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

Застройщик– Московский фонд реновации жилой застройки
(№ 94-0421-ОК-1/Н от 01.07.2021г.)

Строительство объектов в соответствии с проектом планировки территории по адресу: Сиреневый бульвар, вл. 4 района Измайлово города Москвы

Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны - "укрытие" (ЗСГО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г.Москва, внутригородское муниципальное образование Измайлово, Сиреневый бульвар, земельный участок 4/9 (участок 6.2)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4. Конструктивные решения

Часть 2. Ограждение котлована

94-0421-ОК-1/Н-6.2-П-КР.РР

Приложение к Тому 94-0421-ОК-1/Н-1-6.2-КР

2024

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

Застройщик – Московский фонд реновации жилой застройки
(№ 94-0421-ОК-1/Н от 01.07.2021г.)

Строительство объектов в соответствии с проектом планировки территории по адресу: Сиреневый бульвар, вл. 4 района Измайлово города Москвы

Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны - "укрытие" (ЗСГО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г.Москва, внутригородское муниципальное образование Измайлово, Сиреневый бульвар, земельный участок 4/9 (участок 6.2)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4. Конструктивные решения

Часть 2. Ограждение котлована

94-0421-ОК-1/Н-6.2-П-КР.РР

Приложение к Тому 94-0421-ОК-1_Н-1-6.2-КР

Уполномоченное лицо
по доверенности № 2-649 от 12.12.2024 г.
Главный инженер проекта
ООО "Генеральный подрядчик - МФС" Н.А. Вайсертригер

Общество с ограниченной ответственностью «Генеральный подрядчик - МФС» Производственно-технический отдел Москва ДЛЯ ДОКУМЕНТОВ

Главный инженер проекта Н.А. Вайсертригер

19.06.2024

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Генпро

ООО «ГЕНПРОЕКТ»

Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны – «укрытие» (ЗСГО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Измайлово, Сиреневый бульвар, земельный участок 4/9 (участок 6.2)

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4.

Конструктивные и объемно-планировочные решения

Часть 2.

Ограждение котлована

94-0421-ОК-1_Н-1-6.2-КР.РР

Приложение к Тому 94-0421-ОК-1_Н-1-6.2-КР

Руководитель бюро — Е.Е. Ермилов

Главный инженер проекта — Д.А. Крюков

19.06.2024

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
94-0421-ОК-1/Н-6.2-П-КР2-РР-С	Содержание тома	3
94-0421-ОК-1/Н-6.2-П-КР2-РР-ТЧ	Текстовая часть	4
Приложение А	Схема расположения расчетных сечений	16
Приложение Б	Результаты расчета конструкций ограждения котлована	17
Приложение В	Сертификаты соответствия.	97

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	94-0421-ОК-1/Н-6.2-П-КР2-РР-С		
Разработал		Акулецкий			06.24	Содержание тома	Стадия: П	Лист: 1	Листов: 1
Проверил		Зубарева			06.24				
Н. контр.		Зубарева			06.24		ООО «ГЕНПРОЕКТ»		

1. Введение

Данный проект разработан по объекту: «Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны – «укрытие» (ЗГСО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Измайлово, Сиреневый бульвар, земельный участок 4/9 (участок 6.2)».

Настоящий проект разработан на основании следующей документации:

1. Техническое задание на разработку проектной документации;
2. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий на объекте «Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны – «укрытие» (ЗСГО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Измайлово, Сиреневый бульвар, земельный участок 4/9 (участок 6.2) выполнен ООО «ГЕОГРАДСТРОЙ» в соответствии с утвержденным техническим заданием, согласно договору №008/ГЭ-22 от 28.02.2022 г.;
3. «Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны – «укрытие» (ЗГСО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Измайлово, Сиреневый бульвар, земельный участок 4/9 (участок 6.2)». Проектная документация. Раздел 4. Конструктивные решения. Часть 1. Конструктивные решения. 94-0421-ОК-1/Н-6.2-П-КР1. ООО «ГЕНПРОЕКТ». Москва, 2023;
4. «Жилой дом с приспособлением подземной автостоянки под защитное сооружение гражданской обороны – «укрытие» (ЗГСО) с инженерными сетями и благоустройством территории по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Измайлово, Сиреневый бульвар, земельный участок 4/9 (участок 6.2)». Проектная документация. Раздел 7. Проект организации строительства. Часть 1. Проект организации строительства. 94-0421-ОК-1/Н-6.2-П-ПОС1. ООО «ПОССТРОЙ». Москва, 2023.

Проект выполнен в соответствии с актуальной нормативной документацией:

- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»;
- СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»;
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

2. Инженерно-геологические условия участка строительства

Геологическое строение

В административном положении объект находится в ВАО г. Москвы.

В геоморфологическом отношении участок расположен в пределах 3-й надпойменной террасы. Абсолютные отметки устьев буровых скважин колеблются от 139,85 м до 145,72 м. Площадка имеет уклон в южном направлении. Приблизительно в 140 м от участка изысканий расположен Серебряно-виноградный пруд, отметка уреза воды на октябрь 2021 г. – 133,42 м. На площадке расположены значительные навалы грунта, перемещенного с соседних стройплощадок. В районе скважин 89-93 площадка заасфальтирована, мощность асфальтового слоя – 0,2 м, в районе скважины 94 вскрыт слой бетона (0,1 м), скважиной 120 слой бетона мощностью 0,7 м погребен под насыпными грунтами (в интервале 4,2-4,9 м).

Геологическое строение

В геологическом строении участка изысканий до разведанной глубины 38,0 м принимают участие:

- Техногенные отложения (tH);
- Озерные и болотные отложения (l,pl III-H);
- Аллювиально-флювиогляциальные отложения (a,fIIms) московского гори-зонта;
- Ледниковые отложения (gIds) донского горизонта;
- Флювиогляциальные – озерно-ледниковые отложения сетуньско-донского горизонта (f,lgIst-ds) ;
- Нижнемеловые отложения (K1).
- Верхнеюрские отложения (J3).

Техногенные отложения представлены насыпными грунтами слежавшимися, влажными: суглинками, реже песками со строительным мусором, битым кирпичом, арматурой, стеклом и пр., вскрытыми повсеместно и залегающими повсеместно от поверхности слоем мощностью 0,7 - 7,7 м, абсолютные отметки подошвы 135,29 - 140,05 м. Насыпные грунты выделены в ИГЭ-1.

Озерные и болотные отложения представлены глинами и песками.

ИГЭ - 1а - Глина серая, тугопластичная, опесчаненная, с примесью органических веществ, вскрыта в районе скважин 85, 86, 97, 98, 100, 102 и залегает в виде слоя мощностью

0,3 - 1,2 м в интервале глубин от 3,0 до 9,4 м, абсолютные отметки подошвы 134,43 - 137,20 м.

ИГЭ - 1б - Песок мелкий средней плотности серый, глинистый, средней степени водонасыщения и насыщенный водой, вскрыт в районе скважин 86, 97, 100, 102 и залегает в виде слоя мощностью 0,6 - 3,0 м в интервале глубин от 2,4 до 9,0 м, аб-солютные отметки подошвы 135,13 - 137,60 м.

Вскрытая мощность озерных и болотных отложений: от 0,3 м до 3,3 м.

Аллювиально-флювиогляциальные отложения московского горизонта пред-ставлены песками и суглинками.

ИГЭ - 2 - Песок мелкий средней плотности серый, с линзами песка средней крупности, с прослойками суглинка, с редким включением щебня и гравия, сред-ней степени водонасыщения и насыщенный водой, вскрыт большинством скважин и залегает повсеместно в виде слоя мощностью 0,3 - 8,5 м в интервале глубин от 2,9 до 16,2 м, абсолютные отметки подошвы 127,40 - 137,52 м.

ИГЭ - 2б - Песок средней крупности средней плотности серый, с линзами песка мелкого, с прослойками суглинка, с редким включением щебня и гравия, насы-щенный водой, вскрыт в районе скважин 85, 86, 87, 89, 93, 94, 96, 106 и залегает в виде слоя мощностью 0,4 - 2,1 м в интервале глубин от 4,8 до 12,7 м, абсолютные отметки подошвы 128,15 - 134,10 м.

ИГЭ - 2в - Суглинок серо-коричневый, тугопластичный, песчанистый, с включе-нием гравия, вскрыт большинством скважин и залегает в виде слоя мощностью 0,3 - 1,7 м в интервале глубин от 3,5 до 11,2 м, абсолютные отметки подошвы 131,59 - 136,10 м.

Вскрытая мощность аллювиально-флювиогляциальных отложений: от 3,8м до 8,9 м.

Ледниковые отложения донского горизонта представлены суглинками тугопластичными, выделенными в ИГЭ-3. Суглинок темно-коричневый, с линзами песка и супеси, с включением щебня и дресвы., вскрыт большинством скважин и залегает повсеместно в виде слоя мощностью 3,4 - 6,1 м в интервале глубин от 7,8 до 21,4 м, абсолютные отметки подошвы 122,94 - 127,40 м.

Флювиогляциальные – озерно-ледниковые отложения сетуньско-донского горизонта представлены песками мелкими, выделенными в ИГЭ-5. Песок средней плотности серый, с прослоями суглинка, с редким включением гравия и щебня, насыщенный водой, вскрыт большинством скважин и залегает повсеместно в виде слоя мощностью 1,5 - 4,9 м в интервале глубин от 13,3 до 22,9 м, абсолютные отметки подошвы 118,63 - 125,10 м.

Нижнемеловые отложения представлены песками, суглинками и глинами.

ИГЭ-8 - Песок мелкий средней плотности серо-зеленый, слюдистый, с линзами суглинка и глины, насыщенный водой, вскрыт большинством скважин и залегает в виде слоя мощностью 1,8 - 8,1 м в интервале глубин от 17,6 до 31,7 м, абсолютные отметки подошвы 112,10 - 117,25 м.

ИГЭ-9 - Суглинок серо-зеленый, тугопластичный, слоистый, слюдистый, вскрыт в районе скважин 85, 86, 87, 96, 101 и залегает в виде слоя мощностью 1,7 - 3,9 м в интервале глубин от 15,8 до 24,4 м, абсолютные отметки подошвы 116,69 - 123,10 м.

ИГЭ - 10 - Глина зеленовато-серая, тугопластичная до полутвердой, слоистая, слюдистая, вскрыта большинством скважин и залегает в виде слоя мощностью 0,5 - 4,4 м в интервале глубин от 16,5 до 32,5 м, абсолютные отметки подошвы 112,35 - 121,60 м.

Вскрытая мощность нижнемеловых отложений: от 5,2 м до 11,4 м.

Верхнеюрские отложения представлены глинами (выделены в ИГЭ-11). Глина темно-зеленая, полутвердая, песчанистая, слюдистая, с редкой фауной, вскрыта большинством скважин и залегает в виде слоя мощностью 1,7 - 12,4 м в интервале глубин от 25,6 до 38,0 м, подошва верхнеюрских глин до глубины проходки скважинами не вскрыта.

СВОДНАЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОЛОНКА И НОРМАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ ПРИ γ=0.85 и α=0.95

Геологический индекс	Номер ИГЭ	Мощность слоя, м	Описание грунтов	Влажность, доли ед.	Плотность, г/см3	Плотность частиц грунта, г/см3	Показатель текучести, доли ед.	Число пластичности, доли ед.	Коэффициент пористости, доли ед.	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление, МПа	Модуль деформации, 1 ветвь/2 ветвь, МПа	Коэффициент фильтрации, м/сут.	Степень водонасыщения, доли ед.	Группа трудности разработки грунтов	Содержание органических веществ, доли ед.	Коэффициент Пуассона
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
tH	1	0,7-7,7	Насыпной грунт слежавшийся, влажный. Суглинок, реже песок, строительный мусор, битый кирпич, арматура, стекло и пр.	0.331	1.85	2.72	0.31	0.123	0.968	16	0.015	11		0.93	26а		
				Условное расчетное сопротивление Ro=0.12 МПа														
l,pl Ш-Н	1а	0.3-1.2	Глина серая, тугопластичная, опесчаненная, с примесью органических веществ.	0.303	1.87 1.86 1.86	2.74	0.43	0.236	0.906	15.0 14.3 13.8	0.031 0.029 0.028	15/44		0.92	8в	0.08	0.42
	1б	0.6-3.0	Песок мелкий средней плотности серый, глинистый, средней степени водонасыщения и насыщенный водой.	0.191 0.212*	1.87 1.91* 1.87 1.91* 1.87 1.91*	2.65			0.681	29.8 28.7 27.9	0.003 0.003 0.002	19/42	3.82	0.74 0.83*	29в		0.33
a,flmc	2	0.3-8.5	Песок мелкий серый, средней плотности, с линзами песка средней крупности, с прослойками суглинка, с редким включением щебня и гравия, средней степени водонасыщения и насыщенный водой.	0.177 0.196*	1.90 1.95* 1.90 1.95* 1.90 1.95*	2.65			0.631	31.9 30.9 30.2	0.003 0.002 0.002	27/61	2.82	0.72 0.82*	29в		0.32
	2б	0.4-2.1	Песок средней крупности, серый, средней плотности, с линзами песка мелкого, с прослойками суглинка, с редким включением щебня и гравия, насыщенный водой.	0.195	1.96 1.96 1.96	2.64			0.606	33.7 33.0 32.4	0.000 0.000 0.000	32/73	6.74	0.85	29в		0.30
	2в	0.3-1.7	Суглинок серо-коричневый, тугопластичный, песчанистый, с включением гравия.	0.223	2.02 2.01 2.01	2.71	0.35	0.127	0.641	22.3 21.5 21.0	0.034 0.032 0.030	18/50		0.94	35в		0.35
gIds	3	3.4-6.1	Суглинок темно-коричневый, тугопластичный, с линзами песка и супеси, с включением щебня и дресвы.	0.137	2.21 2.20 2.19	2.72	0.33	0.096	0.403	23.0 22.0 21.3	0.039 0.037 0.035	24/65		0.92	10б		0.34
f,lgIst-ds	5	1.5-4.9	Песок мелкий серый, средней плотности, с прослоями суглинка, с редким включением гравия и щебня, насыщенный водой.	0.198	1.95 1.95 1.95	2.65			0.625	33.0 32.0 31.3	0.004 0.004 0.003	27		0.84	29в		0.32
K1	8	1.8-8.1	Песок мелкий серо-зеленый, плотный, слюдистый, с линзами суглинка и глины, насыщенный водой.	0.186	1.99 1.98 1.98	2.65			0.584	34.3 33.2 32.4	0.006 0.006 0.006	33	1.77	0.85	29в		0.33
	9	1.7-3.9	Суглинок серо-зеленый, тугопластичный, слоистый, слюдистый.	0.273	1.94 1.93 1.92	2.73	0.38	0.132	0.795	20.5 19.2 18.4	0.045 0.043 0.042	17		0.94	35б		0.35
	10	0.5-4.4	Глина зеленовато-серая, тугопластичная до полутвердой, слоистая, слюдистая.	0.280	1.94 1.92 1.92	2.74	0.38	0.226	0.813	19.0 17.7 16.7	0.055 0.052 0.050	20		0.94	8д		0.37
J3	11	1,7-12,4	Глина темно-зеленая, полутвердая, песчанистая, слюдистая, с редкой фауной.	0.387	1.77 1.77 1.76	2.74	0.21	0.222	1.145	20.1 19.0 18.2	0.075 0.073 0.072	19		0.93	8д		0.34

Примечание: 1-я строка - нормативное значение
2-3-я строки - расчетные значения с доверит. вероятностью 0.85(2) и 0.95(3)
2.09* - значения при водонасыщении песков

Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия участка характеризуются наличием вод надморенного и надъюрского водоносных горизонтов. Кроме того, на участке вскрыта «верховодка».

«Верховодка» вскрыта скважинами 88 и 97 на глубине от 2,0 м до 2,1 м, что соответствует абсолютным отметкам от 139,13 м до 139,70 м. В отдельные периоды года «верховодка» может иметь более широкое распространение и более высокий уровень.

Воды надморенного водоносного горизонта вскрыты в период изысканий на глубине от 3,5 м до 8,2 м, что соответствует абсолютным отметкам от 134,34 м до 137,55 м. Горизонт напорно-безнапорный, высота напора от 0,2 м до 1,0 м, что соответствует абсолютным отметкам пьезометрического уровня от 135,13 м до 137,55 м.

Водовмещающими грунтами являются насыпные грунты ИГЭ-1 и аллювиально-флювиогляциальные пески ИГЭ-2 и ИГЭ-2б. Водоупором служат моренные суглинки ИГЭ-3.

Прогнозируемую абсолютную отметку уровня подземных вод рекомендуется принять на 1,0 м выше установившегося.

Питание водоносного горизонта происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также за счет утечек из водонесущих коммуникаций. Разгрузка водоносного горизонта осуществляется в Серебряно-виноградный пруд.

По химическому составу (в том числе по данным изысканий под корп. 3.1, 5.1 и 6.1) воды хлоридно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатные магниево-кальциевого типа с минерализацией <1 г/л.

Согласно СП 28.13330.2017 воды не обладают агрессивными свойствами по отношению к бетону нормальной проницаемости, однако они слабоагрессивны к арматуре железобетонных конструкций при их периодическом смачивании.

По отношению к свинцовым оболочкам коррозионная агрессивность воды низкая и средняя (средняя – по наихудшему показателю), к алюминиевым – высокая.

Воды надъюрского водоносного горизонта вскрыты на глубине от 17,6 м до 26,5 м, что соответствует абсолютным отметкам от 116,44 м до 123,10 м. Воды обладают напором, высота напора от 7,4 м до 13,7 м, что соответствует абсолютным отметкам пьезометрического уровня от 129,90 м до 131,12 м.

Водовмещающими грунтами являются флювиогляциальные – озерно-ледниковые и нижнемеловые пески. Водоупором служат верхнеюрские глины ИГЭ-11.

Прогнозируемую абсолютную отметку уровня подземных вод рекомендуется принять на 0,5 м выше установившегося.

Питание водоносного горизонта происходит за счет перетока из вышележащего водоносного горизонта. Разгрузка водоносного горизонта осуществляется за пределами участка изысканий.

По химическому составу (в том числе по данным изысканий под корп. 3.1, 5.1 и 6.1) воды гидрокарбонатные натриево-кальциевого и кальциевого типов с минерализацией <1 г/л.

Воды подморенного водоносного горизонта вскрыты на глубине от 13,3 м до 21,4 м, что соответствует абсолютным отметкам от 122,94 м до 127,40 м. Воды обладают напором, высота напора от 6,1 м до 10,8 м, что соответствует абсолютным отметкам пьезометрического уровня от 133,14 м до 134,10 м.

Прогнозируемую абсолютную отметку уровня подземных вод рекомендуется принять на 0,5 м выше установившегося. Питание водоносного горизонта происходит за счет перетока из вышележащего водоносного горизонта. Разгрузка водоносного горизонта осуществляется за пределами участка изысканий.

По химическому составу (в том числе по данным изысканий под корп. 3.1, 5.1 и 6.1) воды гидрокарбонатные натриево-кальциевого и кальциевого типов с минерализацией <1 г/л.

Согласно СП 28.13330.2017 воды не обладают агрессивными свойствами по отношению к бетону нормальной проницаемости, однако они слабоагрессивны к арматуре железобетонных конструкций при их периодическом смачивании.

По отношению к свинцовым оболочкам коррозионная агрессивность воды низкая и средняя (средняя – по наихудшему показателю), к алюминиевым – средняя.

Учитывая описанные выше гидрогеологические условия, а также уровень ответственности и конструкцию (заглубление) проектируемых жилых домов с подзем-ной автостоянкой (согласно п.п. 2.94-2.104 «Пособия по проектированию оснований зданий и сооружений к СНиП 2.02.01-83» г. Москва, 1986 год), рассматриваемый участок является естественно подтопленным водами надморенного водоносного горизонта.

Специфические грунты

К специфическим грунтам, выявленным на площадке изысканий, следует отнести техногенные насыпные грунты (ИГЭ-1) и глины с примесью органических веществ (ИГЭ-1а).

По составу насыпные грунты неоднородные, сложены суглинком, реже песком с включением строительного мусора, битого кирпича, арматуры, стекла и пр. По степени уплотнения грунты – слежавшиеся, по степени водонасыщения - влажные. Условное

расчетное сопротивление R0=0,12 МПа, мощность 0,7-7,7 м, абсолютные отметки подошвы 135,29 – 140,05 м.

Возможно изменение мощности и состава насыпных грунтов между разведочными скважинами. Насыпные грунты не являются надежным основанием проектируемых сооружений и подлежат выборке с заменой на песчано-гравийную смесь с послойным трамбованием.

Глины тугопластичные с примесью органических веществ вскрыты в районе скважин 85, 86, 97, 98, 100, 102, мощность 0,3 - 1,2 м, абсолютные отметки подошвы 134,43 - 137,20 м. Содержание органических веществ (доли ед.) – 0,08. В скважинах 100 и 102 встречены глины слабозаторфованные с отн. содержанием орг. веществ Iom, д.е. – 0,107 и 0,115 соответственно.

3. Расчетное обоснование ограждающих конструкций

Согласно расчетам, проведенным в программном комплексе «Plaxis 2D» – сертификат соответствия РФ №РОСС RU.04ПЛК0.ОС01.Н00006 со сроком действия до 19.04.2025 в качестве ограждения котлована проектируемого здания приняты стальные трубы Ø325х8 мм с шагом 1 м длиной 10,2 м и Ø530х8 мм с шагом 1.2 м длиной 11,7 м по ГОСТ 10704-91, сталь Ст20, с устройством одного яруса распорной (раскосно-подкосной) системы из труб диаметром Ø325х8 мм длиной до 13,60 м, труб Ø530х8 мм длиной до 16,35 м ГОСТ 10704-91, сталь марки Ст20.

Трубы ограждения:

Максимальное прогнозируемое горизонтальное перемещение трубы Ø530х8 мм ограждения котлована на участках устройства подкосно-раскосной системы составит **28,0 мм** (менее допустимого значения 65,9 мм, при глубине котлована 6,59 м (по сечению 2-2)), максимальный коэффициент использования сечения составит **0,680**, минимальный коэффициент запаса общей устойчивости **1,28**.

Максимальное прогнозируемое горизонтальное перемещение трубы Ø325х8 мм ограждения котлована на участках устройства подкосно-раскосной системы составит **53,0 мм** (менее допустимого значения 55,6 мм, при глубине котлована 5,56 м (по сечению 1-1)), максимальный коэффициент использования сечения составит **0,949**, минимальный коэффициент запаса общей устойчивости **1,28**.

Максимальное расчетное усилие трубы Ø530х8 мм распорной системы ограждения котлована составит **656,0 кН**, максимальный коэффициент использования сечения составит **0,498.**

Максимальное расчетное усилие трубы Ø325х8 мм распорной системы ограждения котлована составит **386,2 кН**, максимальный коэффициент использования сечения составит **0,628.**

В качестве распределительного пояса ограждения котлована приняты балки из двух спаренных двутавров профилем 30Б1 и 40Б1 по ГОСТ Р 57837-2017, сталь марки С255. Максимальный коэффициент использования сечения распределительного пояса 40Б1 составит **0,729**. Максимальный коэффициент использования сечения распределительного пояса 30Б1 составит **0,982**.

Траншеи устройства инженерных коммуникаций:

Максимальное прогнозируемое горизонтальное перемещение ограждения траншей из труб Ø219х10 составляет **13,0 мм** (менее допустимого значения 38,0 мм, при глубине котлована 3,8 м);

максимальное значение коэффициента использования сечения труб ограждения 219х10 мм – **0,343**.

минимальный коэффициент запаса устойчивости котлована составляет **1,76**;

Максимальное значение коэффициента использования сечения распорок 219х10 составляет **0,225**.

Максимальное значение коэффициента использования сечения распределительной балки из двутавра 30Б2 составляет **0,809**.

В качестве горизонтальных нагрузок при расчёте конструкций ограждения котлована и траншей из труб принято боковое давление грунтов с учётом гидростатического давления грунтовых вод и общестроительной нагрузки на бровке котлована.

Устойчивость грунта вокруг ограждения оценивается по предельному состоянию грунта в зоне заделки. Учтено пассивное давление на ограждение со стороны засыпки.

Расчеты выполнялись с учетом перебора грунта 0,3 м (п. 9.18 СП22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»).

По результатам выполненных расчетов прочность и устойчивость ограждения котлована проектируемого здания обеспечена.

Проезд транспорта и складирование материалов не допускается в зоне 1 м от верхней бровки котлована. Нагрузка на бровке котлована не должна превышать принятую в расчетах нагрузку 20 кПа.

Таблица 1. Результаты расчета ограждения котлована

Сечение	Диаметр труб ограждения, мм	Максимальный изгибающий момент, кН·м/м	Максимальное горизонтальное перемещение, мм	Максимальный коэффициент использования	Минимальный коэффициент устойчивости
1-1	Ø325х8	130,1	53	0,949	1,28
2-2	Ø530х8	254,88	28	0,680	1,28
3-3	Ø325х8	109,3	28	0,797	1,35
4-4	Ø325х8	100,4	41	0,730	1,24
5-5	Ø325х8	117,5	50	0,857	1,20

Таблица 2. Результаты расчета раскосов/подкосов

Сечение	Диаметр раскоса/подкоса, мм	Шаг раскосов-подкосов, м	Угол установки раскоса/подкоса, град	Максимальное продольное усилие, кН	Максимальный коэффициент использования
1-1	Ø530х8	4,5	17	468,0	0,376
2-2	Ø530х8	5,0	18	656,0	0,498
3-3	Ø325х8	5,0	15	354,6	0,628
4-4	Ø325х8	5,0	15	358,1	0,547
5-5	Ø325х8	5,0	13	386,2	0,527

Таблица 3. Результаты расчета распределительного пояса

Сечение	Профиль двутавра	Марка стали	Максимальный коэффициент использования
1-1	40Б1	С255	0,715
2-2	40Б1	С255	0,729
3-3	30Б1	С255	0,901
4-4	30Б1	С255	0,911
5-5	30Б1	С255	0,982

По результатам расчетов прочность и устойчивость ограждения котлована обеспечена.

4. Нормативная литература

В качестве основания для проектирования использовались следующие нормативные документы:

Н1. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».

