Росинжиниринг

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОСИНЖИНИРИНГ»

«РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТА «СОВМЕЩЕННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ЛЫЖНЫМ ГОНКАМ И БИАТЛОНУ, ГОРНАЯ ОЛИМПИЙСКАЯ ДЕРЕВНЯ (1100 МЕСТ), ПОДЪЕЗДНАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА, ХРЕБЕТ ПСЕХАКО (ПРОЕКТНЫЕ И ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, СТРОИТЕЛЬСТВО). ШЕСТОЙ ЭТАП СТРОИТЕЛЬСТВА. ПОДЪЕЗДНЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

РАЗДЕЛ 10
ИНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В СЛУЧАЯХ, ПРЕДУСМОТРЕННЫХ ФЕДЕРАЛЬНЫМИ ЗАКОНАМИ

ПОДРАЗДЕЛ 8. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИИ

ЧАСТЬ 3. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИИ

108-43-ПИР-14.120000.2.4-ИЗ3

ТОМ 10.8.3

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
7	94-2021		10.21

Санкт-Петербург
2022

Росинжиниринг

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОСИНЖИНИРИНГ»

«РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТА «СОВМЕЩЕННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ЛЫЖНЫМ ГОНКАМ И БИАТЛОНУ, ГОРНАЯ ОЛИМПИЙСКАЯ ДЕРЕВНЯ (1100 МЕСТ), ПОДЪЕЗДНАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА, ХРЕБЕТ ПСЕХАКО (ПРОЕКТНЫЕ И ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, СТРОИТЕЛЬСТВО). ШЕСТОЙ ЭТАП СТРОИТЕЛЬСТВА. ПОДЪЕЗДНЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

РАЗДЕЛ 10
ИНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В СЛУЧАЯХ, ПРЕДУСМОТРЕННЫХ ФЕДЕРАЛЬНЫМИ ЗАКОНАМИ

ПОДРАЗДЕЛ 8. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИИ

ЧАСТЬ 3. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИИ

108-43-ПИР-14.120000.2.4-ИЗ3

ТОМ 10.8.3

Генеральный директор Д.Б. Швайко

Главный инженер проекта Р.А. Белов

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
7	94-2021		10.21

Санкт-Петербург
2022

ГЕОИЗОЛ проект

E-mail: info@Geoizol.ru, www.geoizol.ru

197046, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Посадская, дом 12, литера А, Пом. 77-Н

Тел/факс: +7 (812) 416-30-28

Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ
Раздел 10.8.3
Инженерная защита территории

С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ ПО ЗАМЕЧАНИЯМ ФАУ «ГЛАВГОСЭКПЕРТИЗА РОССИИ»

108-43-ПИР-14.120000.2.4-ИЗ3

Изм	Nдок	Подп.	Дата
3	47-2018		04.2018
4	4-2019		01.2019
5	15-2019		02.2019
6			
7	94-2021		10.2021

Санкт-Петербург
2022г.

Сертификат № РОСС RU.НС09.КОО457

ГЕОИЗОЛ проект

E-mail: info@Geoizol.ru, www.geoizol.ru

197046, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Посадская, дом 12, литера А, Пом. 77-Н

Тел/факс: +7 (812) 416-30-28

Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ
Раздел 10.8.3
Инженерная защита территории

С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ ПО ЗАМЕЧАНИЯМ ФАУ «ГЛАВГОСЭКПЕРТИЗА РОССИИ»

108-43-ПИР-14.120000.2.4-ИЗ3

Изм	Ndок	Подп.	Дата
3	47-2018		04.2018
4	4-2019		01.2019
5	15-2019		02.2019
6			
7	94-2021		10.2021

Генеральный директор _____ Смоленков В.Ю.

Главный конструктор _____ Богданов И.С.

Санкт-Петербург
2022г.

Сертификат № РОСС RU.HC09.KOO457

Саморегулируемая организация, основанная на членстве лиц,
осуществляющих подготовку проектной документации
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО

«Объединение проектировщиков подземных сооружений, промышленных и гражданских объектов»

192102, г. Санкт-Петербург, ул. Фучика, д. 4, лит. К, пом. 16Н
www.proekttunnel.ru

регистрационный номер в государственном реестре
саморегулируемых организаций
СРО-П-087-15122009

г. Санкт-Петербург «12» февраля 2016 г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства

№ 002.5-2009-7813441822-П-087

Выдано члену саморегулируемой организации:

Обществу с ограниченной ответственностью «ГЕОИЗОЛ Проект»

ОГРН 1097847097721, ИНН 7813441822, 197046, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Посадская, д.12, лит.А, пом.77-Н

Основание выдачи Свидетельства: **Решение Совета Некоммерческого Партнерства «Объединение проектировщиков подземных сооружений, промышленных и гражданских объектов», протокол № 03 от «12» февраля 2016 г.**

Настоящим Свидетельством подтверждается допуск к работам, указанным в приложении к настоящему Свидетельству, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства.

Начало действия: с «12» февраля 2016 г.

Свидетельство без приложения не действительно.

Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.

Свидетельство выдано взамен ранее выданного от «27» декабря 2012 г. № **002.4-2009-7813441822-П-087**

Генеральный директор _____ С.Н. Алпатов
Подпись

М.П.

0730

ООО «Типография «Европолия-2 СПб». ИНН 7810278310. СПб, Цветочная, 6. 2011 г. Зак. № 110344. Тир. 500 экз.

Приложение

к Свидетельству о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства

от «12» февраля 2016 года
№ 002.5-2009-7813441822-П-087
Лист 1

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства (кроме особо опасных и технически сложных объектов, объектов использования атомной энергии), и о допуске к которым член Некоммерческого партнерства «Объединение проектировщиков подземных сооружений, промышленных и гражданских объектов» Общество с ограниченной ответственностью «ГЕОИЗОЛ Проект» имеет Свидетельство

№	Наименование вида работ
1.1	**2. Работы по подготовке архитектурных решений**
1.2	**4. Работы по подготовке сведений о внутреннем инженерном оборудовании, внутренних сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий:** 4.1. Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем отопления, вентиляции, кондиционирования, противодымной вентиляции, теплоснабжения и холодоснабжения 4.2. Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем водоснабжения и канализации
1.3	**5. Работы по подготовке сведений о наружных сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий:** 5.2. Работы по подготовке проектов наружных сетей водоснабжения и канализации и их сооружений 5.3. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения до 35 кВ включительно и их сооружений 5.4. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения не более 110 кВ включительно и их сооружений
1.4	**6. Работы по подготовке технологических решений:** 6.1. Работы по подготовке технологических решений жилых зданий и их комплексов 6.2. Работы по подготовке технологических решений общественных зданий и сооружений и их комплексов 6.3. Работы по подготовке технологических решений производственных зданий и сооружений и их комплексов 6.5. Работы по подготовке технологических решений гидротехнических сооружений и их комплексов 6.6. Работы по подготовке технологических решений объектов сельскохозяйственного назначения и их комплексов 6.7. Работы по подготовке технологических решений объектов специального назначения и их комплексов 6.11. Работы по подготовке технологических решений объектов военной инфраструктуры и их комплексов
1.5	**7. Работы по разработке специальных разделов проектной документации:** 7.4. Разработка декларации безопасности гидротехнических сооружений

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член Некоммерческого партнерства «Объединение проектировщиков подземных сооружений, промышленных и гражданских объектов» Общество с ограниченной ответственностью «ГЕОИЗОЛ Проект» имеет Свидетельство

№	Наименование вида работ
2.1	**3. Работы по подготовке конструктивных решений**
2.2	**7. Работы по разработке специальных разделов проектной документации:** 7.2. Инженерно-технические мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

Генеральный директор _____ С.Н. Алпатов
Подпись

М.П.

0965

ООО «Типография «Евроколия-2 СПб». ИНН 7810278310. СПб, Цветочная, 6. 2011 г. Зак. № 110345. Тир. 1 000 экз.

Приложение

к Свидетельству о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства

от «12» февраля 2016 года
№ 002.5-2009-7813441822-П-087
Лист 2

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства, объекты использования атомной энергии, и о допуске к которым член Некоммерческого партнерства «Объединение проектировщиков подземных сооружений, промышленных и гражданских объектов» Общество с ограниченной ответственностью «ГЕОИЗОЛ Проект» имеет Свидетельство

№	Наименование вида работ
3.1	Нет

Генеральный директор _____ С.Н. Алпатов
Подпись

М.П.

0966

ООО «Типография «Евроколия-2 СПб». ИНН 7810278310. СПб, Цветочная, 6. 2011 г. Зак. № 110345. Тир. 1 000 экз.

Таблица регистрации изменений								
Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов	Номер док.	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных				
3		1013, 1023-1039	1041-1045		1045	47-2018		04.18
4		ПЗ, Графическая часть – л. 1, 3-10	Прил. 6, 7, 8, 9, 10		80	4-2019		01.19
5								
		ПЗ 44, 50			2	15-2019		02.19
		62			1	15-2019		02.19
			Прил. 11, 12		37	15-2019		02.19
7		ПЗ, Графическая часть л.1,3-8,11-27	67-71	62-66		94-2021		10.21

Содержание

	Наименование	Лист
	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	108-43-ПИР-14.120000.2.4-ИЗ3
	Введение	5
1	Исходные данные	8
1.1	Физико-географические и техногенные условия района работ	8
1.2	Техногенные условия	11
1.3	Гидрогеологические условия	12
1.4	Физико-механические свойства грунтов	16
1.5	Специфические грунты	21
1.6	Геологические и инженерно-геологические процессы и явления	21
1.7	Результаты технического обследования подпорных стен	31
2	Проектные решения	33
2.1	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 1-1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-43)	33
2.2	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 2-2 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-1доп.)	33
2.3	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 3-3 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-1/2доп.)	34
2.4	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 4-4 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-2доп.)	34
2.5	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разре-	35

Согласовано

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

1	-	Зам	4-2019		01.19
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

ГИП	Богданов		
Гл.констр	Богданов		
Исполнил	Чернышов		

108-43-ПИР-14.120000.2.4-ИЗ3

Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги»

	Стадия	Лист	Листов
Инженерная защита территории	П	1	1079
Содержание	ООО «ГЕОИЗОЛ Проект»		

	за 4.1-4.1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-3/2доп.)	
2.6	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 5-5 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-4/2доп.)	35
2.7	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 6-6 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-42)	36
2.8	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 7-7 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-4доп.)	36
2.9	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 8-8 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-5доп.)	37
2.10	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 9-9 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-6доп.)	38
2.11	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 10-10 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-7доп.)	38
2.12	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 11-11 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-3доп.)	39
2.13	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 11.1-11.1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-39)	40
2.14	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 12-12 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-6/2доп.)	40
2.15	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 13-13 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по ли-	41

	нии ПР-8доп.)	
2.16	Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 14-14 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-14доп.)	42
2.17	Устранение дефектов подпорных стен	42
3	Технология выполнения гидропосева многолетних трав	44
4	Условия производства работ	47
5	Методика расчета	48
5.1	Методика расчета в программном комплексе Plaxis 2d	48
5.2	Описание выполненных расчетов	51
6	Расчеты	52
6.1	Расчеты по линии разреза 1-1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-43)	52
6.2	Расчеты по линии разреза 2-2 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-1доп.)	88
6.3	Расчеты по линии разреза 3-3 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-1/2доп.)	127
6.4	Расчеты по линии разреза 4-4 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-2доп.)	166
6.5	Расчеты по линии разреза 4.1-4.1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-3/2доп.)	206
6.6	Расчеты по линии разреза 5-5 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-4/2доп.)	228
6.7	Расчеты по линии разреза 6-6 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-42)	267
6.8	Расчеты по линии разреза 7-7 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-4доп.)	300
6.9	Расчеты по линии разреза 8-8 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-5доп.)	421
6.10	Расчеты по линии разреза 9-9 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-6доп.)	509

6.11	Расчеты по линии разреза 10-10 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-7доп.)	575
6.12	Расчеты по линии разреза 11-11 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-3доп.)	670
6.13	Расчеты по линии разреза 11.1-11.1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-39)	713
6.14	Расчеты по линии разреза 12-12 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-6/2доп.)	736
6.15	Расчеты по линии разреза 13-13 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-8доп.)	828
6.16	Расчеты по линии разреза 14-14 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-14доп.)	902
	Приложение 1	
	Приложение 2	
	Приложение 3	
	Приложение 4	
	Приложение 5	
	Приложение 6	
	Приложение 7	
	Приложение 8	
	Приложение 9	
	Общие данные	108-43-ПИР-14.120000.1.4-ИЗ3
	Приложение 10	
	Приложение 11	
	Приложение 12	

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Введение

Проектная документация разработана на основании:

- Технического отчёта по результатам инженерно-геологических изысканий (1-2 этапы) на объекте: «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги», выполненного на основании договора №108-43-ПИР-14 от 30.09.2014 г. между ООО «Газпром социнвест» и АО «Росинжиниринг», договорами №Е1494 от 15.10.2014 г. и №02/Е1698 от 01.12.2015 г. между ООО «Росинжиниринг Проект» и ООО «АК «АэроТех» (проект шифр 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2).

- Отчета о выполненных инженерно-гидрометеорологических изысканиях на объекте «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги», выполненного на основании договора № 108-43-ПИР-14 от 30.09.2014 г. между ООО «Газпром социнвест» и ЗАО «Росинжиниринг» (проект шифр 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГМ).

- Проекта по инженерной защите территории и противооползневым мероприятиям в рамках строительства объекта: «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство)», разработанного ООО «Инжзащита» в 2013 году (проект шифр 01/Е108-РД.ПМ)

- Технического отчета по результатам технического обследования объекта: «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет

Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги», выполненного на основании договора №2Е/1504 от 17.11.2014 между ООО «РостПроект» и ООО «Росинжиниринг Проект» (проект шифр 108-43-ПИР-14.100000.2.4-КО.4.1÷108-43-ПИР-14.100000.2.4-КО.4.9).

- Проекта по инженерной защите территории в рамках реконструкции объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги», разработанного ООО «Геоизол Проект» в 2015-2016 годах (проект шифр 108-43-ПИР-14.120000.2.4-ИЗ1).

Местоположение объекта: Российская Федерация, Краснодарский край, город Сочи, Адлерский район, Сочинский национальный парк. Объект расположен в границах рекреационной зоны Сочинского национального парка. Частично проходит по территории населенного пункта – село Эстосадок.

Объект реконструкции представляет собой автомобильную подъездную дорогу. Трасса автомобильной дороги проходит на удалении более 40 км от черноморского побережья, начинается по правому берегу реки Ачипсе на слиянии ее с крупной горной рекой Мзымта. Далее трасса дороги проходит 1,6 км по правобережной пойме реки Ачипсе. На пикетках ПК19-ПК45 существует мостовой переход через р. Ачипсе. Далее до ПК29 трасса проектируется по пойме левого берега реки Лаура. После ПК29 начинается серпантинный подъем дороги от отметок 575м БС по урочищу Батальон до гребня хребта Псехако (отметки около 1435м БС). Общая протяженность дороги составляет 16398 м.

Ситуационная схема расположения объекта представлена на рис.1.

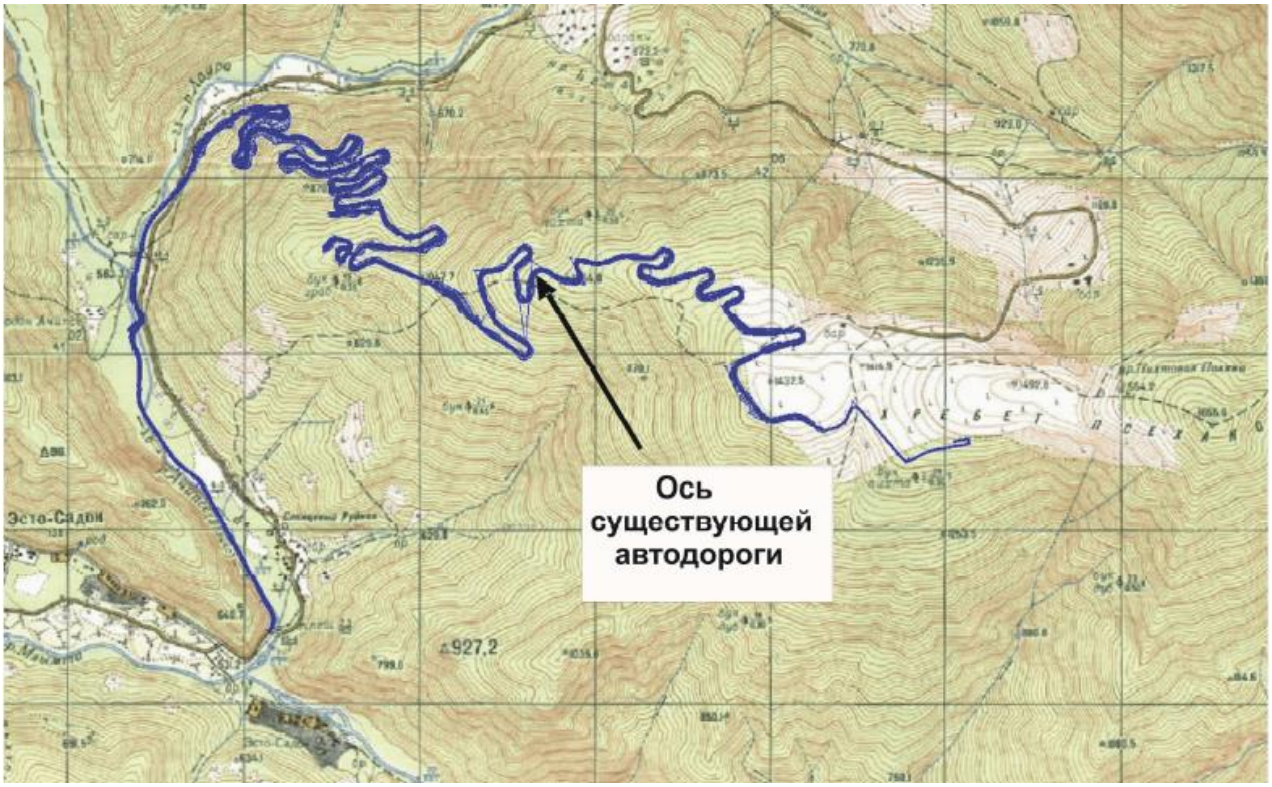


Рис.1. Ситуационная схема расположения объекта

Настоящий отчёт разработан в соответствии с государственными нормами, правилами и стандартами Российской Федерации:

1. СП 14.13330.2014 «СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах»;
2. СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»;
3. СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений»;
4. СП 45.13330.2017 «СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»;
5. СП 63.13330.2012 «СниП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».
6. СП 116.13330.2012 «СНиП 22-02-2003 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения»;
7. СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99* «Строительная климатология»;
8. СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомо-

бильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

1 Исходные данные

1.1 Физико-географические и техногенные условия района работ

Местоположение объекта: Российская Федерация, Краснодарский край, город Сочи, Адлерский район, Сочинский национальный парк. Объект расположен в границах рекреационной зоны Сочинского национального парка. Частично проходит по территории населенного пункта – село Эстосадок.

В геоморфологическом отношении территория относится к провинции Большого Кавказа, к области низкогорного и среднегорного рельефа (абсолютные отметки в пределах территории изысканий изменяются от 537 до 1435 м) на раннеальпийских мезозойско-палеогеновых складчато-глыбовых структурах. Рельеф исследуемой территории характеризуется разнообразием геоморфологических элементов. Здесь выделяются водораздельные гребни, денудационные склоны различной крутизны, пологие террасовидные участки склонов, балки, промоины, ложбины, русловые и пойменные части постоянных водотоков.

Климатические условия

Район изысканий расположен в юго-восточной части Краснодарского края, на южных склонах Главного Кавказского хребта. Рассматриваемая территория находится на северной периферии субтропической зоны и южной Фишт-Агепстинской зоны хвойных лесов и лугов.

Согласно климатическому районированию для строительства СП 131.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* «Строительная климатология») территория относится к подрайонам IIБ, IIБ1.

Географическое положение рассматриваемого района, весьма контрастный рельеф его поверхности и близость теплого Черного моря создают предпосылки для формирования на этой территории своеобразного климата. Расположение горной системы Большого Кавказа на пути преобладающего здесь переноса влажных воздушных масс с запада на восток благоприятствуют выпадению на её юго-западном склоне обильных атмосферных осадков,

по количеству которых данный район опережает все другие регионы Российской Федерации.

По специфике атмосферных процессов год делится на две характерные половины. Холодное полугодие (ноябрь-апрель) отличается активизацией циклонической деятельности, что способствует выпадению в это время до 60% годового количества атмосферных осадков.

В тёплое полугодие (май-октябрь) кратковременные, сильные ливни перемежаются засушливыми периодами. Расположение исследуемой территории в относительно низких широтах обуславливает интенсивный приток солнечной радиации, в связи с этим характерной особенностью климата является обилие солнечного света и тепла.

Для составления климатической характеристики района изысканий были использованы материалы наблюдений по метеорологическим станциям (м. ст.) Красная Поляна и Ачишхо.

Таблица 1.1 - Среднемесячные, среднегодовые и экстремальные значения основных показателей температуры воздуха по МС Красная Поляна, Ачишхо и по высотам хребта Псехако

МС/ Псехако над у.м.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя температура воздуха, °С													
Красная Поляна 565	0,5	1,2	4,3	9,6	14,4	17,2	19,7	19,6	15,7	10,9	6,6	2,2	10,1
Псехако 800м	-0,8	0,0	2,7	8,0	12,6	15,6	18,0	18,0	14,3	9,7	5,7	1,1	8,8
Псехако 1000м	-1,7	-1,0	1,7	6,9	11,5	14,5	17,0	17,0	13,4	8,8	4,9	0,4	7,8
Псехако 1200м	-2,5	-1,9	0,7	5,8	10,4	13,4	16,0	16,0	12,4	8,0	4,0	-0,4	6,9
Псехако 1400м	-3,2	-2,8	-0,3	4,8	9,4	12,4	15,0	15,1	11,5	7,3	3,2	-1,1	6,0
Ачишхо1880м	-4,9	-4,9	-2,6	2,4	7,0	10,0	12,8	12,9	9,5	5,5	1,3	-2,8	3,9

Таблица 1.2 - Средняя сумма осадков

МС/ Псехако над у,м,	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя сумма осадков, мм													
Красная Поляна 565	205	180	169	143	133	131	115	116	146	183	213	240	1974
Псехако 800м	238	214	201	156	142	151	123	131	160	202	230	277	2224
Псехако 1000м	263	236	220	168	153	164	128	139	171	217	252	303	2414

Псехако 1200м	287	257	240	179	165	177	134	148	182	233	273	330	2604
Псехако 1400м	310	278	258	190	175	189	139	156	192	248	294	355	2784
Ачишхо1880м	380	323	296	226	207	218	156	173	218	278	357	423	3255

Таблица 1.3 - Расчетные значения ветрового давления

Ветровые районы (принимаются по карте обязательного приложения А)	wg, кПа (кгс/м2)
II	0,42 (42)
III	0,53 (53)

Таблица 1.4 - Расчетные значения веса снежного покрова

Снеговые районы (принимаются по карте обязательного приложения В)	sg, кПа (кгс/м2)
I	0,8 (80)
II	1,2 (120)
Г	Горный

Таблица 1.5 - Нормативная глубина сезонного промерзания грунта d_{fn}

Высотная отметка, БС	M_t	Нормативное значение промерзания $d_{fn,}$ м			
		Суглинки и глины	супеси, пески мелкие и пылеватые	пески гравелистые, крупные и средней крупности	крупнообломочные грунты
566	0,3	0,1260	0,1534	0,1643	0,1862
700	1,3	0,2622	0,3192	0,3421	0,3877
800	2,2	0,3411	0,4153	0,4450	0,5043
900	3,4	0,4241	0,5163	0,5532	0,6269
1000	4,5	0,4879	0,5940	0,6364	0,7212
1200	6,8	0,5998	0,7302	0,7823	0,8866
1425	9	0,7000	0,8400	0,9000	1,0200

Более подробная климатическая характеристика приведена в отчете по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям на объекте: «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога. Хребет Псехако (проектные и

изыскательские работы, строительство)» Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги», ООО «Росинжиниринг Проект», 2014 г.

Гидрография и гидрология

Водный режим рек исследуемого района формируется под влиянием сложного взаимодействия физико-географических и климатических факторов. Он характеризуется коротким и невысоким весенним половодьем, увеличением водности и повышением уровней воды в водотоках в период интенсивных дождевых паводков.

На участке изысканий расположено две реки (река Ачипсе и её приток р. Лаура). Трасса автодороги пересекает 16 постоянных малых водотоков (32 пересечений), из них 8 родников (с дебитами 1-5,0 л/с), 62 временных мелких водотоков и 53 ложбин. Постоянные малые водотоки имеют площадь водосборов до 0,175 км^2. Малые водотоки хребта Псехако, пересекающие проектируемую трассу, относятся к бассейнам рек Ачипсе, Лаура и Мзымта.

По трем руслам малых водотоков (родник П-1 и П-2) и ручью Туристский, пересекающему трассу неоднократно, возможен сход наносоводных селей редкой периодичности. Наносоводные потоки формируются в долинах, где не накапливается больших мощностей рыхлого обломочного материала в обвально-осыпных очагах. Они обладают небольшой эродирующей способностью, но сходят практически после каждого ливня. Такая частота препятствует накоплению значительных масс обломочного материала и формированию потоков большого объема.

В районе автодороги вышерасположенные склоны и примыкающие к дороге верховые откосы могут быть лавиноопасными в неблагоприятные по характеристикам толщи снежного покрова и значительного количества свежевыпавшего снега зимние сезоны, когда снежные лавины будут сходить повсеместно на значительной территории.

1.2 Техногенные условия

Техногенные условия объекта характеризуются как сложные.

Природные условия в полосе автодороги нарушены планировкой грунта (подрезка склонов, насыпи, разрыхление грунтов) и сооружениями инженерной защиты (подпорные стены, нагельные поля, сетки, водопропускные сооружения, сооружения ливневого стока).

Вдоль автодороги проложены различные коммуникации: электрические кабели, кабели связи, водопровод, канализация и др.

Все перечисленные факторы значительно осложняют изыскательские работы.

1.3 Гидрогеологические условия

Согласно схеме гидрогеологического районирования территория объекта изысканий расположена в Крымско-Кавказской гидрогеологической складчатой области и относится к гидрогеологическому району Большого Кавказа.

Здесь выделяют два основных комплекса отложений, различающихся характером водоносности: рыхлые разногенетические четвертичные осадки, содержащие преимущественно пресные воды порово-пластового типа, а также терригенные и изверженные породы юрского возраста, содержащие трещинные воды спорадического распространения.

Порово-пластовые воды аллювиального водоносного горизонта

Водоносный горизонт представлен гравийными и галечниковыми грунтами мощностью 10-50 м. По оси проектируемой автодороги вскрыт на участке, прилегающем к р. Ачипсе, на глубинах 1,2–8,7 м от поверхности, установившийся уровень подземных вод - 0,9–7,0 м.

Основными источниками питания горизонта являются поверхностные воды и атмосферные осадки, значительно в меньшей степени в питании горизонта участвуют подземные воды склоновых и коренных отложений.

Режим подземных вод горизонта тесно связан с режимом поверхностных вод (гидравлическая связь с р. Ачипсе). Наиболее высокие уровни подземных вод устанавливаются в весенний паводковый период, связанный с таянием снега и ливневыми осадками. Низкие уровни подземных вод наблюдаются в долинах рек к концу меженного периода, приходящегося на август.

Коэффициент фильтрации водовмещающих гравийно-галечниковых отложений изменяется в широких пределах. Для аллювия с гравийно-глинистым и гравийно-суглинистым заполнителем значения коэффициента фильтрации не превышают 1–8 м/сут. По мере уменьшения содержания пылевато-глинистых частиц в заполнителе в средней части крупных долин коэффициенты фильтрации увеличиваются до 25–50 м/сут. Для низовьев крупных рек (Ачипсе) наиболее характерны коэффициенты фильтрации 60–250 м/сут. Коэффициенты фильтрации гравийных и галечниковых грунтов (ИГЭ-а2, ИГЭ-а3), определенные по результатам опытных экспресс-откачек составили 12,62–34,52 м/сут.

Подземные воды аллювиальных отложений имеют минерализацию до 0,2 г/дм^3 и отличаются сложным химическим составом. Распространены гидрокарбонатные кальциевые и реже гидрокарбонатные магниевые воды, встречаются также воды сульфатно-гидрокарбонатного, реже хлоридно-гидрокарбонатного, магниево-кальциевого состава.

Поровые воды спорадического распространения голоценовых и верхнеплейстоцен-голоценовых покровных склоновых отложений

Грунтовые воды склоновых отложений приурочены к крупнообломочным разностям четвертичных отложений (ИГЭ-2а, ИГЭ-3, ИГЭ-5а, ИГЭ-6б, ИГЭ-92г, ИГЭ-93г, ИГЭ-95г).

Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка – в поверхностные водотоки.

Глубина залегания уровней, в среднем изменяется от 1,9 до 9,8 м, максимальная глубина достигает 21 м. На отдельных участках горизонт полностью сдренирован (скважины оказывались безводными). Характер колебания уровней по сезонам года неоднозначен и зависит от периодов дождей и снеготаяния. Поднятие уровня грунтовых вод иногда обусловлено действием барражного эффекта на участках, прилегающих к подпорным стенам на свайном основании, где дренаж недостаточно эффективен.

Фильтрационные параметры крайне неоднородны. Значения коэффициентов фильтрации, определенные по результатам опытных наливов и откачек изменяются от $8{,}5\cdot10^{-5}$ до 4,2 м/сут.

По химическому составу воды пресные хлоридно-гидрокарбонатные натриевые с сухим остатком 0,1 мг/дм^3.

Трещинные воды спорадического распространения нижне-среднеюрских отложений

Трещинные воды нижне-среднеюрских отложений в большей степени приурочены к верхней зоне повышенной трещиноватости, выявленной на отдельных участках терригенных, терригенно-глинистых и терригенно-вулканогенных пород. Водовмещающие отложения представлены преимущественно аргиллитами различной степени прочности и песчаниками (ИГЭ-9г, ИГЭ-9д, ИГЭ-10, ИГЭ-11).

Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, а разгрузка - за счет дренажа ручьями, реками, в виде родников на склонах. При выходе ручьев на собственные конусы выноса они являются источниками питания подземных вод.

Уклон потока определяется рельефом и характером питания на конкретный период, в среднем по северному, западному и южному склонам хр.Псехако составляет 0,35.

Выполненные за последние годы геолого-гидрогеологические исследования позволили выявить характер залегания и крайне неоднородную степень обводненности массива горных пород нижне-среднеюрских отложений до глубины 100 м (ниже этой глубины юрские отложения не исследовались).

Глубина залегания уровней, как правило, более 10 м, в среднем 12-23 м, по отдельным скважинам водораздельной зоны достигает 30-70 м (по материалам архивных данных).

Самые низкие уровни наблюдаются в октябре-ноябре, самые высокие в мае-июле. В результате дождей и снеготаяния наблюдается довольно существенный подъем уровней, а в летний засушливый период их достаточно интенсивный спад.

Фильтрационные параметры водоносного горизонта крайне неоднородны. Дебиты скважин характеризуются резкой изменчивостью: от 5-10 $м^3$/сут до 100-500 $м^3$/сут; удельные дебиты: от 0,001 до 0,5 - 1 л/с. Значения коэффициентов фильтрации изменяются от 0,0001 до 1,2 м/сут.

По химическому составу подземные воды пресные с величиной сухого остатка 0,2 г/$дм^3$, гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые или смешанного катионного состава с преобладанием кальция.

Рекомендуемые значения коэффициентов фильтрации всех выделенных ИГЭ, как по данным откачек, так и по справочным данным приведены в Таблице 1.6.

Таблица 1.6

№№ пп.	№ ИГЭ	Наименование ИГЭ	Коэффициент фильтрации	Примечание
1	ИГЭ 1а	(tQIV). Насыпной грунт - дресвяный грунт с суглинистым твердым заполнителем, неоднородный, водонасыщенный, средней прочности.	1 м/сут	По справочным данным*
2	ИГЭ-1б	Насыпной грунт - суглинок легкий пылеватый дресвяный твердый	0, 01 м/сут	По справочным данным*
3	ИГЭ-2а	(dpQIV). Дресвяный грунт с суглинистым твердым заполнителем, неоднородный, водонасыщенный, средней прочности	1 м/сут	По справочным данным *
4	ИГЭ-3	(dpQIV). Щебенистый грунт неоднородный, средней степени водонасыщения, средней прочности.	5 м/сут	По справочным данным*
5	ИГЭ-5а	(dpQIV). Суглинок легкий пылеватый дресвяный твердый	0,01 м/сут	По справочным данным*
6	ИГЭ-6б	(dpQIV). Суглинок легкий пылеватый щебенистый полутвердый	0,1 м/сут	По справочным данным*
7	ИГЭ-а2	(aQIII-IV). Гравийный грунт неоднородный, водонасыщенный, прочный	12,62 м/сут	По результатам откачки.
8	ИГЭ-а3	(aQIII-IV). Галечниковый грунт неоднородный, водонасыщенный, прочный	34,52 м/сут	По результатам откачки.
9	ИГЭ-92г	(eQIII). Дресвяный грунт с суглинистым твердым заполнителем, неоднородный, водонасыщенный, средней прочности	1 м/сут	По справочным данным**
10	ИГЭ-93г	(eQIII). Щебенистый грунт, неоднородный, средней степени водонасыщения, средней прочности	5 м/сут	По справочным данным*
11	ИГЭ-95г	(eQIII). Суглинок легкий пылеватый дресвяный твердый	0, 01 м/сут	По справочным данным*
12	ИГЭ-9г	(I_1). Аргиллит средней прочности, очень плотный, слабопористый, размягчаемый	0, 01 м/сут	По справочным данным*
13	ИГЭ-9д	(I_1). Аргиллит прочный, очень	0,01 м/сут	По справоч-

		плотный, слабопористый, размягчаемый		ным данным*
14	ИГЭ-10	(I_1). Песчаник кварцевый прочный, очень плотный, слабопористый, неразмягчаемый	1,2 м/сут	По справочным данным
15	ИГЭ-11	(I_1). Порфирит очень прочный, очень плотный, непористый, неразмягчаемый	0,01 м/сут	По справочным данным**

* Справочное руководство гидрогеолога. Т.1. Под ред. В.М. Максимова. 1979. С.37

**Kruseman G.P., Ridder N.A. Analysis and evaluation of pumping test data. 1994. P.21

Грунтовые воды, приуроченные к комплексу склоновых отложений и аллювиальным отложениям, неагрессивны по отношению к железобетонным конструкциям всех марок бетонов.

1.4 Физико-механические свойства грунтов

В соответствии с методикой выделения инженерно-геологических элементов и методами статистической обработки результатов испытаний грунтов, изложенной в ГОСТ 20522-2012, в пределах разведанных глубин 2,2 - 40 м на объекте изысканий выделено 15 инженерно-геологических элементов, классификация которых представлена в таблице 1.7. Учитывая особенности генезиса, строения и состава исследованной толщи четвертичных отложений (значительная неоднородность состава грунтов; невыдержанность горизонтов грунтовых вод; наличие в дисперсных грунтах прослоев и линз разной консистенции, значительное количество обломочного материала разного размера, состава и прочности; наличие характеристик грунтов, изменяющихся случайным образом в пределах выделенного ИГЭ), некоторые инженерно-геологические элементы были приняты за окончательные независимо от значений коэффициента вариации отдельных характеристик.

По химическим свойствам грунты неагрессивны по отношению к железобетонным конструкциям.

Таблица 1.7 - Классификация грунтов

№ ИГЭ	Наименование инженерно-геологических элементов (ИГЭ) по ГОСТ 25100-2011							Условия проведения испытаний
	Класс	Подкласс	Тип	Подтип	Вид	Подвид	Разновидность	
1а (слой 1)	Дисперсные	Несвяз-ные	Техногенные	Перемещенные	Минеральные	Крупно-обломочные	Насыпной грунт - дресвяный грунт с суглинистым твердым заполнителем, неоднородный, водонасыщенный, средней прочности	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ГОСТ 20276-2012 ДальНИИС
1б		Связные				Глинистые	Насыпной грунт - суглинок легкий пылеватый дресвяный твердый	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ДальНИИС
а2		Несвязные	Осадочные	Аллювиальные		Крупнообломочные	Гравийный грунт, неоднородный, водонасыщенный, прочный	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ДальНИИС
а3							Галечниковый грунт, неоднородный, водонасыщенный, прочный	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ДальНИИС
2а		Несвязные	Осадочные	Склоновые		Крупнообломочные	Дресвяный грунт с суглинистым твердым заполнителем, неоднородный, водонасыщенный, средней прочности	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ГОСТ 20276-2012
3							Щебенистый грунт, неоднородный, средней степени водонасыщения, средней прочности	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ГОСТ 20276-2012
5а		Связные				Глинистые	Суглинок легкий пылеватый дресвяный твердый	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ГОСТ 20276-2012
6б							Суглинок легкий пылеватый щебенистый полутвердый;	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ДальНИИС
92г		Несвязные	Элювиальные	Продукт выветривания		Крупнообломочные	Дресвяный грунт с суглинистым твердым заполнителем, неоднородный, водонасыщенный, средней прочности	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ДальНИИС
93г							Щебенистый грунт, неоднородный, средней степени водонасыщения, средней прочности	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ДальНИИС
95г		Связные				Глинистые	Суглинок легкий пылеватый дресвяный твердый	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12536-2014 ДальНИИС
9г	Скальные		Осадочные		Силикатные	Аргиллиты, песчаники	Аргиллит средней прочности, очень плотный, слабопористый, размягчаемый	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12248-2010
9д							Аргиллит прочный, очень плотный, слабопористый, размягчаемый	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12248-2010
10							Песчаник кварцевый прочный, очень плотный, слабопористый неразмягчаемый	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12248-2010

11		Магматические	Силикатные (основные)	Порфириты	Порфирит очень прочный, очень плотный, непористый, неразмягчаемый	ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 12248-2010

Таблица 1.8 - Результаты статистической обработки характеристик грунтов по инженерно-геологическим элементам (ГОСТ 20522- 2012), полученные разными методами

Характеристики грунтов				1а	1б	а2	а3	2а	3	5а	6б	92г	93г	95г	9г	9д	10	11
				Песчано-глинистый с дресвой	Песчано-глинистый с супесью	Гравийный	Галечник овый	Дресвяный	Щебенистый	Суглинок дресвяный	Суглинок щебенистый	Дресвяный с элювием	Щебенистый элювий	Суглинок дресвяный элювий	Аргиллит прочный среднепрочный	Аргиллит прочный	Песчаник	Порфирит
Нормативные значения	Влажность грунта, д.е.		Природная W	0,147	0,190	0,144	0,167	0,190	0,150	0,163	0,212	0,108	0,096	0,137	0,017	0,024	0,017	0,004
			На границе текучести Wl	0,267	0,324	0,252	0,251	0,322	0,316	0,304	0,328	0,237	0,235	0,251				
			На границе раската Wp	0,172	0,213	0,161	0,145	0,213	0,219	0,196	0,210	0,151	0,149	0,160				
	Число пластичности Ip			0,095	0,111	0,091	0,106	0,109	0,097	0,108	0,118	0,086	0,086	0,091				
	Показатель текучести II			-0,27	-0,21	0,12	0,21	-0,21	-0,72	-0,31	0,02	-0,49	-0,62	-0,25				
	Коэффициент водонасыщения Sr, д.е.			0,990	0,93	0,96	0,91	0,85	0,81	0,80	0,88	0,98	0,70	0,82				
	Плотность грунта, г/см³		Частиц грунта ρs, г/см³	2,71	2,71	2,71	2,68	2,72	2,71	2,72	2,71	2,70	2,72	2,72	2,78	2,77	2,71	2,74
			Грунта ρ, г/см³	2,13	2,04	2,09	2,11	2,08	2,00	2,07	2,02	2,27	2,42	2,17	2,64	2,68	2,67	2,69
			Сухого грунта ρd, г/см³	1,94	1,70	1,83	1,82	1,80	1,69	1,80	1,70	2,03	2,27	1,93	2,61	2,66	2,62	2,68
	Коэффициент пористости , д/ед. е			0,410	0,618	0,536	0,474	0,553	0,662	0,509	0,665	0,387	0,232	0,423	0,061	0,043	0,048	0,024
	Сдвиг целика		Удельное сцепление С, Мпа (ПС)	**0,039**	0,017	0,019	0,018	**0,057**	**0,043**	**0,034**	**0,027**	-	-	-				
			Угол внутреннего трения ф, град.(ПС)	**21**	24,5	27	36,5	**21**	**25**	**18**	**20**	-	-	-				
	КДВ	естест. структ.	Удельное сцепление С, МПа	0,036	0,043	0,013	0,009	0,047	-	0,041	0,040	0,032	0,055	0,043				
			Угол внутреннего трения ф, град.	21	24	21	29	22	-	24	27	26	24,5	26,5				
	Модуль общей деформации Е, МПа		при природной влажности															
			в водонасыщенном состоянии	-	4,8	-	-	3,9	-	5,5	4,4	-	4,6	5,4	-	-	-	-
	Модуль общей деформации Е с учетом коэф. mk, МПа		при природной влажности															
			в водонасыщ. состоянии	-	22,5	-	-	18,4	-	24,6	19,0	-	20,4	27,2	-	-	-	-
	ДальНИИС		Удельное сцепление С, Мпа	0,018	**0,029**	**0,009**	**0,009**	0,020	0,011	0,035	0,023	**0,024**	**0,016**	**0,034**				
			Угол внутреннего трения Ф, град.	22	**20**	**24**	**26**	19	20	18	18	**23**	**25**	**22**				
	Модуль деформации (ДальНИИС) Е, Мпа			**36,3**	**27,2**	**40,1**	**41,0**	**32,3**	**32,2**	**28,2**	**27,9**	**41,3**	**47,6**	**30,8**				
	Предел прочности на одноосное сжатие, Rc(сух), Мпа														69,4	86,7	116,5	227,5
	Предел прочности на одноосное сжатие, Rc(вод), Мпа														36,0	52,1	91,2	165,2
Расчетные значения	КДП	a = 0.95	естест.	Удельное сцепление С, МПа	0,026	-	-	-	0,038	0,029	0,030	0,022	-	-	-				
			структ.	Угол внутреннего трения Ф, град.	18,3	-	-	-	18,3	21,7	17	17	-	-	-				
		a = 0.85	естест.	Удельное сцепление С, МПа	0,039	-	-	-	0,057	0,043	0,031	0,024	-	-	-				
			структ.	Угол внутреннего трения Ф, град.	21	-	-	-	21	25	17	18	-	-	-				
	КДВ	a = 0.95	естест.	Удельное сцепление С, МПа	0,033	0,039			0,041	-	0,038	0,038	-	0,054	0,038				
			структ.	Угол внутреннего трения Ф, град.	19,6	22			19	-	23	27	-	24	25				
		a = 0.85	естест.	Удельное сцепление С, МПа	0,34	0,040			0,043	-	0,039	0,039	-	0,053	0,040				
			структ.	Угол внутреннего трения Ф, град.	20,3	23			20	-	23,4	27	-	24,2	25,7				
	a = 0.95			Плотность грунта ρ, г/см³	2,07	1,99	2,05	2,09	2,02	1,93	2,05	1,99	2,23	2,33	2,15	2,63	2,67	2,60	2,67
				Коэффициент безопасности Кр	1,08	1,04	1,02	1,02	1,05	1,11	1,02	1,04	1,04	1,07	1,03	1,01	1,01	1,01	1,01
	a = 0.85			Плотность грунта ρ, г/см³	2,10	2,01	2,07	2,10	2,05	1,96	2,06	2,00	2,24	2,36	2,14	2,64	2,68	2,63	2,68
				Коэффициент безопасности Кр	1,05	1,02	1,01	1,01	1,03	1,05	1,01	1,02	1,02	1,04	1,02	1,01	1,00	1,00	1,00
	Полевые																		
	Лабораторные																		
	ДальНИИС																		

Таблица 1.9. – Рекомендуемые нормативные и расчётные (по двум предельным состояниям) значения основных характеристик грунтов

Характеристика грунта			1а	1б	а2	а3	2а	3	5а	6б	9г2	9г3	9г5	9г	9д	10	11
Нормативные значения	Плотность грунта, г/см³	Грунта ρ, г/см³	2,13	2,04	2,09	2,11	2,08	2,00	2,07	2,02	2,27	2,42	2,17	2,64	2,68	2,67	2,69
	Сдвиг целика	Удельное сцепление С, МПа	**0,039**	0,017	0,019	0,018	**0,057**	**0,043**	**0,034**	**0,027**	-	-	-	-	-	-	-
		Угол внутреннего трения φ, град.	**21**	24,5	27	36,5	**21**	**25**	**18**	**20**	-	-	-	-	-	-	-
	ДальНИИС	Удельное сцепление С, МПа	0,018	**0,029**	**0,009**	**0,009**	0,020	0,011	0,035	0,023	0,024	0,016	0,034	-	-	-	-
		Угол внутреннего трения φ, град.	22	**20**	**24**	**26**	19	20	18	18	23	25	22	-	-	-	-
	Модуль деформации (ДальНИИС) Е, МПа		36,3	27,2	40,1	41,0	32,3	32,2	28,2	27,9	41,3	47,6	30,8	69,4	86,7	116,5	227,5
	Предел прочности на одноосное сжатие, Rc(сух), Мпа																
	Предел прочности на одноосное сжатие, Rc(вод), Мпа													36,0	52,1	91,2	165,2
Расчетные	a = 0.95	**Плотность грунта ρ, г/см³**	2,07	1,99	2,05	2,09	2,02	1,93	2,05	1,99	2,23	2,33	2,14	2,63	2,67	2,60	2,67
		Удельное сцепление С, МПа	**0,026**	**0,019**	**0,006**	**0,006**	**0,038**	**0,029**	**0,030**	**0,022**	**0,016**	**0,011**	**0,023**	**0,10***	**0,15***	**0,15***	**0,30***
		Угол внутреннего трения φ, град.	**18,3**	**17,4**	**20,9**	**22,6**	**18,3**	**21,7**	**17**	**17**	**20**	**21,7**	**19,1**	**35***	**38,7***	**38,7***	**40,4***
	a = 0.85	Плотность грунта ρ, г/см³	2,10	2,01	2,07	2,10	2,05	1,96	2,06	2,00	2,24	2,36	2,15	2,64	2,68	2,63	2,68
		Удельное сцепление С, МПа	0,039	0,029	0,009	0,009	0,057	0,043	0,031	0,024	0,024	0,016	0,034	0,125*	0,187*	0,187*	0,375*
		Угол внутреннего трения φ, град.	21	20	24	26	21	25	17	18	23	25	22	41,2*	45,0*	45,0*	46,7*

1.5 Специфические грунты

К специфическим грунтам, выявленным на территории изысканий, относятся техногенные и элювиальные грунты.

Техногенные грунты

Техногенные грунты распространены повсеместно, слагают насыпи дорог, отсыпку подпорных стен и других сооружений, содержат редкие включения строительного мусора (обломки бетона, асфальта и т.п.).

Они представлены следующими разновидностям техногенно перемещенных природных грунтов (самоуплотненными с давностью отсыпки >3 лет):

1) ИГЭ-1а (слой 1): насыпной грунт - дресвяный грунт с суглинистым твердым заполнителем, неоднородный, водонасыщенный, средней прочности;
2) ИГЭ-1б: насыпной грунт - суглинок легкий пылеватый дресвяный твердый.

Мощность техногенных грунтов варьирует в пределах от 0,3 м до 9,5 м.

Элювиальные грунты

Элювиальные отложения (eQ_{III-IV}) залегают над породами свит р. Туровой (J_1tr) и бзерпийской (J_1bz).

По литологическому составу они представлены аргиллитами от серого до черного цвета, тонкоплитчатыми, филлитоподобными, с прослоями песчаников и алевролитов, с прожилками кальцита, трещиноватыми, по трещинам ожелезненными, выветрелыми, с сохранившимися элементами залегания пород, но сильно раздробленные до состояния дресвяного грунта (ИГЭ-92г) и щебенистого грунта (ИГЭ-93г), отдельных глыб; трещины, чаще всего, заполнены суглинком. Реже элювий представлен суглинками дресвяными (ИГЭ-95г).

Мощность элювиальных грунтов изменяется в широких пределах от 1,4 до 34,0 м.

1.6 Геологические и инженерно-геологические процессы и явления

Исследуемая территория отличается сложностью и многообразием условий и пространственно-временных закономерностей формирования экзогенных геологических процессов (ЭГП). В результате проведенных защитных инженерных мероприятий при строи-

тельстве автодороги многие опасные процессы были стабилизированы или приостановлены, либо ликвидированы, но за прошедший период с момента введения ее в эксплуатацию (3 года), опасные процессы постепенно возобновляют свою активность наряду с возникновением новых активных и не менее опасных процессов, что создает реальную угрозу нормальной эксплуатации автодороги.

Участки развития опасных экзогенных инженерно-геологических процессов выявлены в результате проведенного на 1 этапе изысканий маршрутного обследования трассы автодороги и прилегающей территории (в том числе на шестнадцати участках активного развития опасных геологических процессов №№1–15, выделенных по результатам рекогносцировки). В ходе передвижения по маршрутам (общей протяженностью 40 км) выполнялись описания точек наблюдения (808 точек с шагом в среднем 50 м) и фотофиксация наблюдаемых участков. Ориентация маршрутов: вдоль автомобильной дороги и подпорных стен общей протяженностью около 16,4 км с нагорной и подгорной сторон, с обследованием участков, подверженным склоновым процессам и по оси автодороги без подпорных стен. Особое внимание уделялось наиболее неблагоприятным для освоения участкам территории (оползневые склоны, участки развития эрозионных процессов, оврагообразований и другие).

На 2 этапе инженерно-геологические изыскания были приурочены к участкам расположения конкретных подпорных стен, находящихся в аварийном и ограниченно работоспособном состояниях, выделенным по результатам комплексного технического обследования. С целью более обширного изучения опасных геологических процессов, анализировались данные, полученные на смежной территории в ходе создания геологической сети геотехнического мониторинга и выполнения наблюдений (инклинометрических и пъезометрических).

Ниже приводится краткая характеристика опасных инженерно-геологических процессов, принципы инженерно-геологического районирования и характеристика выделенных таксонов.

Оползни

Оползни имеют весьма широкое распространение на территории работ. В пределах исследуемой трассы автодороги выявлены как стабилизировавшиеся оползни в результате

планировки территории, отвода грунтовых и поверхностных вод и строительства подпорных стен, так и активные, образующиеся на месте техногенных насыпных грунтов и на участках, не закрепленных металлическими сетками.

Наиболее активно оползневые процессы протекают в оползневых цирках в районе точек наблюдения 1, 5-10, и 664-680, (СТ-10; СТ-10/0; СТ-10/1; СТ-10/3); 575 – 600, (к северо-востоку от СТ-АС2/1), т.н. №8. Наиболее опасны активные оползневые процессы, протекающие в техногенных насыпях в совокупности с суффозионными процессами, в результате которых обнажаются опоры подпорных стенок - т.н. 135-137 (СТ-48); 244-246 (СТ-17; СТ-17/1; СТ-17/2); 247-249, (СТ-15); 606-608, (СТ-25/1); 702 (СТ-13/1), т.н. №245. Иногда трещины отрыва появляются на полотне автодороги - т.н. 425; 648-650, (СТ-10), №648; лотки отходят от защитных стенок, т.н. 17, (СТ-8) и проседают, т.н. 202 (СТ-24); в подпорной стене появляются трещины шириной 1-4 см т.н. 159-160 (СТ-35); 266 (СТ-13); трещины отрыва подходят к подпорным стенам и автодороге на 0,5 м - т.н.247 (СТ-15); т.н. №648 (СТ-10).

На карте развития экзогенных геологических процессов наиболее активные оползневые процессы доминируют в подрайонах средней и высокой степени опасности III-Б (участки III-Б-3; III-Б-6) и III-В (участки III-В-2; III-В-7; III-В-8; III-В-9; III-В-10; III-В-11; III-В-13; III-В-14; III-В-18).

Оползневые процессы на исследуемой территории являются основными процессами и весьма опасными. Приостановление оползневых процессов произошло в результате планировки территории, строительства подпорных стен, отвода поверхностных и грунтовых вод. Однако, на отдельных участках начинают развиваться новые склоновые процессы, либо активизируются существовавшие ранее, чему способствует: наличие подрезанных склонов; нарушение потока поверхностных и грунтовых вод; недостаточное уплотнение техногенных насыпных грунтов и местами крутые склоны (до 70^{o}); некоторые участки не покрыты защитными металлическими сетками; отсутствие на отдельных склонах задернованности поверхности, деревьев и кустарников. В результате развития наложенных оползневых процессов создается угроза разрушения существующих инженерных сооружений.

Эрозионные процессы временных водотоков

Эрозионные процессы временных водотоков распространены в основном на спланированных техногенных насыпях – т.н. 11 (СТ-9) и т.н. 462-465 (СТ-52), т.н. 463; иногда образуются в районе водопропускных сооружений – т.н. 44 (СТ-75); т.н.630 (СТ-19). Процессы протекают весьма интенсивно, особенно на территориях, не закрепленных защитными металлическими сетками, а также под сетками, если склоны не задернованы – т.н. 15 (СТ-9); иногда трансформируются в селеопасные балки и овраги - т.н. 704 (СТ-13\1); подходят часто вплотную к подпорным стенкам и затрагивают асфальт дороги - т.н. 43, 46 (СТ-75); 81 (затронут асфальт); 86 (СТ-63/1), 623 (СТ-22); засоряют водопропускные сооружения и лотки - т.н. 630 (СТ-19). Глубина борозд достигает 1,5 м, а ширина – 5 м.

На карте развития экзогенных геологических процессов наиболее активные эрозионные процессы доминируют в подрайонах низкой и средней степени опасности III-А и III-Б (участки III-Б-18; III-Б-3; III-Б-13), а иногда входят в состав подрайонов высокой степени опасности III-В (участки III-В-3; III-В-17).

Основными причинами развития эрозионных процессов являются:

-недостаточное отведение поверхностных вод;

-недостаточное уплотнение насыпных грунтов;

-незадернованные спланированные участки;

-отсутствие на отдельных участках защитных металлических сеток;

-наличие крутых техногенных склонов (до 70^{o}).

Суффозионные процессы

Суффозионные процессы получили широкое развитие в насыпных техногенных грунтах. Отмечается два типа протекания процесса: либо западины (воронки) оседания грунтов, либо линейное их перемещение и оседание. Наиболее сильное негативное воздействие на сооружения суффозионные процессы оказывают в совокупности с оползневыми процессами.

Суффозионные воронки на исследуемой территории достигают размеров 3 на 5 м и глубины 4 м - т.н. 263, 265 (СТ-10); т.н. 281 (СТ-7); 701 (СТ-13/1). В результате появляются провалы между подпорными стенами и лотками - т.н. 5 (СТ-10/3), 282 (СТ-7); трещины в

подпорных стенах - т.н. 265, 266 (СТ-10), проседание асфальта на автодороге и трещины в лотках - т.н. 434 (СТ-63).

Линейная суффозия в совокупности с оползневыми процессами приводит к обнажению фундаментов и опор подпорных стен - т.н. 47, 48, 50, 51 (СТ-75); 70, 71 (СТ-70/1); 135 (СТ-49) и 137 (СТ-48); 245 (СТ-17/1); 246 (СТ-17); 247-249 (СТ-15); 298 (СТ-5); 606 (СТ-25/1); 702 (СТ-13/1); деформациям асфальта - т.н. 81 (СТ-67/1), 425; трещинам и промоинам в подпорной стене – т.н.159-160 (СТ-35), 521(СТ-33а); деформациям лотков - т.н. 17 (СТ-8); 89 (СТ-62); 202-203 (СТ-24), 244 (СТ-17/1); нарушению отвода подземных вод - т.н. 12 (СТ-9) т.н. 12 (СТ-9), 378 (СТ-75); 420 (СТ-65).

На карте развития экзогенных геологических процессов наиболее активные суффозионные процессы распространены в подрайонах средней и высокой степени опасности III-Б (участки III-Б-3; III-Б-4; III-Б-13; III-Б-14; III-Б-18) и III-В (участки III-В-2; III-В-7; III-В-8; III-В-9; III-В-12; III-В-21).

Основными причинами развития суффозионных процессов являются:

- недостаточное уплотнение насыпных грунтов;
- высокий гидравлический градиент;
- высокая трещиноватость подстилающих грунтов.

Сели

После строительства автодороги практически все балки на исследуемой территории стали селеопасными ввиду поступления в их верховья большого количества грязекаменного материала насыпных грунтов.

На многих техногенных откосах, подвергшихся мощным эрозионным процессам, образовались селеопасные овраги и балки - т.н. 291 (СТ-7); 292 (СТ-6/1); 702 (СТ-13/1); 704(СТ-13/1); 605; 607; 646; 652; 658; 721 (СТ-75).

Для защиты лотков и подпорных стенок ставятся заградительные металлические сетки – т.н.27 (СТ-4), 642 - 643 (СТ-11); 709 (СТ-11). Верховья многих селеопасных балок подходят на 0,5-1,0 м к подпорным стенкам - т.н. 43 (СТ-76); 607; 702 (СТ-13/1).

На карте развития экзогенных геологических процессов наиболее активные селевые процессы распространены в подрайоне средней степени опасности III-Б (участки III-Б-4; III-Б-18). Встречаются также в подрайонах низкой степени опасности (участок III-А-3) и

высокой степени опасности (участок III-В-8), а также в пределах потенциально опасного района II.

Основными причинами развития селевых процессов являются:

- недостаточное уплотнение насыпных грунтов;
- крутые склоны;
- широкое развитие эрозионных процессов.

Осыпи и обвалы

Наблюдаются обычно на крутых спланированных и подрезанных склонах. В осыпях присутствует больше глинистого материала, а в обвалах больше щебенистого материала. Эти процессы приводят к засыпке лотков и водопропускных сооружений, а также дорог – т.н. 14 (СТ-10); 70 (СТ-70/1); 216; 250 (СТ-15); 298 (СТ-5); 395 (СТ-72); 554 (СТ-25/2). Для нейтрализации данных процессов необходимо производить выполаживание крутых склонов и покрывать техногенные склоны защитной металлической сеткой.

На карте развития экзогенных геологических процессов наиболее активные осыпные и обвальные процессы распространены в подрайоне средней степени опасности III-Б (участки III-Б-2; III-Б-3; III-Б-16). Встречаются также в подрайонах низкой степени опасности (участки III-А-9 и III-А-16) и высокой степени опасности (участки III-В-1; III-В-3 и III-В-20), а также в пределах потенциально опасного района II.

Основными причинами развития осыпных и обвальных процессов являются:

- недостаточное уплотнение насыпных грунтов;
- отсутствие на отдельных участках защитных металлических сеток;
- наличие крутых склонов (до 70^{o}).

Солифлюкция

На склонах медленные смещения почво-грунтов приводят к разрыву дернового покрова. Тогда массы движутся уже не в виде медленно сползающего сплошного слоя, а в виде прерывистого сползания отдельных блоков поверхностного слоя, в результате формируется микроступенчатость на склоне. В условиях сильного увлажнения (за счет обиль-

ных осадков и активного таяния снега) покрывающих склоны рыхлых пород или почв происходит медленное перемещение материала вниз по склону в вязко-текучем состоянии.

Имеет широкое распространение на исследуемой территории – т.н.13 (СТ-9); 20-22 (СТ-6); 23,26,28 (СТ-4); 89 (СТ-62); 116-117 (СТ-51); 157 (СТ-36); 187 (СТ-25); 200(СТ-24); 271 (СТ-10/4); 395 (СТ-75); 415 (СТ-67); 614(СТ-23); 631-633(СТ-19); 699 (СТ-13/1).

Эффективная защита от этих процессов – покрытие склонов защитной металлической сеткой, дернование склонов.

На карте развития экзогенных геологических процессов солифлюкция распространена в пределах потенциально опасного района II и в подрайонах низкой III-А (участки III-А-2; III-А-4 и III-А-16) и средней III-Б (участки III-Б-3; III-Б-4 и III-Б-13) степени опасности. Встречаются также в подрайонах высокой степени опасности (участок III-В-16).

Основными причинами развития процессов солифлюкции являются:

- недостаточное уплотнение насыпных грунтов;
- отсутствие на отдельных участках защитных металлических сеток;
- наличие крутых склонов (до 70^{o}).

Выветривание

Процессы выветривания проявляются в зоне гипергенеза как по коренным, так и по рыхлым четвертичным отложениям. В результате сформировалась кора выветривания, представленная сверху вниз: почвенно-растительным слоем, элювиально-делювиальным слоем, структурным элювием в зоне коренных пород. Мощность зон выветривания различна: по рыхлым четвертичным отложениям она достигает 1,5 - 2,5 м; по коренным породам от 5 до 25 м и более.

Совокупное воздействие процессов механического, химического и биологического выветривания приводит к изменениям физико-механических свойств пород.

Подтопление

Процесс подтопления имеет распространение в пределах 1 и 2 надпойменных террас рек Лаура и Ачипсе в периоды паводков в результате интенсивных атмосферных осадков и таяния ледников. Подтопление высокими водами реки Ачипсе непосредственно трассы ав-

тодороги и прилегающих к ней сооружений весьма маловероятно в связи с наличием сооружений берегоукрепления и водоотведения.

Сезонное промерзание

Нормативная глубина промерзания грунтов d_{fn} (в метрах) в соответствии со СП 22.13330.2011 определяется по формуле:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t} \ ,$$

где M_t – безразмерный коэффициент, равный сумме средних месячных отрицательных температур воздуха, d_0 – коэффициент, принимаемый по СП 22.13330.2011. В таблице 1.10 даны глубины промерзания различных типов грунтов для исследуемого участка автомобильной дороги по высотам. На высоте МС Красная Поляна согласно расчету по указанной методике нормативная глубина промерзания почво-грунтов равна нулю, т.к. среднемноголетние месячные значения температуры воздуха положительные.

Расчет глубины сезонного промерзания грунта для участка изысканий для диапазона высот 535 - 1435м БС определены согласно СП 22.13330.2011.

Таблица 1.10. - Принимаемый коэффициент d_0

№ п/п	Грунт	d_0, м
1	Суглинки и глины	0,23
2	супеси, пески мелкие и пылеватые	0,28
3	пески гравелистые, крупные и средней крупности	0,30
4	крупнообломочные грунты	0,34

Таблица 1.11. - Нормативная глубина сезонного промерзания грунта d_{fn}

Высотная отметка, БС	M_t	Нормативное значение промерзания d_{fn}, м	
		Суглинки (ИГЭ 1б, 5а, 6б, 95г)	крупнообломочные грунты (ИГЭ 1а, 2а, 3, а2, а3, 92г, 93г)
566	0,3	0,1260	0,1862
700	1,3	0,2622	0,3877
800	2,2	0,3411	0,5043
900	3,4	0,4241	0,6269
1000	4,5	0,4879	0,7212
1200	6,8	0,5998	0,8866
1425	9	0,7000	1,0200

Техногенные факторы формирования экзогенных геологических процессов (ЭГП)

Отмечается двойственный характер воздействия антропогенного фактора, вызывающего стабилизацию одних типов ЭГП и одновременную активизацию других, что вызывает сложность и необходимость дальнейшего исследования проблем взаимосвязи антропогенной деятельности и ЭГП.

Под техногенным фактором понимается вся совокупность видов техногенного воздействия (подрезка склонов, разрыхление грунтов, большой объем планировочных работ, пригрузки склонов, динамические воздействия, создание обширных подъездных путей, нарушение естественного поверхностного и подземного стоков воды и т.д.).

Автомобильная дорога построена в сложных геологических условиях с применением сооружений инженерной защиты – подпорных стен, нагельных полей, решеток с анкерным закреплением, сеток «энкомат» и гидропосева. Возникшие или трансформированные под влиянием техногенных факторов ЭГП рассматриваются как реакция геологической среды на техногенное воздействие. Проявления этой реакции наиболее заметны в период эксплуатации автодороги.

За период эксплуатации автодороги отмечаются следующие изменения геологической среды и гидрогеологических условий:

1) остановка (существенное замедление) развития опасных геологических процессов на большинстве участков использования инженерной защиты автодороги;

2) активизация опасных геологических процессов на участках, где отсутствует инженерная защита или сооружения недостаточно эффективны (необходимо строительство дополнительных сооружений инженерной защиты или усиление имеющихся, а также дополнительные мероприятия по планировке рельефа и дренажу);

3) осадка поверхности (в т.ч. неравномерная) в результате самоуплотнения техногенных насыпных грунтов, с учетом дополнительного воздействия динамических нагрузок от движения автотранспорта (в т.ч. большегрузного) и изменения влажности грунтов;

4) обводнение грунтового массива на отдельных участках, развитие линейной эрозии (в некоторых случаях сопровождающейся селеобразованием) и оползаний на участках сброса грунтовых и поверхностных вод из водопропускных сооружений на склоны;

5) изменение водосборных бассейнов, поднятие уровней подземных вод в результате действия «барражного» эффекта (перегораживание естественного потока подземных вод подпорными стенами на свайном основании) на нескольких локальных участках (с недостаточной эффективностью дренажа), прилегающих к подпорным стенам. Развитие суффозии на локальных участках в результате фильтрации потока подземных вод через основание автодороги.

Учитывая сравнительно небольшой период эксплуатации автодороги, основные изменения прочностных и деформационных свойств грунтов связаны с самоуплотнением техногенных насыпных грунтов (с улучшением их прочностных и деформационных свойств), незначительным уплотнением естественных грунтов в связи с понижением уровня подземных вод. В тоже время, на некоторых участках отмечается ухудшение характеристик грунтов в связи со смещением (оползанием) насыпей вблизи крутых склонов, с развитием суффозии и обводнением (повышением влажности) грунтового массива (в насыпных и естественных грунтах), обусловленными изменением гидрогеологических условий.

Эндогенные геологические процессы

Район изысканий относится к сейсмически активной зоне.

Согласно СП 14.13330.2014 (СНиП II-7-81*) и ТСН-22-302-2000* для средних грунтовых условий (II категория) интенсивность землетрясений в баллах сейсмической шкалы MSK-64 и трех степеней сейсмической опасности - А(10%), В(5%), С(1%) в течение 50 лет по карте ОСР-97 для данной площадки оценивается в 8 баллов (карта А), карта В – 9 баллов и карта С – 10 баллов.

В соответствии с материалами инженерно-геофизических исследований (в т.ч. сейсмическим микрорайонированием), учитывая выбор заказчиком карты В (приложение 3), для всей территории объекта рекомендуется **принять расчетную сейсмичность 9 баллов (MSK-64).**

Построена карта сейсмического микрорайонирования для всей территории объекта: «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги». В отличие от карты ОАО «Росстройизыскания» и Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, где встречаются участки с сейсмичностью 8 баллов, сейсмичность карты ООО «Росинжиниринг Проект» составляет 8,4 – 8,9 балла, что говорит о необходимости принятия сейсмичности данной территории равной 9 баллов.

1.7 Результаты технического обследования подпорных стен

По результатам технического обследования подпорных стен с учетом проведенного анализа исполнительной и рабочей документации, а также анализа отчета по геотехническому мониторингу конструкций подпорных стен, был сделан следующий вывод: подпорные стены соответствуют проектной и исполнительной документации. В связи с тем, что решения по комплексной инженерной защите отсутствуют, в процессе эксплуатации автомобильной дороги на отдельных участках наблюдаются активные опасные геологические процессы.

В ходе обследования подпорных стен выявлены следующие дефекты, свидетельствующие об имеющихся перемещениях в конструкциях подпорных стен:

– Несоответствие ширины деформационных швов между секциями, принятой в рабочей документации (Тип I). Дефект свидетельствует о деформациях конструкций и основания (оползневые явления, осадка);
– Наличие горизонтального смещения секции стены в поперечном направлении (Тип II). Дефект свидетельствует о деформациях, связанных с осадкой основания, а также возможно с оползневыми явлениями.

В зависимости от количества выявленных дефектов и их значений, подпорным стенам присвоена категория технического состояния: аварийное, ограниченно-работоспособное и работоспособное.

Необходимо произвести поверочные расчеты следующих сооружений инженерной защиты: Ст-7, Ст-7/1, Ст-10, Ст-10/1, Ст-10/5, Ст-10/0, находящихся в **аварийном состоянии** и подпорных стен Ст-2, Ст-4, Ст-5, Ст-9, Ст-10/3, Ст-10/4, нижний ярус Ст-15, Ст-25/1 – находящихся в **ограниченно-работоспособном состоянии**. Для подпорных стен Ст-7/2, Ст-8, верхний ярус Ст-15, Ст-25/2 установить режим мониторинга.

Для всех перечисленных подпорных стен ввиду наличия участков оползания грунта, смещения отдельных секций стены, необходимо провести конструктивный расчет конструкции стены совместно с прилегающим участком склона (основываясь на актуальных данных инженерно-геологических изысканий), для определения действующих в элементах конструкции подпорной стены усилий. По результатам расчетов следует принять решение о необходимых мерах предотвращения развития негативных процессов и разработать проект усиления существующих конструкций.

Для усиления существующей подпорной стены рекомендуются следующие варианты или их комбинации:

- устройство дополнительных рядов грунтовых анкеров в существующей подпорной стене;
- устройство дополнительных удерживающих свайных конструкций;
- усиление надземной части существующей подпорной стены;
- устройство систем поверхностного водоотведения и дренажа;
- следует также рассмотреть возможность закрепления массивов грунта выше и/или ниже подпорной стены анкерными полями.

Окончательный вариант усиления и восстановления конструкций принимает проектная организация на основании поверочных расчетов и современных строительных норм.

2 Проектные решения

Применяемые грунтовые анкера Geoizol-MP Plus изготавливаются согласно ТУ 5264-003-50868904-2019, канатно-сетчатая система Mighty Net изготавливается согласно ТУ 25.93.14-004-15215947-2018, снегоудерживающие барьеры серии BS+ изготавливаются согласно ТУ 5265-010-60365191-2016, система противоэрозионной защиты StonNet изготавливается согласно ТУ 5265-009-60365191-2016. В конструктивных решениях допускается применение грунтовых анкеров Geoizol-MP, GEOIZOL-MP PLUS (или аналог). В качестве противоэрозионной защиты применяется Энкамат (или аналог).

2.1 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 1-1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-43)

Подпорная стена СТ-2 (L=311,01м)

В рамках реконструкции предусматривается выполнение устройства двух дополнительных рядов грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 34,5 метров с шагом 2,4 м и одного ряда дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 31,5 м, расположенных с шагом 2,4 метра. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены. Для уменьшения оползневого давления на подпорную стену СТ-2 предусматривается закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 33м с шагом 2,0 х 2,0 м (Анкерное поле №1 (около СТ-2)). В местах расположения анкерных полей предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав.

Также предусматривается устранение дефектов подпорной стены и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Допускается применение Geoizol-MP, GEOIZOL-MP PLUS . В качестве противоэрозионных материалов Энкамат .

2.2 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 2-2 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-1доп.)

Подпорная стена СТ-2 (L=311,01м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 36 метров с шагом 1,5 м и одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 36 метров с

шагом 2,0 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены. Для обеспечения общей устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену выполняется закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 33 м и 36 м с шагом 2х1,5 м и 2х1,0 м (Анкерное поле №2 (около СТ-2). В местах расположения анкерных полей предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав.

Также предусматривается устранение дефектов подпорной стены и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Допускается применение Geoizol-MP, GEOIZOL-MP PLUS . В качестве противоэрозионных материалов Энкамат .

2.3 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 3-3 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-1/2доп.)

Подпорная стена СТ-2 (L=311,01м)

В рамках усиления предусматривается выполнение двух дополнительных рядов грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 30 метров с шагом 2,0 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены. Для обеспечения общей устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену выполняется закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 21 метра с шагом 2,0х2,0 м (Анкерное поле №3 (около СТ-2)). В местах расположения анкерных полей предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав.

Также предусматривается устранение дефектов подпорной стены и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Допускается применение Geoizol-MP, GEOIZOL-MP PLUS . В качестве противоэрозионных материало , Энкамат .

2.4 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 4-4 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-2доп.)

Подпорная стена СТ-4 (L=428,315 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 30 метров с шагом 2 метра. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены. Для обеспечения общей устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену выполняется закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 24 и 27 метров, расположенными с шагом 1,6х1,6 м и 1,7х1,7 м (Анкерные поля №4 (около СТ-4) и №5 (окло СТ-4)). В местах расположения анкерных полей предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав. Также предусматривается устранение дефектов подпорной стены и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Допускается применение Geoizol-MP, GEOIZOL-MP PLUS . В качестве противоэрозионных материало , Энкамат .

2.5 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 4.1-4.1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-3/2доп.)

Подпорная стена СТ-4 (L=428,315 м)

Дополнительное закрепление подпорной стены не предусмотрено. Предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

2.6 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 5-5 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-4/2доп.)

Подпорная стена СТ-4 (L=428,315 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/51 длиной 24,0 метра с шагом 2,0 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены. Для обеспечения общей устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену выполняет-

ся закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 18,0 и 21,0 м, расположенными с шагом 2,0х1,5 м и 2,0х1,8 м (Анкерные поля №6 (около СТ-4) и №7 (около СТ-4)). В местах расположения анкерных полей предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав. Также предусматривается устранение дефектов подпорной стены и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Допускается применение Geoizol-MP, GEOIZOL-MP PLUS . В качестве противоэрозионных материалов Энкамат .

2.7 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 6-6 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-42)

Подпорная стена СТ-5 (L=136,995 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 36,0 метра с шагом 1,5 метра. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Также предусматривается устранение дефектов подпорной стены и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

2.8 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 7-7 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-4доп.)

Подпорная стена СТ-5 (L=136,995 м)

Дополнительное закрепление не предусмотрено.

Подпорная стена СТ-6 (L=210 м)

Дополнительное закрепление не предусмотрено.

Подпорная стена СТ-8 (L=44,96 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного ряда дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 30,0 м, расположенных с шагом 1,5 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Подпорная стена СТ-7 (L=444 м)

В рамках усиления предусматривается устройство двух рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 24,0 метра, расположенных с шагом 3,0 метра. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Подпорная стена СТ-7/1(L=375,9 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение двух дополнительных рядов грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 через тело подпорной стены: длиной 24,0 м с шагом 1,5 м и длиной 36,0 м с шагом 1,5 м.

Подпорная стена СТ-10 (L=749,8 м)

Дополнительное закрепление не предусмотрено.

Подпорная стена СТ-10/1 (L=568,7 м)

Дополнительное закрепление не предусмотрено.

Также предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

2.9 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 8-8 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-5доп.)

Подпорная стена СТ-7/1 (L=375,9 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 24,0 м с шагом 3,0 м и одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 15,0 м с шагом 3,0 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены. Для обеспечения общей устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену выполняется закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 12,0, 15,0 и 18,0 метров, расположенными с шагом 2,0х2,0 м (Анкерные поля №8 (около СТ-7/1) и №9 (около СТ-7/1)). В местах расположения анкерных полей предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав.

Подпорная стена СТ-10/4 (L=90,14 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 15,0 м с шагом 3,0 м и одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 24,0 м с шагом 2,0 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Также предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Допускается применение Geoizol-MP, GEOIZOL-MP PLUS . В качестве противоэрозионных материало , Энкамат .

2.10 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 9-9 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-6доп.)

Подпорная стена СТ-7 (L=444 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение двух рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 19,5 и 21,0 м, расположенных с шагом 3,0 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Подпорная стена СТ-7/1 (L=375,9 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение двух рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 18,0 и 19,5 м, расположенных с шагом 3,0 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Подпорная стена СТ-7/2 (L=89,52 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение трех рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 13,5, 15,0 и 27,0 м с шагом 1,5 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Также предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

2.11 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 10-10 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-7доп.)

Подпорная стена СТ-8/1 (L=36,035 м)

Для обеспечения общей устойчивости склона ниже подпорной стены СТ-8/1 предусматривается выполнение анкерного поля из грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 18,0 м, расположенных с шагом 2,0х1,5 метра (Анкерное поле №10 (около СТ-7)). В местах расположения анкерного поля предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав.

Подпорная стена СТ-10/1 (L=568,7 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 19,5 метров с шагом 3,0 метра. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Подпорная стена СТ-10/3 (L=90,27 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение двух рядов дополнительных грунтовых анкеров: одного ряда GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 30,0 метров, расположенных с шагом 1,5 метра и одного ряда GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 18,0 метров, расположенных с шагом 1,5 метра. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены. Для обеспечения общей устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену предусматривается закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 30,0 метров, расположенными с шагом 2,0х2,0 метра (Анкерное поле №13 (около СТ-10/3)). В местах расположения анкерного поля предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав.

Также предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Допускается применение Geoizol-MP, GEOIZOL-MP PLUS . В качестве противоэрозионных материало , Энкамат .

2.12 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 11-11 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-3доп.)

Подпорная стена СТ-9 (L=106,4 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение двух дополнительных рядов грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/51 длиной 33,0 и 36,0 метров с шагом 3,0 метра. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены. Для обеспечения общей устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену выполняется закрепление выше и ниже СТ-9 склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 27 метров с шагом 2,0 х 2,0 метра (Анкерные поля №11 (около СТ-9) и №12 (около СТ-9)). В местах расположения анкерного поля предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав.

Также предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Допускается применение Geoizol-MP, GEOIZOL-MP PLUS . В качестве противоэрозионных материало , Энкамат .

2.13 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 11.1-11.1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-39)

Подпорная стена СТ-10/0 (L=60,06 м)

Дополнительное закрепление подпорной стены, кроме рассмотренного в томе 108-43-ПИР-14.120000-2.4-ИЗ1 нагельного крепления выше стены не предусмотрено. Предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

2.14 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 12-12 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-6/2доп.)

Подпорная стена СТ-10/5 (L=59,44 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение двух дополнительных рядов грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 30,0 м с шагом 1,5 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены. Для обеспечения общей устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену выполняется закрепление склона выше СТ-10/5 грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной

21,0 м и 30,0 м с шагом 1,5 х 1,5 м (Анкерные поля №14 (около СТ-10/1) и №15 (около СТ-10/1). В местах расположения анкерного поля предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав.

Подпорная стена СТ-15, нижний ярус (L=72 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 30,0 м с шагом 1,5 м и одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 27,0 м с шагом 1,5 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Подпорная стена СТ-15, верхний ярус (L=137,515 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 33,0 м с шагом 1,5 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Также предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Допускается применение Geoizol-MP, GEOIZOL-MP PLUS . В качестве противоэрозионных материало Энкамат .

2.15 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 13-13 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-8доп.)

Подпорная стена СТ-10 (L=749,8 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение двух дополнительных рядов грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 24,0 метра с шагом 3,0 метра. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Подпорная стена СТ-10/1 (L=568,7 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение трех дополнительных рядов грунтовых анкеров: GEOIZOL-MP PLUS 103/78: одного ряда длиной 24,0 м с шагом 3,0 м, одного ряда длиной 27,0 м с шагом 3,0 м и одного ряда длиной 36,0 м с шагом 1,5 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Подпорная стена СТ-15 верхний ярус (L=137,515 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 36,0 метров с шагом 2,0 метра. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Также предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Подпорная стена СТ-15, нижний ярус (L=72 м)

Дополнительное закрепление подпорной стены не предусмотрено.

2.16 Проектные решения по усилению подпорных стен по линии разреза 14-14 (соответствует инженерно-геологическому разрезу по линии ПР-14доп.)

Подпорная стена СТ-25/1 (L=150,135 м)

В рамках усиления предусматривается выполнение одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 30,0 м с шагом 2,0 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены.

Также предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

Подпорная стена СТ-25/2 (L=207 м)

В рамках реконструкции предусматривается выполнение двух дополнительных рядов грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 15,0 и 21,0 м с шагом 1,5 м. Анкеры выполняются через существующие конструкции подпорной стены. Для обеспечения общей устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену выполняется закрепление склона выше СТ-25/2 грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 24,0 м с шагом 1,3 х 1,5 м (Анкерное поле №16 (около СТ-25/2)). В местах расположения анкерного поля предусматривается поверхностное закрепление склона системой «Mighty Net» совместно с противоэрозионным материалом «Энкамат» и гидропосевом многолетних трав.

Также предусматривается устранение дефектов подпорных стен и реконструкция системы водосточных лотков в соответствии с дефектной ведомостью.

2.17 Устранение дефектов подпорных стен

После окончания работ по усилению подпорной стены восстановить поврежденные водосточные лотки, выполнить мероприятия по устранению дефектов подпорных стен.

1. Произвести штукатурные работы в местах повреждения наружного слоя бетона и полную покраску подпорной стены. Перед штукатурными работами произвести зачеканку поверхностных трещин с шириной раскрытия более 0,5 мм расширяющимся цементом MasterEmaco A 640.
2. Работы по усилению водосточных лотков и устранению дефектов подпорных стен производить в соответствии с дефектными ведомостями согласно комплексному обследованию (проект шифр 108-43-ПИР-14.100000.2.4-КО.4.1 ÷ 108-43-ПИР-14.100000.2.4-КО.4.9).

Для восстановления отвода воды вдоль верха подпорной стены необходимо:

- восстановить бетонные отливы между железобетонными лотками и подпорной стеной.
- произвести замену лотков с дефектами на новые.

Перед нанесением материалов поверхность подпорной стены стены должны быть очищена от пыли и грязи, структурно прочная, без следов масел и других загрязнений.

Все работы производить согласно инструкции от производителя материалов.

3. Для устранения сколов бетона и оголения арматуры необходимо выровнять контур и отчистить арматуру до конца корродированного участка.

   Отчистить арматуру от коррозии и покрыть антикоррозионным покрытием MasterEmaco P 5000 AP.

   Восстановить защитный слой быстротвердеющей бетонной смесью MasterEmaco S 488.
4. Герметизацию деформационных швов шириной более 20 мм выполнить с помощью ленты MasterSeal 930.

Устранить дефекты согласно п.2 и 3 в стенах: СТ-АС1; СТ-20/2; СТ-27/1; СТ-51/1; СТ-84; СТ-85; СТ-87; СТ-8

Устранить дефекты согласно п.2, 3 и 4 в стенах: СТ-АС2 /1; СТ-80; СТ-82; СТ-2; СТ-4; СТ-5; СТ-9; СТ-15

Устранить дефекты согласно п.2 в стенах: СТ-79; СТ-81; СТ-86; СТ-88

Устранить дефекты согласно п.2 и 4 в стенах: СТ-83; СТ-89

Устранить дефекты согласно п.1, 2, 3 и 4 в стенах: СТ-7/1; СТ-10/4; СТ-7/2; СТ-7; СТ-10; СТ-10/1; СТ-10/3; СТ-25/2

Устранить дефекты согласно п.3 и 4 в стенах: СТ-10/5; СТ-10/0

Устранить дефекты согласно п. 4 в стенах: СТ-25/1

3 Технология выполнения гидропосева многолетних трав

Для предотвращения поверхностной эрозии, развития устойчивого защитного травяного покрова на поверхности грунта проектом предусматривается нанесение противоэрозионных материалов напылением на поверхность почвы с использованием технологии гидропосева.

Сущность метода гидропосева состоит в нанесении на поверхность грунта противоэрозионных смесей, в состав которых входят смеси семяна луговых трав, питательные добавки, волокнистая мульча (например, древесные волокна), корректоры кислотности почв, гидроколлоиды для задержания влаги, а также закрепители мульчи на почве (например, полимерные волокна, биополимеры).

Компоненты активно перемешиваются, образуя гомогенную смесь, которая затем распыляется ровным слоем по обрабатываемой поверхности.

Полученный мокрый «ковер» на 100 % покрывает склон, толщину его легко визуально контролировать. Образуется равномерный рассев. Каждое семечко окружено влажной мульчей- поставщиком воды, защищающей от воздействия прямого света, высыхания, выветривания, смыва ливневыми осадками, склевывания птицами. Питательные компоненты находятся также в активном слое, а закрепители надежно фиксируют слой на почве, не допуская его сползания либо разрушения при ветрах или дожде.

Машинный метод гидропосева эффективно использует человеческие ресурсы и время - сев производится быстро, на больших площадях и при работе всего двух человек. В зависимости от размера установки и сложности работ, за смену можно посеять от 1 000 до 25 000 м² газона. С увеличением размера установок снижаются эксплуатационные затраты на 1м².

Эффективность защиты от эрозии при применении гидропосева по результатам испытаний составляет до 60 минут под ливневым потоком 150мм/час, а также три 30-минутных ливня мощностью 90мм/час.

Технология гидропосева эффективна для стабилизации очень крутых, длинных, неровных грунтовых поверхностей, склонных к эрозии почв, при частых дождях и периодах бурного снеготаяния.

Преимуществами технологии гидропосева являются следующие факторы:

- эффективная противоэрозионная защита грунтовых поверхностей (долгосрочная защита от эрозии до 12 месяцев - до образования растительной системы в прикорневом слое грунта),

- возможность прорастания травяного покрова без применения растительного плодородного грунта (в несколько раз ускоряет прорастание травы, при сравнении с посевом семян на голой почве),

- единовременное распыление травосмеси и добавок,

- создание среды для скорейшего прорастания семян,

- защита семян и почвы от вымывания и высыхания,

- обеспечение равномерных всходов,

- высокая производительность и надежность результата,

- низкая стоимость материалов для гидропосева 1 м²,

- минимальные затраты на трудовые ресурсы,

- низкая стоимость обслуживания оборудования,

- долговечность травяного покрова.

Для смеси трав необходимо применять сорта, произрастающие в регионе и на высотах строящегося объекта. Финальная корректировка подбора смеси трав и всех компонентов осуществляется Поставщиком в зависимости от района размещения объекта строительства, высотных и климатических условий, особенностей строительного процесса согласно требованиям проектной документации.

Проектом предписывается следующий состав и нормы расхода материалов гидропосева:

- биостимулятор JumpStart - 45 кг/Га (4,5г/м^2),
- биостимулятор Bio Prime - 45 кг/Га (4,5г/м^2),
- гидравлическая мульча Flexterra HP-FGM - 4500кг/Га (450г/м^2),
- травосмесь "Высокогорная" - 400 кг/Га (40г/м^2).

Травосмесь состоит из видов трав в следующей пропорции:

- 25% кострец безостый;
- 20% овсяница луговая;
- 20% тимофеевка;
- 15% овсяница красная;

- 10% райграс однолетний;
- 5% мятлик луговой
- 5% полевица побегоносная.

Конструктивные решения по зареплению обвальных участков склона

Для крепления обвальных участков склона, не подверженных защите покровной системой анкерных полей или уположению при производстве работ по укреплению подпорных стен, предусматриваются меры по устройству искусственного противоэрозионного покрытия на отдельных участках склонов.

Противоэрозионная защита на обвальных участках выполняется путем укладкии металиической сетки двойного кручения, с закреплением анкерами. При необходимости может дополняться противоэррозионным матом.

Анкера для крепления выбираются по месту:

- при малых уклонах склонов – забивные из арматуры ф16 мм
- при больших уклонах – анкера АД-88 или аналог.

Места устройсва крепления обвальных участков выбираются по месту.

Шаг крепления металличской сетки выбирается по месту в зависимости от размеров, расположения и грунтовых условий закрепляемого участка.

4 Условия производства работ

Разработка грунта производится экскаваторами. Вынутые при подрезке грунты вывозить за пределы участка, не допуская дополнительной пригрузки склона. Все работы нулевого цикла желательно проводить в сухое время года и в кратчайшие сроки.

Работы по освоению территории следует начинать только после проведения первоочередных мероприятий по защите территории участка и сопредельных территорий от опасных геологических процессов.

Строительство зданий, сооружений и осуществление мероприятий инженерной защиты не должны привести к активации опасных процессов на примыкающих территориях. При условии работы разработанных защитных мероприятий намечаемое строительство не приведет к ухудшению или изменению инженерно-геологических условий данной территории.

На время производства работ движение по автодороге осуществлять согласно установленной схеме организации движения.

При устройстве анкеров с помощью альпинистского оборудования грунтовые анкеры GEOIZOL-MP PLUS изготавливаются из трубчатой винтовой арматуры длиной 1,5 м, исходя из особенностей альпинисткой буровой установки. Участки анкерных полей, выполняемых при помощи альпинистского оборудования определить по месту.

При проектировании были учтены неблагоприятные в сейсмическом отношении условия строительства.

5 Методика расчета

5.1 Методика расчета в программном комплексе Plaxis 2D

Расчетная модель грунтов

Программа Plaxis содержит специальные средства, позволяющие моделировать нелинейное поведение грунтов. Одной из устойчивых и простых нелинейных моделей является модель Кулона-Мора, которая и используется в представленном расчете. Расчетный комплекс PLAXIS, представляет собой целевой пакет геотехнических программ для конечно-элементного анализа напряженно-деформированного состояния системы «основание-сооружение» в плоской постановке. Лицензия на PLAXIS 2D приведена в приложении 1.

Расчет устойчивости

Расчет устойчивости склонов определен в соответствии с пп.5.2.3 СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения». Расчетное значение обобщенного сопротивления грунтового массива сдвигающему воздействию следует определять исходя из условия, что соотношение между нормальными σ и касательными τ напряжениями по всей поверхности скольжения, соответствующее предельному состоянию призмы обрушения, отвечает условию:

$$\tau_{nt}=\sigma_n tg\varphi_1+c_1$$

Где φ_1 и c_1 – значения соответственно угла внутреннего трения и удельного сцепления грунта, при которых наступает сдвиг грунта.

В программе PLAXIS этот процесс реализован путем понижения прочностных характеристик грунта. Этот процесс называется ***Phi-c reduction*** и присутствует как отдельный тип расчета. При использовании алгоритма ***Phi-c reduction (снижение φ и c)*** параметры прочности грунта ***tan φ*** и ***c*** последовательно уменьшаются до тех пор, пока не произойдет разрушение, таким образом, коэффициент надежности представляет собой отношение имеющегося сопротивления грунта сдвигу к минимальному сопротивлению сдвигу, необходимому для обеспечения равновесия.

Коэффициенты устойчивости склона на участке определялись из условия Ksf ≥ [Ksfn],

где [Ksfn] - нормированное значение коэффициента устойчивости склона (откоса) вычисляемое согласно п. 5.2.2 СП 116.13330.2012 «СНиП 22-02-2003 «Инженерная защита

территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения» применительно к сооружениям нормального уровня ответственности.

Значение нормированного значения коэффициента устойчивости [kst] вычисляется по следующей формуле:

$$[Ksfn] = \gamma_n \psi / \gamma_d,$$

где γ_n - коэффициент надежности по ответственности сооружения. Для сооружения нормального уровня ответственности $\gamma_n = 1,0$ согласно ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения»;

γ_d - коэффициент условий работы, $\gamma_d = 0,9$;

ψ - коэффициент сочетания нагрузок: для основного сочетания нагрузок $\psi = 1,0$, для особого сочетания нагрузок $\psi = 0,95$.

Значение нормированного значения коэффициента устойчивости для сооружения нормального уровня ответственности:

Основное сочетание $[Ksfn] = \gamma_n \psi / \gamma_d = 1,0*1,0 / 0,9 = 1,11$.

Особое сочетание $[Ksfn] = \gamma_n \psi / \gamma_d = 1,0*0,95 / 0,9 = 1,05$.

Необходимо отметить, что в представленных ниже результатах расчета изображены теоретические поверхности обрушения склона – оползневые участки с наименьшим коэффициентом устойчивости.

Учитывая утверждение Заказчиком карты ОСР-97 В (приложение 3) для проектирования объекта, расчетная сейсмичность участка принимается равной 9,0 баллов.

Определение расчетной сейсмической нагрузки

При расчете на особое сочетание нагрузок сейсмическое воздействие учитывается путем приложения ко всей расчетной модели квазистатической силы, направленной под углом естественного рельефа. Величина сейсмической нагрузки определяется по методике, описанной в п.5.17 СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» и соответствует части веса грунтового массива и всех сооружений, входящих в расчетную схему. Значение этой нагрузки определяется по формуле:

$$S=K_0 * K_1 * A,$$

где K_0 – коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность, согласно таблице 3 СП 14.13330.2014, равен 1,0.

А – значение ускорения в уровне основания, согласно п.5.5 СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах», для расчетной сейсмичности 9 баллов равно 4,0 м/с^2,

K_1 – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений, согласно таблице 4 СП 14.13330.2014, равен 0,25.

Таким образом, принятое в расчетах на особое сочетание значение сейсмической нагрузки равно:

$$S=1,0 * 0,25 * 4,0 \text{ м/с}^2 = 1,0 \text{ м/с}^2;$$

Направление вектора ускорения принимается в сторону возможного перемещения оползня под углом естественного рельефа.

5.2 Описание выполненных расчетов

В соответствии с пп.5.2.1, 5.2.2, 5.2.3 СП 116.13330.2012, выполненные расчеты включают в себя:

- расчеты местной и общей устойчивости склонов в программе Plaxis 2d;
- расчеты прочности и устойчивости отдельных элементов сооружения, разрушение которых приводит к прекращению эксплуатации сооружения

Полученные в процессе расчета в программном комплексе Plaxis 2D значения усилий в элементах конструкции и давления на них используются для дальнейших расчетов конструкций.

Конструкция существующих и новых подпорных стен проверяется и подбирается в программном комплексе SCAD Office 21.1.1.1 согласно СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». Конструирование подпорных стен выполнено с учетом требований СП 14.13330.2014 «СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах». Расчет армирования на статическое загружение проводится из условия ее подбора по прочности и трещиностойкости. Расчет на сейсмическое воздействие выполняется без учета трещиностойкости. Пример расчета прочности конструкции стены в программном комплексе SCAD (на примере СТ-25/1, Разрез 14-14) показан в Приложении 4.

В качестве мероприятий по инженерной защите склонов также предусмотрены самостоятельные удерживающие сооружения из грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS со стальной высокопрочной сеткой, усиленной канатами (система Mighty Net – покровные сетки в сочетании с анкерными креплениями). В соответствии с ВСН 506-88 «Проектирование и устройство грунтовых анкеров», выполнены расчеты удерживающих конструкций, включающие:

- определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров;
- расчет грунтовых анкеров по материалу.

Пример расчета анкеров по грунту по ВСН 506-88 анкерного поля №7 (около СТ-4) по линии разреза 5-5 в программе Geoanchor 1.7 представлени в Приложении 5.

6 Расчеты

6.1 Расчеты по линии разреза 1-1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-43)

Схему расположения разреза см. рис. 6.1:

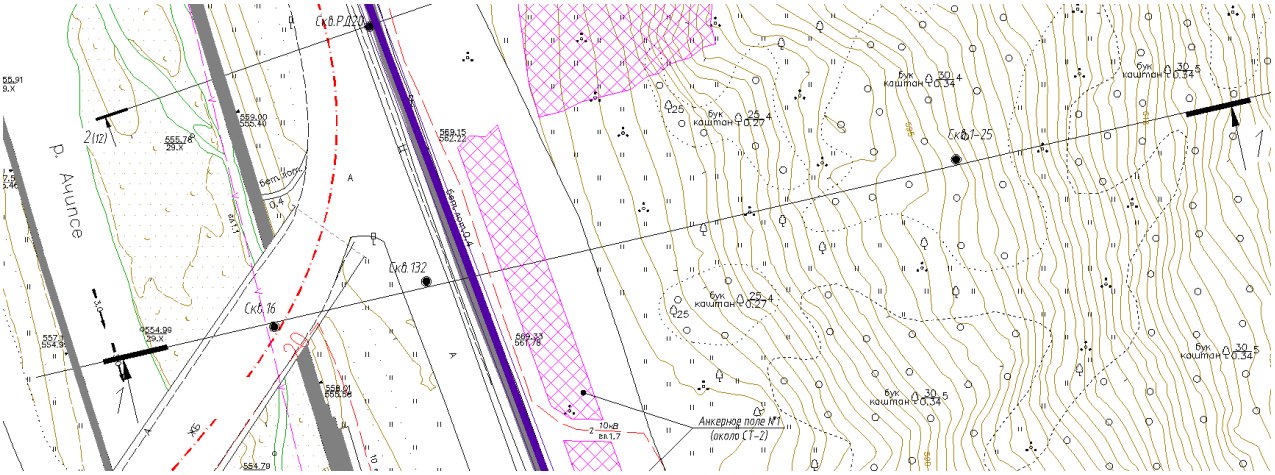


Рис. 6.1. Схема расположения разреза 1-1

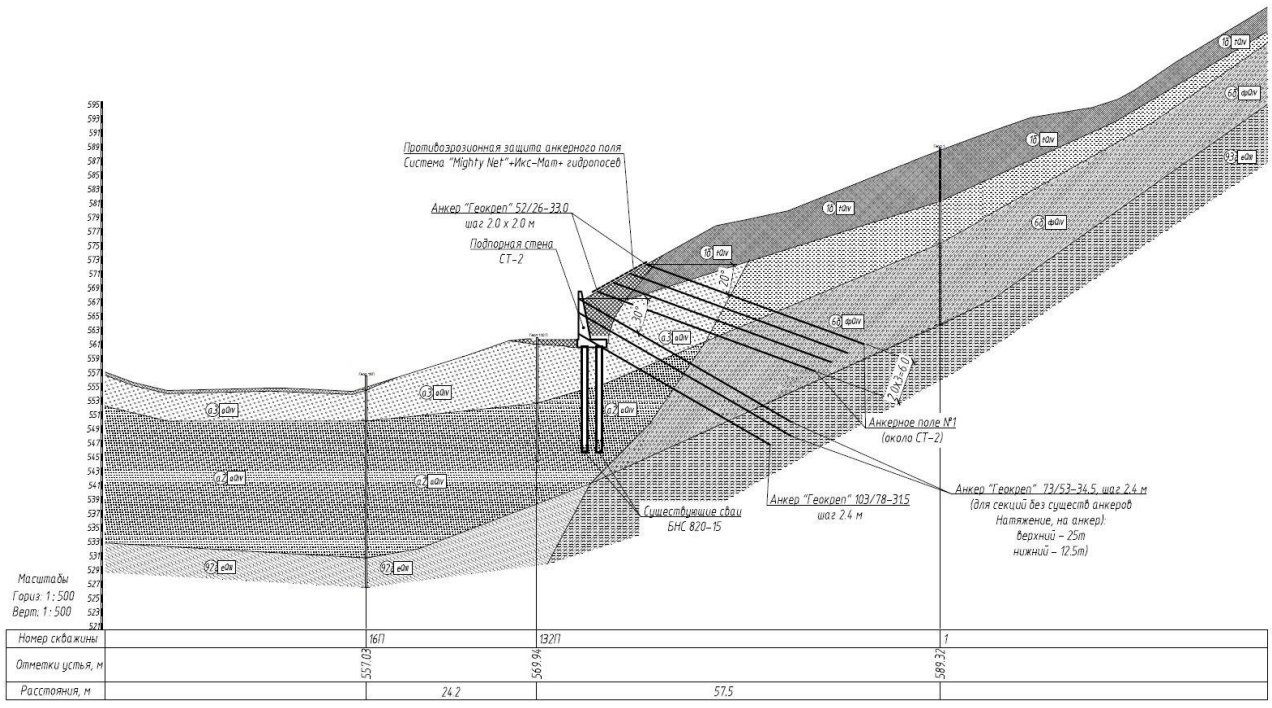


Рис. 6.2. Разрез 1-1.

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

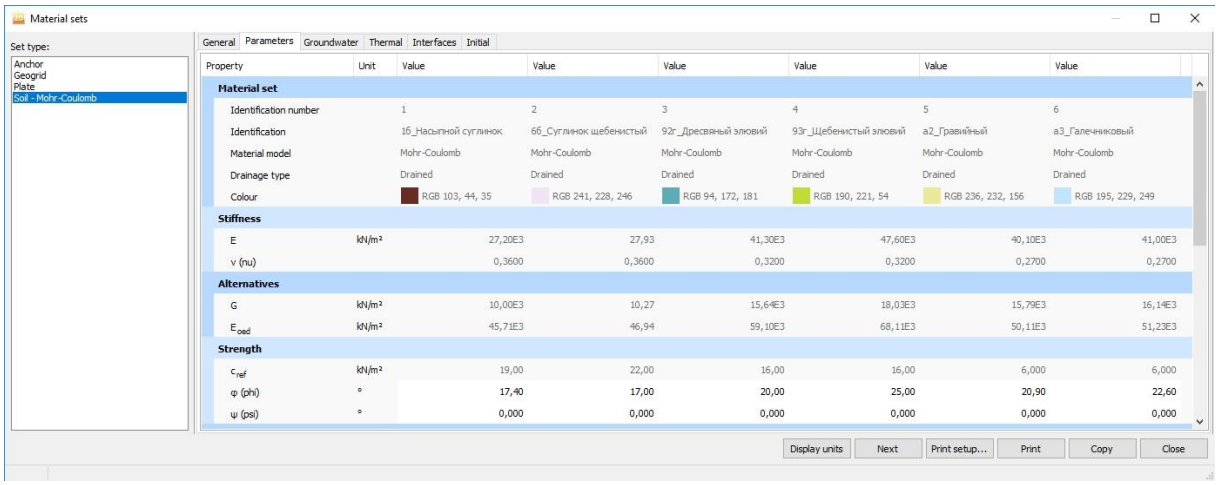


Рис.1 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.1.1 Расчет разреза 1-1 в существующем положении

Расчет разреза 1-1 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

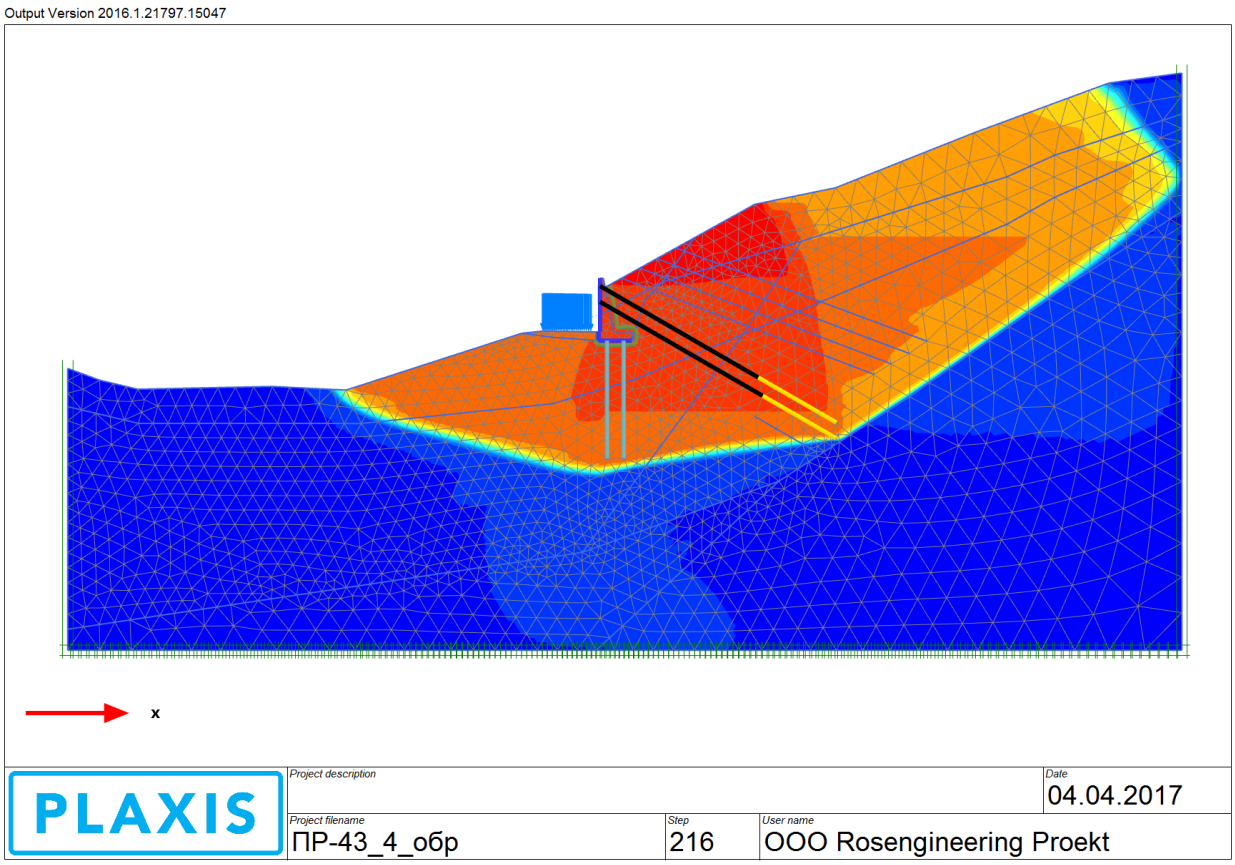


Рис. 6.3. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,276 > K_{sfn} = 1,11.

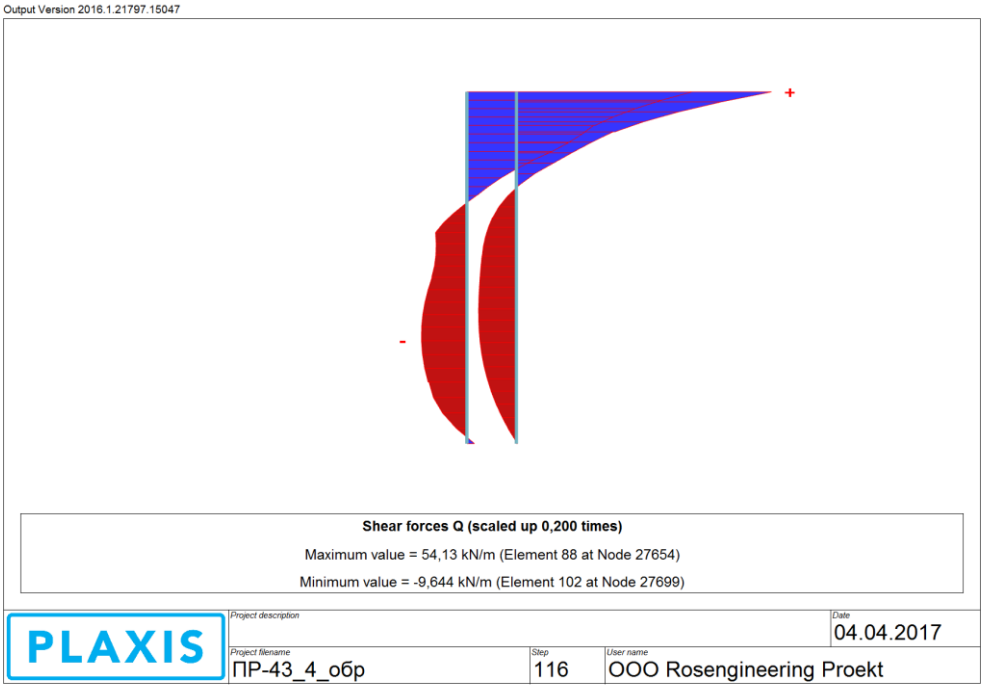


Рис. 6.4. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

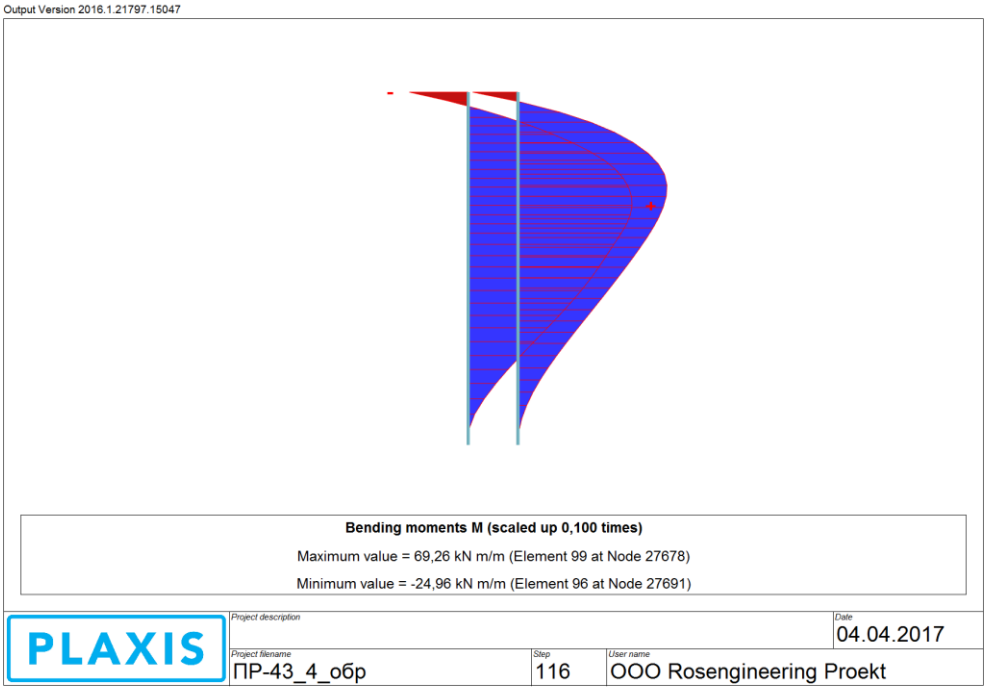


Рис. 6.5. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

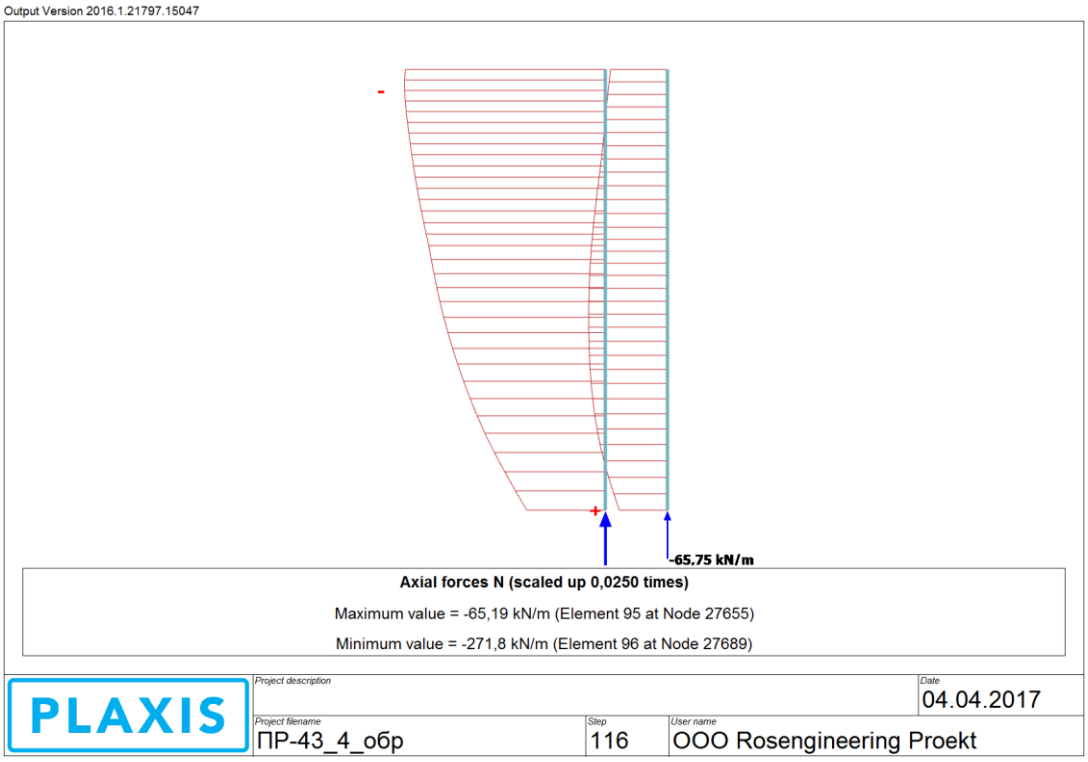


Рис. 6.6. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.1. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Максимальные усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,4	-66.3	16.9	11.7
N2(п)	0,82	15,0	2,4	-26.1	15.4	13.2

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

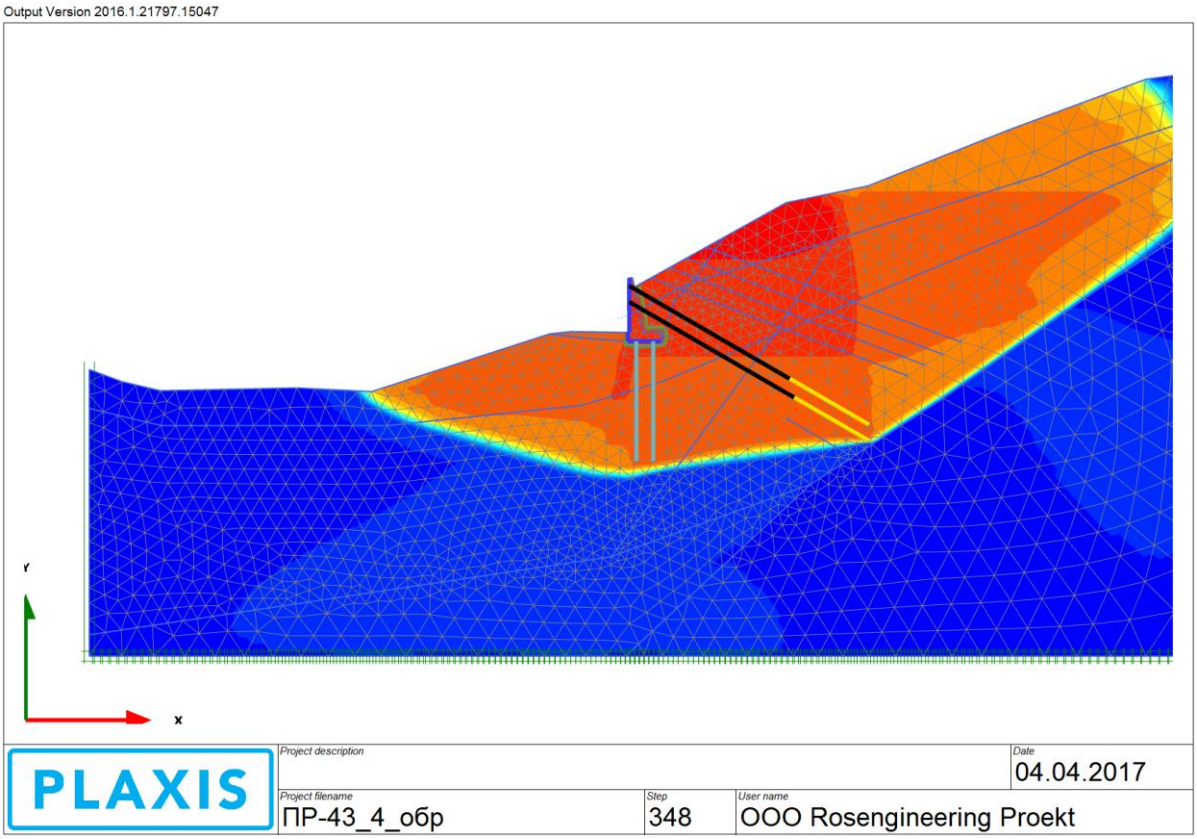


Рис. 6.7. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон неустойчив. K_{sf} =1,017 < K_{sfn} = 1,05. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

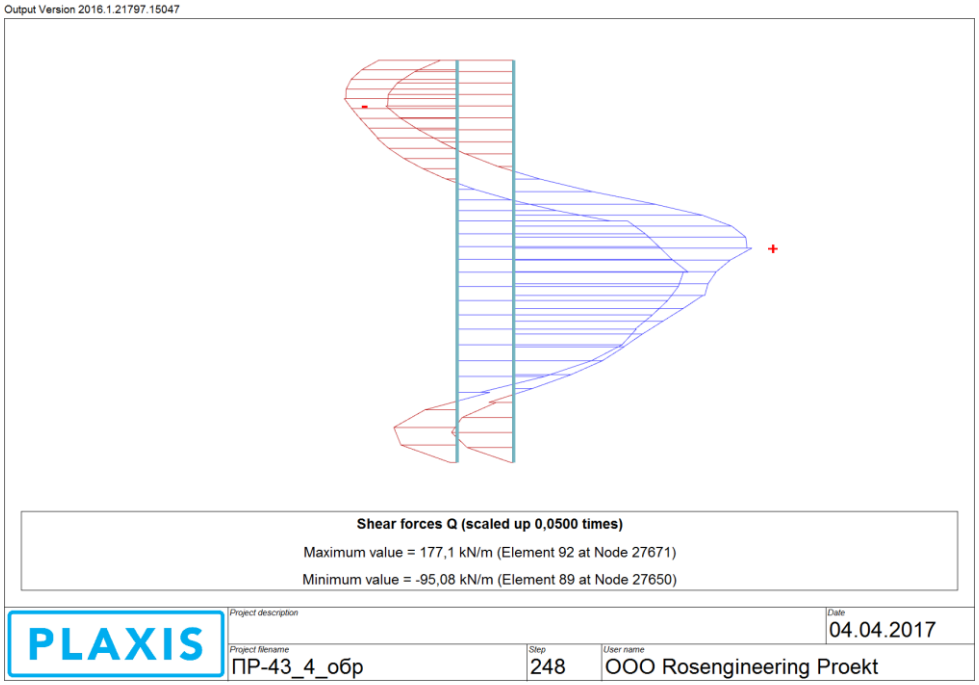


Рис. 6.8. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

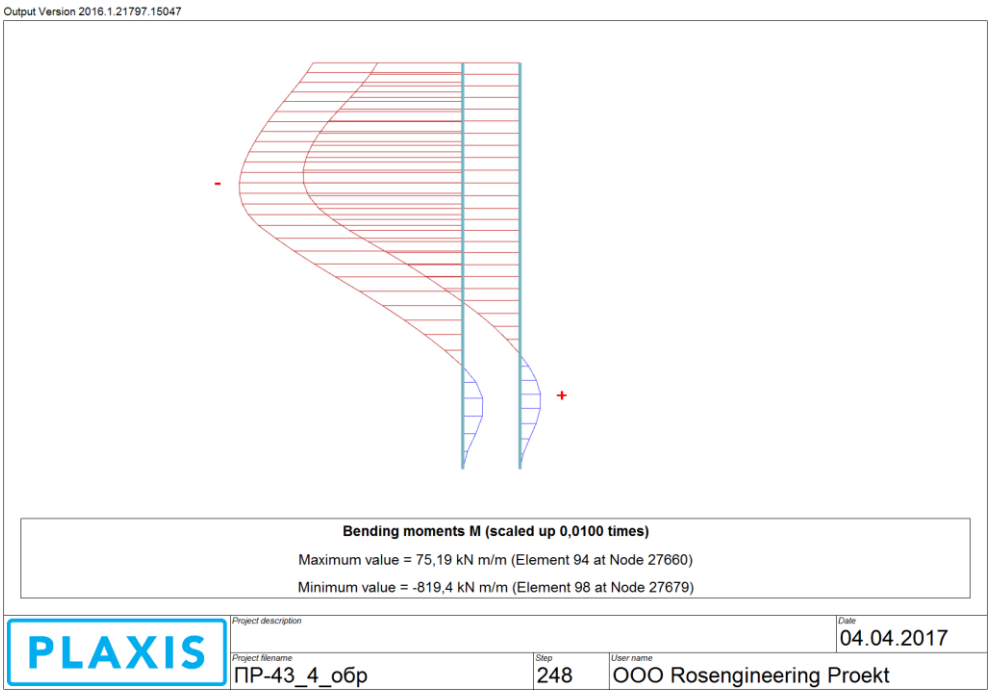


Рис. 6.9. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

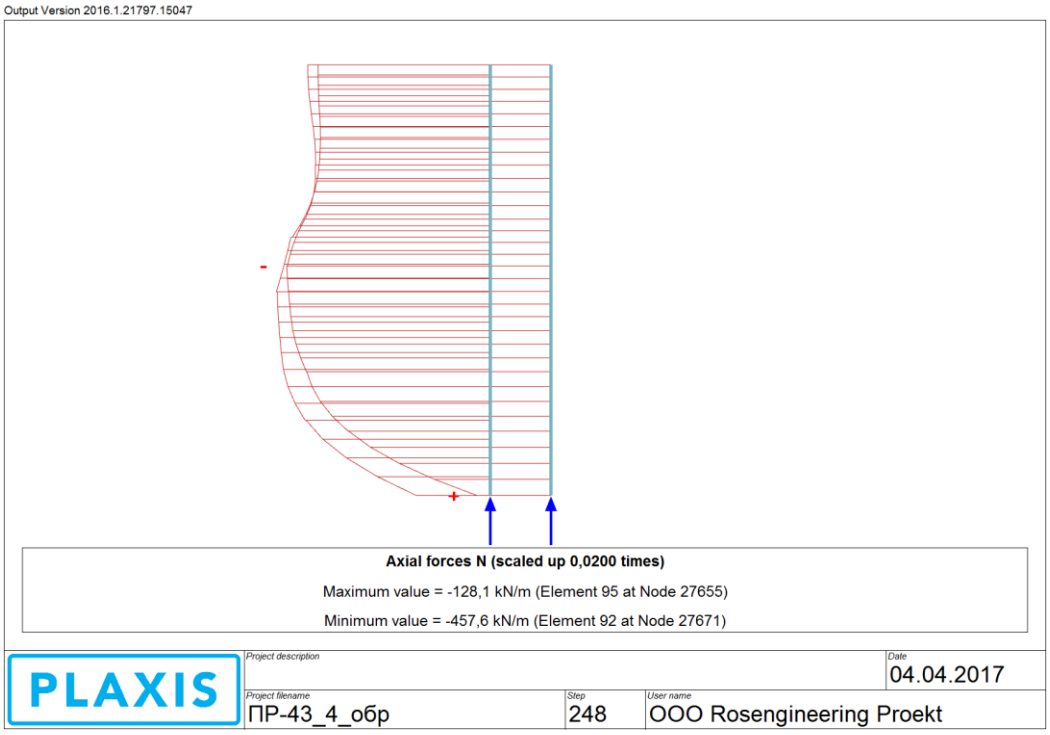


Рис. 6.10. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.2. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Максимальные усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,4	-90.6	200.6	41.7
N2(п)	0,82	15,0	2,4	-111.8	194.5	43.4

Расчет конструкции свай СТ-2 по разрезу 1-1 в программе SCAD

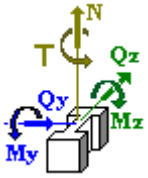
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

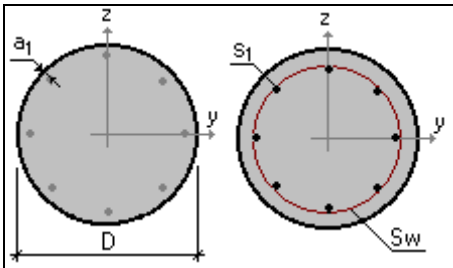
Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

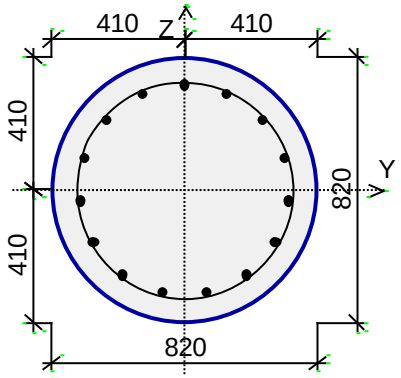
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-20,1	22,75	13,24	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,02
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,188
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,114
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,415
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,024
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,024

Коэффициент использования 0,415 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

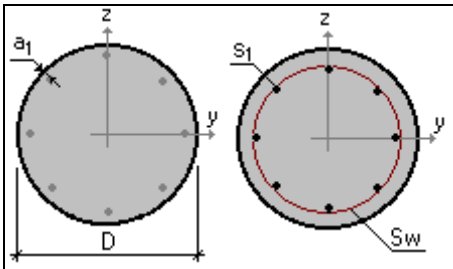
Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

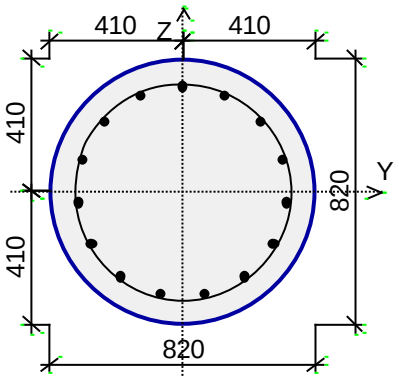
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-99,8	200,6	43,32	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,077
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	**1,413**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,303
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,154**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,024
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,024

Коэффициент использования 1,413 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

6.1.2 Расчет разреза 1-1 с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления подпорной стены

Расчет разреза 1-1 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

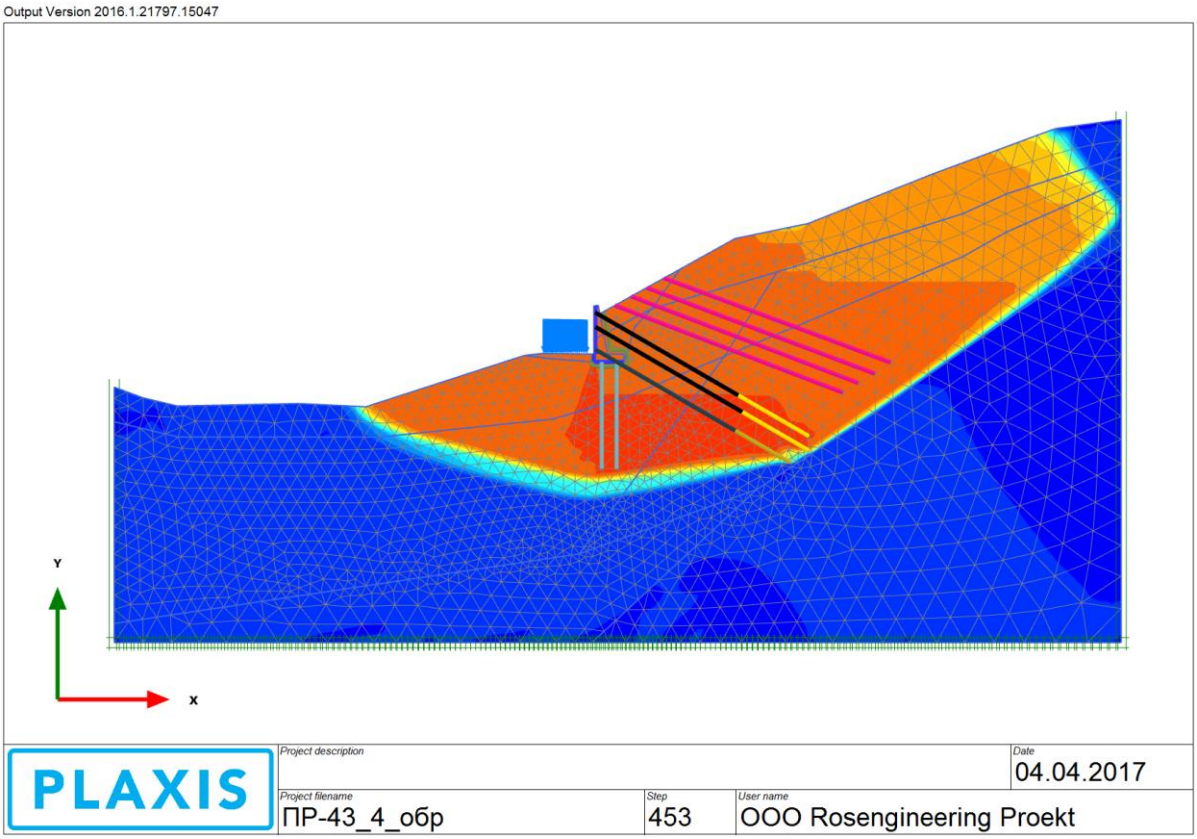


Рис. 6.11. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,328 > K_{sfn} = 1,11.

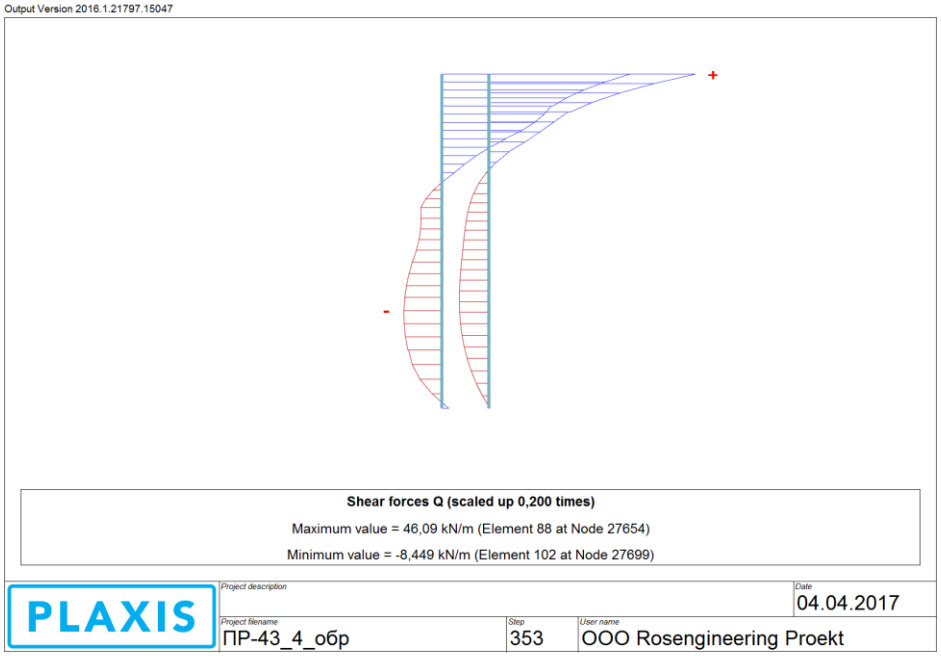


Рис. 6.12. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

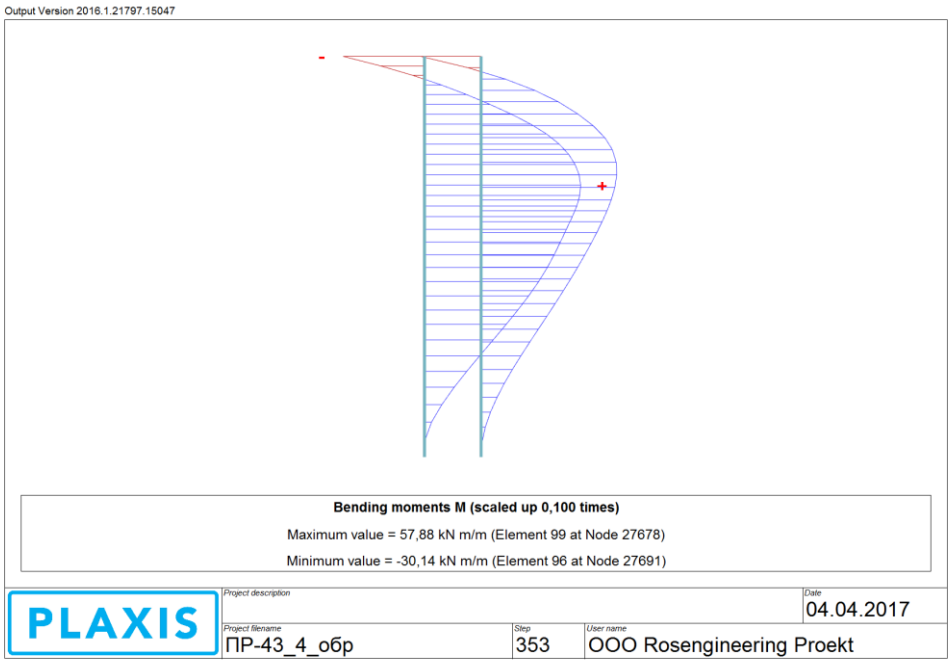


Рис. 6.13. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

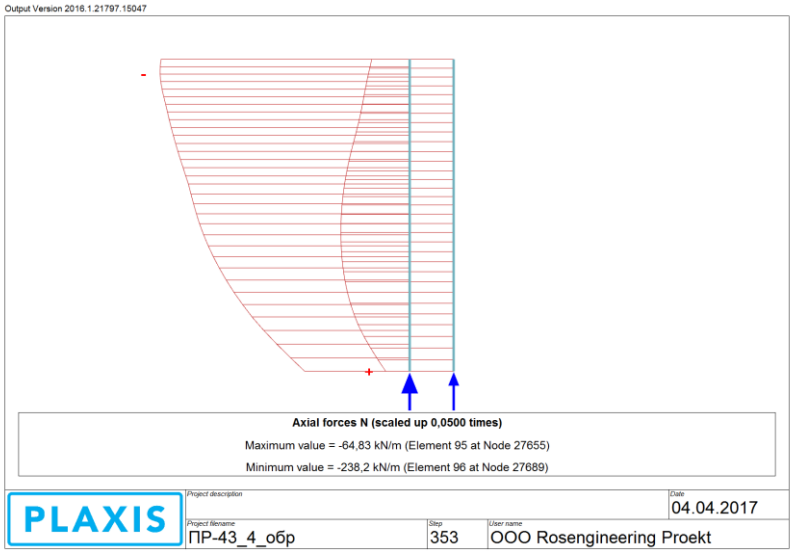


Рис. 6.14. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.3. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,4	-58,3	14,2	10,3
N2(п)	0,82	15,0	2,4	-26,3	12,3	11,3

Таблица 6.4. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-2 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
1	3,0	2,4	3,0	103/78	31,5

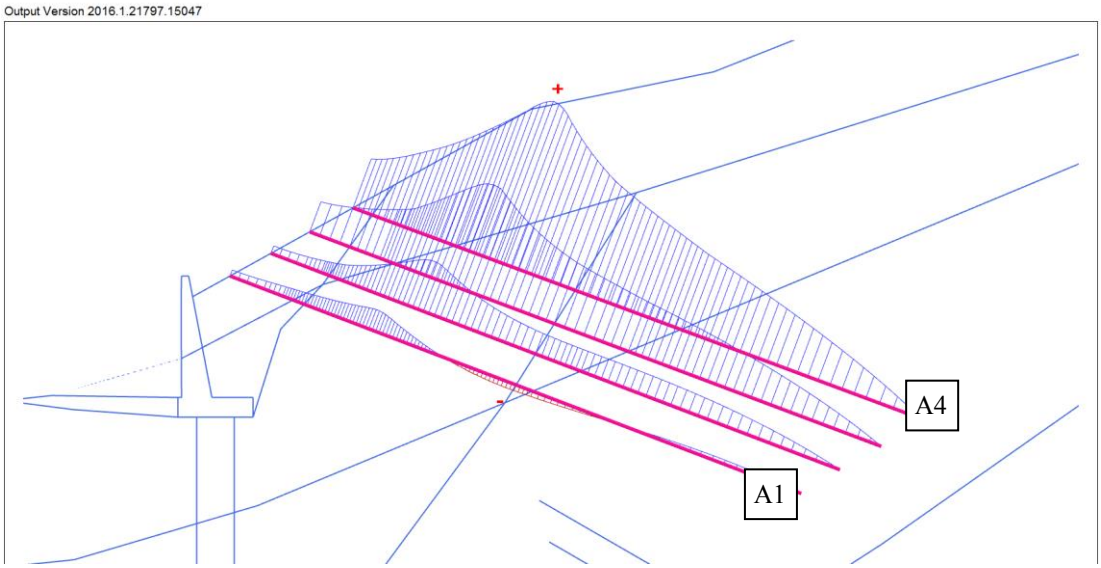


Рис. 6.15. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерного поля №1 (около СТ-2) при основном сочетании нагрузок. Nmax=72,10 кН/м

Таблица 6.5. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №1 (около СТ-2) при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(н)	2,0	6,2	52/26	33,0
А2	2,0	7,3	52/26	33,0
А3	2,0	11,2	52/26	33,0
А4(в)	2,0	14,7	52/26	33,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

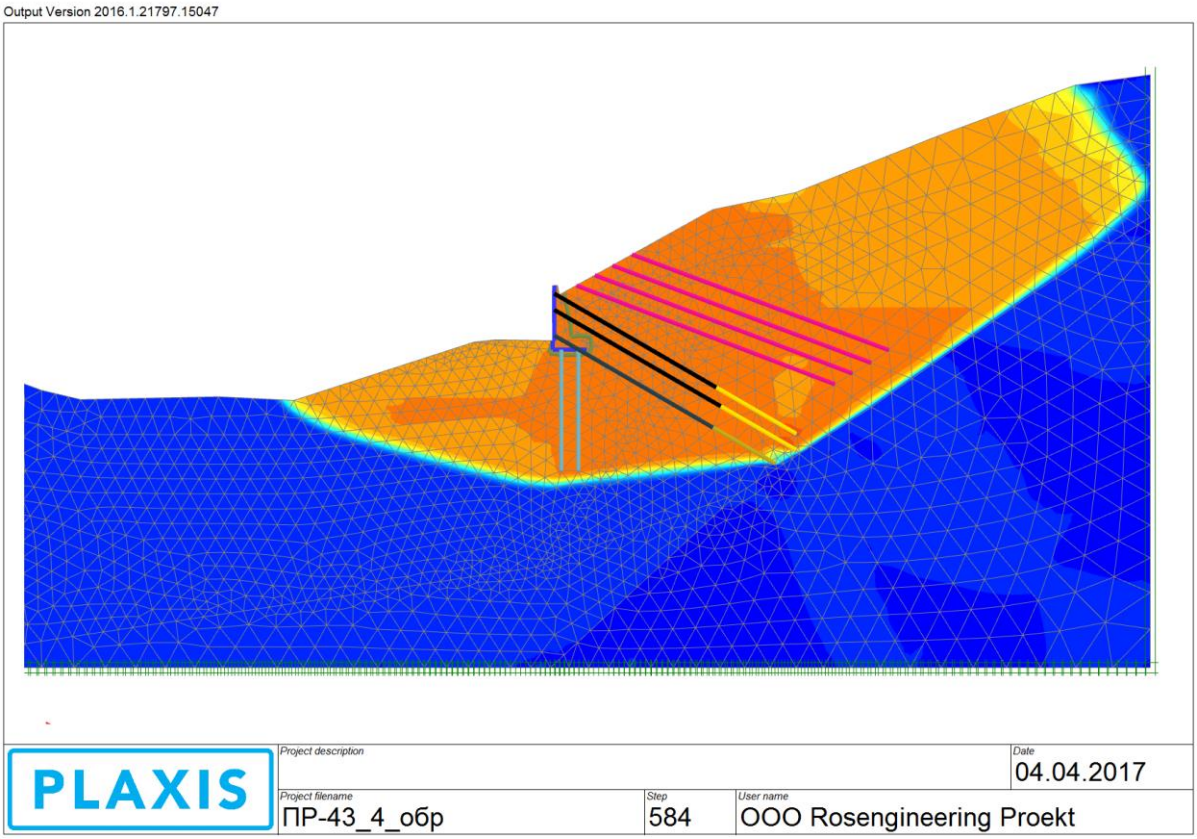


Рис. 6.16. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,059 > K_{sfn} = 1,05.

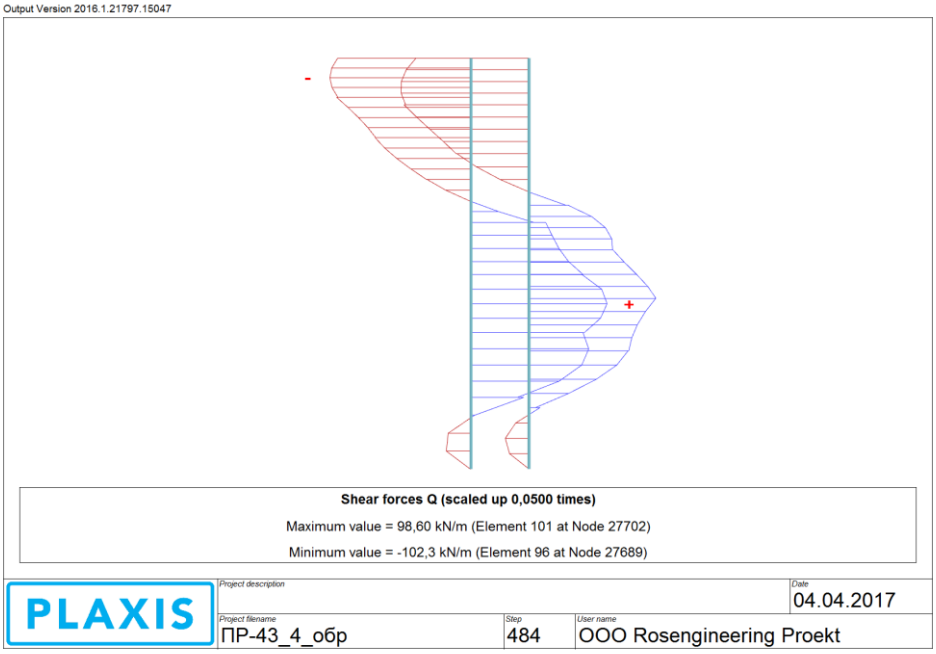


Рис. 6.17. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

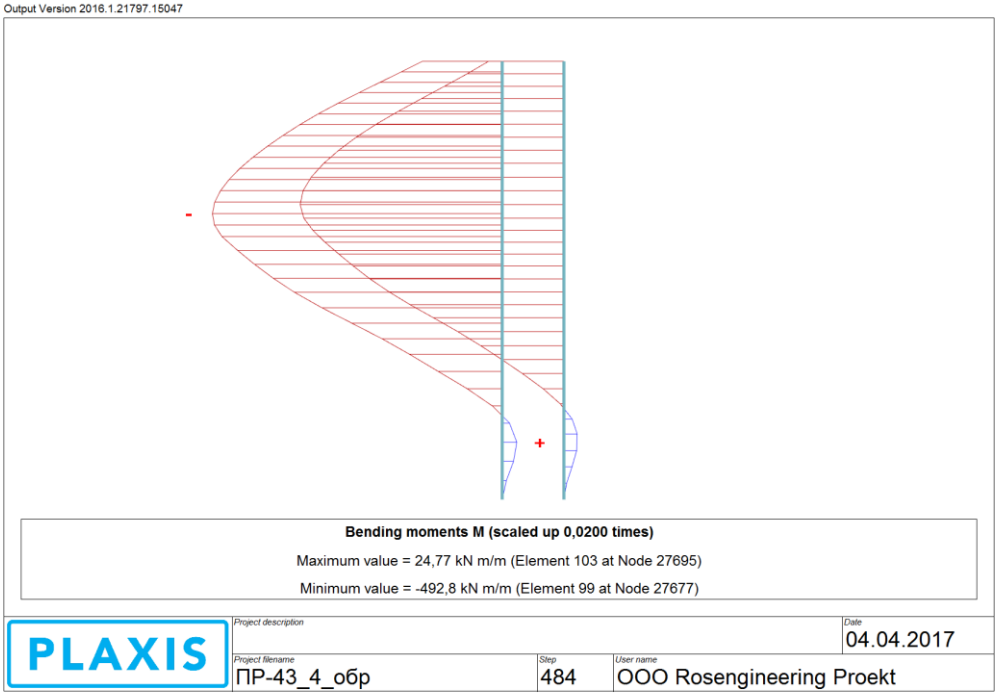


Рис. 6.18. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

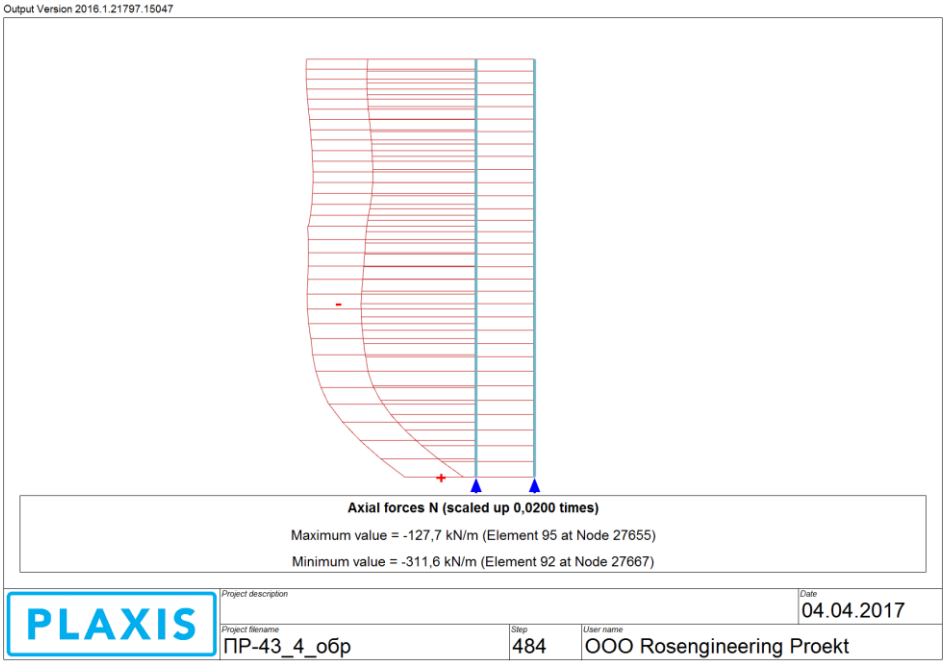


Рис. 6.19. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.6. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,4	-74,5	120,5	25,1
N2(п)	0,82	15,0	2,4	-76,1	109,6	22,5

Таблица 6.7. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-2 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
1	107,9	2,4	103/78	31,5

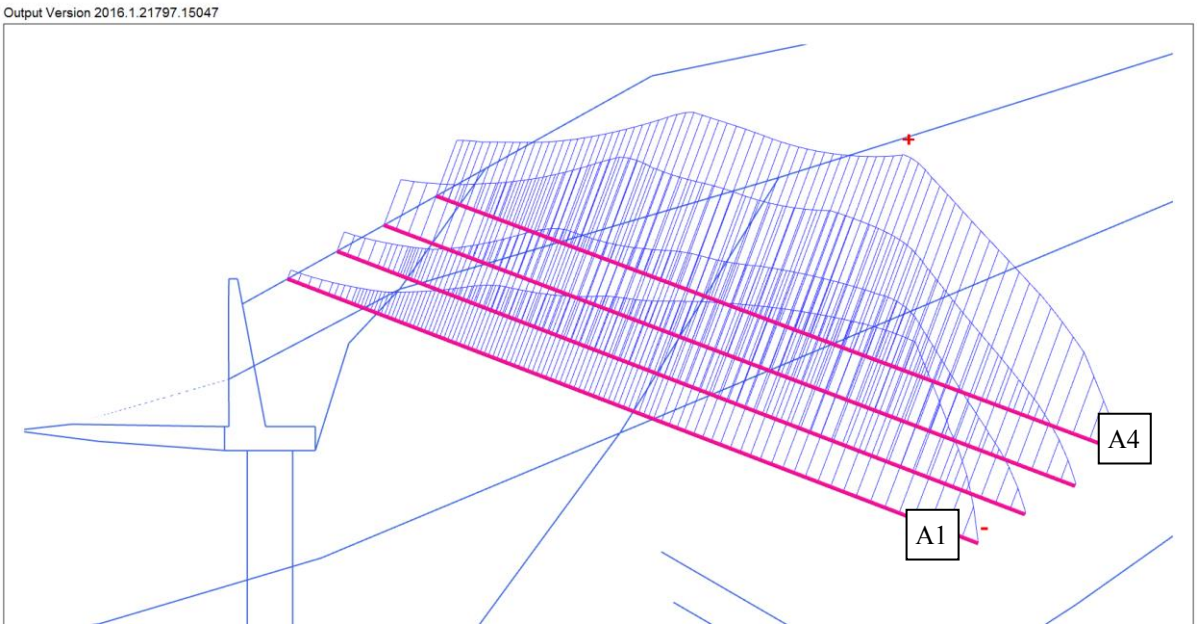


Рис. 6.20. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерного поля №1 (около СТ-2) при особом сочетании нагрузок. Nmax=111,34 кН/м

Таблица 6.8. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №1 (около СТ-2) при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(н)	2,0	22,3	52/26	33,0
А2	2,0	21,5	52/26	33,0
А3	2,0	23,2	52/26	33,0
А4(в)	2,0	22,7	52/26	33,0

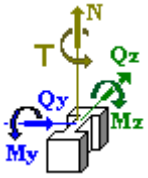
Расчет конструкции свай СТ-2 по разрезу 1-1 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

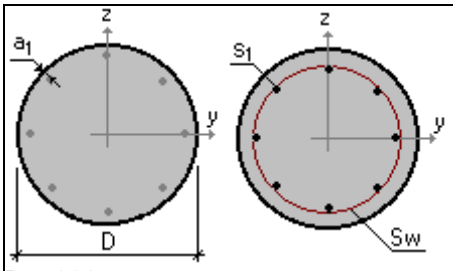
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

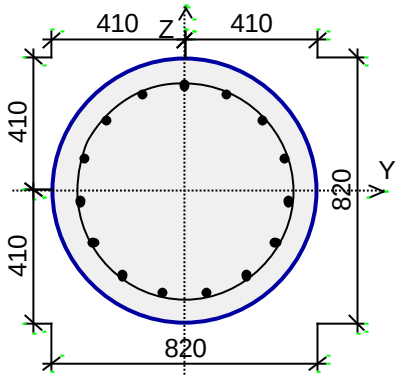
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-19,6	12,3	11,3	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,019
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,099
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,098
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,354
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,024
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,024

Коэффициент использования 0,354 - Прочность по наклонному сечению

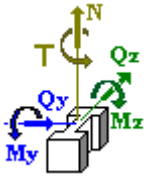
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

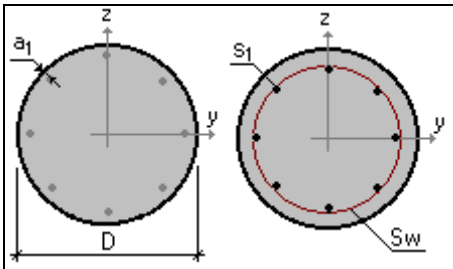
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

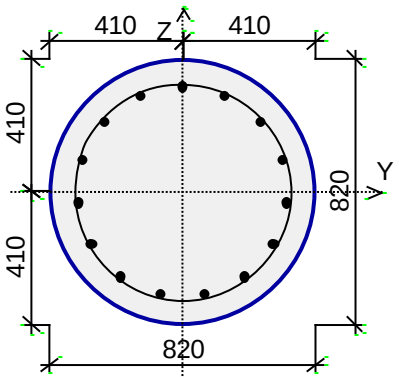
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-74,5	120,5	25,1	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,058
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,84
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,181
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,691
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,024
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,024

Коэффициент использования 0,84 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-2 по разрезу 1-1 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

