



Утверждаю:
Генеральный директор
Коломиец Г.А.

Технический отчет
№ 084/2025 – ВОЛ-ТЕХ

Расчетные исследования трехмерного напряженно-деформированного состояния конструкции.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дцкл.	Подп. и дата

Подольск 2025 г.

Перв. примен.	Оглавление																																																																					
	1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ 4 2. РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ 5 2.1 Виды нагрузок на конструкцию и их расчетные сочетания5 2.1 Гололедная нагрузка5 2.2 Материал ограждений кровли и расчетные сопротивления6 3. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ ВОЛ-ТЕХ Б - 600 7 3.1 Геометрическая модель7 3.2 Конечно-элементная модель7 3.3 Нагрузки и крепления модели8 3.4 Результаты расчета9 4. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ ВОЛ-ТЕХ Б - 900 10 4.1 Геометрическая модель10 4.2 Конечно-элементная модель11 4.3 Нагрузки и крепления модели12 4.4 Результаты расчета13 5. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ ВОЛ-ТЕХ Б - 1200 14 5.1 Геометрическая модель14 5.2 Конечно-элементная модель15 5.3 Нагрузки и крепления модели15 5.4 Результаты расчета16 6. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ ВОЛ-ТЕХ П - 600 18 6.1 Геометрическая модель18 6.2 Конечно-элементная модель18 6.3 Нагрузки и крепления модели19																																																																					
Справ. №																																																																						
Взам. инв. №																																																																						
Инв. № докл.																																																																						
Подп. и дата																																																																						
Инв. № подл.																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">32</td> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	32			Лит.	Лист	Листов	Разраб.	2										Проб.											Н.контр.											Утв.										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	32			Лит.	Лист	Листов																																																												
Разраб.	2																																																																					
Проб.																																																																						
Н.контр.																																																																						
Утв.																																																																						
Копировал																																																																						
Формат А4																																																																						

6.4 Результаты расчета.....	19
7. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ ВОЛ-ТЕХ П - 900	21
7.1 Геометрическая модель	21
7.2 Конечно-элементная модель.....	22
7.3 Нагрузки и закрепления модели	23
7.4 Результаты расчета.....	23
8. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ ВОЛ-ТЕХ П - 1200.....	25
8.1 Геометрическая модель	25
8.2 Конечно-элементная модель.....	26
8.3 Нагрузки и закрепления модели	27
8.4 Результаты расчета.....	27
9 ВЫРЫВНЫЕ СИЛЫ.....	29
ВЫВОД	32

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата							Лист
											3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

1. Общие данные

В данном документе представлены результаты расчетов напряженно-деформированного состояния *ограждений кровли Вол-Тех* при действии эксплуатационных нагрузок в соответствии с ГОСТ 25772-83, ГОСТ 53254-2009, СП 20.13330.2011. Расчеты выполнены на основе трехмерного физически линейного конечноэлементного анализа с использованием программного комплекса Ansys 22.

Расчет проводится на соответствие конструкции требованиям по обеспечению работоспособности при воздействии внешних факторов.

В процессе работы ставятся и решаются следующие задачи:

- Нагружение ограждений расчетной нагрузкой;
- Анализ полученных результатов, сопоставление результатов расчета с допускаемыми величинами.

Используются следующие исходные данные:

- чертежи актуальных проектных вариантов ограждений кровли с необходимой детализацией;

В документе приводятся:

- краткое описание конструкции и характеристик материалов металлических конструкций и узлов, расчетных нагрузок и их сочетаний, постановка задач расчетных исследований напряженно-деформированного состояния и прочности;
- результирующие параметры пространственного напряженно-деформированного состояния ограждений кровли (деформации) при расчетном приложении нагрузок, оценка статической прочности по нормативным критериям.

В заключении, на базе выполненных расчетных исследований делается вывод о соответствии состояния несущих конструкций ограждений кровли Вол-Тех нормативным критериям статической прочности при условии соблюдения принятых параметров проекта.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
										4

2. Расчетные данные

2.1 Виды нагрузок на конструкцию и их расчетные сочетания

В соответствии с ГОСТ 53254-2009 «Техника пожарная. Лестницы пожарные наружные стационарные. Ограждения кровли» ограждения кровли должны выдерживать нагрузку величиной 0,54 кН приложенную горизонтально.

В соответствии с ГОСТ 25772-83 «Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные» ограждения с расстоянием между стойками 1200 мм должны выдерживать нагрузки, предусмотренные в СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия».

Нормативная горизонтальная нагрузка на перила по СП: $300 \cdot 1,2 = 360$ Н;

В соответствии с СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» необходимо испытать:

- на гололедные нагрузки (на ветровые и снеговые воздействия не испытываем ввиду решетчатой конструкции ограждений);

Общие данные для расчета нагрузок

$\gamma_n=1,0$ - коэффициент надежности по ответственности для принятого класса конструкции К2 (уровень ответственности нормальный) по ГОСТ 27751-2014.

Расчетные гололедные нагрузки принимаются для IV региона.

$\gamma_g=1,05$ – коэффициент надежности по нагрузке от сил тяжести для металлических конструкций и оборудования.

$G_1=g \cdot \gamma_g=10,301$ – м/с², расчетное значение силы тяжести; $\gamma_f=1,5$ - коэффициент запаса прочности [4, п.6.2.3].

2.1 Гололедная нагрузка

В соответствии с СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»:

Таблица 12.1

Гололедные районы (принимаются по карте 4 приложения Ж)	I	II	III	IV	V
Толщина стенки гололеда <i>b</i> , мм	Не менее 3	5	10	15	Не менее 20

Изн. № подл.	Взам. инв. №	Изн. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					5

Нормативное значение гололедной нагрузки I' определяется в соответствии со следующей формулой:

$$I' = b \cdot k \cdot \mu_2 \cdot \rho \cdot g; \text{ где}$$

$b = 5$ мм - нормативное значение стенки гололеда, согласно [I 12.2 табл 12.1].

$k = 1,6$ - коэффициент, учитывающий изменение стенки гололеда, согласно [I 12.2 табл 12.3].

$\mu_2 = 0,4$ - коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности элемента, согласно [I 12.2].

$$I' = b \cdot k \cdot \mu_2 \cdot \rho \cdot g = 0,005 \cdot 1,6 \cdot 0,4 \cdot 900 \cdot 9,81 = 28,25 \text{ Па}$$

Расчетное значение гололедной нагрузки I'^p с учетом коэффициента надежности по нагрузке 1,8 составит:

$$I'^p = 28,25 \cdot 1,8 = 50,85 \text{ Па для II района;}$$

2.2 Материал ограждений кровли и расчетные сопротивления

Группа конструкции 2 – сварные конструкции, либо их элементы, работающие при статической нагрузке при наличии растягивающих напряжений.

Материал элементов конструкций ограждений кровли Сталь 3сп3/пс5 – наименование стали С245 по ГОСТ 2777288.