Н2. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

Н3. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)

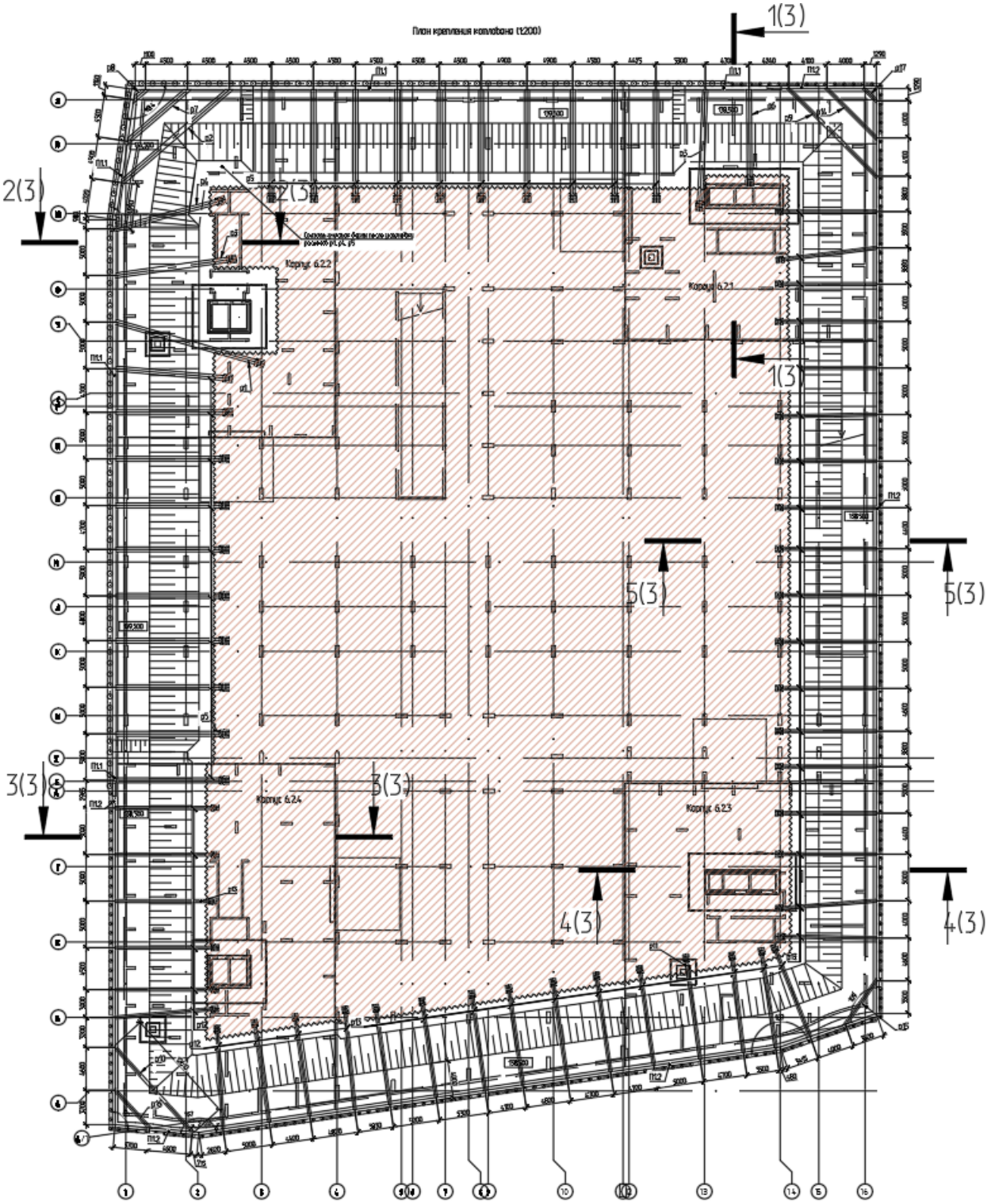
Н4. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Основные положения».

Н5. СП 101.13330.2012 «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения».

Н6. СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты»

Приложение А

Схема расположения расчетных сечений



Приложение Б
Результаты расчета конструкций ограждения котлована

Расчет ограждения котлована

Сечение 1-1 (скв. 20)

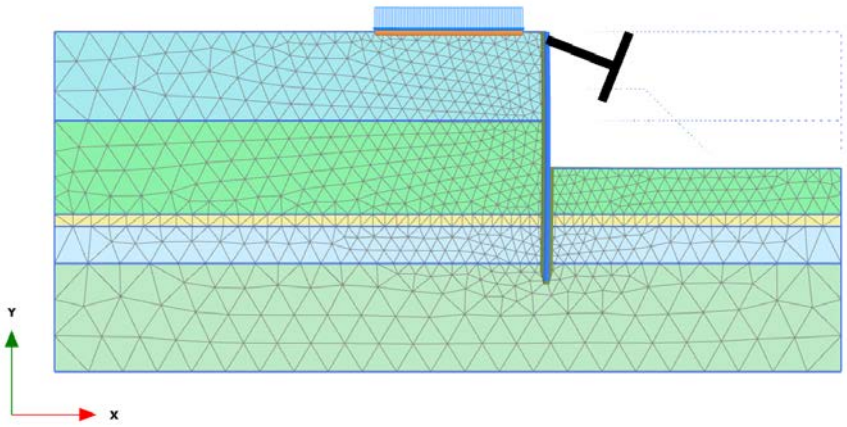


Рис 1. Расчетная схема крепления котлована. Сечение 1-1.

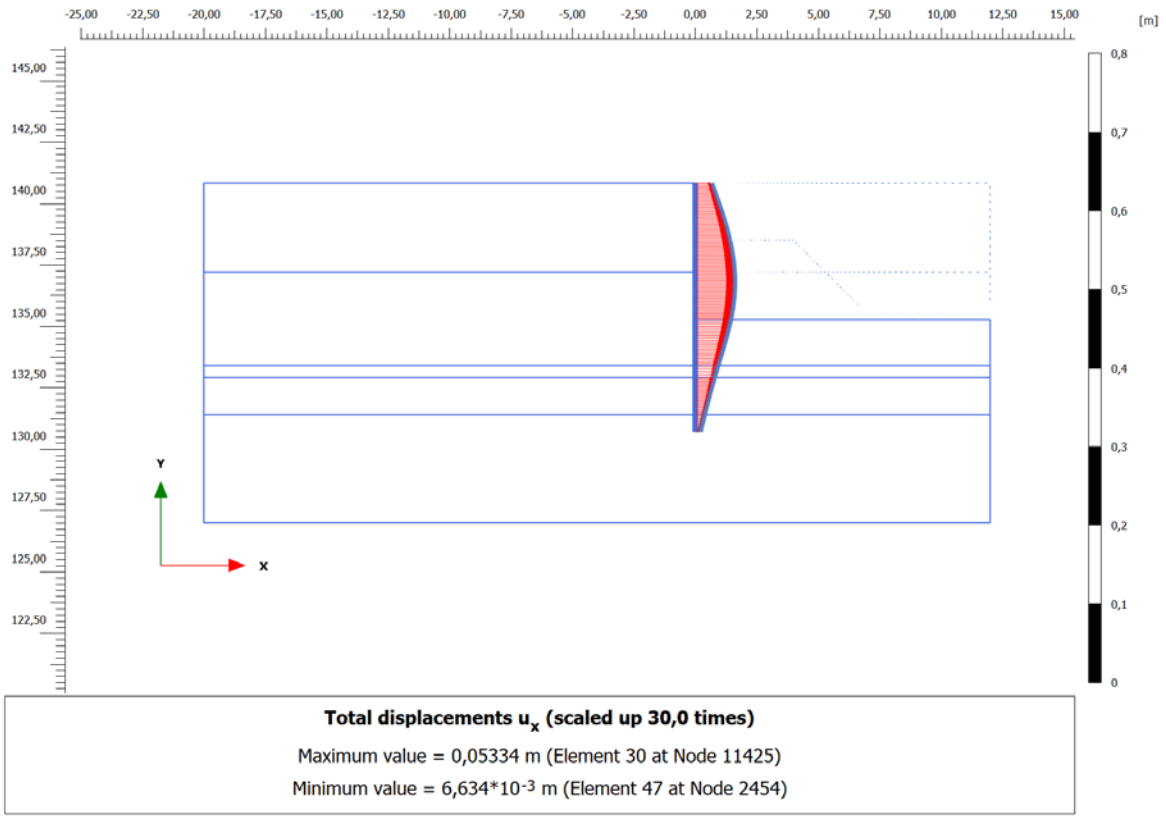


Рис 2. Горизонтальные перемещения в ограждении котлована

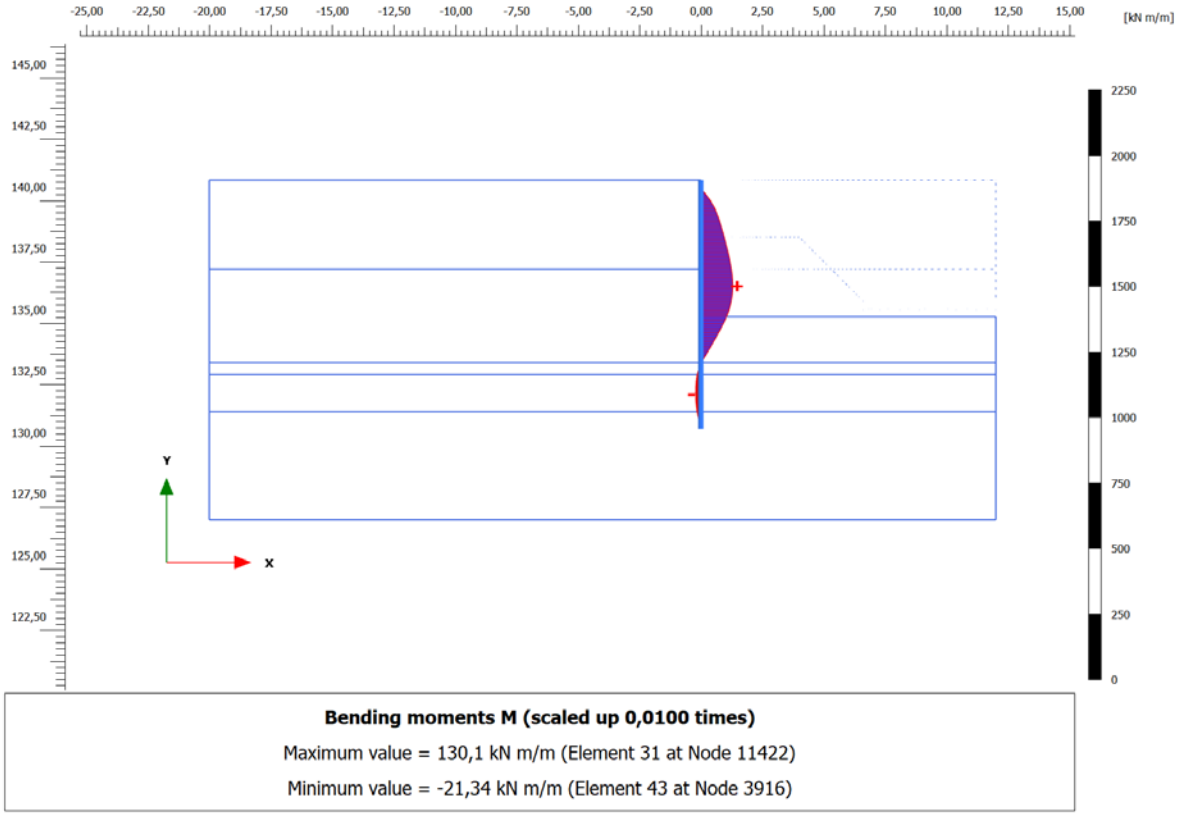


Рис 3. Эпюра изгибающих моментов в ограждении котлована в пересчете на 1м ограждения

Расчет труб ограждения Ø 325х8

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

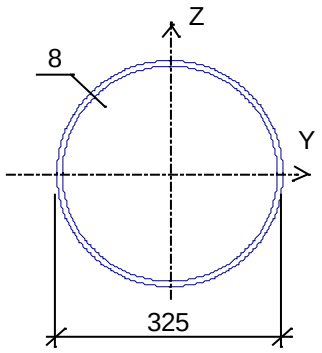
Сталь: С245
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 1

Коэффициент надежности по ответственности 1,1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 325х8

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	79,671	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	39,852	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	39,852	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	10013,921	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	10013,921	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	20027,842	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,211	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	11,211	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1232,483	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1232,483	см^3

	Параметр	Значение	Единица измерения
I_u	Максимальный момент инерции	10013,921	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	10013,921	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	11,211	см
i_v	Минимальный радиус инерции	11,211	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7,735	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7,735	см
P	Периметр	199,177	см
P_i	Внутренний периметр	97,075	см
P_e	Внешний периметр	102,102	см
M	Масса 1 м	62,542	кг

Длина элемента 5,56 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 0,7



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 0,7

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 1 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T		
1	0	13	0	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента My	0,949
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,753
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,215

Коэффициент использования 0,949 - Прочность при действии изгибающего момента My

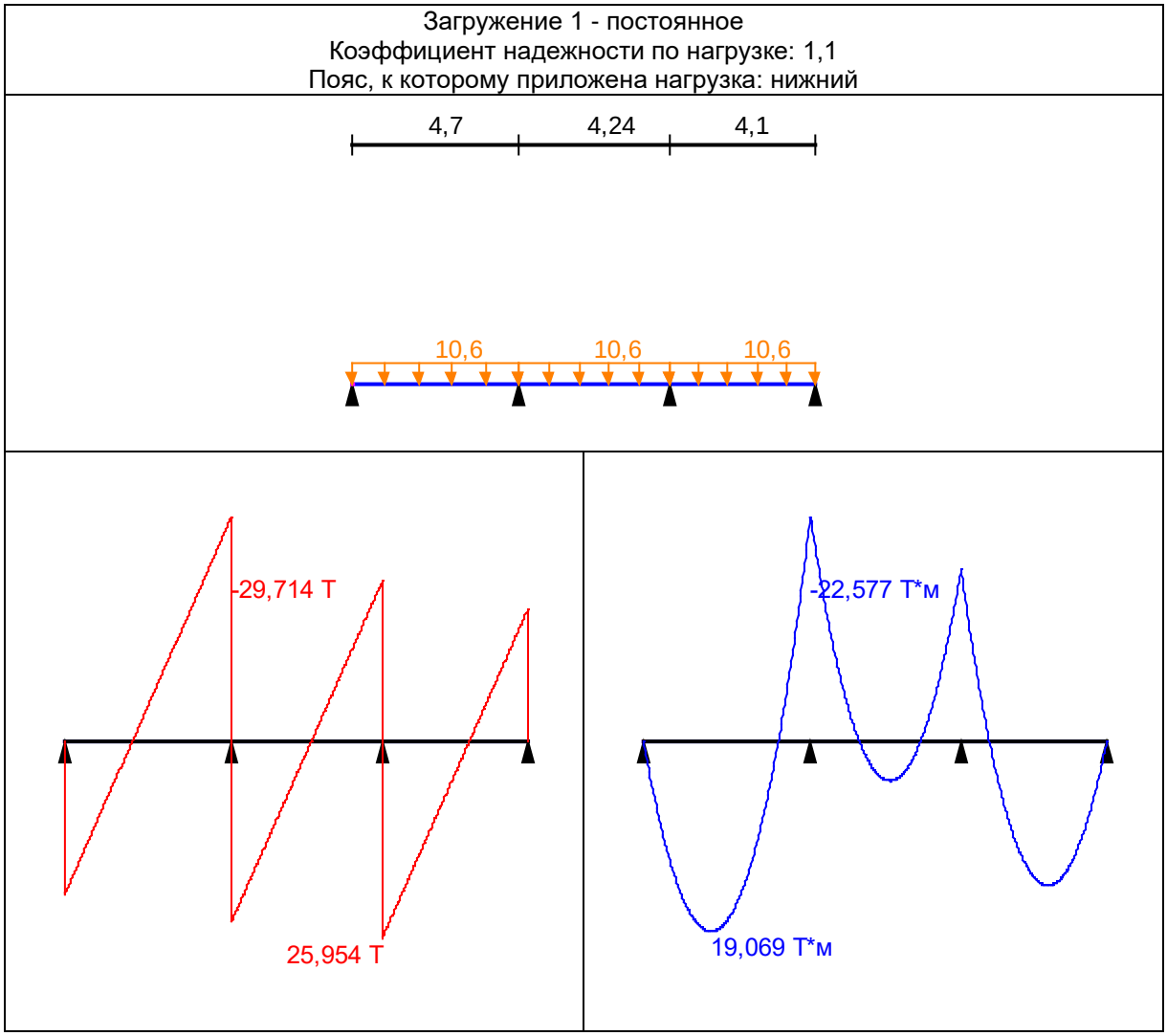
Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	Φ_z [°]	Length [m]
FixedEndAnchor_1_1	13391	1	0,000	140,500	-468,185	-468,185	0,000	-21,801	1,077

Рис 4. Значения усилий в распорной системе

Расчет распределительного пояса

Определим расчетную нагрузку на распределительный пояс из двутавров 40Б1: N = 46,8 т, L = 4,42 м, тогда q = 46,8 / 4,42 = 10,6 т/м.

Определим эпюры моментов и поперечных сил, действующих в распределительном поясе.



Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

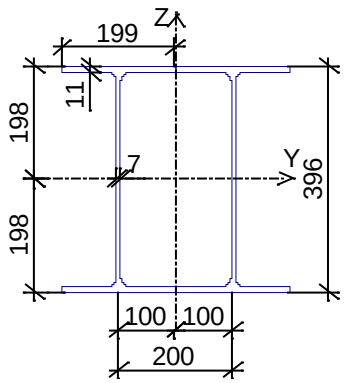
Сталь: С255
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

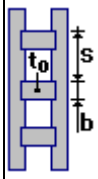
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 40Б1

Решетка



b = 100 мм
t_0 = 10 мм
s = 1000 мм

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	144,32	$см^2$
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	60,601	$см^2$
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	50,857	$см^2$
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	40037,659	$см^4$
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	17326,281	$см^4$
I_t	Момент инерции при свободном кручении	16943,876	$см^4$
I_w	Секториальный момент инерции	368995,73	$см^6$
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	16,656	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	10,957	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	2022,104	$см^3$
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	2022,104	$см^3$
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	579,474	$см^3$
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	579,474	$см^3$
I_u	Максимальный момент инерции	40037,659	$см^4$
I_v	Минимальный момент инерции	17326,281	$см^4$
i_u	Максимальный радиус инерции	16,656	см
i_v	Минимальный радиус инерции	10,957	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	4,015	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	4,015	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	14,011	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	14,011	см
P	Периметр	309,306	см
M	Масса 1 м	113,291	кг

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T		
1	0	0	29,71	22,58	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
пп. 8.2.1, 8.2.3	Прочность ветви при действии поперечной силы Vz	0,412
п. 9.1.1, 9.3.3	Прочность ветви при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,511
п. 9.1.1, 9.3.3	Прочность ветви при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,64
пп. 7.1.3, 7.2.3-7.2.5, 7.3.6	Устойчивость ветви при сжатии в плоскости XOY (закритическая работа)	0,715
пп. 7.1.3, 7.2.3-7.2.5, 7.3.6	Устойчивость ветви при сжатии в плоскости XOZ (закритическая работа)	0,704
п. 7.1.1, 7.2.1	Прочность ветви при растяжении	0,64
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки ветви из условия местной устойчивости	0,555

Коэффициент использования 0,715 - Устойчивость ветви при сжатии в плоскости XOY

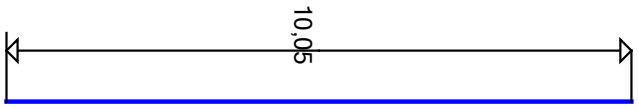
Расчет подкоса из трубы Ø 530х8

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь:
с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению R_u=38735,984 Т/м^2
с расчетным сопротивлением по пределу текучести R_y=27522,936 Т/м^2

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент условий работы 1

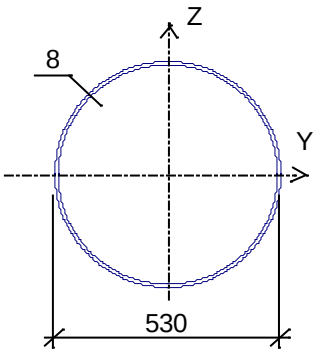


Длина элемента 10,05 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 4,24 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Сечение

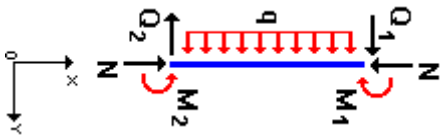


Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 530x8

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	131,193	$см^2$
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	65,607	$см^2$
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	65,607	$см^2$
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	44695,456	$см^4$
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	44695,456	$см^4$
I_t	Момент инерции при свободном кручении	89390,913	$см^4$
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	18,458	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	18,458	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1686,621	$см^3$
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1686,621	$см^3$
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	1686,621	$см^3$
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	1686,621	$см^3$
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	3373,242	$см^3$
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	3373,242	$см^3$
I_u	Максимальный момент инерции	44695,456	$см^4$
I_v	Минимальный момент инерции	44695,456	$см^4$
i_u	Максимальный радиус инерции	18,458	см
i_v	Минимальный радиус инерции	18,458	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	12,856	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	12,856	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	12,856	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	12,856	см
P	Периметр	327,982	см
P_i	Внутренний периметр	161,478	см
P_e	Внешний периметр	166,504	см
M	Масса 1 м	102,986	кг

Нагрузки



Загружение 1

Тип: **постоянное**	
N	46,8 Т
M_{y1}	0 Т*м
Q_{z1}	-0,518 Т
M_{y2}	0 Т*м
Q_{z2}	0,518 Т
q_z	0,103 Т/м

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	**Проверка**	**Коэффициент использования**
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	0,028
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qy	0,005
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,158
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,147
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,147
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	0,175
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,13
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,302
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,302
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,376

Коэффициент использования 0,376 - Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости

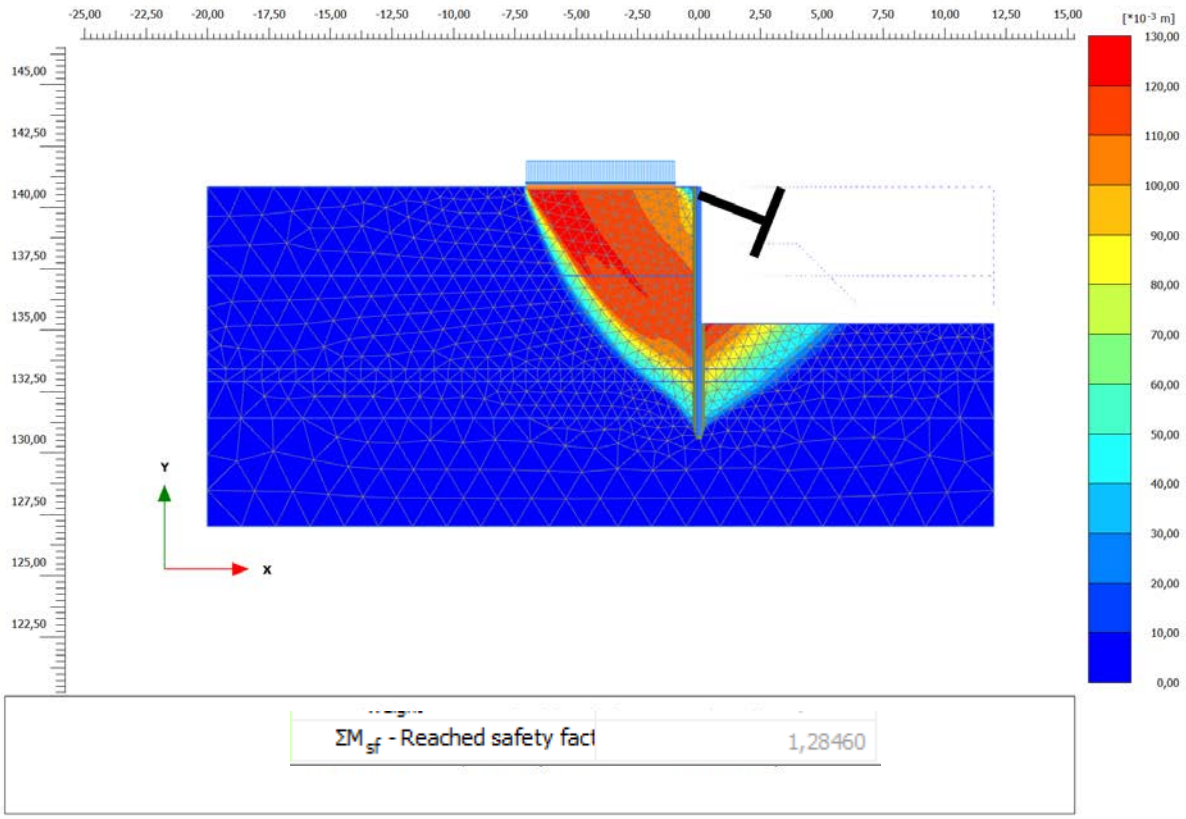


Рис. 5. Расчет устойчивости ограждения. Коэффициент запаса устойчивости 1.28

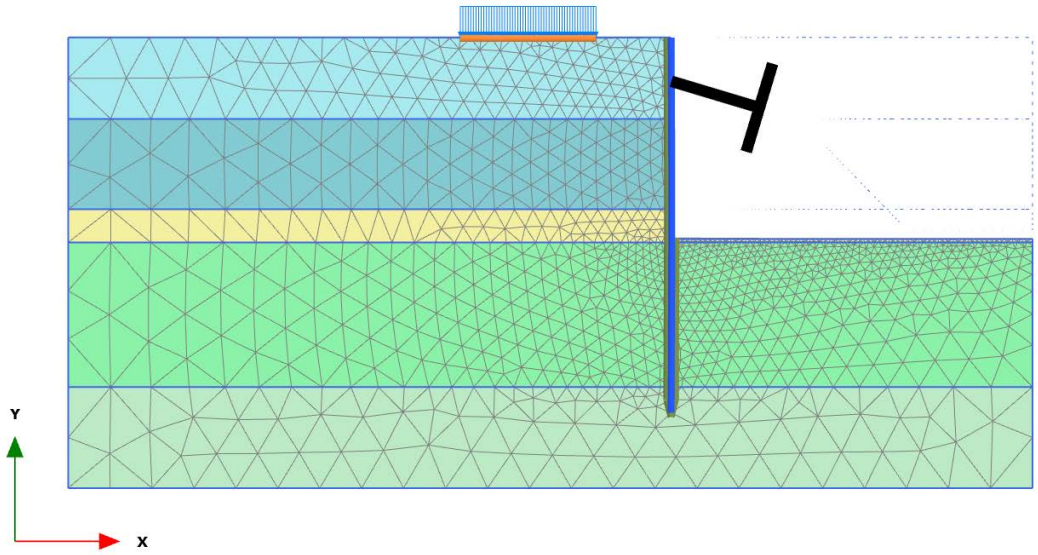


Рис 1. Расчетная схема крепления котлована. Сечение 2-2.