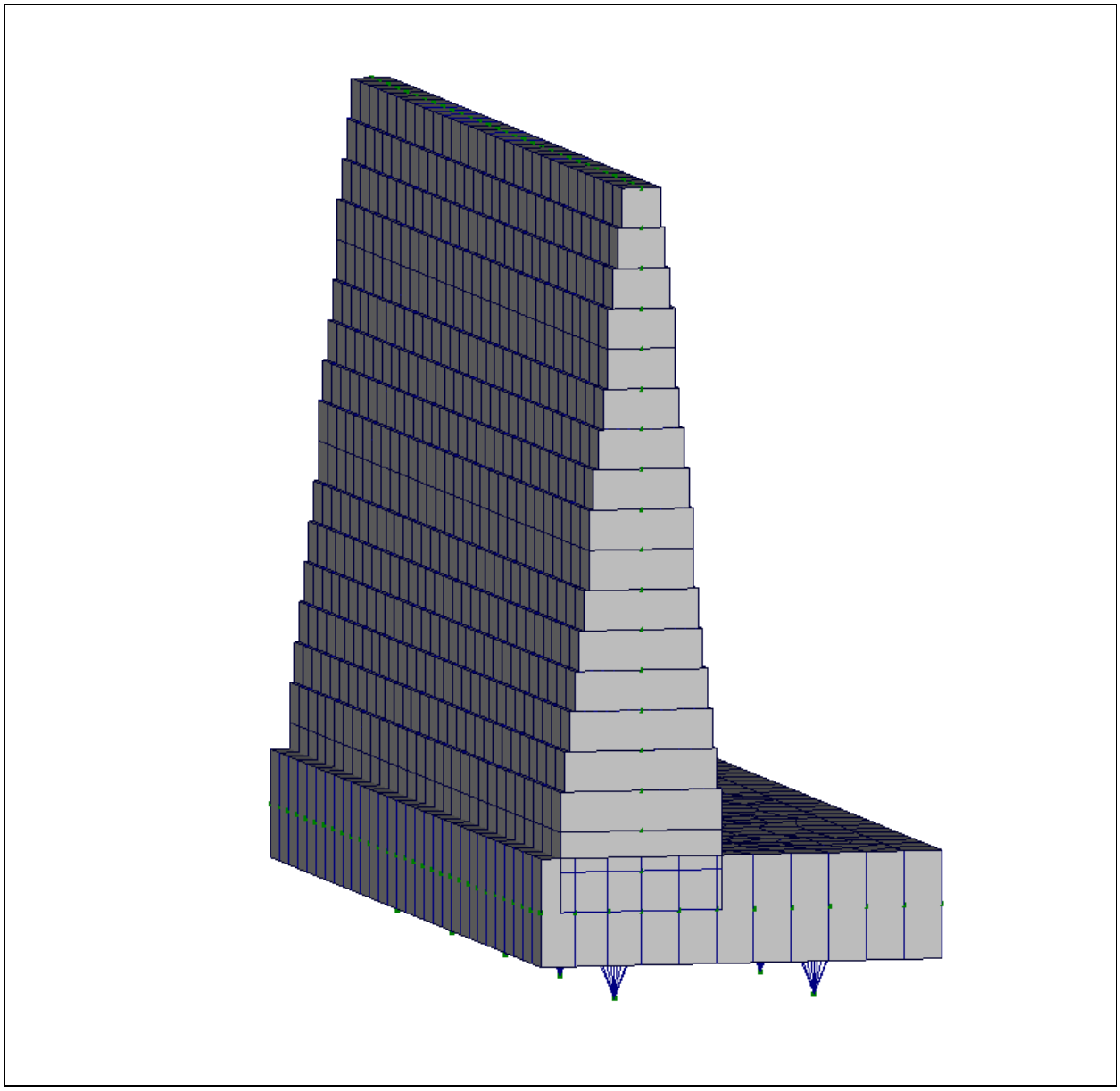


Рис. 6.21. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

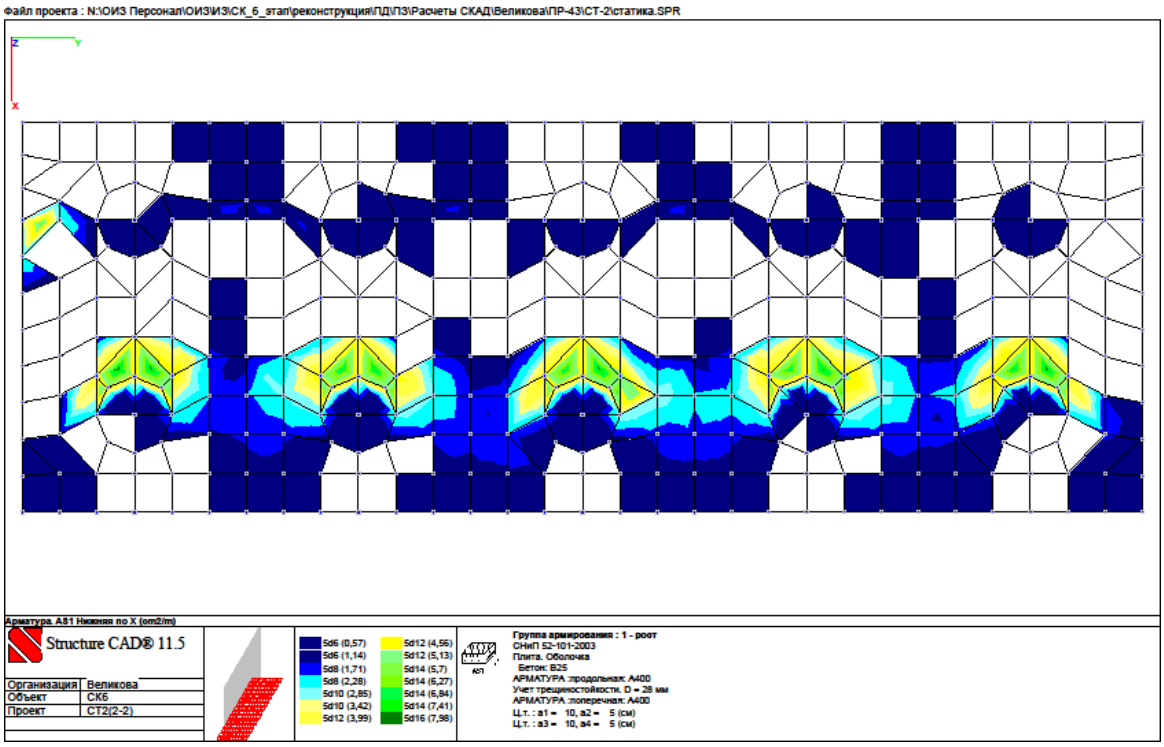


Рис. 6.22. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

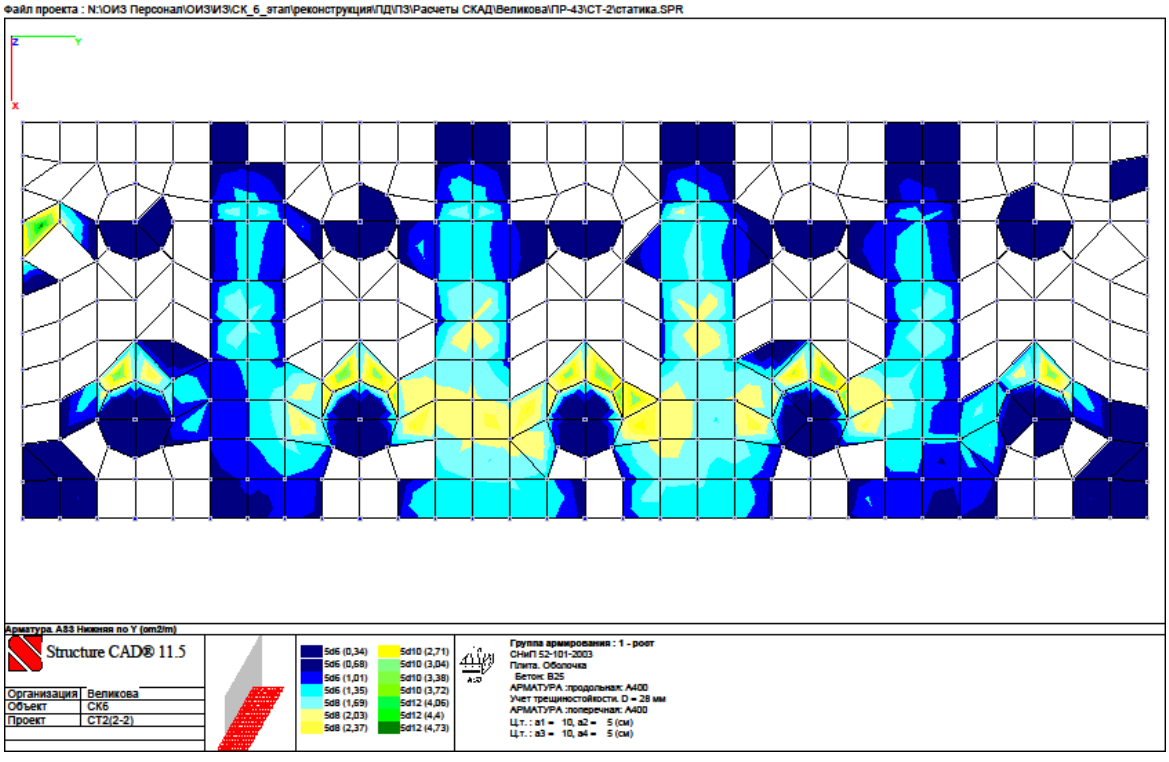


Рис. 6.23. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

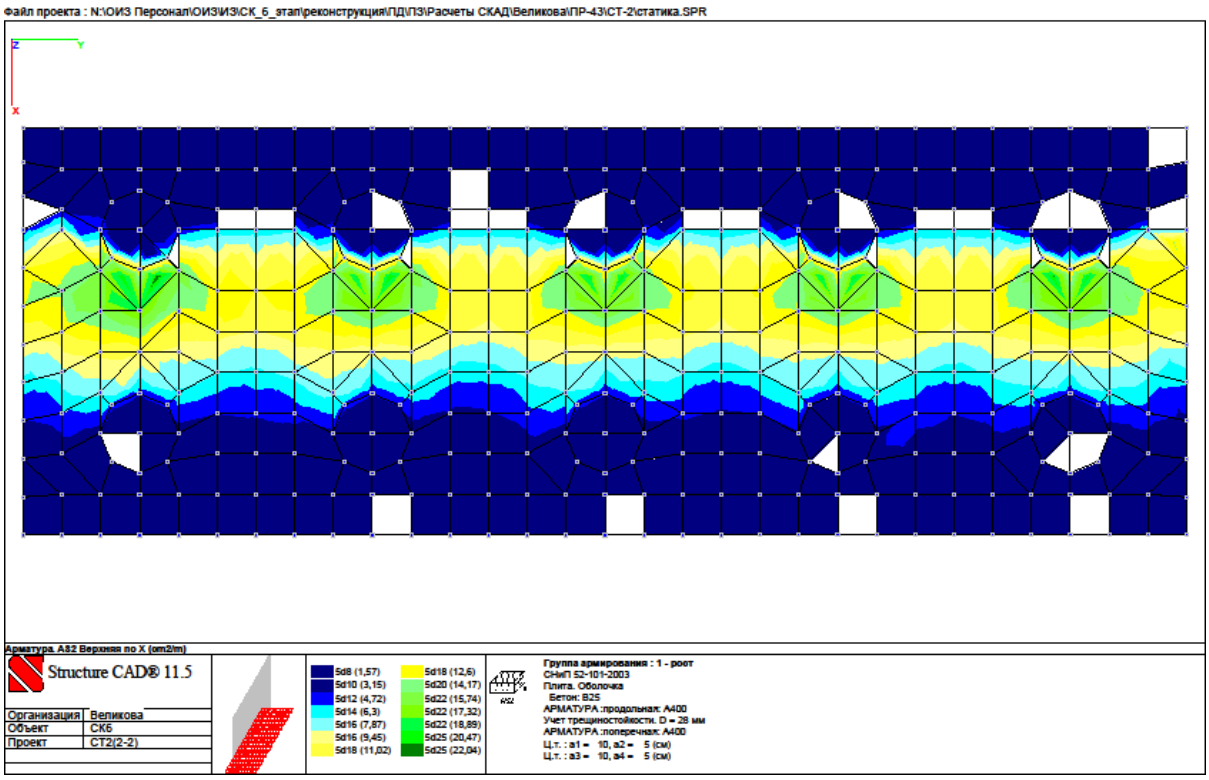


Рис. 6.24. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

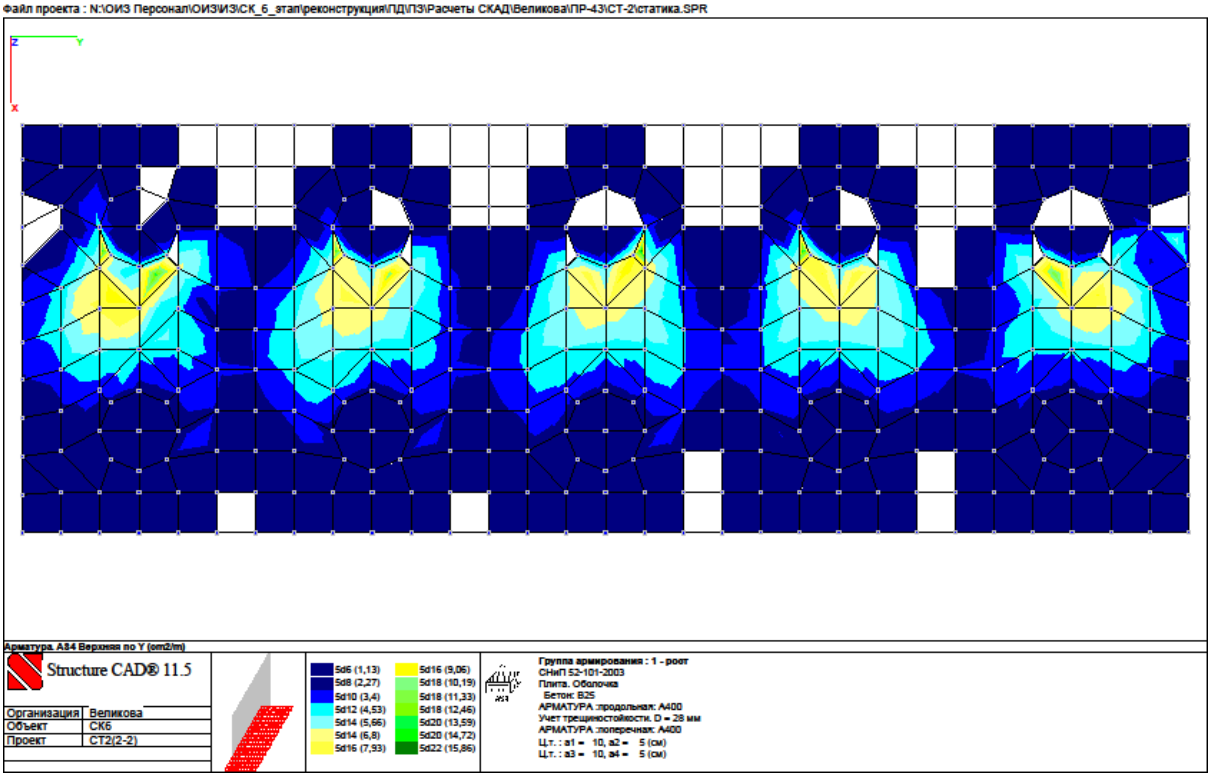


Рис. 6.25. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

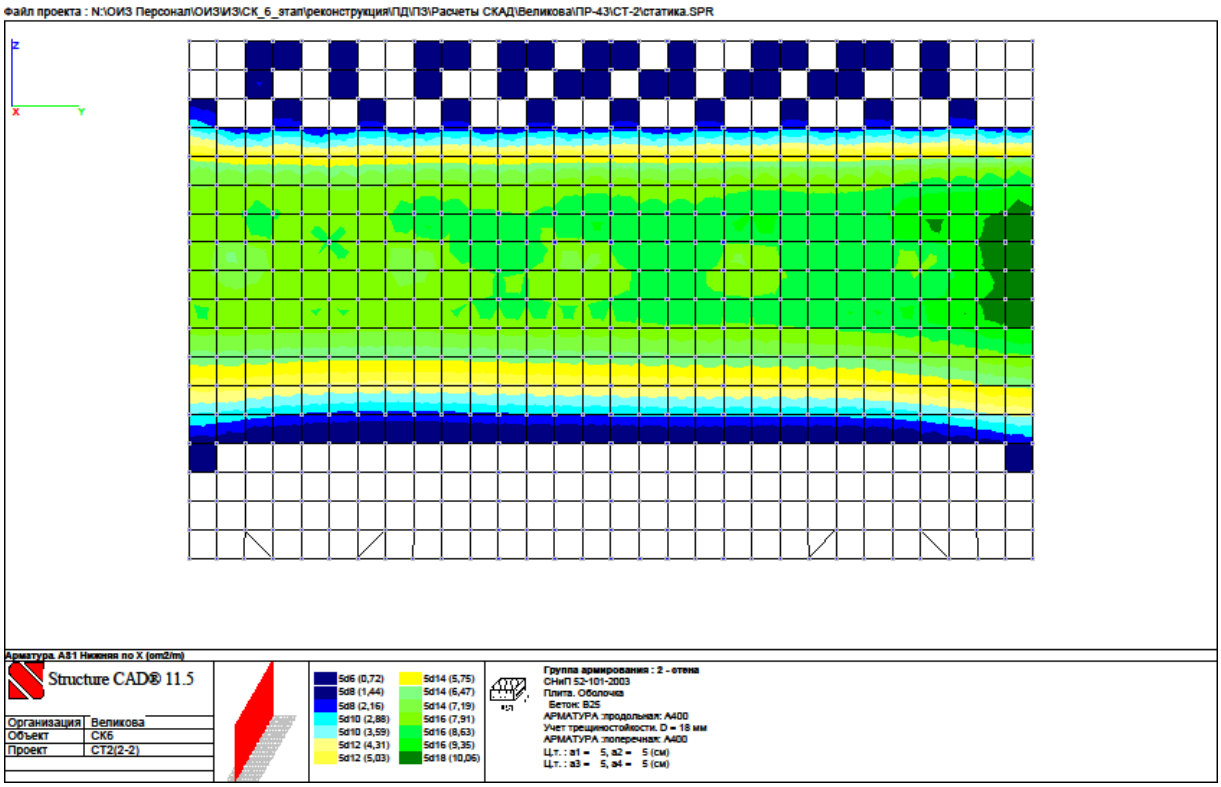


Рис. 6.26. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

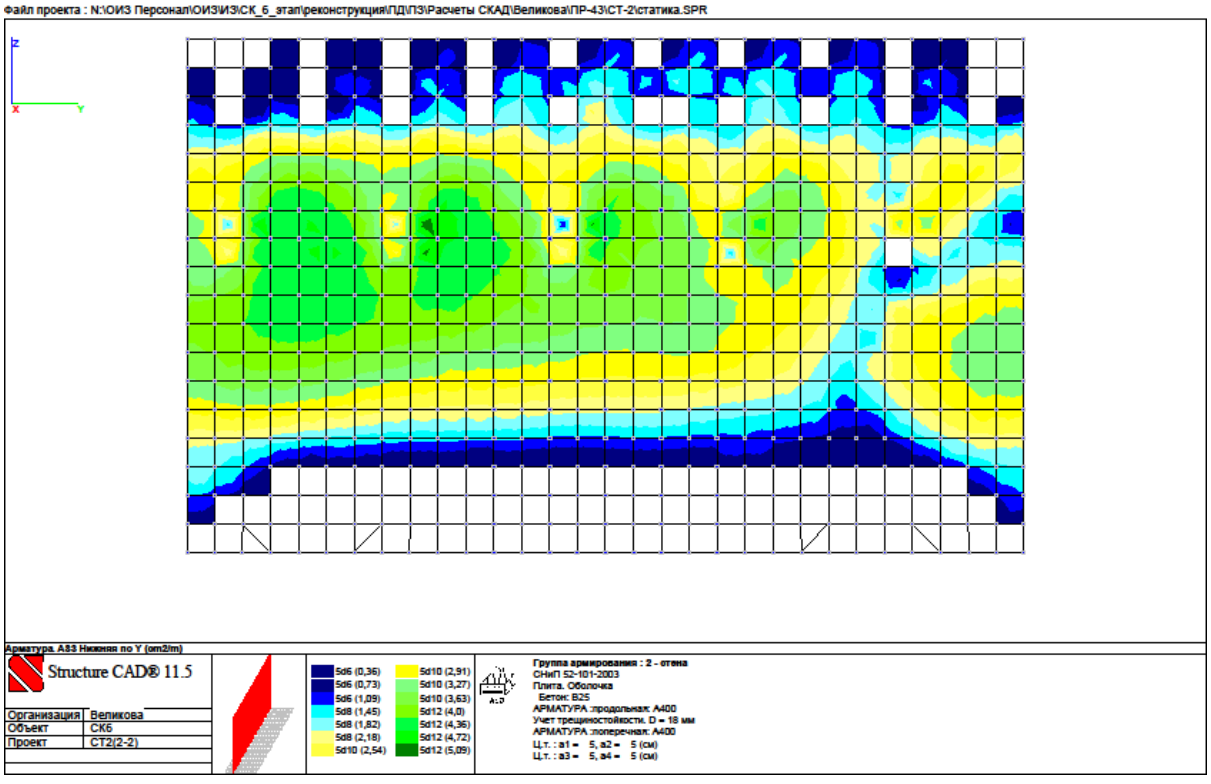


Рис. 6.27. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

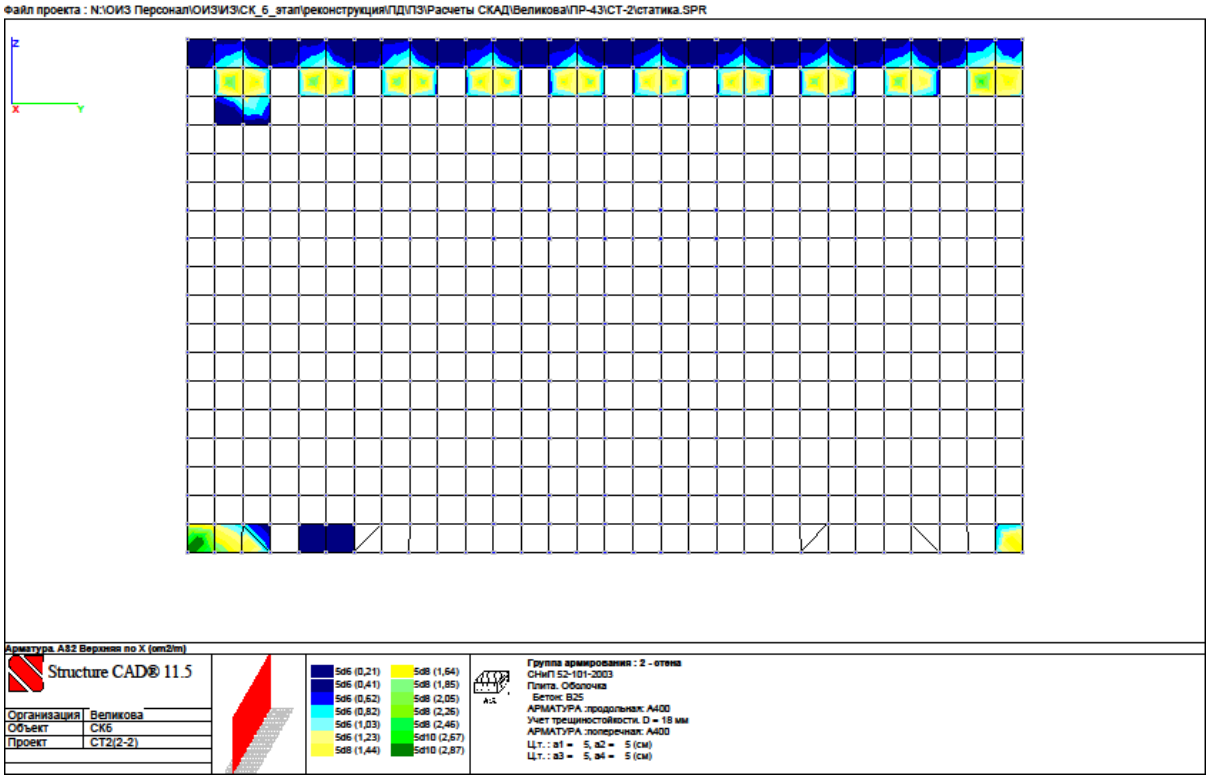


Рис. 6.28. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

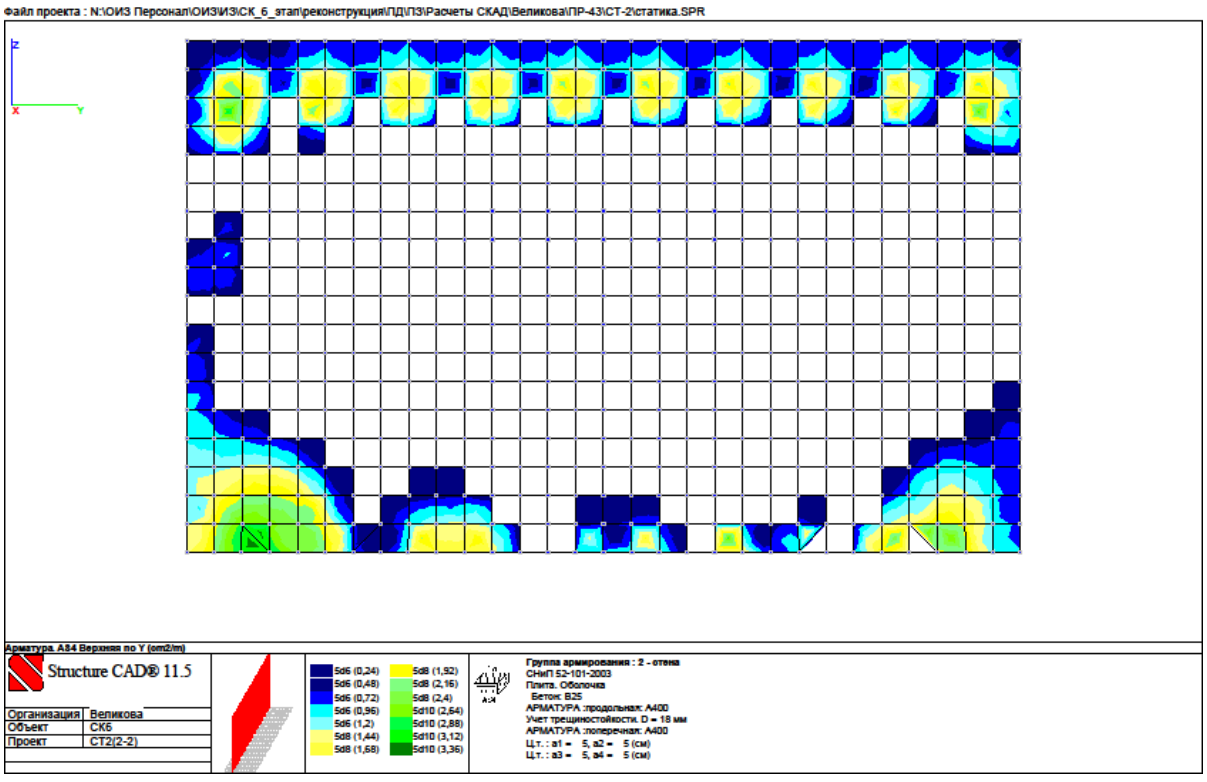


Рис. 6.29. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

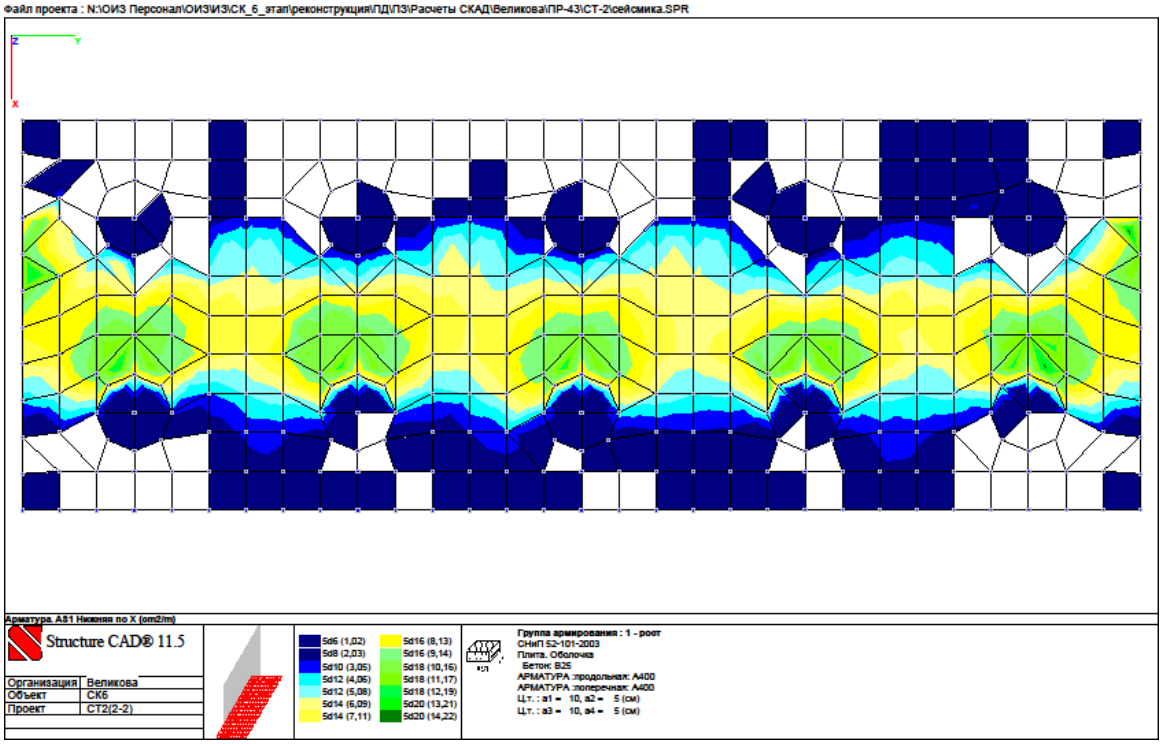


Рис. 6.30. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

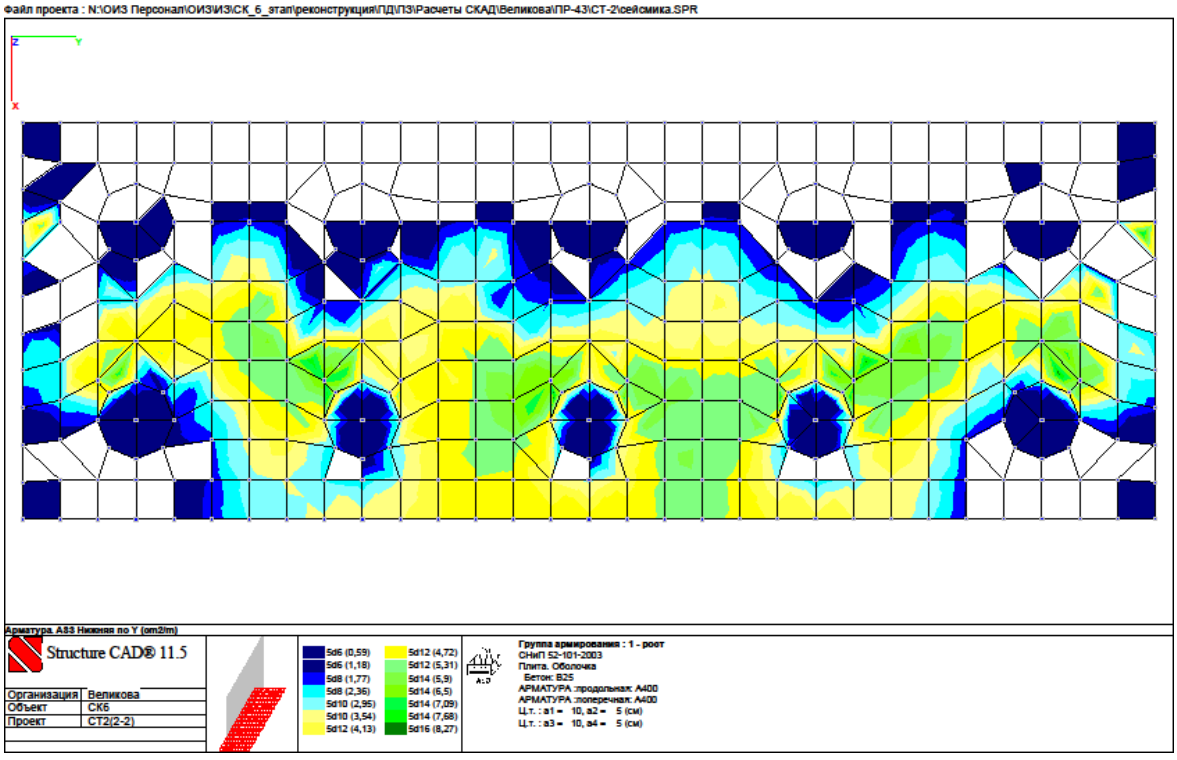


Рис. 6.31. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

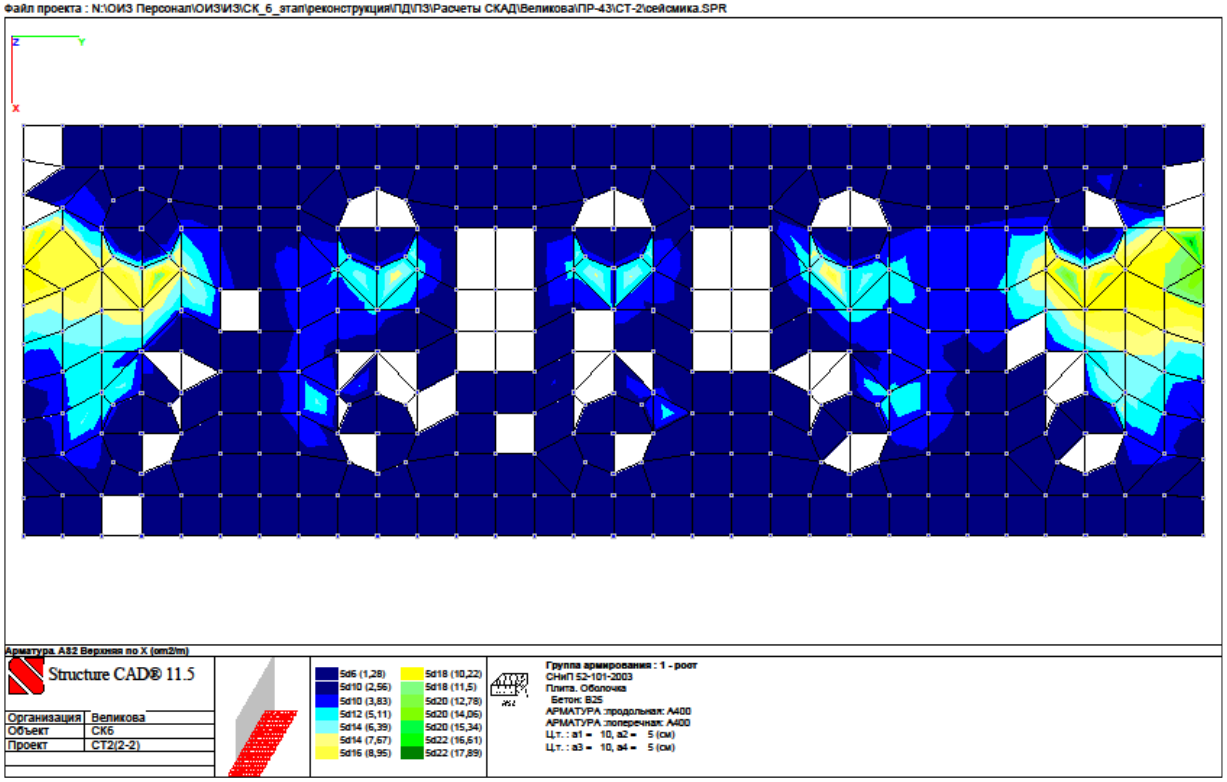


Рис. 6.32. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

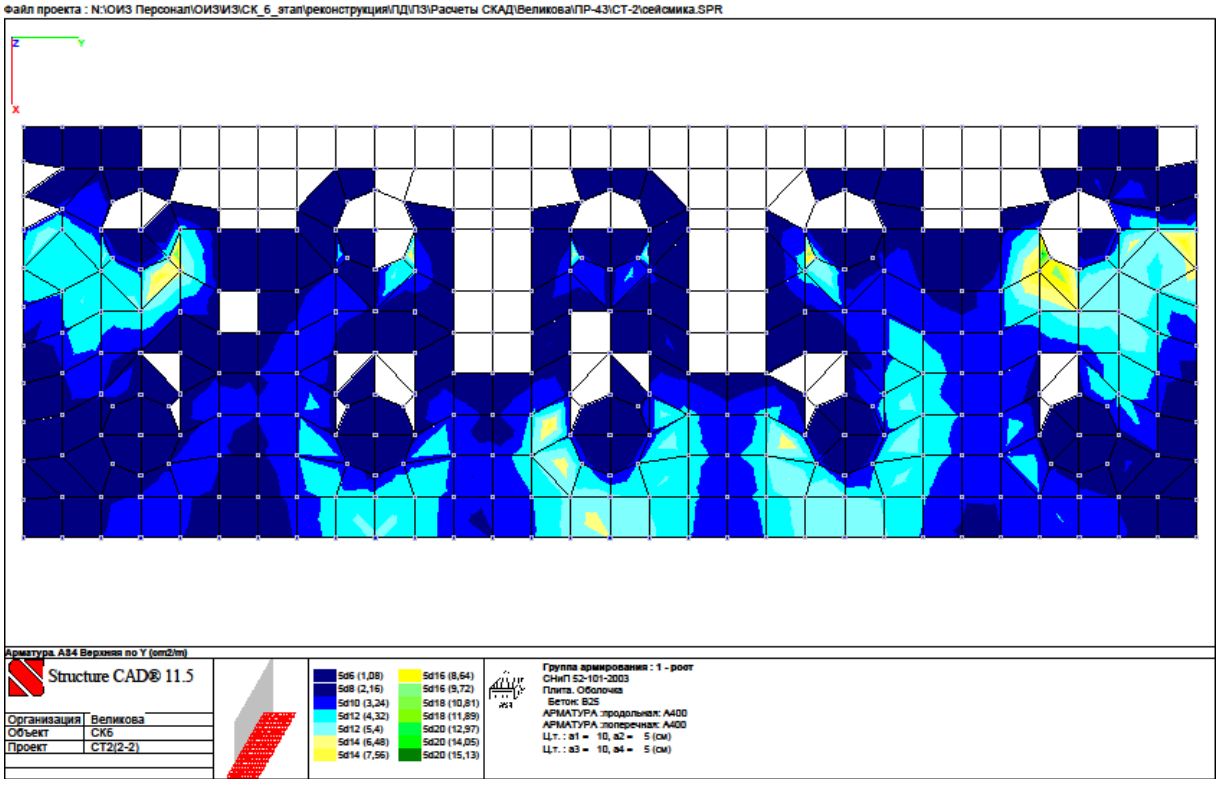


Рис. 6.33. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

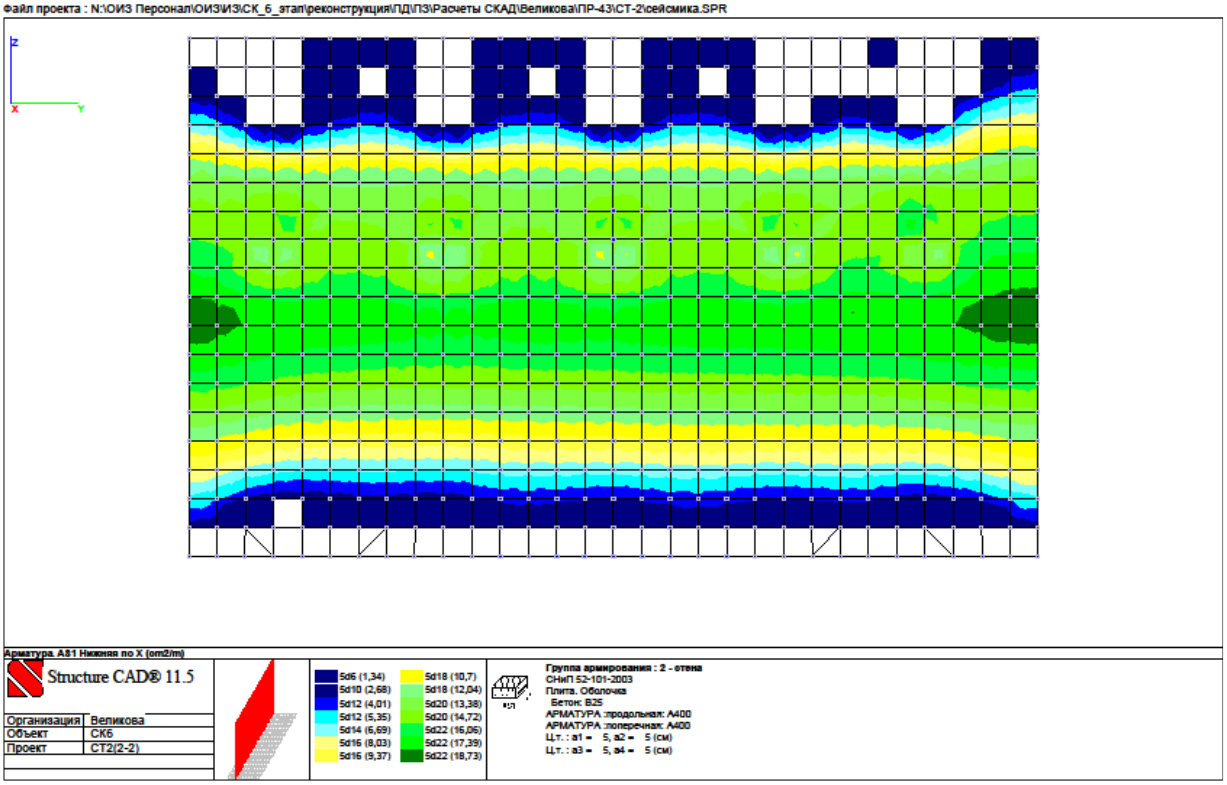


Рис. 6.34. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

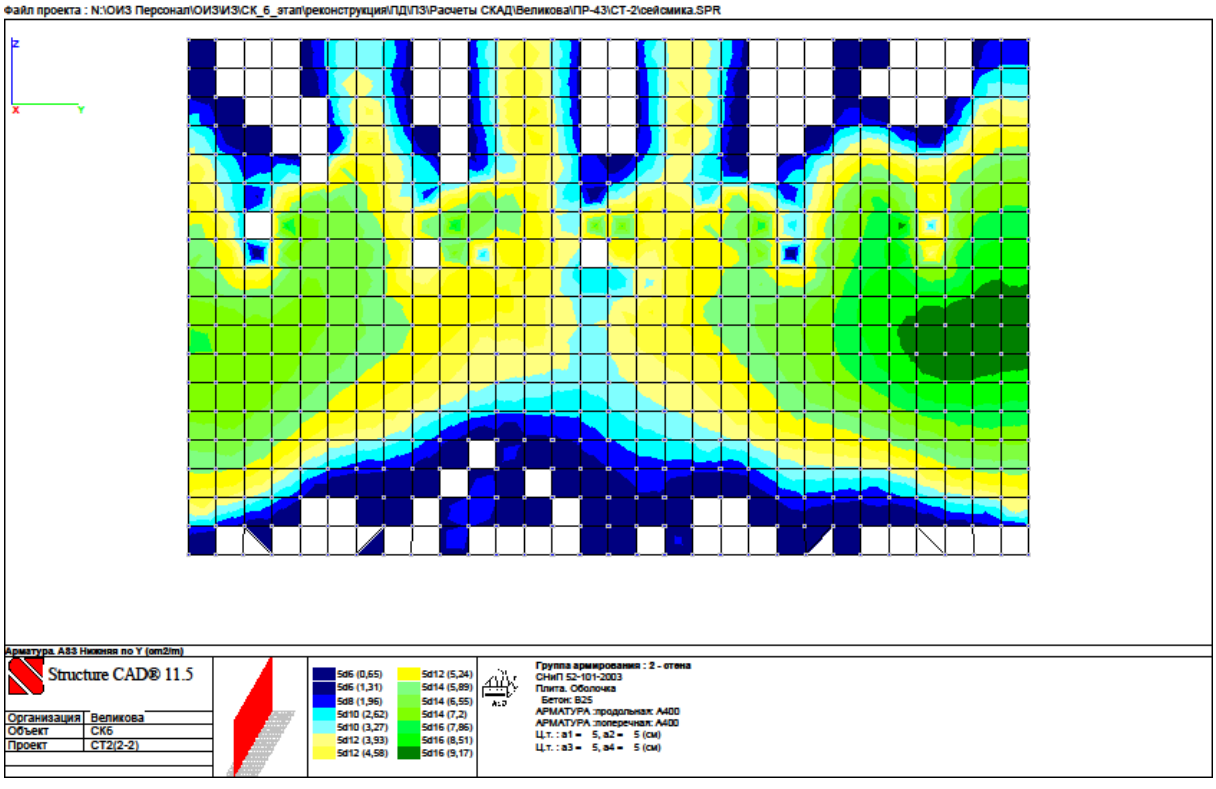


Рис. 6.35. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

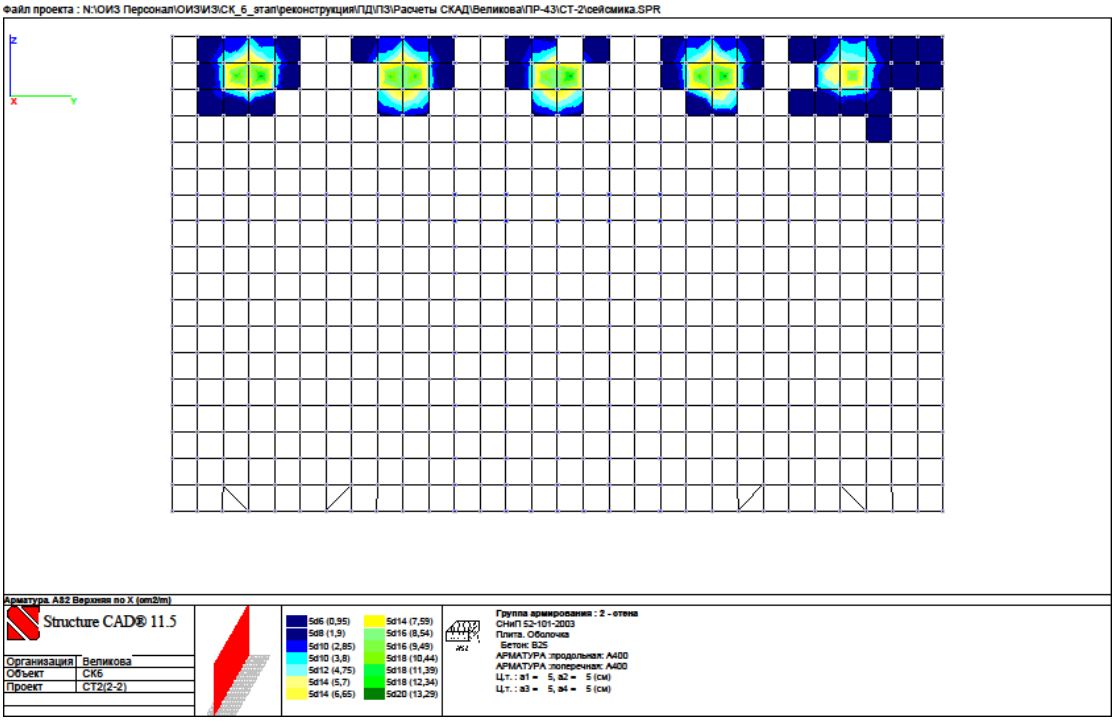


Рис. 6.36. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

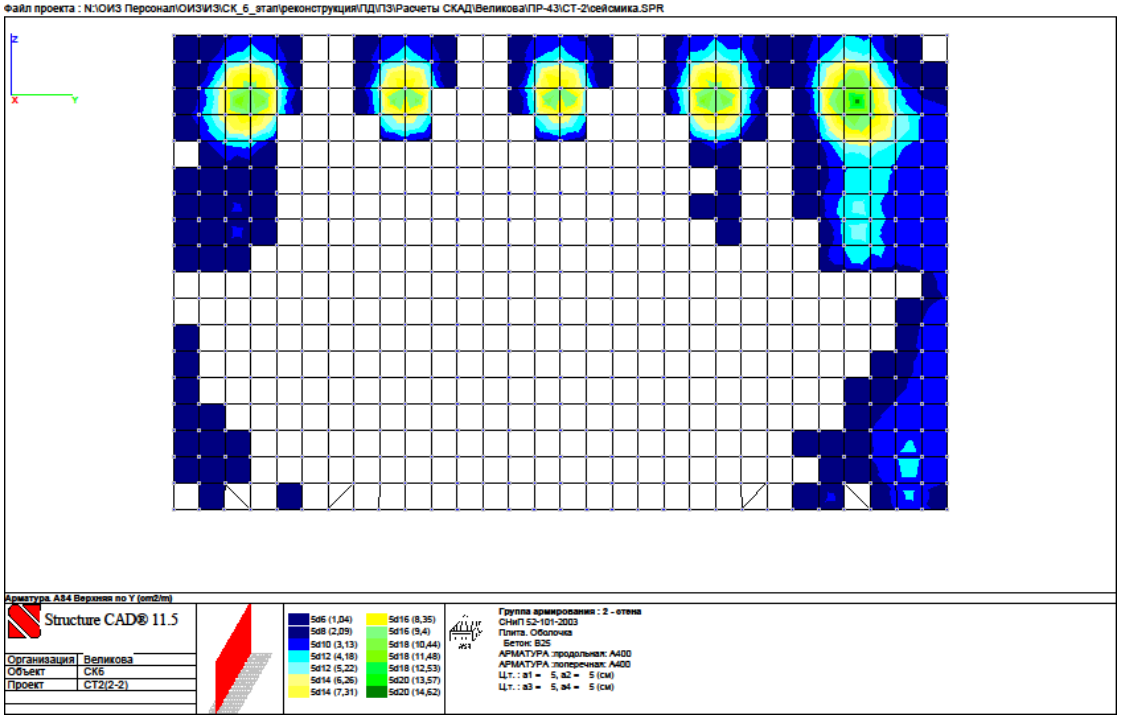


Рис. 6.37. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров Анкерного поля №1 (около СТ-2)

Определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров

Анкерное поле №1 (около СТ-2) предназначено для уменьшения оползневого давления на элементы конструкции подпорной стены СТ-2. Длина корня в расчете ограничена 10 метрами (п.3.1.16 ВСН 506-88)

Таблица 6.9. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров Анкерного поля №1 (около СТ-2) по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкеры по материалу, т	Длина корня анкеры, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкеры, мм	Несущая способность анкеры по грунту, т
А1(н)	2,0	22,3	52/26	33,0	41,78	10,0	90	115	39,2
А2	2,0	21,5	52/26	33,0	41,78	10,0	90	115	38,9
А3	2,0	23,2	52/26	33,0	41,78	10,0	90	115	38,6
А4(в)	2,0	22,7	52/26	33,0	41,78	10,0	90	115	37,7

Фактические усилия в элементах крепления грунтовыми анкерами не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS 52/26.

Расчет грунтовых анкеров подпорных стен

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.10. Расчетная несущая способность новых грунтовых анкеров подпорных стен по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
Подпорная стена СТ-2											
1	55,4	2,4	0,0	73/53	34,5	88,61	15	19,5	130	140	55,4
2	61,6	2,4	0,0	73/53	34,5	88,61	14	20,5	130	140	61,6
3	107,9	2,4	3,0	103/78	31,5	245,78	21,5	10,0	175	200	108,2

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 1-1

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорной стены СТ-2.

2) Для уменьшения оползневого давления на подпорную стену СТ-2 предусматривается закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 52/26 длиной 33м, расположенными с шагом 2,0х2,0 метра.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-2 и обеспечения ее общей устойчивости предусматривается устройство двух рядов дополнительных анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 34,5 метра, расположенных с шагом 2,4 метра, одного ряда дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 31,5 метра, расположенных с шагом 2,4 метра.

4) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкции подпорной стены СТ-2 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

5) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.2 Расчеты по линии разреза 2-2 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-1доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.38:

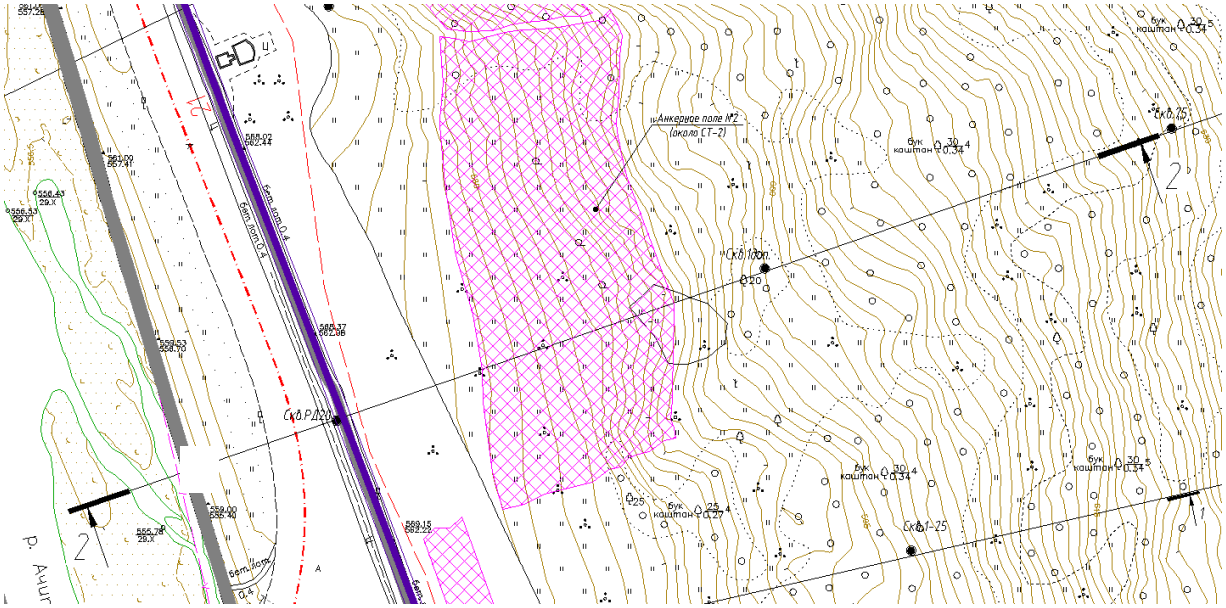


Рис. 6.38. Схема расположения разреза 2-2

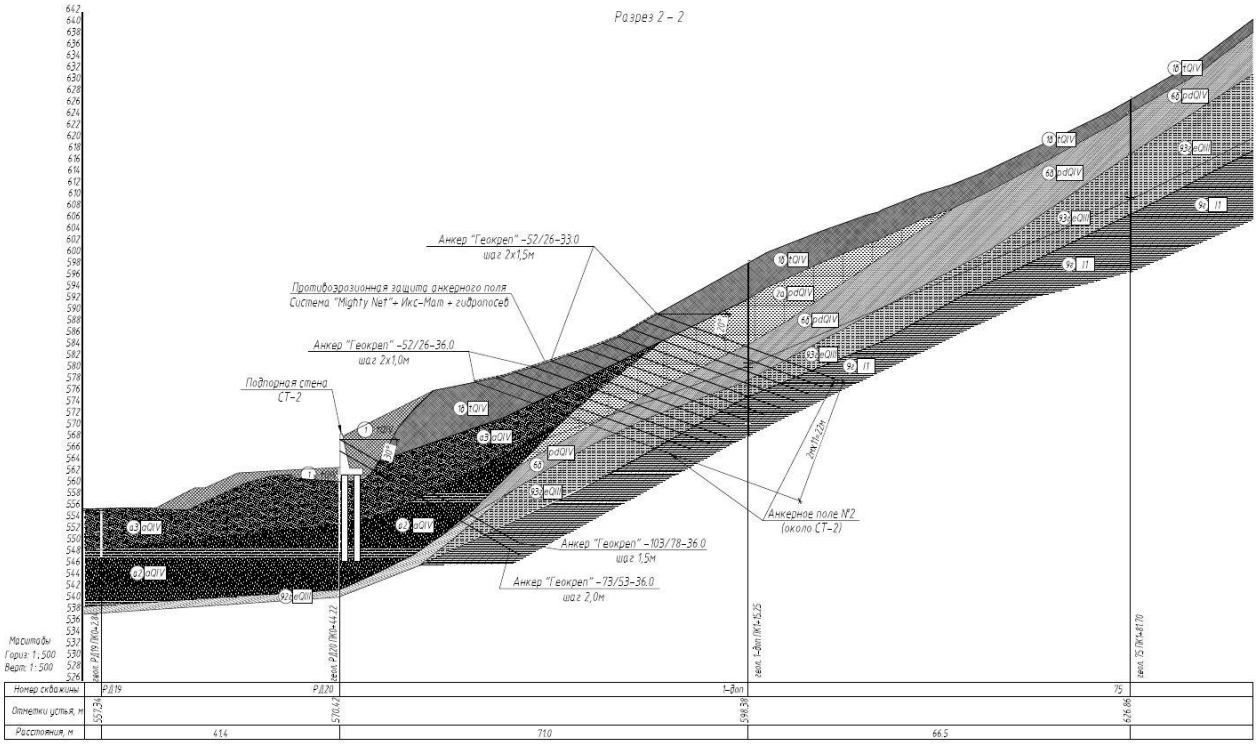


Рис. 6.39. Разрез 2-2

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

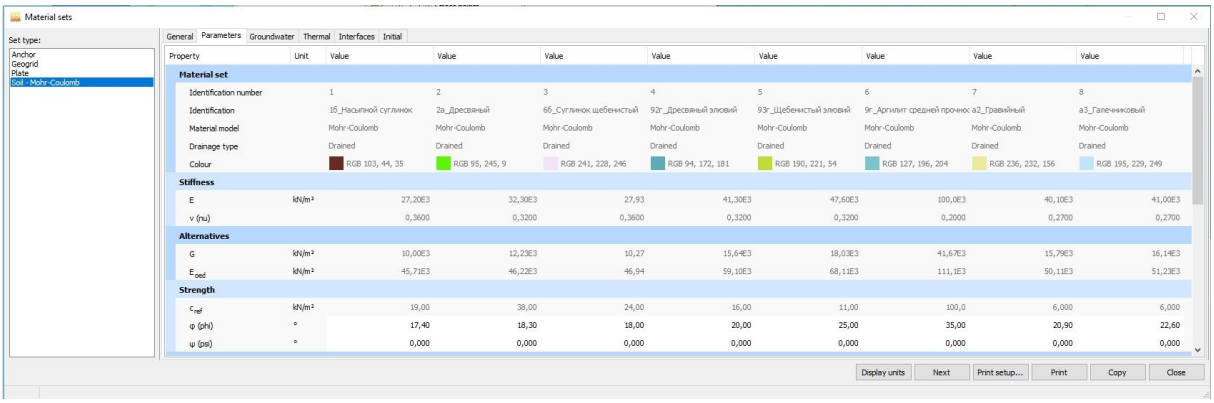


Рис.2 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.2.1 Расчет разреза 2-2 в существующем положении

Расчет разреза 2-2 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

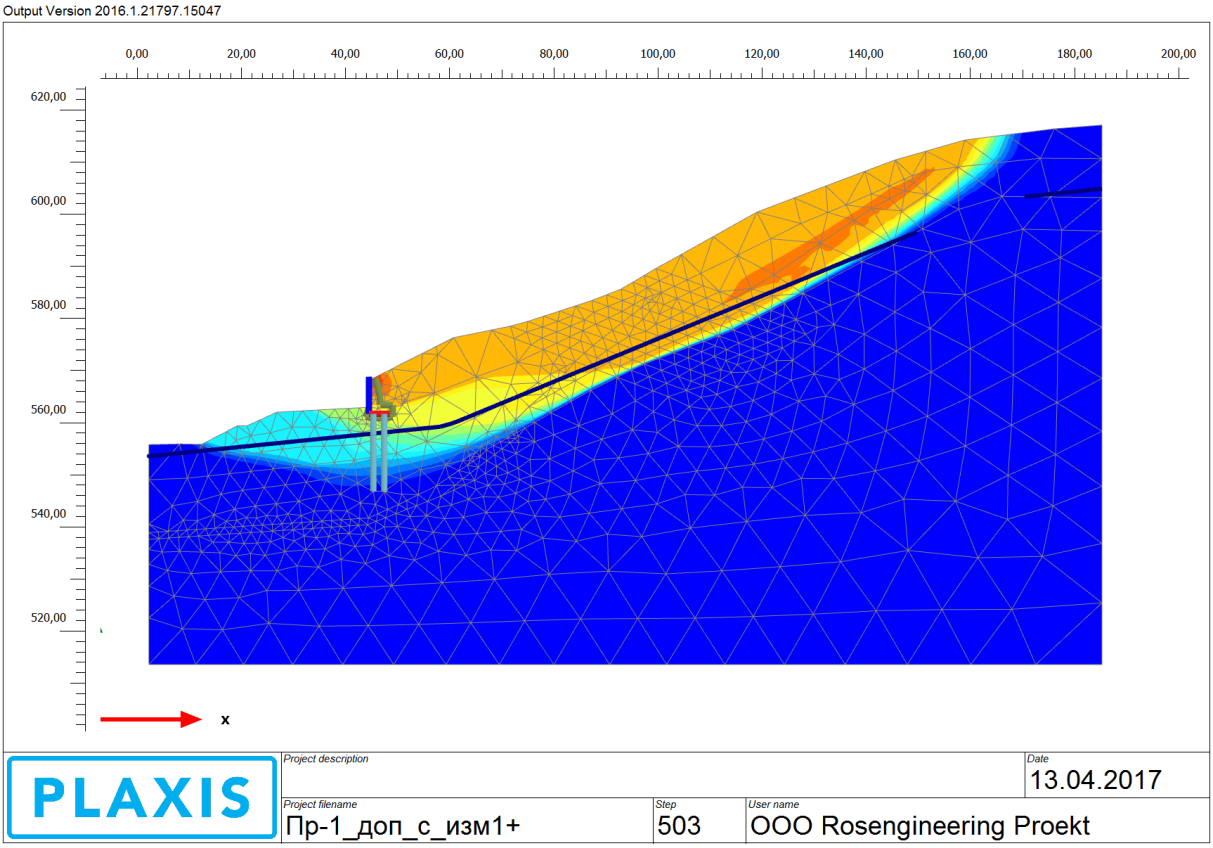


Рис. 6.40. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон неустойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости не обеспечен. K_{sf} =1,09 < K_{sfn} = 1,11. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

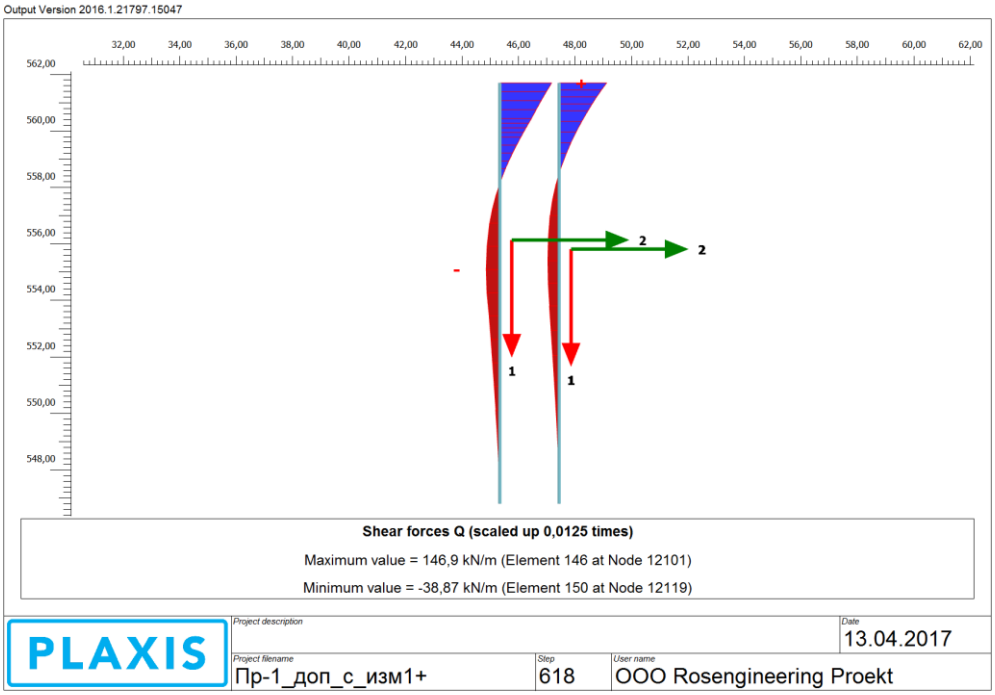


Рис. 6.41. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

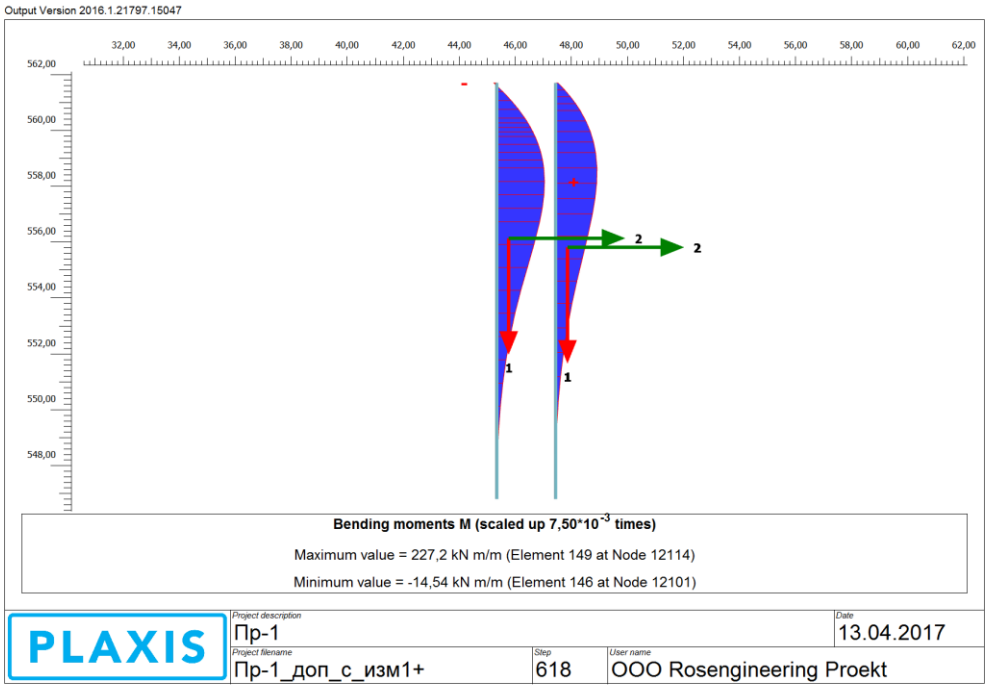


Рис. 6.42. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

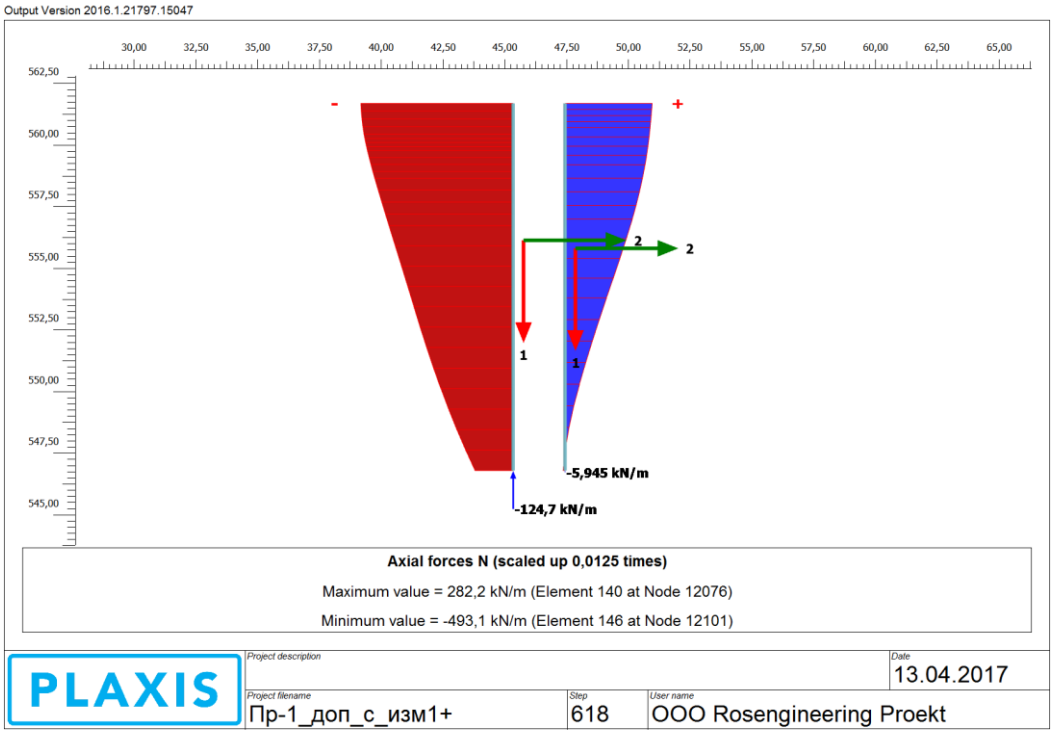


Рис. 6.43. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.11. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,4	-120,64	55,58	35,94
N2(п)	0,82	15,0	2,4	63,04	48,15	32,98

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

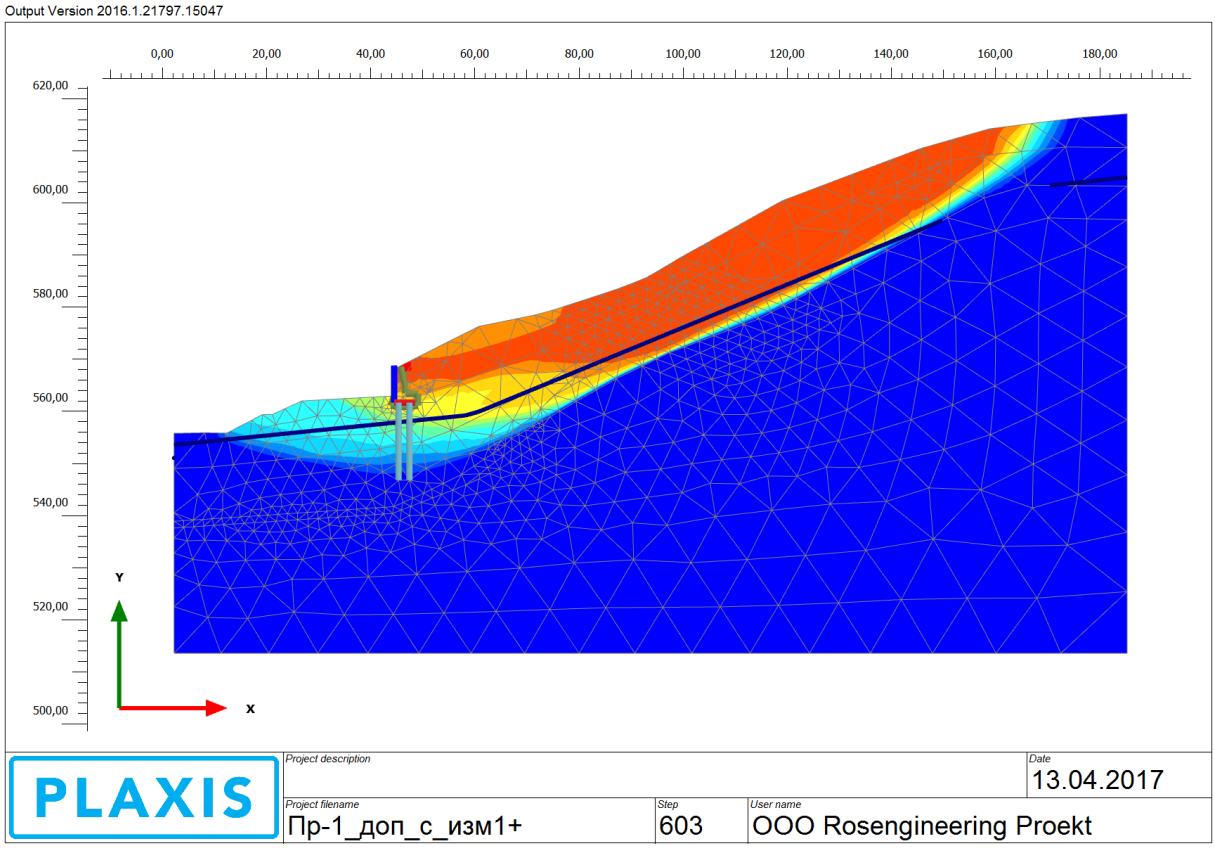


Рис. 6.44. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон неустойчив. K_{sf} =0,855 < K_{sfn} = 1,05. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

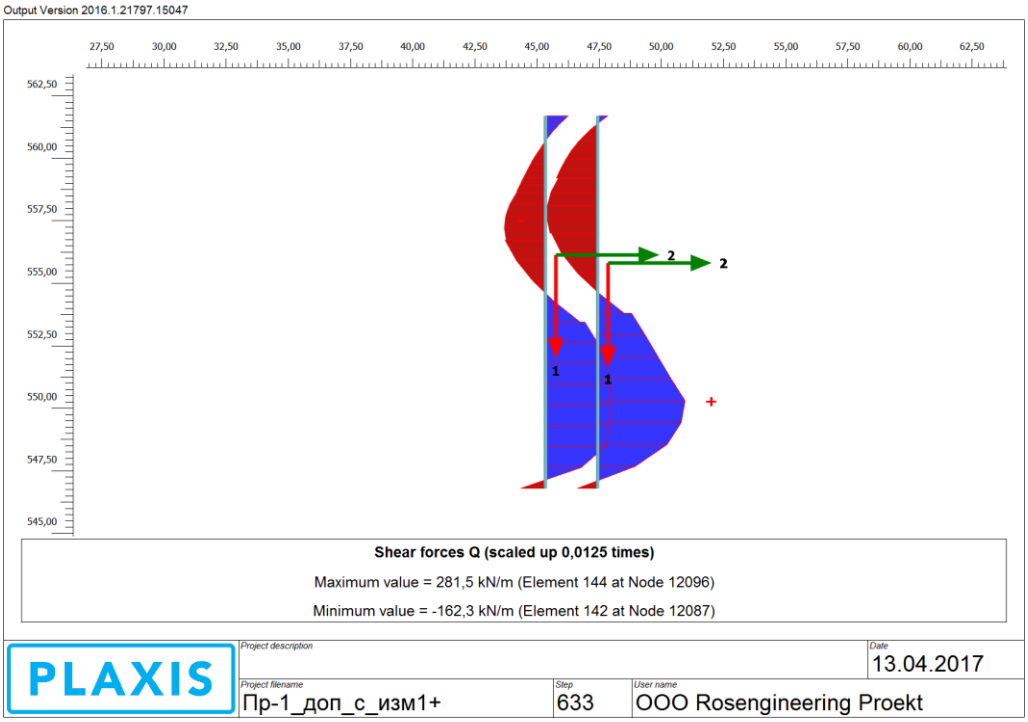


Рис. 6.45. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

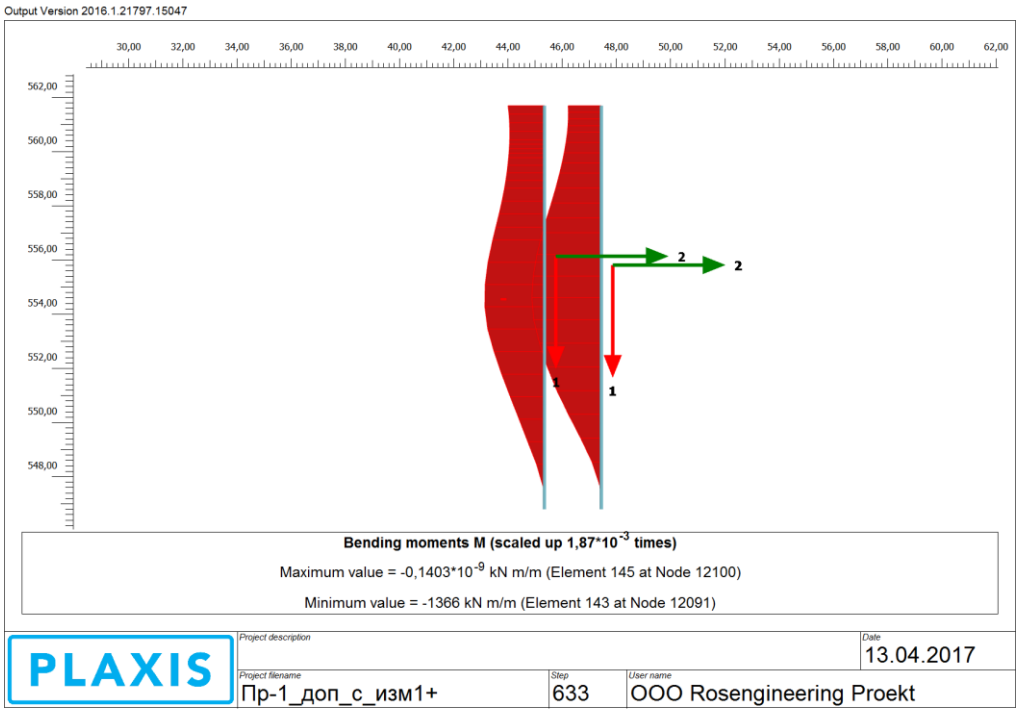


Рис. 6.46. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

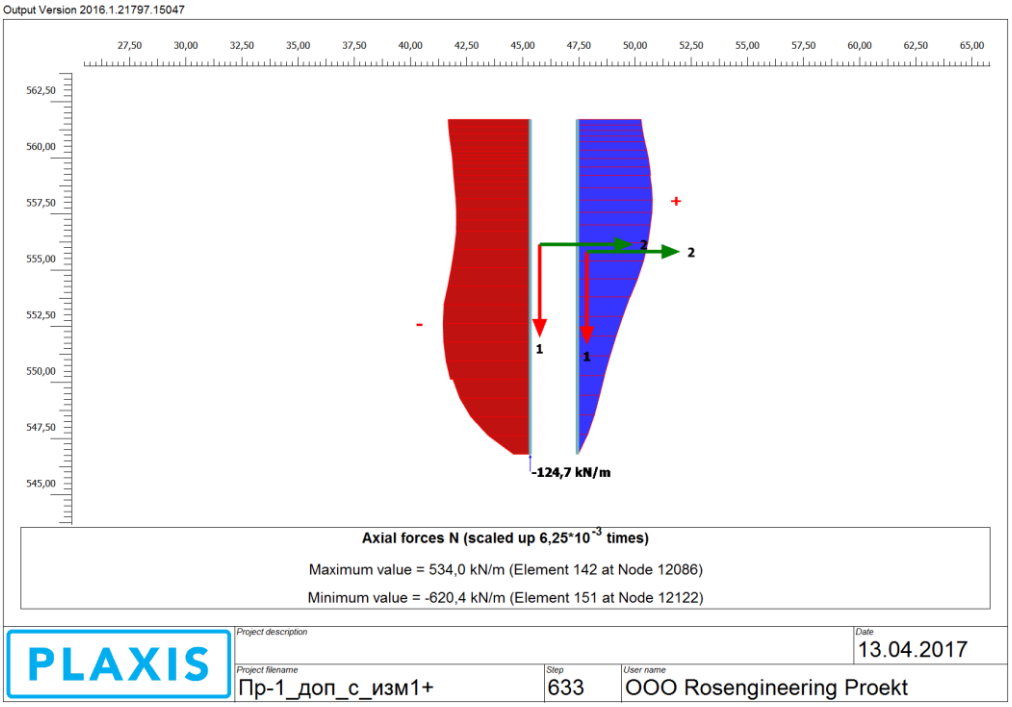


Рис. 6.47. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.12. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,4	-151,78	286,97	52,06
N2(п)	0,82	15,0	2,4	130,64	334,19	68,87

Расчет конструкции свай СТ-2 по разрезу 2-2 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

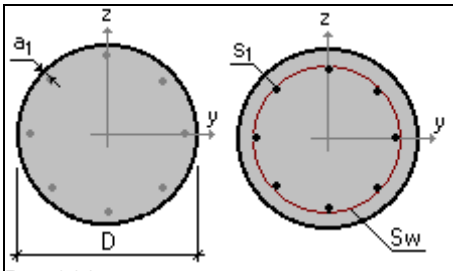
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

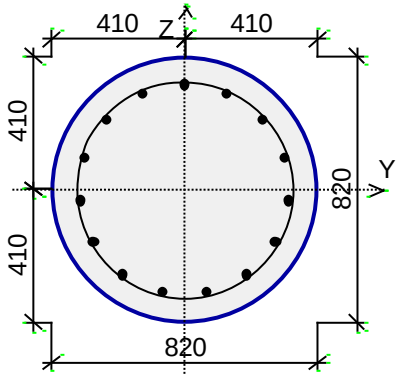
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	69,04	2,7	33,03	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,16
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,179
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,918
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,805**

Коэффициент использования 1,805 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

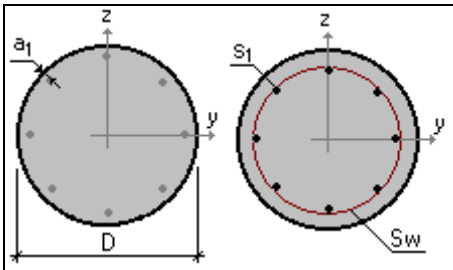
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

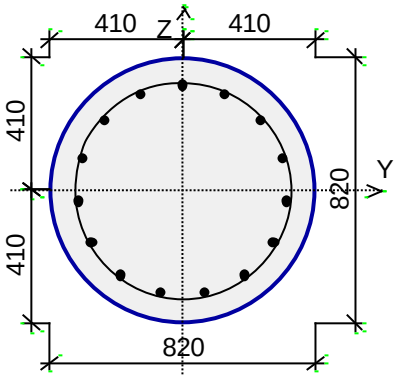
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	47,5	159	68,87	0	0	0		
	Расчетные длительные	0	0	0	0	0	0		
	Нормативные	0	0	0	0	0	0		
	Нормативные длительные	0	0	0	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,11
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	**1,478**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,955
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**2,731**

Коэффициент использования 2,731 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

6.2.2 Расчет разреза 2-2 с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления подпорной стены

Расчет разреза 2-2 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

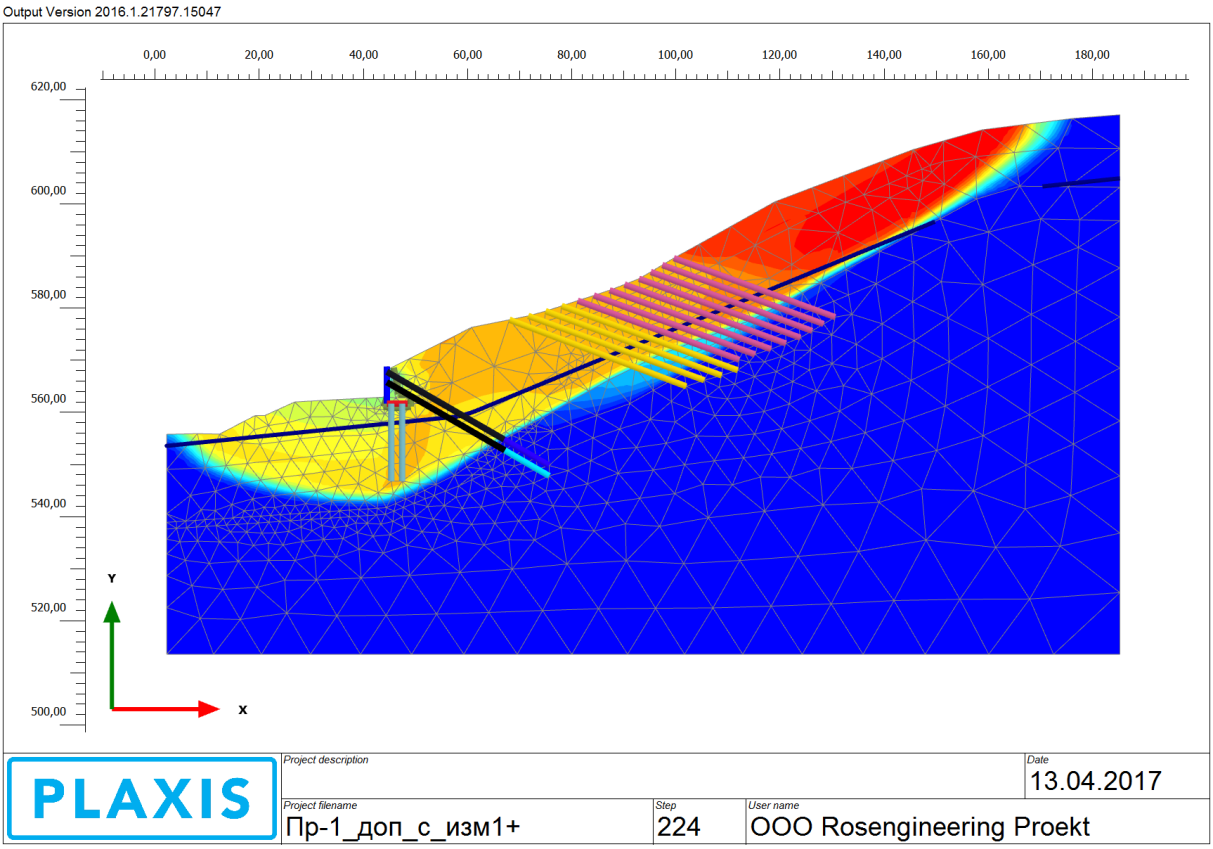


Рис. 6.48. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,395 > K_{sfn} = 1,11.

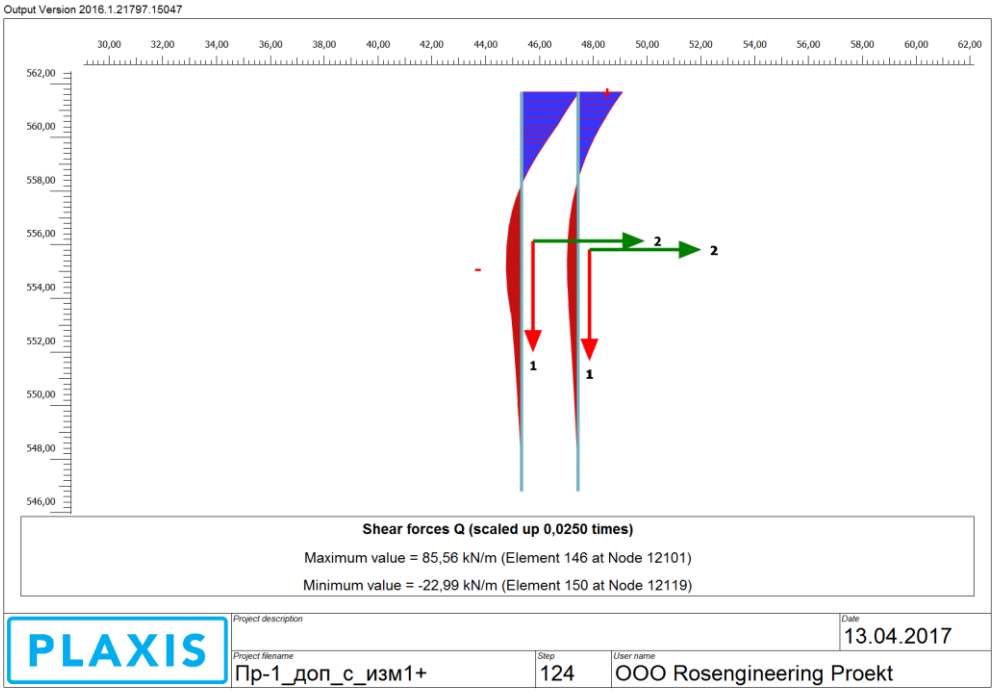


Рис. 6.49. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

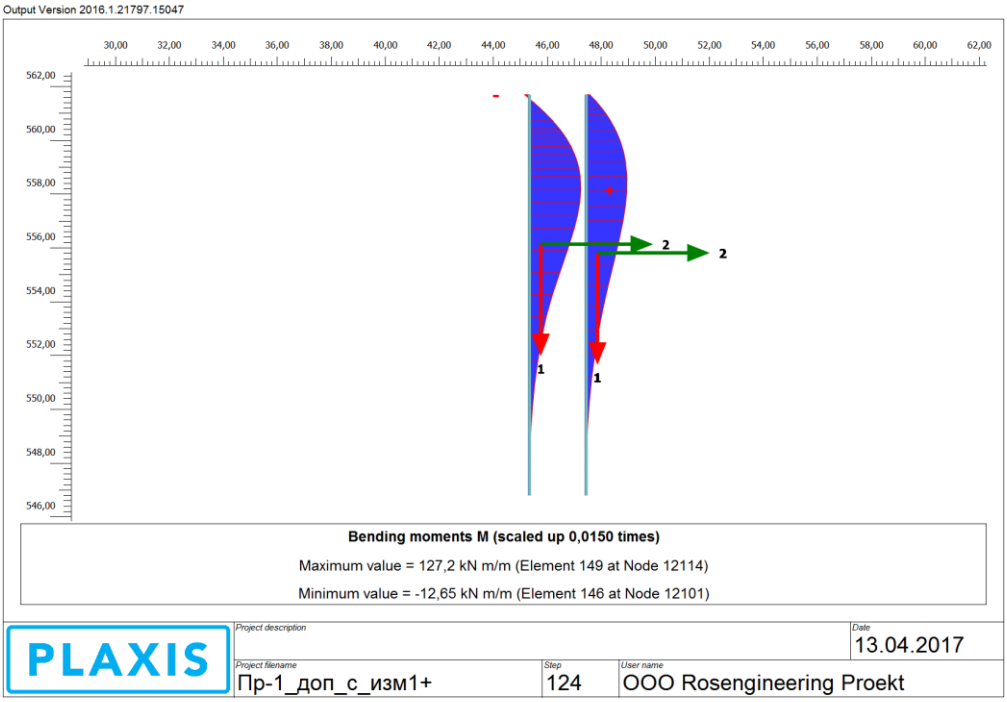


Рис. 6.50. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

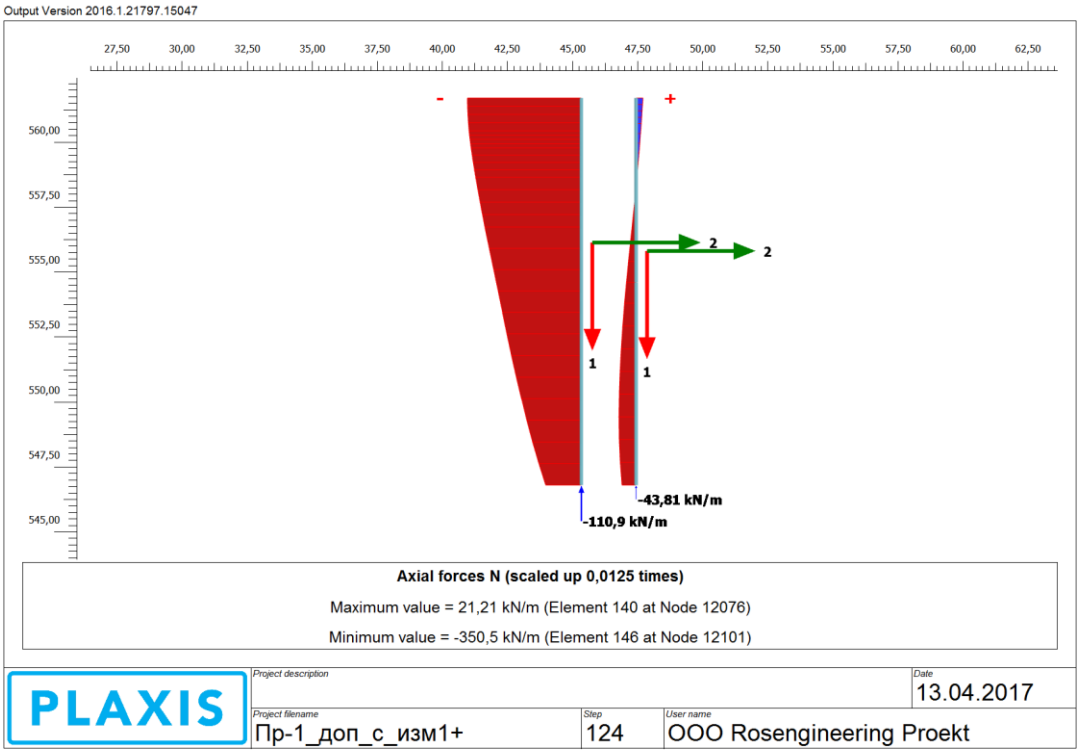


Рис. 6.51. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.13. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,4	-85,75	31,12	20,93
N2(п)	0,82	15,0	2,4	-12,90	24,71	16,21

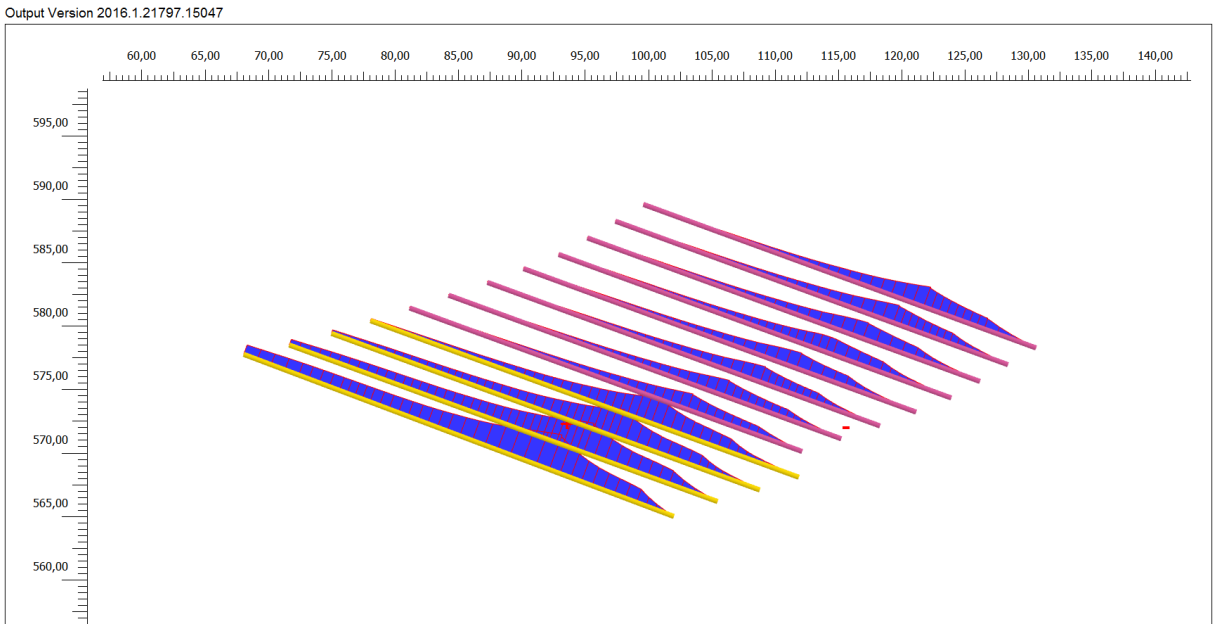


Рис. 6.52. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерного поля №2 (около СТ-2) при основном сочетании нагрузок. Nmax=58,18 кН/м

Таблица 6.14. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №2 (около СТ-2) при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(н)	1,0	5,93	52/26	36,0
А2	1,0	5,01	52/26	36,0
А3	1,0	4,69	52/26	36,0
А4	1,0	4,49	52/26	36,0
А5	1,5	4,13	52/26	33,0
А6	1,5	3,98	52/26	33,0
А7	1,5	3,95	52/26	33,0
А8	1,5	3,93	52/26	33,0
А9	1,5	3,84	52/26	33,0
А10	1,5	4,13	52/26	33,0
А11	1,5	4,47	52/26	33,0
А12(в)	1,5	5,20	52/26	33,0

Таблица 6.15. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-2 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(в)	32,84	1,5	0	103/78	36,0
А2(н)	13,13	2,0	0	73/53	36,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

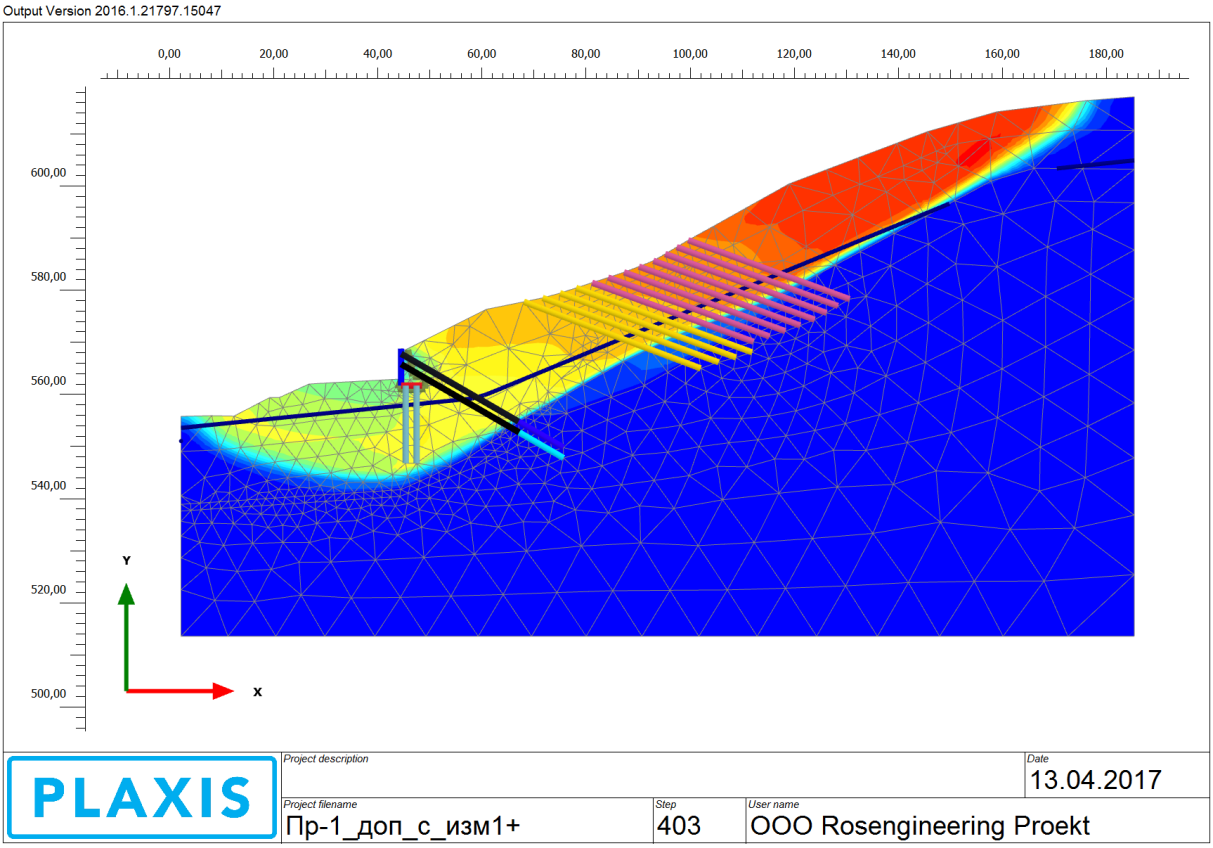


Рис. 6.53. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,192 > K_{sfn} = 1,05.

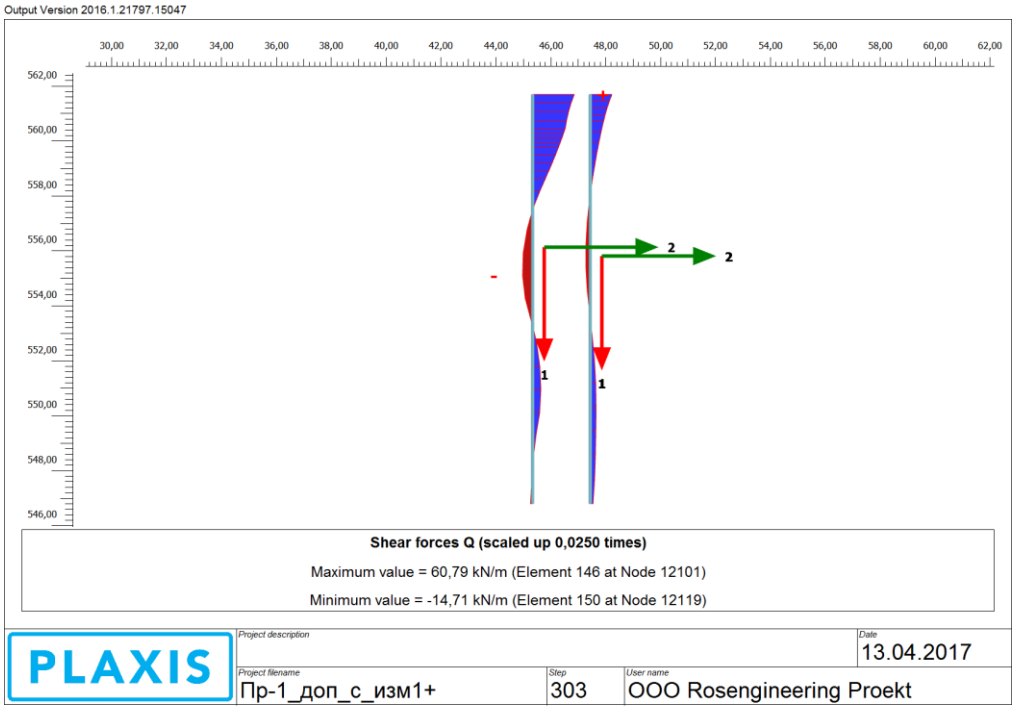


Рис. 6.54. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

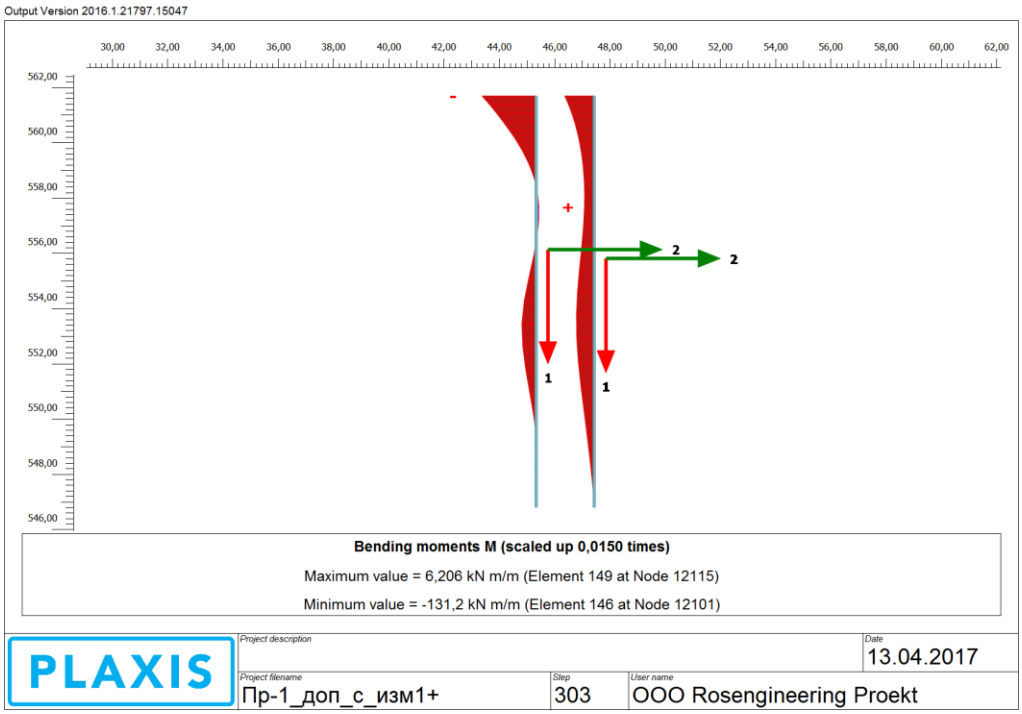


Рис. 6.55. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

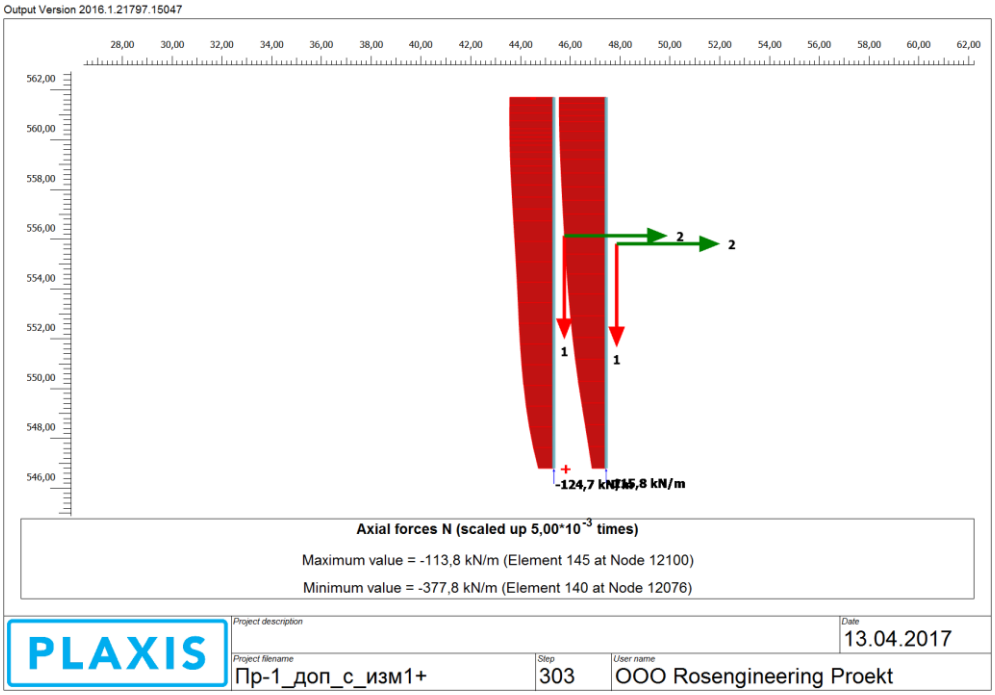


Рис. 6.56. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.16. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,4	-87,02	-32,10	14,87
N2(п)	0,82	15,0	2,4	-92,43	-17,49	7,75

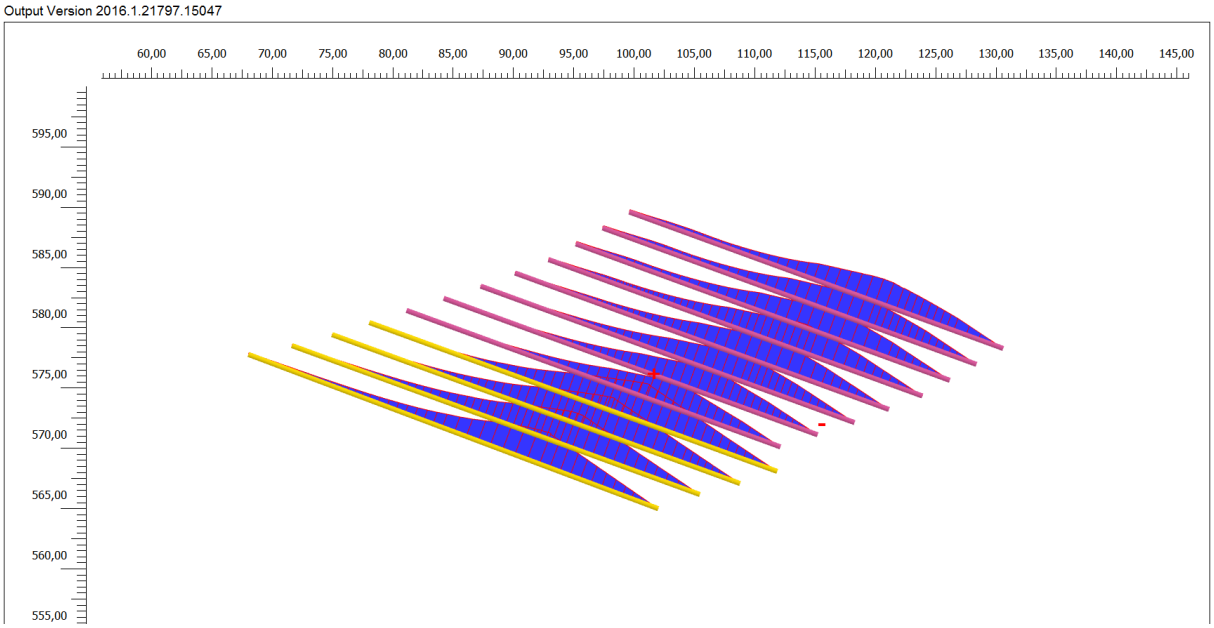


Рис. 6.57. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерного поля №2 (около СТ-2) при особом сочетании нагрузок. Nmax=315,5 кН/м

Таблица 6.17. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №2 (около СТ-2) при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(н)	1,0	27,68	52/26	36,0
А2	1,0	29,15	52/26	36,0
А3	1,0	31,41	52/26	36,0
А4	1,0	32,16	52/26	36,0
А5	1,5	32,42	52/26	33,0
А6	1,5	33,18	52/26	33,0
А7	1,5	33,79	52/26	33,0
А8	1,5	33,64	52/26	33,0
А9	1,5	34,63	52/26	33,0
А10	1,5	32,43	52/26	33,0
А11	1,5	31,04	52/26	33,0
А12(в)	1,5	30,90	52/26	33,0

Таблица 6.18. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-2 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(в)	138,52	1,5	103/78	36,0
А2(н)	77,35	2,0	73/53	36,0

Расчет конструкции свай СТ-2 по разрезу 2-2 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

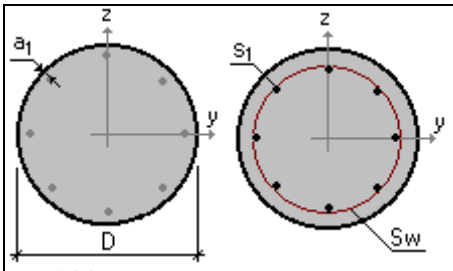
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

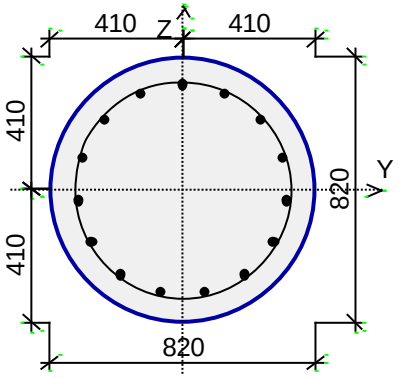
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-85,75	3,09	20,93	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,083
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,106
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,164
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,593
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,024
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,024

Коэффициент использования 0,593 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

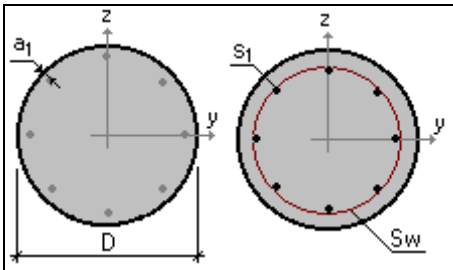
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

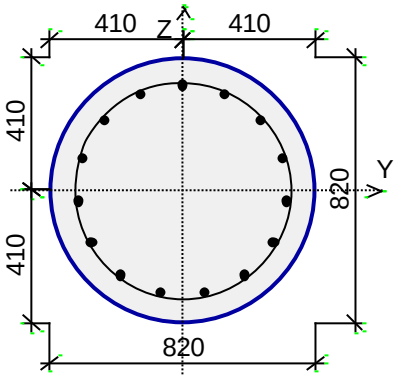
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-86,87	32,1	14,87	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,079
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,259
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,106
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,403
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,024
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,024

Коэффициент использования 0,403 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-2 по разрезу 2-2 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

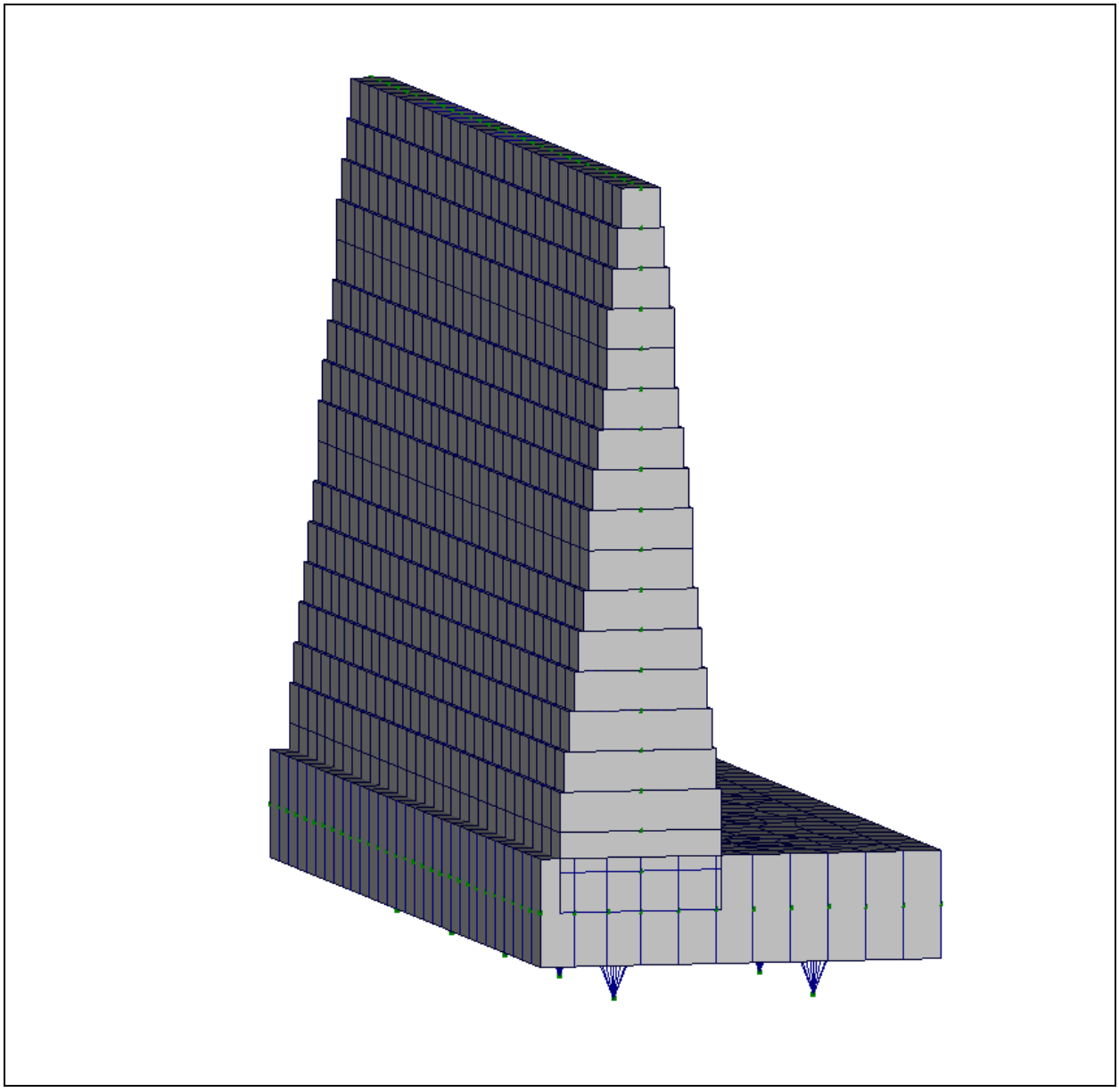


Рис. 6.58. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

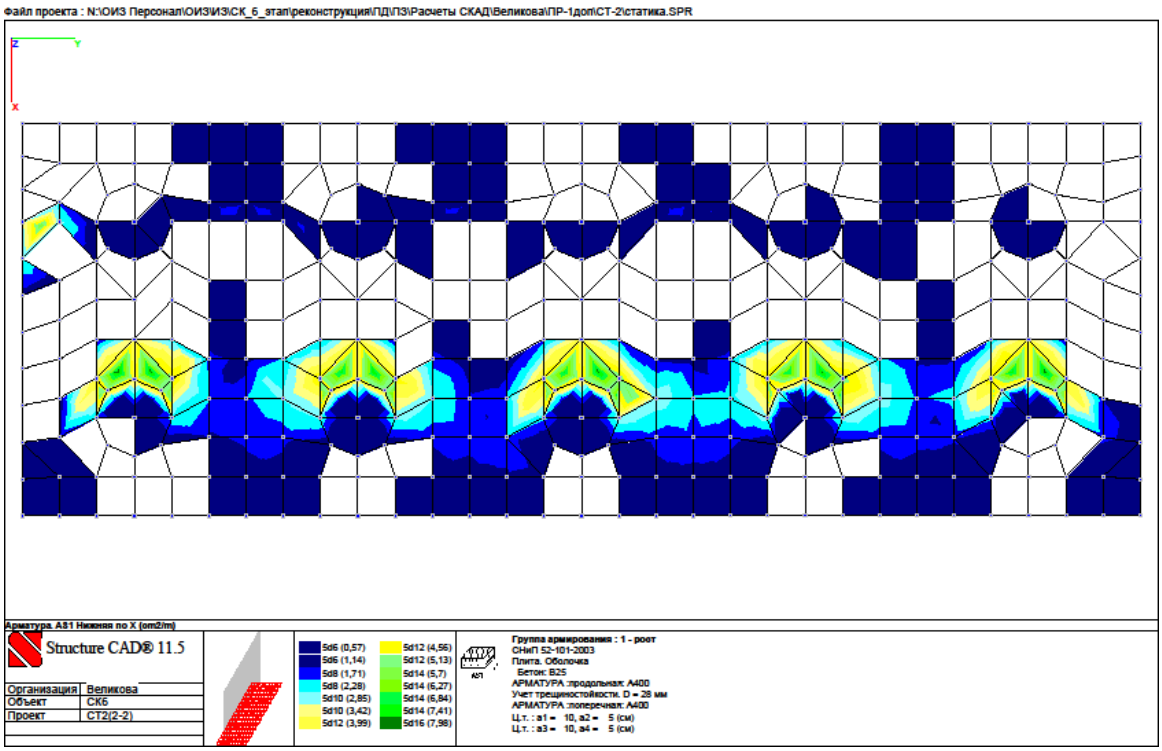


Рис. 6.59. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

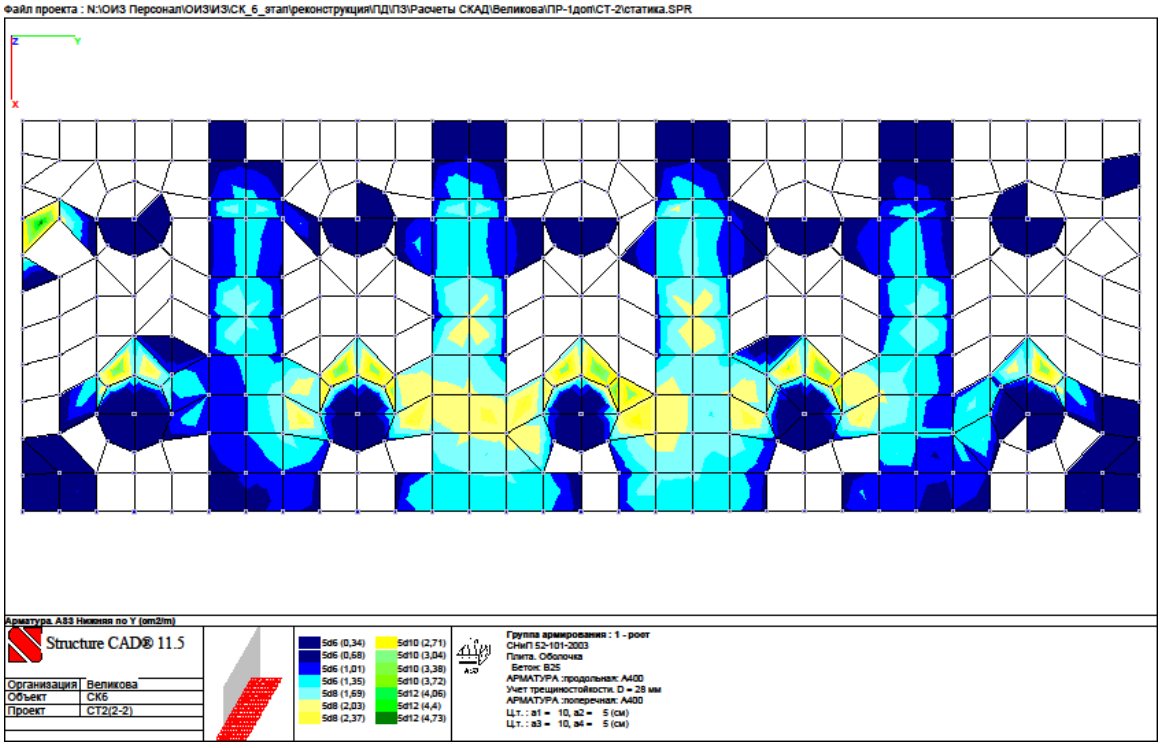


Рис. 6.60. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

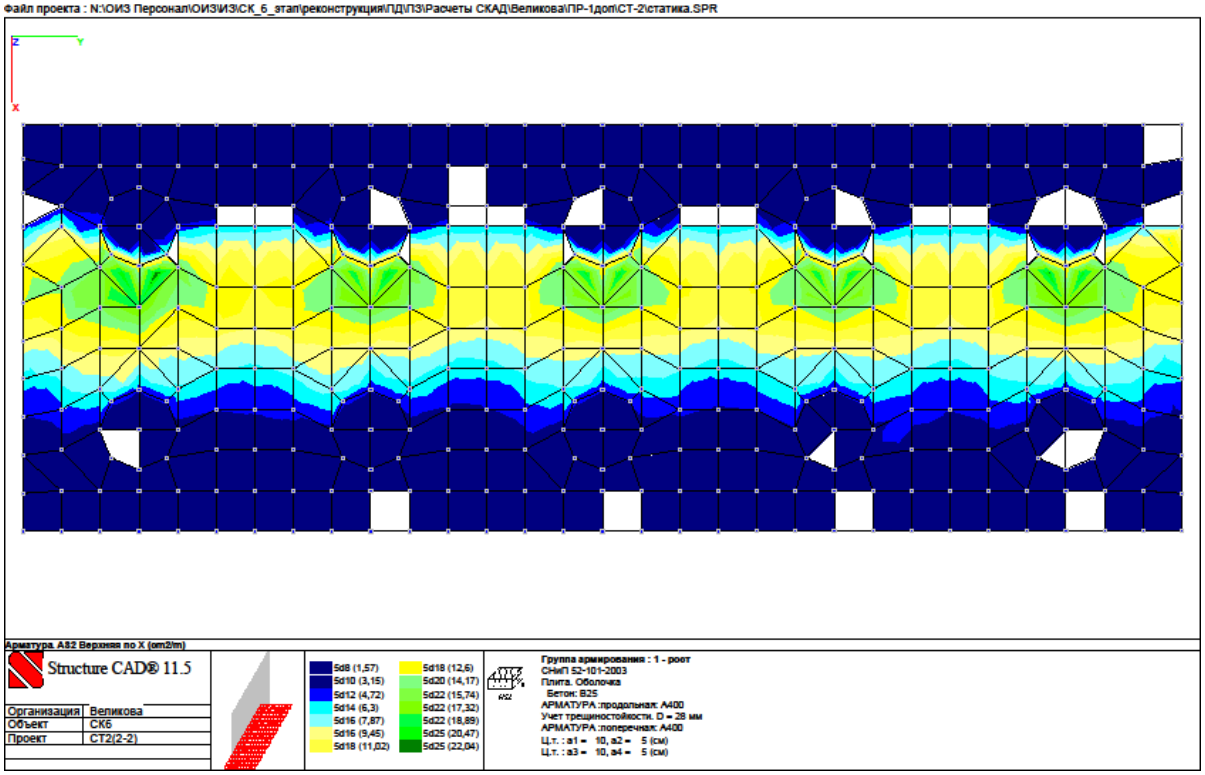


Рис. 6.61. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

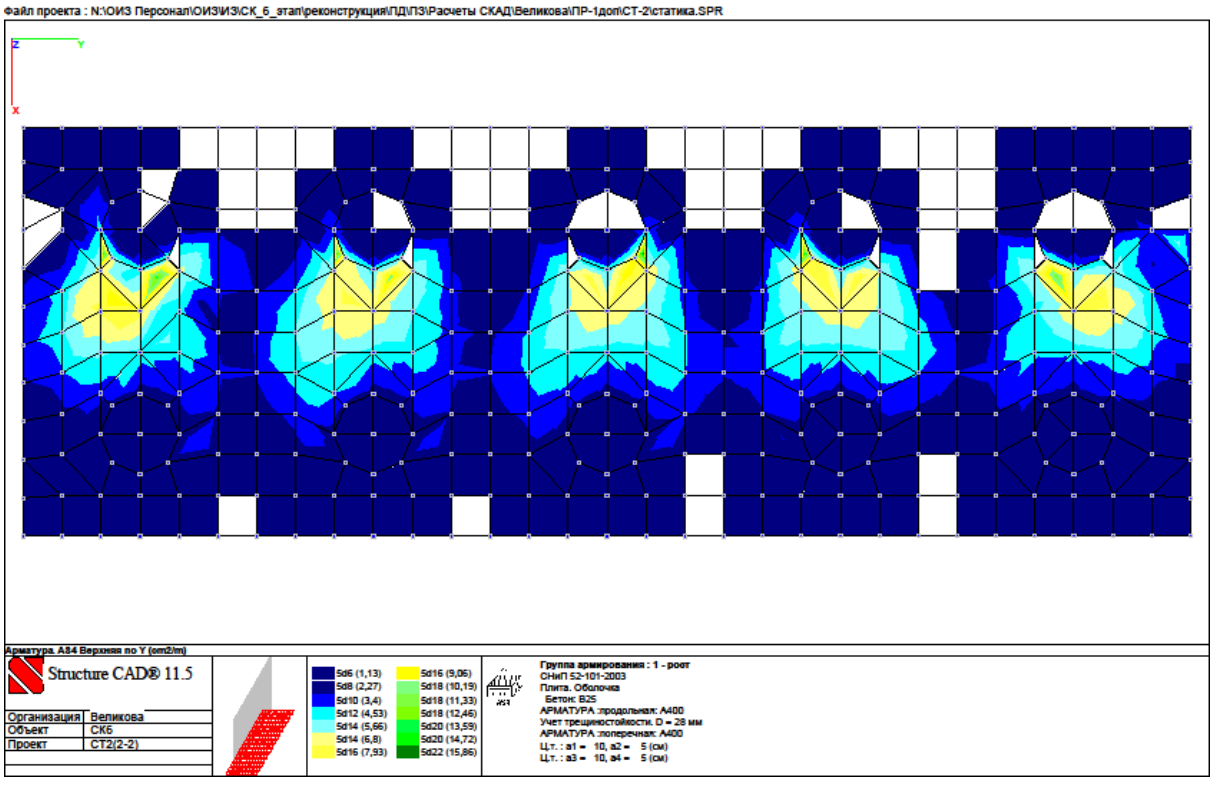


Рис. 6.62. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

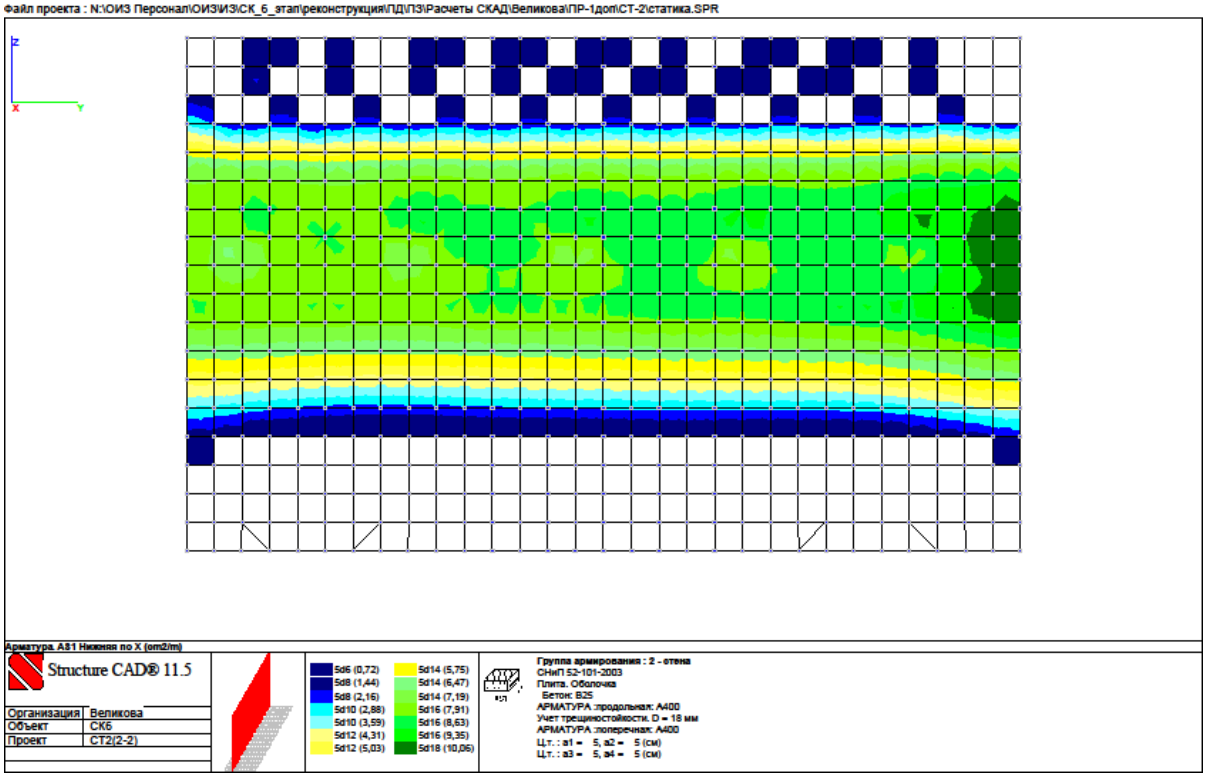


Рис. 6.63. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

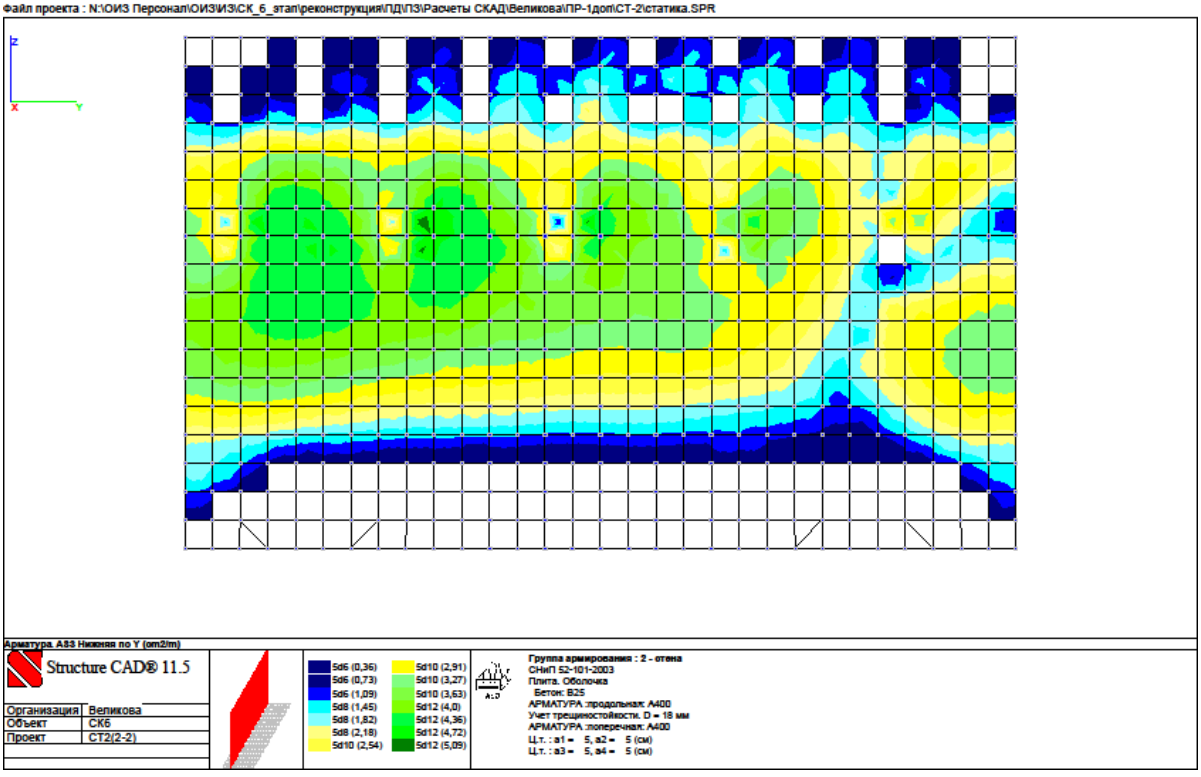


Рис. 6.64. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

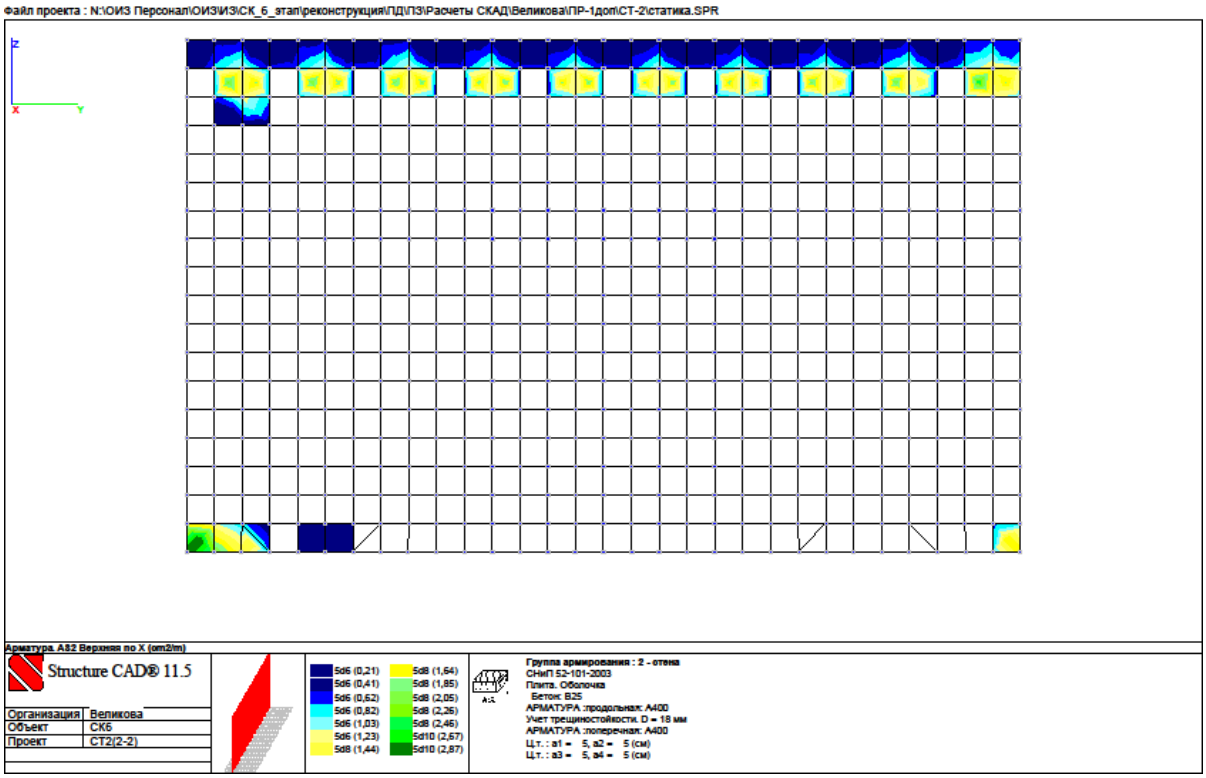


Рис. 6.65. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

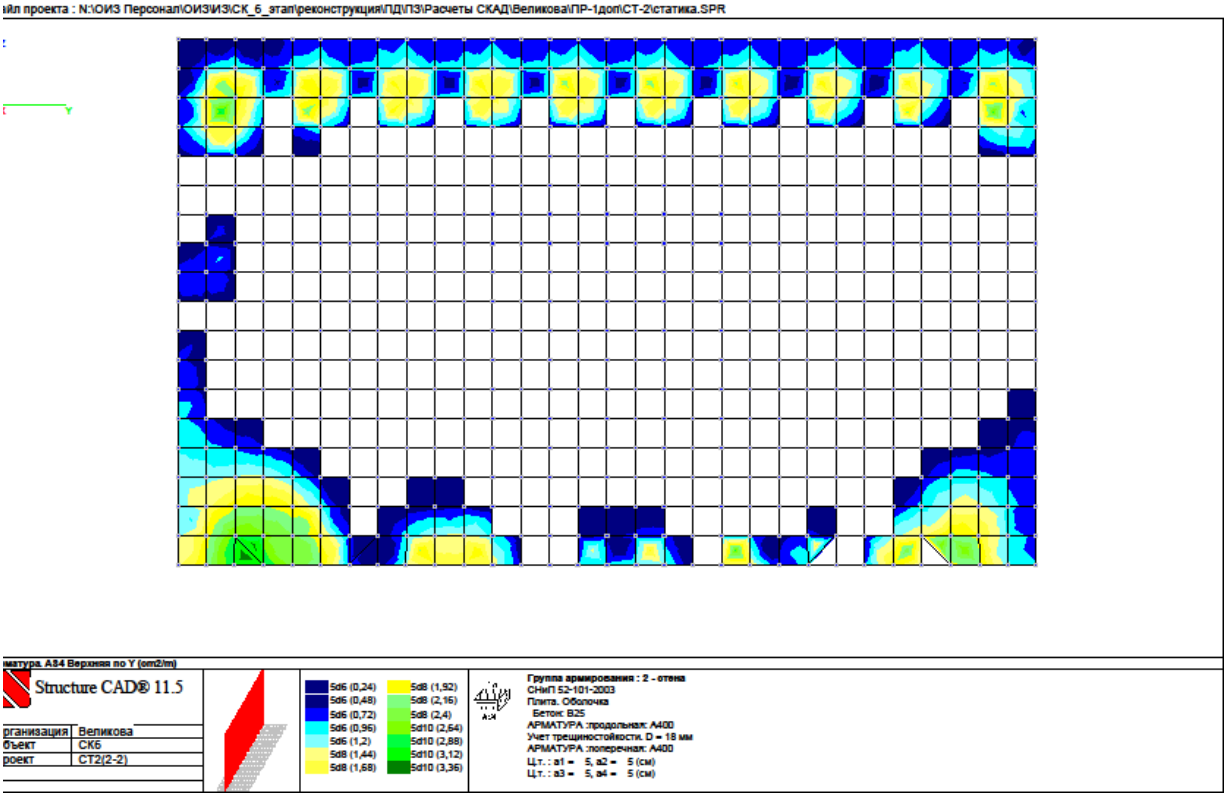


Рис. 6.66. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

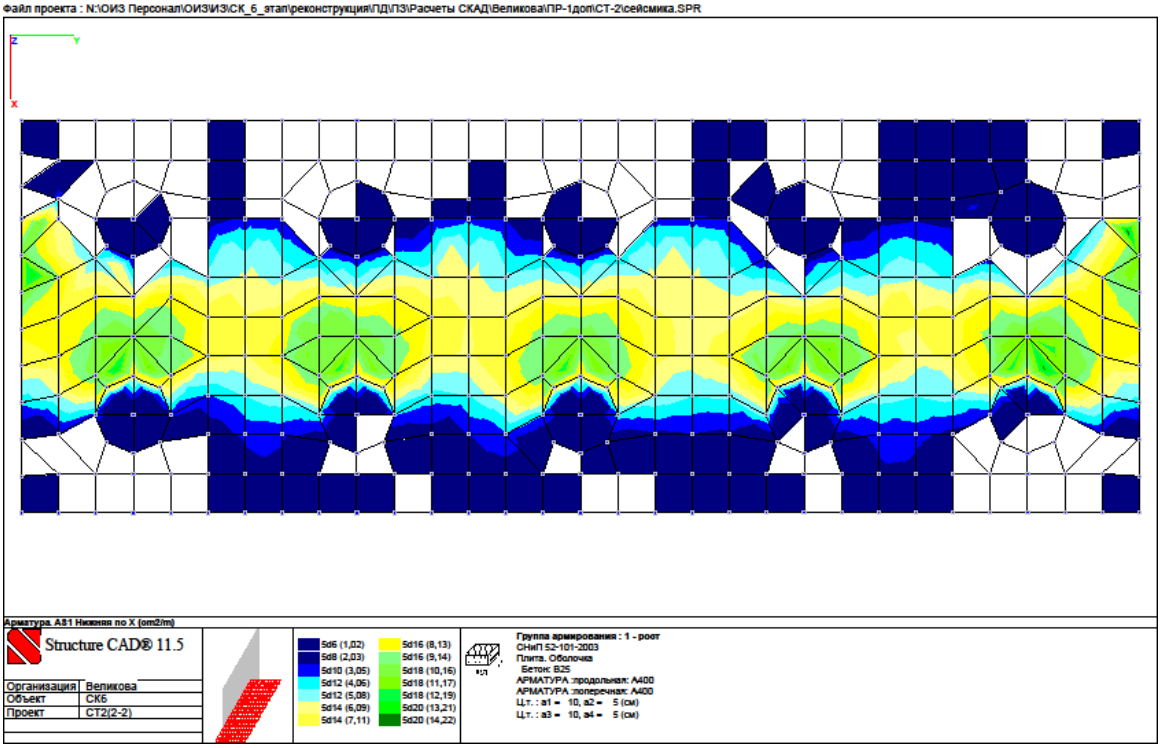


Рис. 6.67. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

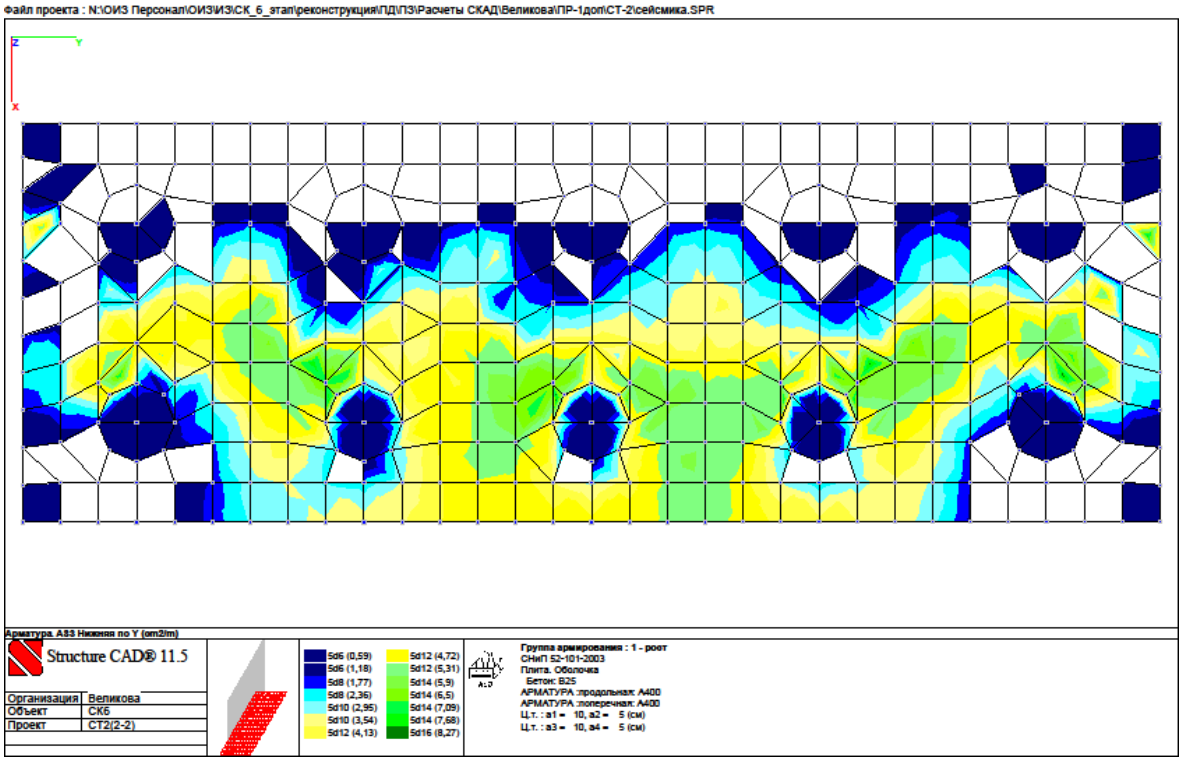


Рис. 6.68. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

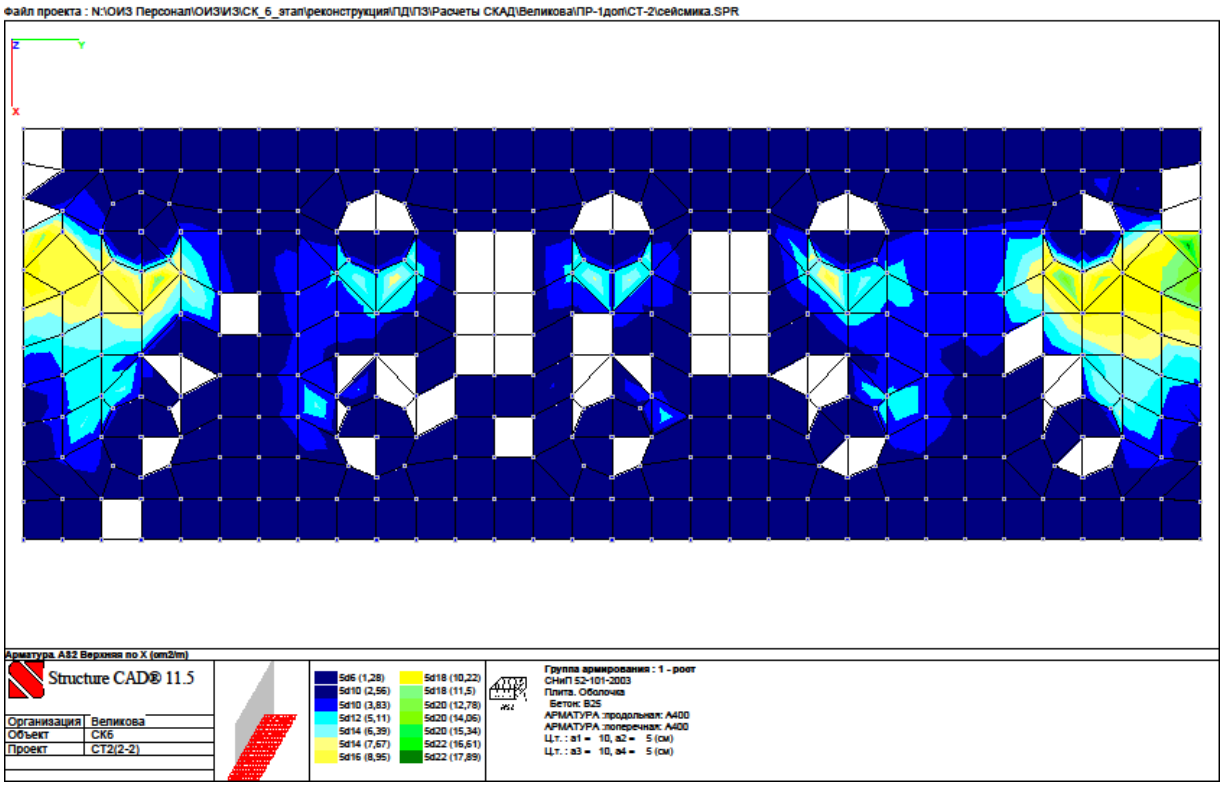


Рис. 6.69. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

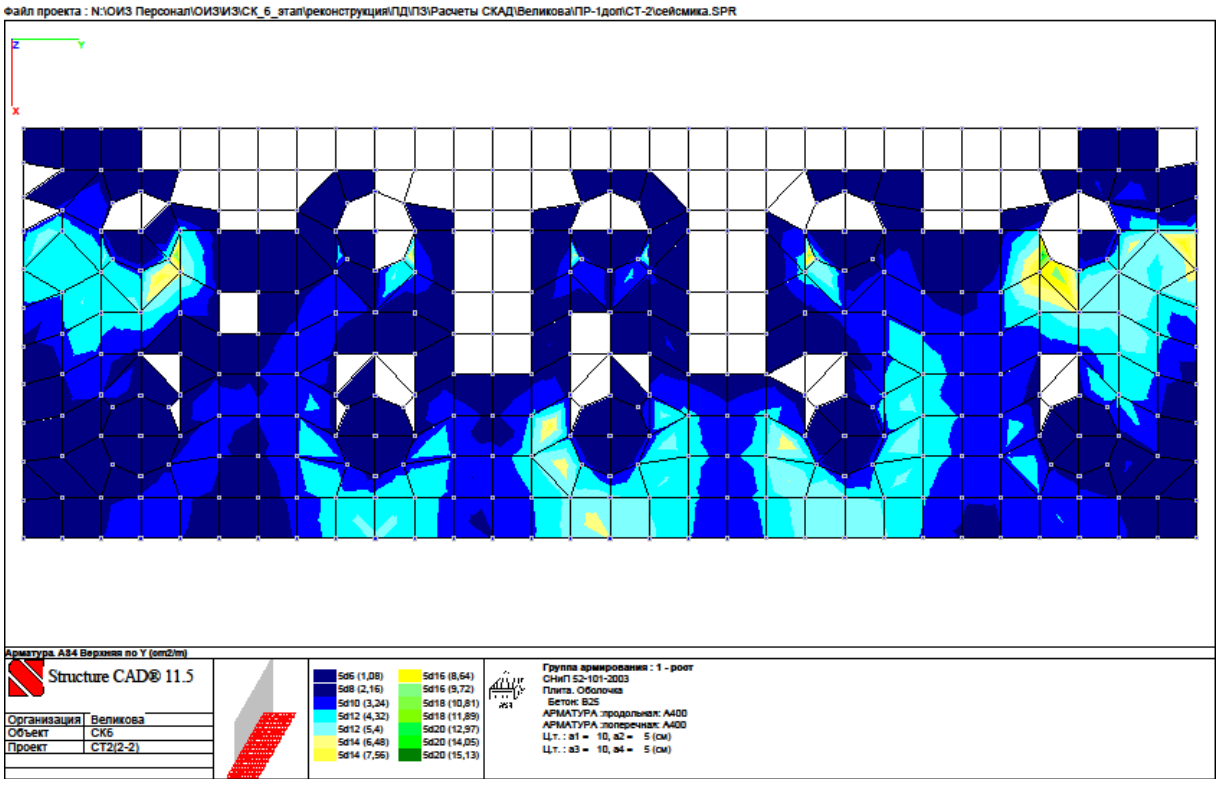


Рис. 6.70. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

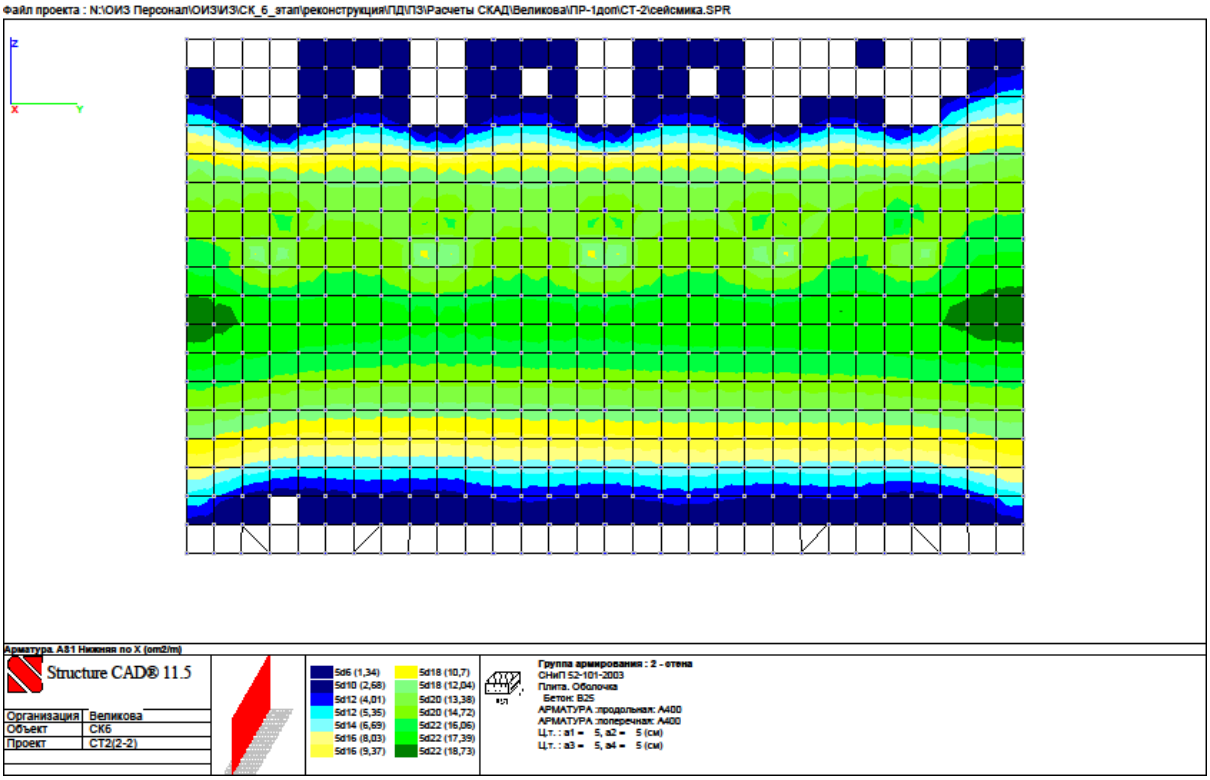


Рис. 6.71. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

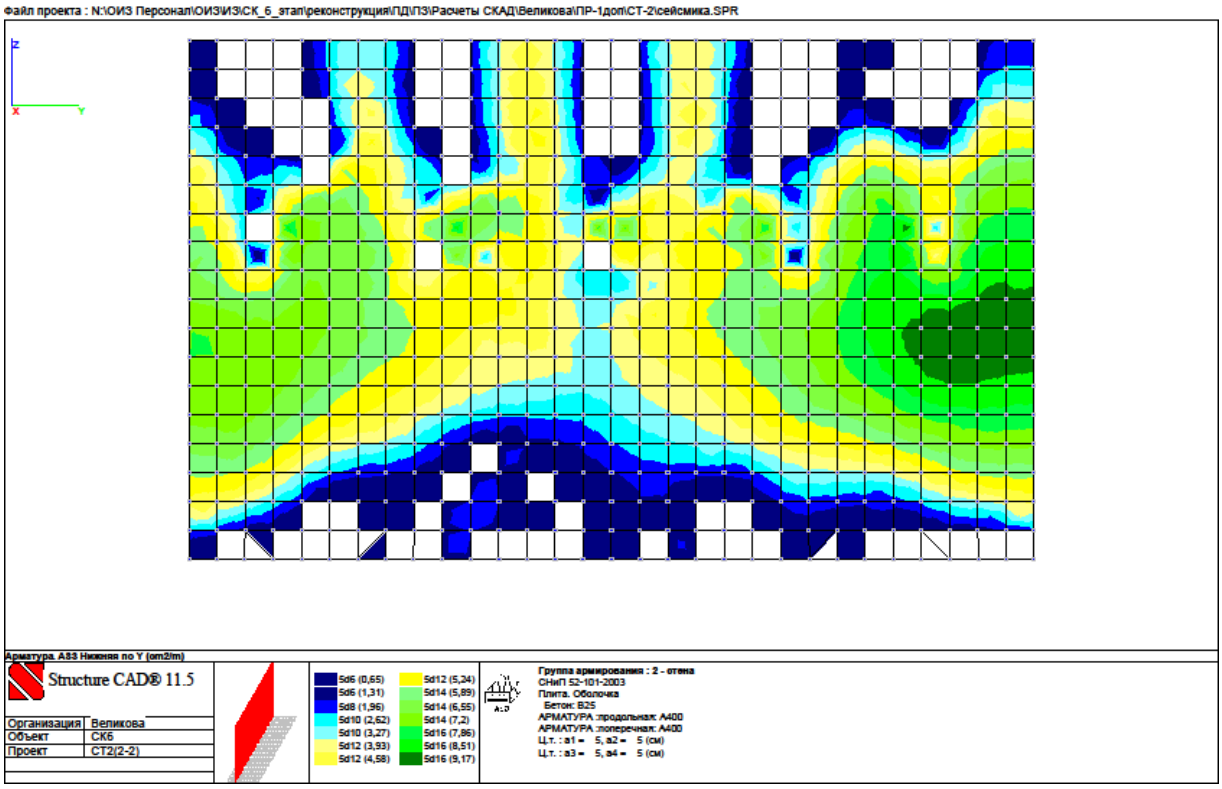


Рис. 6.72. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

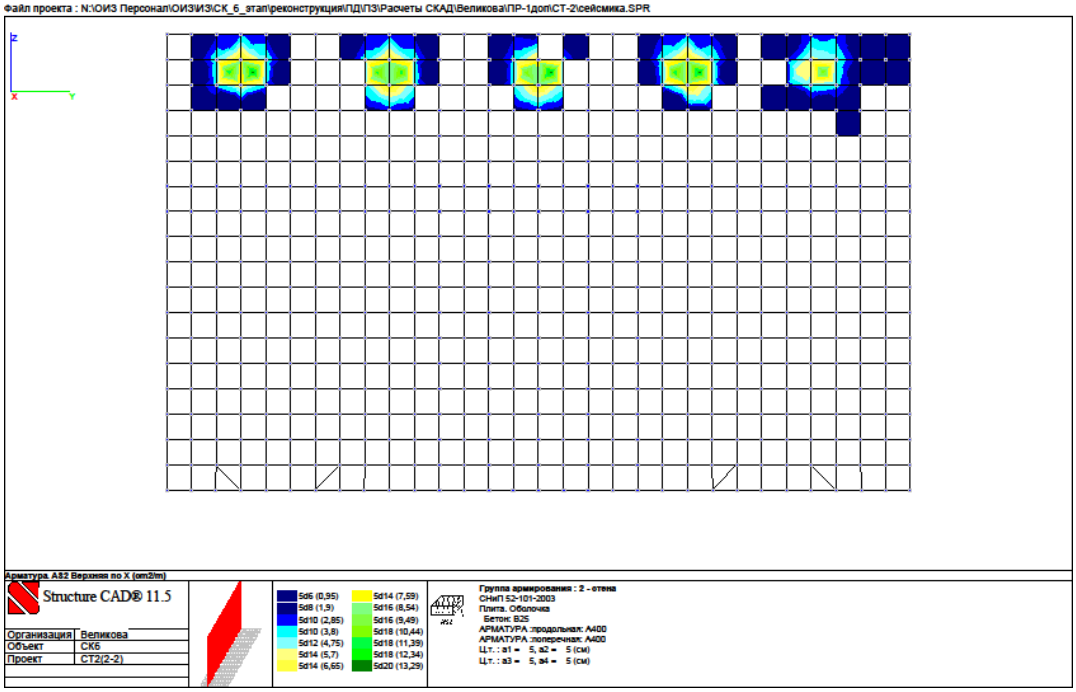


Рис. 6.73. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

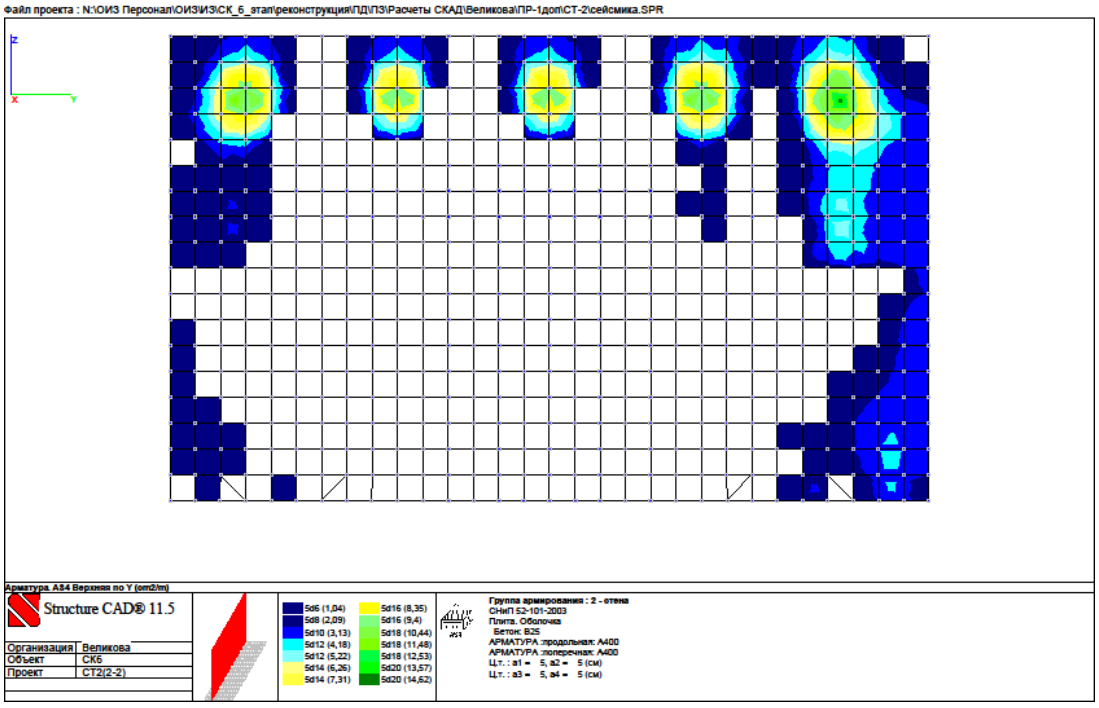


Рис. 6.74. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров Анкерного поля №2 (около СТ-2)

Определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров

Для обеспечения работы крепления грунтовыми анкерами в соответствии с расчетом необходимо обеспечить заделку грунтовых анкеров за первоначальную поверхность скольжения на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D). В качестве первоначальной поверхности скольжения принимаем поверхность, получаемую при расчете склона при сейсмическом воздействии.

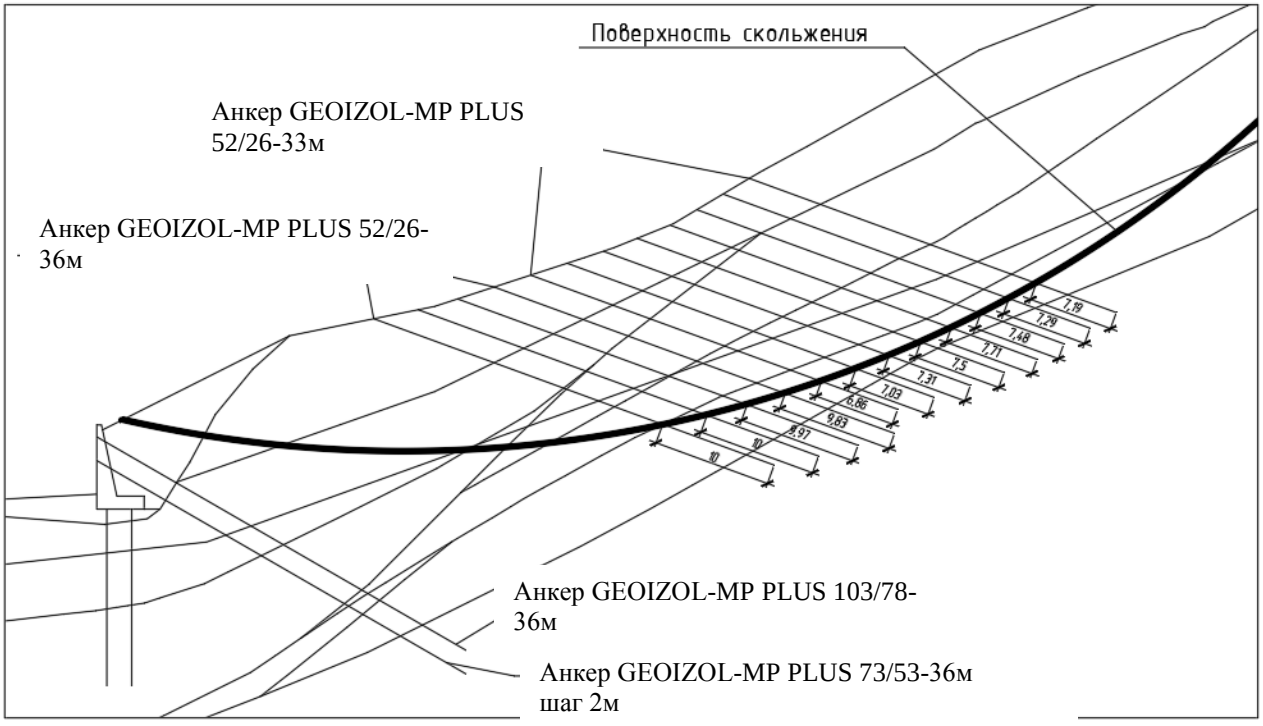


Рис. 6.75. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №2 (около СТ-2), выходящих за первоначальную призму обрушения

Таблица 6.19. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров Анкерного поля №2 (около СТ-2) по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
А1(н)	1,0	27,68	52/26	36,0	41,78	10,0	90	100	43,95
А2	1,0	29,15	52/26	36,0	41,78	10,0	90	100	46,73
А3	1,0	31,41	52/26	36,0	41,78	9,97	90	100	63,30
А4	1,0	32,16	52/26	36,0	41,78	9,83	90	100	68,90
А5	1,5	32,42	52/26	33,0	41,78	6,86	90	100	49,26
А6	1,5	33,18	52/26	33,0	41,78	7,03	90	100	47,36
А7	1,5	33,79	52/26	33,0	41,78	7,31	90	100	60,00
А8	1,5	33,64	52/26	33,0	41,78	7,5	90	100	60,90
А9	1,5	34,63	52/26	33,0	41,78	7,71	90	100	62,50
А10	1,5	32,43	52/26	33,0	41,78	7,48	90	100	64,00
А11	1,5	31,04	52/26	33,0	41,78	7,29	90	100	52,00
А12(в)	1,5	30,90	52/26	33,0	41,78	7,19	90	100	46,19

Фактические усилия в элементах крепления грунтовыми анкерами не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS 52/26.

Расчет грунтовых анкеров подпорной стены СТ-2

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.20. Расчетная несущая способность новых грунтовых анкеров подпорной стены СТ-2 по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
А1(в)	138,52	1,5	0	103/78	36,0	145,15	36,0	10,0	130	140	148,90
А2(н)	77,35	2,0	0	73/53	36,0	77,96	36,0	10,0	130	140	154,80

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 2-2

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорной стены СТ-2.

2) Для обеспечения устойчивости склона выше подпорной стены СТ-2 предусматривается его закрепление грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 52/26 длиной 33 и 36 м с шагом 2х1,5 м и 2х1,0 м.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-2 предусматривается устройство одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 36м с шагом 1,5 м и одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 36 м с шагом 2,0 м.

4) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкции подпорной стены СТ-2 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

5) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.3 Расчеты по линии разреза 3-3 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-1/2доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.76:

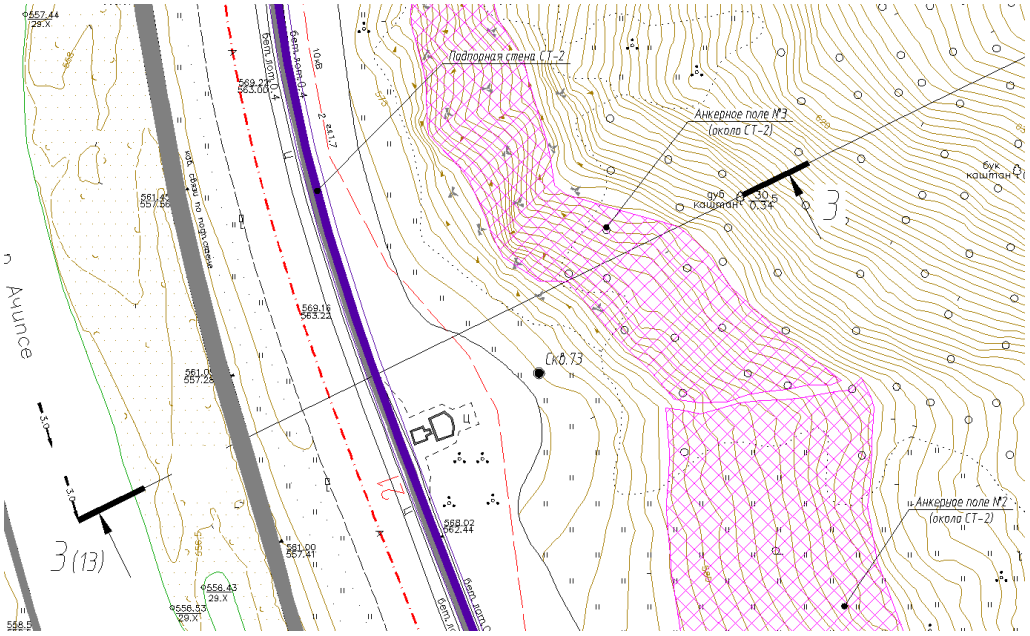


Рис. 6.76. Схема расположения разреза 3-3

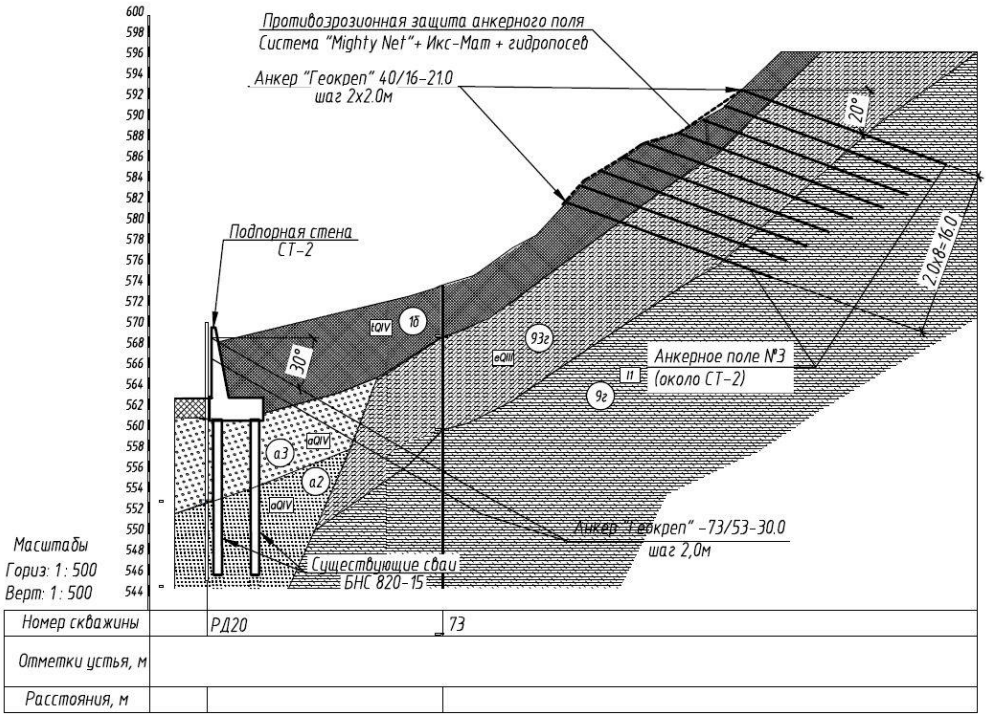


Рис. 6.77. Разрез 3-3

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

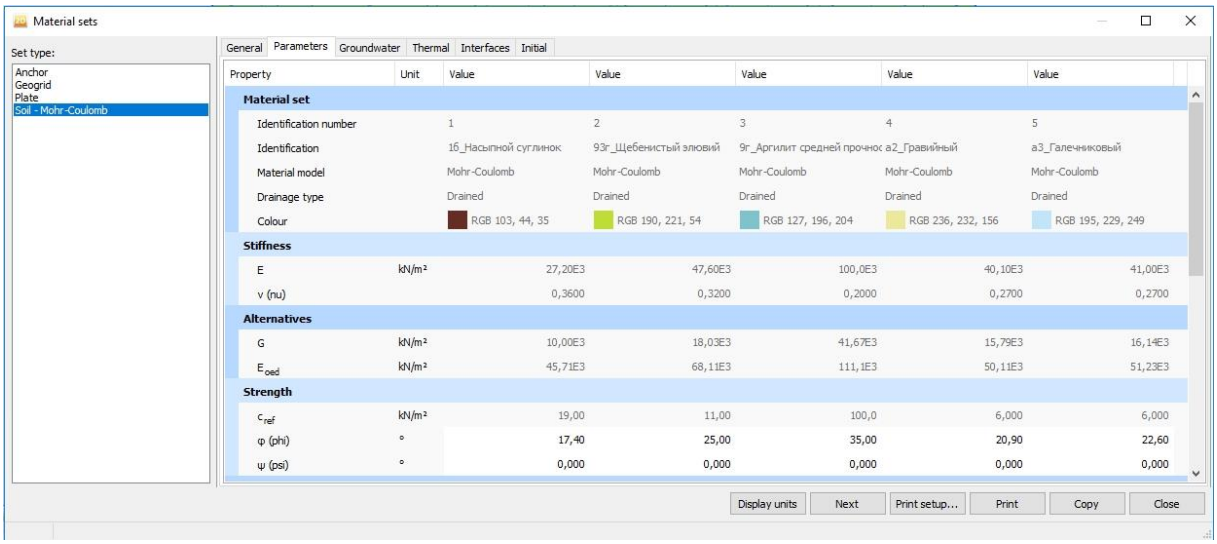


Рис.3 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.3.1 Расчет разреза 3-3 в существующем положении

Расчет разреза 3-3 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

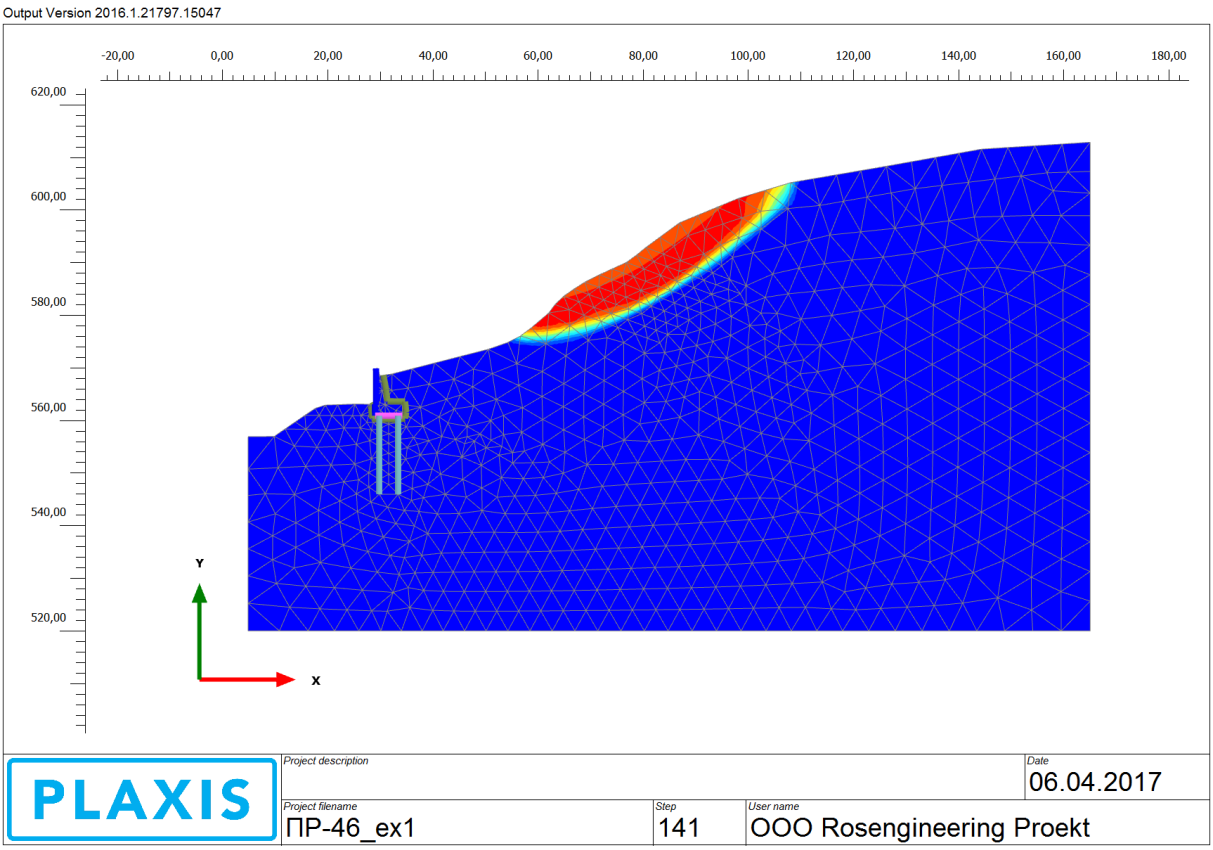


Рис. 6.78. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон неустойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости не обеспечен. K_{sf} =1,08 < K_{sfn} = 1,11. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

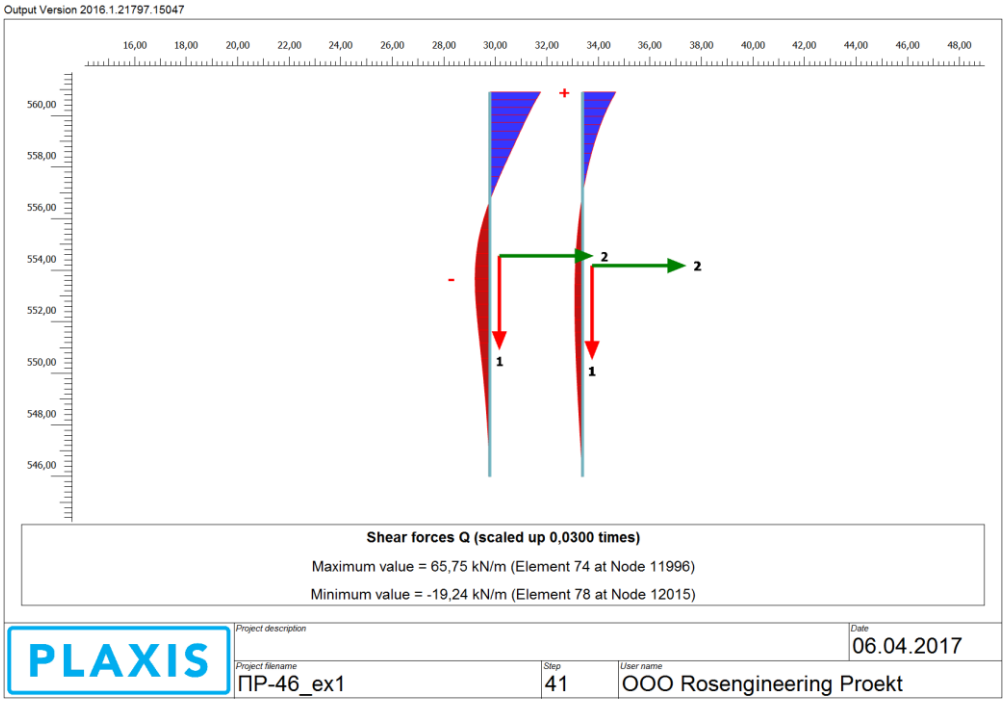


Рис. 6.79. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

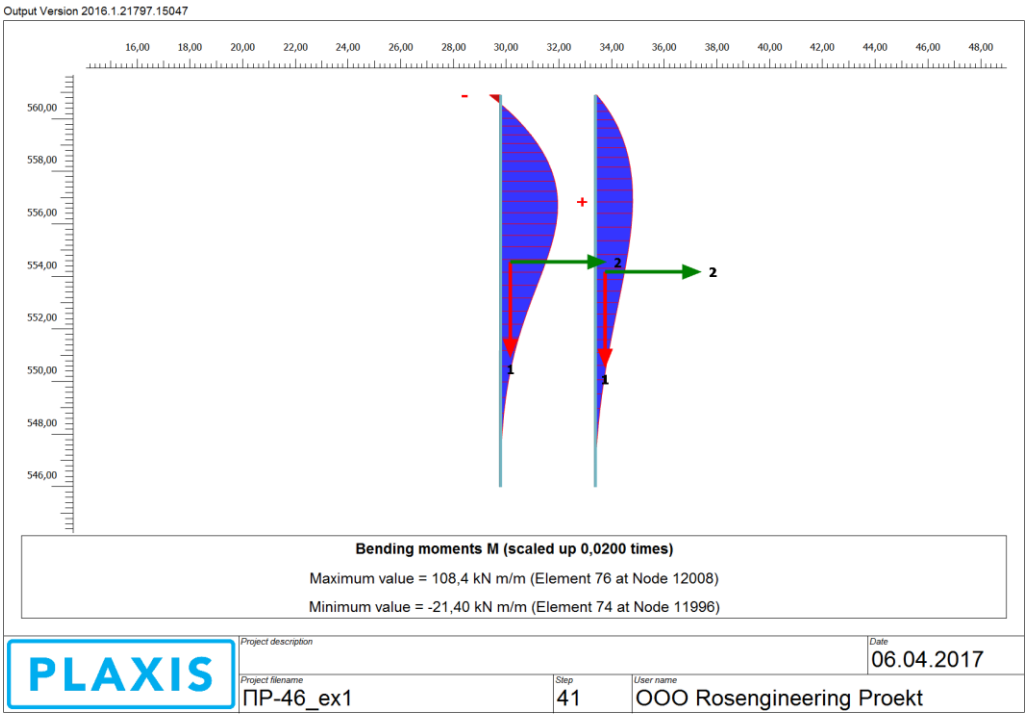


Рис. 6.80. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

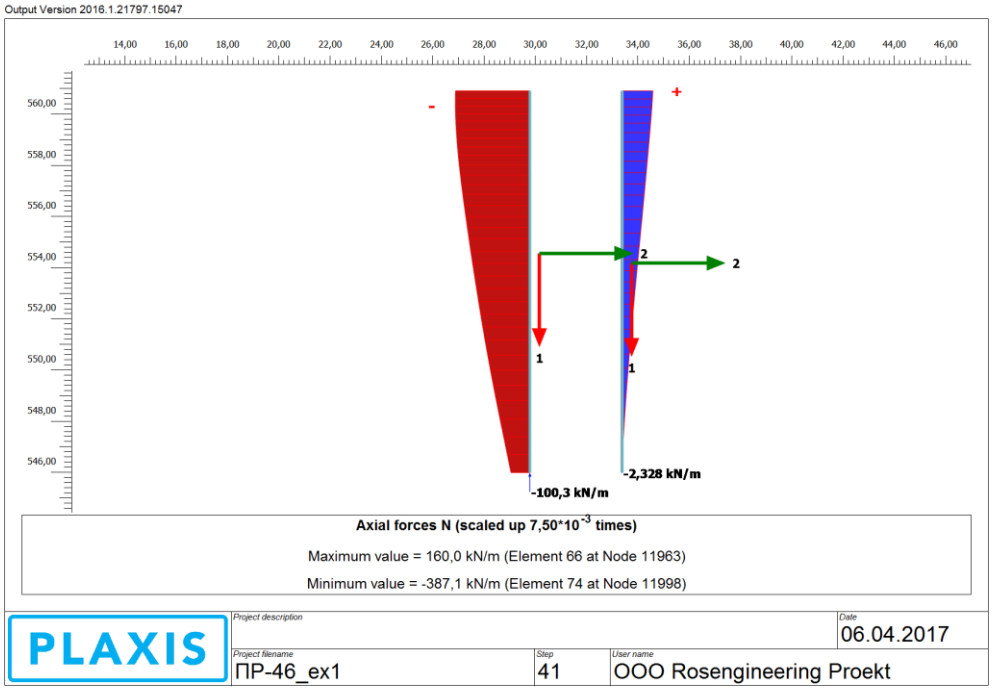


Рис. 6.81. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.21. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,04	-80,50	22,54	13,67
N2(п)	0,82	15,0	2,04	33,27	14,72	8,97

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

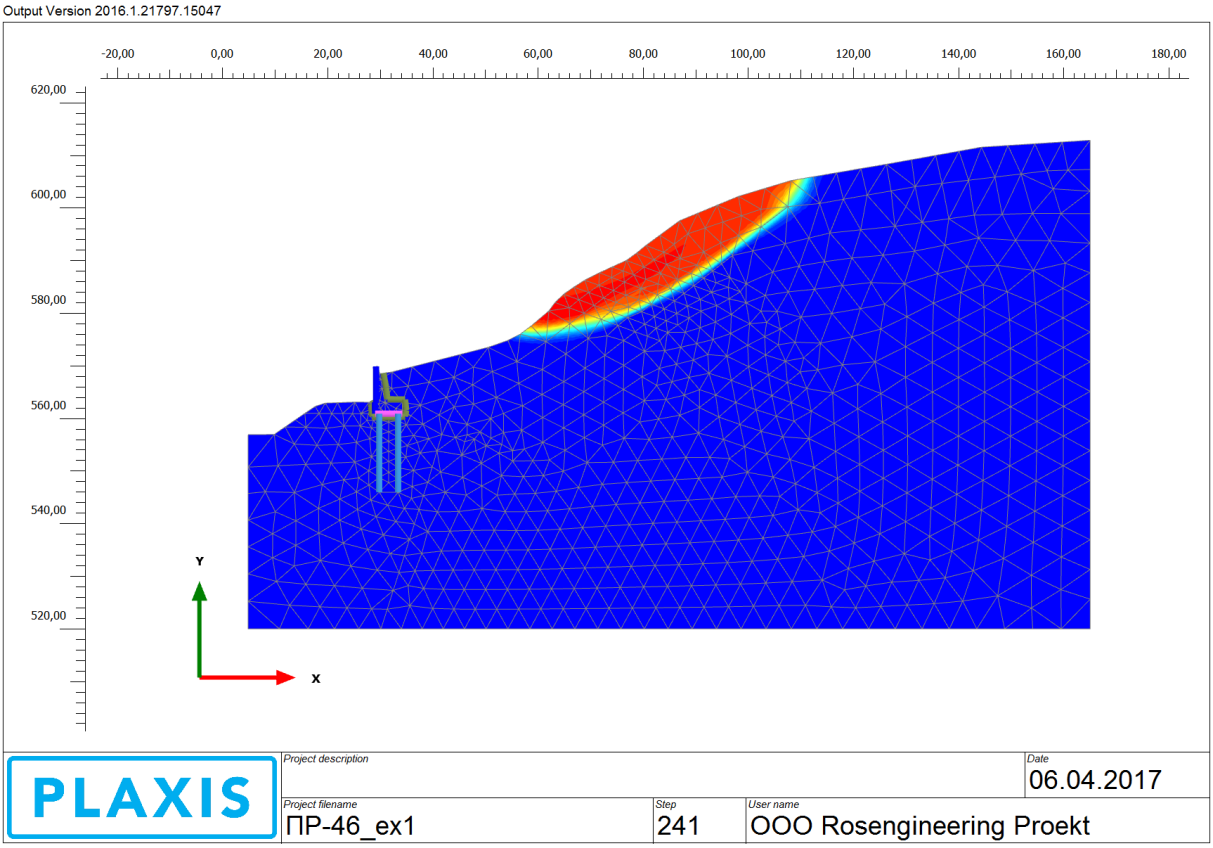


Рис. 6.82. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон неустойчив. K_{sf} =0,907 < K_{sfn} = 1,05. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

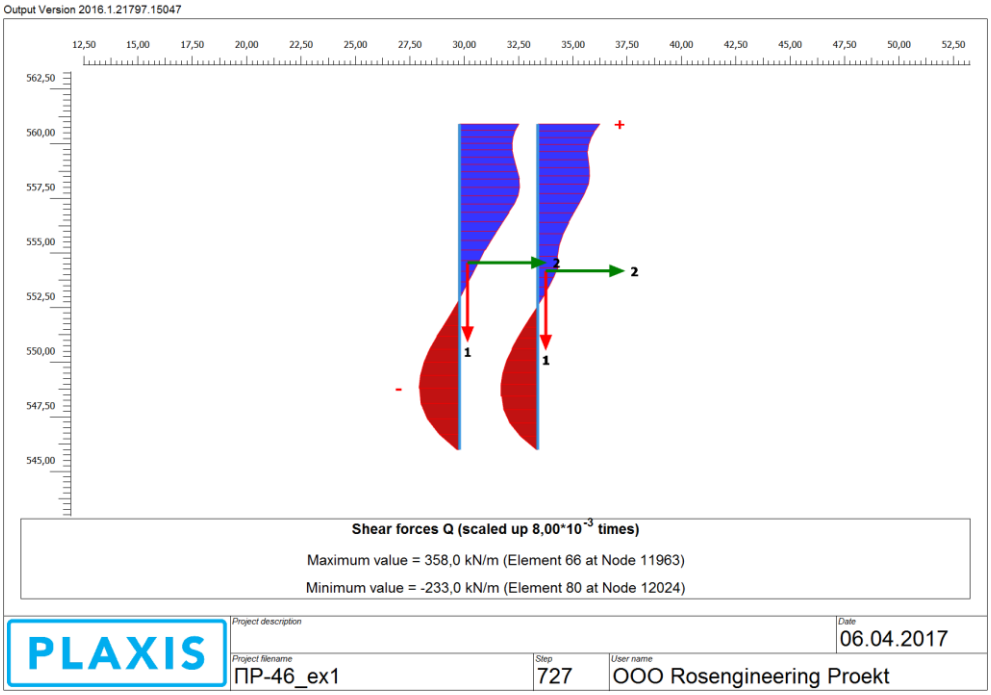


Рис. 6.83. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

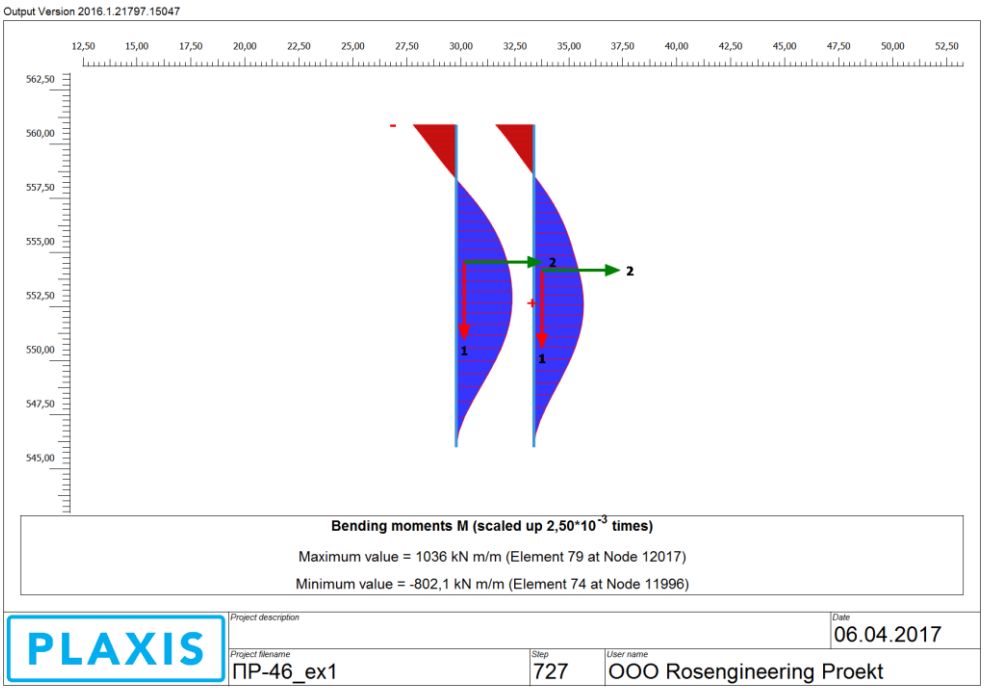


Рис. 6.84. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

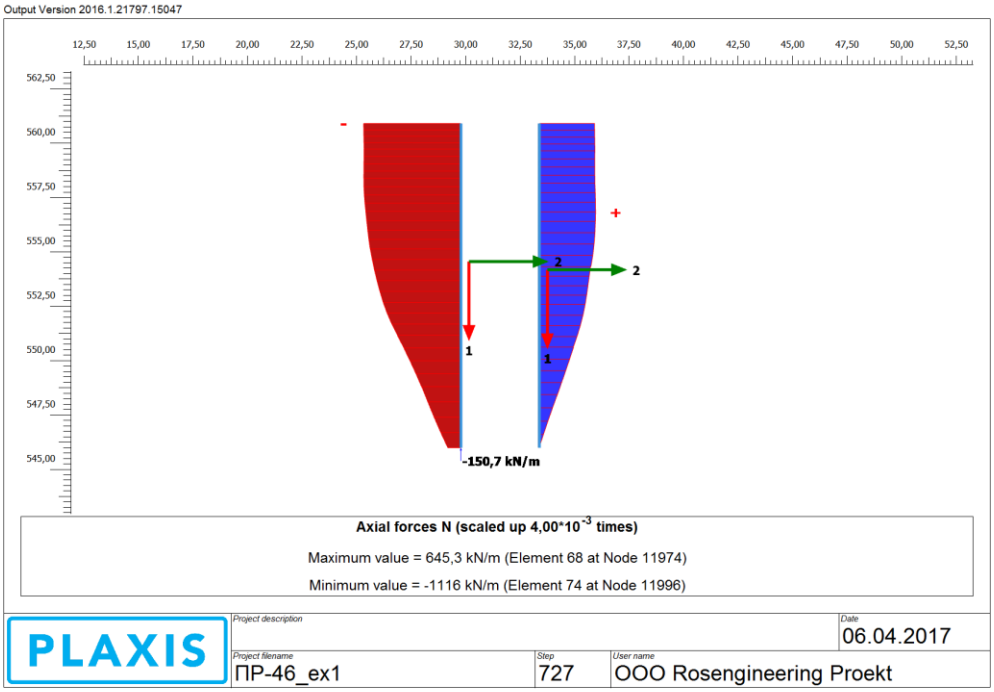


Рис. 6.85. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.22. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,04	-232,07	215,44	71,91
N2(п)	0,82	15,0	2,04	134,19	191,56	74,45

Расчет конструкции свай СТ-2 по разрезу 3-3 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

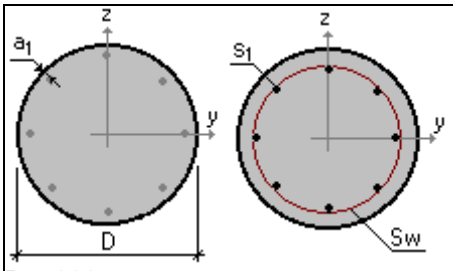
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

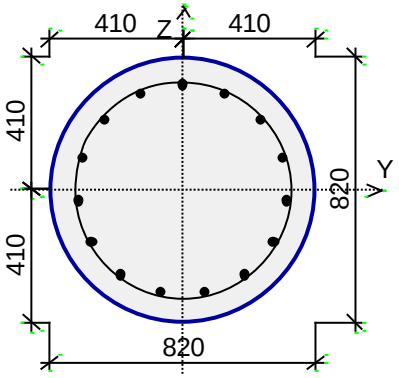
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-80,5	4,45	13,67	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,078
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,106
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,108
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,39
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,024
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,024

Коэффициент использования 0,39 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

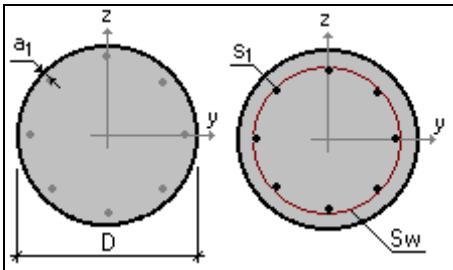
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

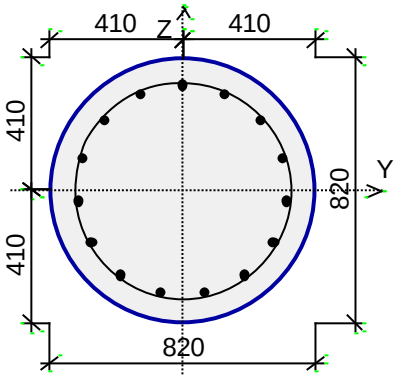
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-232,24	27,53	71,95	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,212
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,355
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,463
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,764**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,024
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,024

Коэффициент использования 1,764 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

6.3.2 Расчет разреза 3-3 с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления подпорной стены

Расчет разреза 3-3 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

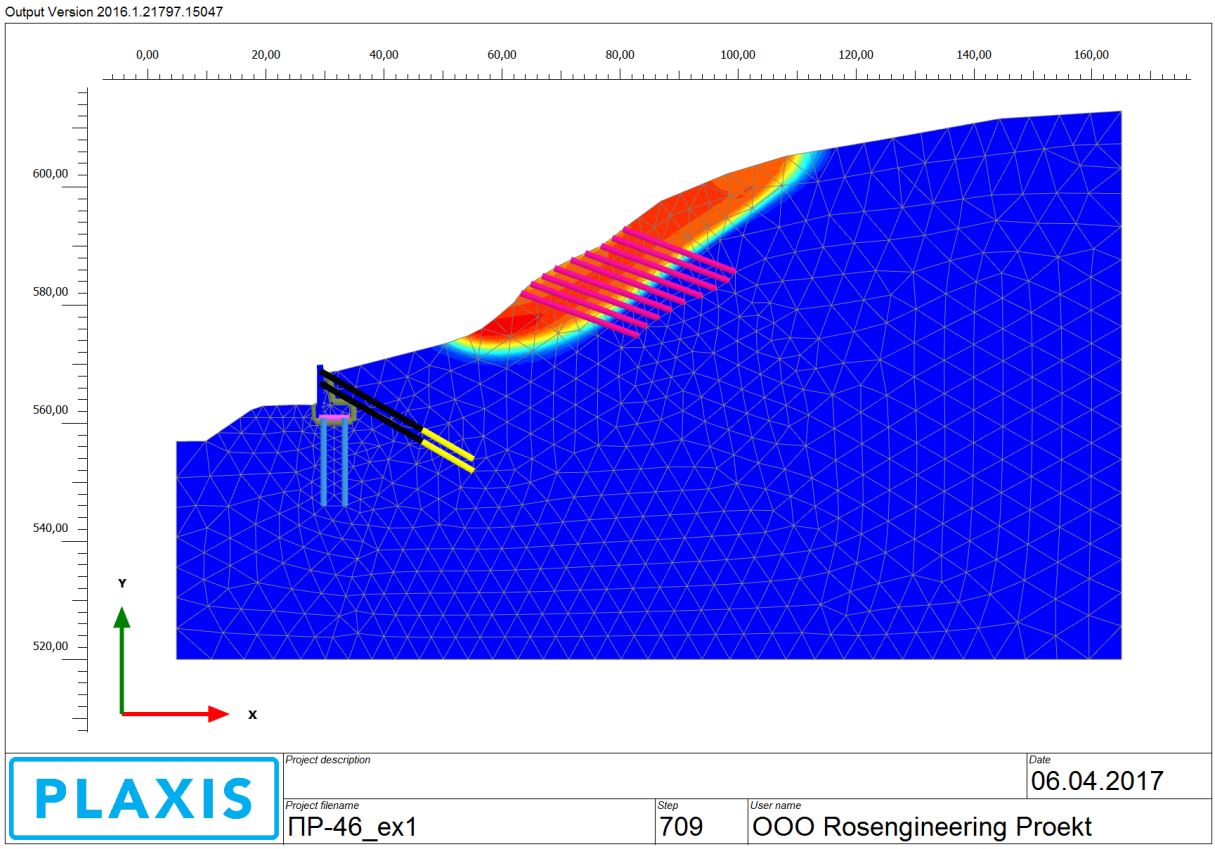


Рис. 6.86. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,398 > K_{sfn} = 1,11.