$R_{yn}=245$ – МПа, нормативное сопротивление по текучести при толщинах проката 2...20 мм;

$R_y=235$ – МПа, расчетное сопротивление по текучести при коэффициенте надежности по материалу 1,05;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата					Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

3. Расчет конструкции ВОЛ-ТЕХ Б - 600

3.1 Геометрическая модель

Общий вид модели ВОЛ-ТЕХ Б - 600 представлен на рис. 1:

Geometry
11.08.2025 1:22

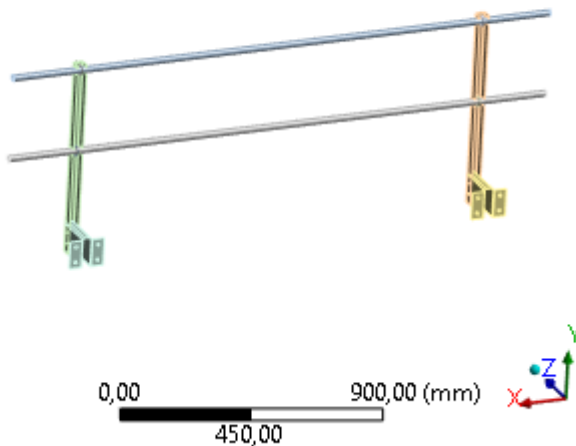


Рис. 1. Общий вид

3.2 Конечно-элементная модель

Общий вид разработанной КЭМ для проведения расчетов указан на рис. 2.

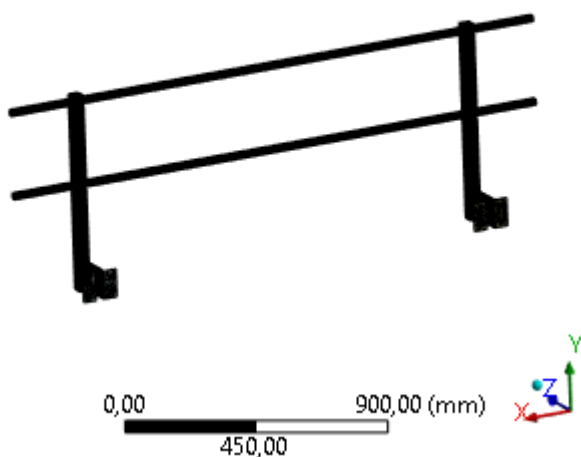


Рис. 2. Общий вид КЭМ

Общее количество элементов в разработанной модели 26438.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Лист
7

3.3 Нагрузки и закрепления модели

A: ВилТех4-600

Remote Force

Time: 1, s

11.08.2025 1:27

- A** Pressure: 5,е-005 MPa
- B** Standard Earth Gravity: 9806,6 mm/s²
- C** Remote Force: 540, N

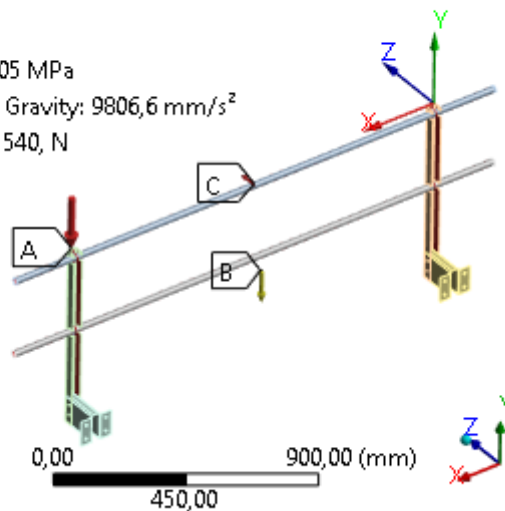


Рис. 3. Расчетные нагрузки

A: ВилТех4-600

Fixed Support 8

Time: 1, s

11.08.2025 1:29

- A** Fixed Support
- B** Fixed Support 2
- C** Fixed Support 3
- D** Fixed Support 4
- E** Fixed Support 5
- F** Fixed Support 6
- G** Fixed Support 7
- H** Fixed Support 8

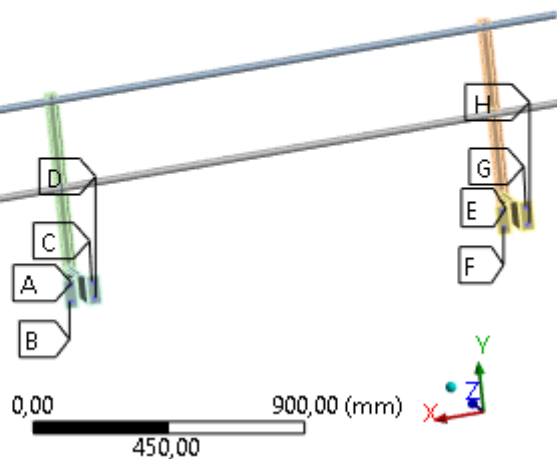


Рис. 4. Закрепления модели

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дудл.
Инд. № подл.	Подп. и дата
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

3.4 Результаты расчета

Результаты расчета представлены на рис. 5, 6, 7.

A: ВилТех4-600

Equivalent Stress 2

Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom

Unit: MPa

Time: 1 s

11.08.2025 3:15

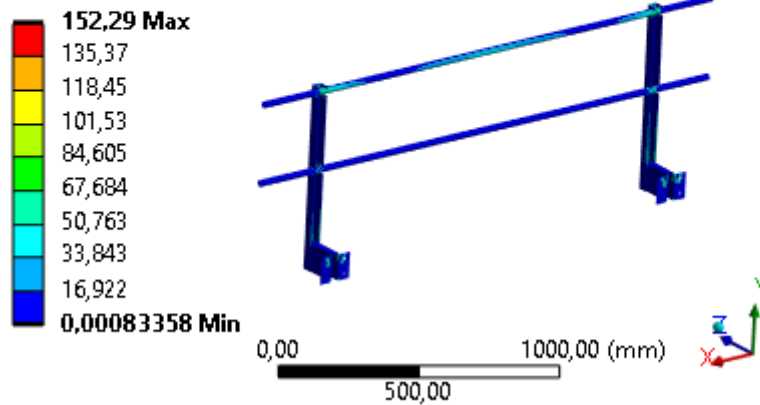


Рис. 5. Поле напряжений, МПа.

A: ВилТех4-600

Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 1 s

11.08.2025 3:16

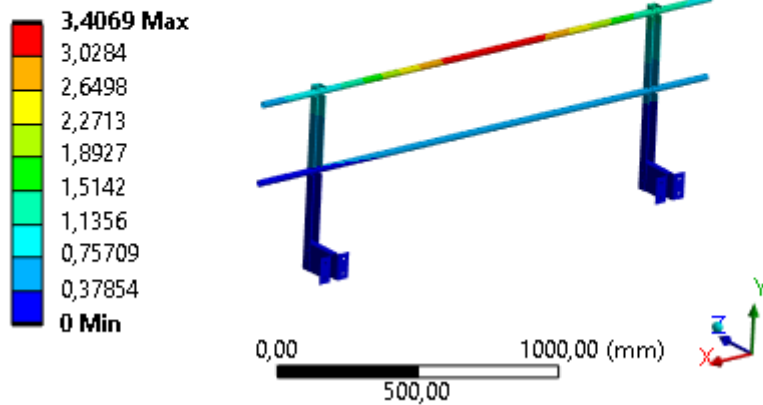


Рис. 6. Перемещения в конструкции, мм.