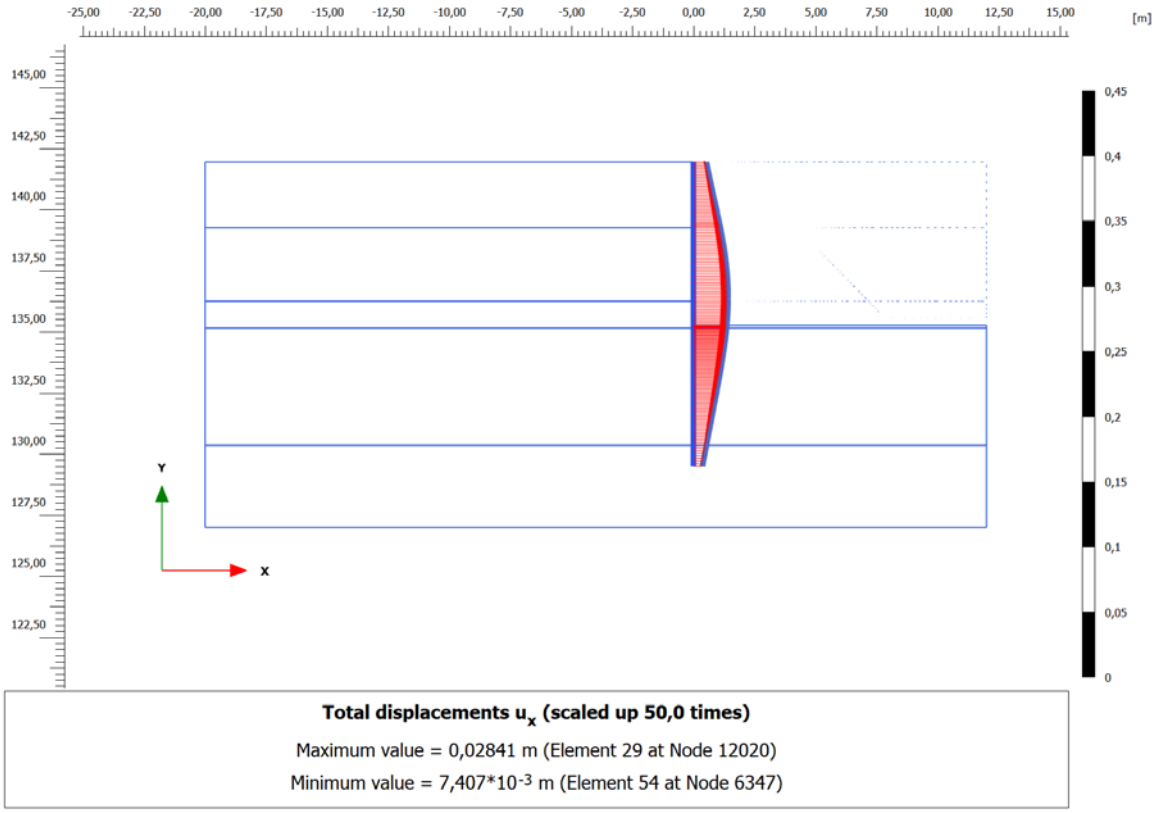


Рис 2. Горизонтальные перемещения в ограждении котлована

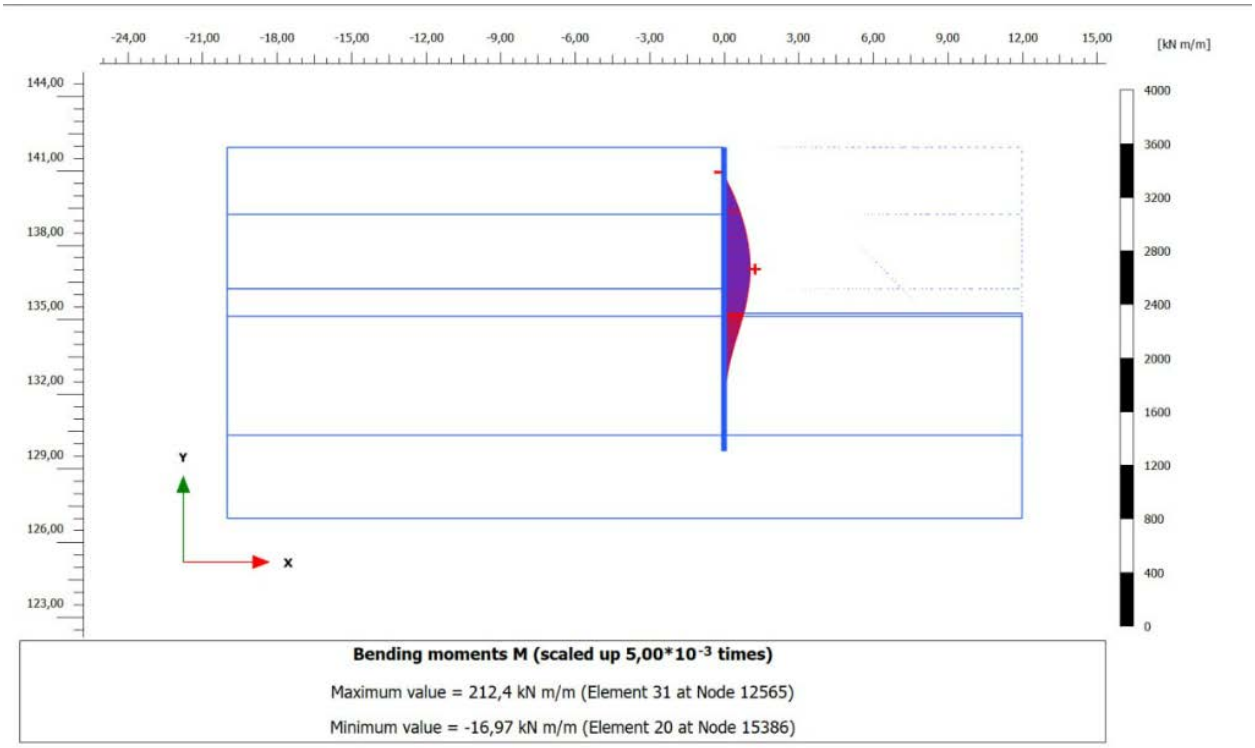


Рис 3. Эпюра изгибающих моментов в ограждении котлована в пересчете на 1м ограждения

Расчет труб ограждения Ø 530х8

Шаг труб ограждения – 1,2 м.

Момент в трубах ограждения с учетом шага – 254,88 кН*м.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

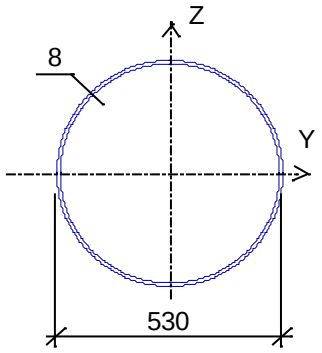
Сталь: С245
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 1

Коэффициент надежности по ответственности 1,1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 530х8

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	131,193	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	65,607	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	65,607	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	44695,456	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	44695,456	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	89390,913	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	18,458	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	18,458	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1686,621	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1686,621	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	1686,621	см^3

	Параметр	Значение	Единица измерения
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	1686,621	$см^3$
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	3373,242	$см^3$
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	3373,242	$см^3$
I_u	Максимальный момент инерции	44695,456	$см^4$
I_v	Минимальный момент инерции	44695,456	$см^4$
i_u	Максимальный радиус инерции	18,458	см
i_v	Минимальный радиус инерции	18,458	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	12,856	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	12,856	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	12,856	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	12,856	см
P	Периметр	327,982	см
P_i	Внутренний периметр	161,478	см
P_e	Внешний периметр	166,504	см
M	Масса 1 м	102,986	кг

Длина элемента 6,29 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 0,7



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 0,7

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 1,2 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T		
1	0	25,5	0	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента My	0,68
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qz	0,122
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,54
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,354

Коэффициент использования 0,68 - Прочность при действии изгибающего момента My

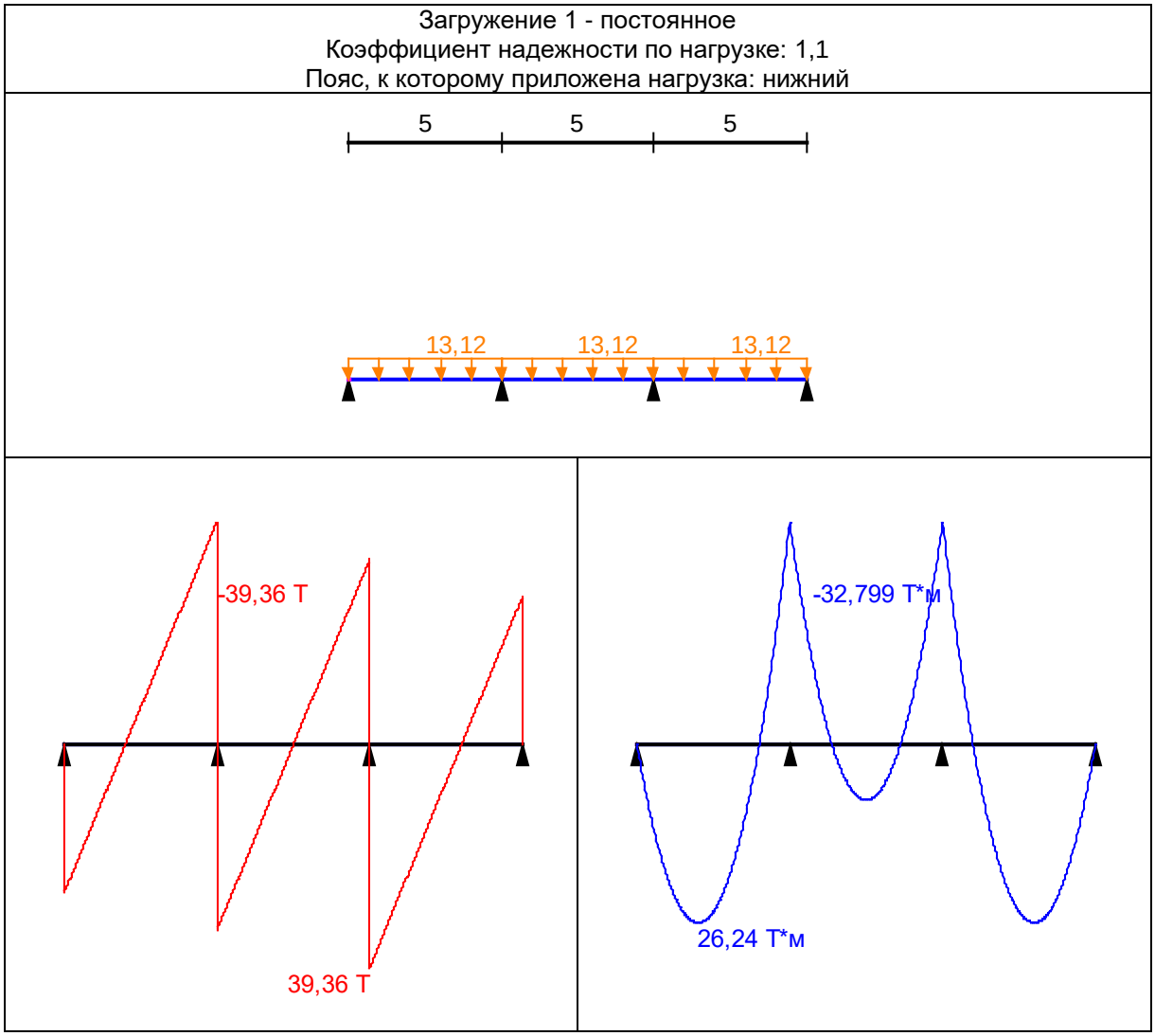
Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	Φ_z [°]	Length [m]
FixedEndAnchor_1_1	15386	1	0,000	141,000	-656,117	-656,117	0,000	-16,699	1,044

Рис 4. Значения усилий в распорной системе

Расчет распределительного пояса

Определим расчетную нагрузку на распределительный пояс из двутавров 40Б1: N = 65,6 т, L = 5,0 м, тогда q = 65,6 / 5,0 = 13,12 т/м.

Определим эпюры моментов и поперечных сил, действующих в распределительном поясе.



Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь: С245
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 1

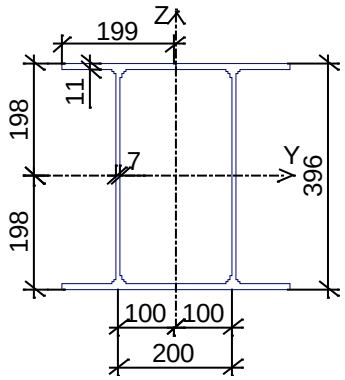
Коэффициент надежности по ответственности 1,1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

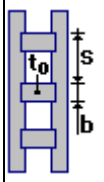
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 40Б1

Решетка



b = 100 мм
t_0 = 10 мм
s = 1000 мм

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	144,32	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	60,601	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	50,857	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	40037,659	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	17326,281	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	16943,876	см^4
I_w	Секториальный момент инерции	368995,73	см^6
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	16,656	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	10,957	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	2022,104	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	2022,104	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	579,474	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	579,474	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	40037,659	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	17326,281	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	16,656	см
i_v	Минимальный радиус инерции	10,957	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	4,015	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	4,015	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	14,011	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	14,011	см
P	Периметр	309,306	см
M	Масса 1 м	113,291	кг

Длина элемента 12,35 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 0,7



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 0,7

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T		
1	0	32,8	39,4	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность ветви при действии изгибающего момента My	0,729
пп. 8.2.1, 8.2.3	Прочность ветви при действии поперечной силы Vz	0,601
п. 9.1.1, 9.3.3	Прочность ветви при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,729
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба ветви	0,729
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки ветви из условия местной устойчивости	0,476
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки ветви из условия местной устойчивости	0,424

Коэффициент использования 0,729 - Прочность ветви при действии изгибающего момента My

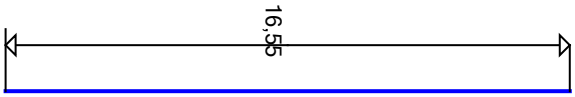
Расчет подкоса из трубы Ø 530х8

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь:
с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению R_u=38735,984 Т/м^2
с расчетным сопротивлением по пределу текучести R_y=27522,936 Т/м^2

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент условий работы 1

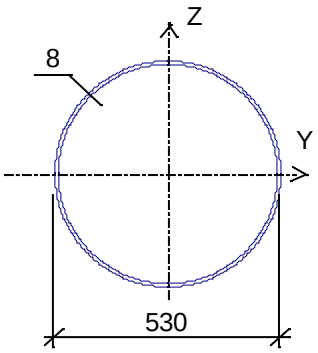


Длина элемента 16,55 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Сечение



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 530x8

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	131,193	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	65,607	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	65,607	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	44695,456	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	44695,456	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	89390,913	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	18,458	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	18,458	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1686,621	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1686,621	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	1686,621	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	1686,621	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	3373,242	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	3373,242	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	44695,456	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	44695,456	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	18,458	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
i_v	Минимальный радиус инерции	18,458	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	12,856	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	12,856	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	12,856	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	12,856	см
P	Периметр	327,982	см
P_i	Внутренний периметр	161,478	см
P_e	Внешний периметр	166,504	см
M	Масса 1 м	102,986	кг

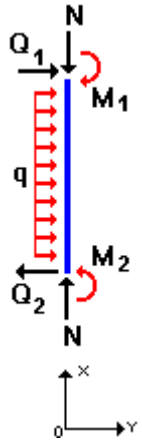


Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

Нагрузки



Загружение 1

Тип: **постоянное**	
N	65,6 Т
M_{y1}	0 Т*м
Q_{z1}	-0,636 Т
M_{y2}	0 Т*м
Q_{z2}	0,636 Т
q_z	0,103 Т/м

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	**Проверка**	**Коэффициент использования**
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	0,077
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qy	0,01
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы	0,259

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	**Проверка**	**Коэффициент использования**
	и изгибающих моментов без учета пластики	
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,279
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,279
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	0,372
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,182
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,498
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,498
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,376

Коэффициент использования 0,498 - Предельная гибкость в плоскости XOY

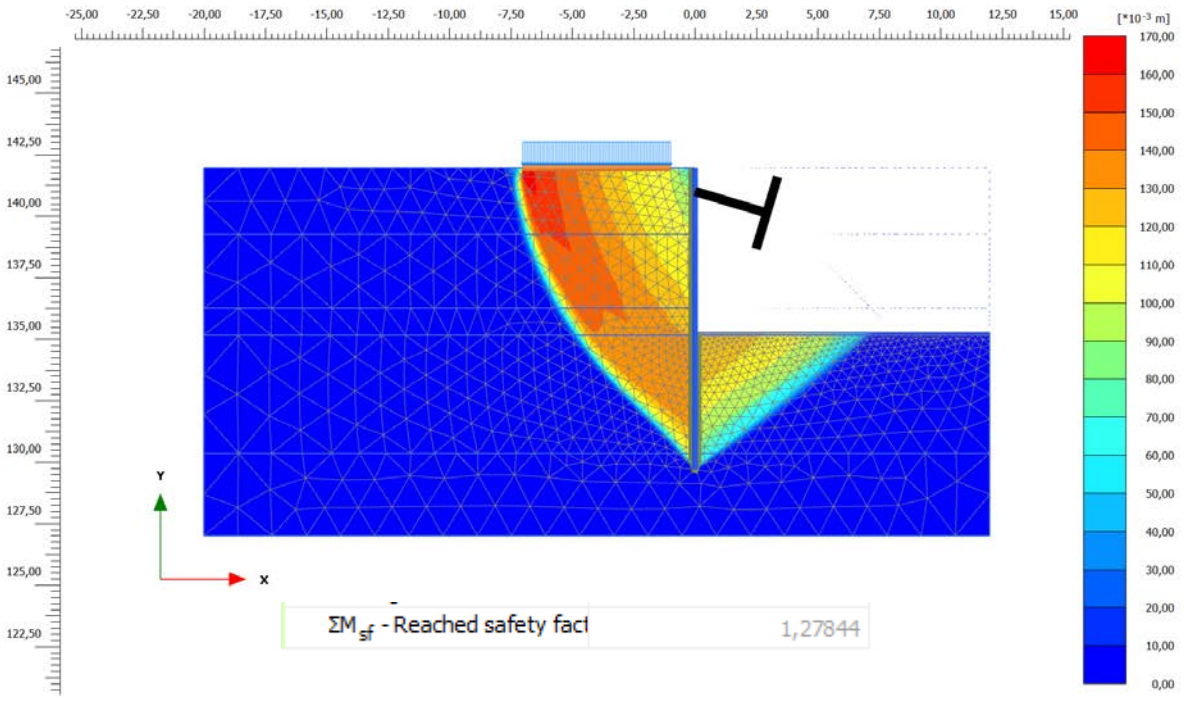


Рис. 5. Расчет устойчивости ограждения. Коэффициент запаса устойчивости 1.28

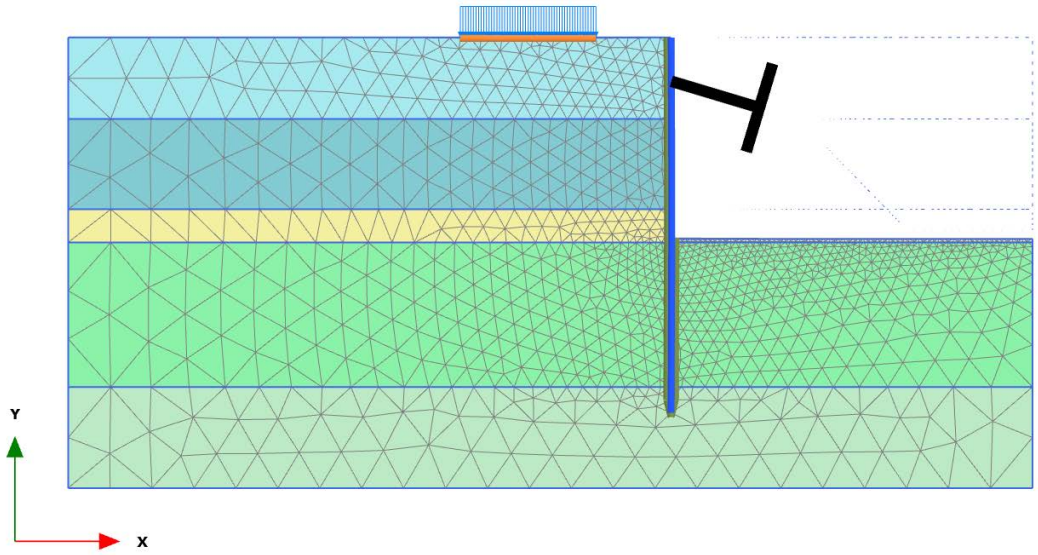


Рис 3. Расчетная схема крепления котлована. Сечение 3-3.

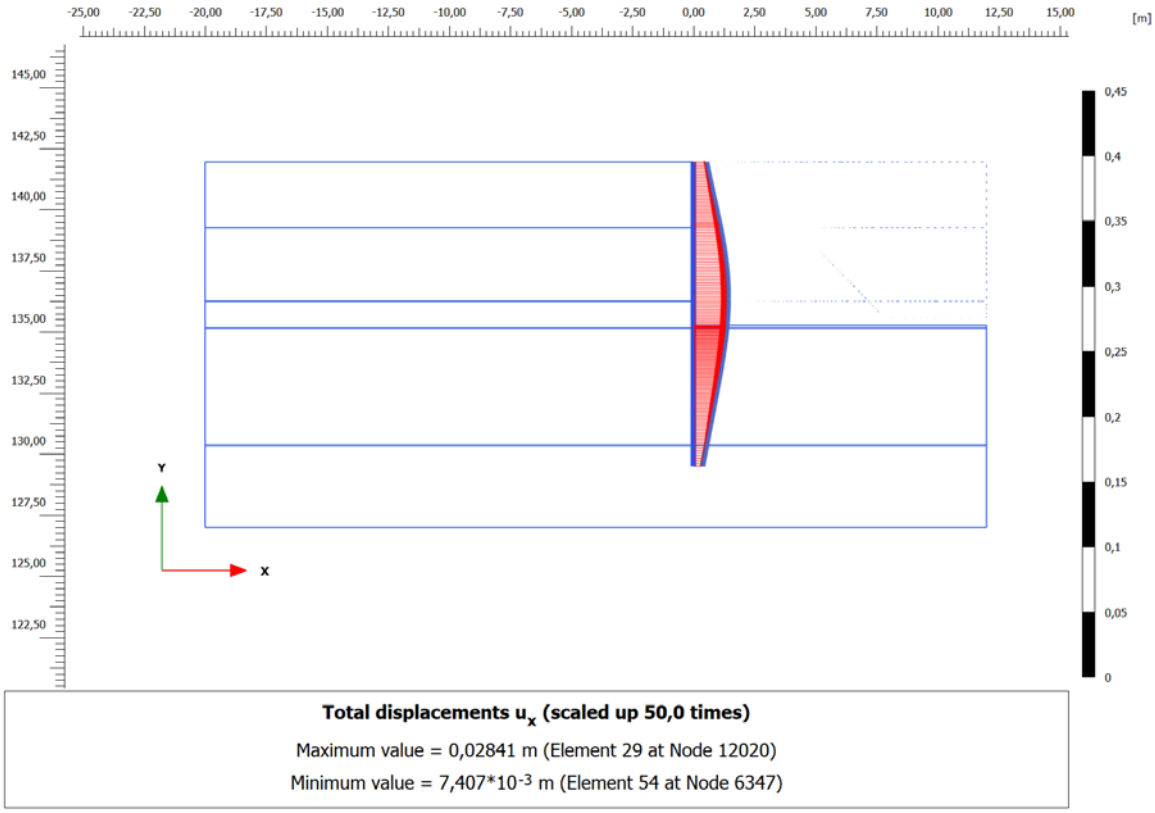


Рис 4. Горизонтальные перемещения в ограждении котлована

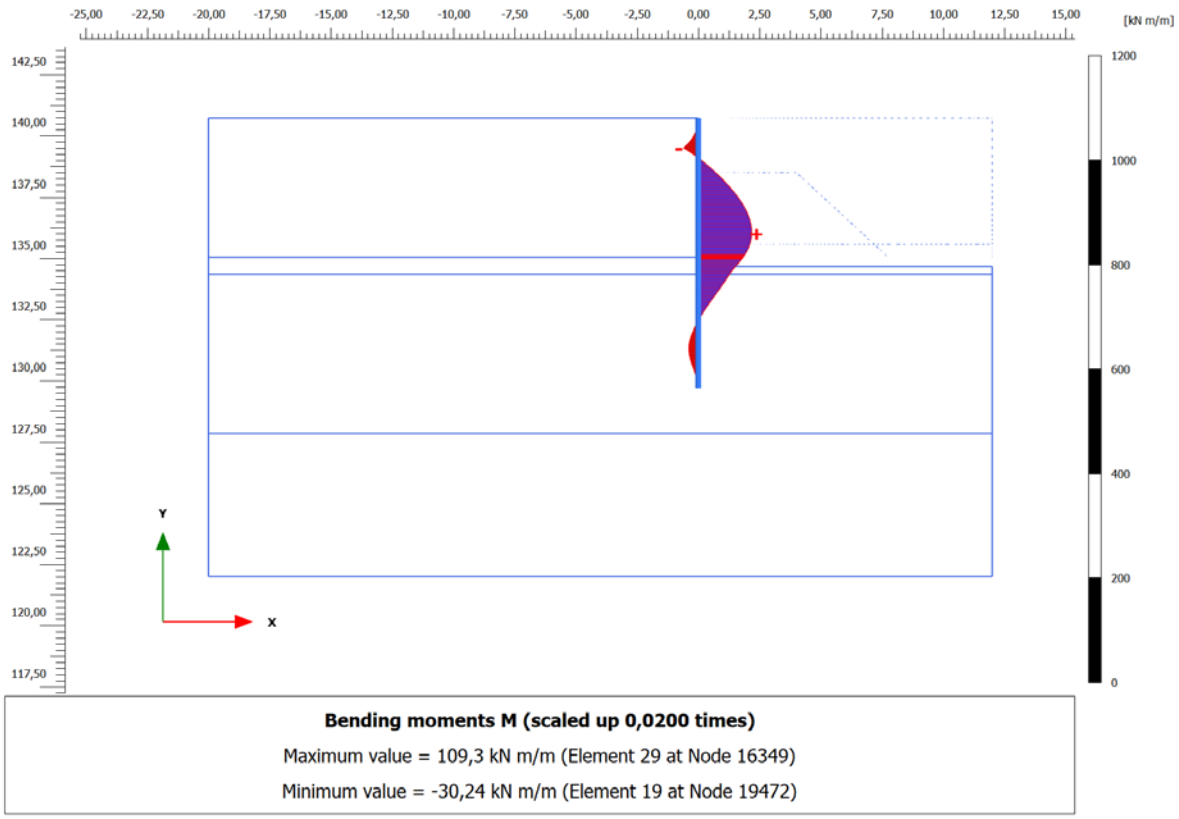


Рис 5. Эпюра изгибающих моментов в ограждении котлована в пересчете на 1м ограждения

Расчет труб ограждения Ø 325х8

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

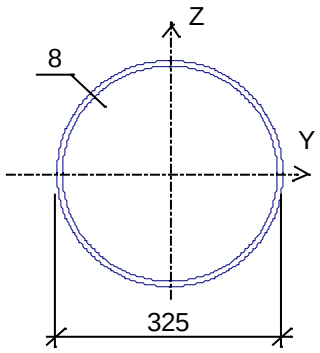
Сталь: С245
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 1

Коэффициент надежности по ответственности 1,1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 325х8

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	79,671	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	39,852	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	39,852	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	10013,921	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	10013,921	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	20027,842	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,211	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	11,211	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1232,483	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1232,483	см^3

	Параметр	Значение	Единица измерения
I_u	Максимальный момент инерции	10013,921	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	10013,921	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	11,211	см
i_v	Минимальный радиус инерции	11,211	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7,735	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7,735	см
P	Периметр	199,177	см
P_i	Внутренний периметр	97,075	см
P_e	Внешний периметр	102,102	см
M	Масса 1 м	62,542	кг

Длина элемента 6 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 0,7



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 0,7

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 1 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T		
1	0	10,93	0	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента My	0,797
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,633
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,215

Коэффициент использования 0,797 - Прочность при действии изгибающего момента My

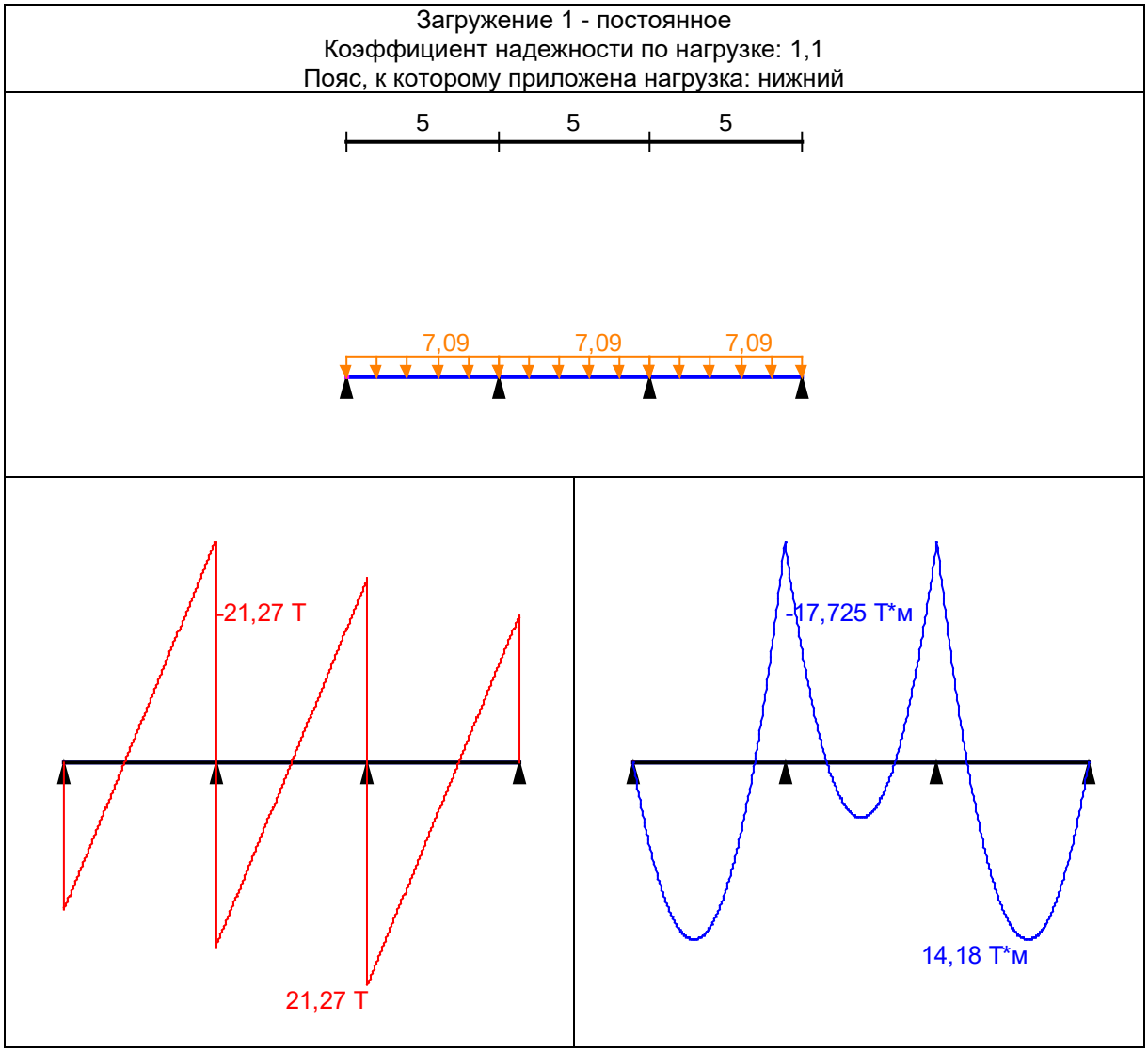
Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	Φ_z [°]	Length [m]
FixedEndAnchor_1_1	4270	1	0,000	139,500	-354,575	-354,575	0,000	-16,699	1,044

Рис 4. Значения усилий в распорной системе

Расчет распределительного пояса

Определим расчетную нагрузку на распределительный пояс из двутавров 30Б1: N = 35,46 т, L = 5,0 м, тогда q = 35,46 / 5,0 = 7,09 т/м.