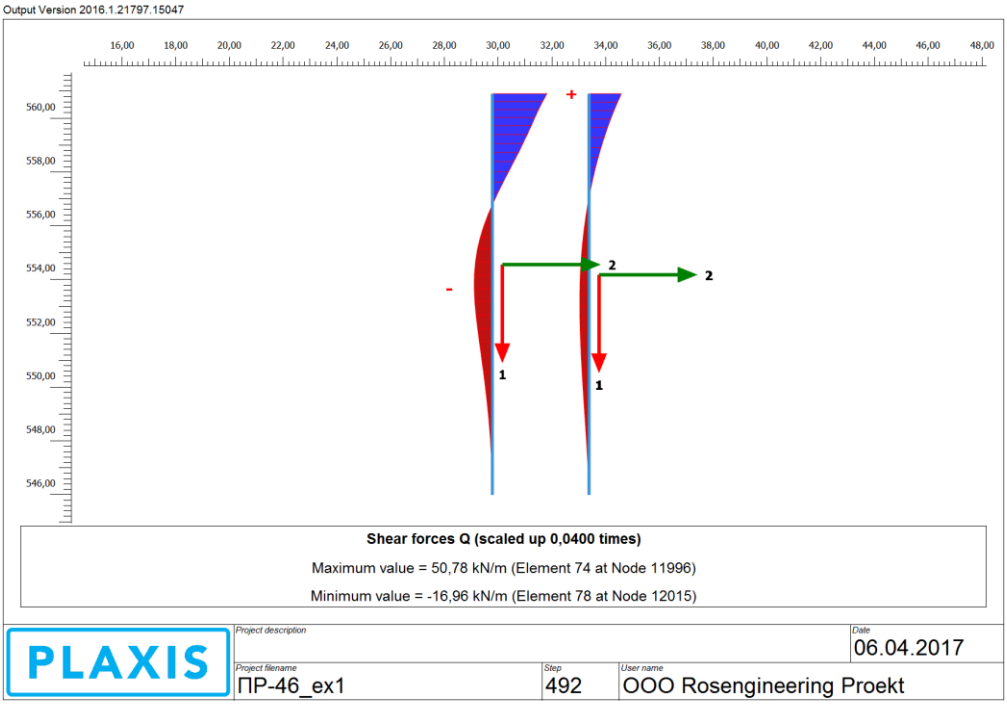


Рис. 6.87. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

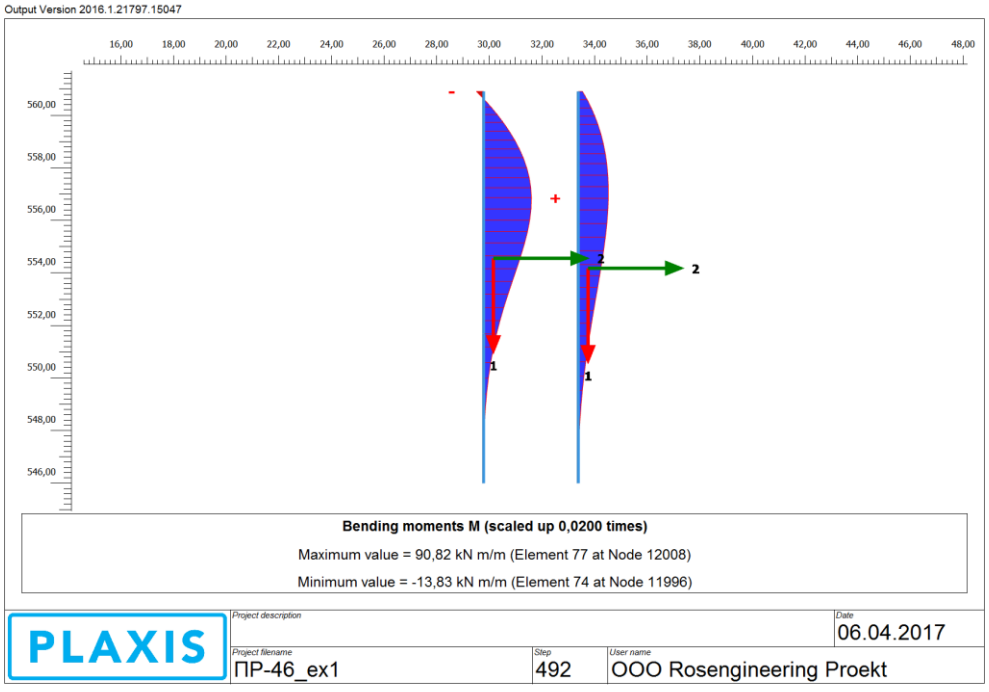


Рис. 6.88. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

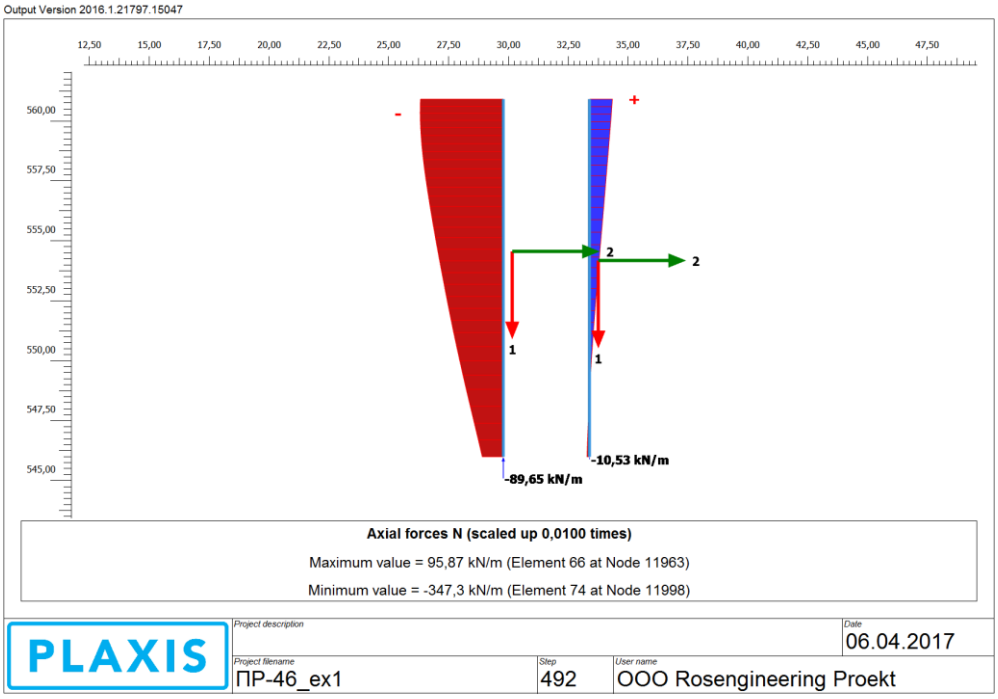


Рис. 6.89. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.23. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,04	-72,22	18,89	10,56
N2(п)	0,82	15,0	2,04	19,94	11,88	6,26

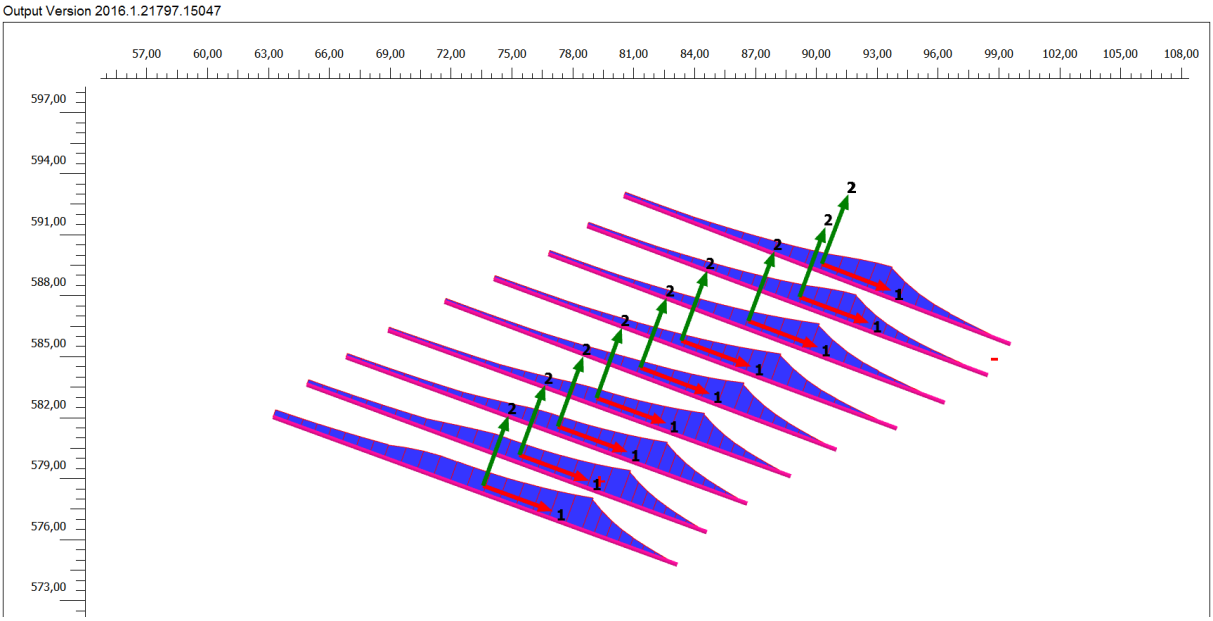


Рис. 6.90. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерного поля №3 (около СТ-2) при основном сочетании нагрузок. Nmax=43,41 кН/м

Таблица 6.24. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №3 (около СТ-2) при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(н)	2,0	8,85	40/16	21,0
А2	2,0	8,65	40/16	21,0
А3	2,0	8,45	40/16	21,0
А4	2,0	8,44	40/16	21,0
А5	2,0	8,43	40/16	21,0
А6	2,0	8,38	40/16	21,0
А7	2,0	8,41	40/16	21,0
А8	2,0	8,36	40/16	21,0
А9(в)	2,0	8,40	40/16	21,0

Таблица 6.25. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-2 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(в)	24,92	2,0	0	73/53	30,0
А2(н)	18,87	2,0	0	73/53	30,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

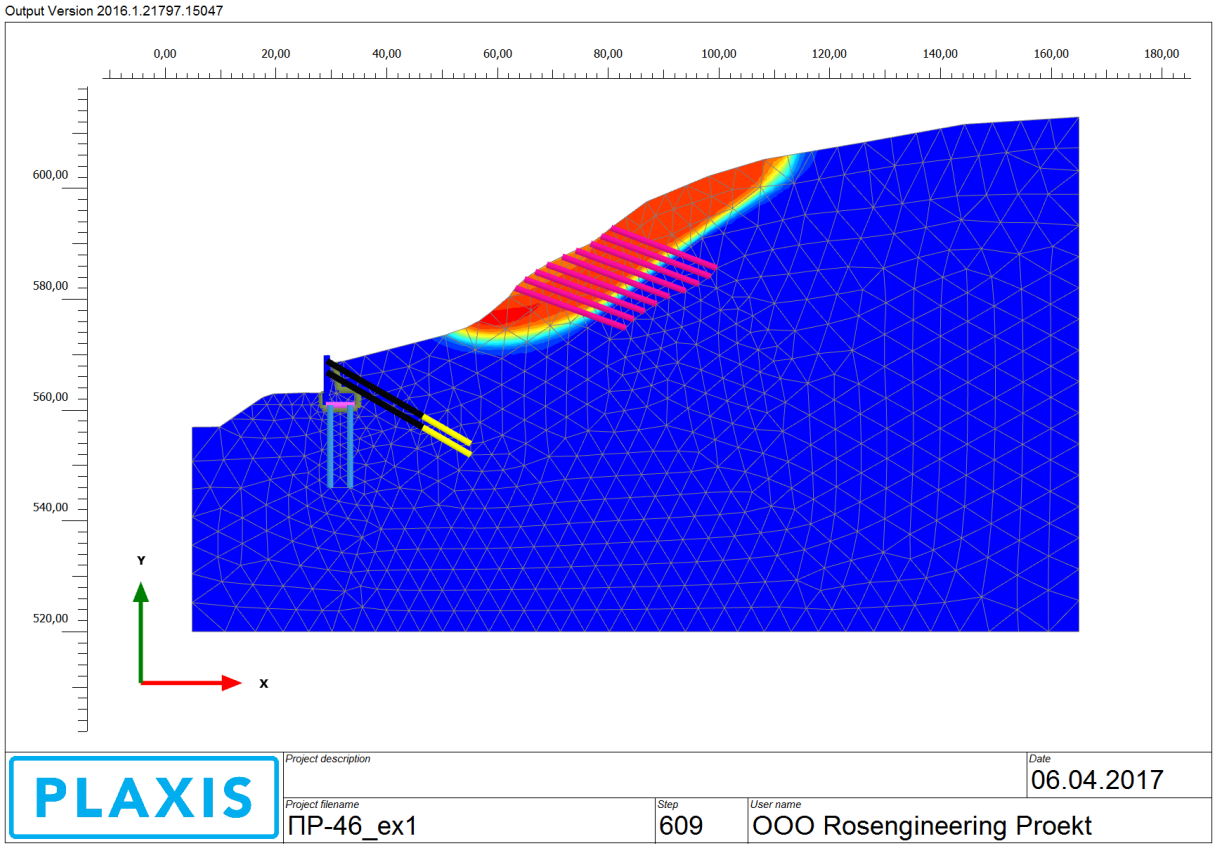


Рис. 6.91. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,144 > K_{sfn} = 1,05.

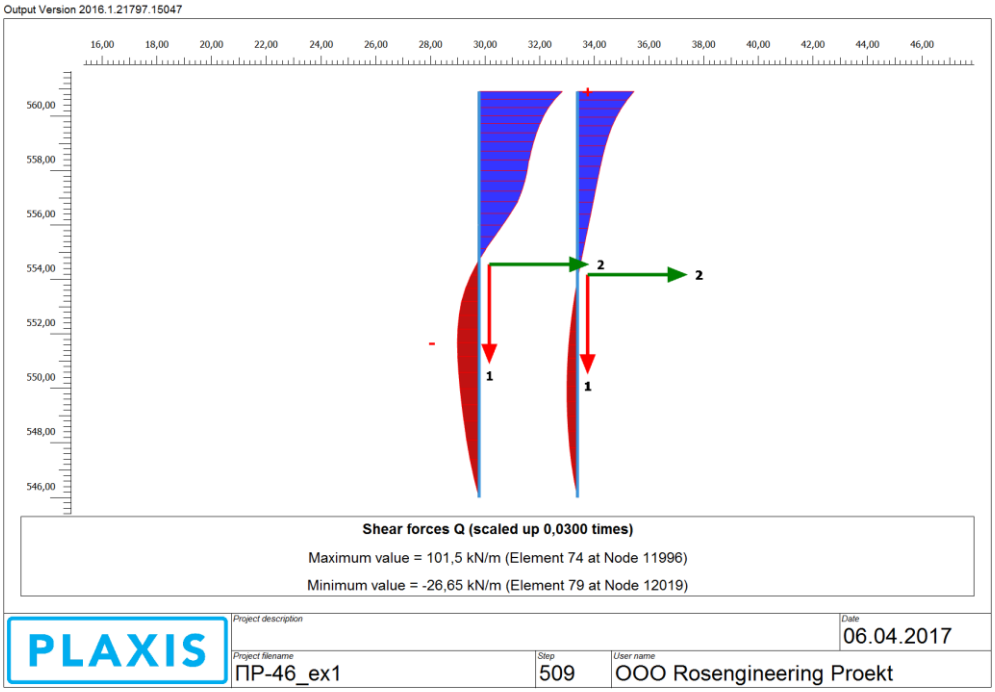


Рис. 6.92. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

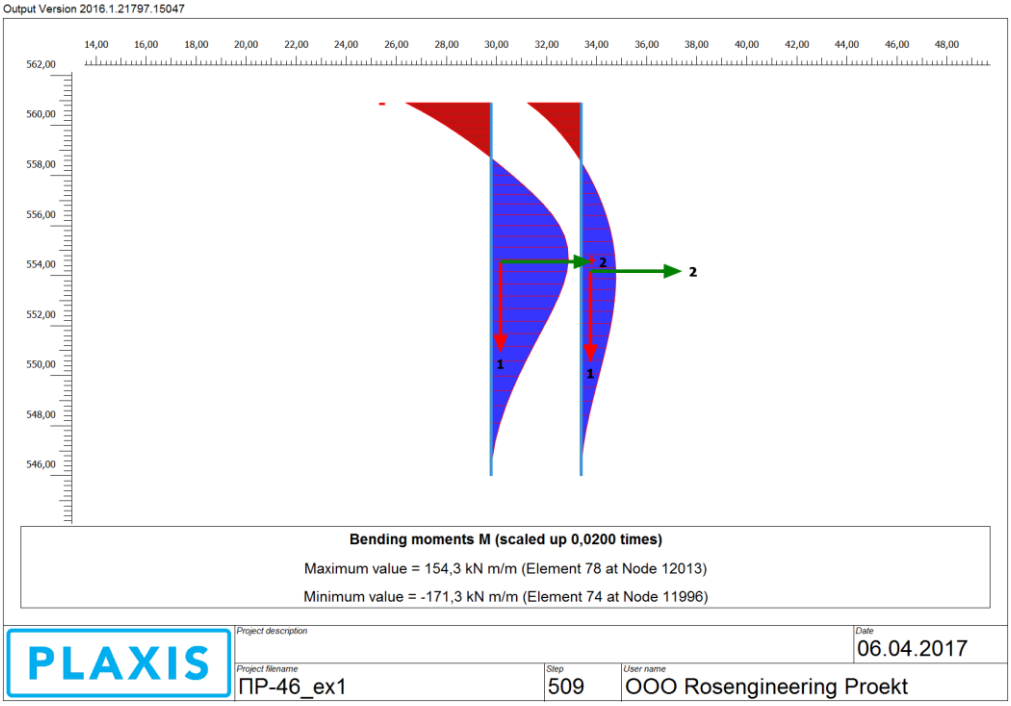


Рис. 6.93. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

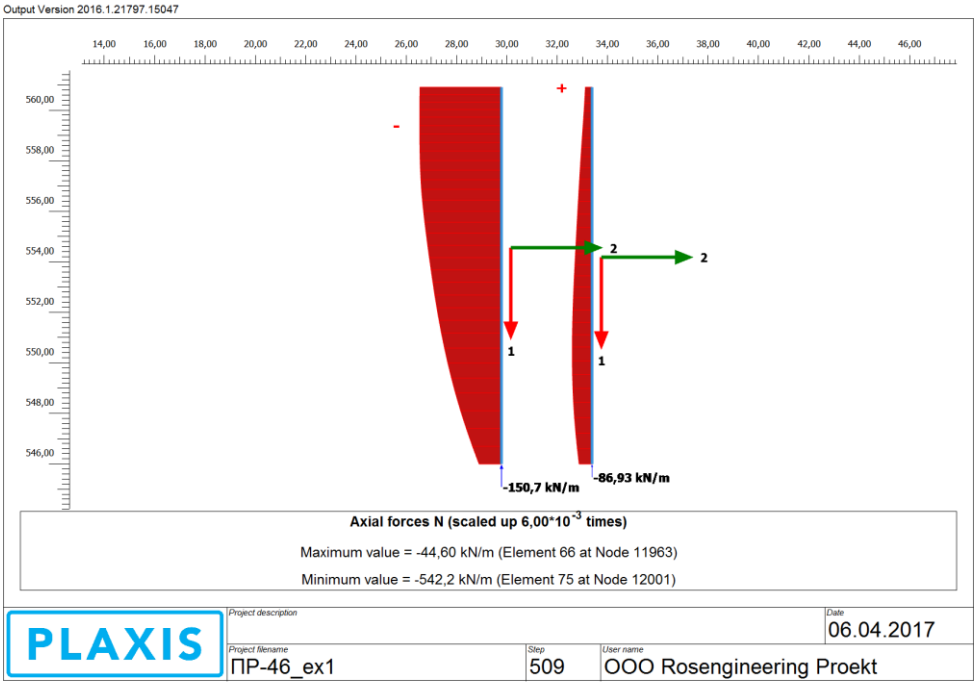


Рис. 6.94. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.26. Усилия в сваях подпорной стены СТ-2 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	0,82	15,0	2,04	-112,75	-35,62	21,11
N2(п)	0,82	15,0	2,04	-27,32	-22,48	14,35

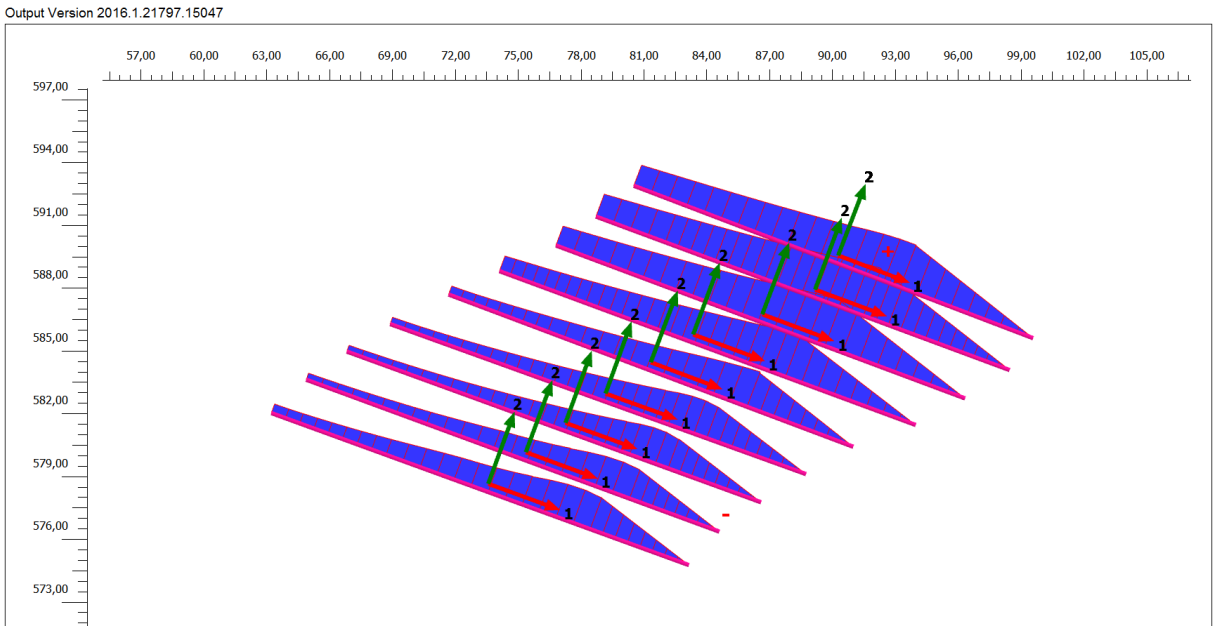


Рис. 6.95. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерного поля №3 (около СТ-2) при особом сочетании нагрузок. Nmax=161,3 кН/м

Таблица 6.27. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №3 (около СТ-2) при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(н)	2,0	22,84	40/16	21,0
А2	2,0	21,00	40/16	21,0
А3	2,0	21,84	40/16	21,0
А4	2,0	22,73	40/16	21,0
А5	2,0	24,30	40/16	21,0
А6	2,0	28,77	40/16	21,0
А7	2,0	31,50	40/16	21,0
А8	2,0	32,88	40/16	21,0
А9(в)	2,0	29,44	40/16	21,0

Таблица 6.28. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-2 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(в)	75,43	2,0	73/53	30,0
А2(н)	77,10	2,0	73/53	30,0

Расчет конструкции свай СТ-2 по разрезу 3-3 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

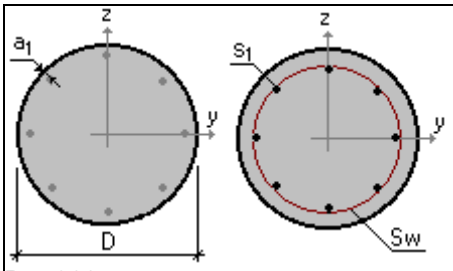
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

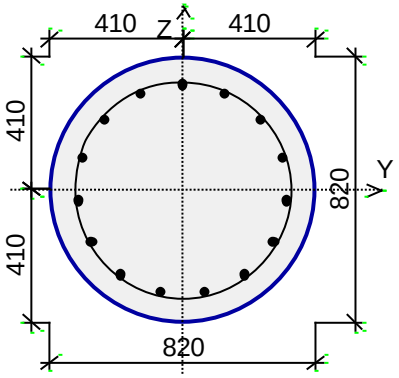
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-72,22	2,88	10,56	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,07
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,09
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,084
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,305
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,024
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,024

Коэффициент использования 0,305 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

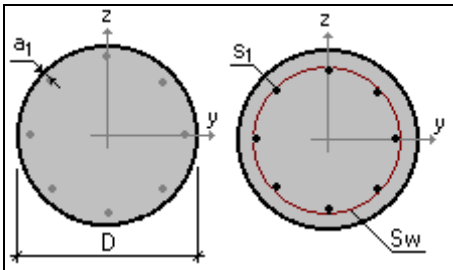
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

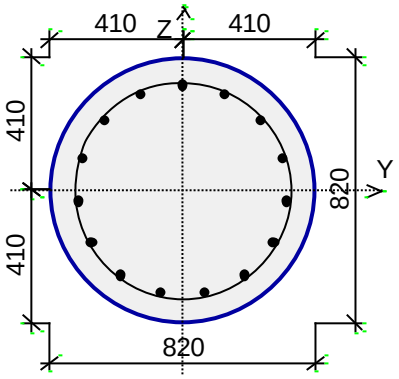
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 820 мм
a_1 = 70 мм



S_1 - 15∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-112,75	-35,62	21,11	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,103
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,297
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,145
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,553
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,024
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,024

Коэффициент использования 0,553 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-2 по разрезу 3-3 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

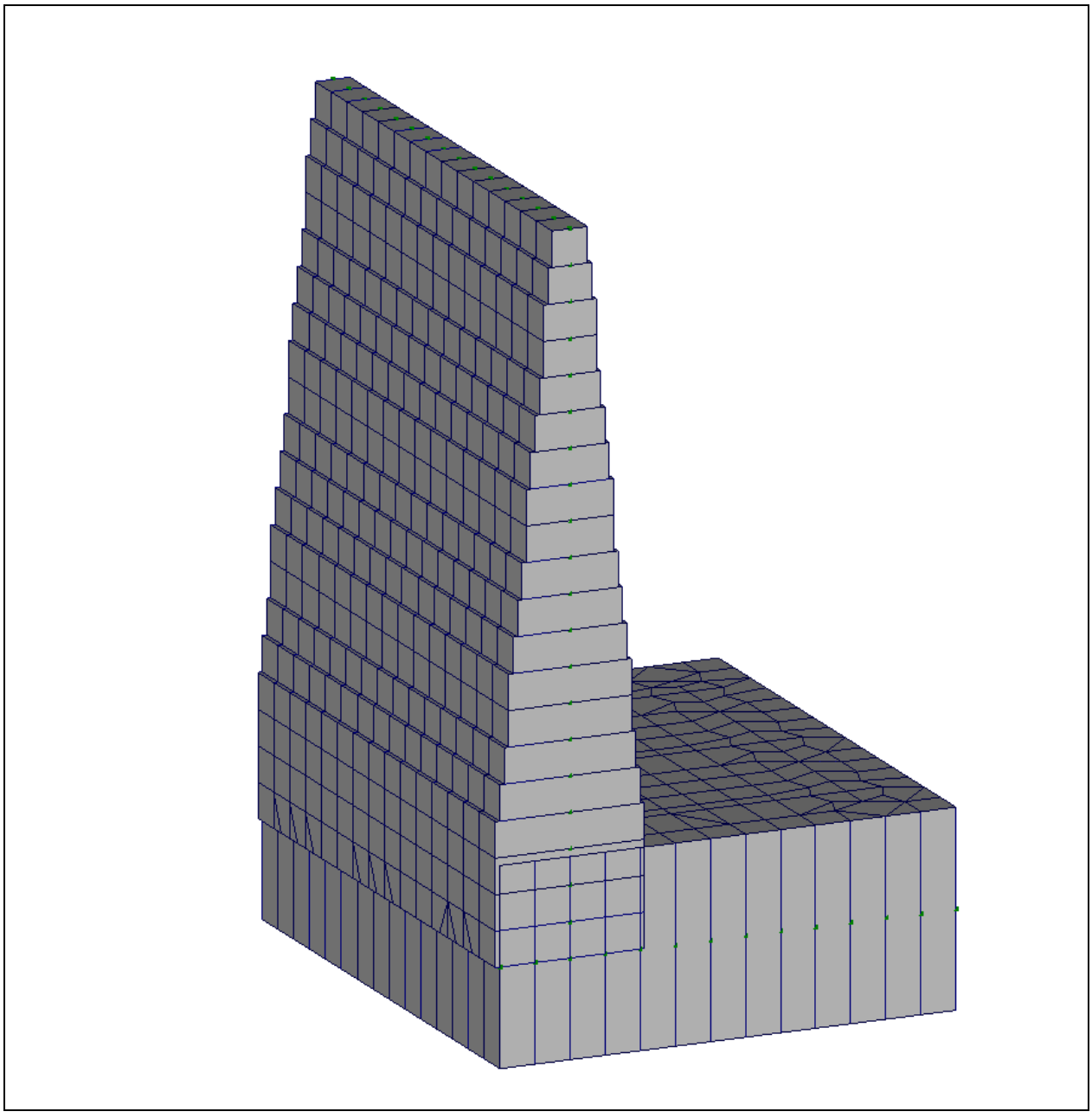


Рис. 6.96. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

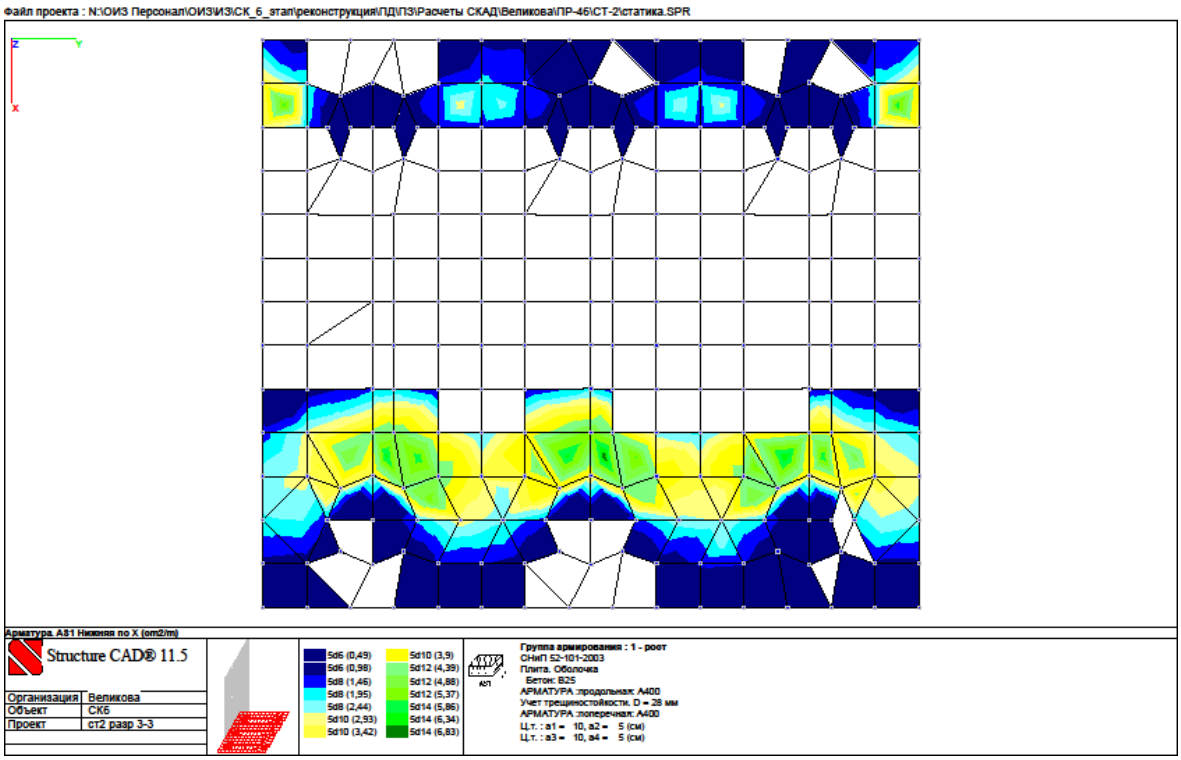


Рис. 6.97. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

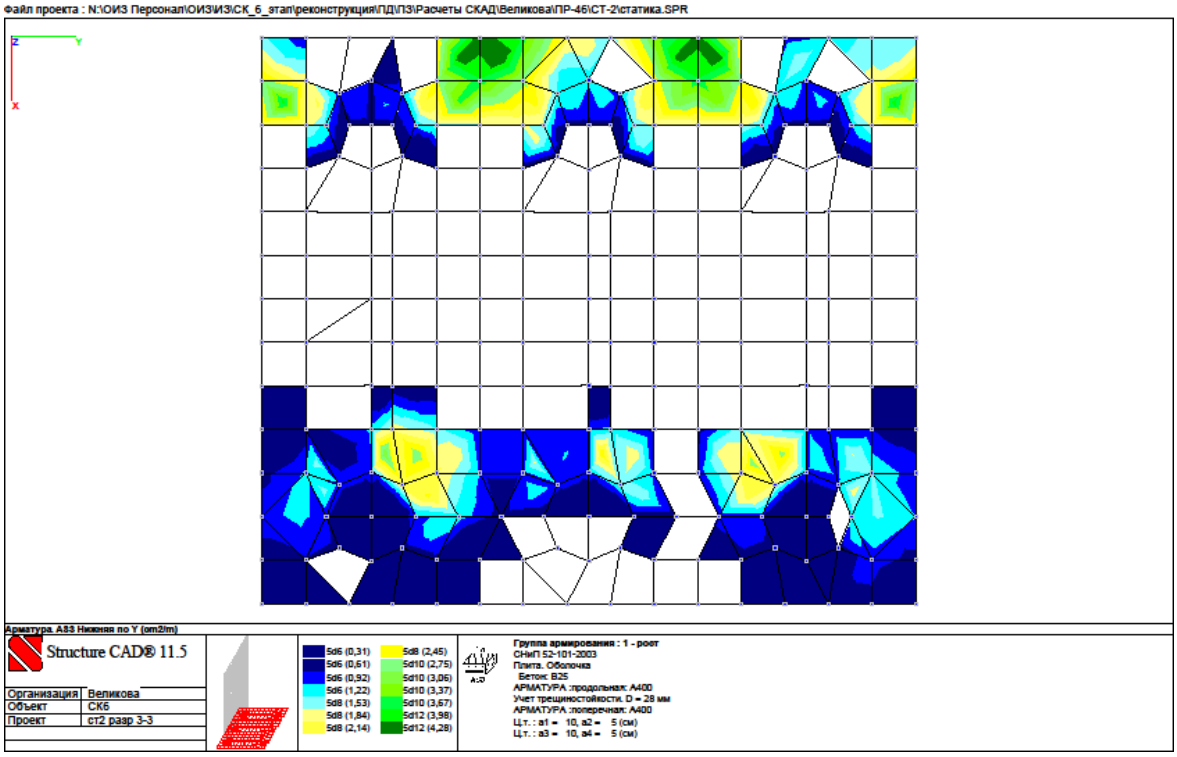


Рис. 6.98. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

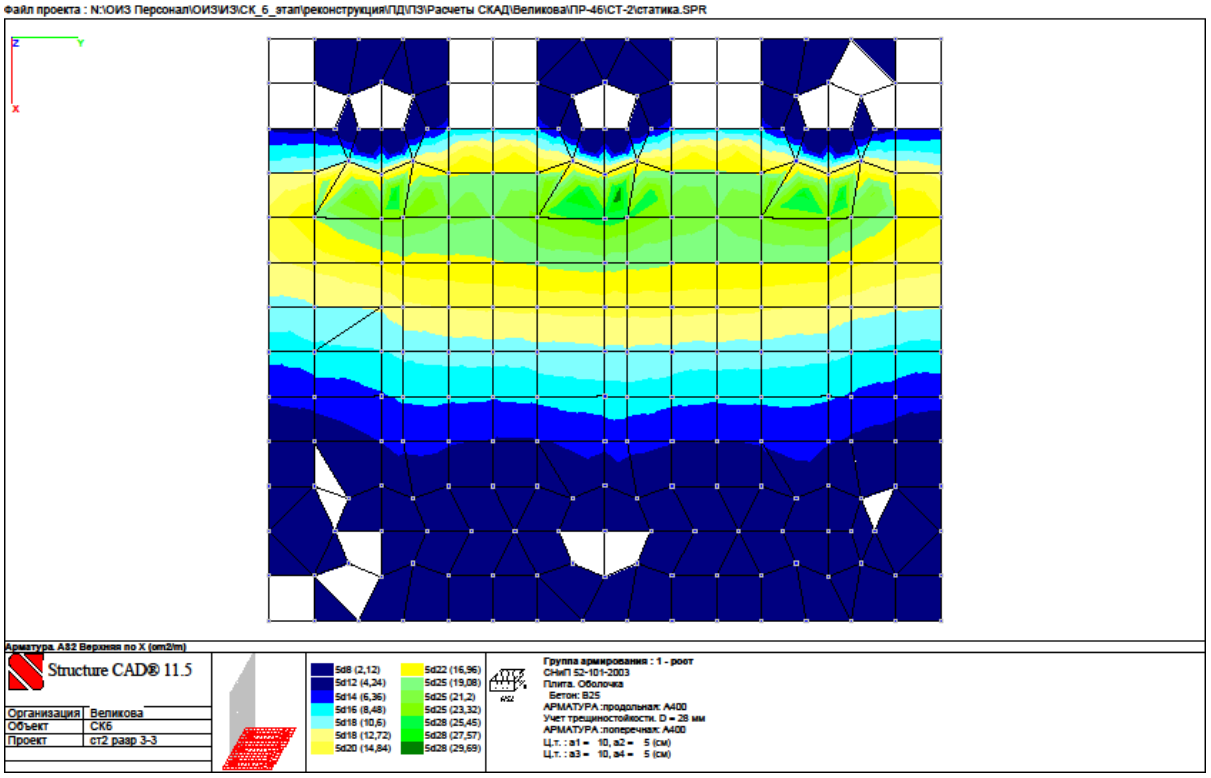


Рис. 6.99. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

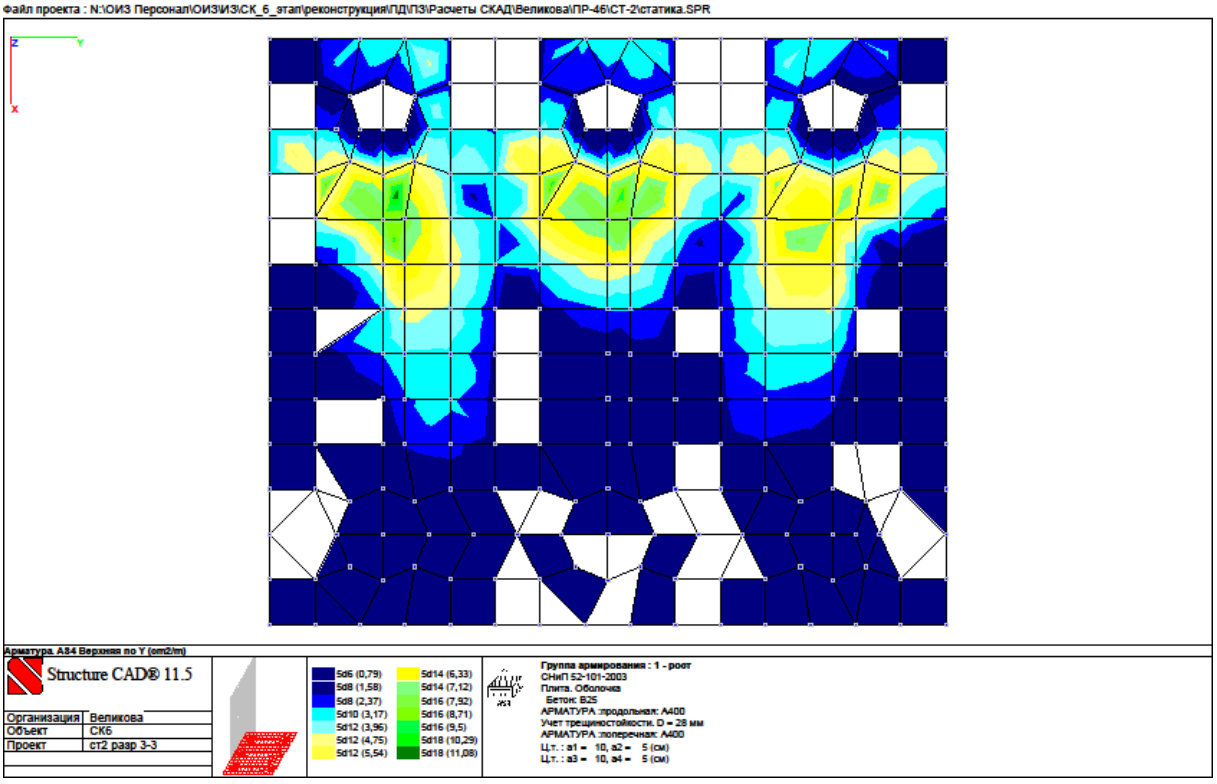


Рис. 6.100. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

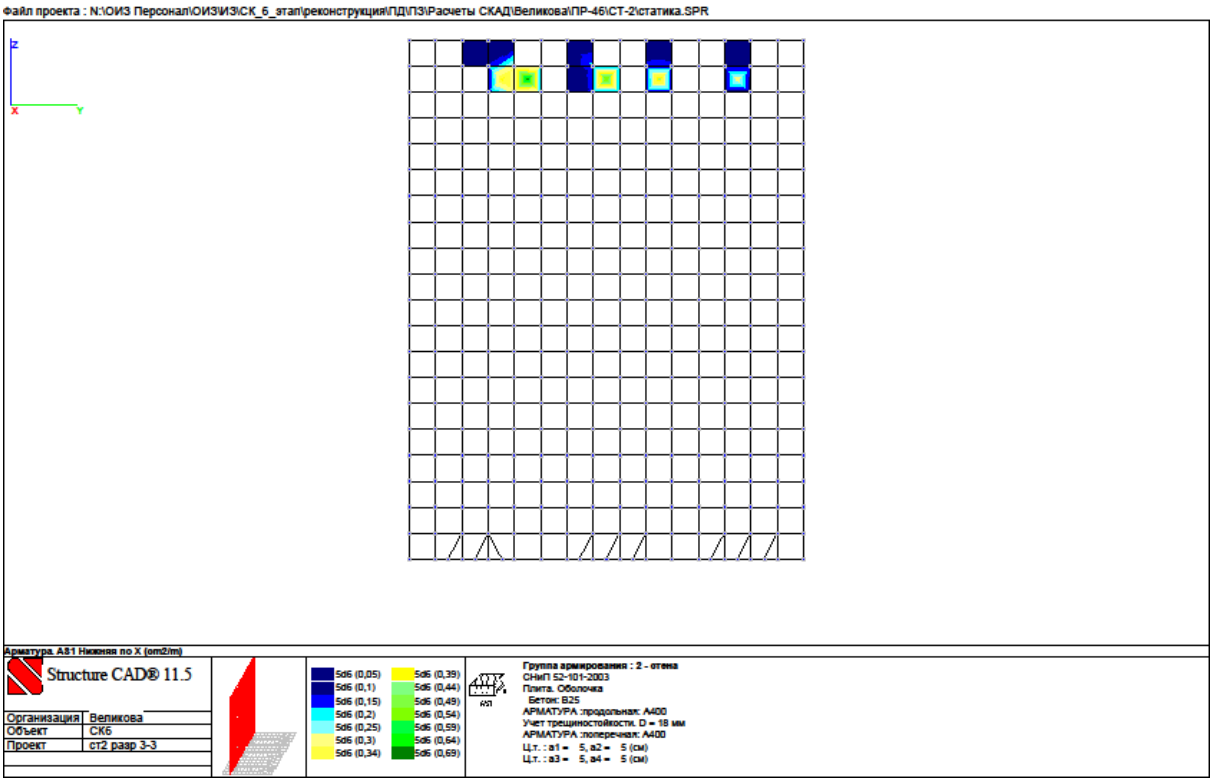


Рис. 6.101. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

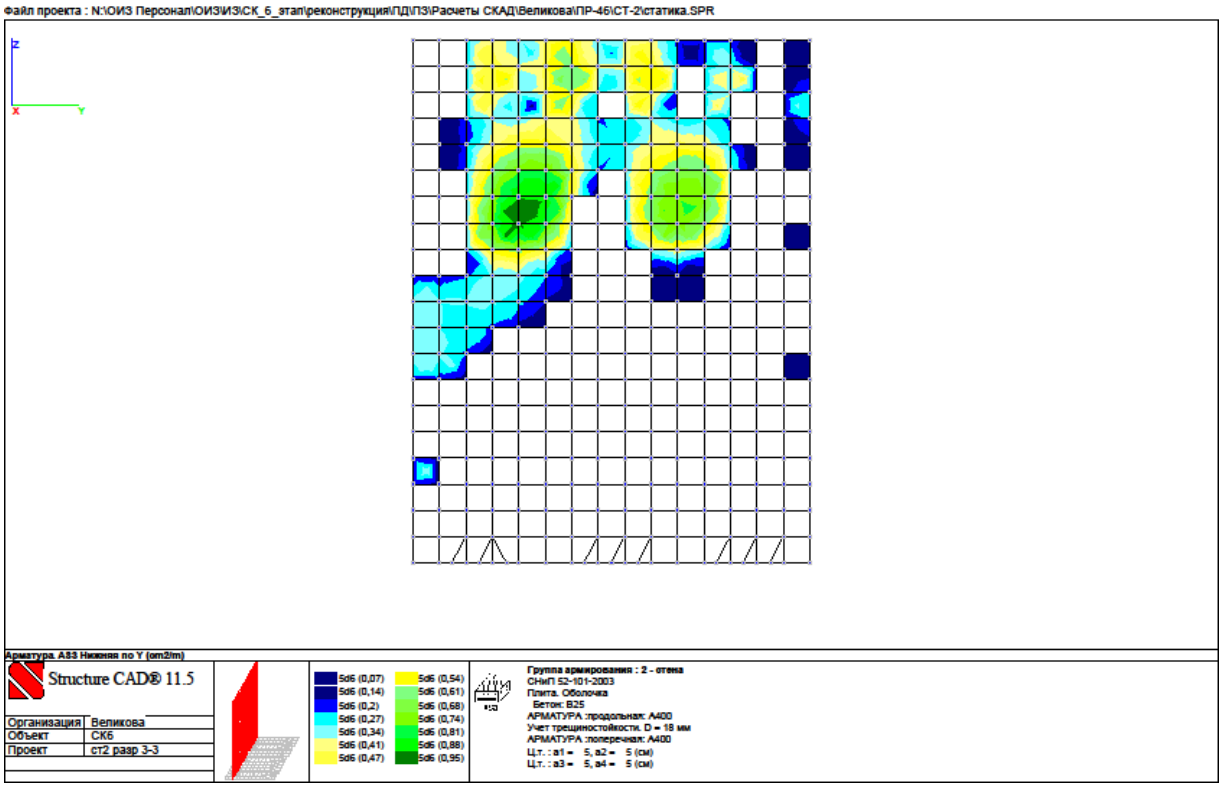


Рис. 6.102. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

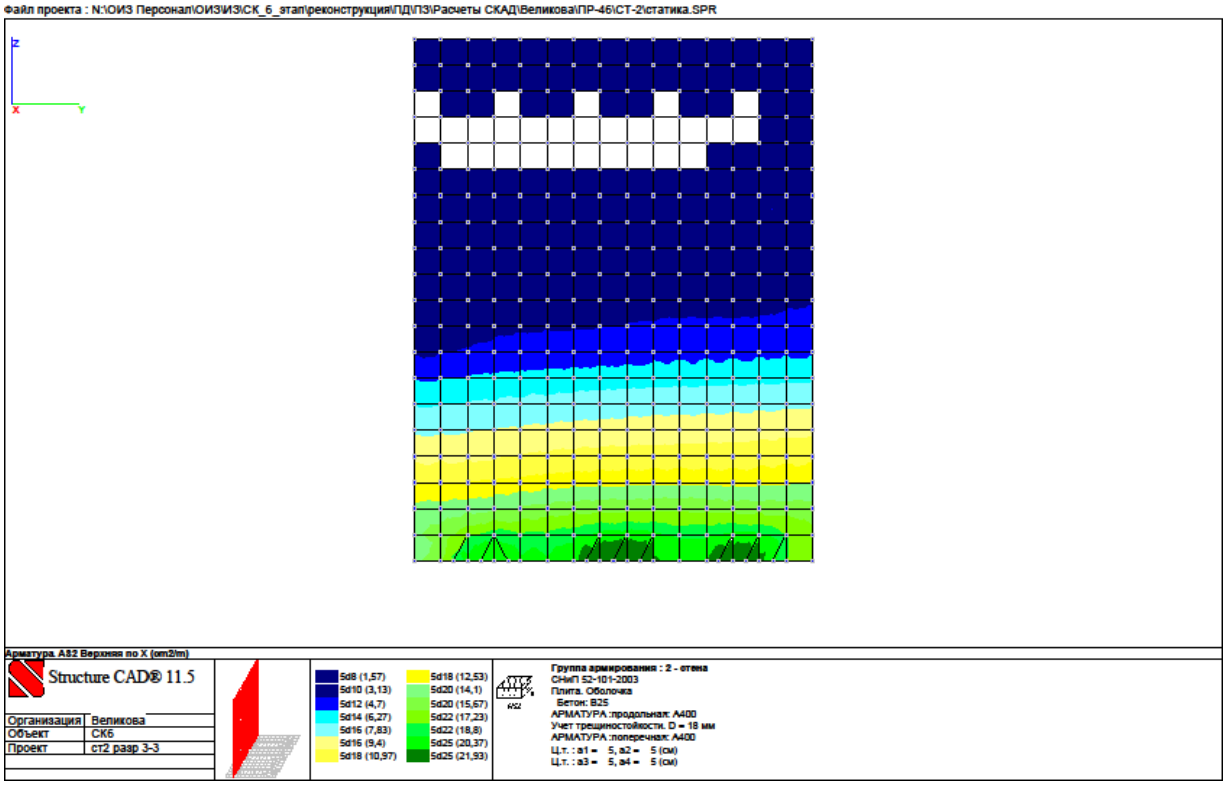


Рис. 6.103. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

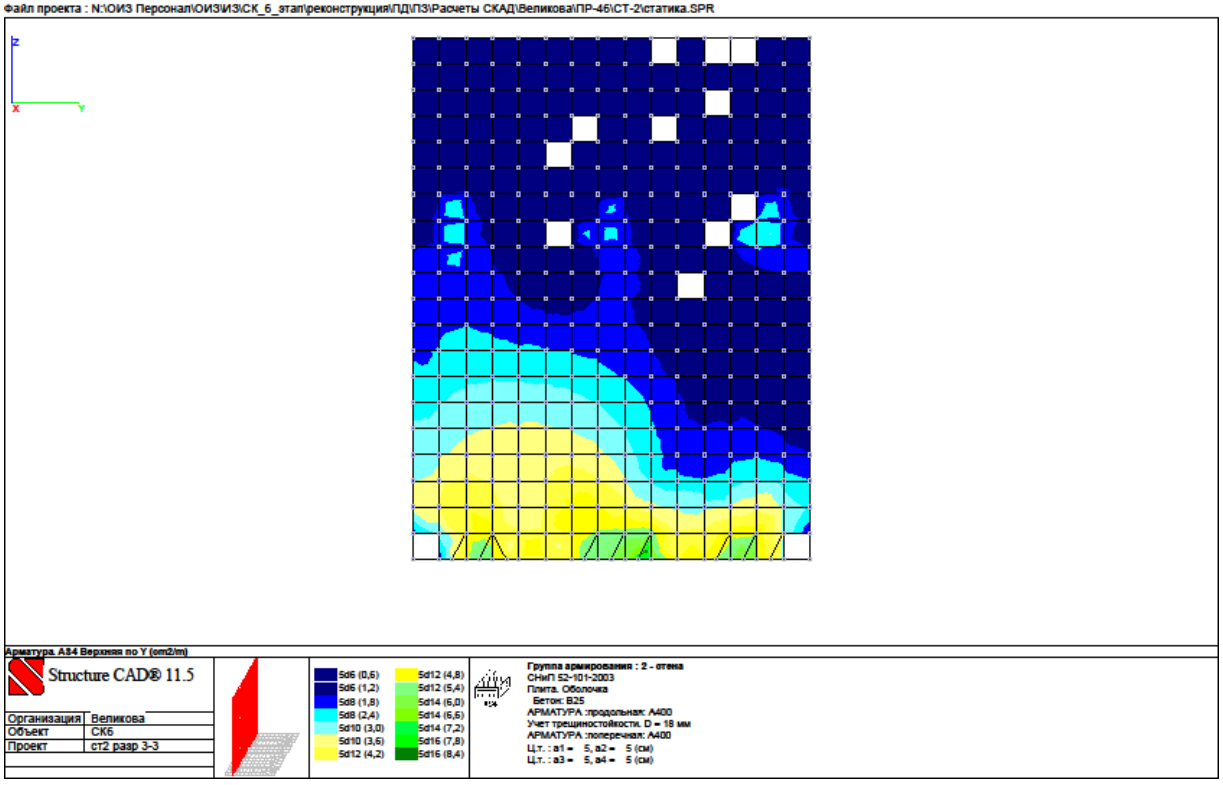


Рис. 6.104. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

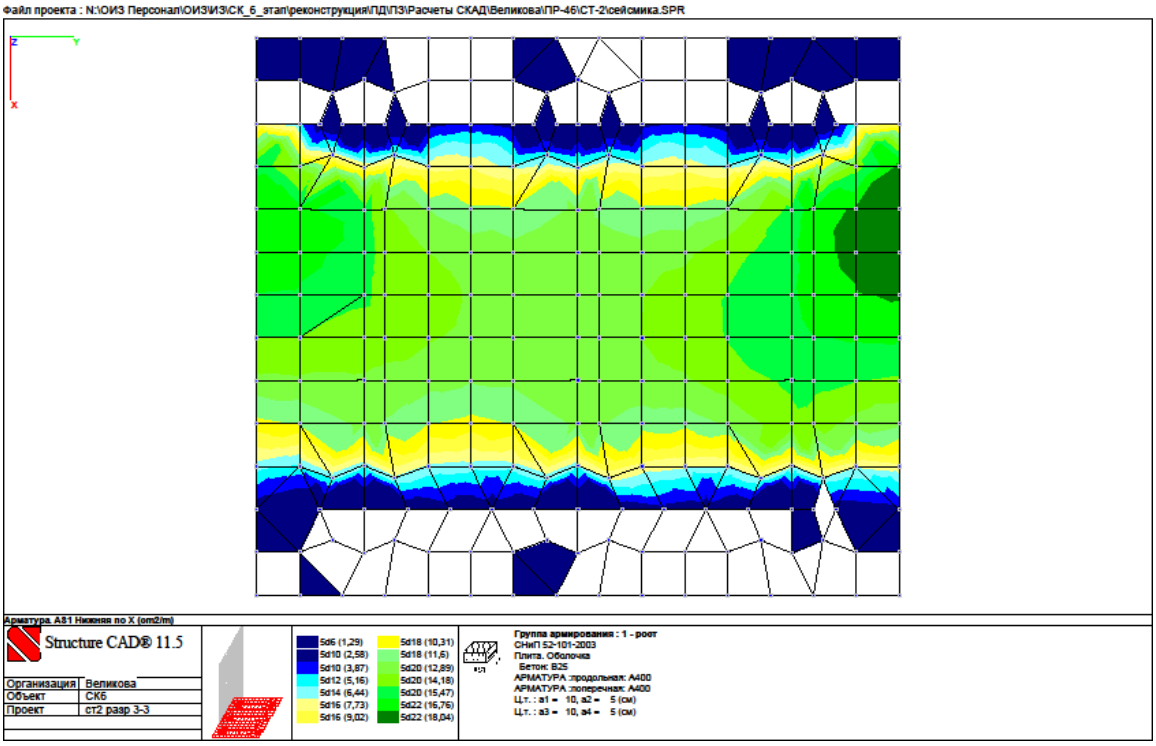


Рис. 6.105. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

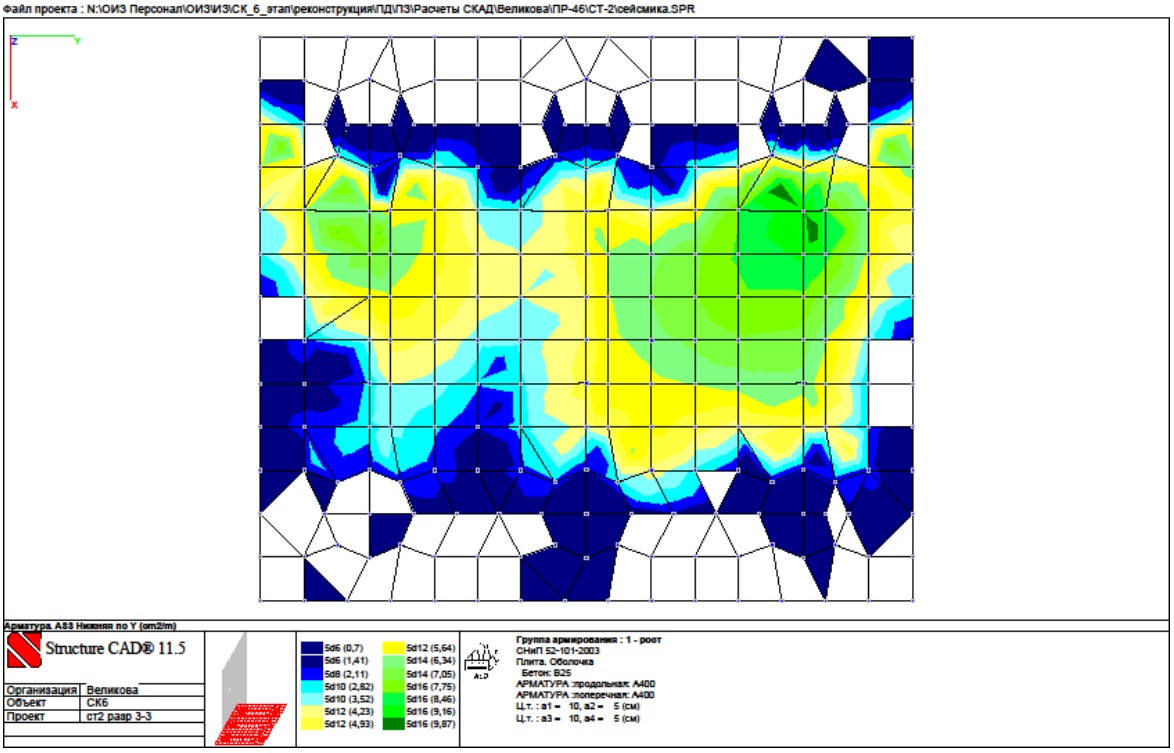


Рис. 6.106. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

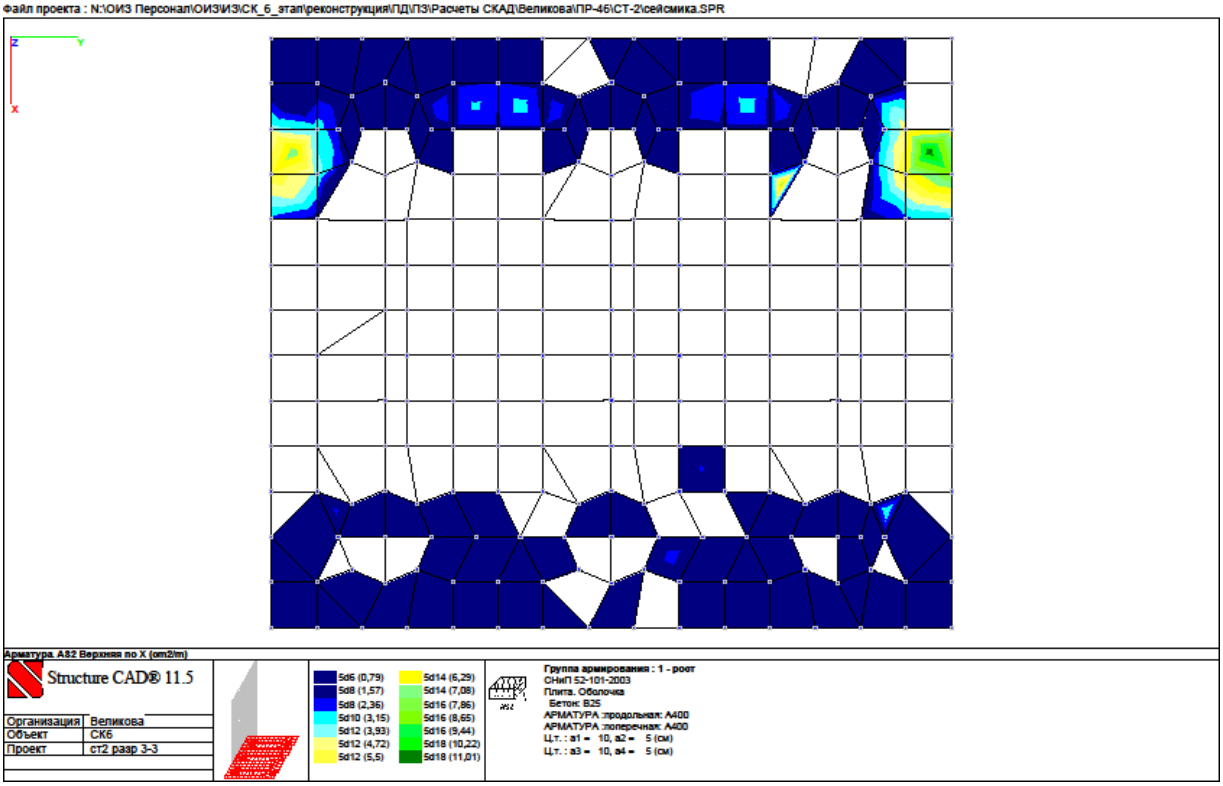


Рис. 6.107. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

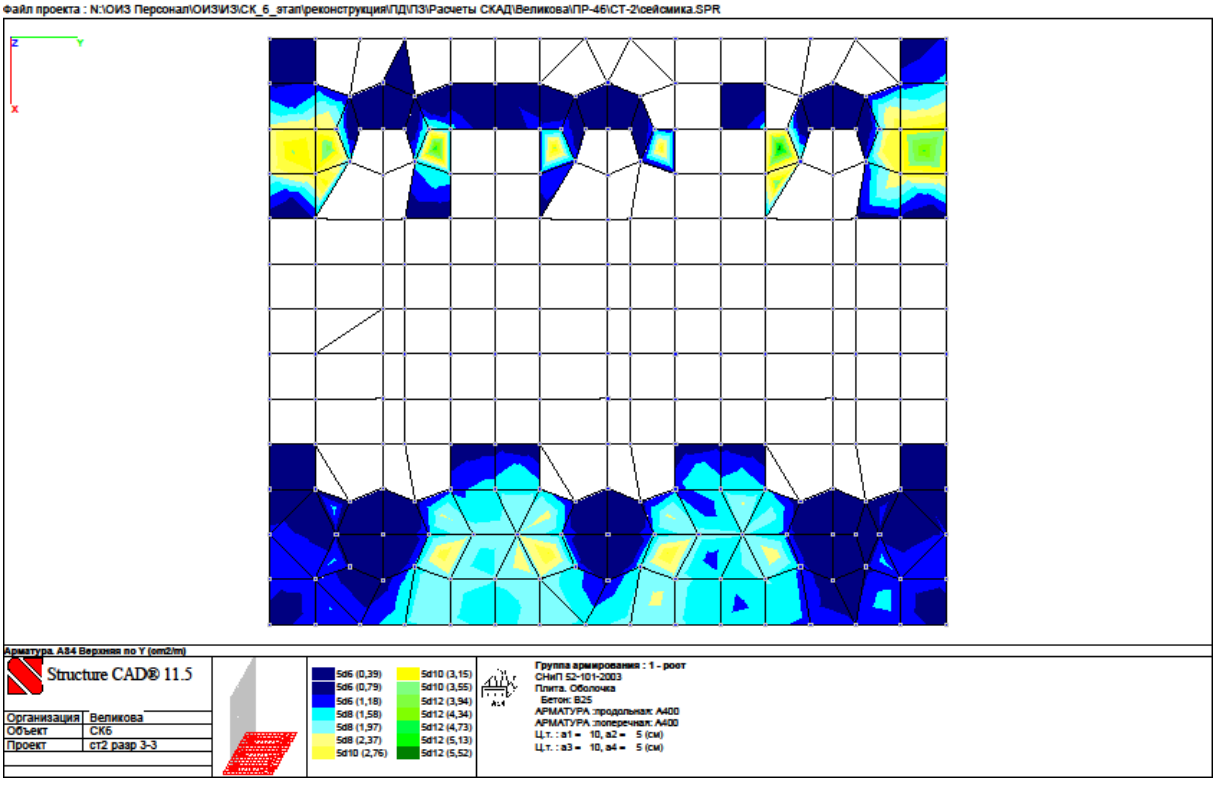


Рис. 6.108. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

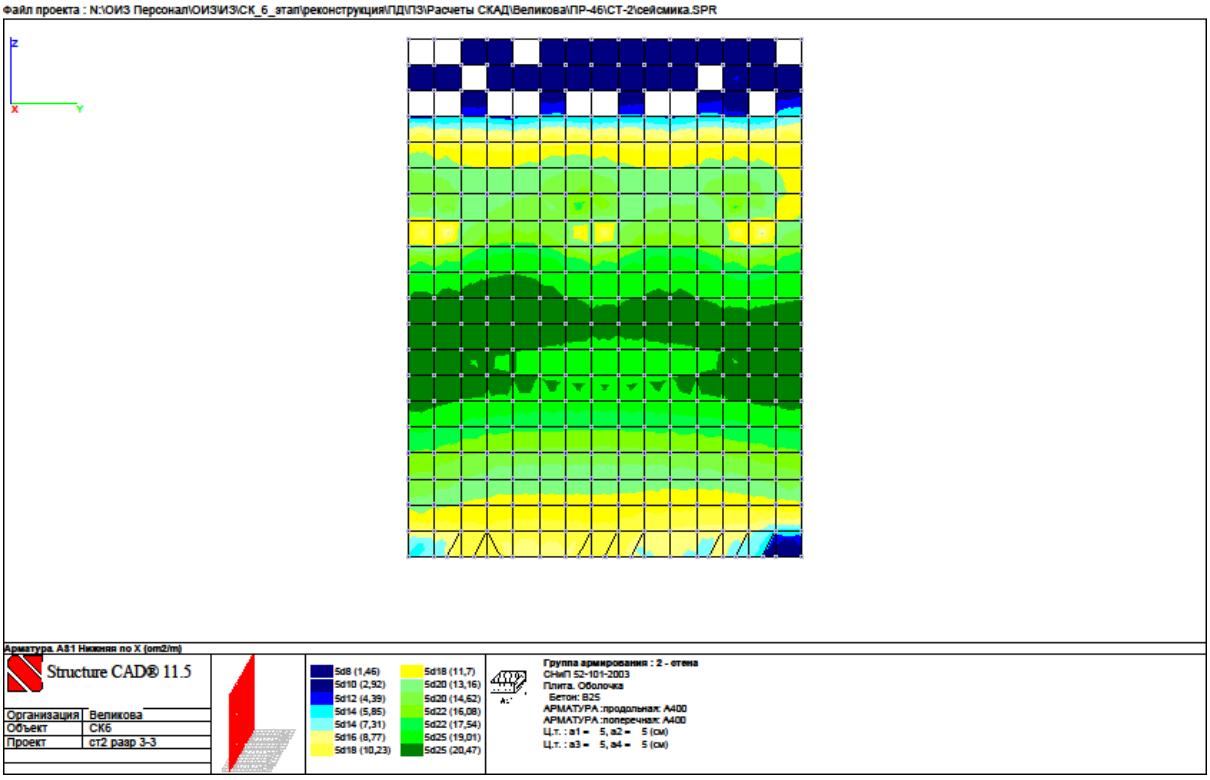


Рис. 6.109. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

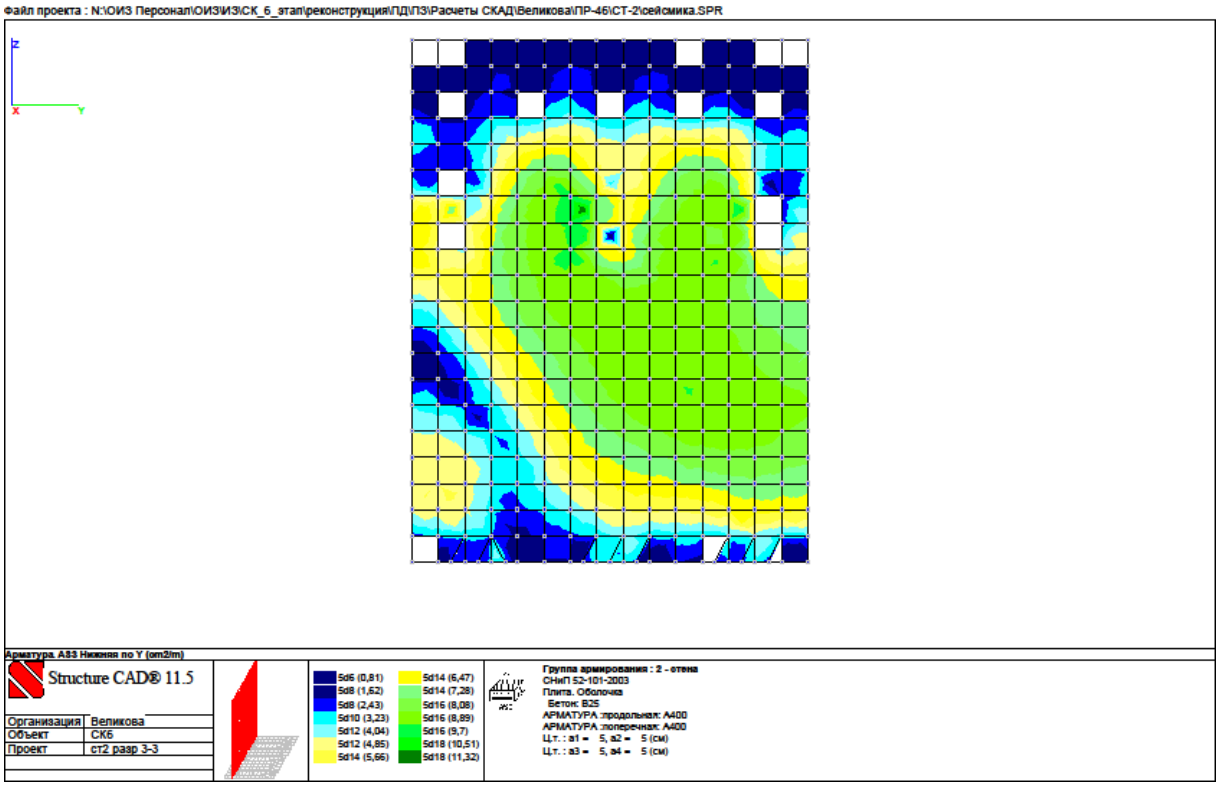


Рис. 6.110. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

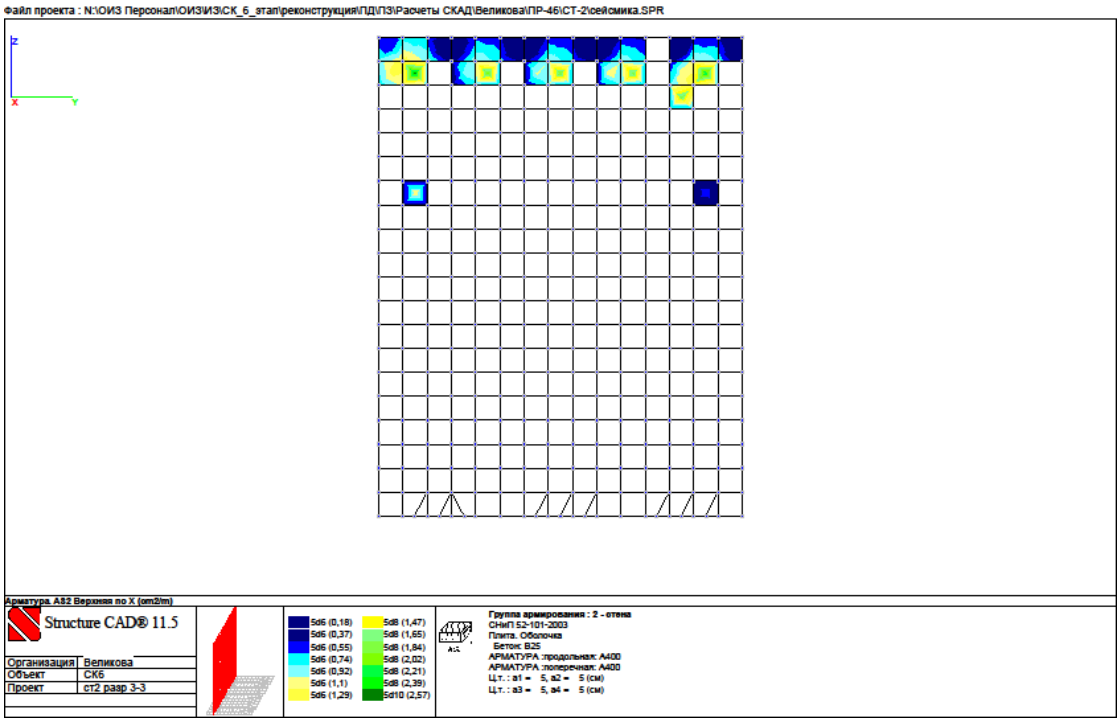


Рис. 6.111. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

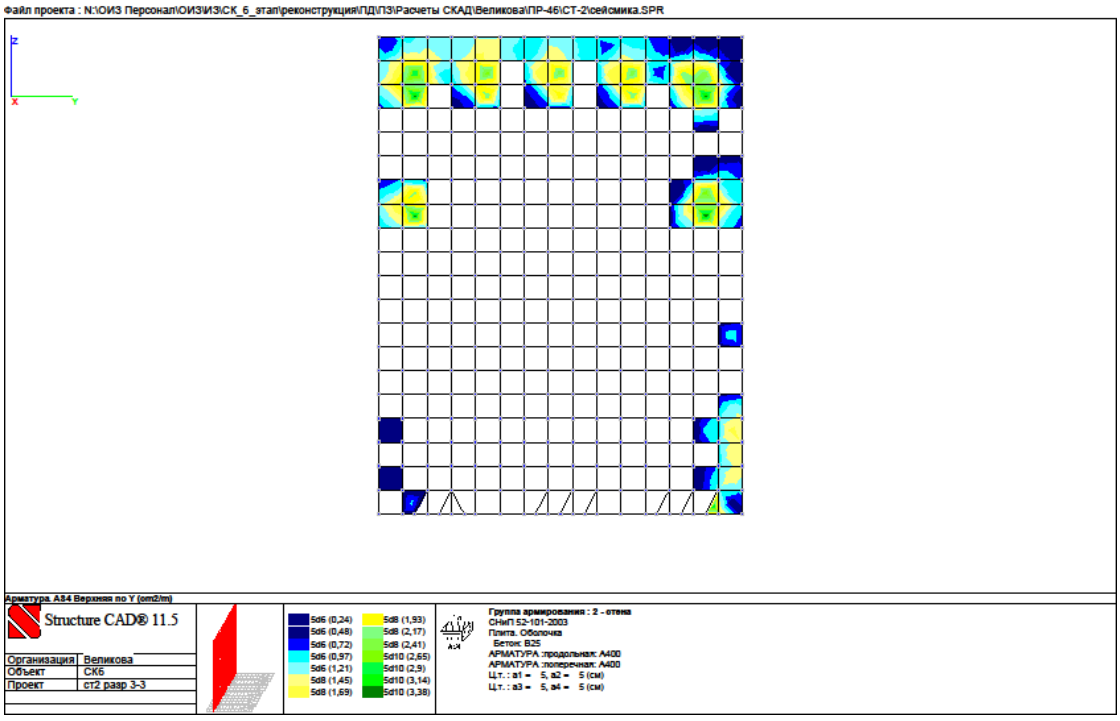


Рис. 6.112. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров Анкерного поля №3 (около СТ-2)

Определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров

Для обеспечения работы крепления грунтовыми анкерами в соответствии с расчетом необходимо обеспечить заделку грунтовых анкеров за первоначальную поверхность скольжения на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D). В качестве первоначальной поверхности скольжения принимаем поверхность, получаемую при расчете склона при сейсмическом воздействии.

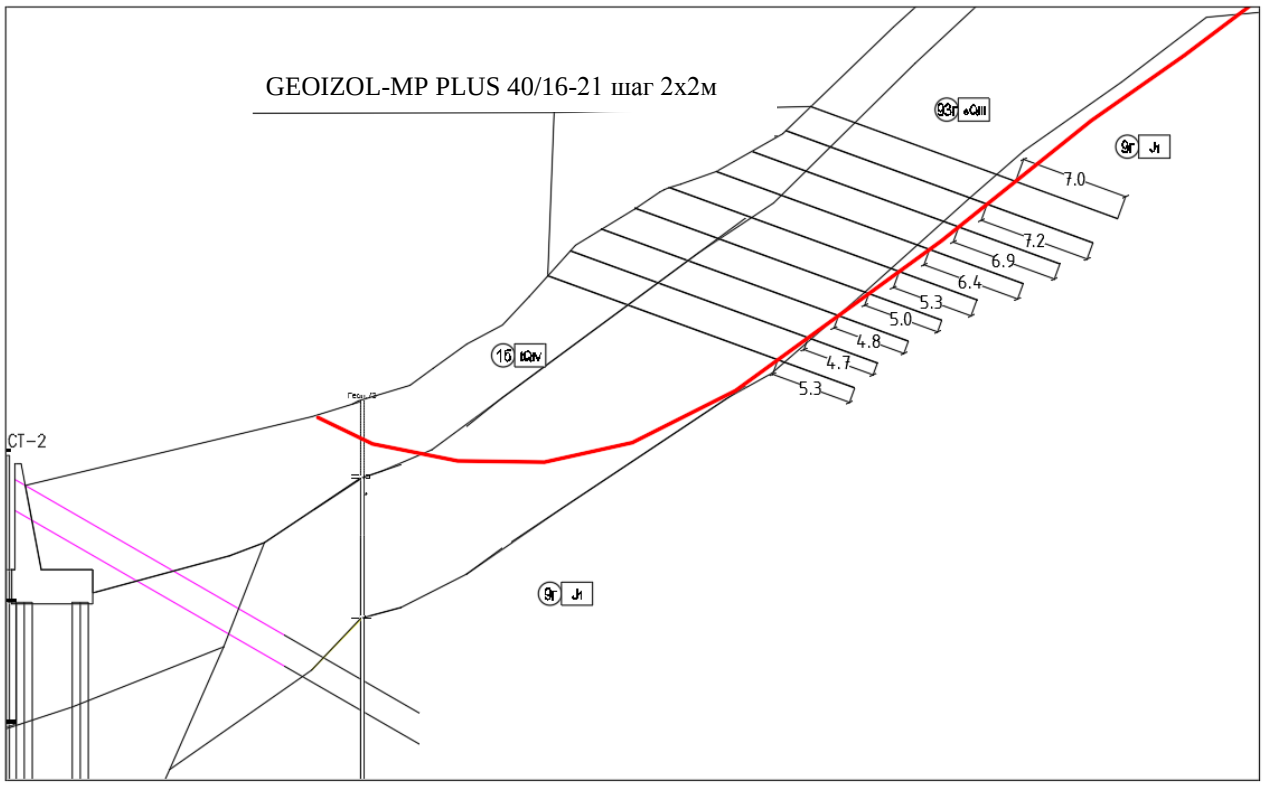


Рис. 6.113. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №3 (около СТ-2), выходящих за первоначальную призму обрушения

Таблица 6.29. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров Анкерного поля №3 (около СТ-2) по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
А1(н)	22,84	40/16	21,0	43,45	21,0	5,3	90	100	45,71
А2	21,00	40/16	21,0	43,45	21,0	4,7	90	100	40,54
А3	21,84	40/16	21,0	43,45	21,0	4,8	90	100	47,44
А4	22,73	40/16	21,0	43,45	21,0	5,0	90	100	51,23
А5	24,30	40/16	21,0	43,45	21,0	5,3	90	100	57,69
А6	28,77	40/16	21,0	43,45	21,0	6,4	90	100	59,70
А7	31,50	40/16	21,0	43,45	21,0	6,9	90	100	63,30
А8	32,88	40/16	21,0	43,45	21,0	7,2	90	100	65,50
А9(в)	29,44	40/16	21,0	43,45	21,0	7,0	90	100	61,30

Фактические усилия в элементах крепления грунтовыми анкерами не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS 40/16.

Расчет грунтовых анкеров подпорной стены СТ-2

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.30. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров подпорной стены СТ-2 по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, кН	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
А1(в)	75,43	2,0	0	73/53	30,0	77,96	30,0	7,1	130	140	106,40
А2(н)	77,10	2,0	0	73/53	30,0	77,96	30,0	8,6	130	140	121,20

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 3-3

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорной стены СТ-2.

2) Для обеспечения устойчивости склона выше подпорной стены СТ-2 предусматривается его закрепление грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 21 м, расположенными с шагом 2,0х2,0 м.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-2 предусматривается устройство дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 30 метров, расположенных с шагом 2,0 м.

4) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкции подпорной стены СТ-2 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

5) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.4 Расчеты по линии разреза 4-4 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-2доп)

Схему расположения разреза см. рис. 6.114:

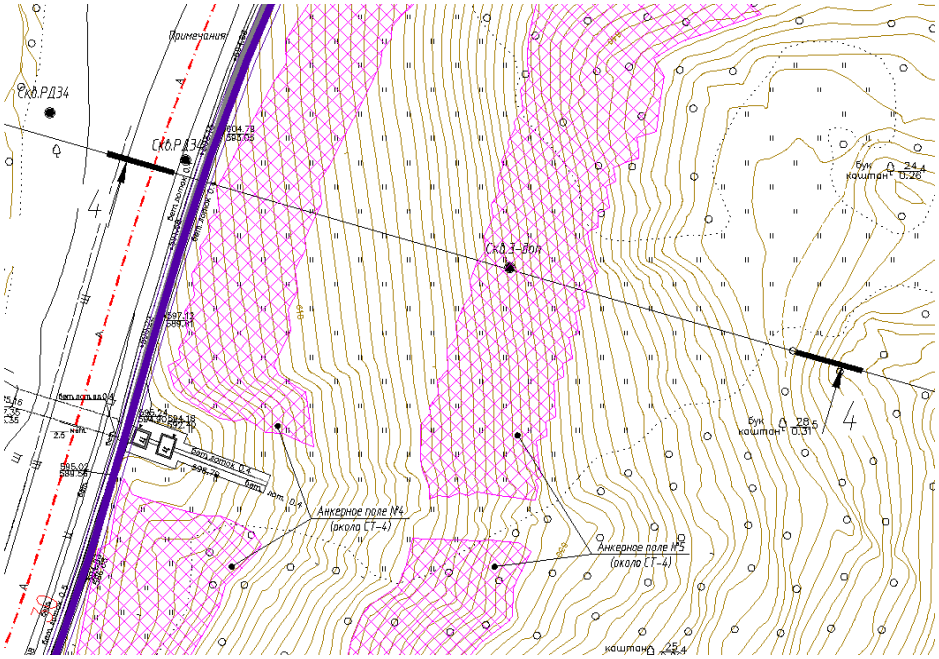


Рис. 6.114. Схема расположения разреза 4-4

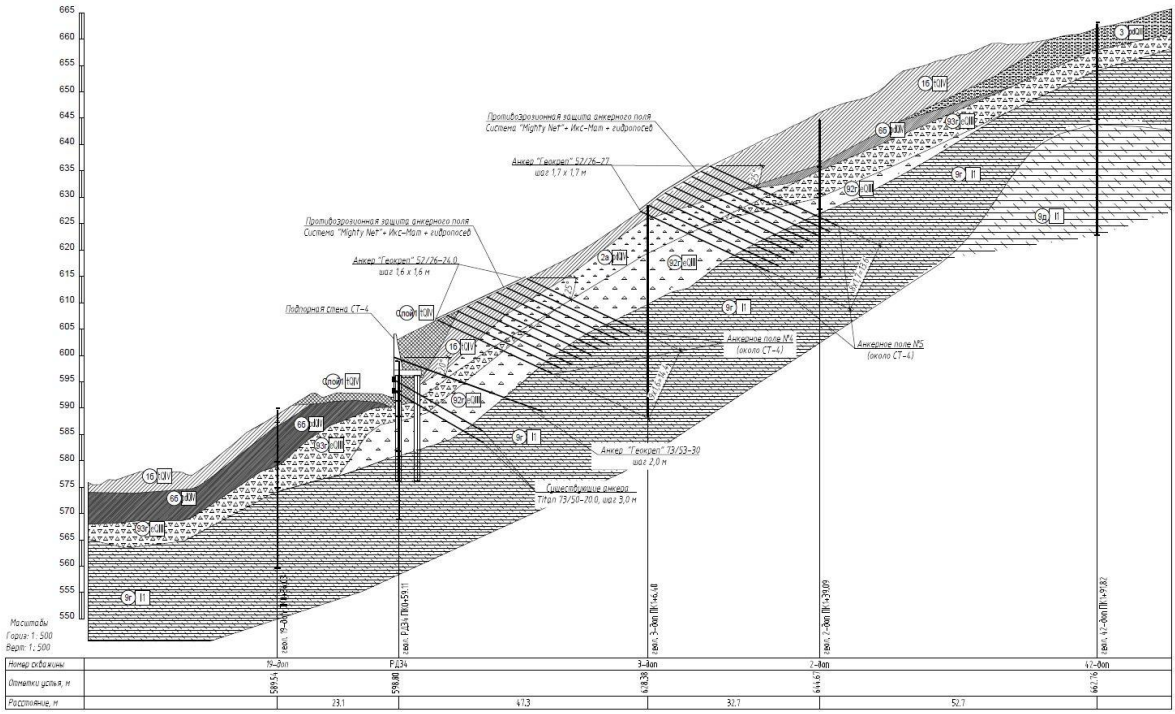


Рис. 6.115. Разрез 4-4

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

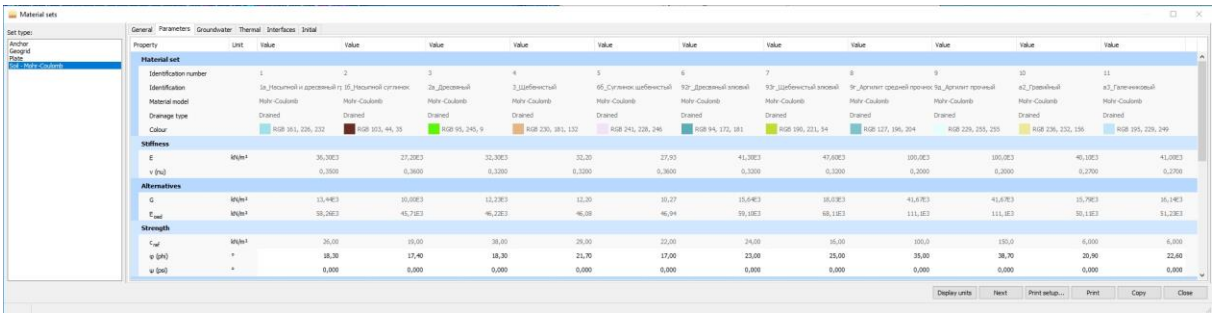


Рис.4 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.4.1 Расчет разреза 4-4 в существующем положении

Расчет разреза в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

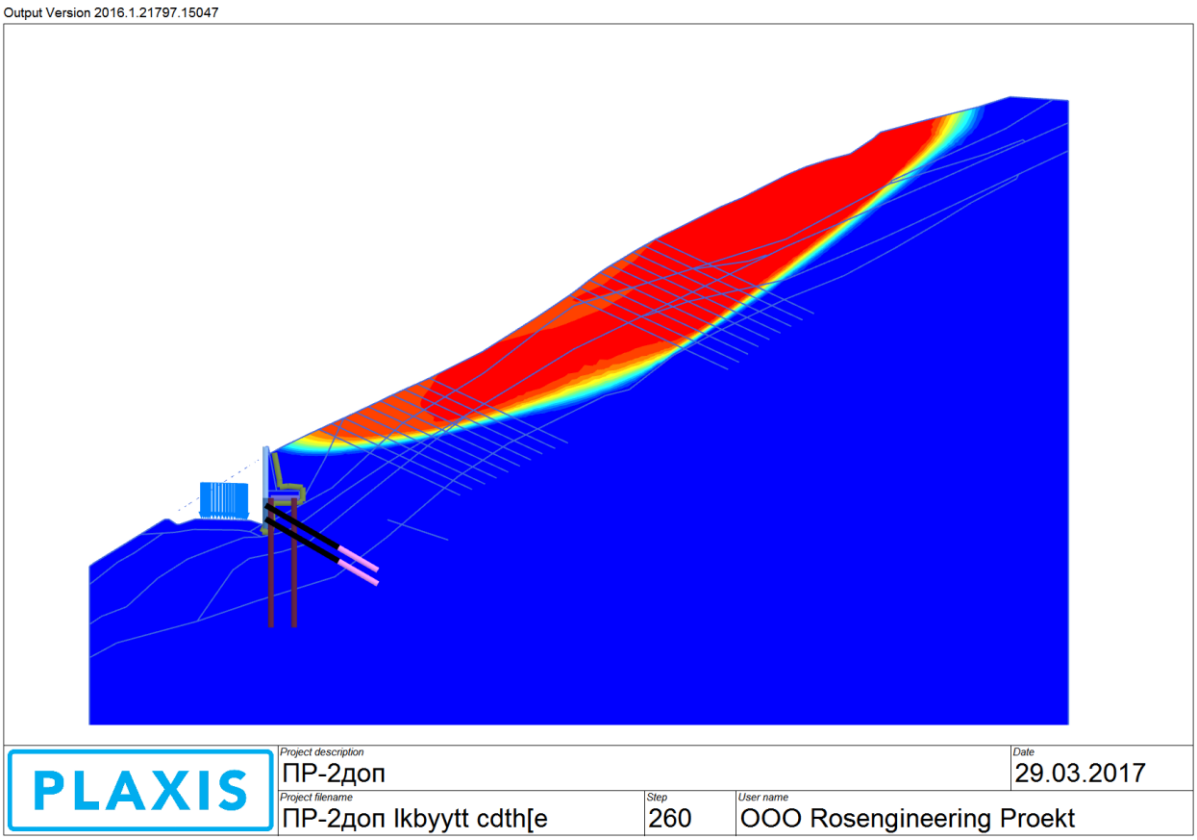


Рис. 6.116. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон неустойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости не обеспечен. K_{sf} =1,057 < K_{sfn} = 1,11. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

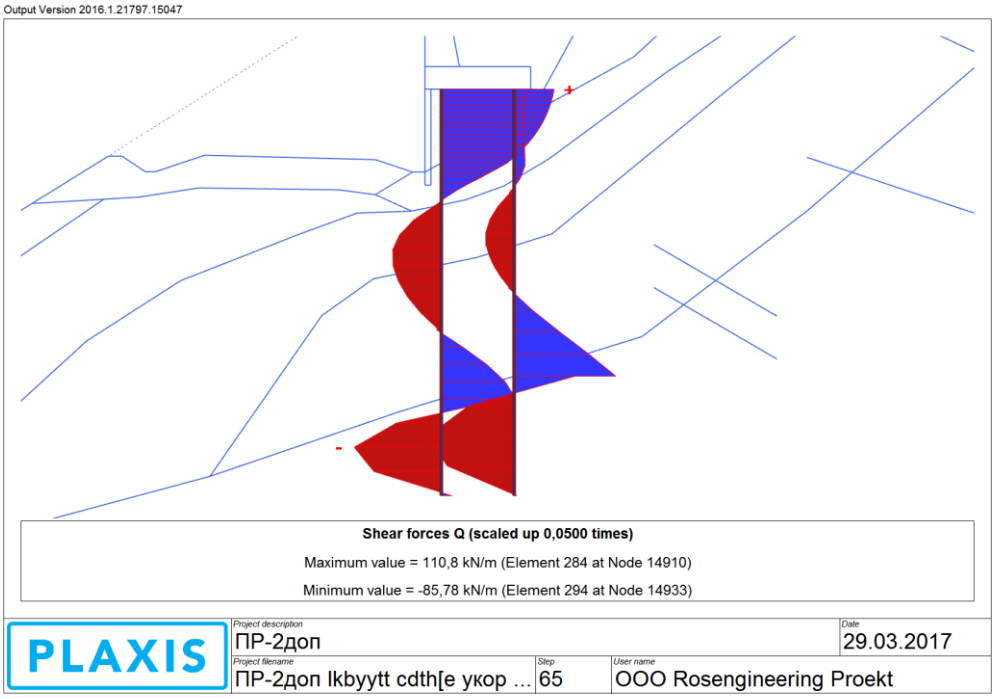


Рис. 6.117. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

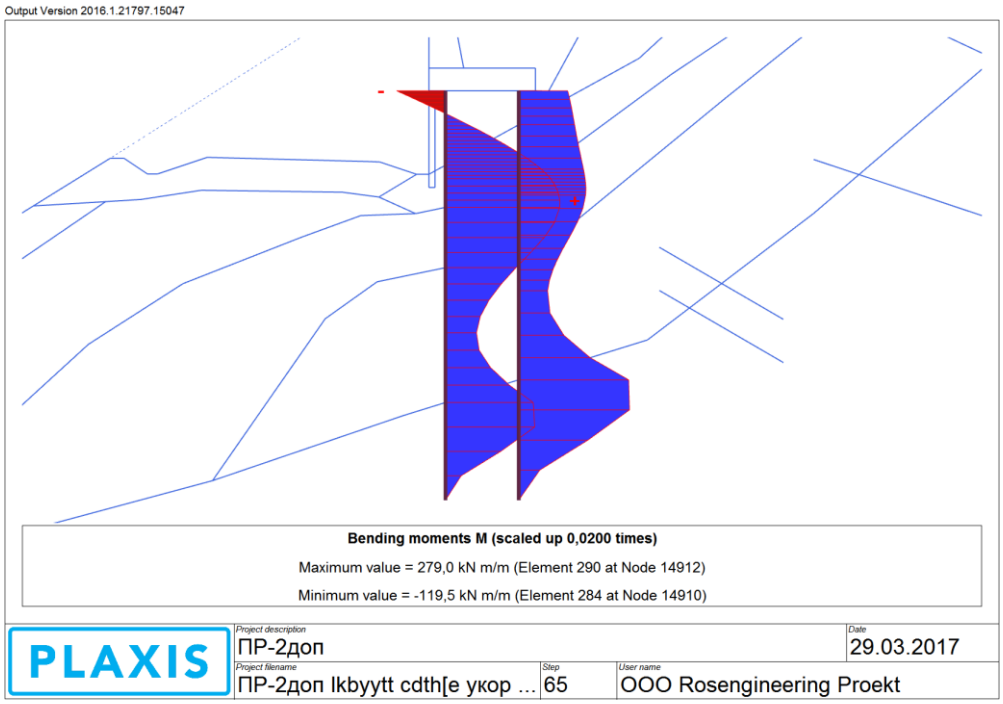


Рис. 6.118. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

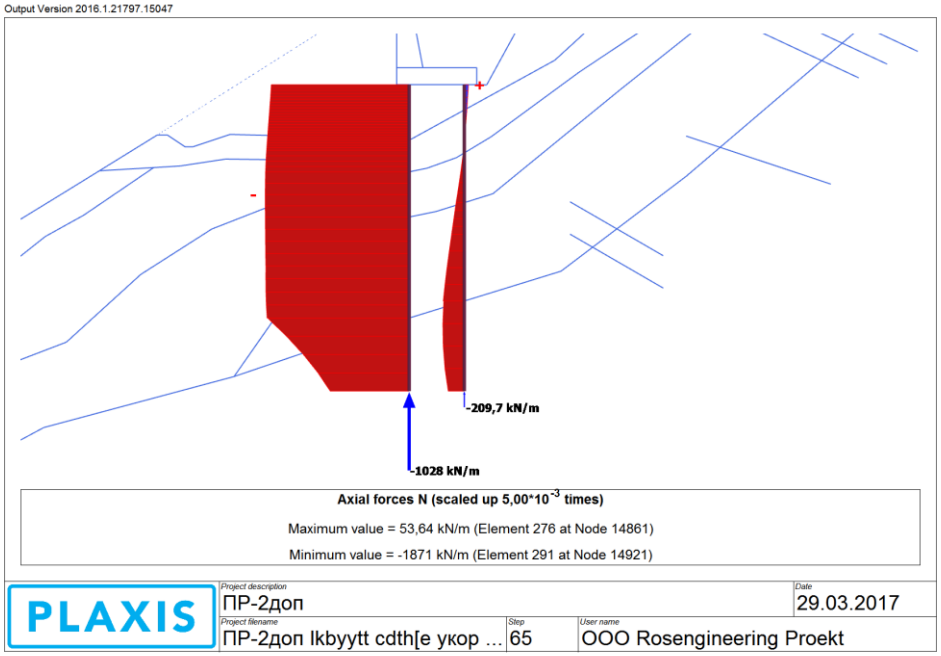


Рис. 6.119. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.31. Усилия в сваях подпорной стены СТ-4 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-572,17	85,32	33,88
N2(п)	1,02	20,0	3,0	16.4	82,72	30,61

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

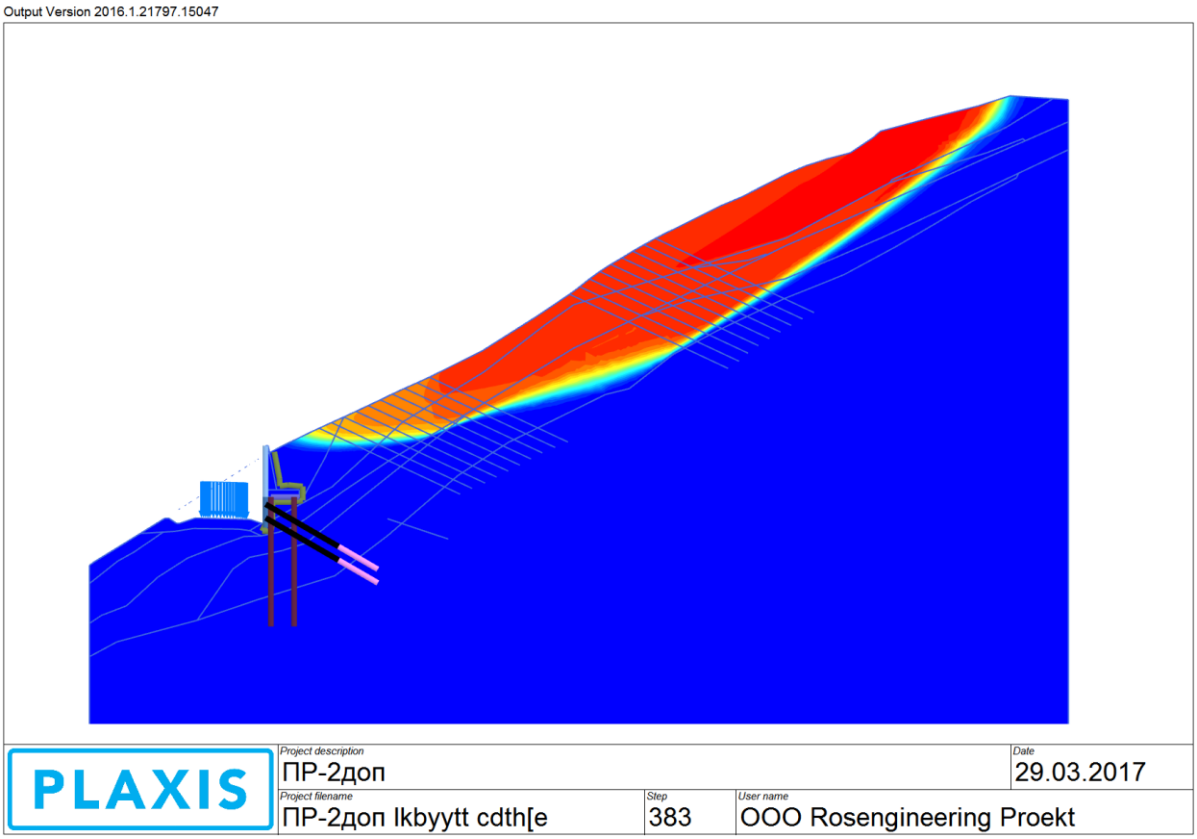


Рис. 6.120. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон неустойчив. K_{sf} =0,861 < K_{sfn} = 1,05. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

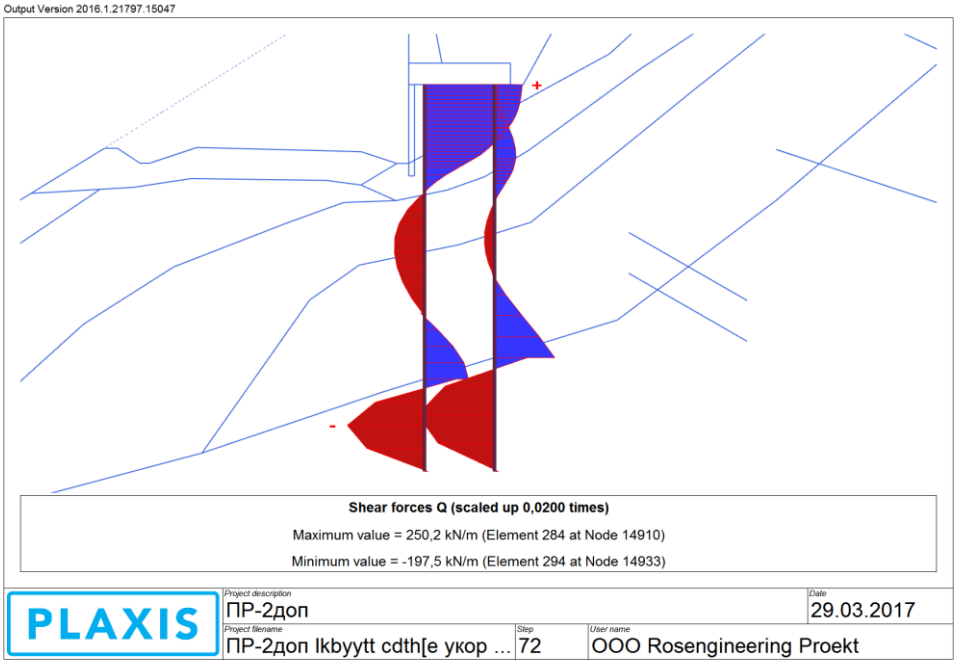


Рис. 6.121. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

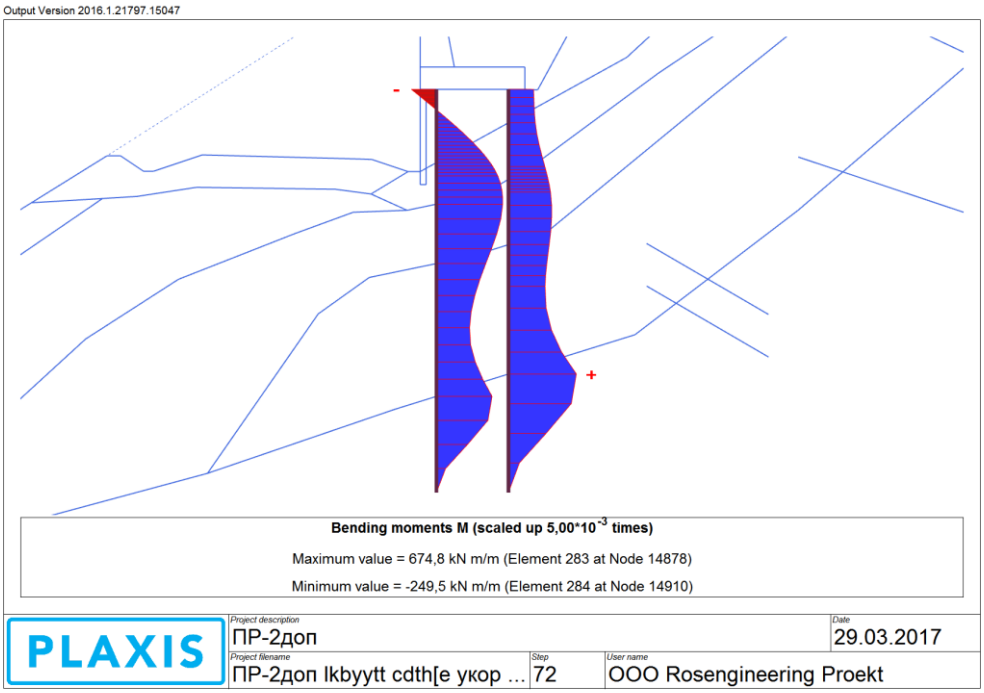


Рис. 6.122. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

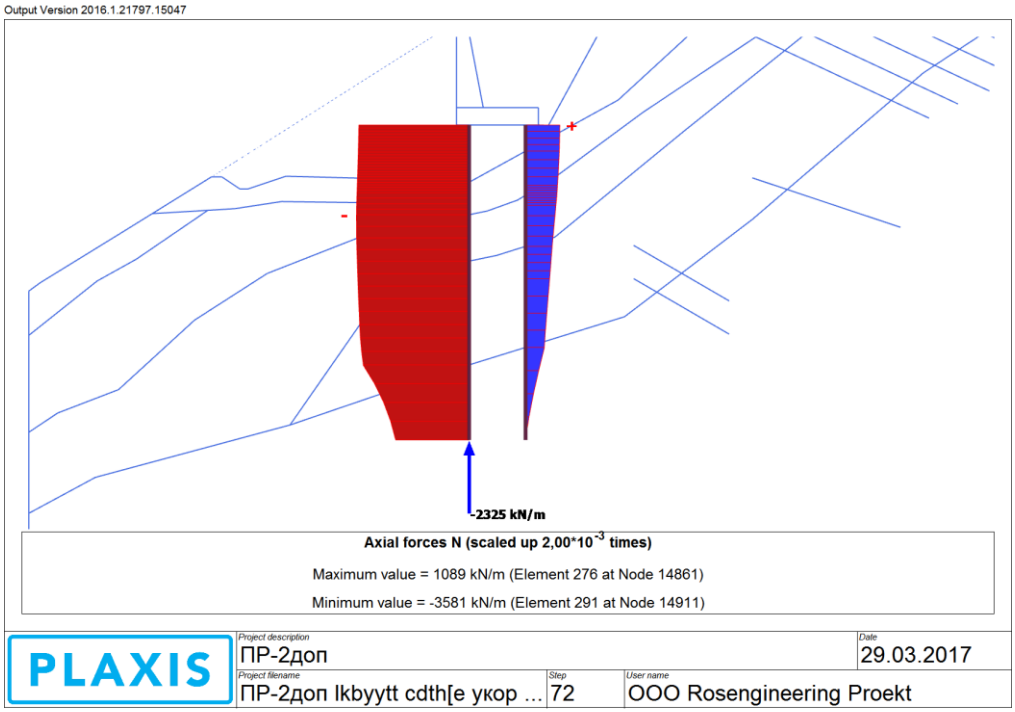


Рис. 6.123. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.32. Усилия в сваях подпорной стены СТ-4 при особом сочетании нагрузок

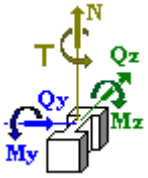
свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-1095,11	201,5	76.51
N2(п)	1,02	20,0	3,0	333.03	206,36	47,19

Расчет конструкции свай СТ-4 по разрезу 4-4 в программе SCAD

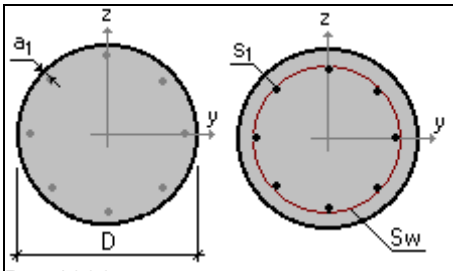
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

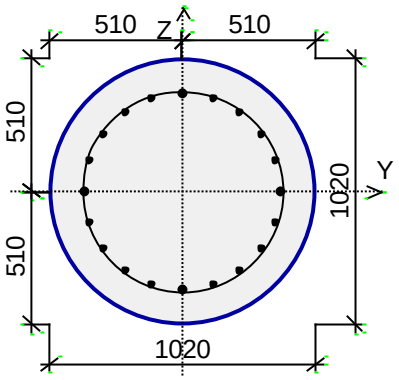
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-570,34	85,32	0	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,381
	Прочность по предельному моменту сечения	0,654
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

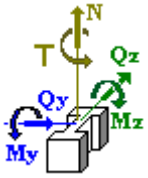
Коэффициент использования 0,654 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

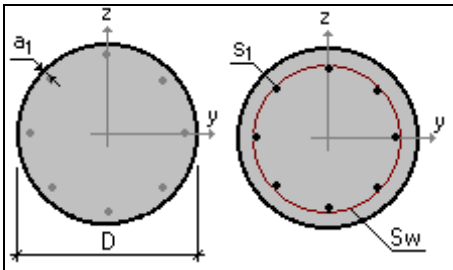
Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

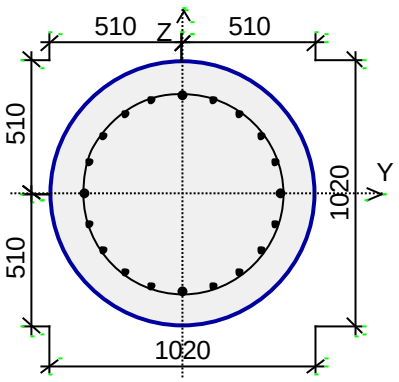
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	160,5	206,36	47,16	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,233
	Прочность по предельному моменту сечения	**1,128**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	**3,403**
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**17,364**

Коэффициент использования 17,364 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

6.4.2 Расчет разреза 4-4 с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления подпорной стены

Расчет разреза 4-4 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

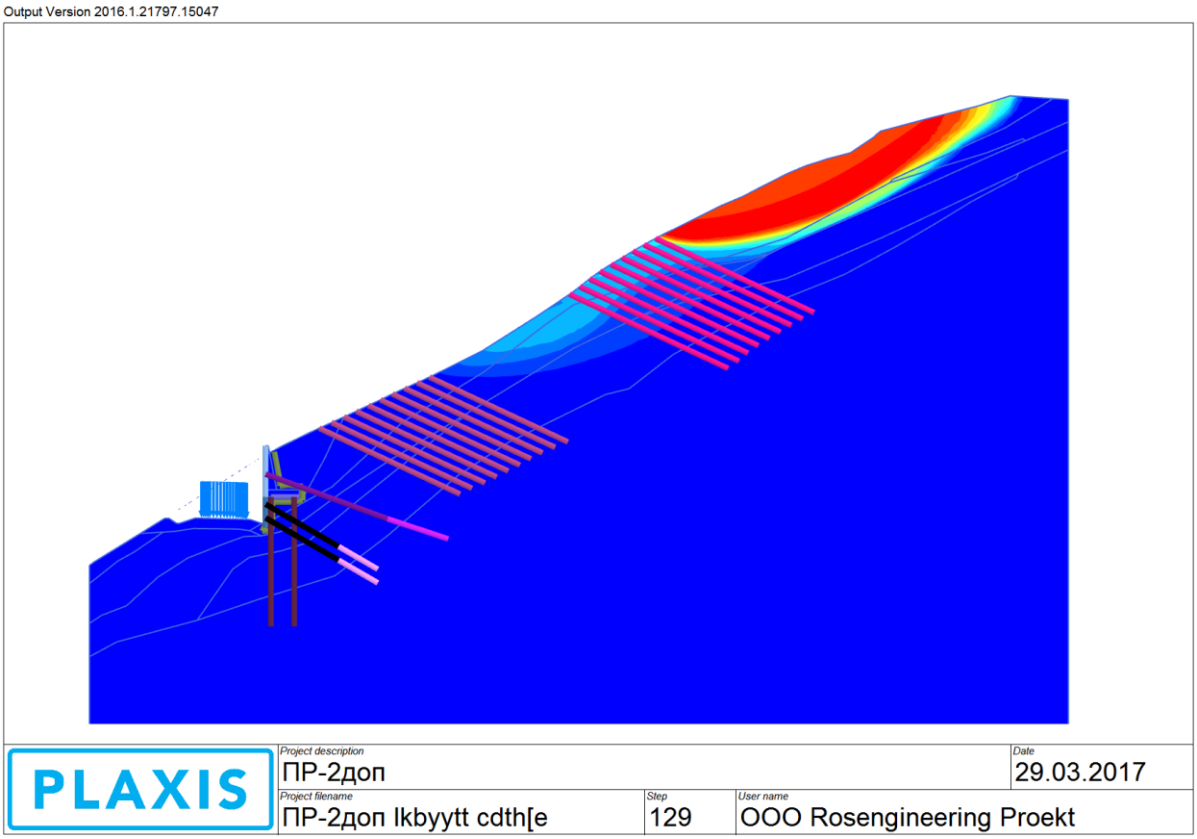


Рис. 6.124. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,333 > K_{sfn} = 1,11.

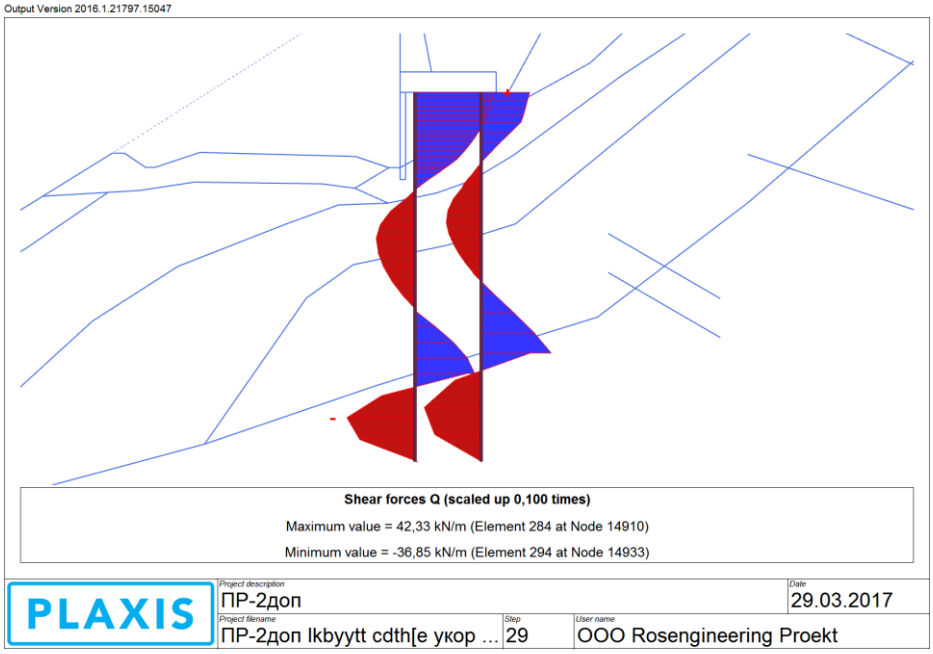


Рис. 6.125. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

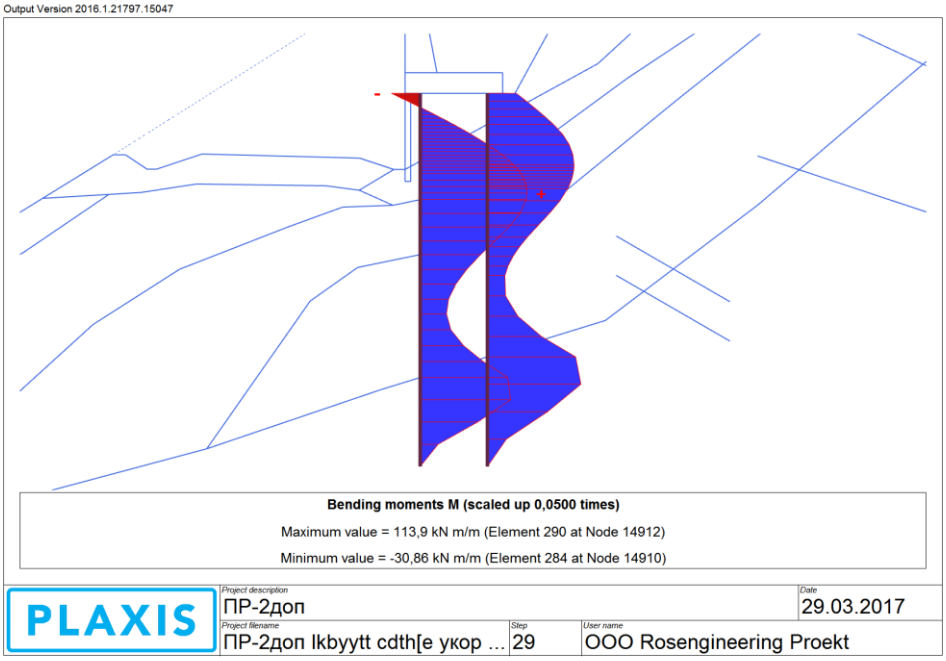


Рис. 6.126. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

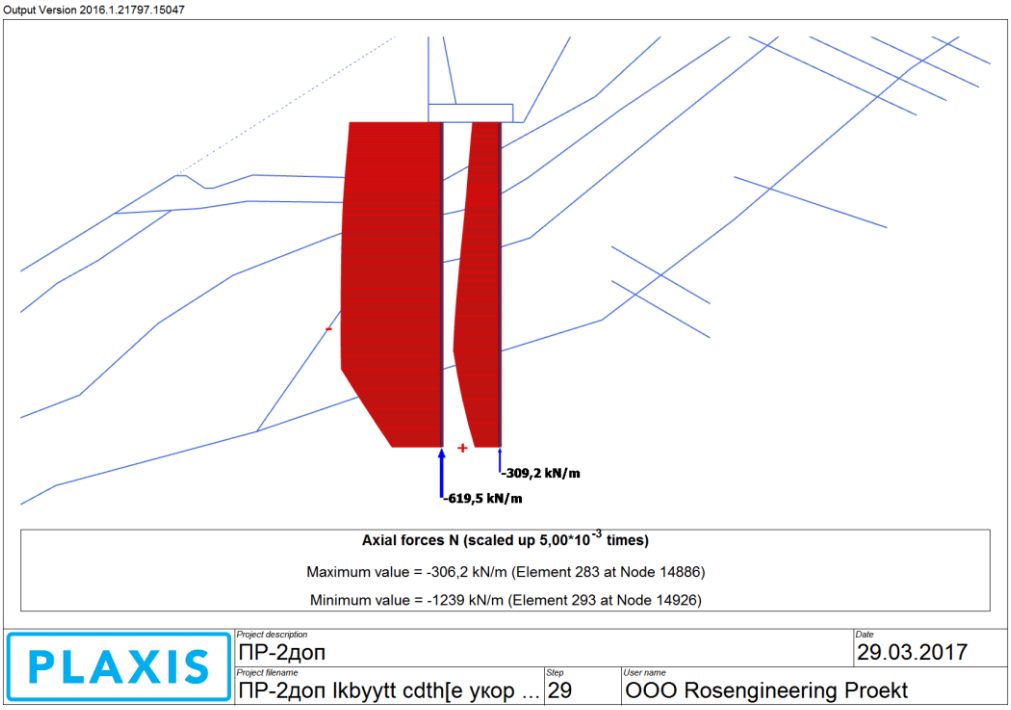


Рис. 6.127. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.33. Усилия в сваях подпорной стены СТ-4 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-378,9	34,83	12,94
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-174,95	30,5	11,59

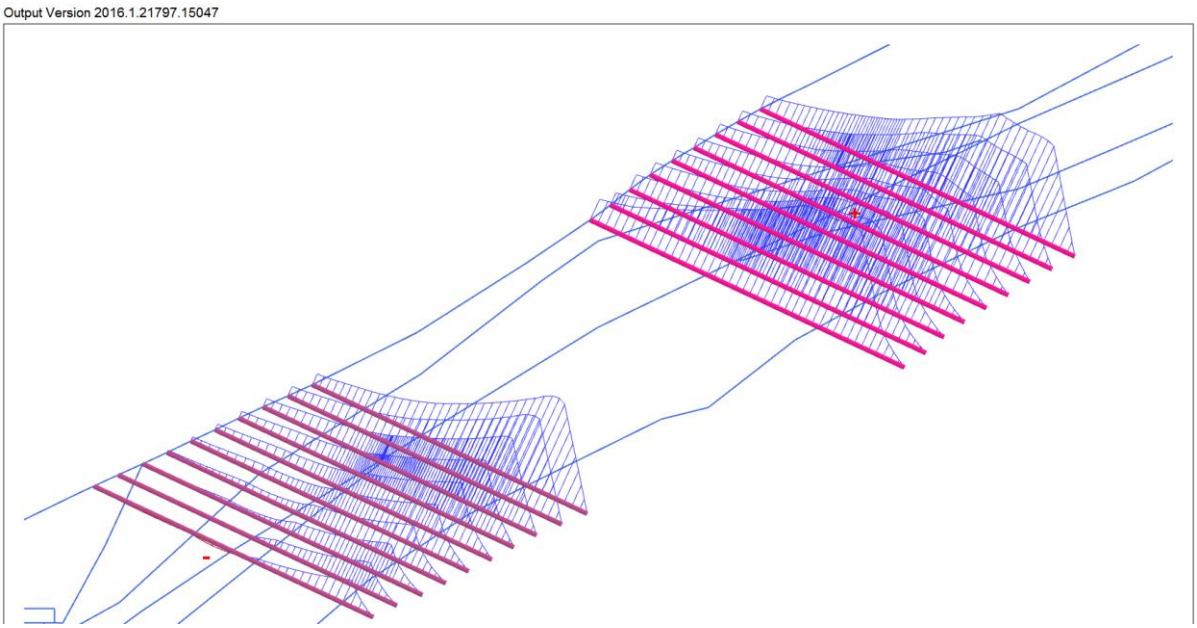


Рис. 6.128. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерных полей №4 (около СТ-4) и №5 (около СТ-4) при основном сочетании нагрузок. Nmax=165,9 кН/м.

Таблица 6.34. Усилия в грунтовых анкерах Анкерных полей №4 (около СТ-4) и №5 (около СТ-4) при основном сочетании нагрузок

№ анкерного поля	№ ряда анкеров	Усилие в анкерах на пог. метр, т/м	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №5 (около СТ-4)	А1(в)	15,46	1,7	26,28	52/26	27,0
	А2	14,24	1,7	24,21	52/26	27,0
	А3	13,22	1,7	22,47	52/26	27,0
	А4	12,76	1,7	21,69	52/26	27,0
	А5	12,86	1,7	21,86	52/26	27,0
	А6	13,18	1,7	22,41	52/26	27,0
	А7	14,15	1,7	24,06	52/26	27,0
	А8	15,26	1,7	25,94	52/26	27,0
	А9(н)	16,91	1,7	28,75	52/26	27,0
Анкерное поле №4 (около СТ-4)	А10(в)	15,88	1,6	25,41	52/26	24,0
	А11	14,92	1,6	23,87	52/26	24,0
	А12	13,45	1,6	21,52	52/26	24,0
	А13	11,71	1,6	18,74	52/26	24,0
	А14	10,2	1,6	16,32	52/26	24,0
	А15	8,64	1,6	13,82	52/26	24,0
	А16	7,42	1,6	11,87	52/26	24,0
	А17	6,36	1,6	10,18	52/26	24,0
	А18	5,58	1,6	8,93	52/26	24,0
	А19(н)	5,13	1,6	8,21	52/26	24,0

Таблица 6.35. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-4 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А	36,25	2,0	0	73/53	30,0

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

2017 г.

Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги».
Инженерная защита территории.
Пояснительная записка.

Лист

184

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

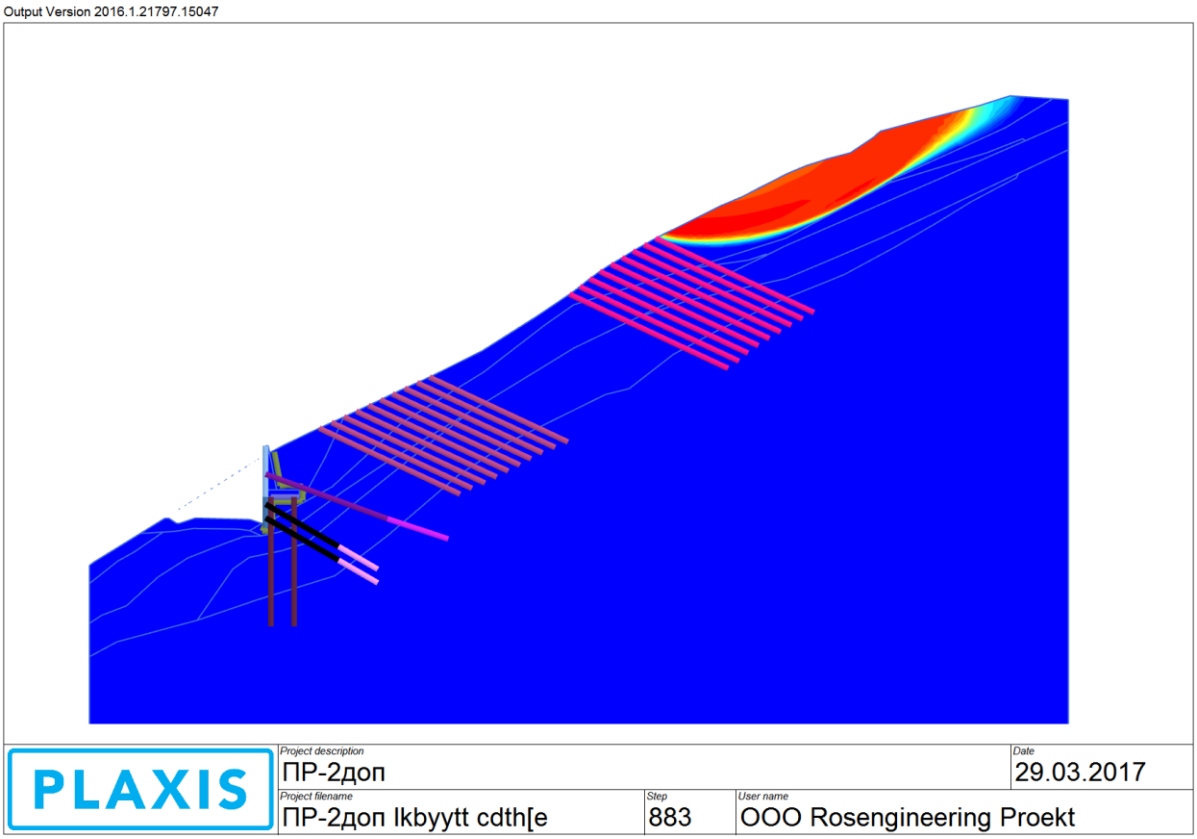


Рис. 6.129. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,059 > K_{sfn} = 1,05.

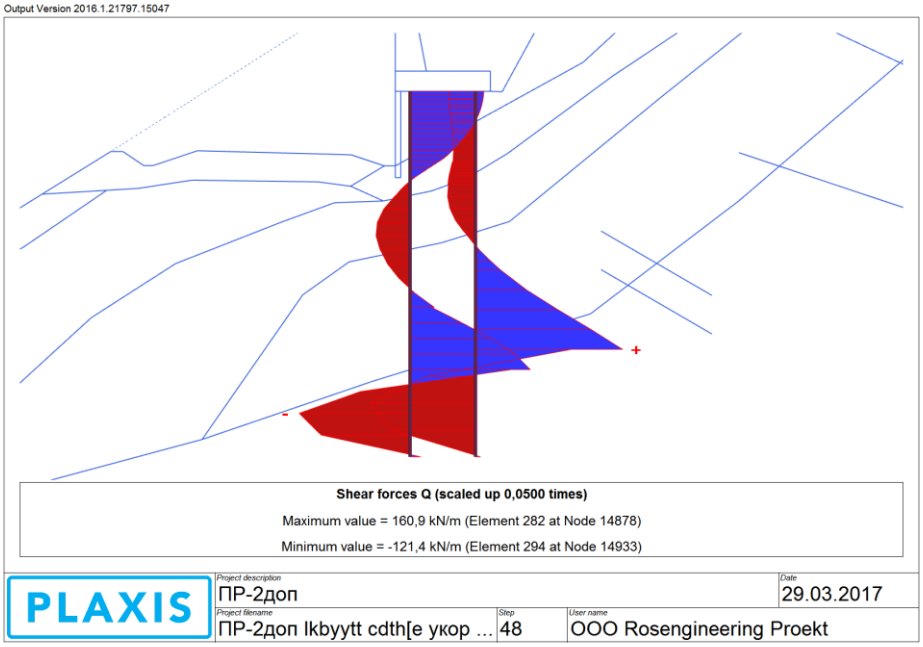


Рис. 6.130. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании

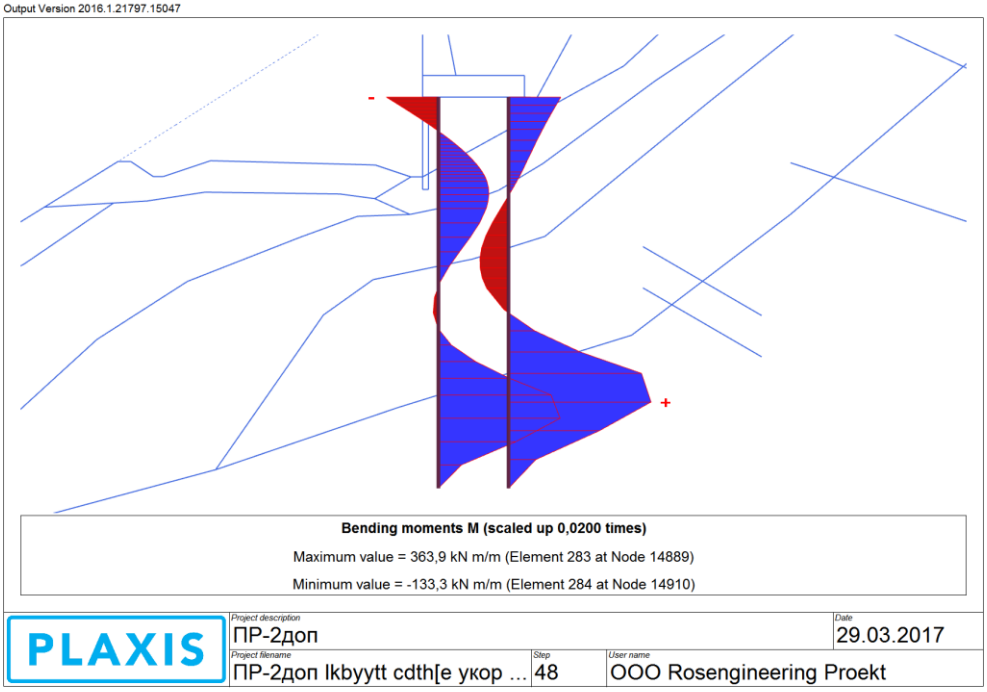


Рис. 6.131. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

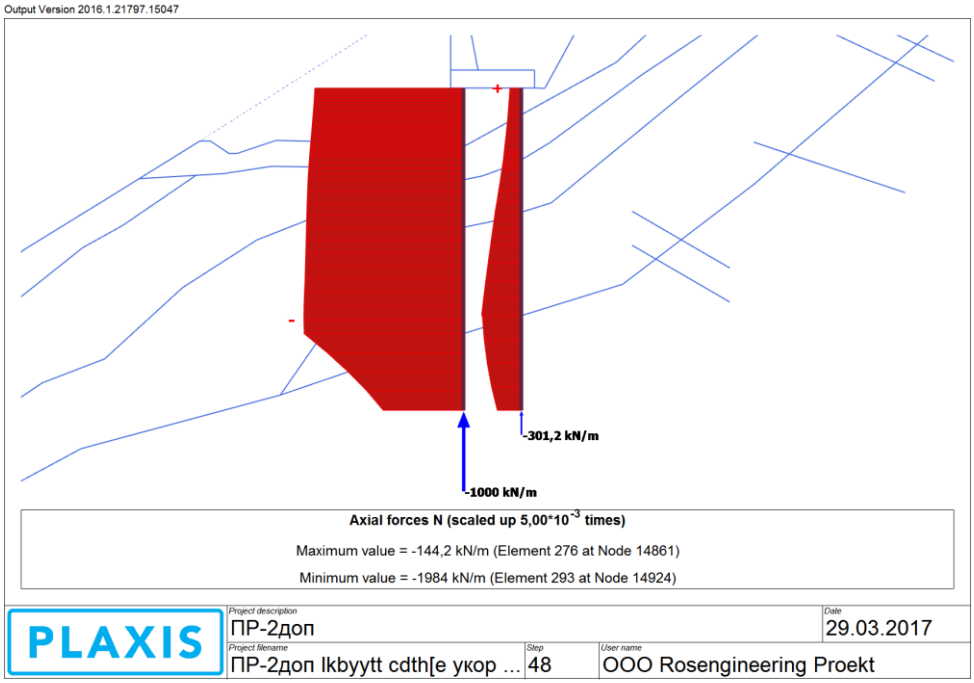


Рис. 6.132. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.36. Усилия в сваях подпорной стены СТ-4 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-606,73	94,95	40,21
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-151,38	111,28	49,2

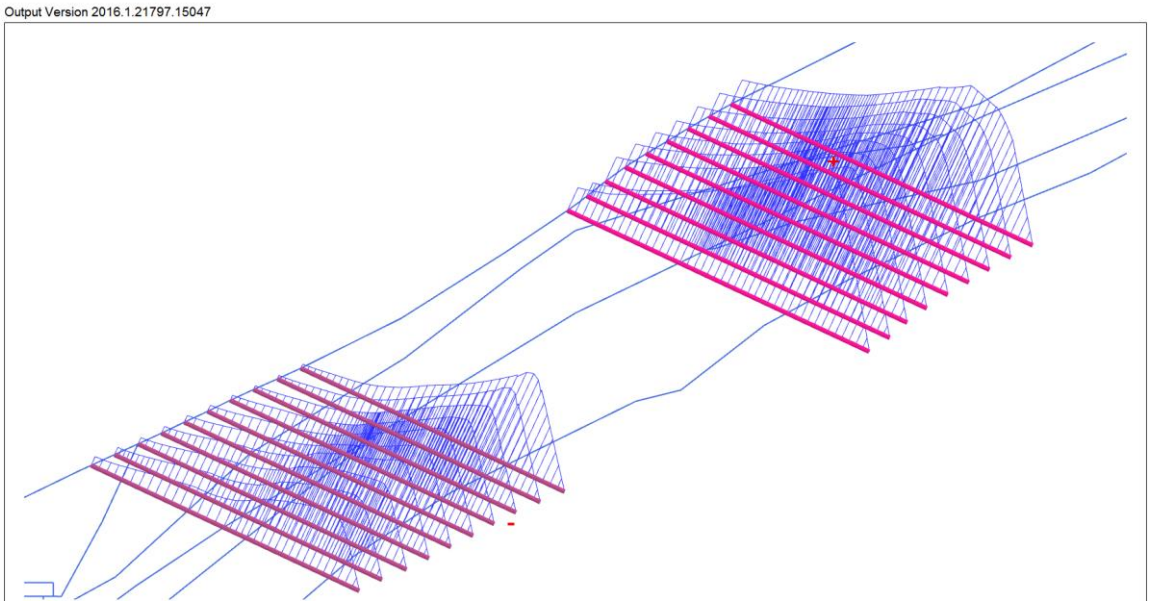


Рис. 6.133. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерных полей №4 (около СТ-4) и №5 (около СТ-4) при особом сочетании нагрузок. Nmax=236,7 кН/м.

Таблица 6.37. Усилия в грунтовых анкерах Анкерных полей №4 (около СТ-4) и №5 (около СТ-4) при особом сочетании нагрузок

№ анкерного поля	№ ряда анкеров	Усилие в анкерах на пог. метр, т/м	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №5 (около СТ-4)	А1(в)	19,6	1,7	33,32	52/26	27,0
	А2	19,25	1,7	32,73	52/26	27,0
	А3	19,33	1,7	32,86	52/26	27,0
	А4	19,92	1,7	33,86	52/26	27,0
	А5	20,59	1,7	35,0	52/26	27,0
	А6	21,36	1,7	36,31	52/26	27,0
	А7	22,02	1,7	37,43	52/26	27,0
	А8	22,66	1,7	38,52	52/26	27,0
	А9(н)	24,13	1,7	41,02	52/26	27,0
Анкерное поле №4 (около СТ-4)	А10(в)	16,09	1,6	25,75	52/26	24,0
	А11	18,06	1,6	28,9	52/26	24,0
	А12	17,04	1,6	27,27	52/26	24,0
	А13	16,81	1,6	26,9	52/26	24,0
	А14	16,96	1,6	27,14	52/26	24,0
	А15	16,49	1,6	26,38	52/26	24,0
	А16	15,72	1,6	25,16	52/26	24,0
	А17	14,48	1,6	23,16	52/26	24,0
	А18	13,89	1,6	22,23	52/26	24,0
	А19(н)	13,11	1,6	20,97	52/26	24,0

Таблица 6.38. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-4 при особом сочетании нагрузок

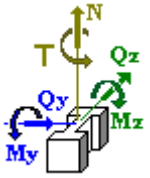
№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А	76,78	2,0	73/53	30,0

Расчет конструкции свай СТ-4 по разрезу 4-4 в программе SCAD

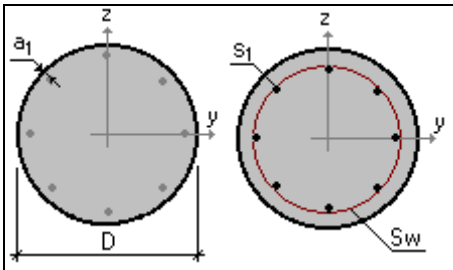
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

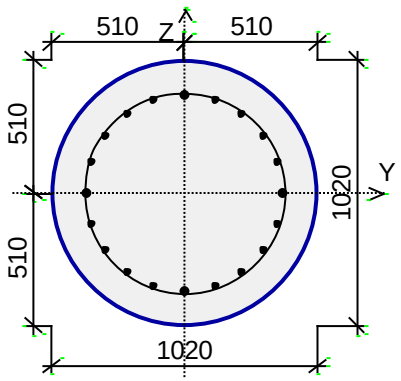
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-371,25	34,83	0	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,248
	Прочность по предельному моменту сечения	0,363
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

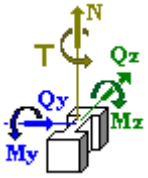
Коэффициент использования 0,363 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

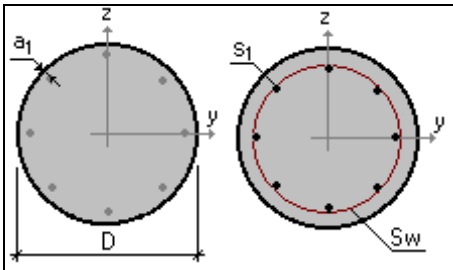
<u>Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)</u>

<u>(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)</u>

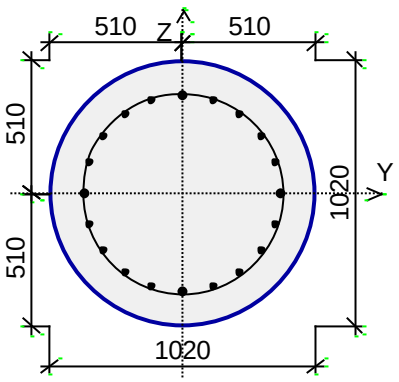
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-148,41	103,91	49,2	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,079
	Прочность по предельному моменту сечения	0,415
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,257
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,949
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,949 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-4 по разрезу 4-4 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

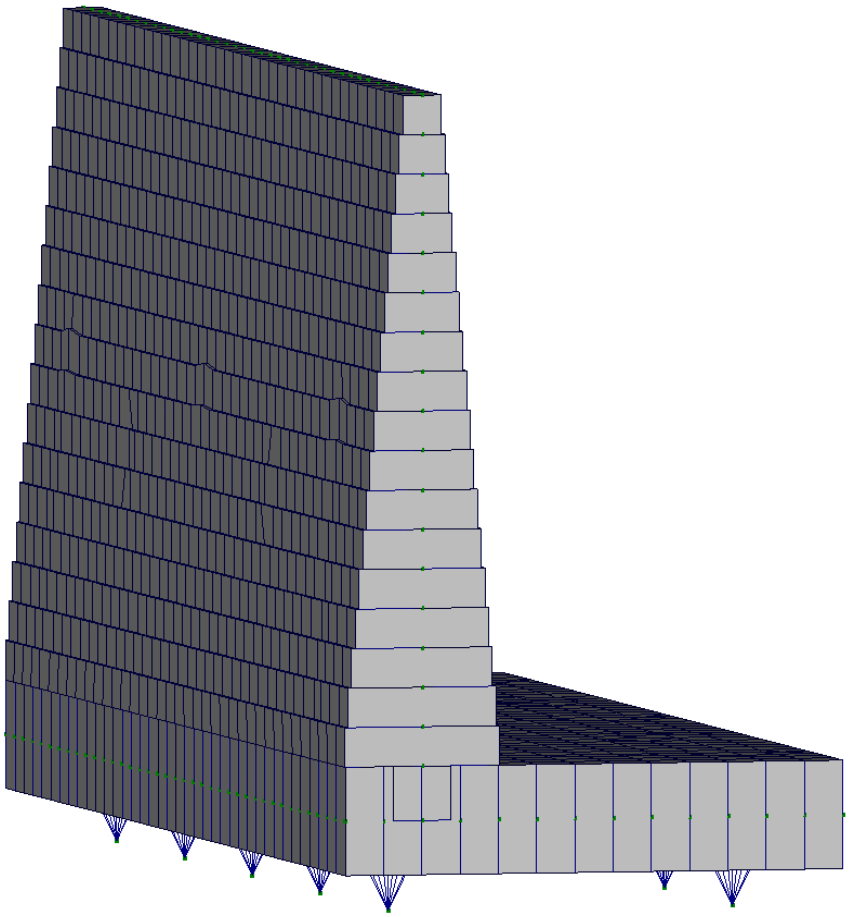


Рис. 6.134. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

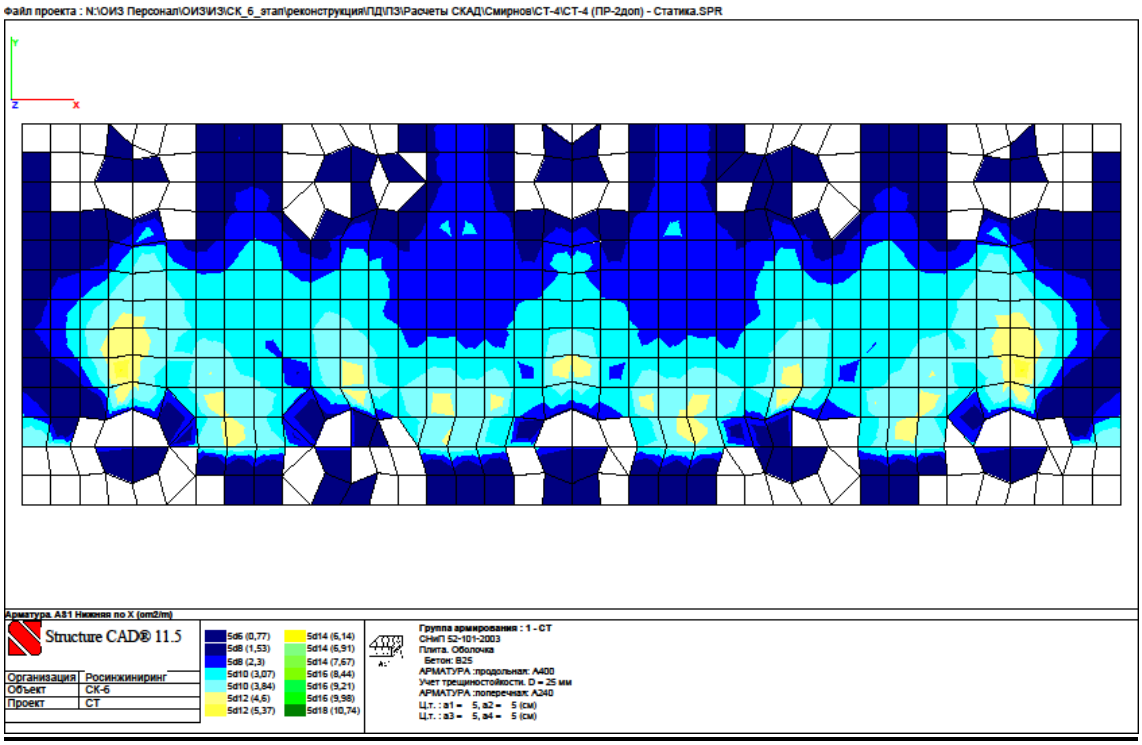


Рис. 6.135. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

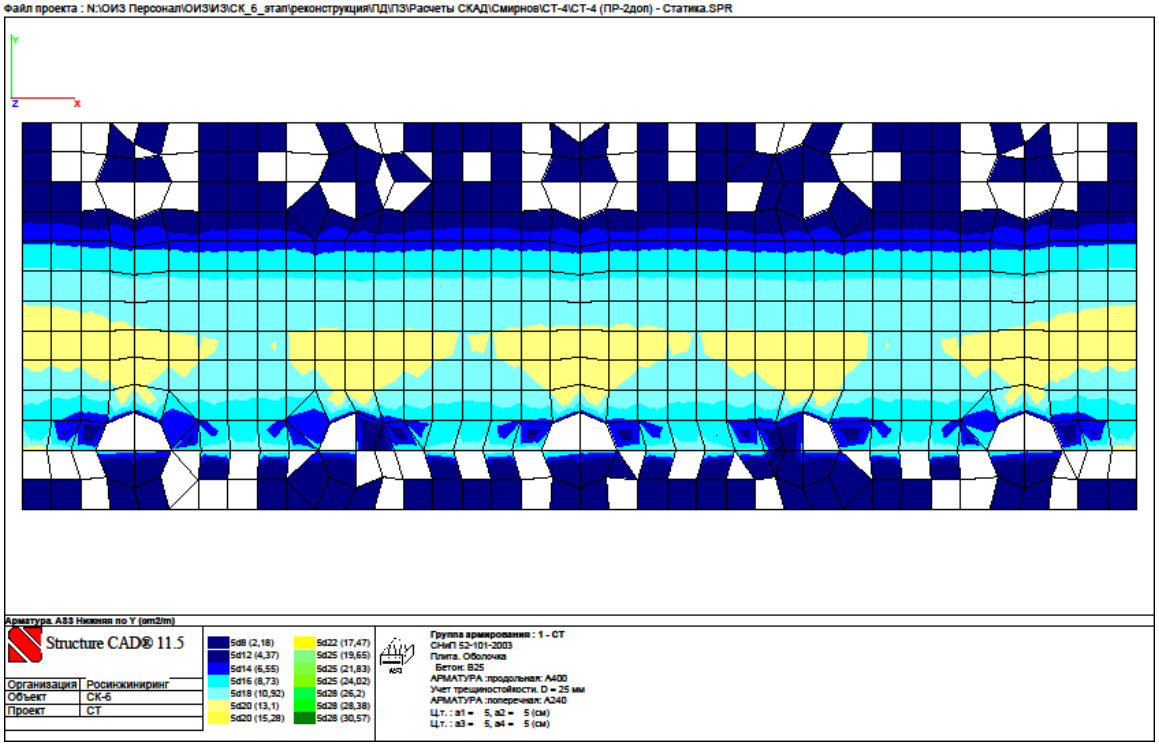


Рис. 6.136. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

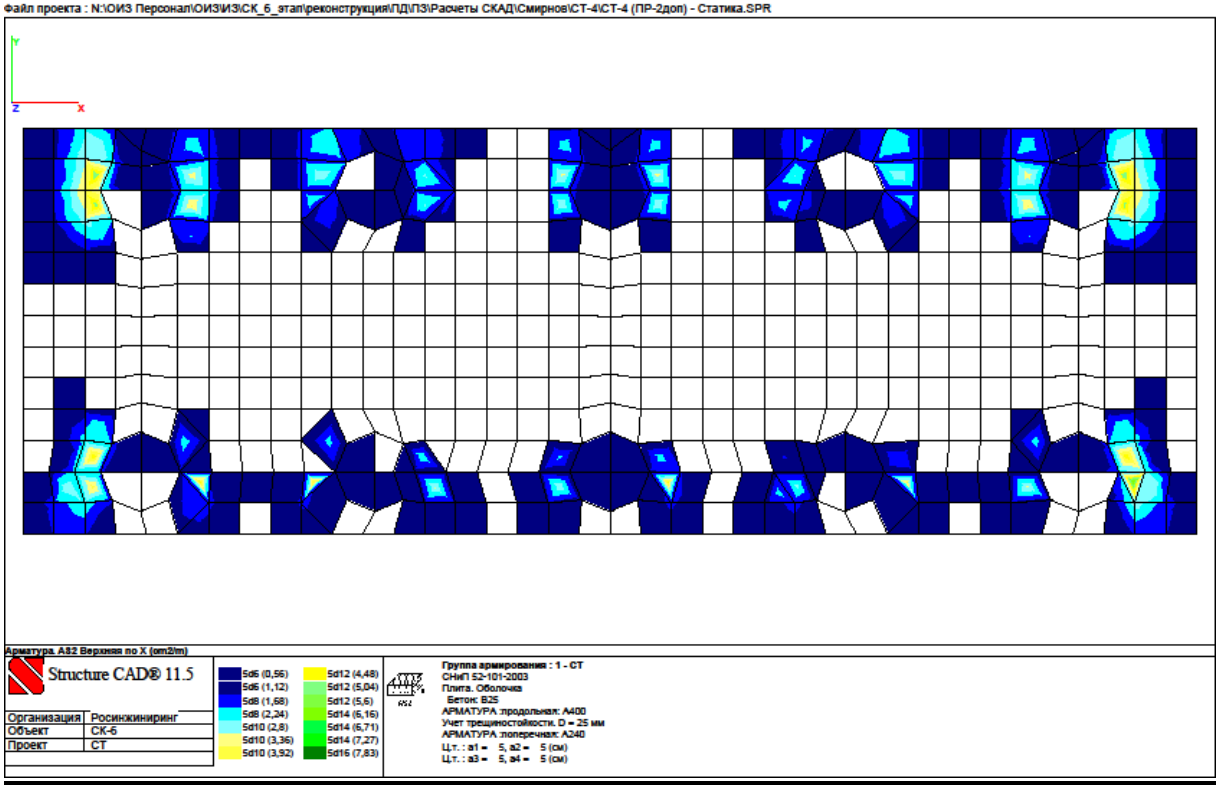


Рис. 6.137. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

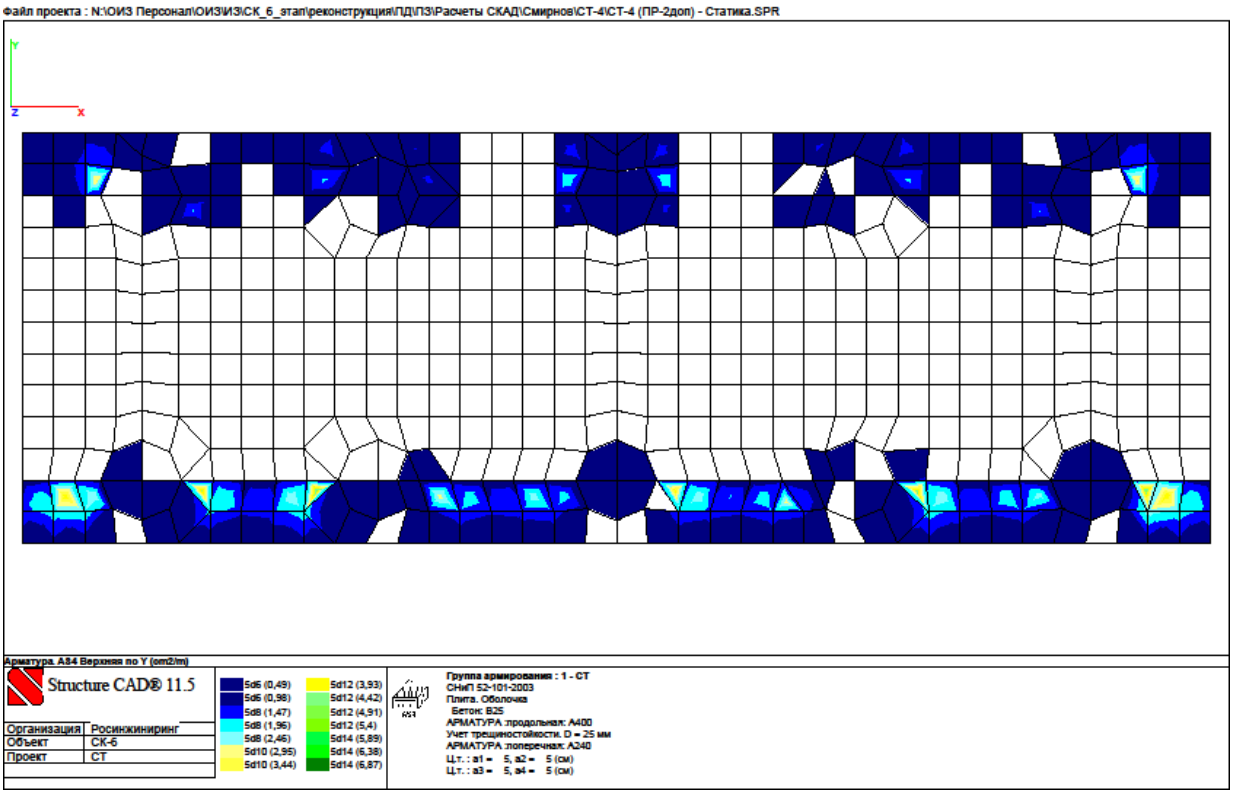


Рис. 6.138. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

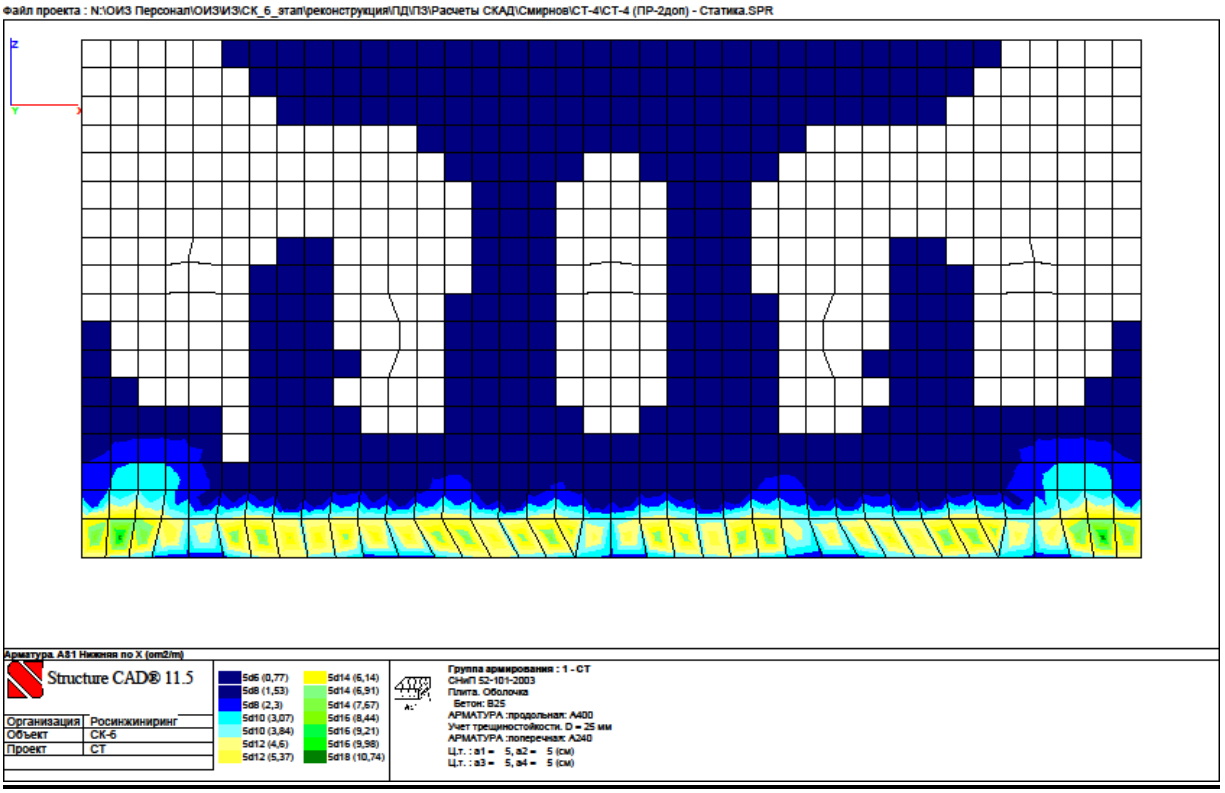


Рис. 6.139. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

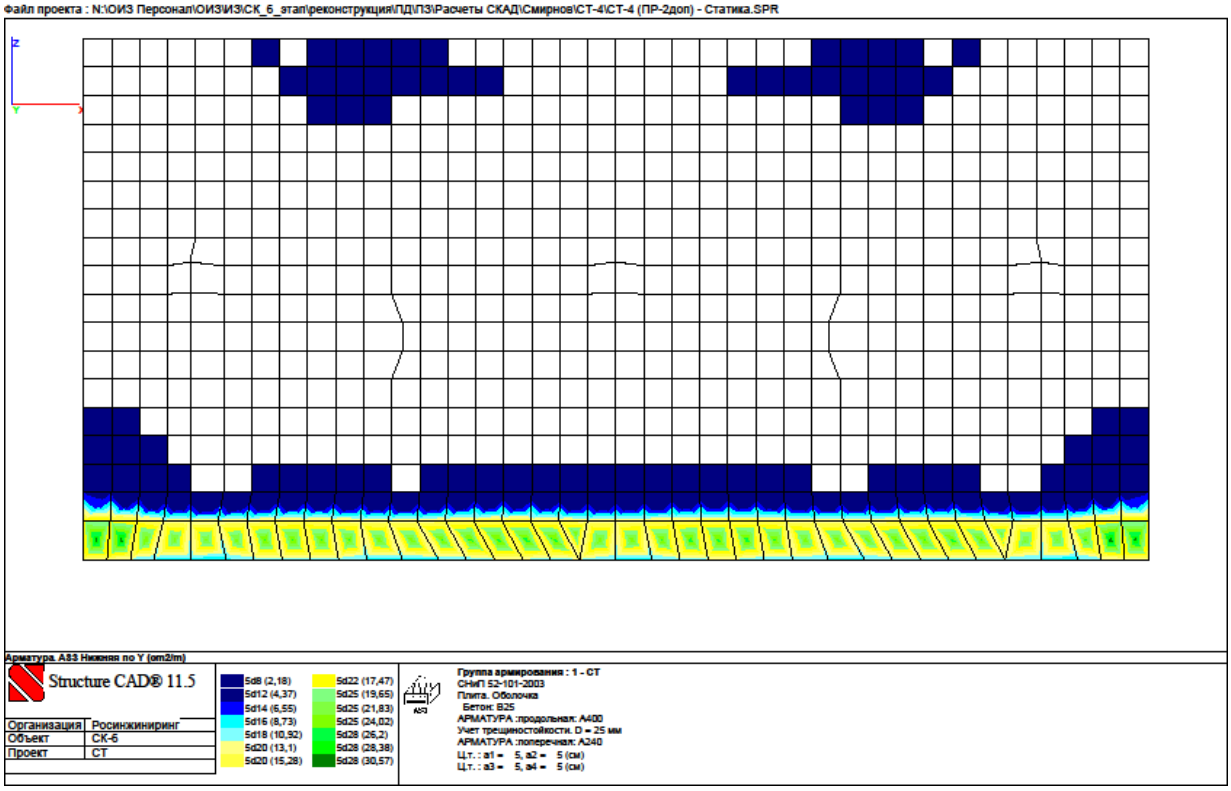


Рис. 6.140. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

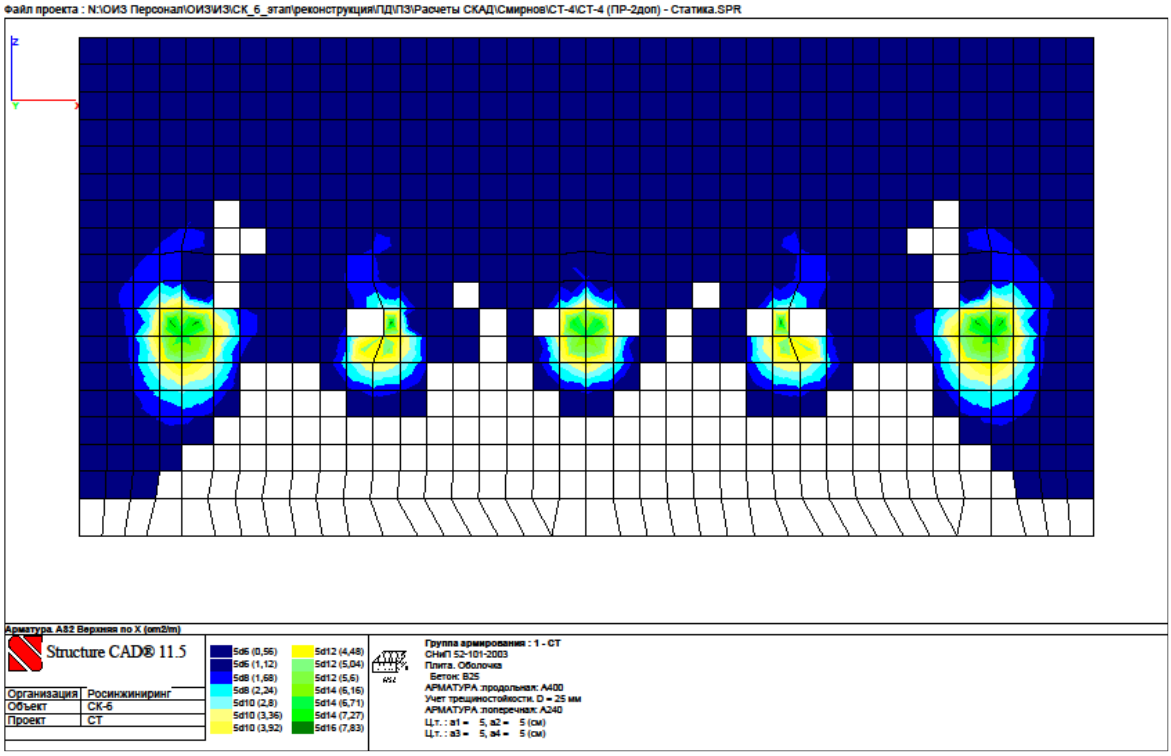


Рис. 6.141. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

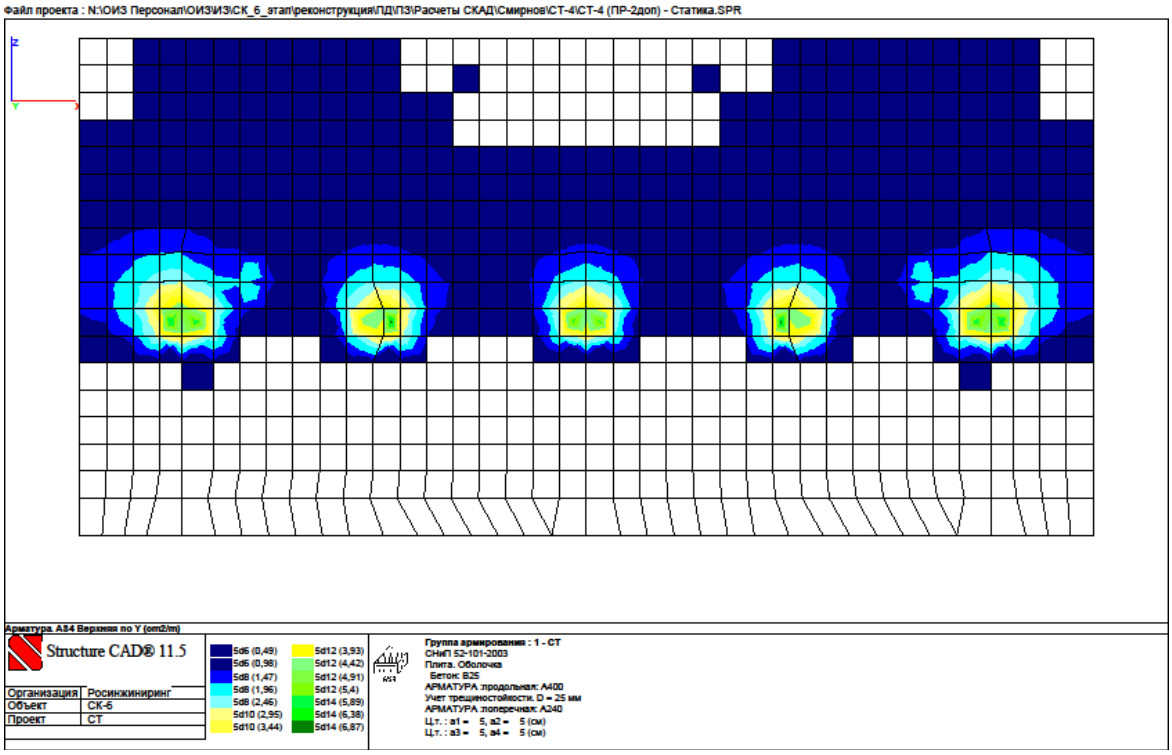


Рис. 6.142. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

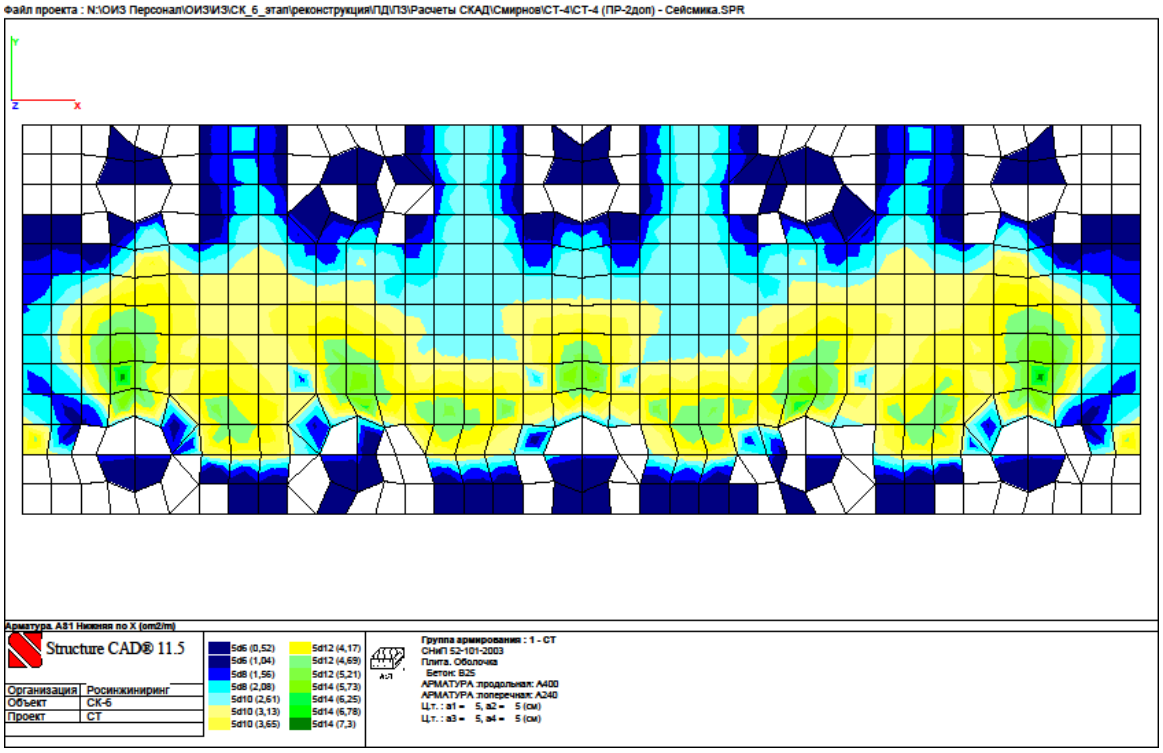


Рис. 6.143. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

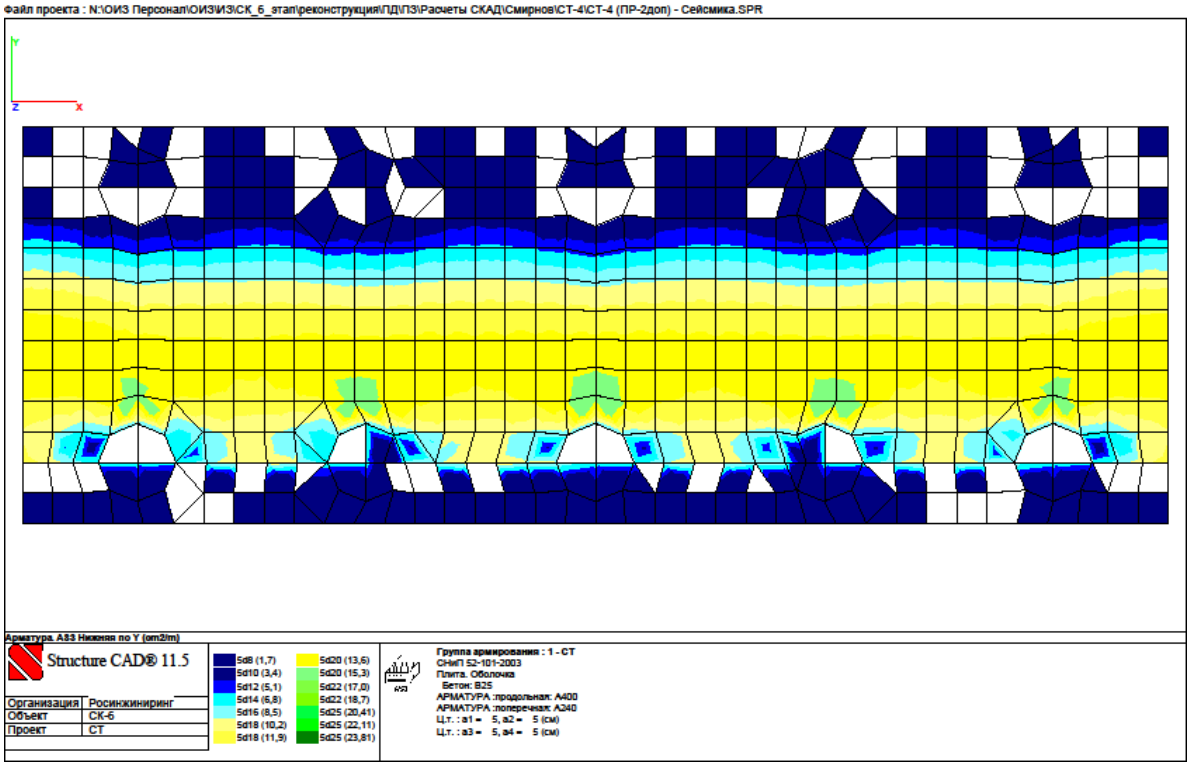


Рис. 6.144. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

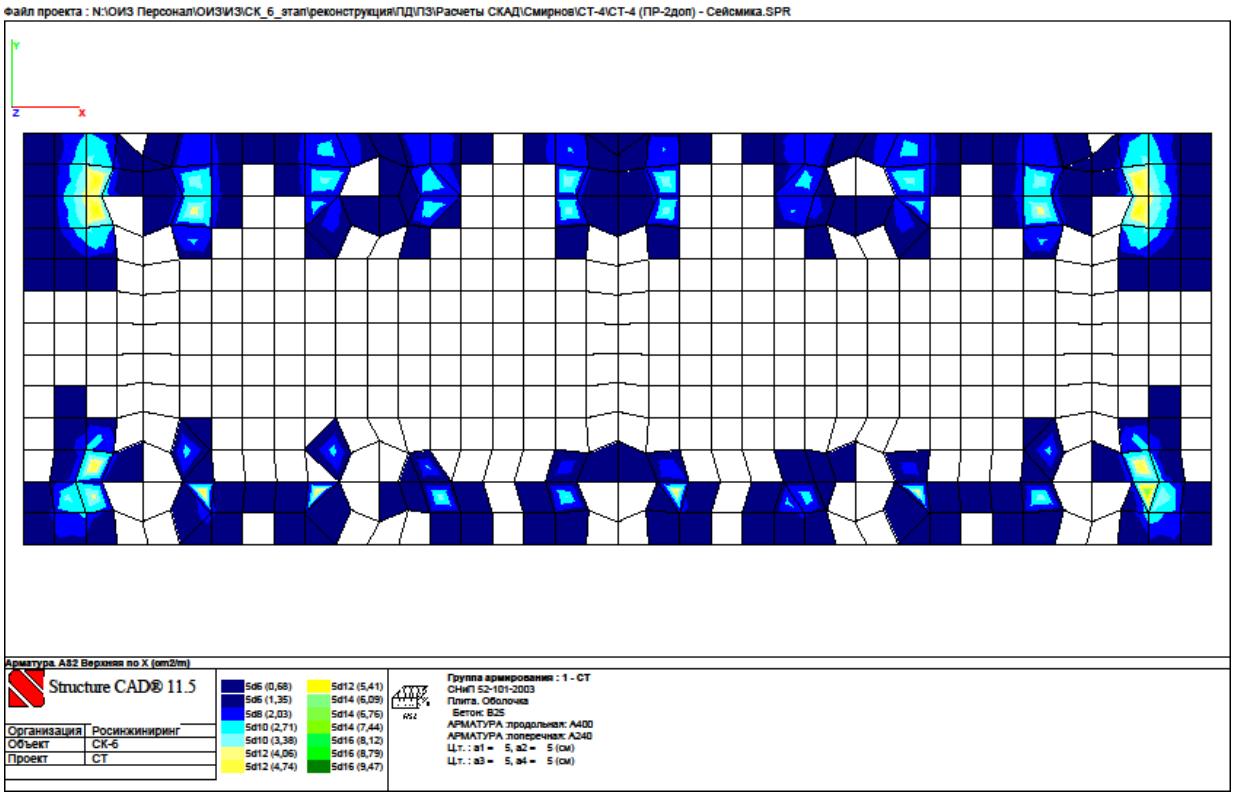


Рис. 6.145. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

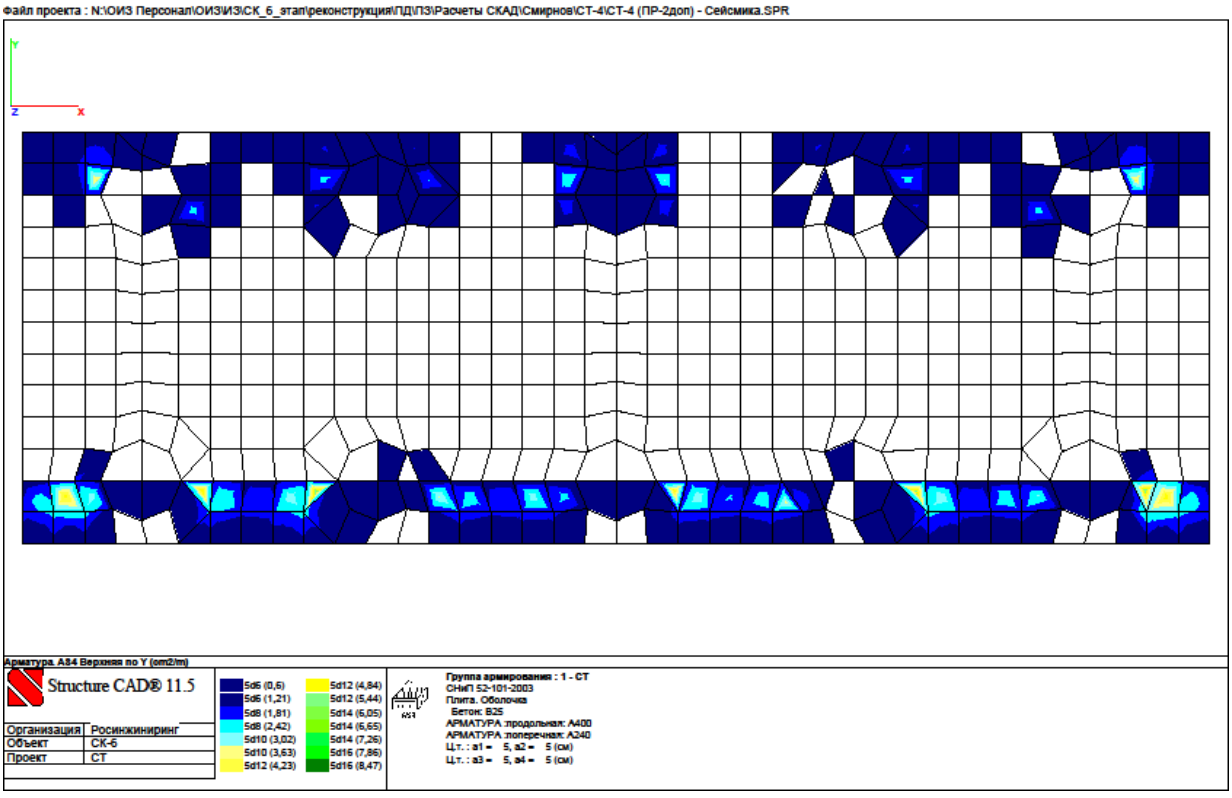


Рис. 6.146. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

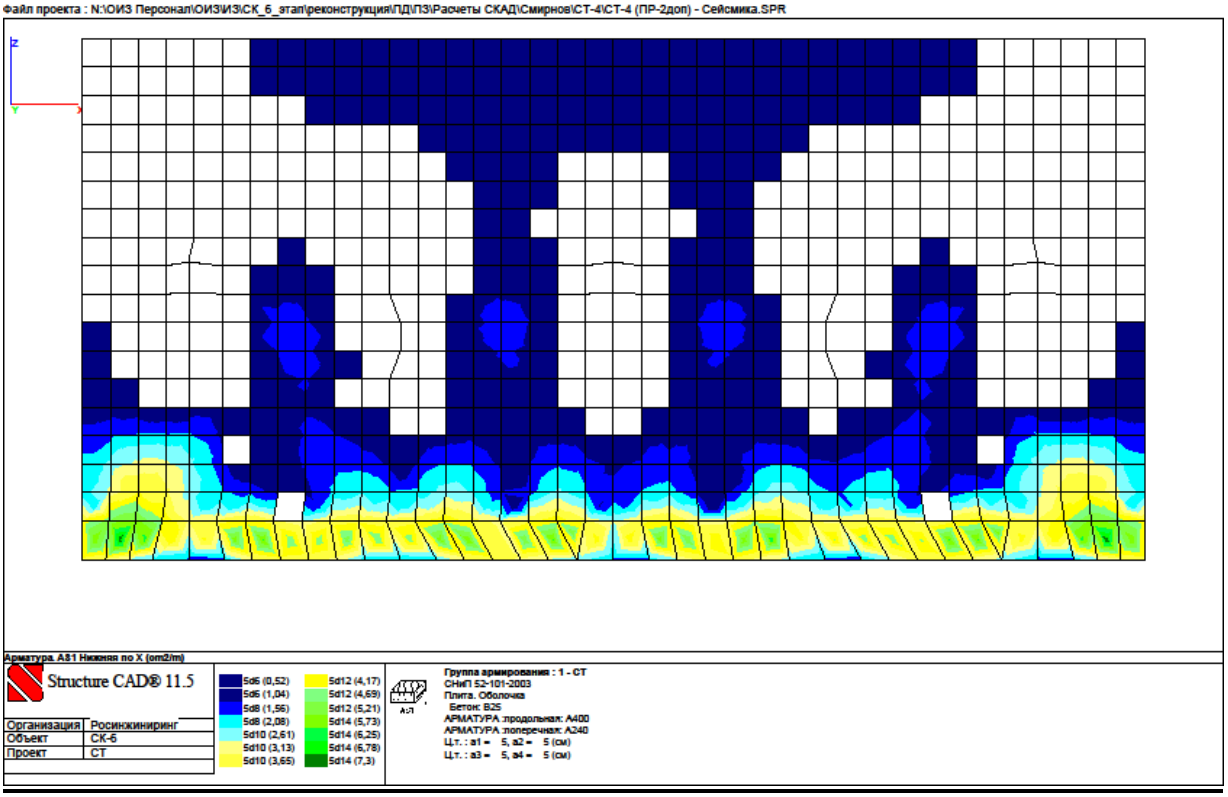


Рис. 6.147. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

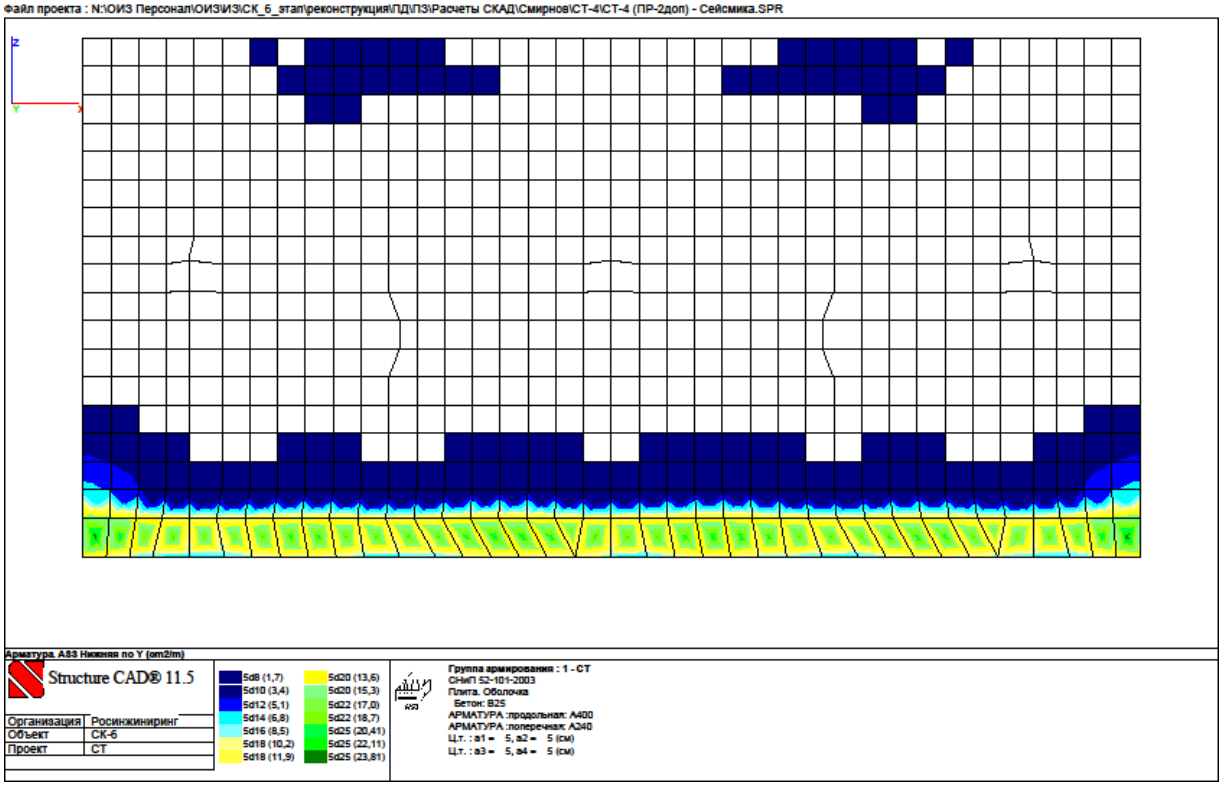


Рис. 6.148. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

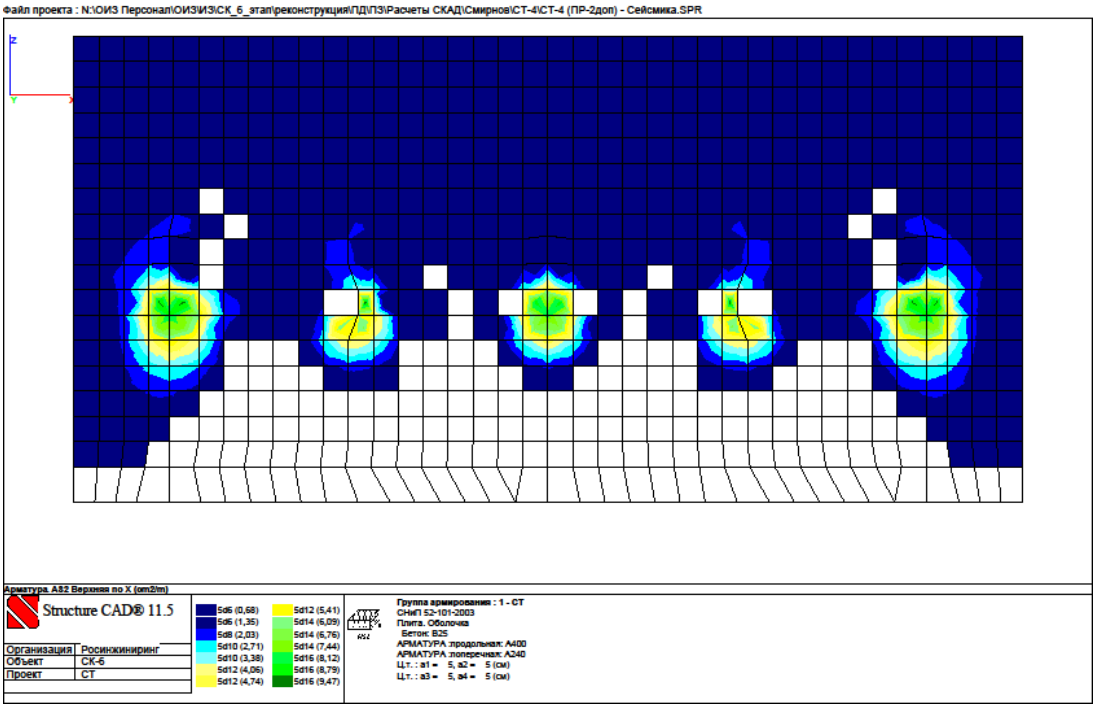


Рис. 6.149. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

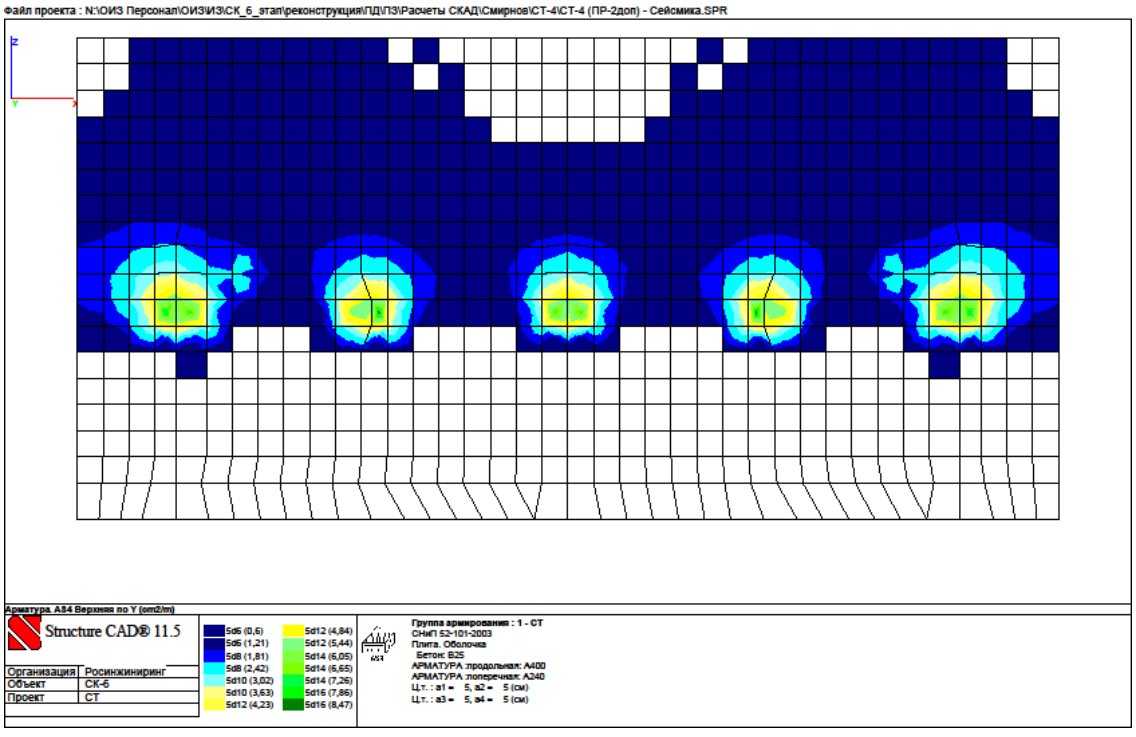


Рис. 6.150. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров Анкерных полей №4 (около СТ-4) и №5 (около СТ-4)

Определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров

Для обеспечения работы крепления грунтовыми анкерами в соответствии с расчетом необходимо обеспечить заделку грунтовых анкеров за первоначальную поверхность скольжения на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D). В качестве первоначальной поверхности скольжения принимаем поверхность, получаемую при расчете склона при сейсмическом воздействии.