Изн. № подл.	Подп. и дата					Лист 9
Взам. инв. №	Инв. № докл.					
Подп. и дата		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

A: ВилТех4-600
 Safety Factor
 Type: Safety Factor
 Time: 1
 11.08.2025 3:16

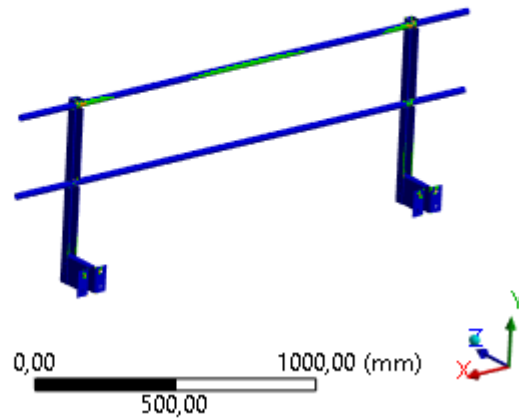
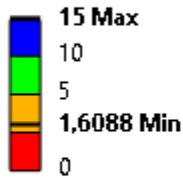


Рис. 7. Визуальный запас прочности

Максимальное напряжение составляет 152,3 МПа, что ниже предела текучести материала. Максимальные напряжения ниже предела текучести материала конструкции Ст3пс (245 МПа). Перемещения под нагрузкой составляют 3,4 мм, что меньше допускаемых $700/75 = 9,3$ мм.

4. Расчет конструкции ВОЛ-ТЕХ Б - 900

4.1 Геометрическая модель

Общий вид модели ВОЛ-ТЕХ Б - 900 представлен на рис. 8:

Изн. № подл.	Подп. и дата					Лист
Взам. инв. №	Инв. № докл.					10
Подп. и дата					Изм.	
Подп. и дата	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Model
11.08.2025 1:49

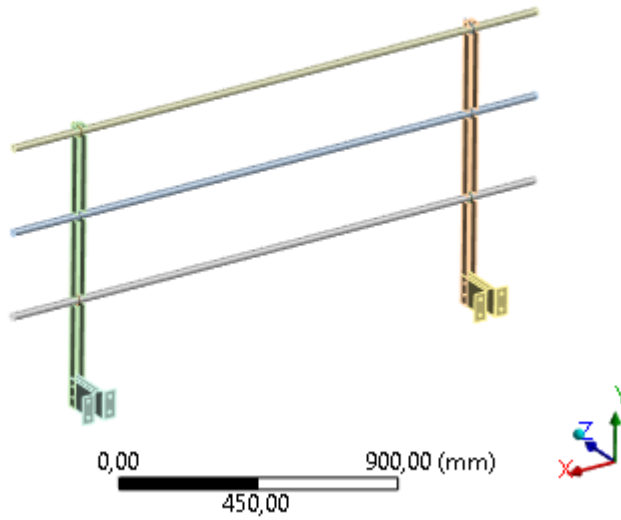


Рис. 8. Общий вид

4.2 Конечно-элементная модель

Общий вид разработанной КЭМ для проведения расчетов указан на рис. 9.

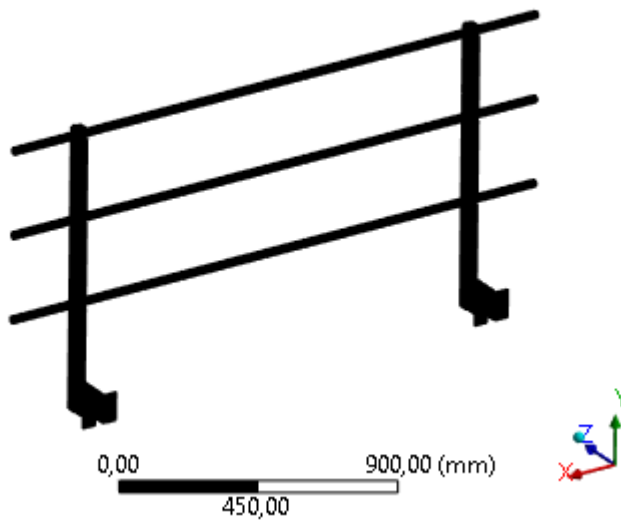


Рис. 9. Общий вид КЭМ

Общее количество элементов в разработанной модели 41334.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист 11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

4.3 Нагрузки и закрепления модели

В: ВилТех4-900

Remote Force
Time: 1, s
11.08.2025 1:51

- A** Pressure: 5,е-005 MPa
- B** Remote Force: 540, N
- C** Standard Earth Gravity: 9806,6 mm/s²

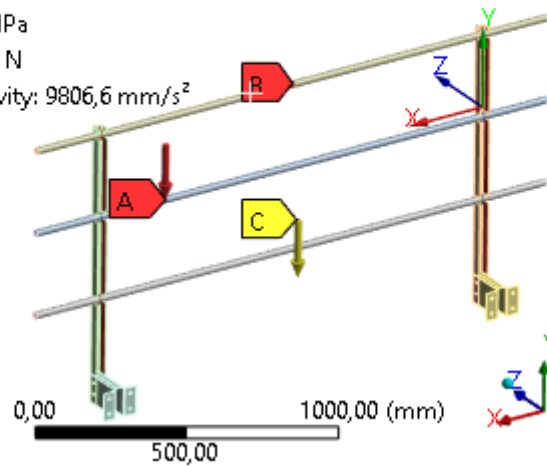


Рис. 10. Расчетные нагрузки

В: ВилТех4-900

Fixed Support 8
Time: 1, s
11.08.2025 1:52

- A** Fixed Support
- B** Fixed Support 2
- C** Fixed Support 3
- D** Fixed Support 4
- E** Fixed Support 5
- F** Fixed Support 6
- G** Fixed Support 7
- H** Fixed Support 8

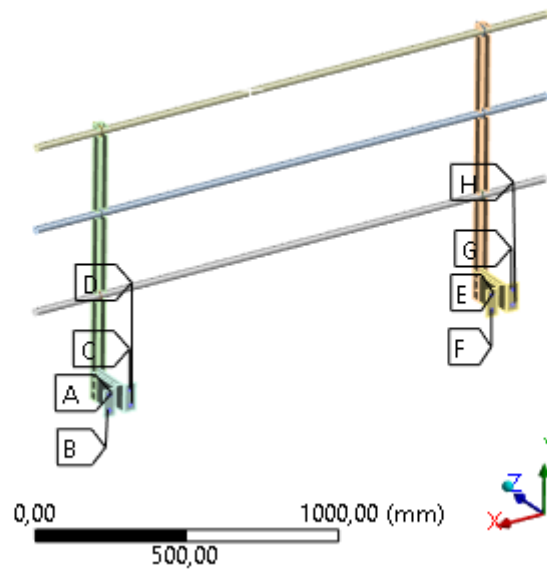


Рис. 11. Закрепления модели

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Инд. № подл.	Подп. и дата
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

В: ВилТех4-900
 Safety Factor
 Type: Safety Factor
 Time: 1
 11.08.2025 3:17

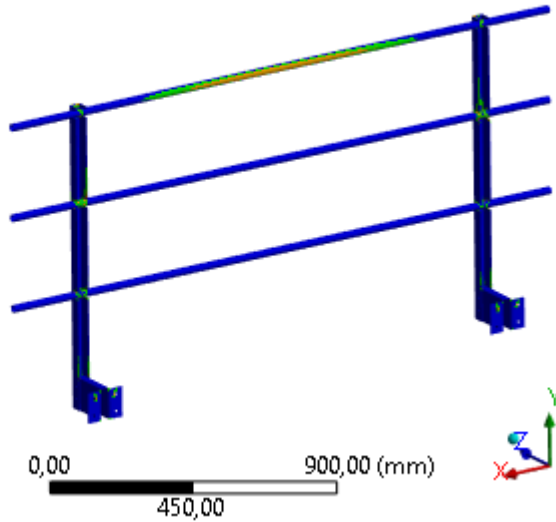
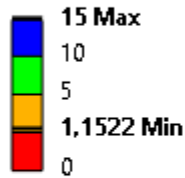


Рис. 14. Визуальный запас прочности

Максимальное напряжение составляет 212,6 МПа, что ниже предела текучести материала. Максимальные напряжения ниже предела текучести материала конструкции Ст3пс (245 МПа). Перемещения под нагрузкой составляют 3,6 мм, что меньше допусковых $1000/75 = 13,3$ мм.