Определим эпюры моментов и поперечных сил, действующих в распределительном поясе.



Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

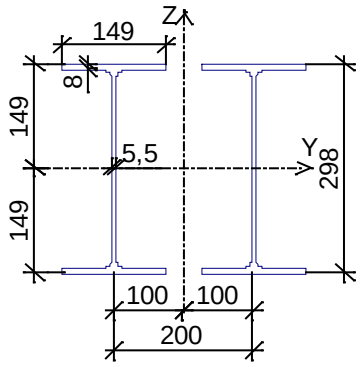
Сталь: С255
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 1

Коэффициент надежности по ответственности 1,1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

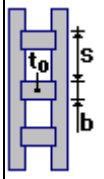
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 30Б1

Решетка



b = 100 мм
t_0 = 10 мм
s = 1000 мм

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81,6	$см^2$
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	33,075	$см^2$
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	30,131	$см^2$
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	12636,441	$см^4$
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	9044	$см^4$
I_t	Момент инерции при свободном кручении	8264,818	$см^4$
I_w	Секториальный момент инерции	29138,079	$см^6$
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	12,444	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	10,528	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	848,083	$см^3$
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	848,083	$см^3$
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	363,213	$см^3$
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	363,213	$см^3$
I_u	Максимальный момент инерции	12636,441	$см^4$
I_v	Минимальный момент инерции	9044	$см^4$
i_u	Максимальный радиус инерции	12,444	см
i_v	Минимальный радиус инерции	10,528	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	4,451	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	4,451	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	10,393	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	10,393	см
P	Периметр	231,736	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
M	Масса 1 м	64,056	кг

Длина элемента 6 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T		
1	0	17,7	21,3	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность ветви при действии изгибающего момента My	0,901
пп. 8.2.1, 8.2.3	Прочность ветви при действии поперечной силы Vz	0,526
п. 9.1.1, 9.3.3	Прочность ветви при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,901
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба ветви	0,901
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки ветви из условия местной устойчивости	0,463
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки ветви из условия местной устойчивости	0,486

Коэффициент использования 0,901 - Прочность ветви при действии изгибающего момента My

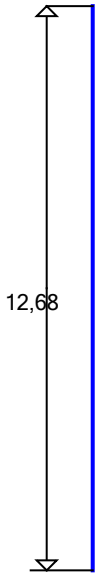
Расчет подкоса из трубы Ø 325х8

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь:
с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению R_u=38735,984 Т/м^2
с расчетным сопротивлением по пределу текучести R_y=27522,936 Т/м^2

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент условий работы 1

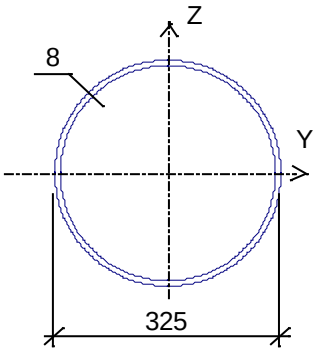


Длина элемента 12,68 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Сечение



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 325x8

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	79,671	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	39,852	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	39,852	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	10013,921	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	10013,921	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	20027,842	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,211	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	11,211	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1232,483	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1232,483	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	10013,921	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	10013,921	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	11,211	см
i_v	Минимальный радиус инерции	11,211	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7,735	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7,735	см
P	Периметр	199,177	см
P_i	Внутренний периметр	97,075	см
P_e	Внешний периметр	102,102	см
M	Масса 1 м	62,542	кг

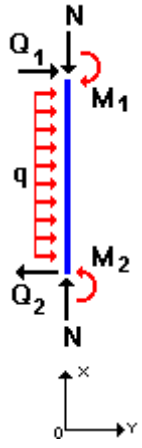


Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

Нагрузки



Загружение 1

Тип: **постоянное**	
N	35,46 Т
M_{y1}	0 Т*м
Q_{z1}	-0,653 Т
M_{y2}	0 Т*м
Q_{z2}	0,653 Т
q_z	0,103 Т/м

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	**Проверка**	**Коэффициент использования**
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	0,122
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qy	0,01
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,284
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,357
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,357
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	0,481
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,162
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,628
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,628
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,228

Коэффициент использования 0,628 - Предельная гибкость в плоскости XOY

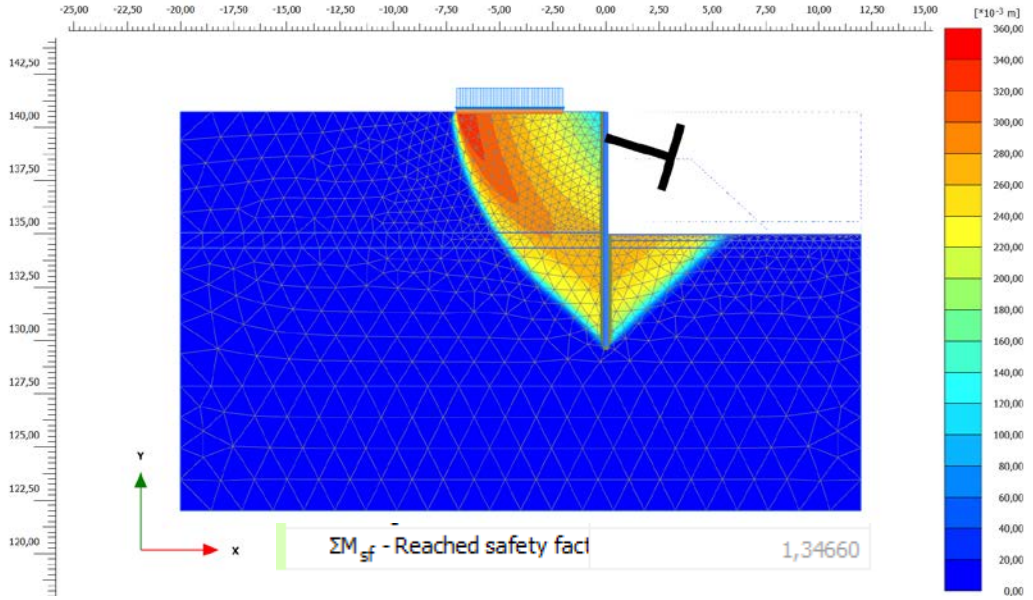


Рис. 5. Расчет устойчивости ограждения. Коэффициент запаса устойчивости 1.35

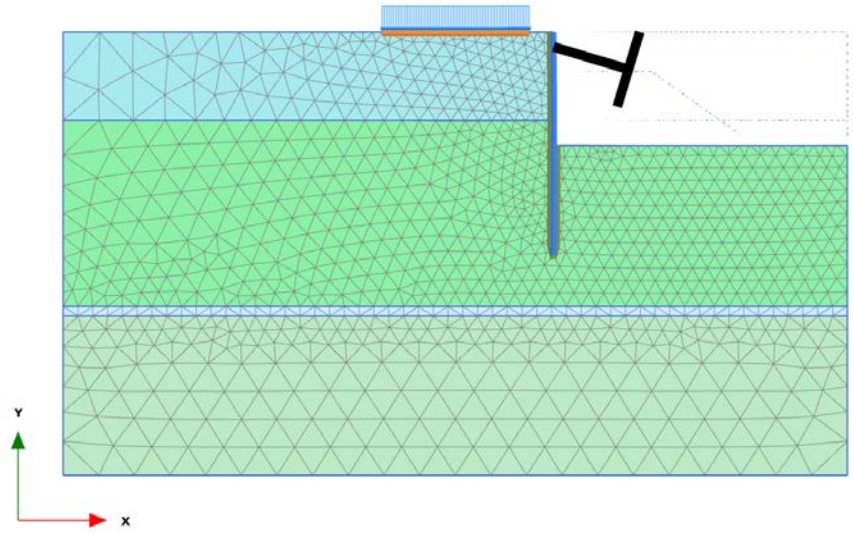


Рис 1. Расчетная схема крепления котлована. Сечение 4-4.

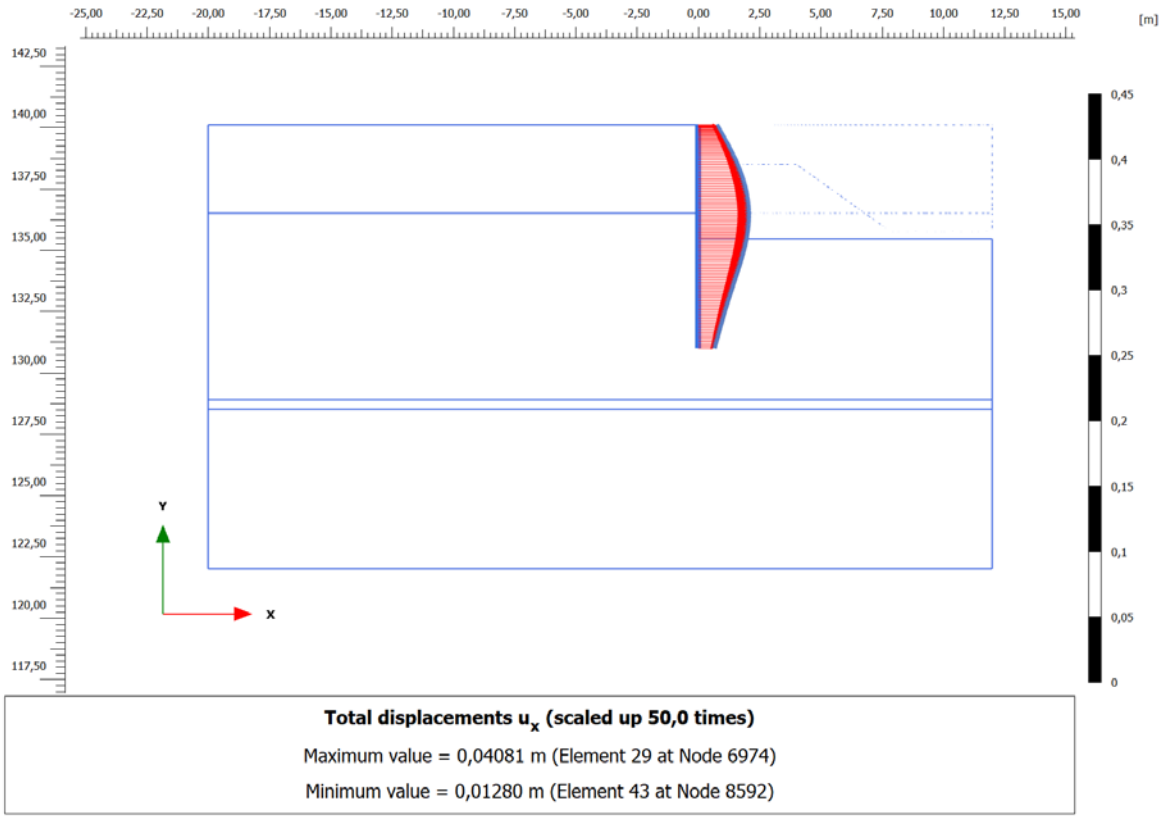


Рис 2. Горизонтальные перемещения в ограждении котлована

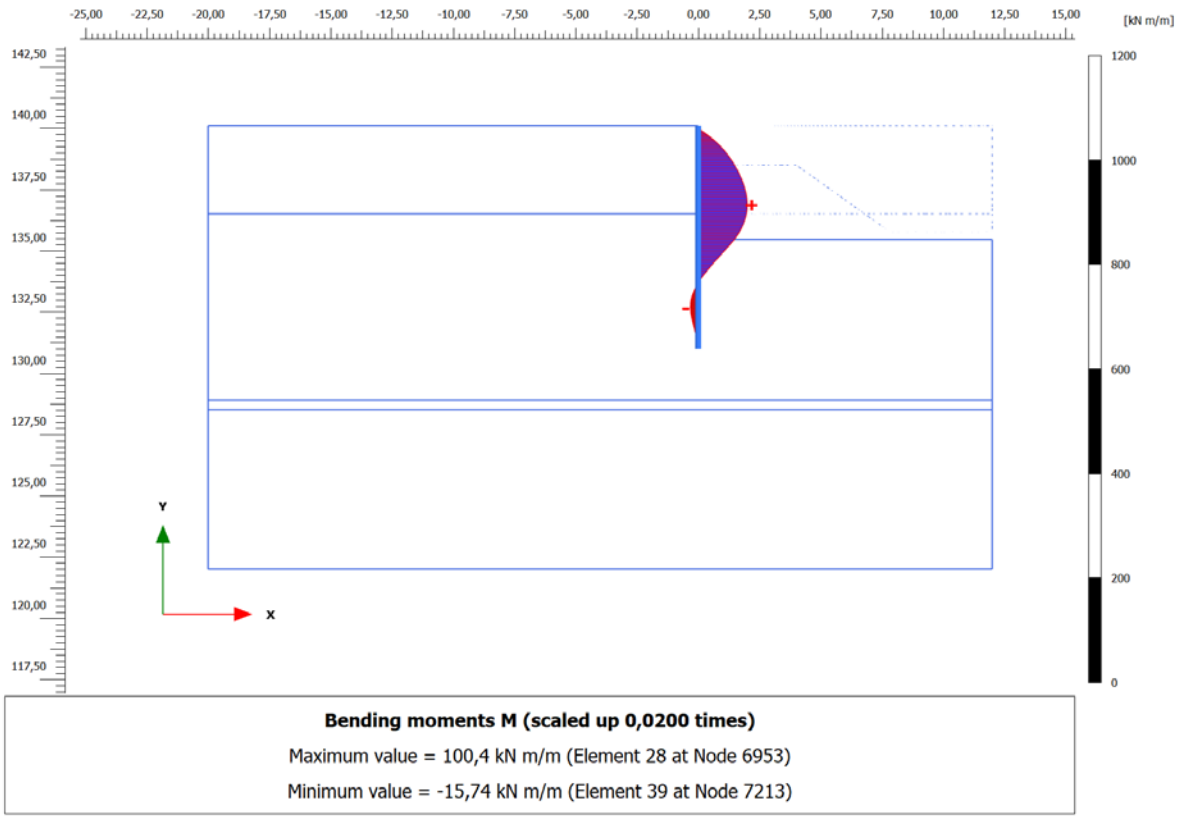


Рис 3. Эпюра изгибающих моментов в ограждении котлована в пересчете на 1м ограждения

Расчет труб ограждения Ø 325х8

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

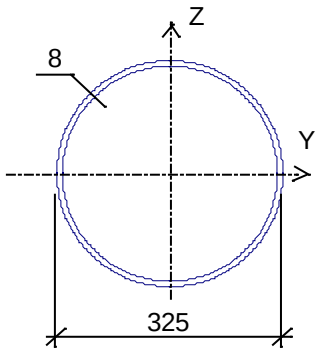
Сталь: С245
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 1

Коэффициент надежности по ответственности 1,1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 325х8

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	79,671	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	39,852	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	39,852	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	10013,921	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	10013,921	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	20027,842	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,211	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	11,211	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1232,483	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1232,483	см^3

	Параметр	Значение	Единица измерения
I_u	Максимальный момент инерции	10013,921	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	10013,921	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	11,211	см
i_v	Минимальный радиус инерции	11,211	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7,735	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7,735	см
P	Периметр	199,177	см
P_i	Внутренний периметр	97,075	см
P_e	Внешний периметр	102,102	см
M	Масса 1 м	62,542	кг

Длина элемента 6 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 1 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т		
1	0	10	0	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента My	0,73
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,579
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,215

Коэффициент использования 0,73 - Прочность при действии изгибающего момента My

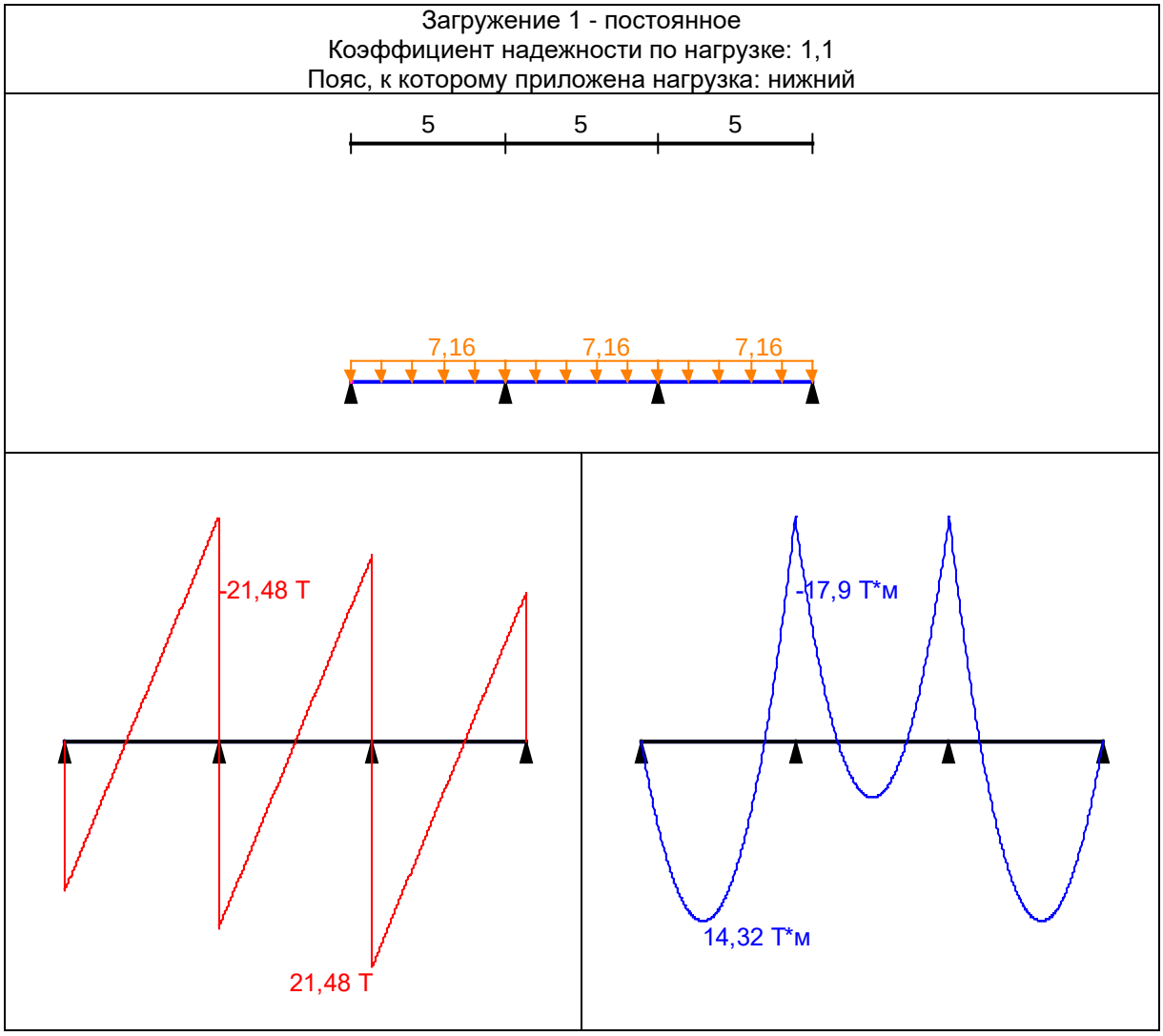
Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	Φ_z [°]	Length [m]
FixedEndAnchor_1_1	4095	1	0,000	139,500	-358,082	-358,082	0,000	-16,699	1,044

Рис 4. Значения усилий в распорной системе

Расчет распределительного пояса

Определим расчетную нагрузку на распределительный пояс из двутавров 30Б1: N = 35,81 т, L = 5,0 м, тогда q = 35,81 / 5,0 = 7,16 т/м.

Определим эпюры моментов и поперечных сил, действующих в распределительном поясе.



Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

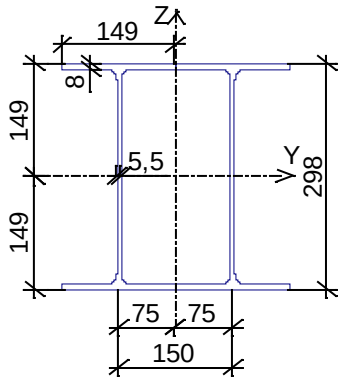
Сталь: С255
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 1

Коэффициент надежности по ответственности 1,1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

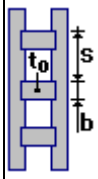
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 30Б1

Решетка



b = 100 мм
t_0 = 10 мм
s = 1000 мм

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81,6	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	33,075	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	30,131	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	12636,441	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	9044	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	8264,818	см^4
I_w	Секториальный момент инерции	29138,079	см^6
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	12,444	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	10,528	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	848,083	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	848,083	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	363,213	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	363,213	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	12636,441	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	9044	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	12,444	см
i_v	Минимальный радиус инерции	10,528	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	4,451	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	4,451	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	10,393	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	10,393	см
P	Периметр	231,736	см
M	Масса 1 м	64,056	кг

Длина элемента 6 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т		
1	0	17,9	21,48	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность ветви при действии изгибающего момента My	0,911
пп. 8.2.1, 8.2.3	Прочность ветви при действии поперечной силы Vz	0,531
п. 9.1.1, 9.3.3	Прочность ветви при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,911
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба ветви	0,911
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки ветви из условия местной устойчивости	0,463
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки ветви из условия местной устойчивости	0,488

Коэффициент использования 0,911 - Прочность ветви при действии изгибающего момента My

Расчет подкоса из трубы Ø 325х8

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь:
с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению R_u=38735,984 Т/м^2
с расчетным сопротивлением по пределу текучести R_y=27522,936 Т/м^2

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент условий работы 1

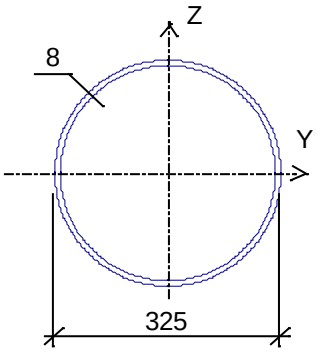


Длина элемента 11,04 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Сечение



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 325x8

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	79,671	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	39,852	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	39,852	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	10013,921	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	10013,921	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	20027,842	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,211	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	11,211	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	$см^3$
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	$см^3$
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	$см^3$
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	$см^3$
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1232,483	$см^3$
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1232,483	$см^3$
I_u	Максимальный момент инерции	10013,921	$см^4$
I_v	Минимальный момент инерции	10013,921	$см^4$
i_u	Максимальный радиус инерции	11,211	см
i_v	Минимальный радиус инерции	11,211	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7,735	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7,735	см
P	Периметр	199,177	см
P_i	Внутренний периметр	97,075	см
P_e	Внешний периметр	102,102	см
M	Масса 1 м	62,542	кг

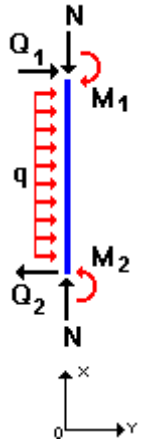


Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

Нагрузки



Загружение 1

Тип: **постоянное**	
N	35,81 Т
M_{y1}	0 Т*м
Q_{z1}	-0,569 Т
M_{y2}	0 Т*м
Q_{z2}	0,569 Т
q_z	0,103 Т/м

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	**Проверка**	**Коэффициент использования**
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	0,093
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qy	0,009
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,256
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,282
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,282
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	0,391
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,163
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,547
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,547
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,228

Коэффициент использования 0,547 - Предельная гибкость в плоскости XOY

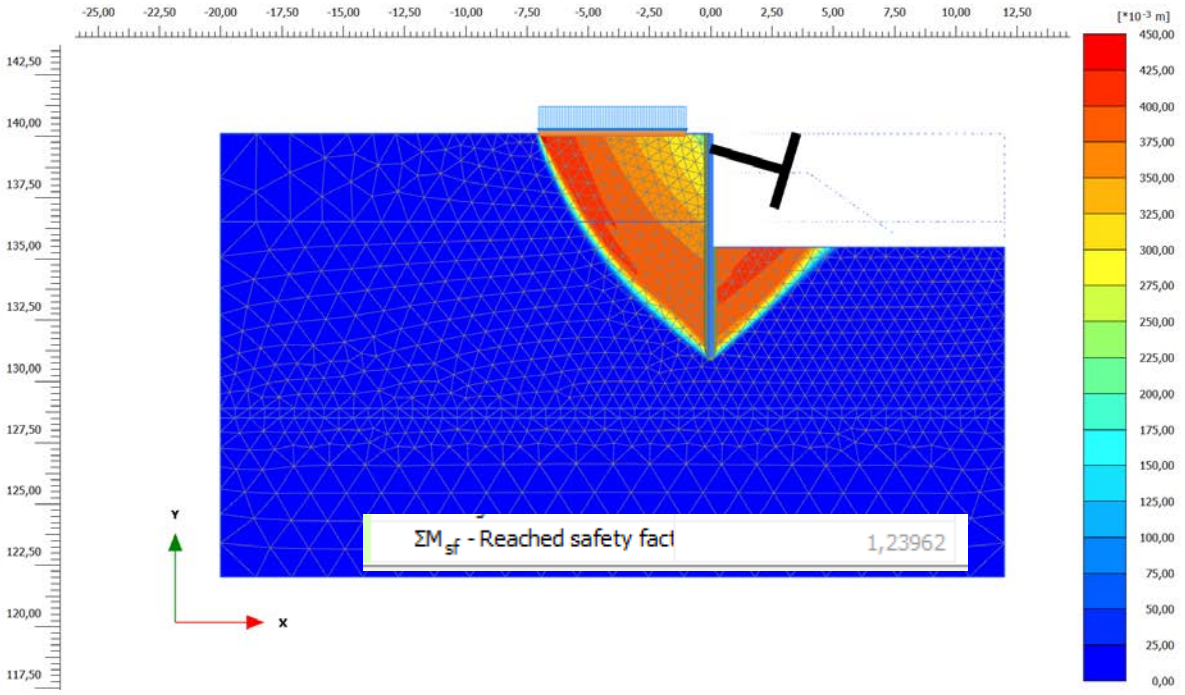


Рис. 5. Расчет устойчивости ограждения. Коэффициент запаса устойчивости 1.24

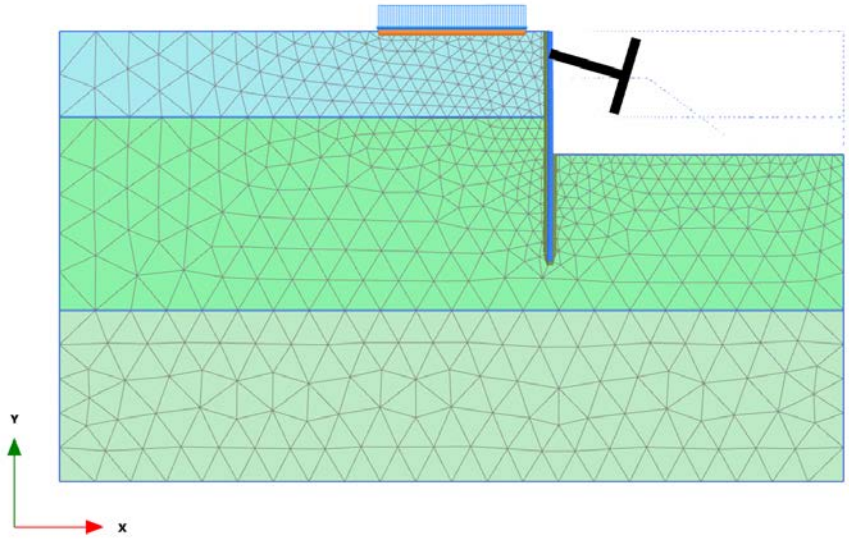


Рис 1. Расчетная схема крепления котлована. Сечение 5-5.

