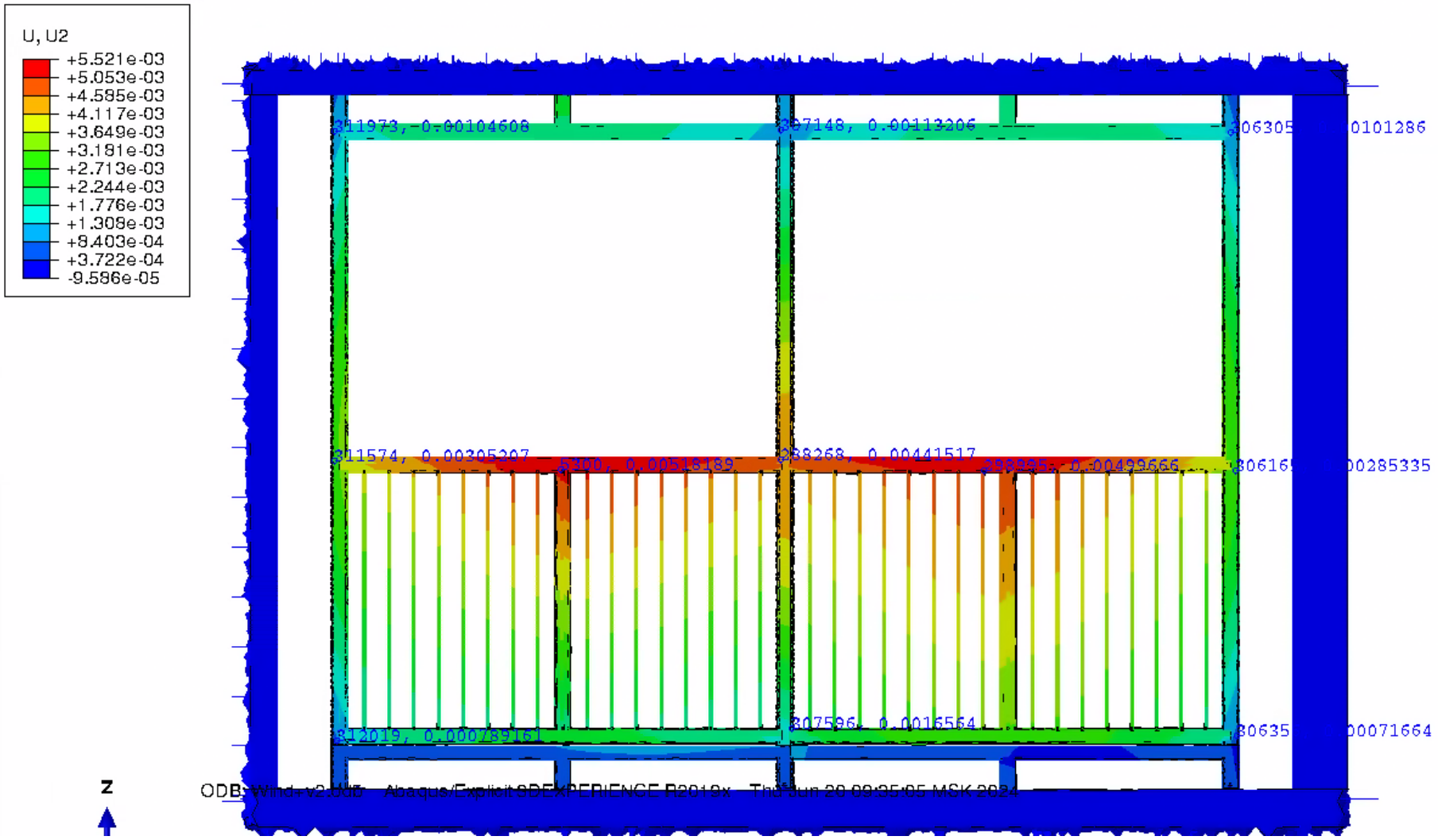


Рисунок 5.9. 2 ГПС. Положительное ветровое давление. Изополя горизонтальных перемещений, м

6. Результаты расчета задачи с отрицательным ветровым давлением (PIK_fasad_Wind-,PIK_fasad_Wind-_norm)

Для оценки общего НДС рассмотрим деформации фасадной системы. На рисунке 6.1 показаны изополя горизонтальных перемещений фасадной системы под воздействием ветровых нагрузок при 1 ГПС. Наибольшие перемещения составили до 16,2 мм.

НДС ригеля. На рисунке 6.2 показаны изополя напряжений по критерию Мизеса в ригеле. Наибольшие напряжения в ригеле (вне зоны узлов) составили до 76.8 МПа, что менее предела текучести. В зоне установки саморезов (крепление ограждения к ригелю) напряжения достигают 99.8, что близко к началу текучести. На рисунке 6.3 показаны изополя относительных деформаций в зоне установки импостного соединителя крепления ригеля к стойке. Деформации локально составляют до 0.0007.

НДС импостного соединителя стойки с ригелем. На рисунке 6.4 показаны изополя напряжений по Мизесу в соединителях. Локально, в местах контакта с ригелем напряжения составляют до 111,1 МПа, и в местах установки самонарезающих винтов напряжения достигают 109 МПа, что более предела текучести. На участках контакта соединительного элемента со стойкой, обеспечивающих зацеление, напряжения не превышают 74 МПа, что менее предела текучести. На рисунке 6.5 показаны изополя максимальных относительных деформаций в импостном соединителе. Наибольшие значения составили до локально до 0.1, что более предела текучести. В остальной части детали напряжения не превышают 0.001, что менее предела текучести.

НДС стойки. Наибольший прогиб стойки составил 14,2 мм (рисунок 6.6). На рисунке 6.9 показаны изополя напряжений по Мизесу в стойке. Наибольшие значения вне зоны крепления соединителях составили до 80 МПа, в зоне крепления локально достигают значения 111.4 МПа, что более предела текучести алюминия. На рисунке 6.7 показаны изополя максимальных относительных деформаций в стойке. Наибольшие деформации возникают в месте крепления к перекрытию через кронштейн и в месте стыка с ригелем (рисунок 6.8). Деформации локально составляют до 0.05, что более предела текучести. В кронштейне деформации составляют до 0.005, напряжения при этом составляют 230 МПа.

Оценка деформативности фасадной системы (2ГПС). На рисунке 6.8 показаны изополя перемещений при отрицательном ветровом давлении. Наибольшее перемещение достигается в пролете ригеля и составляет 9,2 мм. В месте стыка ригеля со стойкой перемещения достигают значения 8,2мм. Таким образом, прогиб составляет 9,2/3600=0,0025 (1/390 пролета), что не превышает предельное значение 1/200 пролета.

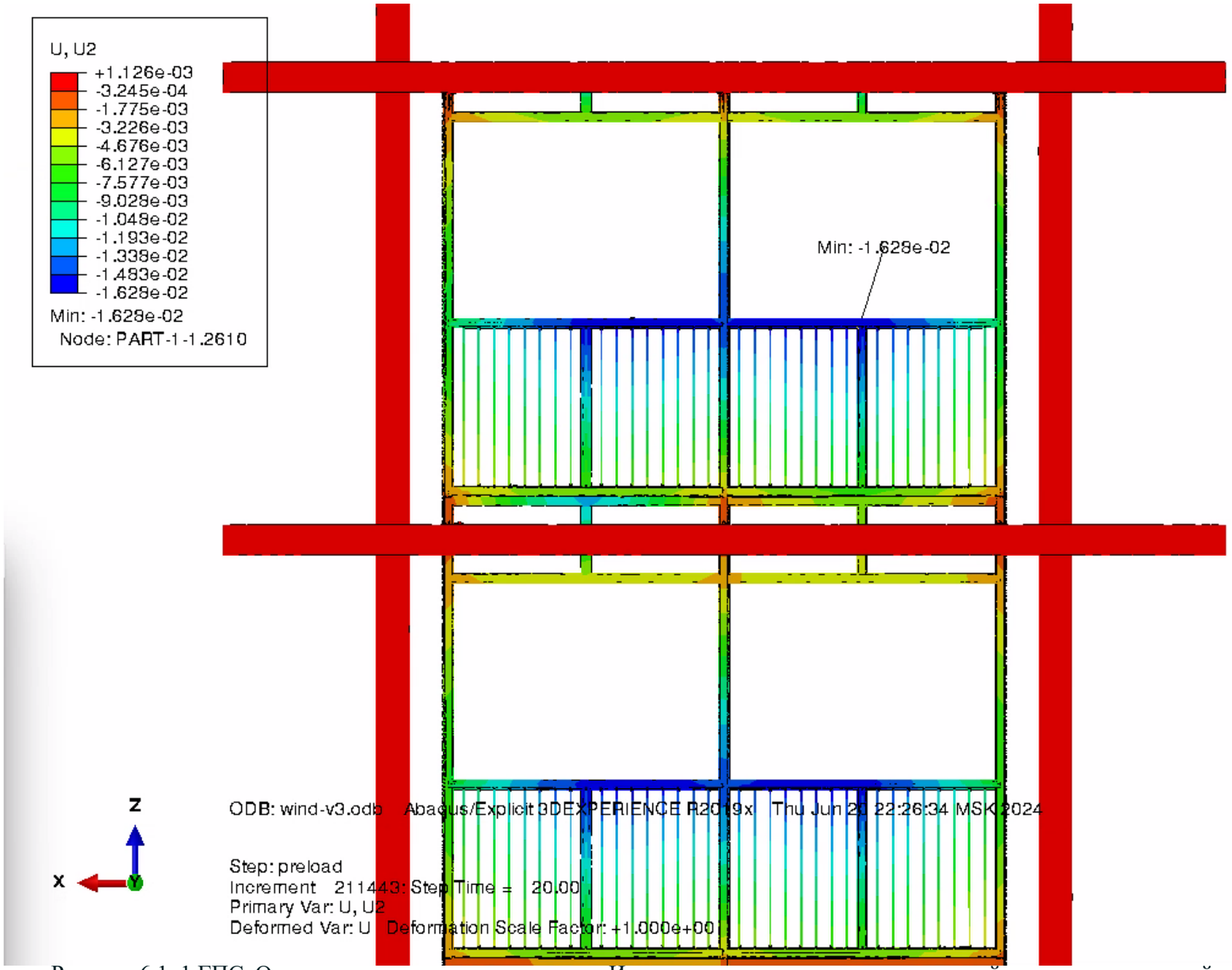


Рисунок 6.1. 1 ГПС. Отрицательное ветровое давление. Изополя горизонтальных перемещений при ветровом воздействии, м