5. Расчет конструкции ВОЛ-ТЕХ Б - 1200

5.1 Геометрическая модель

Общий вид модели ВОЛ-ТЕХ Б - 1200 представлен на рис. 1:

Geometry
 11.08.2025 2:05

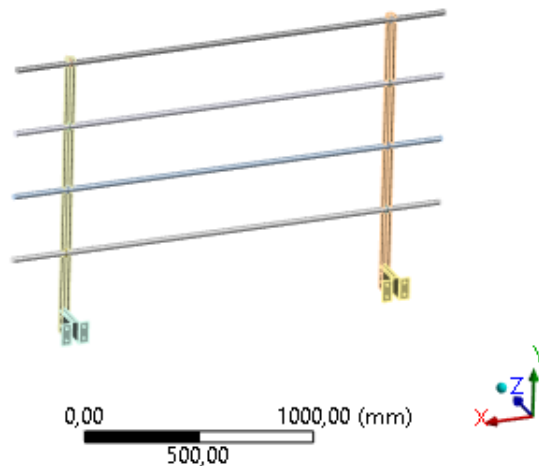


Рис. 15. Общий вид

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
										14

5.2 Конечно-элементная модель

Общий вид разработанной КЭМ для проведения расчетов указан на рис. 2.

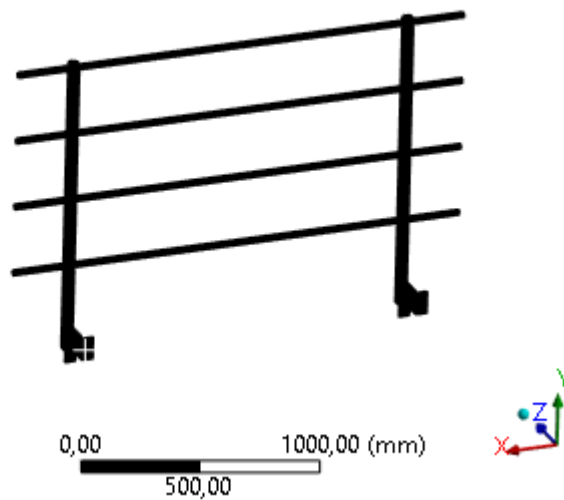


Рис. 16. Общий вид КЭМ

Общее количество элементов в разработанной модели 45126.

5.3 Нагрузки и закрепления модели

C: ВилТех4-1200

Remote Force
Time: 1, s
11.08.2025 2:08

A Pressure: 5,е-005 MPa

B Standard Earth Gravity: 9806,6 mm/s²

C Remote Force: 540, N

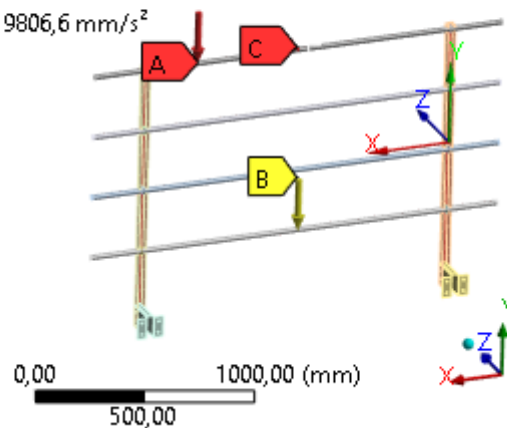


Рис. 17. Расчетные нагрузки

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № докл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Копировал				Лист 15
Формат A4				

C: ВилТех4-1200
 Total Deformation
 Type: Total Deformation
 Unit: mm
 Time: 1 s
 11.08.2025 3:20

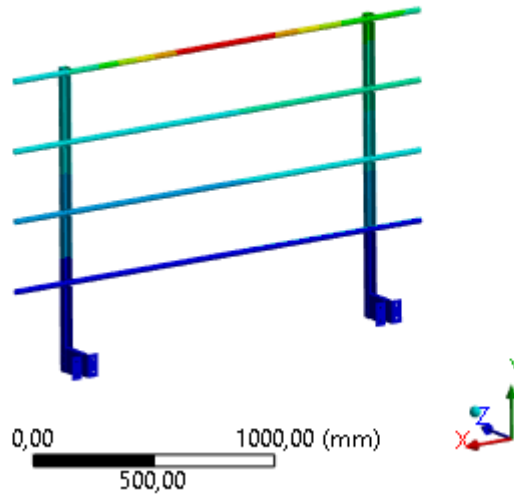
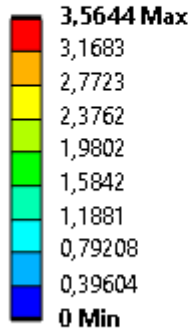


Рис. 20. Перемещения в конструкции, мм.

C: ВилТех4-1200
 Safety Factor
 Type: Safety Factor
 Time: 1
 11.08.2025 3:19

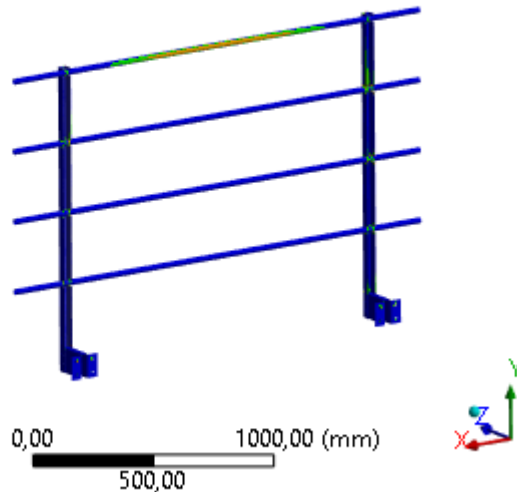
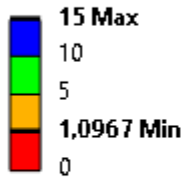


Рис. 21. Визуальный запас прочности

Максимальное напряжение составляет 223,4 МПа, что ниже предела текучести материала. Максимальные напряжения ниже предела текучести материала конструкции СтЗпс (245 МПа). Перемещения под нагрузкой составляют 3,6 мм, что меньше допусаемых $1300/75 = 17,3$ мм.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Изм. Лист	№ докум.
Подп.	Дата

6. Расчет конструкции ВОЛ-ТЕХ П - 600

6.1 Геометрическая модель

Общий вид модели ВОЛ-ТЕХ П - 600 представлен на рис. 22:

Geometry
11.08.2025 4:06

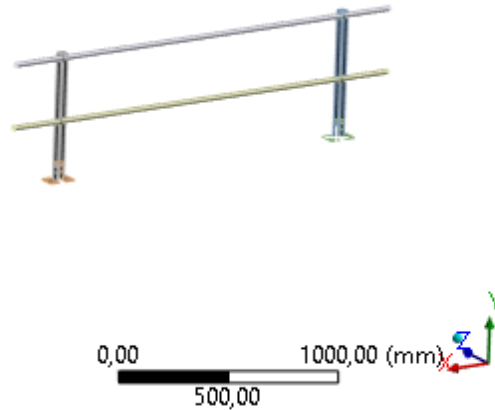


Рис. 22. Общий вид

6.2 Конечно-элементная модель

Общий вид разработанной КЭМ для проведения расчетов указан на рис. 23.