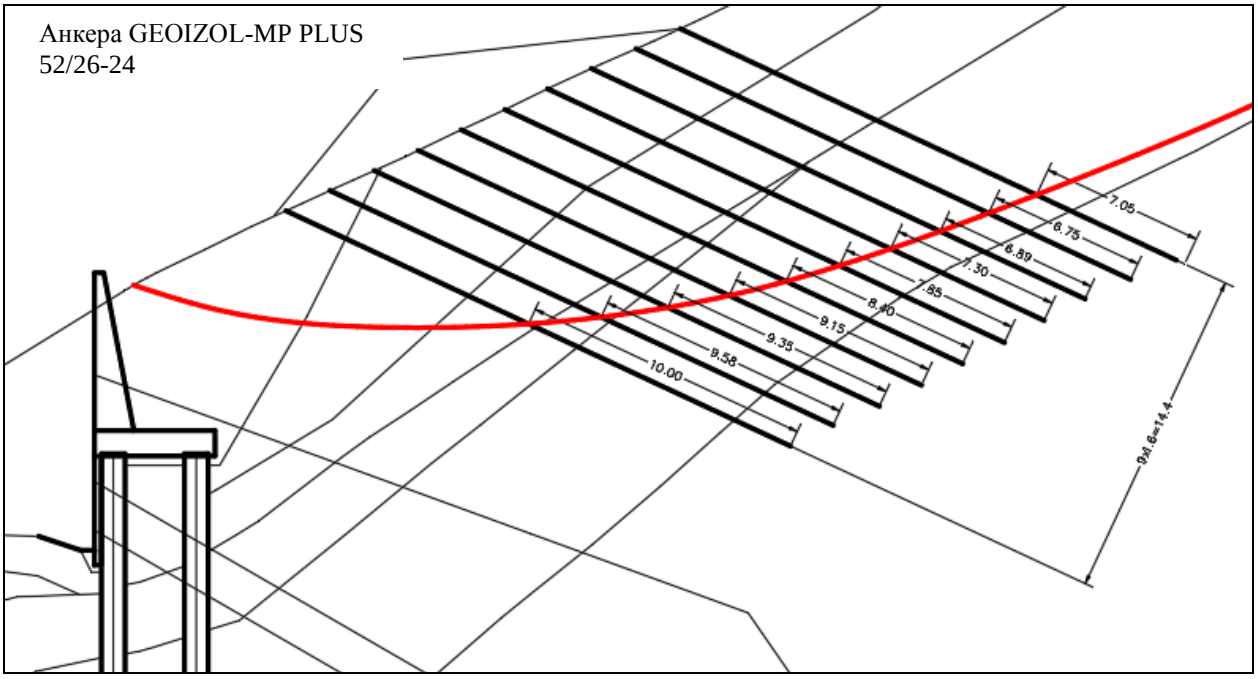


Рис. 6.151. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №4 (около СТ-4), выходящих за первоначальную призму обрушения

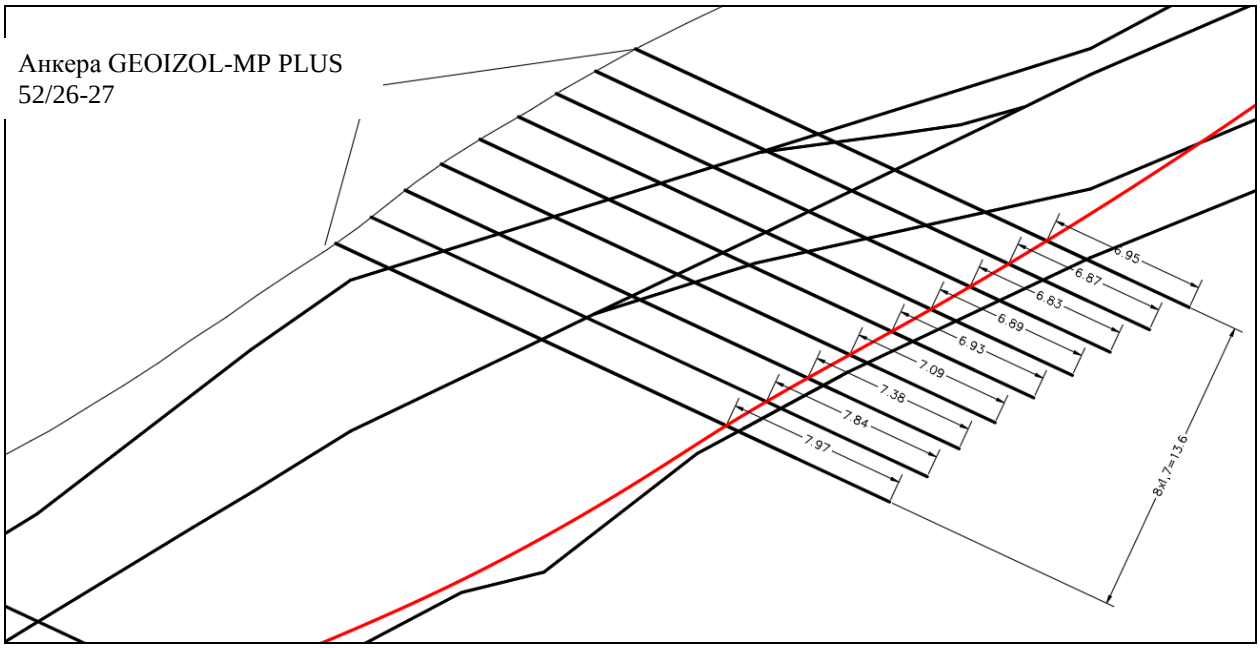


Рис. 6.152. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №5 (около СТ-2), выходящих за первоначальную призму обрушения

Таблица 6.39. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров Анкерных полей №4 (около СТ-4) и №5 (около СТ-4) по грунту и по материалу

№ анкерного поля	№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
Анкерное поле №5 (около СТ-4)	А1(в)	33,32	52/26	27,0	59,83	27,0	6,95	115	150	46,4
	А2	32,73	52/26	27,0	59,83	27,0	6,87	115	150	56,01
	А3	32,86	52/26	27,0	59,83	27,0	6,83	115	150	58,4
	А4	33,86	52/26	27,0	59,83	27,0	6,89	115	150	62,14
	А5	35,0	52/26	27,0	59,83	27,0	6,93	115	150	64,99
	А6	36,31	52/26	27,0	59,83	27,0	7,09	115	150	59,44
	А7	37,43	52/26	27,0	59,83	27,0	7,38	115	150	61,4
	А8	38,52	52/26	27,0	59,83	27,0	7,84	115	150	65,1
	А9(н)	41,02	52/26	27,0	59,83	27,0	7,97	115	150	60,7
Анкерное поле №4 (около СТ-4)	А10(в)	25,75	52/26	24,0	59,83	24,0	7,05	115	150	53,01
	А11	28,9	52/26	24,0	59,83	24,0	6,75	115	150	50,4
	А12	27,27	52/26	24,0	59,83	24,0	6,89	115	150	49,15
	А13	26,9	52/26	24,0	59,83	24,0	7,3	115	150	49,47
	А14	27,14	52/26	24,0	59,83	24,0	7,85	115	150	50,21
	А15	26,38	52/26	24,0	59,83	24,0	8,4	115	150	48,22
	А16	25,16	52/26	24,0	59,83	24,0	9,15	115	150	47,29
	А17	23,16	52/26	24,0	59,83	24,0	9,3	115	150	47,41
	А18	22,23	52/26	24,0	59,83	24,0	9,8	115	150	40,04
	А19(н)	20,97	52/26	24,0	59,83	24,0	10,0	115	150	45,33

Фактические усилия в элементах крепления грунтовыми анкерами не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS 52/26.

Расчет грунтовых анкеров подпорной стены СТ-4

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.40. Расчетная несущая способность новых грунтовых анкеров подпорной стены СТ-4 по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
А	76,78	2,0	0	73/53	30,0	77,96	30,0	10,0	130	140	101,5

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 4-4

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорной стены СТ-4.

2) Для обеспечения устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену СТ-4 предусматривается закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 52/26 длиной 24 и 27 м, расположенными с шагом 1,6х1,6 м и 1,7х1,7 м.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-4 предусматривается устройство дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 30 м, расположенных с шагом 2,0 м.

4) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкции подпорной стены СТ-4 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

5) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.5 Расчеты по линии разреза 4.1-4.1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-3/2доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.153:

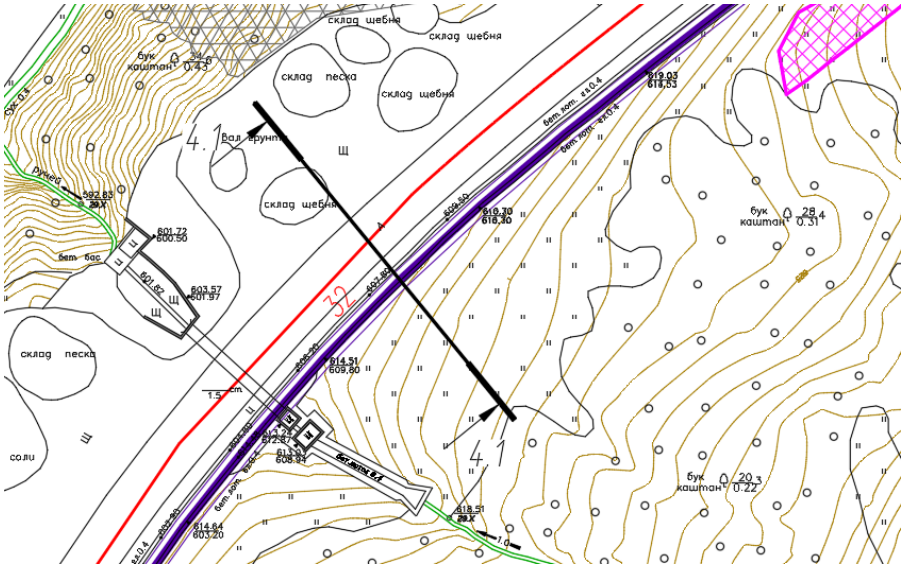


Рис. 6.153. Схема расположения разреза 4.1-4.1

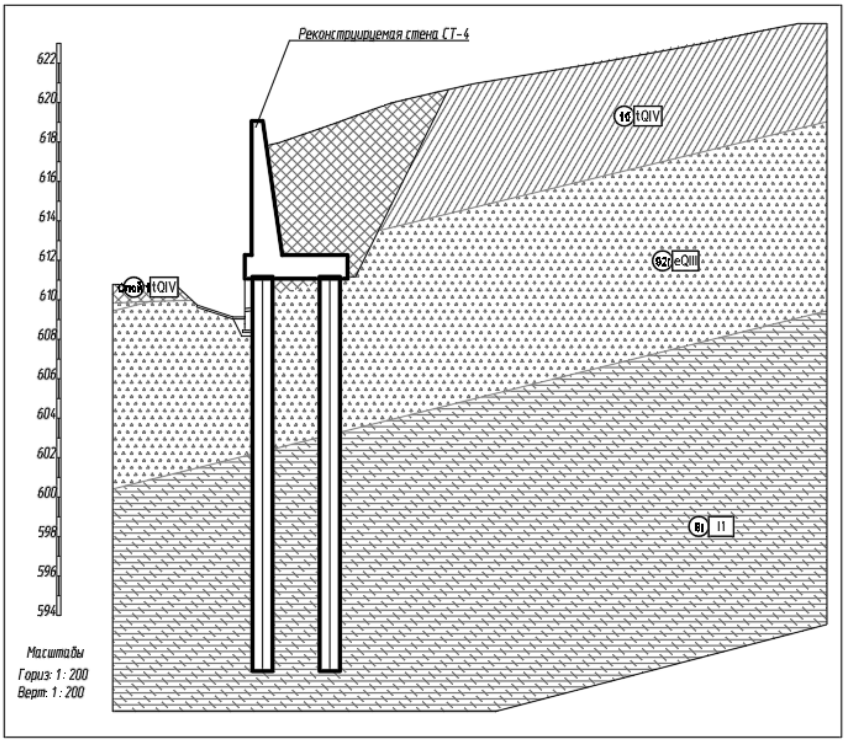


Рис. 6.154. Разрез 4.1-4.1.

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

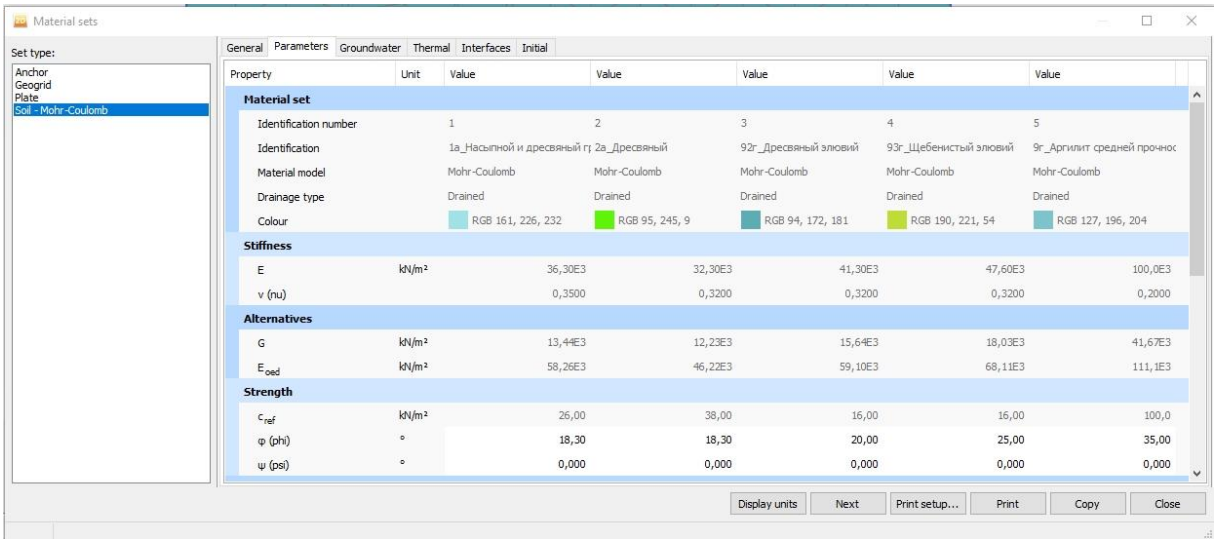


Рис.5 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.5.1 Расчет разреза 4.1-4.1 в существующем положении

Расчет разреза в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

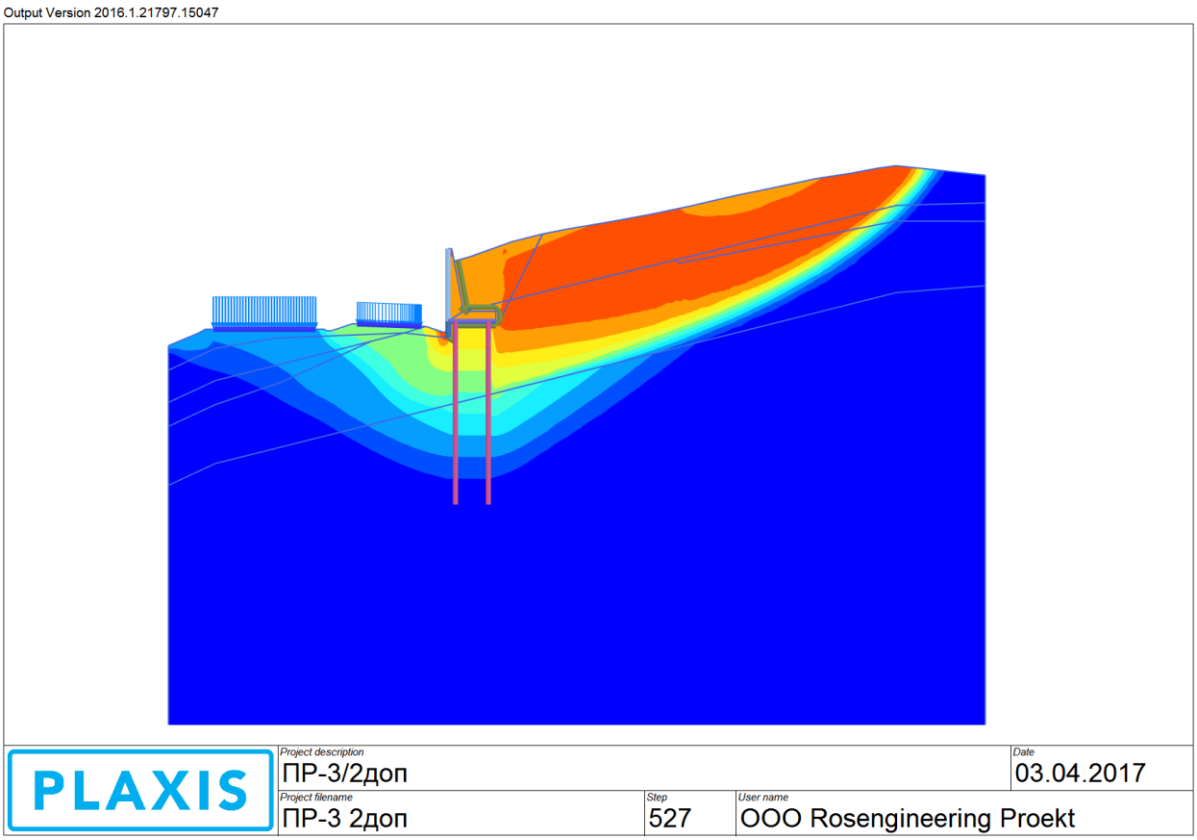


Рис. 6.155. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =2,386 > K_{sfn} = 1,11.

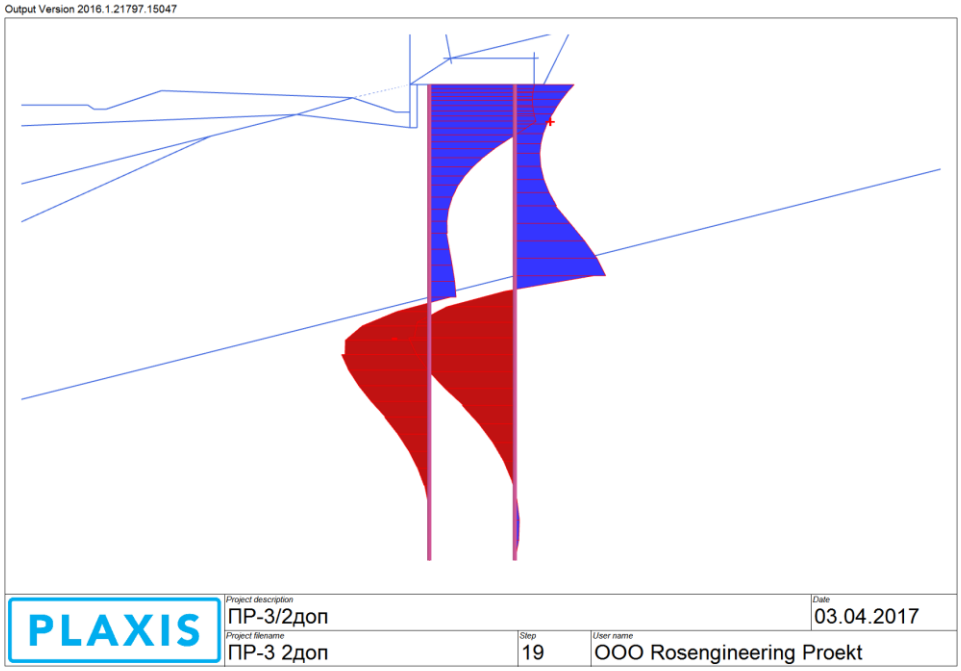


Рис. 6.156. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

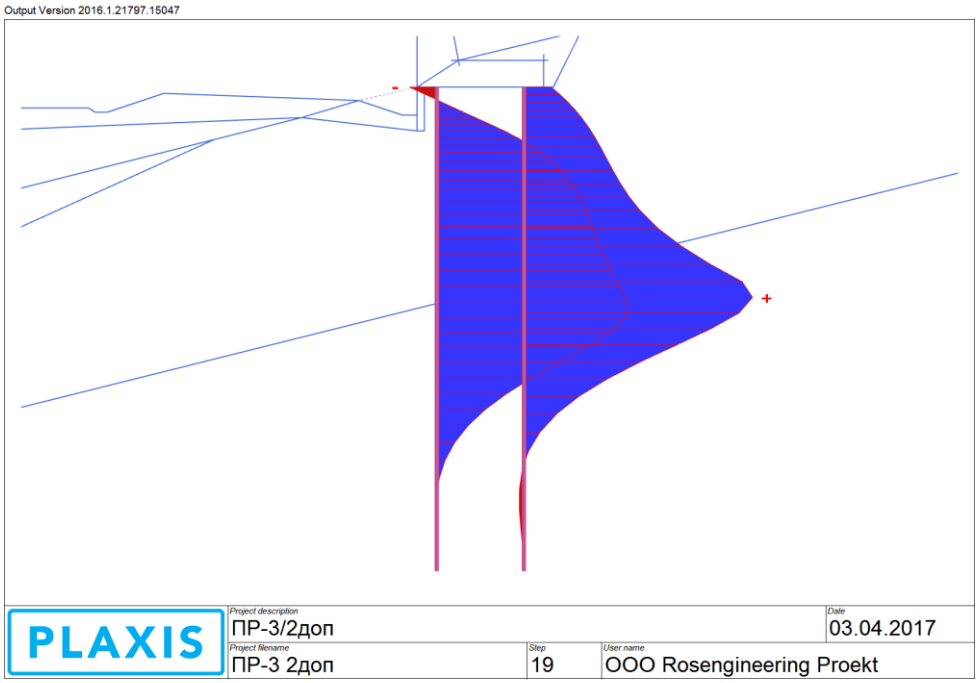


Рис. 6.157. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

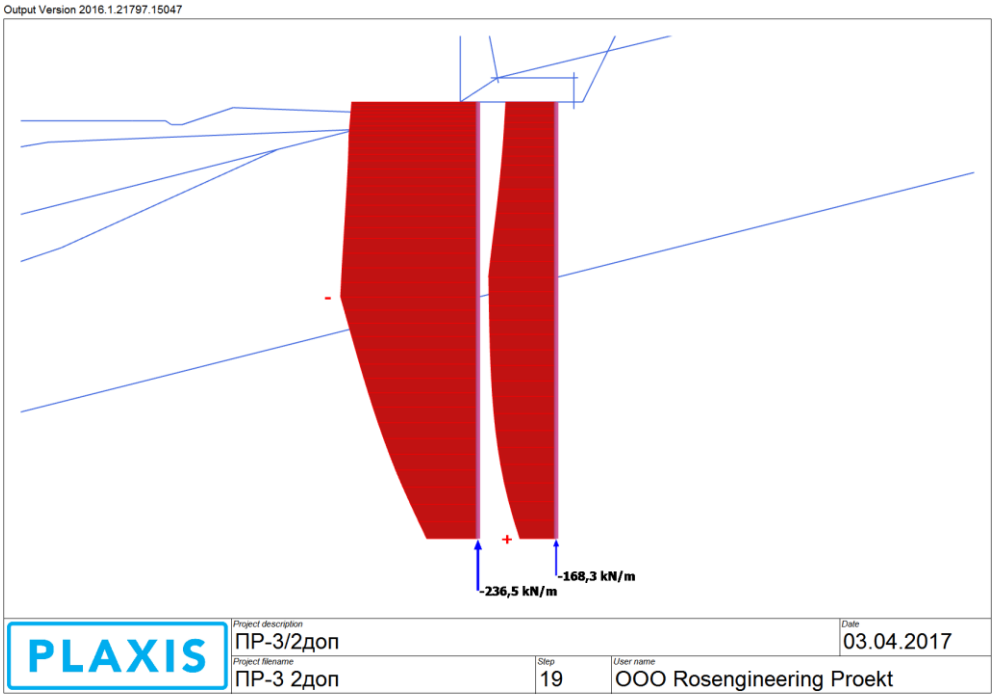


Рис. 6.158. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.41. Усилия в сваях подпорной стены СТ-4 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-192,48	48,01	13,7
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-94,89	57,49	-13,6

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

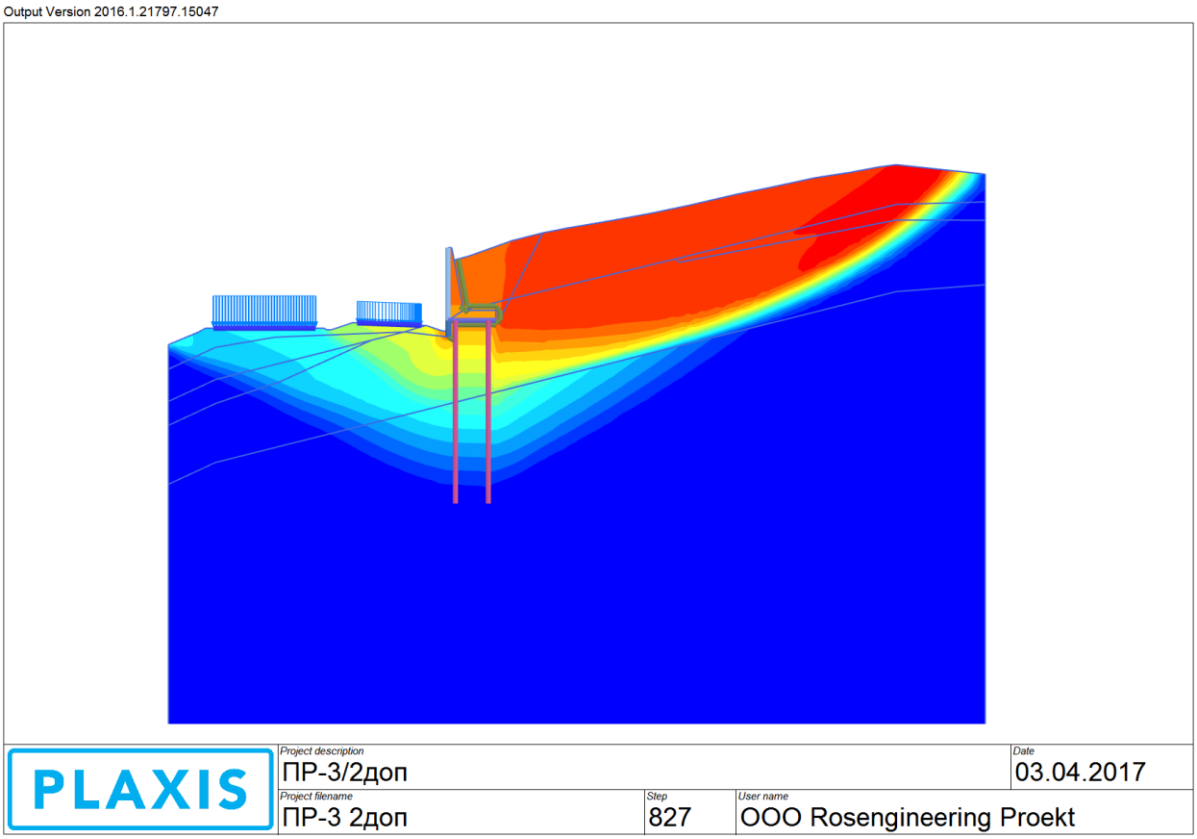


Рис. 6.159. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,761 > K_{sfn} = 1,05.

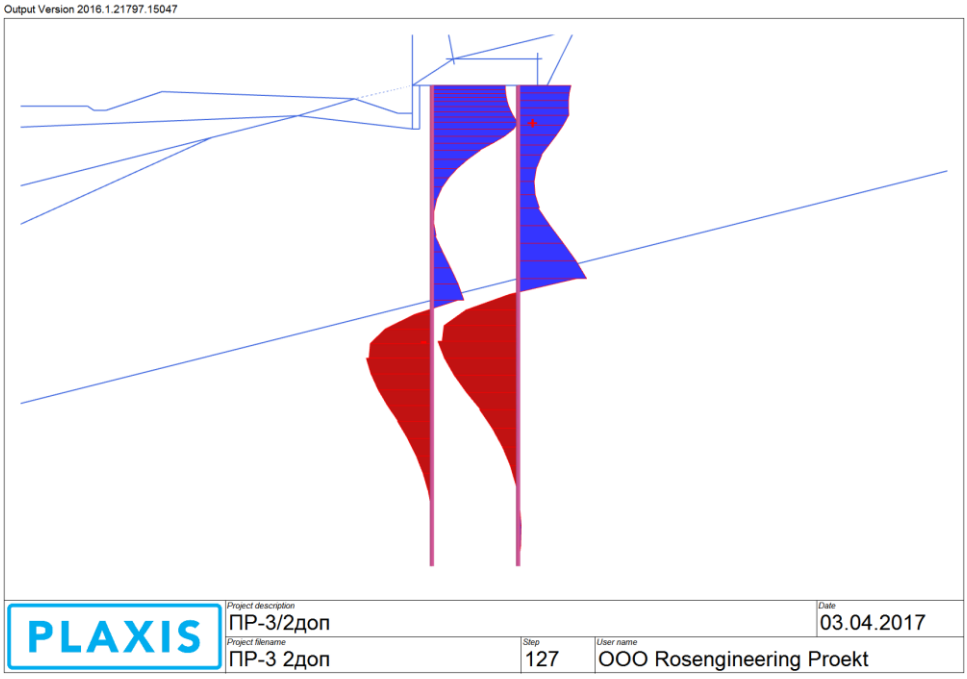


Рис. 6.160. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

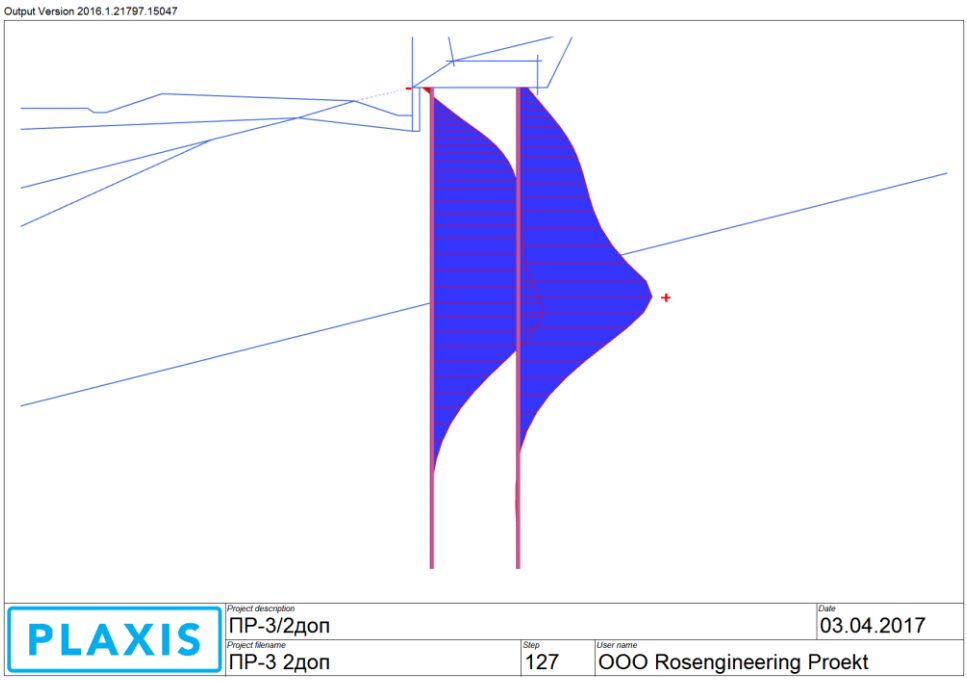


Рис. 6.161. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

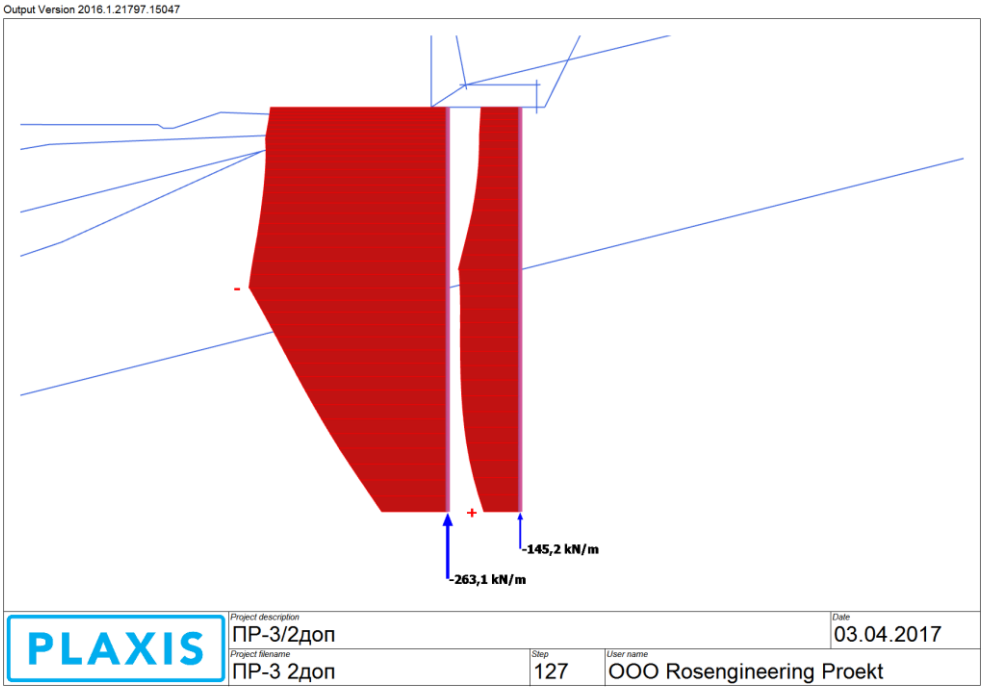


Рис. 6.162. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.42. Усилия в сваях подпорной стены СТ-4 при особом сочетании нагрузок

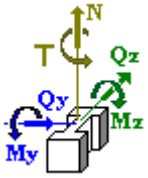
свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-240,28	139,97	44,01
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-74,92	170,49	-40,76

Расчет конструкции свай СТ-4 по разрезу 4.1-4.1 в программе SCAD

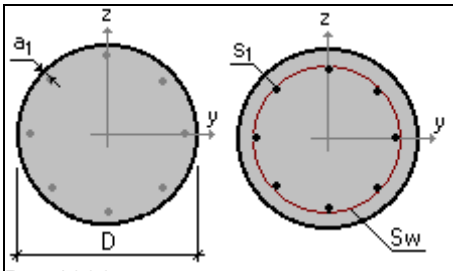
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

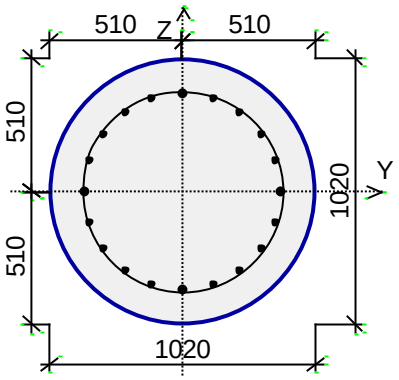
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т	Т*м				
1	-92,48	38,35	-13,6	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,062
	Прочность по предельному моменту сечения	0,195
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,082
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,297
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

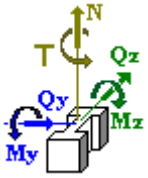
Коэффициент использования 0,297 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

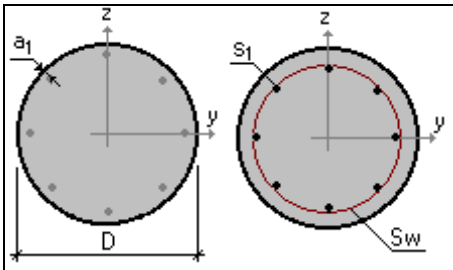
Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

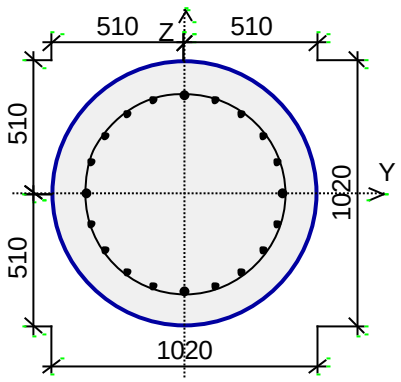
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-220,24	48,32	44,01	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,117
	Прочность по предельному моменту сечения	0,244
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,216
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,772
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,772 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-4 по разрезу 4.1-4.1 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

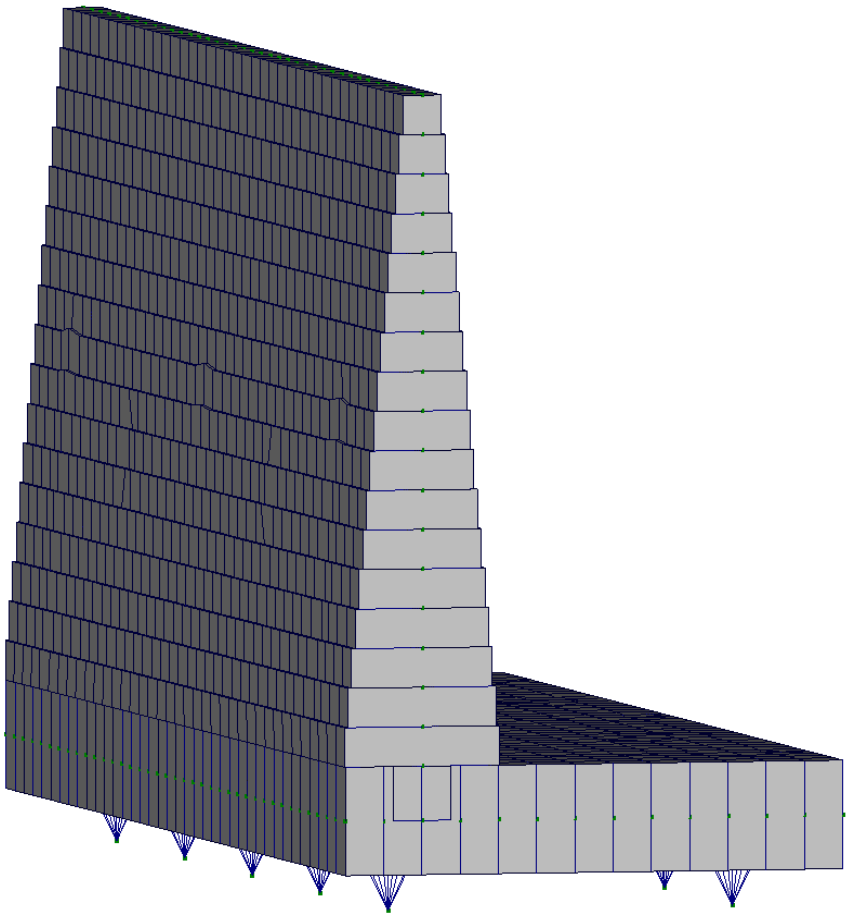


Рис. 6.163. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

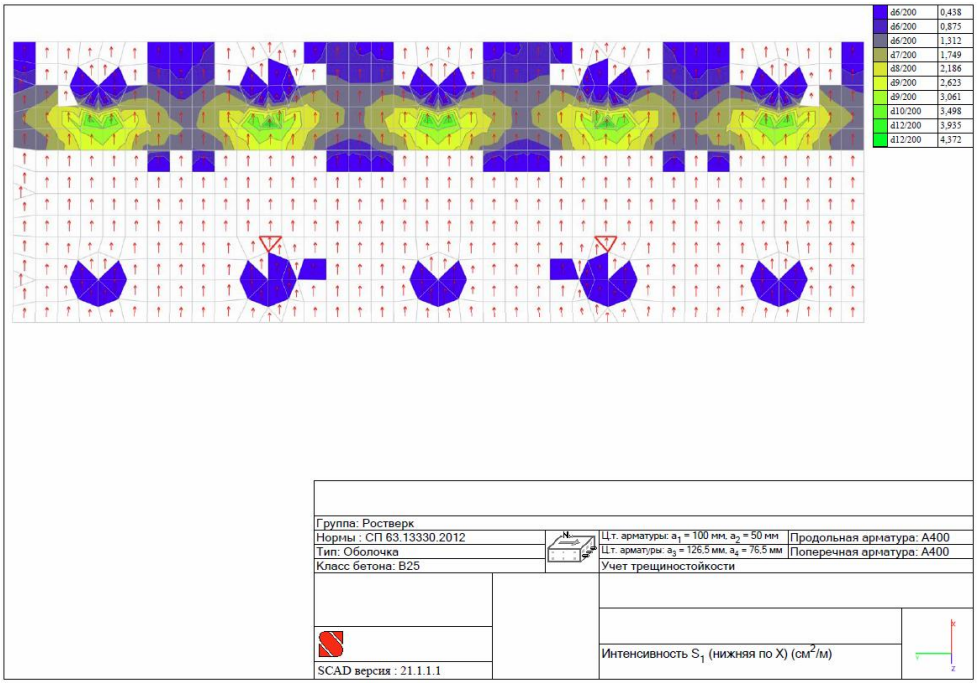


Рис. 6.164. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

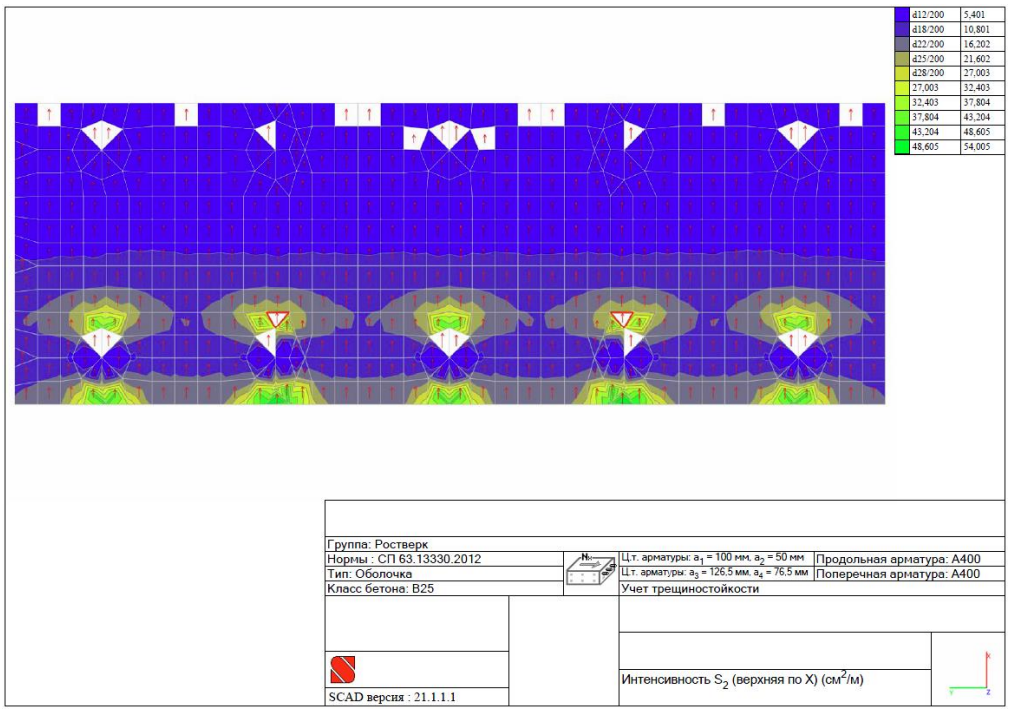


Рис. 6.165. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

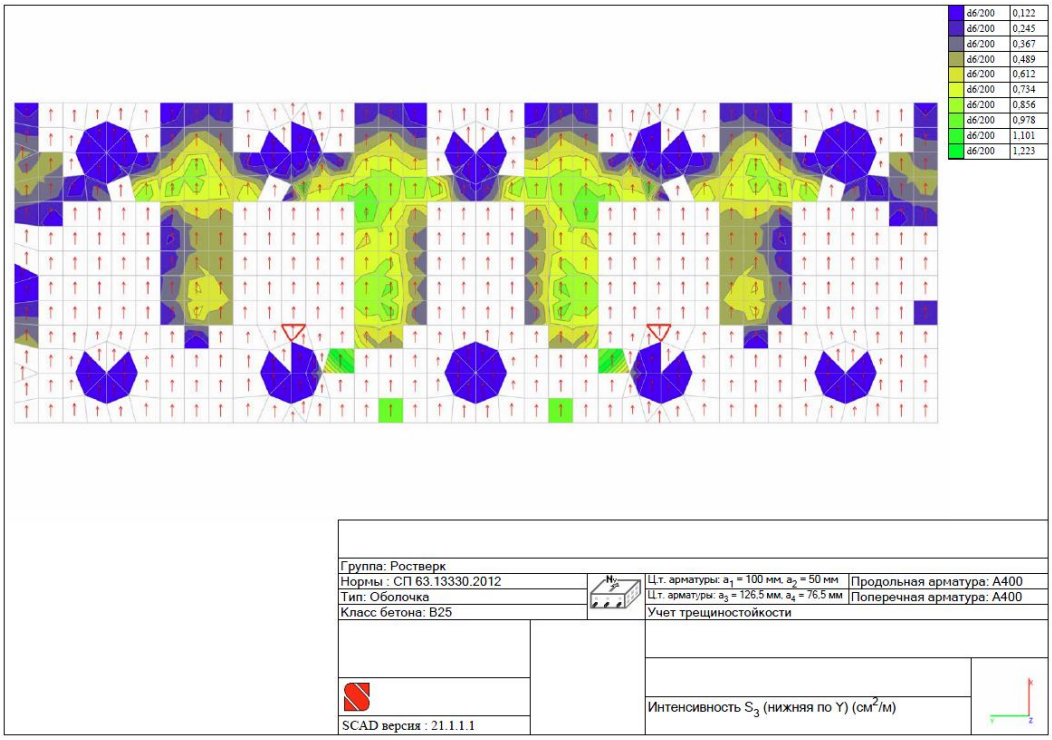


Рис. 6.166. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

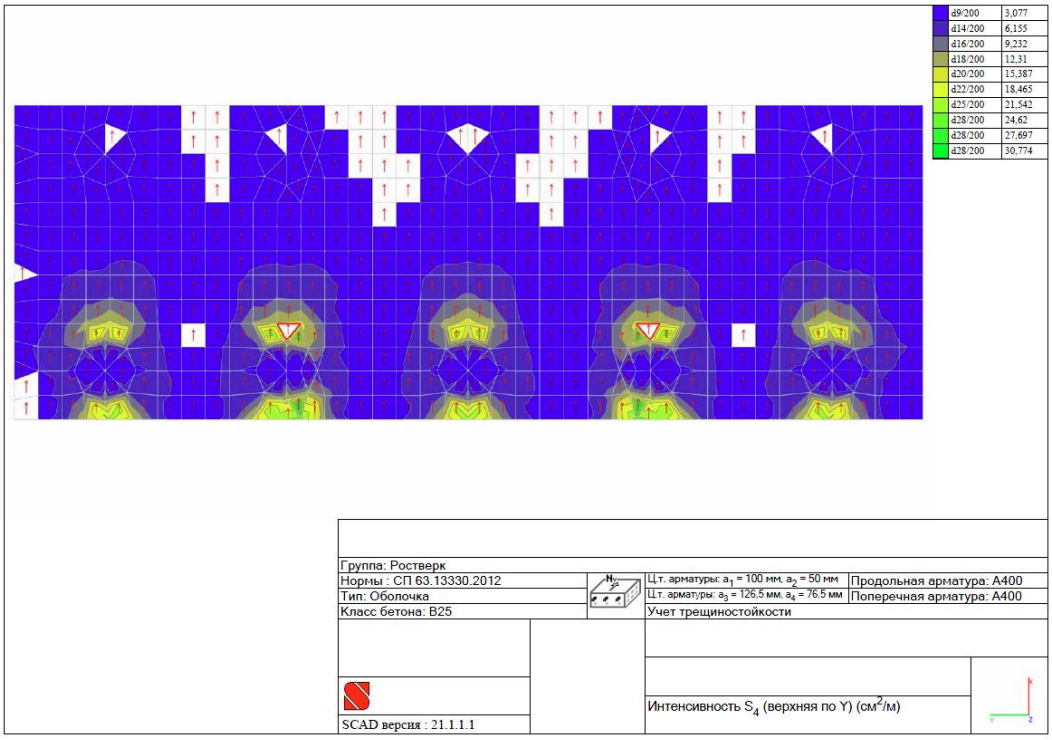


Рис. 6.167. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

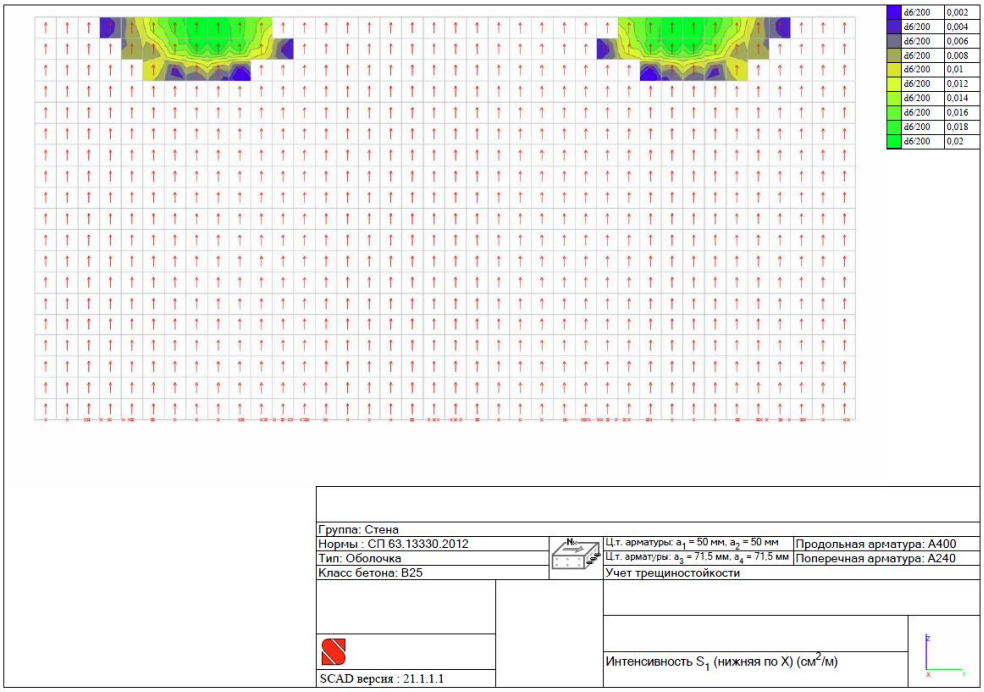


Рис. 6.168. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

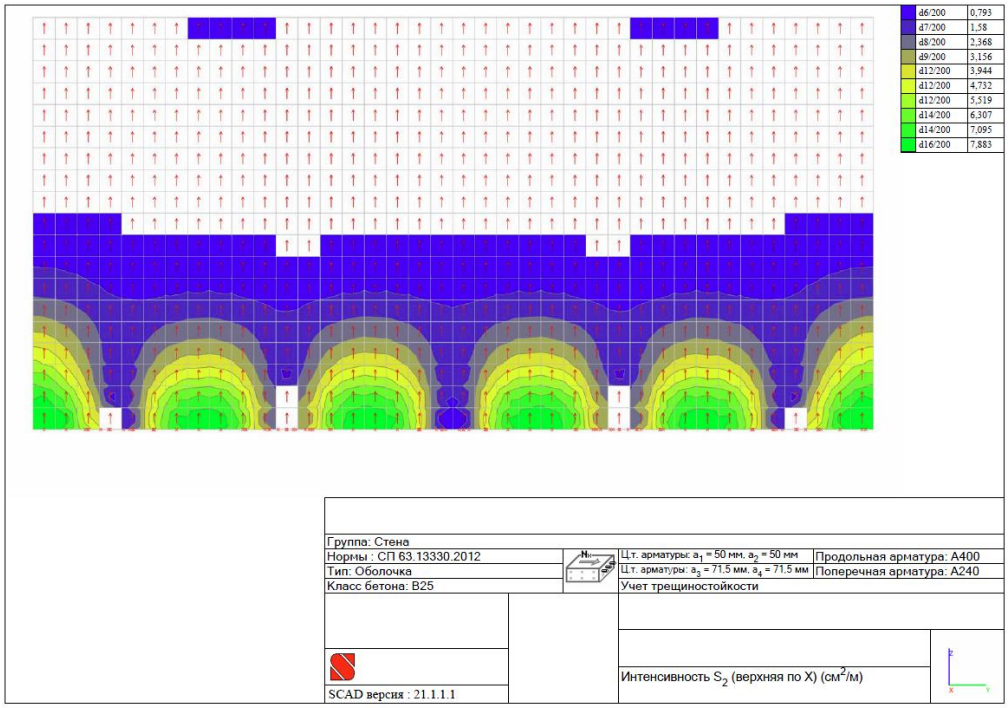


Рис. 6.169. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

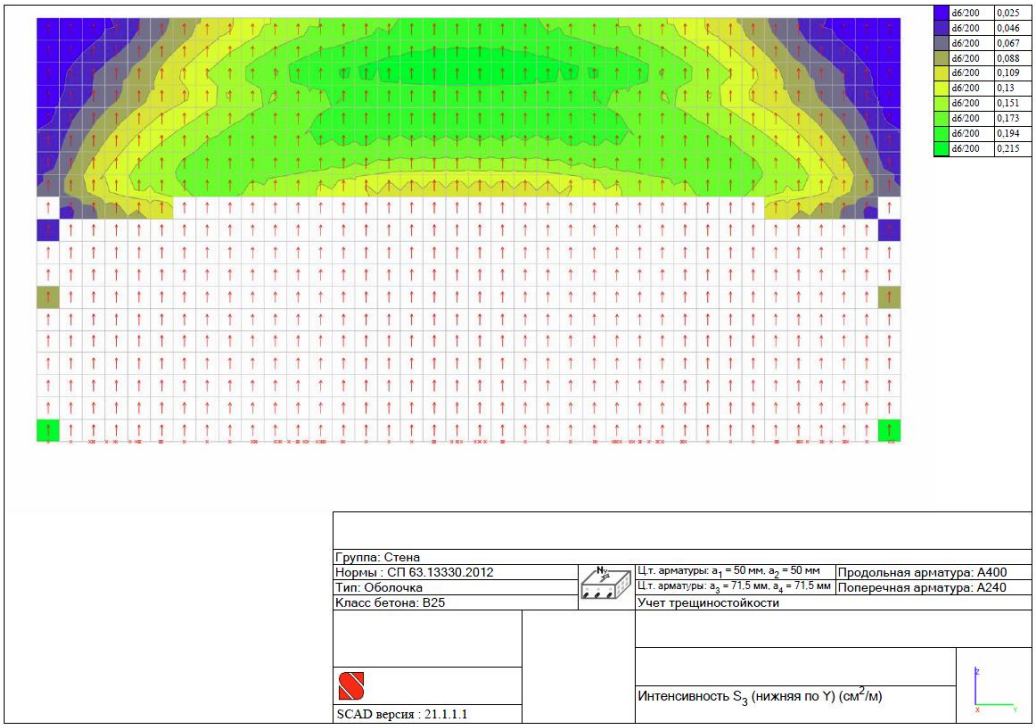


Рис. 6.170. Армирование стены. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

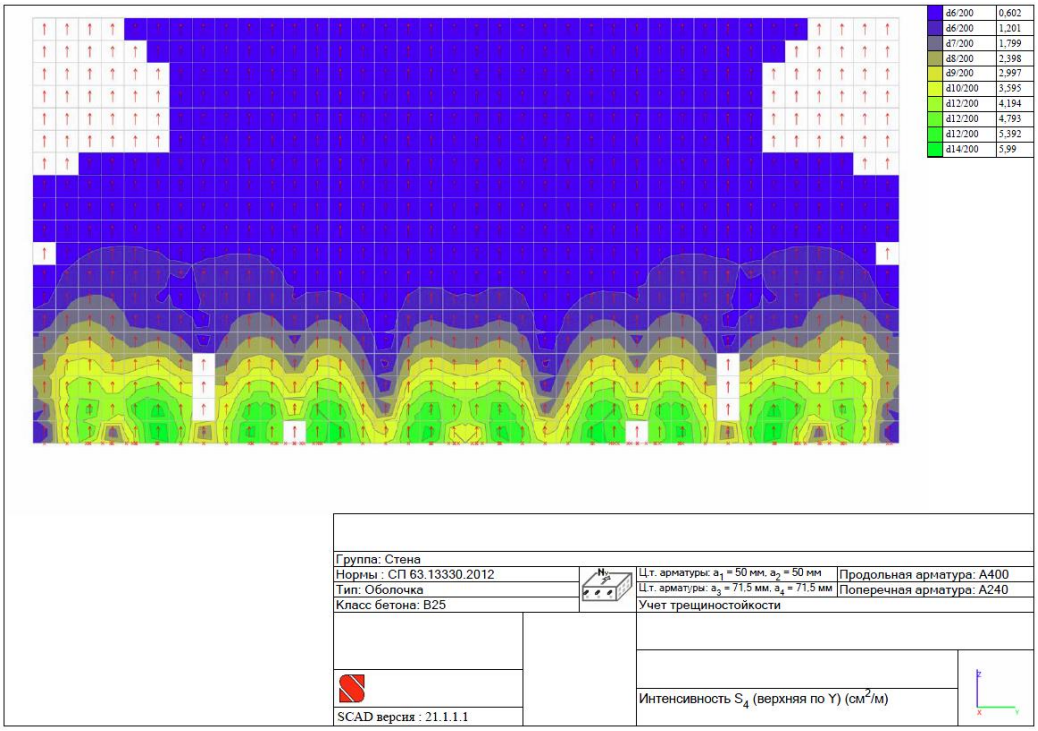


Рис. 6.171. Армирование стены. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)



Рис. 6.172. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

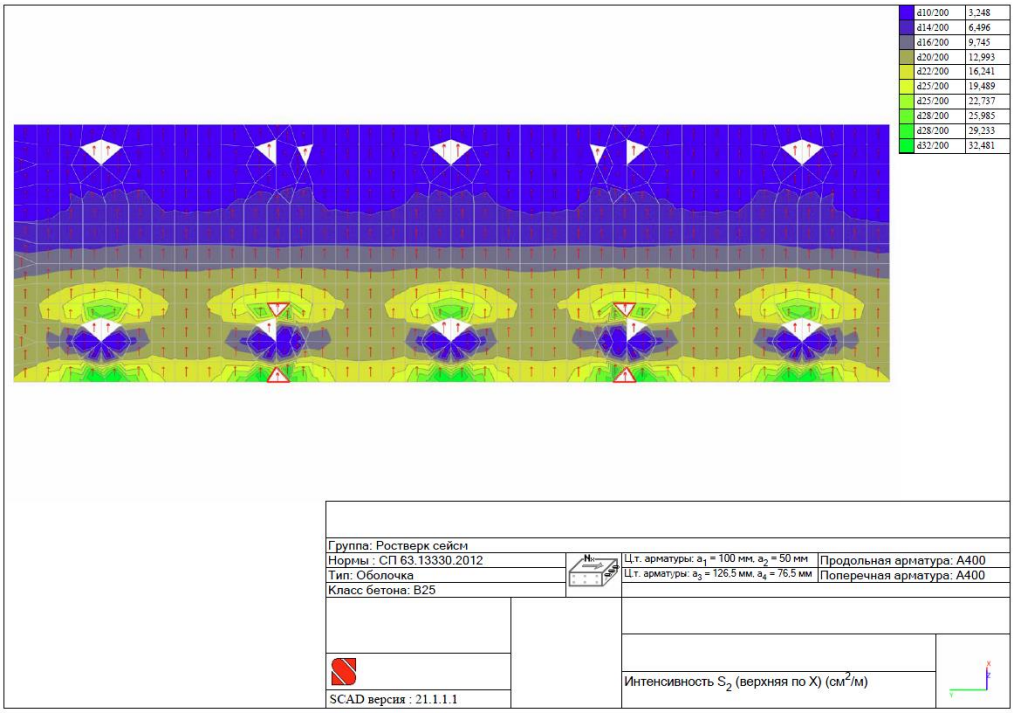


Рис. 6.173. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

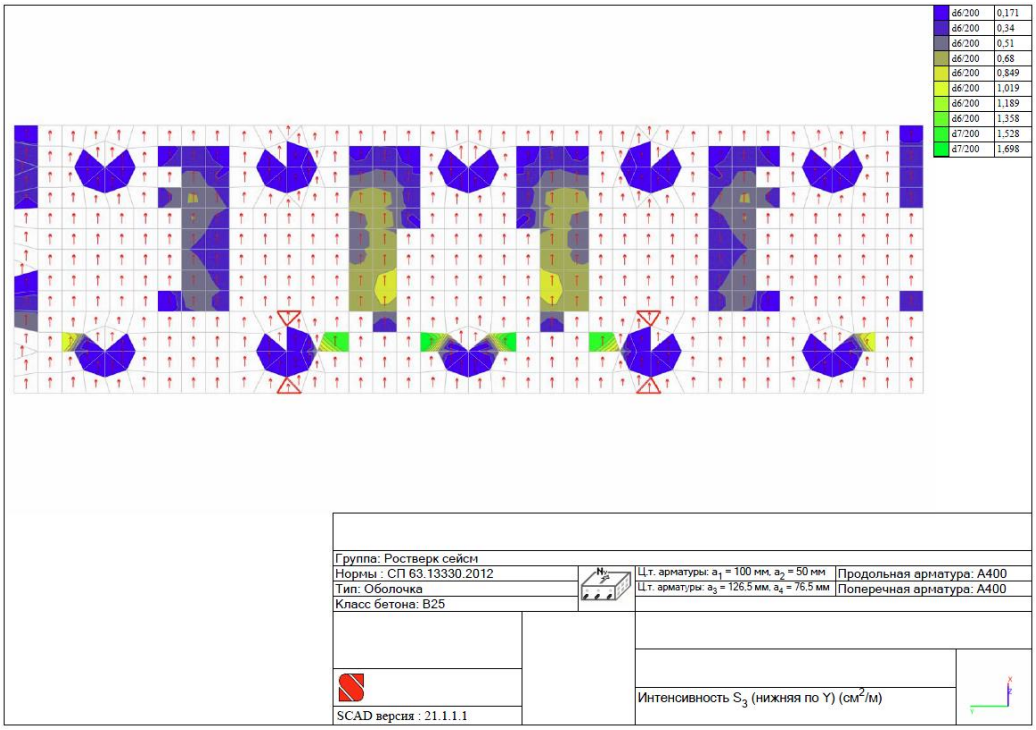


Рис. 6.174. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

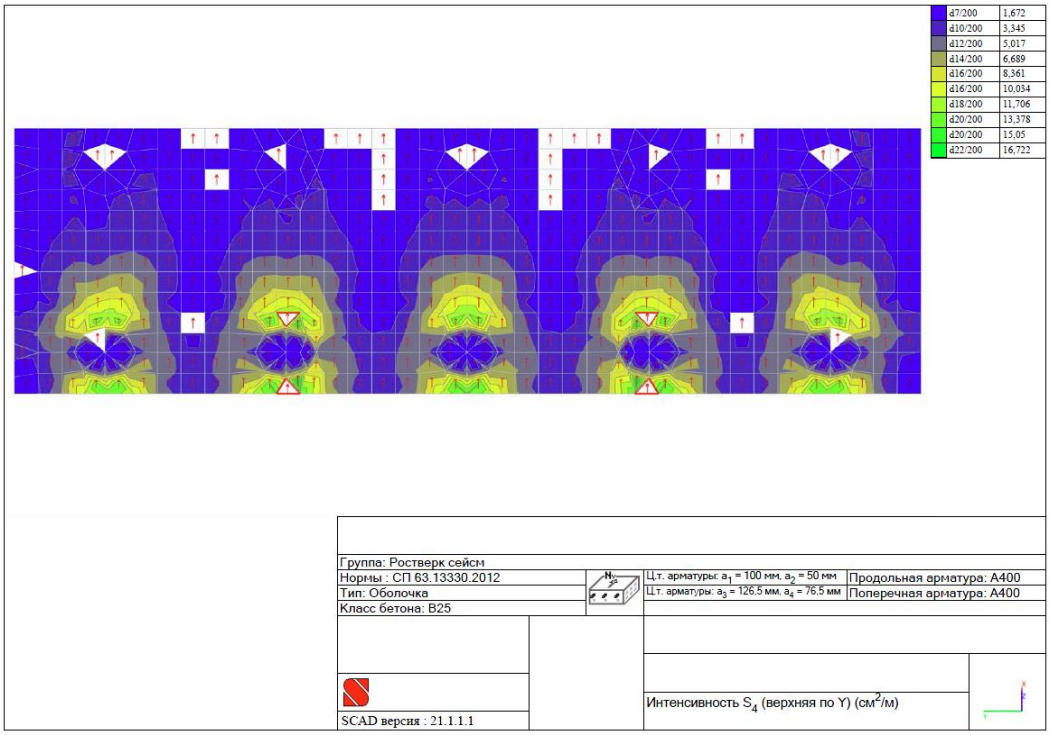


Рис. 6.175. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

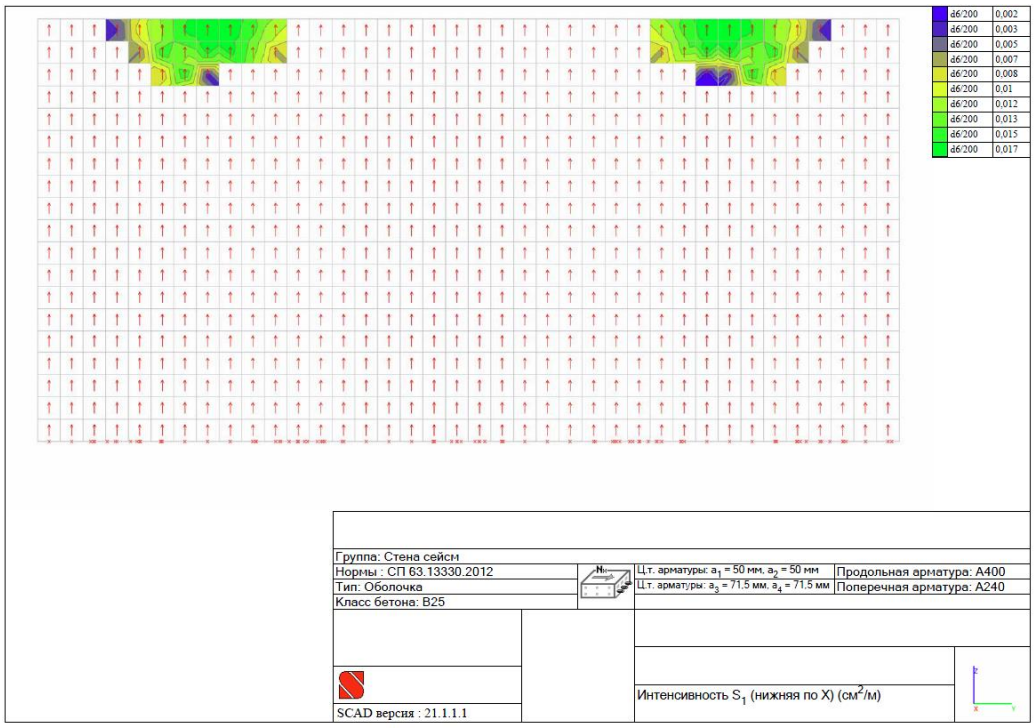


Рис. 6.176. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

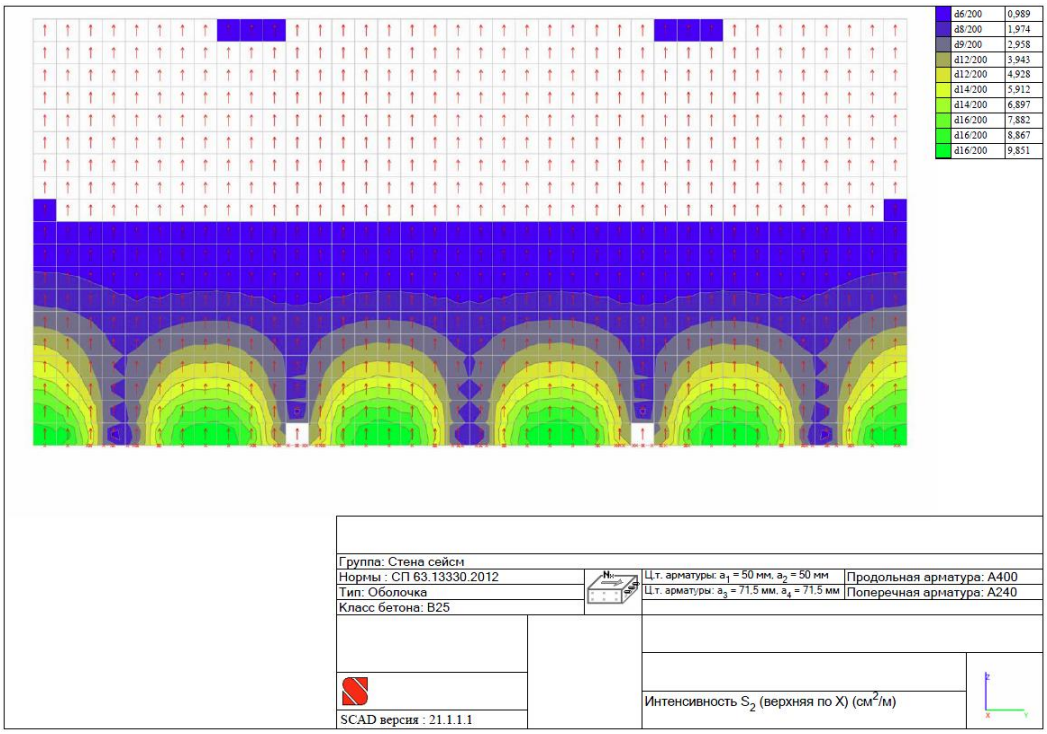


Рис. 6.177. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

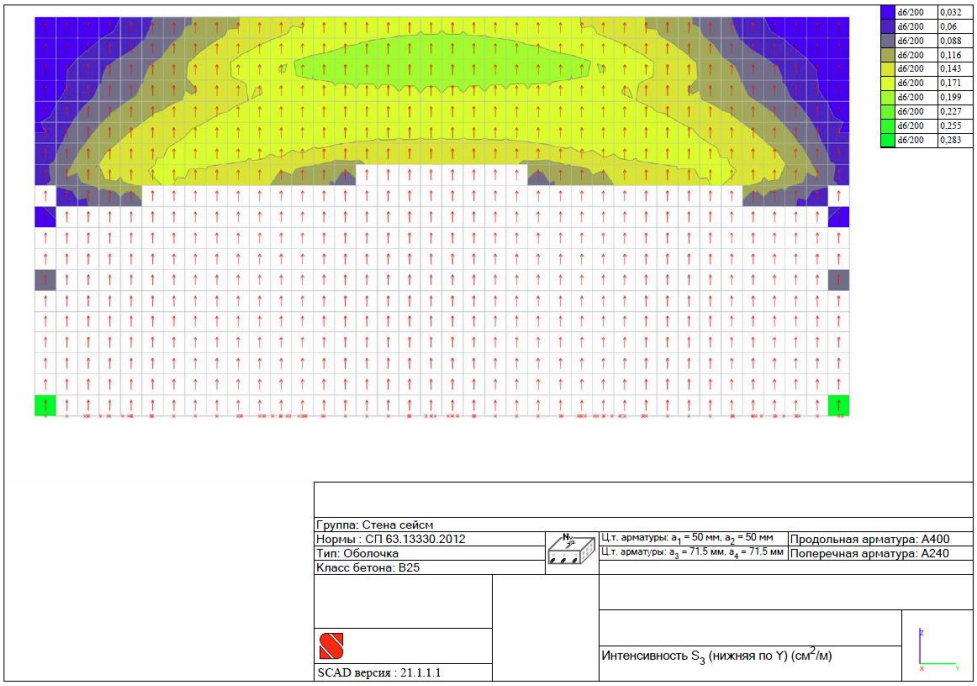


Рис. 6.178. Армирование стены. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

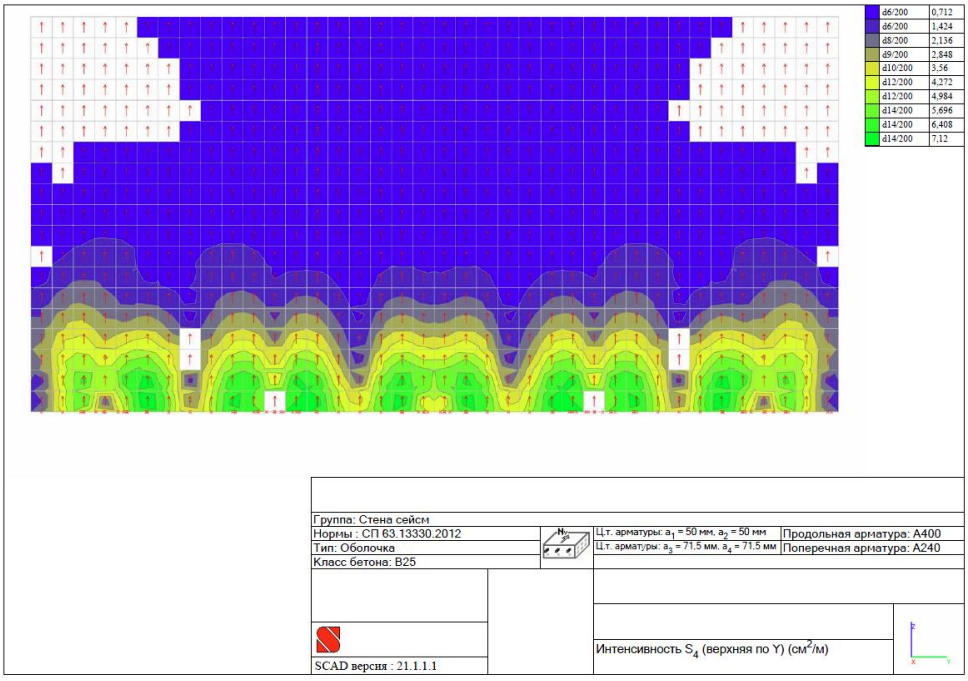


Рис. 6.179. Армирование стены. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 4.1-4.1

1. Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал, что дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорной стены СТ-4 не требуется.

6.6 Расчеты по линии разреза 5-5 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-4/2доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.180:

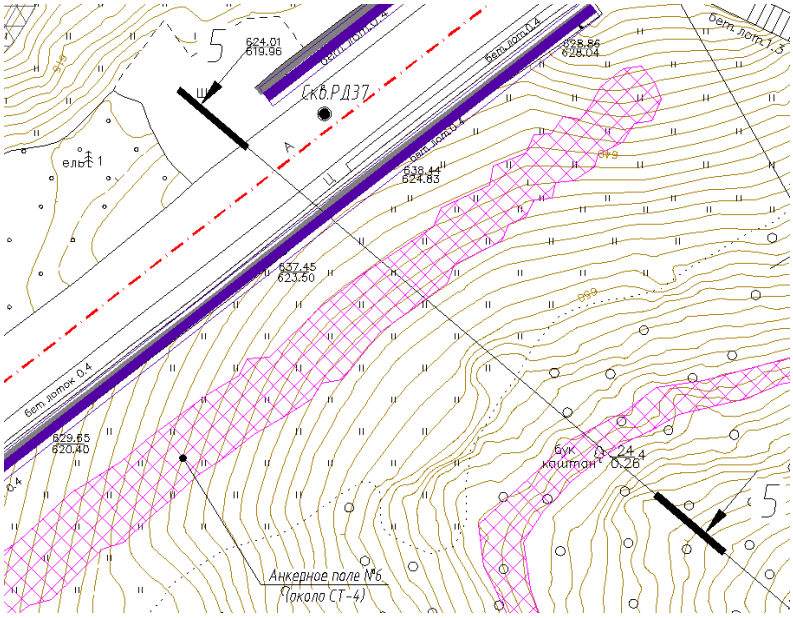


Рис. 6.180. Схема расположения разреза 5-5

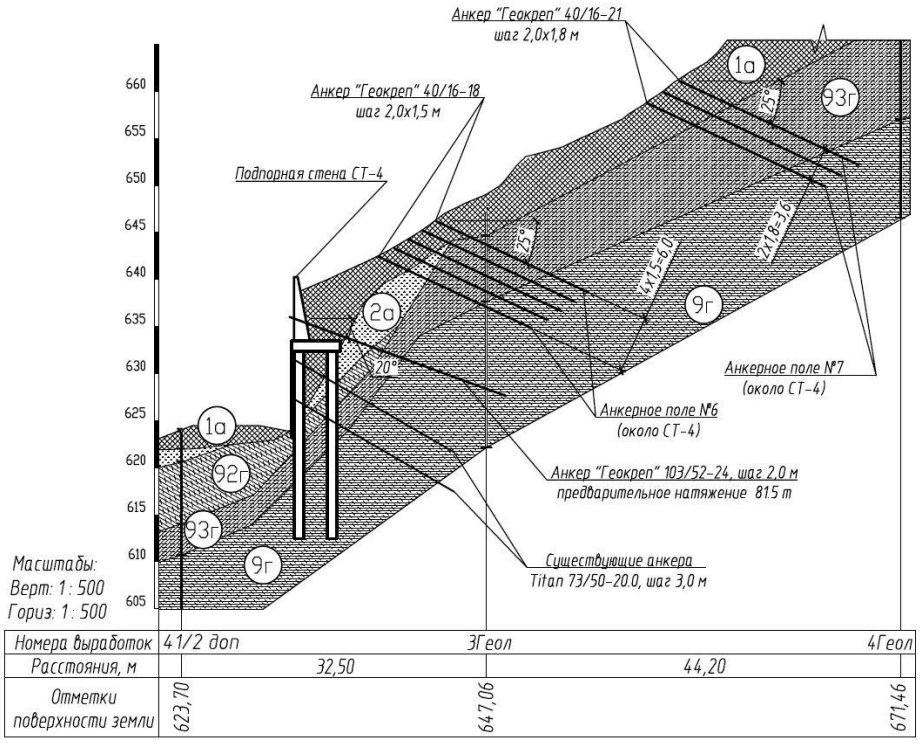


Рис. 6.181. Разрез 5-5

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

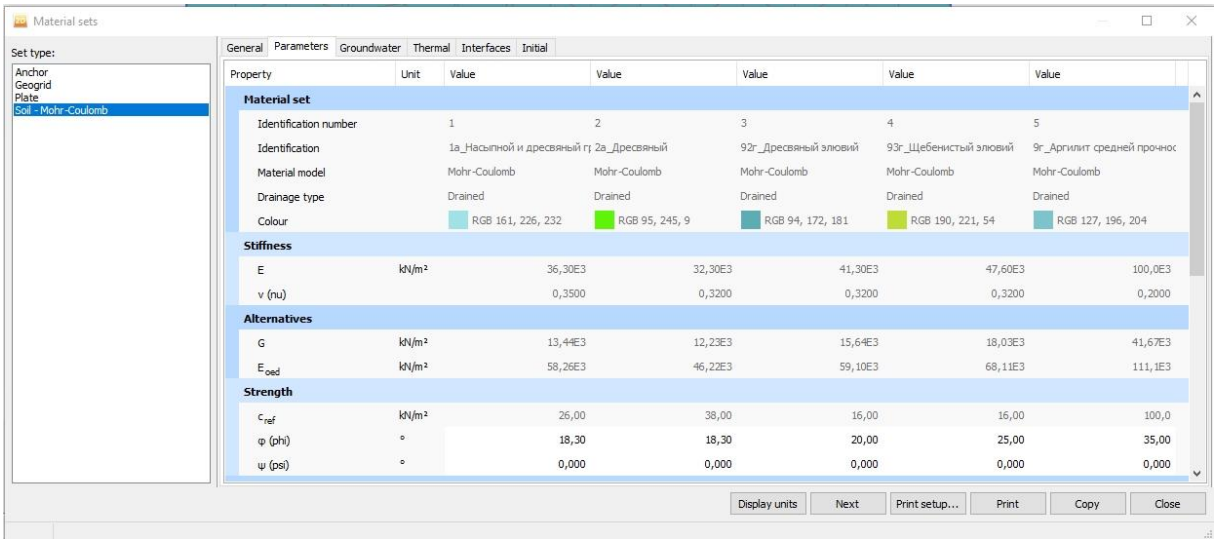


Рис.6 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.6.1 Расчет разреза 5-5 в существующем положении

Расчет разреза 5-5 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

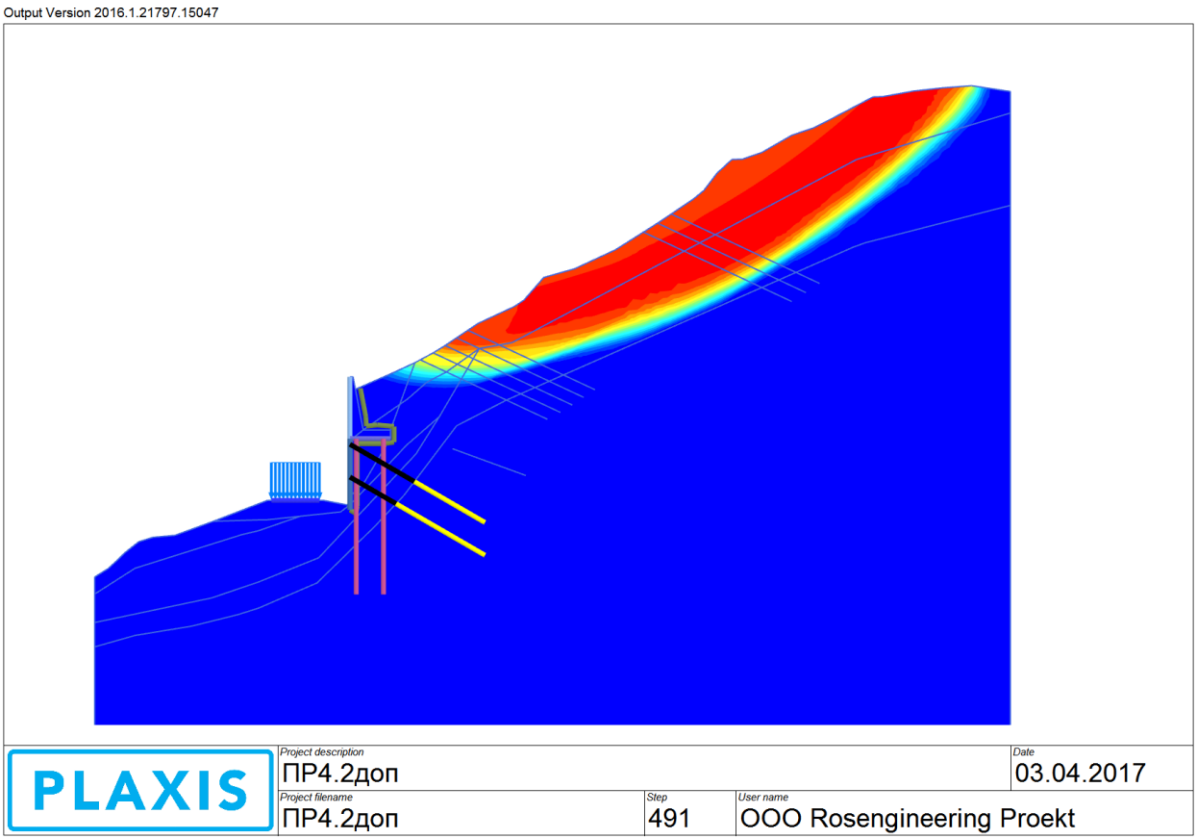


Рис. 6.182. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон неустойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости не обеспечен. K_{sf} =1,09 < K_{sfn} = 1,11. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

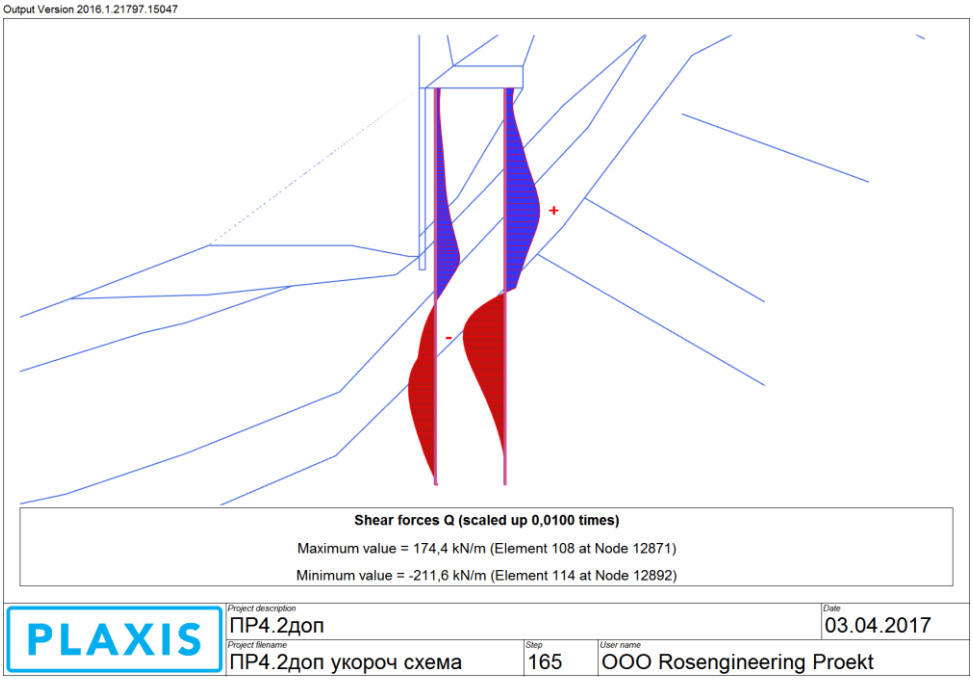


Рис. 6.183. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

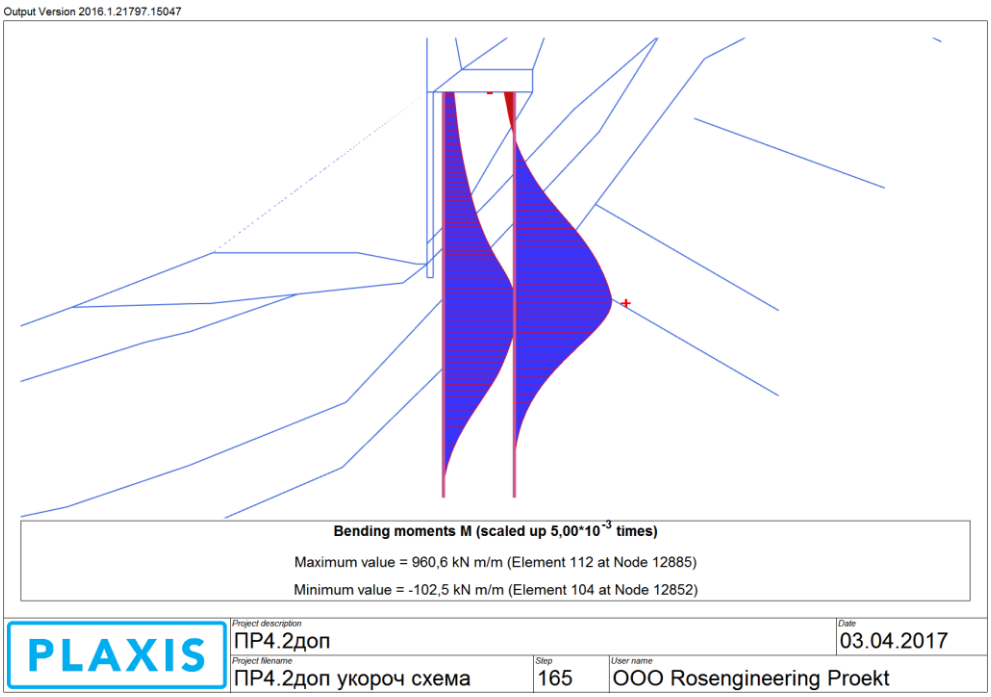


Рис. 6.184. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

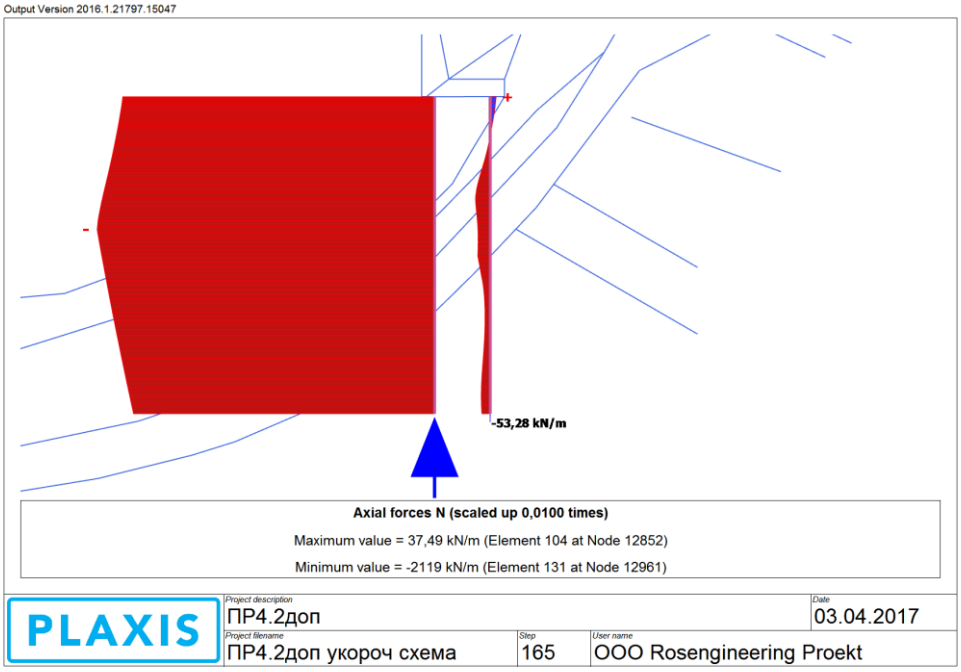


Рис. 6.185. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.43. Усилия в сваях подпорной стены СТ-4 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-648,01	220,24	-41,41
N2(п)	1,02	20,0	3,0	11.46	293,76	-64,71

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

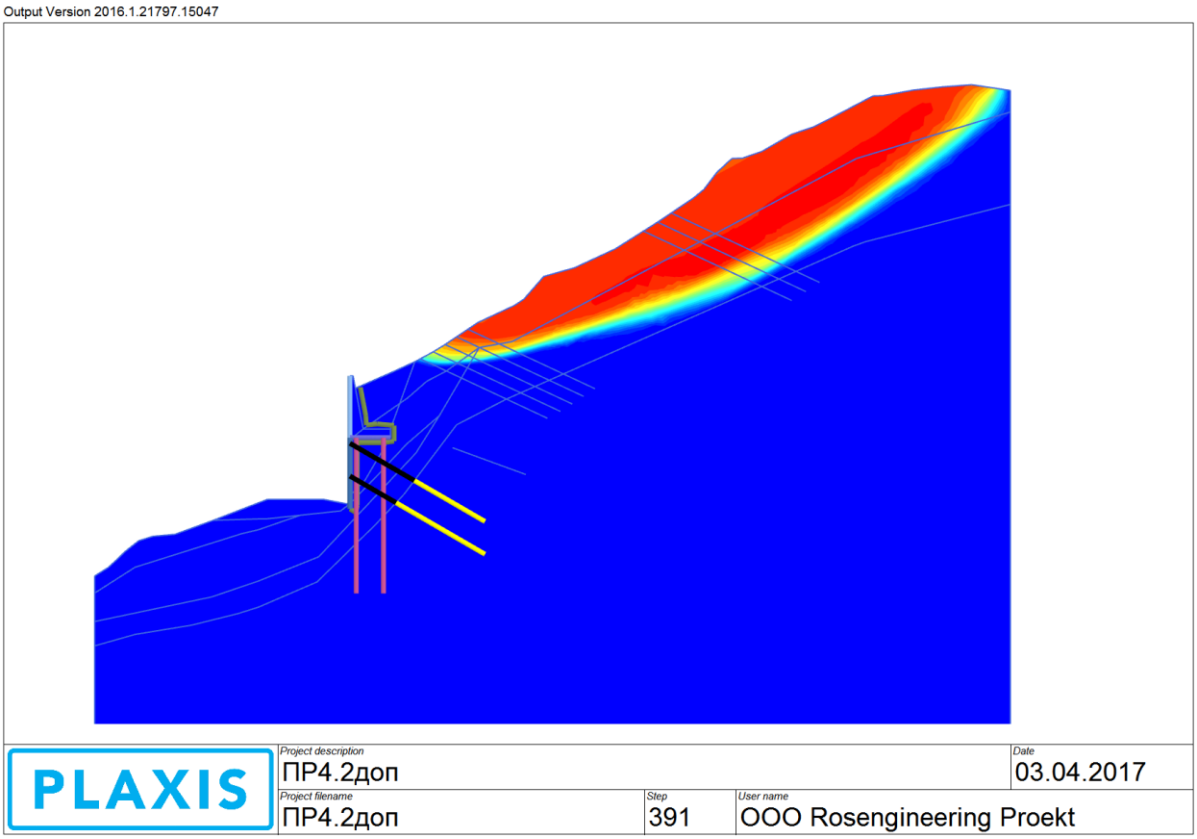


Рис. 6.186. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон неустойчив. K_{sf} =0,92 < K_{sfn} = 1,05. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

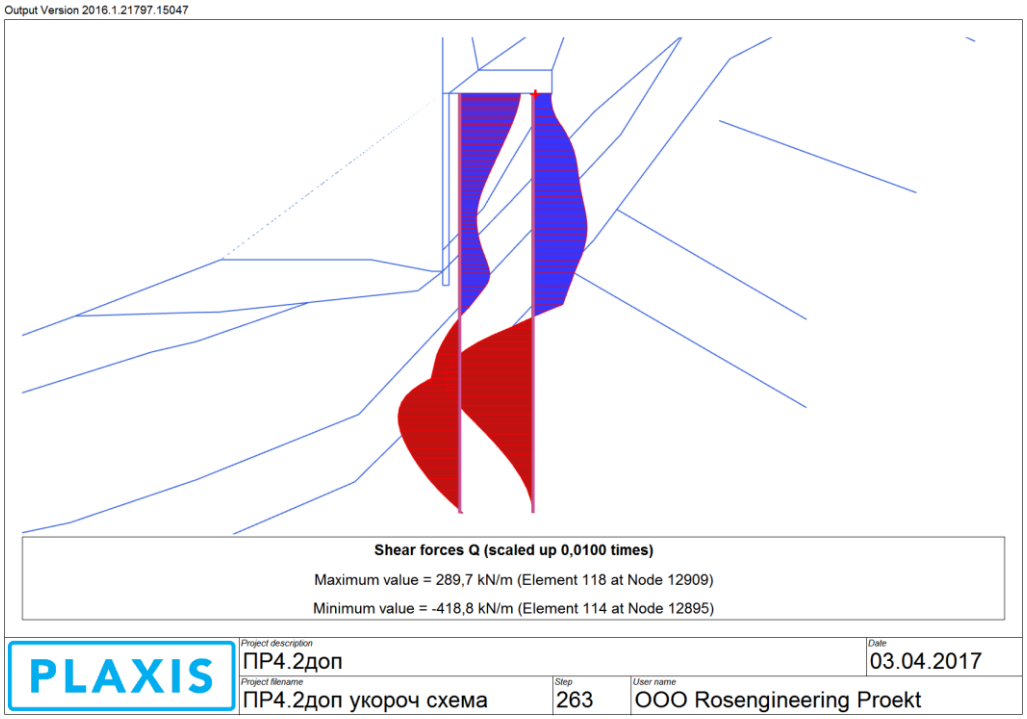


Рис. 6.187. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

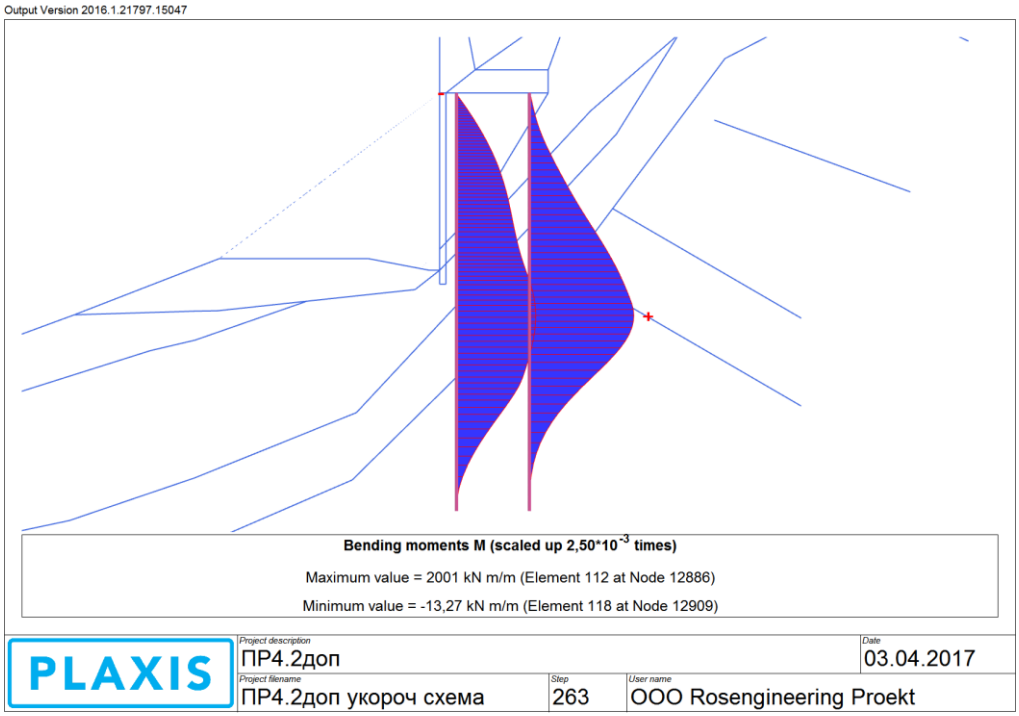


Рис. 6.188. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

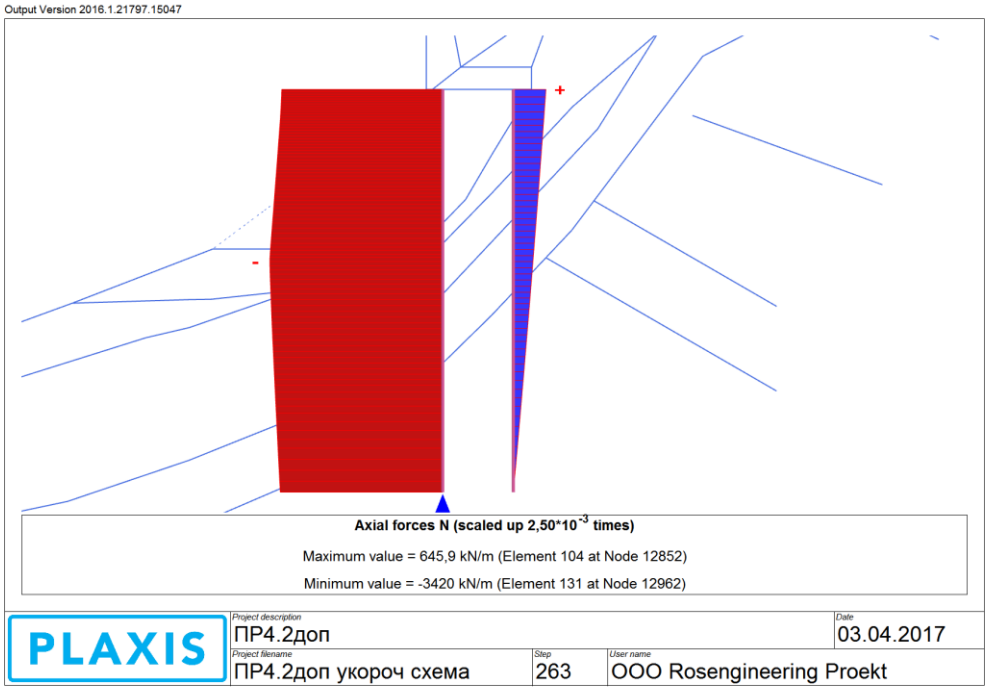


Рис. 6.189. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.44. Усилия в сваях подпорной стены СТ-4 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-1045,87	464,53	-89,97
N2(п)	1,02	20,0	3,0	197.52	611,93	-128,07

Расчет конструкции свай СТ-4 по разрезу 5-5 в программе SCAD

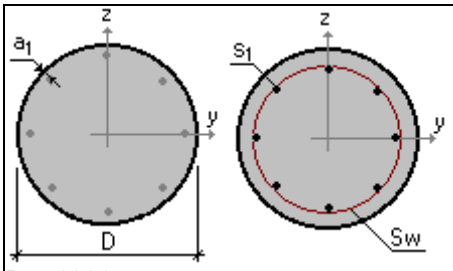
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

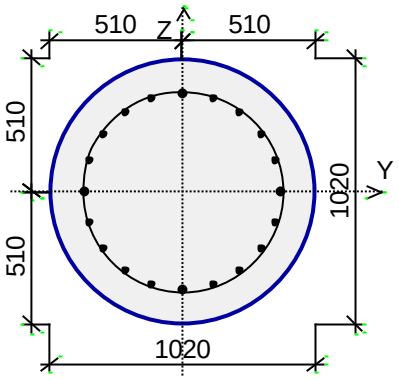
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-22,22	293,76	0	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,015
	Прочность по предельному моменту сечения	**1,608**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

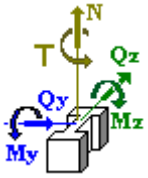
Коэффициент использования 1,608 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

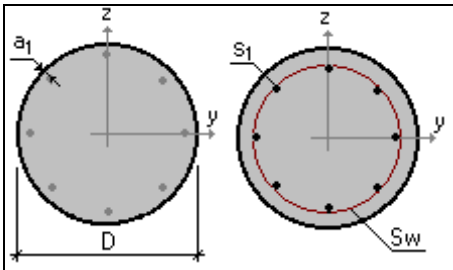
Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

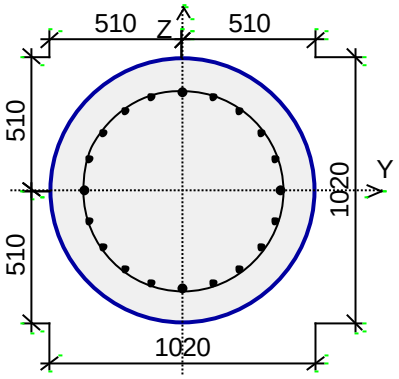
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т	Т*м				
1	98,35	611,93	0	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,143
	Прочность по предельному моменту сечения	**2,918**

Коэффициент использования 2,918 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

6.6.2 Расчет разреза 5-5 с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления подпорной стены

Расчет разреза 5-5 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

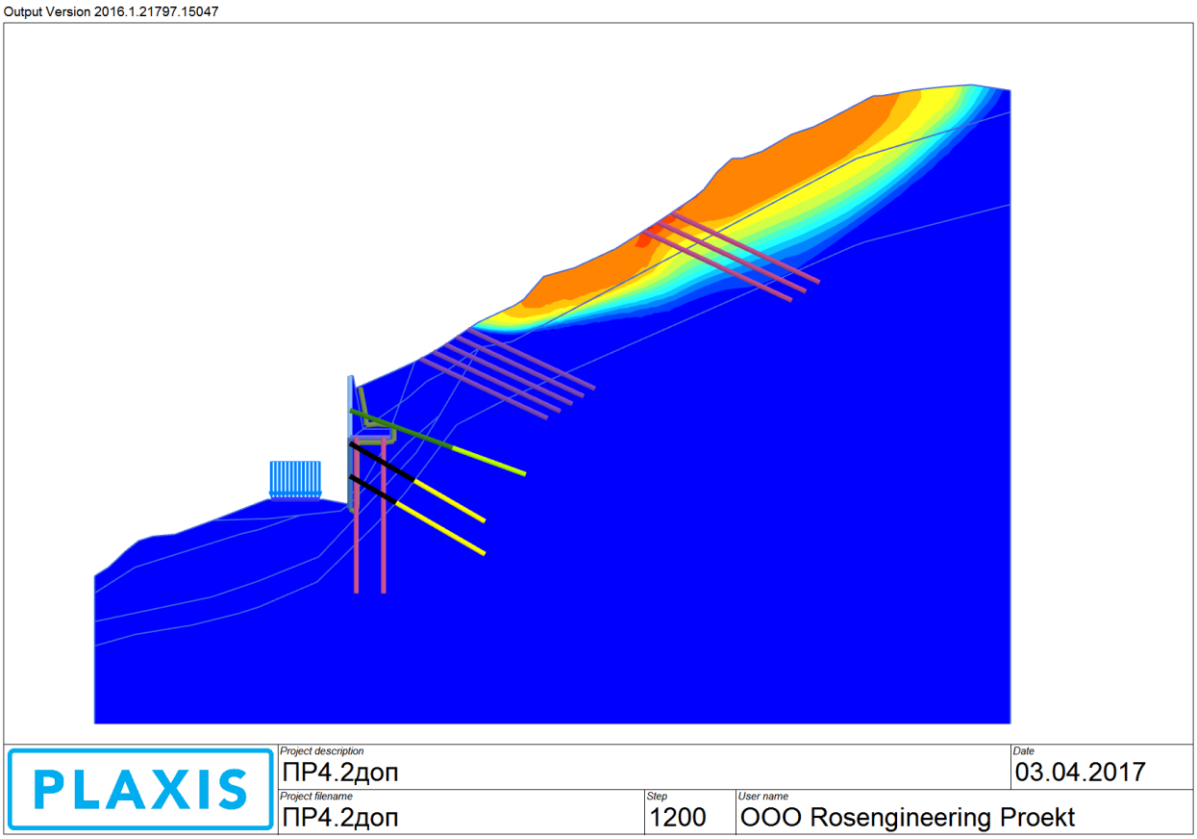


Рис. 6.190. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,364 > K_{sfn} = 1,11.

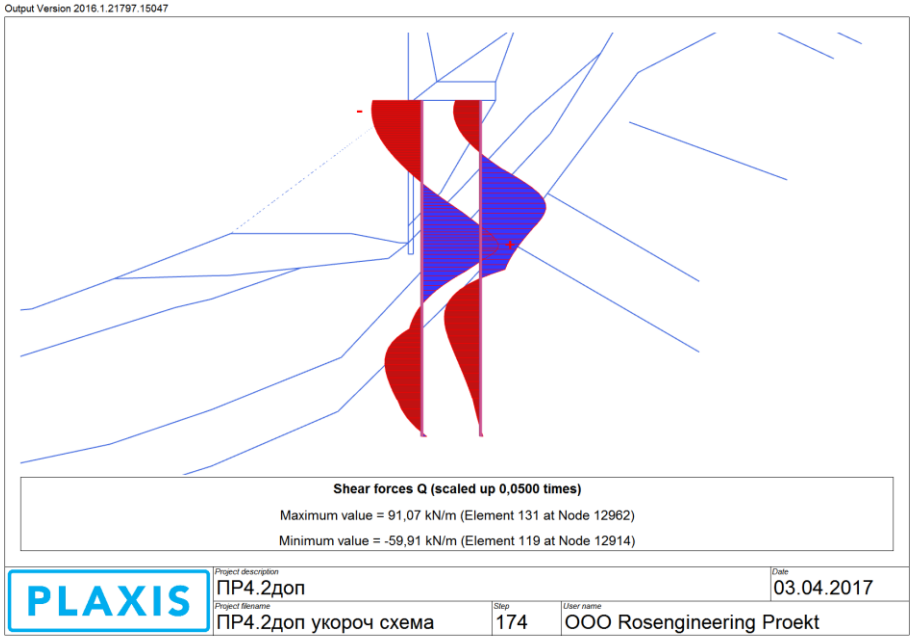


Рис. 6.191. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

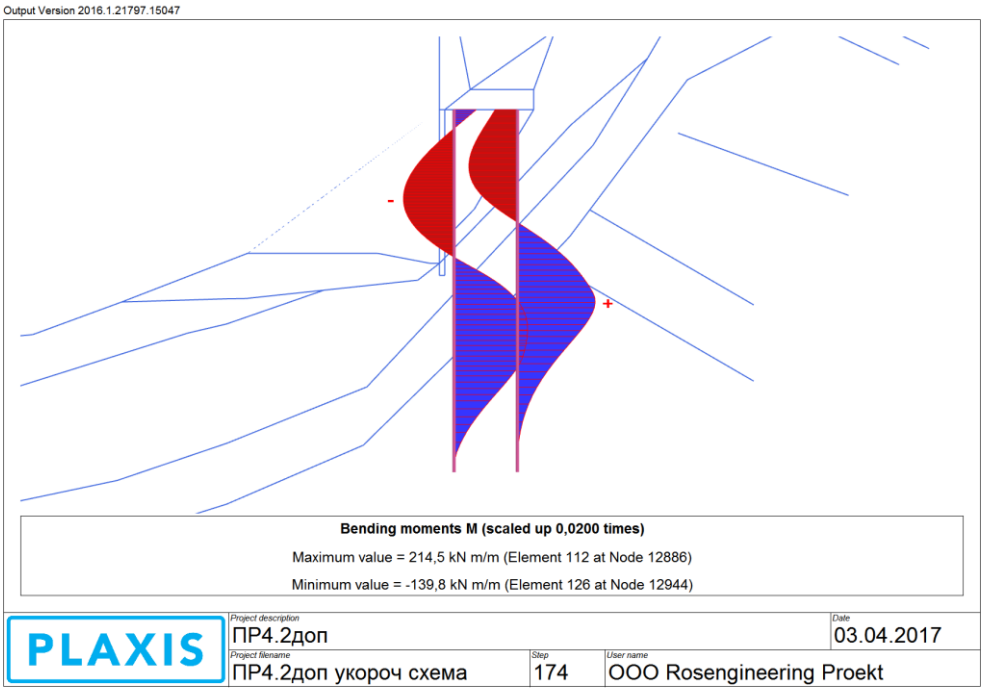


Рис. 6.192. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

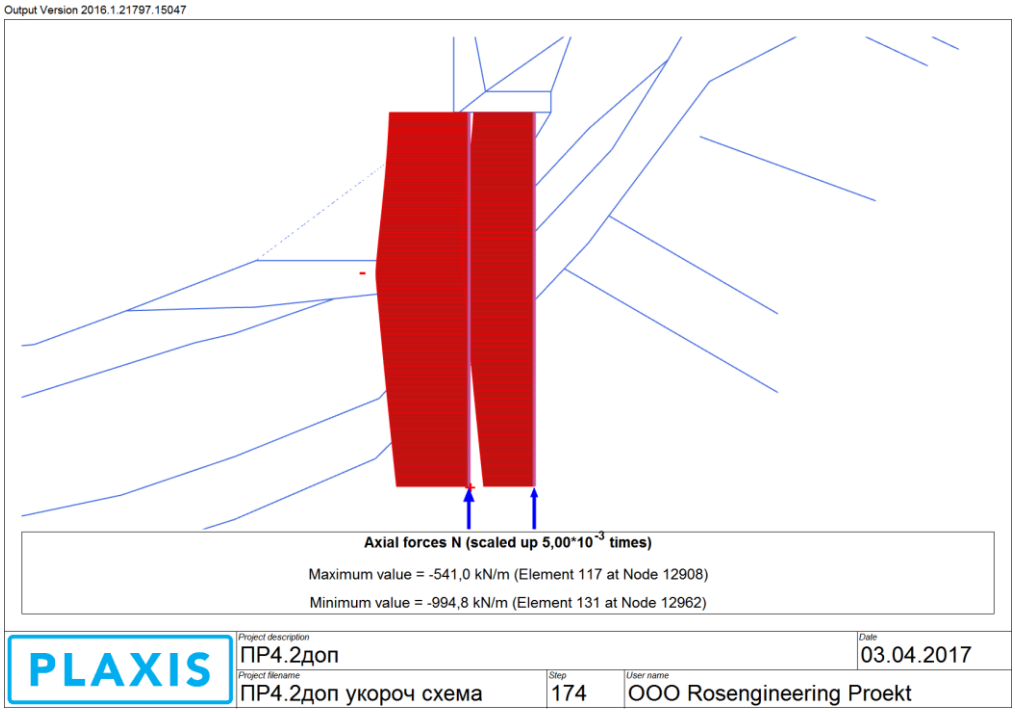


Рис. 6.193. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.45. Усилия в сваях подпорной стены СТ-4 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-304,22	61,99	27,85
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-238,87	65,6	23,88

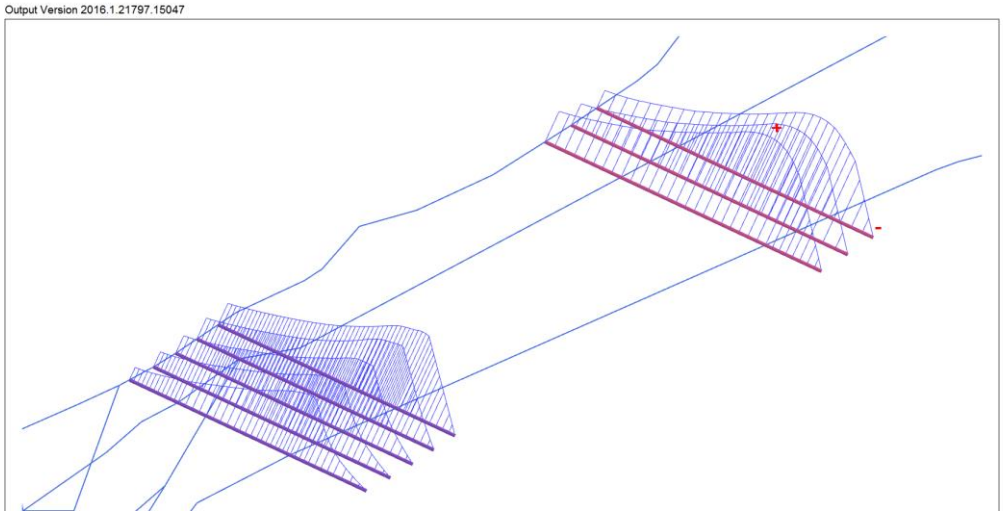


Рис. 6.194. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерных полей №6 (около СТ-4) и №7 (около СТ-4) при основном сочетании нагрузок. Nmax=137,1 кН/м

Таблица 6.46. Усилия в грунтовых анкерах Анкерных полей №6 (около СТ-4) и №7 (около СТ-4) при основном сочетании нагрузок

№ анкерного поля	№ ряда анкеров	Усилие в анкерах на пог. метр, т/м	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №7 (Около СТ-4)	А1(в)	12,13	2,0	24,26	40/16	21,0
	А2	12,88	2,0	25,76	40/16	21,0
	А3 (н)	14,0	2,0	28,0	40/16	21,0
Анкерное поле №6 (около СТ-4)	А4 (в)	11,23	2,0	22,46	40/16	18,0
	А5	11,3	2,0	22,6	40/16	18,0
	А6	10,12	2,0	20,24	40/16	18,0
	А7	9,4	2,0	18,8	40/16	18,0
	А8 (н)	8,8	2,0	17,6	40/16	18,0

Таблица 6.47. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-4 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А	81,55	2,0	81,55	103/51	24,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

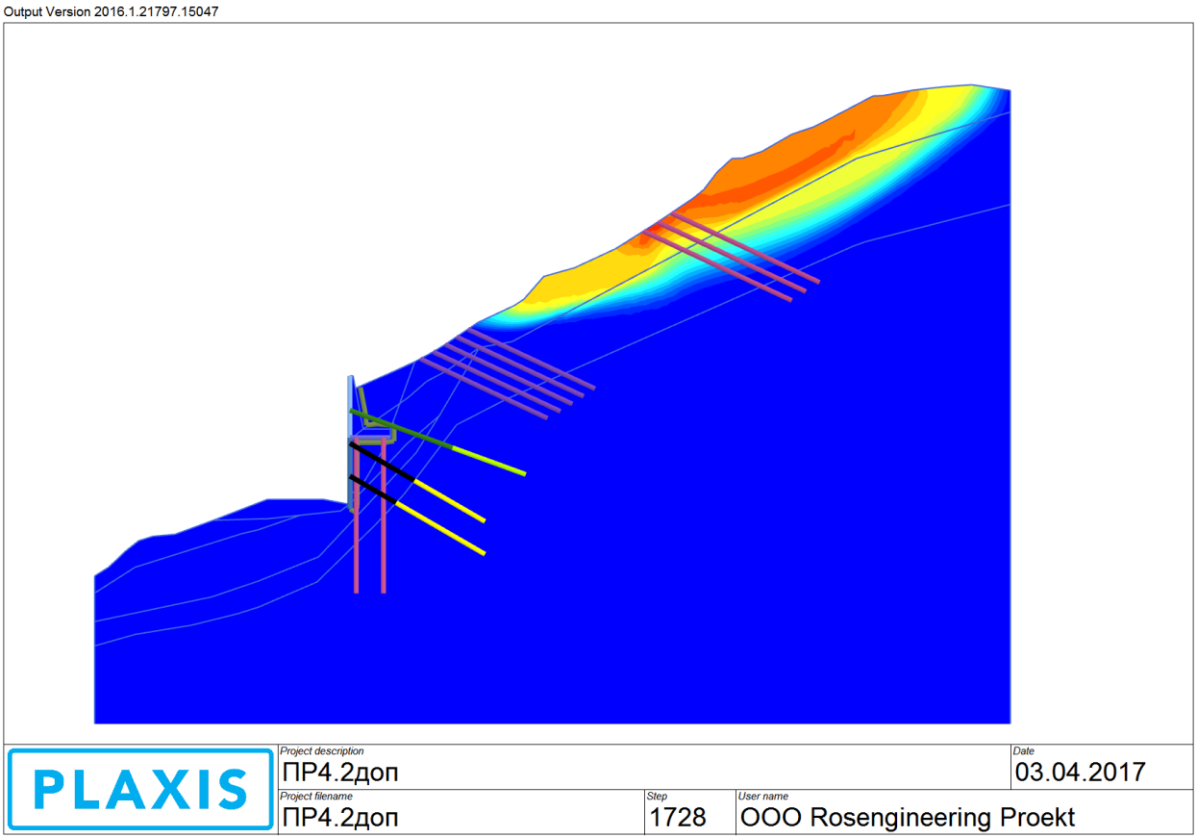


Рис. 6.195. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,152 > K_{sfn} = 1,05.

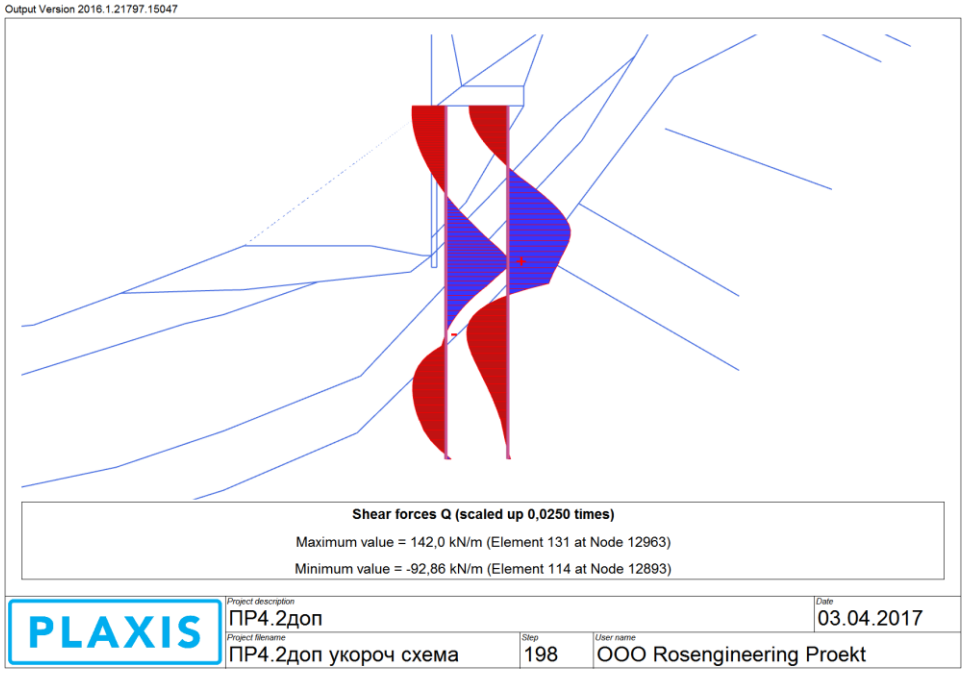


Рис. 6.196. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

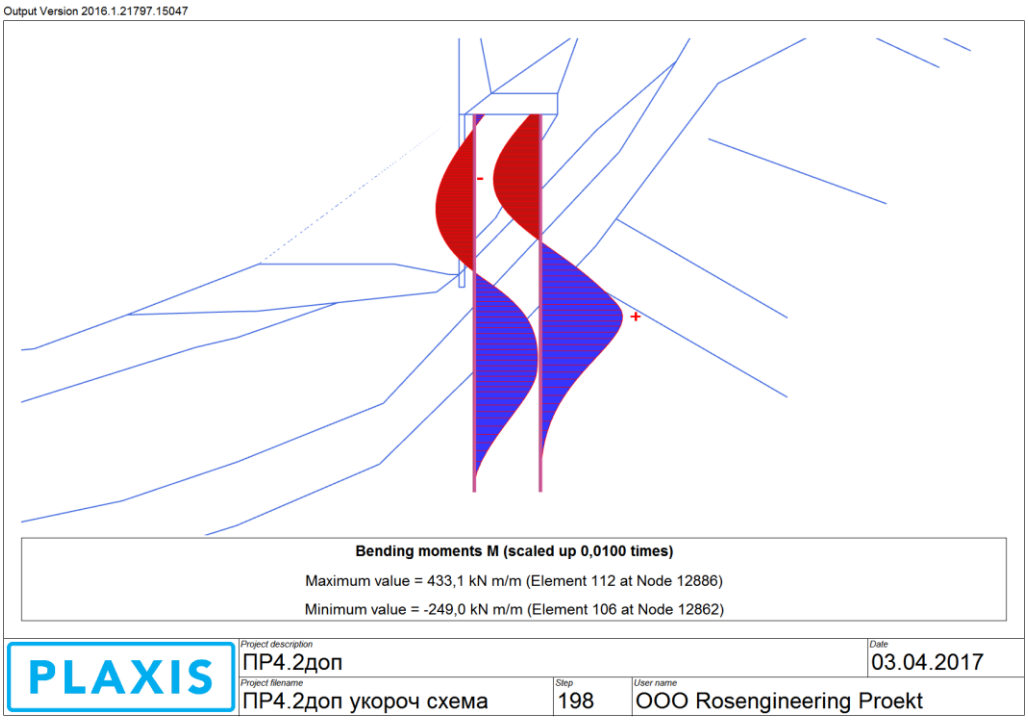


Рис. 6.197. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

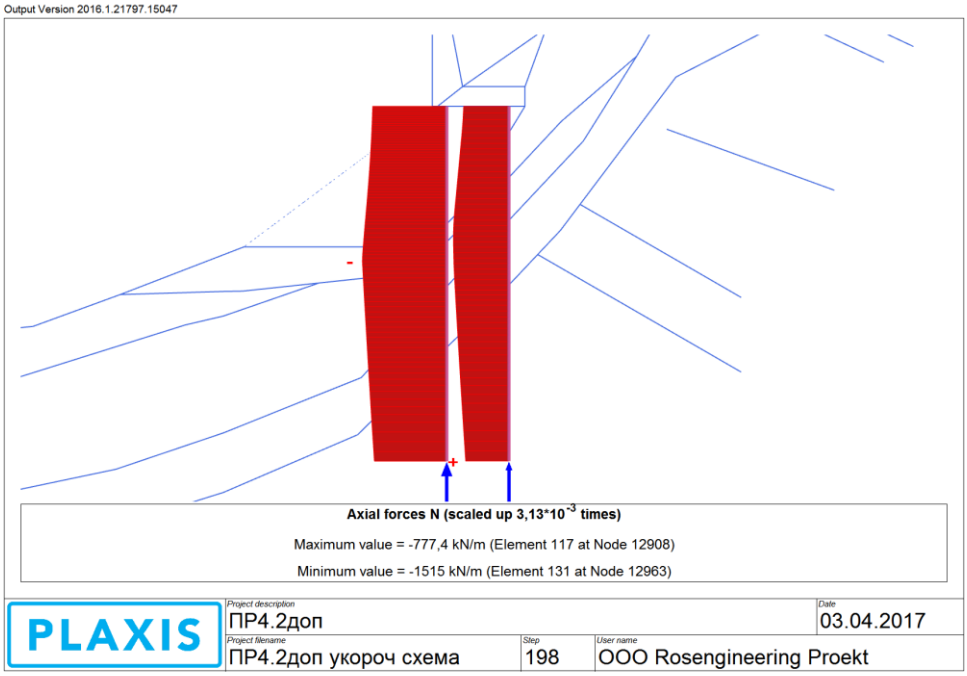


Рис. 6.198. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.48. Усилия в сваях подпорной стены СТ-4 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-463,3	101,99	-23,26
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-305,11	132,45	43,43

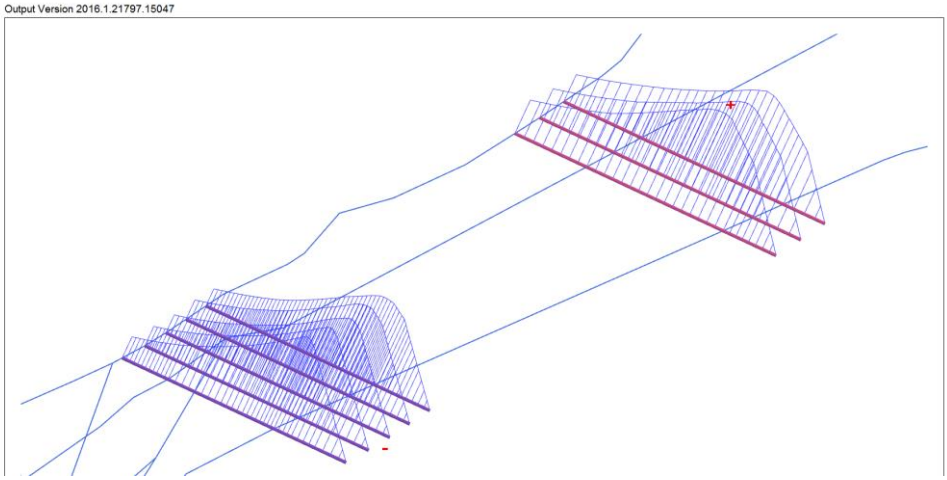


Рис. 6.199. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерных полей №6 (около СТ-4) и №7 (около СТ-4) при особом сочетании нагрузок.

Nmax=155,8 кН/м

Таблица 6.49. Усилия в грунтовых анкерах Анкерных полей №6 (около СТ-4) и №7 (около СТ-4) при особом сочетании нагрузок

№ анкерного поля	№ ряда анкеров	Усилие в анкерах на пог. метр, т/м	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №7 (около СТ-4)	А1(в)	14,36	2,0	28,72	40/16	21,0
	А2	14,94	2,0	29,88	40/16	21,0
	А3 (н)	15,94	2,0	31,88	40/16	21,0
Анкерное поле №6 (около СТ-4)	А4 (в)	12,32	2,0	24,64	40/16	18,0
	А5	13,18	2,0	26,36	40/16	18,0
	А6	13,47	2,0	26,94	40/16	18,0
	А7	14,1	2,0	28,2	40/16	18,0
	А8 (н)	14,6	2,0	29,2	40/16	18,0

Таблица 6.50. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-4 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м

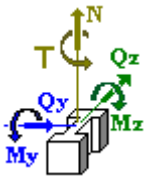
A	217,56	2,0	103/51	24,0

Расчет конструкции свай СТ-4 по разрезу 5-5 в программе SCAD

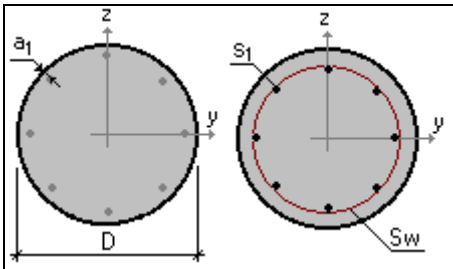
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

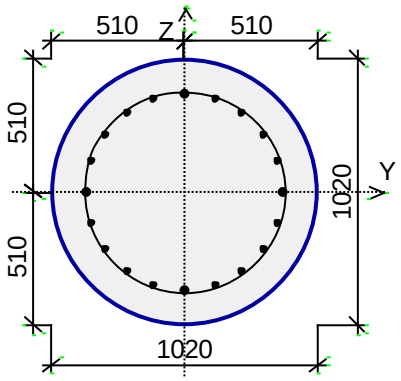
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость

Ограниченная ширина раскрытия трещин

Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры

Допустимая ширина раскрытия трещин:

Непродолжительное раскрытие 0,4 мм

Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-304,22	14,57	27,85	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,203
	Прочность по предельному моменту сечения	0,262
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,148
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,497
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

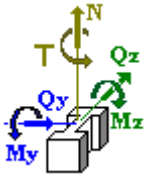
Коэффициент использования 0,497 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

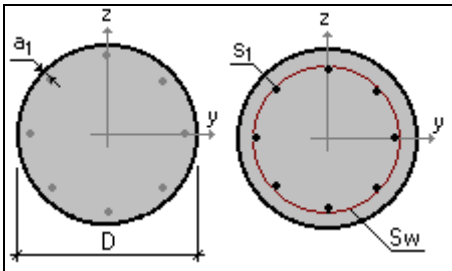
Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

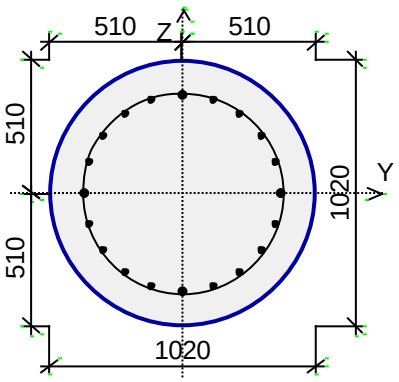
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-463	22,42	43,43	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,245
	Прочность по предельному моменту сечения	0,313
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,207
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,727
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,727 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-4 по разрезу 5-5 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

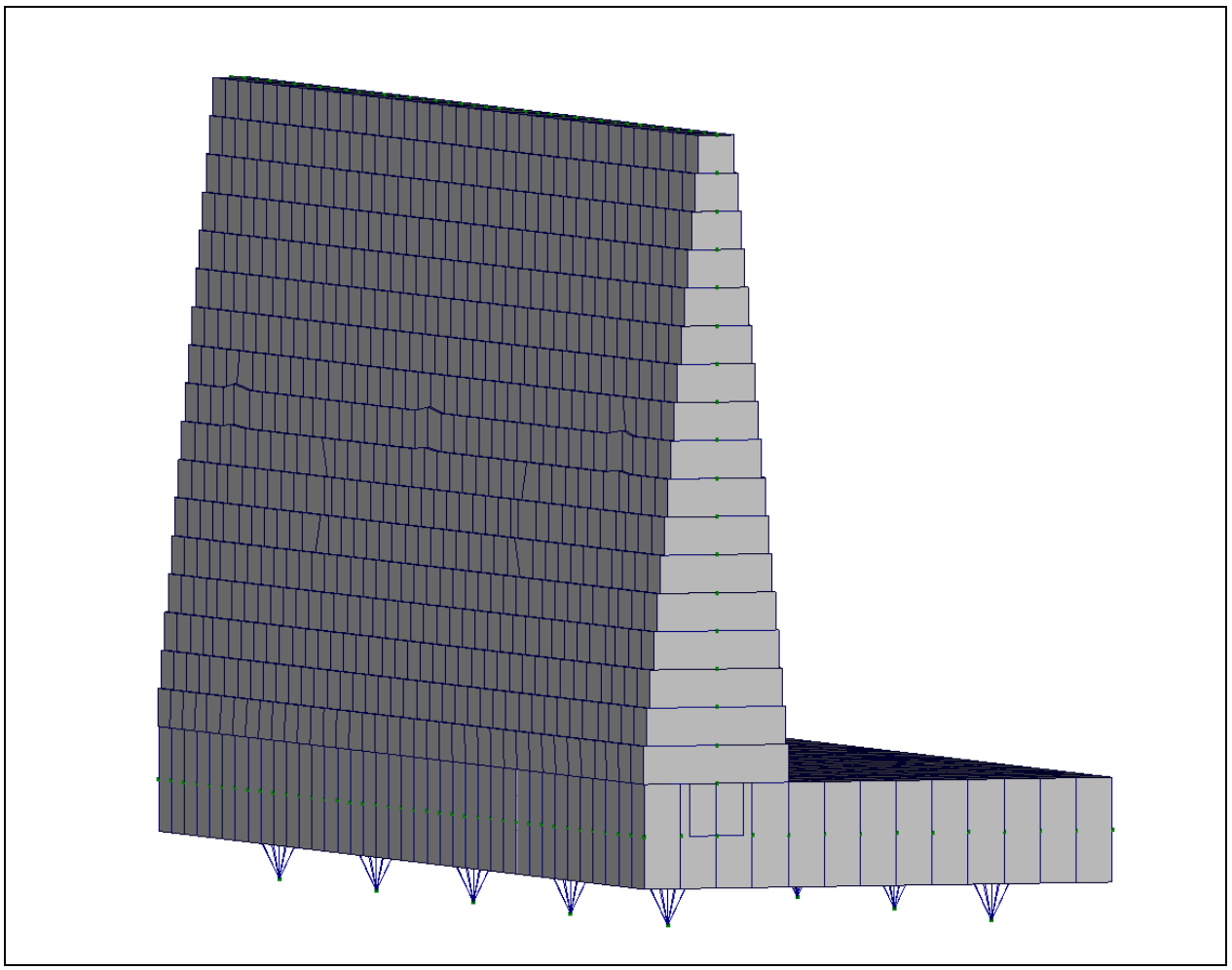


Рис. 6.200. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

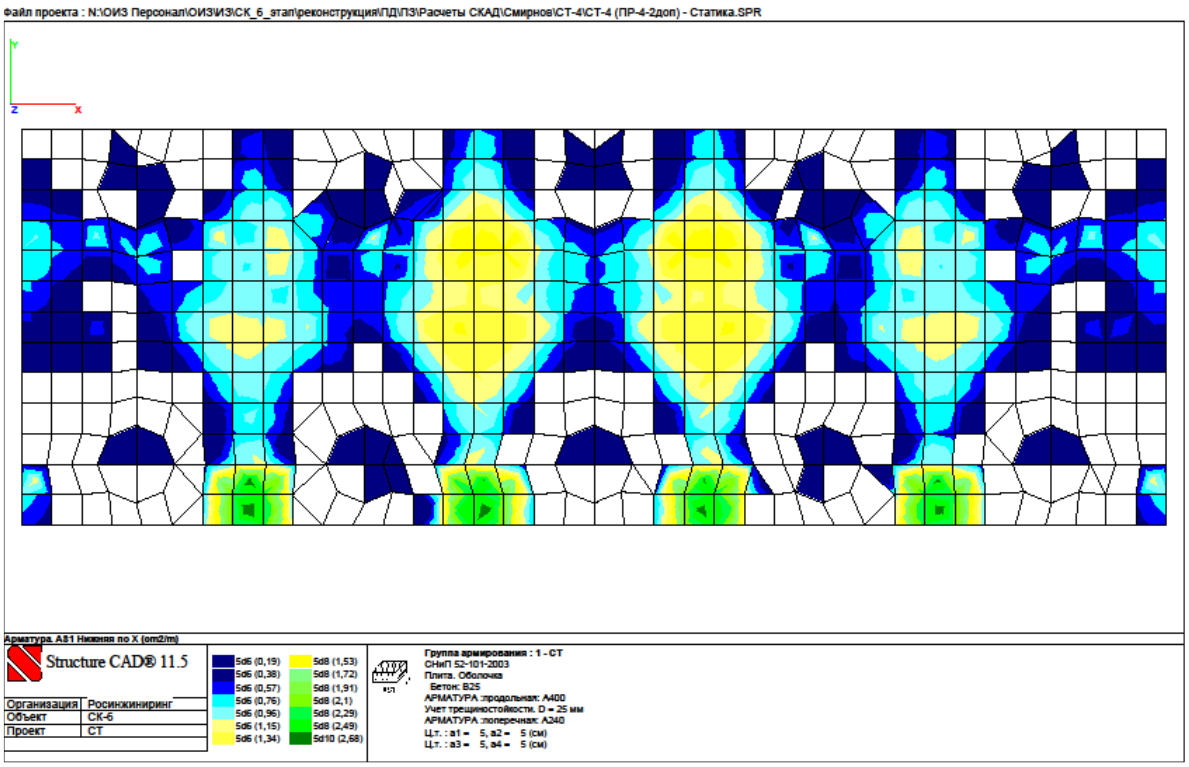


Рис. 6.201. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

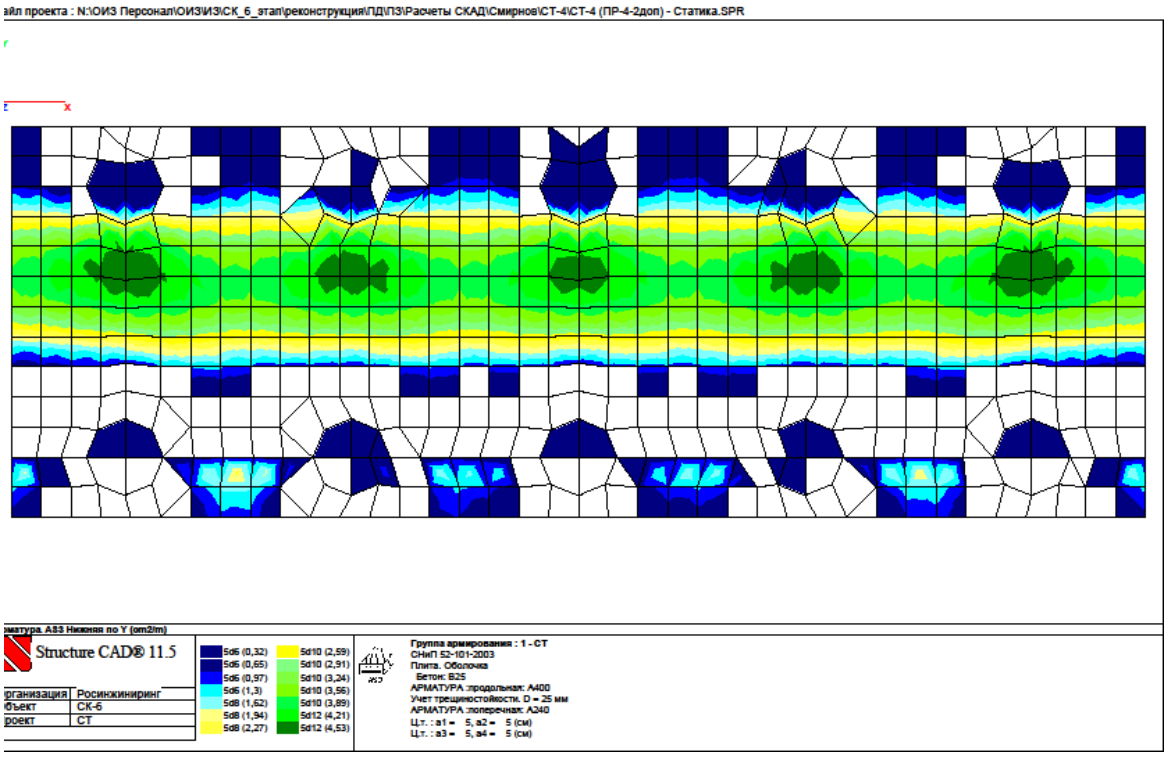


Рис. 6.202. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

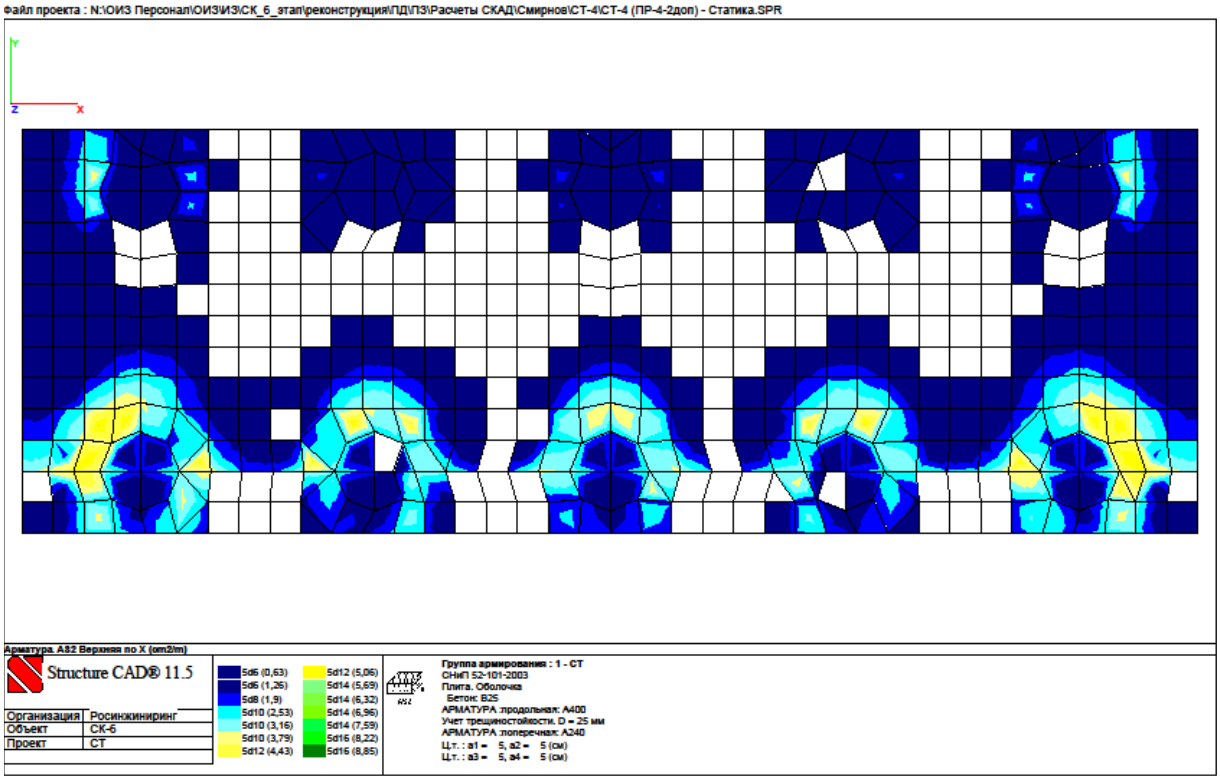


Рис. 6.203. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

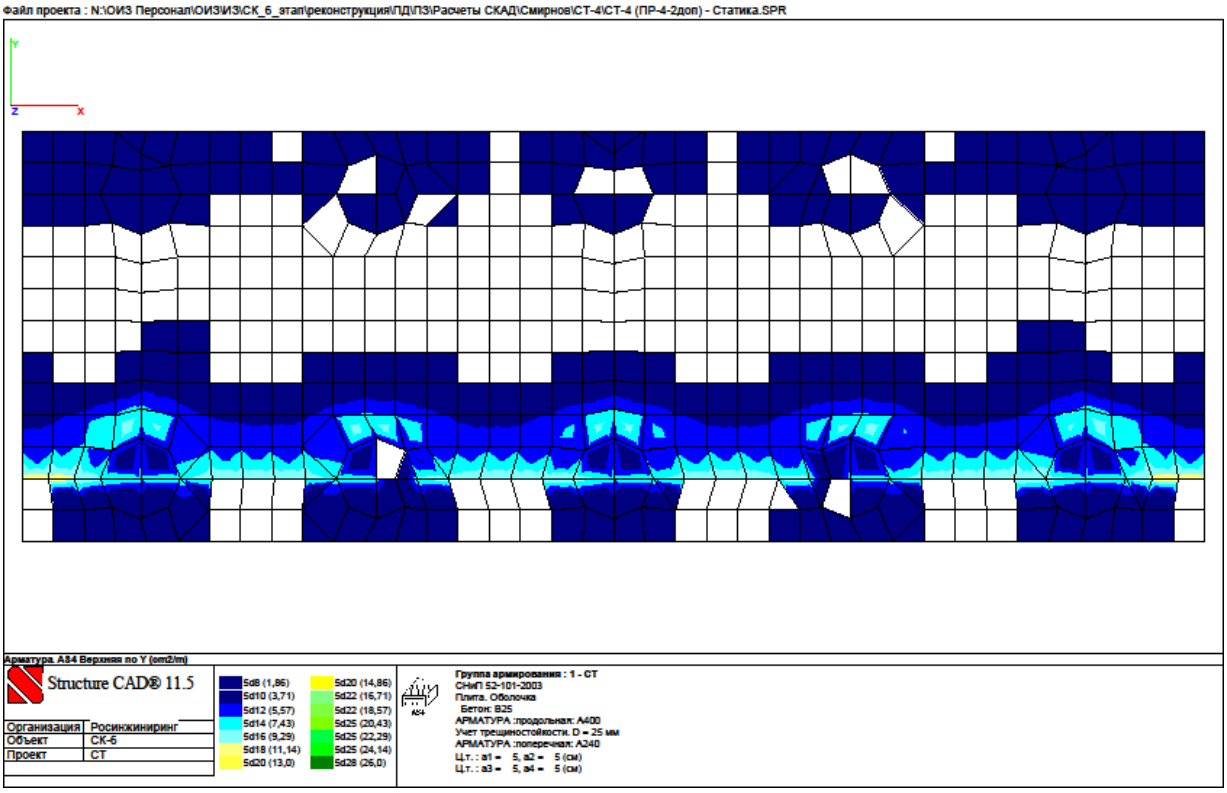


Рис. 6.204. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

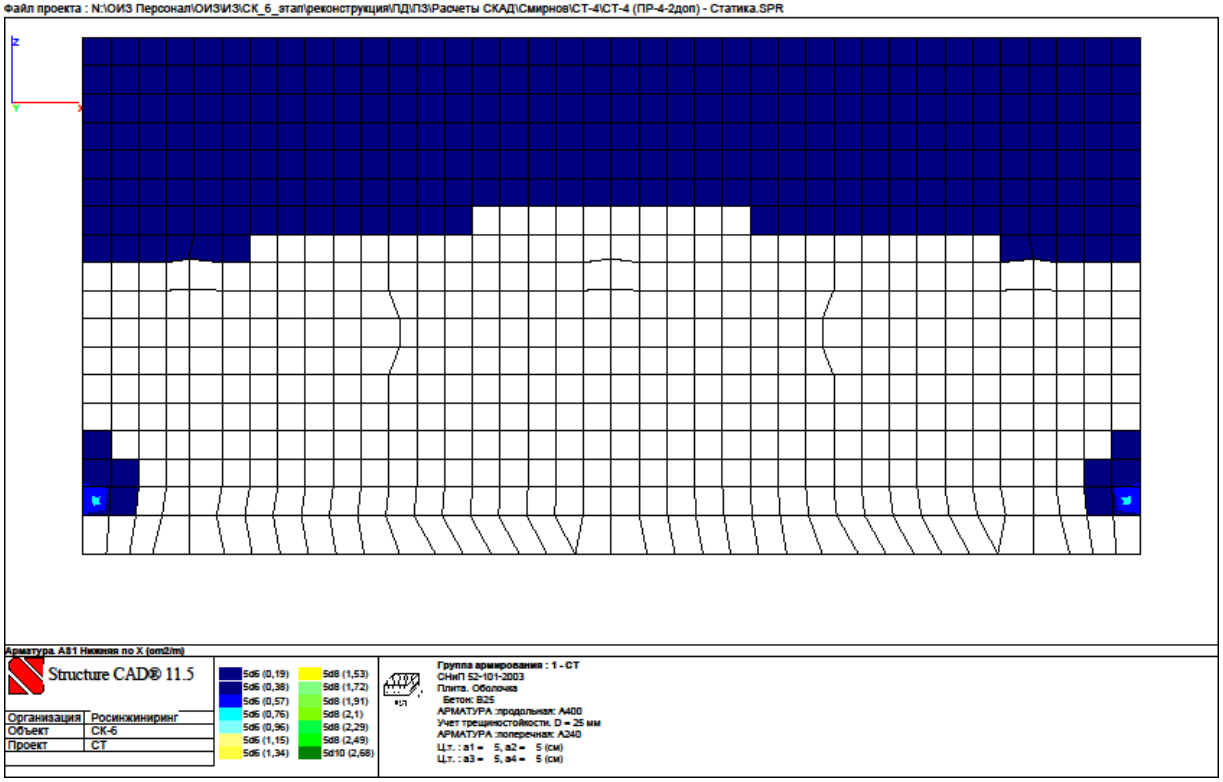


Рис. 6.205. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

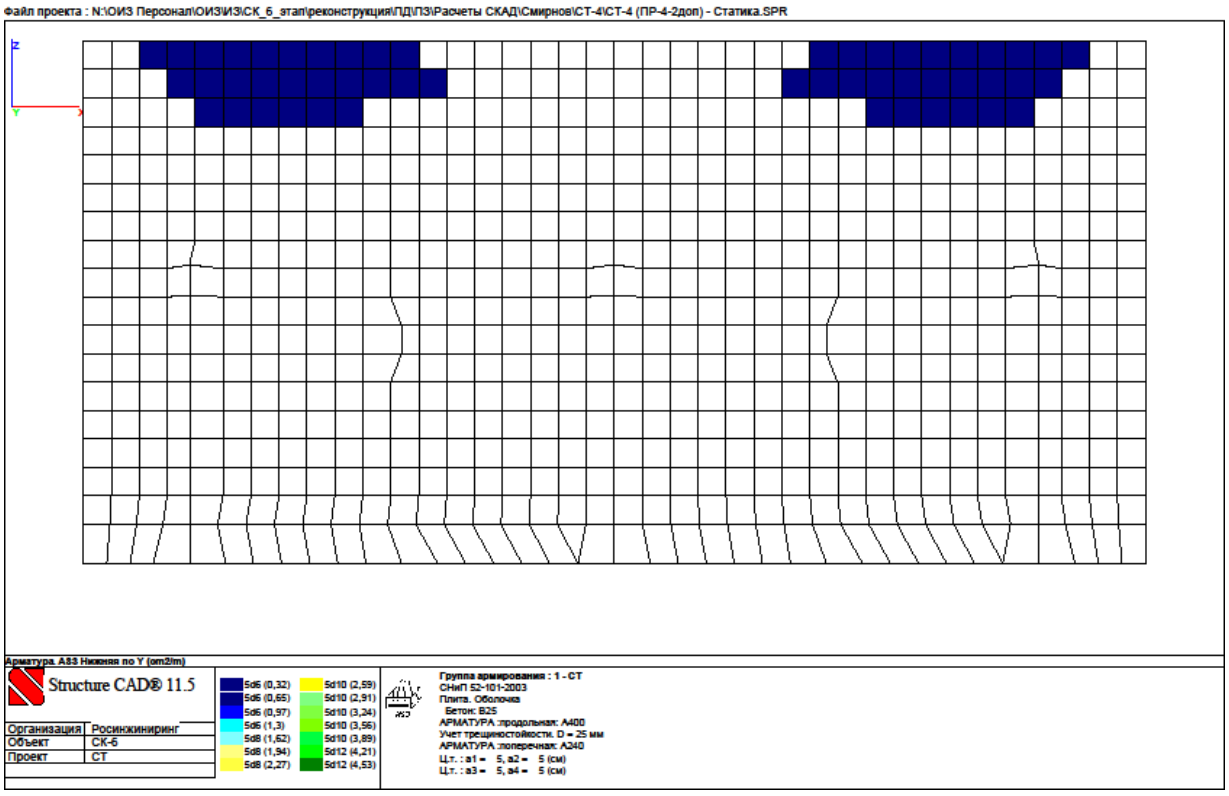


Рис. 6.206. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

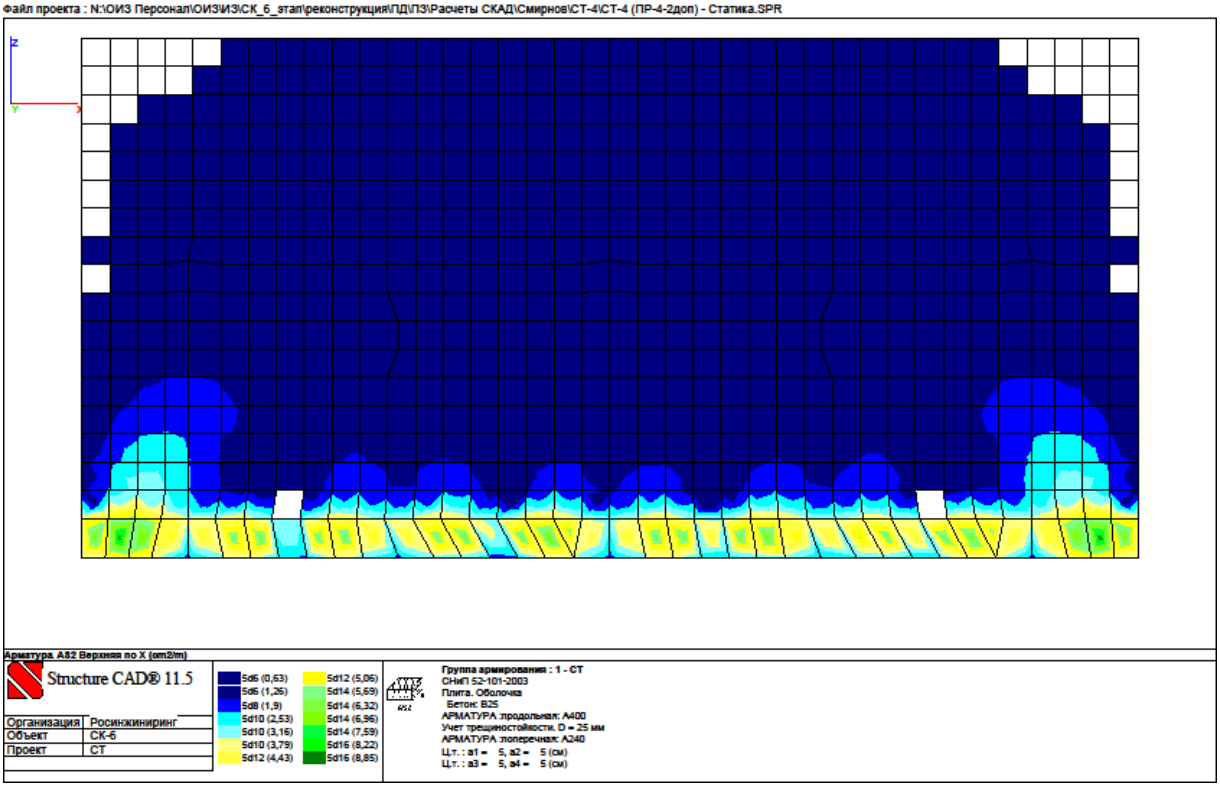


Рис. 6.207. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

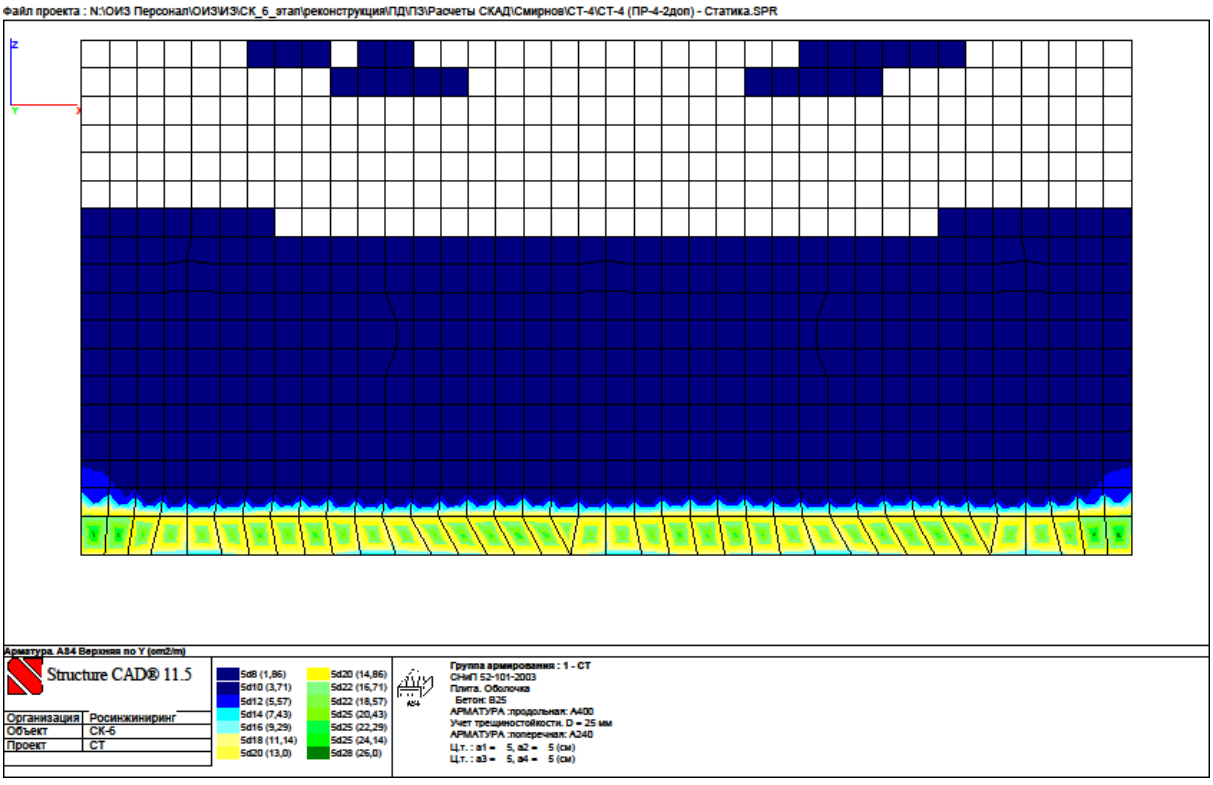


Рис. 6.208. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

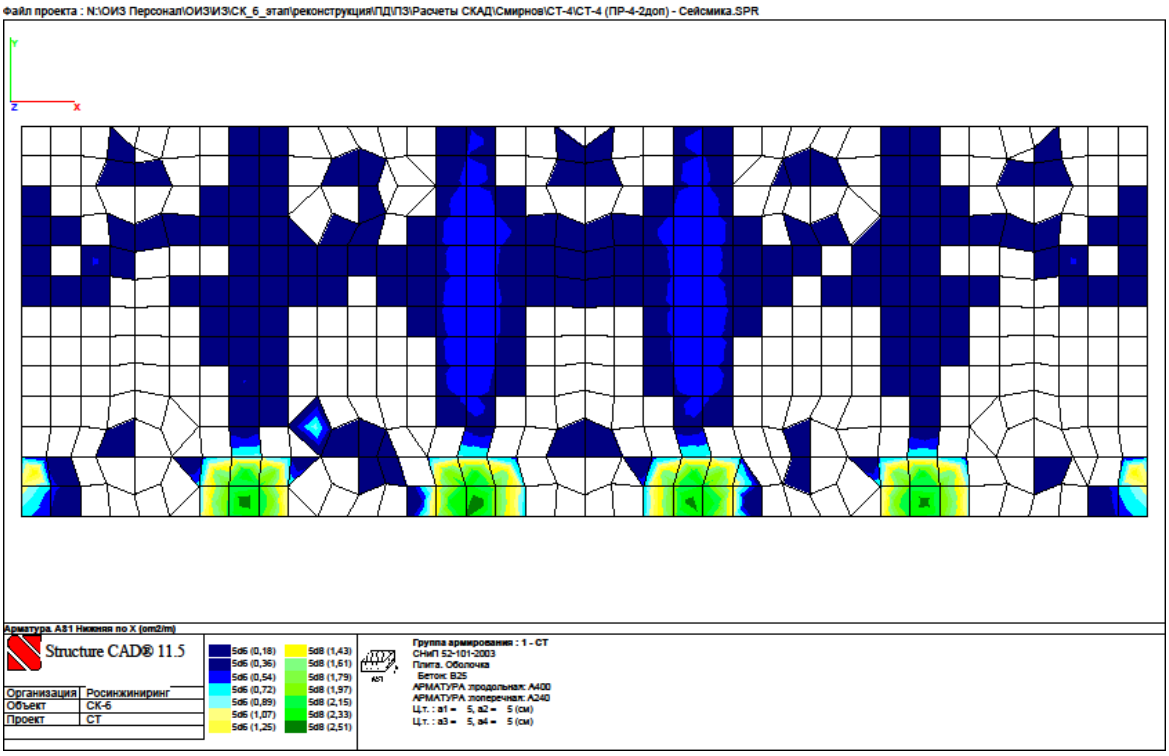


Рис. 6.209. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

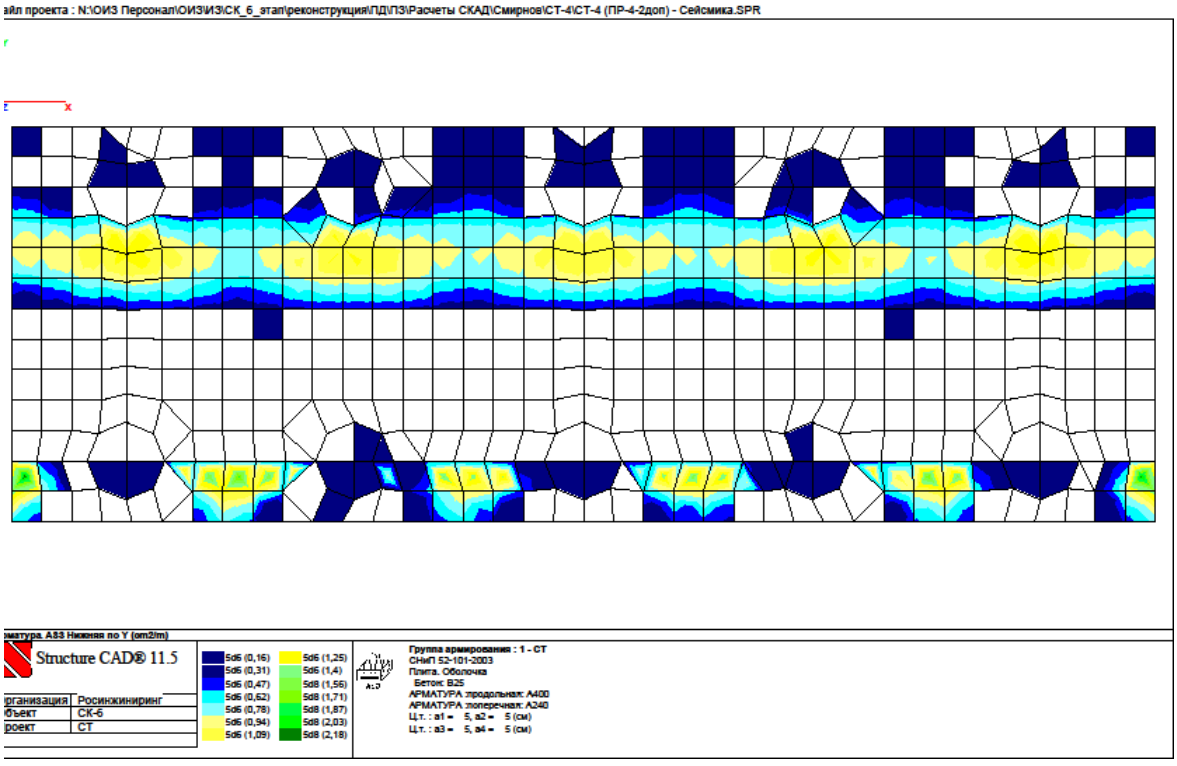


Рис. 6.210. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

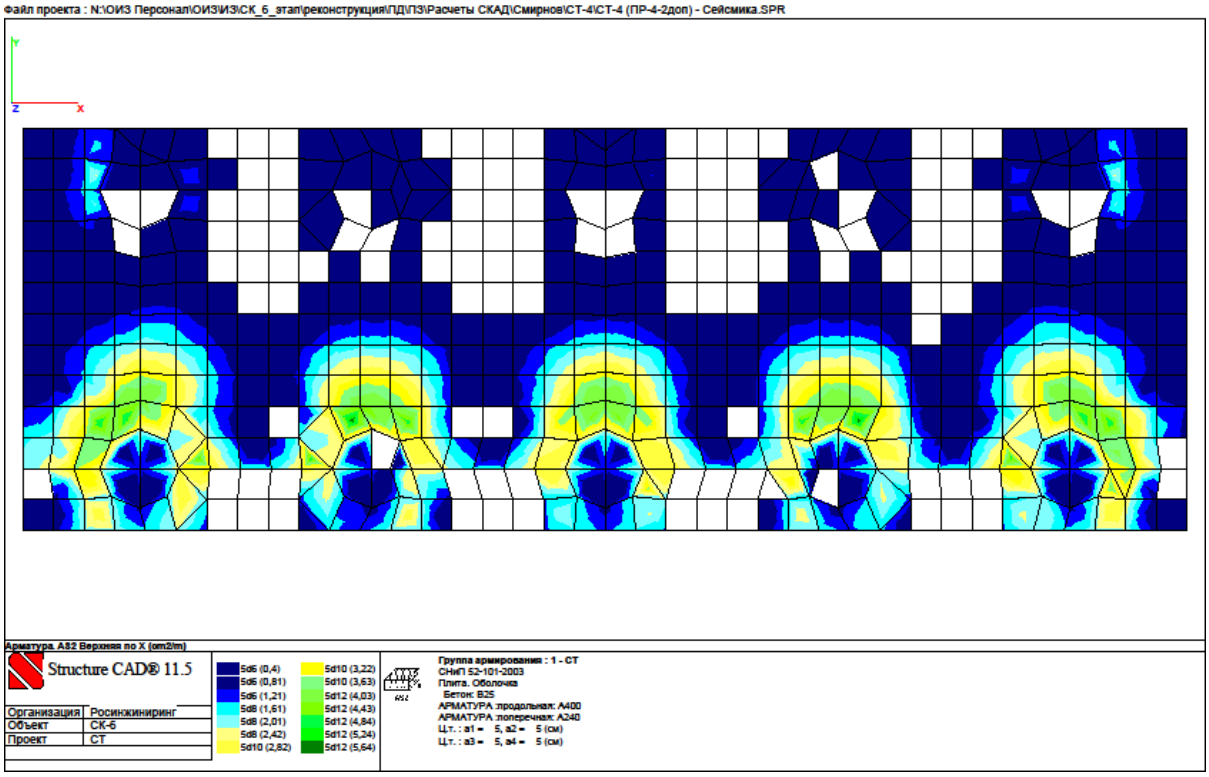


Рис. 6.211. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

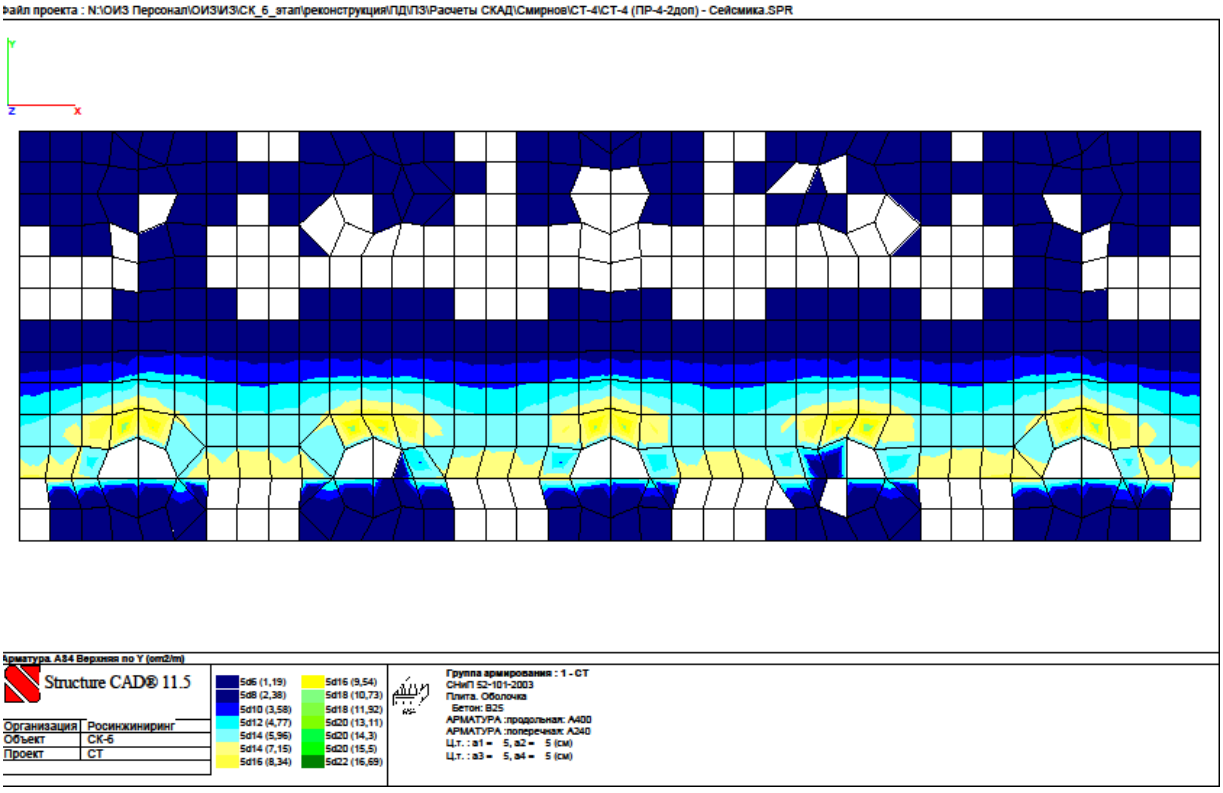


Рис. 6.212. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

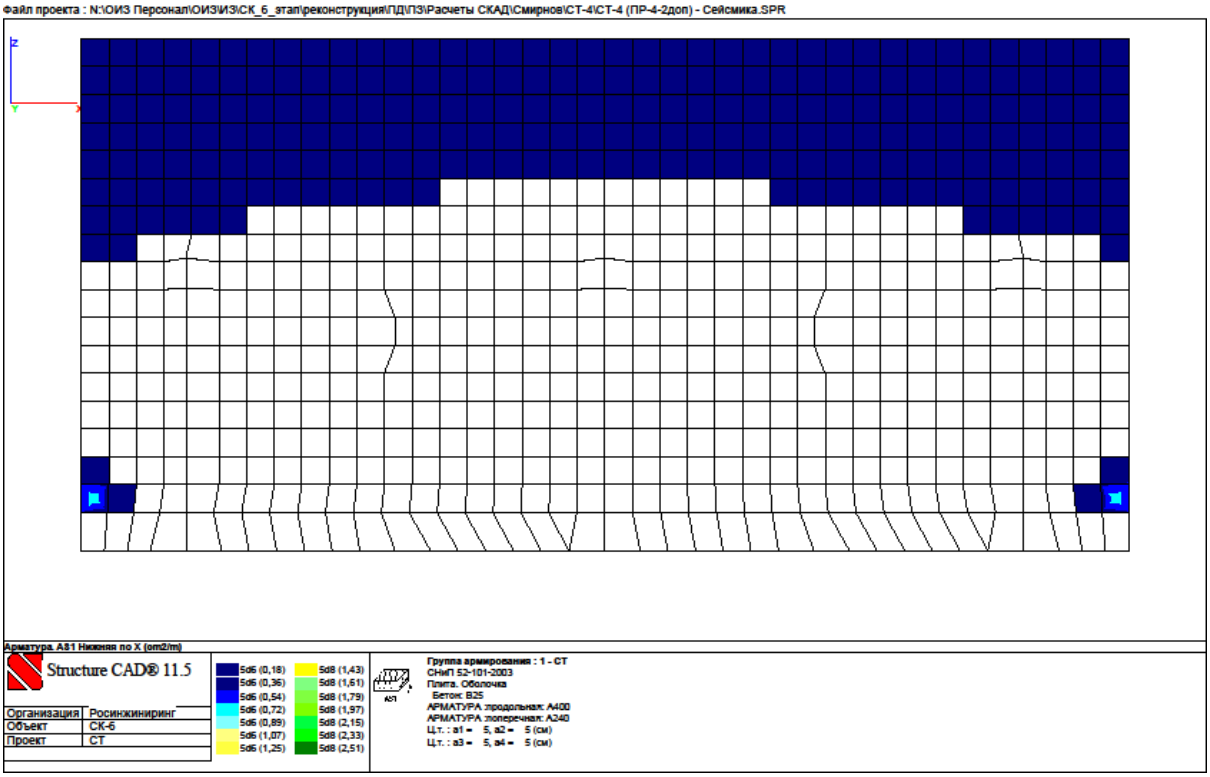


Рис. 6.213. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

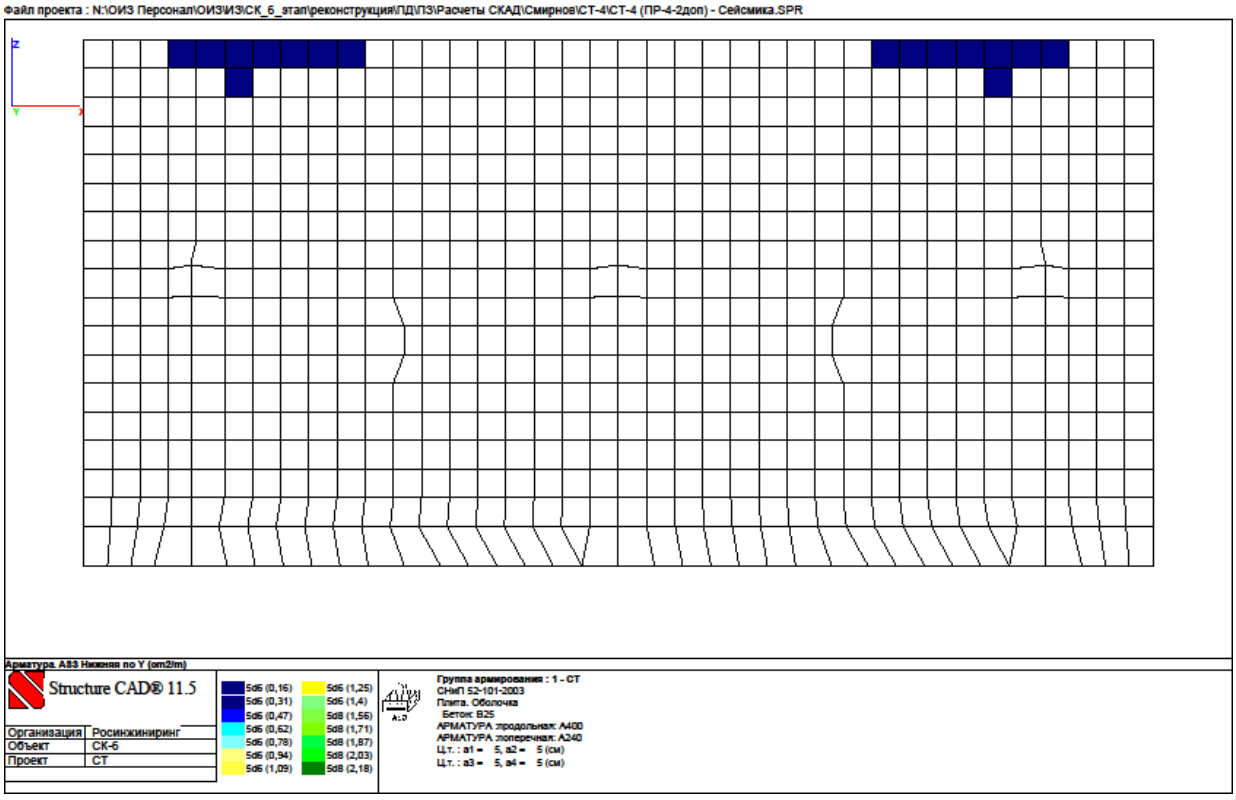


Рис. 6.214. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

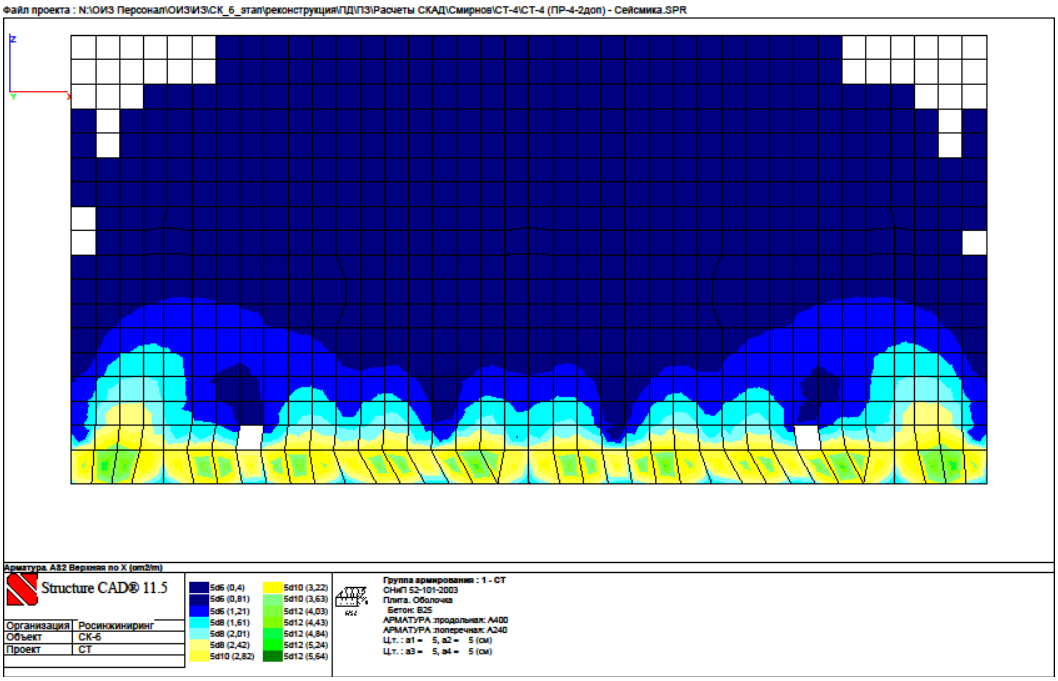


Рис. 6.215. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

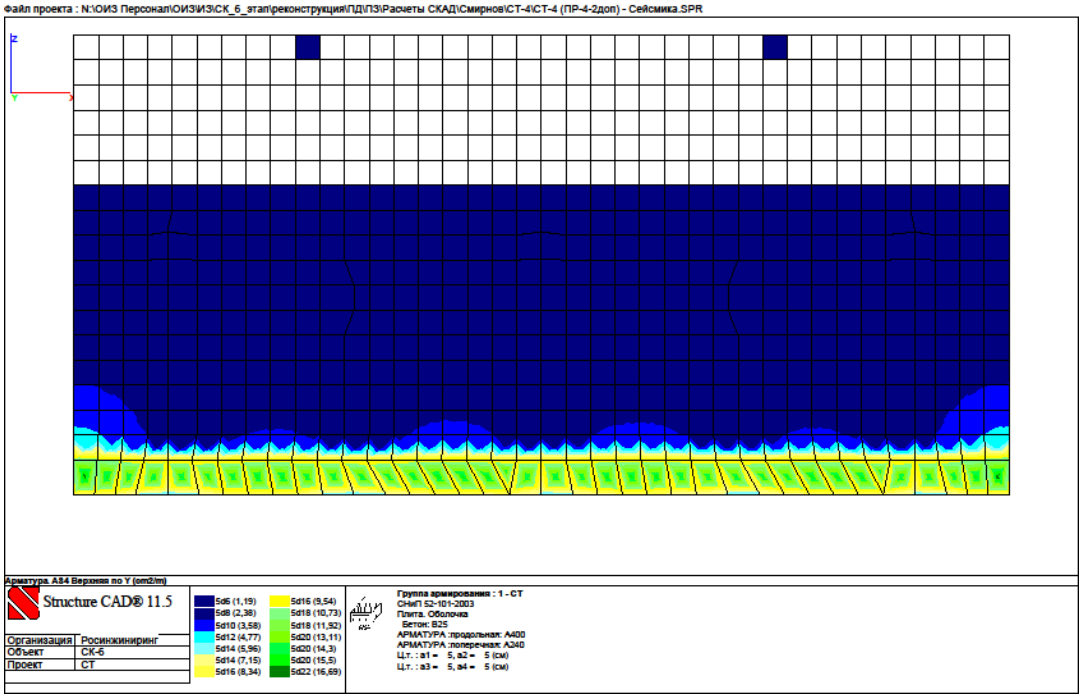


Рис. 6.216. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров Анкерных полей №6 (около СТ-4) и №7 (около СТ-4)

Определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров

Для обеспечения работы крепления грунтовыми анкерами в соответствии с расчетом необходимо обеспечить заделку грунтовых анкеров за первоначальную поверхность скольжения на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D). В качестве первоначальной поверхности скольжения принимаем поверхность, получаемую при расчете склона при сейсмическом воздействии.