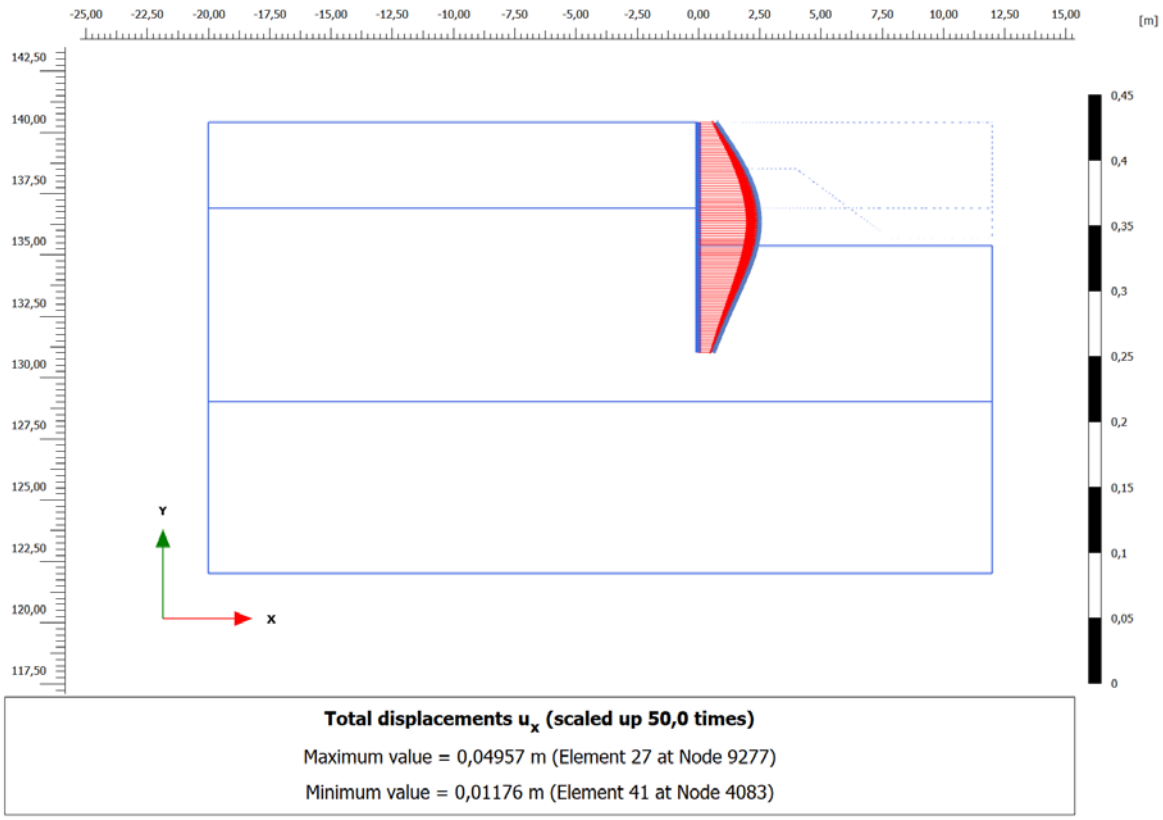


Рис 2. Горизонтальные перемещения в ограждении котлована

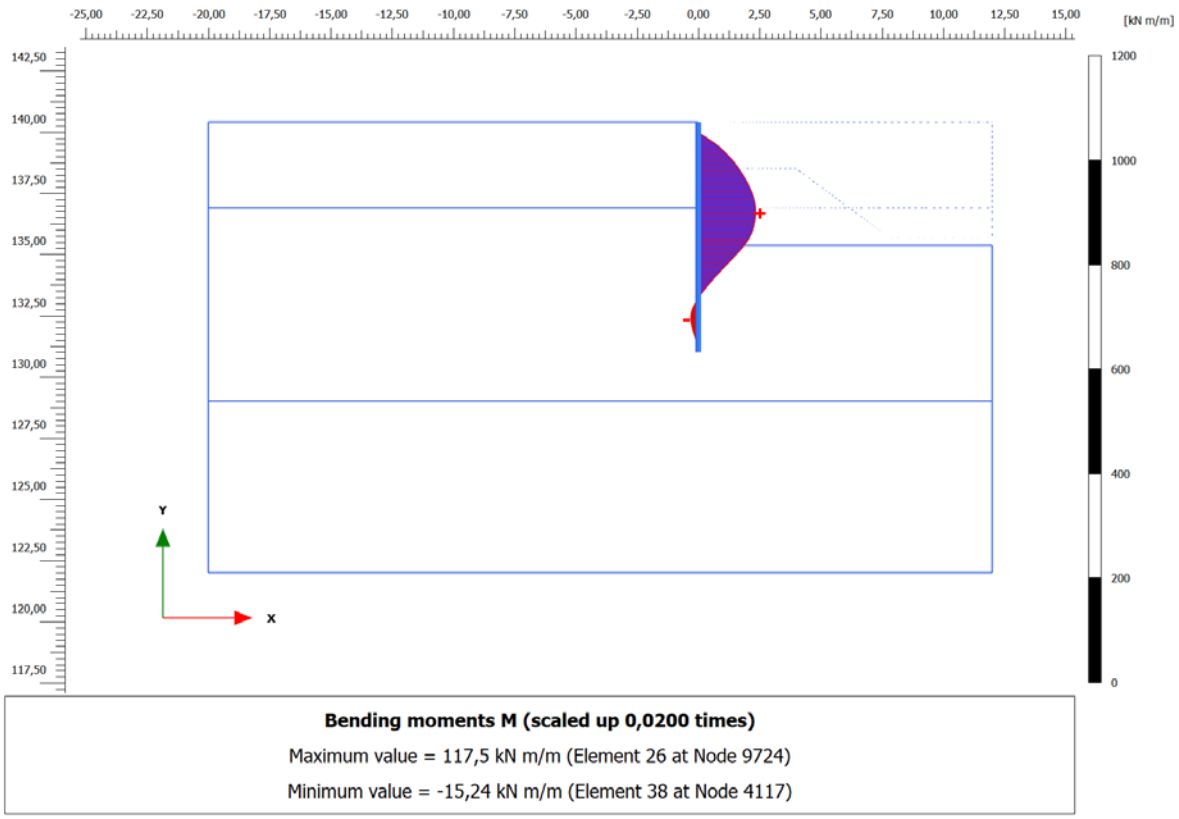


Рис 3. Эпюра изгибающих моментов в ограждении котлована в пересчете на 1м ограждения

Расчет труб ограждения Ø 325х8

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

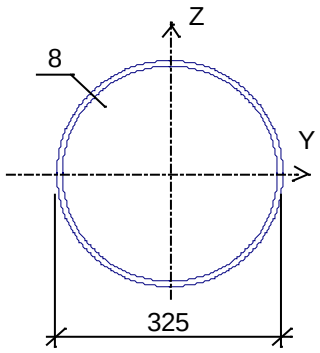
Сталь: С245
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 1

Коэффициент надежности по ответственности 1,1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 325х8

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	79,671	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	39,852	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	39,852	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	10013,921	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	10013,921	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	20027,842	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,211	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	11,211	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1232,483	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1232,483	см^3

	Параметр	Значение	Единица измерения
I_u	Максимальный момент инерции	10013,921	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	10013,921	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	11,211	см
i_v	Минимальный радиус инерции	11,211	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7,735	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7,735	см
P	Периметр	199,177	см
P_i	Внутренний периметр	97,075	см
P_e	Внешний периметр	102,102	см
M	Масса 1 м	62,542	кг

Длина элемента 6 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 1 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т		
1	0	11,75	0	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента My	0,857
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,68
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,215

Коэффициент использования 0,857 - Прочность при действии изгибающего момента My

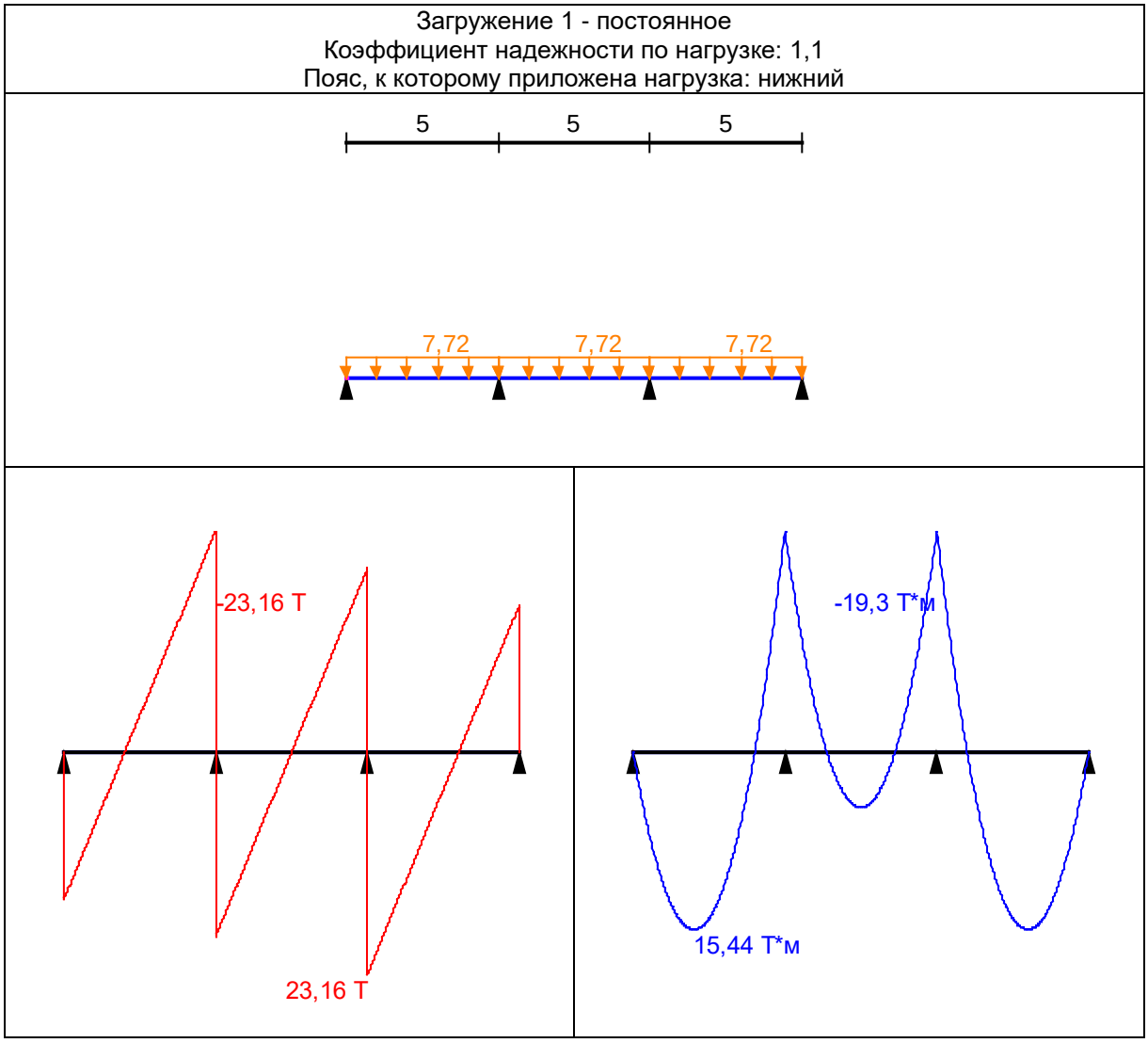
Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	Φ_z [°]	Length [m]
FixedEndAnchor_1_1	10680	1	0,000	140,000	-386,183	-386,183	0,000	-16,699	1,044

Рис 4. Значения усилий в распорной системе

Расчет распределительного пояса

Определим расчетную нагрузку на распределительный пояс из двутавров 30Б1: N = 38,62 т, L = 5,0 м, тогда q = 38,62 / 5,0 = 7,72 т/м.

Определим эпюры моментов и поперечных сил, действующих в распределительном поясе.



Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь: С255
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 1

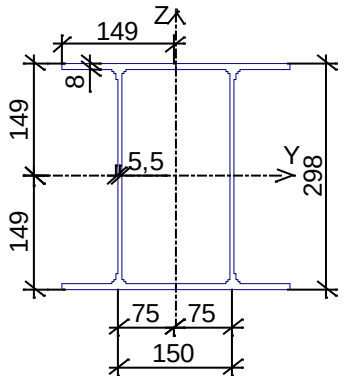
Коэффициент надежности по ответственности 1,1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

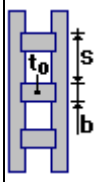
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Двутавр балочный нормальный по ГОСТ Р 57837-2017 30Б1

Решетка



b = 100 мм
t_0 = 10 мм
s = 1000 мм

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	81,6	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	33,075	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	30,131	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	12636,441	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	5474	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	5556,622	см^4
I_w	Секториальный момент инерции	62169,802	см^6
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	12,444	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	8,19	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	848,083	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	848,083	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	244,375	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	244,375	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	12636,441	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	5474	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	12,444	см
i_v	Минимальный радиус инерции	8,19	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	2,995	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	2,995	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	10,393	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	10,393	см
P	Периметр	231,736	см
M	Масса 1 м	64,056	кг

Длина элемента 6 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T		
1	0	19,3	23,16	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность ветви при действии изгибающего момента My	0,982
пп. 8.2.1, 8.2.3	Прочность ветви при действии поперечной силы Vz	0,572
п. 9.1.1, 9.3.3	Прочность ветви при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,982
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба ветви	0,982
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки ветви из условия местной устойчивости	0,463
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки ветви из условия местной устойчивости	0,507

Коэффициент использования 0,982 - Прочность ветви при действии изгибающего момента My

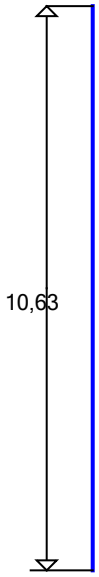
Расчет подкоса из трубы Ø 325х8

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь:
с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению R_u=38735,984 Т/м^2
с расчетным сопротивлением по пределу текучести R_y=27522,936 Т/м^2

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент условий работы 1

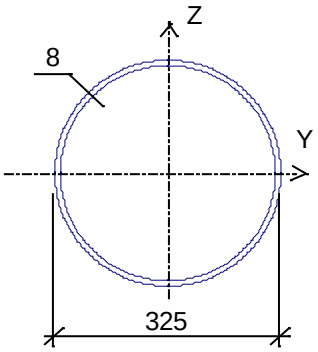


Длина элемента 10,63 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 5 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Сечение



Профиль: Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91 325x8

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	79,671	$см^2$
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	39,852	$см^2$
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	39,852	$см^2$
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	10013,921	$см^4$
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	10013,921	$см^4$
I_t	Момент инерции при свободном кручении	20027,842	$см^4$
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	11,211	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	11,211	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	616,241	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	616,241	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1232,483	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1232,483	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	10013,921	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	10013,921	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	11,211	см
i_v	Минимальный радиус инерции	11,211	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	7,735	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7,735	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7,735	см
P	Периметр	199,177	см
P_i	Внутренний периметр	97,075	см
P_e	Внешний периметр	102,102	см
M	Масса 1 м	62,542	кг

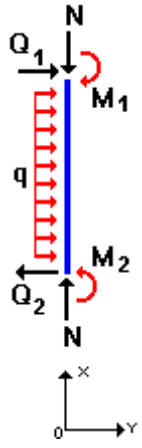


Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

Нагрузки



Загружение 1

Тип: **постоянное**	
N	38,62 Т
M_{y1}	0 Т*м
Q_{z1}	-0,547 Т
M_{y2}	0 Т*м
Q_{z2}	0,547 Т
q_z	0,103 Т/м

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	**Проверка**	**Коэффициент использования**
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	0,086
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qy	0,009
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,262
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,289
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,289
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	0,391
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,176
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,527
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,527
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,228

Коэффициент использования 0,527 - Предельная гибкость в плоскости XOY

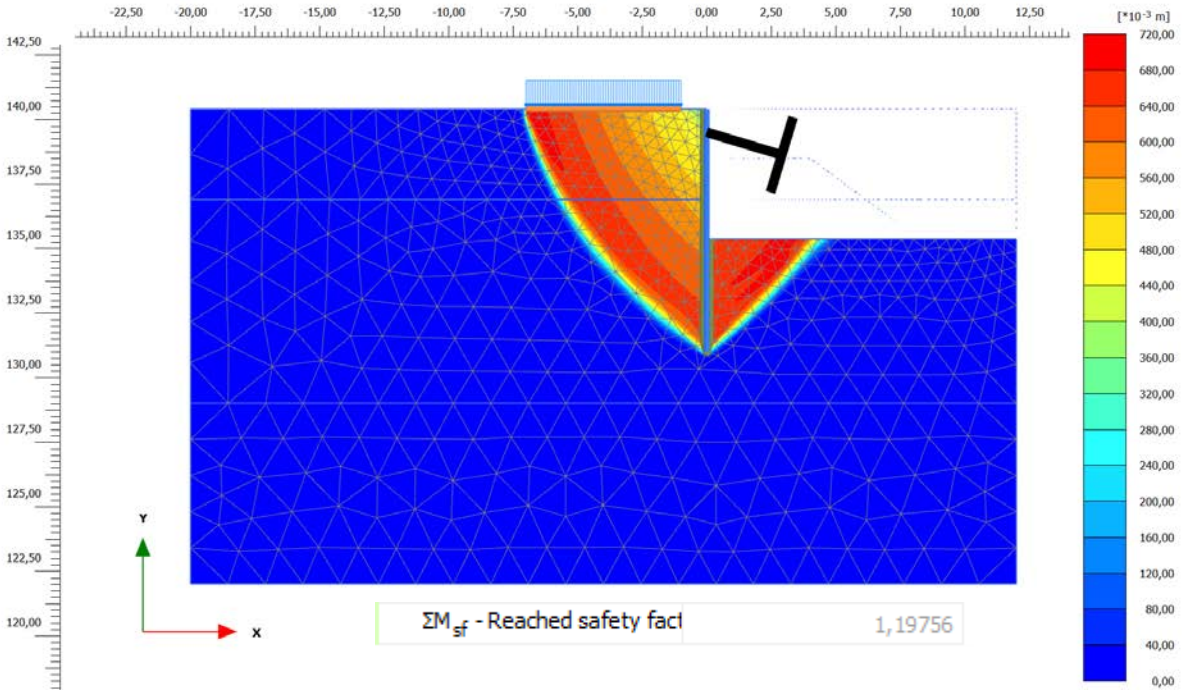


Рис. 5. Расчет устойчивости ограждения. Коэффициент запаса устойчивости 1.2

Расчет ограждения траншей

$H_{макс}$ = 3,8 м

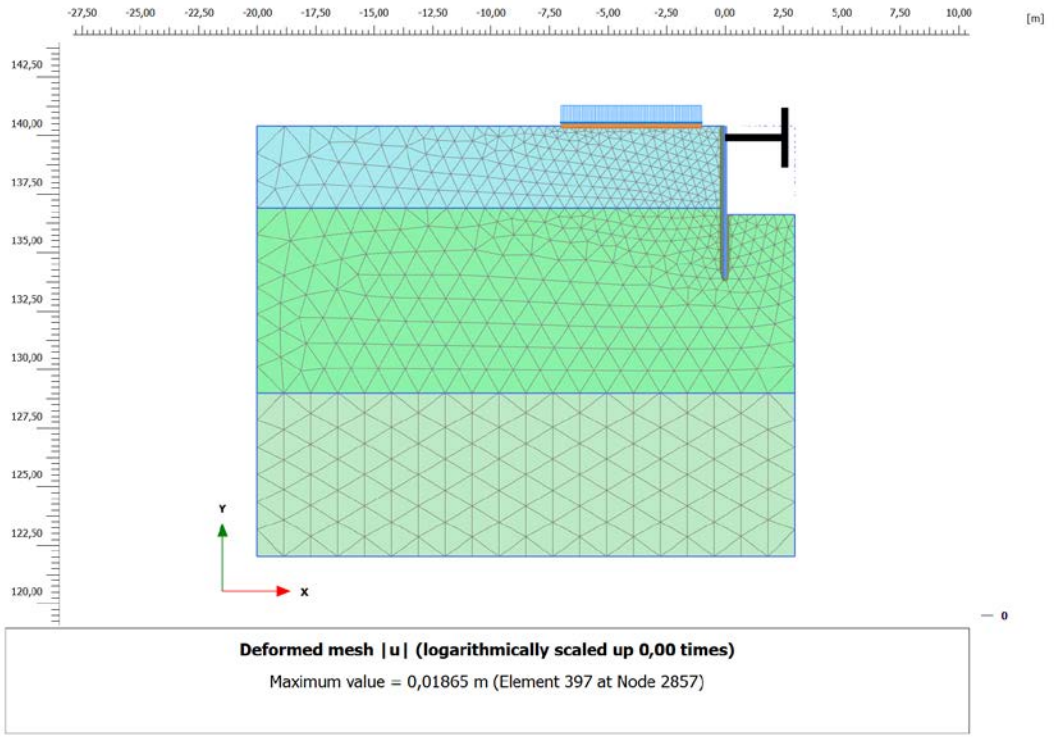


Рис 1. Расчетная схема крепления котлована. Сечение 1-1.