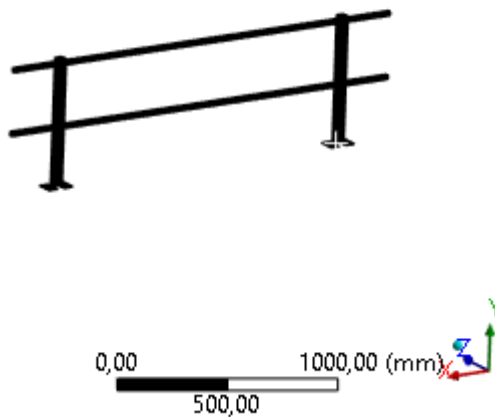


Рис. 23. Общий вид КЭМ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
					18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

6.3 Нагрузки и закрепления модели

A: ВОЛ ТЕХ-4 600

Remote Force
Time: 1, s
11.08.2025 4:09

- A** Pressure: 5,е-005 MPa
- B** Remote Force: 540, N
- C** Standard Earth Gravity: 9806,6 mm/s²

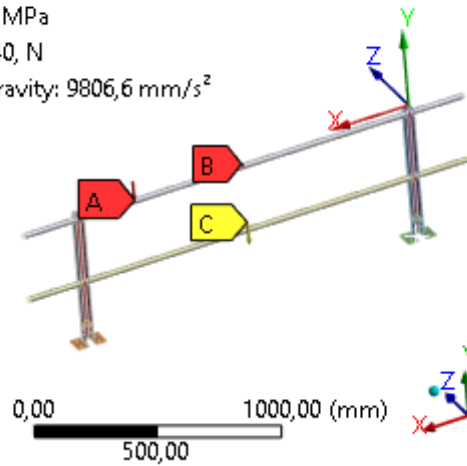


Рис. 24. Расчетные нагрузки

A: ВОЛ ТЕХ-4 600

Fixed Support 8
Time: 1, s
11.08.2025 4:10

- A** Fixed Support
- B** Fixed Support 2
- C** Fixed Support 3
- D** Fixed Support 4
- E** Fixed Support 5
- F** Fixed Support 6
- G** Fixed Support 7
- H** Fixed Support 8

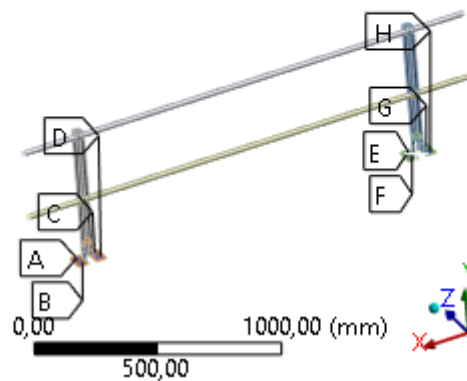


Рис. 25. Закрепления модели

6.4 Результаты расчета

Результаты расчета представлены на рис. 26, 27, 28.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист 19
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

A: ВОЛ ТЕХ-4 600
 Safety Factor
 Type: Safety Factor
 Time: 1
 11.08.2025 4:11

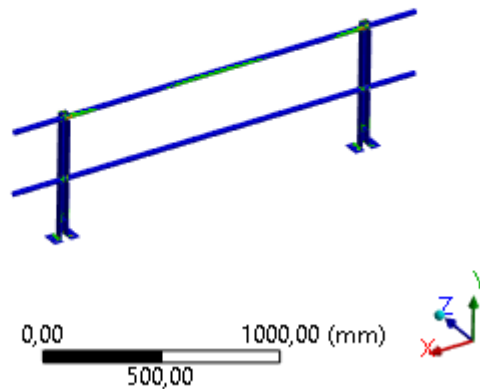
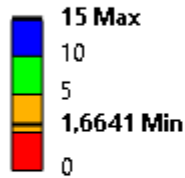


Рис. 28. Визуальный запас прочности

Максимальное напряжение составляет 147,2 МПа, что ниже предела текучести материала. Максимальные напряжения ниже предела текучести материала конструкции СтЗпс (245 МПа). Перемещения под нагрузкой составляют 3,5 мм, что меньше допускаемых $700/75 = 9,3$ мм.

7. Расчет конструкции ВОЛ-ТЕХ П - 900

7.1 Геометрическая модель

Общий вид модели ВОЛ-ТЕХ Б - 900 представлен на рис. 29:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата					Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					Копировал
									Формат А4

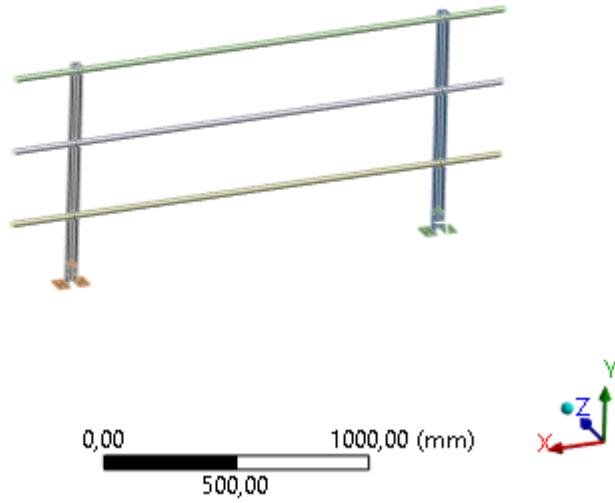


Рис.29. Общий вид

7.2 Конечно-элементная модель

Общий вид разработанной КЭМ для проведения расчетов указан на рис. 30.

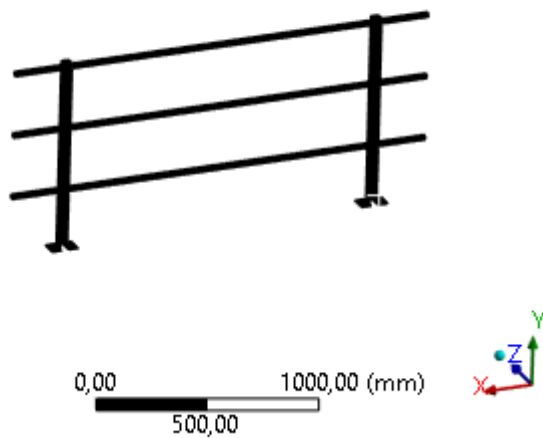


Рис. 30. Общий вид КЭМ

Общее количество элементов в разработанной модели 11625.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

7.3 Нагрузки и закрепления модели

В: ВОЛ ТЕХ-4 900

Remote Force

Time: 1, s

11.08.2025 4:13

- A** Pressure: 5,е-005 MPa
- B** Standard Earth Gravity: 9806,6 mm/s²
- C** Remote Force: 540, N

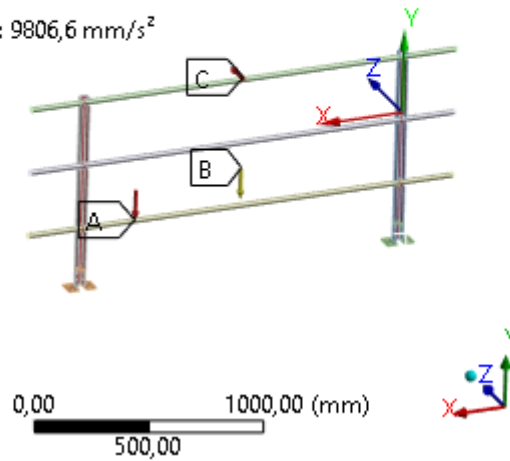


Рис. 31. Расчетные нагрузки

В: ВОЛ ТЕХ-4 900

Fixed Support 8

Time: 1, s

11.08.2025 4:13

- A** Fixed Support
- B** Fixed Support 2
- C** Fixed Support 3
- D** Fixed Support 4
- E** Fixed Support 5
- F** Fixed Support 6
- G** Fixed Support 7
- H** Fixed Support 8