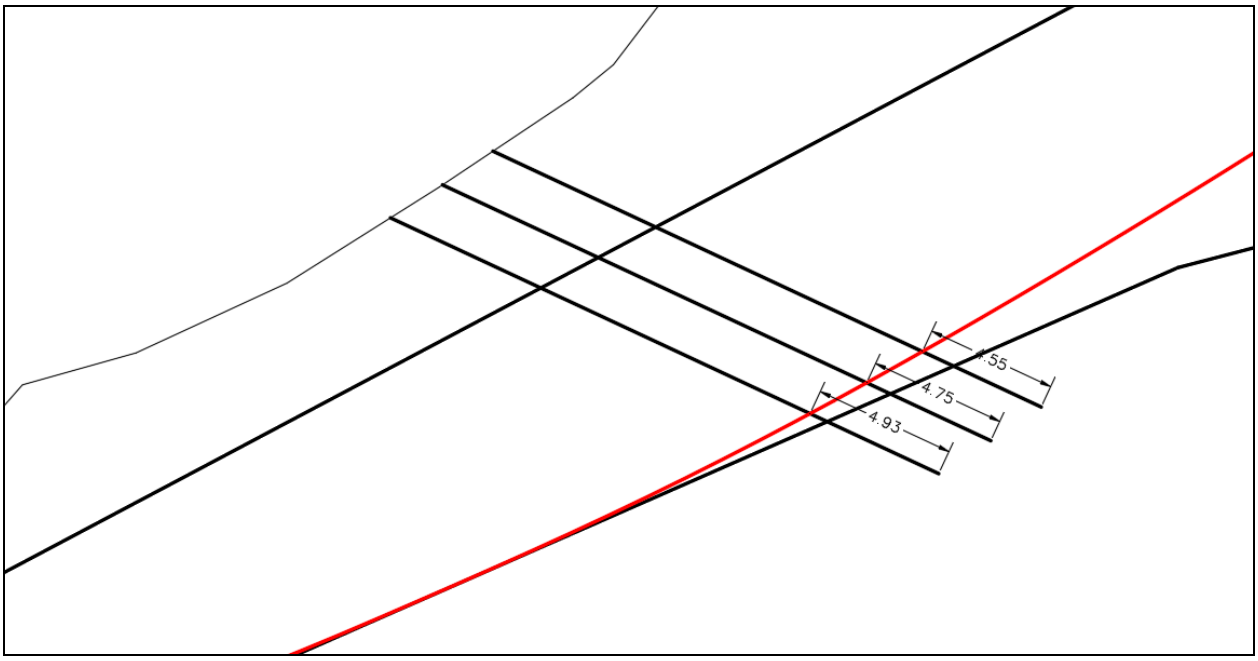


Рис. 6.217. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №7 (около СТ-4), выходящих за первоначальную призму обрушения

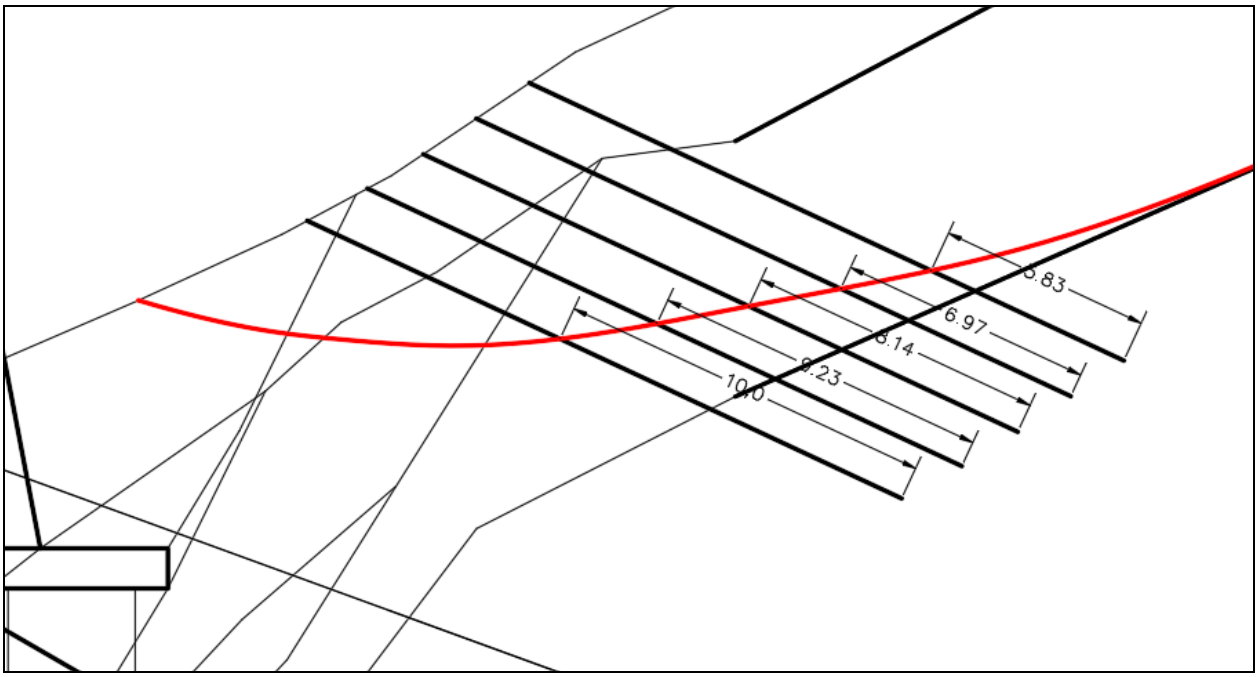


Рис. 6.218. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №6 (около СТ-4), выходящих за первоначальную призму обрушения

Таблица 6.51. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров Анкерных полей №6 (около СТ-4) и №7 (около СТ-4) по грунту и по материалу

№ анкерного поля	№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
Анкерное поле №7 (около СТ-4)	А1(в)	28,72	40/16	21,0	43,45	21,0	4,55	90	100	35,4
	А2	29,88	40/16	21,0	43,45	21,0	4,75	90	100	43,28
	А3 (н)	31,88	40/16	21,0	43,45	21,0	4,93	90	100	46,99
Анкерное поле №6 (около СТ-4)	А4 (в)	24,64	40/16	18,0	43,45	18,0	5,83	90	100	51,81
	А5	26,36	40/16	18,0	43,45	18,0	6,97	90	100	58,24
	А6	26,94	40/16	18,0	43,45	18,0	8,14	90	100	65,45
	А7	28,2	40/16	18,0	43,45	18,0	9,23	90	100	68,29
	А8 (н)	29,2	40/16	18,0	43,45	18,0	10,0	90	100	72,3

Фактические усилия в элементах крепления грунтовыми анкерами не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS 40/16.

Расчет грунтовых анкеров подпорной стены СТ-4

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.52. Расчетная несущая способность новых грунтовых анкеров подпорной стены СТ-4 по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
А	217,56	2,0	0	103/51	24,0	218,42	24,0	10,0	175	185	251,7

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 5-5

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорной стены СТ-4.

2) Для обеспечения устойчивости склона и уменьшения оползневого давления на подпорную стену СТ-4 предусматривается закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 18,0 и 21,0 м, расположенными с шагом 2,0х1,5 м и 2,0х1,8 м.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-4 предусматривается выполнение одного ряда дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/51 длиной 24,0 м, расположенных с шагом 2,0 м.

4) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкции подпорной стены СТ-4 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

5) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.7 Расчеты по линии разреза 6-6 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-42)

Схему расположения разреза см. рис. 6.219:

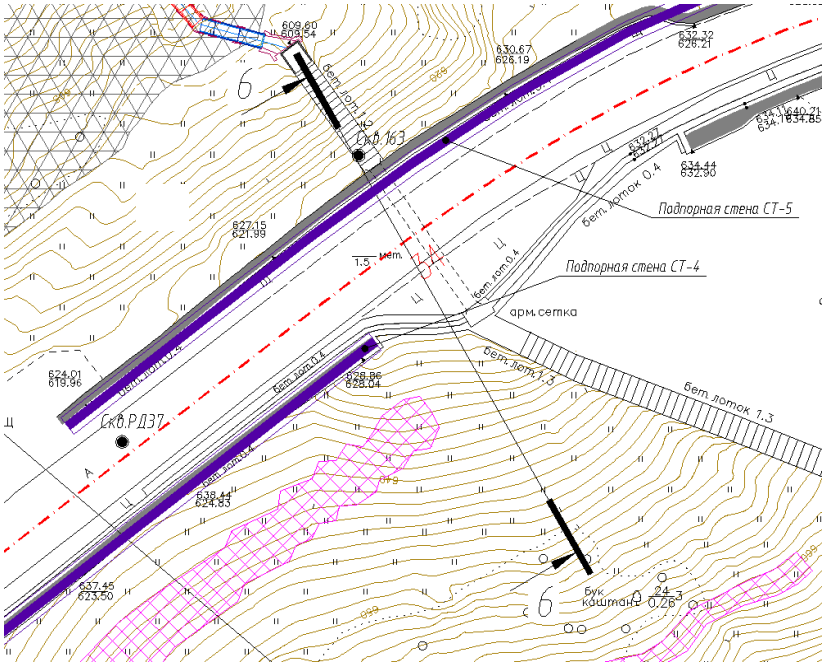


Рис. 6.219. Схема расположения разреза 6-6

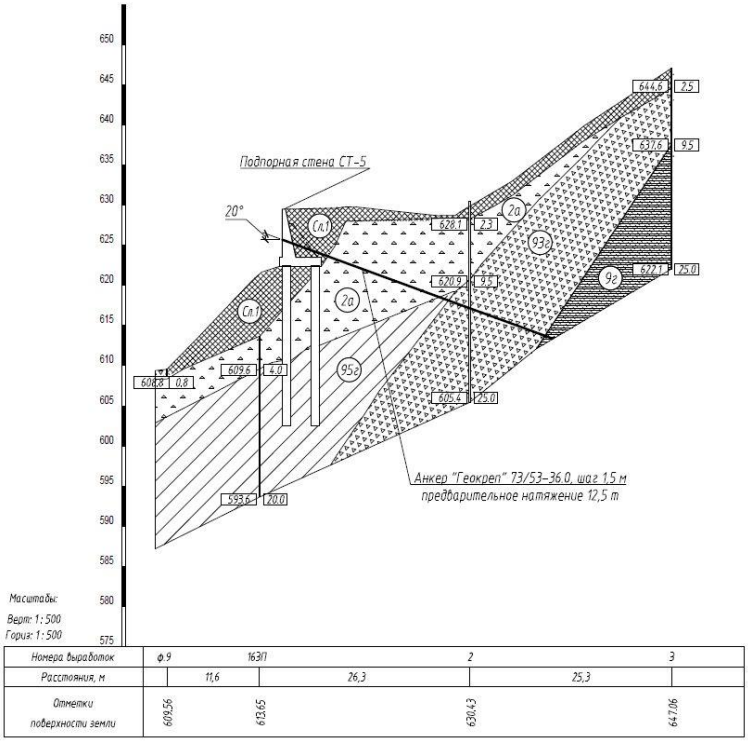


Рис. 6.220. Разрез 6-6

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

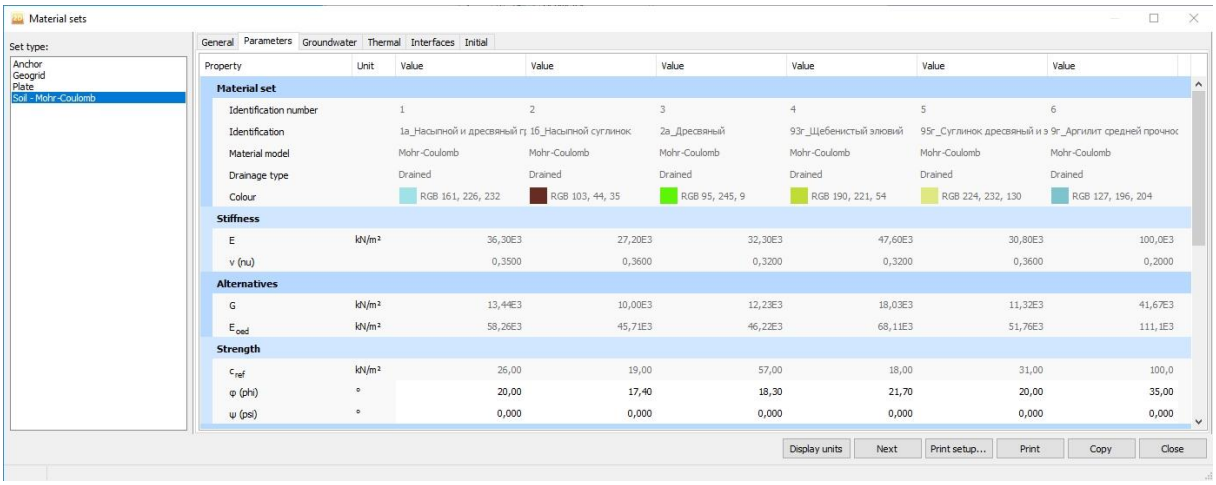


Рис.7 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.7.1 Расчет разреза 6-6 в существующем положении

Расчет разреза 6-6 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

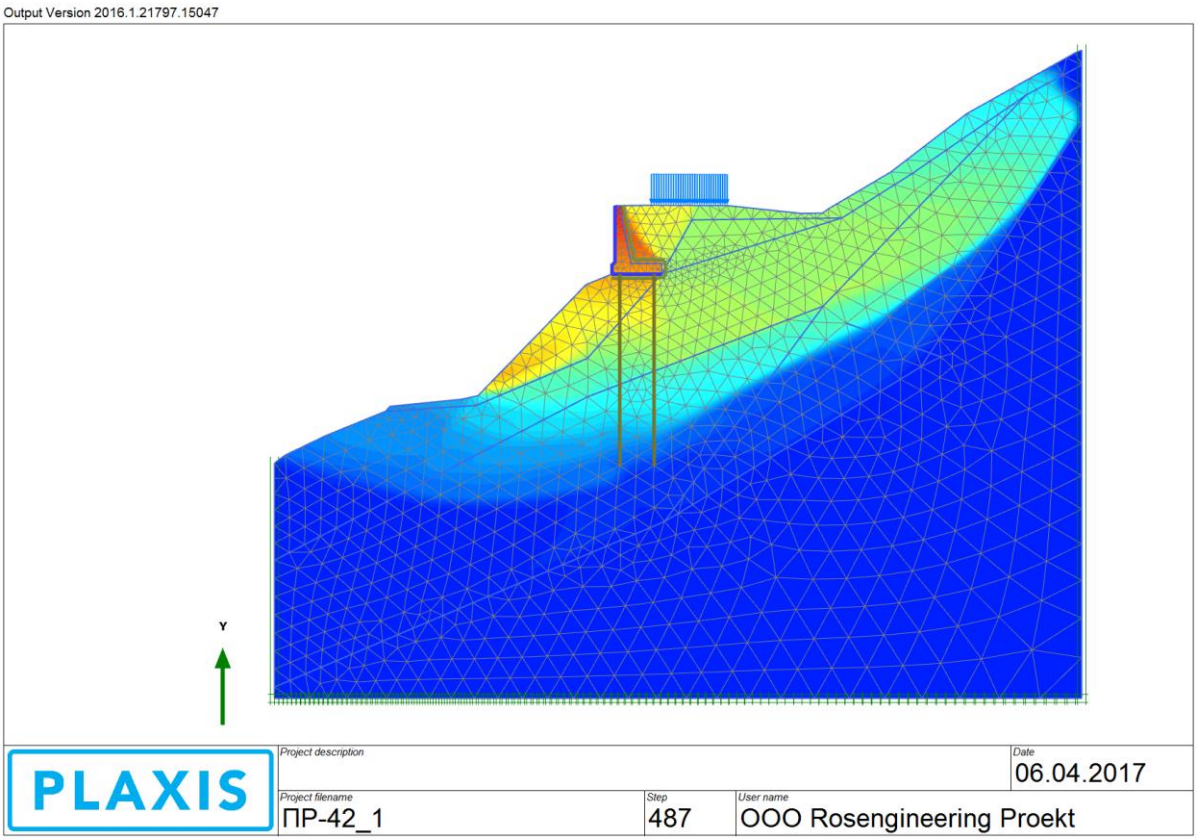


Рис. 6.221. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,179 > K_{sfn} = 1,11.

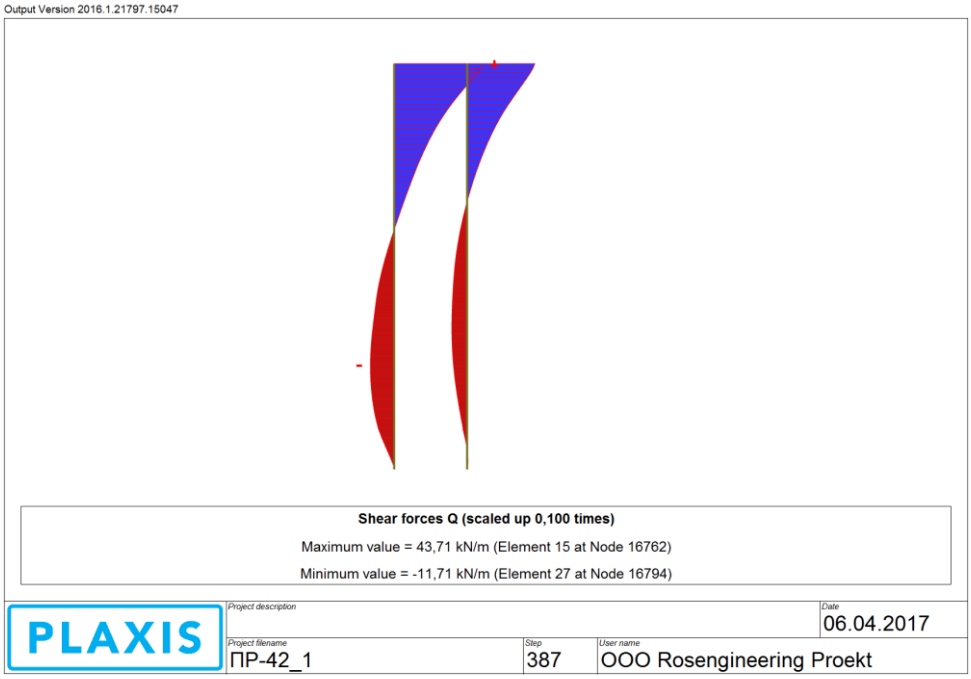


Рис. 6.222. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

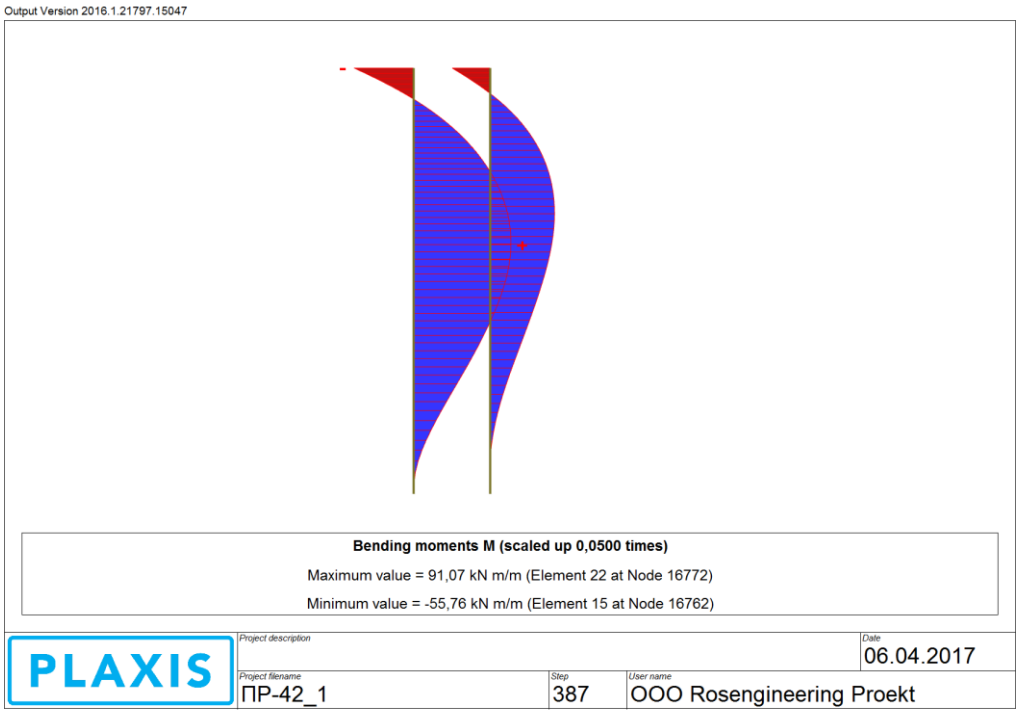


Рис. 6.223. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

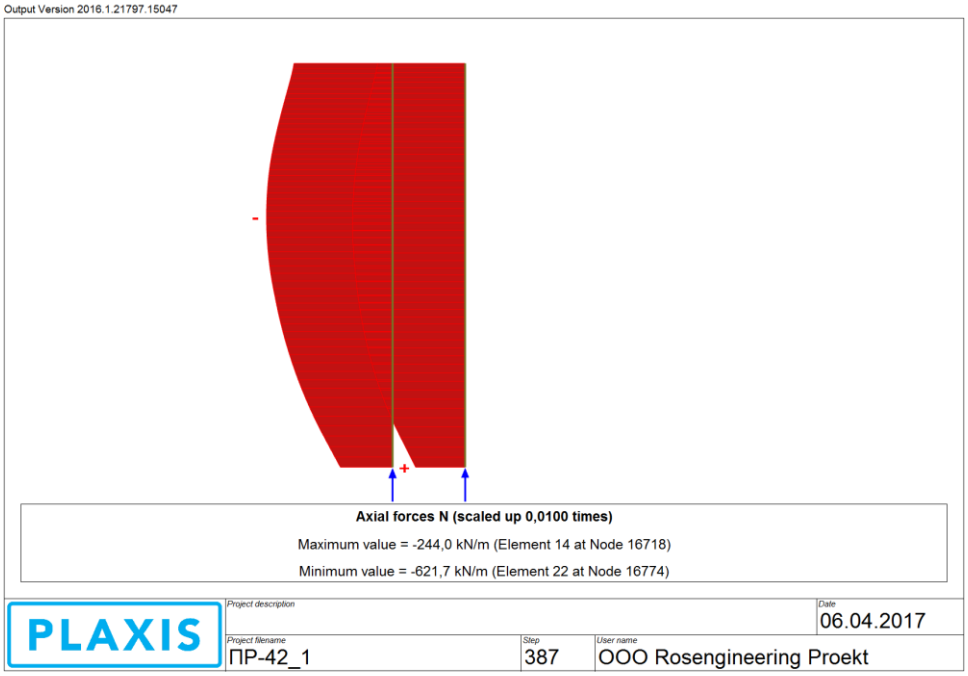


Рис. 6.224. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.53. Усилия в сваях подпорной стены СТ-5 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-189,9	27,9	13.4
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-169,4	18,5	10,7

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

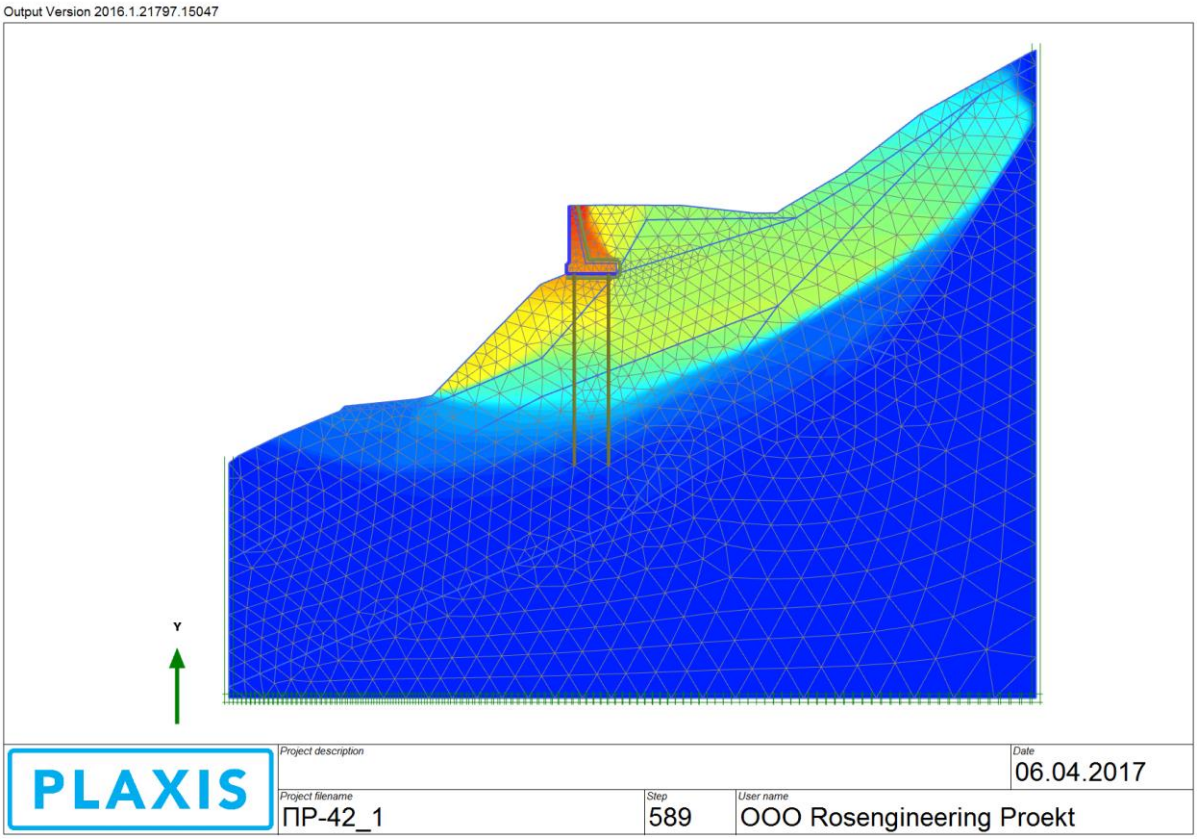


Рис. 6.225. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон неустойчив. K_{sf} =0,98 < K_{sfn} = 1,05. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

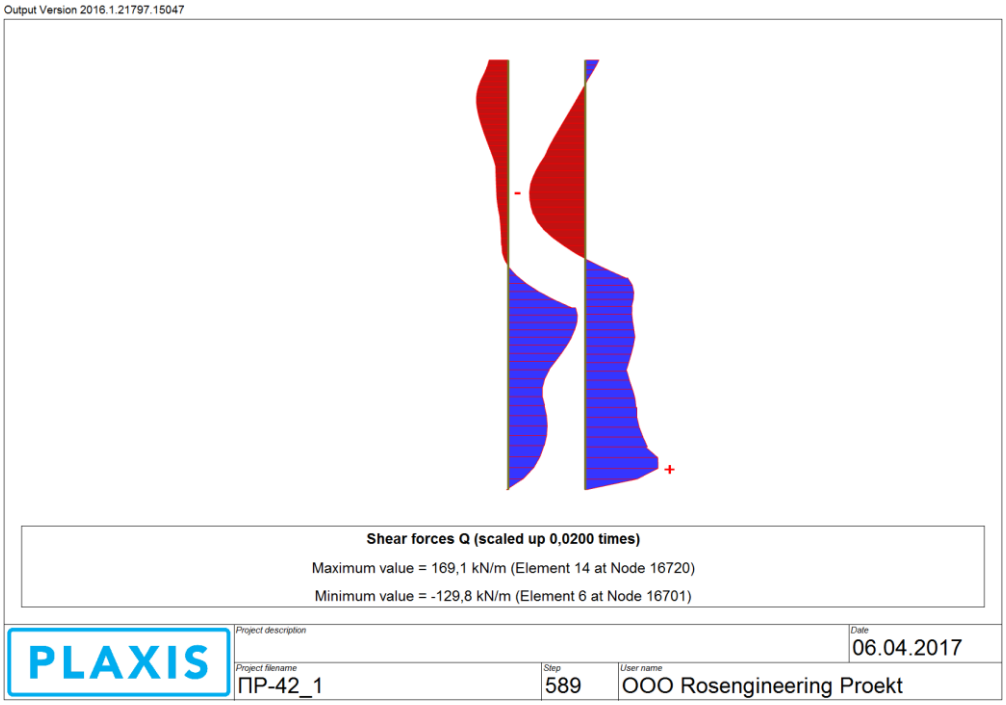


Рис. 6.226. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

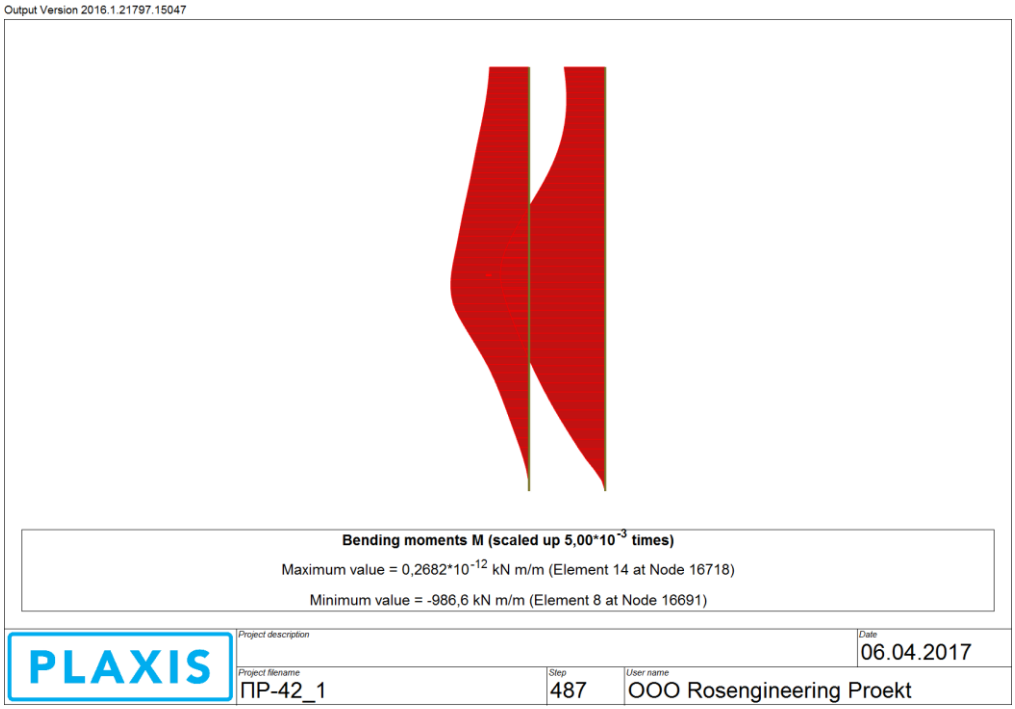


Рис. 6.227. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

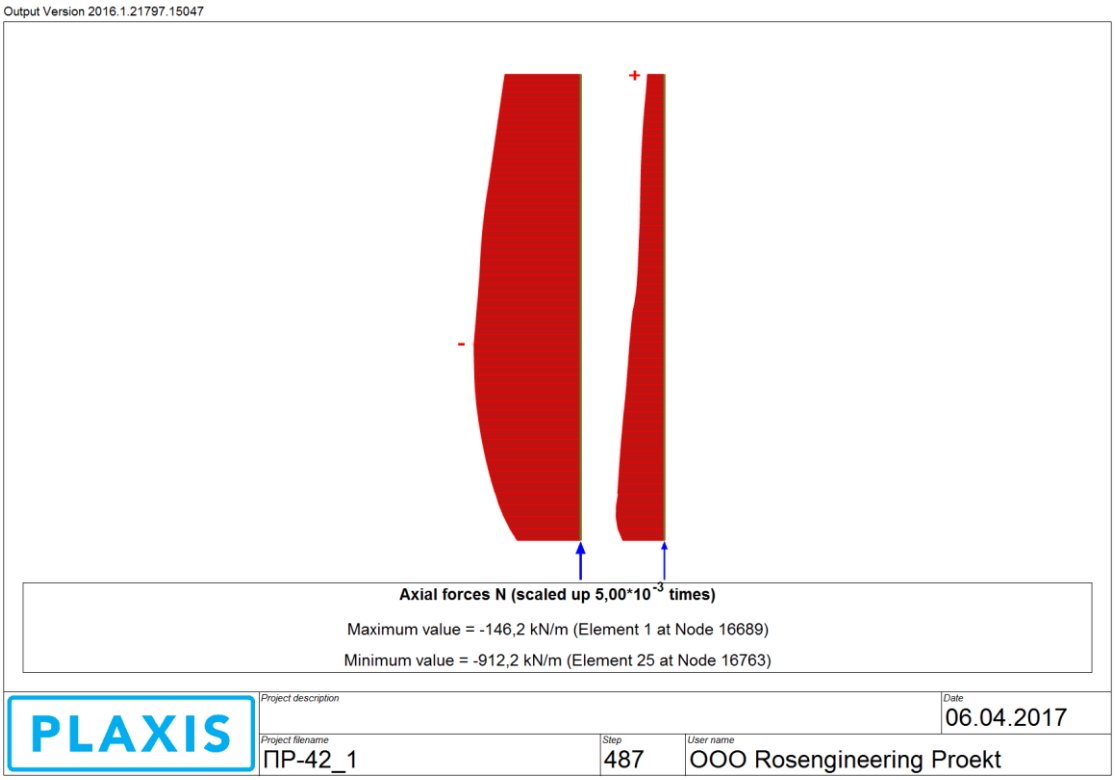


Рис. 6.228. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.54. Усилия в сваях подпорной стены СТ-5 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-278,9	224,7	37,6
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-124,2	301,5	47,6

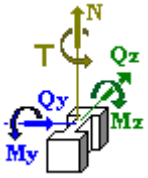
Расчет конструкции свай СТ-5 по разрезу 6-6 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

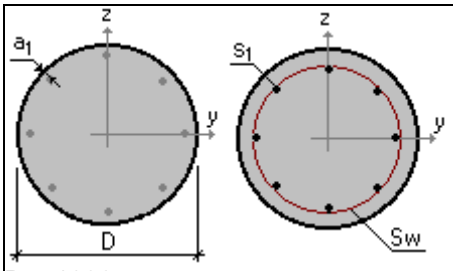
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

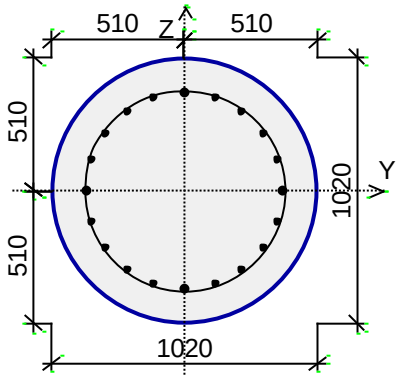
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-150	18,4	13,4	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,1
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,159
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,076
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,292
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,292 - Прочность по наклонному сечению

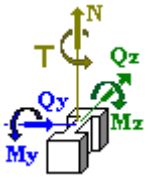
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

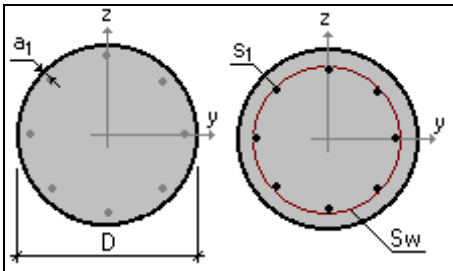
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

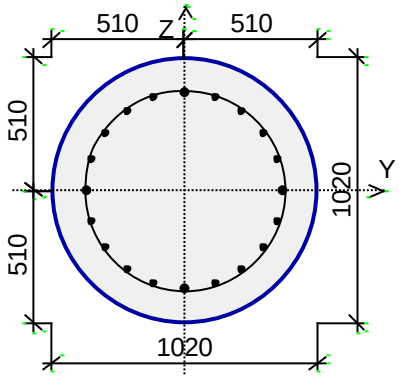
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-84	301,5	24,5	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,044
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	**1,335**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,135
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,541
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,335 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

6.7.2 Расчет разреза 6-6 с учетом дополнительных мероприятий по усилению подпорной стены

Расчет разреза 6-6 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

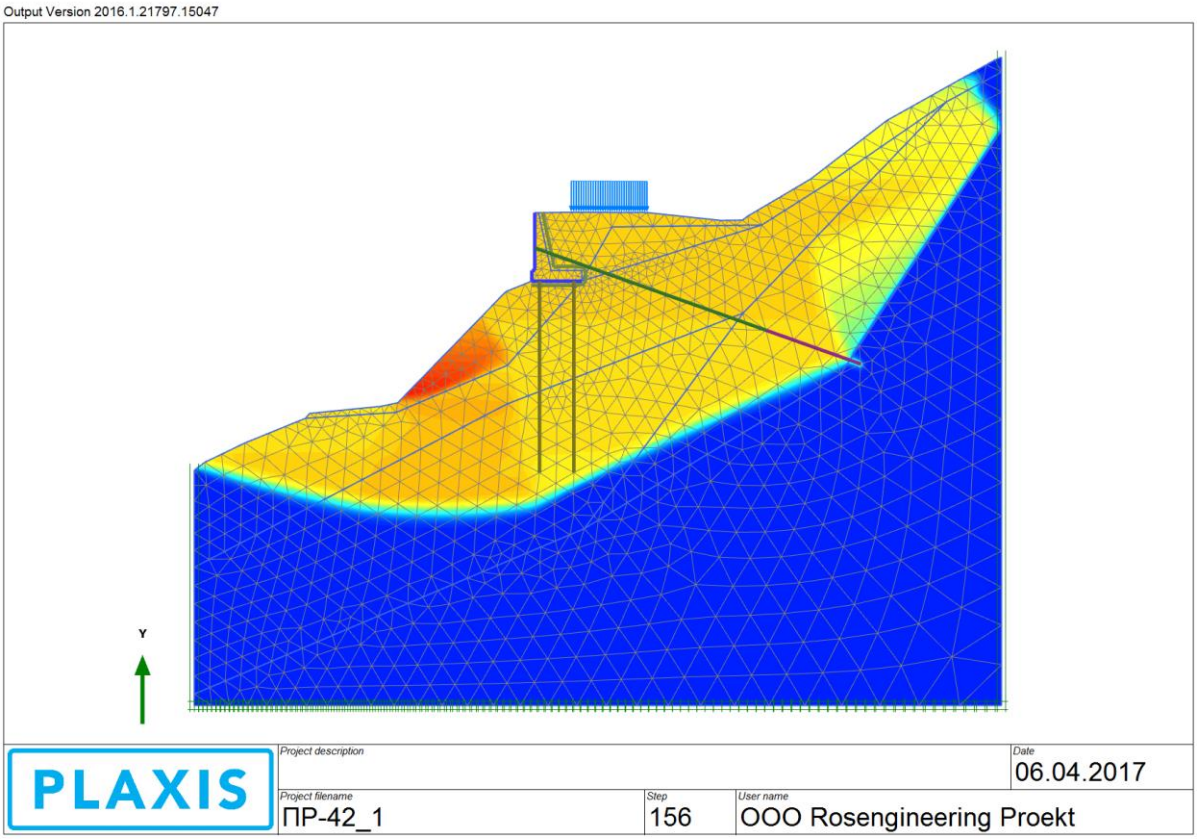


Рис. 6.229. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,256 > K_{sfn} = 1,11.

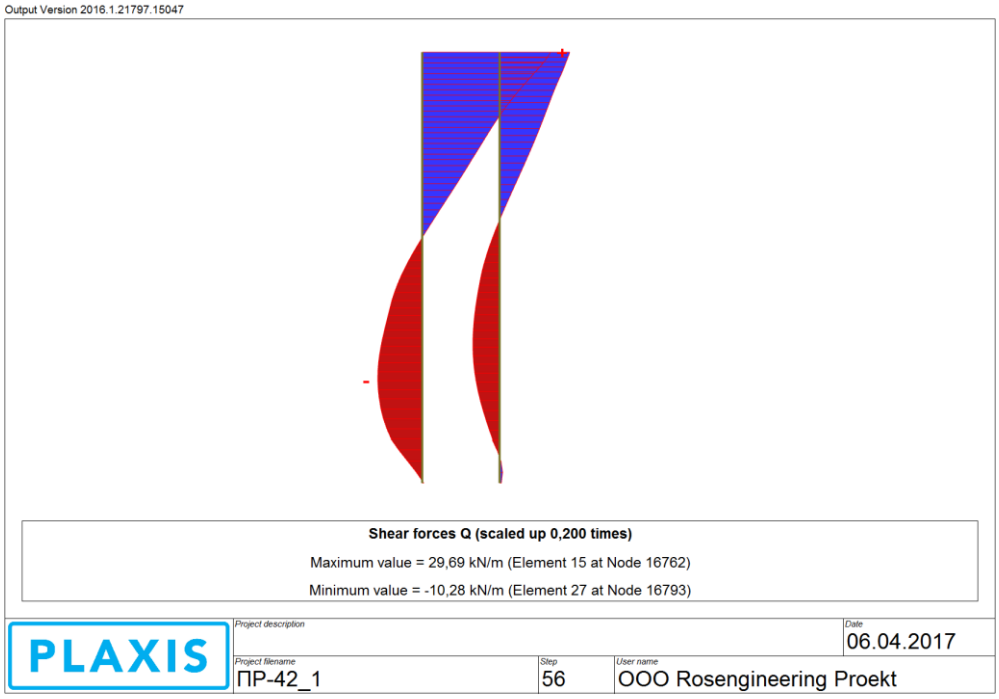


Рис. 6.230. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

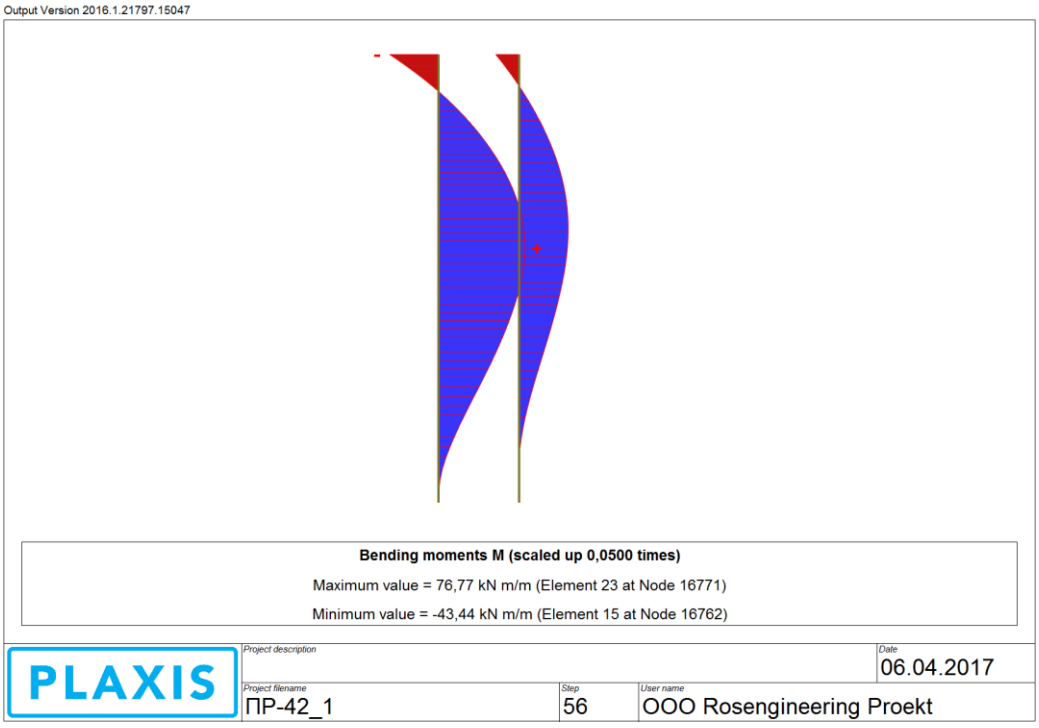


Рис. 6.231. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

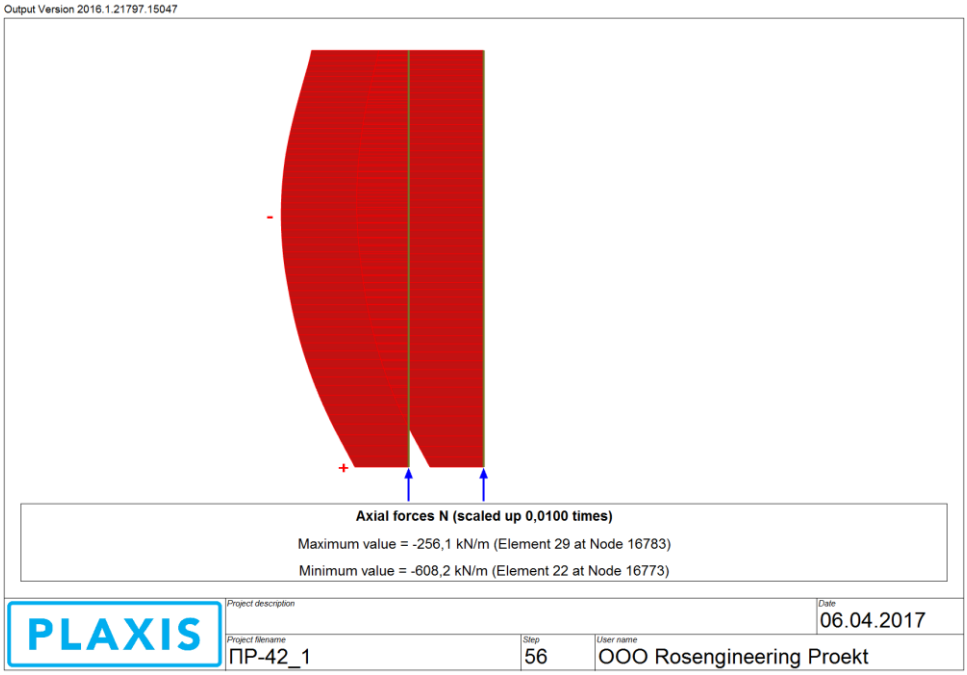


Рис. 6.232. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.55. Усилия в сваях подпорной стены СТ-5 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-185,9	23,5	9,1
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-185,1	13,3	5,04

Таблица 6.56. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-5 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1	12,0	1,5	12,0	73/53	36,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

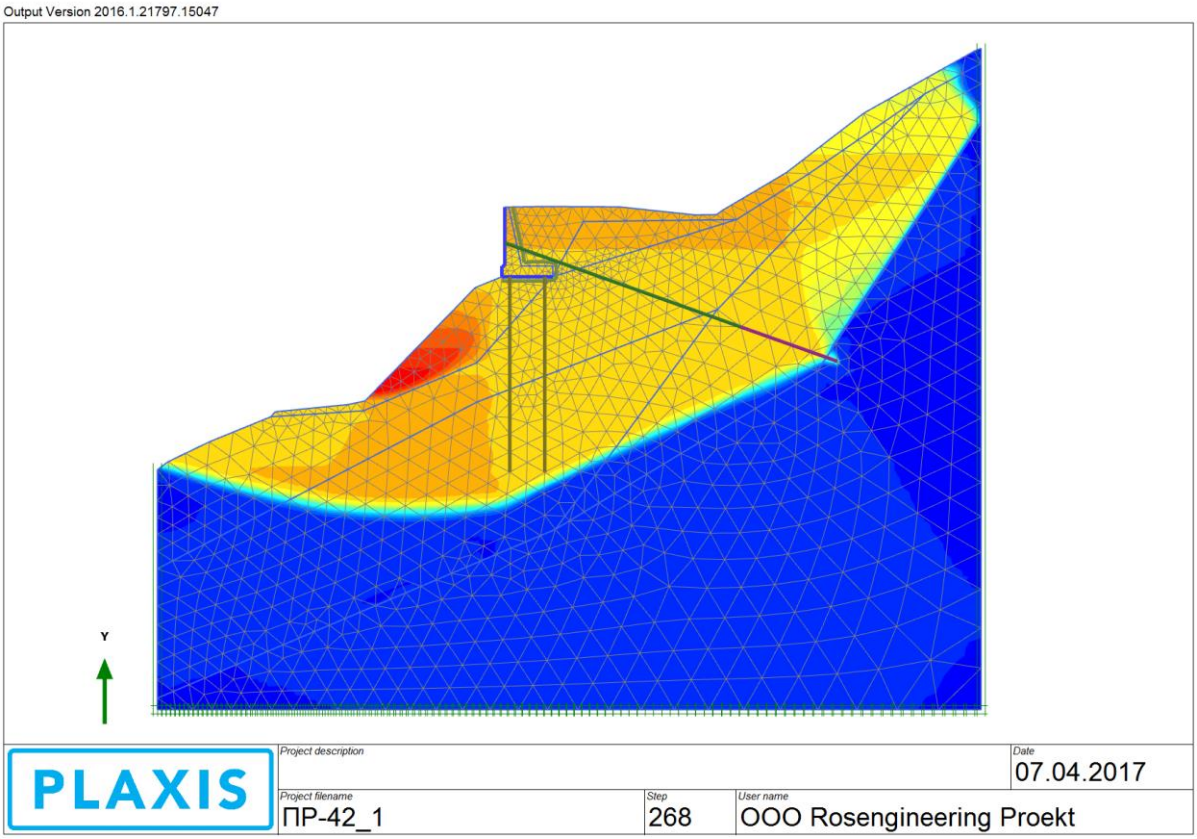


Рис. 6.233. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,052 > K_{sfn} = 1,05.

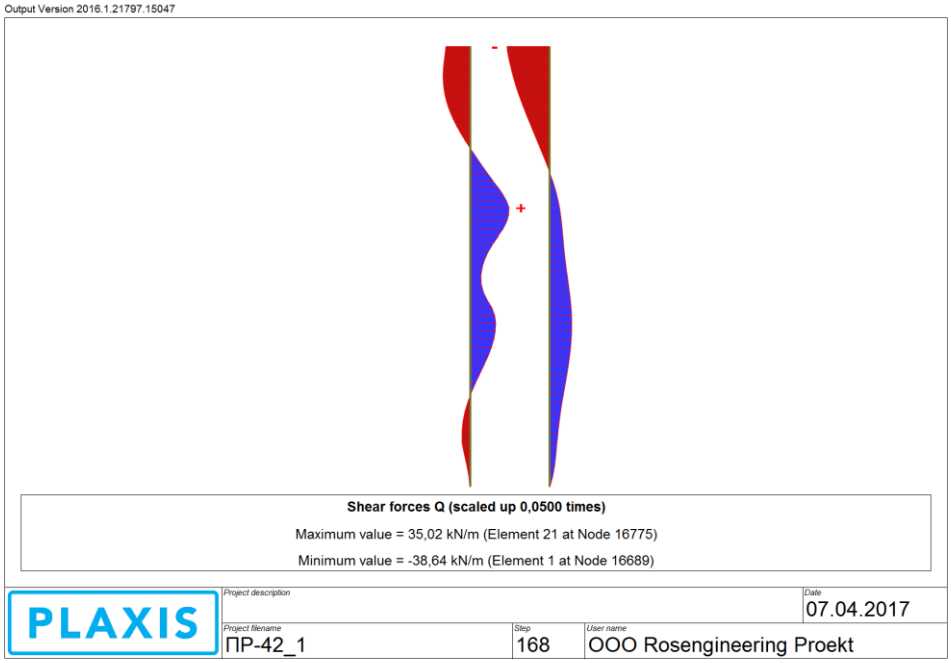


Рис. 6.234. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

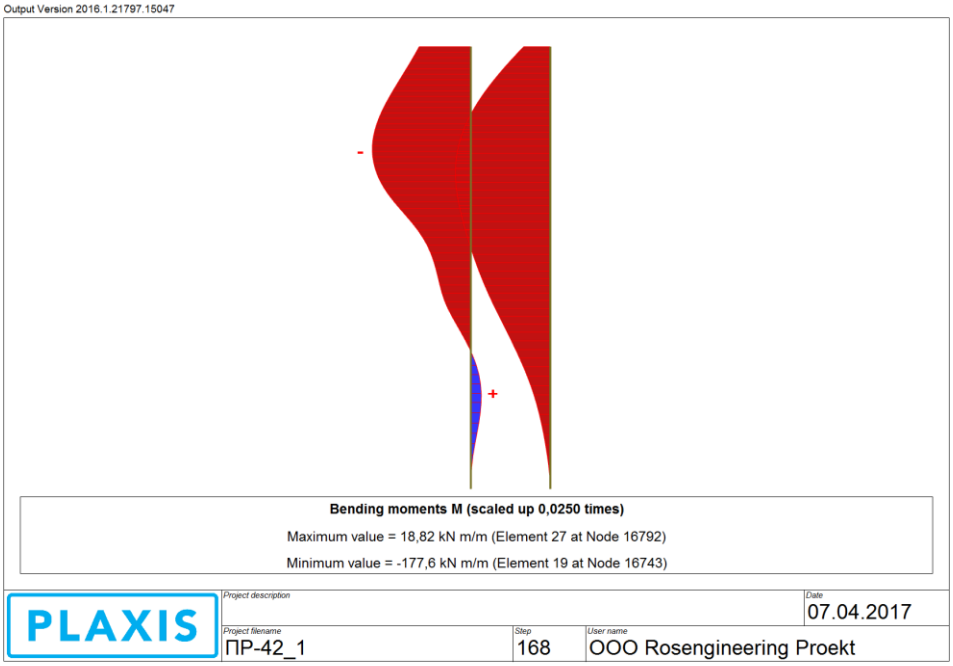


Рис. 6.235. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

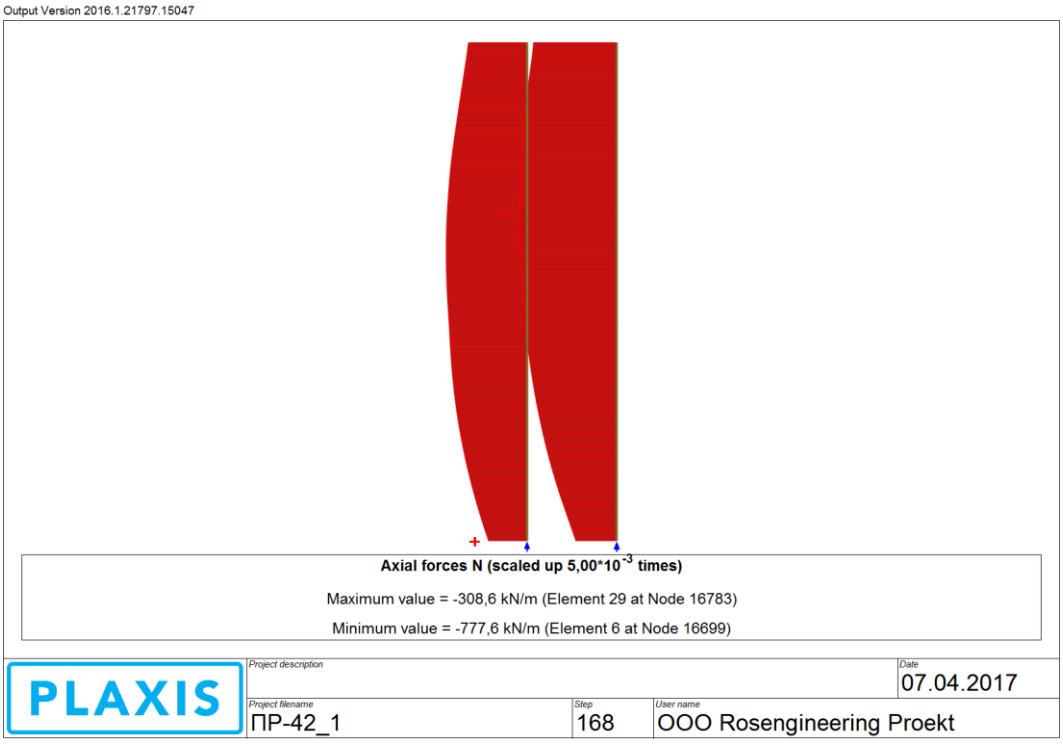


Рис. 6.236. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.57. Усилия в сваях подпорной стены СТ-5 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-197,2	54,3	10,7
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-237,6	52,3	11,8

Таблица 6.58. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-5 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1	70,6	1,5	73/53	36,0

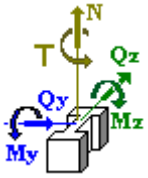
Расчет конструкции свай СТ-5 по разрезу 6-6 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

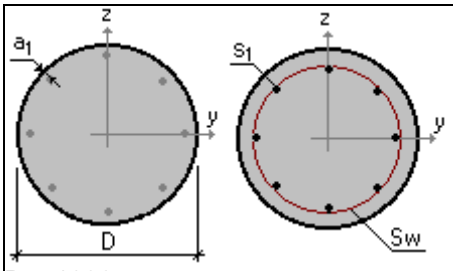
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

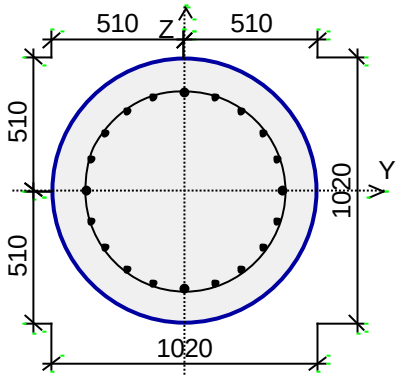
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм
Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-141,9	23,5	9,1	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,075
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,135
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,048
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,191
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,191 - Прочность по наклонному сечению

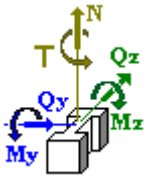
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

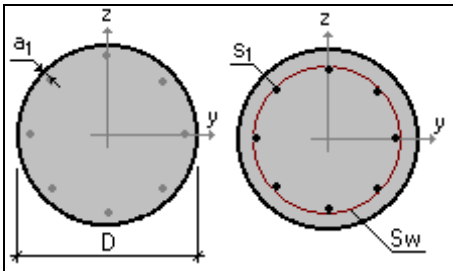
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

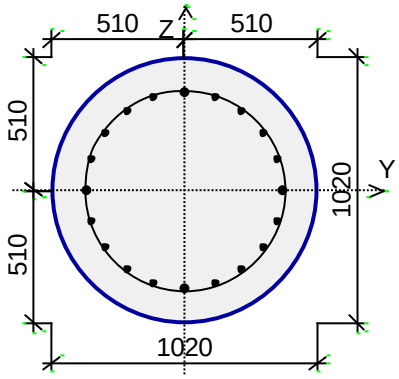
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-197,2	54,3	5,2	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,104
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,252
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,026
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,104
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,252 - Прочность по предельному моменту сечения.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-5 по разрезу 6-6 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

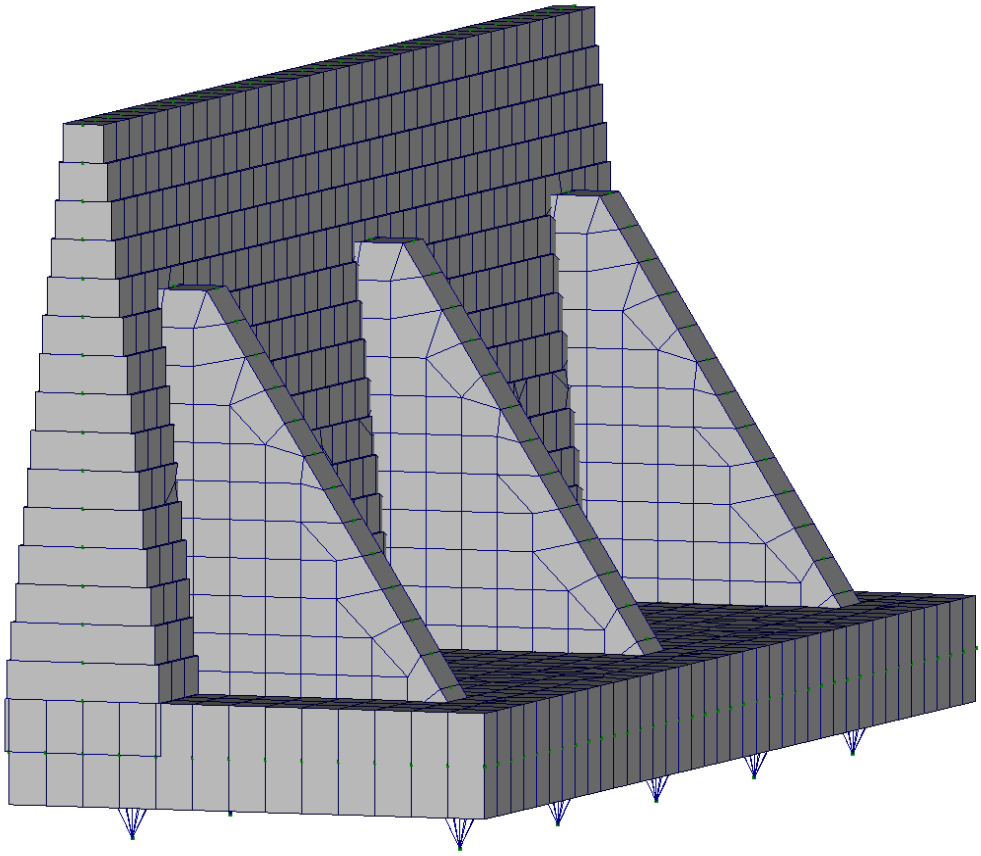


Рис. 6.237. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

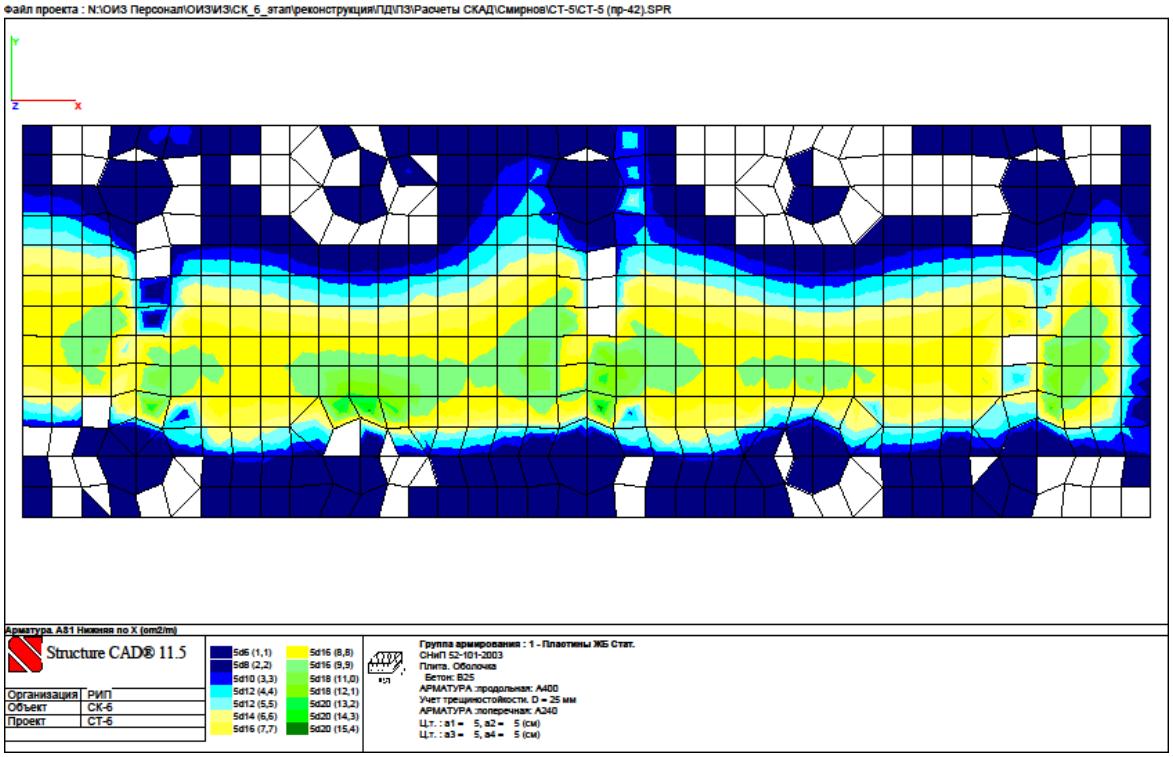


Рис. 6.238. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

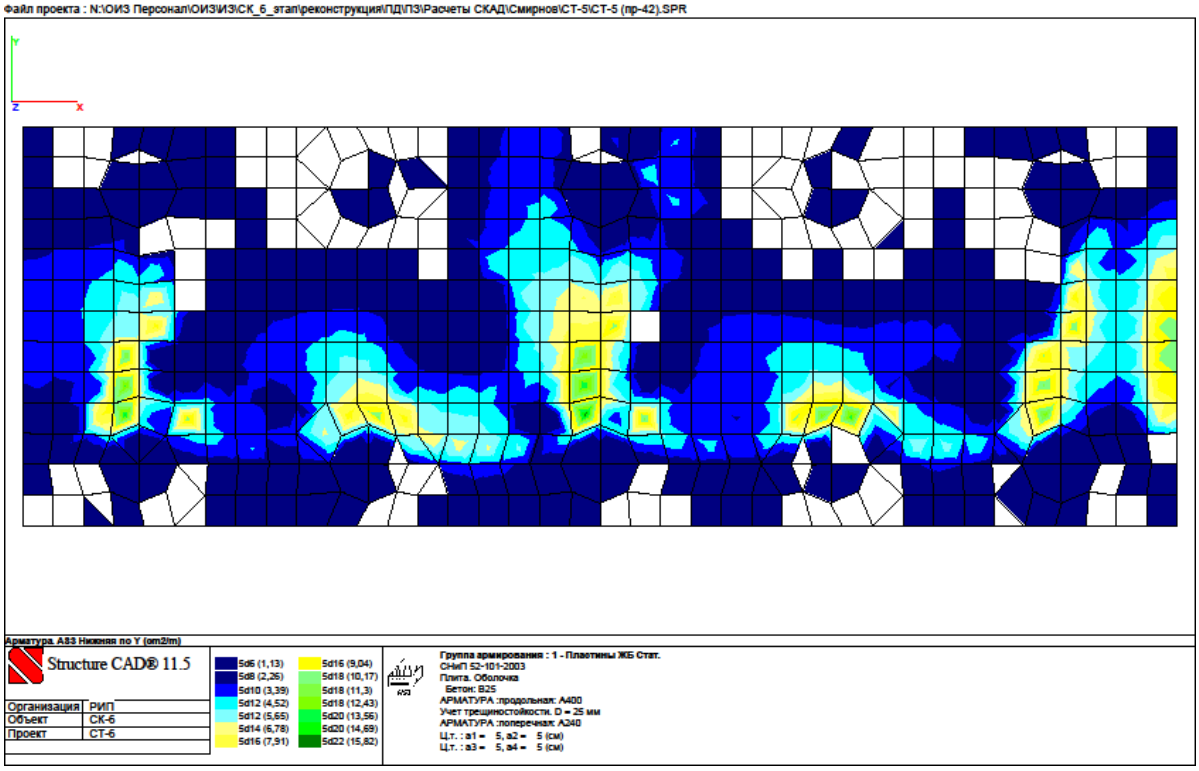


Рис. 6.239. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

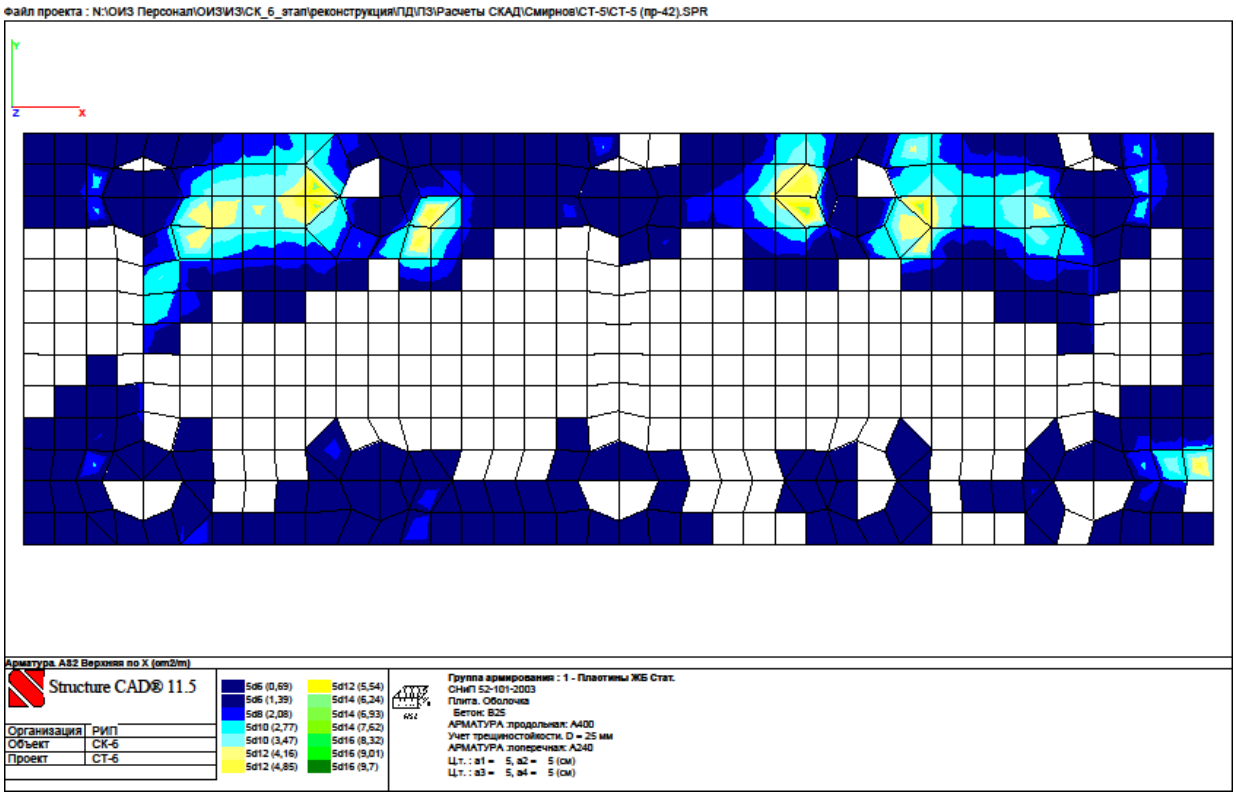


Рис. 6.240. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

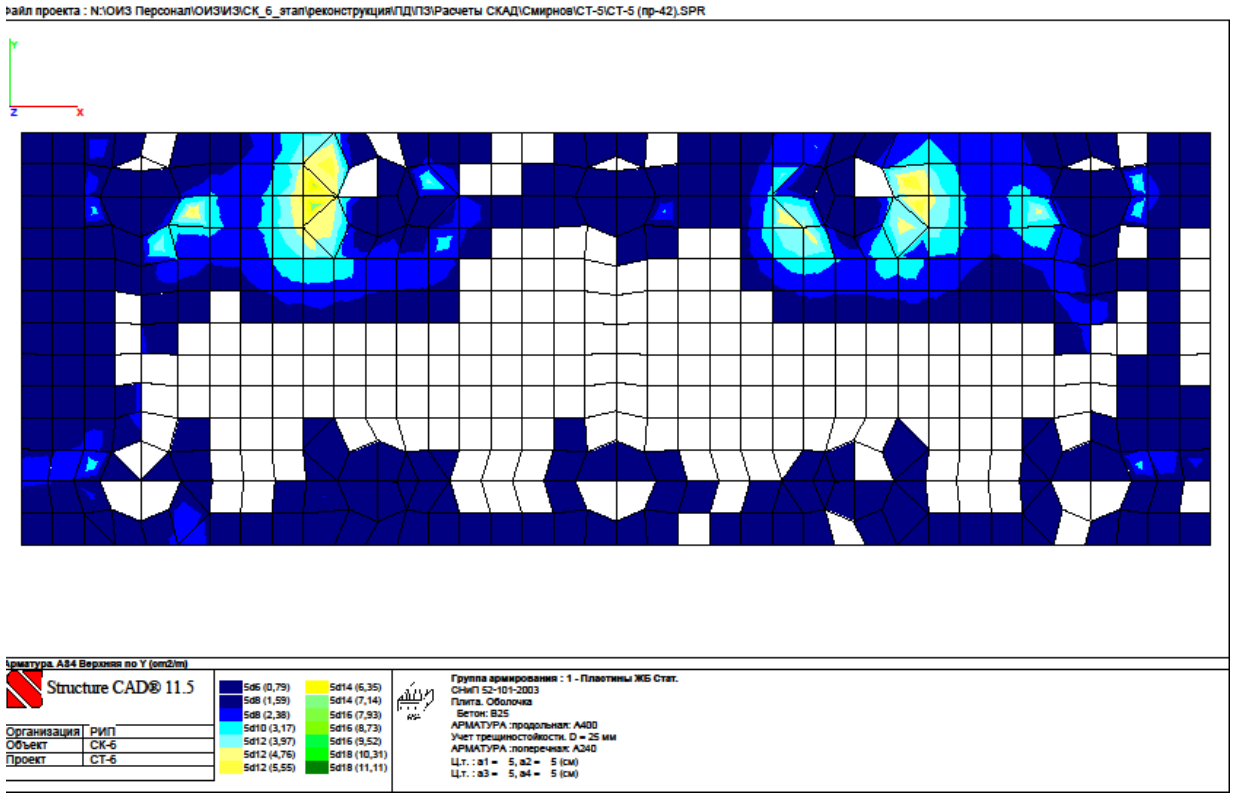


Рис. 6.241. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

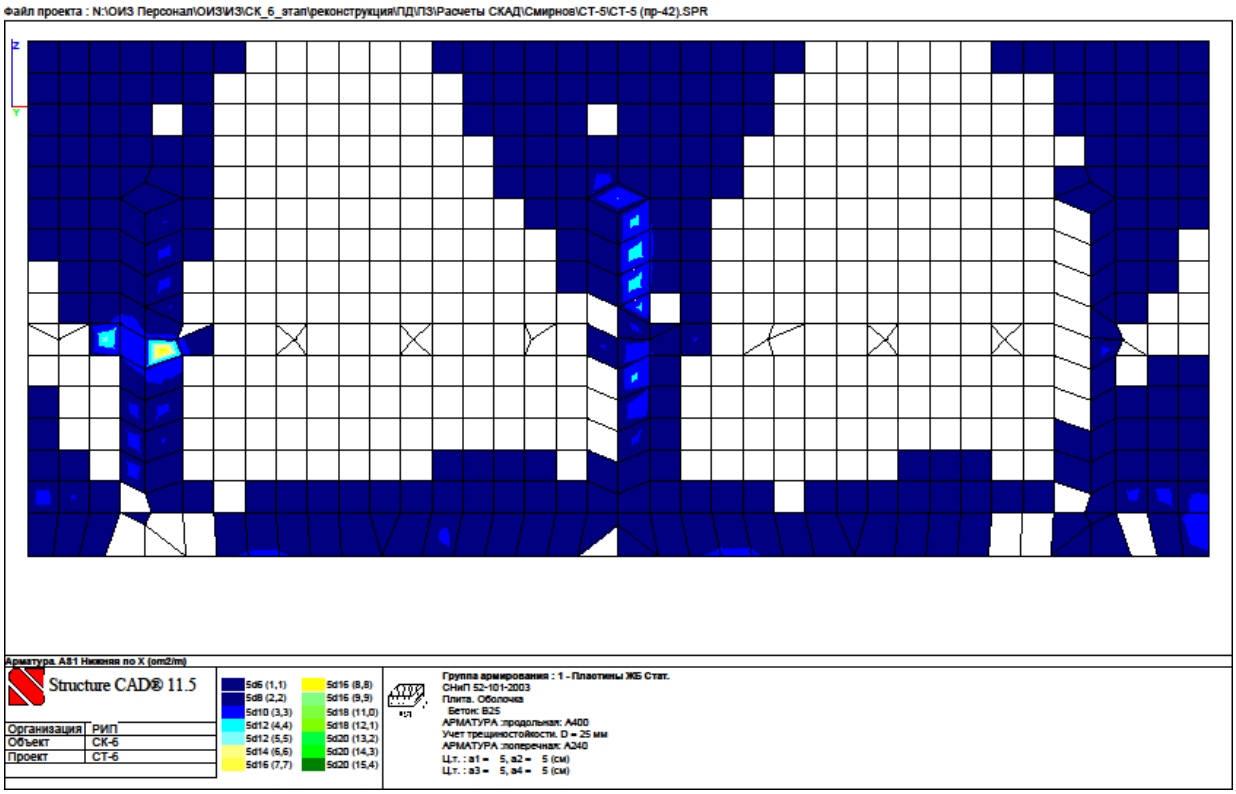


Рис. 6.242. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

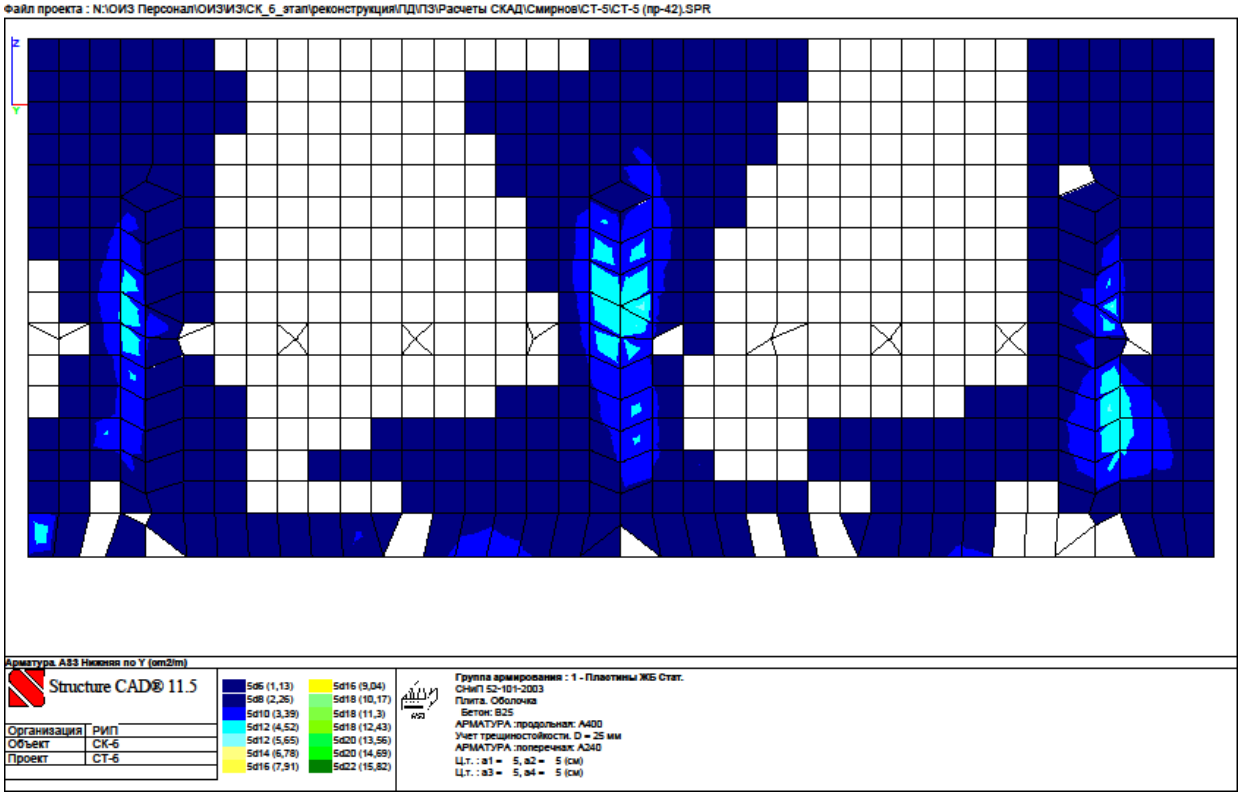


Рис. 6.243. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

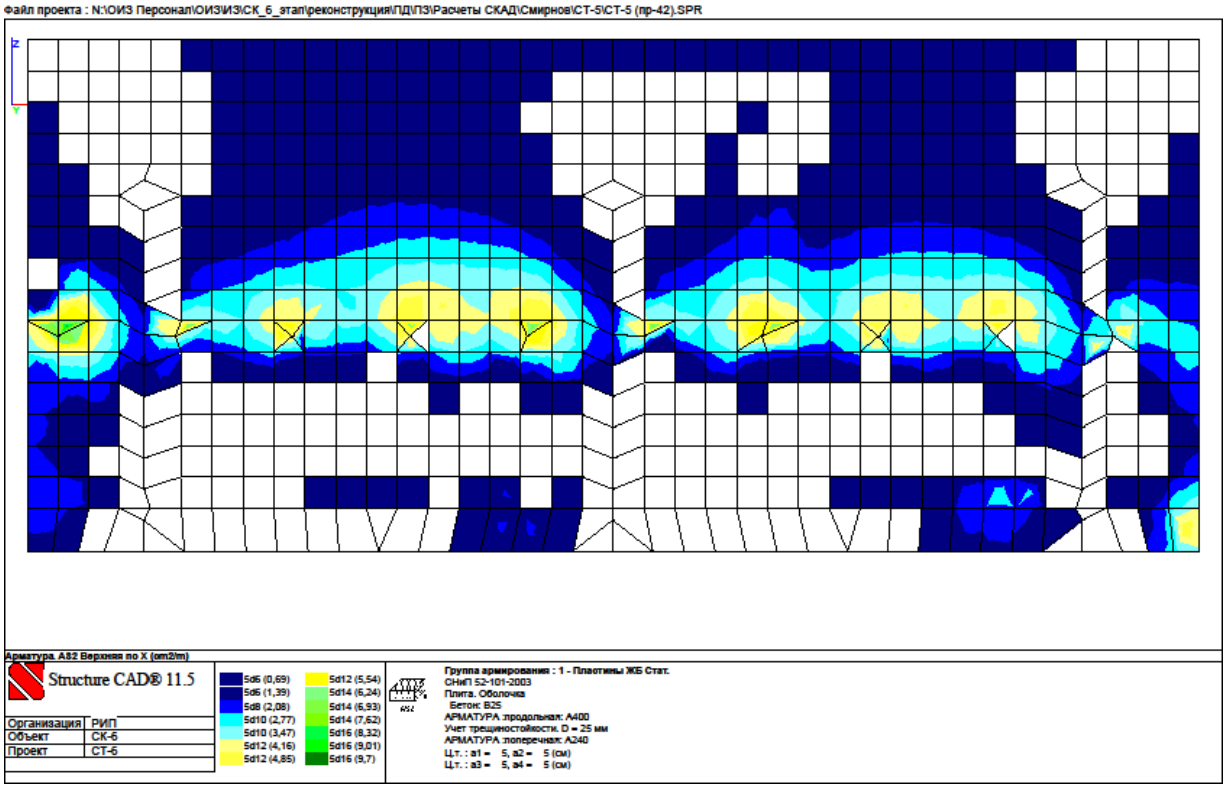


Рис. 6.244. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

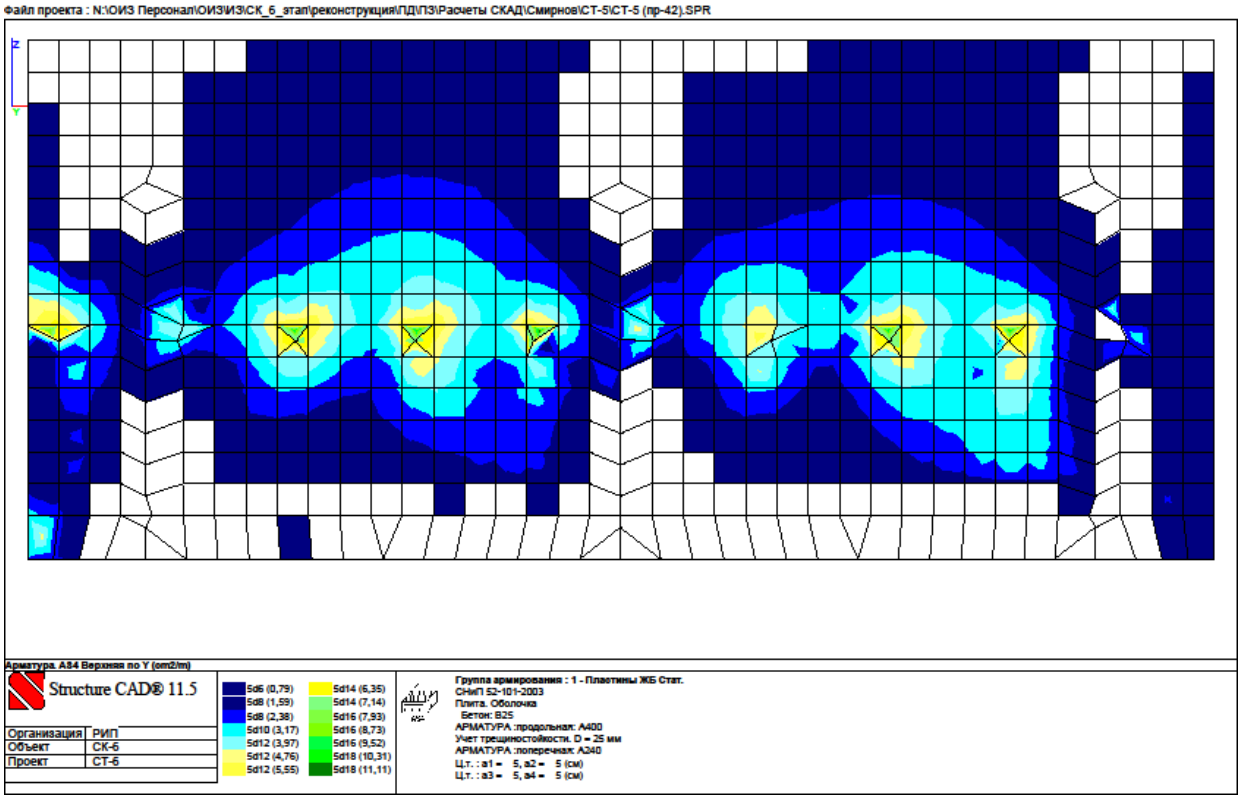


Рис. 6.245. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

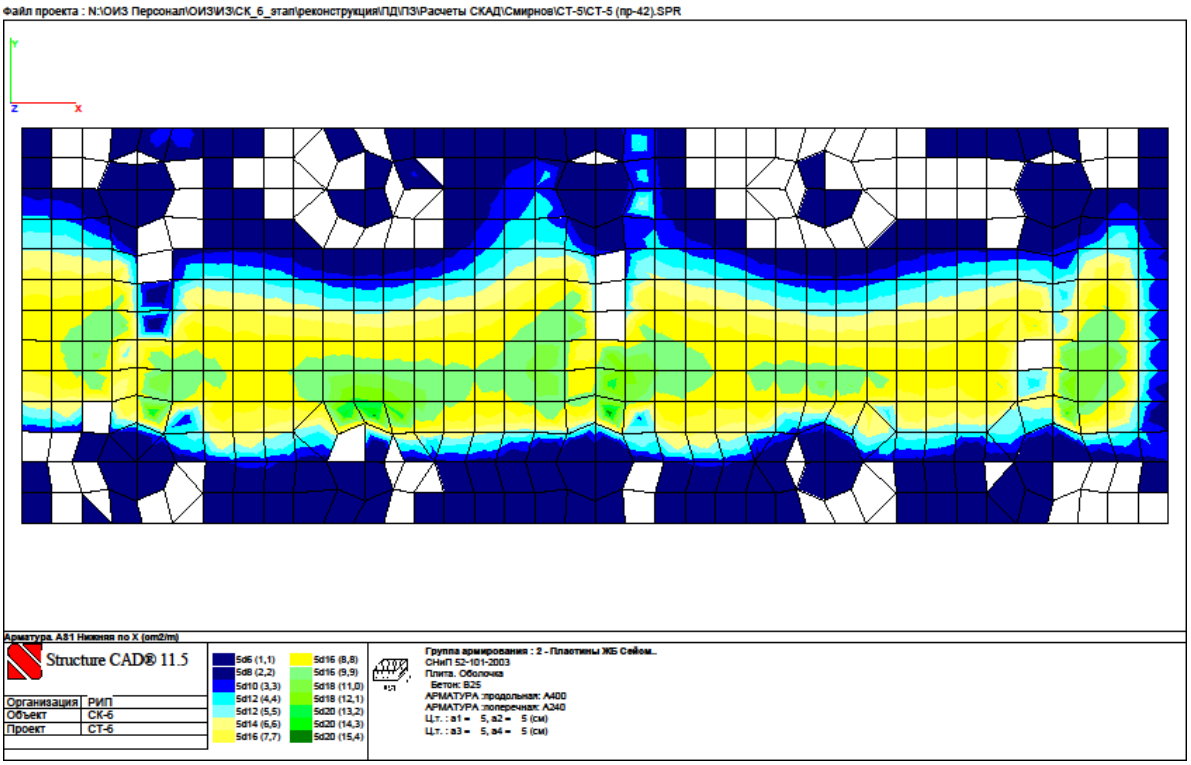


Рис. 6.246. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

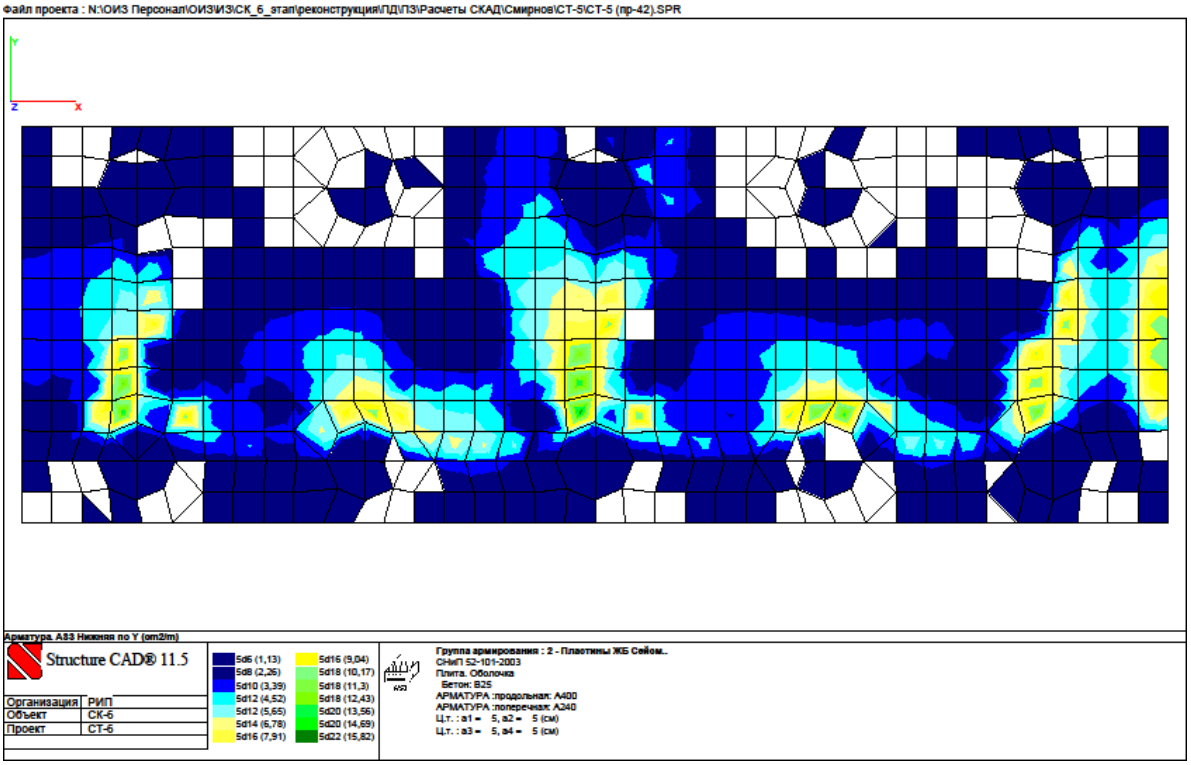


Рис. 6.247. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

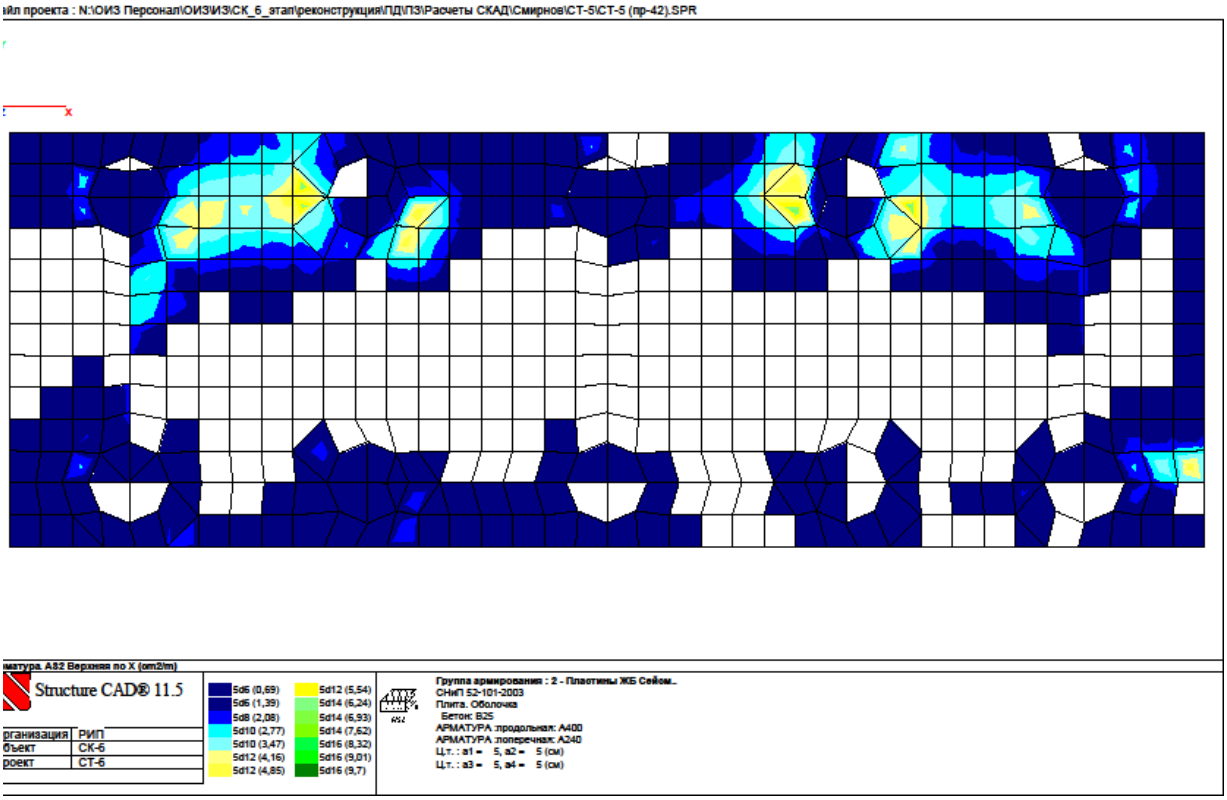


Рис. 6.248. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

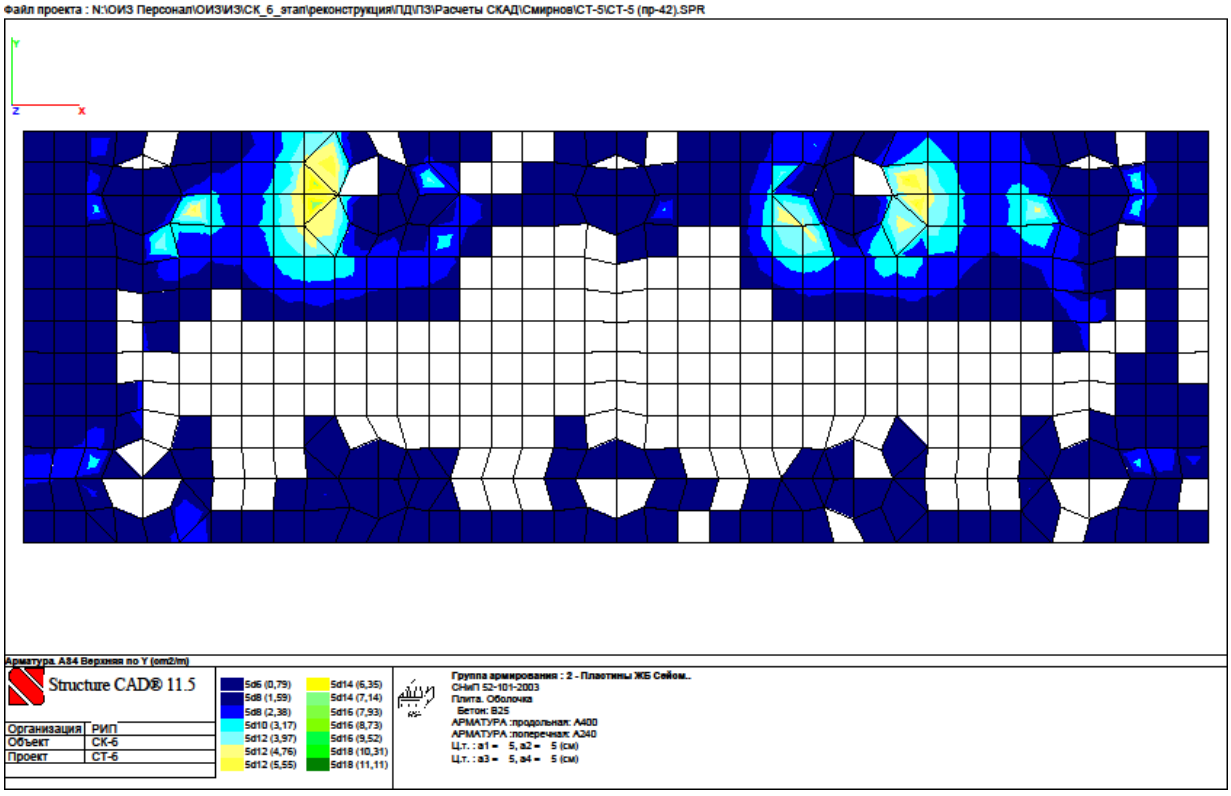


Рис. 6.249. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

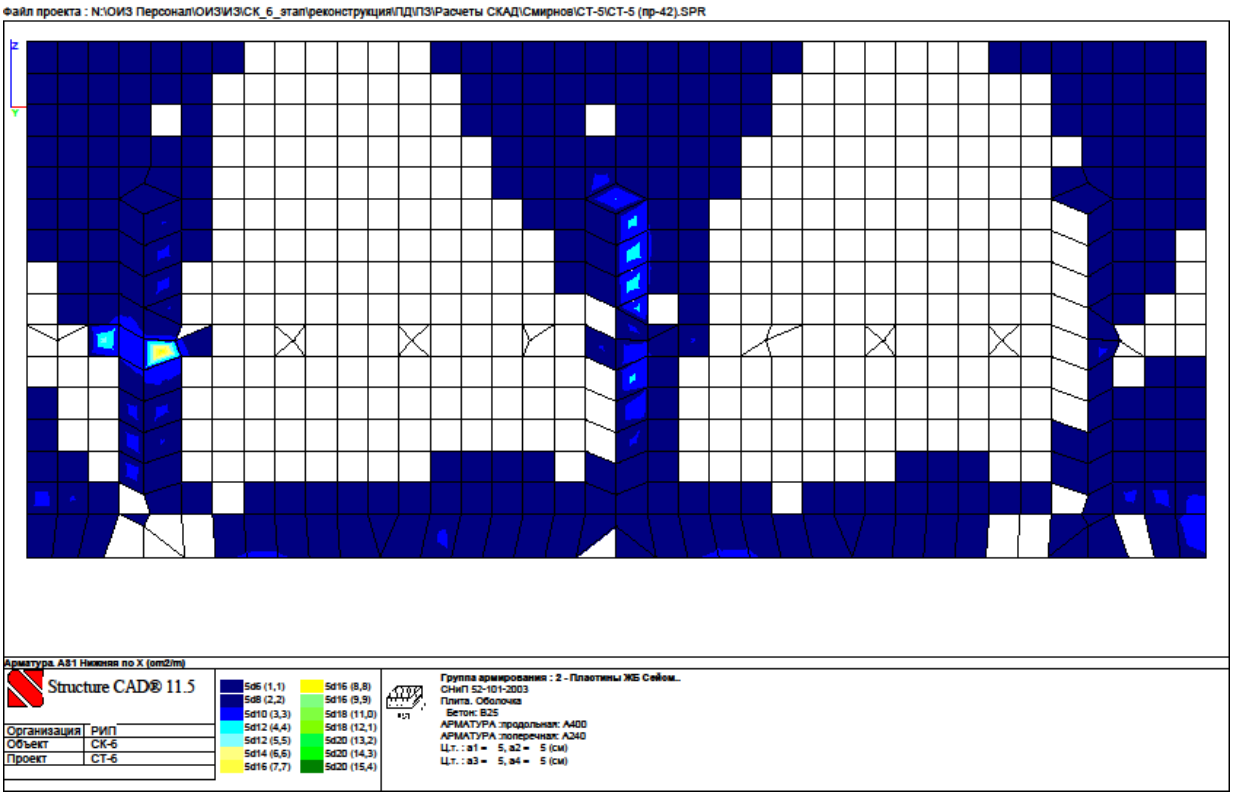


Рис. 6.250. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

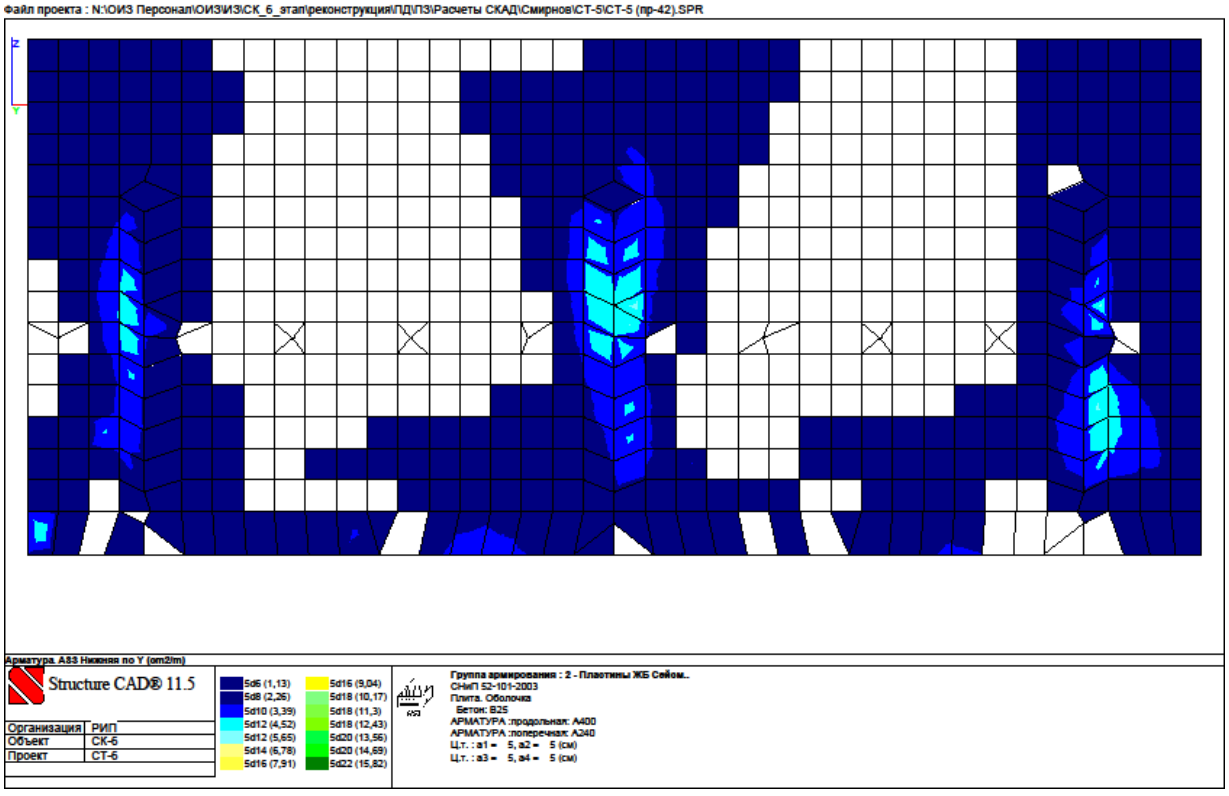


Рис. 6.251. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

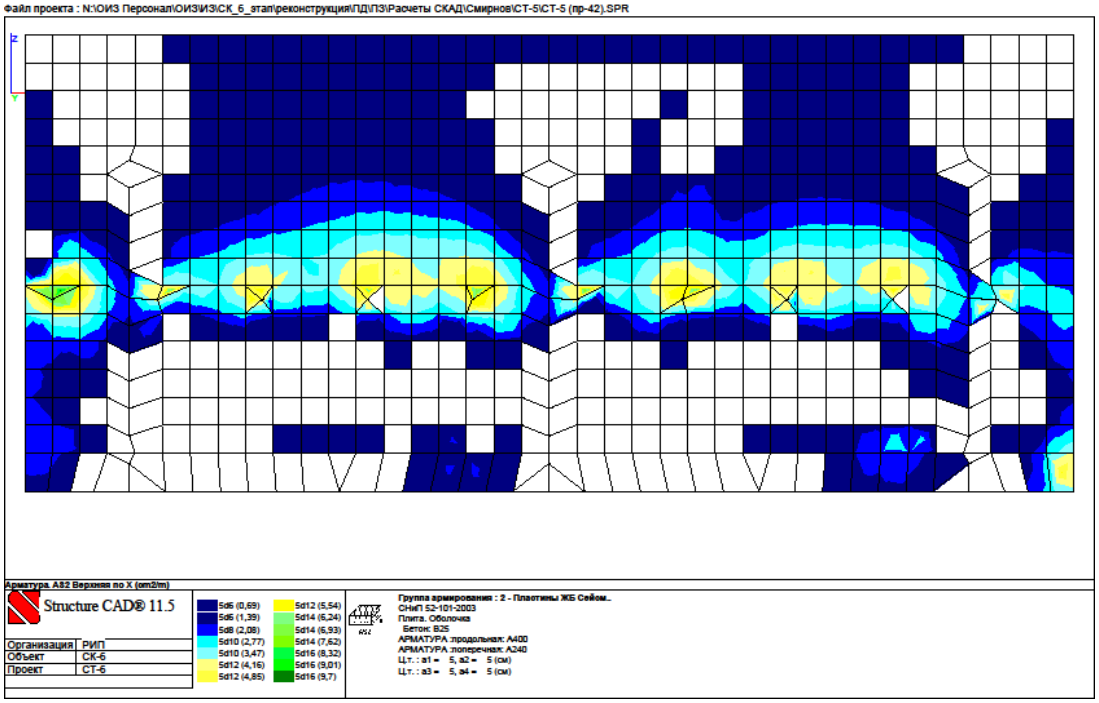


Рис. 6.252. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

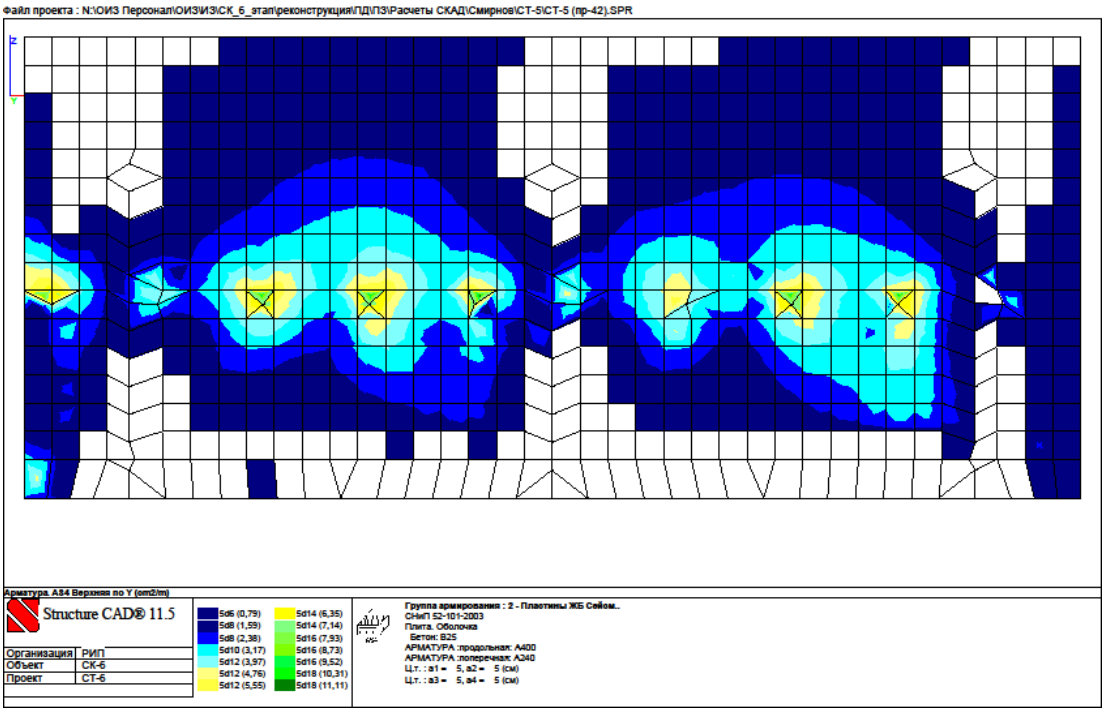


Рис. 6.253. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров подпорной стены СТ-5

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.59. Расчетная несущая способность новых грунтовых анкеров подпорной стены СТ-5 по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
А1	70,6	1,5	12,0	73/53	36,0	77,96	36,0	10,0	130	155	85,1

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 6-6

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении при сейсмическом воздействии показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорной стены СТ-5.

2) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-5 и повышения общей устойчивости склона предусматривается устройство одного ряда дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 36,0 метра, расположенных с шагом 1,5 метра.

3) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкции подпорной стены СТ-5 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

4) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.8 Расчеты по линии разреза 7-7 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-4доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.254:

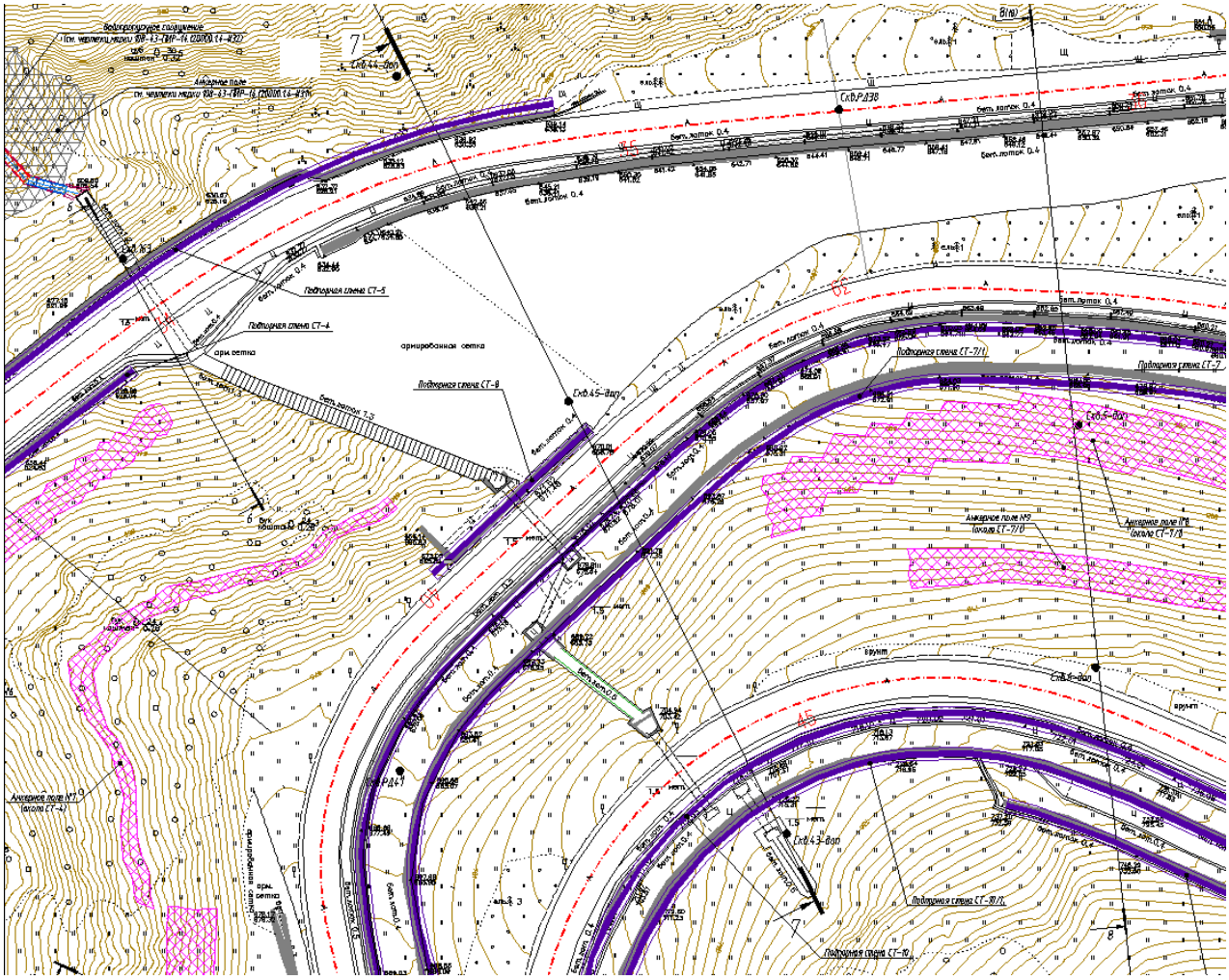


Рис. 6.254. Схема расположения разреза 7-7.

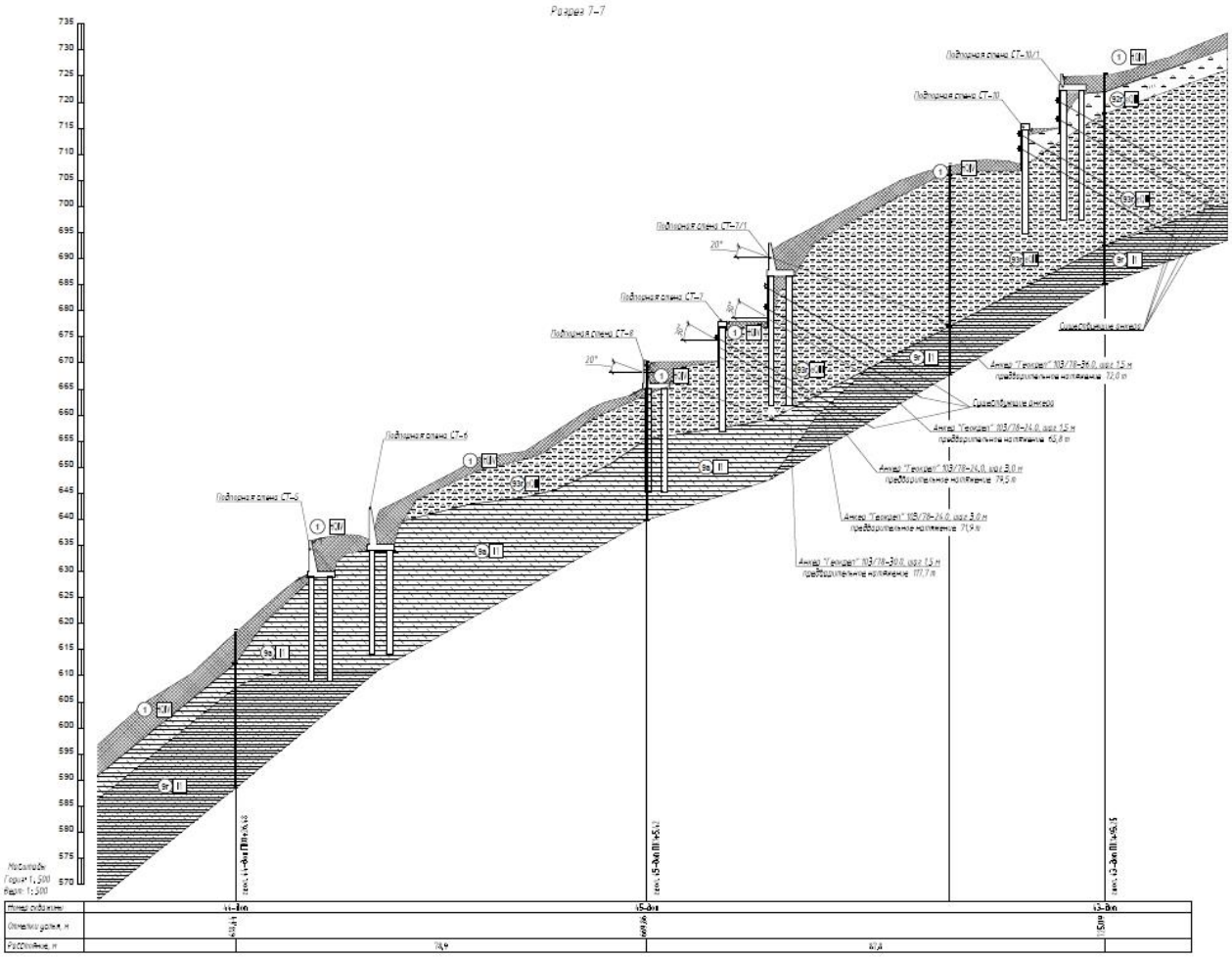


Рис. 6.255. Разрез 7-7.

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

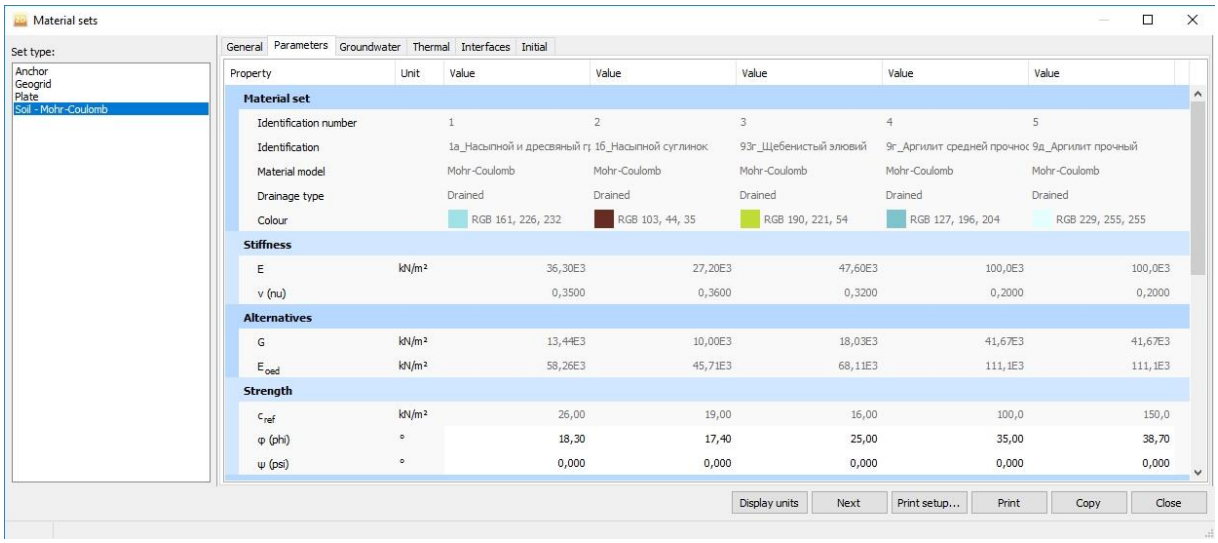


Рис.8 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.8.1 Расчет разреза 7-7 в существующем положении

Расчет разреза 7-7 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

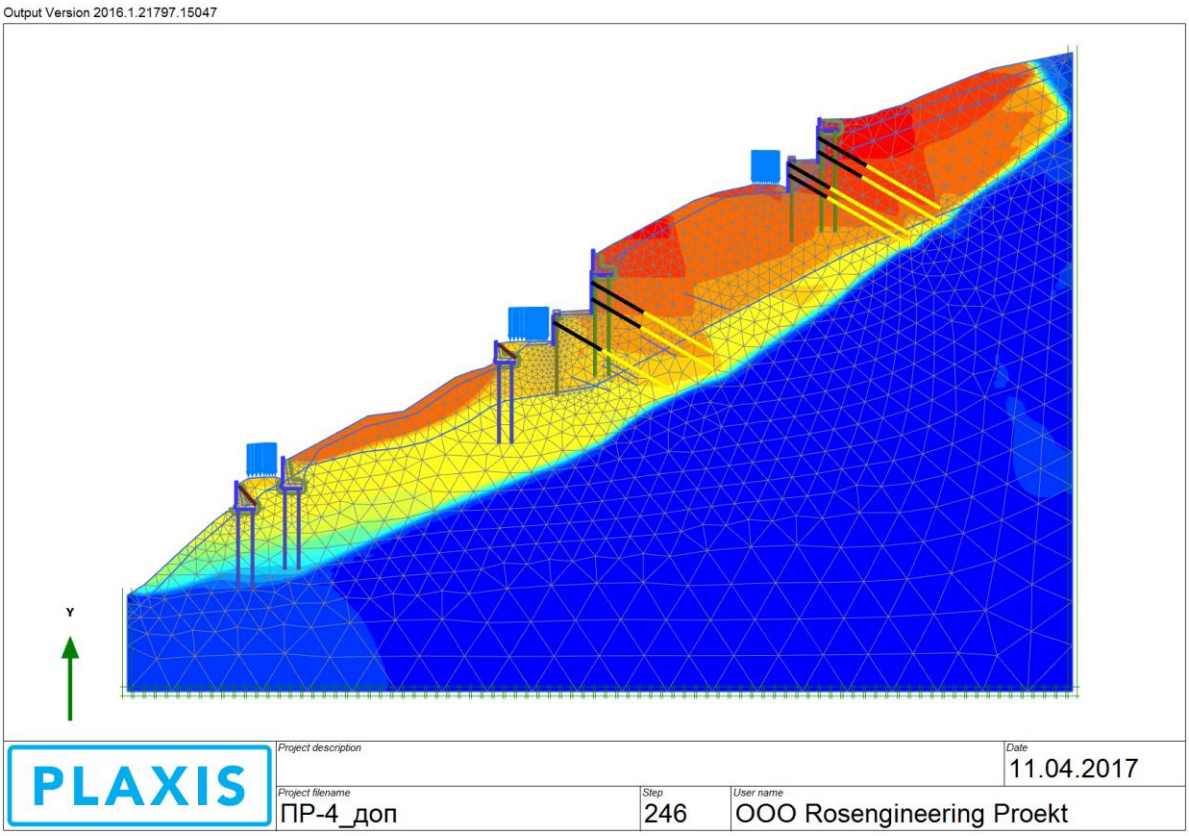


Рис. 6.256. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,437 > K_{sfn} = 1,11.

Подпорная стена СТ-5

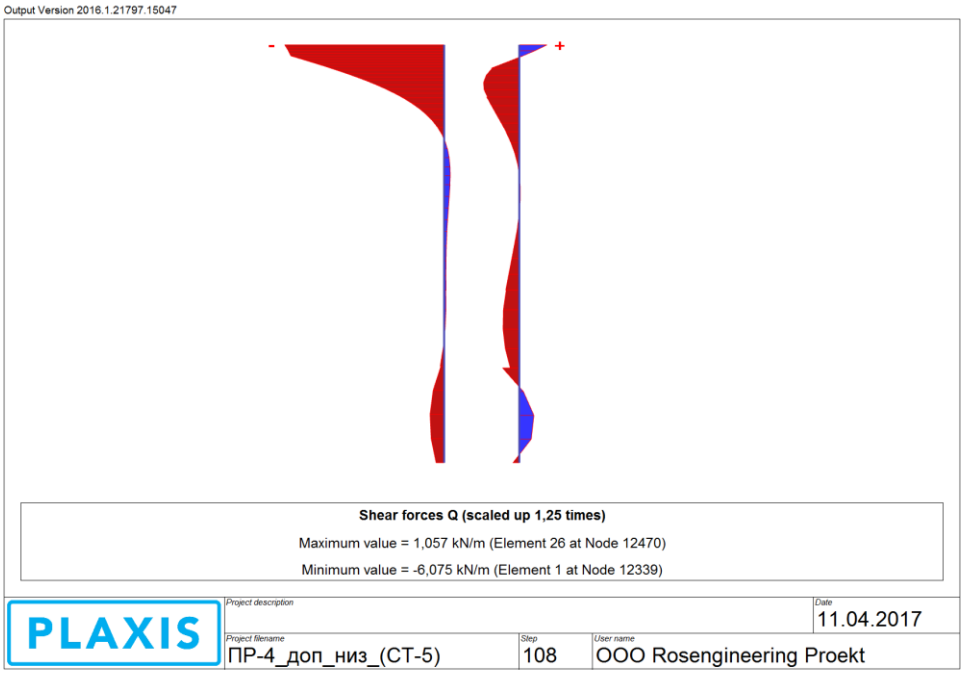


Рис. 6.257. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

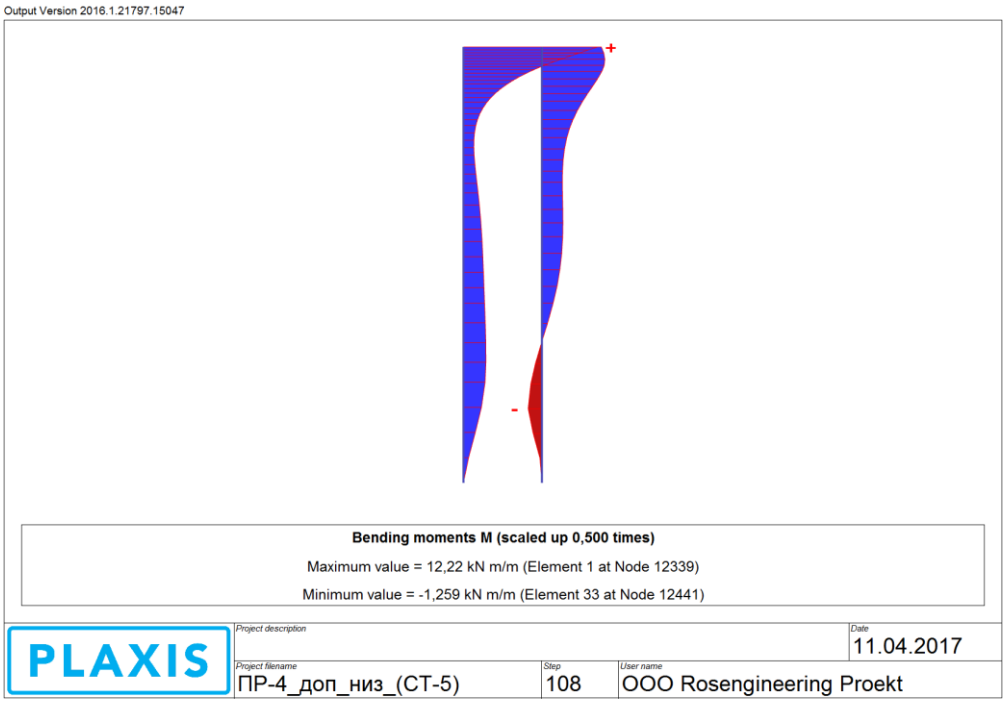


Рис. 6.258. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

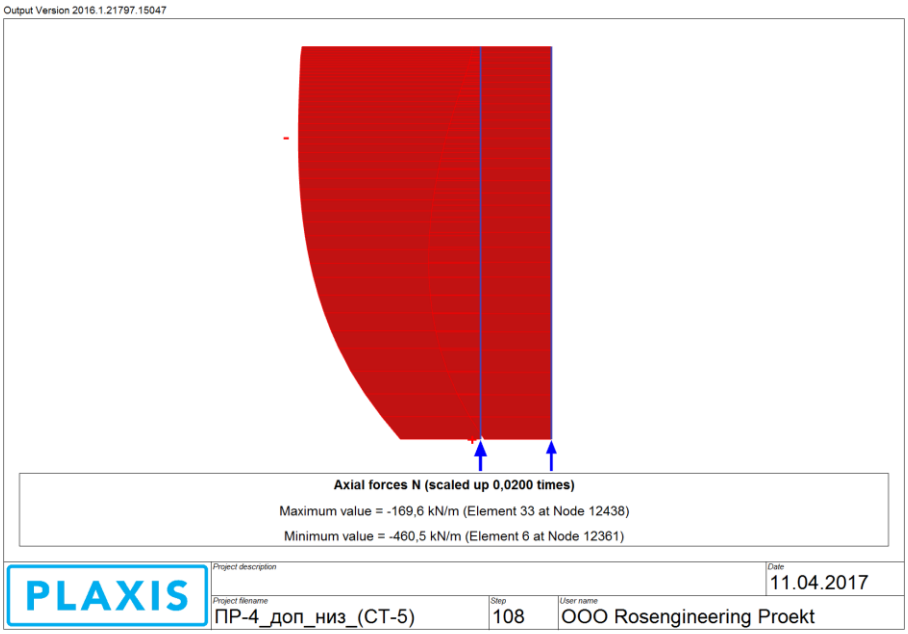


Рис. 6.259. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.60. Усилия в сваях подпорной стены СТ-5 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-140,8	3,8	1,9
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-94,8	1,8	0,5

Подпорная стена СТ-7

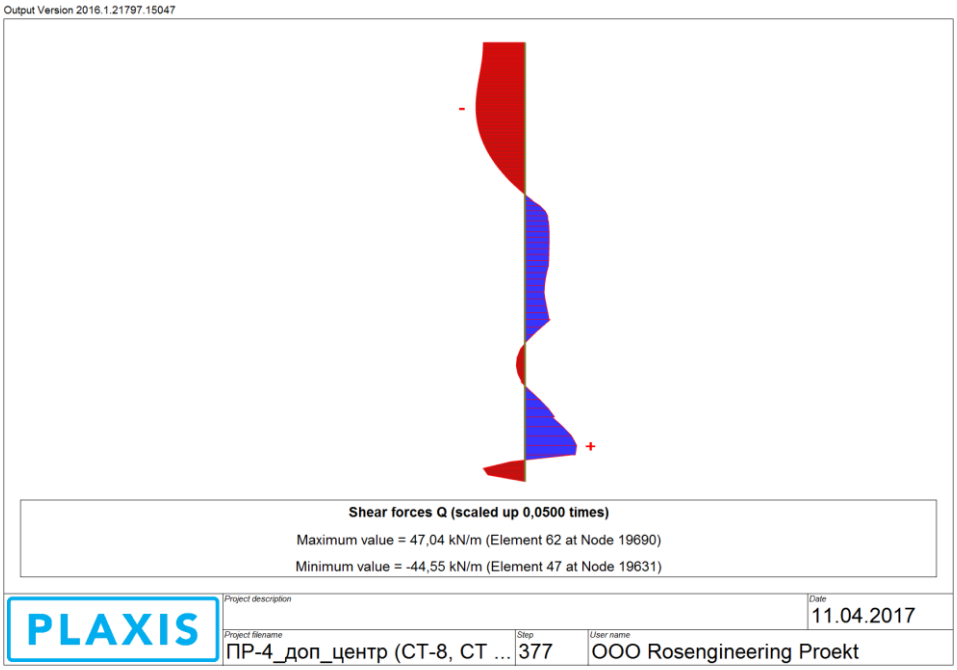


Рис. 6.260. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

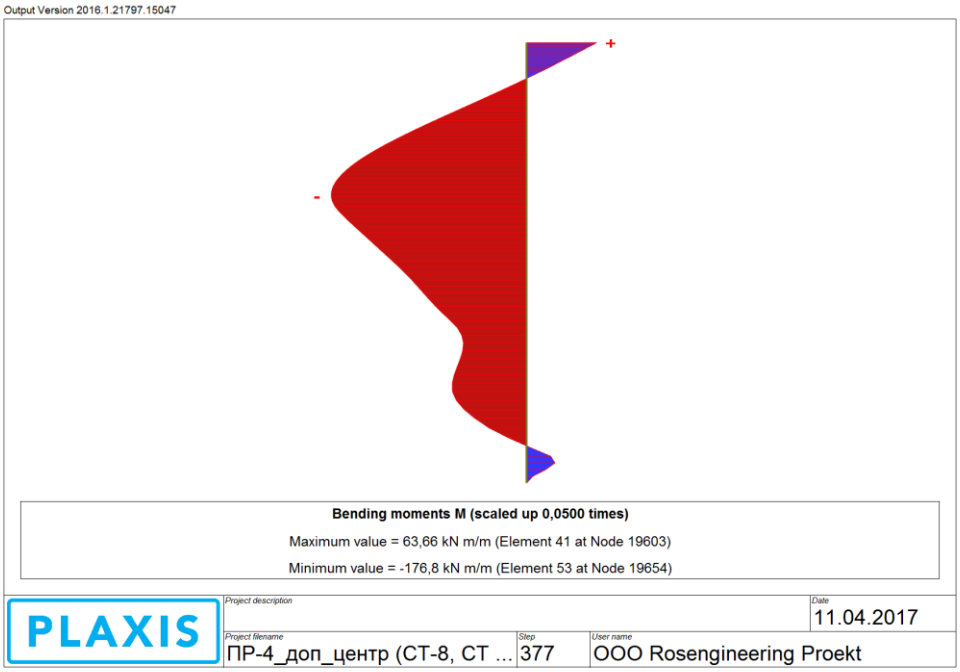


Рис. 6.261. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

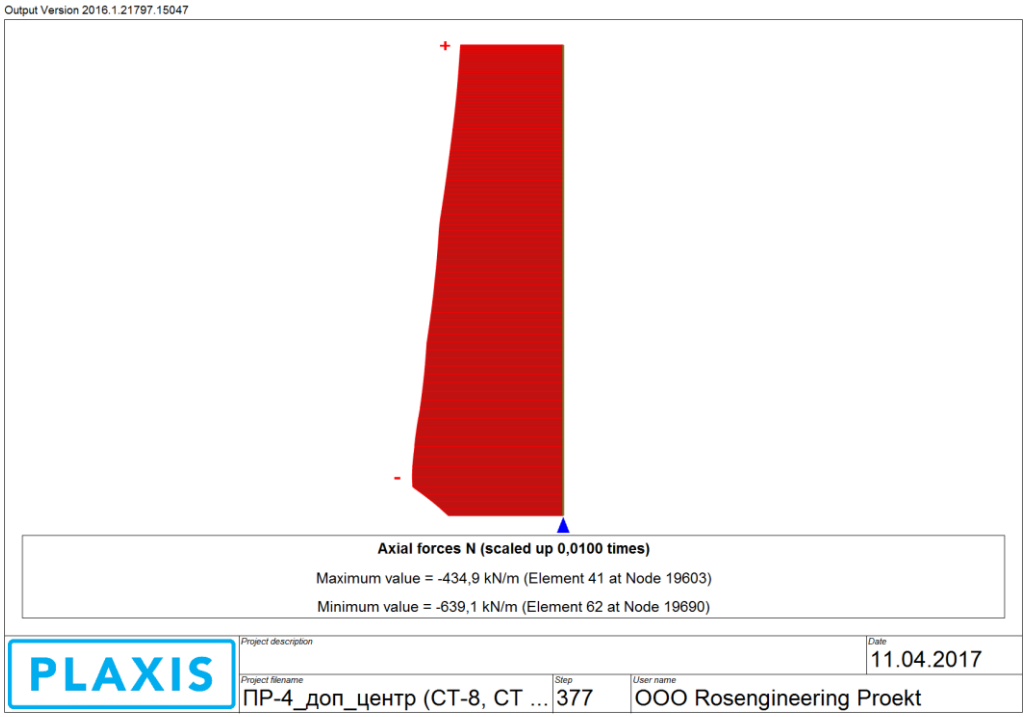


Рис. 6.262. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.61. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-133,0	54,1	14,4

Подпорная стена СТ-7/1

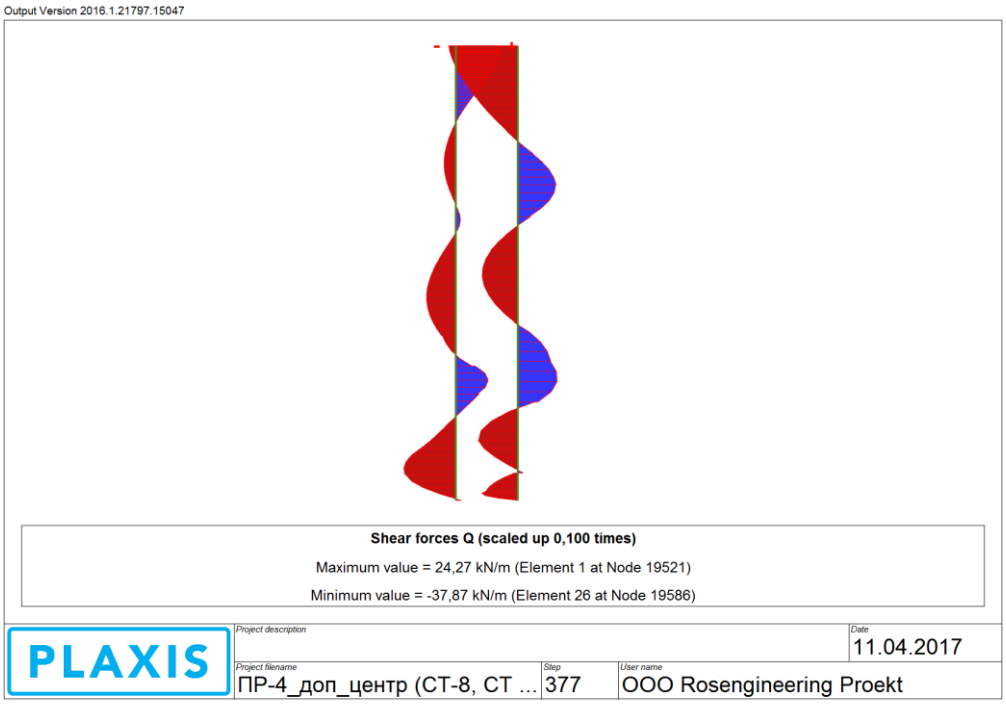


Рис. 6.263. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

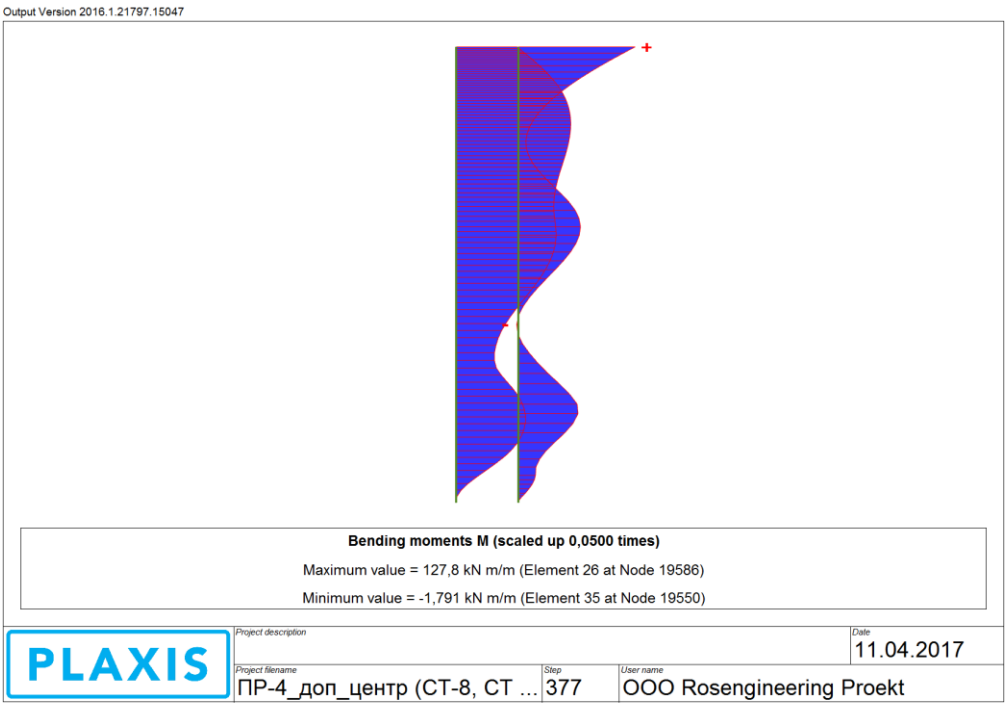


Рис. 6.264. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

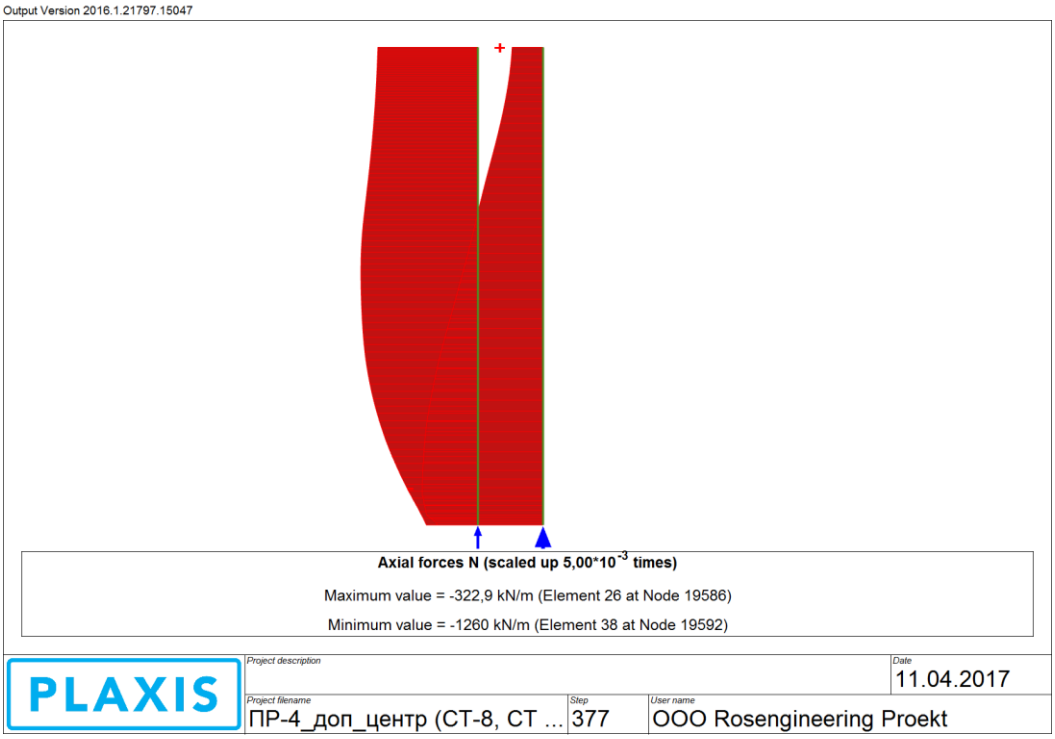


Рис. 6.265. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.62. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-371,9	38,3	8,7
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-385,3	39,1	11,6

Подпорная стена СТ-8

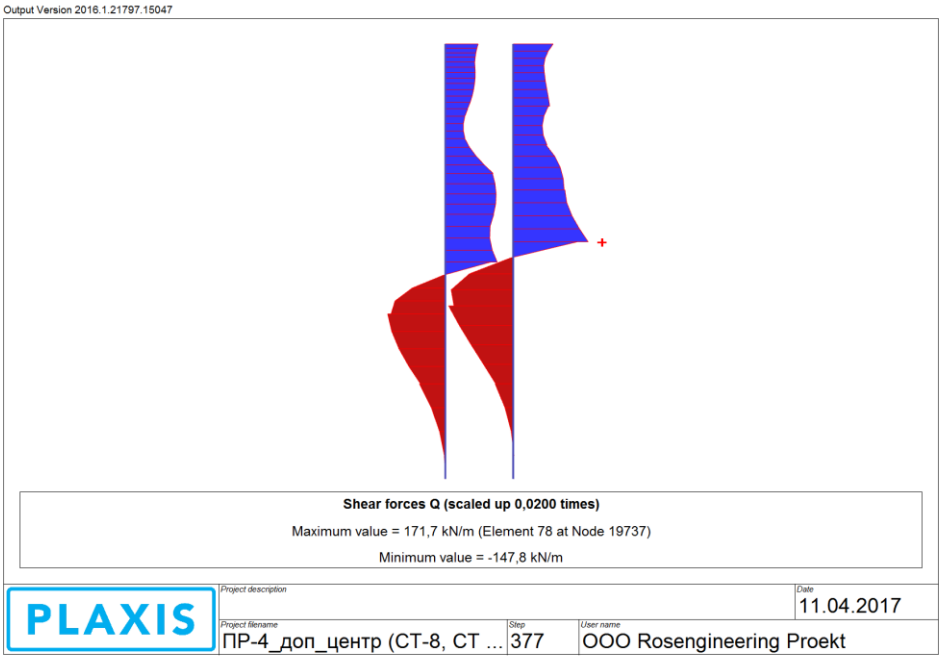


Рис. 6.266. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

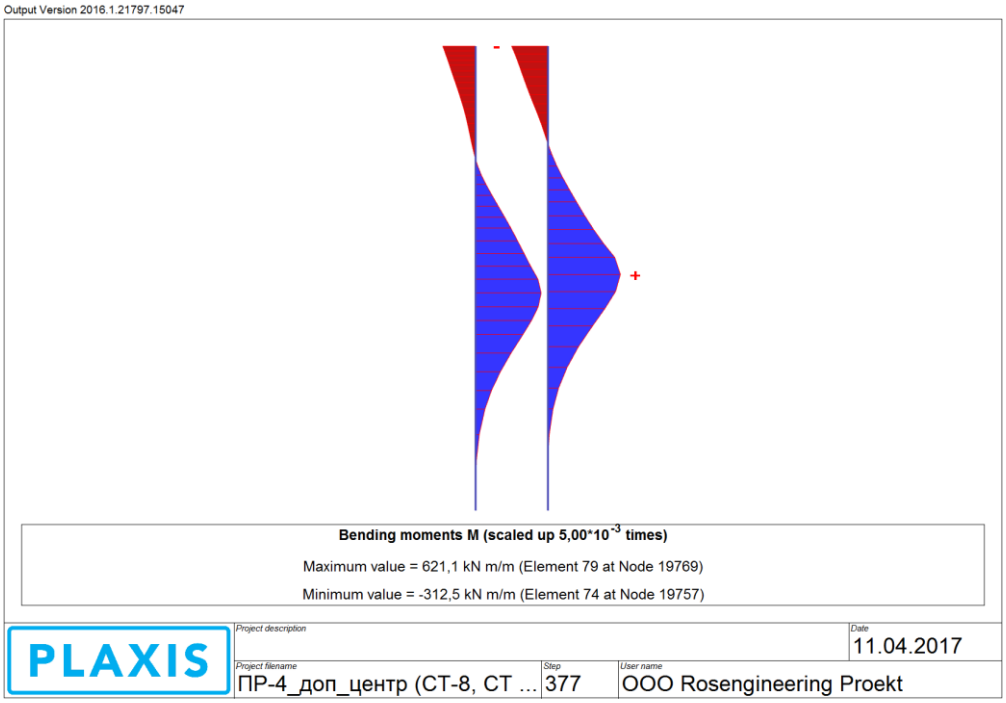


Рис. 6.267. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

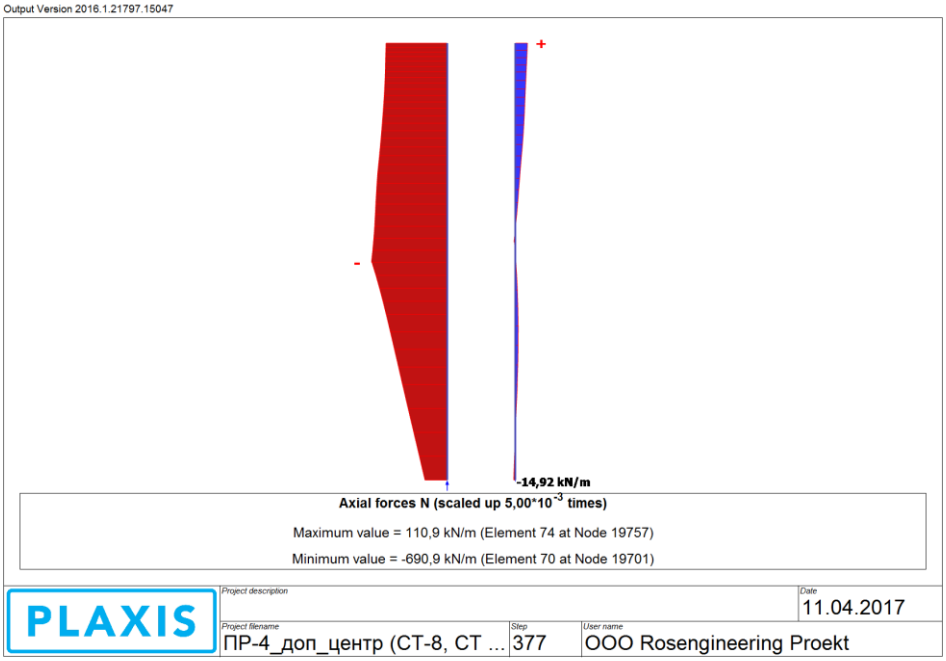


Рис. 6.268. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.63. Усилия в сваях подпорной стены СТ-8 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	2,5	-176,1	142,8	33,6
N2(п)	1,02	20,0	2,5	28,3	158,3	43,7

Подпорная стена СТ-10

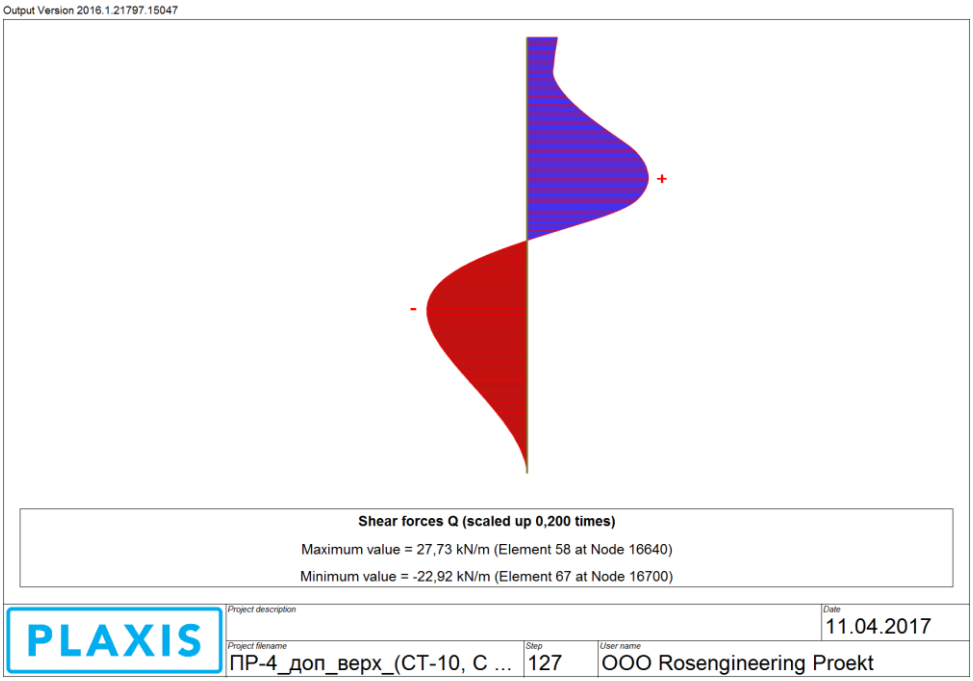


Рис. 6.269. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

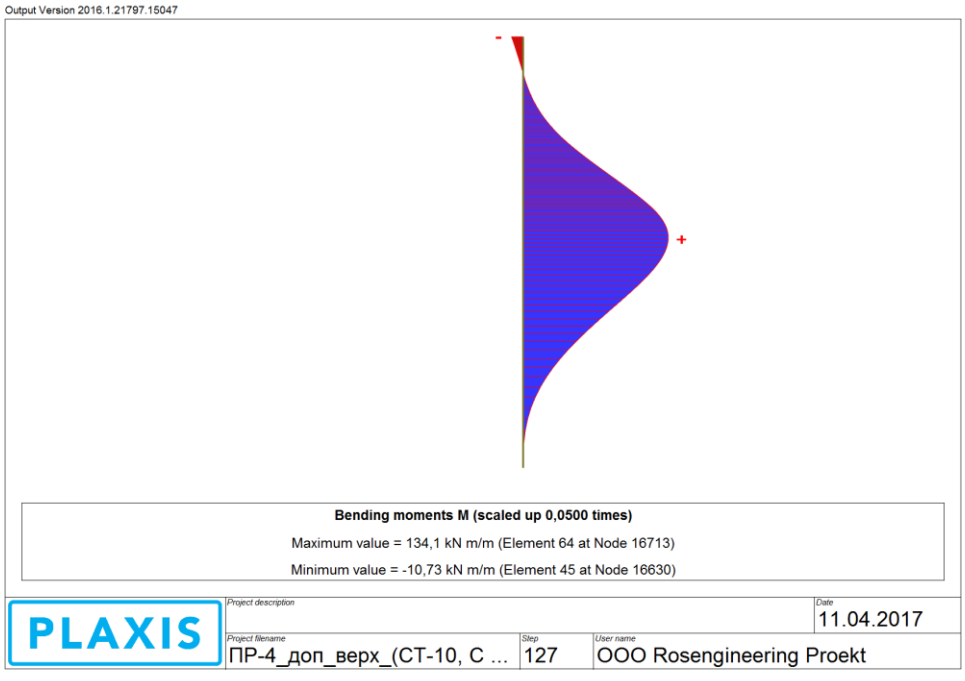


Рис. 6.270. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

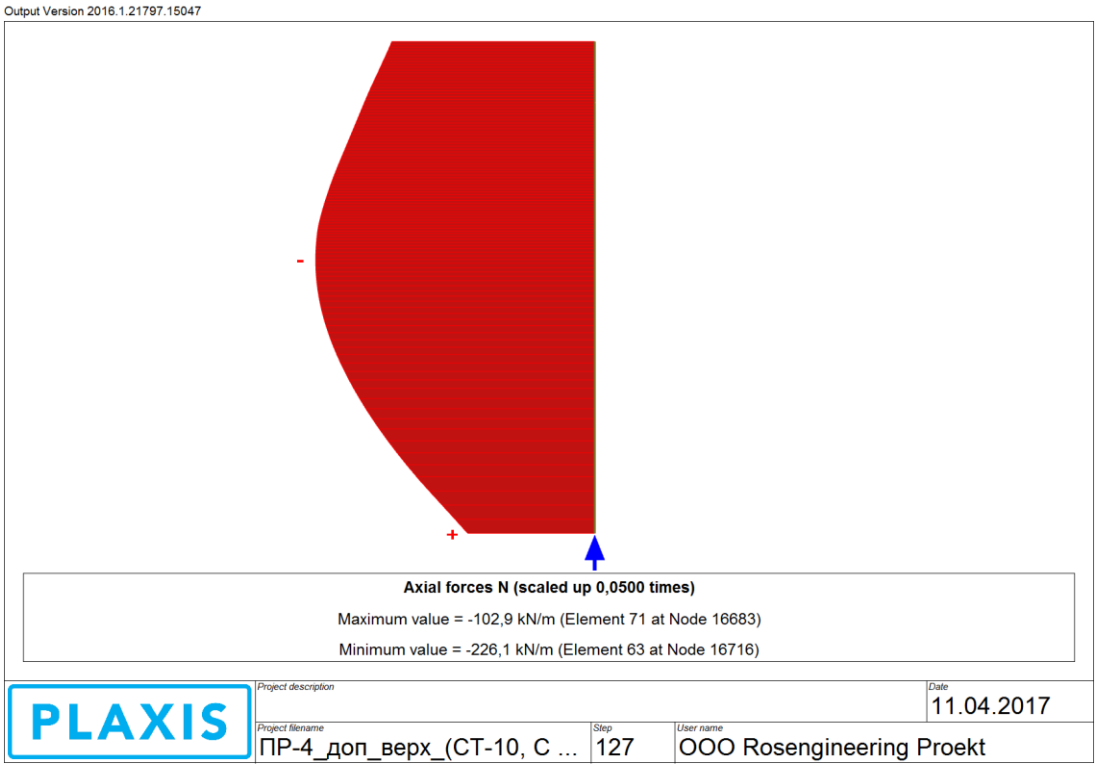


Рис. 6.271. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.64. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-69,1	41,1	8,5

Подпорная стена СТ-10/1

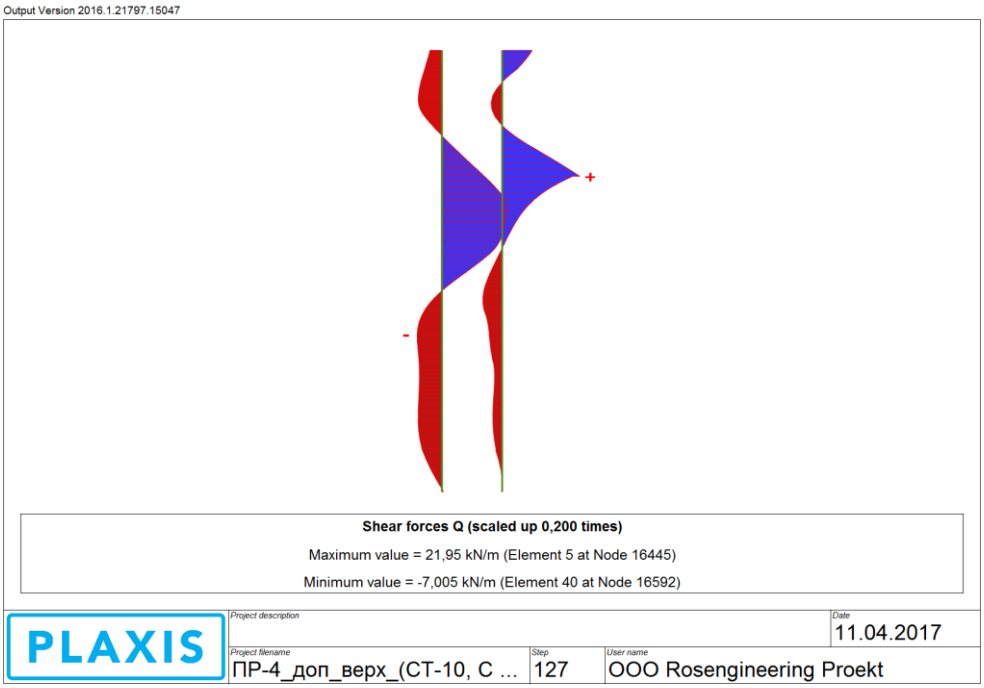


Рис. 6.272. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

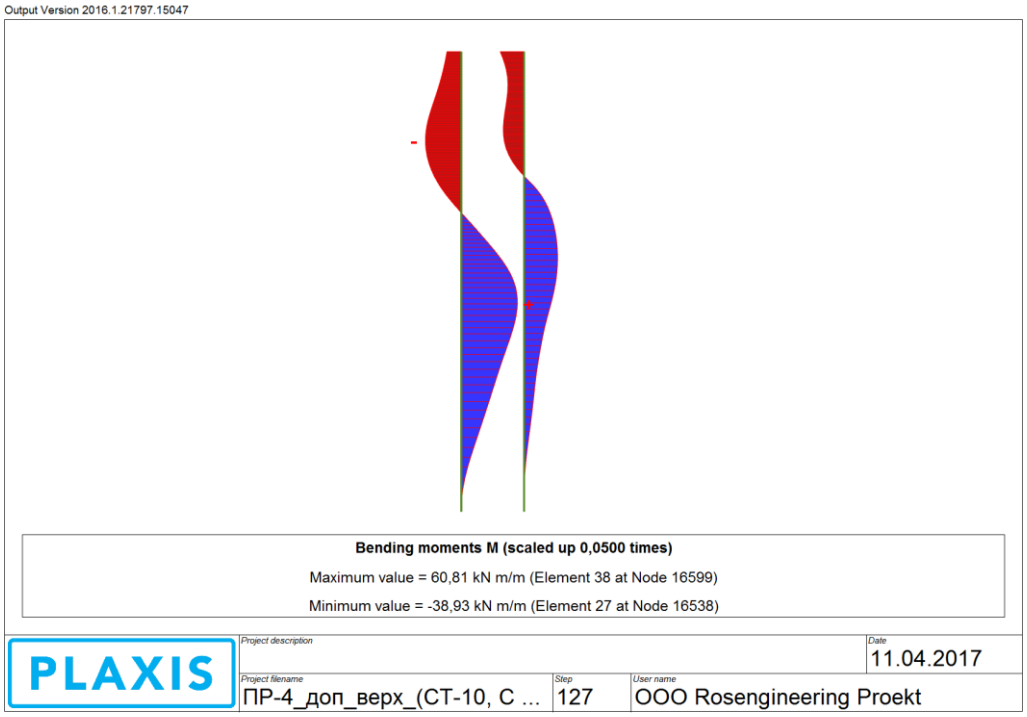


Рис. 6.273. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

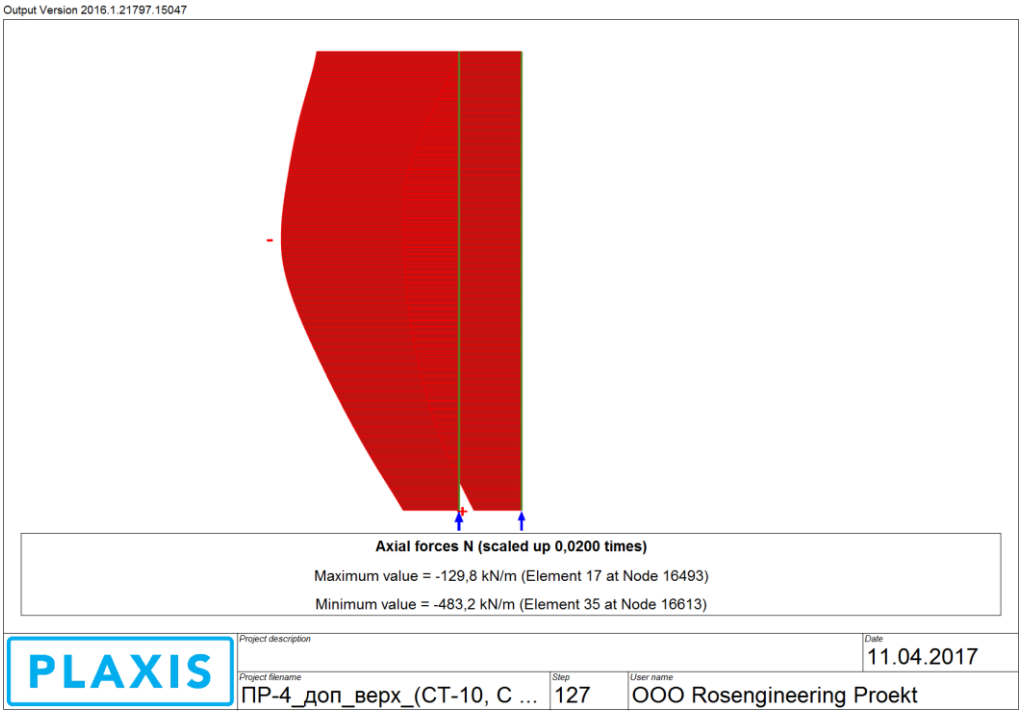


Рис. 6.274. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.65. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-147,7	18,6	5,6
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-97,8	11,3	6,7

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

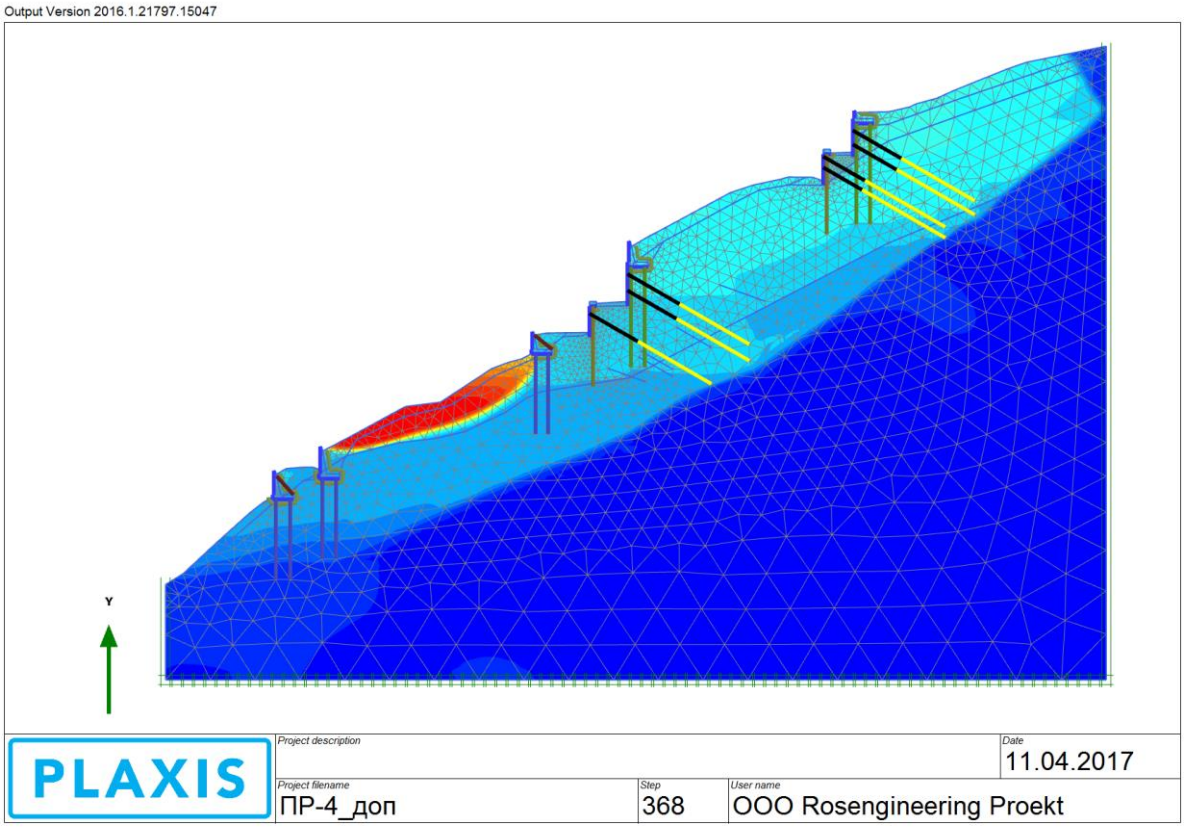


Рис. 6.275. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. K_{sf} =1,162 > K_{sfn} = 1,05.