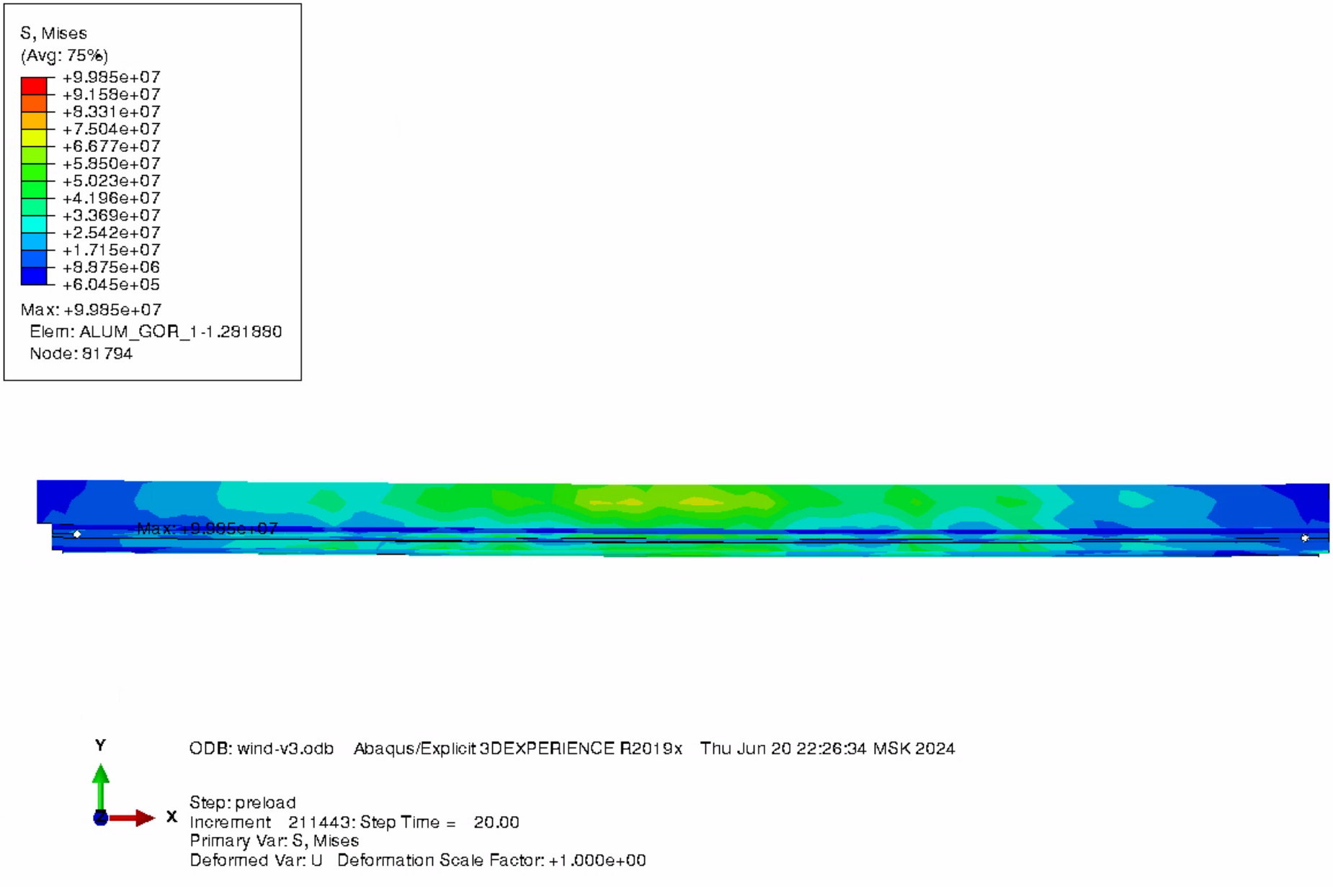


Рисунок 6.2. 1 ГПС. Отрицательное ветровое давление. Изополя напряжений по Мизесу при ветровом воздействии, Па

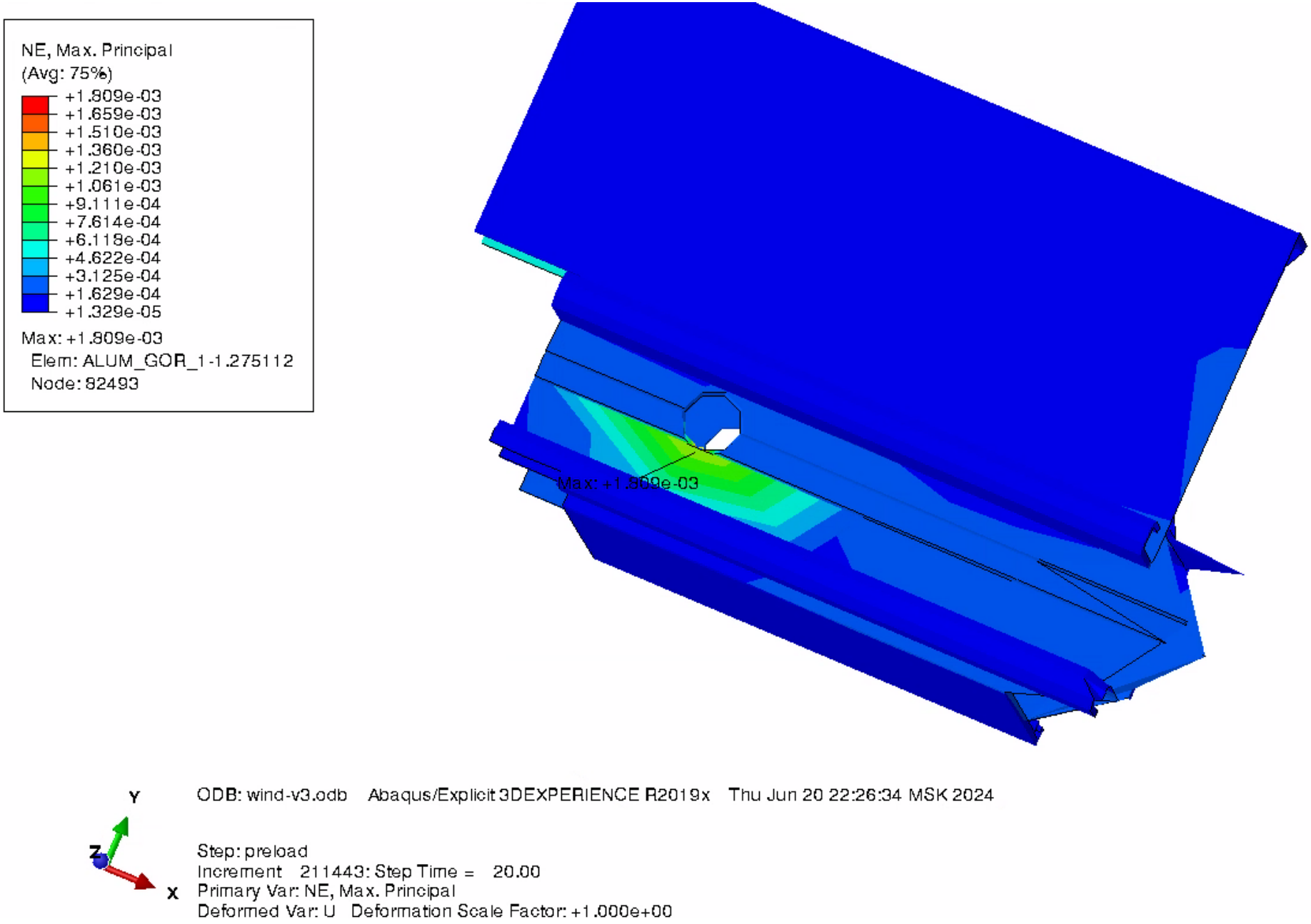


Рисунок 6.3. 1 ГПС. Отрицательное ветровое давление. Изополя относительных максимальных деформаций при ветровом воздействии

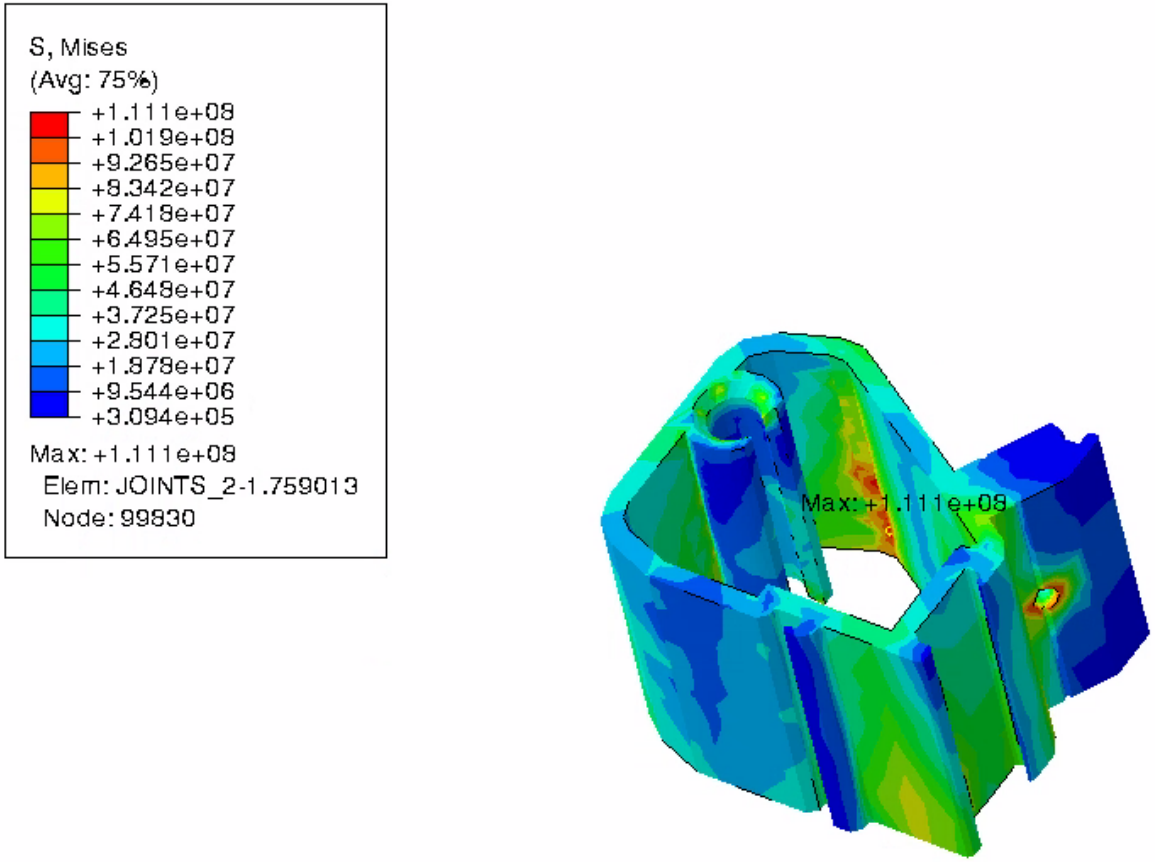


Рисунок 6.4. 1 ГПС. Отрицательное ветровое давление. Изополя напряжений по Мизесу в соединителях при действии ветровой нагрузки, Па