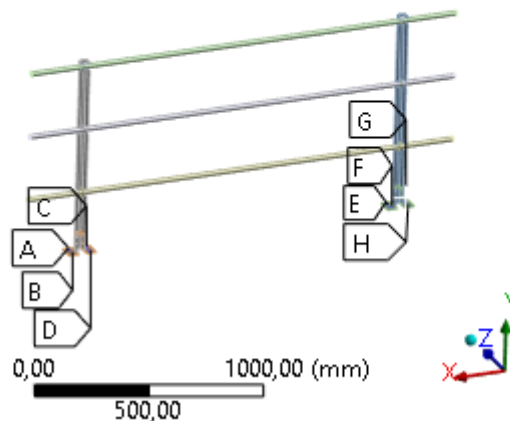


Рис. 32. Закрепления модели

7.4 Результаты расчета

Результаты расчета представлены на рис. 33, 34, 35.

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

В: ВОЛ ТЕХ-4 900

Equivalent Stress 2

Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom

Unit: MPa

Time: 1 s

11.08.2025 4:14

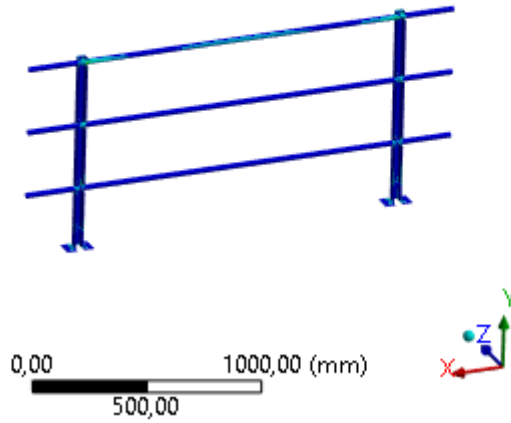
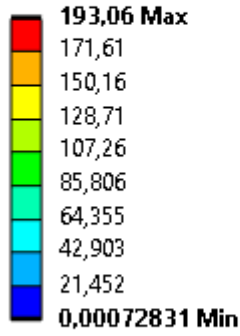


Рис. 33. Поле напряжений, МПа.

В: ВОЛ ТЕХ-4 900

Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 1 s

11.08.2025 4:14

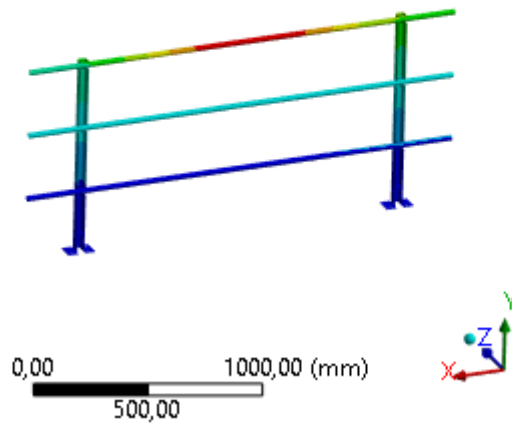
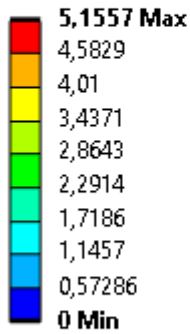


Рис. 34. Перемещения в конструкции, мм.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № докл.
Изм. Лист	№ докум.
Подп.	Дата

В: ВОЛ ТЕХ-4 900
 Safety Factor
 Type: Safety Factor
 Time: 1
 11.08.2025 4:15

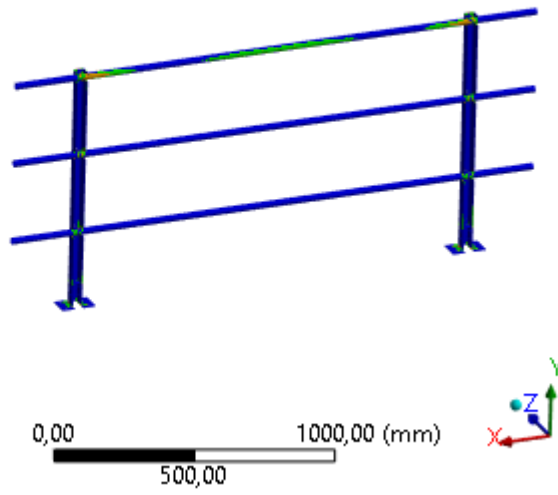
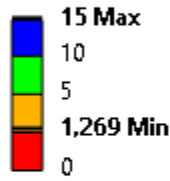


Рис. 35. Визуальный запас прочности

Максимальное напряжение составляет 193,1,6 МПа, что ниже предела текучести материала. Максимальные напряжения ниже предела текучести материала конструкции Ст3пс (245 МПа). Перемещения под нагрузкой составляют 5,2 мм, что меньше допускаемых $1000/75 = 13,3$ мм.

8. Расчет конструкции ВОЛ-ТЕХ П - 1200

8.1 Геометрическая модель

Общий вид модели ВОЛ-ТЕХ П - 1200 представлен на рис. 36:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата					Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					Копировал
									Формат А4

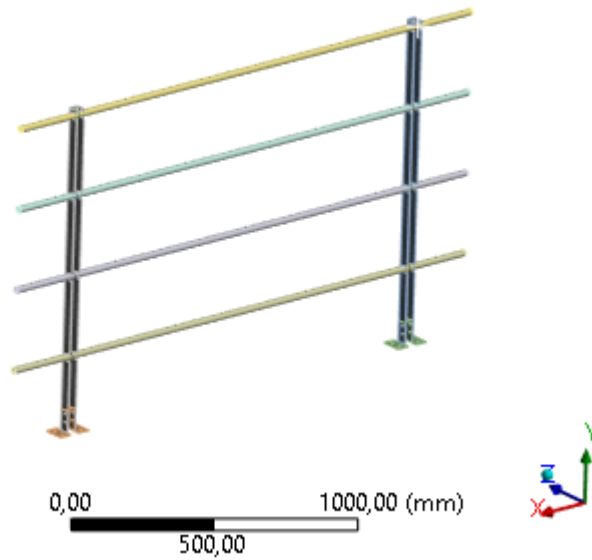


Рис. 36. Общий вид

8.2 Конечно-элементная модель

Общий вид разработанной КЭМ для проведения расчетов указан на рис. 37.