Подпорная стена СТ-5

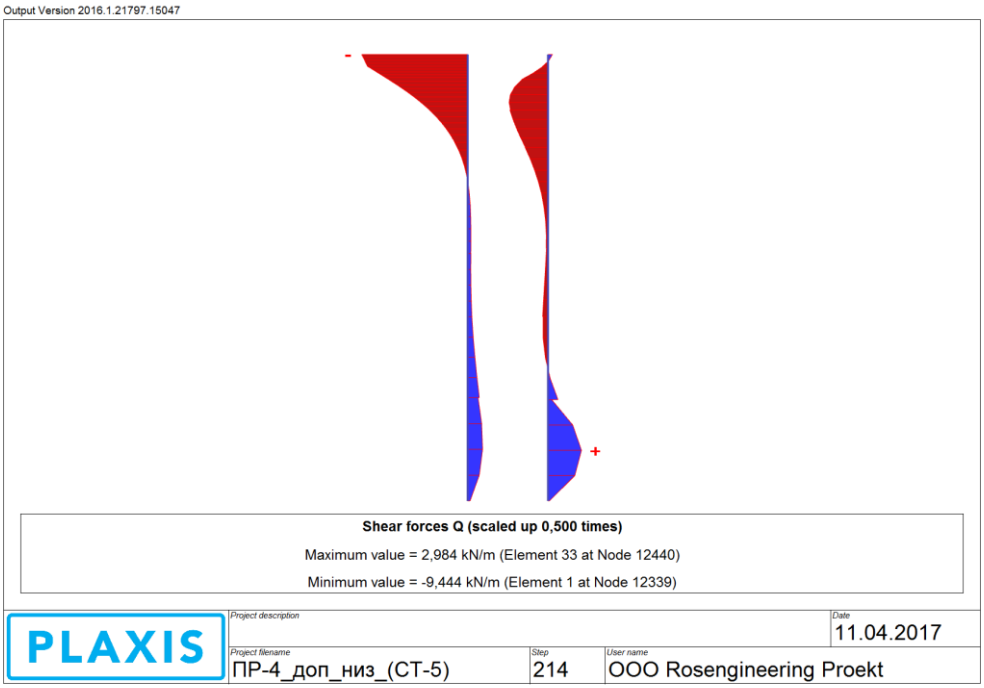


Рис. 6.276. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

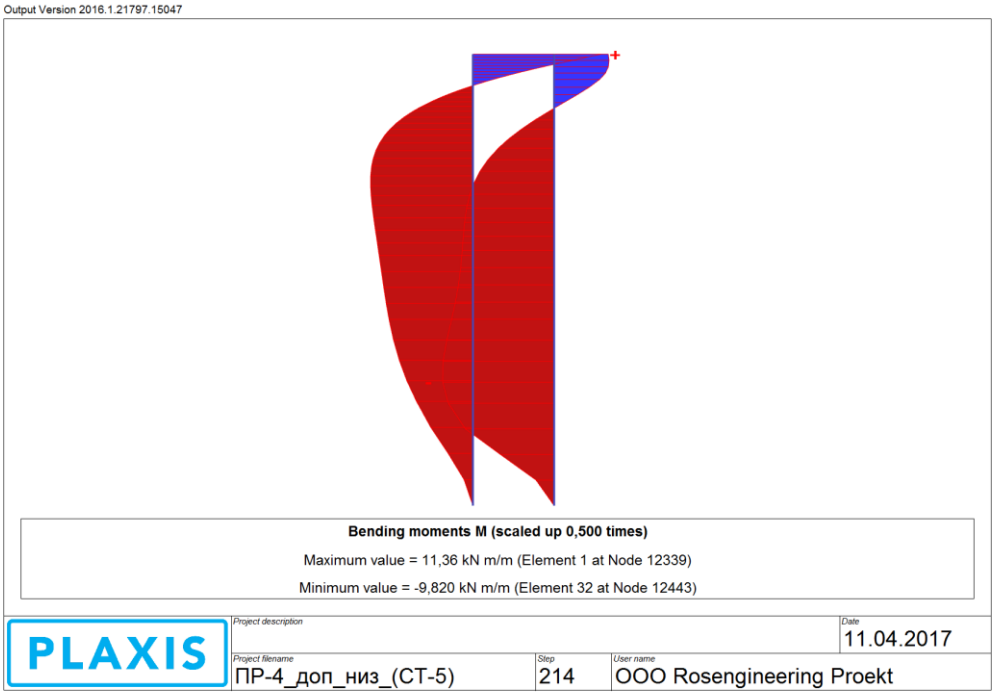


Рис. 6.277. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

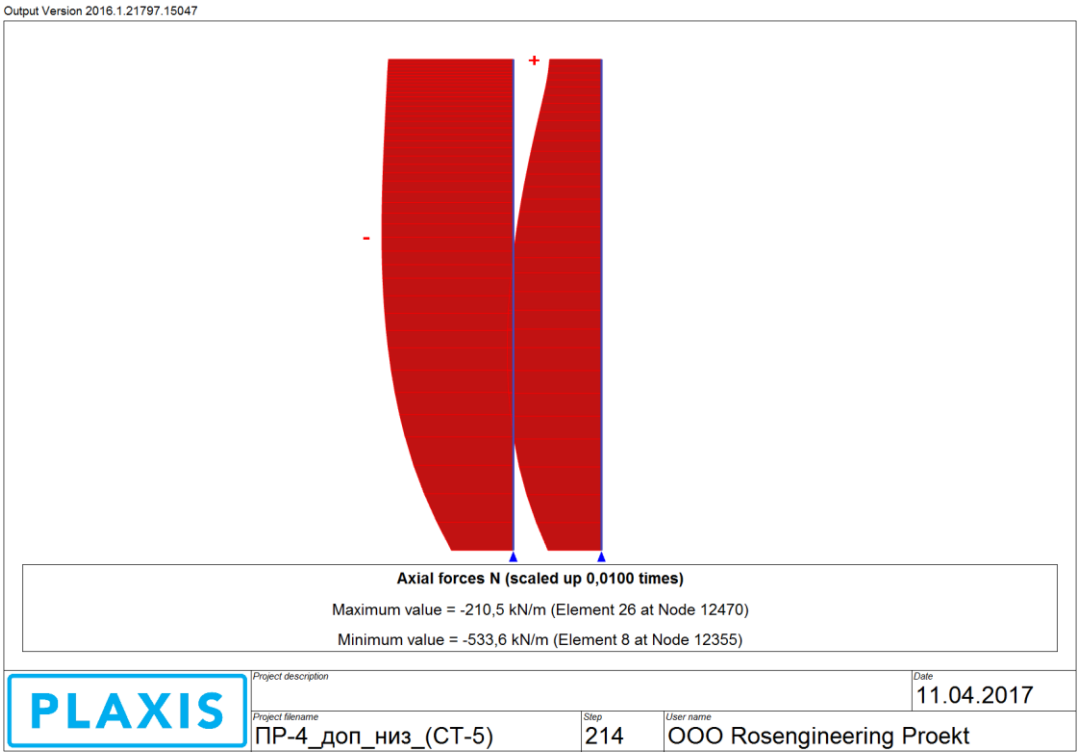


Рис. 6.278. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.66. Усилия в сваях подпорной стены СТ-5 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-163.2	3.5	2.9
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-116.9	3.0	1.1

Подпорная стена СТ-7

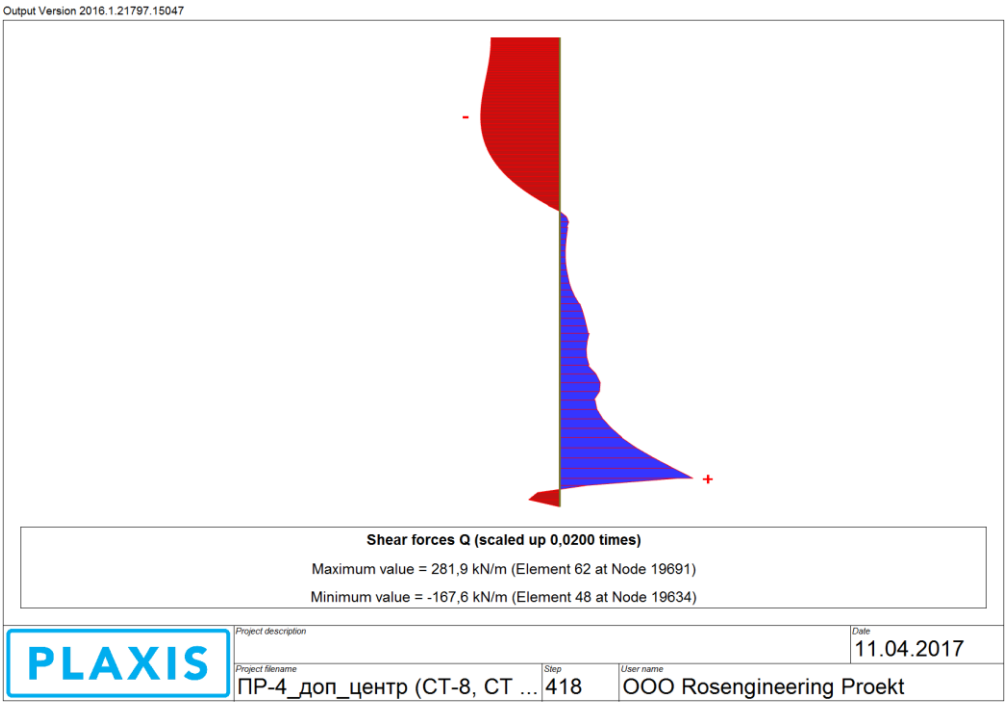


Рис. 6.279. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

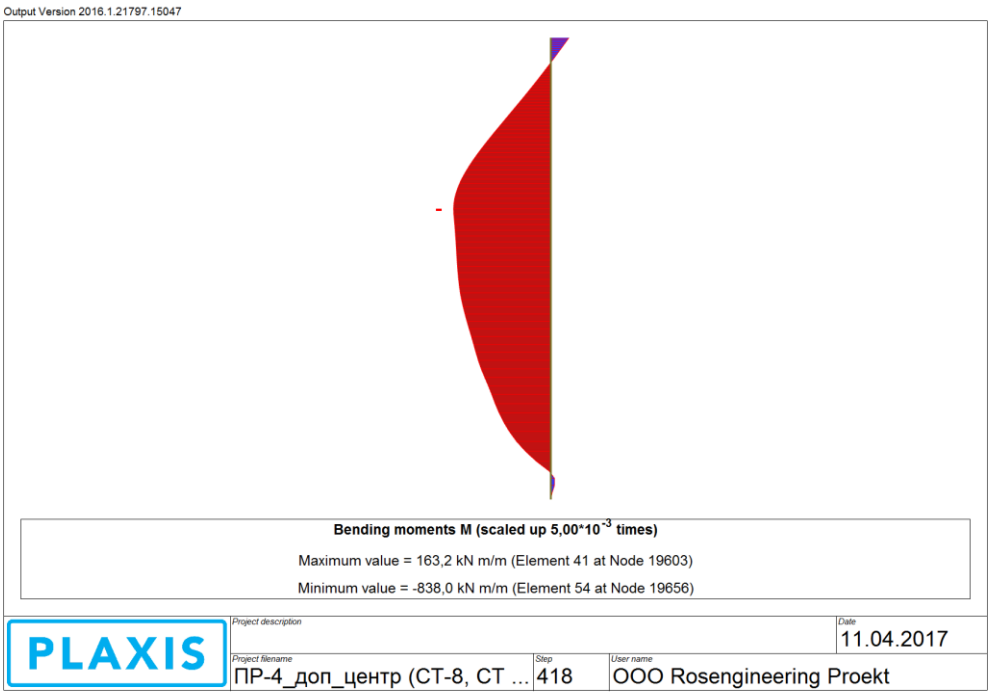


Рис. 6.280. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

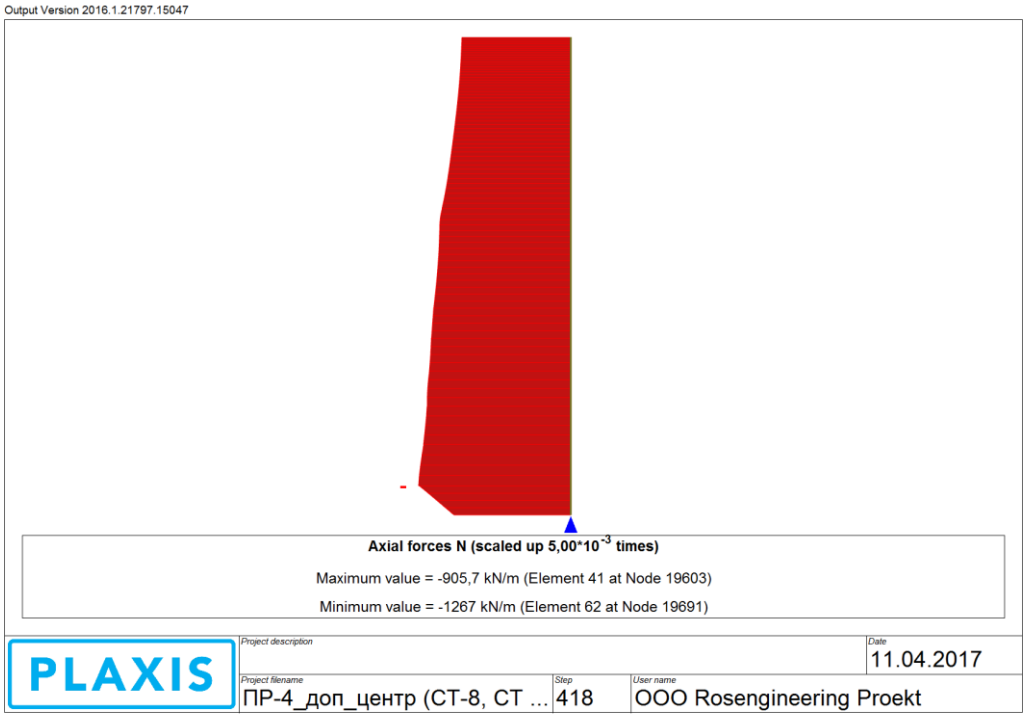


Рис. 6.281. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.67. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-387.5	256.3	86.2

Подпорная стена СТ-7/1

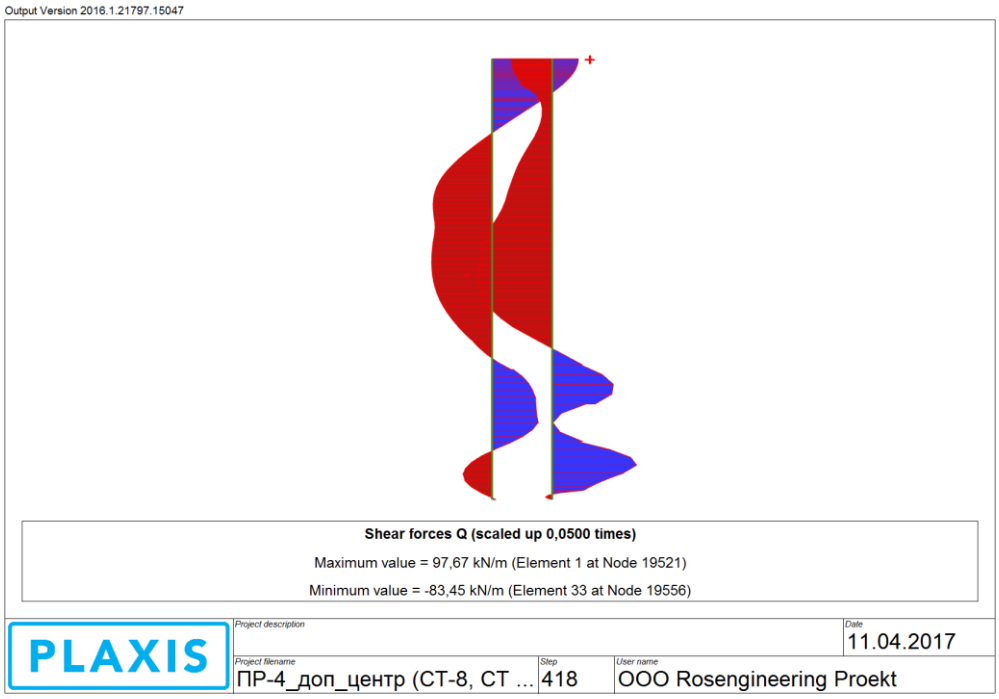


Рис. 6.282. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

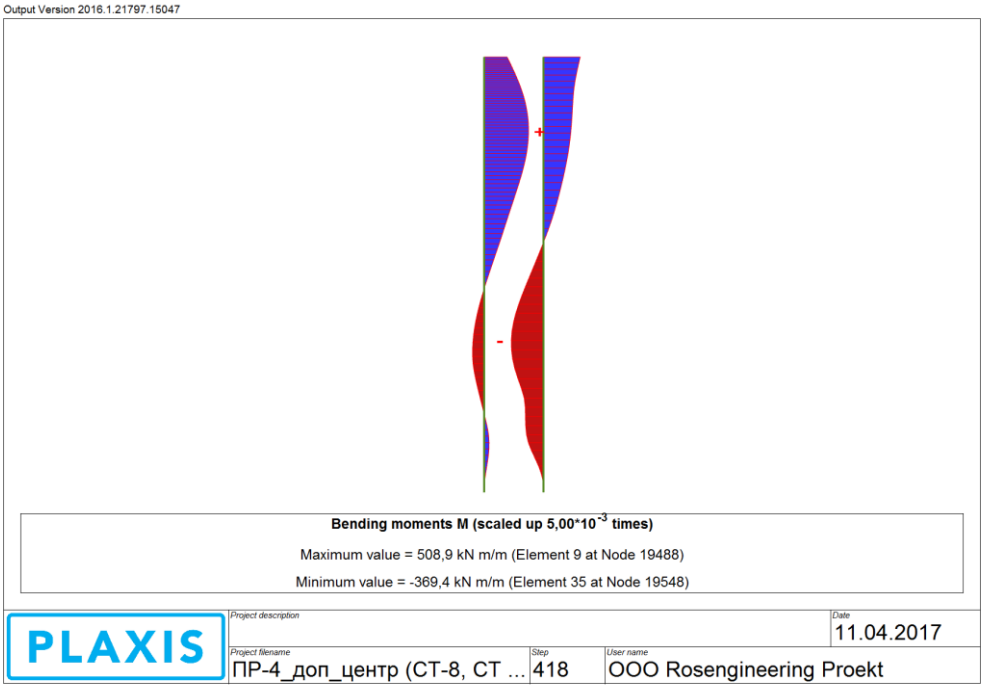


Рис. 6.283. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

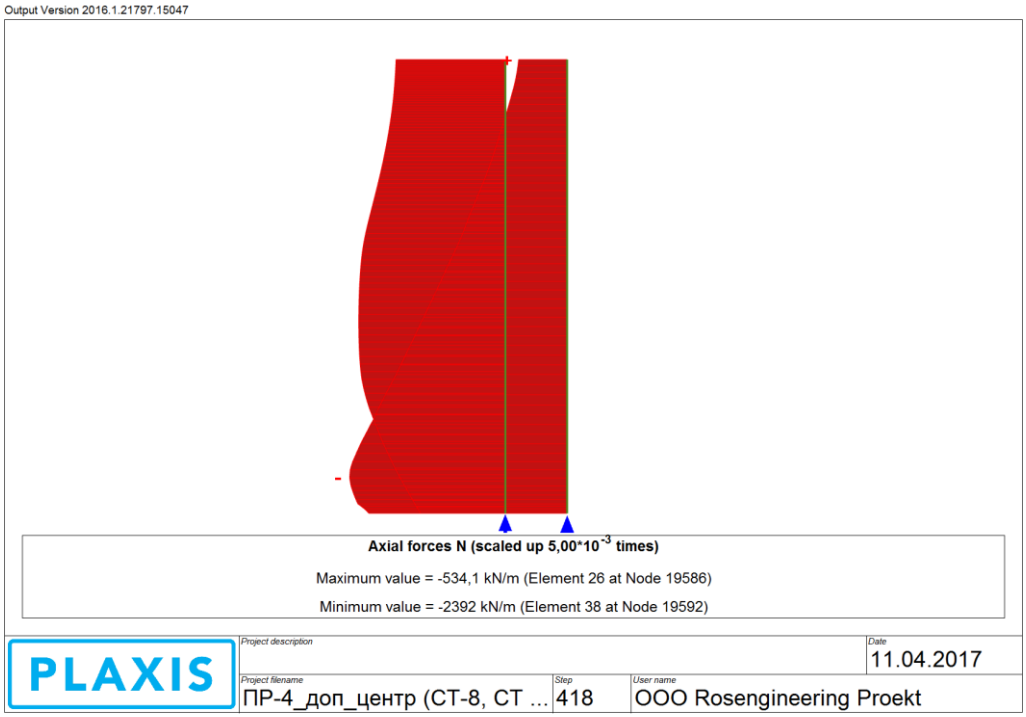


Рис. 6.284. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.68. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-492.7	155.6	29.9
N2(пр)	1,02	25,0	3,0	-731.5	128.5	25.5

Подпорная стена СТ-8

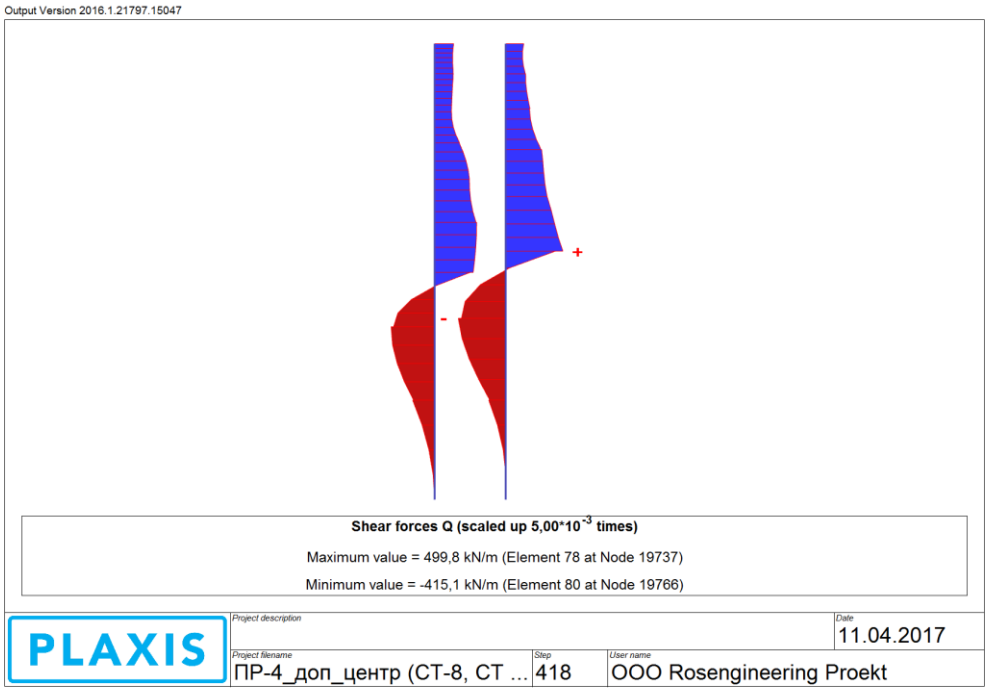


Рис. 6.285. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

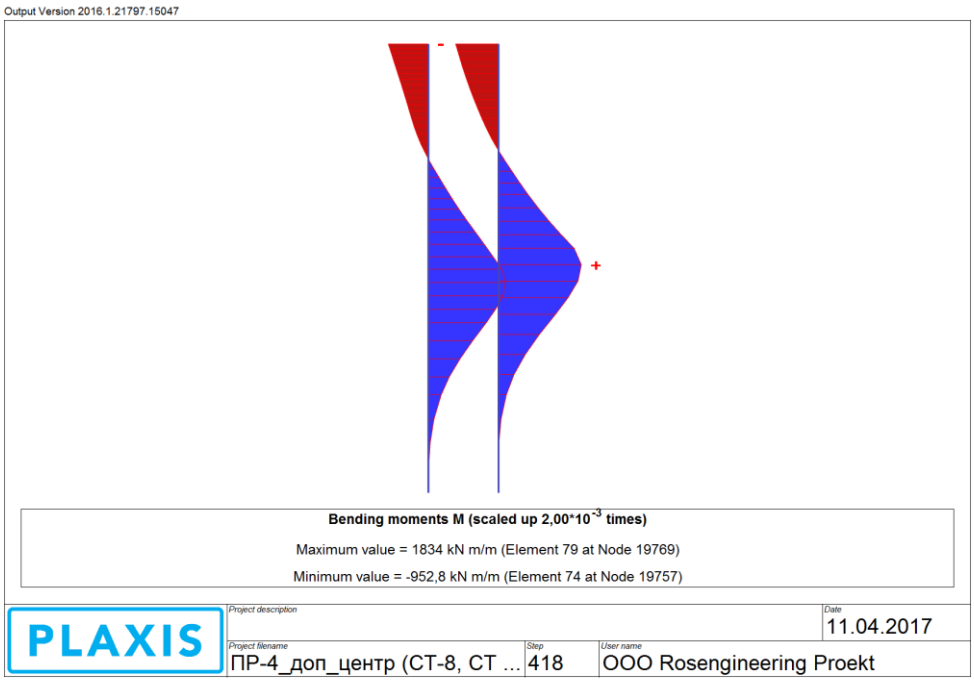


Рис. 6.286. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

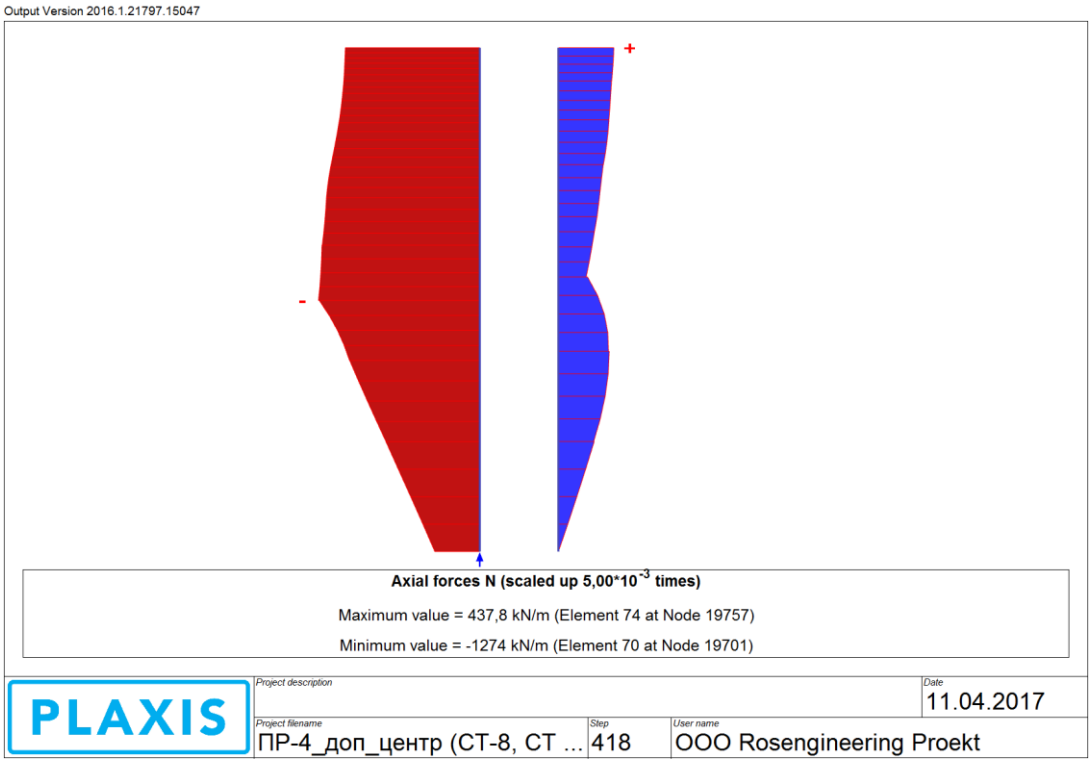


Рис. 6.287. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.69. Усилия в сваях подпорной стены СТ-8 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	2,5	-324.7	437.1	96.8
N2(п)	1,02	20,0	2,5	111.6	467.4	127.4

Подпорная стена СТ-10

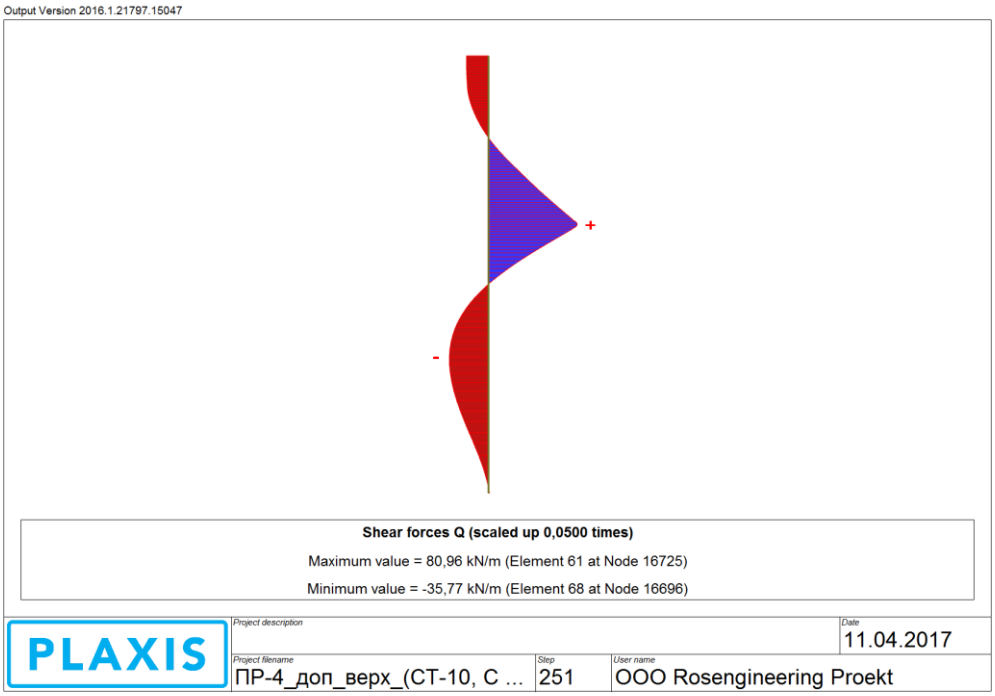


Рис. 6.288. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

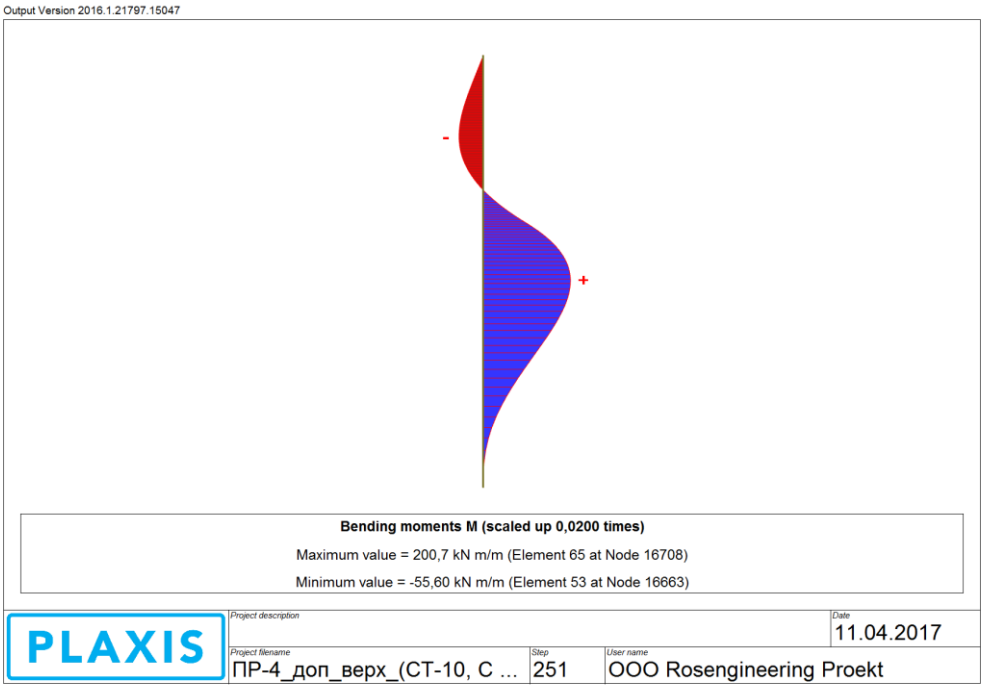


Рис. 6.289. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

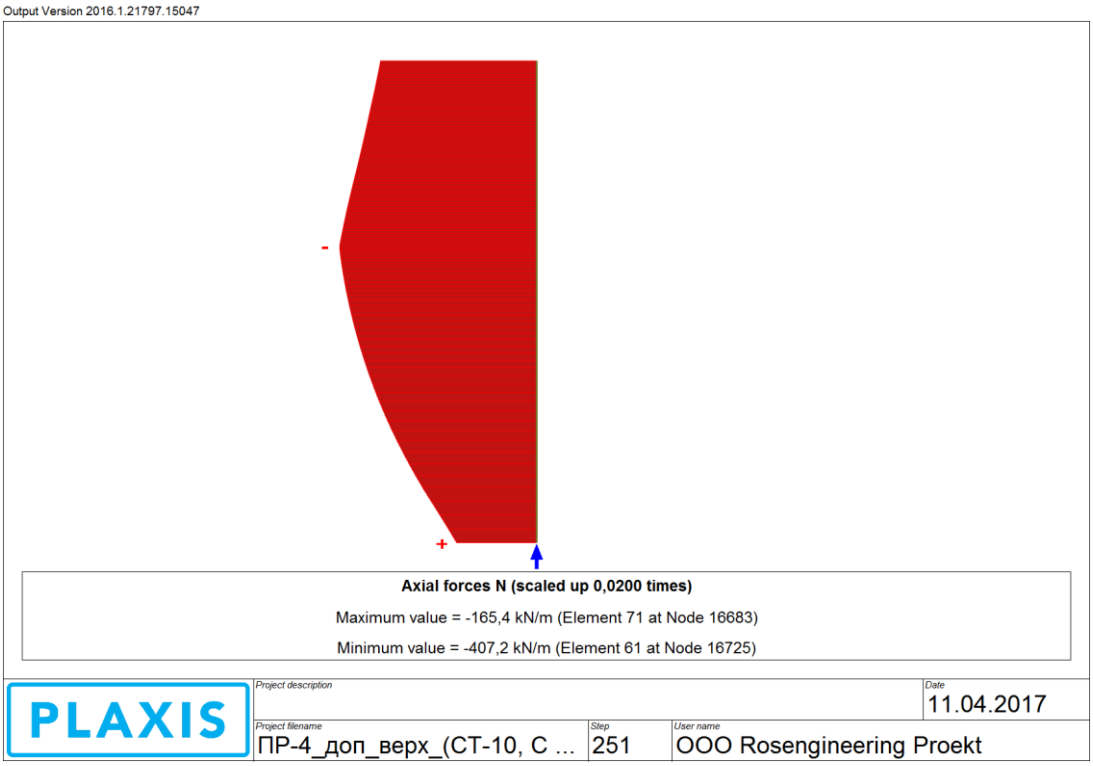


Рис. 6.290. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.70. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-124,5	61,4	24,8

Подпорная стена СТ-10/1

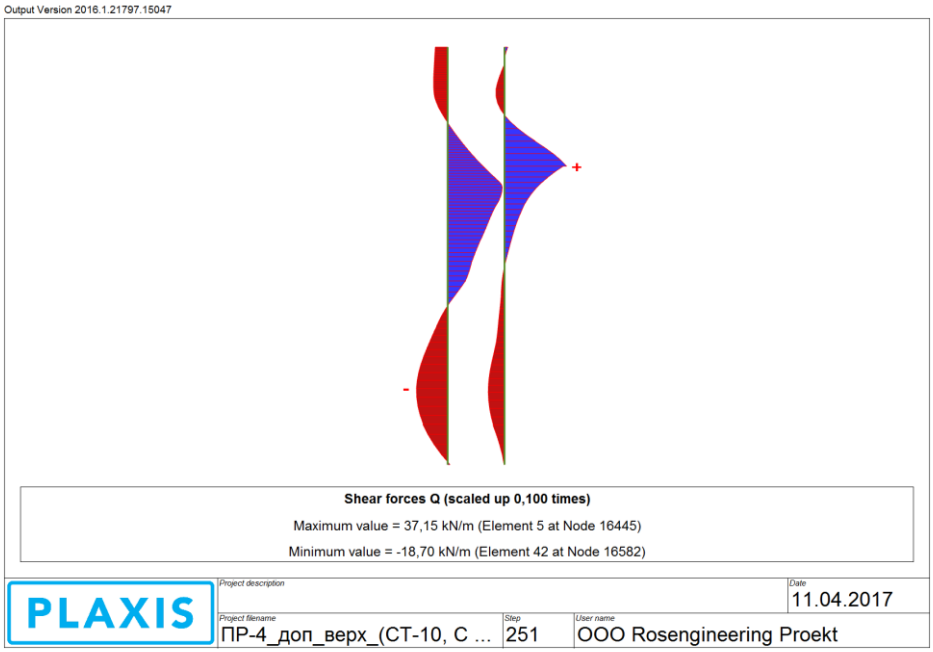


Рис. 6.291. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

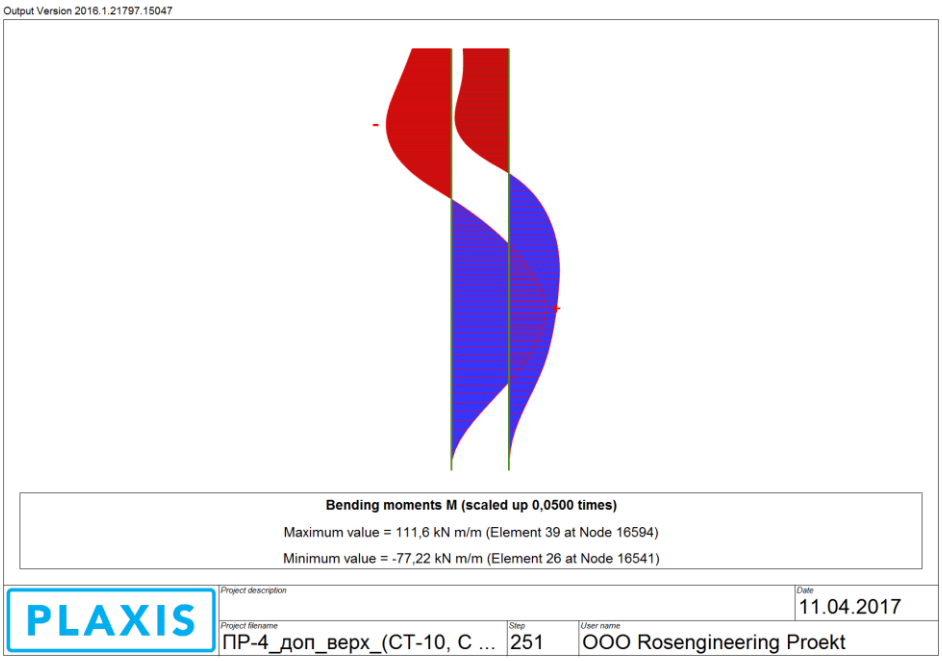


Рис. 6.292. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

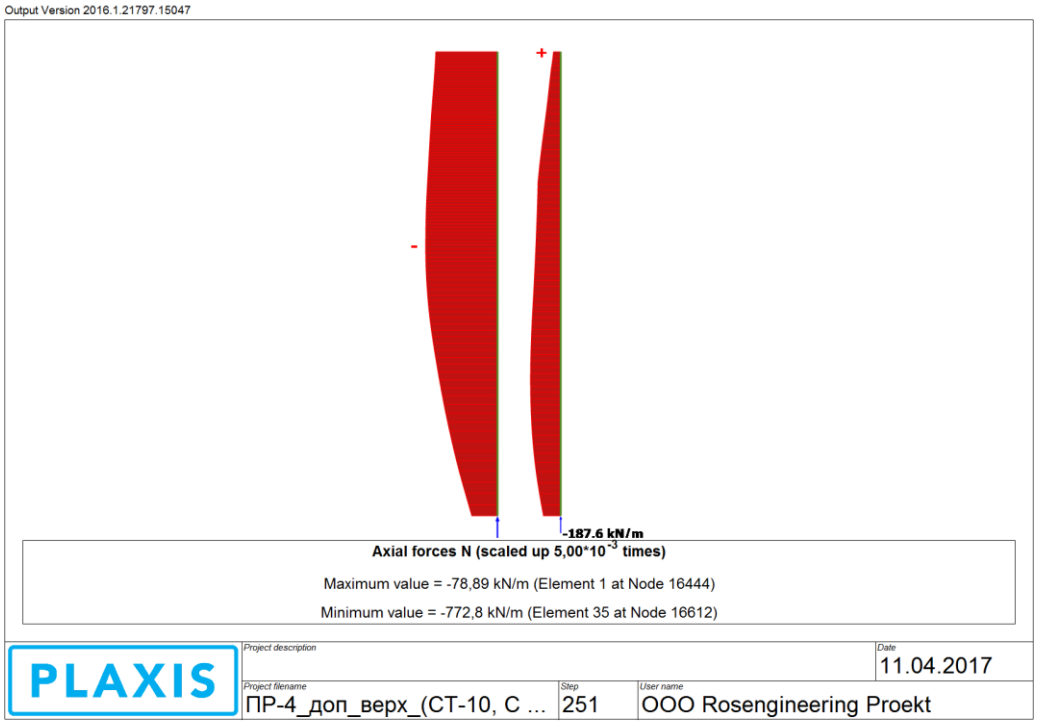


Рис. 6.293. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.71. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-236,3	34,2	9,9
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-100,0	19,3	11,4

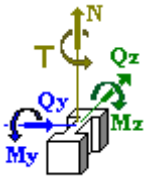
Расчет конструкции свай СТ-5 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

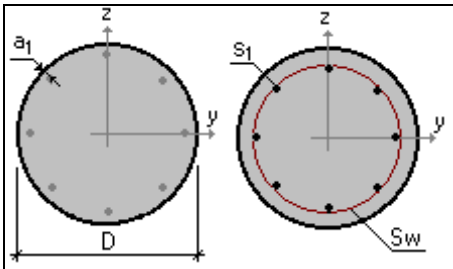
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

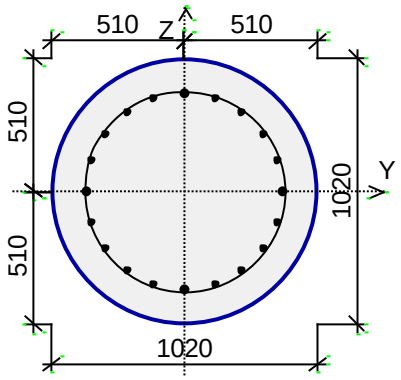
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-140,8	3,8	1,9	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,094
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,115
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,011
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,042
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,115 - Прочность по предельному моменту сечения

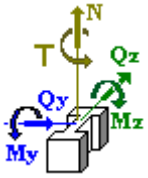
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

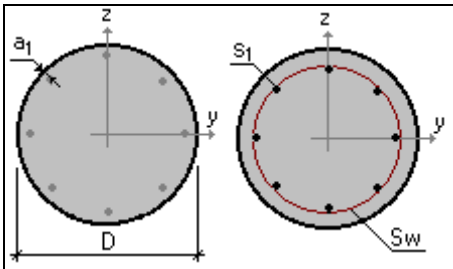
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

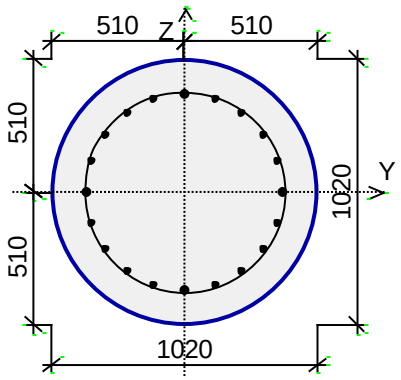
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-163,2	3,5	2,9	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,086
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,103
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,015
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,06
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,103 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

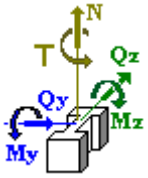
Расчет конструкции свай СТ-7 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

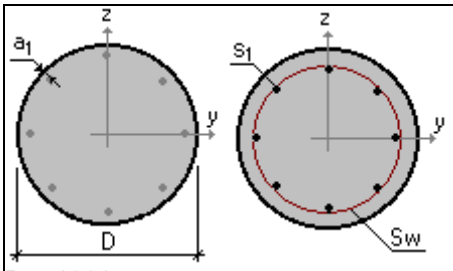
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

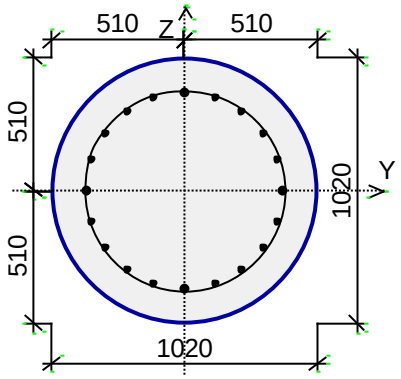
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-133	2,1	14,4	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,089
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,105
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,084
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,319
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,319 - Прочность по наклонному сечению

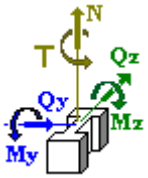
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

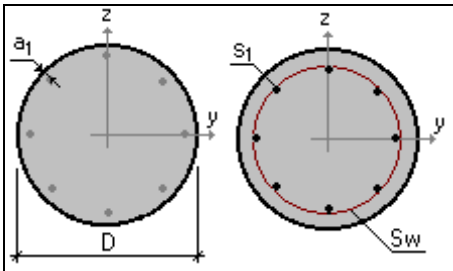
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

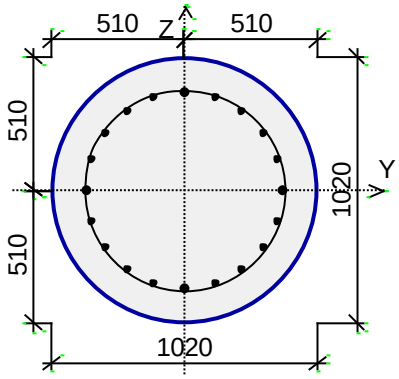
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-387,5	4,2	86,2	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,205
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,238
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,412
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,647**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,647 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

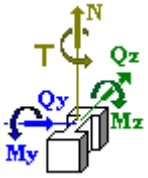
Расчет конструкции свай СТ-7/1 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

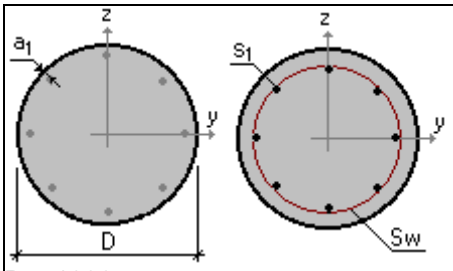
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

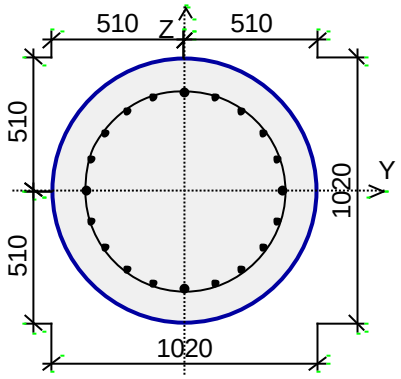
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм
Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-99,2	39,1	11,6	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,066
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,201
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,07
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,265
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,265 - Прочность по наклонному сечению

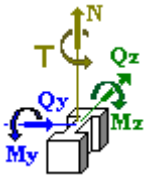
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

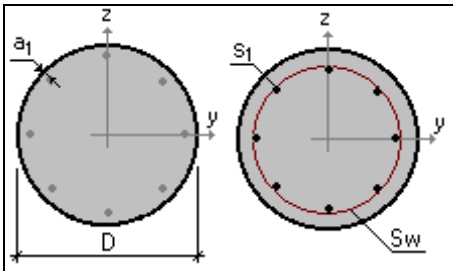
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

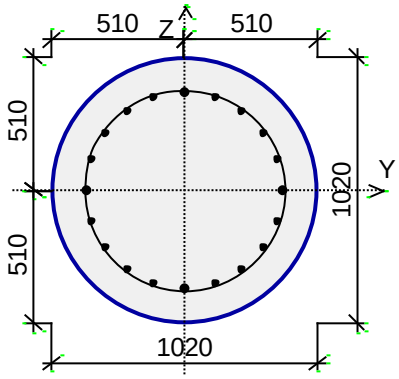
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т	Т*м				
1	-112,5	128,5	15,8	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,06
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,529
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,085
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,34
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,529- Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

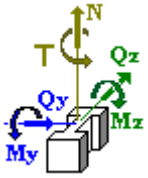
Расчет конструкции свай СТ-8 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

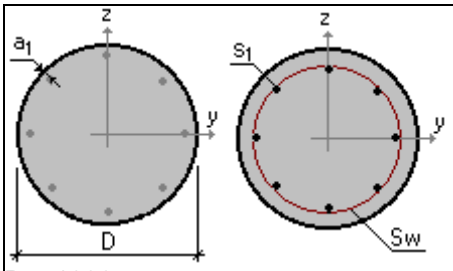
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

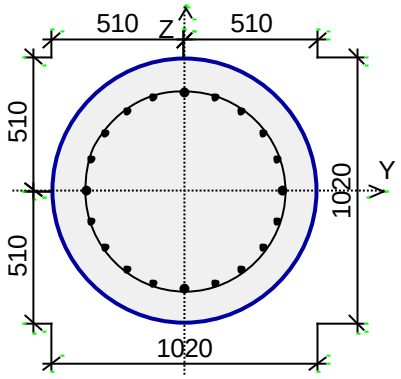
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	2,5	158,3	2,1	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,004
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,88
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	**1,579**
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	**2,106**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,014
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,054

Коэффициент использования 2,106 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

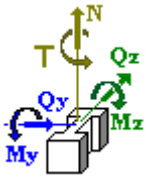
Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

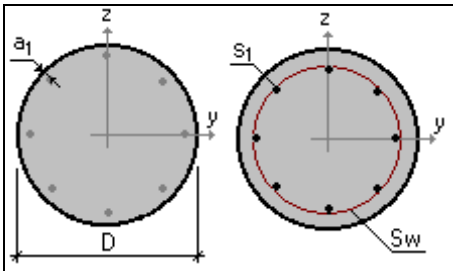
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

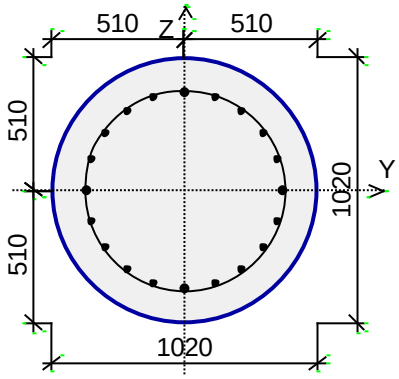
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т	Т*м				
1	87,4	467,4	10,2	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,127
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	**2,243**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,122
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,334

Коэффициент использования 2,243 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

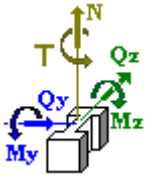
Расчет конструкции свай СТ-10 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

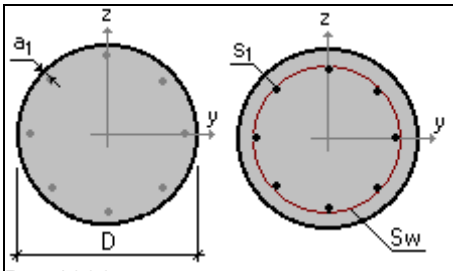
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

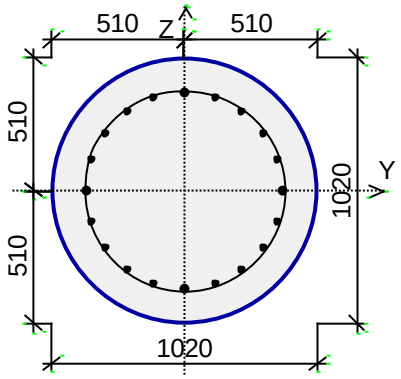
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-69,1	41,1	1,3	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,046
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,2
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,008
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,031
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,2 - Прочность по предельному моменту сечения

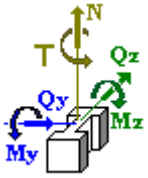
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

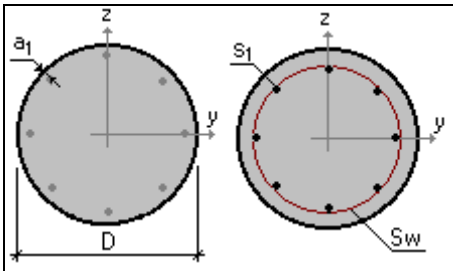
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

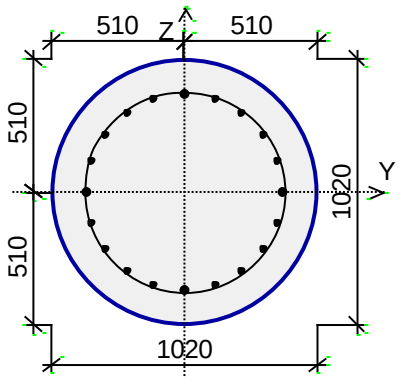
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-124,5	24,5	24,8	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,066
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,13
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,132
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,528
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,528 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

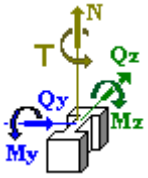
Расчет конструкции свай СТ-10/1 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

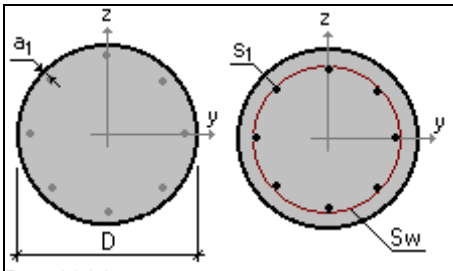
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

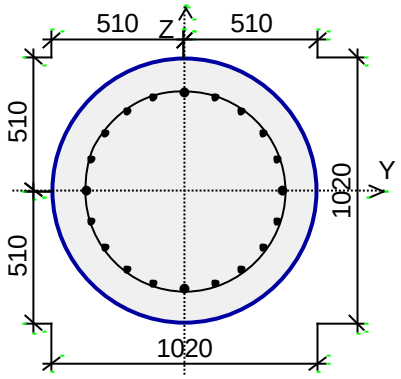
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-129,9	18,6	0,3	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,087
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,146
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,002
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,007
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,146 - Прочность по предельному моменту сечения

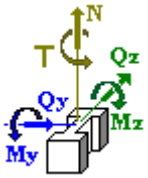
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

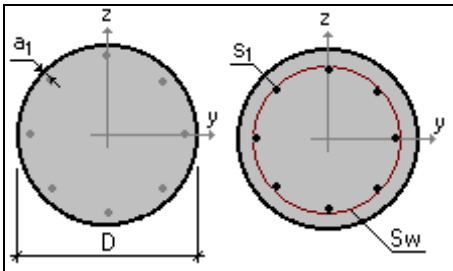
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

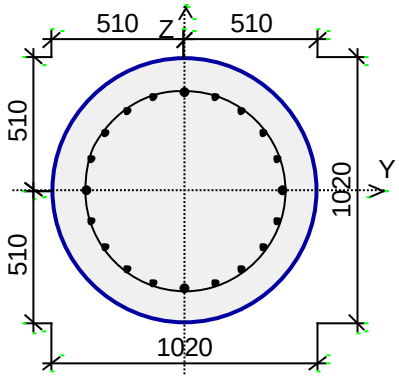
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-74,9	3,1	11,4	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,04
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,05
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,063
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,254
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,254 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

6.8.2 Расчет разреза 7-7 с учетом дополнительных мероприятий по усилению подпорных стен (СТ-7, СТ-7/1, СТ-8)

Расчет разреза 7-7 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

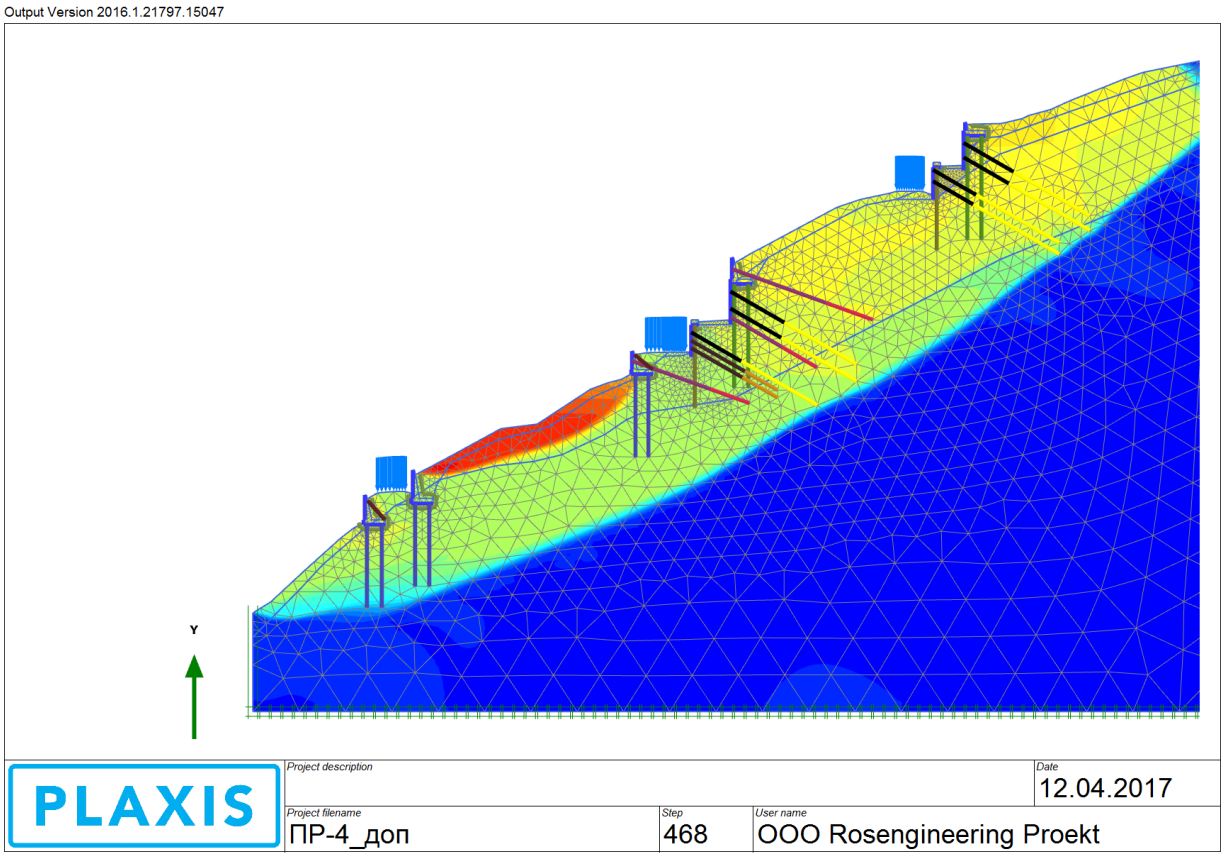


Рис. 6.294. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,447 > K_{sfn} = 1,11.

Подпорная стена СТ-7

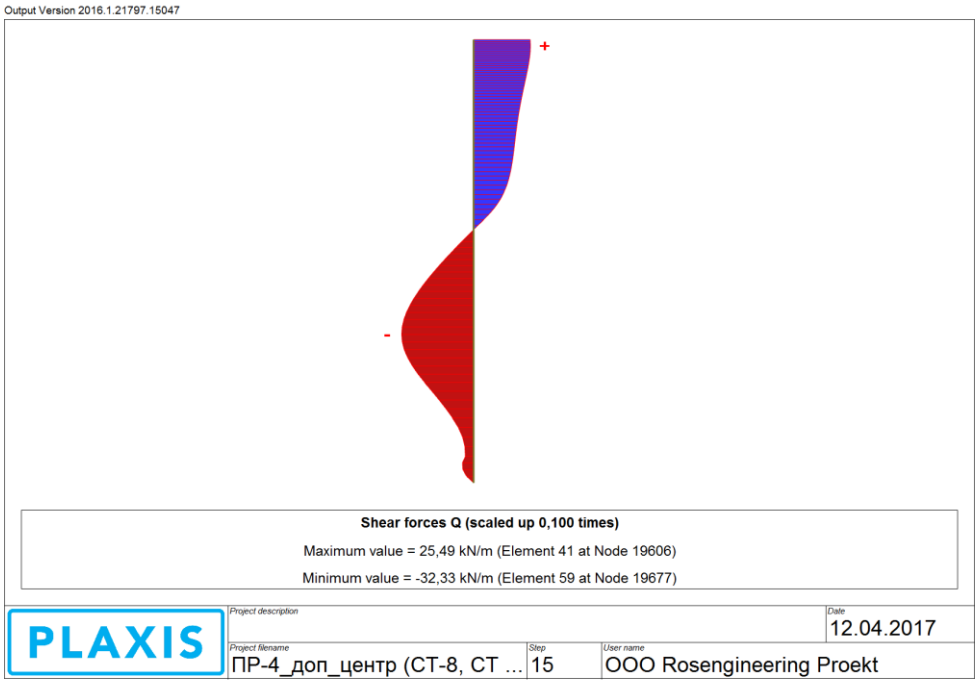


Рис. 6.295. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

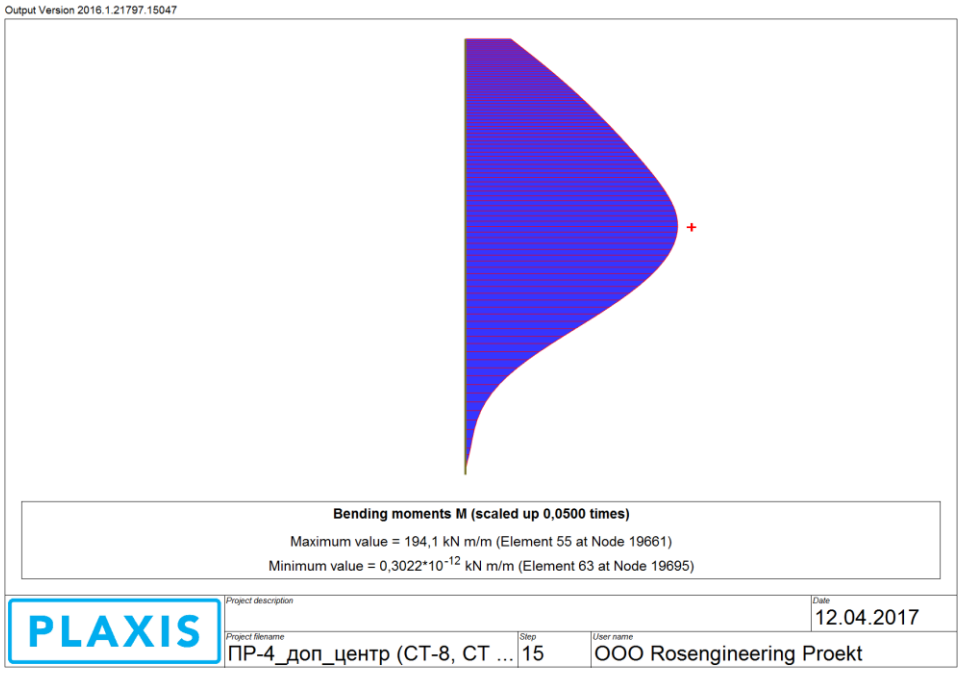


Рис. 6.296. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

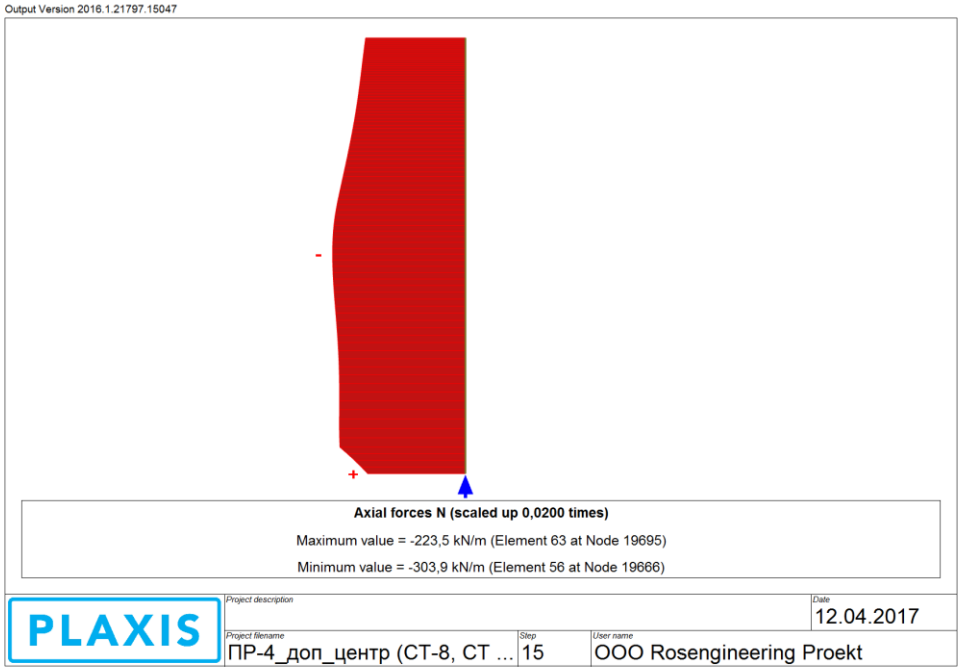


Рис. 6.297. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.72. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-92,9	59,3	9,9

Таблица 6.73. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	79,5	3,0	79,5	103/78	24,0
A2(н)	71,9	3,0	71,9	103/78	24,0

Подпорная стена СТ-7/1

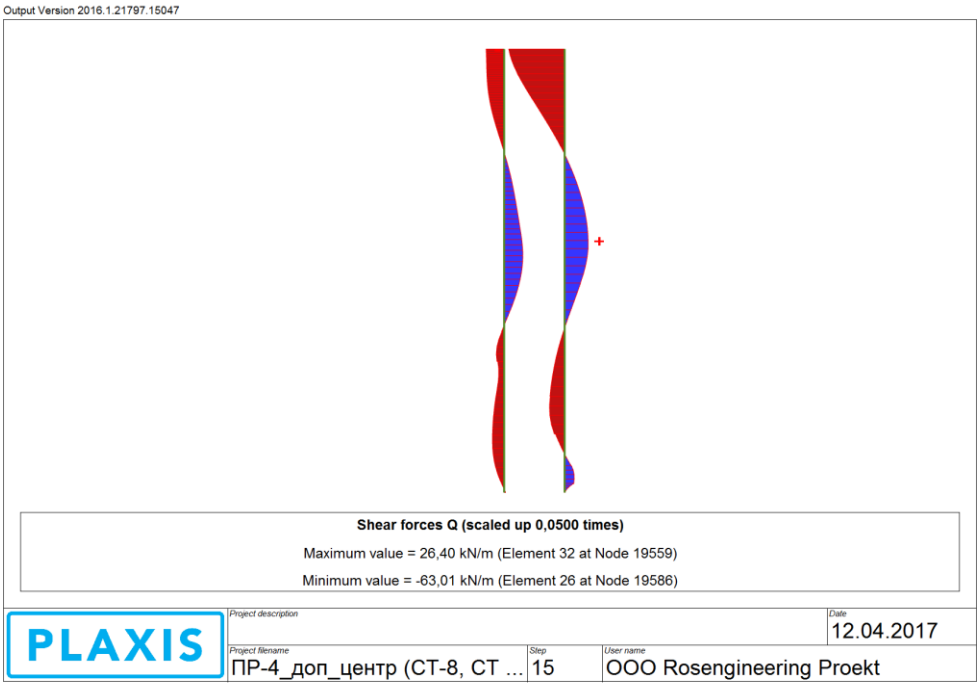


Рис. 6.298. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

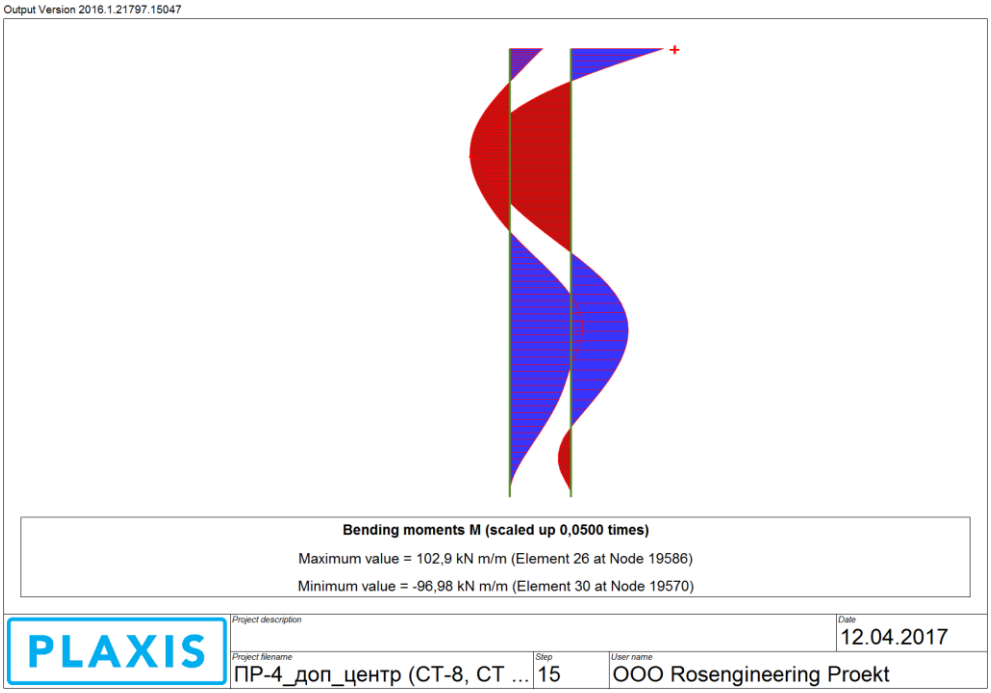


Рис. 6.299. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

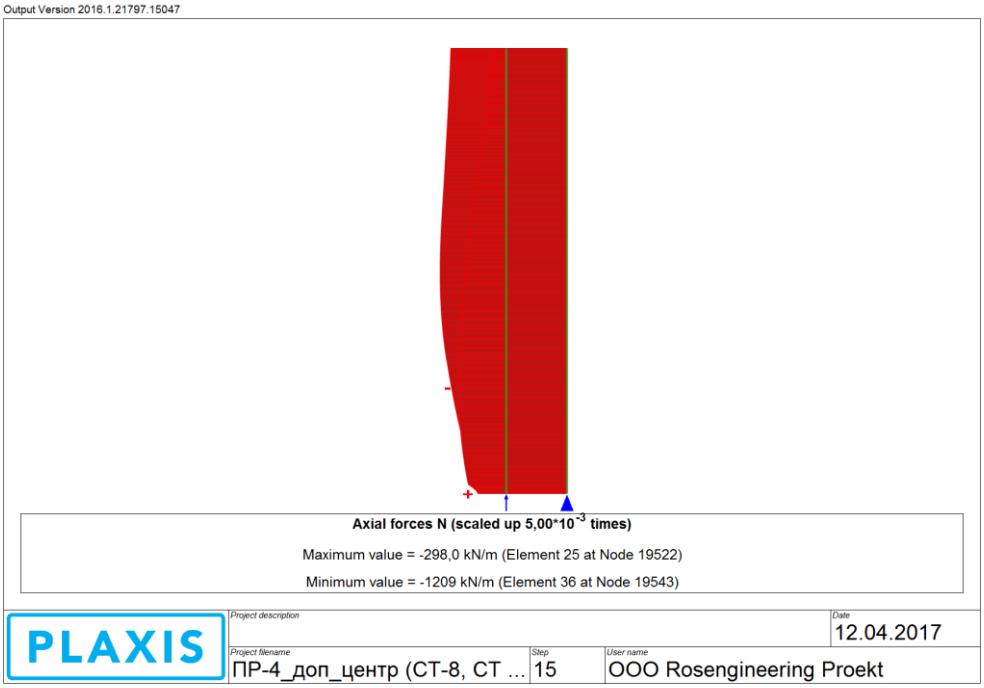


Рис. 6.300. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.74. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	25,0	3,0	-225,4	24,8	6,4
N2	1,02	25,0	3,0	-369,7	31,5	19,3

Таблица 6.75. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7/1 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	72,0	1,5	72,0	103/78	36,0
A2(н)	65,8	1,5	65,8	103/78	24,0

Подпорная стена СТ-8

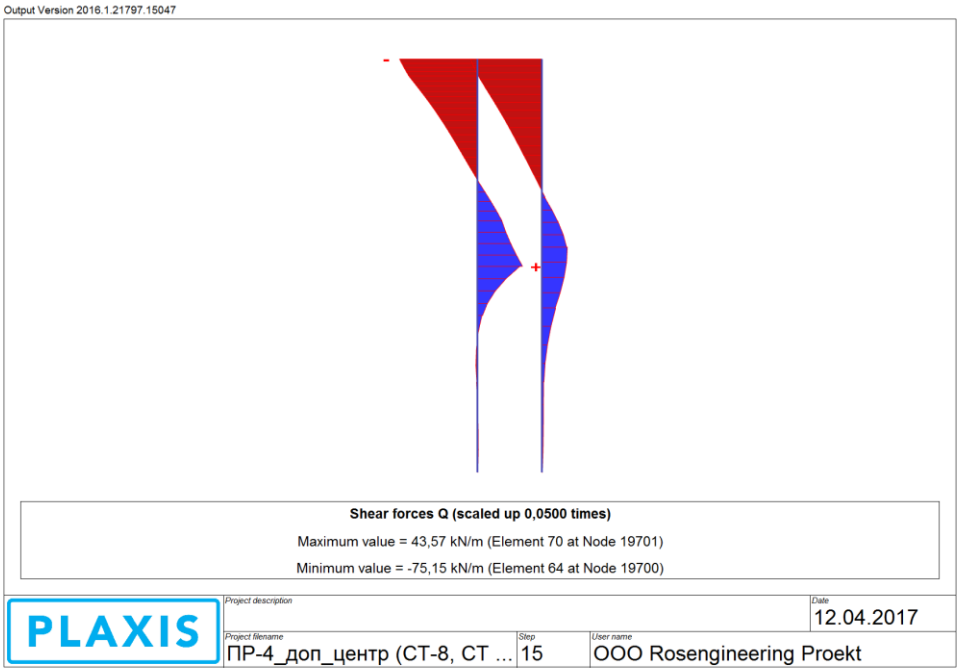


Рис. 6.301. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

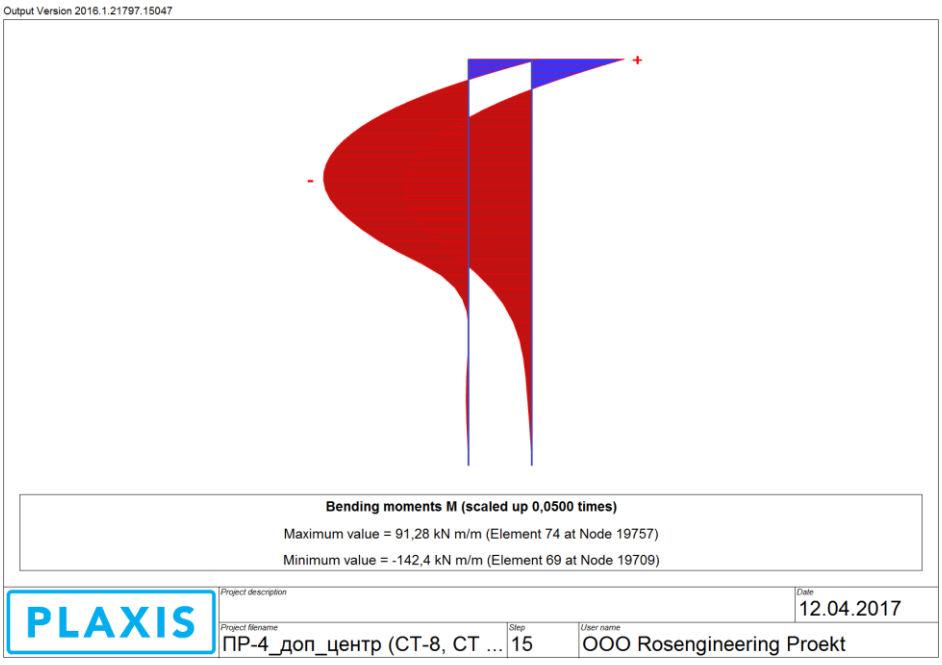


Рис. 6.302. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

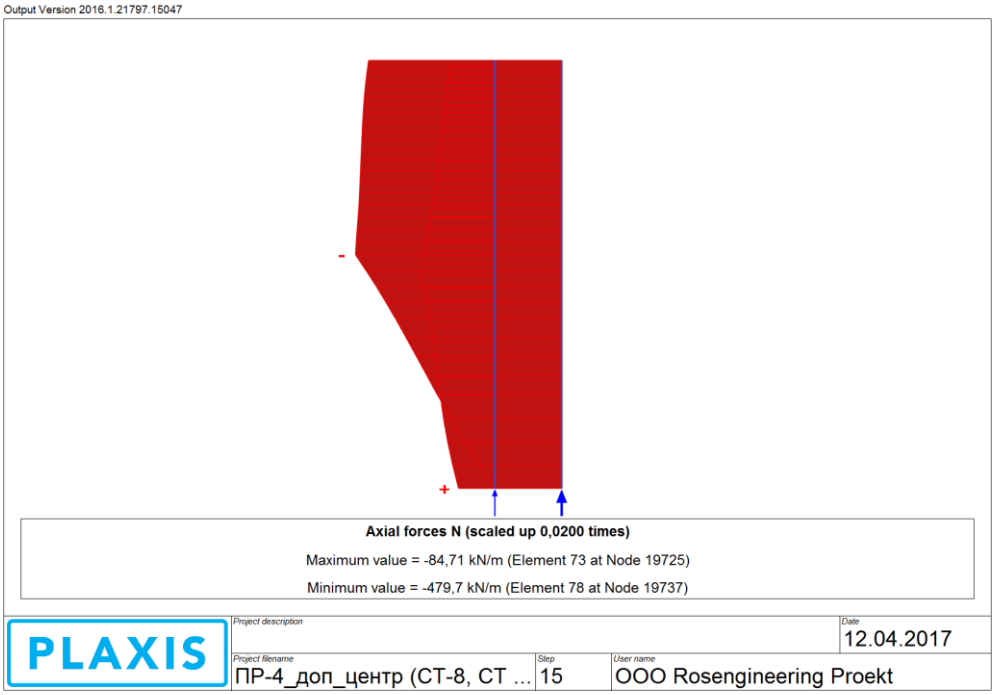


Рис. 6.303. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.76. Усилия в сваях подпорной стены СТ-8 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	2,5	-122,3	36,3	19,2
N2(пр)	1,02	20,0	2,5	-117,3	31,6	17,6

Таблица 6.77. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-8 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1	117,7	1,5	117,7	103/78	30,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

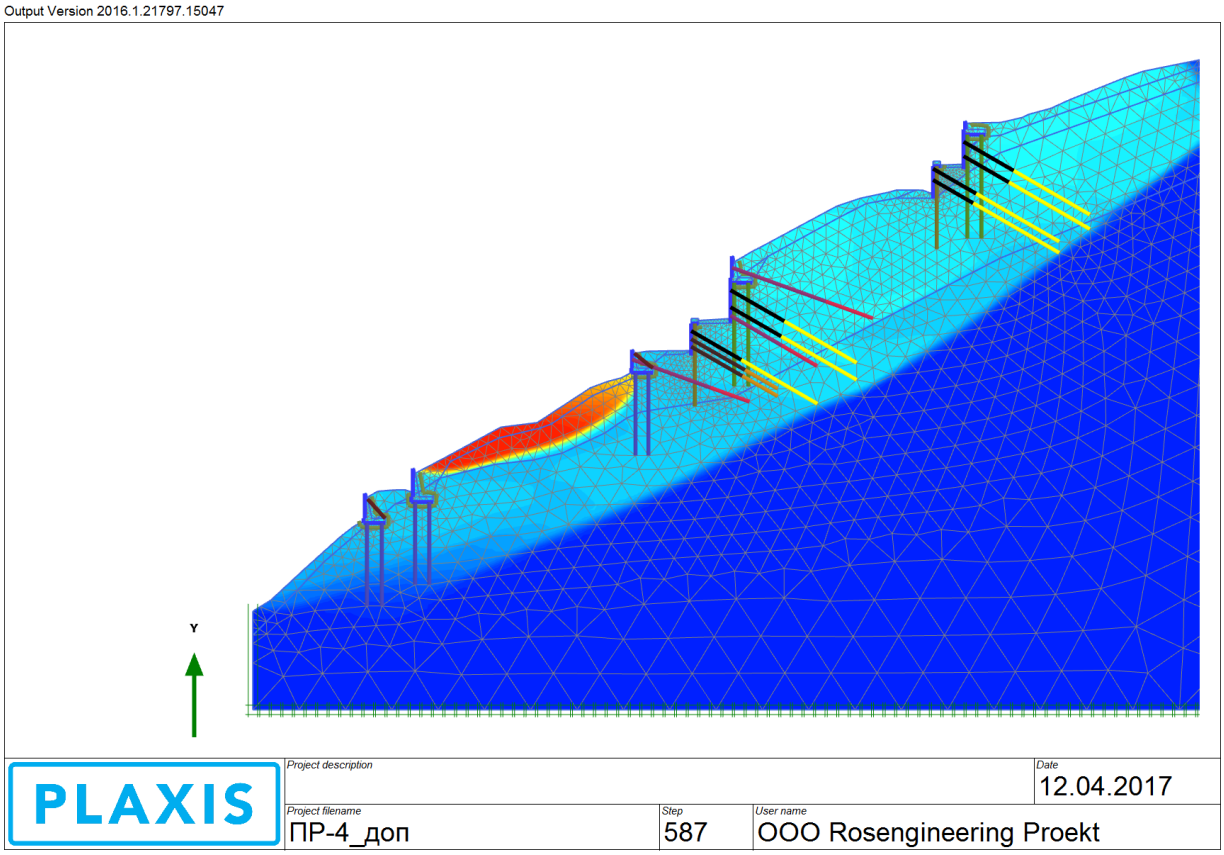


Рис. 6.304. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,169 > K_{sfn} = 1,05.

Подпорная стена СТ-7

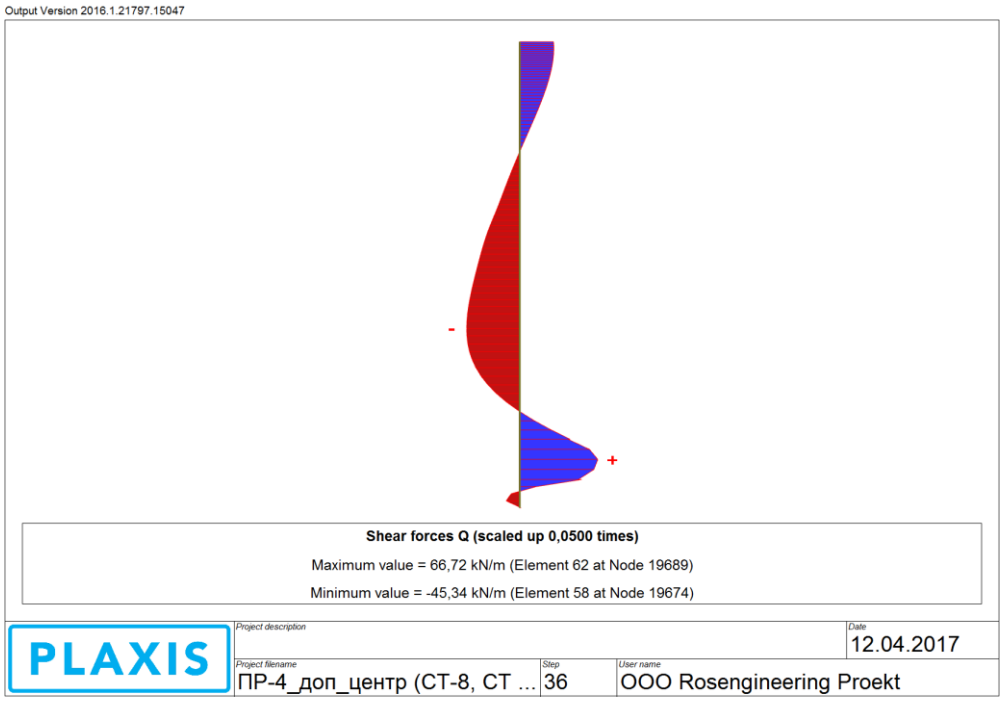


Рис. 6.305. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

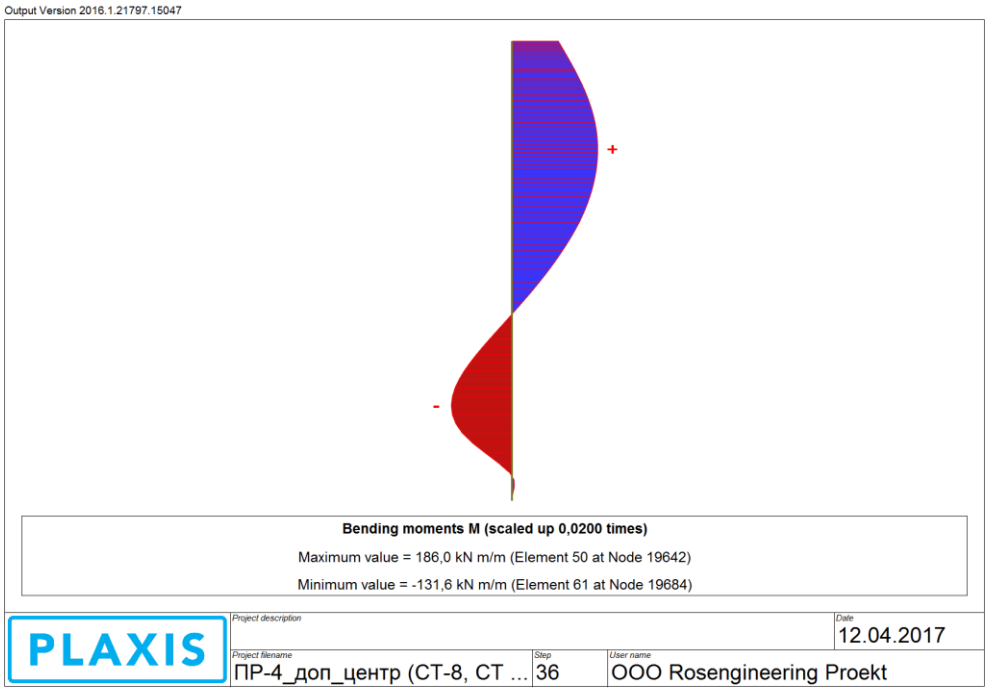


Рис. 6.306. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

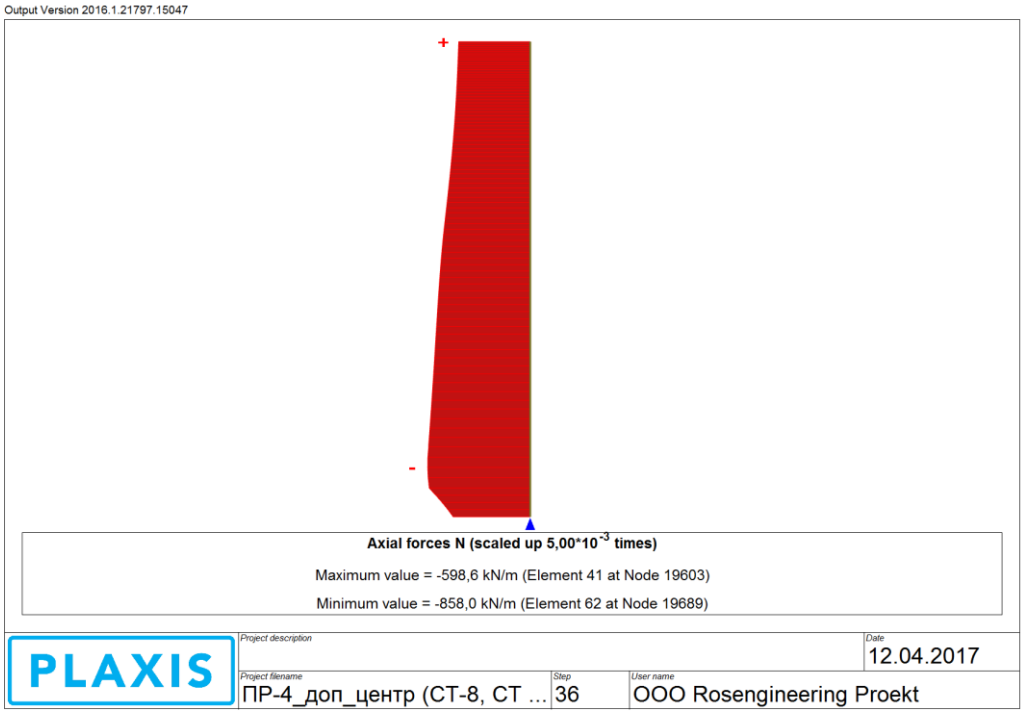


Рис. 6.307. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.78. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-262,4	56,9	20,4

Таблица 6.79. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(в)	143,1	3,0	103/78	24,0
А2(н)	144,6	3,0	103/78	24,0

Подпорная стена СТ-7/1

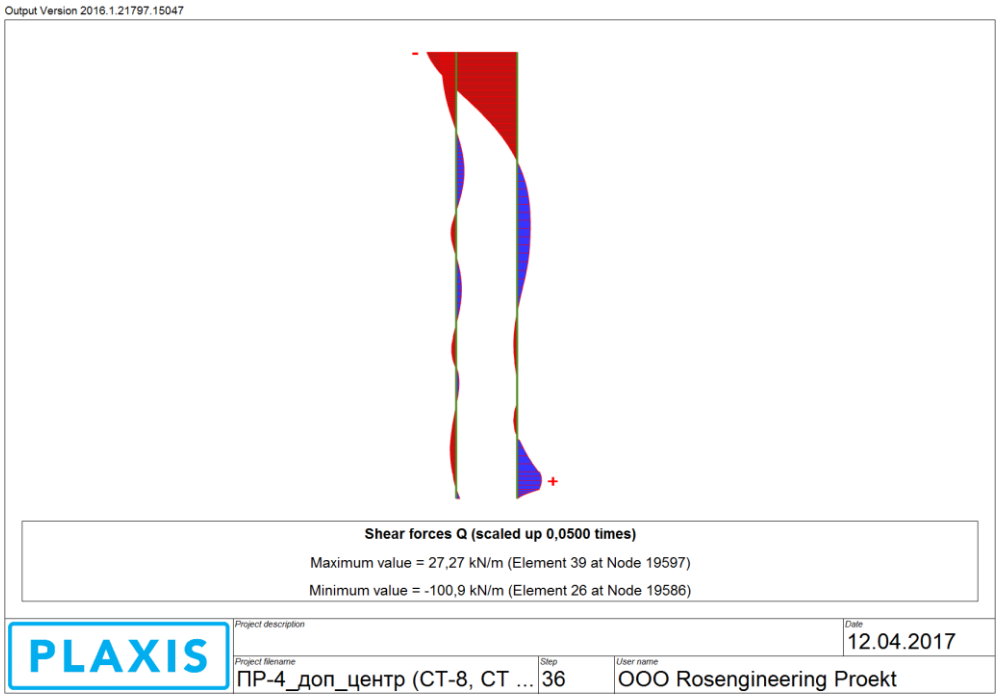


Рис. 6.308. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

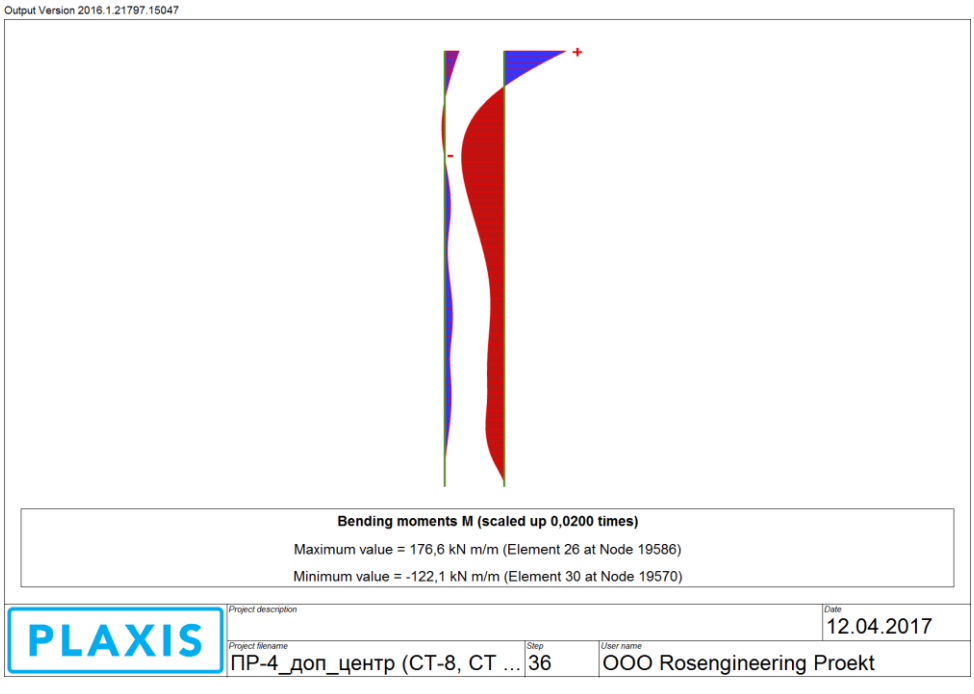


Рис. 6.309. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

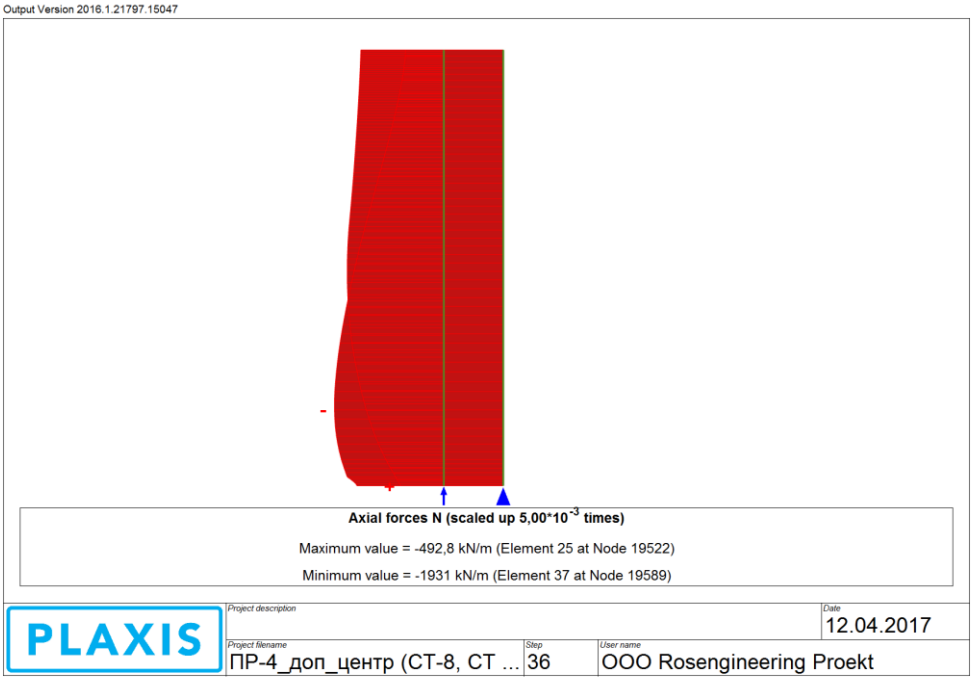


Рис. 6.310. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.80. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	25,0	3,0	-337,6	12,9	5,5
N2	1,02	25,0	3,0	-590,5	54,0	30,9

Таблица 6.81. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7/1 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	135,0	1,5	103/78	36,0
A2(н)	144,4	1,5	103/78	24,0

Подпорная стена СТ-8

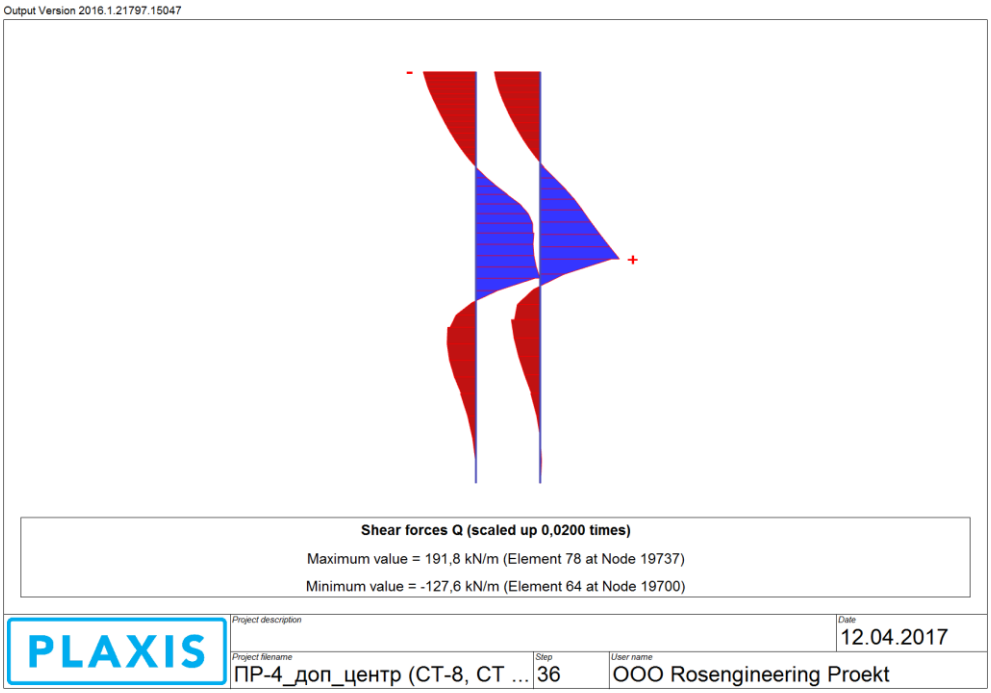


Рис. 6.311. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

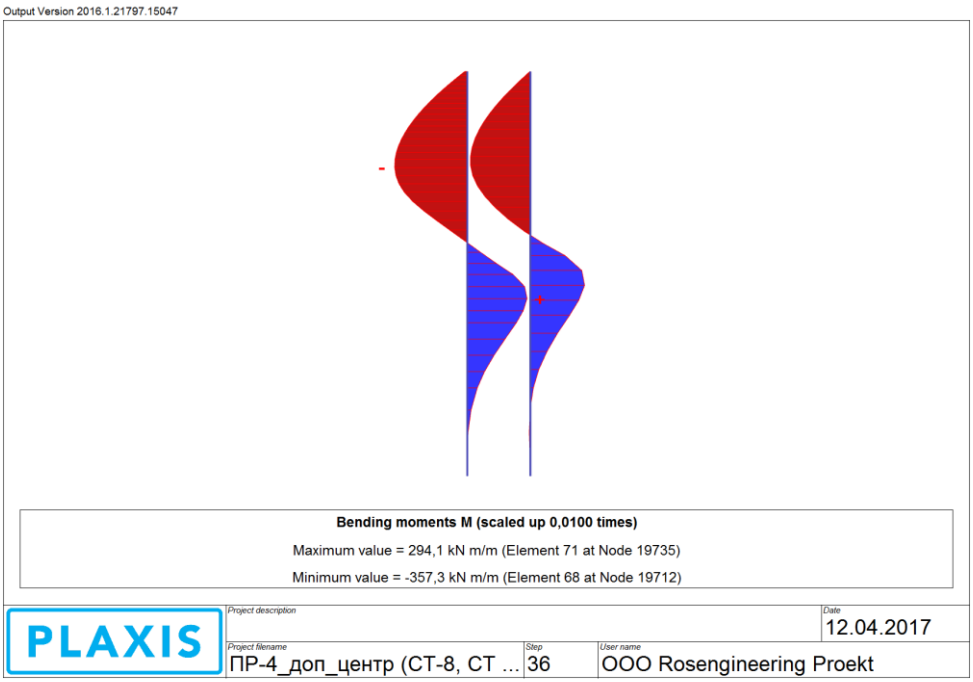


Рис. 6.312. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом м сочетании нагрузок



Рис. 6.313. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.82. Усилия в сваях подпорной стены СТ-8 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	2,5	-93,8	91,1	35,4
N2(пр)	1,02	20,0	2,5	-173,6	75,2	48,9

Таблица 6.83. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-8 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1	144,6	1,5	103/78	30,0

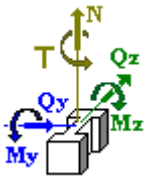
Расчет конструкции свай СТ-7 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

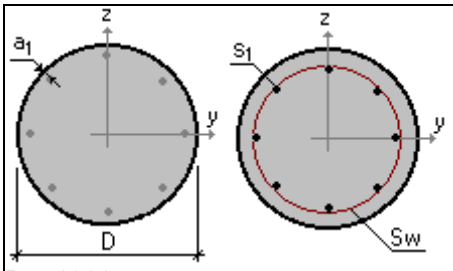
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

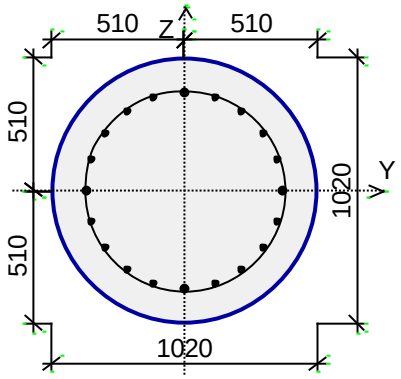
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-92,9	59,3	0,8	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,062
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,289
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	0,281
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	0,374
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,005
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,018
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,374 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

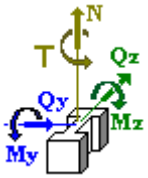
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

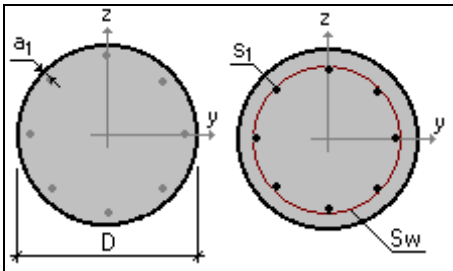
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

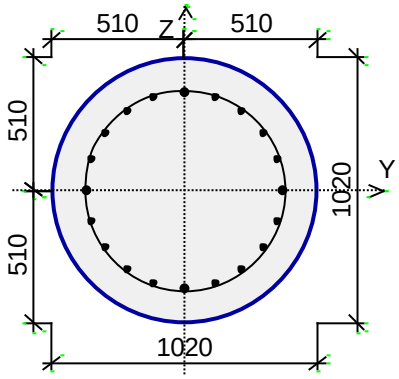
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-262,4	3,4	20,4	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,139
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,162
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,097
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,39
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,39 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

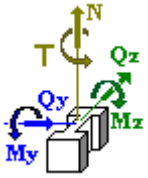
Расчет конструкции свай СТ-7/1 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

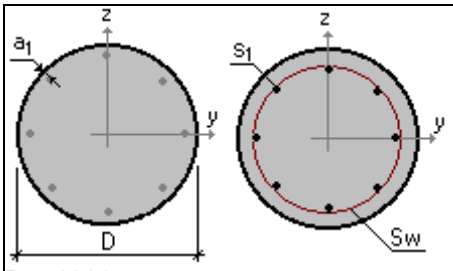
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

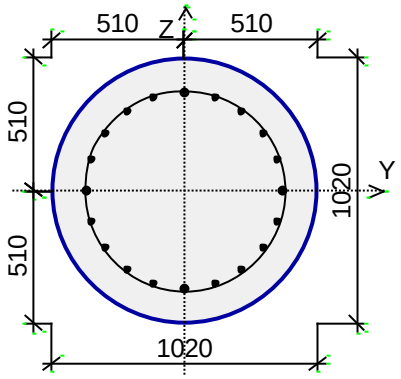
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-252,3	30	19,3	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,168
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,265
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,102
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,391
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,391 - Прочность по наклонному сечению

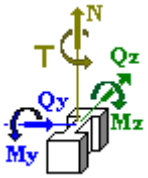
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

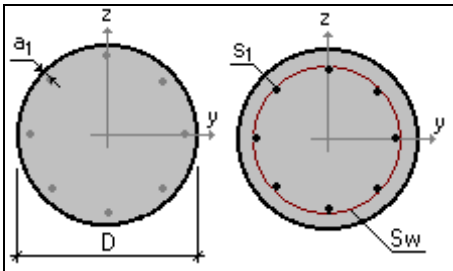
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

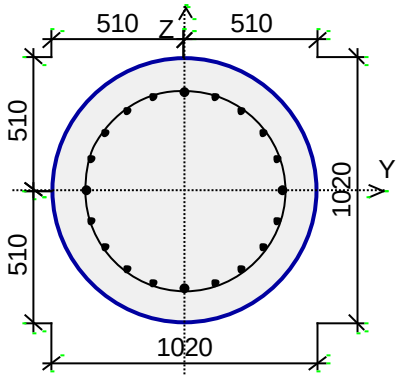
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-342	54	30,9	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,181
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,318
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,148
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,591
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,591 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

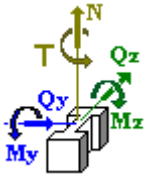
Расчет конструкции свай СТ-8 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

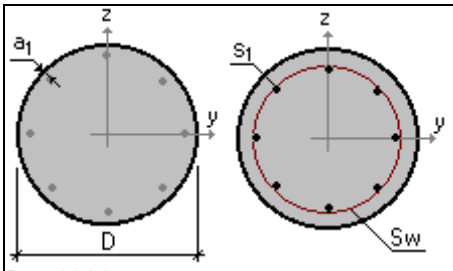
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

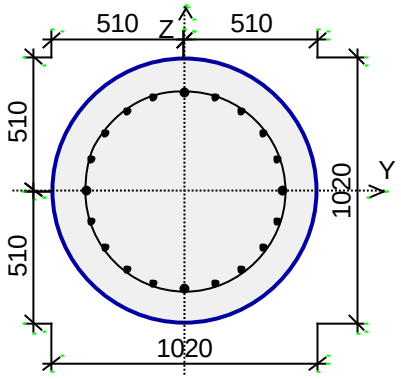
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-122,3	15	19,2	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,082
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,13
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,113
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,429
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,429 - Прочность по наклонному сечению

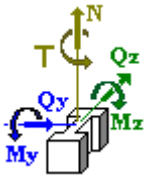
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

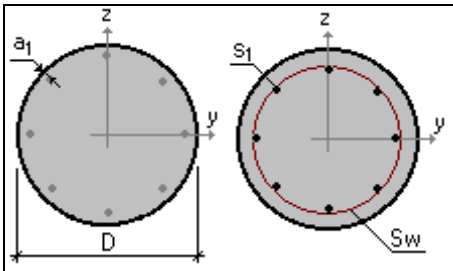
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

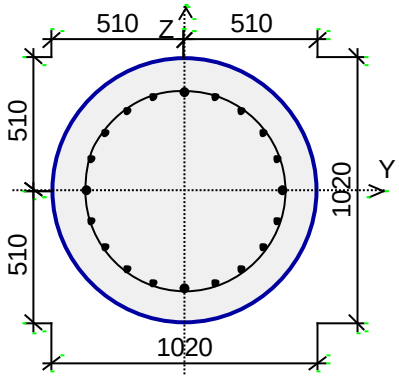
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-173,6	44,6	48,9	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,092
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,212
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,25
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,999
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,999 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-5 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

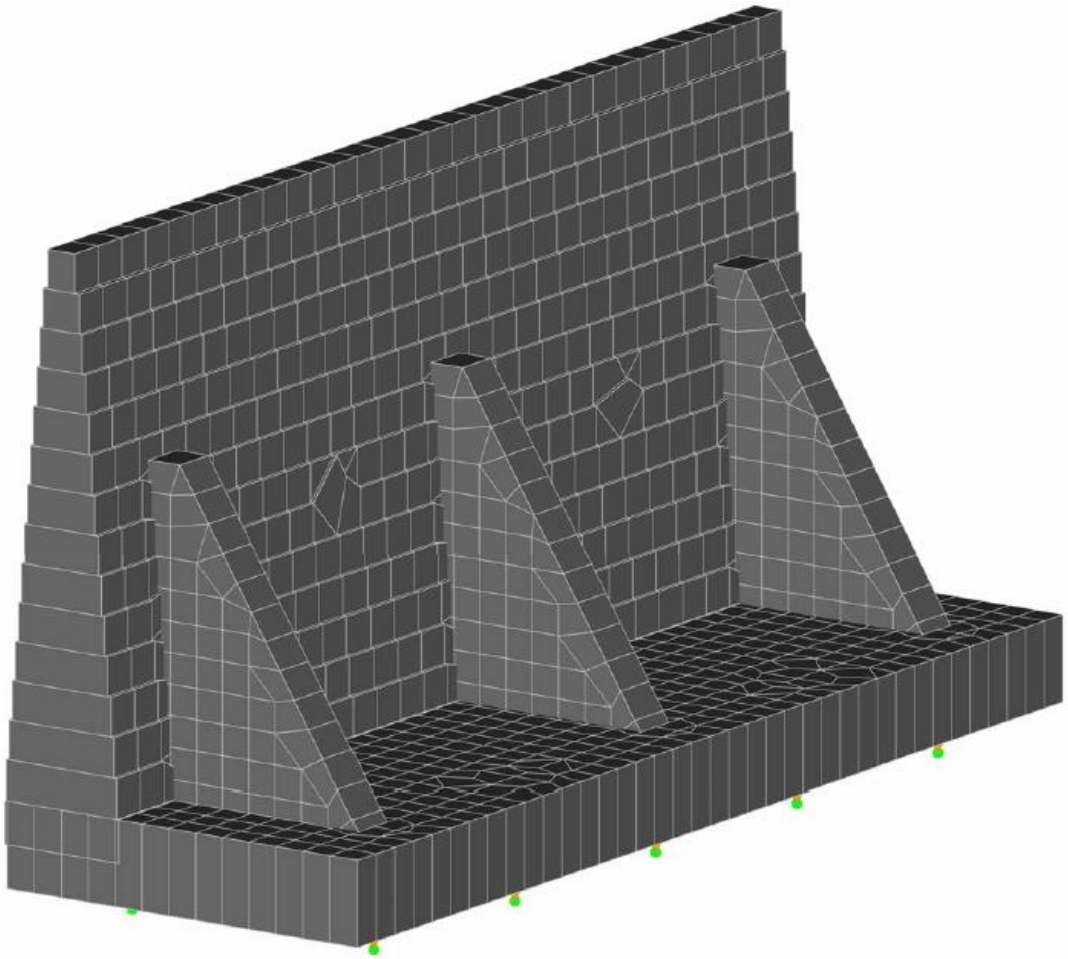


Рис. 6.314. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

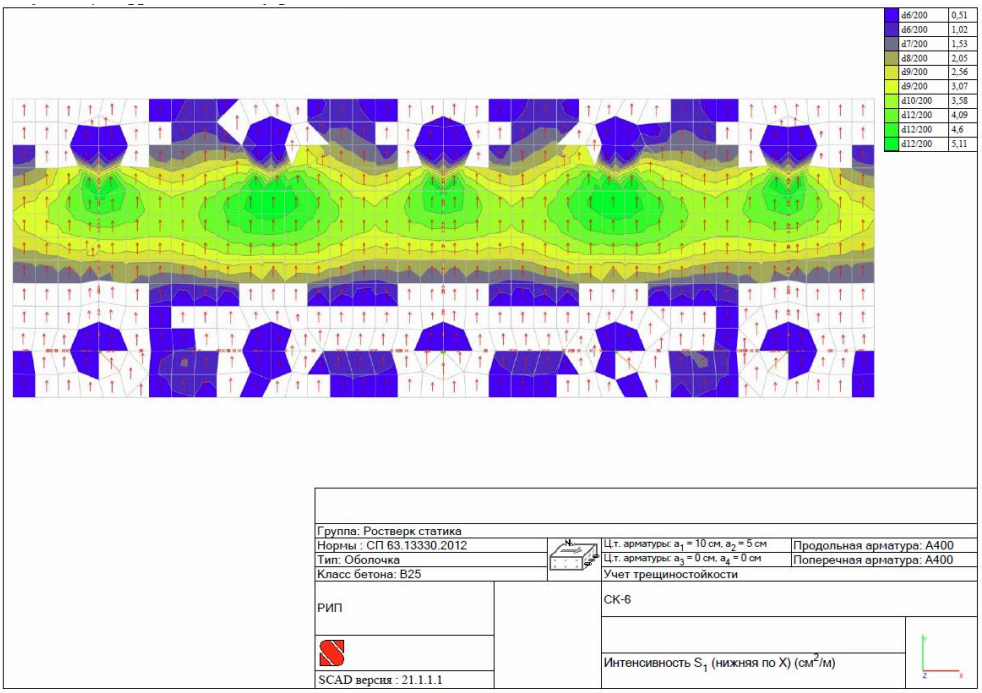


Рис. 6.315. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

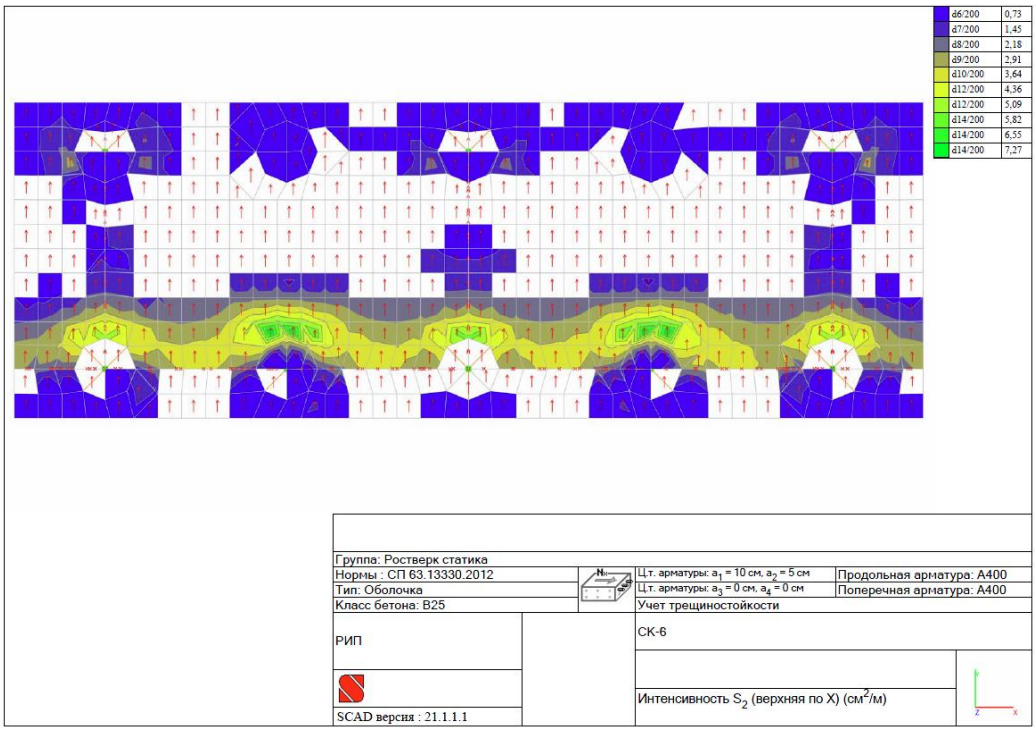


Рис. 6.316. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

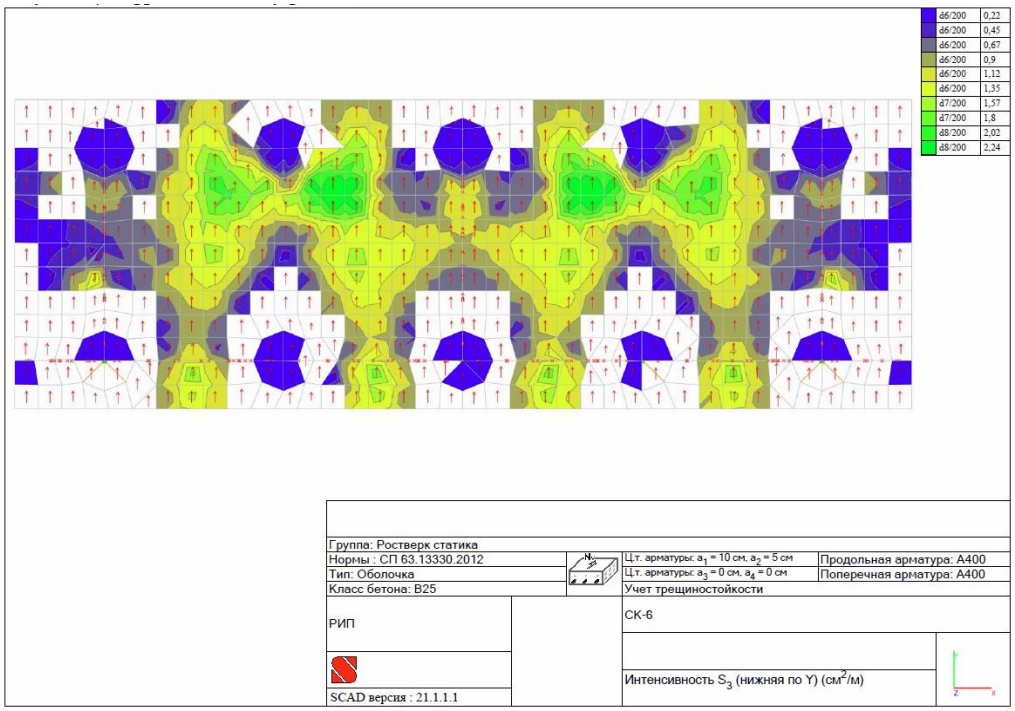


Рис. 6.317. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

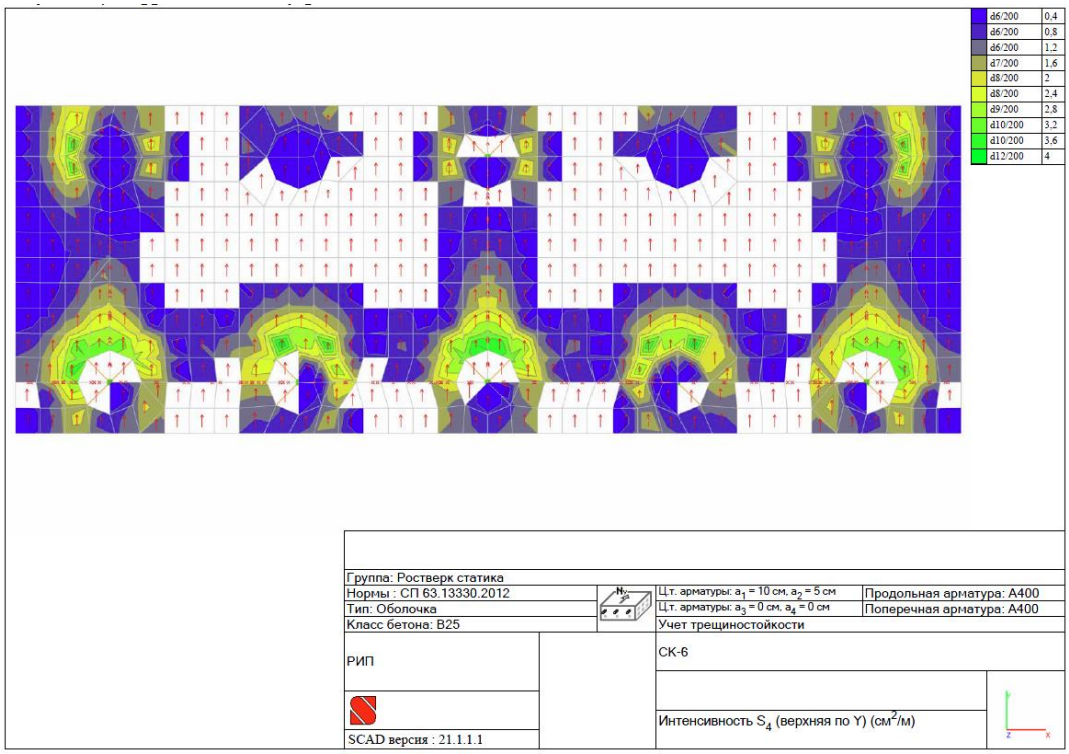


Рис. 6.318. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

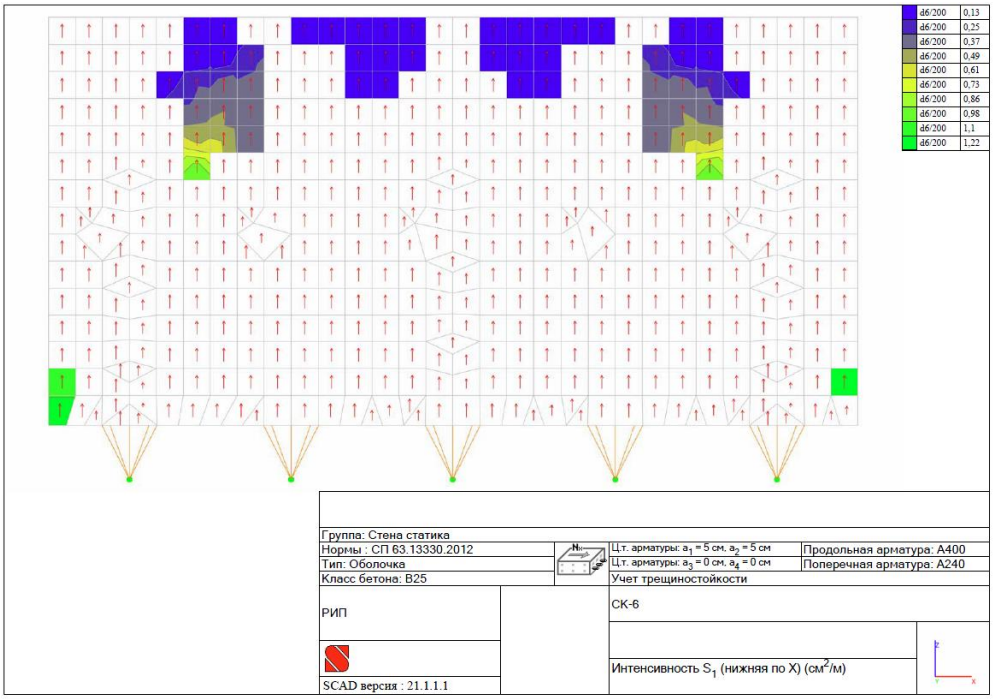


Рис. 6.319. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

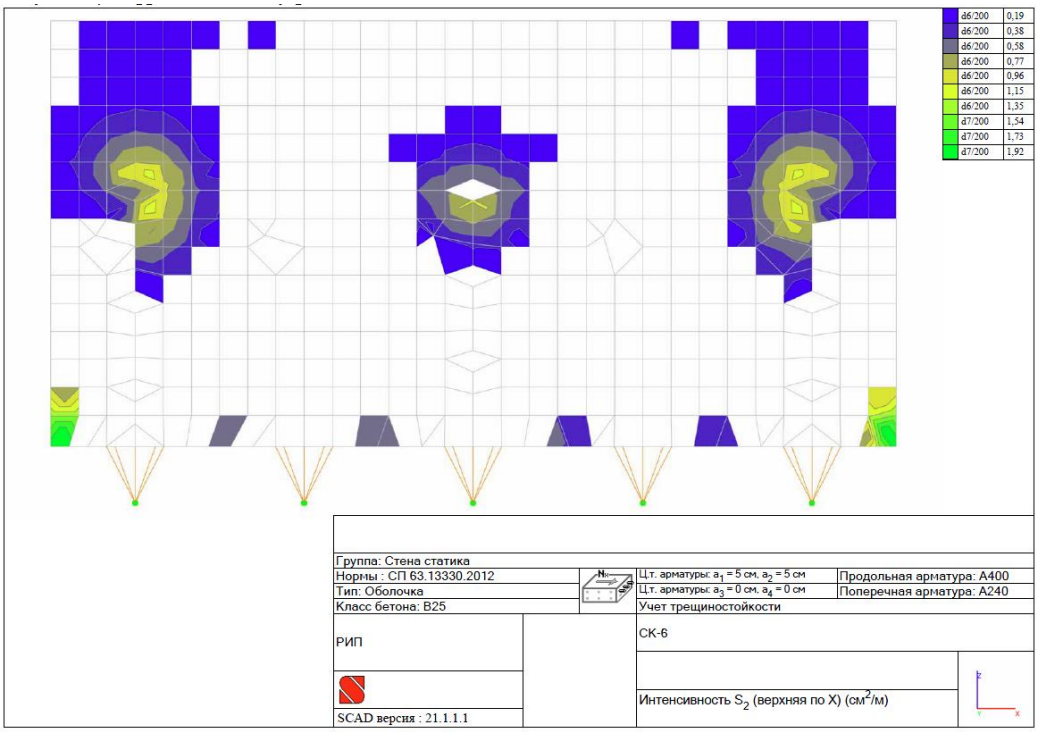


Рис. 6.320. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

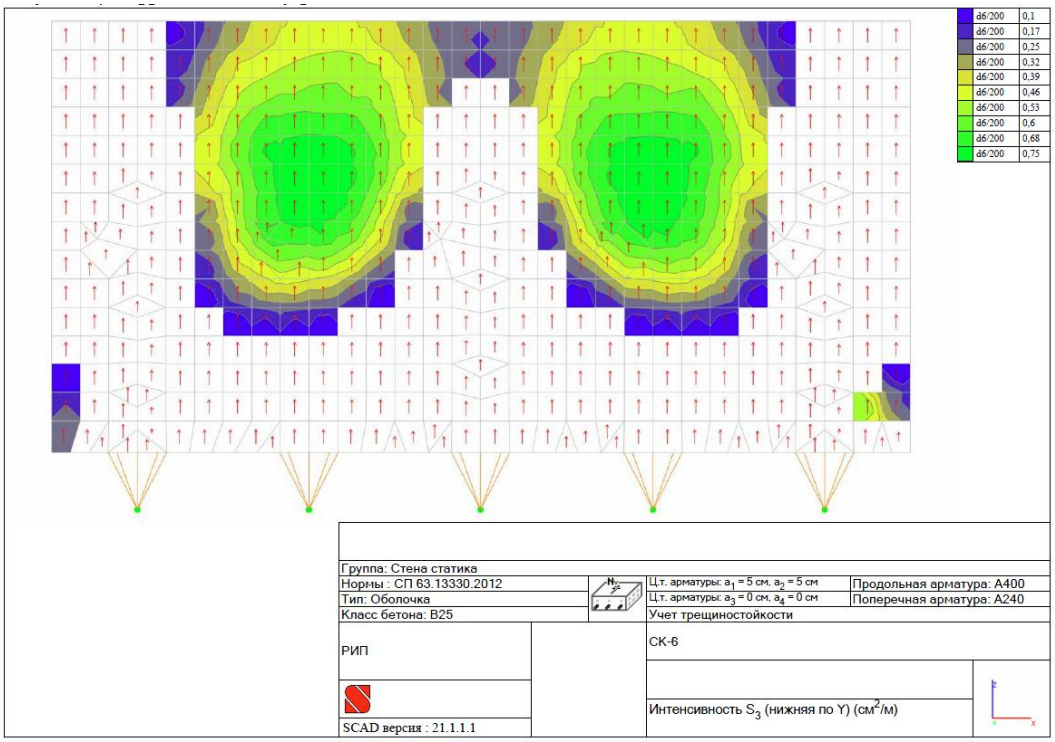


Рис. 6.321. Армирование стены. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

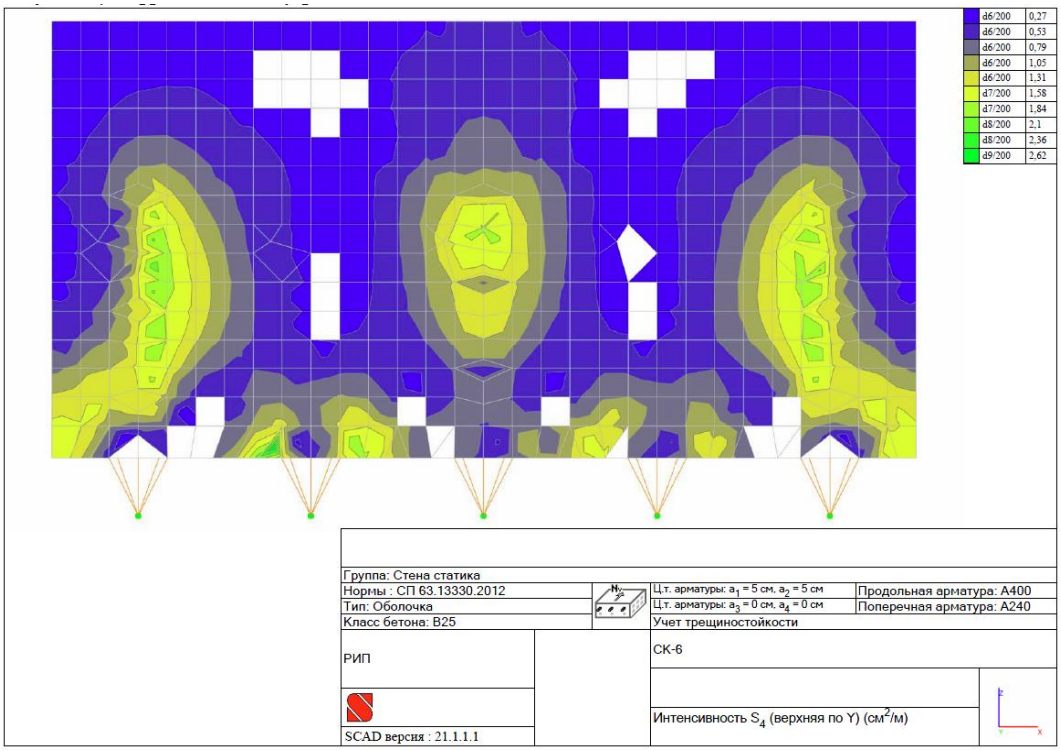


Рис. 6.322. Армирование стены. Верхняя арматура по оси Y

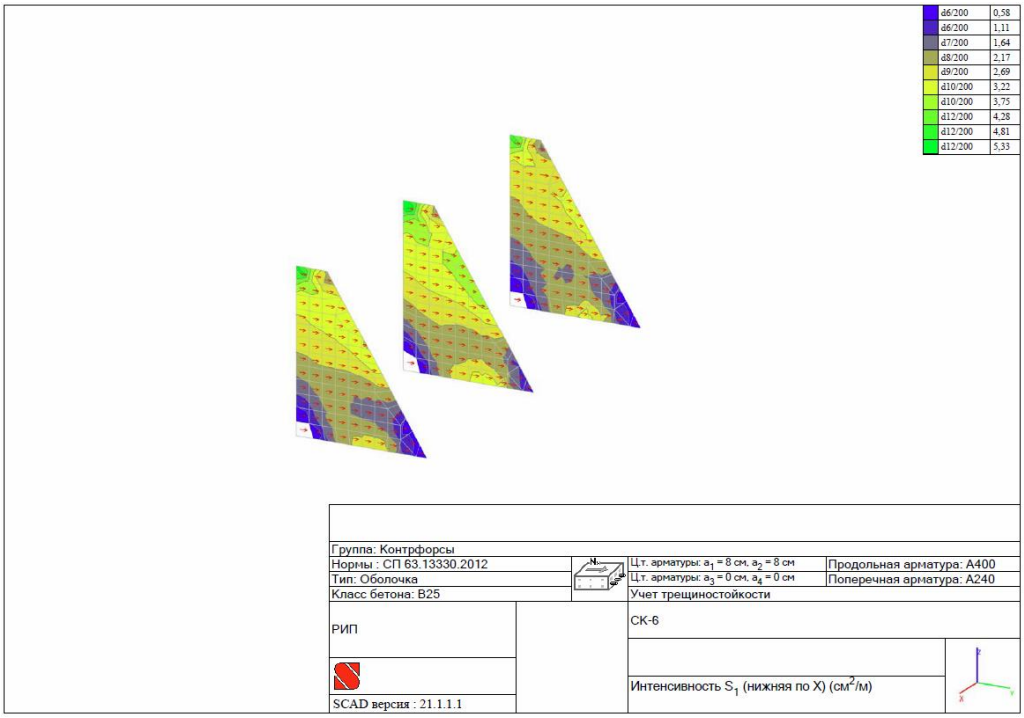


Рис. 6.323. Армирование контрфорсов. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

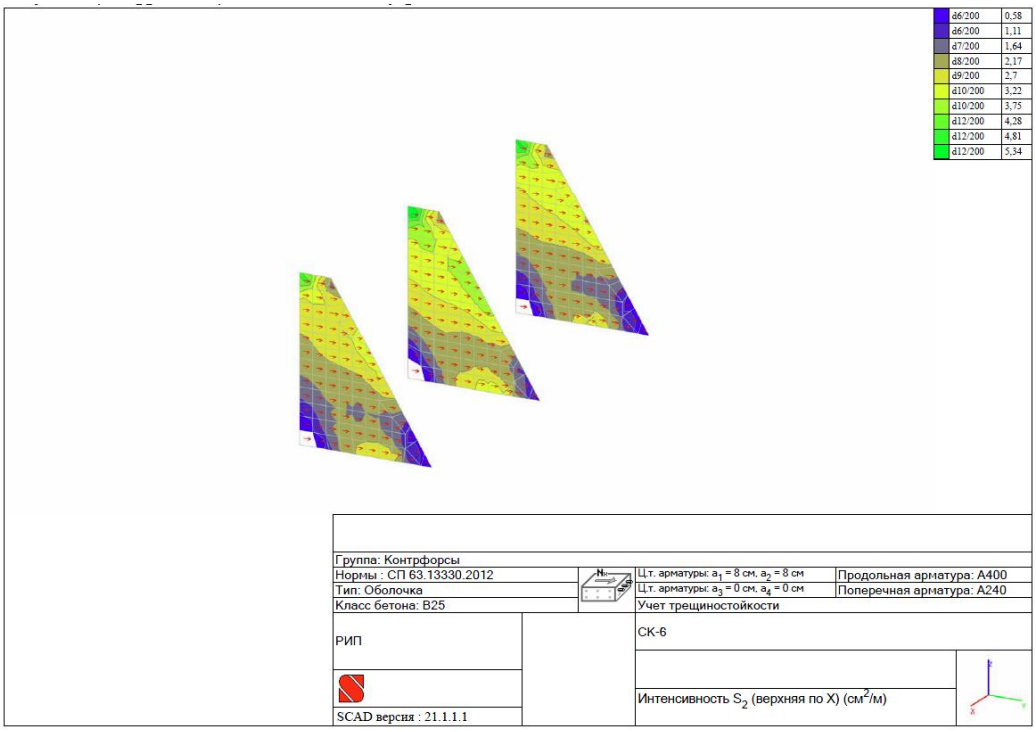


Рис. 6.324. Армирование контрфорсов. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

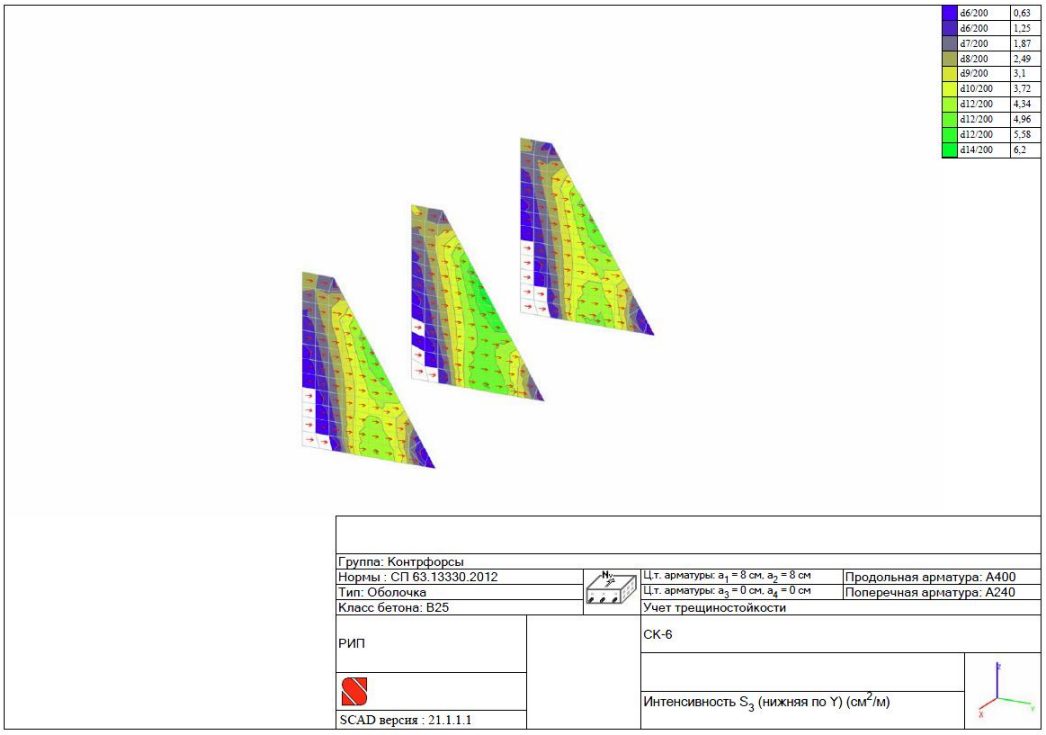


Рис. 6.325. Армирование контрфорсов. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

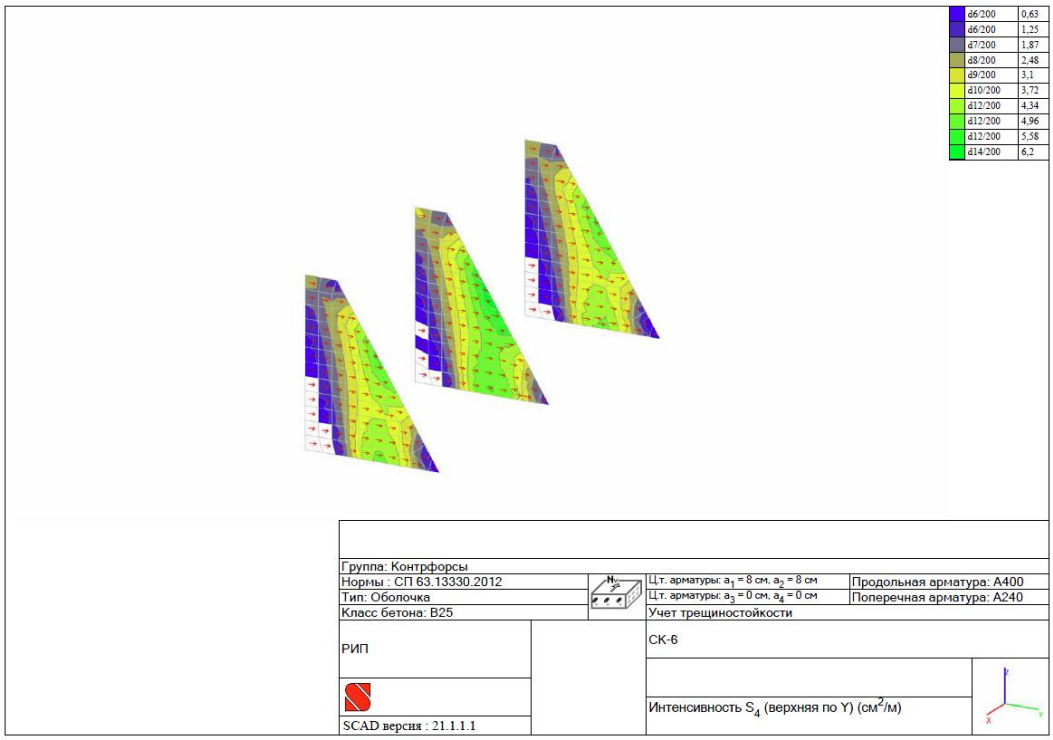


Рис. 6.326. Армирование контрфорсов. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

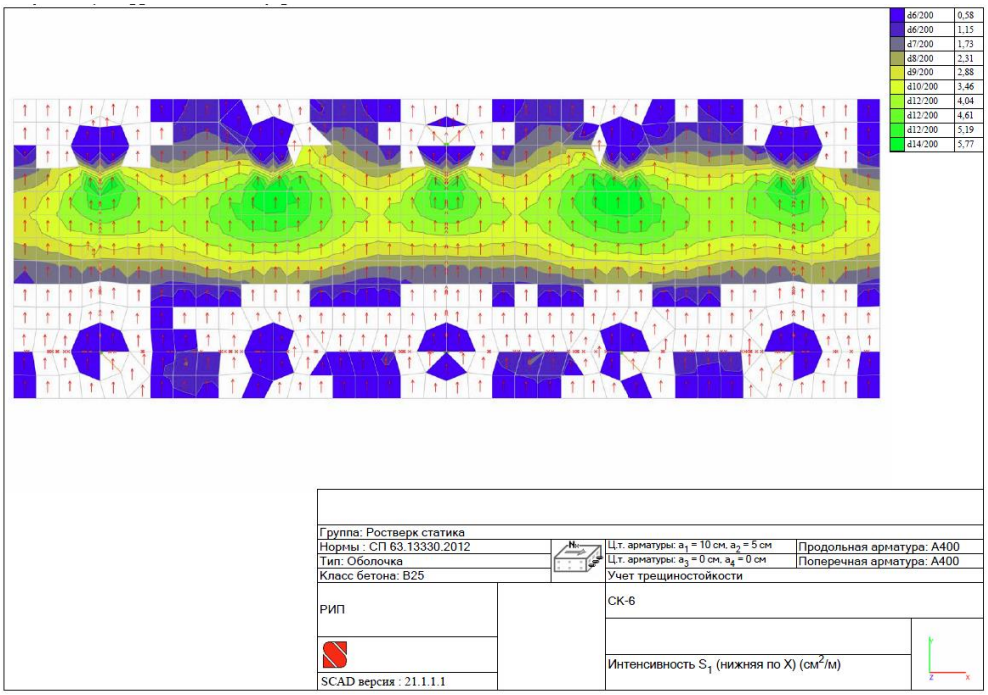


Рис. 6.327. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

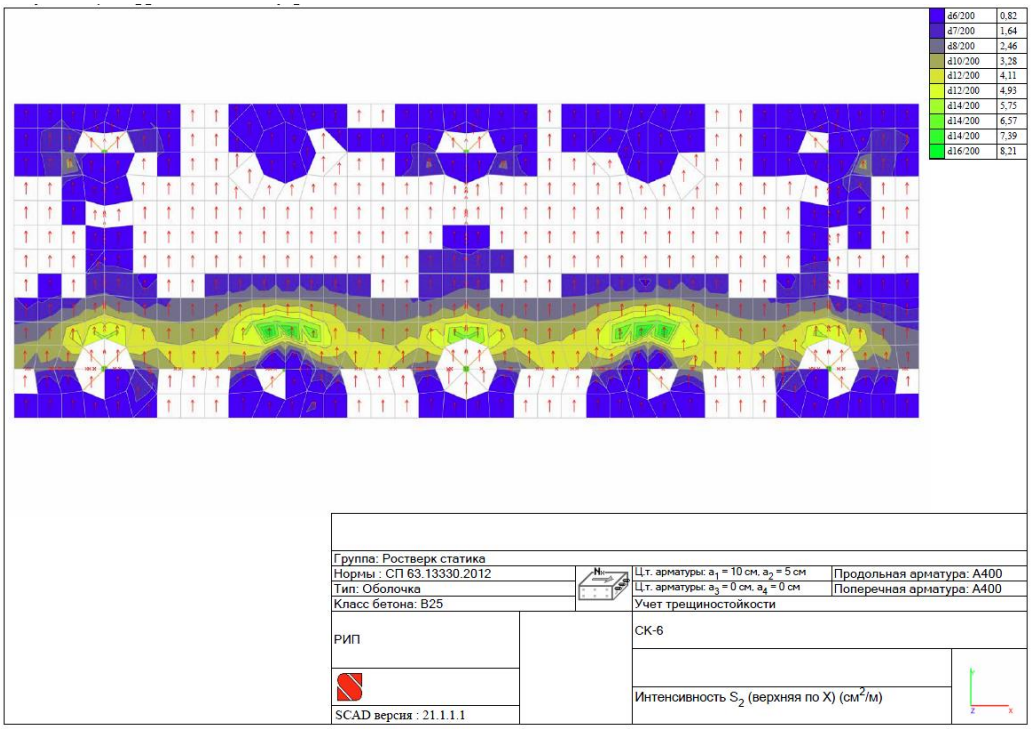


Рис. 6.328. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

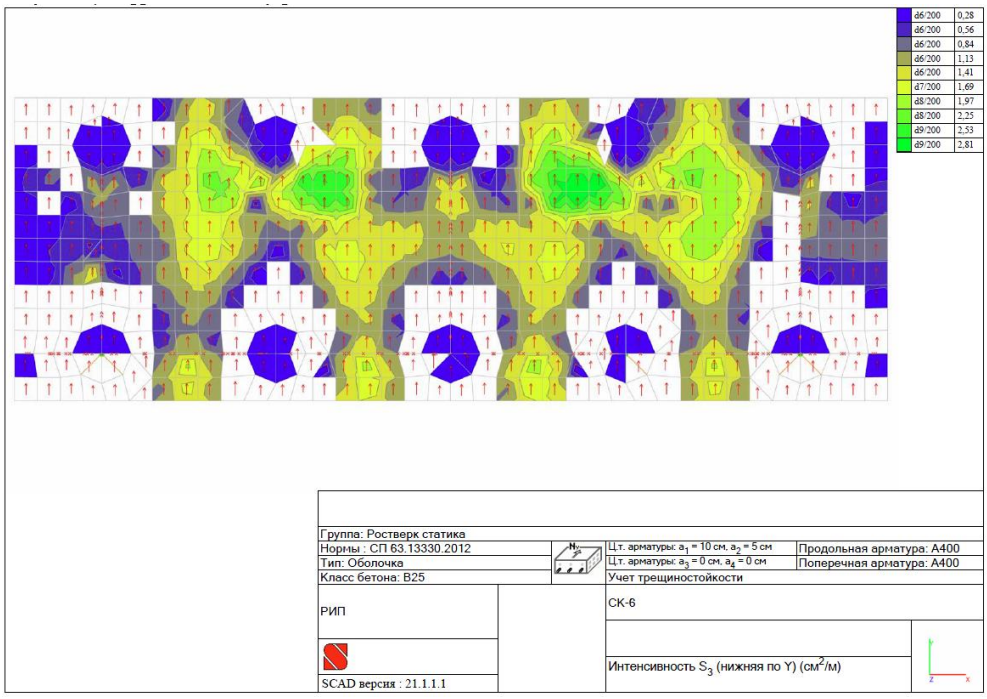


Рис. 6.329. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

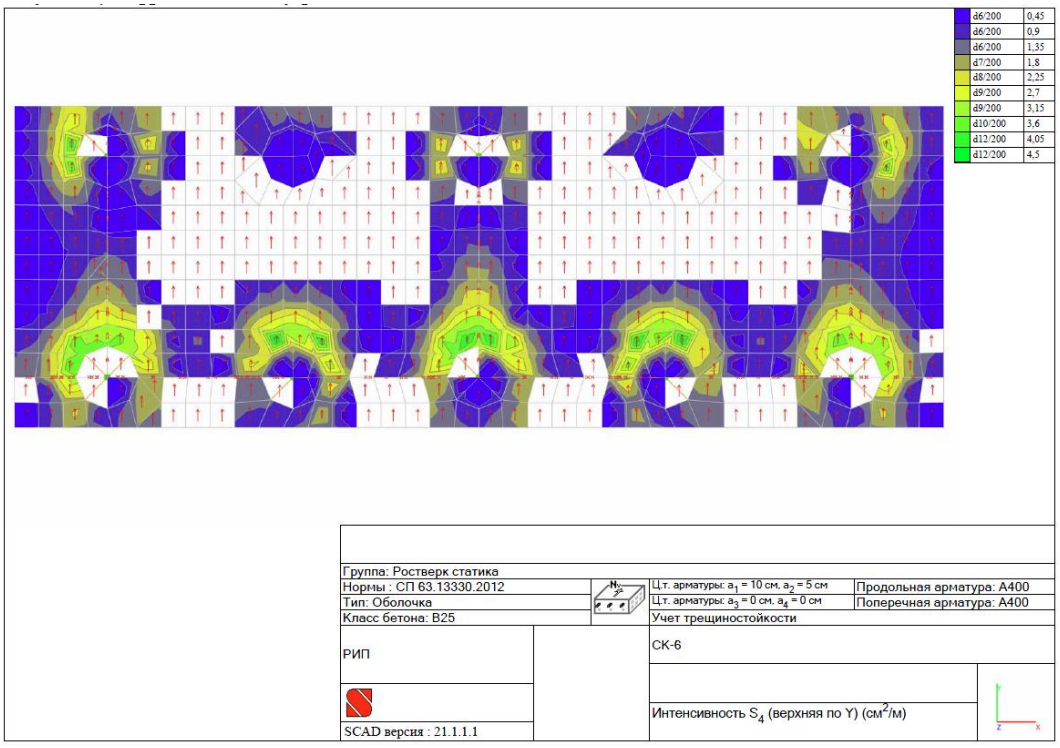


Рис. 6.330. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

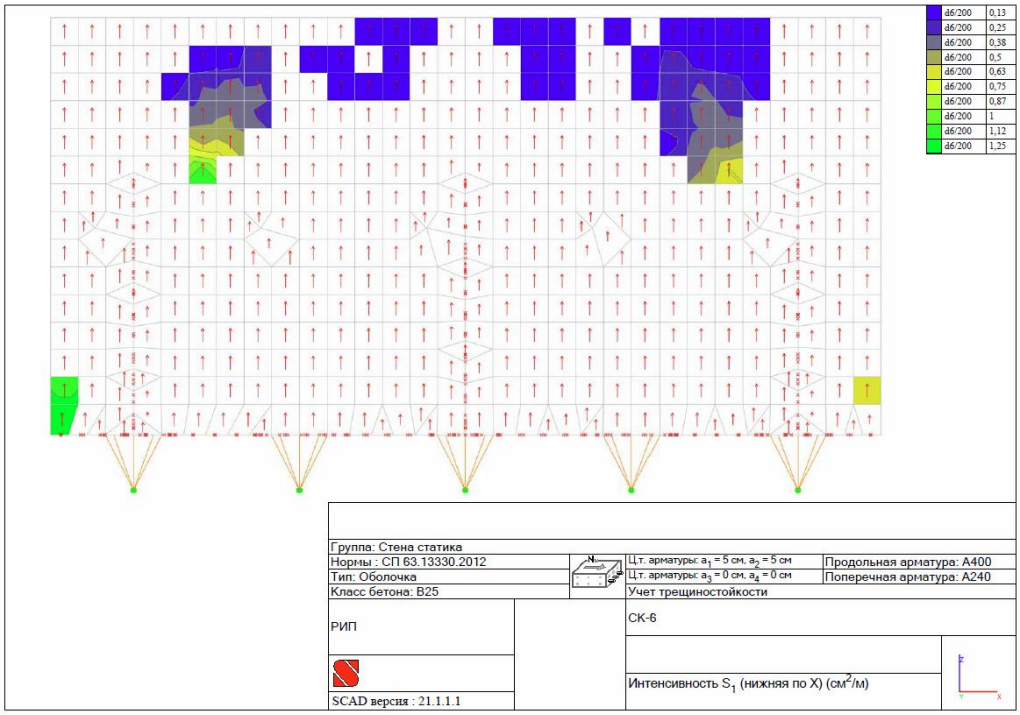


Рис. 6.331. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

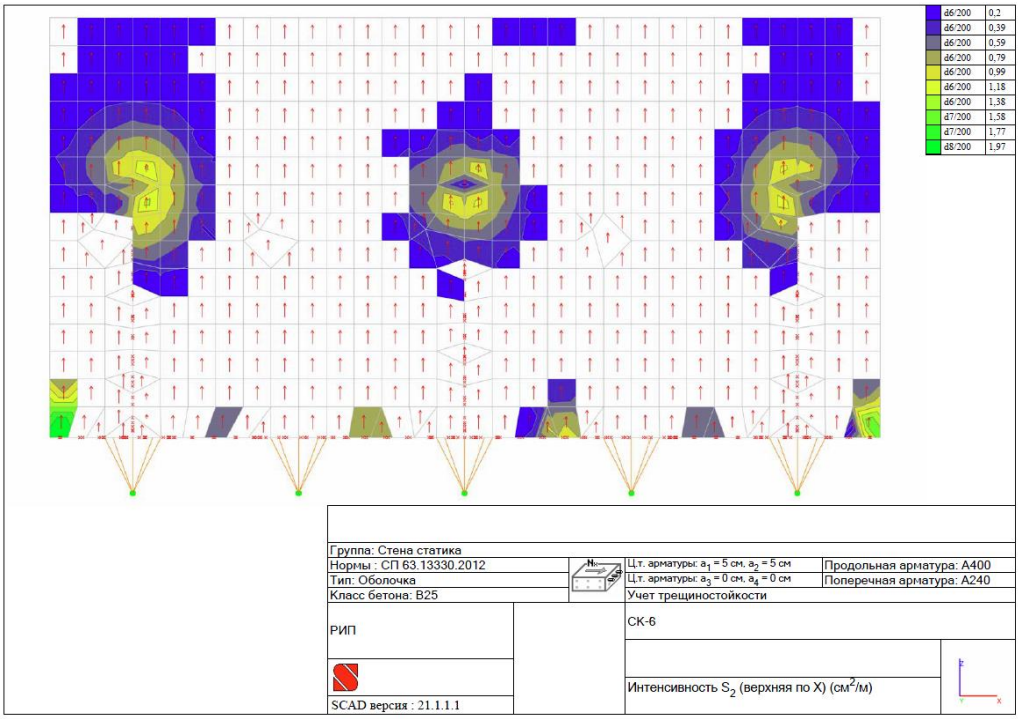


Рис. 6.332. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

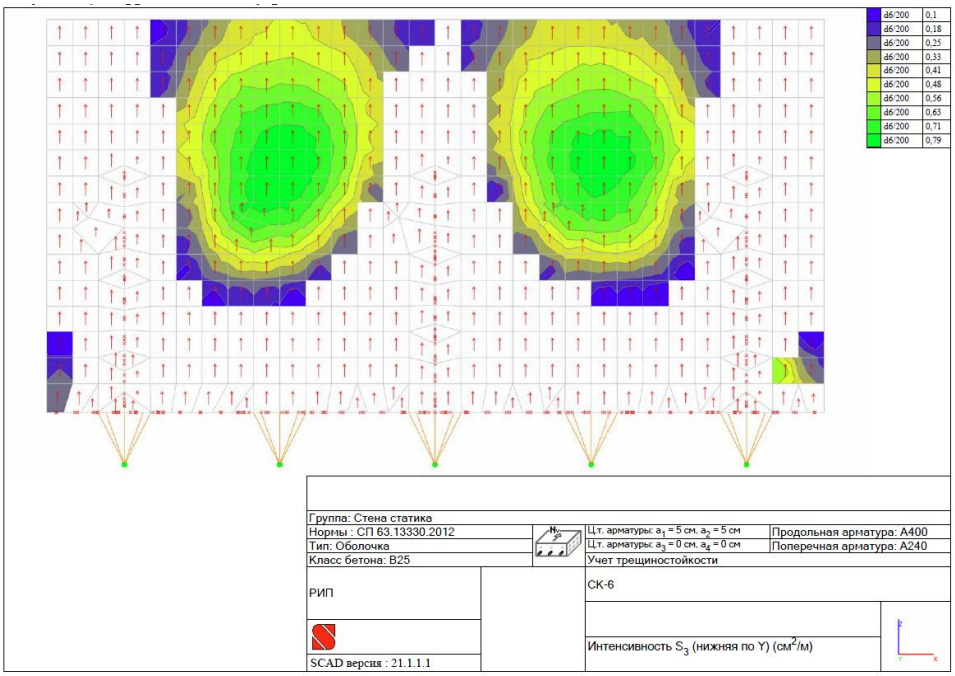


Рис. 6.333. Армирование стены. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

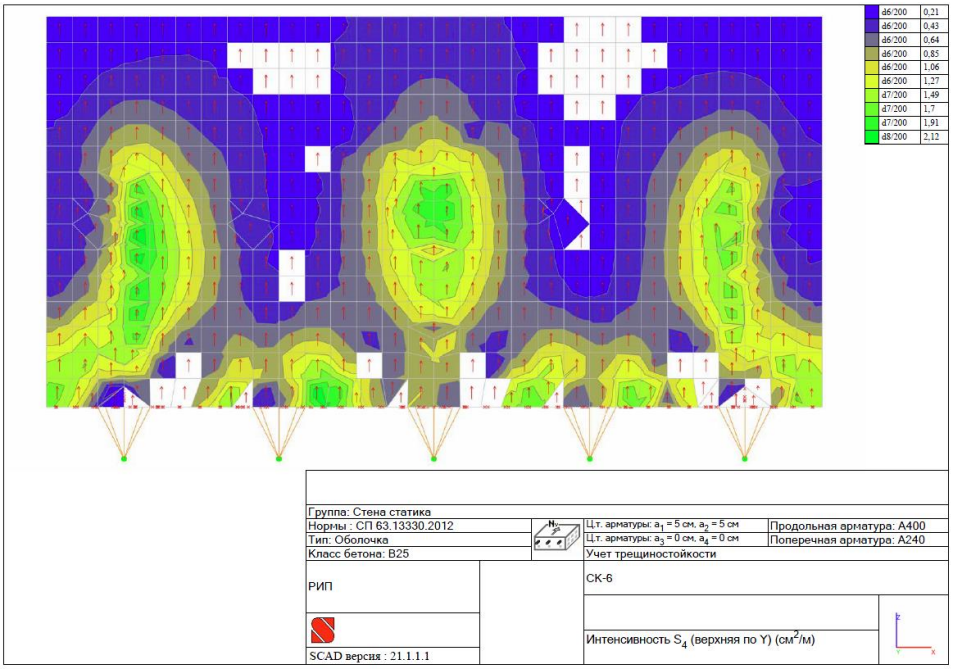


Рис. 6.334. Армирование стены. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

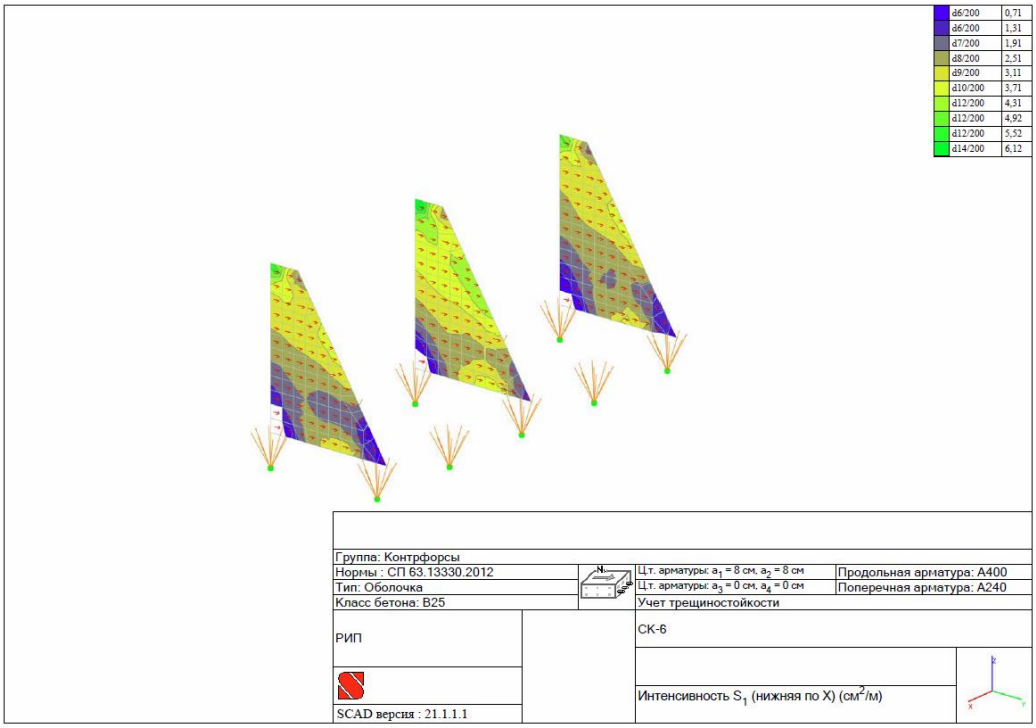


Рис. 6.335. Армирование контрфорсов. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