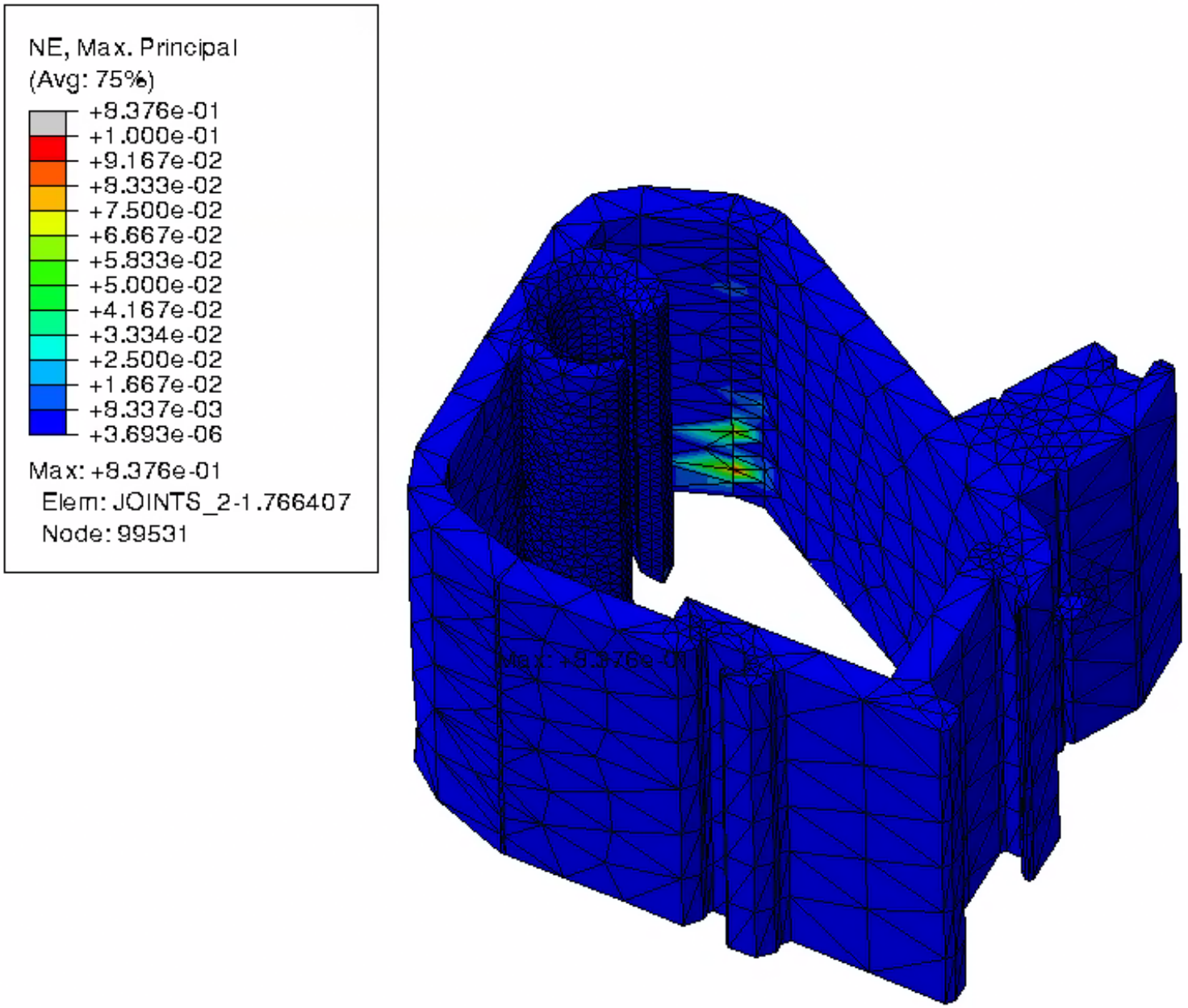


Рисунок 6.5. 1 ГПС. Отрицательное ветровое давление. Изополя относительных деформаций в соединителях при действии ветровой нагрузки

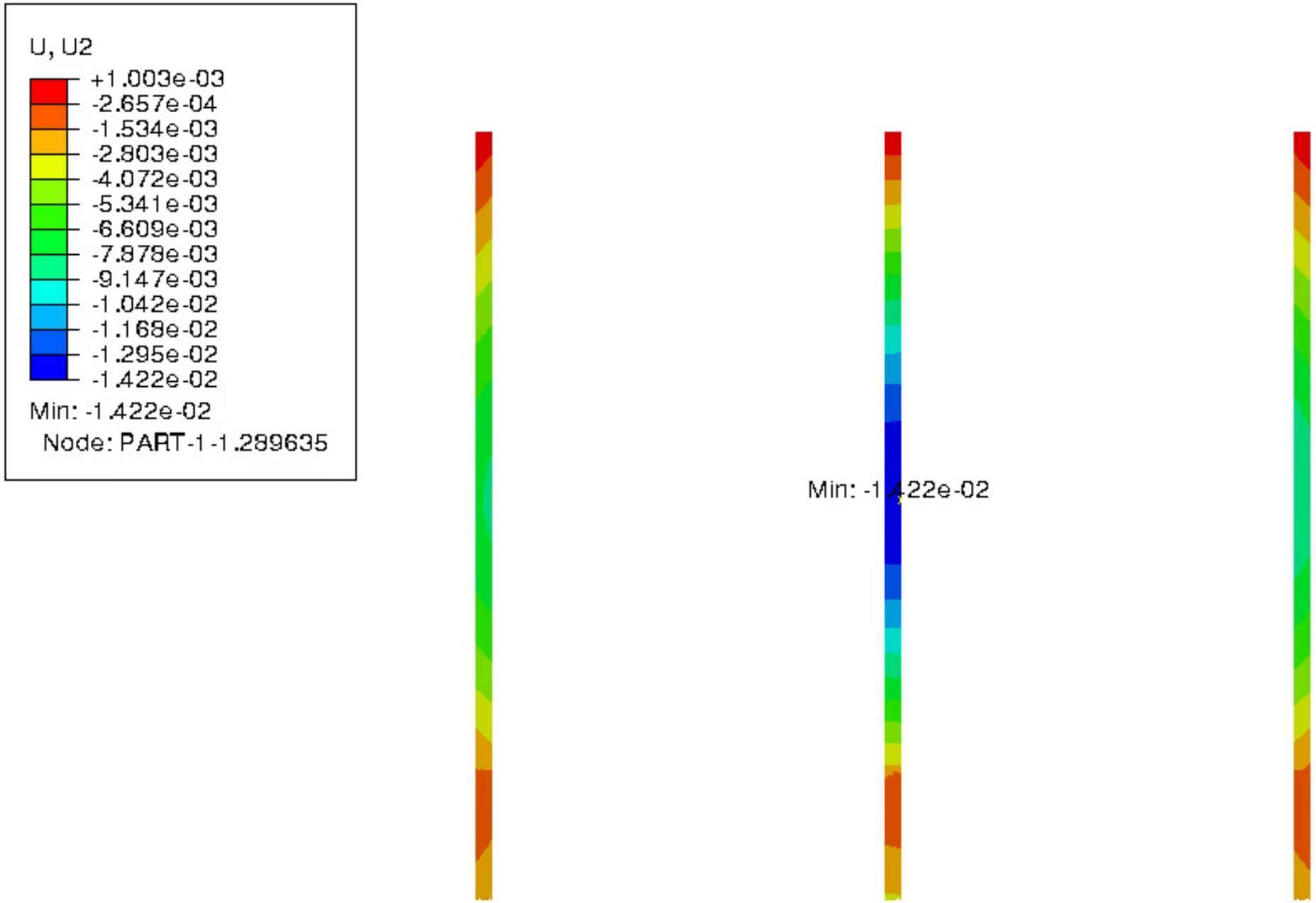


Рисунок 6.6. 1 ГПС. Отрицательное ветровое давление. Изополя горизонтальных перемещений стойки, м

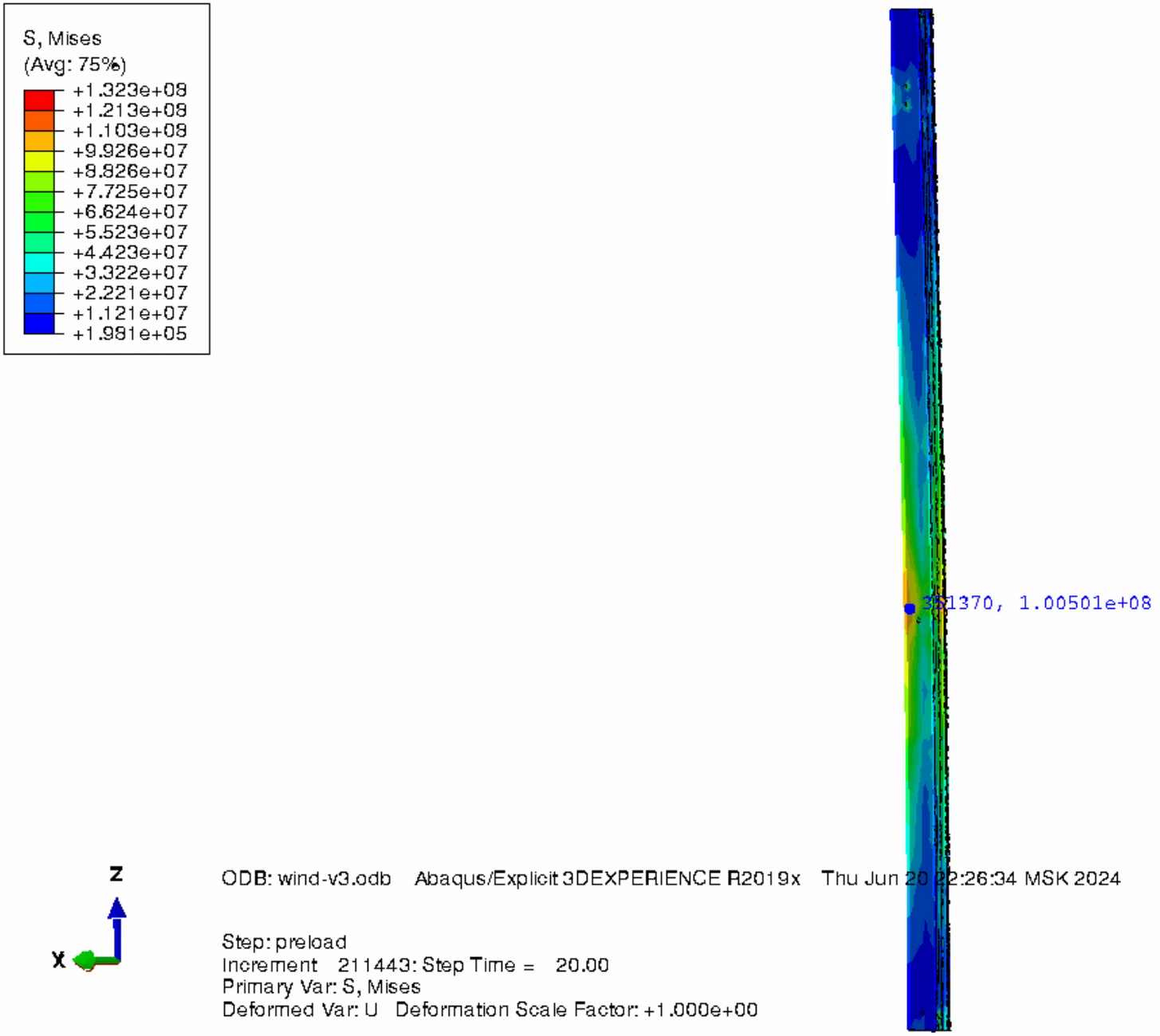


Рисунок 6.7. 1 ГПС. Отрицательное ветровое давление. Изополя напряжений по Мизесу в стойках при действии ветровых нагрузок, Па