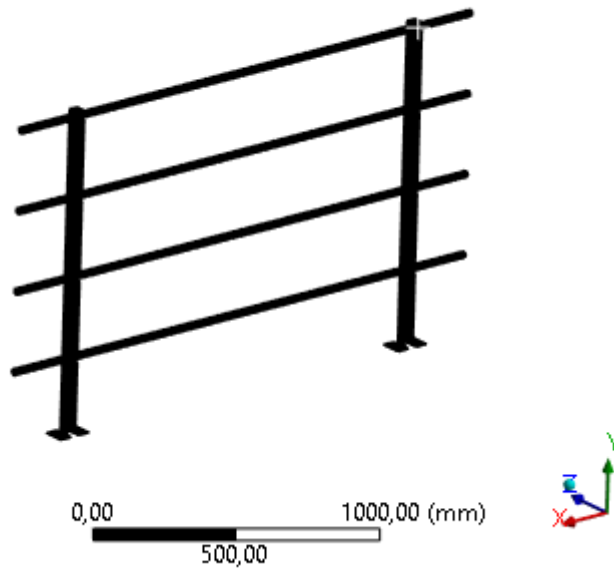


Рис. 37. Общий вид КЭМ

Общее количество элементов в разработанной модели 22361.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дцкл.	Подп. и дата	Лист
					26
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

8.3 Нагрузки и закрепления модели

C: ВОЛ ТЕХ-4 1200

Remote Force

Time: 1, s

11.08.2025 4:16

- A** Pressure: 5,е-005 MPa
- B** Remote Force: 540, N
- C** Standard Earth Gravity: 9806,6 mm/s²

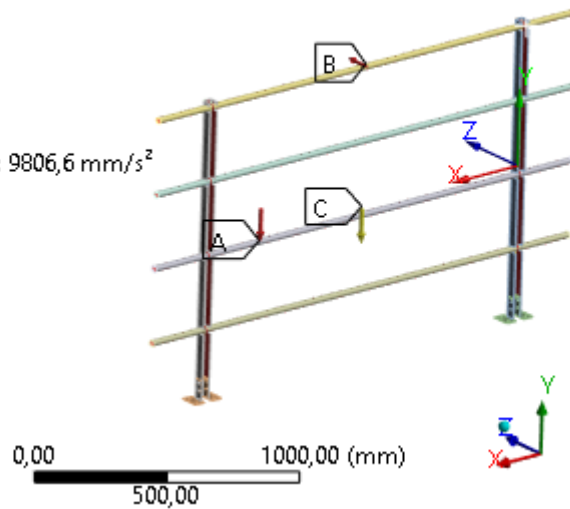


Рис. 38. Расчетные нагрузки

C: ВОЛ ТЕХ-4 1200

Fixed Support 8

Time: 1, s

11.08.2025 4:16

- A** Fixed Support
- B** Fixed Support 2
- C** Fixed Support 3
- D** Fixed Support 4
- E** Fixed Support 5
- F** Fixed Support 6
- G** Fixed Support 7
- H** Fixed Support 8

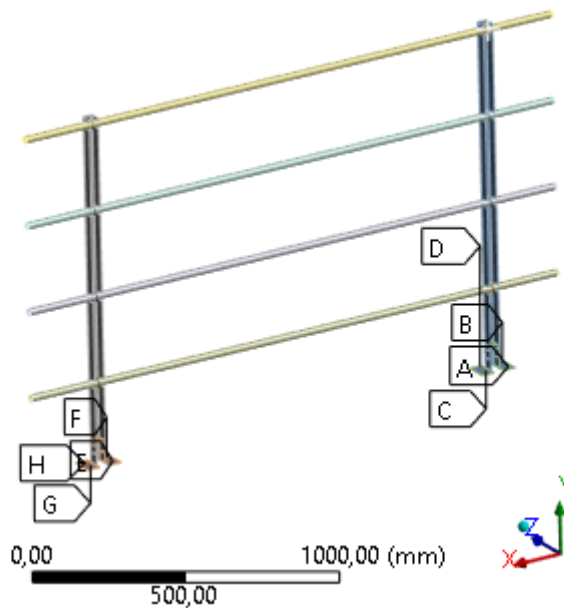


Рис. 39. Закрепления модели

8.4 Результаты расчета

Результаты расчета представлены на рис. 40, 41, 42.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № докл.
Изм. Лист	№ докум.
Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

C: ВОЛ ТЕХ-4 1200

Equivalent Stress 2

Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom

Unit: MPa

Time: 1 s

11.08.2025 4:17

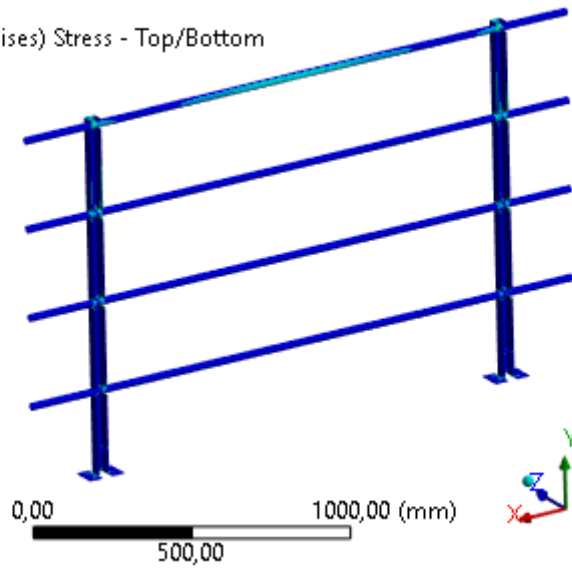
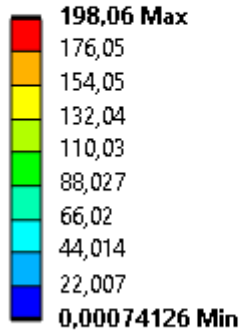


Рис. 40. Поле напряжений, МПа.

C: ВОЛ ТЕХ-4 1200

Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 1 s

11.08.2025 4:17

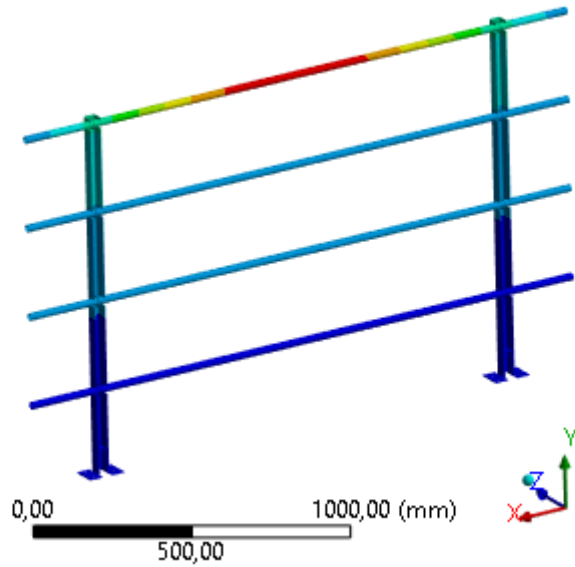
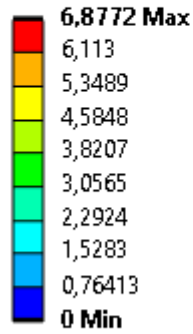


Рис. 41. Перемещения в конструкции, мм.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № докл.
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

С: ВОЛ ТЕХ-4 1200
 Safety Factor
 Type: Safety Factor
 Time: 1
 11.08.2025 4:18

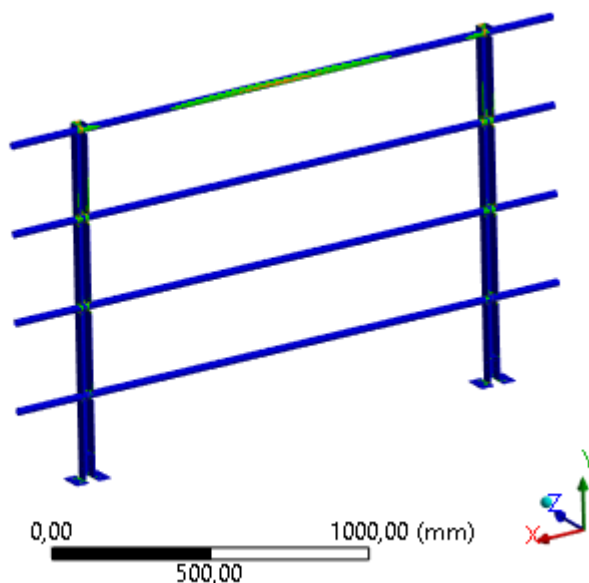
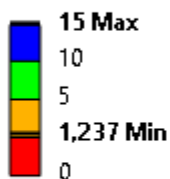


Рис. 42. Визуальный запас прочности

Максимальное напряжение составляет 198,1 МПа, что ниже предела текучести материала. Максимальные напряжения ниже предела текучести материала конструкции Ст3пс (245 МПа). Перемещения под нагрузкой составляют 6,9 мм, что меньше допускаемых $1300/75 = 17,3$ мм.