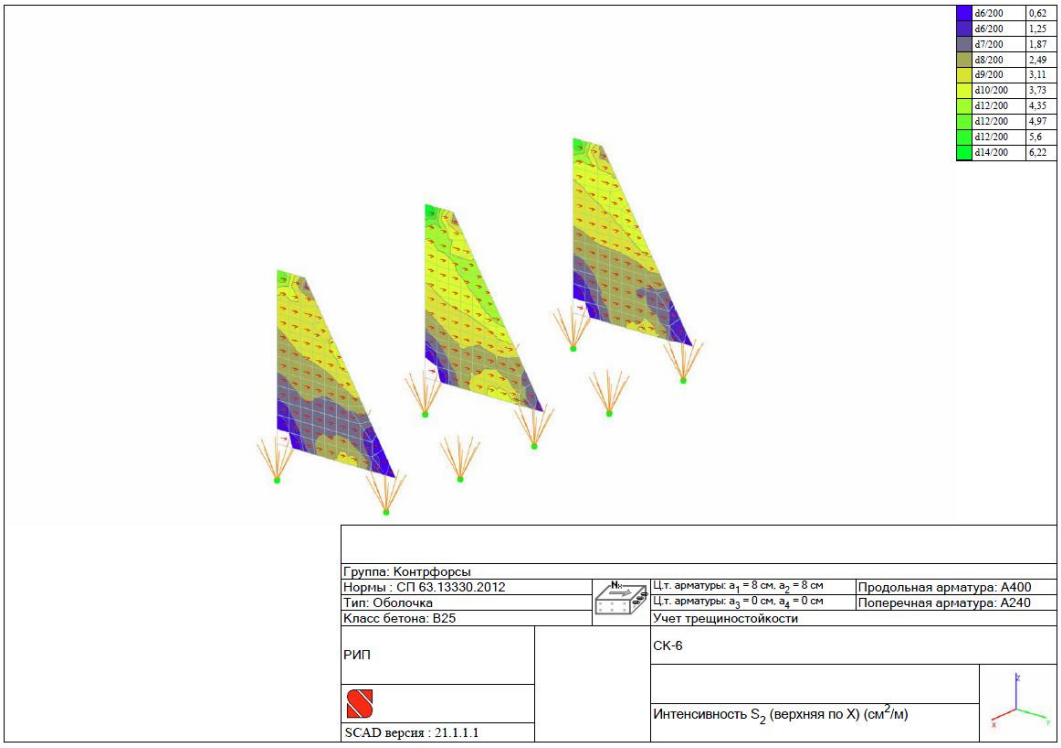


Рис. 6.336. Армирование контрфорсов. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

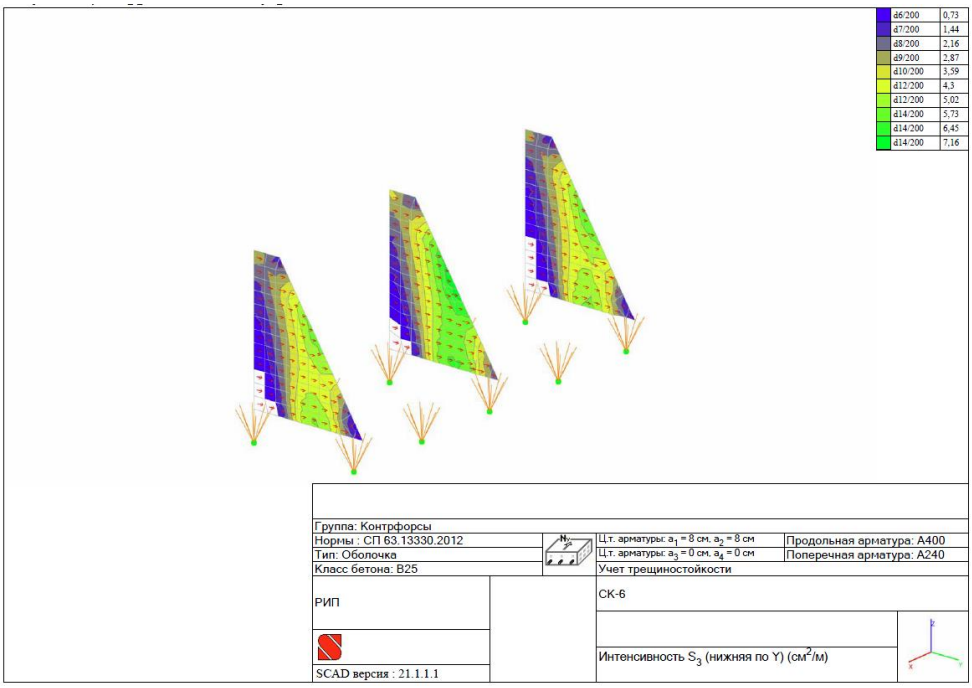


Рис. 6.337. Армирование стены. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

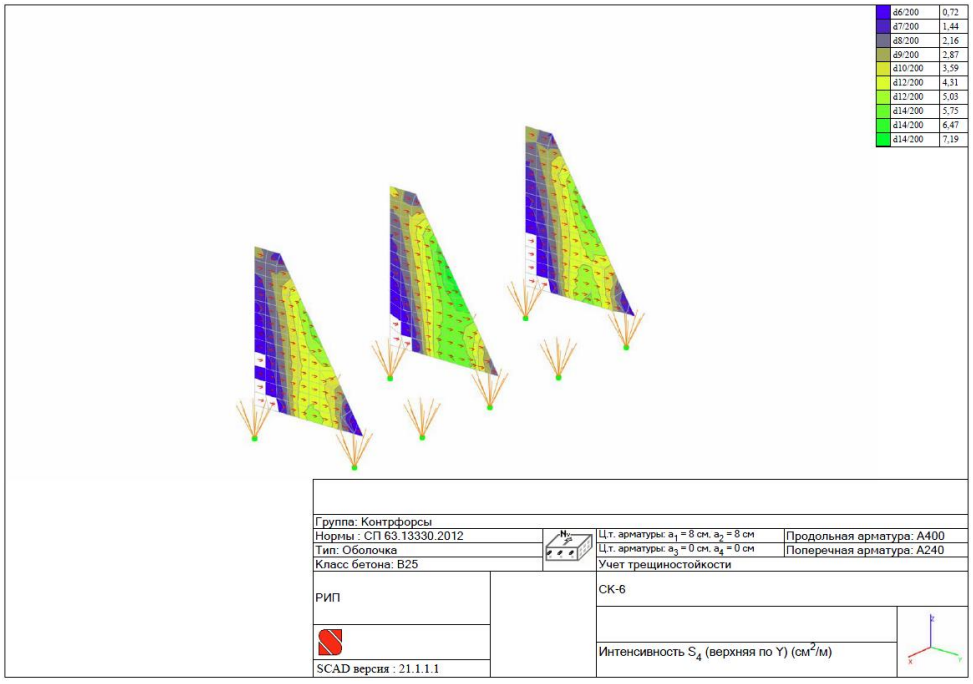


Рис. 6.338. Армирование стены. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-7/1 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

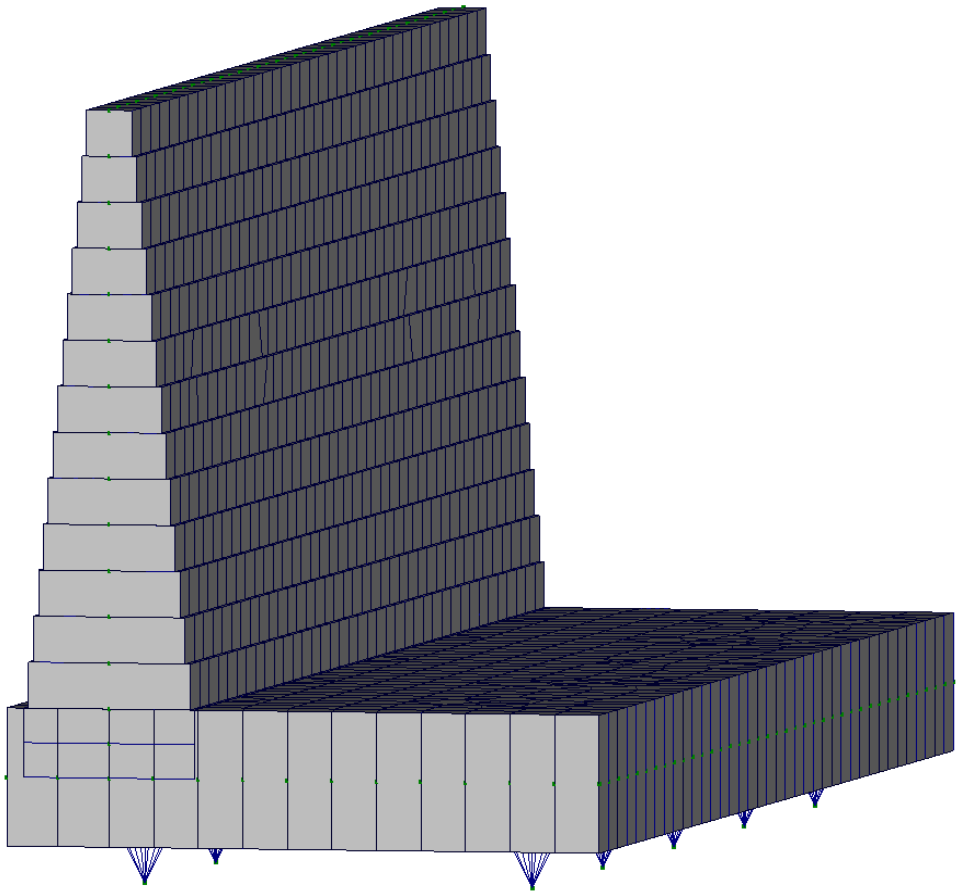


Рис. 6.339. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

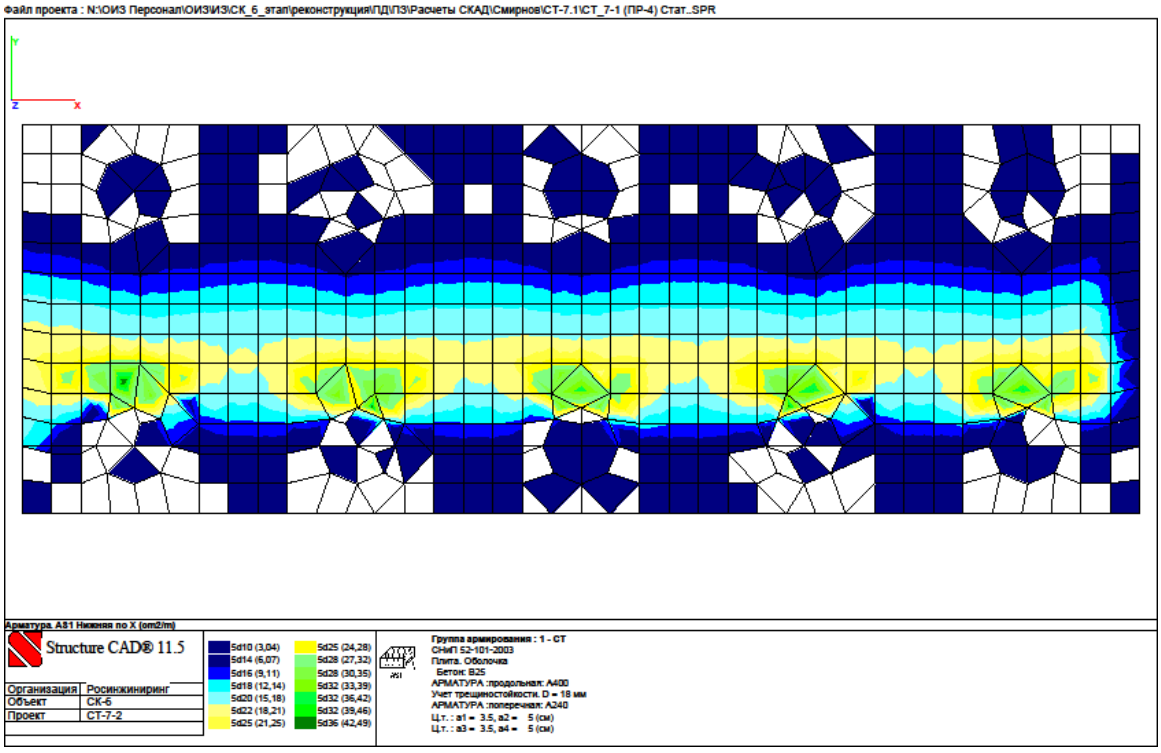


Рис. 6.340. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

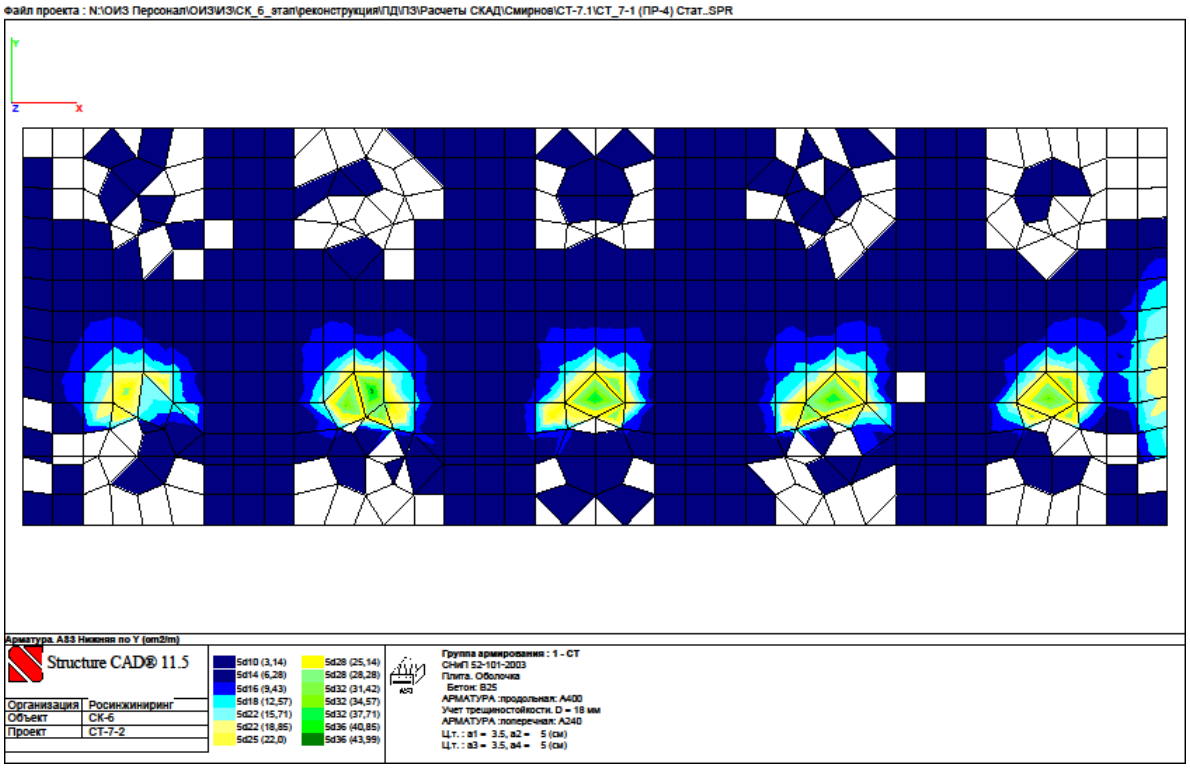


Рис. 6.341. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

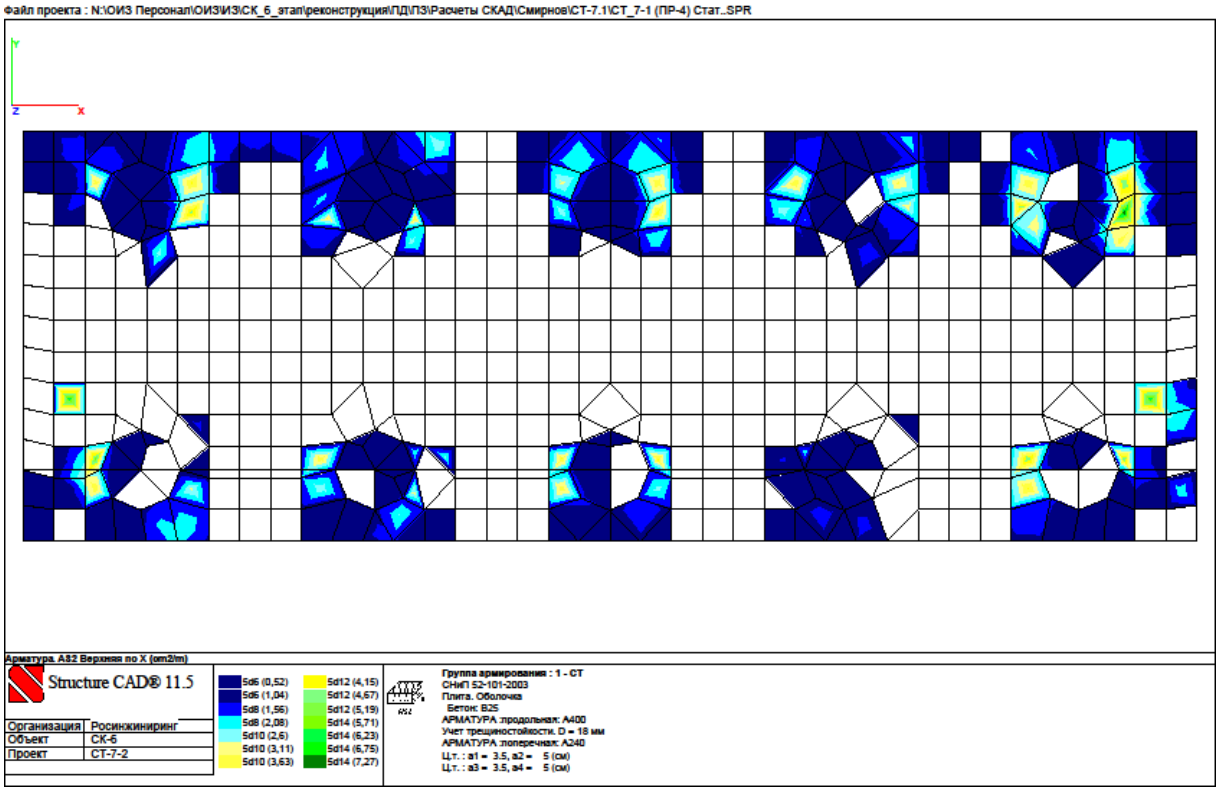


Рис. 6.342. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

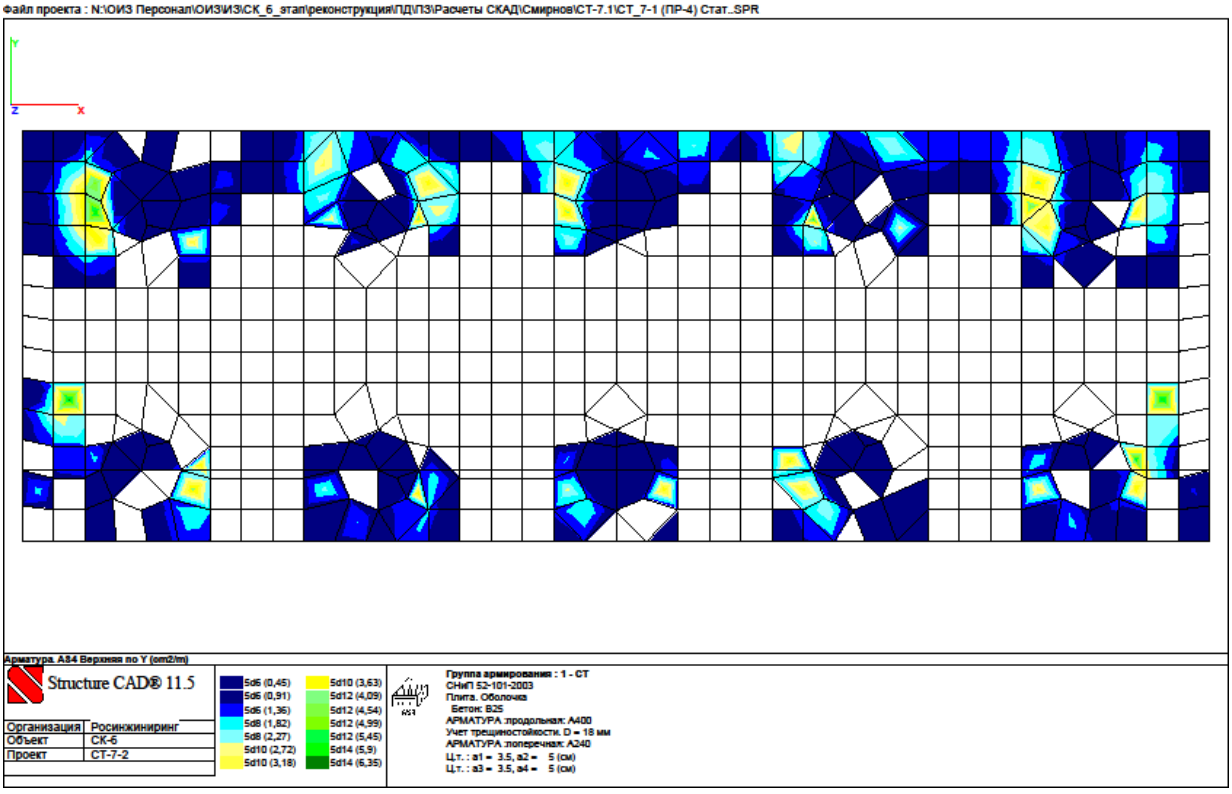


Рис. 6.343. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

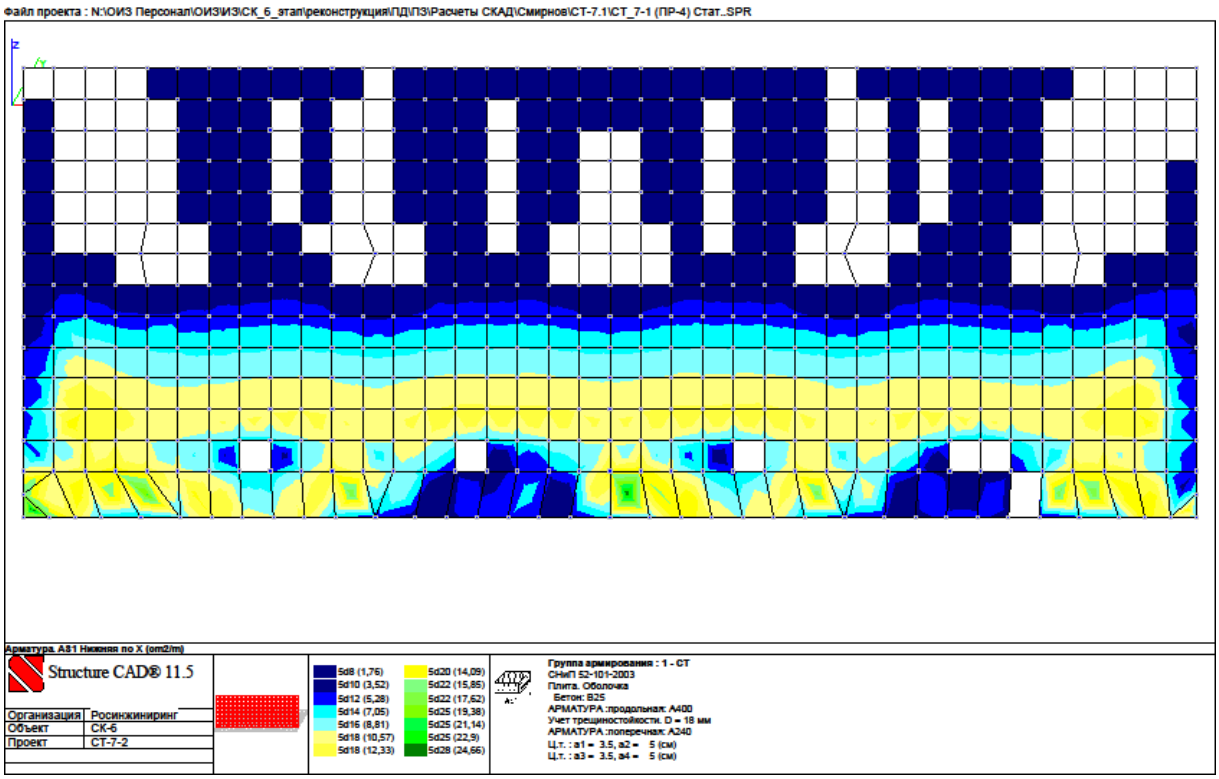


Рис. 6.344. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

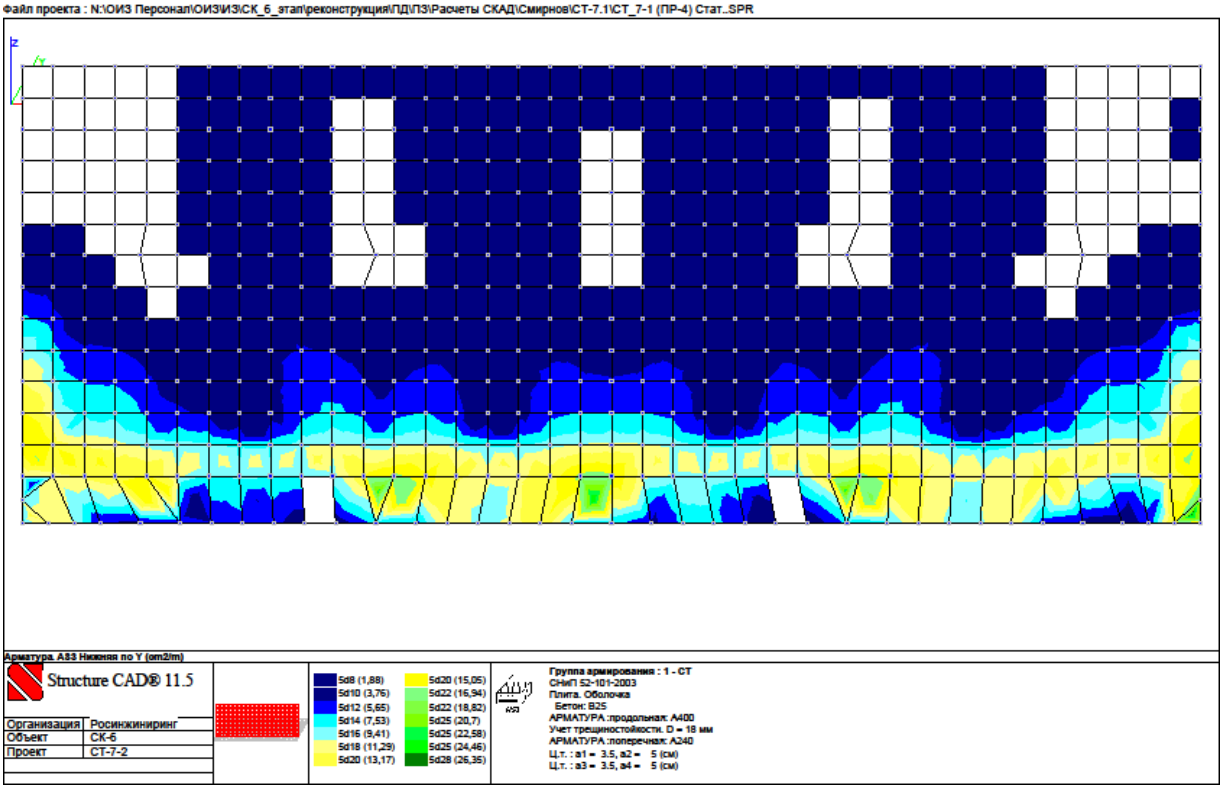


Рис. 6.345. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

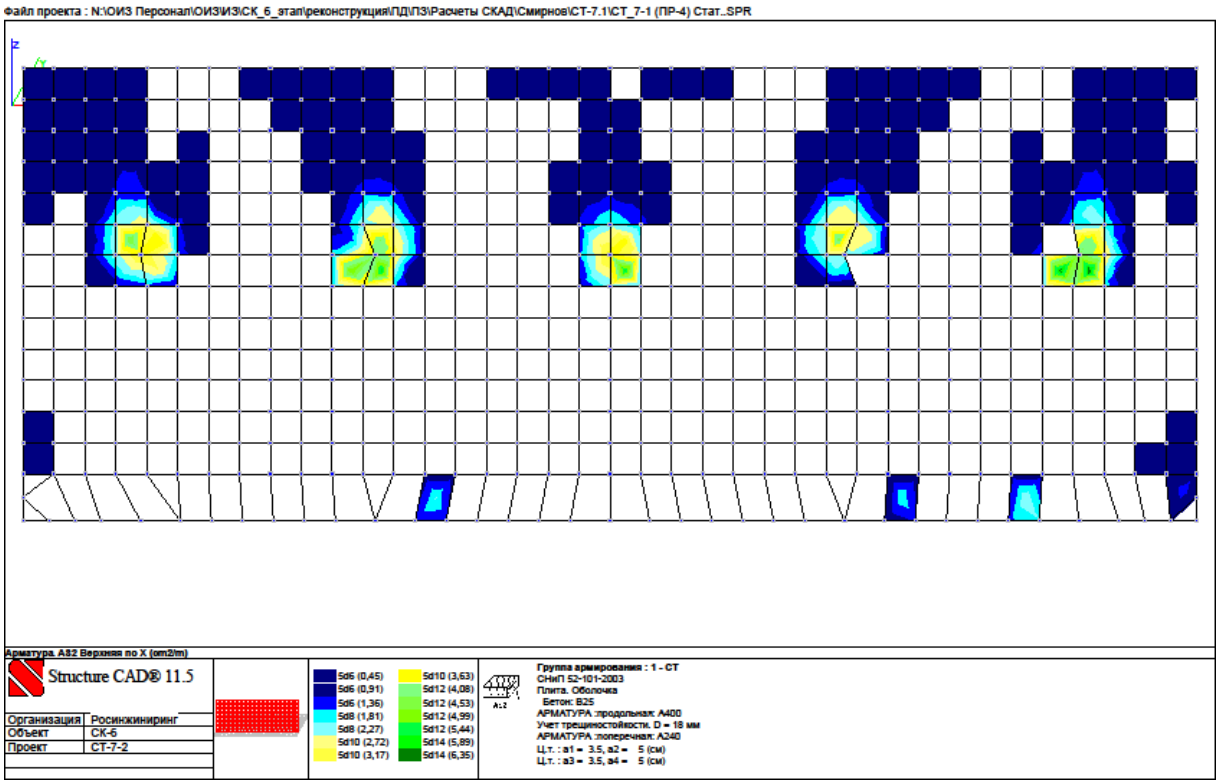


Рис. 6.346. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

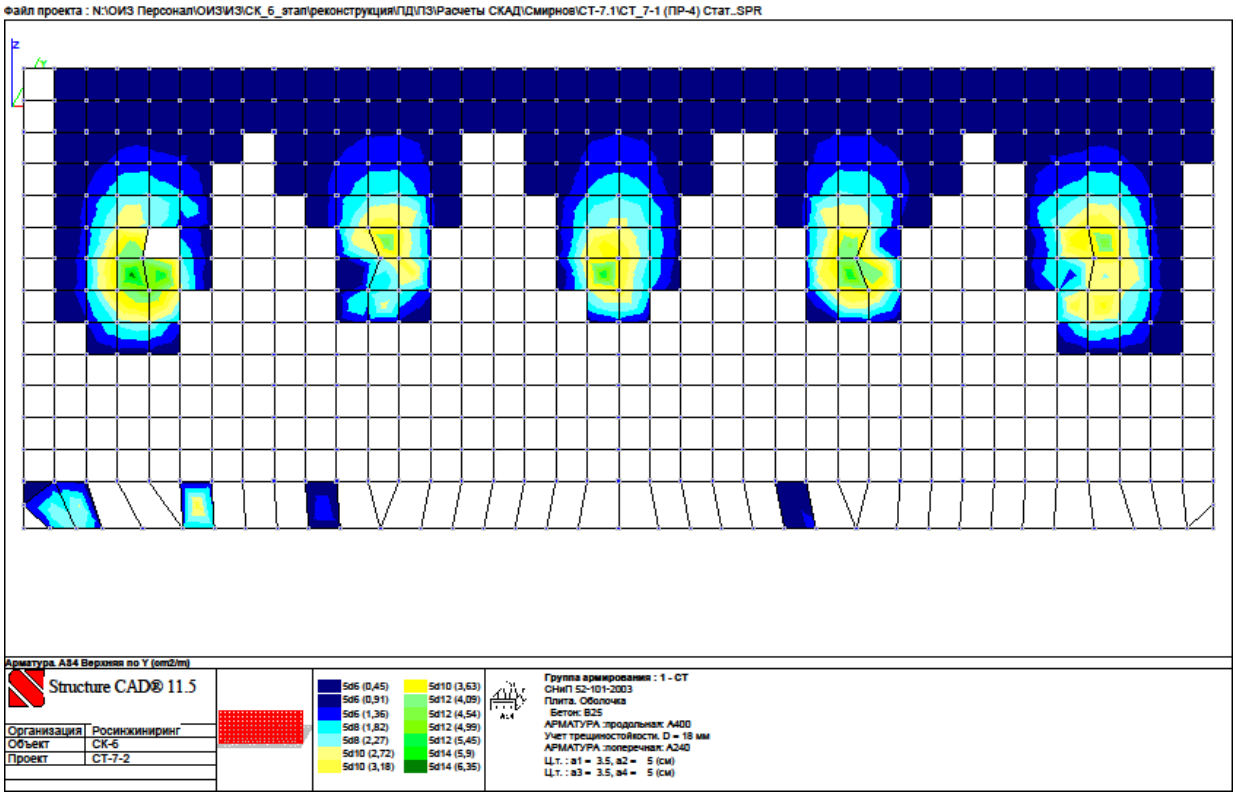


Рис. 6.347. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

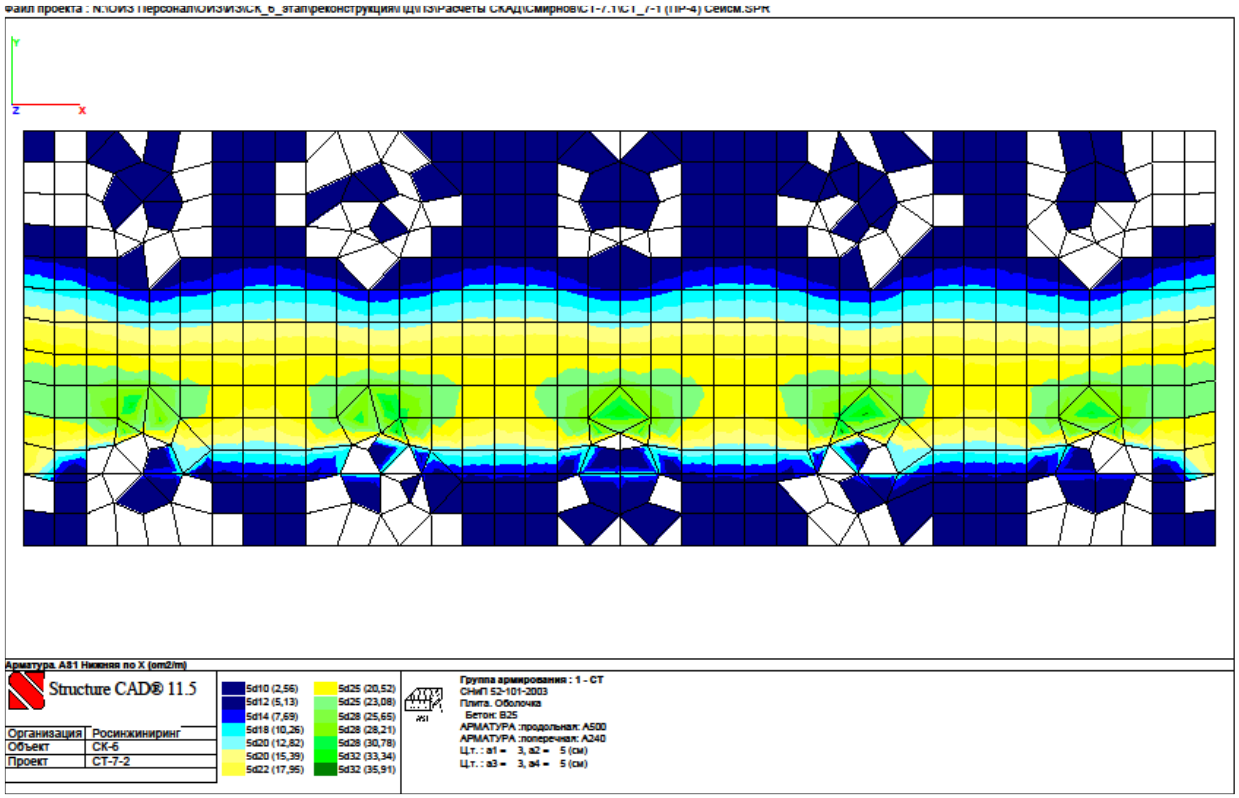


Рис.6.348. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

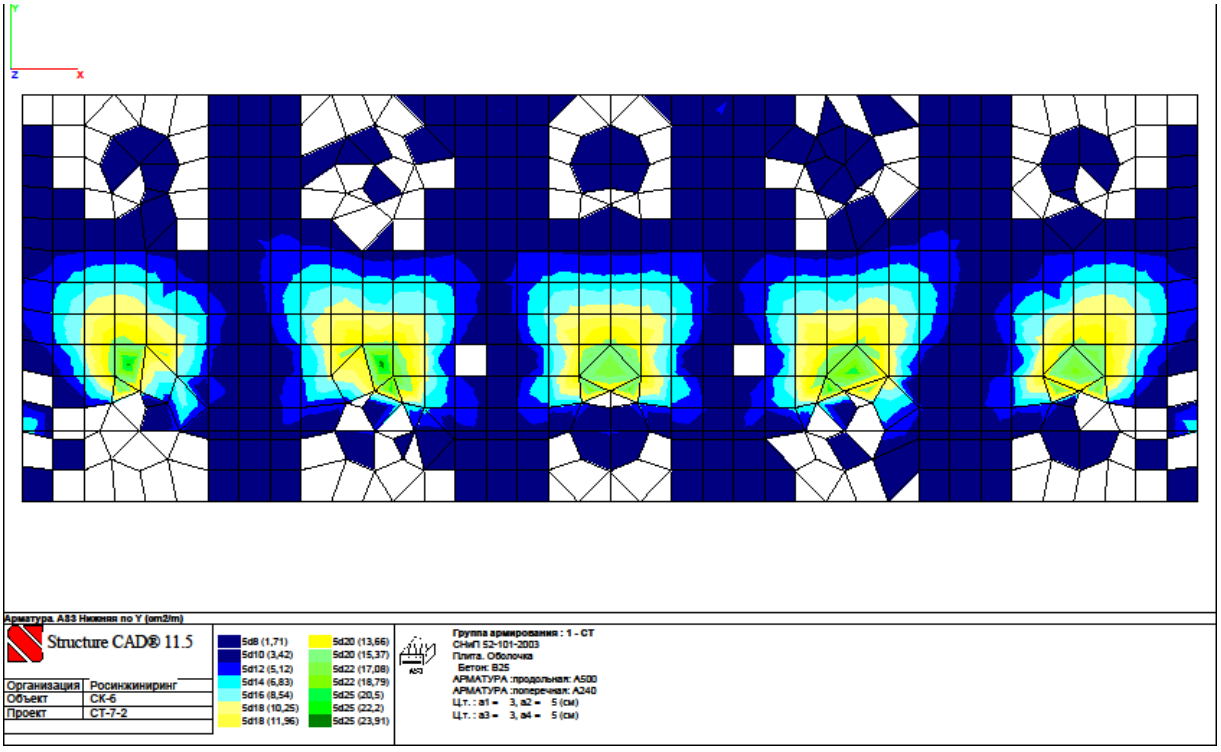


Рис. 6.348. 1. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

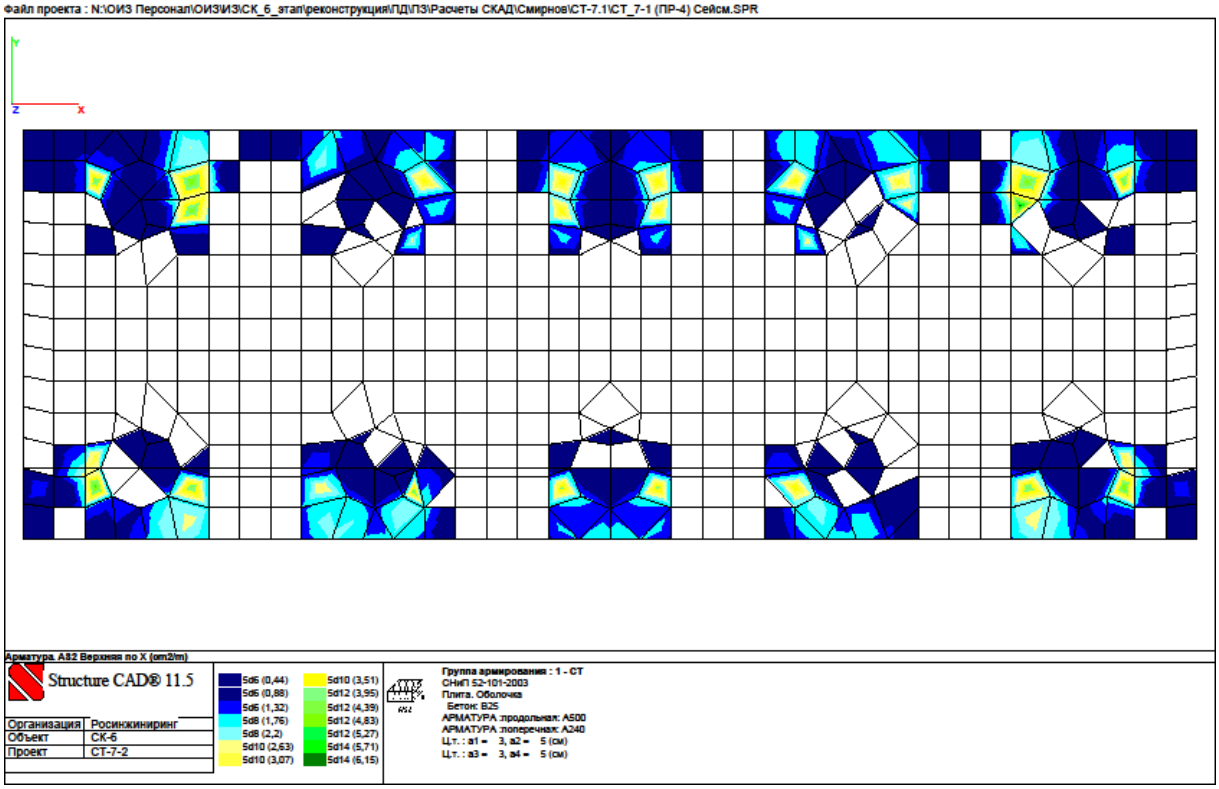


Рис. 6.349. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

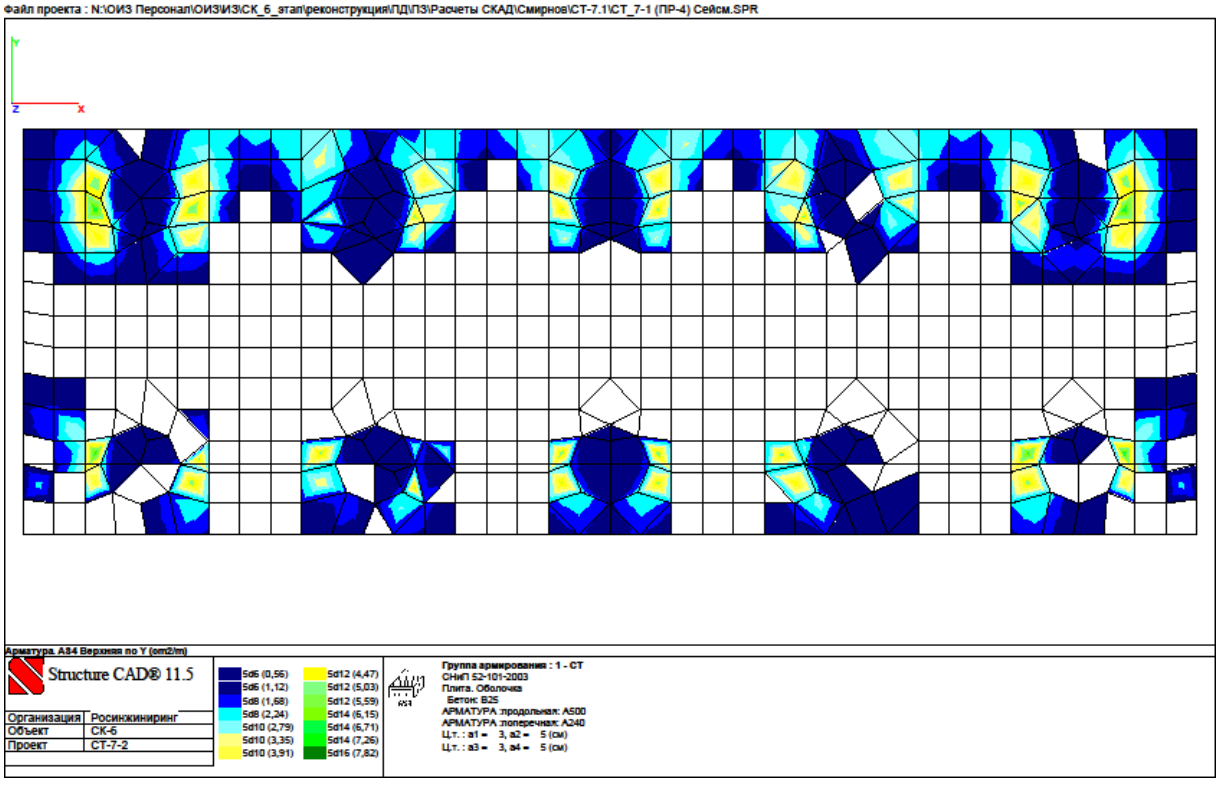


Рис. 6.350. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

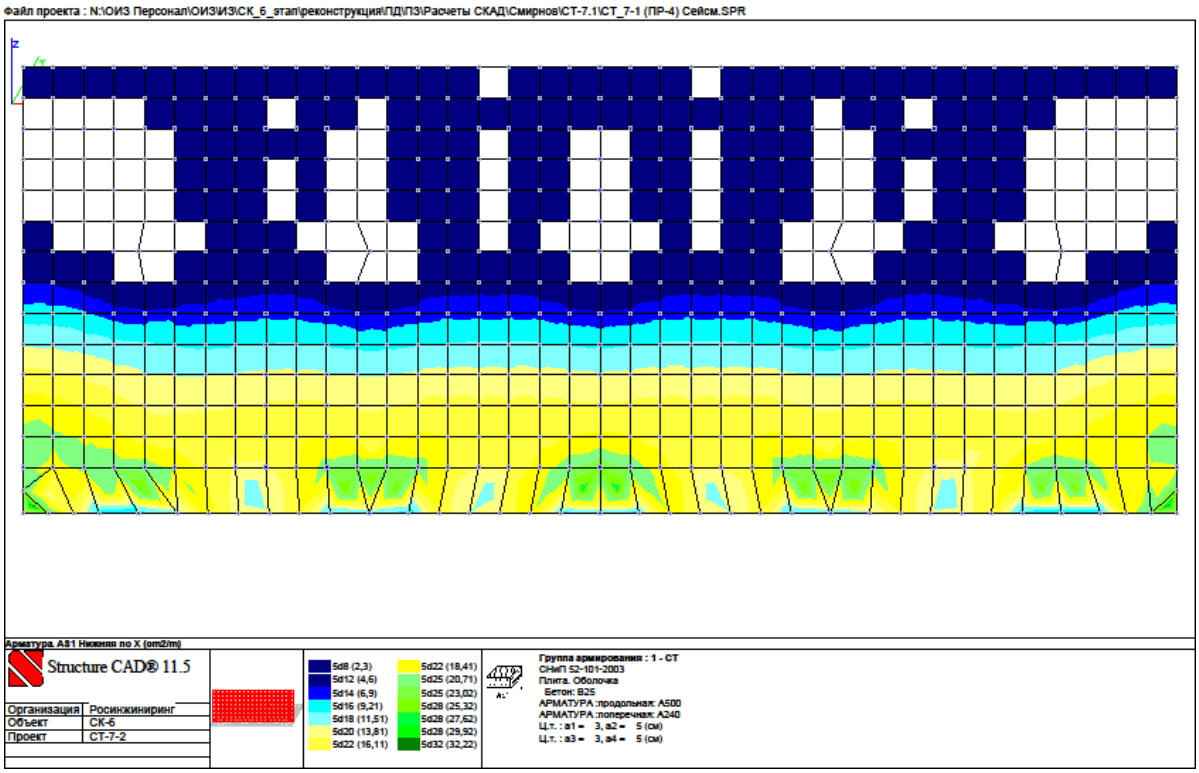


Рис. 6.351. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

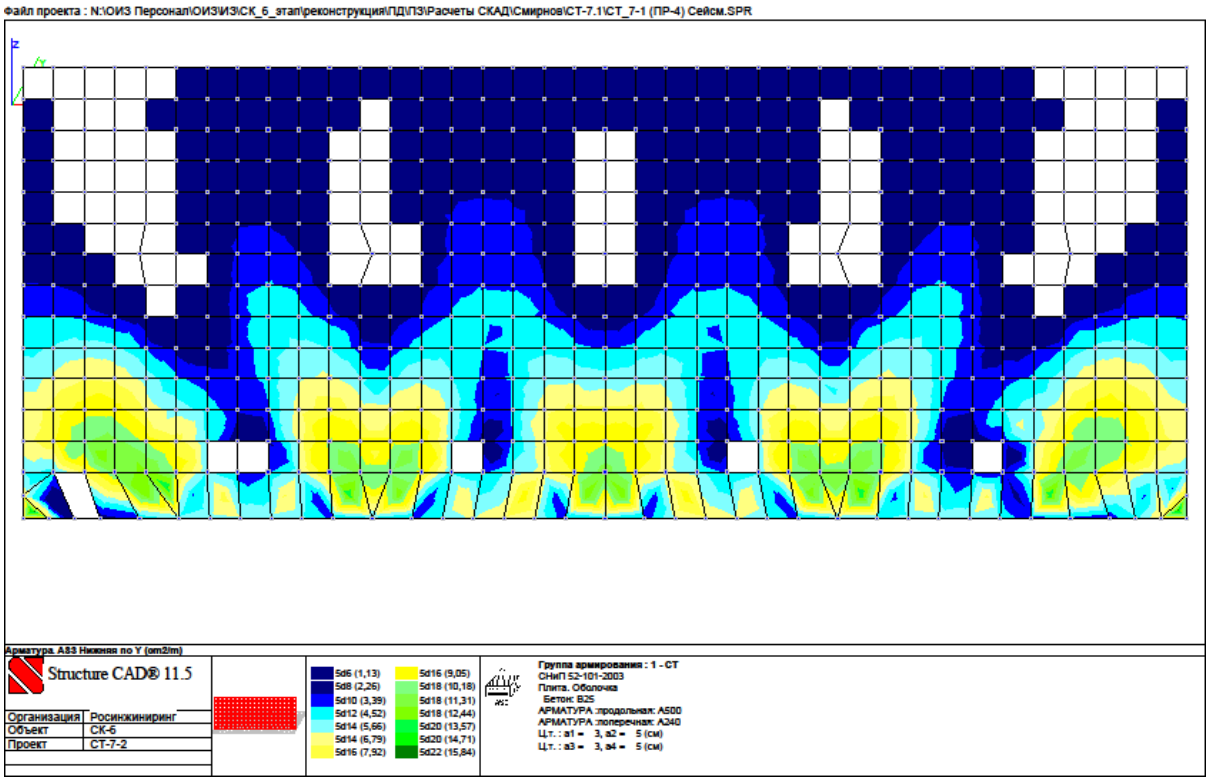


Рис. 6.352. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

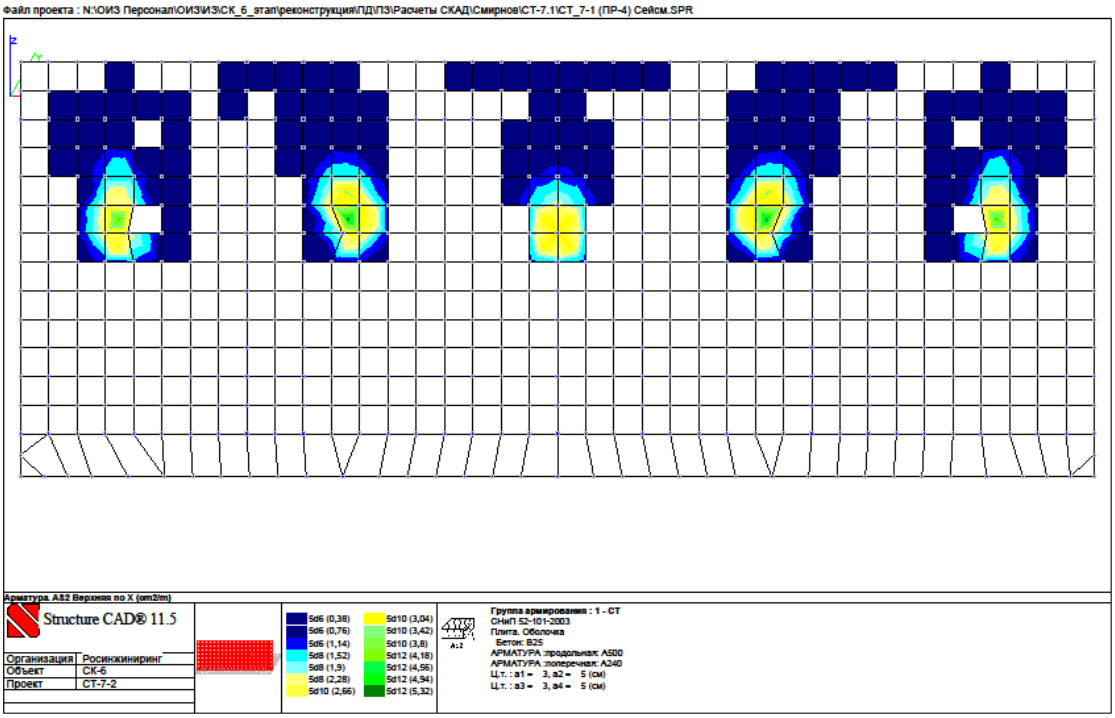


Рис. 6.353. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

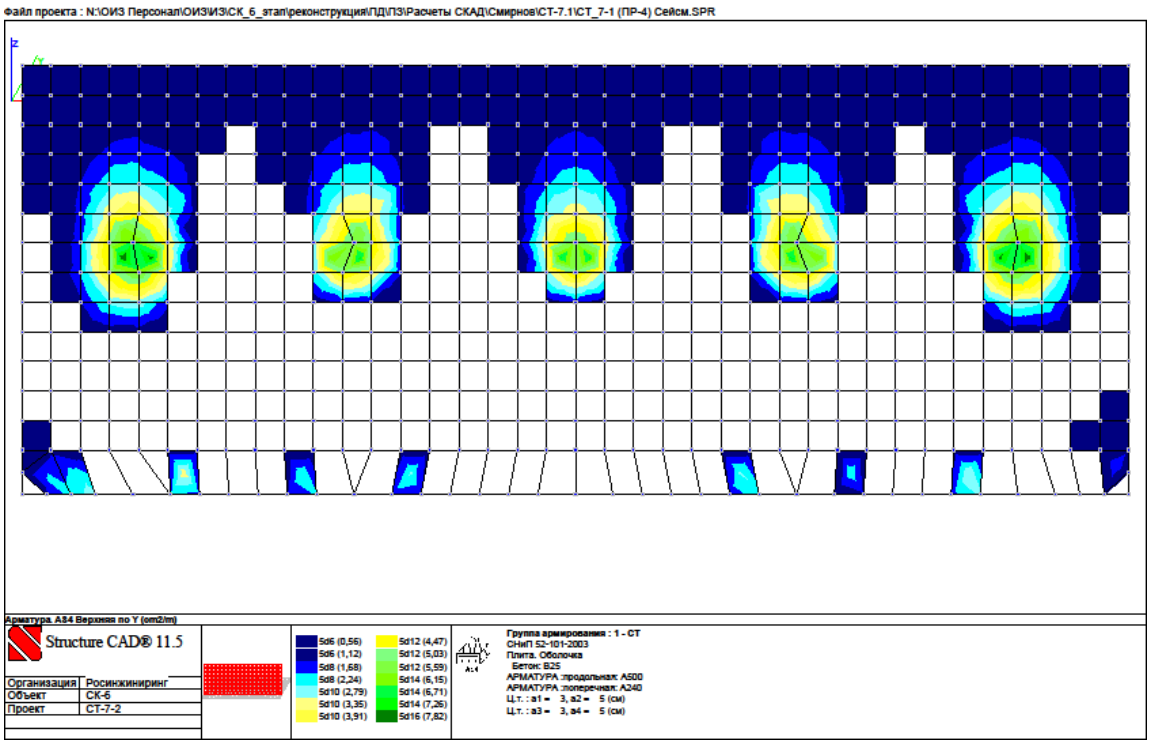


Рис. 6.354. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-8 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

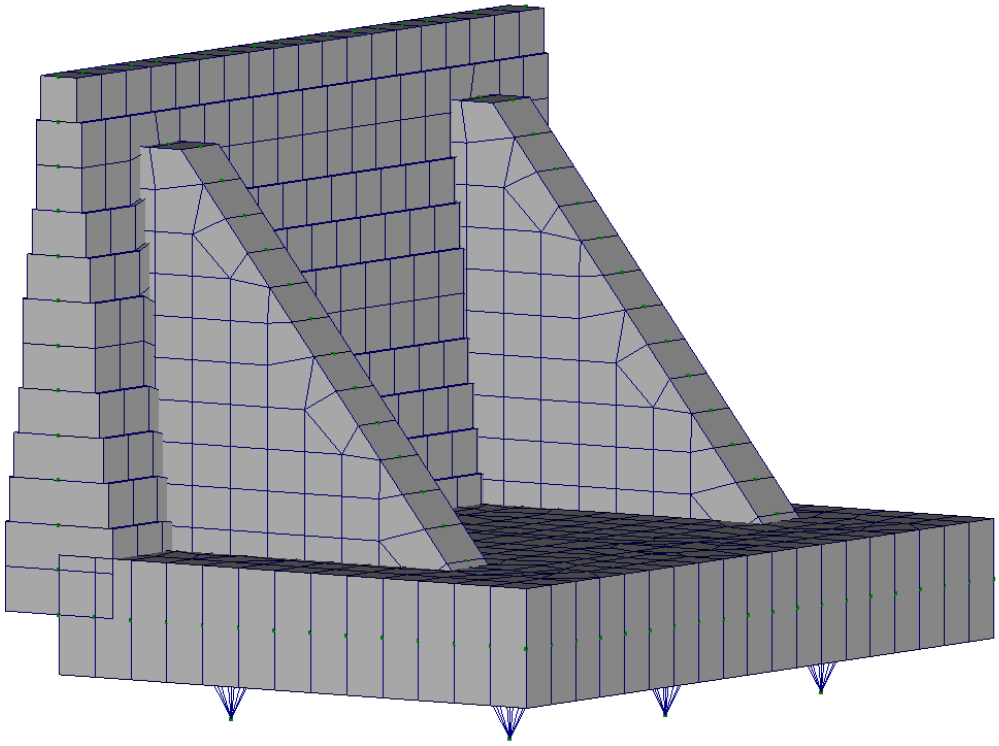


Рис. 6.355. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

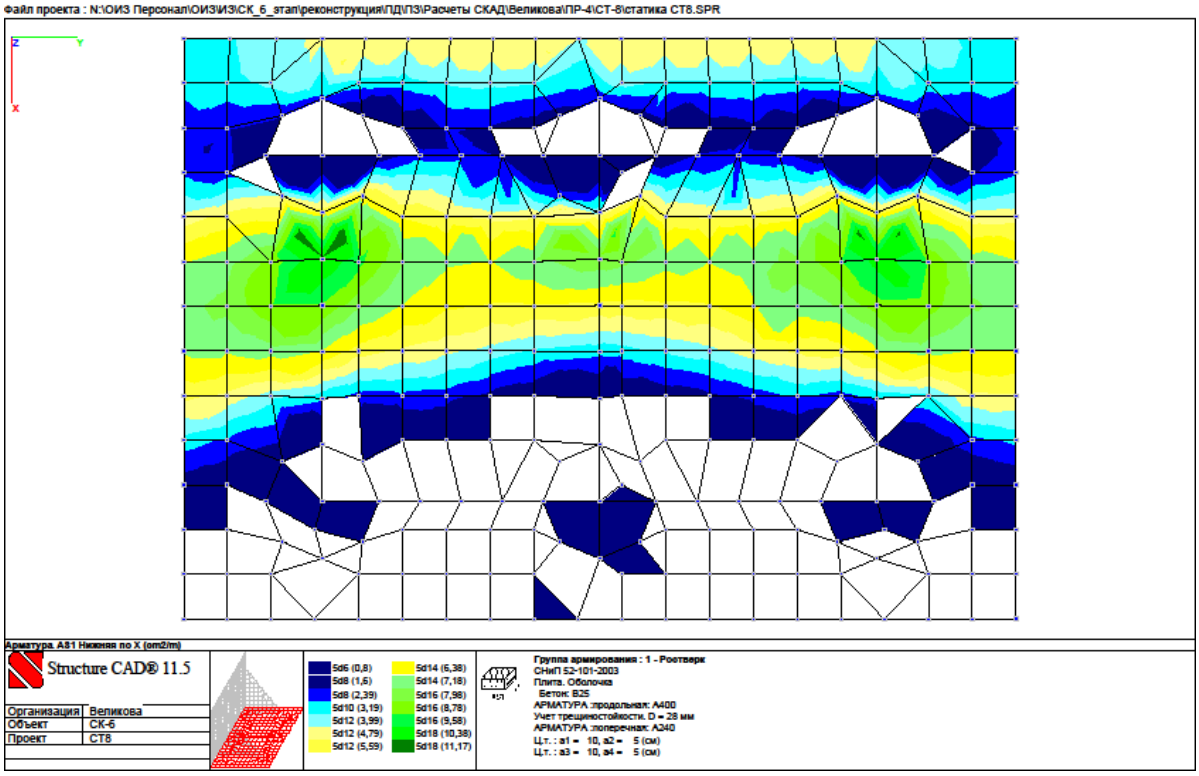


Рис. 6.356. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

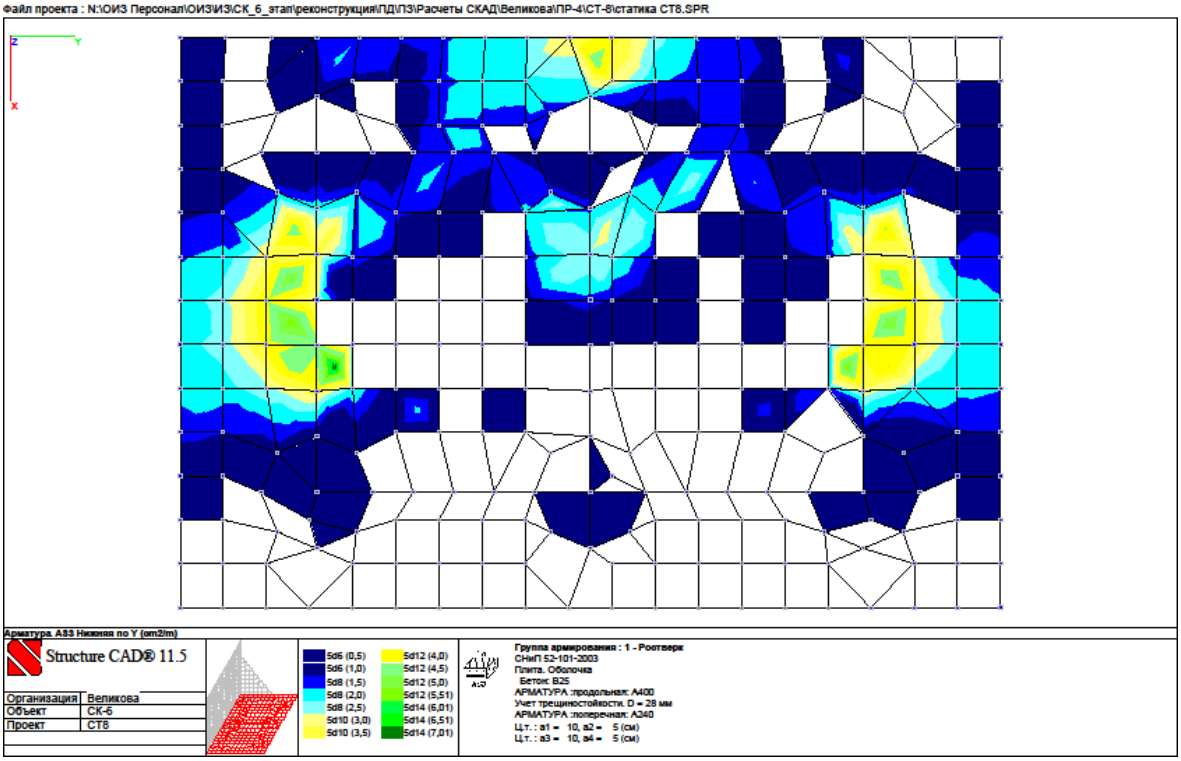


Рис. 6.357. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

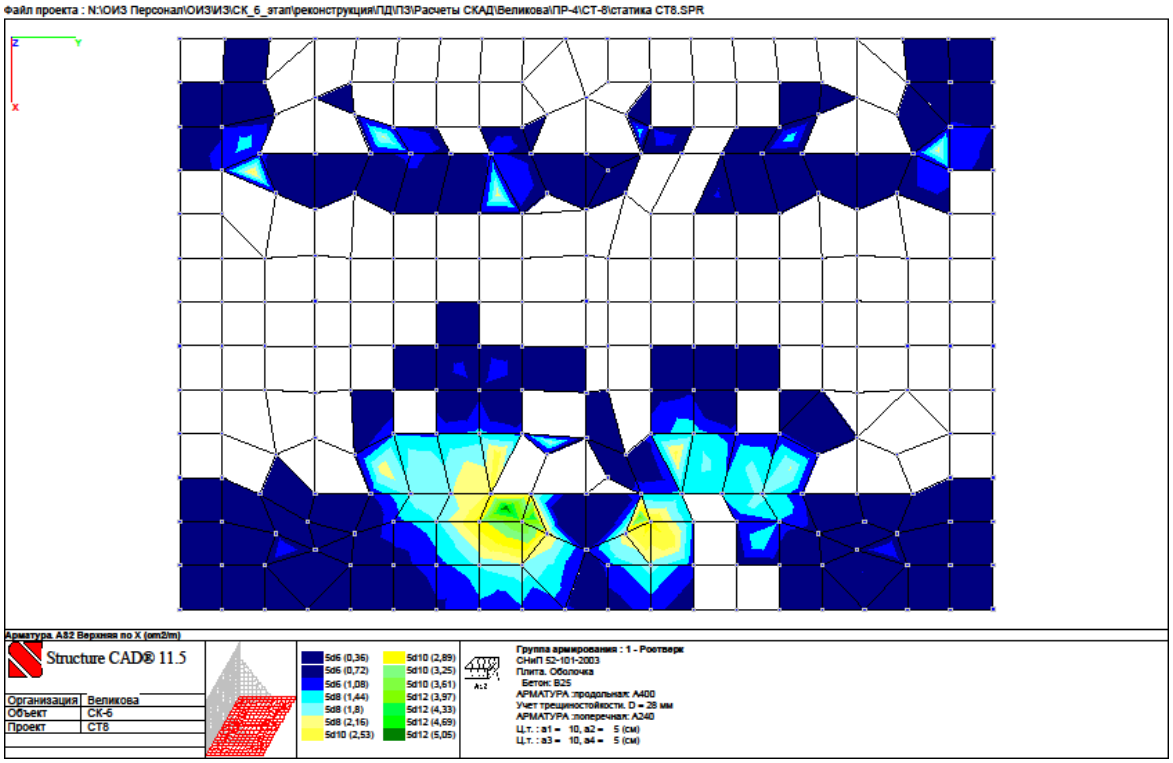


Рис. 6.358. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

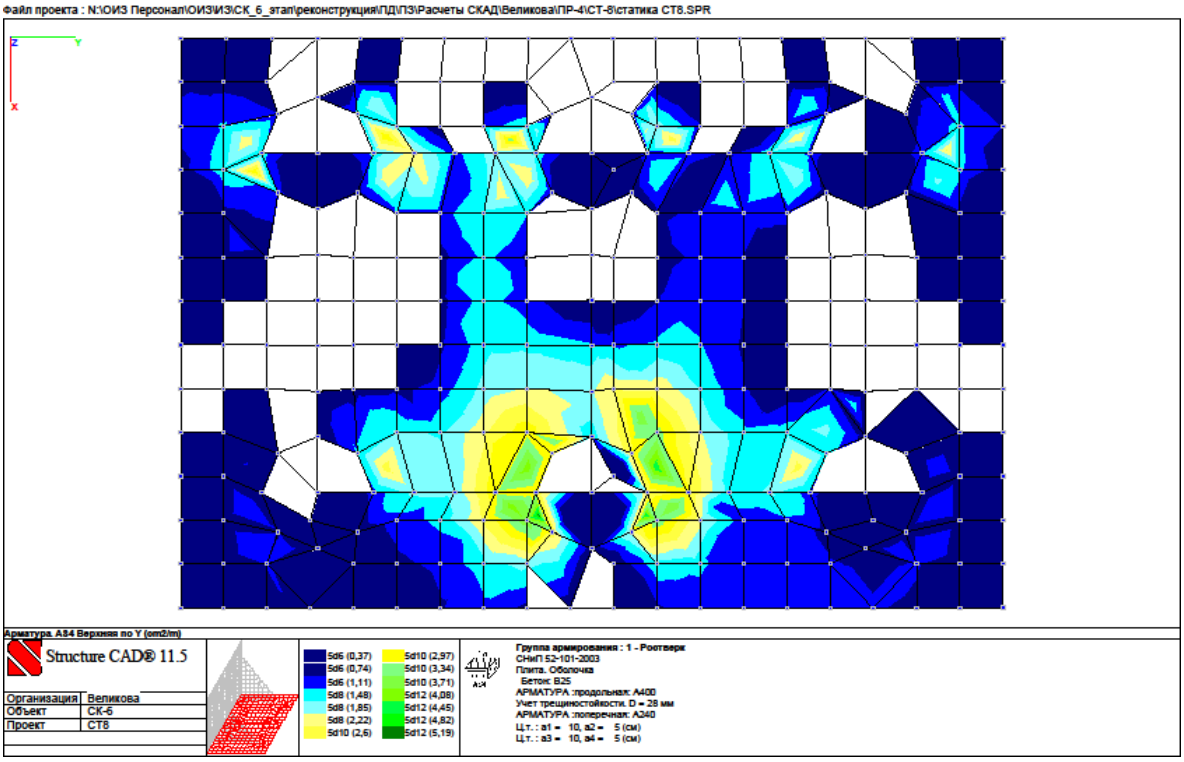


Рис. 6.359. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

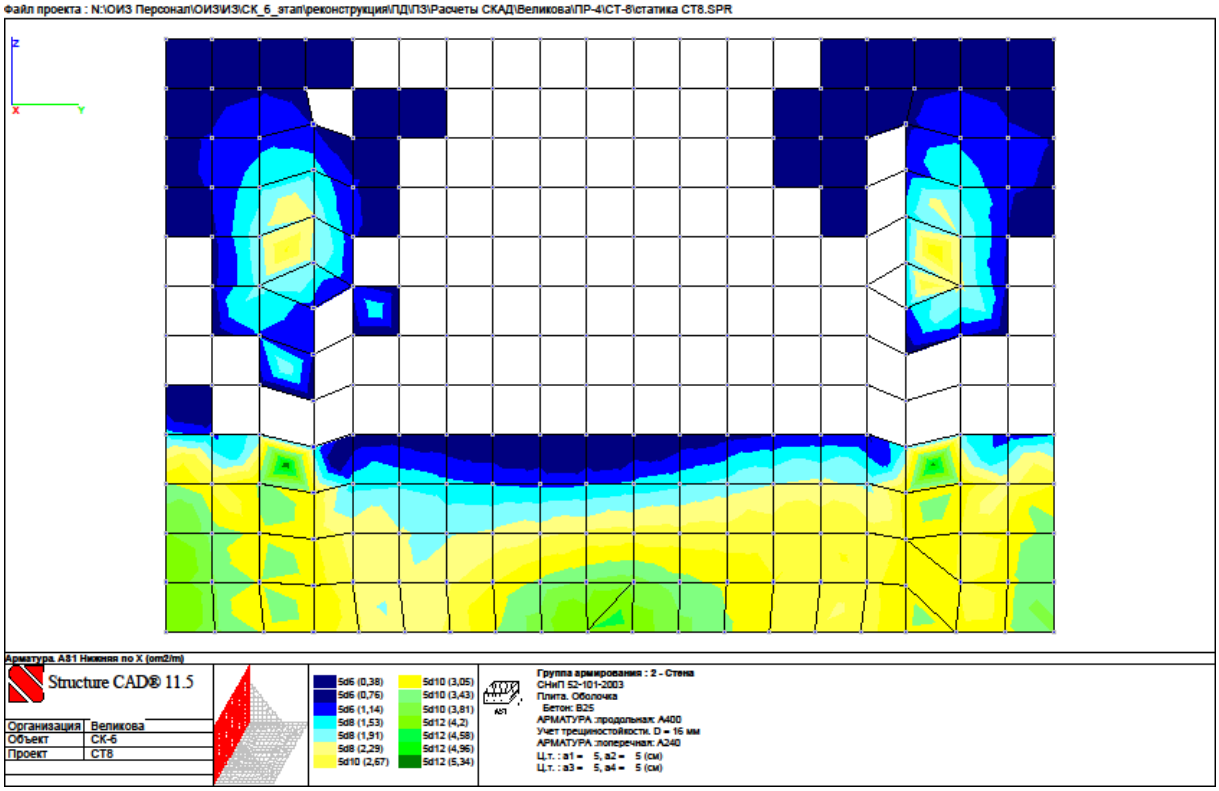


Рис. 6.360. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

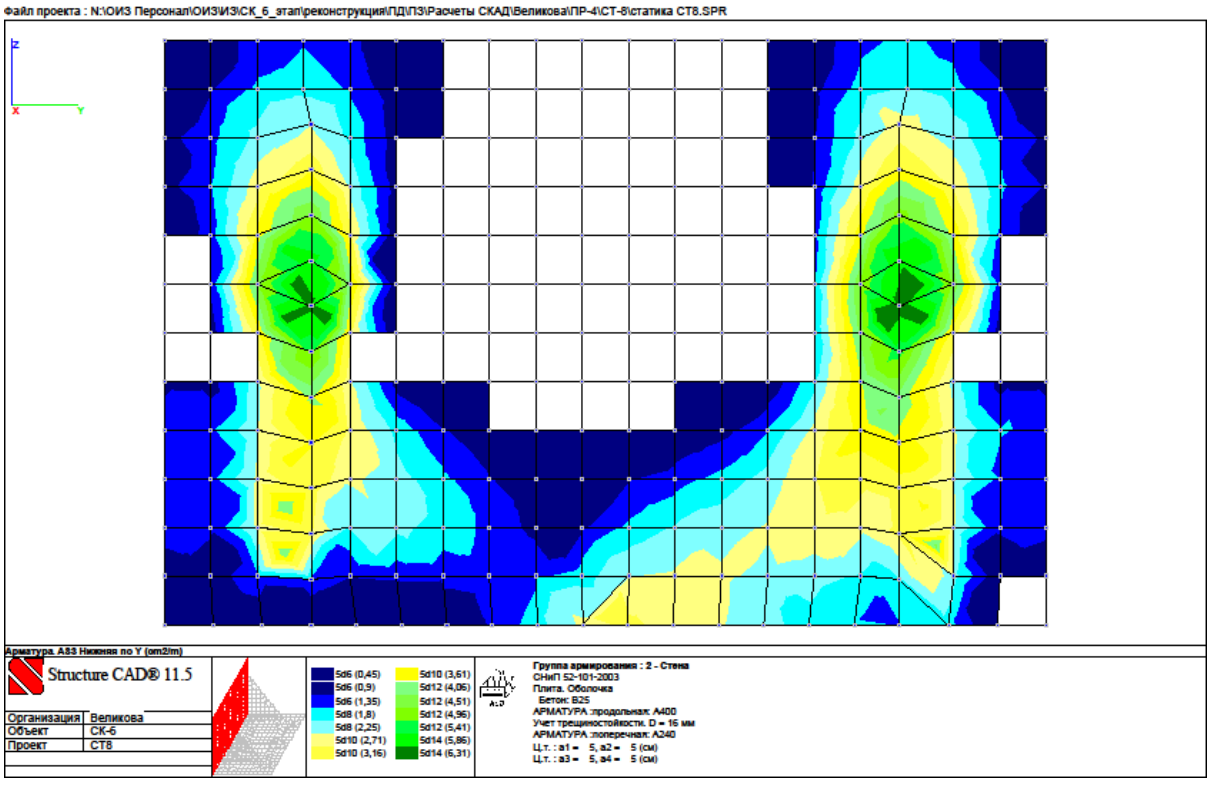


Рис. 6.361. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

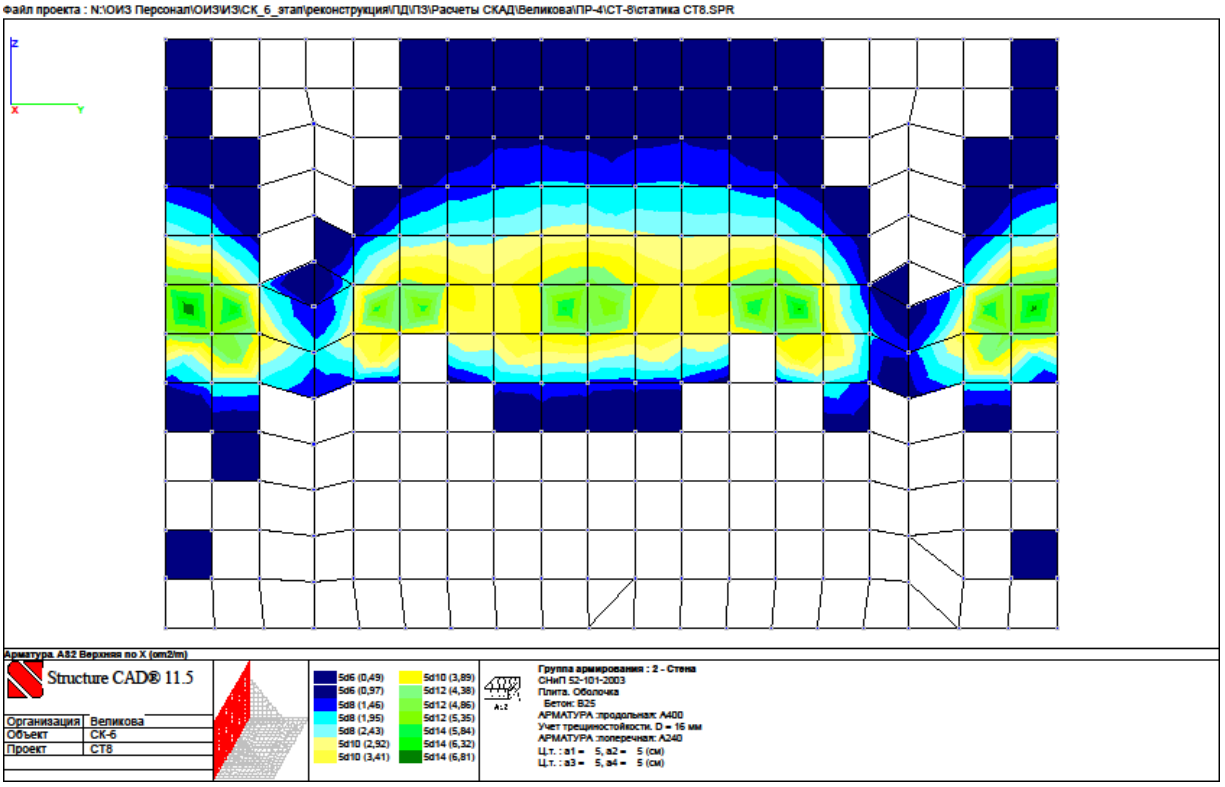


Рис. 6.362. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

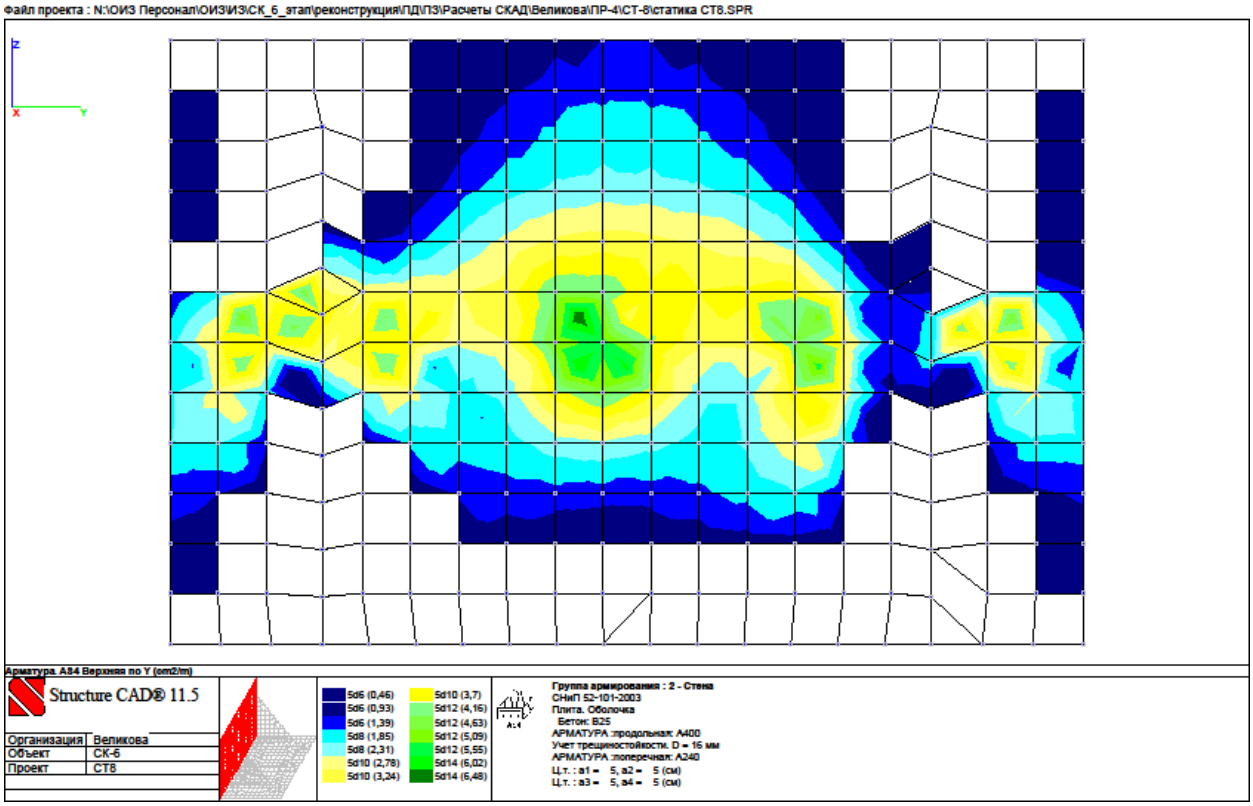


Рис. 6.363. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

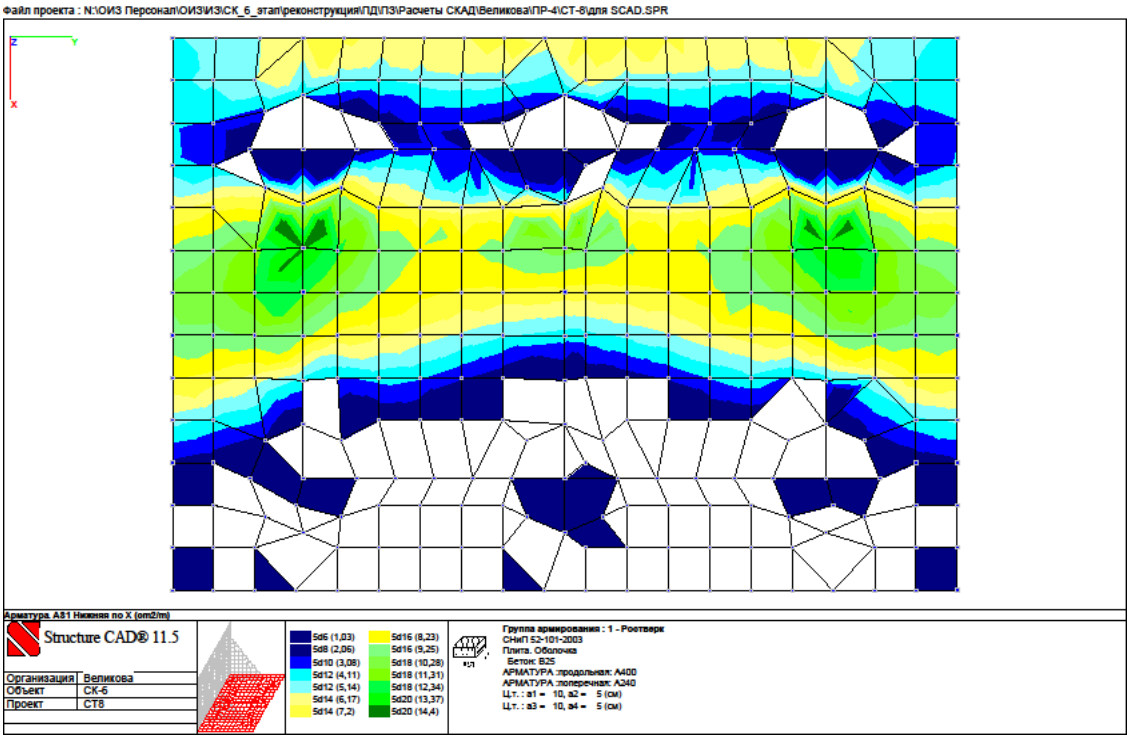


Рис. 6.364. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

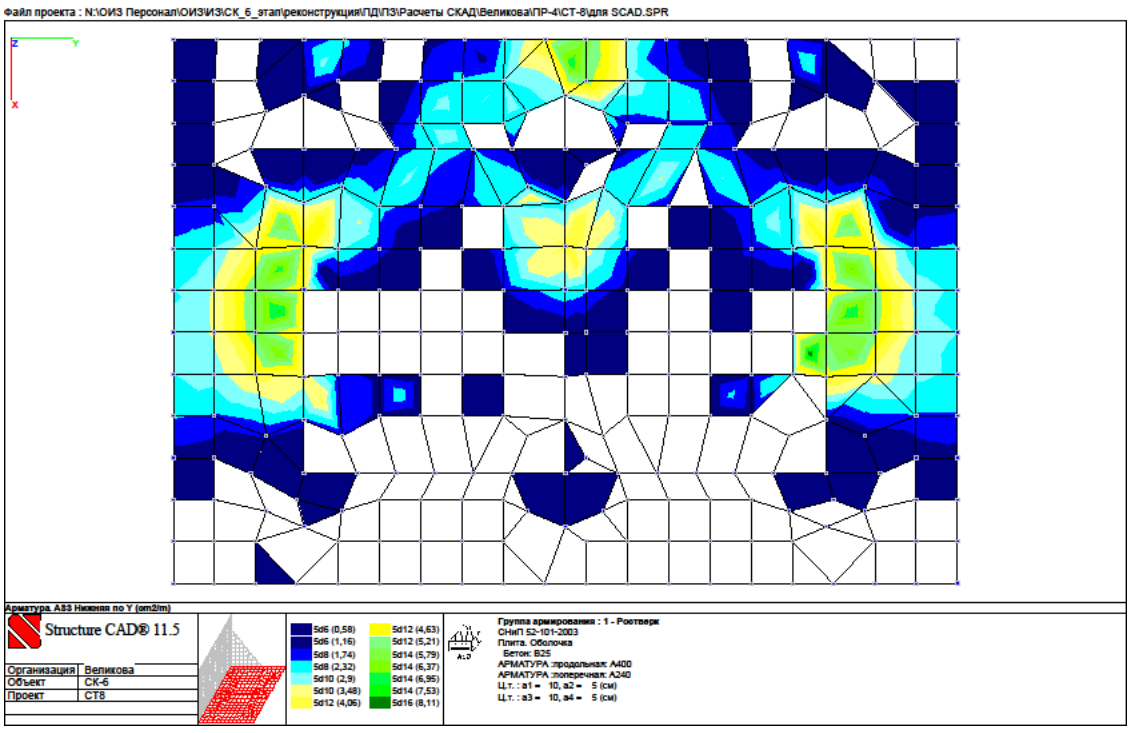


Рис. 6.365. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

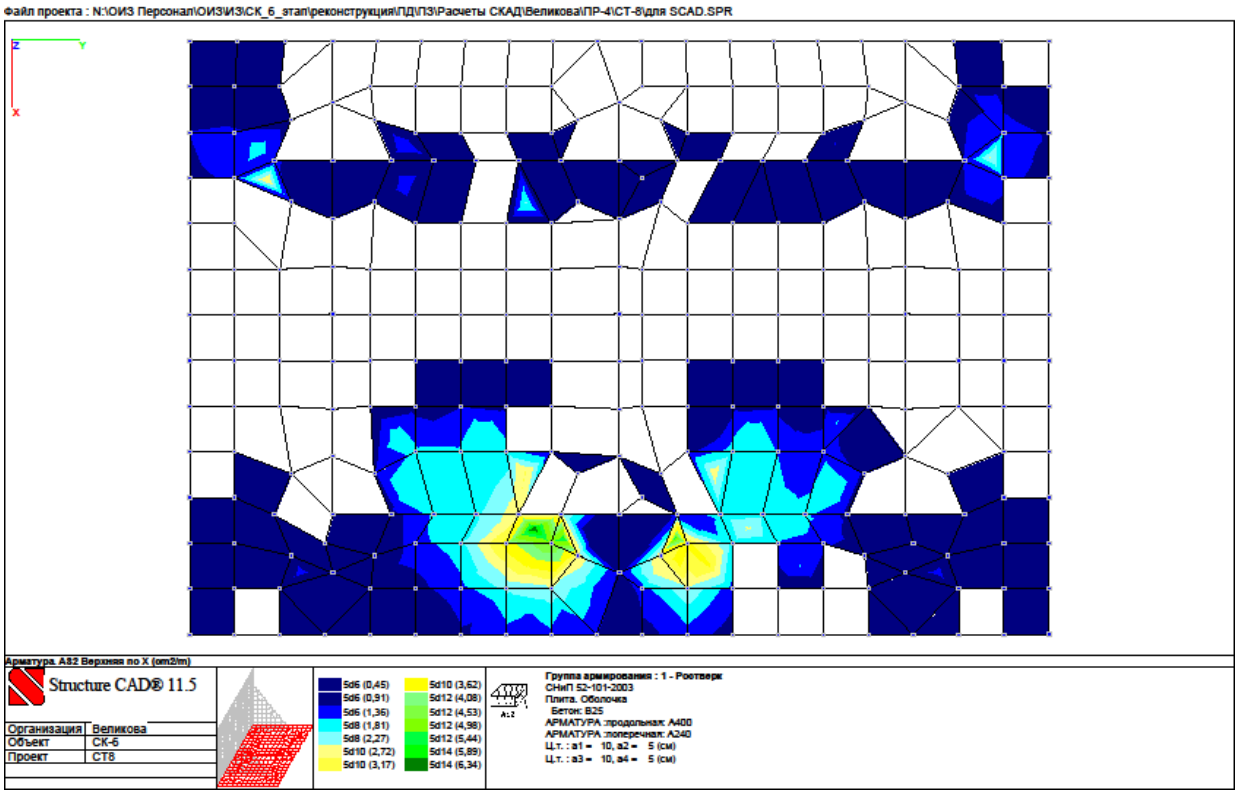


Рис. 6.366. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

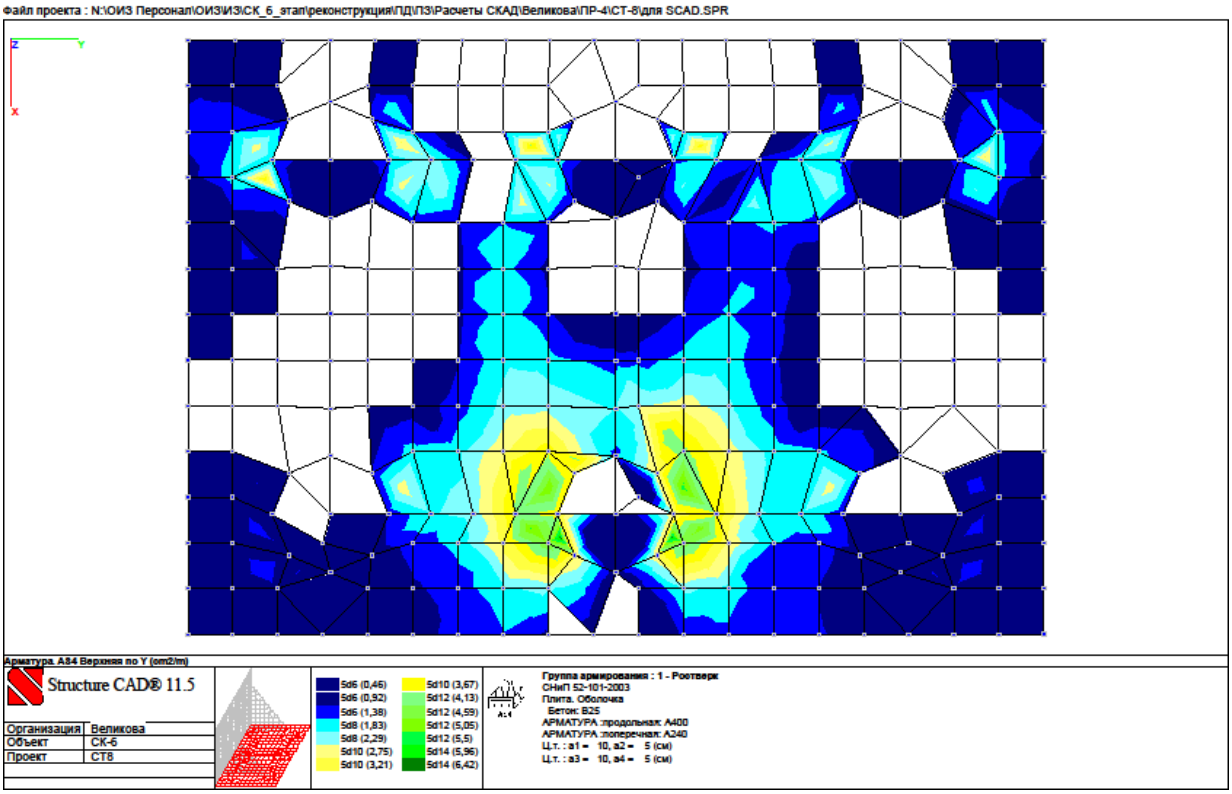


Рис. 6.367. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

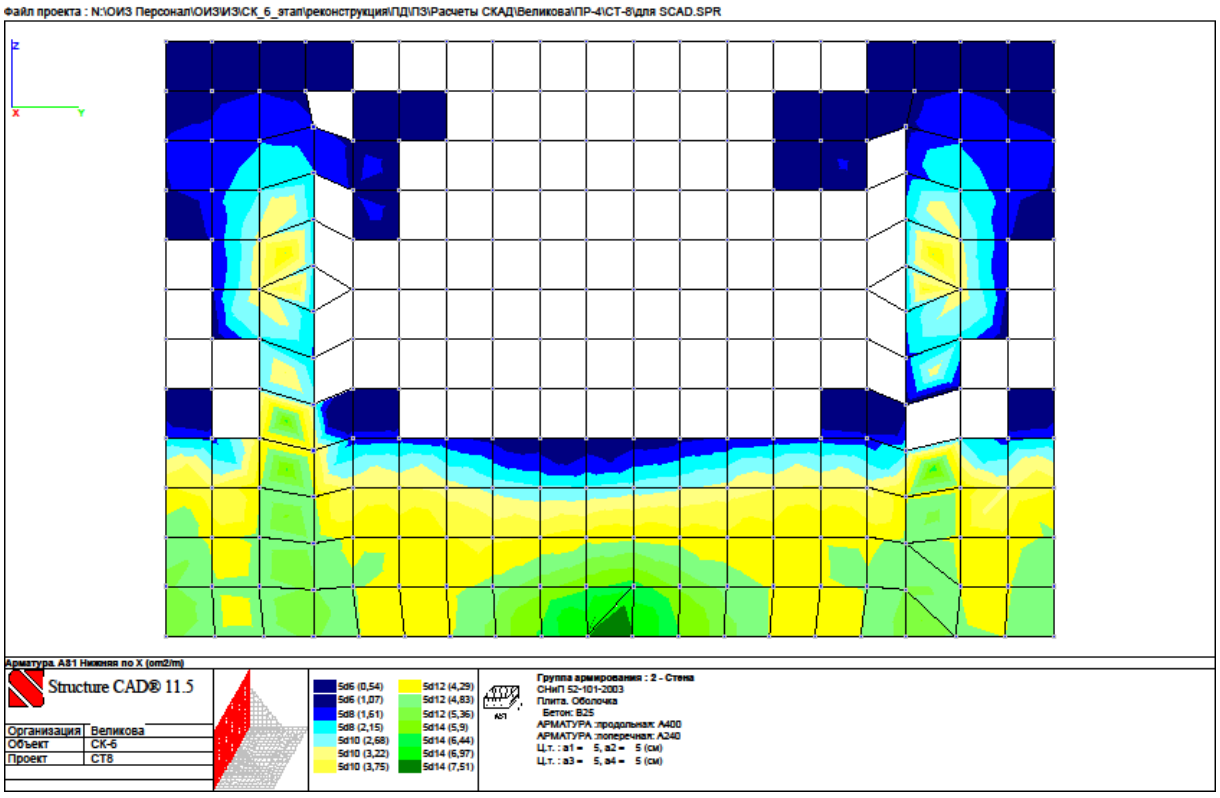


Рис. 6.368. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

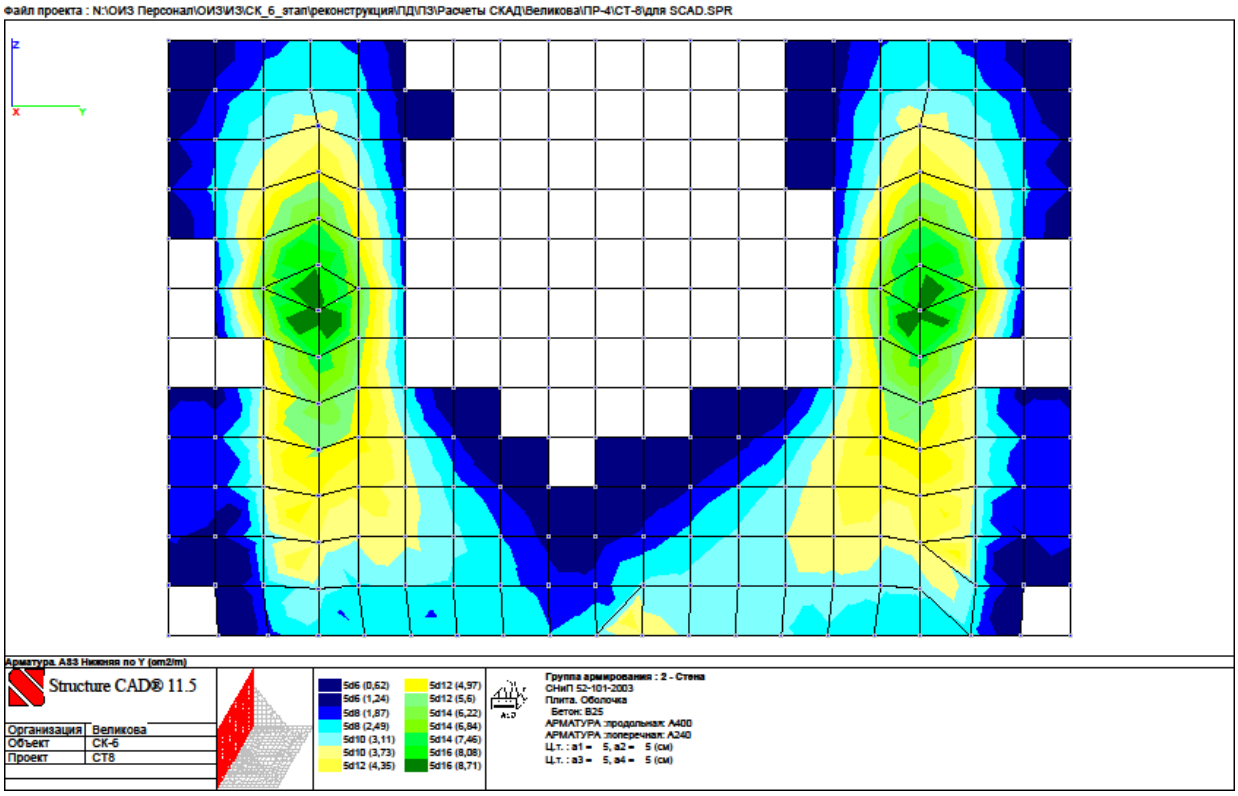


Рис. 6.369. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

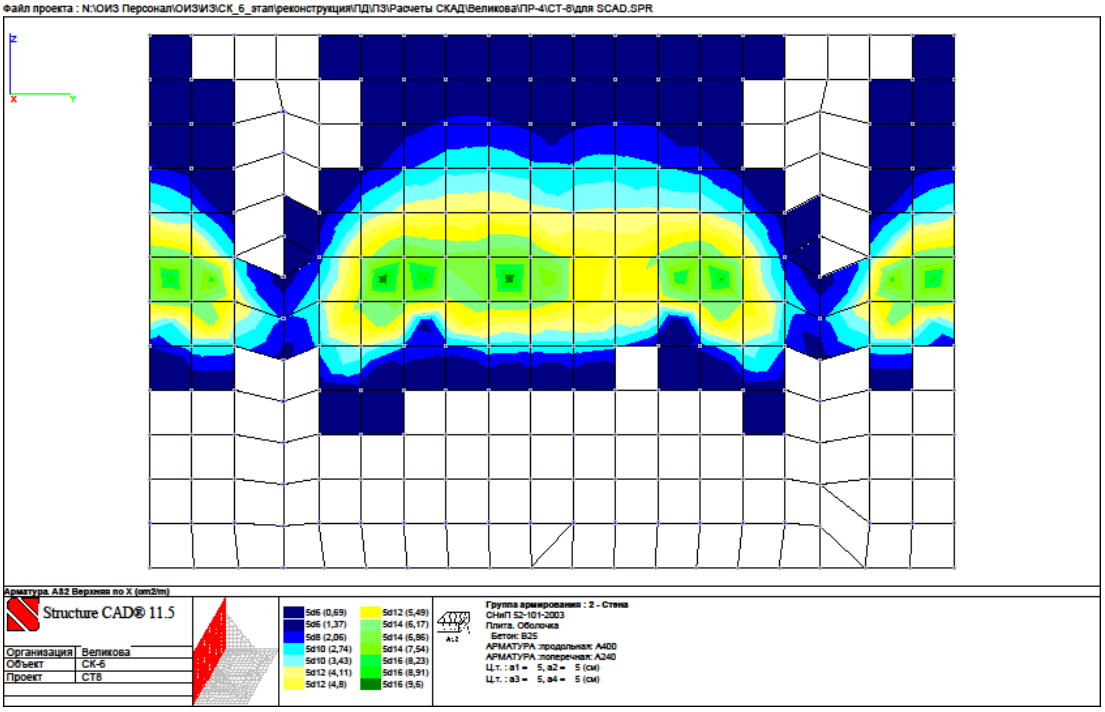


Рис. 6.370. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

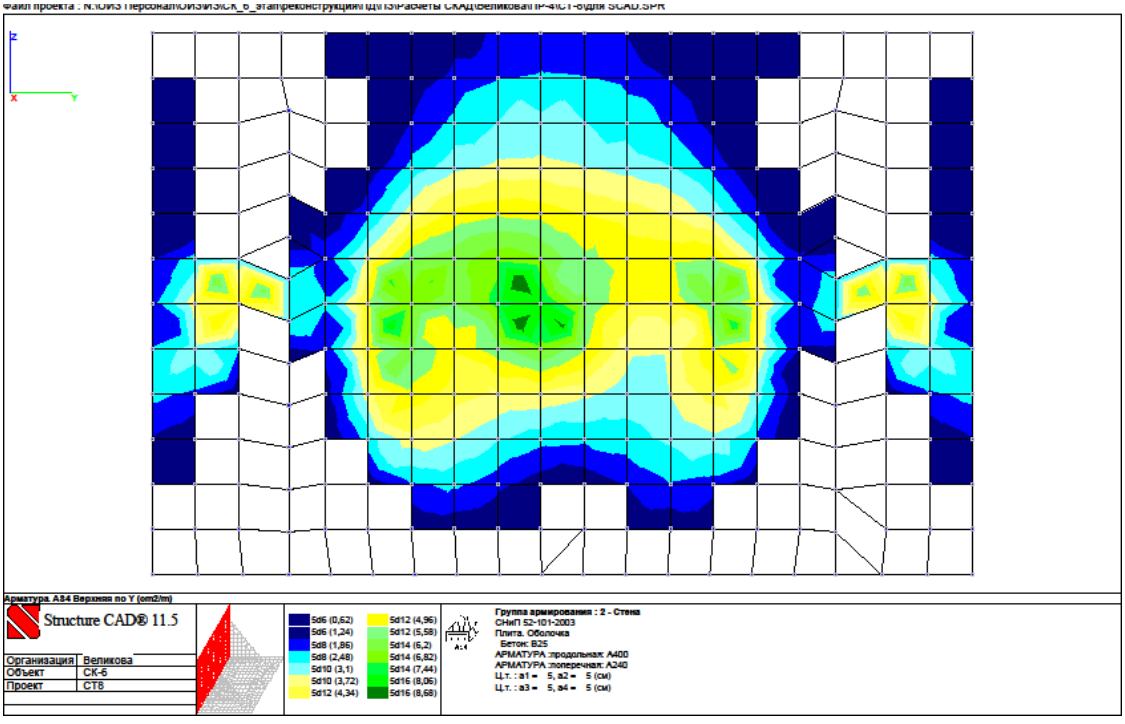


Рис. 6.371. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-10/1 по разрезу 7-7 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

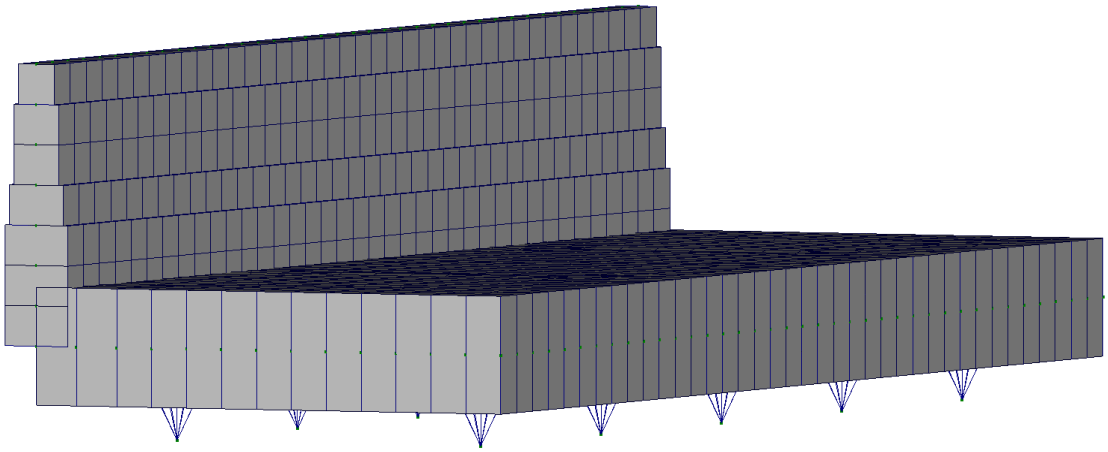


Рис. 6.372. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

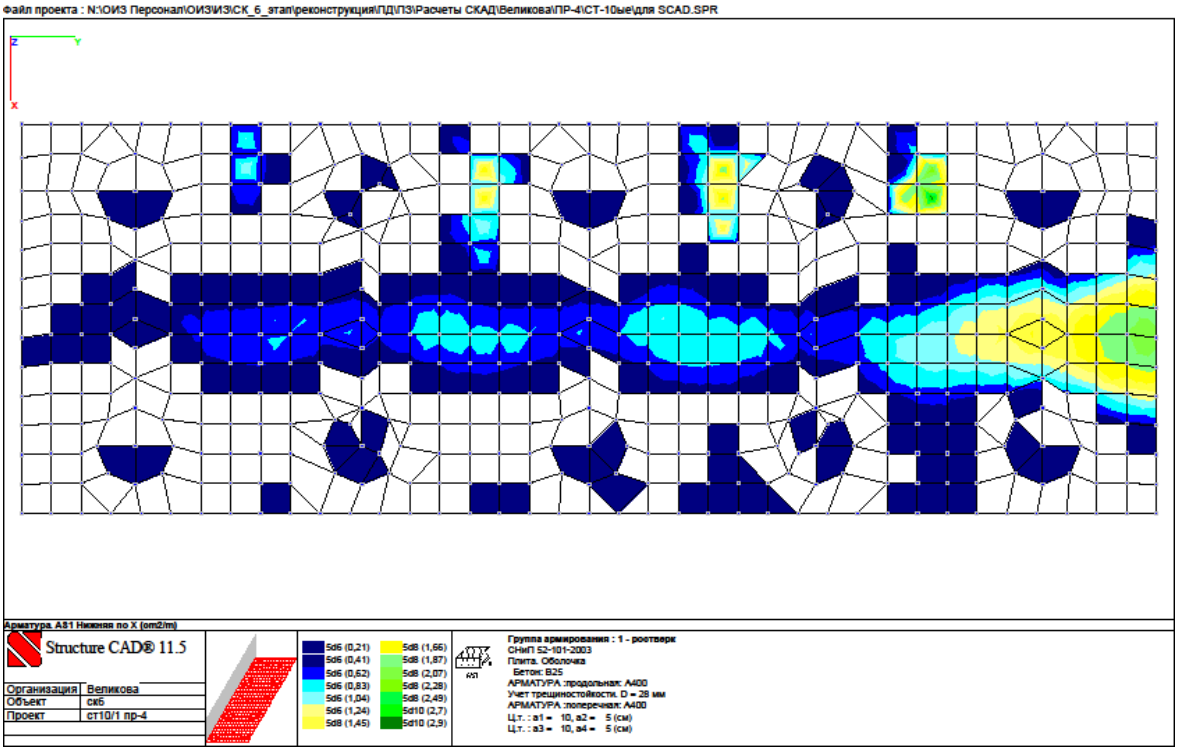


Рис. 6.373. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

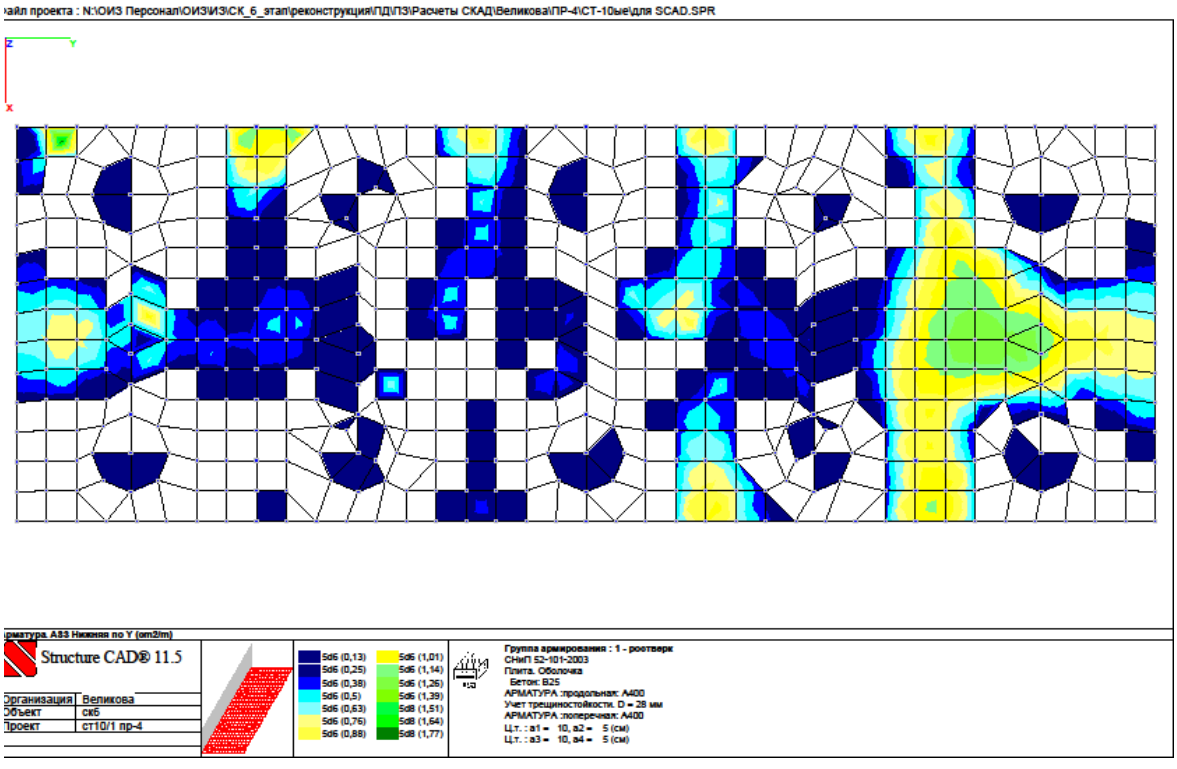


Рис. 6.374. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

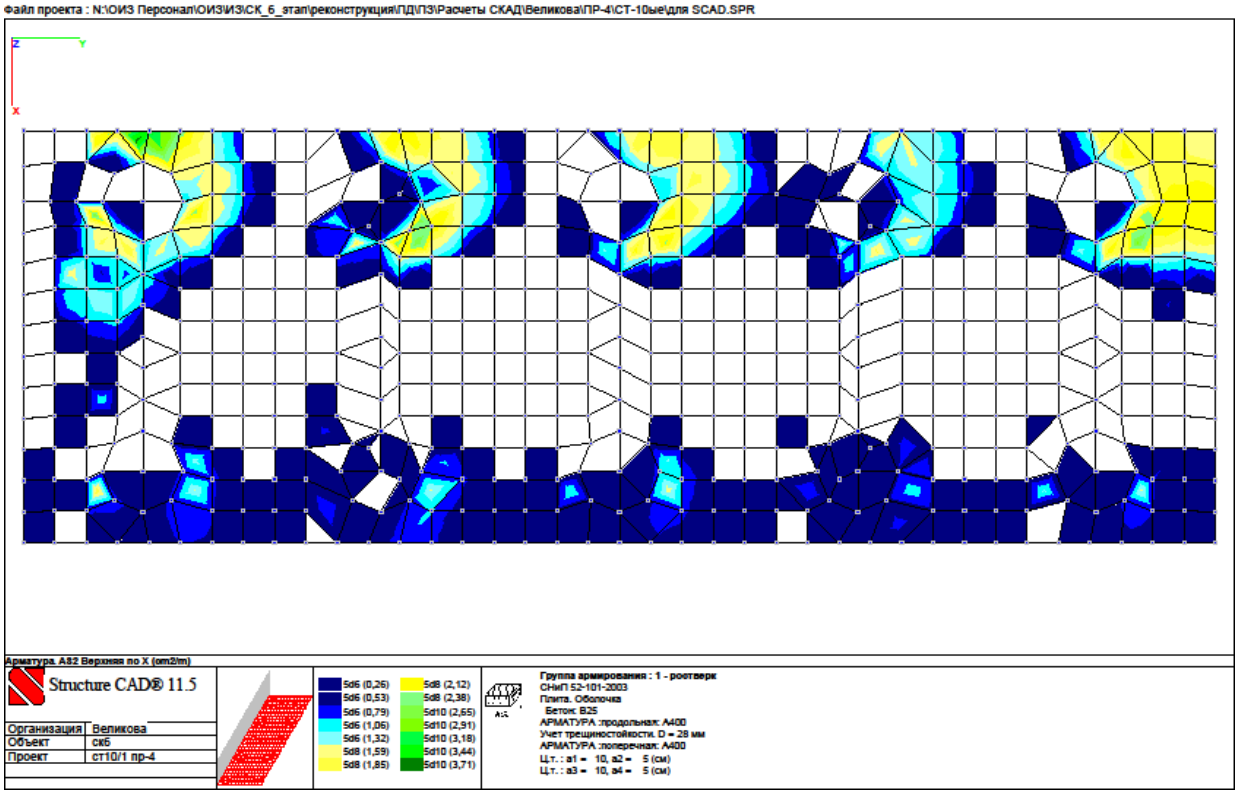


Рис. 6.375. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

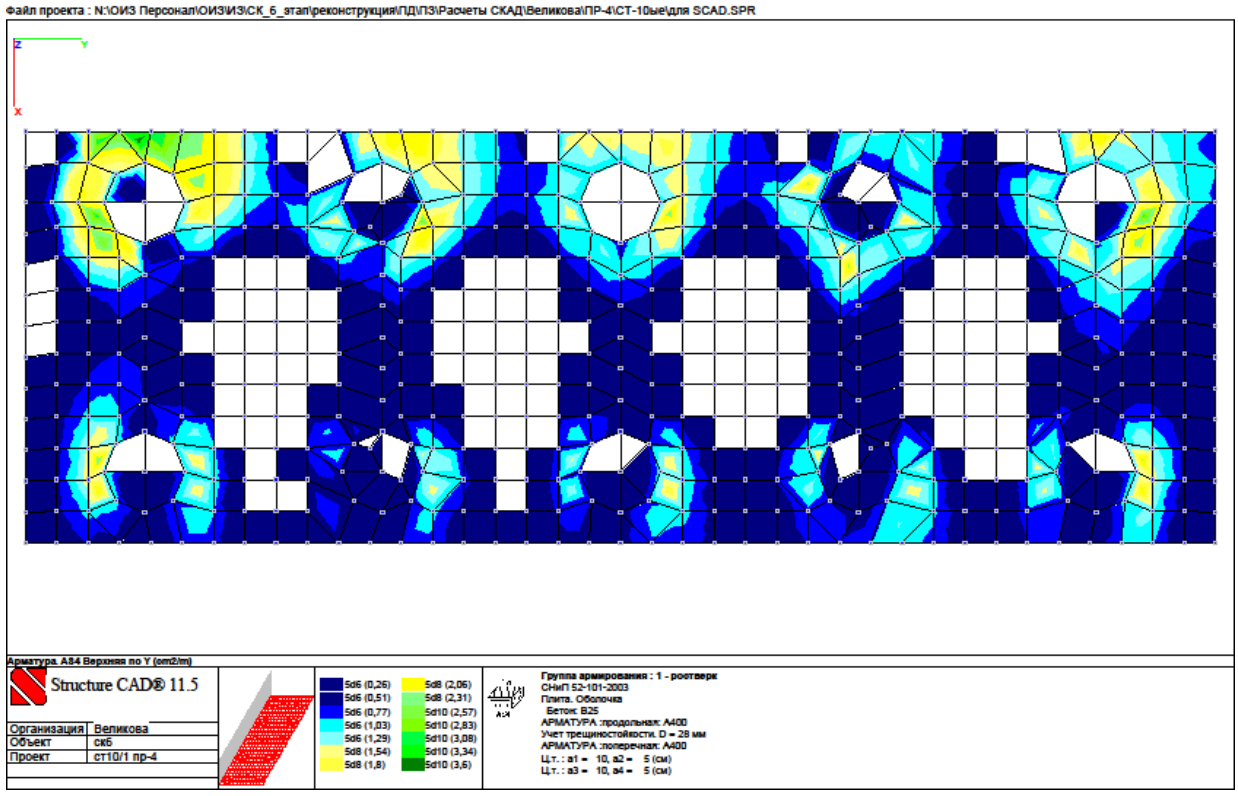


Рис. 6.376. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

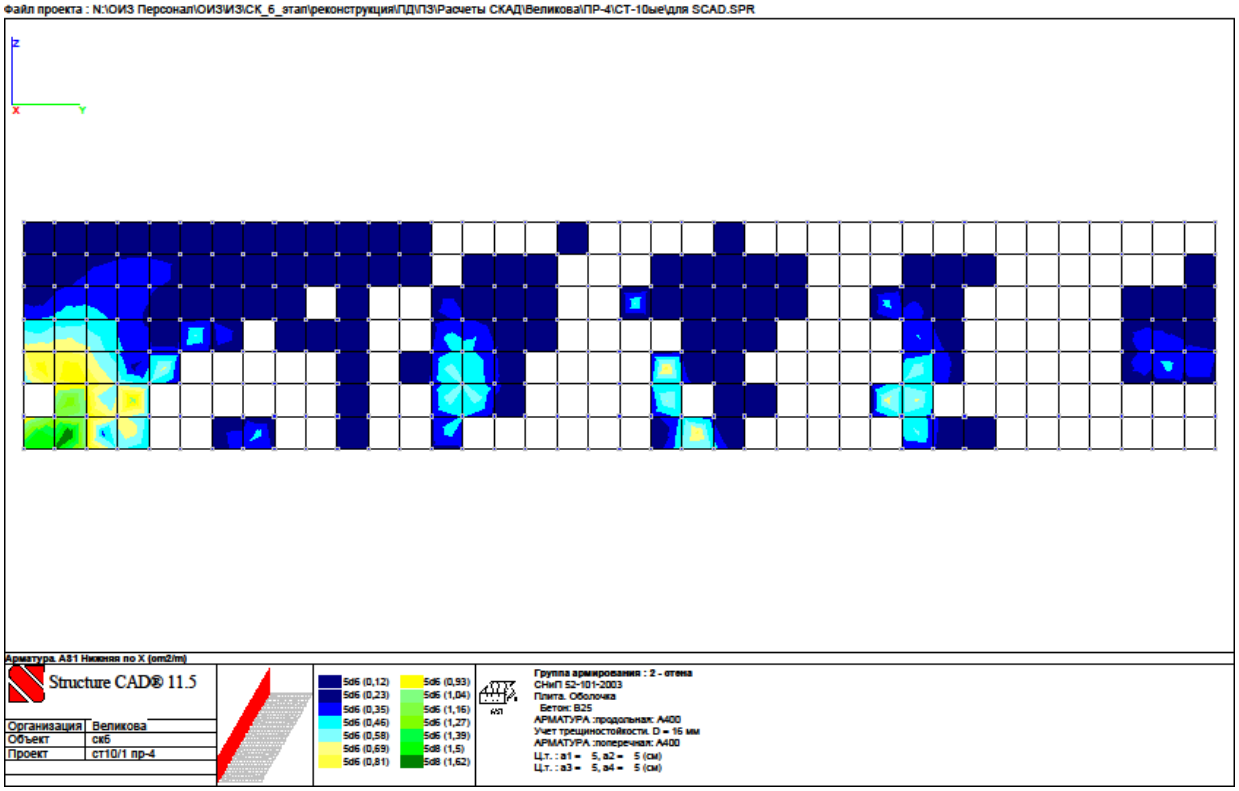


Рис. 6.377. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

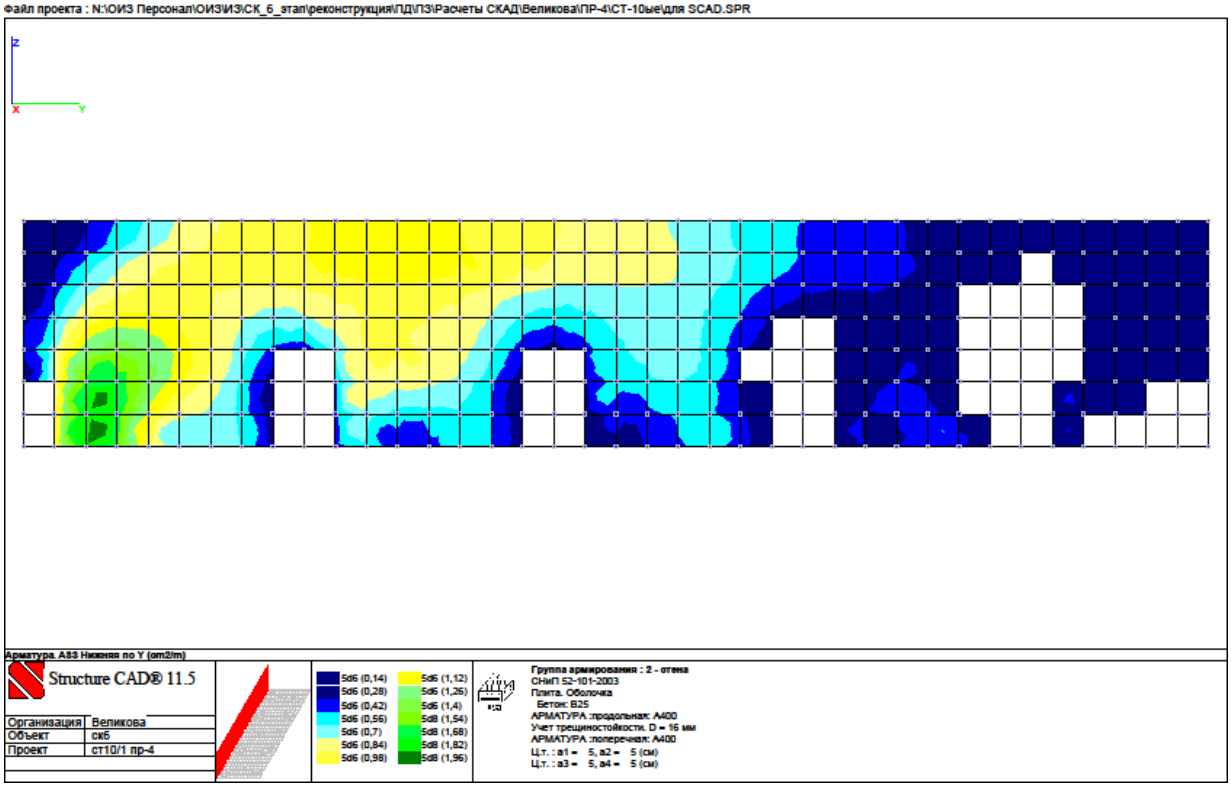


Рис. 6.378. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

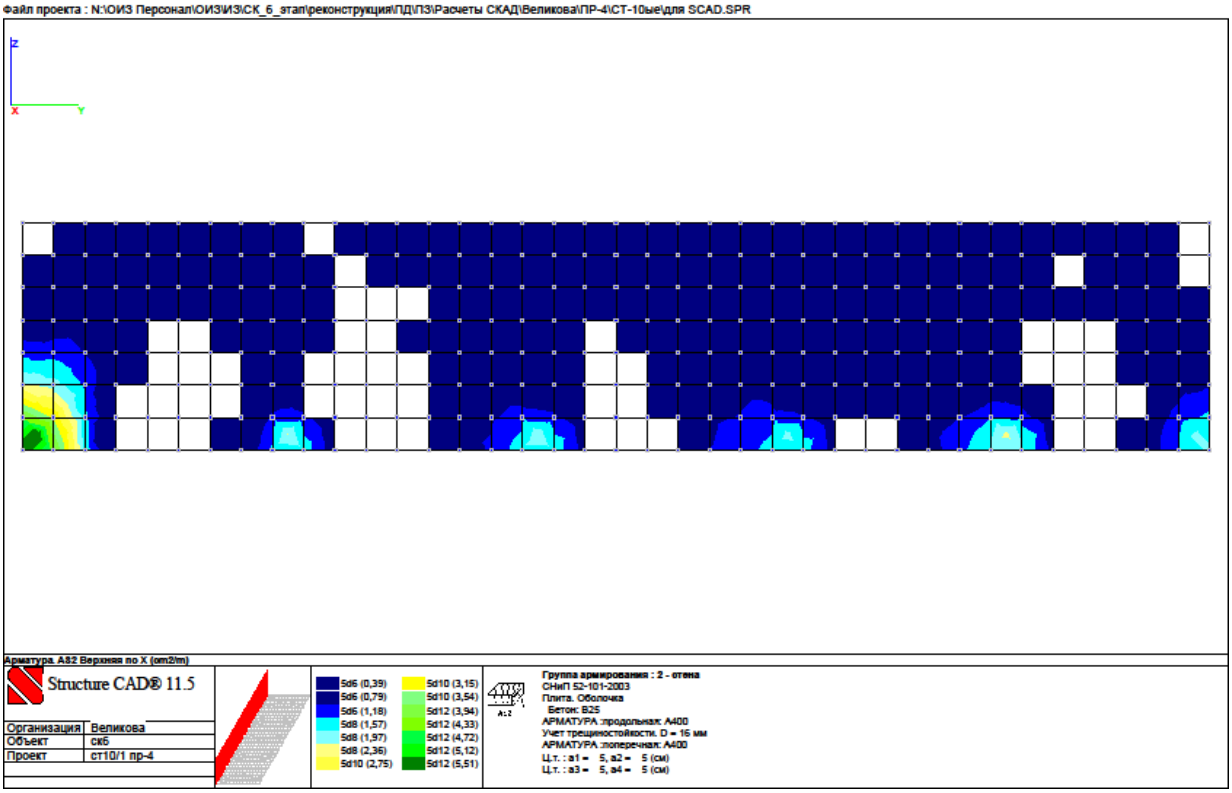


Рис. 6.379. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

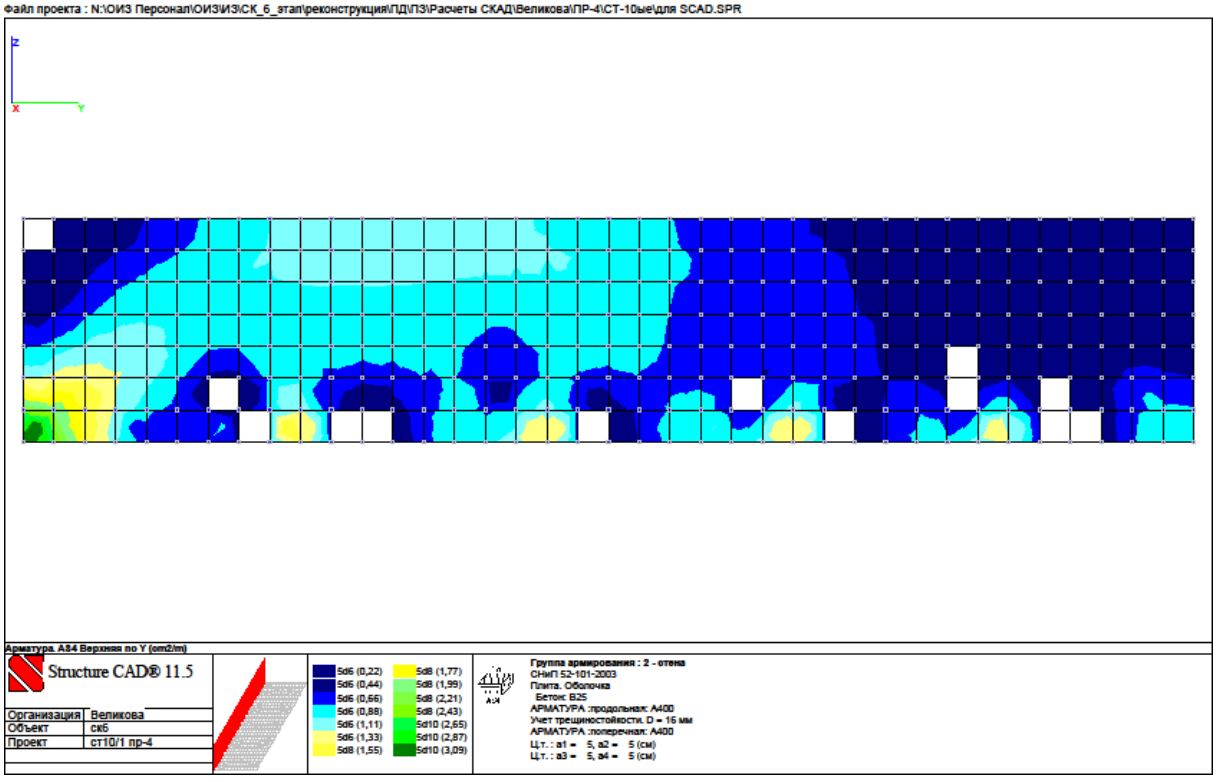


Рис. 6.380. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

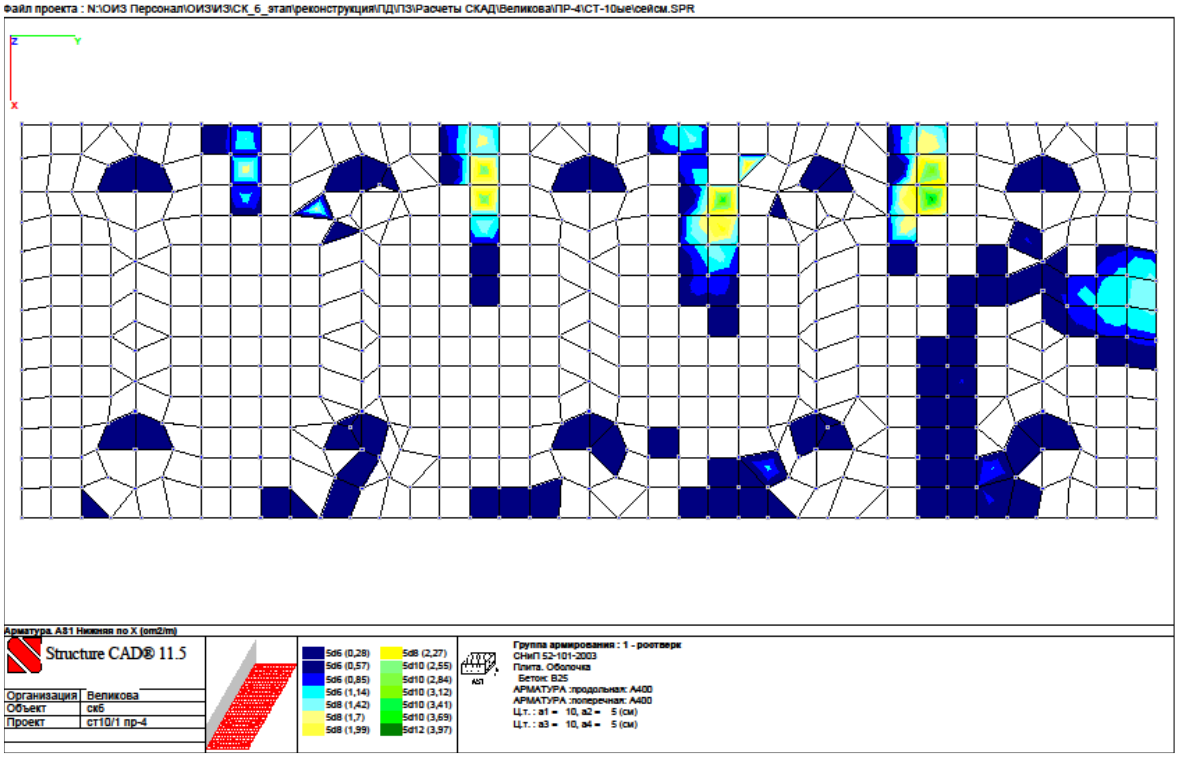


Рис. 6.381. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

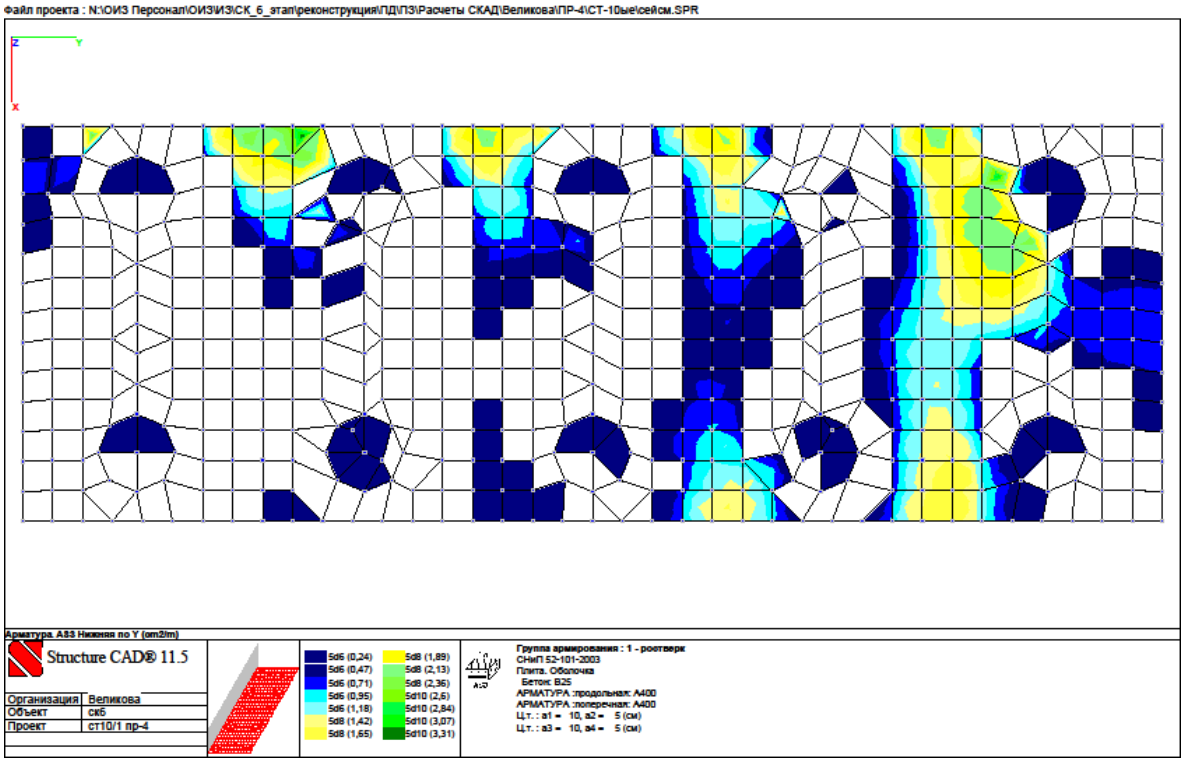


Рис. 6.382. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

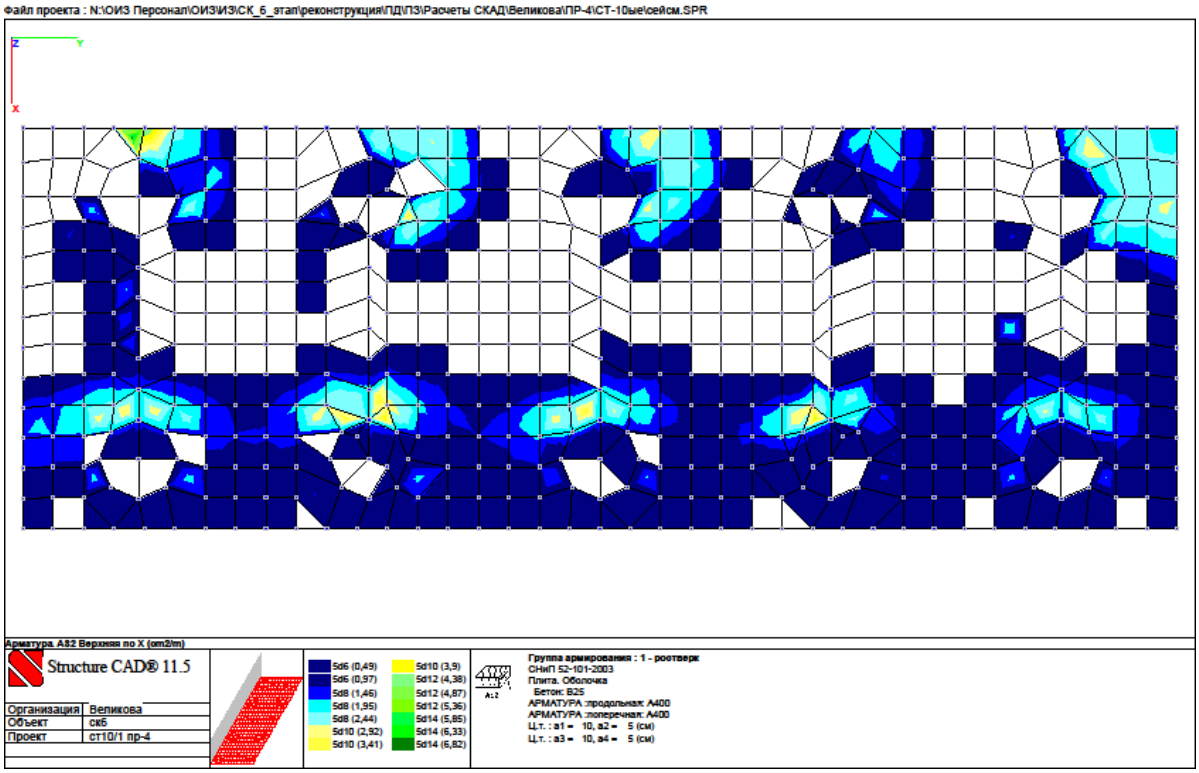


Рис. 6.383. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

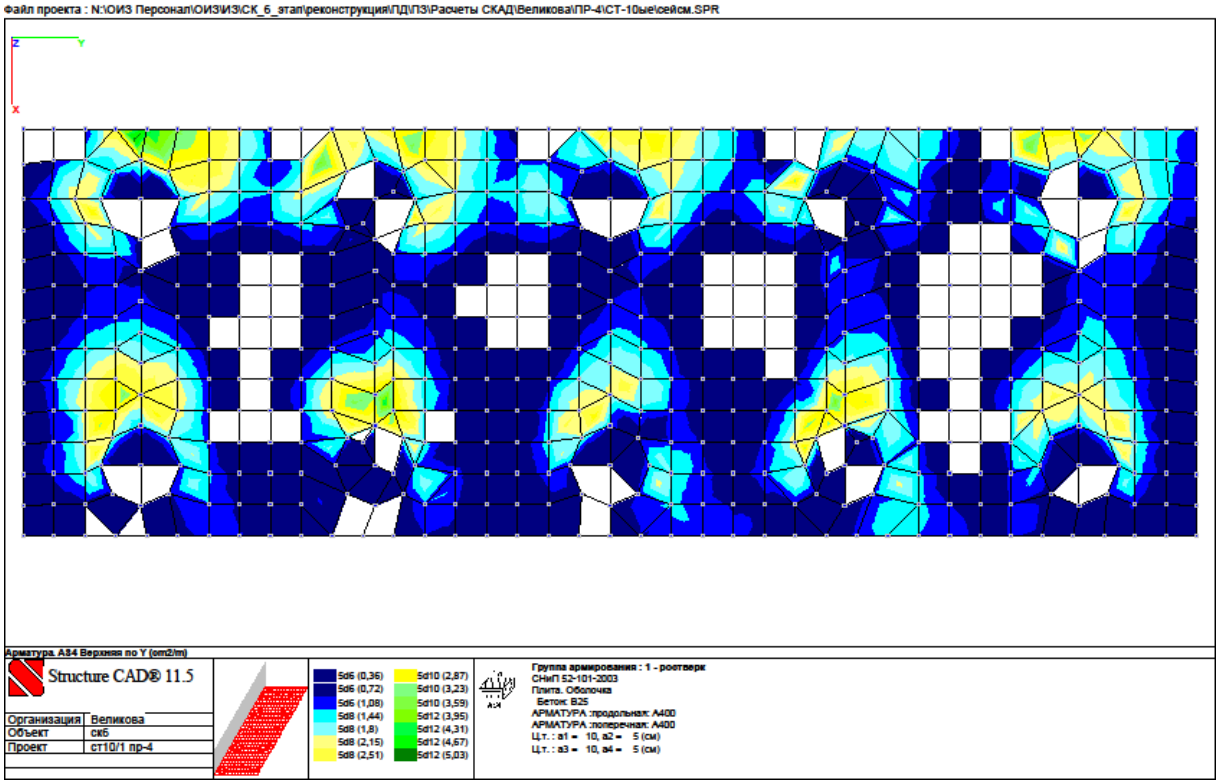


Рис. 6.384. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

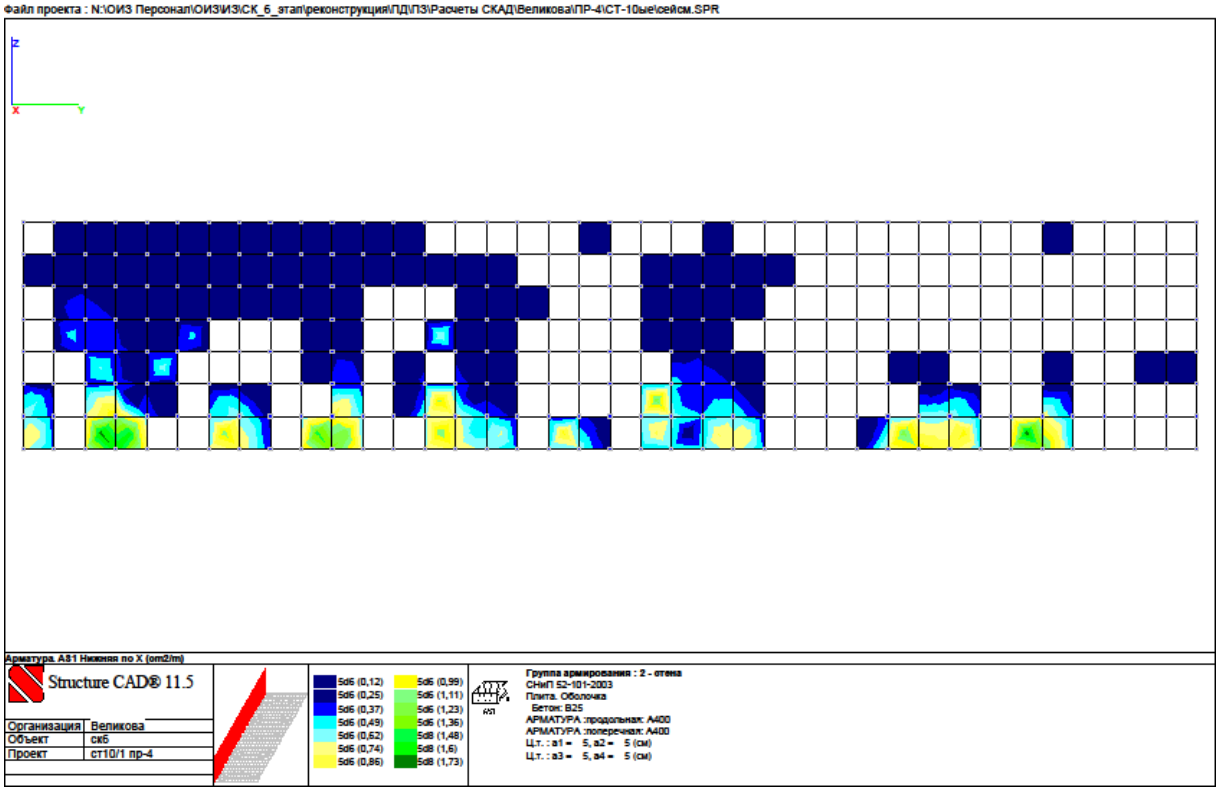


Рис. 6.385. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

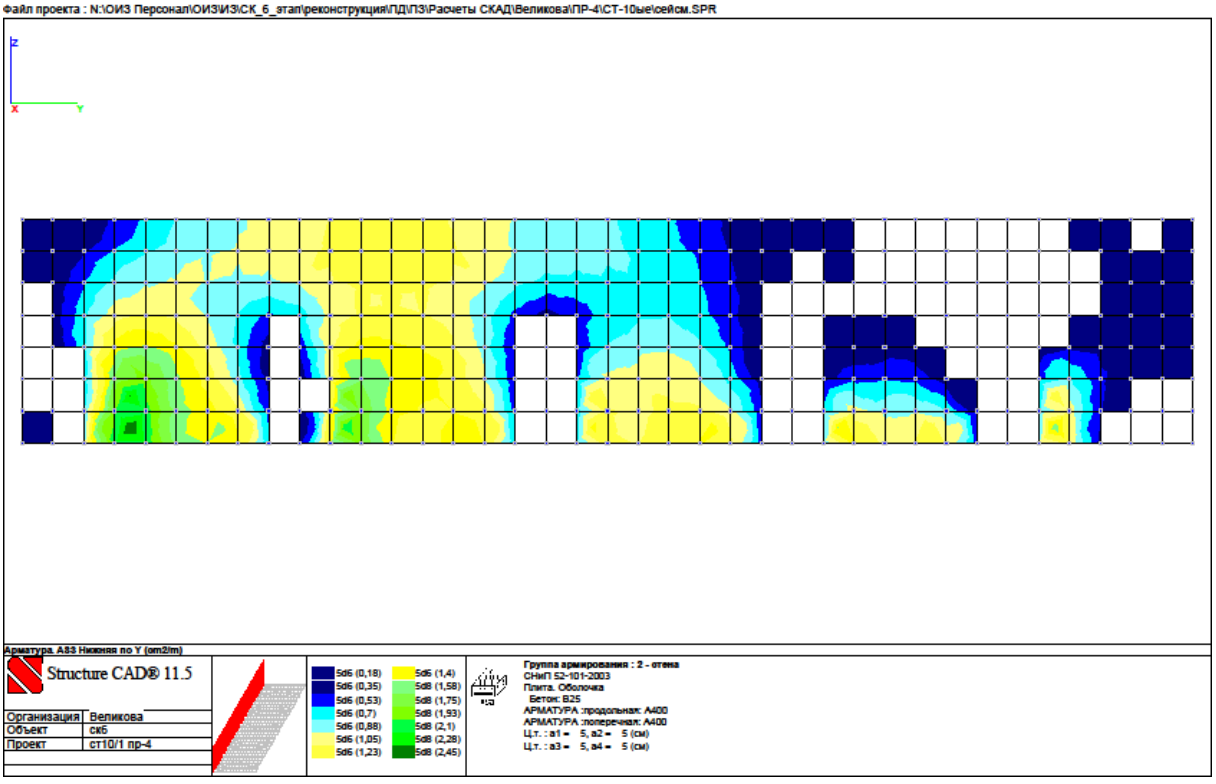


Рис. 6.386. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

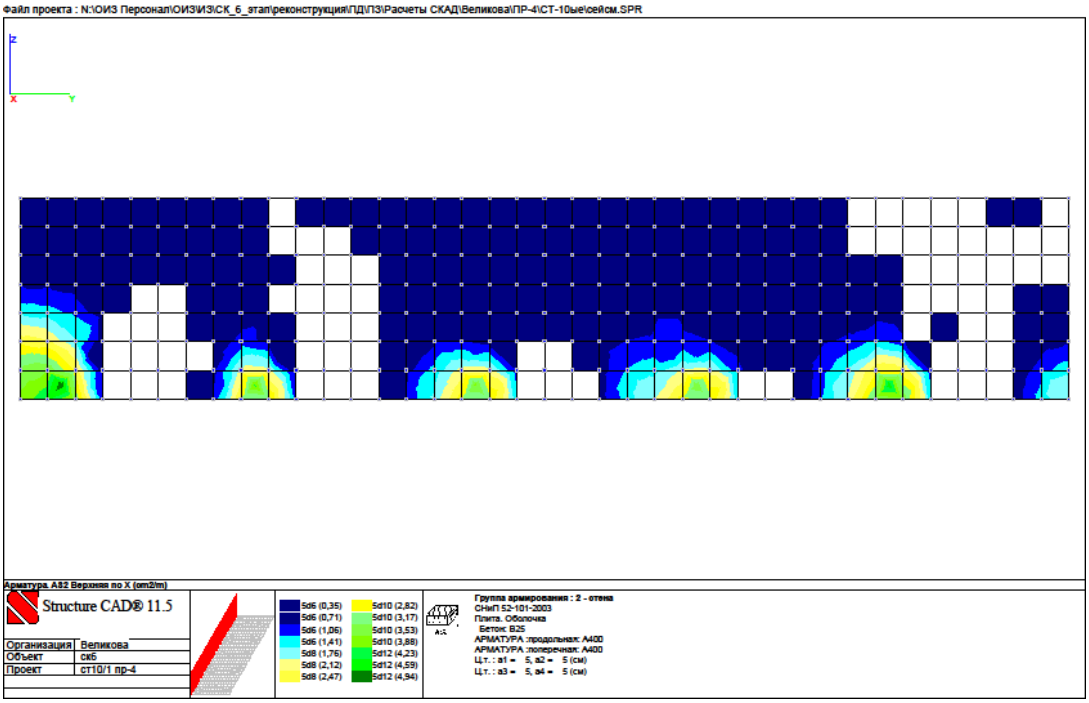


Рис. 6.387. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

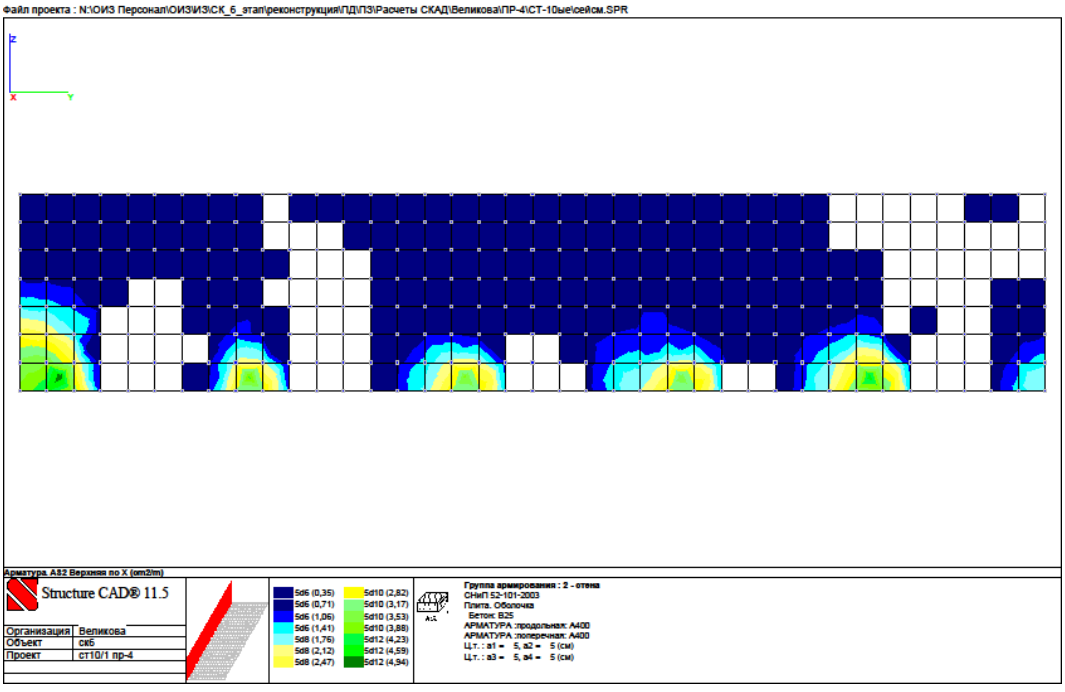


Рис. 6.388. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров подпорных стен

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.84. Расчетная несущая способность новых грунтовых анкеров подпорных стен по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
Подпорная стена СТ-7											
А1(в)	143,1	3,0	79,5	103/78	24,0	145,15	24,0	10,0	175	185	155,2
А2(н)	144,6	3,0	71,9	103/78	24,0	145,15	24,0	10,0	175	185	160,8
Подпорная стена СТ-7/1											
А1(в)	135,0	1,5	72,0	103/78	36,0	145,15	36,0	10,0	175	185	137,8
А2(н)	144,4	1,5	65,8	103/78	24,0	145,15	24,0	10,0	175	185	173,1
Подпорная стена СТ-8											
А1	144,6	1,5	117,7	103/78	30,0	145,15	30,0	10,0	175	185	148,1

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 7-7

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорных стен СТ-7, СТ-8.

2) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-7 предусматривается устройство двух рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 24,0м, расположенных с шагом 3,0 метра.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-8 предусматривается устройство одного ряда дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 30,0м, расположенных с шагом 1,5 м.

4) Также для уменьшения усилий в конструкциях подпорных стен СТ-7 и СТ-8, в подпорной стене СТ-7/1 предусматривается устройство двух рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 24,0 м, расположенных с шагом 1,5 метра и длиной 36,0 м, расположенных с шагом 1,5 метра.

5) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкций подпорных стен СТ-5, СТ-7, СТ-7/1, СТ-8, СТ-10, СТ-10/1 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

6) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.9 Расчеты по линии разреза 8-8 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-5доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.389:

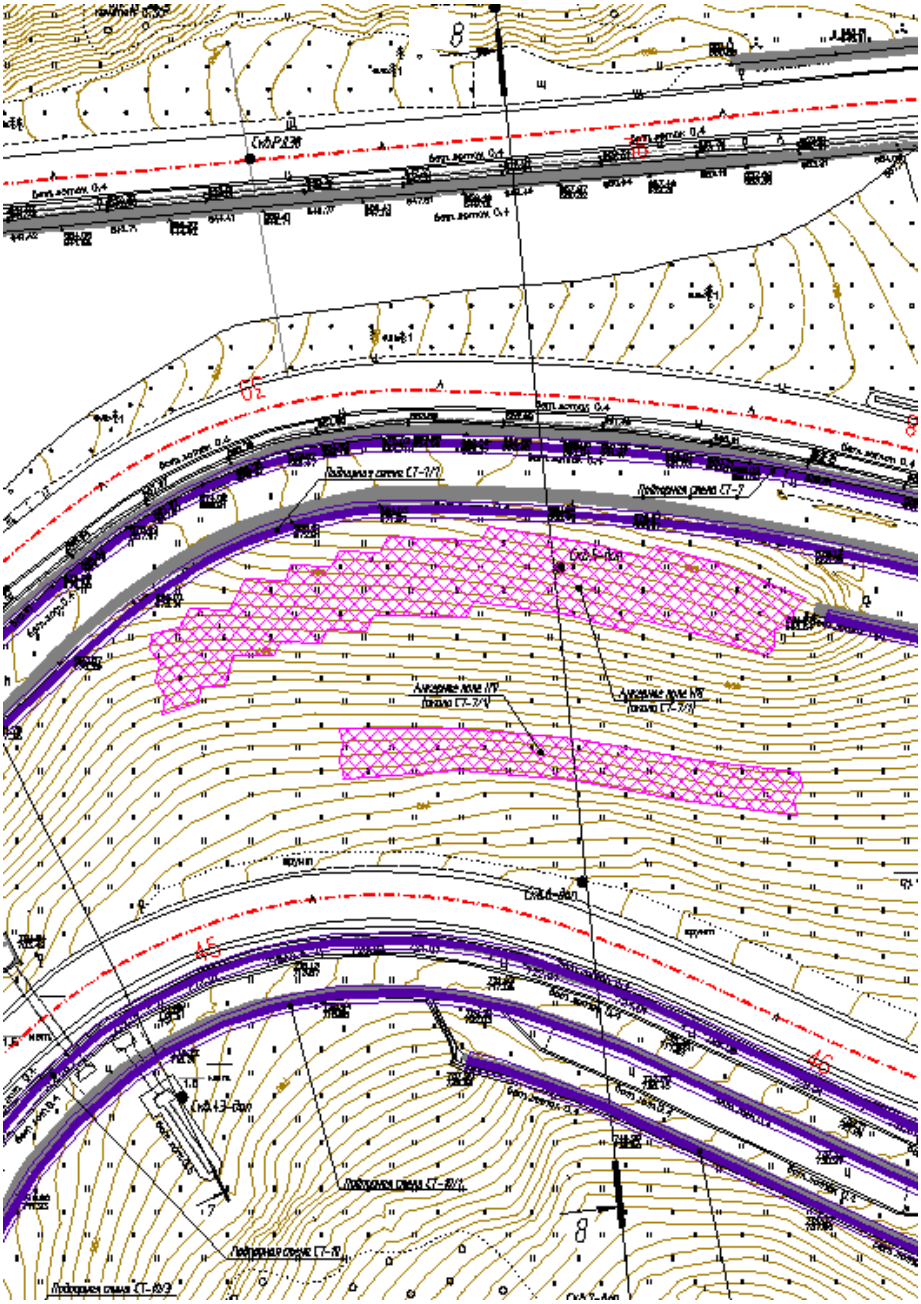


Рис. 6.389. Схема расположения разреза 8-8

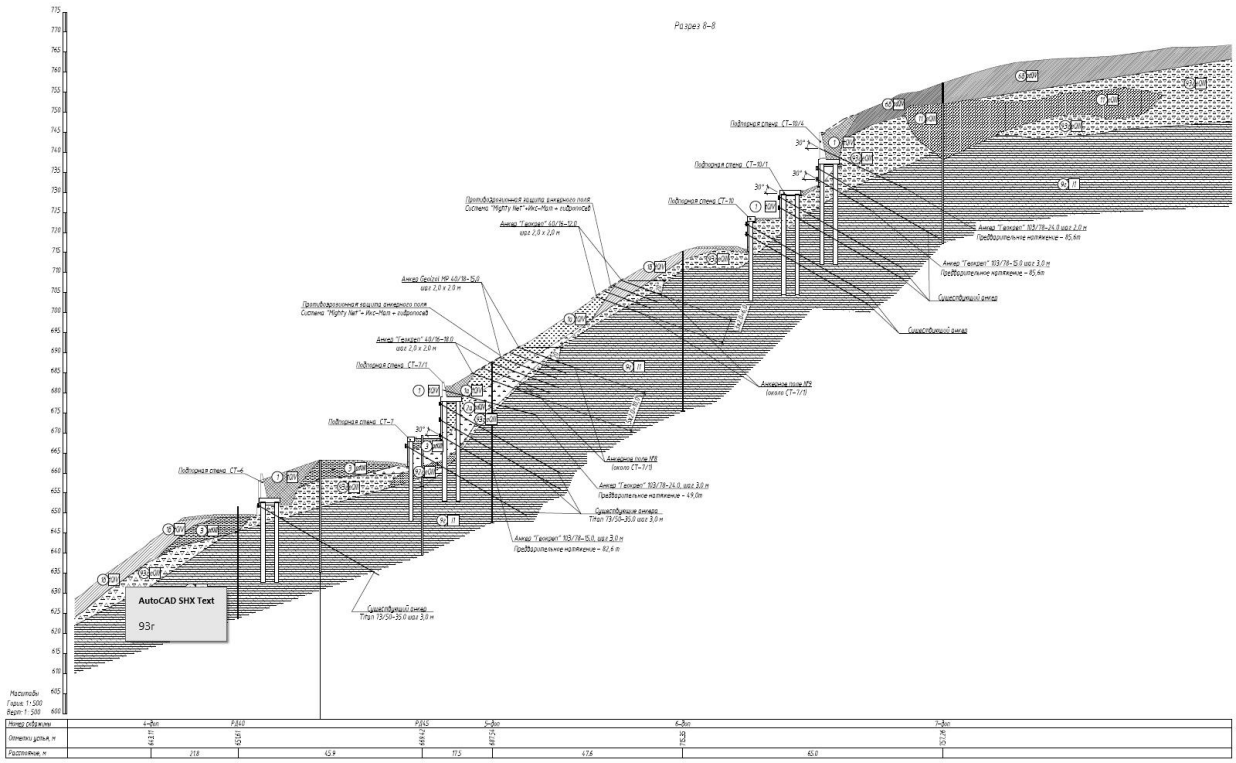


Рис. 6.390. Разрез 8-8

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

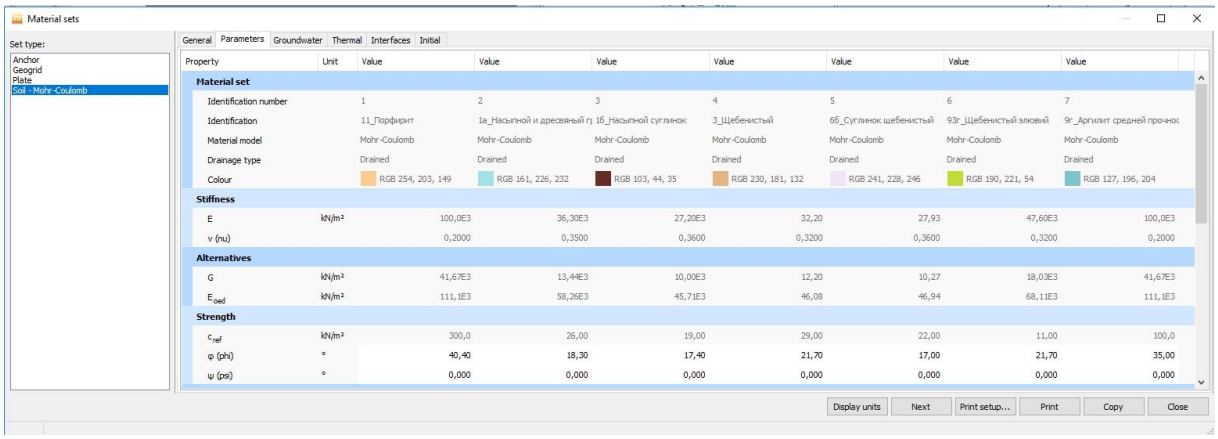


Рис.9 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.9.1 Расчет разреза 8-8 в существующем положении

Расчет разреза 8-8 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

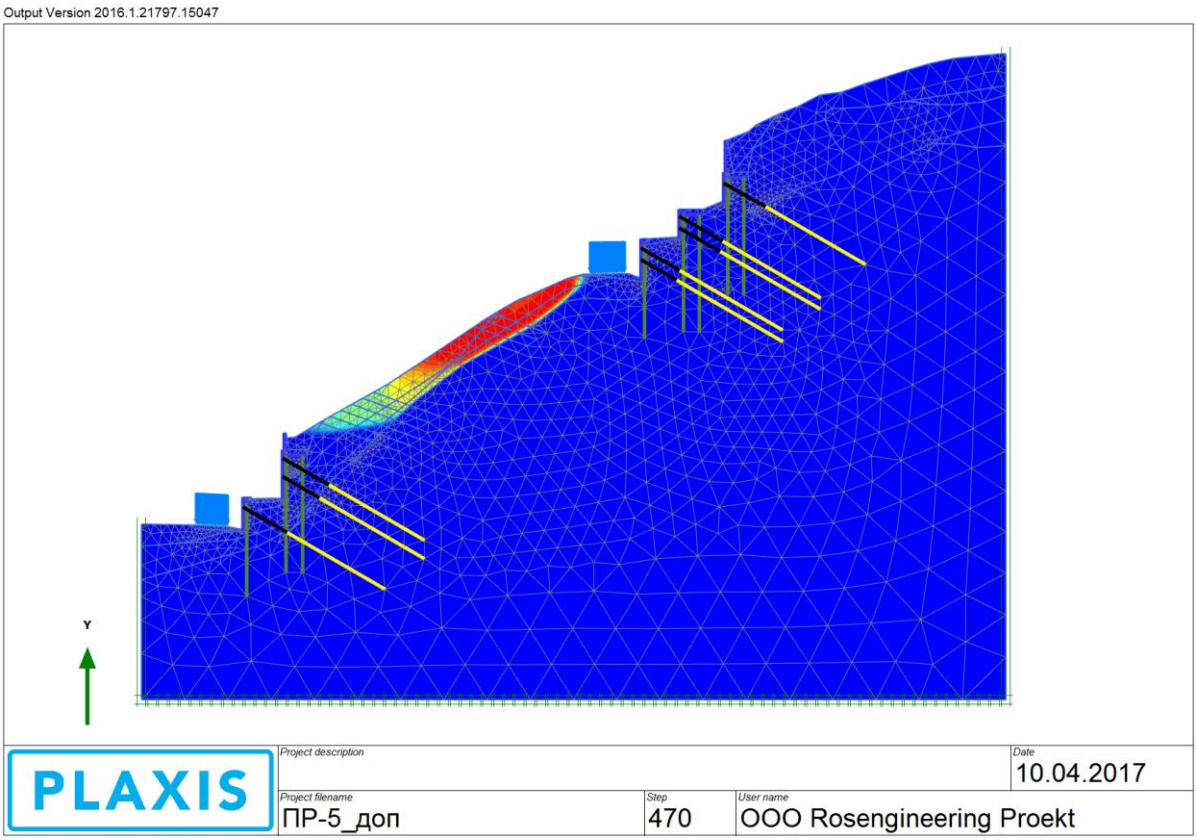


Рис. 6.391. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон неустойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости не обеспечен. K_{sf} =1,031 < K_{sfn} = 1,11.