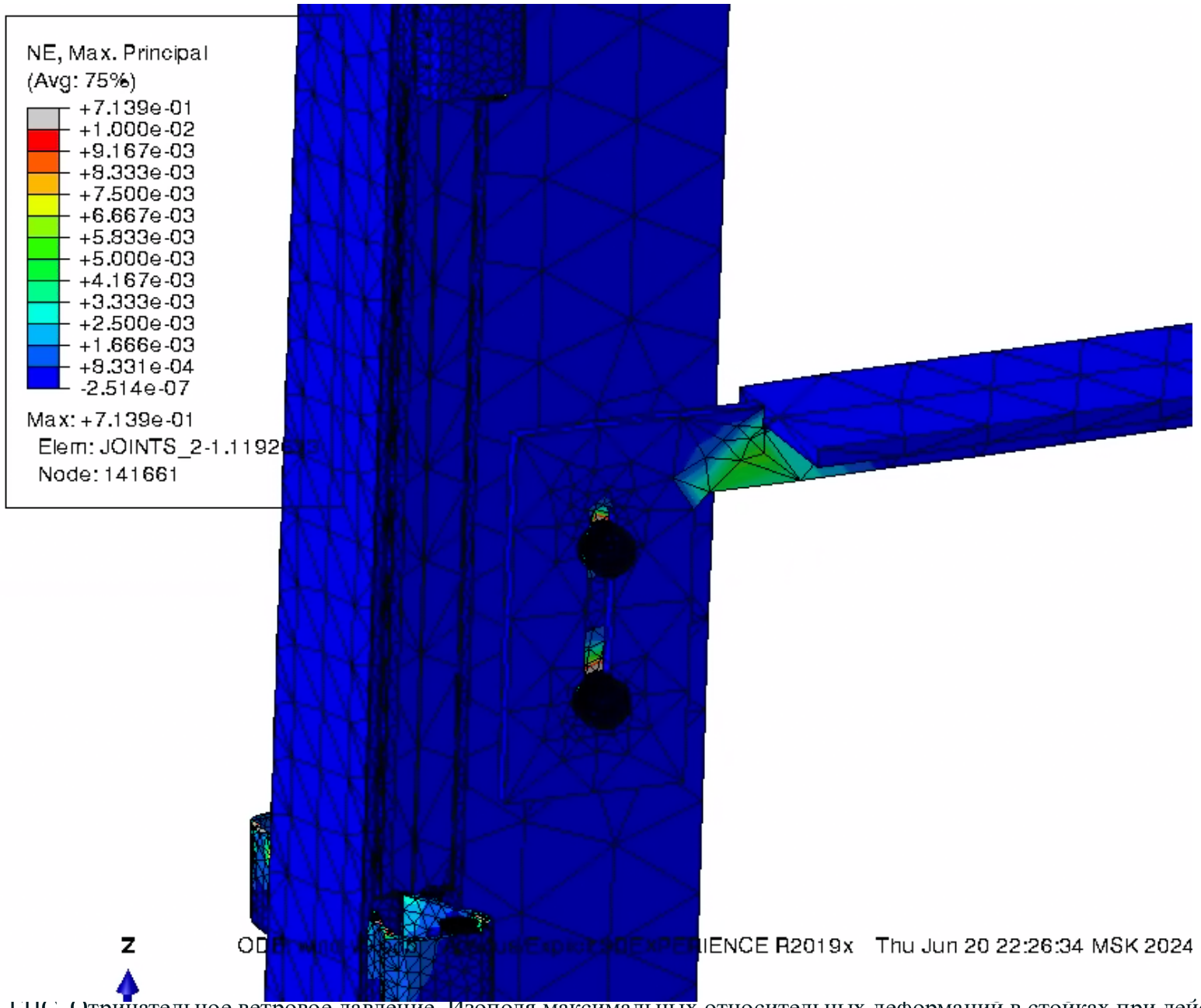


Рисунок 6.8. 111С. Отрицательное ветровое давление. Изополя максимальных относительных деформаций в стойках при действии ветровых нагрузок

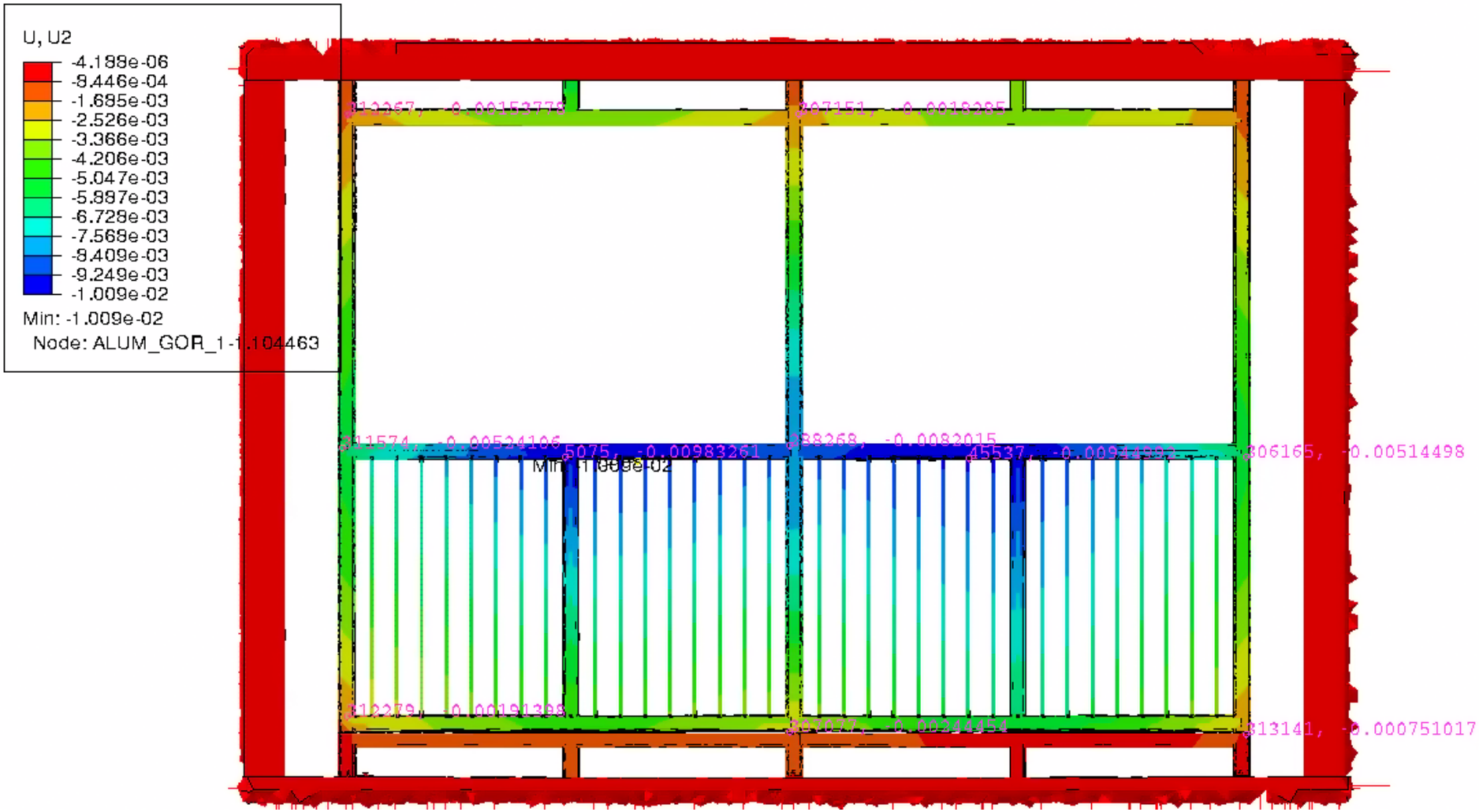


Рисунок 6.9. 2 ГПС. Отрицательное ветровое давление. Изополя горизонтальных перемещений, м

7. Результаты расчета задачи с горизонтальным давлением на ограждение (PIK_fasad_fence)

На рисунке 7.1 показаны изополя горизонтальных перемещений. Наибольшее значение составило до 5.37 мм. На рисунке 7.2 показаны изополя напряжений по Мизесу в верхнем поясе ограждения. Вне зоны установки винтов напряжения составили до 20 МПа.

На рисунке 7.3 показаны изополя напряжений по Мизесу в стойках ограждения. В нижней зоне напряжения достигают 42 МПа.

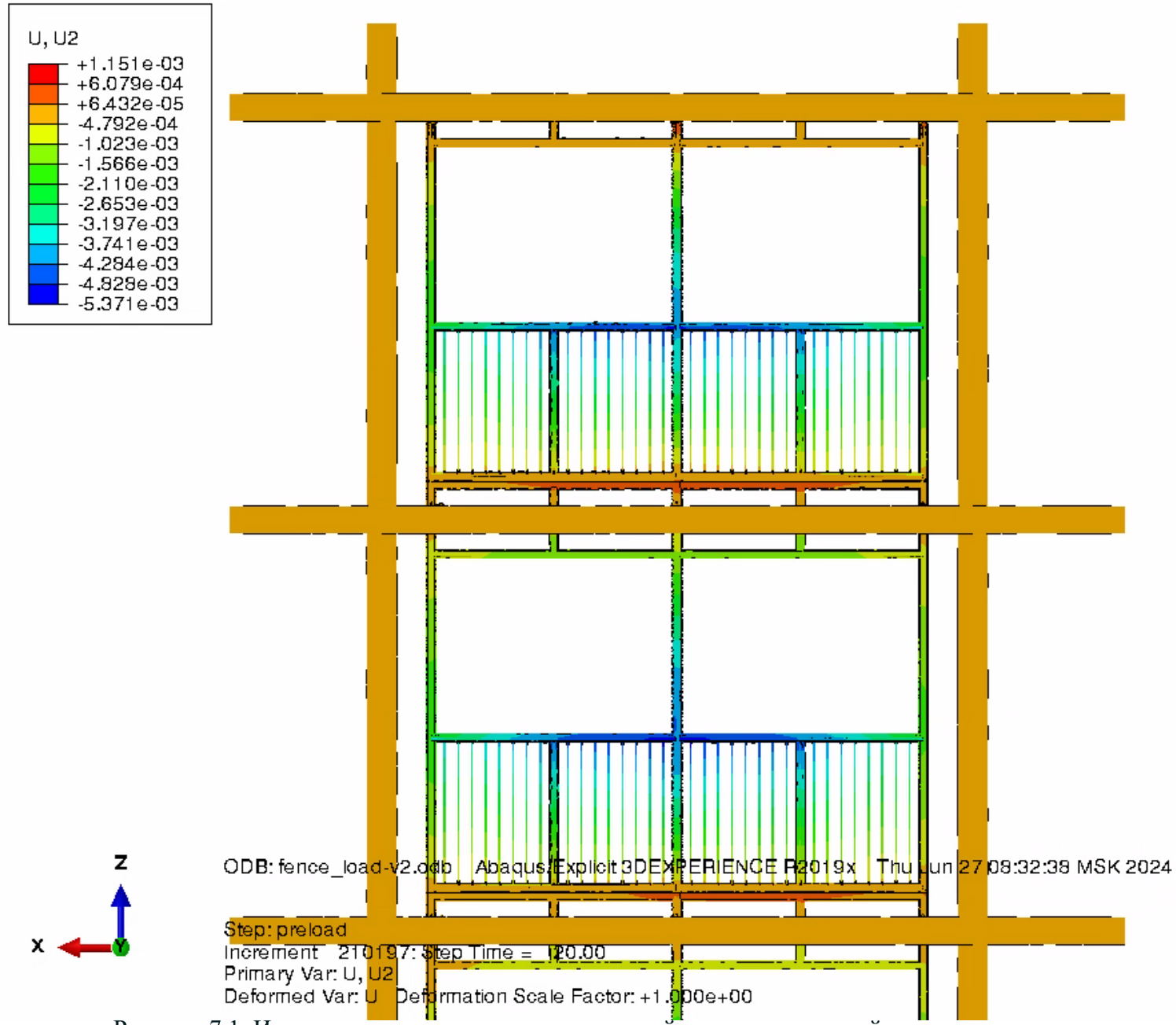


Рисунок 7.1. Изополя горизонтальных перемещений от горизонтальной нагрузки на ограждение, м