9 Вырывные силы

Вычислена реакция в закрепленных опорах

ВОЛ-ТЕХ Б 600

Probe: Reactions	X Magnitude	Y Magnitude	Z Magnitude	Total	Units	Time (s)
Force Reaction	167,01	5,3739	-219,88	276,17	N	1,
Force Reaction 2	-63,696	56,63	78,233	115,69	N	1,
Force Reaction 3	-177,22	5,7491	-218,35	281,28	N	1,
Force Reaction 4	68,235	62,068	82,256	123,59	N	1,
Force Reaction 5	190,5	-8,7909	-247,67	312,58	N	1,
Force Reaction 6	-67,996	56,767	112,92	143,51	N	1,
Force Reaction 7	-185,94	-4,2384	-243,02	306,02	N	1,
Force Reaction 8	69,109	58,393	115,52	146,73	N	1,

Максимальная сила на вырыв 247,7Н

Максимальная сила на срез 185,9 Н

Подп. и дата
Инв. № докл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВОЛ-ТЕХ Б 900

Probe: Reactions	X Magnitude	Y Magnitude	Z Magnitude	Total	Units	Time (s)
Force Reaction	224,07	-40,296	-330,3	401,16	N	1,
Force Reaction 2	-57,55	77,815	-46,315	107,29	N	1,
Force Reaction 3	-233,14	-35,719	-332,68	407,81	N	1,
Force Reaction 4	62,706	85,941	-46,865	116,25	N	1,
Force Reaction 5	218,83	-37,696	-322,29	391,38	N	1,
Force Reaction 6	-55,424	73,961	-46,91	103,65	N	1,
Force Reaction 7	-220,64	-31,724	-313,94	385,03	N	1,
Force Reaction 8	61,155	83,399	-43,125	112,05	N	1,

Максимальная сила на вырыв 332,7Н

Максимальная сила на срез 233,14 Н

ВОЛ-ТЕХ Б 1200

Probe: Reactions	X Magnitude	Y Magnitude	Z Magnitude	Total	Units	Time (s)
Force Reaction	216,05	-42,363	-320,71	389,01	N	1,
Force Reaction 2	-52,09	70,355	-47,1	99,407	N	1,
Force Reaction 3	-213,89	-39,08	-312,69	380,85	N	1,
Force Reaction 4	55,191	74,637	-43,038	102,32	N	1,
Force Reaction 5	255,32	-64,386	-385,45	466,8	N	1,
Force Reaction 6	-58,541	83,83	-51,987	114,7	N	1,
Force Reaction 7	-269,92	-51,274	-394,51	480,75	N	1,
Force Reaction 8	67,885	94,848	-55,553	129,19	N	1,

Максимальная сила на вырыв 394,5Н

Максимальная сила на срез 269,9 Н

ВОЛ-ТЕХ П 600

Probe: Reactions	X Magnitude	Y Magnitude	Z Magnitude	Total	Units	Time (s)
Force Reaction	-129,5	263,53	-97,767	309,48	N	1,
Force Reaction 2	-86,536	-258,84	-19,171	273,6	N	1,
Force Reaction 3	145,71	275,5	-115,98	332,54	N	1,
Force Reaction 4	71,292	-250,06	-36,571	262,58	N	1,
Force Reaction 5	-127,38	260,87	-94,171	305,2	N	1,
Force Reaction 6	-90,664	-262,35	-14,802	277,96	N	1,
Force Reaction 7	149,32	279,85	-120,63	339,36	N	1,
Force Reaction 8	67,755	-246,79	-40,906	259,17	N	1,

Максимальная сила на вырыв 279,9 Н

Максимальная сила на срез 149,3 Н

Подп. и дата
 Инв. № докум.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВОЛ-ТЕХ П 900

Probe: Reactions	X Magnitude	Y Magnitude	Z Magnitude	Total	Units	Time (s)
Force Reaction	-126,79	252,74	-94,095	298,	N	1,
Force Reaction 2	-80,74	-237,04	-19,211	251,15	N	1,
Force Reaction 3	145,91	263,99	-118,48	324,06	N	1,
Force Reaction 4	56,724	-226,73	-43,497	237,74	N	1,
Force Reaction 5	-133,41	287,9	-99,292	332,48	N	1,
Force Reaction 6	-99,945	-272,08	-13,905	290,19	N	1,
Force Reaction 7	157,08	298,78	-118,81	357,85	N	1,
Force Reaction 8	81,166	-261,63	-32,714	275,88	N	1,

Максимальная сила на вырыв 298,8 Н

Максимальная сила на срез 157,1 Н

ВОЛ-ТЕХ П 1200

Probe: Reactions	X Magnitude	Y Magnitude	Z Magnitude	Total	Units	Time (s)
Force Reaction	29,782	-156,66	-46,413	166,08	N	1,
Force Reaction 2	126,13	209,98	-104,09	266,15	N	1,
Force Reaction 3	-42,824	-164,78	-31,337	173,11	N	1,
Force Reaction 4	-114,91	200,31	-89,366	247,62	N	1,
Force Reaction 5	29,524	-162,01	-46,676	171,17	N	1,
Force Reaction 6	131,63	213,16	-106,03	272,04	N	1,
Force Reaction 7	-48,449	-169,66	-28,87	178,79	N	1,
Force Reaction 8	-110,88	205,26	-87,221	249,07	N	1,

Максимальная сила на вырыв 213,2 Н

Максимальная сила на срез 131,6 Н

Изн. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Вывод

- I. По приведенным нагрузкам и условиям работы конструкции, несущая способность обеспечена. Применение допускается.
- II. Напряжение и перемещения в конструкциях составляют:

Наименование	Эквивалентные напряжения, МПа	Перемещения, мм
ВОТ-ТЕХ Б 600	153,3	3,4
ВОТ-ТЕХ Б 900	212,6	3,6
ВОТ-ТЕХ Б 1200	223,4	3,6
ВОТ-ТЕХ П 600	147,2	3,6
ВОТ-ТЕХ П 900	193,1	5,2
ВОТ-ТЕХ П 1200	198,1	6,9

Максимальные напряжения не превышают допускаемы напряжения для СтЗпс (233,3 МПа). Максимальные перемещения равны 6,9мм, при этом допускаемые перемещения равны 17,3мм.

- III. Силы реакций опор приведены в разделе 9. Максимальная сила на вырыв составляет 394,5 Н, максимальная сила на срез равна 269,9 Н.

Изн. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Изн. № докл.		Подп. и дата	