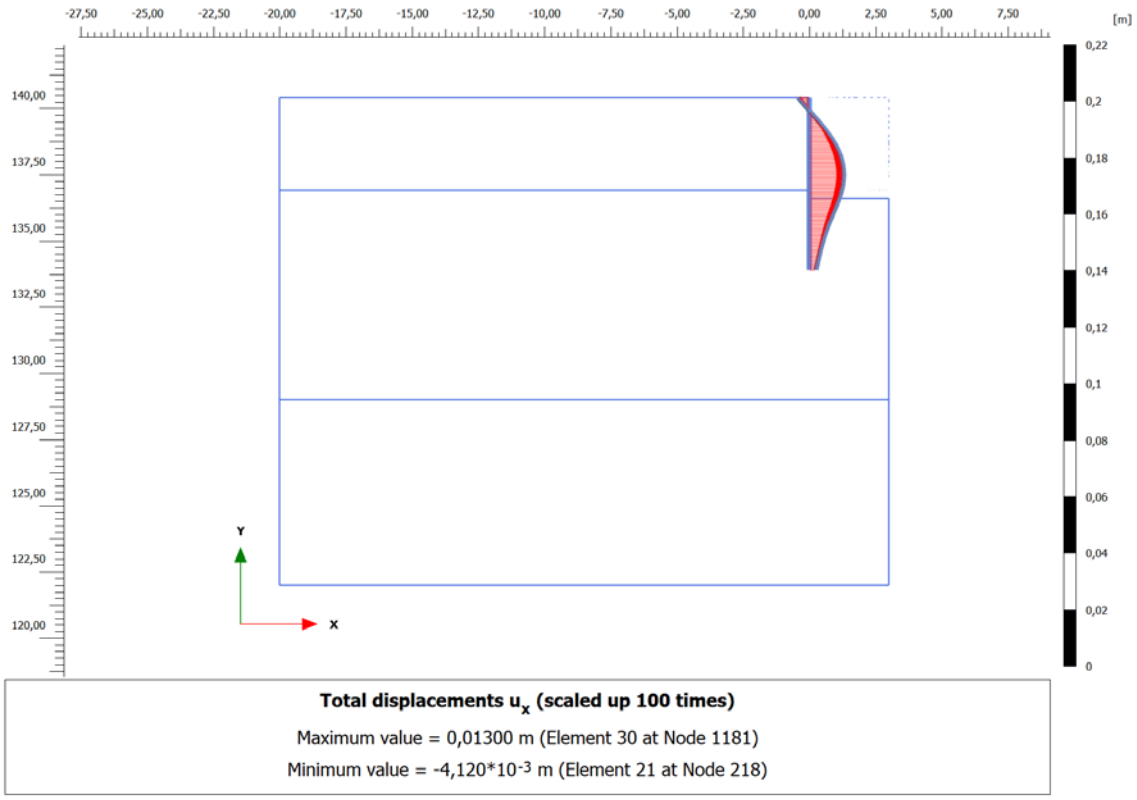


Рис 2. Горизонтальные перемещения в ограждении котлована

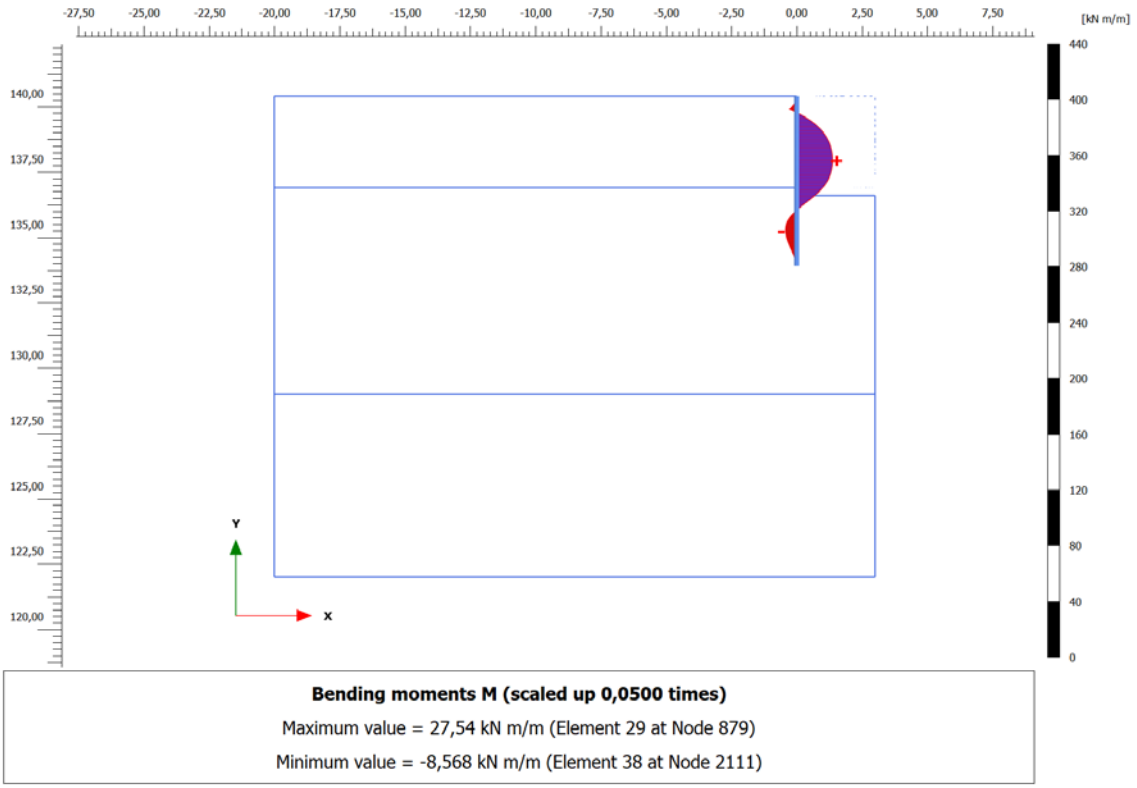


Рис 3. Эпюра изгибающих моментов в ограждении котлована в пересчете на 1м ограждения

Расчет труб ограждения Ø 219х10

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

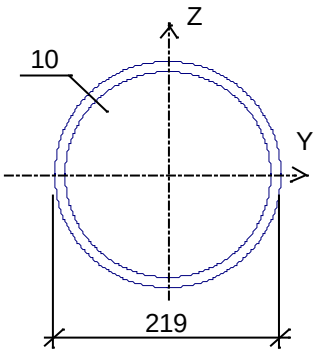
Сталь: С245
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Трубы стальные бесшовные горячедеформированные, ГОСТ 8732-78 219x10

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	65,659	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	32,88	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	32,88	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	3593,287	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3593,287	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	7186,573	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	7,398	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	7,398	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	328,154	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	328,154	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	328,154	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	328,154	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	656,308	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	656,308	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	3593,287	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	3593,287	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	7,398	см
i_v	Минимальный радиус инерции	7,398	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	4,998	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	4,998	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	4,998	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	4,998	см
P	Периметр	131,319	см
P_i	Внутренний периметр	62,518	см
P_e	Внешний периметр	68,801	см
M	Масса 1 м	51,543	кг

Длина элемента 3,8 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 0,7



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 0,7

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 4 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T		
1	0	2,75	0	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента My	0,343
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,272
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,114

Коэффициент использования 0,343 - Прочность при действии изгибающего момента My

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	Φ_z [°]	Length [m]
FixedEndAnchor_1_1	327	1	0,000	139,900	-257,966	-257,966	0,000	0,000	1,000

Рис 4. Значения усилий в распорной системе

Расчет распределительного пояса

Определим расчетную нагрузку на распределительный пояс из двутавров 30Б2: N = 25,6 т, L = 4,0 м, тогда q = 25,6 / 4,0 = 6,4 т/м.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

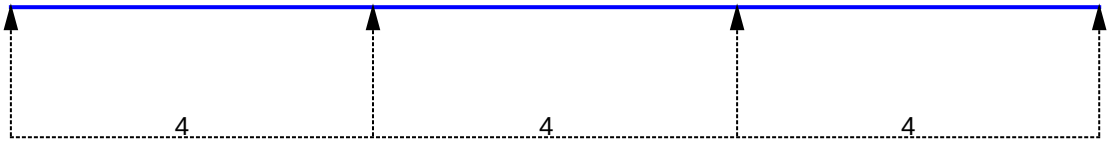
Общие характеристики

Сталь:
с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению R_u=38735,984 Т/м^2
с расчетным сопротивлением по пределу текучести R_y=27522,936 Т/м^2

Коэффициент надежности по ответственности γ_n = 1

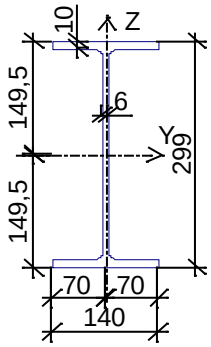
Коэффициент условий работы 1

Конструктивное решение



Расстояние между точками раскрепления из плоскости 4 м

Сечение



Профиль: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 30Б2

Геометрические характеристики

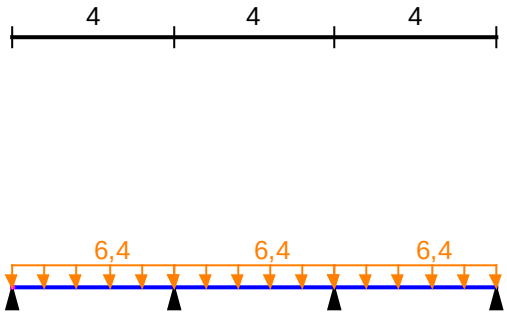
	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	46,67	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	19,557	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	16,516	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	7293	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	458,6	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	14,722	см^4
I_w	Секториальный момент инерции	95756,83	см^6
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	12,501	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,135	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	487,826	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	487,826	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	65,514	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	65,514	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	547,658	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	101,738	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	7293	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	458,6	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	12,501	см
i_v	Минимальный радиус инерции	3,135	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления	1,404	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
	оси Y(U)		
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,404	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	10,453	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	10,453	см
Z_b	Координата центра изгиба по оси Z	14,95	см
P	Периметр	112,025	см
M	Масса 1 м	36,636	кг

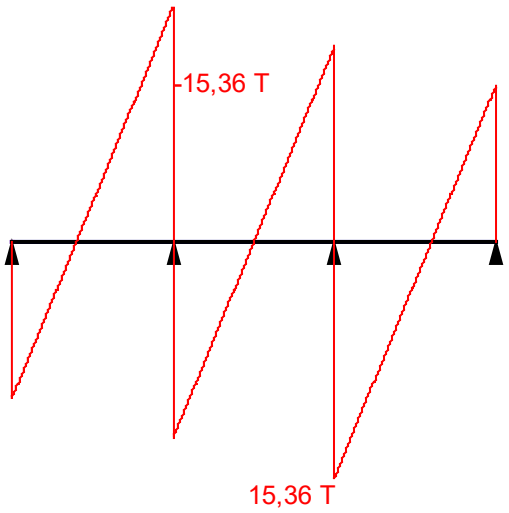
Загружение 1 - постоянное

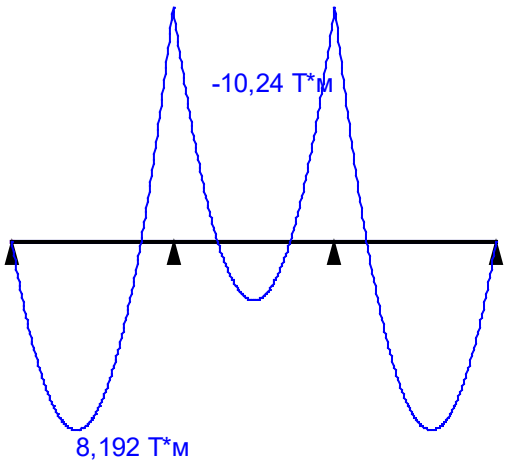
	Тип нагрузки	Величина	
	пролет 1, длина = 4 м		
		6,4	Т/м
	пролет 2, длина = 4 м		
		6,4	Т/м
	пролет 3, длина = 4 м		
		6,4	Т/м

Загружение 1 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1
Пояс, к которому приложена нагрузка: нижний

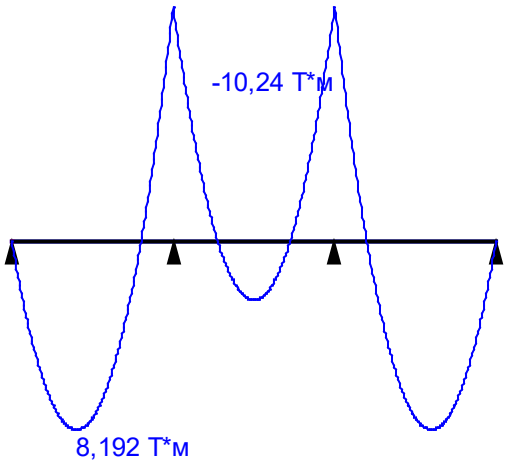


Загружение 1 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1
Пояс, к которому приложена нагрузка: нижний

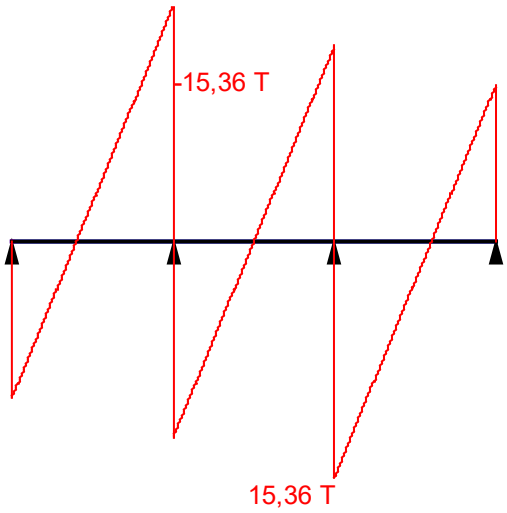




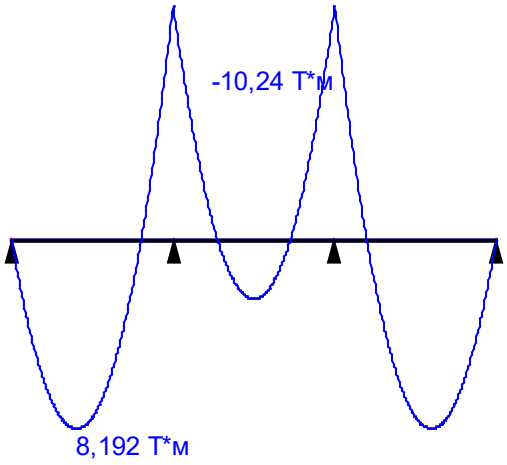
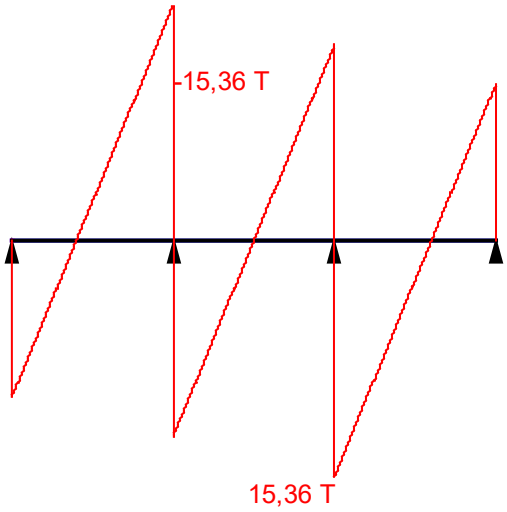
Огибающая величин Mmax по значениям расчетных нагрузок

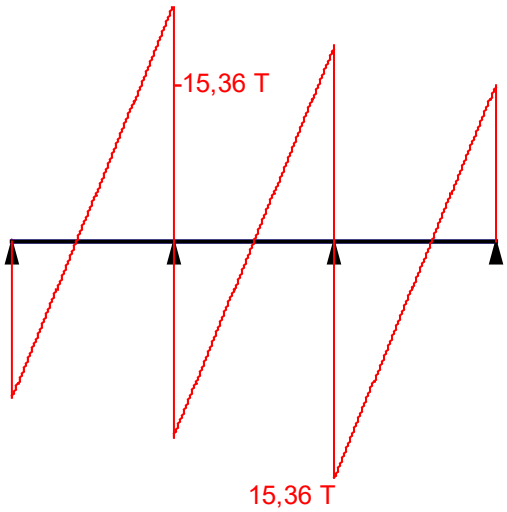
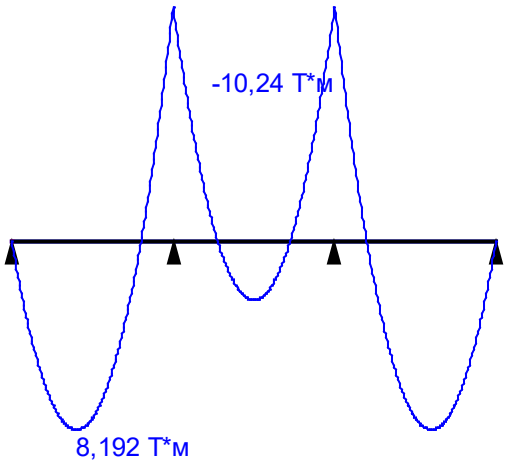


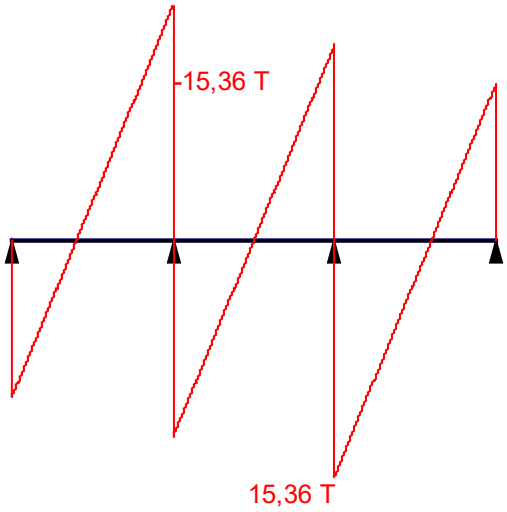
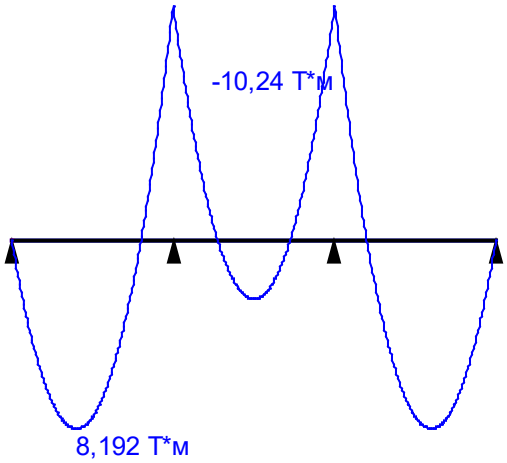
Максимальный изгибающий момент

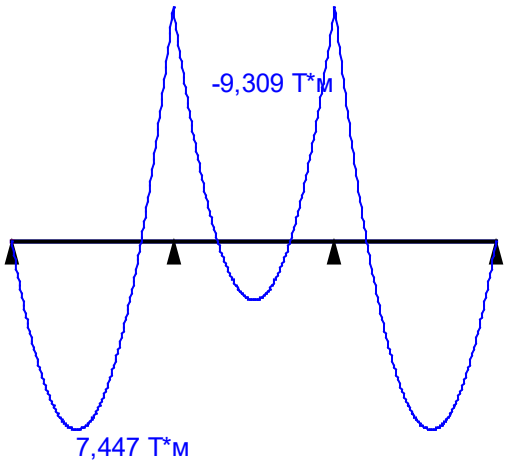
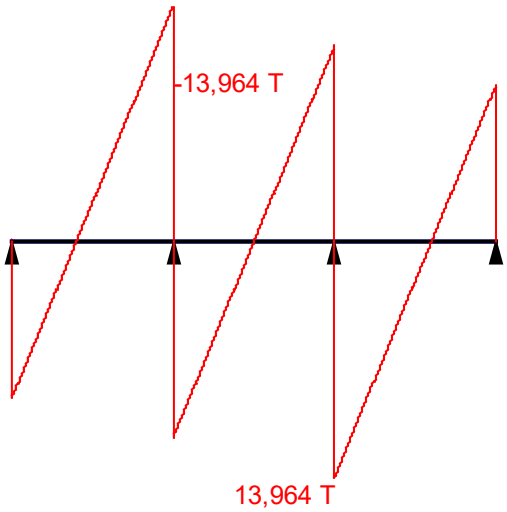


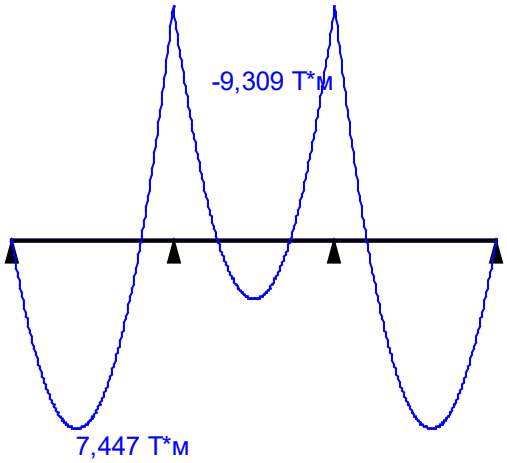
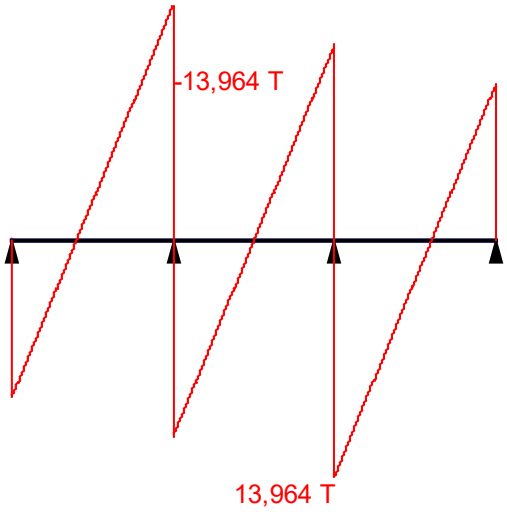
Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

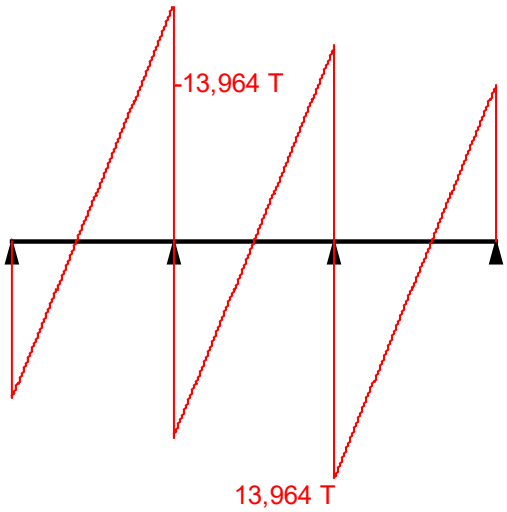
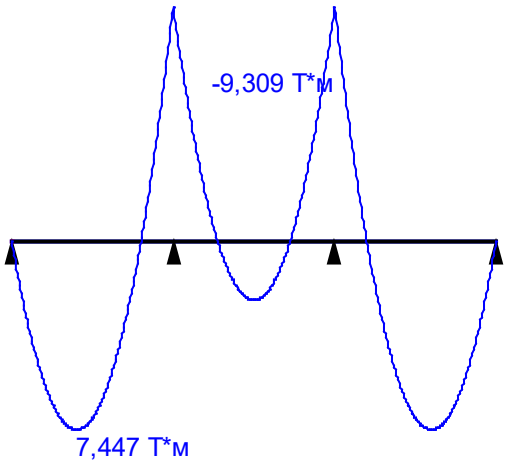
Огибающая величин Mmin по значениям расчетных нагрузок	
	
Минимальный изгибающий момент	Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту

Огибающая величин Qmax по значениям расчетных нагрузок	
	
Максимальная перерезывающая сила	Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

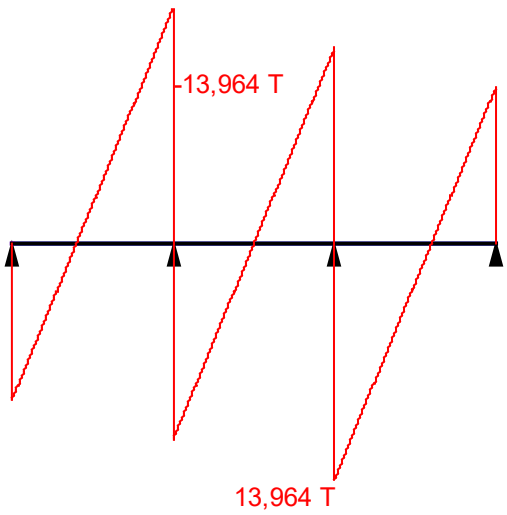
Огибающая величин Qmin по значениям расчетных нагрузок	
	
Минимальная перерезывающая сила	Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе

Огибающая величин Mmax по значениям нормативных нагрузок	
	
Максимальный изгибающий момент	Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

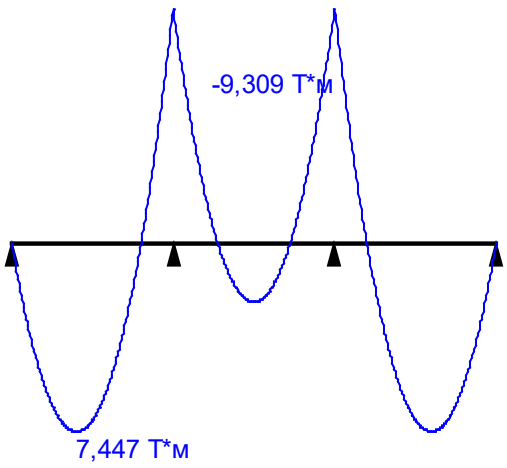
Огибающая величин Mmin по значениям нормативных нагрузок	
	
Минимальный изгибающий момент	Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту

Огибающая величин Qmax по значениям нормативных нагрузок	
	
Максимальная перерезывающая сила	Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

Огибающая величин Qmin по значениям нормативных нагрузок



Минимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Сила в опоре 1	**Сила в опоре 2**	**Сила в опоре 3**	**Сила в опоре 4**
	Т	**Т**	**Т**	**Т**
по критерию M_{max}	10,24	28,16	28,16	10,24
по критерию M_{min}	10,24	28,16	28,16	10,24
по критерию Q_{max}	10,24	28,16	28,16	10,24
по критерию Q_{min}	10,24	28,16	28,16	10,24

Результаты расчета

Проверено по СНиП	**Проверка**	**Коэффициент использования**
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,583
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,763
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,809
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,706
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,429
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,329

Коэффициент использования 0,809 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента

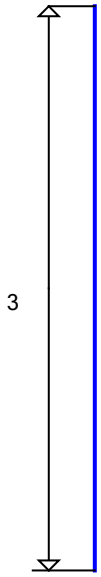
Расчет распорки из трубы Ø 219x10

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь:
с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению R_u=38735,984 Т/м^2
с расчетным сопротивлением по пределу текучести R_y=27522,936 Т/м^2

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент условий работы 1

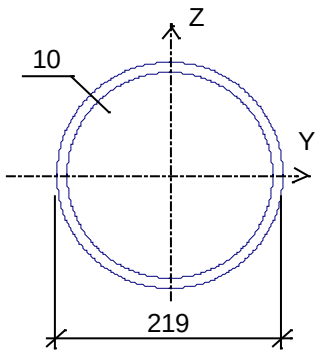


Длина элемента 3 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Сечение



Профиль: Трубы стальные бесшовные горячедеформированные, ГОСТ 8732-78 219x10

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	65,659	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	32,88	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	32,88	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	3593,287	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3593,287	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	7186,573	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	7,398	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	7,398	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	328,154	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	328,154	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	328,154	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	328,154	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	656,308	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	656,308	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	3593,287	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	3593,287	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	7,398	см
i_v	Минимальный радиус инерции	7,398	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	4,998	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	4,998	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	4,998	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	4,998	см
P	Периметр	131,319	см
P_i	Внутренний периметр	62,518	см
P_e	Внешний периметр	68,801	см
M	Масса 1 м	51,543	кг

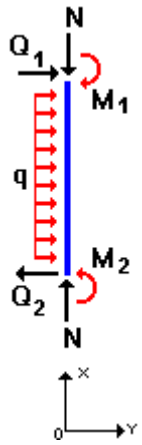


Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

Нагрузки



Загружение 1

Тип: **постоянное**	
N	25,6 Т
M_{y1}	0 Т*м
Q_{z1}	0 Т
M_{y2}	0 Т*м
Q_{z2}	0 Т
q_z	0 Т/м

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	**Проверка**	**Коэффициент использования**
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,142
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,152
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,152
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,142
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,225
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,225
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,12

Коэффициент использования 0,225 - Предельная гибкость в плоскости XOY

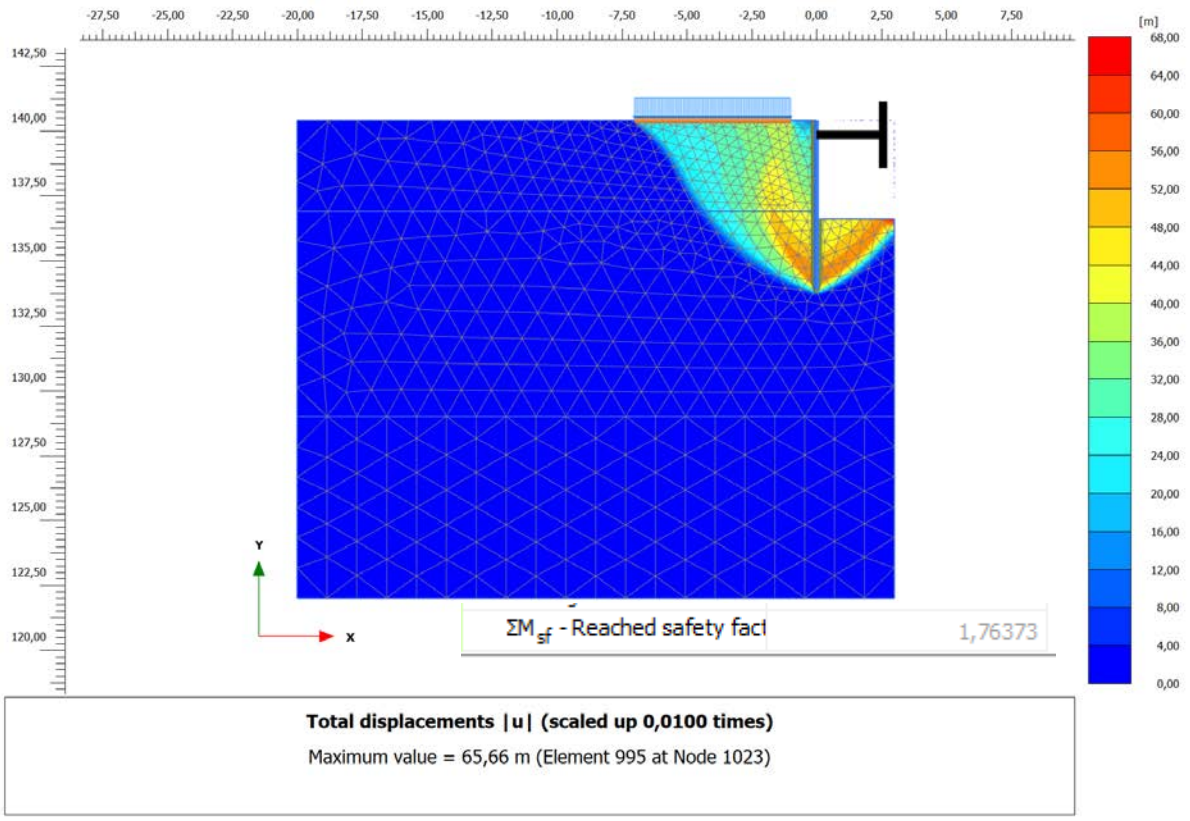


Рис. 6. Расчет устойчивости ограждения. Коэффициент запаса устойчивости 1,76

Расчет ограждения траншей

$H_{макс}$ = 4,65 м

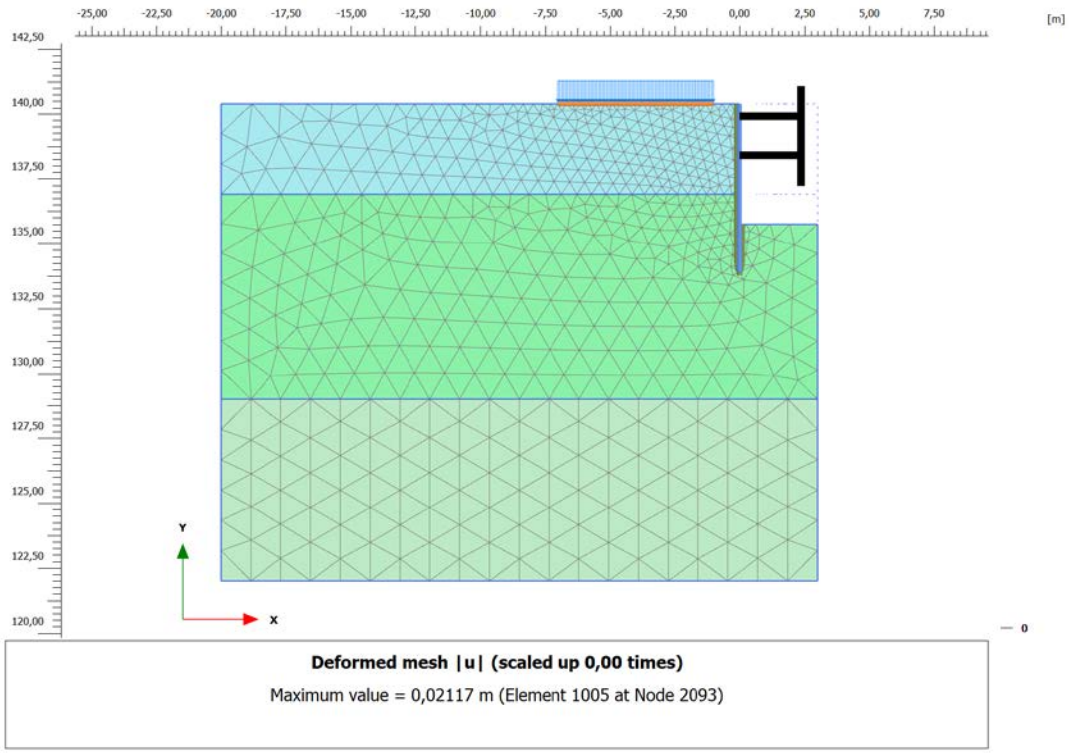


Рис 1. Расчетная схема крепления котлована. Сечение 1-1.