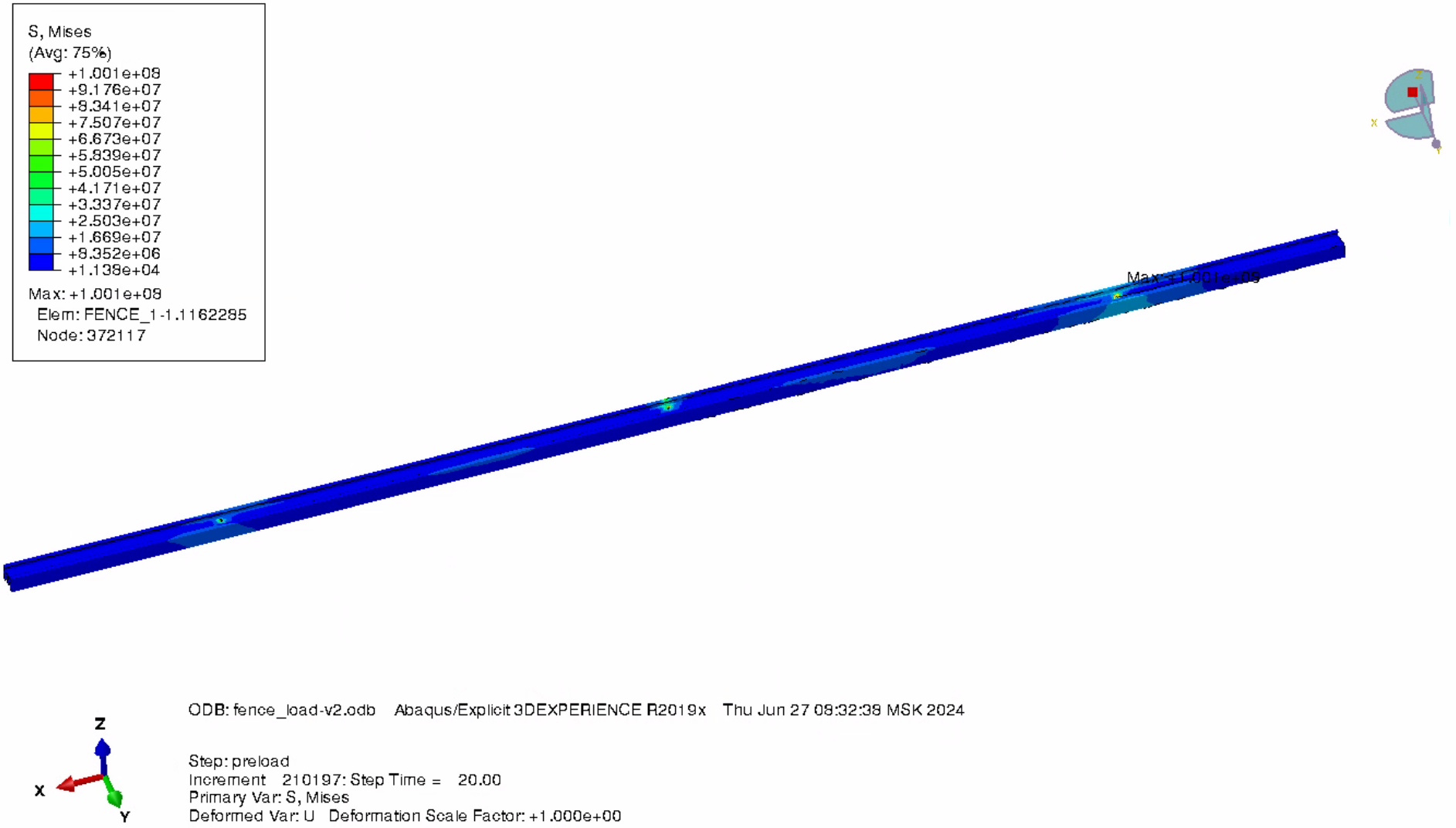


Рисунок 7.2. Изополя напряжений по Мизесу в верзнем поясе ограждения от горизонтальной нагрузки на ограждение, Па

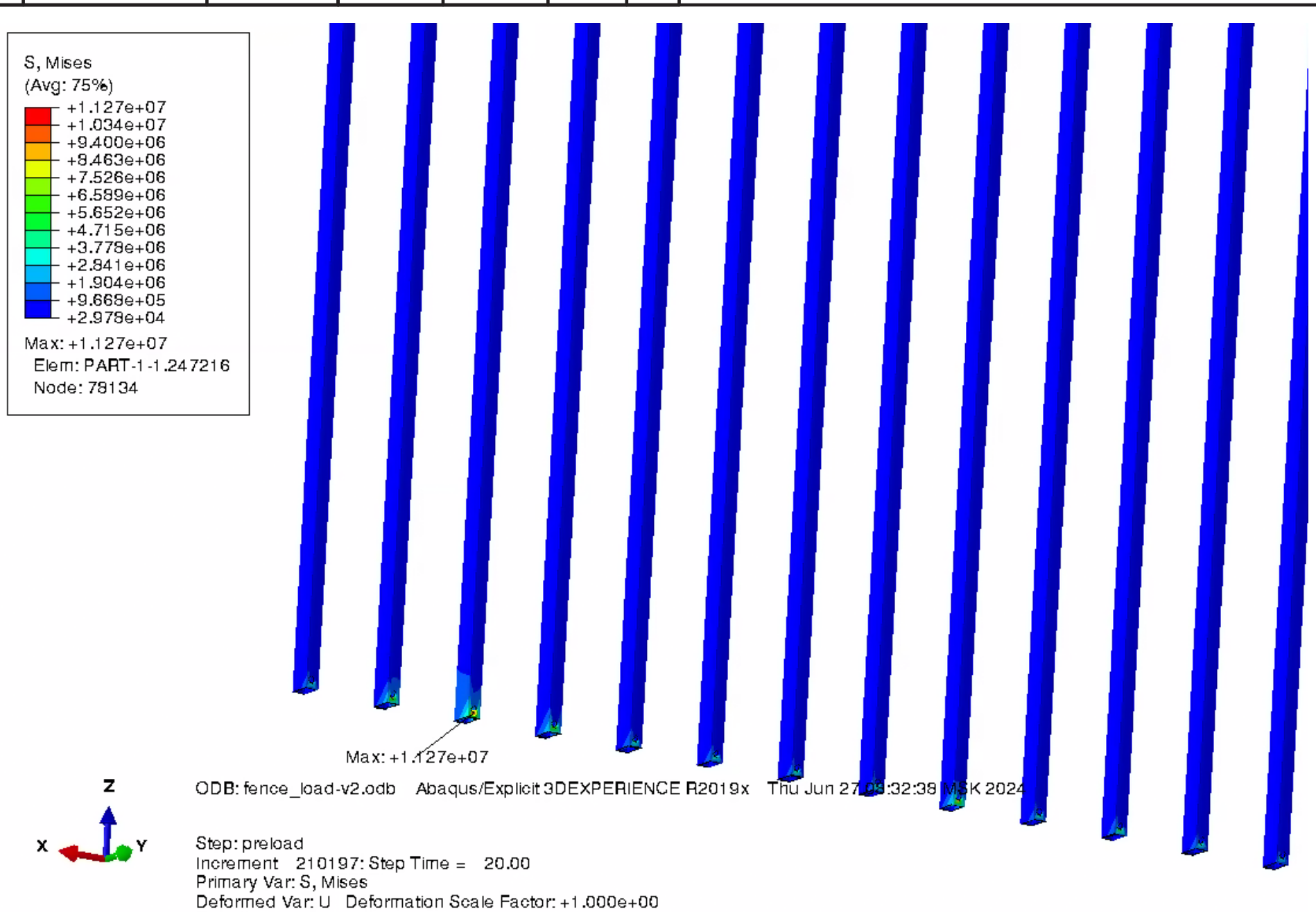


Рисунок 7.3. Изополя напряжений по Мизесу в стойках от горизонтальной нагрузки на ограждение, Па

8. Результаты расчета задачи на удар человеком изнутри. (PIK_fasad_inner load)

В рамках рассматрвиаемой задачи моделировался удар в ригель телом массой 120 кг, летящим со скоростью 5 км/ч. На рисунке 8.1 показан момент удара телом в ригель фасадной системы.

На рисунке 8.2 показаны изополя напряжений в зоне контакта тела с ригелем. Напряжения в среднем составили 52 кПа. Площадь контакта составила 0,0264 м2, таким образом, результирующая сила воздействия составила 52*0,0264=1,372 кН.

На рисунке 8.3 показаны изопля напряжений по Мизесу в ригеле в момент удара. Напряжения составили до 95.5 МПа в месте крепления стойки ограждения. На остальной части ригеля напряжения не превысили 47 МПа, что менее предела текучести.

На рисунке 8.4 показаны изополя горизонтальных перемещений в стойках ограждения в момент удара тела. Перемещения составили до 9,64 мм. Напряжения по Мизесу при этом составили до 50 МПа, что менее предела текучести алюминия.

На рисунке 8.6 показаны изополя напряжений в самонарезающих винтах крепления ограждения к ригелю. Напряжения в них не превышают предела текучести и составляют 343 МПа.

Таким образом, при ударе телом изнутри прочность элементов системы и всей системы в целом обеспечена.

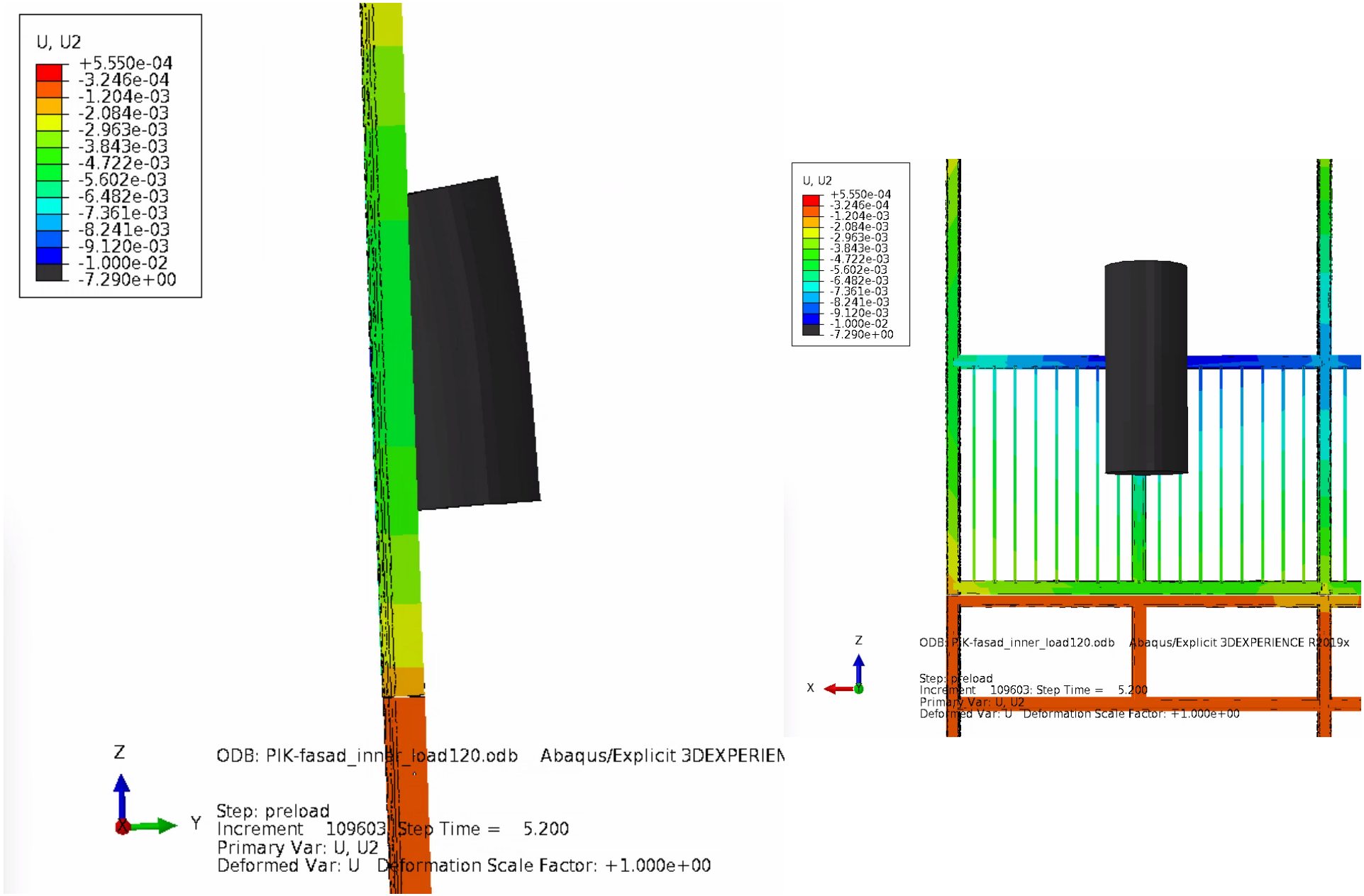


Рисунок 8.1. Общий вид деформированной схемы при ударе телом в ригель фасадной системы

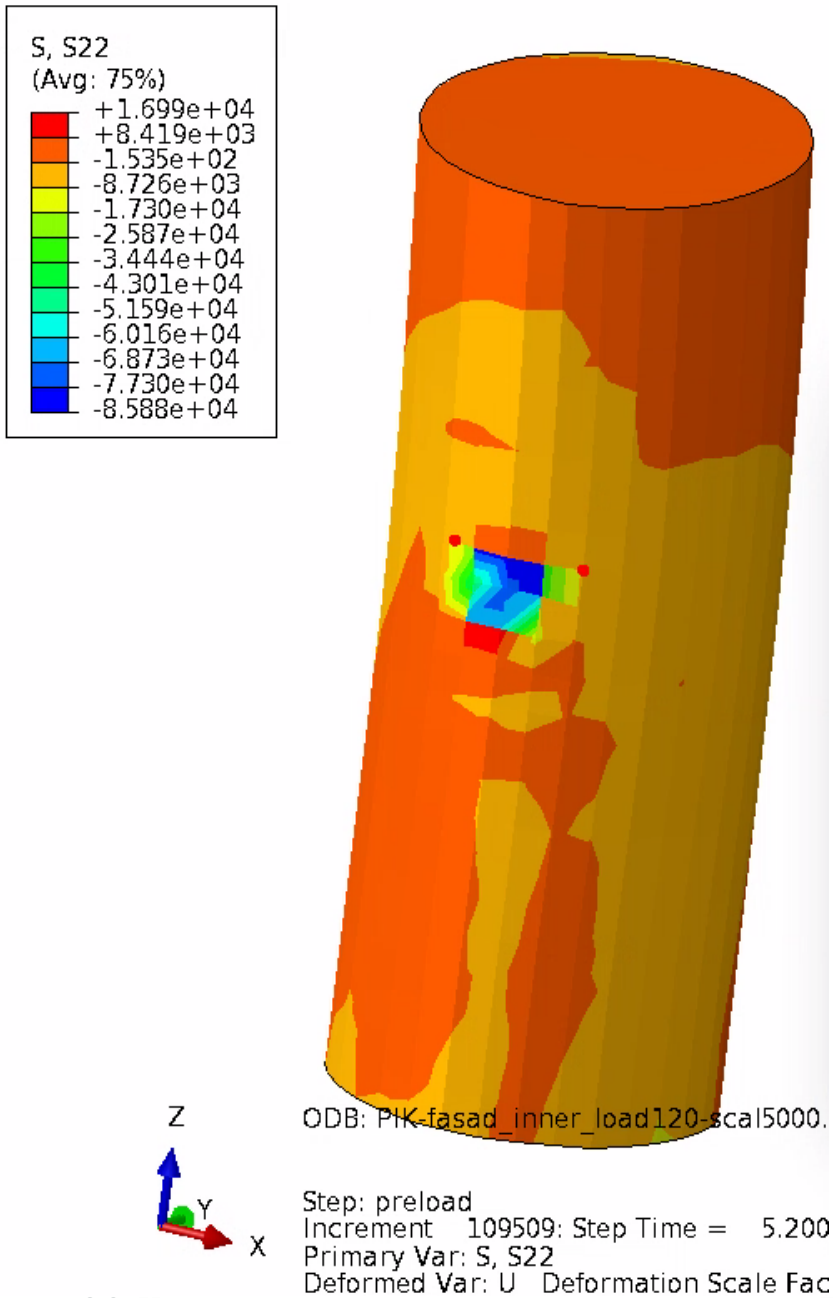


Рисунок 8.2. Напряжения в зоне контакта тела с ограждениям, Па

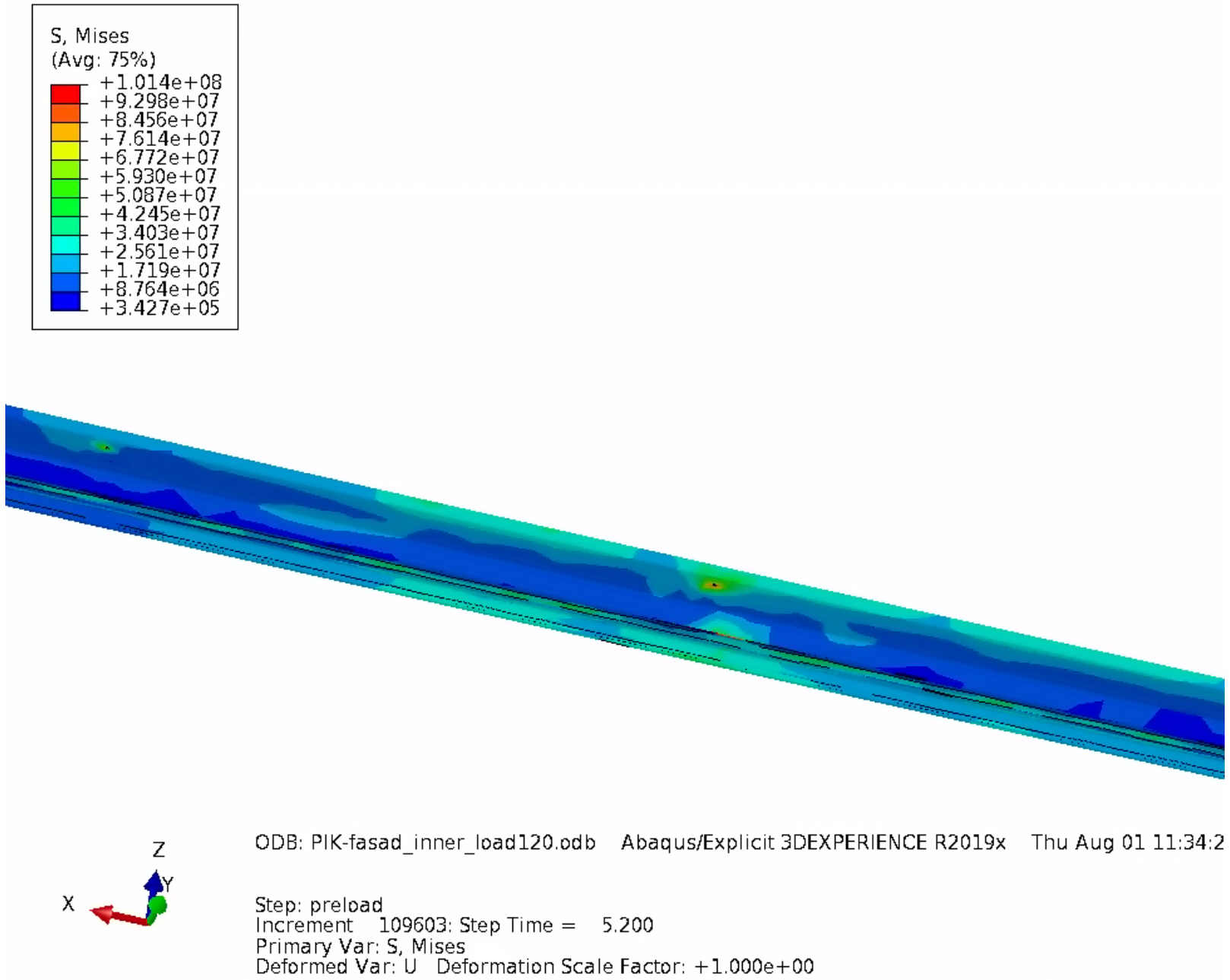


Рисунок 8.3. Изополя напряжений по Мизесу в ригеле в момент удара, Па

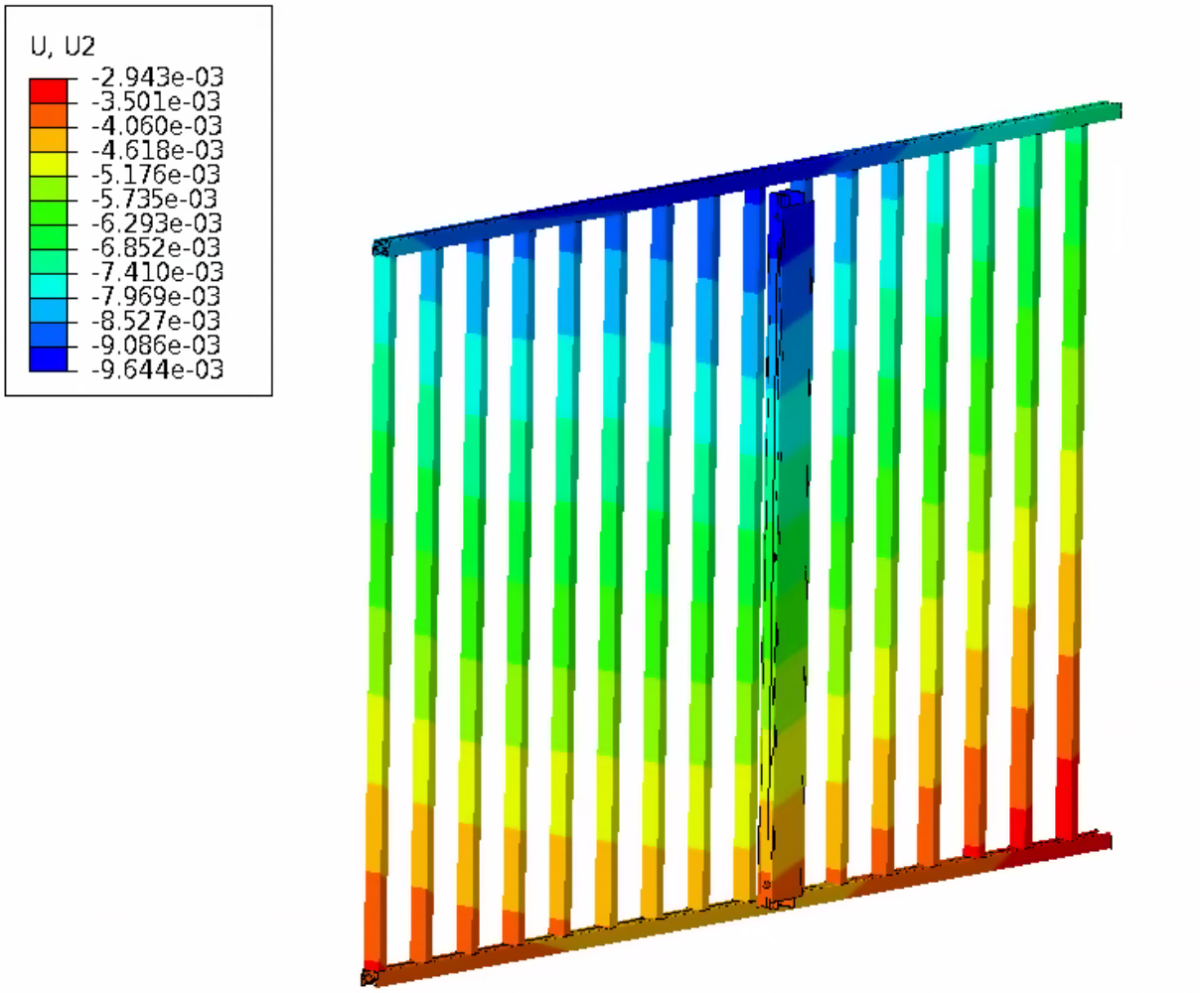


Рисунок 8.4. Изополя горизонтальных перемещений по Мизесу в ригеле в момент удара, м