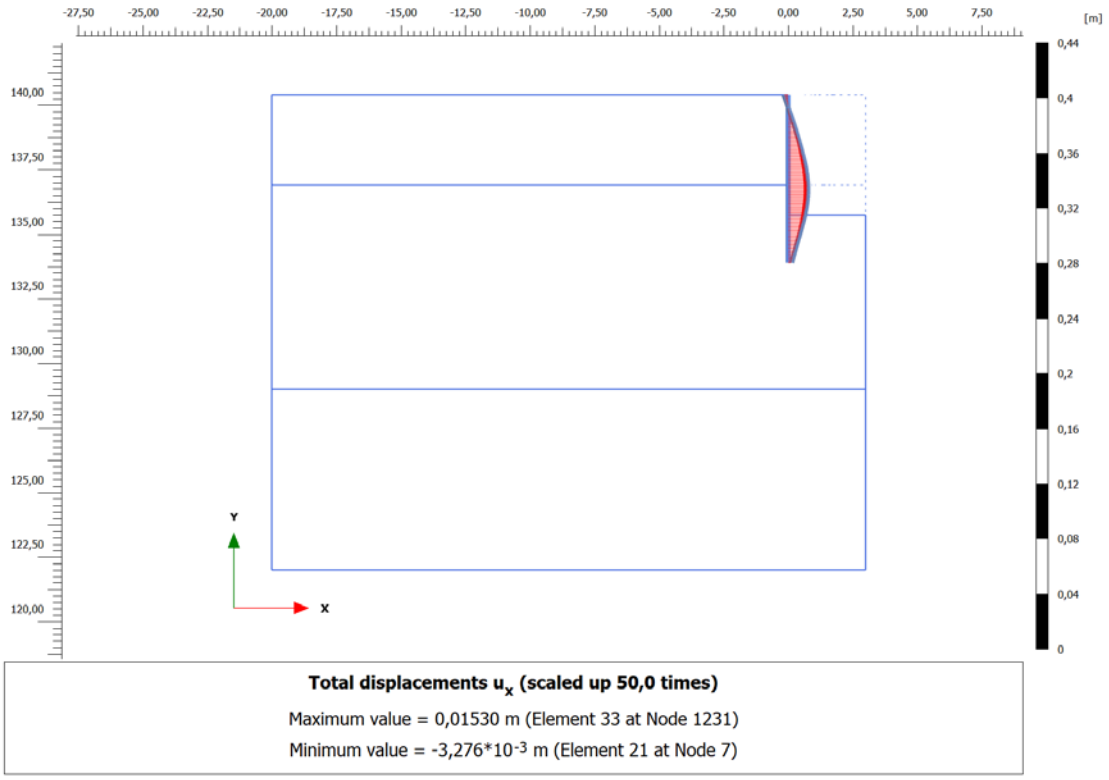


Рис 2. Горизонтальные перемещения в ограждении котлована

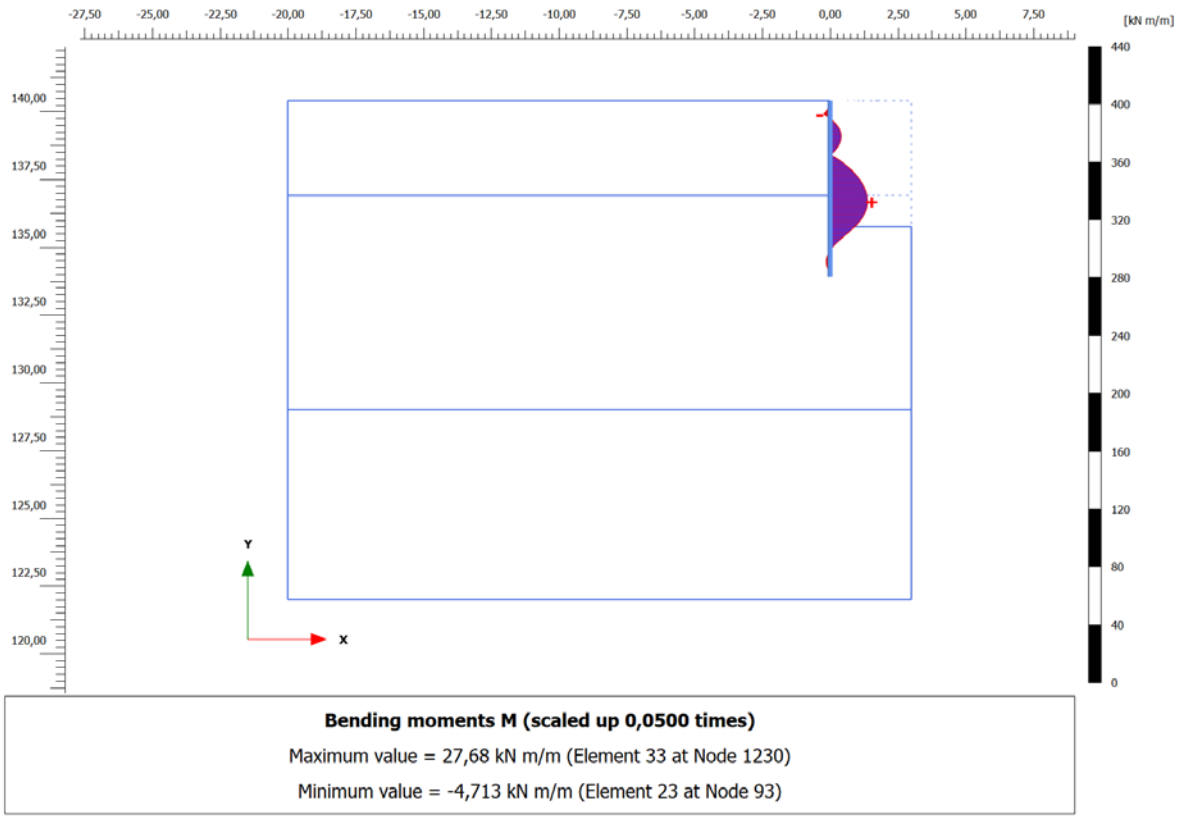


Рис 3. Эпюра изгибающих моментов в ограждении котлована в пересчете на 1м ограждения

Расчет труб ограждения Ø 219х10

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

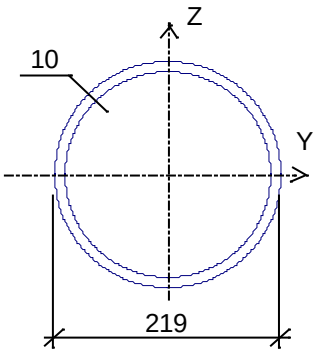
Сталь: С245
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 2

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент условий работы 1

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Сечение



Профиль: Трубы стальные бесшовные горячедеформированные, ГОСТ 8732-78 219x10

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	65,659	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	32,88	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	32,88	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	3593,287	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3593,287	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	7186,573	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	7,398	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	7,398	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	328,154	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	328,154	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	328,154	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	328,154	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	656,308	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	656,308	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	3593,287	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	3593,287	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	7,398	см
i_v	Минимальный радиус инерции	7,398	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	4,998	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	4,998	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	4,998	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	4,998	см
P	Периметр	131,319	см
P_i	Внутренний периметр	62,518	см
P_e	Внешний периметр	68,801	см
M	Масса 1 м	51,543	кг

Длина элемента 4,65 м



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 0,7



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 0,7

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 4 м

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T		
1	0	2,77	0	0	0		

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента My	0,345
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,274
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,114

Коэффициент использования 0,345 - Прочность при действии изгибающего момента My

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	Φ_z [°]	Length [m]
FixedEndAnchor_1_1	93	1	0,000	139,900	-195,045	-240,711	0,000	0,000	1,000

Рис 4. Значения усилий в распорной системе 1-го яруса

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	Φ_z [°]	Length [m]
FixedEndAnchor_2_1	831	1	0,000	138,400	-202,382	-202,382	0,000	0,000	1,000

Рис 5. Значения усилий в распорной системе 2-го яруса

Расчет распределительного пояса

Определим расчетную нагрузку на наиболее нагруженный распределительный пояс из двутавров 30Б2:

N = 24,1 т, L = 4,0 м, тогда q = 24,1 / 4,0 = 6,03 т/м.

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь:

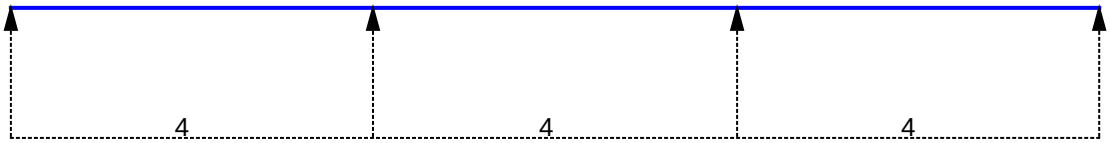
с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению R_u=38735,984 Т/м^2

с расчетным сопротивлением по пределу текучести R_y=27522,936 Т/м^2

Коэффициент надежности по ответственности γ_n = 1

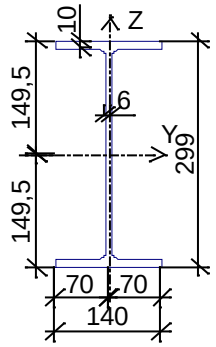
Коэффициент условий работы 1

Конструктивное решение



Расстояние между точками раскрепления из плоскости 4 м

Сечение



Профиль: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 30Б2

Геометрические характеристики

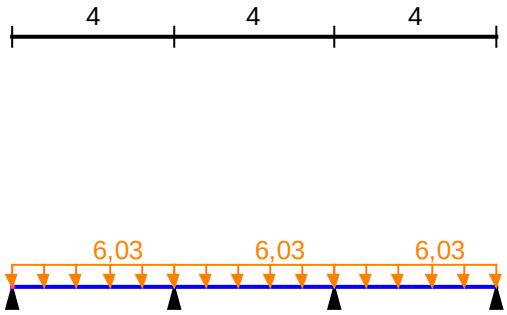
	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	46,67	$см^2$
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	19,557	$см^2$
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	16,516	$см^2$
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	7293	$см^4$
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	458,6	$см^4$
I_t	Момент инерции при свободном кручении	14,722	$см^4$
I_w	Секториальный момент инерции	95756,83	$см^6$
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	12,501	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,135	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	487,826	$см^3$
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	487,826	$см^3$
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	65,514	$см^3$
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	65,514	$см^3$
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	547,658	$см^3$
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	101,738	$см^3$
I_u	Максимальный момент инерции	7293	$см^4$
I_v	Минимальный момент инерции	458,6	$см^4$
i_u	Максимальный радиус инерции	12,501	см
i_v	Минимальный радиус инерции	3,135	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,404	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,404	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	10,453	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	10,453	см
Z_b	Координата центра изгиба по оси Z	14,95	см
P	Периметр	112,025	см
M	Масса 1 м	36,636	кг

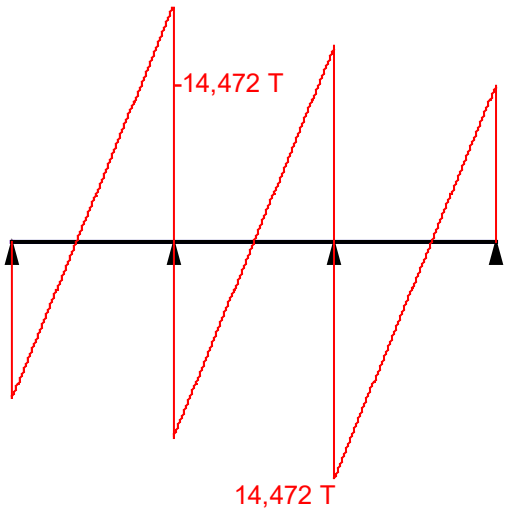
Загружение 1 - постоянное

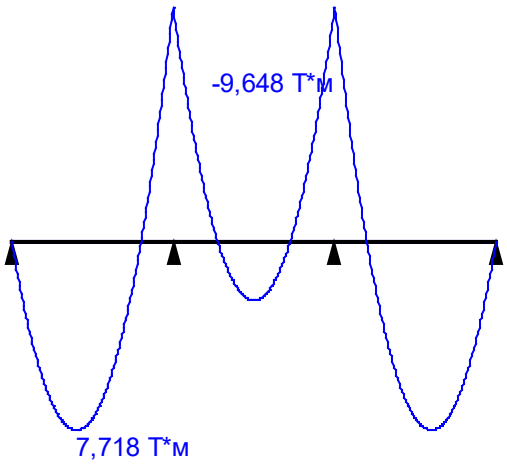
	Тип нагрузки	Величина	
	пролет 1, длина = 4 м		
		6,03	Т/м
	пролет 2, длина = 4 м		
		6,03	Т/м
	пролет 3, длина = 4 м		
		6,03	Т/м

Загружение 1 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1
Пояс, к которому приложена нагрузка: нижний

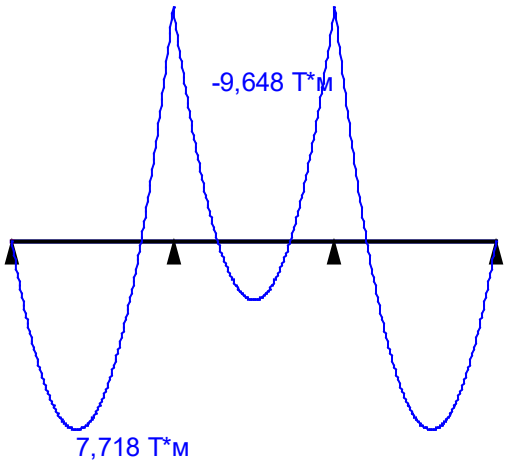


Загружение 1 - постоянное
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1
Пояс, к которому приложена нагрузка: нижний

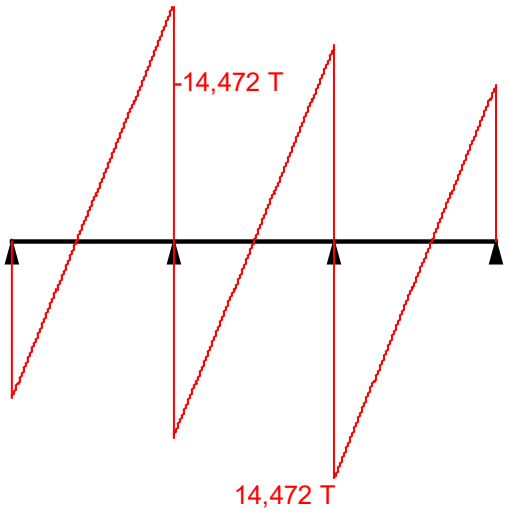




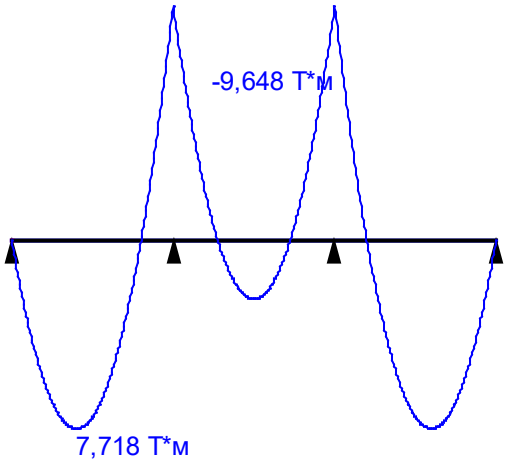
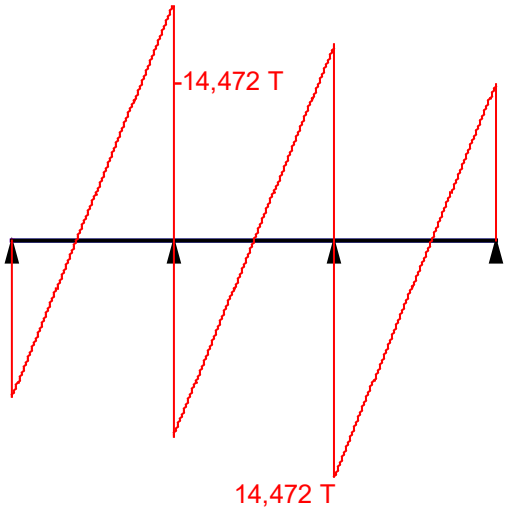
Огибающая величин Mmax по значениям расчетных нагрузок

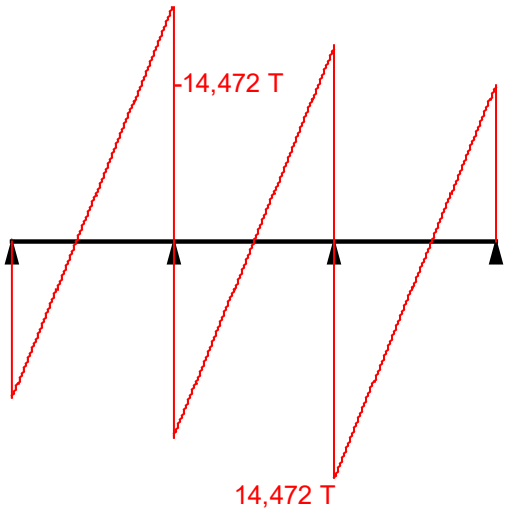
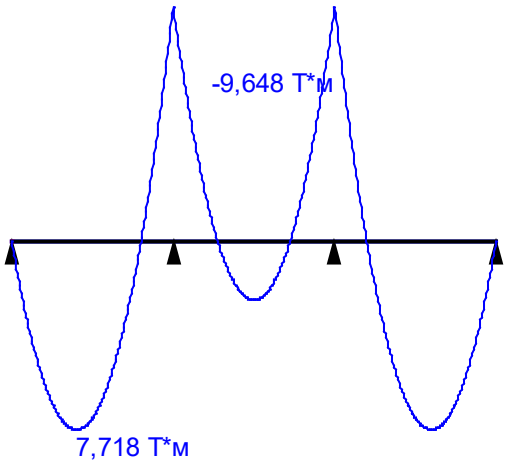


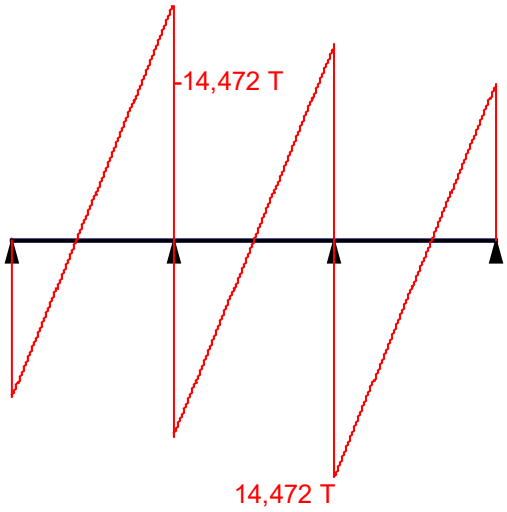
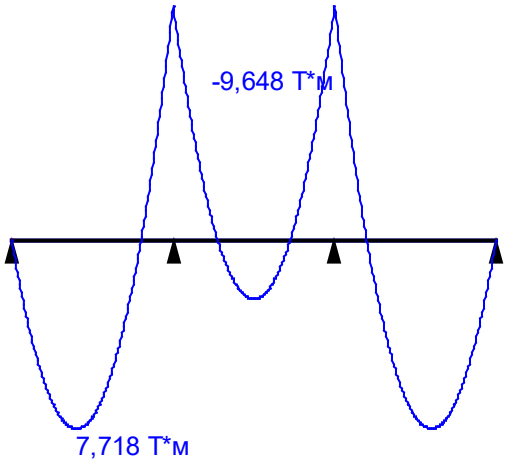
Максимальный изгибающий момент

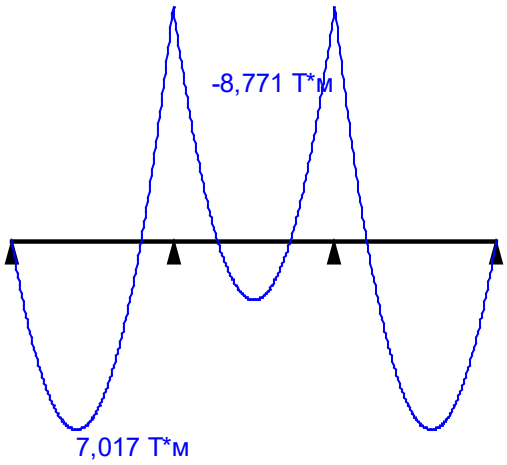
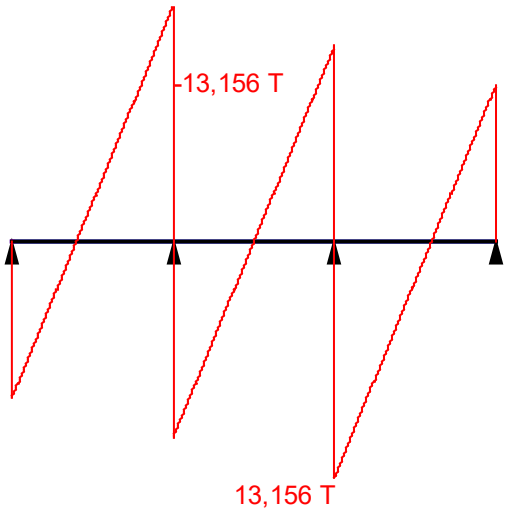


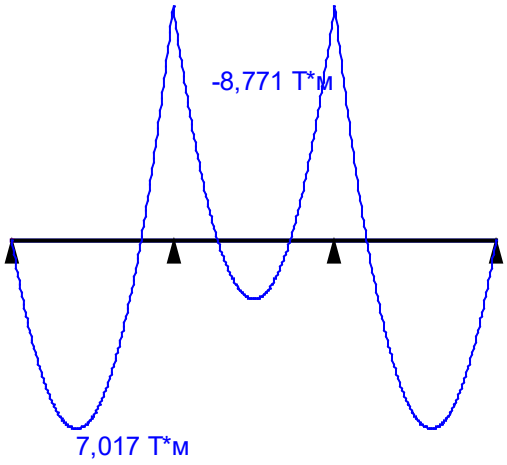
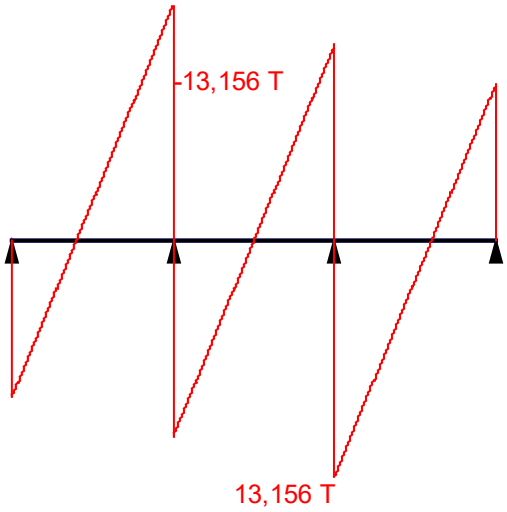
Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