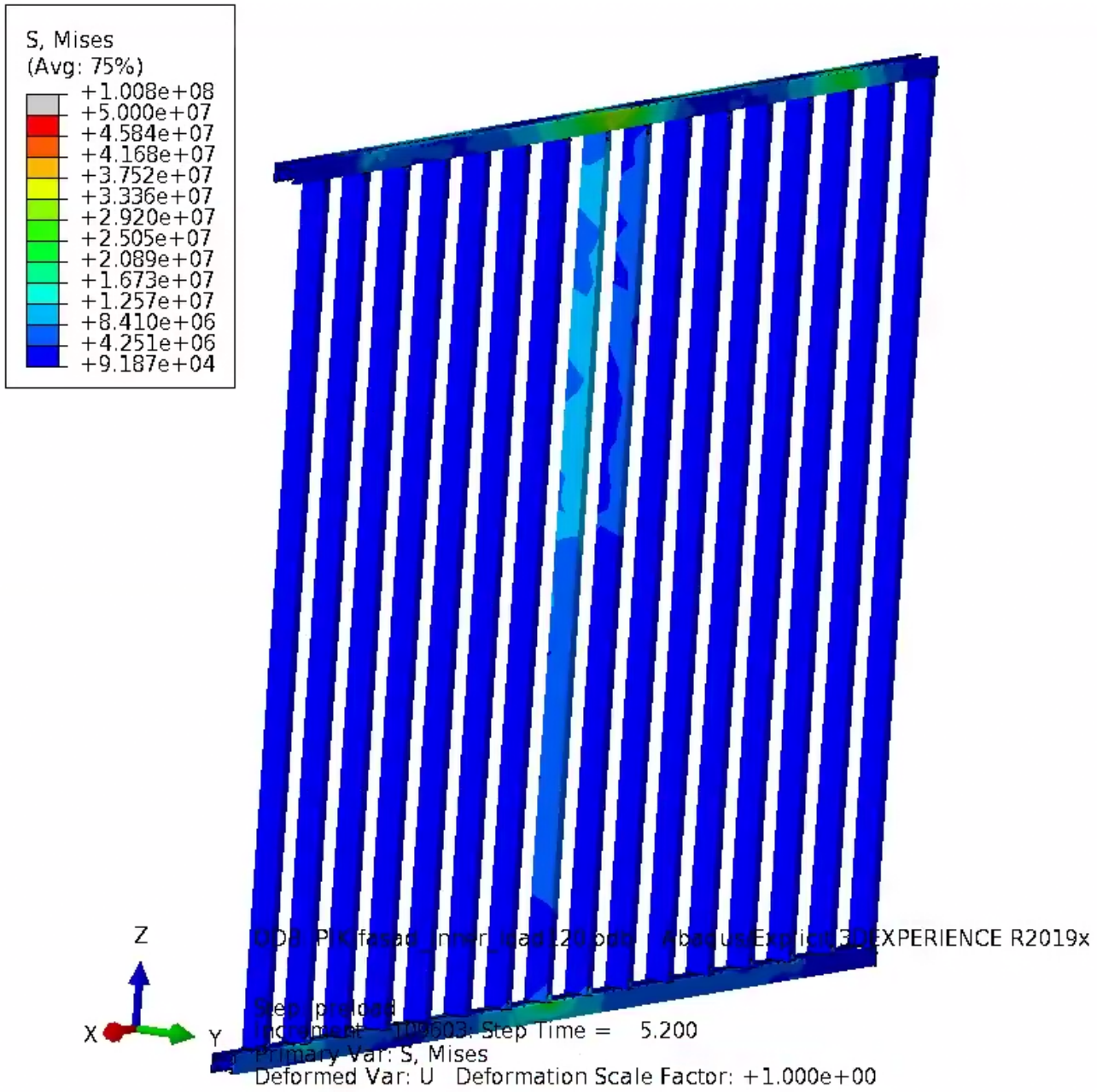


Рисунок 8.5. Изополя напряжений по Мизесу в ограждении в момент удара, Па

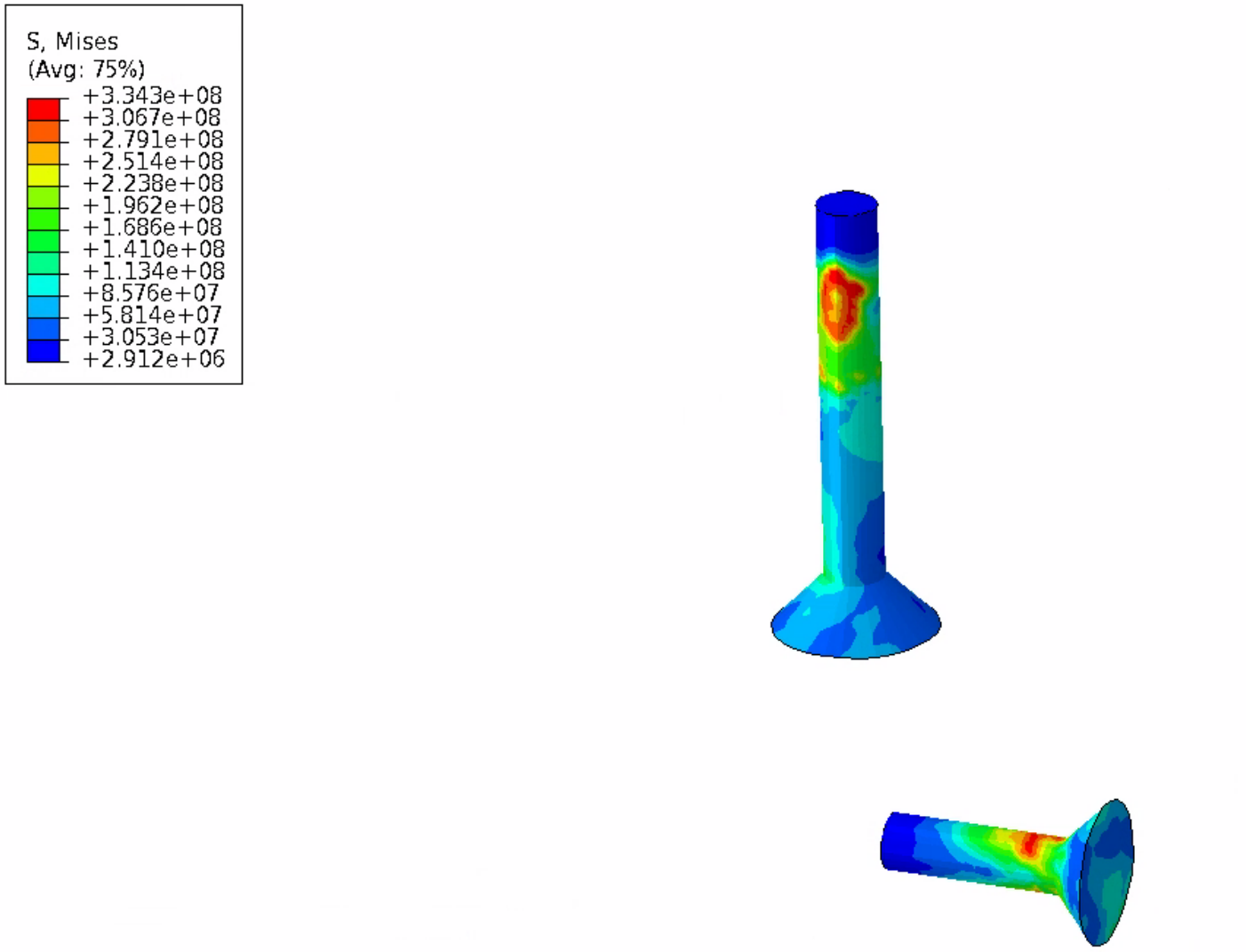


Рисунок 8.5. Изополя напряжений по Мизесу в самонарезающих винтах в момент удара, Па

9. Выводы

Был проведен расчет фасадной системы на пиковое ветровое воздействие (при положительном и отрицательном давлении), на горизонтальное воздействие на перила ограждения согласно п. 8.2.6 СП 20.13330.2016, а так же на ударной воздействие человеком изнутри. По результатам расчета получено:

1. Прочности нормальных сечений стоек и ригелей достаточно для восприятия действующих усилий;
2. В узлах стыков ригеля со стойкой и стойки с перекрытием возникают локальные пластические деформации, не приводящие к разрушению системы. Несущая способность узлов крепления системы к несущему монолитному каркасу обеспечена;
3. Сечения ригеля достаточно для восприятия внешних воздействия на основании расчета исходя из сочетания нормативной горизонтальной нагрузки, веса заполнения светопрозрачных ограждающих конструкций, ветровой нагрузки и расчетных ударных нагрузок изнутри помещений;
4. При положительном ветровом воздействии прогиб ригеля составляет 1/692, что менее предельного (1/200 согласно СП 20.13330.2016 таблица Д.1). При отрицательном ветровом давлении прогиб составляет 1/390, что менее предельного.

Детально результаты представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1. Сводные результаты расчета

Название задачи	Горизонтальные перемещения, мм	Напряжения в стойках и ригелях, МПа	Относительные деформации в ригелях и стойках	Комментарий
PIK_fasad_Wind+	9,1	38	0,0013	Прочность стоек и ригелей обеспечена
PIK_fasad_Wind-	16,2	76,8	0,0007	Прочность стоек и ригелей обеспечена
PIK_fasad_fence	5,37	20	0,001	Прочность стоек и ригелей обеспечена
PIK_fasad_inner load	9,64	95,5	0,0003	Прочность стоек и ригелей обеспечена

5. Исследованные стойки и ригели способны воспринят действующие нагрузки. Рассмотренные технические решения могут быть распространены на все подобные витражные конструкции меньших габаритов, и могут быть приняты за основу при проектировании аналогичных конструкций. Согласно ТЗ не оценивалась несущая способность самонарезающих винтов и болтов крепления элементов между собой.

9. Литература

1. Альбом технических решений «Система внутреннего ограждения RPI23», ООО «ЗАП «Реалит»
2. Альбом технических решений «Балконное остекление RI 40BG», ООО «ЗАП «Реалит»
3. Альбом КМ «Арх. № ПИК - 3504 КМ»
4. Федеральный закон 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
5. СП 20.13330.2016 “Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*”, М.: Стандартинформ, 2017
6. СП 63.13330.2018 “Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения”, М.: Стандартинформ, 2018
7. СП 430.1328500.2018 “Монолитные конструктивные системы”, М.: Стандартинформ, 2019
8. Abaqus Documentation: Abaqus Analysis User’s manual. Analysis Procedures, Solution and Control
9. Abaqus Documentation: Abaqus Analysis User’s manual. Materials. Other plasticity models. Concrete.
10. Abaqus Documentation: Abaqus Analysis User’s manual. Materials. Other plasticity models. Concrete. Concrete damaged plasticity. Postfailure stress-strain relation
11. Abaqus Documentation: Abaqus/CAE User’s Manual. Creating and analysing a model using the Abaqus/CAE modules. The Step Module. Configuring analysis procedures
12. Abaqus Documentation: Abaqus Theory manual. Procedures. Nonlinear solution methods, Nonlinear dynamics
13. Хечумов Р.А., Х.Кепплер, В.И.Прокопьев.Применение метода конечных элементов к расчету конструкций. М.: Издательство АСВ,1994
14. Kenneth H Huebner, Donald L. Dewhirst, Douglas E.Smith, Ted G. Byrom. The finite element method for engineers, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley&sons, inc, 2001
15. Ng Phd P.L., J.Y.K.Lam Phd, A.K.H. Kwan Phd. Tension stiffening in concrete beams. Part I: FE analysis. Structures and buildings 163 Issue SBI. February 2010, pp 19-28
16. Ng Phd P.L.,, J.Y.K.Lam Phd, A.K.H. Kwan Phd. Tension stiffening in concrete beams. Part II: member analysis. Structures and buildings 163 Issue SBI. February 2010, pp 29-39
17. Nielsen, M.P., “Limit analisys and concrete plasticity”, CPC Press, Taylor&Francis Group, LLC, 2011
18. Reddy J.N. Nonlinear finite element analysis. Oxford University press, 2004
19. СП 522.1325800.2023 «Системы фасадные навесные вентилируемые. Правила проектирования, производства работ и эксплуатации», М., 2023
20. СП 128.13330.2016 «Алюминиевые конструкции. Актуализированная редакция СНиП 2.03.06-85», М., 2016
21. ГОСТ 21519-2022 «Блоки оконные из алюминиевых профилей. Технические условия»
22. ТУ 25.11.23-006-87610403-2024 «Конструкции светопрозрачные балконные модульные с внутренним защитным ограждением для остекления балконов и лоджий многоквартирных жилых зданий», М., 2024

ПРИЛОЖЕНИЕ А.
Техническое задание

Приложение № 1

к договору № К.373-24
от «15» апреля 2024 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
на выполнение работ по теме:
«Проведение расчетов фасадных витражных конструкций с интегрированным ограждением и подготовка рекомендаций для их применения в качестве ограждающих светопрозрачных конструкций балконов и лоджий жилых зданий высотой до 100м»

Заказчик: Общество с ограниченной ответственностью «Генеральный подрядчик-МФС» (ООО «ГП-МФС»).