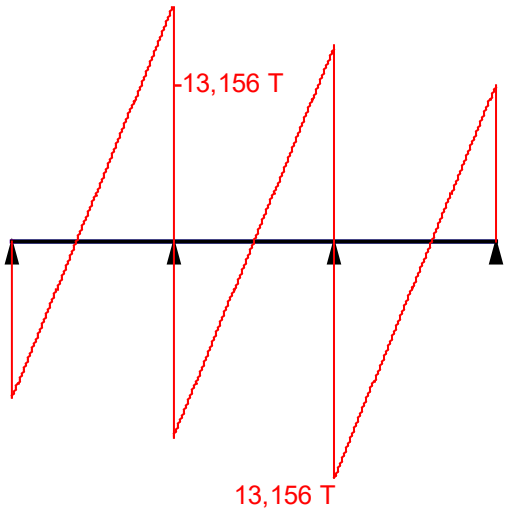
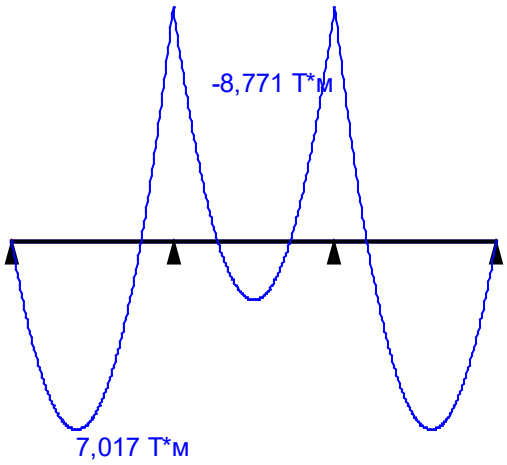
Огибающая величин Mmin по значениям расчетных нагрузок	
	
Минимальный изгибающий момент	Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту

Огибающая величин Qmax по значениям расчетных нагрузок	
	
Максимальная перерезывающая сила	Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

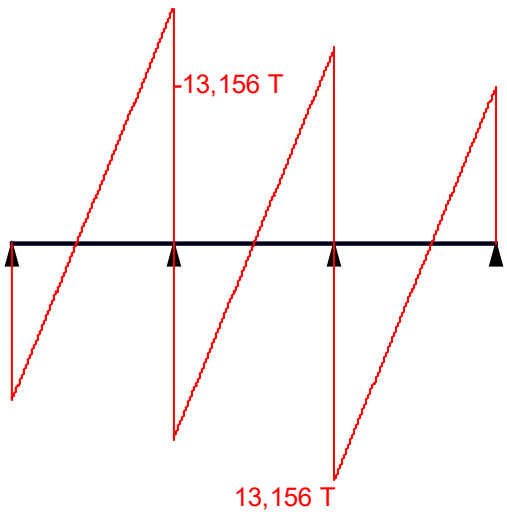
Огибающая величин Qmin по значениям расчетных нагрузок	
	
Минимальная перерезывающая сила	Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе

Огибающая величин Mmax по значениям нормативных нагрузок	
	
Максимальный изгибающий момент	Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

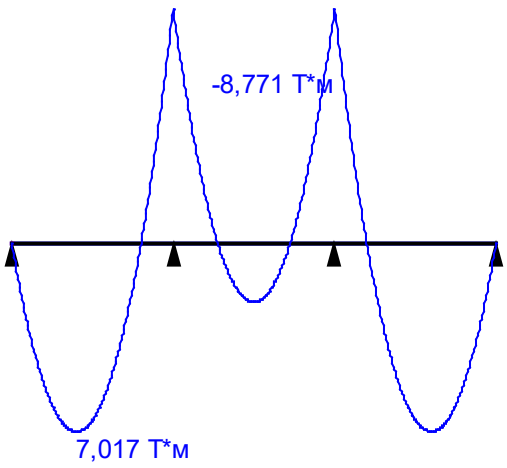
Огибающая величин Mmin по значениям нормативных нагрузок	
	
Минимальный изгибающий момент	Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту

Огибающая величин Qmax по значениям нормативных нагрузок	
	
Максимальная перерезывающая сила	Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

Огибающая величин Qmin по значениям нормативных нагрузок



Минимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе

	Опорные реакции			
	Сила в опоре 1	**Сила в опоре 2**	**Сила в опоре 3**	**Сила в опоре 4**
	Т	**Т**	**Т**	**Т**
по критерию M_{max}	9,648	26,532	26,532	9,648
по критерию M_{min}	9,648	26,532	26,532	9,648
по критерию Q_{max}	9,648	26,532	26,532	9,648
по критерию Q_{min}	9,648	26,532	26,532	9,648

Результаты расчета

Проверено по СНиП	**Проверка**	**Коэффициент использования**
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,549
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,719
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,763
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,666
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,429
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,319

Коэффициент использования 0,763 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента

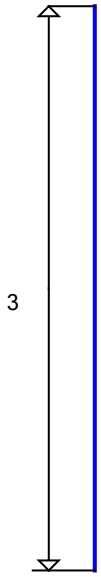
Расчет распорки из трубы Ø 219х10

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017 с изменениями №1,2

Общие характеристики

Сталь:
с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению R_u=38735,984 Т/м^2
с расчетным сопротивлением по пределу текучести R_y=27522,936 Т/м^2

Коэффициент надежности по ответственности 1
Коэффициент условий работы 1

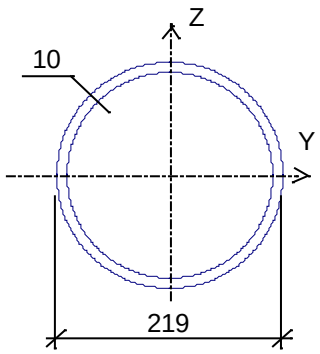


Длина элемента 3 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180
Предельная гибкость для растянутых элементов: 300

Сечение



Профиль: Трубы стальные бесшовные горячедеформированные, ГОСТ 8732-78 219х10

Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	65,659	см^2
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	32,88	см^2
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	32,88	см^2
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	3593,287	см^4
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3593,287	см^4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	7186,573	см^4
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	7,398	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	7,398	см
Y_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z_s	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	328,154	см^3
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	328,154	см^3
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	328,154	см^3
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	328,154	см^3
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	656,308	см^3
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	656,308	см^3
I_u	Максимальный момент инерции	3593,287	см^4
I_v	Минимальный момент инерции	3593,287	см^4
i_u	Максимальный радиус инерции	7,398	см
i_v	Минимальный радиус инерции	7,398	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	4,998	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	4,998	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	4,998	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	4,998	см
P	Периметр	131,319	см
P_i	Внутренний периметр	62,518	см
P_e	Внешний периметр	68,801	см
M	Масса 1 м	51,543	кг

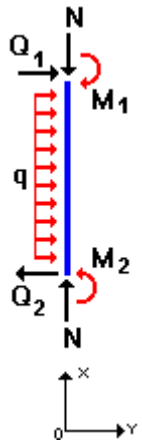


Коэффициент расчетной длины в плоскости XOY - 1



Коэффициент расчетной длины в плоскости XOZ - 1

Нагрузки



Загружение 1

Тип: **постоянное**	
N	24,1 Т
M_{y1}	0 Т*м
Q_{z1}	0 Т
M_{y2}	0 Т*м
Q_{z2}	0 Т
q_z	0 Т/м

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	**Проверка**	**Коэффициент использования**
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,133
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,143
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,143
п. 7.1.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,133
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,225
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,225
п. 11.2.2	Предельная тонкостенность трубы из условия местной устойчивости	0,12

Коэффициент использования 0,225 - Предельная гибкость в плоскости XOY

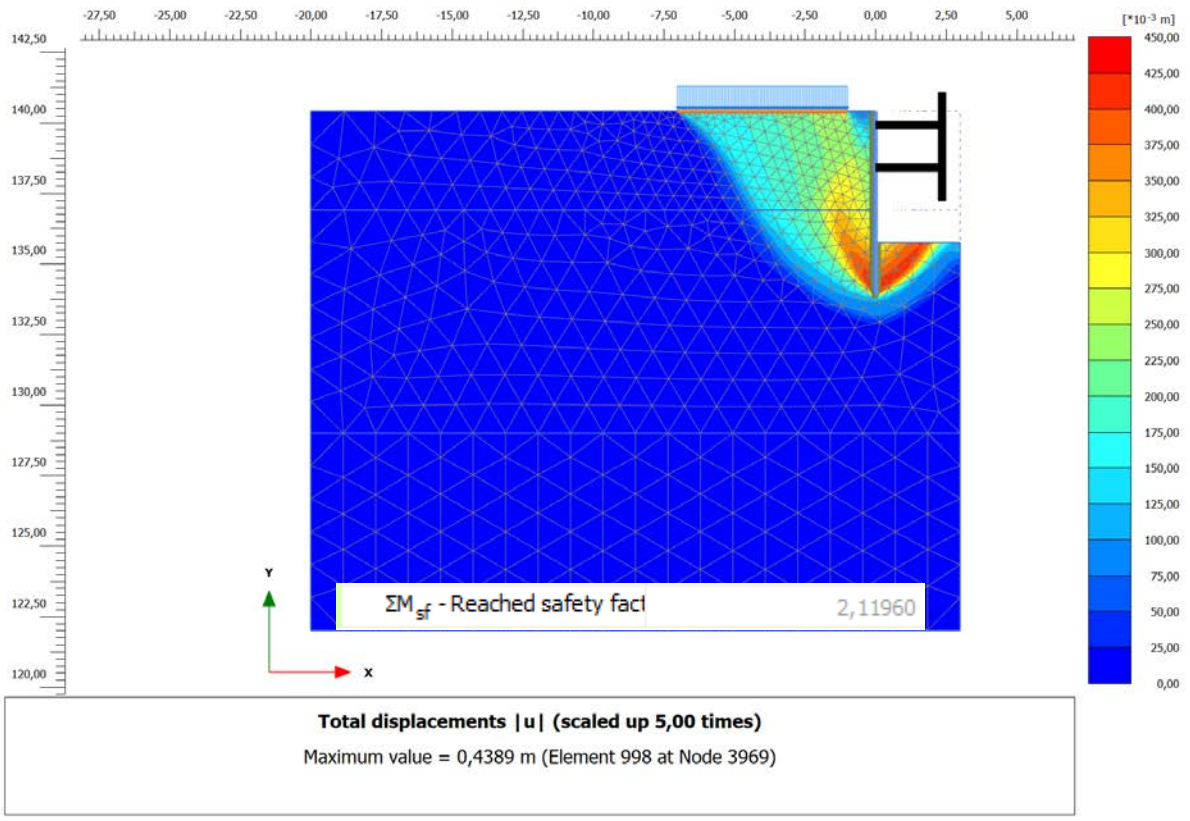


Рис. 6. Расчет устойчивости ограждения. Коэффициент запаса устойчивости 2,12

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Сертификаты соответствия.

Система добровольной сертификации
прикладных программных продуктов
«PoliSoft»
РОСС RU.32493.04ПЛК0

№ 000364

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

PoliSoft
04ПЛКО.062

№ **РОСС RU.04ПЛК0.ОС01.Н00006**

Срок действия с 20.04.2022 по 19.04.2025

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ РОСС RU.32493.04ПЛК0.ОС01
ООО «СИНЕРГИЯ» (ОС ООО «СИНЕРГИЯ»)
109263, Москва г, Шкулёва ул, дом № 2А, этаж 3, офис 5, телефон +79660467950.

ПРОДУКЦИЯ код ОКПД 2
Программный комплекс для геотехнических расчетов PLAXIS в составе: PLAXIS 2D, PLAXIS 3D 58.29.29.000

Серийный выпуск

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ДОКУМЕНТОВ
ГОСТ Р ИСО 9127-94, разд. 6, пп. 6.1.1, 6.3.1 – 6.3.4, 6.4.1, 6.5.1 – 6.5.3, 6.5.5, 6.6, 6.7;
ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, разд. 3, пп. 3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.5, 3.3.1 – 3.3.3;
Руководство пользователя ПП PLAXIS 2D, PLAXIS 3D № ВРП P2D/P3D-2021.

ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ПОЛОЖЕНИЯМИ
сводов правил, национальных стандартов и других документов
(см. приложение на 10 л., бланки №№ 000574-000583).

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
ООО «Бентли Системс»
ОГРН 157749473176
115054, Российская Федерация, г. Москва, ул. Дубининская, д. 53, стр. 5, Телефон 8 800 100 94 43

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН

ООО «НИП-Информатика»
192102, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Фучика ул., д. 4, литер К, помещение 14Н, помещение №24

НА ОСНОВАНИИ

Протокол оценки соответствия ОС ООО «СИНЕРГИЯ» № 04ПЛК0.Н06 от 18.04.2022.

Уровень оценки – D

Уровень качества – H (High)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Сертификация проведена в соответствии с документом «Правила функционирования Системы добровольной сертификации прикладных программных продуктов «PoliSoft».
Схема сертификации – 2с.

М.П. **Руководитель Органа** _____ Н.В. Жалнин
подпись инициалы, фамилия

Эксперт _____ Г.Е. Колесников
подпись инициалы, фамилия

Система добровольной сертификации
прикладных программных продуктов
«PoliSoft»
РОСС RU.32493.04ПЛК0

№ 000375

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.04ПЛК0.ОС01.Н00010

Срок действия с 08.08.2022 по 07.08.2025

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ РОСС RU.32493.04ПЛК0.ОС01
ООО «СИНЕРГИЯ» (ОС ООО «СИНЕРГИЯ»)
109263, Москва г, Шкулёва ул, дом № 2А, этаж 3, офис 5, телефон +79660467950.

ПРОДУКЦИЯ код ОКПД 2

Программный продукт «Интегрированная система анализа конструкций «SCAD Office», версия 21 в составе программ: SCAD++, АРБАТ, КРИСТАЛЛ, КОМЕТА, КАМИН, ВеСТ, ДЕКОР, КРОСС, ОТКОС, ЗАПРОС, МОНОЛИТ, МАГНУМ — 58.29.29.000

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ Р ИСО 9127-94, разд. 6, пп. 6.1.1, 6.3.1 6.3.2, 6.3.3 a), 6.3.4, 6.4.1, 6.5.1, 6.5.2 a), b), 6.5.3, 6.6, 6.7; ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119–2000, разд. 3, пп. 3.1.1–3.1.5, 3.2.1–3.2.5, 3.3.1–3.3.3; ГОСТ 28806–90, разд. 2, пп.13–16; ГОСТ Р ИСО 9126–93, разд. 4, пп. 4.1–4.4.

ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ПОЛОЖЕНИЯМИ
сводов правил, национальных стандартов и других документов
(см. приложение на 10 л., бланки №№ 000592, 000594 – 000597, 000570, 000584 – 000586, 000588).

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
ООО Научно – проектная фирма «СКАД СОФТ»
ОГРН 1057749166826
Россия, 105082, г. Москва, Рубцовская набережная, д. 4, корп. 1, помещение VII.
Тел. +7(499) 267-40-76

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН
ООО Научно – проектная фирма «СКАД СОФТ»
Россия , 105082, г. Москва, Рубцовская набережная, д. 4, корп. 1, помещение VII.

НА ОСНОВАНИИ
Протокол оценки соответствия ОС ООО «СИНЕРГИЯ» № 04ПЛК0.Н10 от 04.08.2022.

Уровень оценки – D

Уровень качества – H (High)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ
Серийный выпуск

Сертификация проведена в соответствии с документом «Правила функционирования Системы добровольной сертификации прикладных программных продуктов «PoliSoft».
Схема сертификации – 2с.

М.П. **Руководитель Органа** _____ Н.В. Жалнин
подпись, инициалы, фамилия

Эксперт _____ Г.Е. Колесников
подпись, инициалы, фамилия

Система добровольной сертификации
прикладных программных продуктов
«PoliSoft»
РОСС RU.32493.04ПЛК0

№ 000592

ПРИЛОЖЕНИЕ

К сертификату соответствия № **РОСС RU.04ПЛК0.ОС01.И00010**
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
58.29.29.000		

Программа SCAD++

ГОСТ 21.502–2016 «Правила выполнения рабочей документации металлических конструкций», пп. 7.1, 7.4, приложение Л;

ГОСТ 21.101–2020 «Основные требования к проектной и рабочей документации», пп. 5.3.1–5.3.8, 5.4.1–5.4.3;

ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения», пп. 5.1.1–5.1.3, 5.2.2, 5.2.3, 6.1.1–6.1.3, 6.2.1–6.2.3, 6.3.1–6.3.3, 7.8, 9.1, 9.2, 10.1–10.3, 11.1–11.5;

ГОСТ Р 53295–2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности», пп. 3.10;

СТО АРСС 11251254.001–018–03 (ВНПБ 73–18) «Проектирование огнезащиты несущих стальных конструкций с применением различных типов облицовок», пп. 5.5, приложение Б;

СТО 36554501–006–2006 «Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций», пп. 4.1, 4.5, 4.9, 4.10, 4.12, 5.1–5.4, 5.7–5.12, 6.1–6.3, 8.1, 8.2, 8.25–8.33, 9.3;

МГСН 4.04–94 «Многофункциональные здания и комплексы», Приложение 5;

СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85*», пп. 4.2, 5.1–5.6, 6.1–6.6, 7.1, 7.2, 8.1.4, 9.8, 9.13–9.15, 9.18, 10.11, 10.12, 11 абзац 4, 11.1.2, 11.1.5–11.1.11, 12.5, 15.1.1, 15.2.1, п. 2 табл. Д.1;

СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II–7–81*», пп. 5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.3–5.12, 5.15, 5.16, 6.7.1, 6.7.2, 8.2.2;

СП 358.1325800.2017 «Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и строительства в сейсмических районах», пп. 6.1–6.3, 6.5–6.14;

М.П. PoliSoft

Руководитель Органа _____ Н.В. Жалнин
подпись — инициалы, фамилия

Эксперт _____ Г.Е. Колесников
подпись — инициалы, фамилия

1

Система добровольной сертификации
прикладных программных продуктов
«PoliSoft»
РОСС RU.32493.04ПЛК0

№ 000594

ПРИЛОЖЕНИЕ

К сертификату соответствия № **РОСС RU.04ПЛК0.ОС01.Н00010**

Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
58.29.29.000		

СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия», пп. 4.1, 4.2, 5.3–5.6, 5.11, Приложение В;

НП-031-01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций», пп. 2.6, 2.15, 4.3–4.5, 4.7–4.11, Приложение 3, Приложение 4;

СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения», пп. 4.4, 4.5, 5.1–5.3, 6.1–6.3, 7.1–7.4, 7.6, 7.9, 7.11, 7.12, 8.1.1, 8.3.1–8.3.3, Приложение К;

СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52–01–2003», пп. 4.6, 5.1.1–5.1.5, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.8, 5.2.9–5.2.11, 5.2.13, 5.3.1, 5.3.4, 5.4.1–5.4.3, 5.5.1, 5.5.2, 5.5.4, 6.1.10–6.1.12, 6.1.14–6.1.26, 6.2.7–6.2.14, 8.1.1, 8.1.2, 8.1.7, 8.1.15, 8.1.20–8.1.30, 8.1.31–8.1.34, 8.1.37, 8.1.46–8.1.52, 8.1.55, 8.2.1–8.2.7, 8.2.14, 8.2.15, 8.2.18, 8.2.21;

СП 295.1325800.2017 «Конструкции бетонные, армированные полимерной композитной арматурой. Правила проектирования», пп. 4.1–4.3, 4.9, 4.10, 5.1.1, 5.1.2, 5.2.1, 5.2.4–5.2.11, 6.1.1, 6.1.2, 6.1.15–6.1.20, 6.1.22, 6.1.23, 6.2.1–6.2.3, 6.2.5–6.2.7, 6.2.8, 6.2.13, 6.2.14, 6.2.16–6.2.18, 6.2.20;

СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*», пп. 4.3.1, 4.3.2, 5.1–5.3, 5.11, 6.1, 6.2, 7.1.1–7.1.4, 7.2.1, 7.2.2– 7.2.4, 7.2.6–7.2.9, 7.3.1–7.3.3, 7.3.5–7.3.11, 8.2.1, 8.2.3, 8.4.1, 8.4.2, 8.4.4, 8.4.6, 8.5.1–8.5.9, 8.5.16, 8.5.18, 8.5.19, 9.1, 9.2.1, 9.2.2, 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8–9.2.10, 9.3.1–9.3.4, 9.3.6, 9.3.7, 9.4.1–9.4.4, 9.4.6, 9.4.7, 9.4.9, 10.1.1–10.1.4, 10.4, 11.2.1–11.2.9;

СП 260.1325800.2016 «Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования», пп. 5.3.1, 5.3.2, 5.4.1, 5.4.2, 5.4.4, 5.4.5, 6.3, 7.1.1, 7.1.2, 7.2.5, 7.2.8, 7.3.1.1, 7.3.1.5, 7.3.1.6, 7.3.1.7, 7.3.1.8, 7.3.2.1–7.3.2.11, 7.7.2.1–7.7.2.3, 7.7.2.5–7.7.2.7, 7.7.3.1, 7.7.3.2, 7.7.4, 7.7.5, 7.7.6.1, 7.7.6.2, 7.7.7, 7.7.8.1–7.7.8.5, 7.7.8.7, 7.7.8.8, 7.7.9.1–7.7.9.3, 7.7.10.1, 7.7.10.3, 7.7.10.5, 7.7.11.1, 7.7.11.8;

СП 294.1325800.2017 «Конструкции стальные. Правила проектирования», пп. 4.1.1, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.6, 4.1.8, 4.3.2, 7.2.2;

М.П. PoliSoft

Руководитель Органа _____ Н.В. Жалнин
подпись, инициалы, фамилия

Эксперт _____ Г.Е. Колесников
подпись, инициалы, фамилия

Система добровольной сертификации
прикладных программных продуктов
«PoliSoft»
РОСС RU.32493.04ПЛК0

№ 000595

ПРИЛОЖЕНИЕ

К сертификату соответствия № **РОСС RU.04ПЛК0.ОС01.Н00010**
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
58.29.29.000		

СП 413.1325800.2018 «Здания и сооружения, подверженные динамическим воздействиям. Правила проектирования», пп. 4.1.6, 4.1.8–4.1.12, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.4, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8, 4.4.11, 4.5.4, 5.1, 5.2, 5.3, 5.12, 5.15, 5.16, 5.18, 6.1, 6.4, 7.1–7.6, 8.1–8.6;

СП 26.13330.2012 Фундаменты машин с динамическими нагрузками. Актуализированная редакция СНиП 2.02.05-87, пп. 6.1.3 (формула 7).

Программа АРБАТ

ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения», пп. 6.1.1, 6.2.1–6.2.3, 6.3.1–6.3.3, 9.1–9.2, 10.1–10.3;

СТО 36554501–006–2006 «Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций», 4.1, 4.5, 4.9, 4.10, 4.12, 5.1–5.4, 5.7–5.12, 6.1–6.3, 8.1, 8.2, 8.25–8.33, 9.3;

СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85*, пп. 4.2, 5.1–5.6, 6.1–6.6, 7.1–7.2, 10.12, 11 (4 абзац), 15.1.1, 15.2.1;

СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II–7–81*, пп. 5.15;

СП 358.1325800.2017 «Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и строительства в сейсмических районах», пп. 4.10;

НП–031–01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций», пп. Приложение 4, п. 8;

СП 2001324800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия», пп. 4.1, 5.4, 5.5, 5.11, Приложение В;

СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения», пп. 4.4, 5.1, 5.3, 6.3;

М.П. **Руководитель Органа** _____ Н.В. Жалнин
подпись, инициалы, фамилия

Эксперт _____ Г.Е. Колесников
подпись, инициалы, фамилия

3

Система добровольной сертификации
прикладных программных продуктов
«PoliSoft»
РОСС RU.32493.04ПЛК0

№ 000596

ПРИЛОЖЕНИЕ

К сертификату соответствия № **РОСС RU.04ПЛК0.ОС01.Н00010**

Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
58.29.29.000	СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003, пп 4.6, 5.1.1–5.1.5, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3–5.2.6, 5.2.8, 5.2.9–5.2.11, 5.2.13, 5.3.1, 5.3.4, 5.4.1–5.4.3, 5.5.1–5.5.4, 6.1.10–6.1.12, 6.1.14–6.1.26, 6.2.7–6.2.14, 7.1.1–7.1.5, 7.1.7, 7.1.9, 7.1.11, 7.1.12, 8.1.1, 8.1.2, 8.1.7–8.1.12, 8.1.14–8.1.16, 8.1.18–8.1.30, 8.1.31–8.1.34, 8.1.37, 8.1.43–8.1.52, 8.2.4–8.2.7, 8.2.11, 8.2.14, 8.2.15, 8.2.16, 8.2.18, 8.2.21, 8.2.22, 8.2.23, 8.2.24, 8.2.32, 10.3.24–10.3.26, Приложение Б, Приложение Е, Приложение Ж; СП 430.1325800.2018 «Монолитные конструктивные системы», пп. 6.3.8; СП 295.1325800.2017 «Конструкции бетонные, армированные полимерной композитной арматурой. Правила проектирования», пп. 4.1–4.3, 4.9, 4.10, 5.1.1, 5.1.2, 5.2.1, 5.2.4–5.2.11, 6.1.1, 6.1.2, 6.1.15–6.1.20. 6.1.22, 6.1.23, 6.2.1–6.2.3, 6.2.5–6.2.7, 6.2.8, 6.2.13, 6.2.14, 6.2.16–6.2.18, 6.2.20, 6.2.21, 6.2.22, 6.2.23, 6.2.31. Программа КРИСТАЛЛ ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения», пп. 6.1.1, 6.2.1–6.2.3, 6.3.1–6.3.3, 9.1–9.2, 10.1–10.3; ГОСТ Р 53295–2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности», пп. п. 3.10; СТО АРСС 11251254.001–018–03 (ВНПБ 73–18) «Проектирование огнезащиты несущих стальных конструкций с применением различных типов облицовок», пп. п. 5.5, Приложение Б;	

М.П. **Руководитель Органа** подпись Н.В. Жалнин (инициалы, фамилия)

Эксперт подпись Г.Е. Колесников (инициалы, фамилия)

Система добровольной сертификации
прикладных программных продуктов
«PoliSoft»
РОСС RU.32493.04ПЛК0

№ 000597

ПРИЛОЖЕНИЕ

К сертификату соответствия № **РОСС RU.04ПЛК0.ОС01.Н00010**

Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
58.29.29.000		

СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85*, пп. 4.2, 5.1–5.6, 6.1–6.6, 7.1–7.2, 10.12, 11 (4 абзац), 15.1.1, 15.2.1;

СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II–7–81*, пп. 5.15;

СП 358.1325800.2017 «Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и строительства в сейсмических районах», пп. 4.10;

НП–031–01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций», Приложение 4, п. 8;

СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II–23–81*, пп. 4.3.1, 4.3.2, 5.1, 5.2, 5.4, 5.6, 5.7, 6.1–6.5, 7.1.1, 7.1.3–7.1.6, 7.2.1, 7.2.3–7.2.5, 7.2.7–7.2.9, 7.3.1–7.3.3, 7.3.5–7.3.9, 7.3.11, 8.2.1–8.2.3, 8.4.1, 8.4.2, 8.4.6, 8.5.1–8.5.9, 8.5.17, 8.5.19, 8.6.1, 8.6.2, 9.1.1–9.1.3, 9.2.1, 9.2.2, 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8–9.2.10, 9.3.1–9.3.4, 9.3.6, 9.3.7, 9.4.1–9.4.4, 9.4.6, 9.4.7, 9.4.9, 10.1.1–10.1.4, 10.2.1–10.2.6, 10.3.1–10.3.8, 10.4.1, 11.1.1–11.1.3, 11.2.1–11.2.9, 14.1.7, 14.1.16–14.1.19, 14.2.1, 14.2.2, 14.2.8–14.2.14, 14.3.1–14.3.4;

СП 294.1325800.2017 «Конструкции стальные. Правила проектирования», пп. 20.5.1–20.5.6, 20.6.2.1–20.6.2.6, 20.6.3.1, 20.60.3.3, 20.6.3.4–20.6.3.6, 20.6.3.12, 20.6.4.1–20.6.4.7;

СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия», пп. 4.1, 5.4, 5.5, 5.11, Приложение В;

СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения», пп. 4.4, 5.1, 5.3, 6.3.

М.П. **Руководитель Органа** _____ Н.В. Жалнин
подпись инициалы, фамилия

Эксперт _____ Г.Е. Колесников
подпись инициалы, фамилия

5