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ). Научно-исследовательский институт экспериментальной механики (НИИ ЭМ).

Цель Работы: расчетное исследование несущей способности и деформативности фасадной витражной конструкции с интегрированным ограждением и оценка характера ее работы.

Объект исследования: элемент фасадной витражной конструкции, состоящей из алюминиевых профилей и стеклянного заполнения, с интегрированным ограждением, а также узлы крепления к несущему каркасу (монолитная ж/б плита).

Исходные данные:

1. Чертежи на ограждающие светопрозрачные конструкции;

2. Чертежи фрагмента несущего каркаса (монолитная ж/б плита);

3. Техническая документация на применяемые в составе ограждающих конструкций материалы и изделия, данные о физико-механических характеристиках;

4. Значения горизонтального давления от пиковой ветровой нагрузки для витражных конструкций, применяемых в зданиях высотой до 100м (результирующие значения давления определены в соответствии с п.11.2 СП 20.13330 с учетом пиковых аэродинамических коэффициентов, а также с учетом коэффициентов корреляции ветровой нагрузки равным 1,0):

   i. При расчете по прочности (1 ГПС, с учетом коэффициента надежности по нагрузке равным 1,4):

      1. 1,053 кПа (при положительном давлении);

      2. 1,930 кПа (при отрицательном давлении).

   ii. При расчете по жесткости и деформативности (2 ГПС, с учетом коэффициента надежности по нагрузке равным 1,0):

      1. 0,752 кПа (при положительном давлении);

      2. 1,379 кПа (при отрицательном давлении).

5. Нормативная нагрузку на ригель интегрированного ограждения (принято в соответствии с п.8.2.6 СП 16.13330) - 0,5 кН/м.

Состав Работ:

1. Проведение расчетов фасадной витражной конструкции с интегрированным ограждением по 1-й и 2-й группе предельных состояний с учетом:
   - нормативной нагрузки на ригель интегрированного ограждение;
   - веса светопрозрачного заполнения конструкции;

Согласовано
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

- пиковой ветровой нагрузки;
- расчетной нагрузки от удара человеком изнутри.

Результаты расчета должны распространяться на все подобные витражные конструкции меньших габаритов.

2. Разработка технического отчета с выводами и рекомендациями по применению рассматриваемых конструкций.

Результаты Работ:

Результатом работ является технический отчет на бумажном носителе в 2-х экземплярах и в электронной форме *pdf, содержащий результаты расчетов элемента витражной конструкции, в том числе:

a. Сбор нагрузок;

b. Расчетные схемы;

c. Результаты расчетов, схемы напряженно-деформированного состояния с изополями деформаций и напряжений в несущих элементах конструкции.

d. Выводы и рекомендации по результатам расчета;

e. Оценка напряженно-деформированного состояния витражной конструкции по результатам расчета (по I и II предельному состоянию элементов: остекление, профиль, крепление и их соединений);

f. Выводы о состоянии исследуемых элементов конструкции при восприятии нагрузок с оценкой возможности использования рассмотренных технических решений за основу при проектировании аналогичных конструкций.

Заказчик:
Генеральный директор

_____ / **Е.О. Карапетян** /
М.П.

Исполнитель:
Директор научно-технических проектов

_____ / **О.В.Кабанцев**/
По доверенности № 308 -Д39 -68/9 от 14.08.2023 г
М.П.

Директор НИИ ЭМ, к.т.н.

_____ / **А.Н. Шувалов**/
М.П.

Ответственный исполнитель Работ по договору:
заведующий ЦММСКЗиС, к.т.н.:

_____ / **А.С. Силантьев** /
М.П.

Согласовано

Взам. инв. №

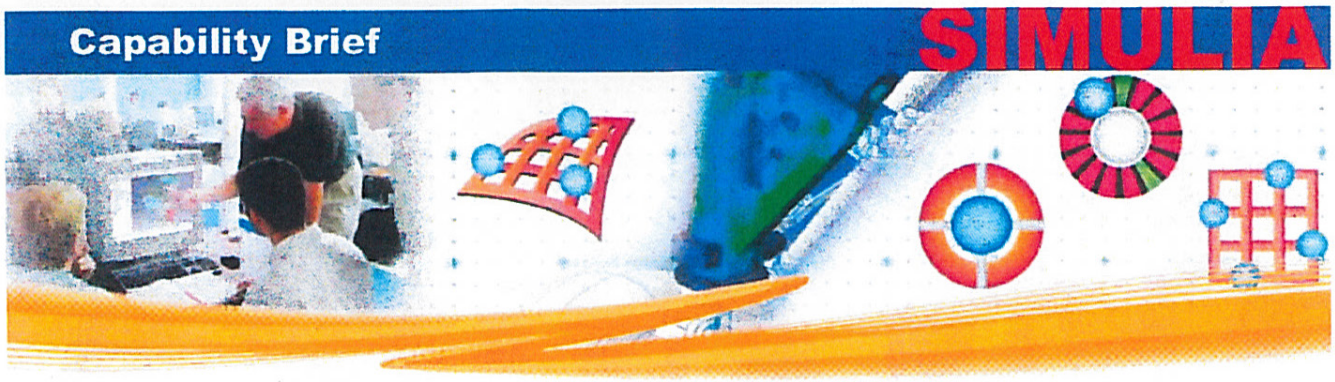
Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	К.373-24	Лист 52

Копировал Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Лицензии на программные комплексы



LICENSE SUPPLEMENT

CUSTOMER: Moscow State University of Civil Eng.

LICENSE SUPPLEMENT DATE: December 6, 2010

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT IDENTIFIER: 44MGSU

Network License	**Site ID: 44MGSUCOM**	**Starter Pack (3) - Dual CPU**
Abaqus Software:	**Abaqus/Standard or Abaqus/Explicit, Abaqus/CFD, parallel execution, Co-simulation Engine, Coupled Eulerian Lagrangian Analysis**	

Analysis Tokens: 6

Abaqus/CAE tokens: 1

Network servers:	**Computer Type**	**Operating System**	**License Server ID**
	Pentium B	Linux	001517556c3c

License Type: PaidUpMES

ТЕСИС TESIS МОСКВА Общество с ограниченной ответственностью г.р.№15642

ТеСИС

SIMULIA

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	К.373-24	Лист 54

Копировал Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Допуск СРО

НОПРИЗ

АССОЦИАЦИЯ САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ОБЩЕРОССИЙСКАЯ НЕГОСУДАРСТВЕННАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ – ОБЩЕРОССИЙСКОЕ МЕЖОТРАСЛЕВОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ РАБОТОДАТЕЛЕЙ «НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ЧЛЕНСТВЕ ЛИЦ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, И САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ЧЛЕНСТВЕ ЛИЦ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОДГОТОВКУ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»

7716103391-20240722-1112
(регистрационный номер выписки)

22.07.2024
(дата формирования выписки)

ВЫПИСКА
из единого реестра сведений о членах саморегулируемых организаций в области инженерных изысканий и в области архитектурно-строительного проектирования и их обязательствах

Настоящая выписка содержит сведения о юридическом лице (индивидуальном предпринимателе), осуществляющем подготовку проектной документации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет"
(полное наименование юридического лица/ФИО индивидуального предпринимателя)

1027700575044
(основной государственный регистрационный номер)

1. Сведения о члене саморегулируемой организации:		
1.1	Идентификационный номер налогоплательщика	7716103391
1.2	Полное наименование юридического лица (Фамилия Имя Отчество индивидуального предпринимателя)	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет"
1.3	Сокращенное наименование юридического лица	НИУ МГСУ
1.4	Адрес юридического лица Место фактического осуществления деятельности (для индивидуального предпринимателя)	129337, Россия, Москва, г. Москва, ш. Ярославское, 26
1.5	Является членом саморегулируемой организации	Саморегулируемая организация «Объединение организаций, выполняющих архитектурно-строительное проектирование объектов атомной отрасли «СОЮЗАТОМПРОЕКТ» (СРО-П-010-30062009)
1.6	Регистрационный номер члена саморегулируемой организации	П-010-007716103391-0225
1.7	Дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации	02.11.2016
1.8	Дата и номер решения об исключении из членов саморегулируемой организации, основания исключения	

2. Сведения о наличии у члена саморегулируемой организации права осуществлять подготовку проектной документации:		
2.1 в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии) (дата возникновения/изменения права)	2.2 в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии) (дата возникновения/изменения права)	2.3 в отношении объектов использования атомной энергии (дата возникновения/изменения права)
Да, 02.11.2016	Да, 03.07.2017	Да, 03.07.2017

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	К.373-24	Лист 56

Копировал

Формат А4

3. Компенсационный фонд возмещения вреда		
3.1	Уровень ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на подготовку проектной документации, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд возмещения вреда	**Третий уровень ответственности (не превышает триста миллионов рублей)**
3.2	Сведения о приостановлении / прекращении права осуществлять подготовку проектной документации объектов капитального строительства	
4. Компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств		
4.1	Дата, с которой член саморегулируемой организации имеет право осуществлять подготовку проектной документации по договорам подряда, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств	**03.07.2017**
4.2	Уровень ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договорам подряда на подготовку проектной документации, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств	**Третий уровень ответственности (не превышает триста миллионов рублей)**
4.3	Дата уплаты дополнительного взноса	**01.03.2023**
4.4	Сведения о приостановлении / прекращении права осуществлять подготовку проектной документации по договорам подряда, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров	
5. Фактический совокупный размер обязательств		
5.1	Фактический совокупный размер обязательств по договорам подряда на подготовку проектной документации, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров на дату выдачи выписки	**61806600.00 руб.**

Руководитель аппарата

НОПРИЗ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Кожуховский Алексей Олегович

123056, г. Москва, ул. 2-я Брестская, д. 5

СЕРТИФИКАТ 0402FE9100C0B0148D4019113D8DEA876F

ДЕЙСТВИТЕЛЕН: С 20.11.2023 ПО 20.11.2024

А.О. Кожуховский

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Письмо о согласовании модели

МФС | Генеральный Подрядчик

Общество с ограниченной ответственностью
«Генеральный подрядчик - МФС»
ул. Рябиновая, д. 22А, стр. 2, Москва, 121471

ОКПО 75321383 ОГРН 1047796934195
ИНН 7704539433 КПП 772901001

Тел.: +7 495 505-97-33, доб. 4101
E-mail: sekretariat-mfs@pik.ru

17.06.2024 г. № 2/1-11071-И

Директору НИИ ЭМ
А.Н. Шувалову

на № _____ от _____

О согласование схемы расчетов фасадных витражных конструкций
с интегрированным ограждением

Уважаемый Александр Николаевич!

Схема для проведения расчетов по Договору К.373-24 от 15.04.2024 г. на выполнение работ по теме: «Проведение расчетов фасадных витражных конструкций с интегрированным ограждением и подготовка рекомендаций для их применения в качестве ограждающих светопрозрачных конструкций балконов и лоджий жилых зданий высотой до 100м» представленная по ссылке - http://gbk.com.ru/owncloud/index.php/s/nJo3eJGCssBHlxw согласована.

Генеральный директор ООО «ГП-МФС» **Е.О. Карапетян**

Бочкин Н.Д.
+7-(977)-299-85-45
bochkinnd@pik.ru

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	К.373-24	Лист 59

Копировал Формат А4