Подпорная стена СТ-7

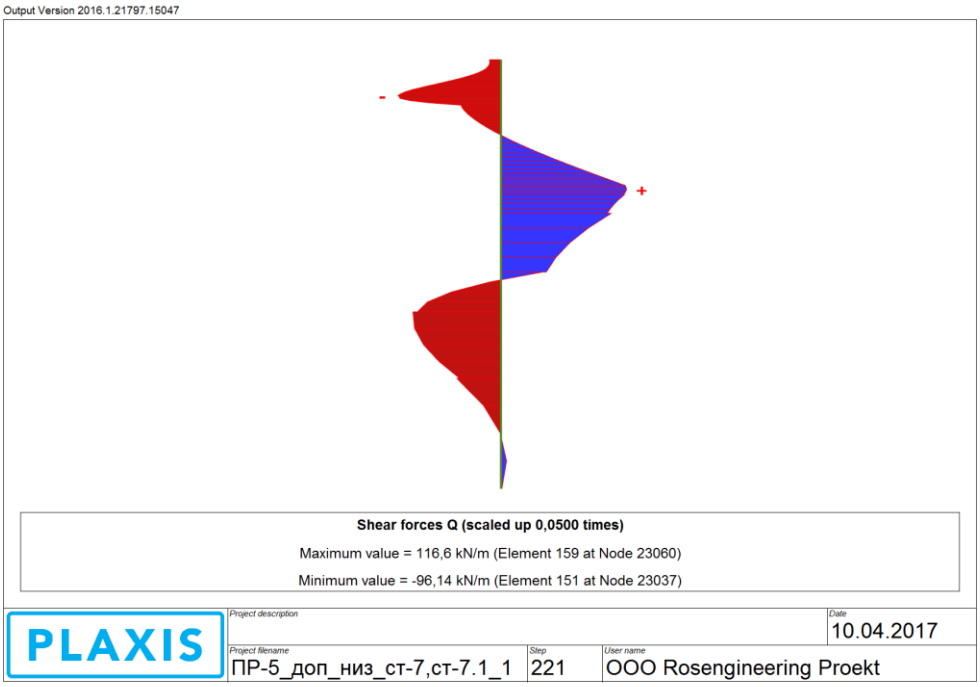


Рис. 6.392. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

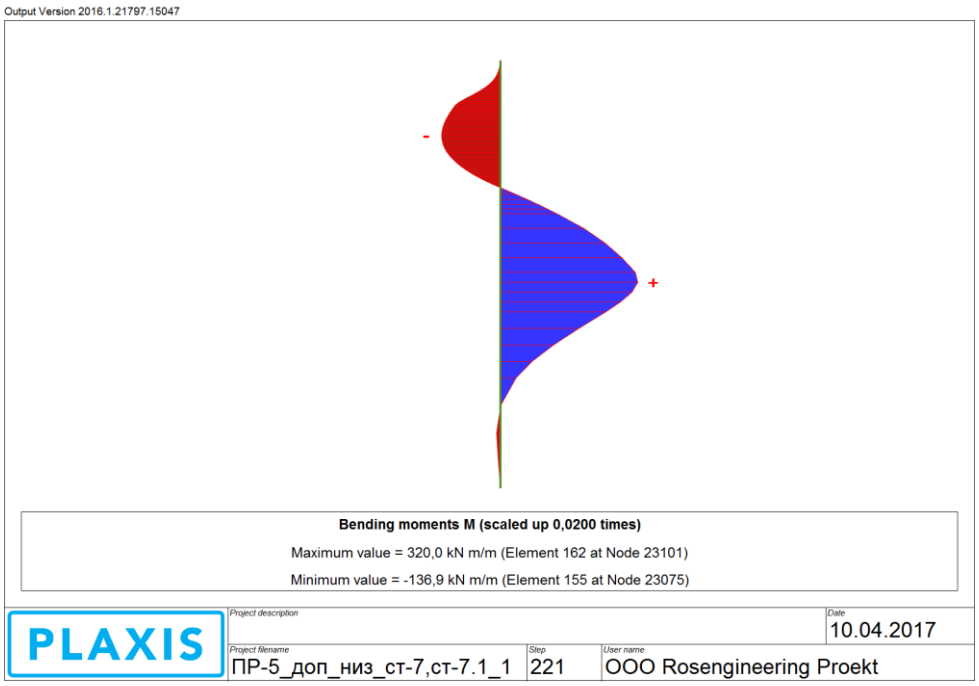


Рис. 6.393. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

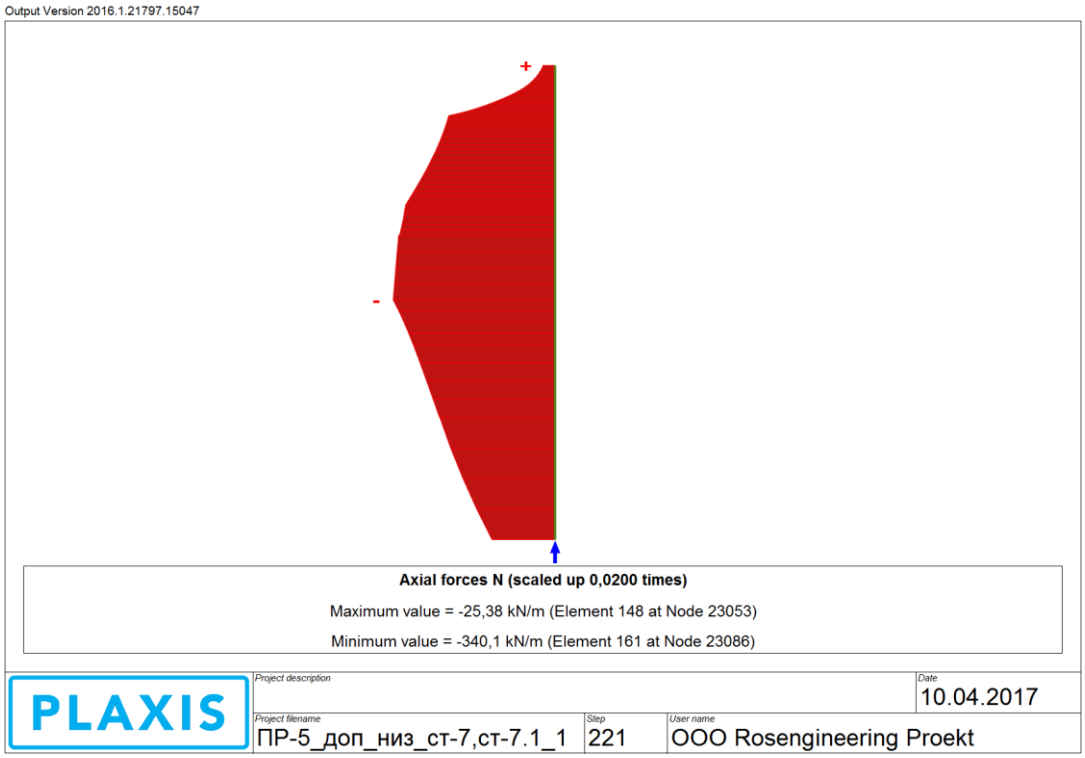


Рис. 6.394. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.85. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-104,1	97,9	36,6

Подпорная стена СТ-7/1

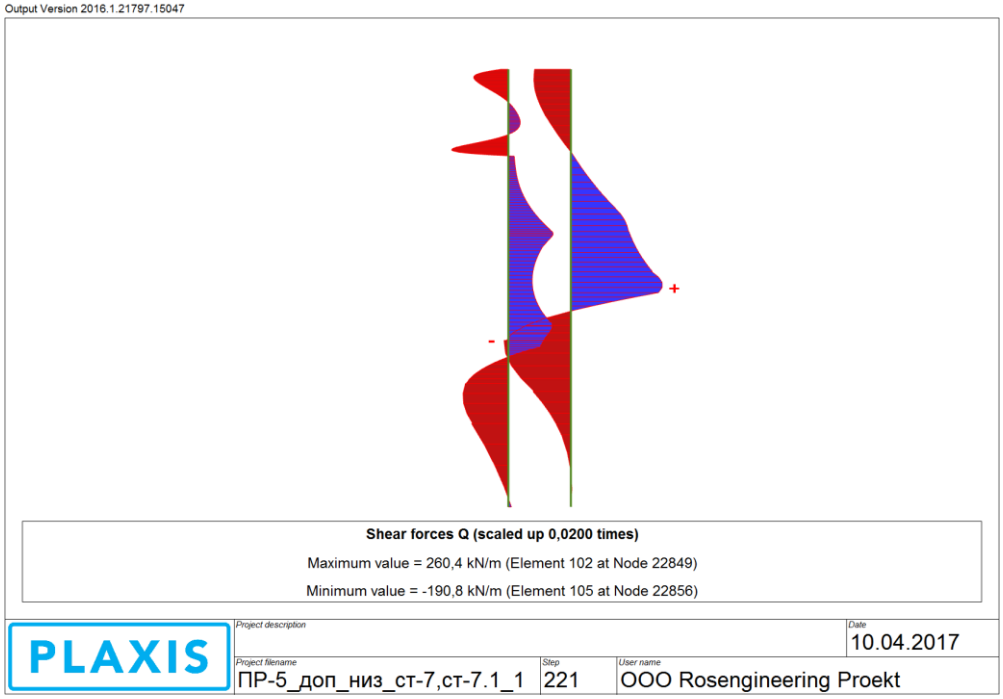


Рис. 6.395. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

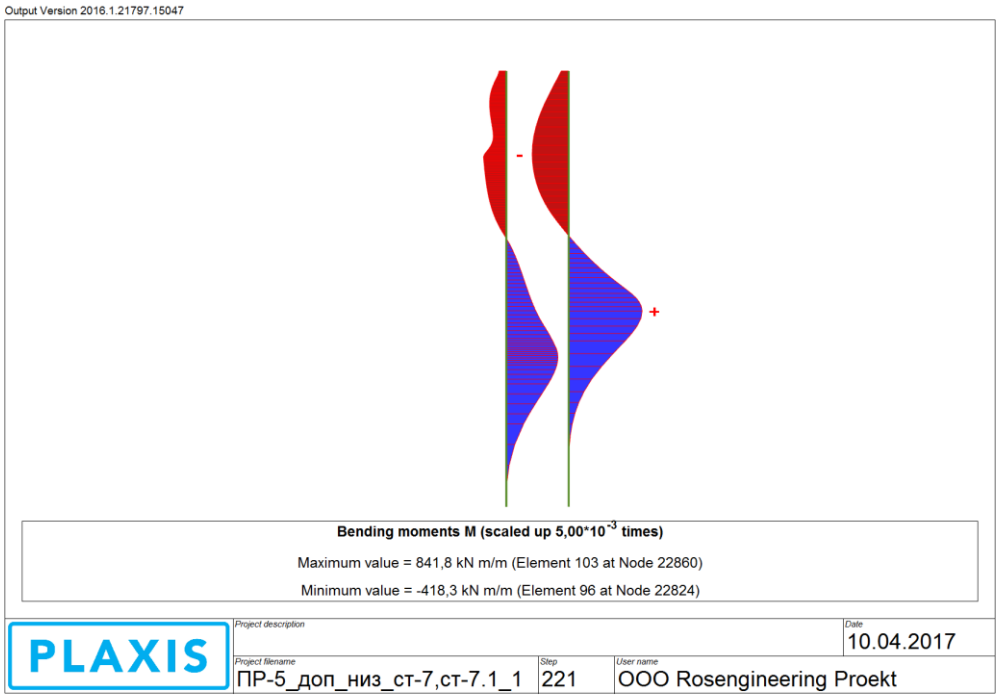


Рис. 6.396. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

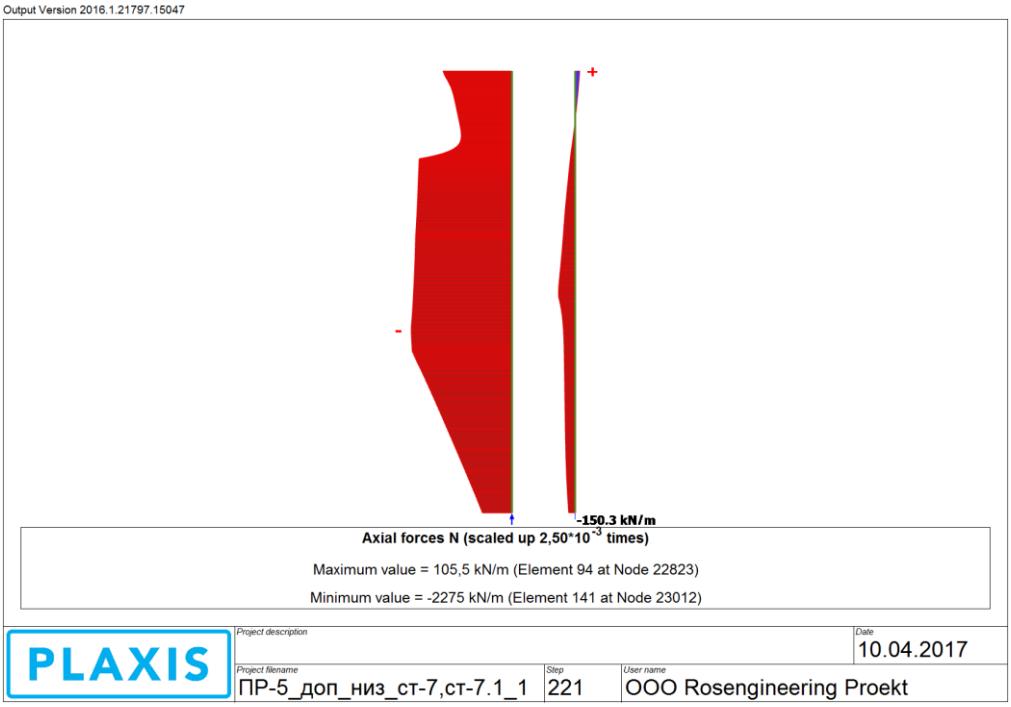


Рис. 6.397. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.86. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-694,2	180,4	49,5
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-115,7	257,2	79,6

Подпорная стена СТ-10

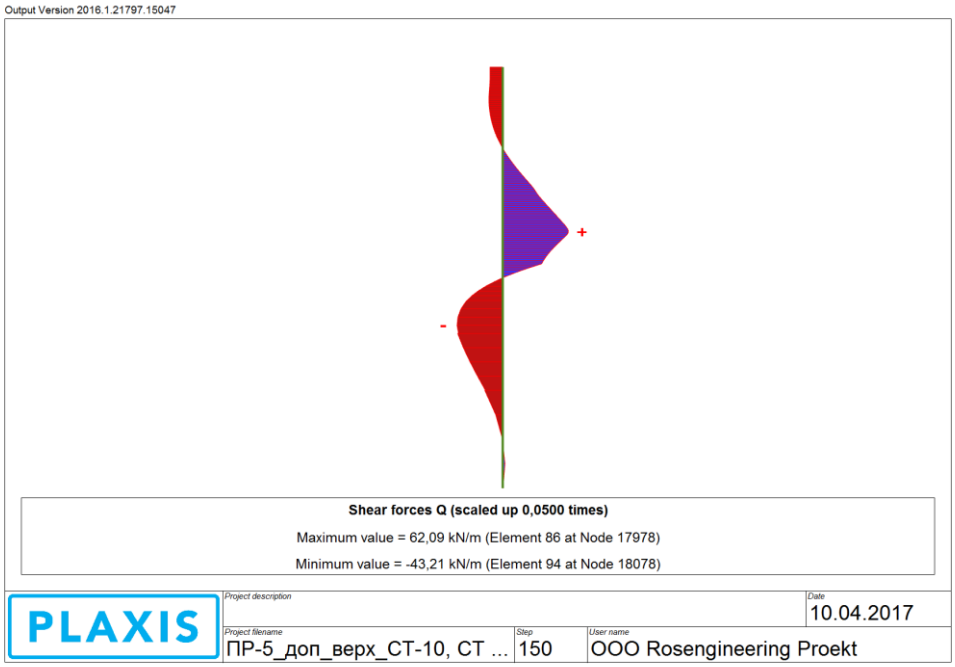


Рис. 6.398. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

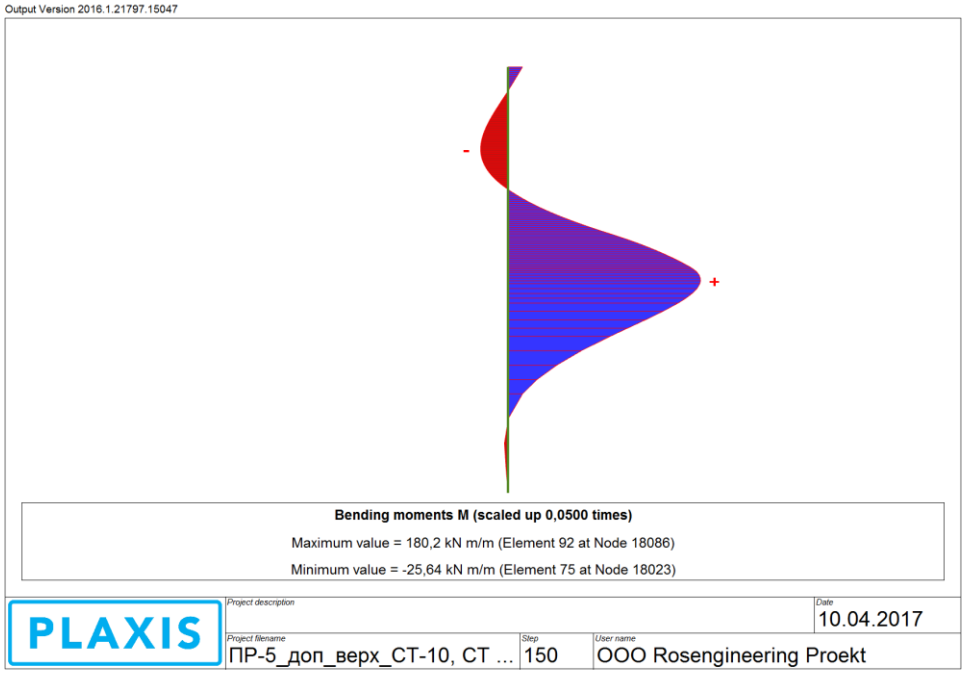


Рис. 6.399. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

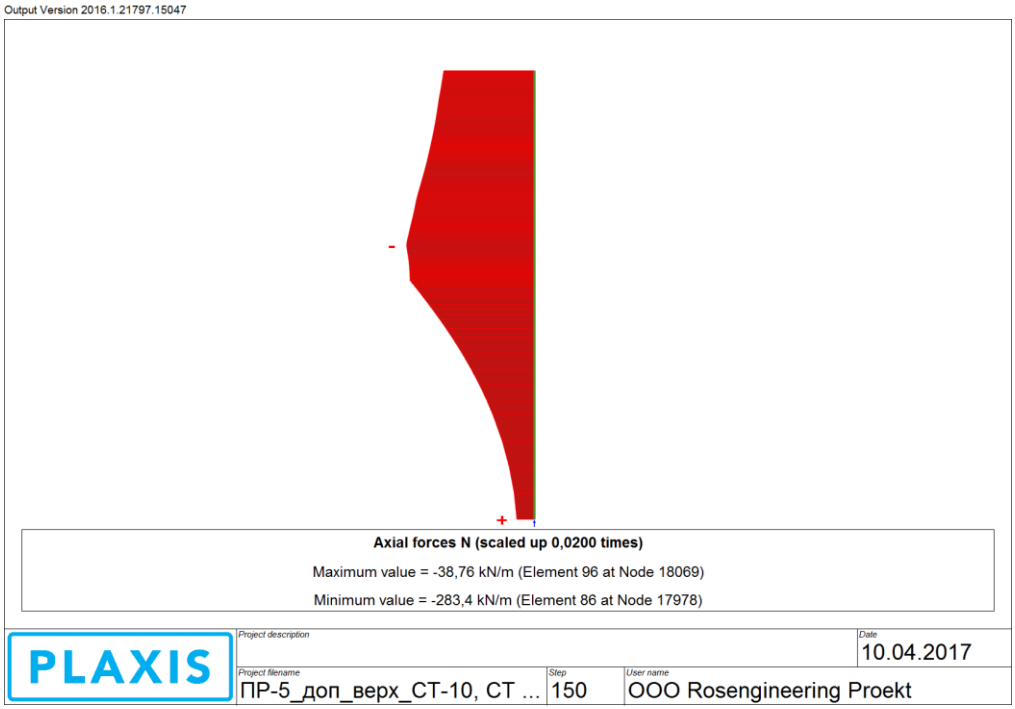


Рис. 6.400. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.87. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-86,7	55,1	19,0

Подпорная стена СТ-10/1

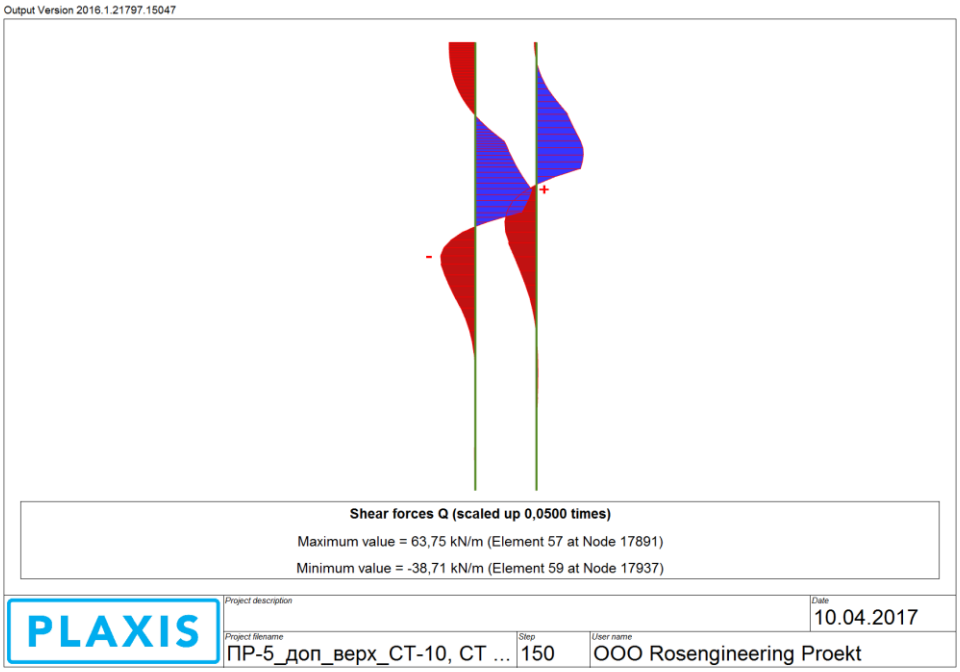


Рис. 6.401. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

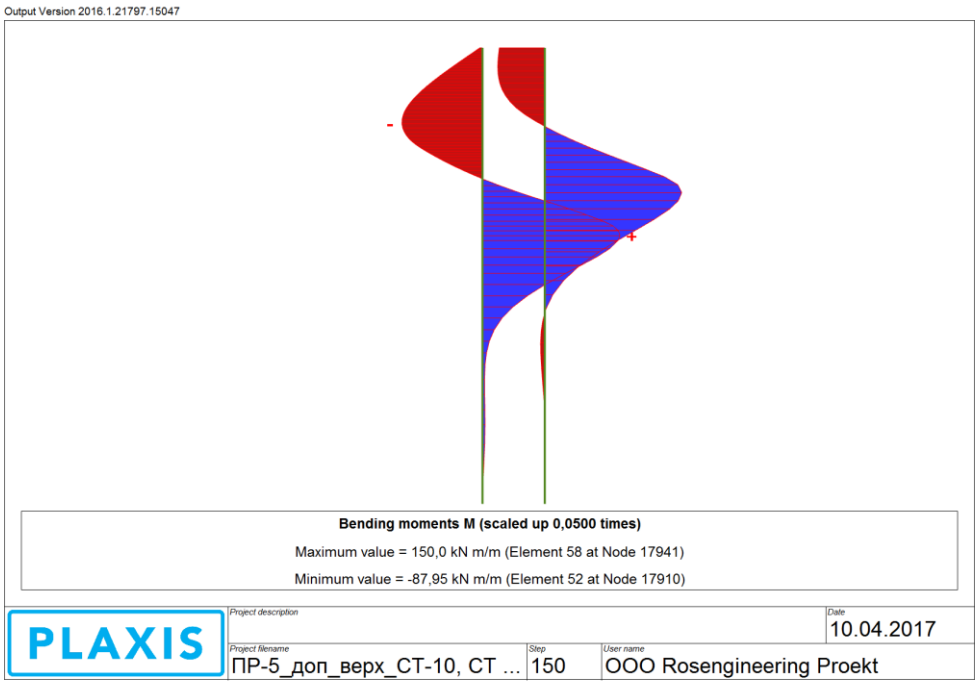


Рис. 6.402. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

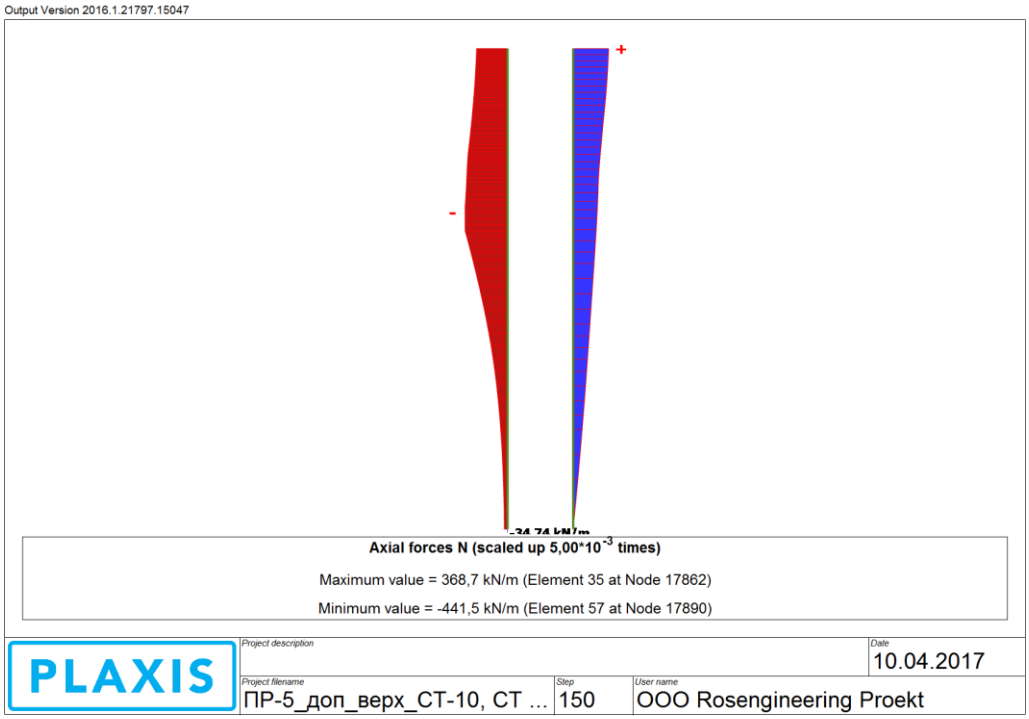


Рис. 6.403. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.88. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-135,0	45,9	19,5
N2(п)	1,02	25,0	3,0	112,7	45,3	15,9

Подпорная стена СТ-10/4

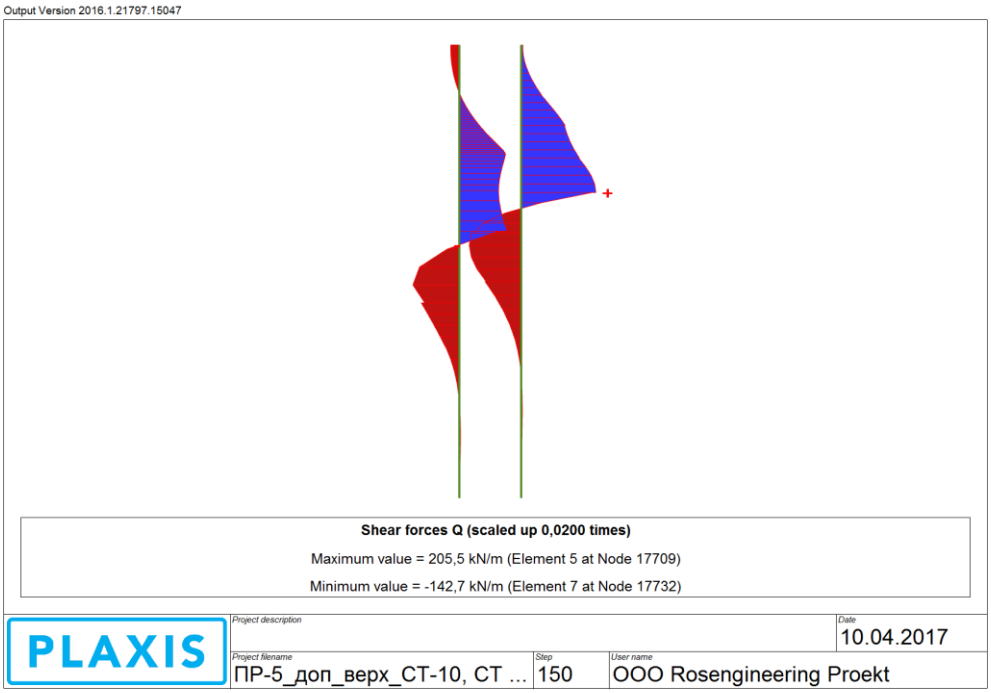


Рис. 6.404. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

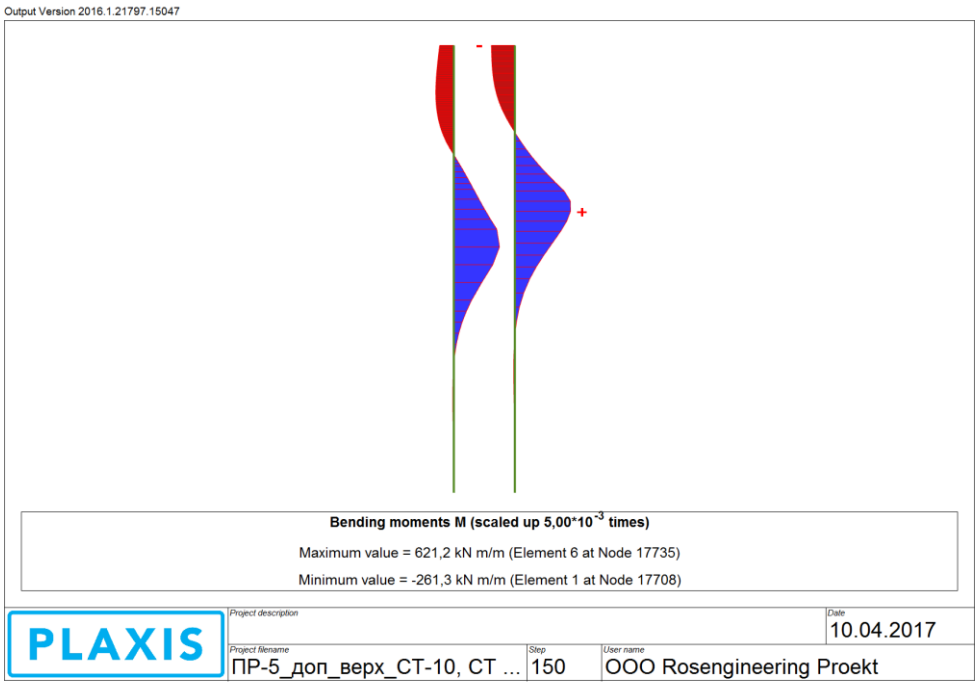


Рис. 6.405. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

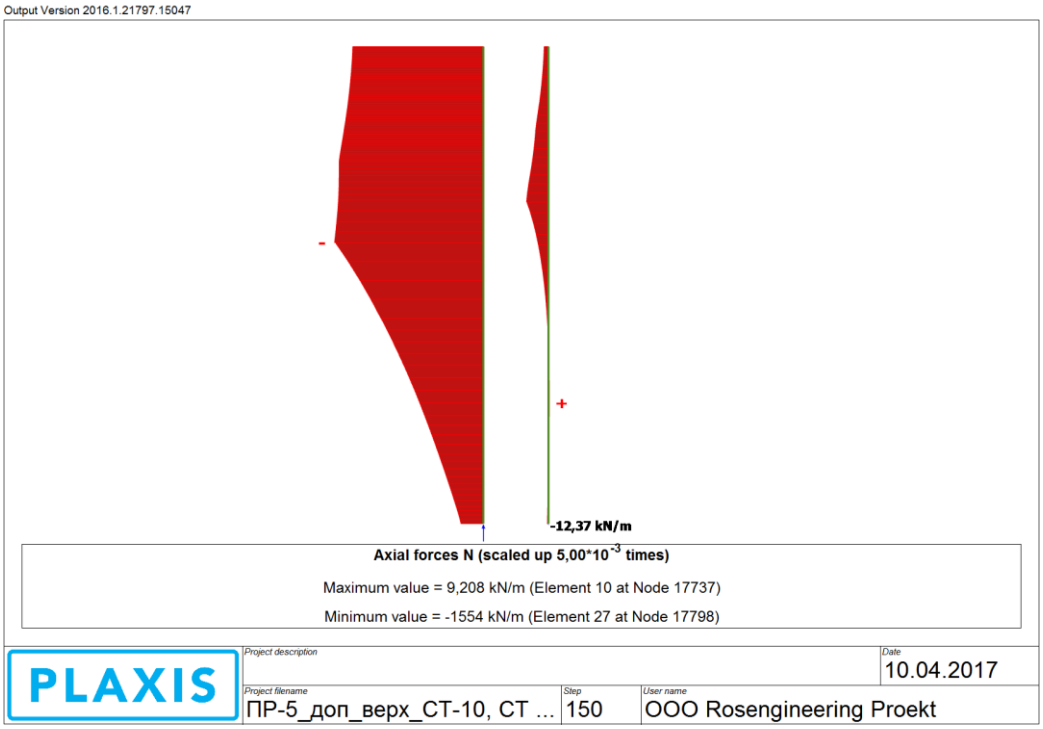


Рис. 6.406. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.89. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/4 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-475,2	155,9	40,1
N2(пр)	1,02	25,0	3,0	-70,3	189,9	62,9

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

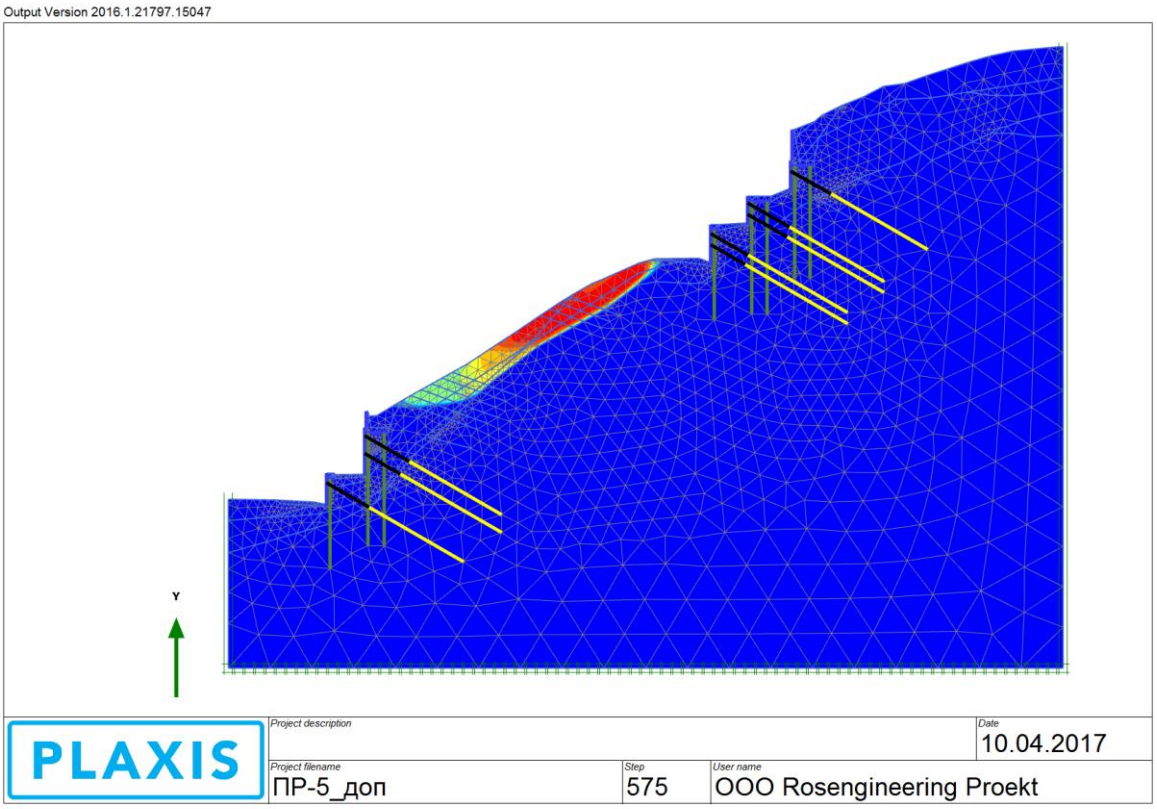


Рис. 6.407. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон неустойчив. K_{sf} =0,844 < K_{sfn} = 1,05. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

Подпорная стена СТ-7

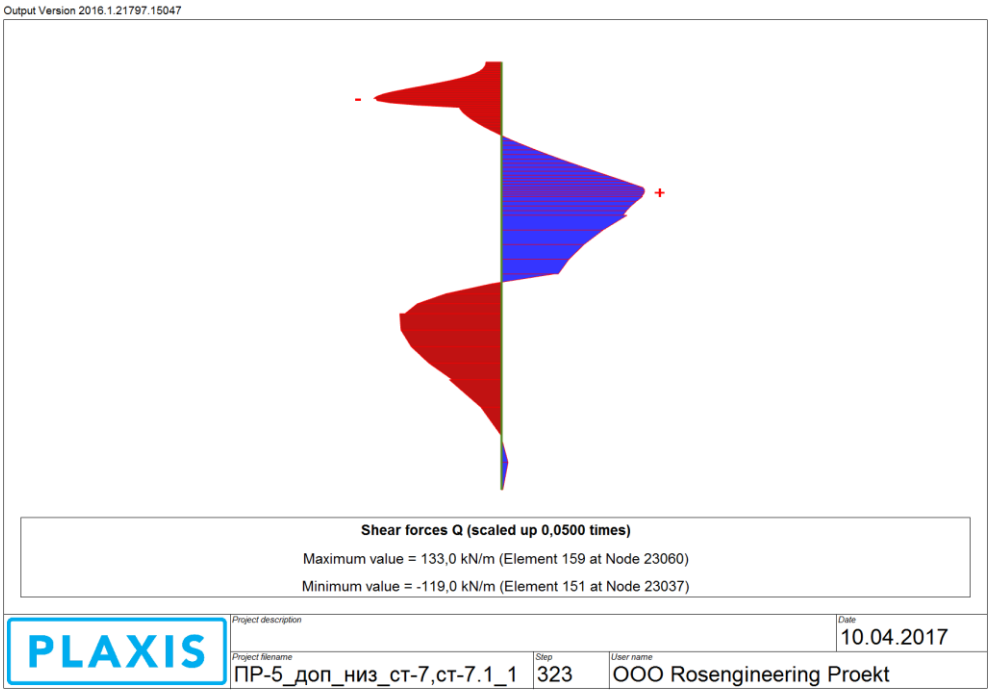


Рис. 6.408. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

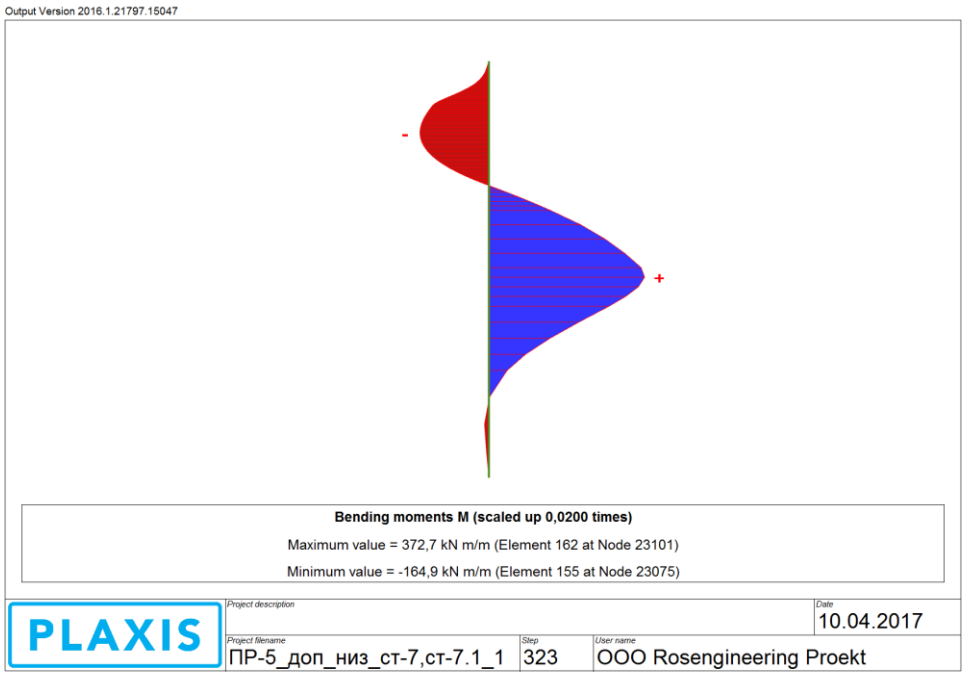


Рис. 6.409. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

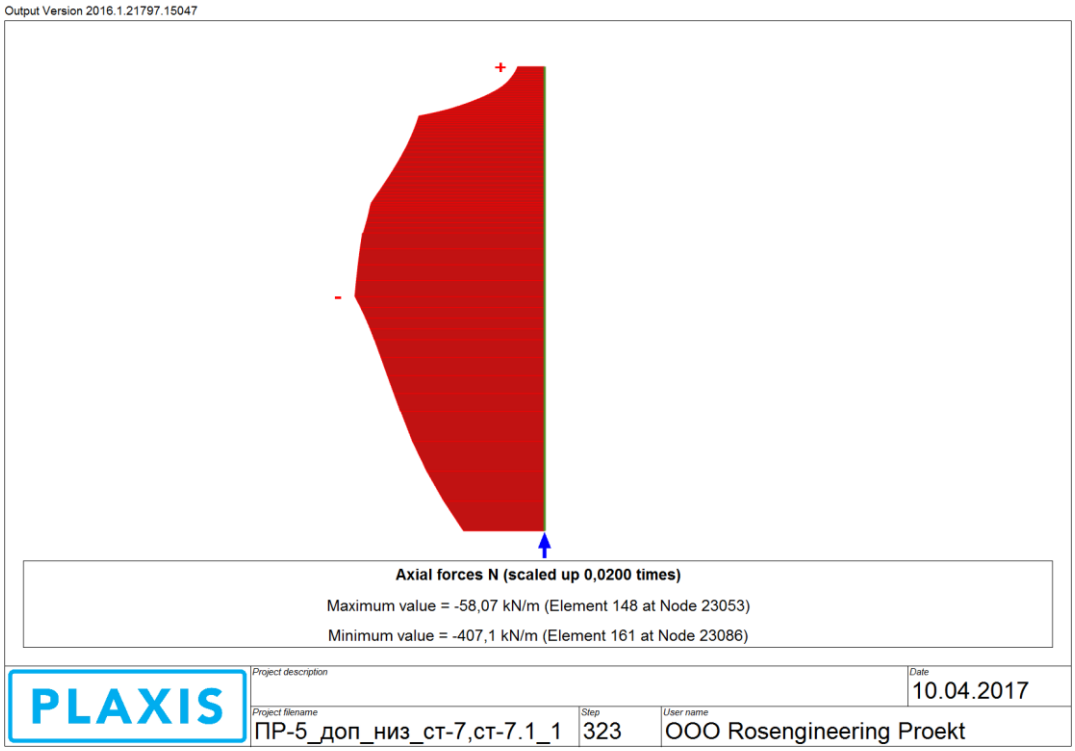


Рис. 6.410. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.90. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-124,5	114,0	40,7

Подпорная стена СТ-7/1

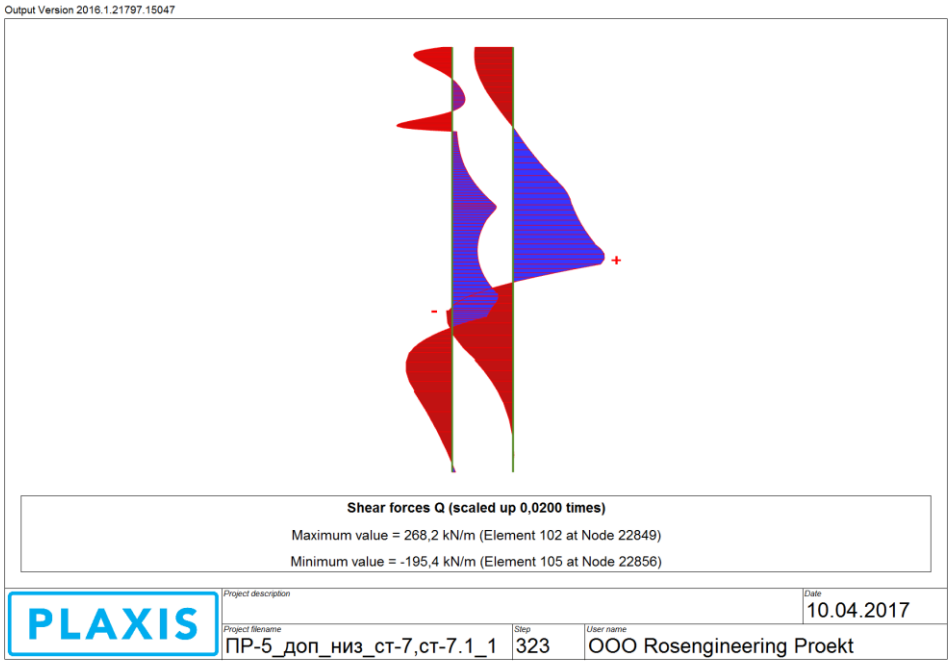


Рис. 6.411. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

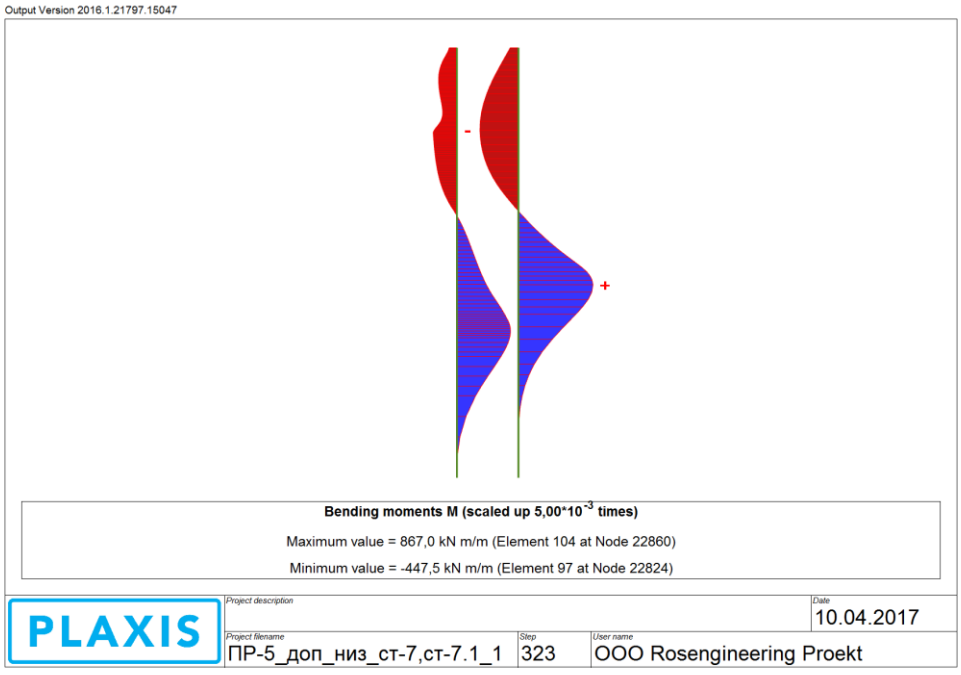


Рис. 6.412. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

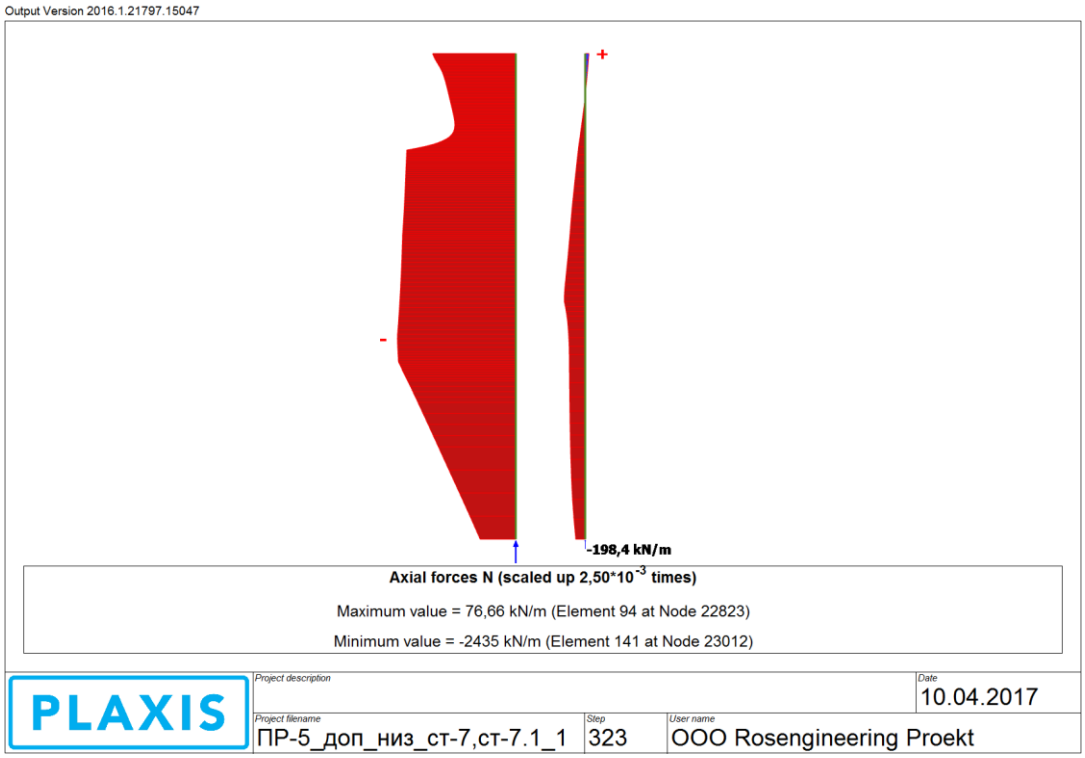


Рис. 6.413. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.91. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-744,6	191,2	49,9
N2(пр)	1,02	25,0	3,0	-132,5	265,2	82,1

Подпорная стена СТ-10

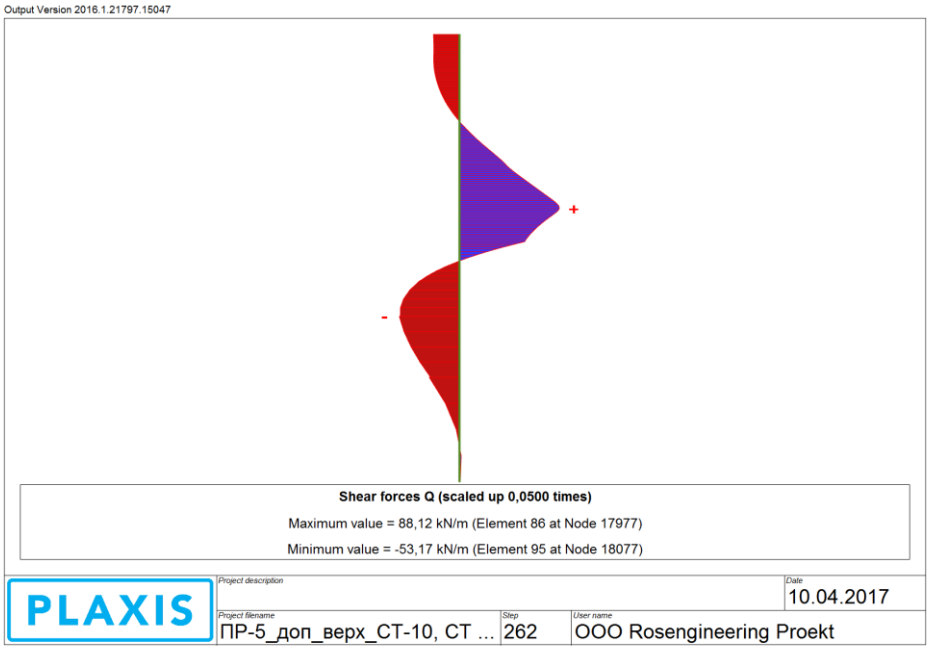


Рис. 6.414. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

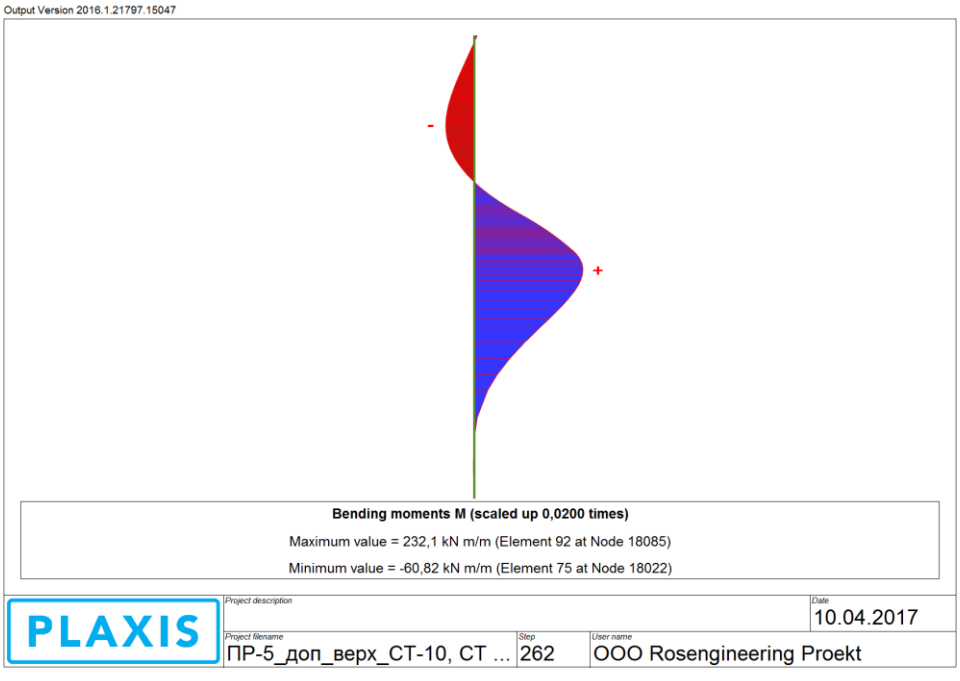


Рис. 6.415. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

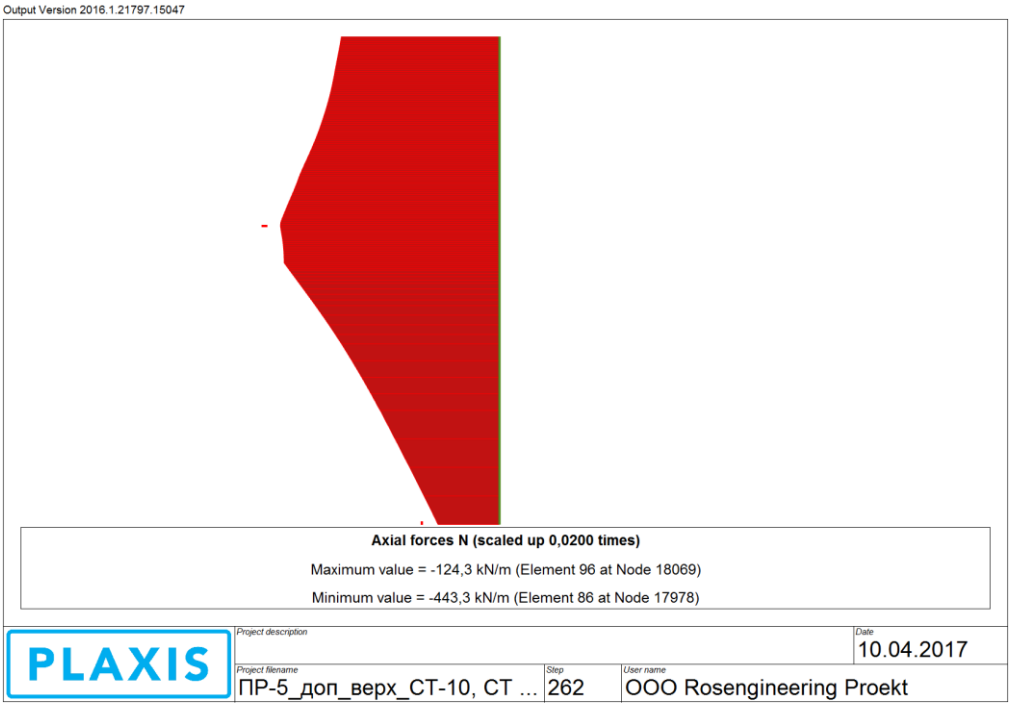


Рис. 6.416. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.92. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-135,6	71,0	26,9

Подпорная стена СТ-10/1

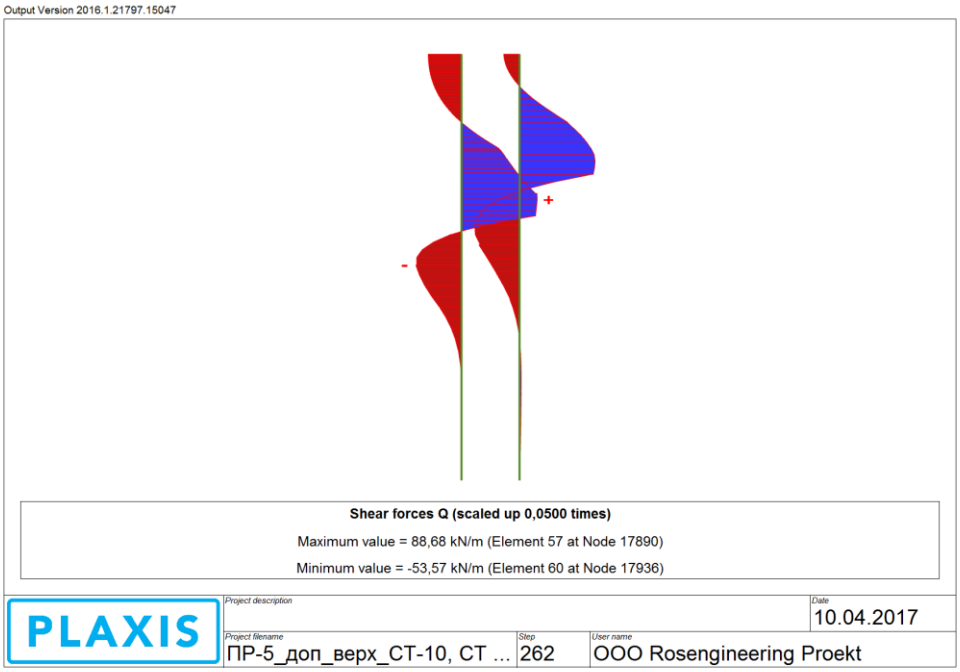


Рис. 6.417. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

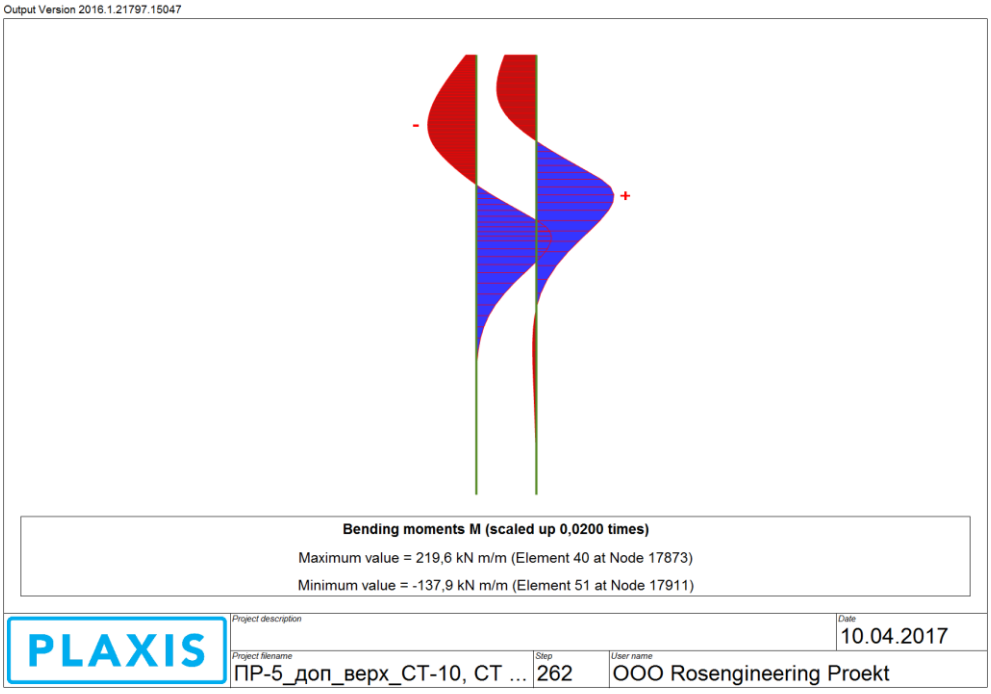


Рис. 6.418. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

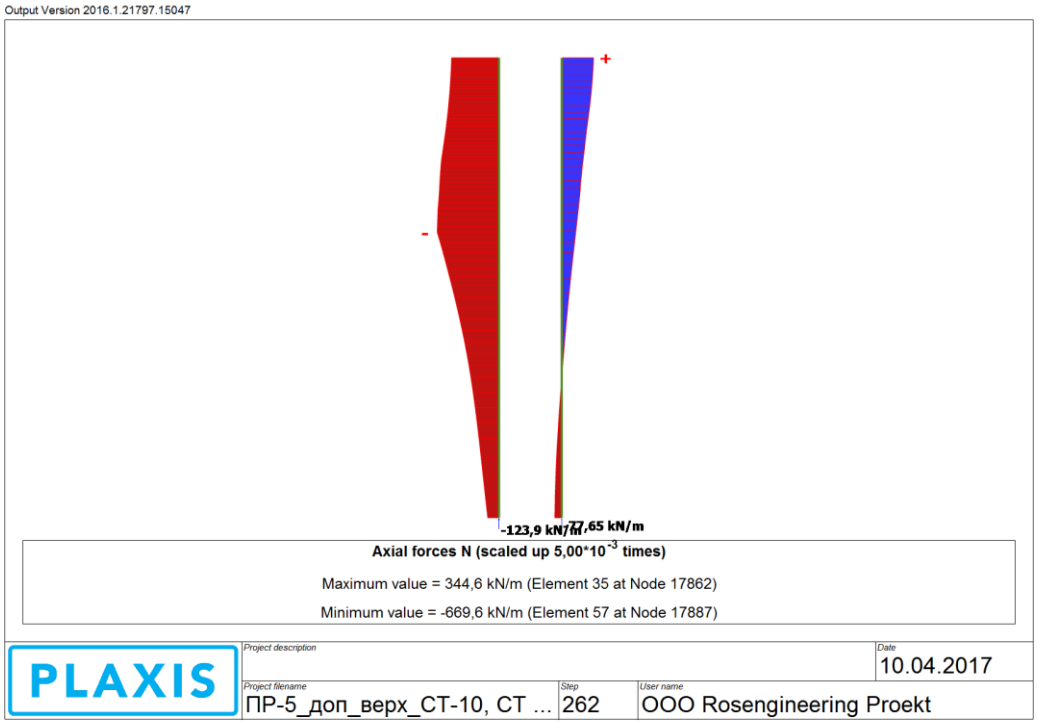


Рис. 6.419. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.93. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-204,6	63,0	27,2
N2(п)	1,02	25,0	3,0	105,4	67,2	26,6

Подпорная стена СТ-10/4

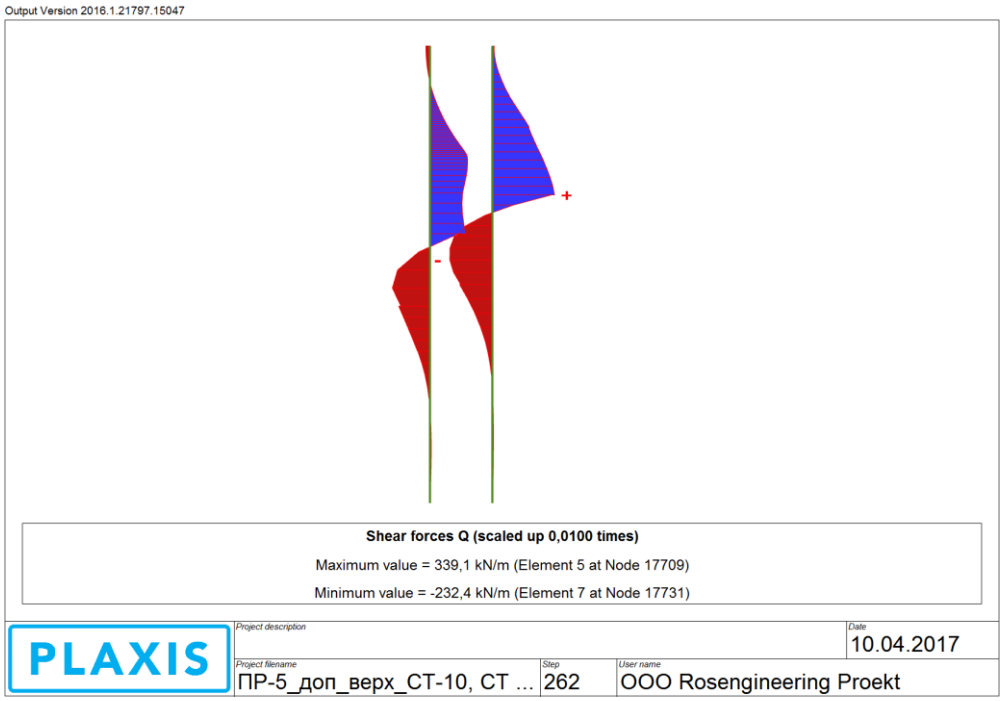


Рис. 6.420. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

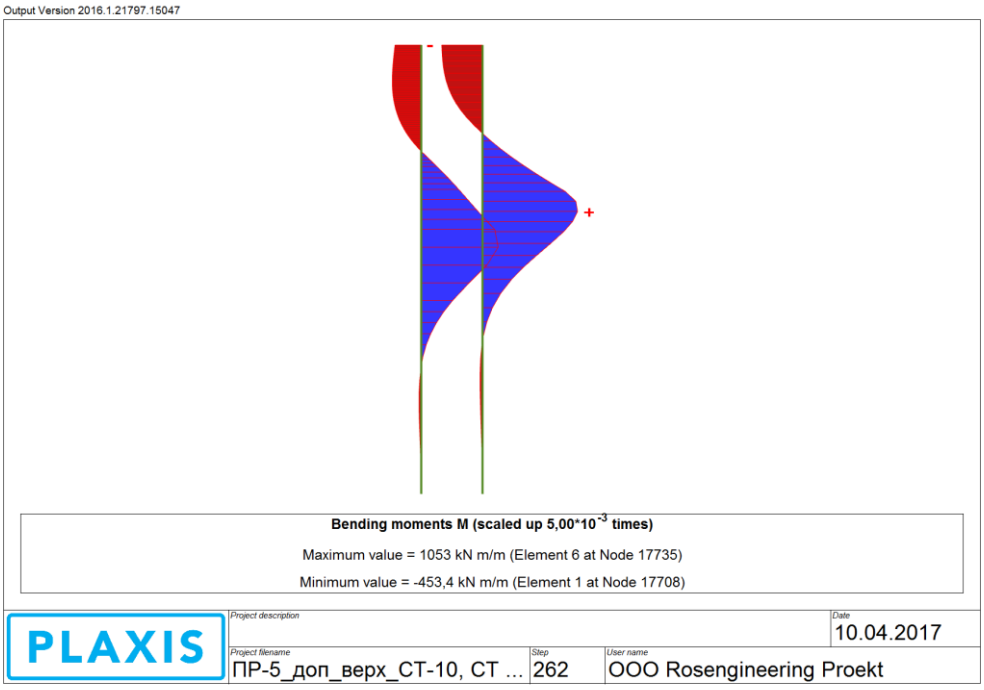


Рис. 6.421. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

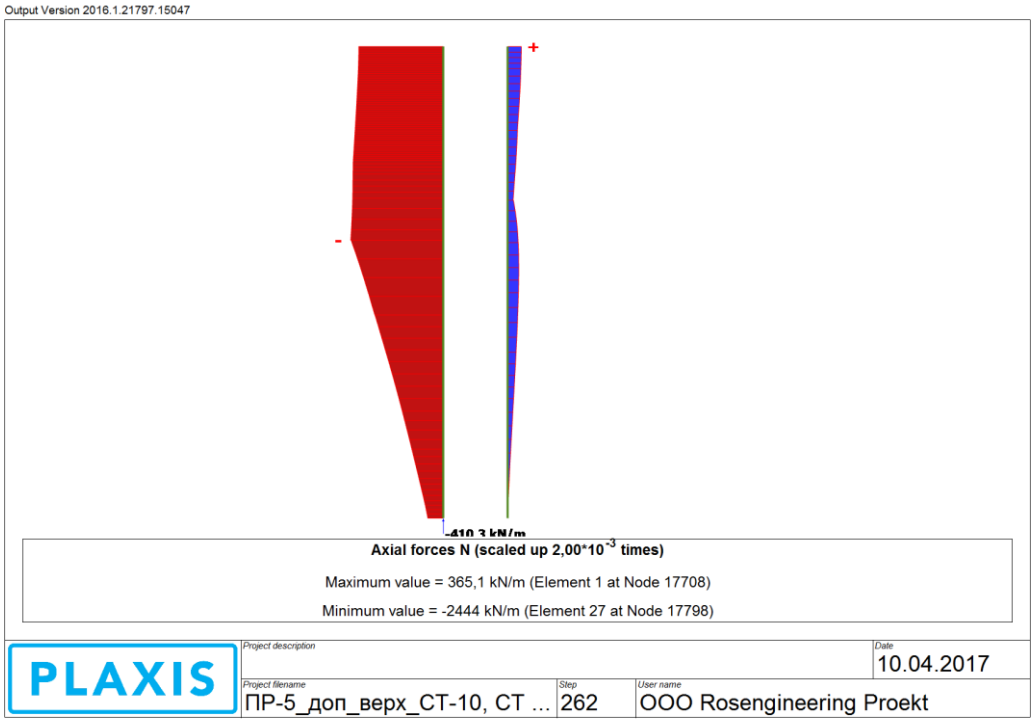


Рис. 6.422. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.94. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/4 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-747,4	256,9	63,0
N2(пр)	1,02	25,0	3,0	111,6	322,1	103,7

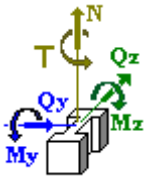
Расчет конструкции свай СТ-7 по разрезу 8-8 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

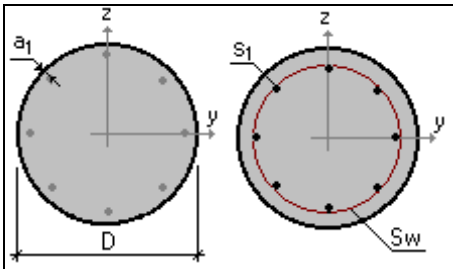
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

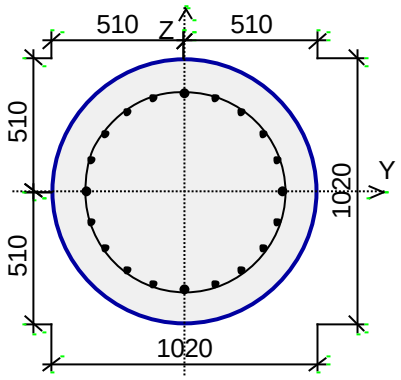
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-97,2	6,3	36,6	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,065
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,088
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,22
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,839
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,839 - Прочность по наклонному сечению

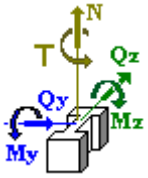
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

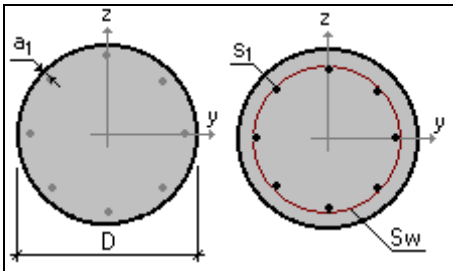
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

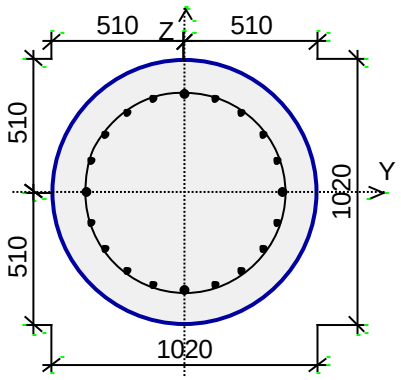
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-116,2	10	40,7	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,078
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,111
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,24
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,916
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,916 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

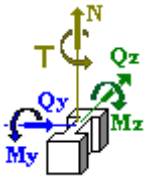
Расчет конструкции свай СТ-7/1 по разрезу 8-8 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

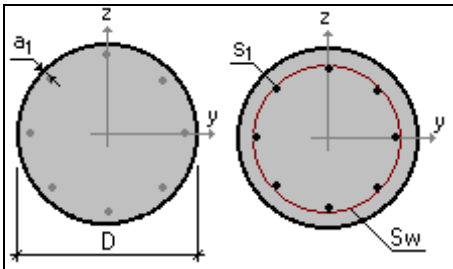
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

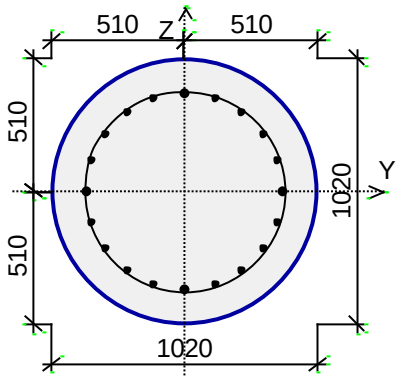
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм
Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-82,9	257,2	58,3	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,055
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	**1,363**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,355
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,355**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,363 - Прочность по предельному моменту сечения

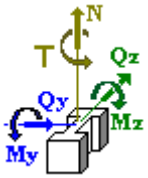
Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

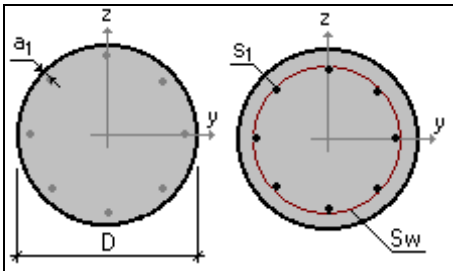
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

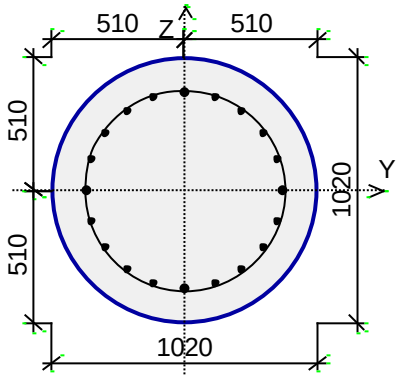
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-108,4	265,2	53,5	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,057
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	**1,151**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,289
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,156**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,156 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

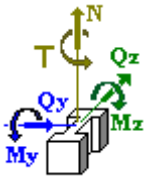
Расчет конструкции свай СТ-10 по разрезу 8-8 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

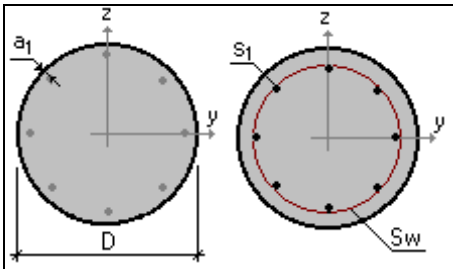
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

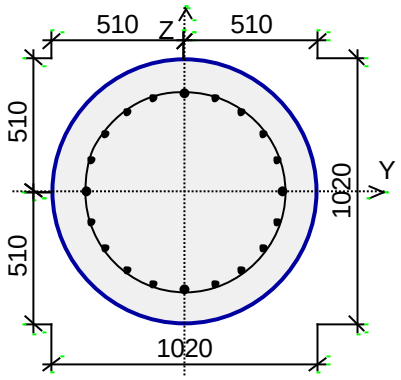
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм
Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-86,7	31,4	19	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,058
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,165
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,115
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,44
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,44 - Прочность по наклонному сечению

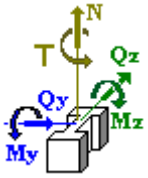
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

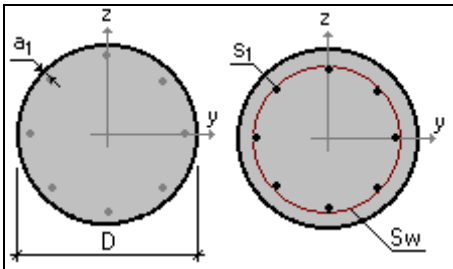
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

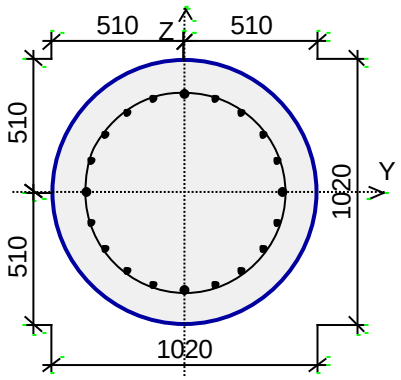
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-135,6	36,8	26,9	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,072
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,171
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,142
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,568
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,568 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

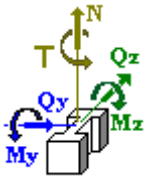
Расчет конструкции свай СТ-10/1 по разрезу 8-8 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

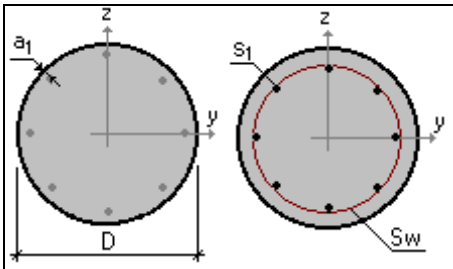
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

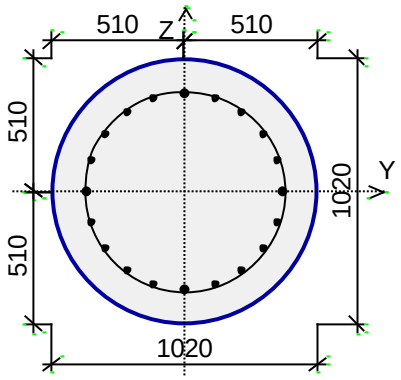
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	74,4	45,3	9,2	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,13
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,354
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	0,611
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	0,815
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,116
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,318

Коэффициент использования 0,815 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

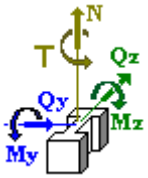
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

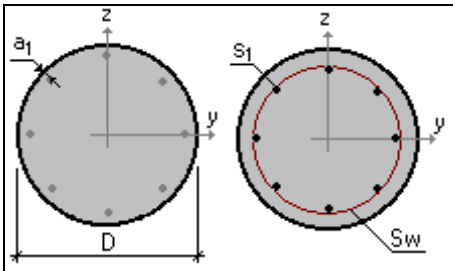
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

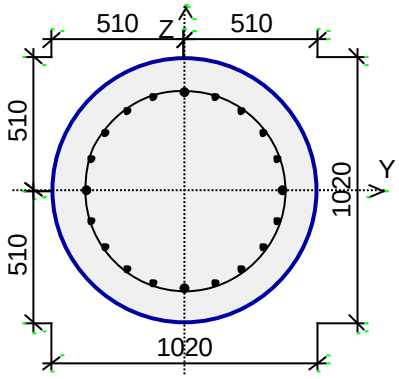
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	64,8	32,5	26,6	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,094
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,227
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,252
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,77

Коэффициент использования 0,77 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

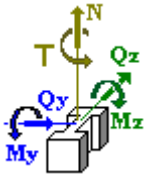
Расчет конструкции свай СТ-10/4 по разрезу 8-8 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

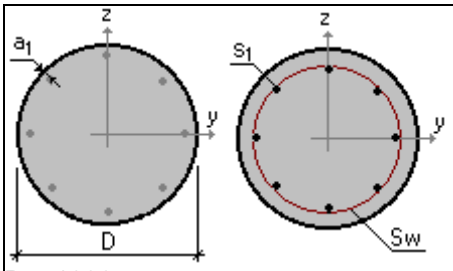
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

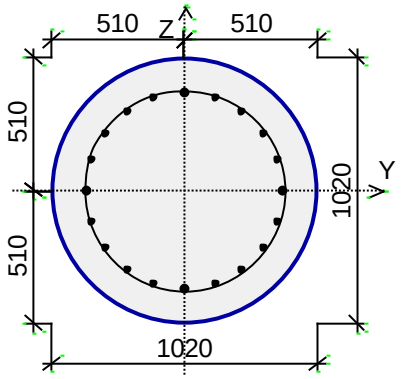
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-70,3	189,9	39,2	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,047
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	1
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	**1,355**
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	**1,807**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,242
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,923
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,807 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

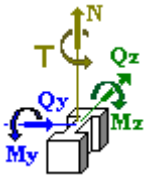
Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

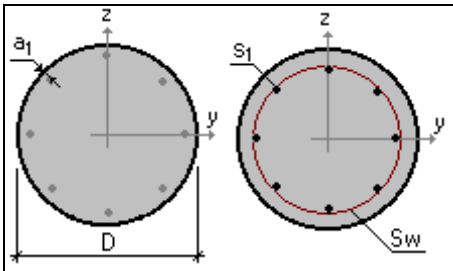
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

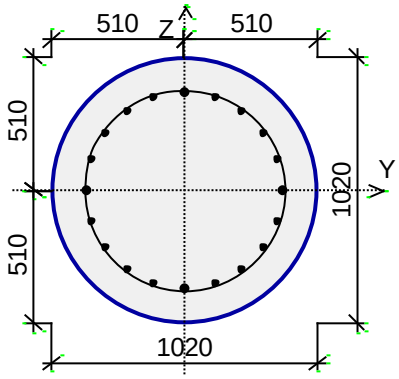
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	67,3	322,1	32,9	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,098
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	**1,553**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,319
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,966

Коэффициент использования 1,553 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

6.9.2 Расчет разреза 8-8 с учетом дополнительных мероприятий по усилению подпорных стен

Расчет разреза 8-8 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

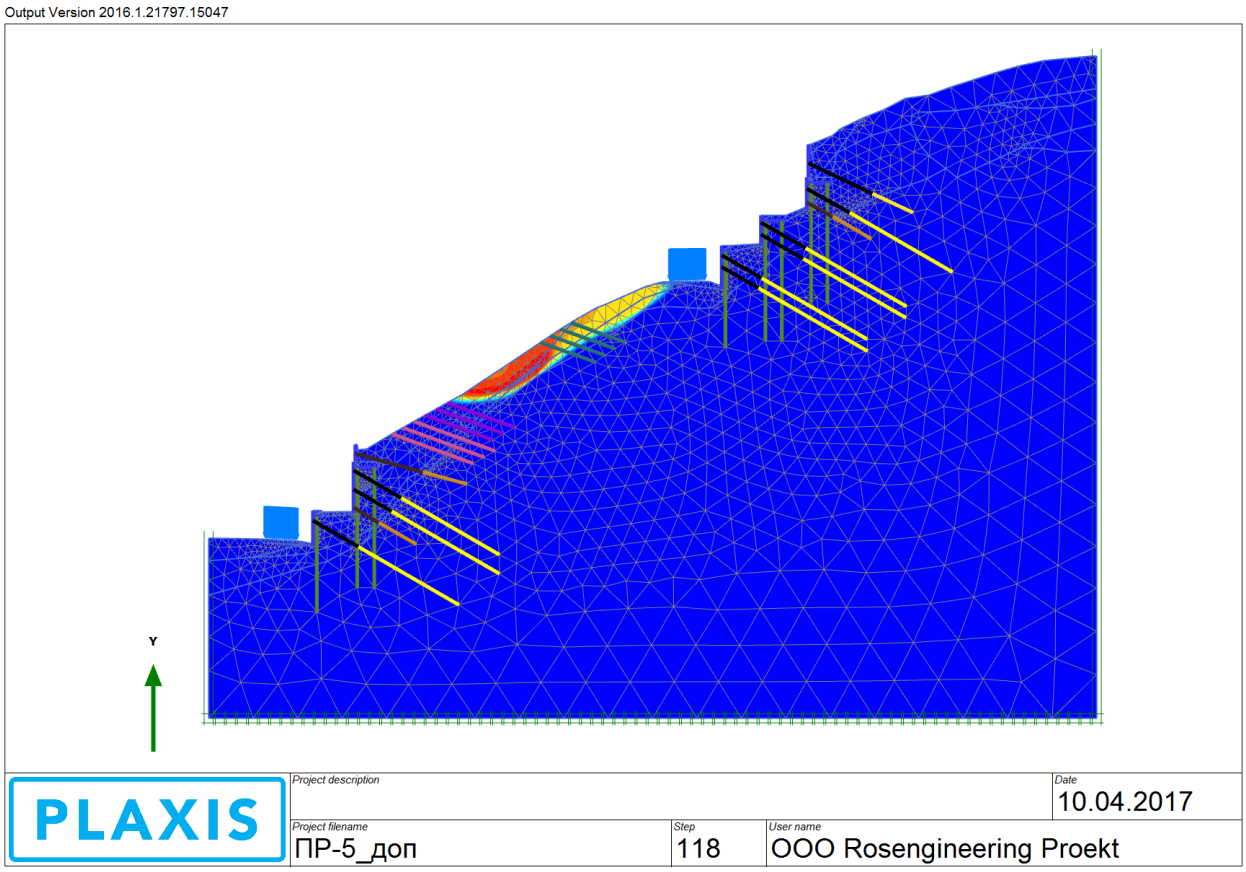


Рис. 6.423. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,291 > K_{sfn} = 1,11.

Подпорная стена СТ-7/1

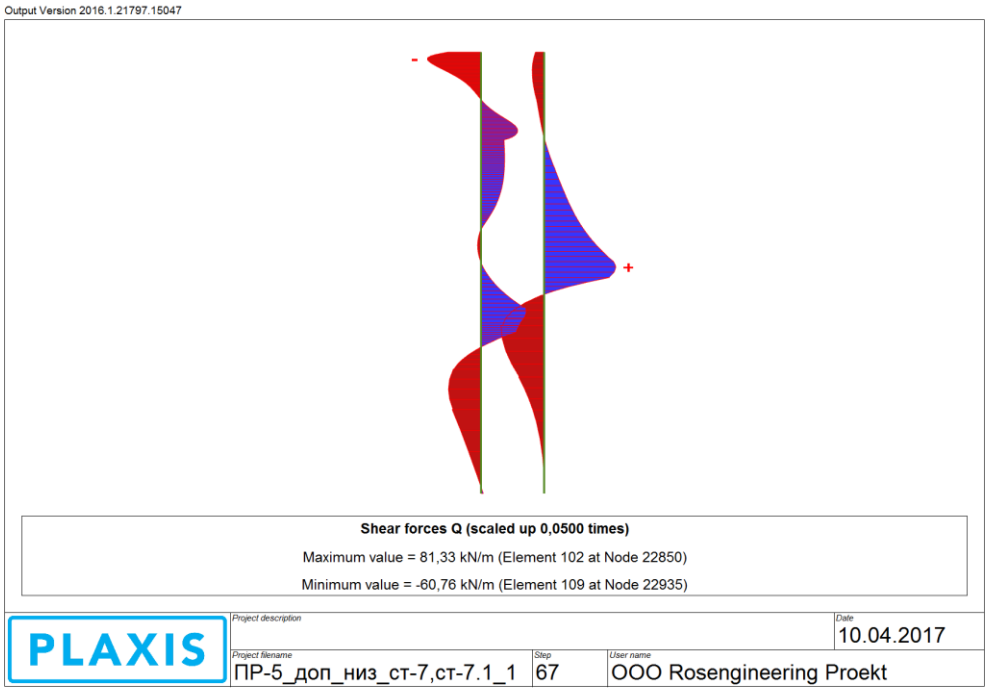


Рис. 6.424. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

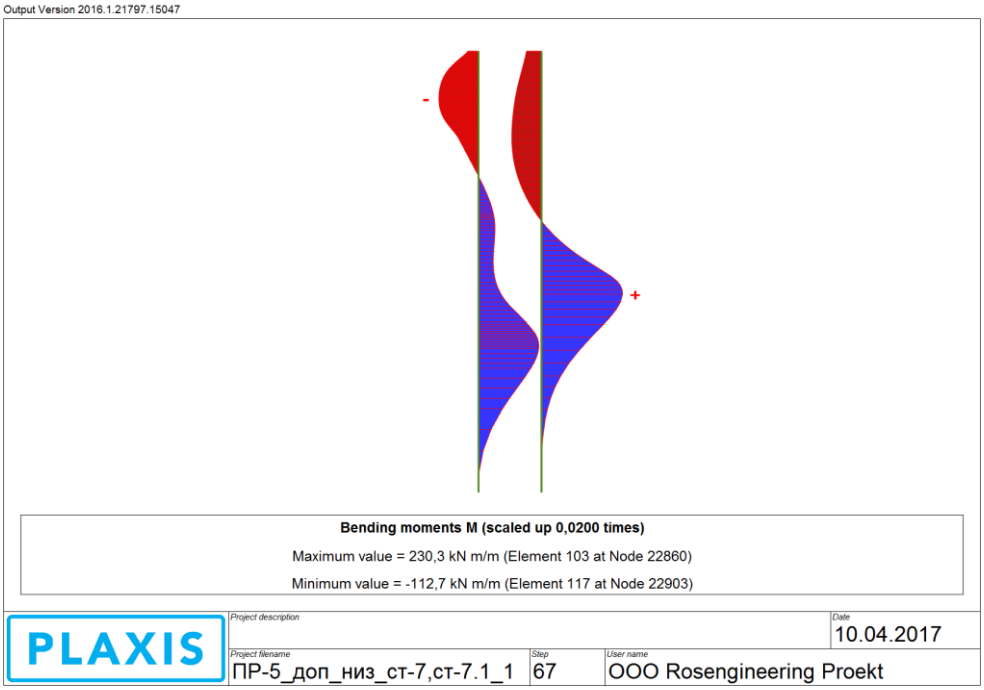


Рис. 6.425. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

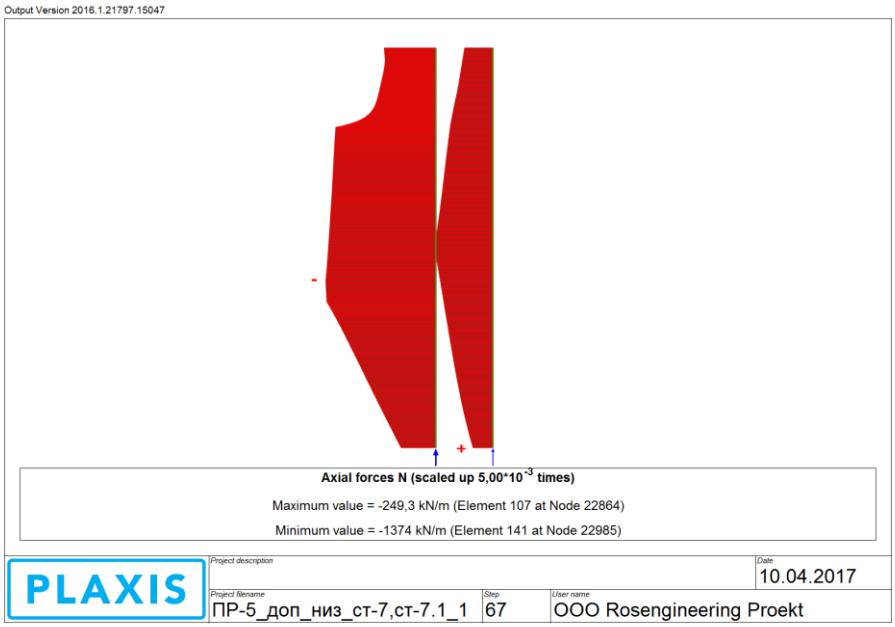


Рис. 6.426. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.95. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-420,5	52,5	18,6
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-223,3	70,4	24,9

Таблица 6.96. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7/1 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	49,0	3,0	49,0	103/78	24,0
A2(н)	82,6	3,0	82,6	103/78	15,0

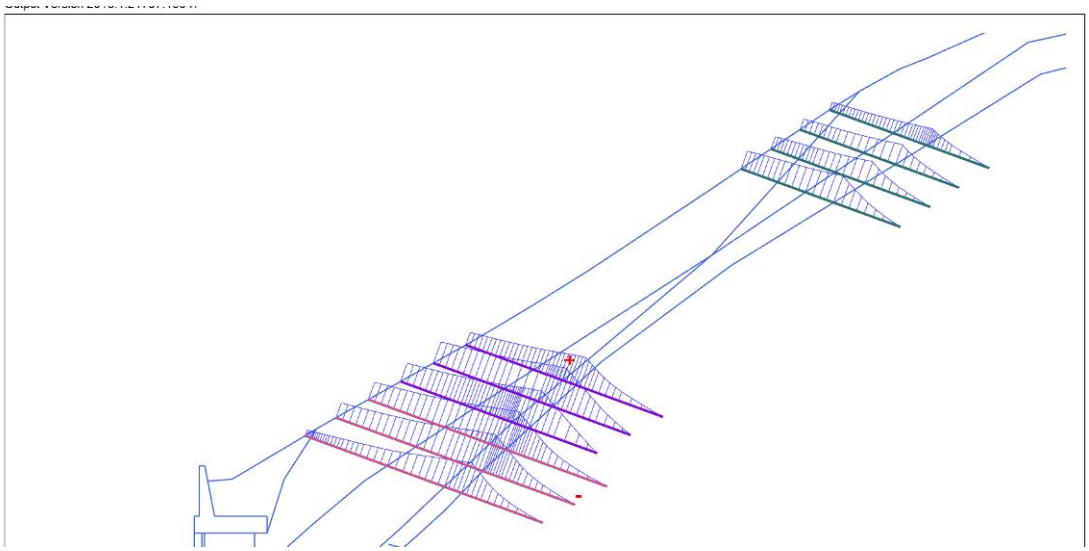


Рис. 6.427. Эпюры продольных сил N в анкерах Анкерных полей №8 (около СТ-7/1) и №9 (около СТ-7/1) при основном сочетании нагрузок. Nmax=116,4 кН/м

Таблица 6.97. Усилия в грунтовых анкерах Анкерных полей №8 (около СТ-7/1) и №9 (около СТ-7/1) при основном сочетании нагрузок

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №8 (около СТ-7/1) (нижнее)	А1(н)	2,0	18,6	40/16	18,0
	А2	2,0	22,1	40/16	18,0
	А3	2,0	23,2	40/16	18,0
	А4	2,0	22,9	40/16	15,0
	А5	2,0	23,7	40/16	15,0
	А6(в)	2,0	17,2	40/16	15,0
Анкерное поле №9 (около СТ-7/1) (верхнее)	А1(н)	2,0	16,7	40/16	12,0
	А2	2,0	13,3	40/16	12,0
	А3	2,0	12,4	40/16	12,0
	А4(в)	2,0	10,2	40/16	12,0

Подпорная стена СТ-10/4

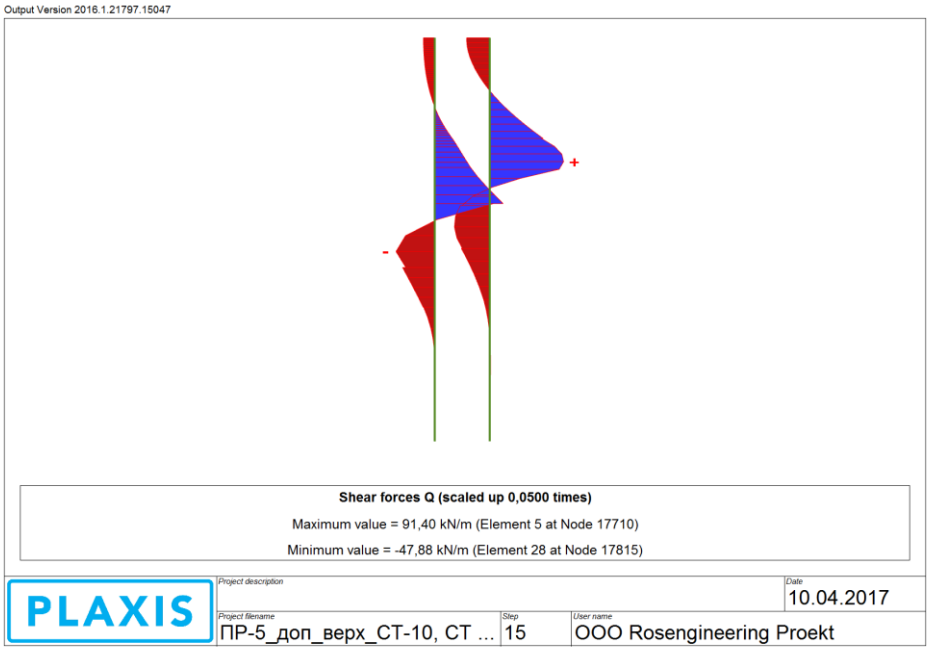


Рис. 6.428. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

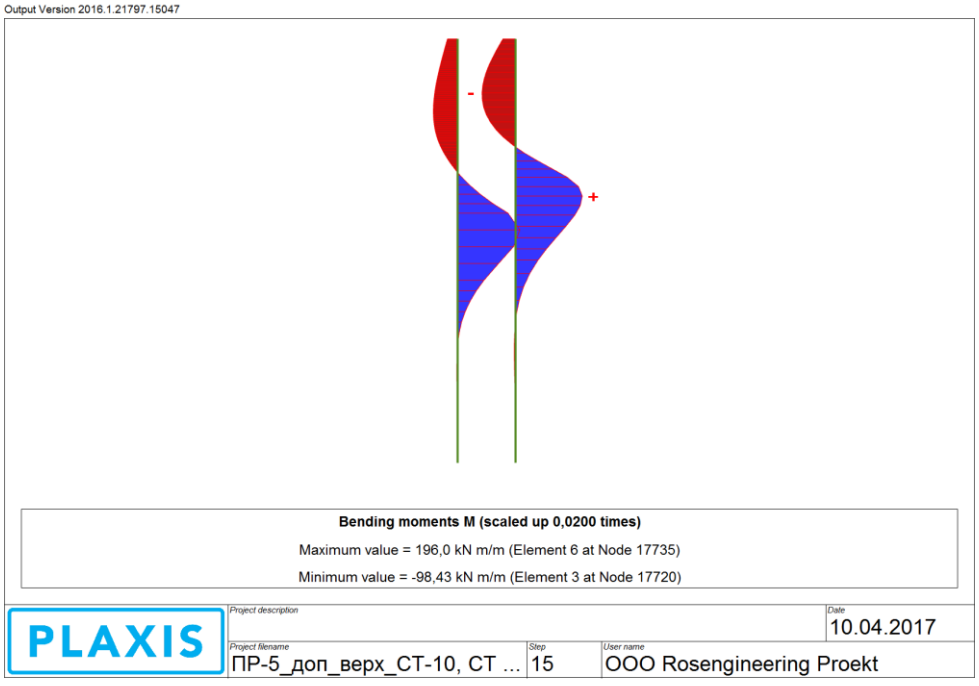


Рис. 6.429. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

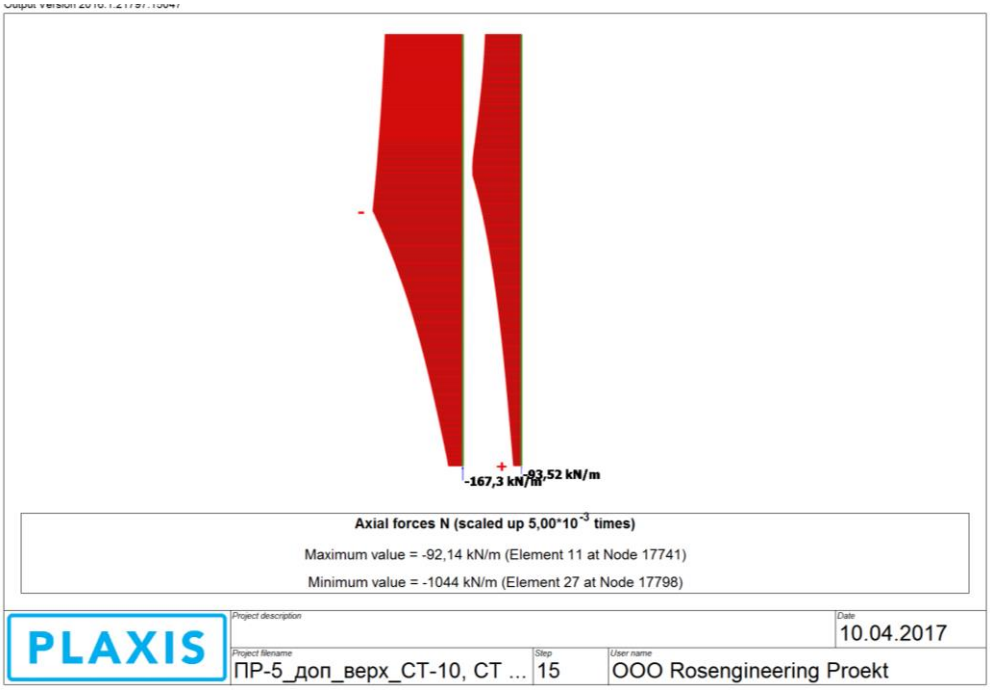


Рис. 6.430. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.98. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/4 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-319,3	55,7	25,8
N2(пр)	1,02	25,0	3,0	-173,1	60,0	28,0

Таблица 6.99. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-10/4 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(н)	85,6	3,0	85,6	103/78	15,0
A2(в)	85,6	2,0	85,6	103/78	24,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

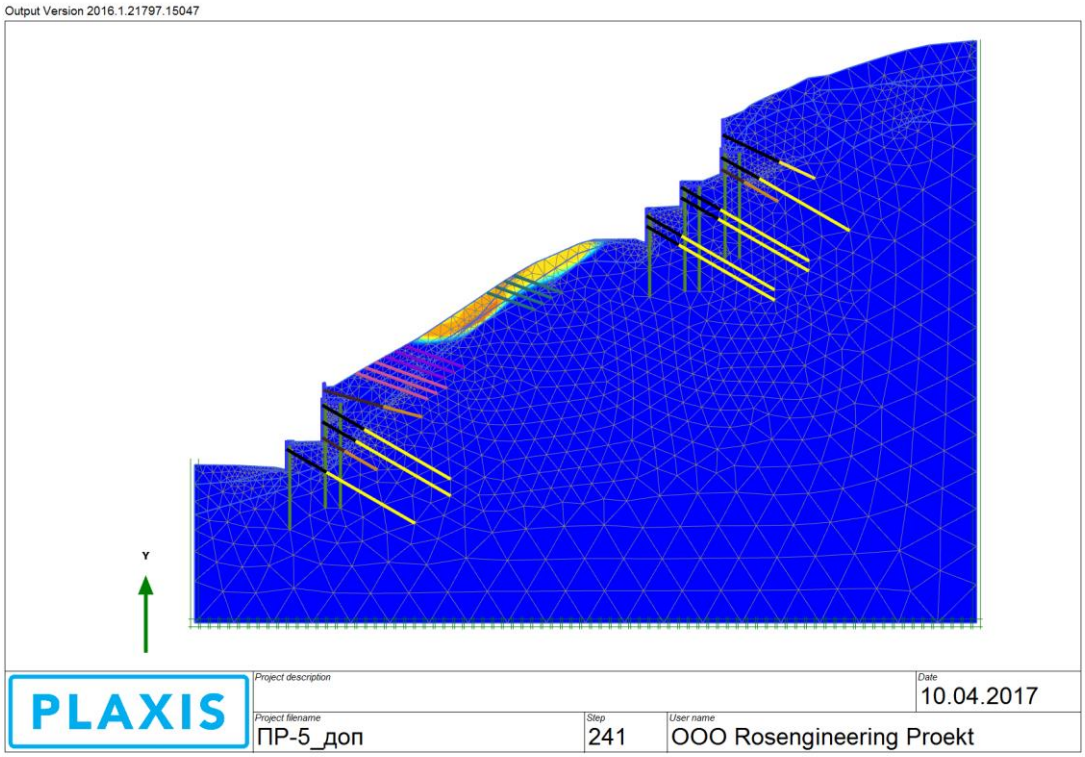


Рис. 6.431. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,064 > K_{sfn} = 1,05.

Подпорная стена СТ-7/1

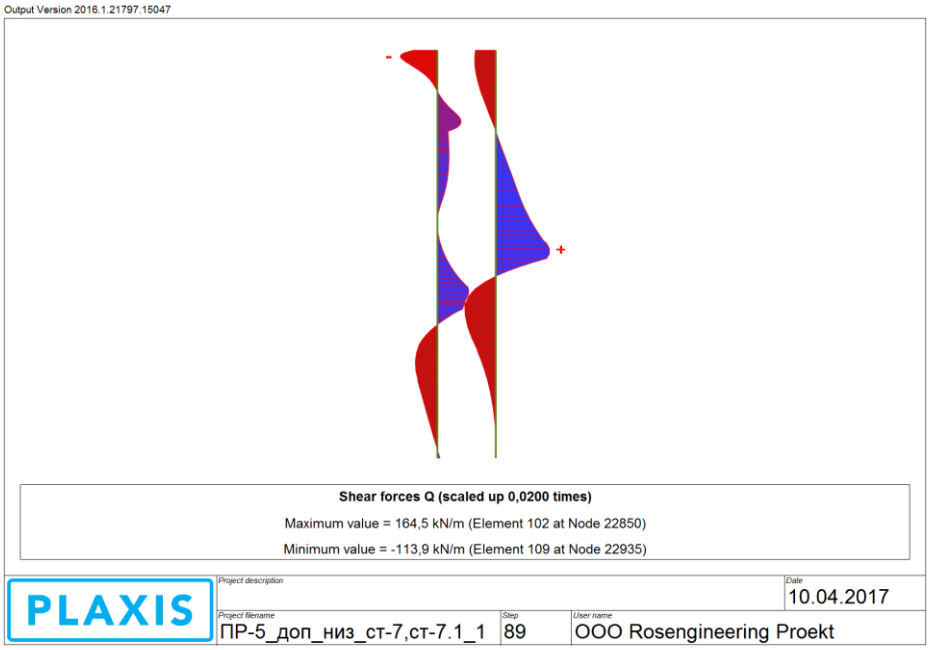


Рис. 6.432. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

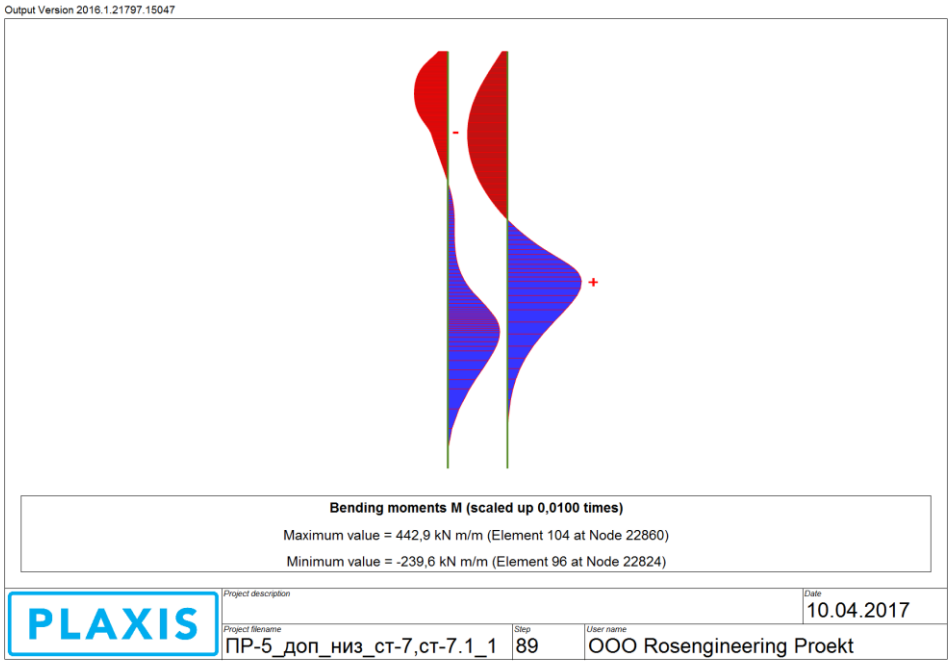


Рис. 6.433. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

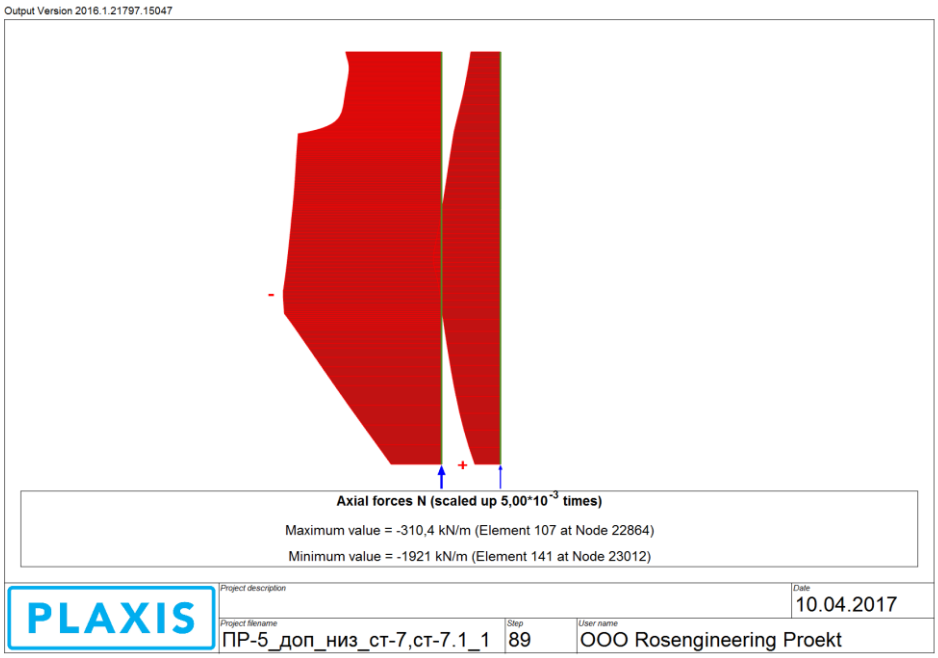


Рис. 6.434. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.100. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	25,0	3,0	-270,6	95,1	34,8
N2	1,02	25,0	3,0	-302,7	135,4	50,3

Таблица 6.101. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7/1 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	144,5	3,0	103/78	24,0
A2(н)	144,2	3,0	103/78	15,0

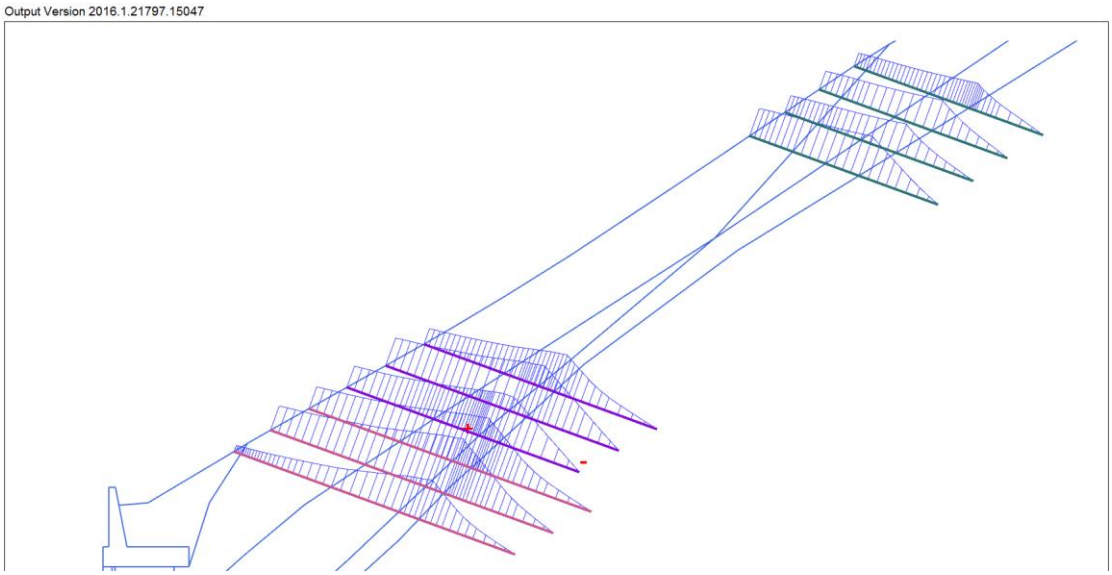


Рис. 6.435. Эпюры продольных сил N в анкерах Анкерных полей №8 (около СТ-7/1) и №9 (около СТ-7/1) при особом сочетании нагрузок. Nmax = 139,6 кН/м

Таблица 6.102. Усилия в грунтовых анкерах Анкерных полей №8 (около СТ-7/1) и №9 (около СТ-7/1) при особом сочетании нагрузок

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №8 (около СТ-7/1) (нижнее)	А1(н)	2,0	21,8	40/16	18,0
	А2	2,0	28,5	40/16	18,0
	А3	2,0	25,7	40/16	18,0
	А4	2,0	23,7	40/16	15,0
	А5	2,0	26,5	40/16	15,0
	А6(в)	2,0	21,2	40/16	15,0
Анкерное поле №9 (около СТ-7/1) (верхнее)	А1(н)	2,0	23,8	40/16	12,0
	А2	2,0	21,3	40/16	12,0
	А3	2,0	21,9	40/16	12,0
	А4(в)	2,0	20,1	40/16	12,0

Подпорная стена СТ-10/4

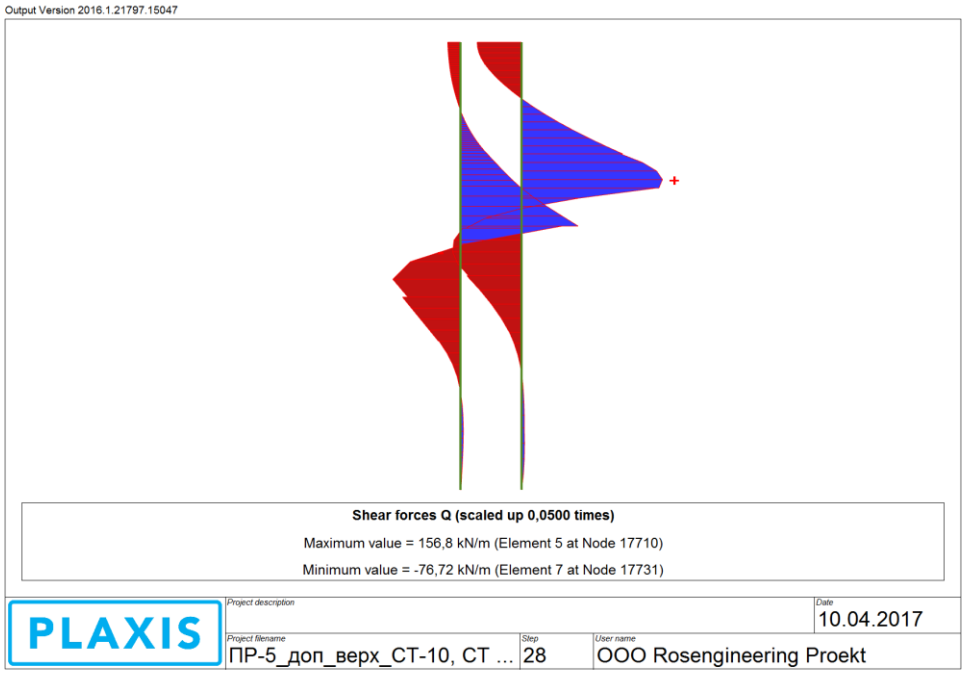


Рис. 6.436. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

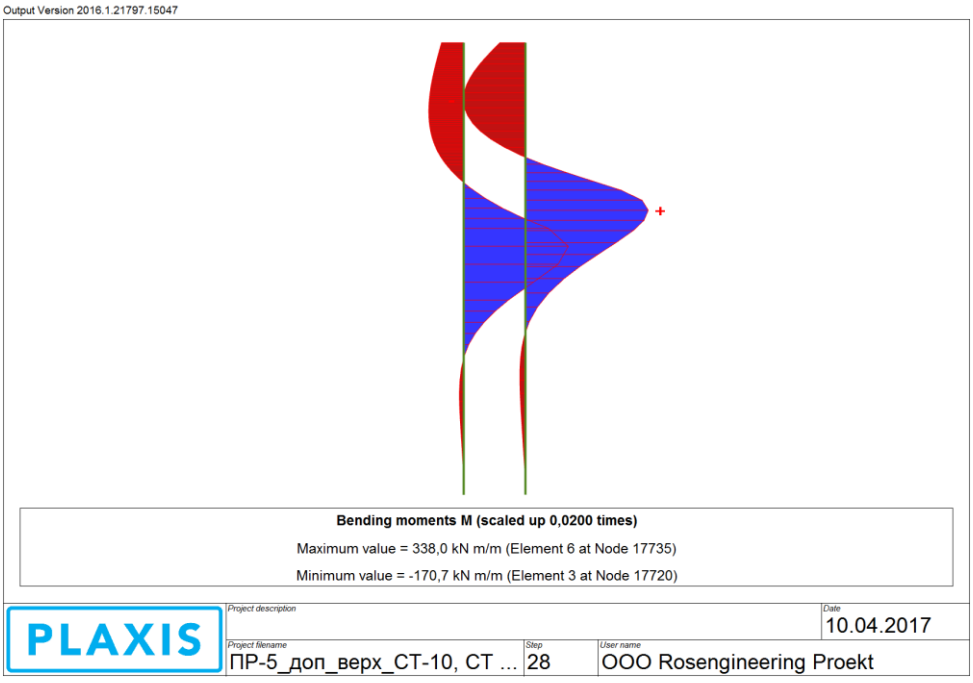


Рис. 6.437. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

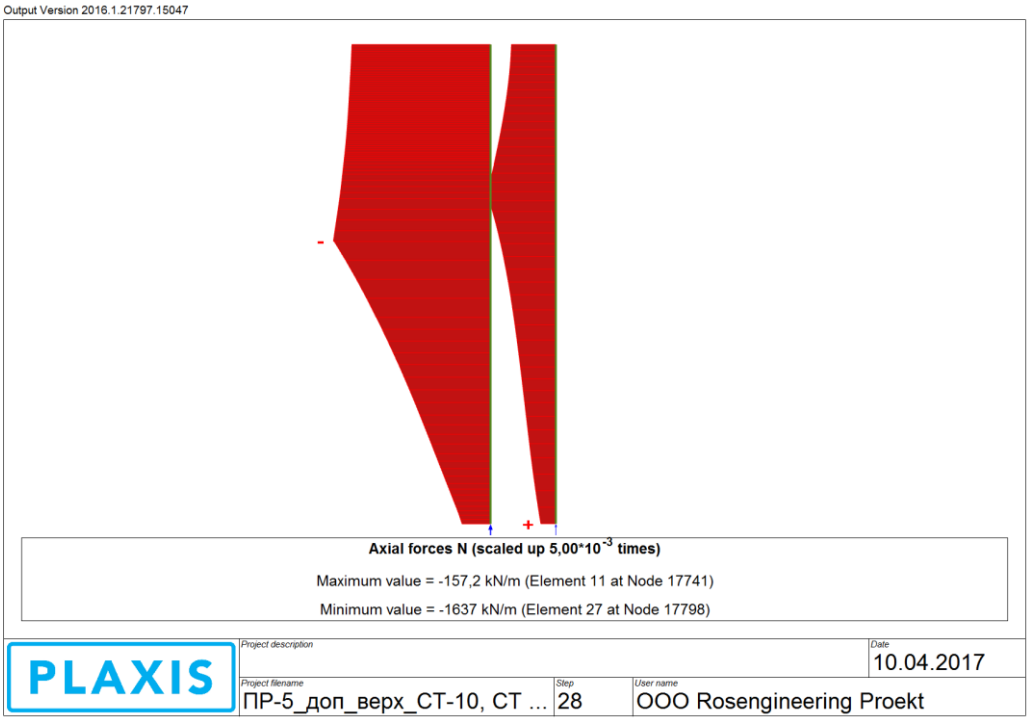


Рис. 6.438. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.103. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/4 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-500,6	86,7	40,1
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-211,1	103,4	47,9

Таблица 6.104. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-10/4 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(н)	134,6	3,0	103/78	15,0
A2(в)	142,3	2,0	103/51	24,0

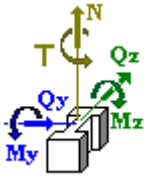
Расчет конструкции свай СТ-7/1 по разрезу 8-8 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

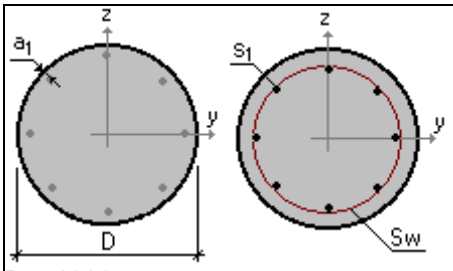
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

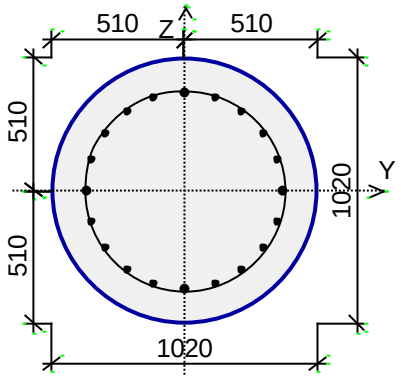
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-223,3	57,5	24,9	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,149
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,339
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,133
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,508
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,508 - Прочность по наклонному сечению

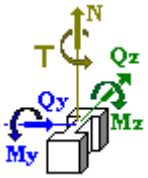
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

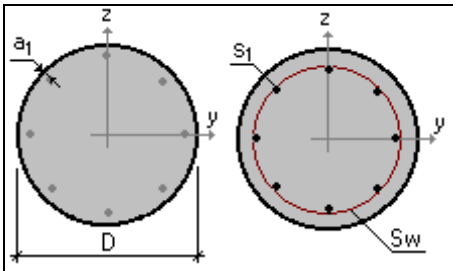
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

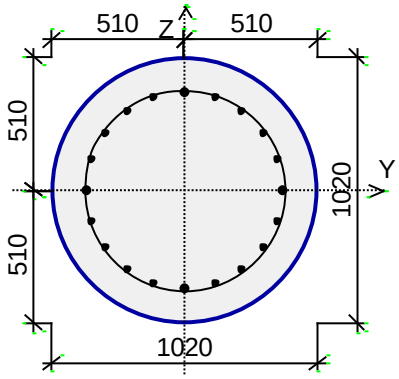
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-302,7	107,1	50,3	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,16
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,462
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,24
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,961
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,961 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

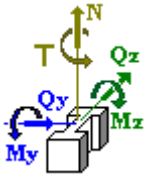
Расчет конструкции свай СТ-10/4 по разрезу 8-8 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

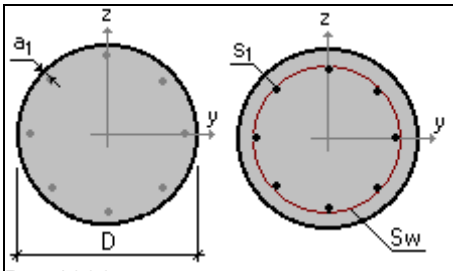
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

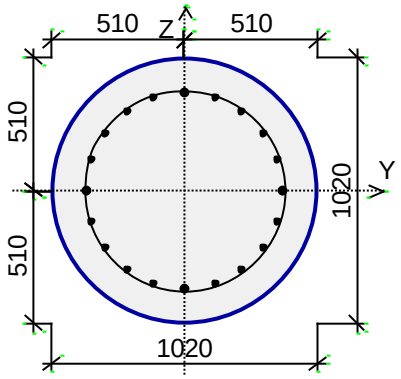
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм
Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-173,1	42,1	28	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,116
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,254
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,156
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,597
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,597 - Прочность по наклонному сечению

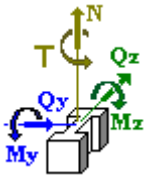
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

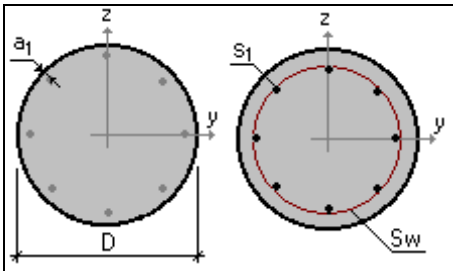
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

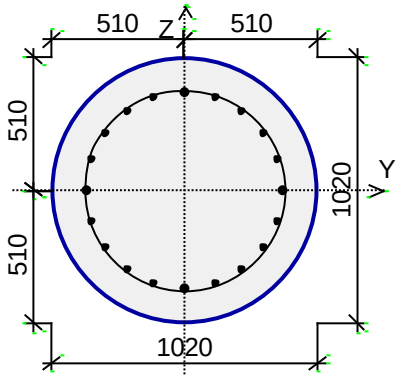
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-211,1	81,1	47,9	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,112
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,342
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,237
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,949
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,949 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-7/1 по разрезу 8-8 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

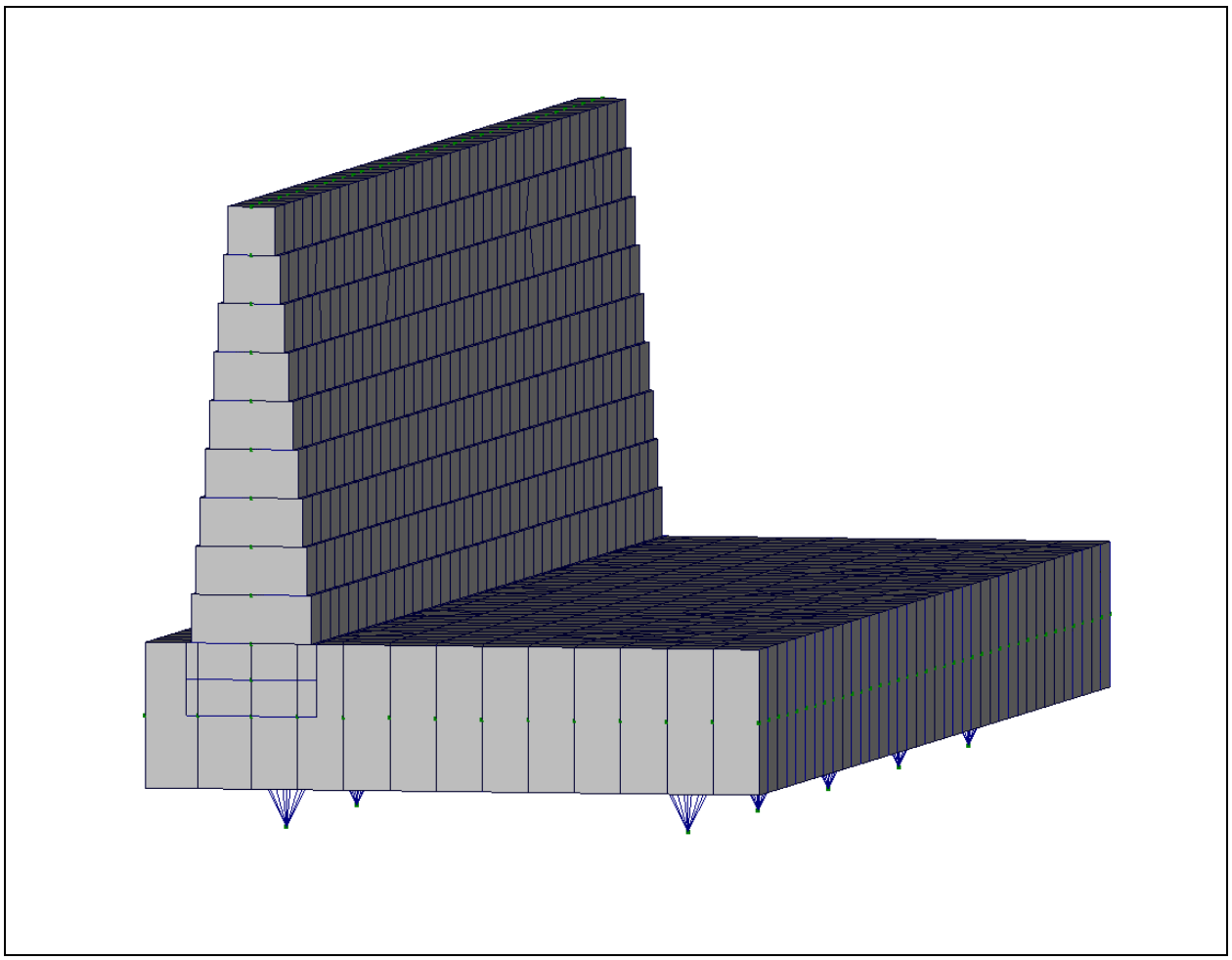


Рис. 6.439. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

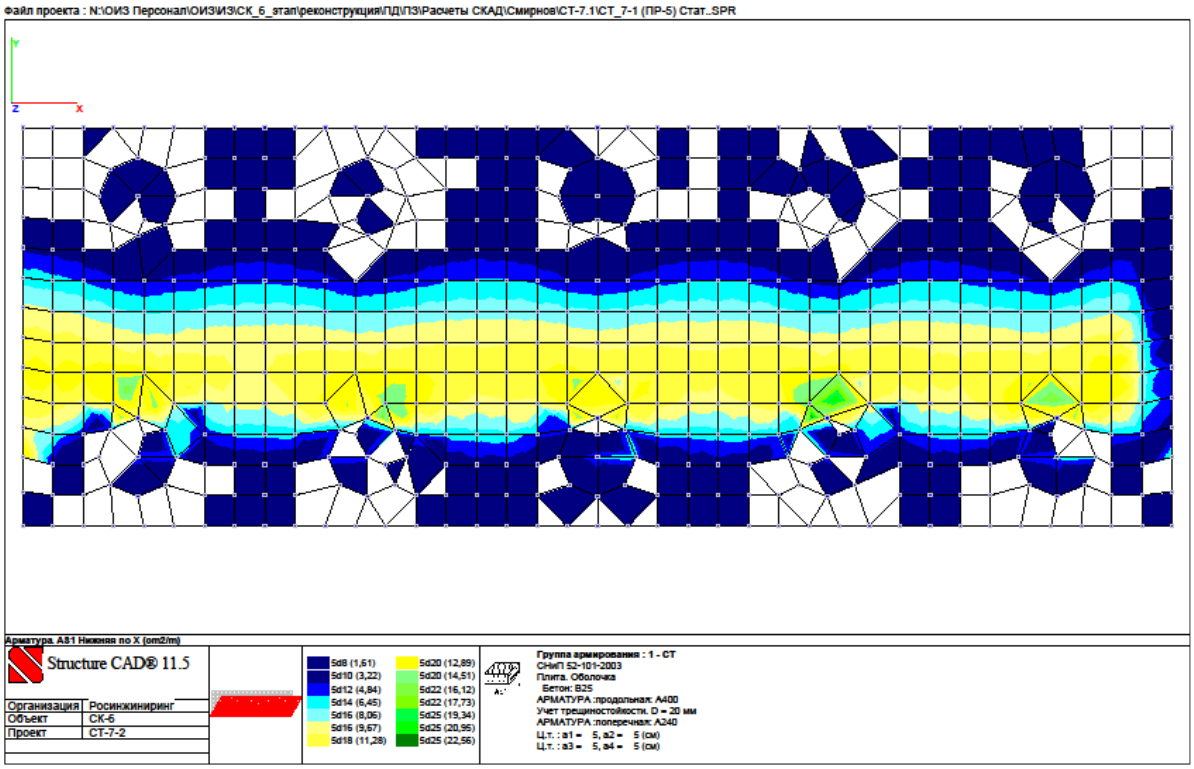


Рис. 6.440. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

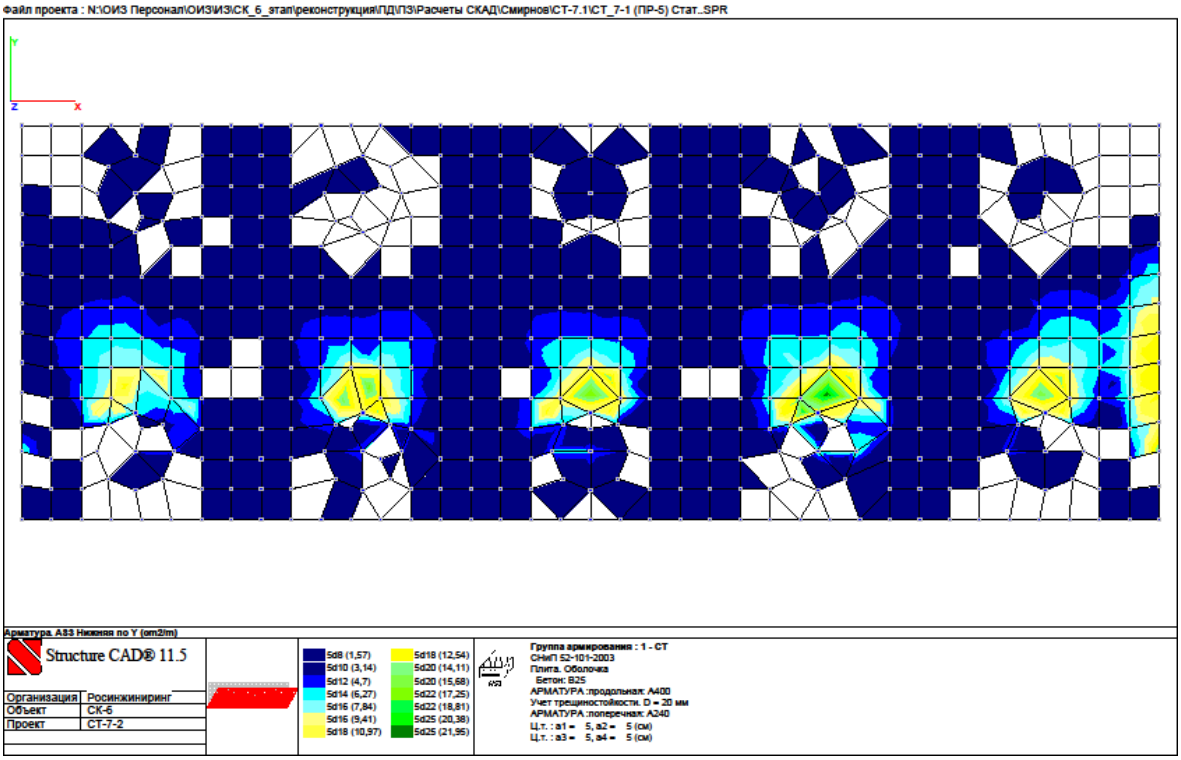


Рис. 6.441. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

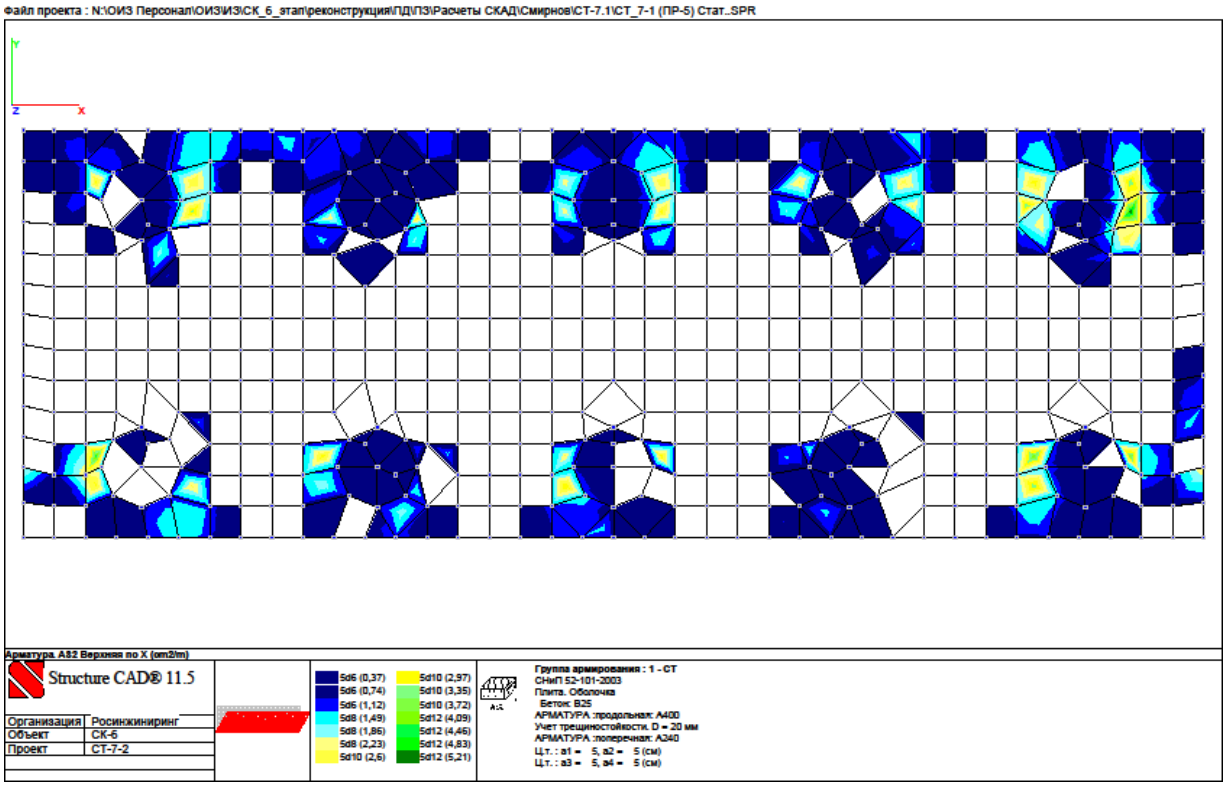


Рис. 6.442. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

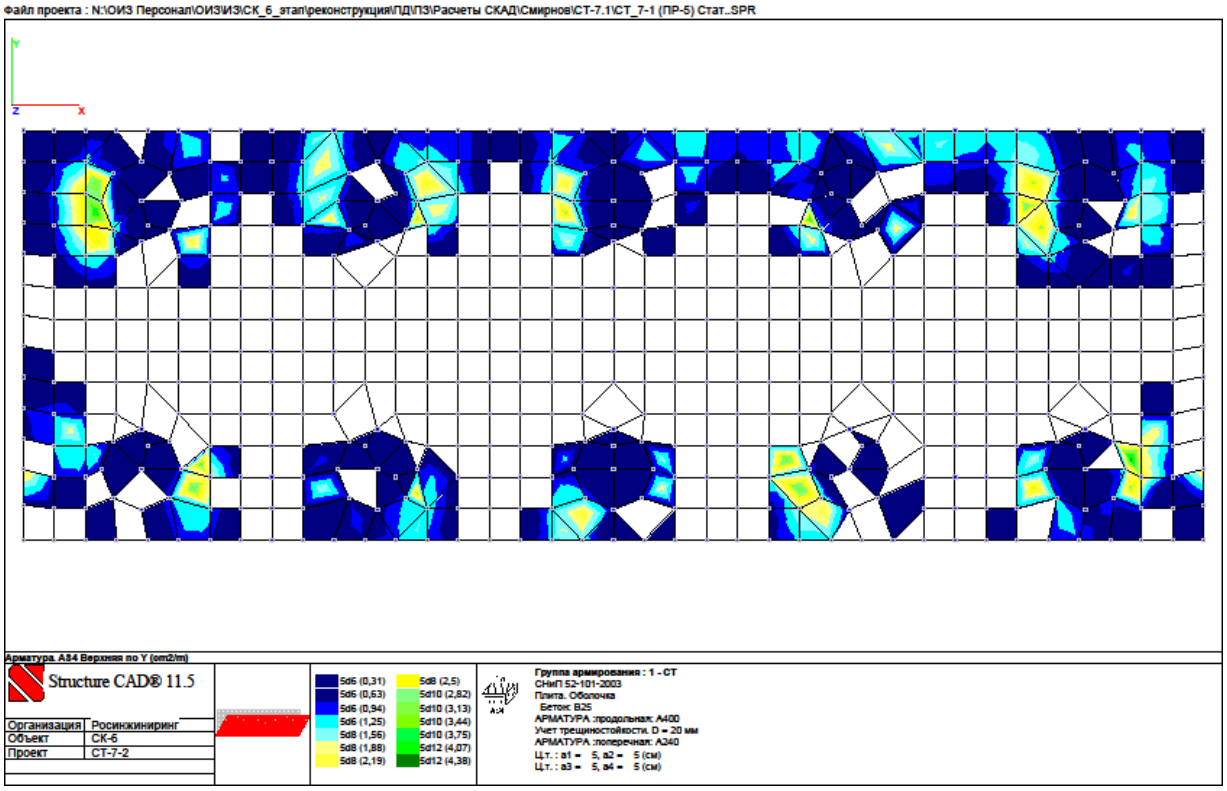


Рис. 6.443. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

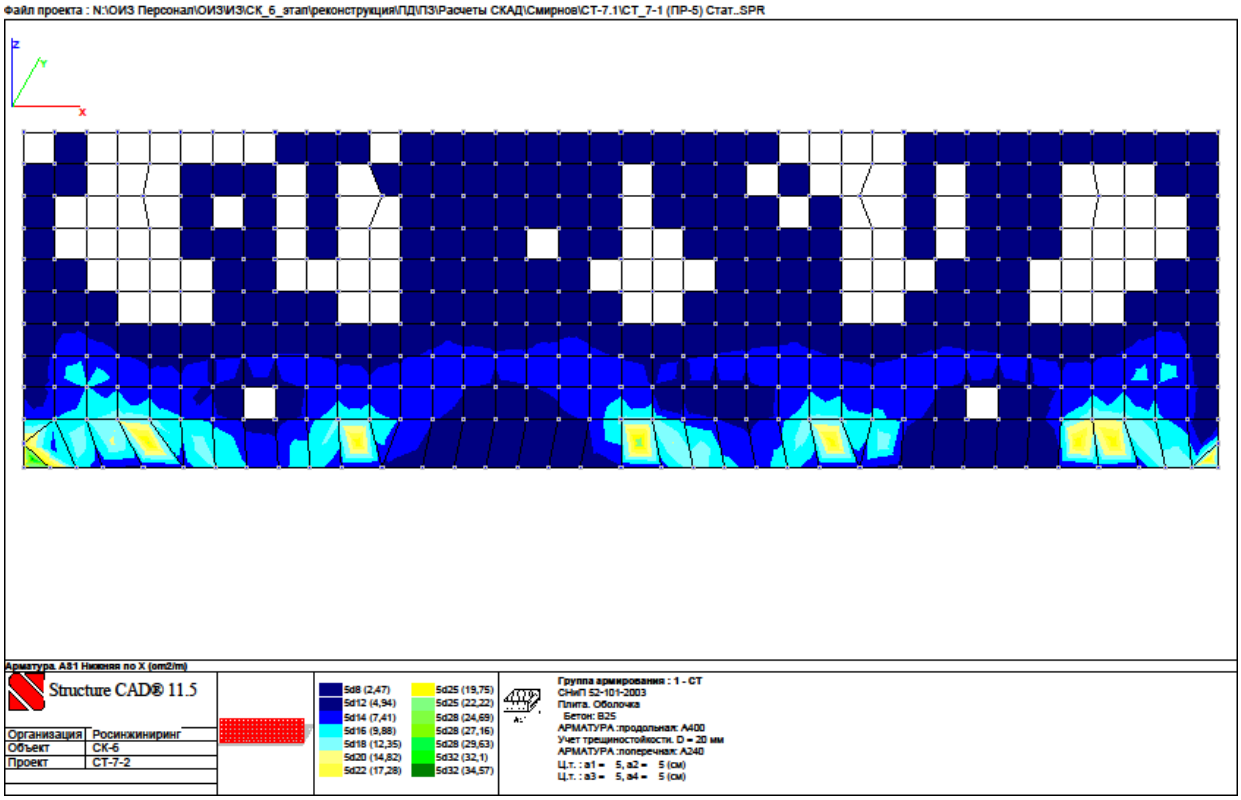


Рис. 6.444. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

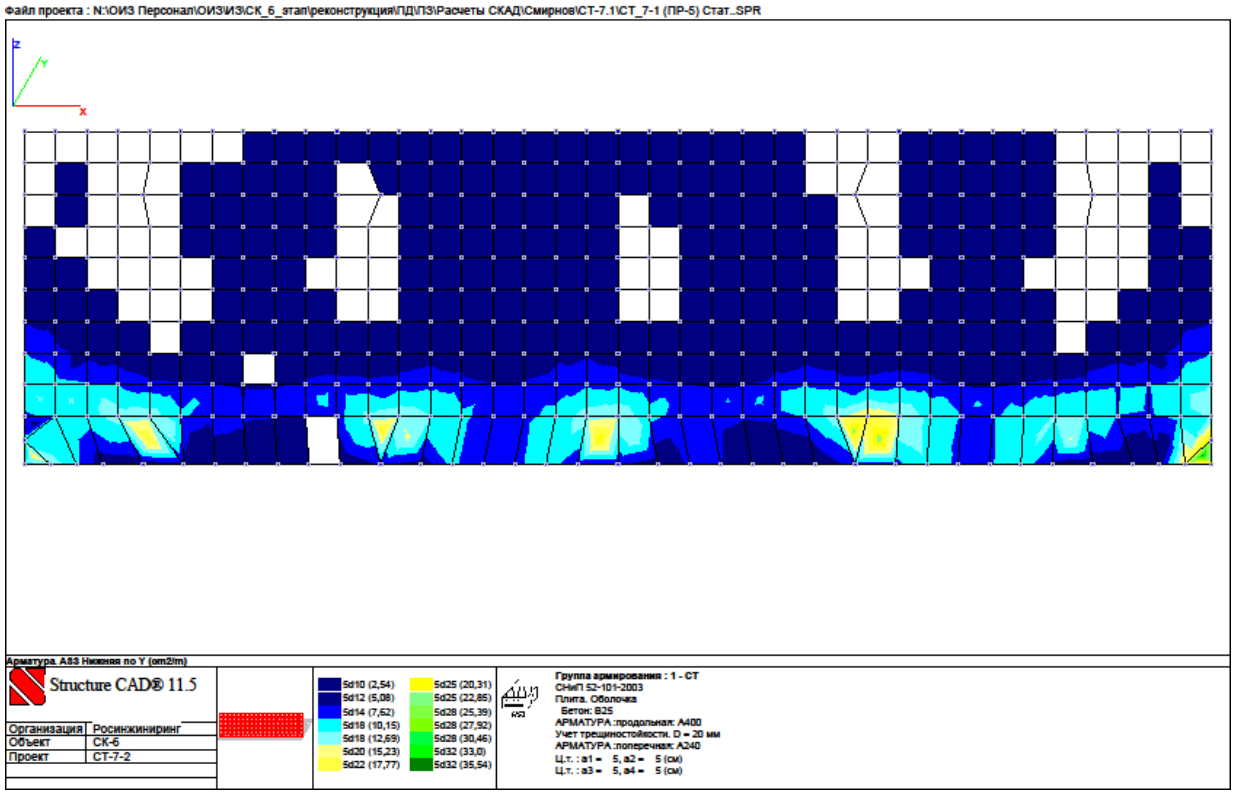


Рис. 6.445. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

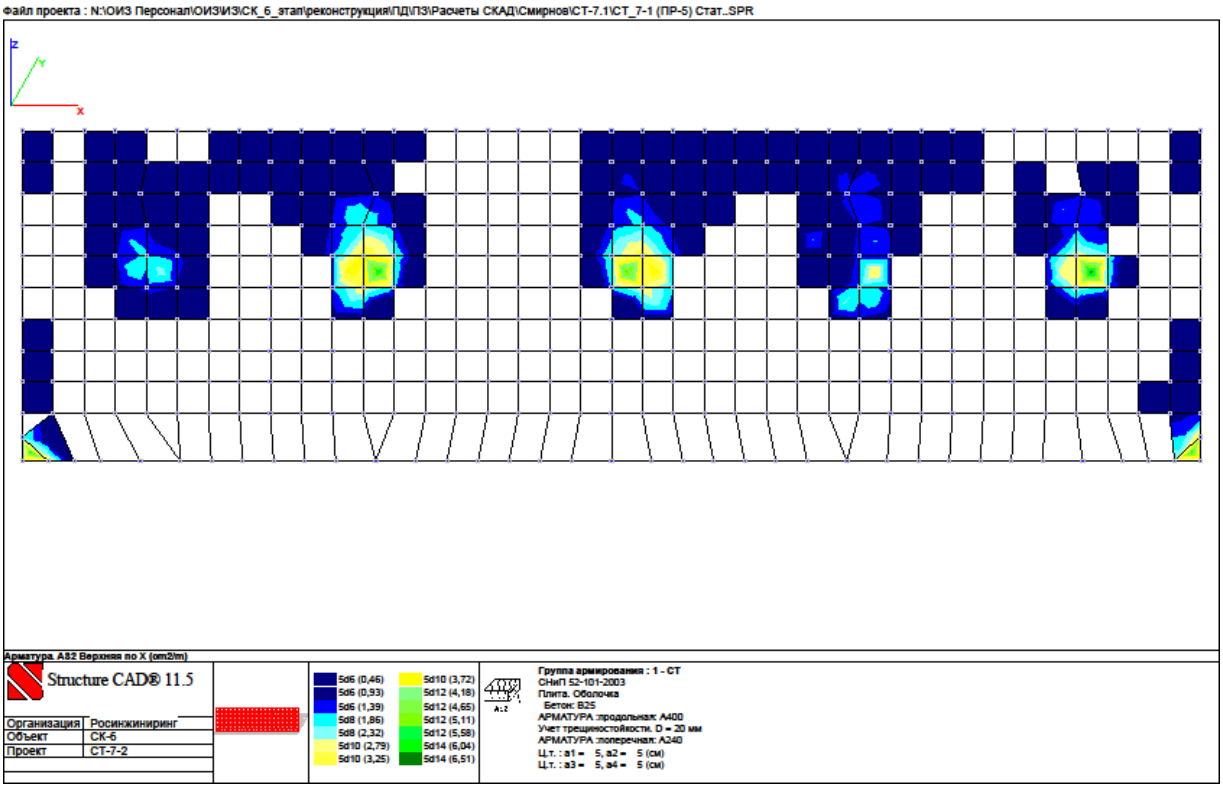


Рис. 6.446. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

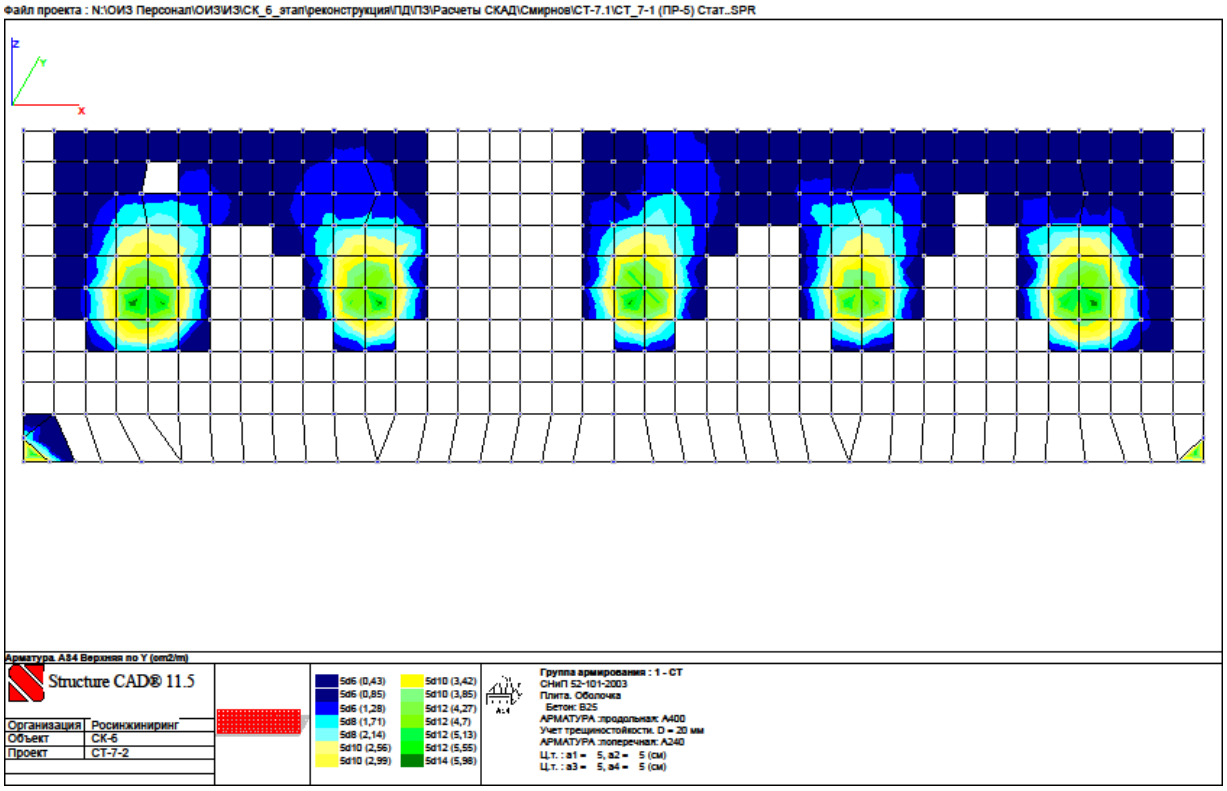


Рис. 6.447. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

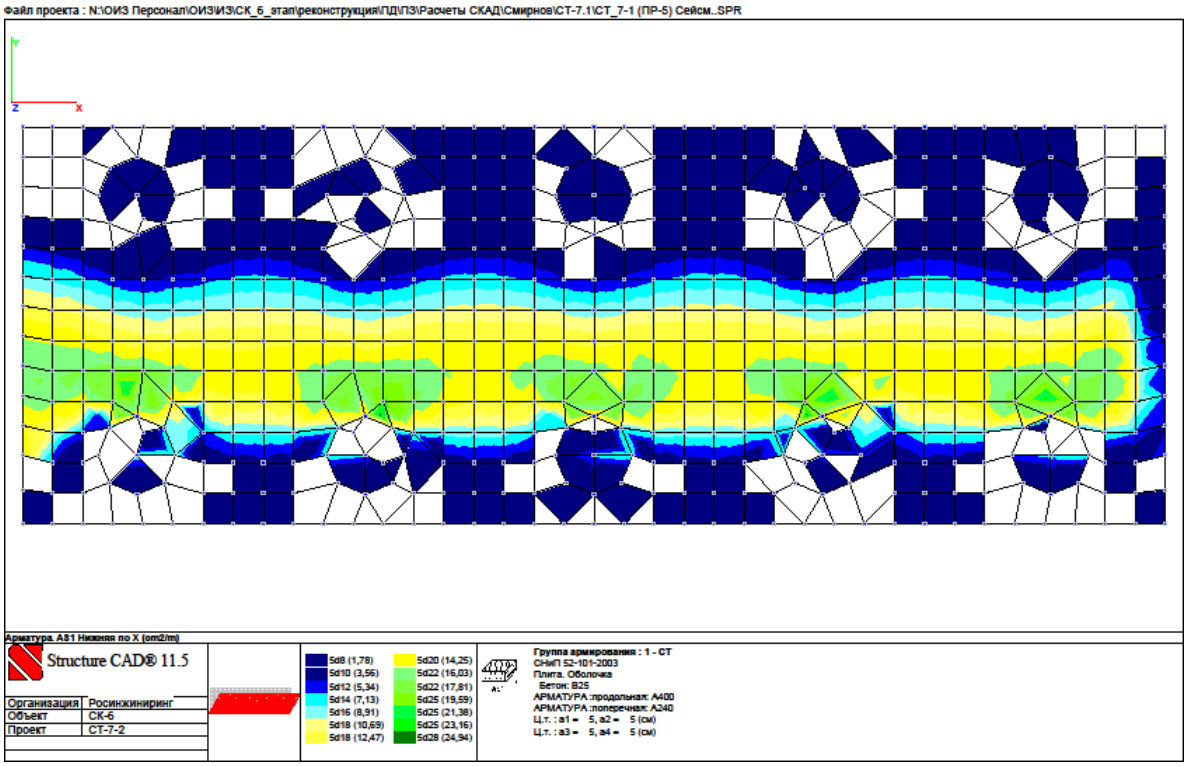


Рис. 6.448. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

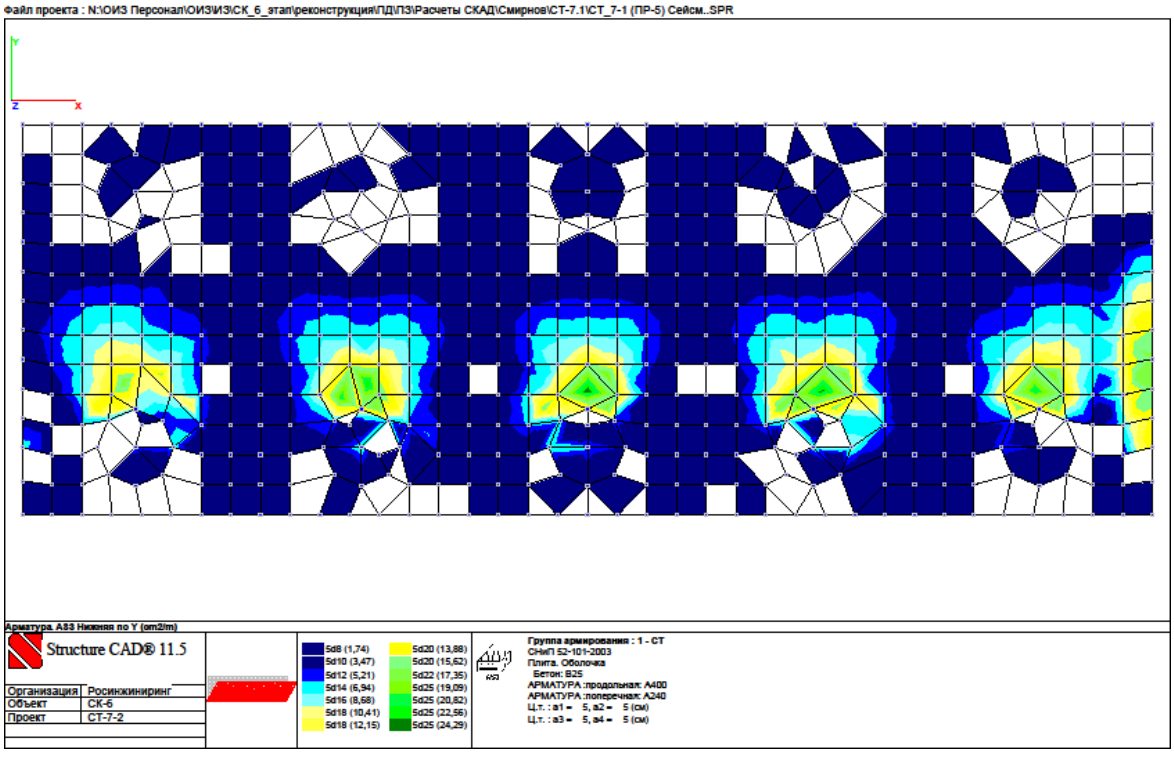


Рис. 6.449. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

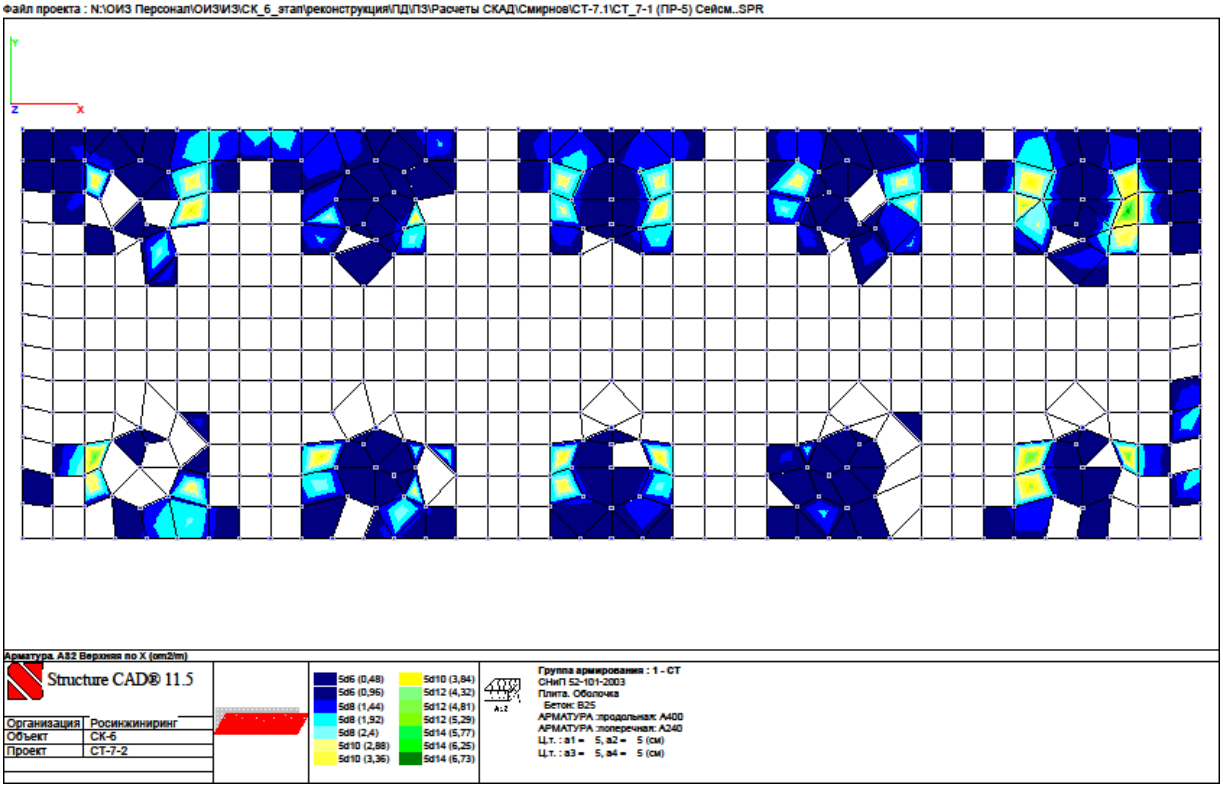


Рис. 6.450. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

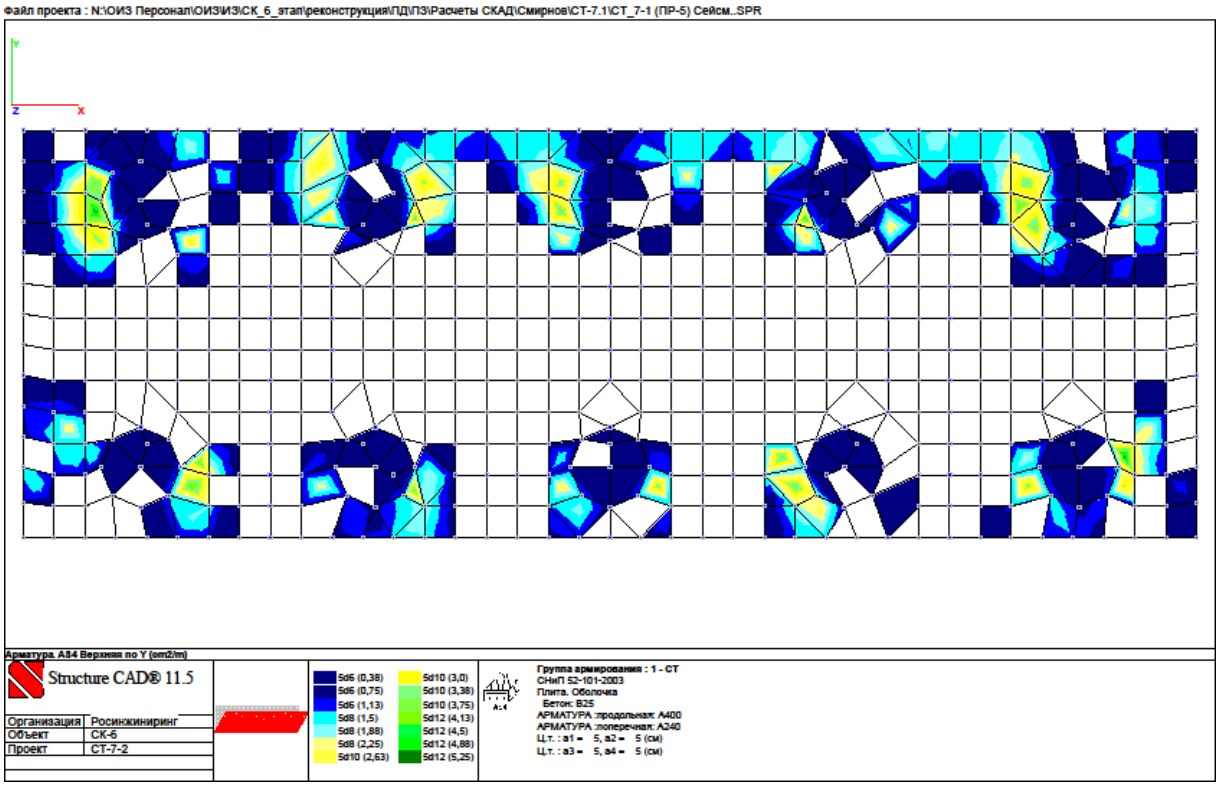


Рис. 6.451. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

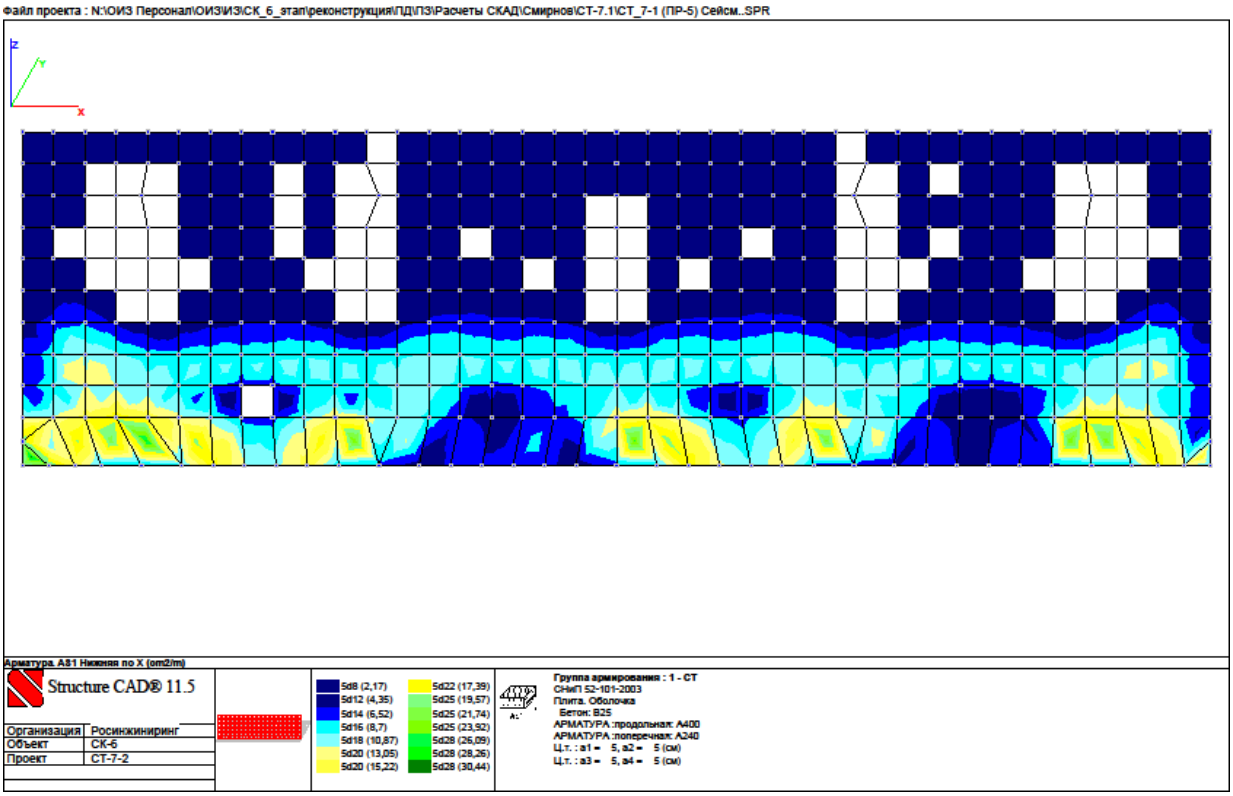


Рис. 6.452. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

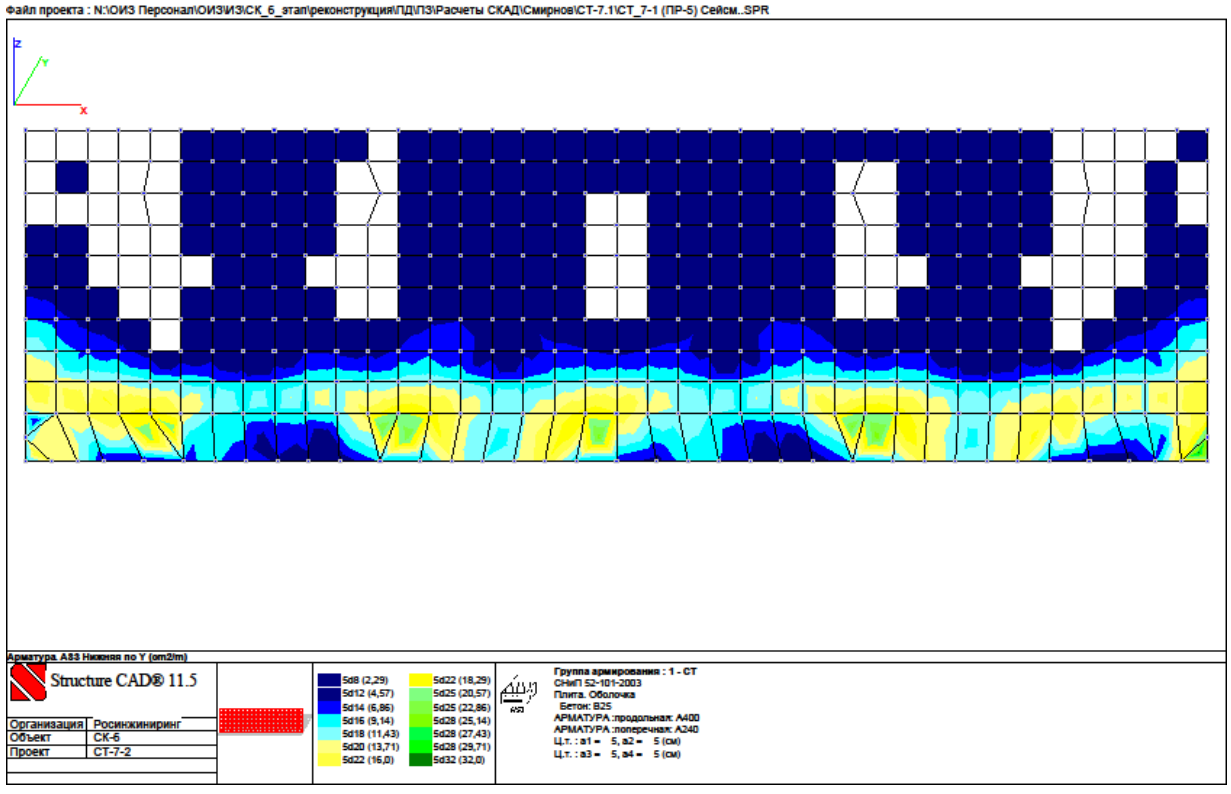


Рис. 6.453. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

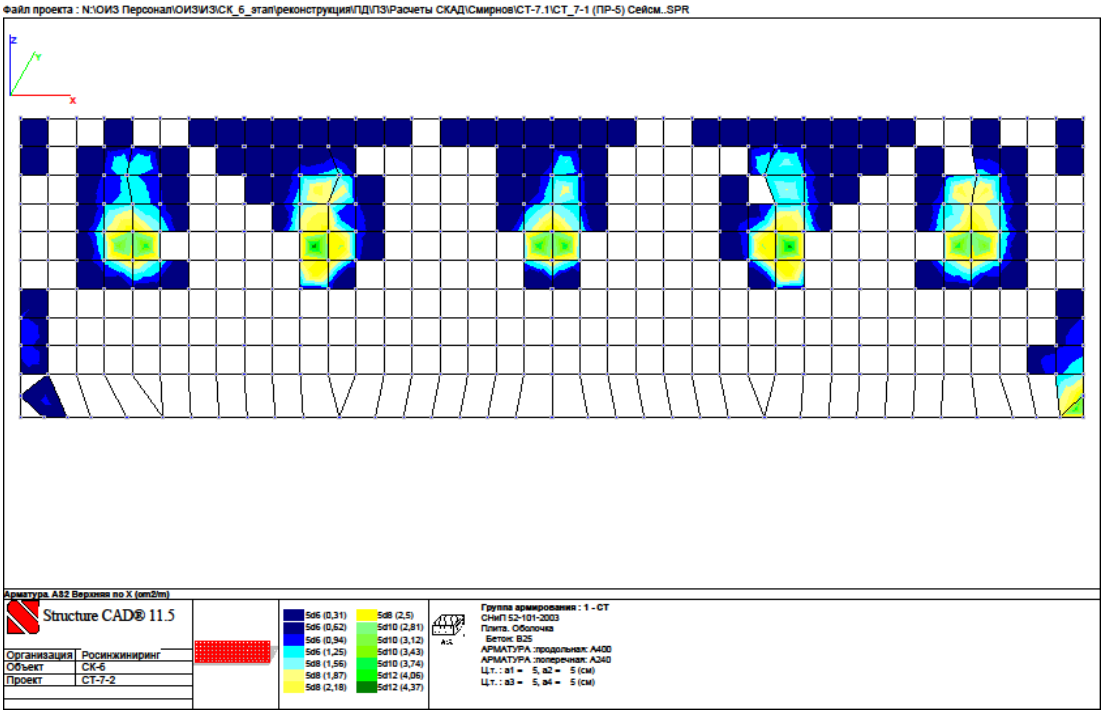


Рис. 6.454. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

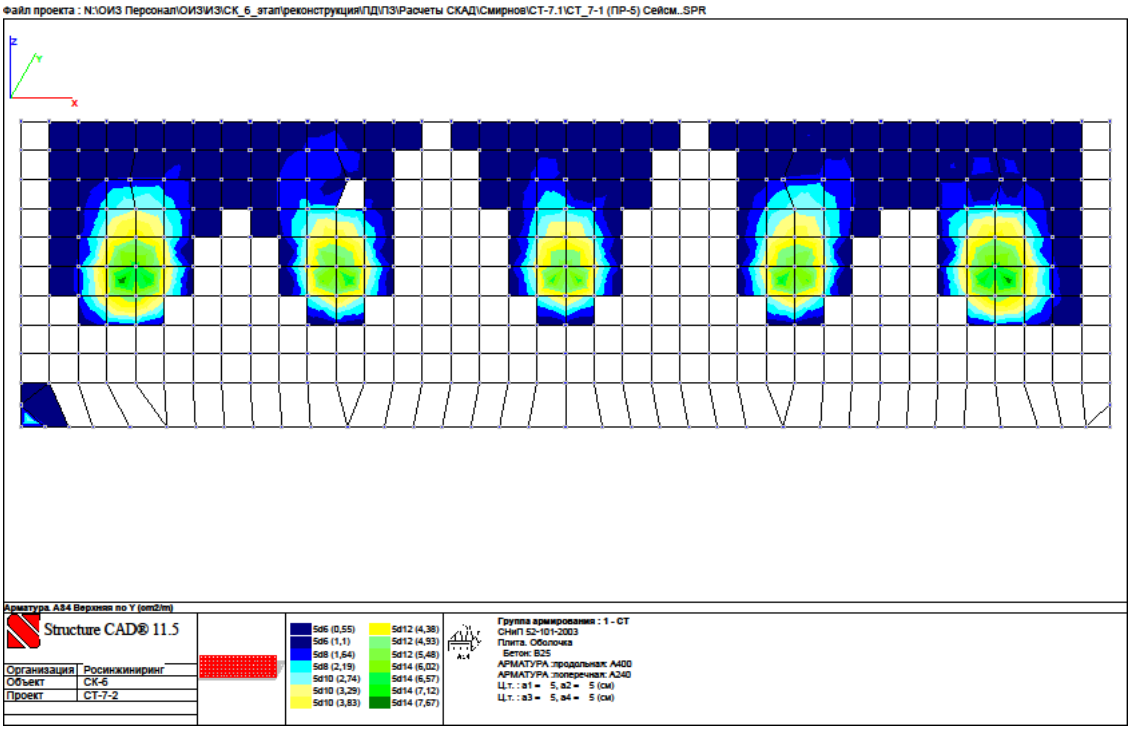


Рис. 6.455. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-10/4 по разрезу 8-8 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

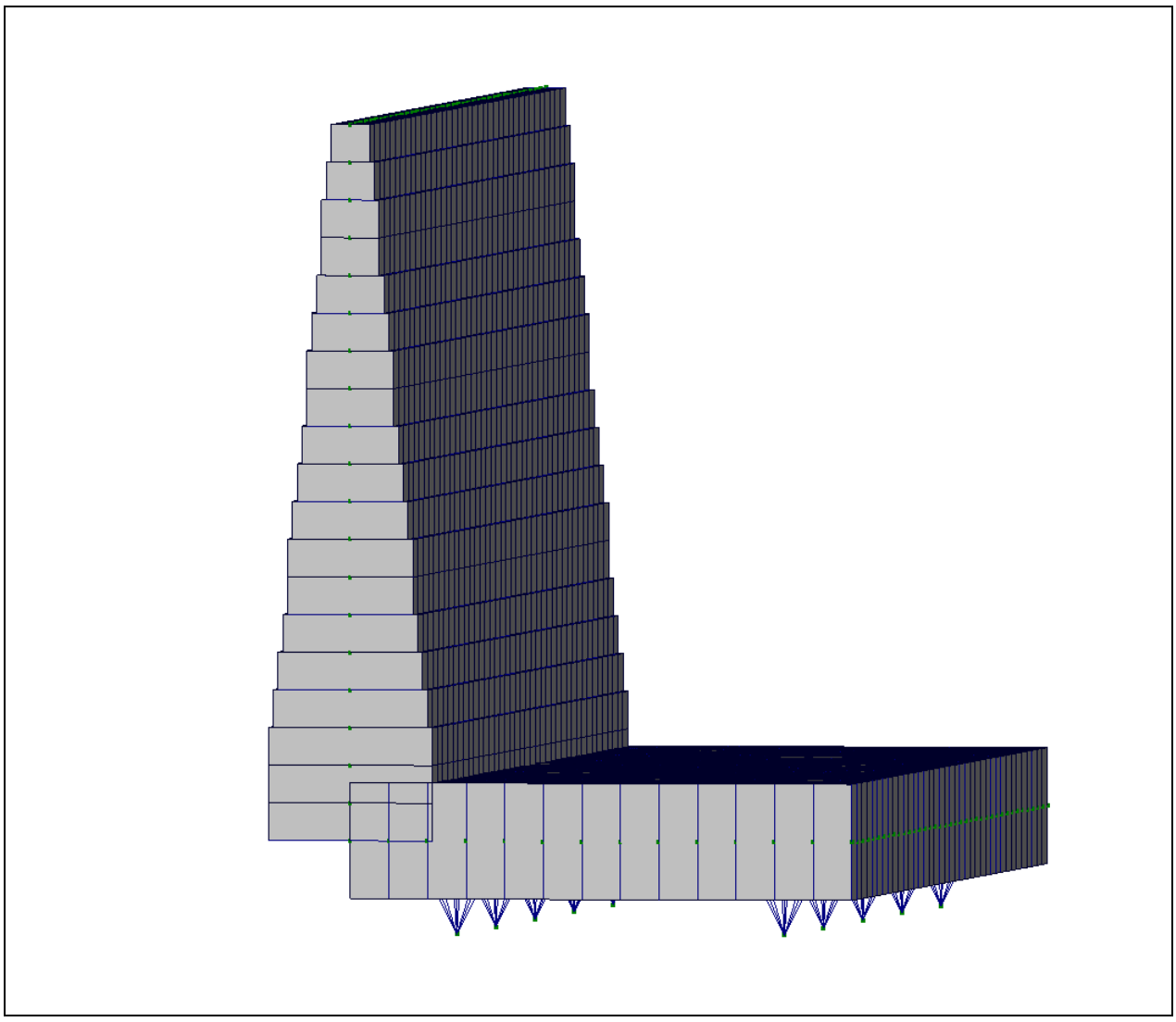


Рис. 6.456. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

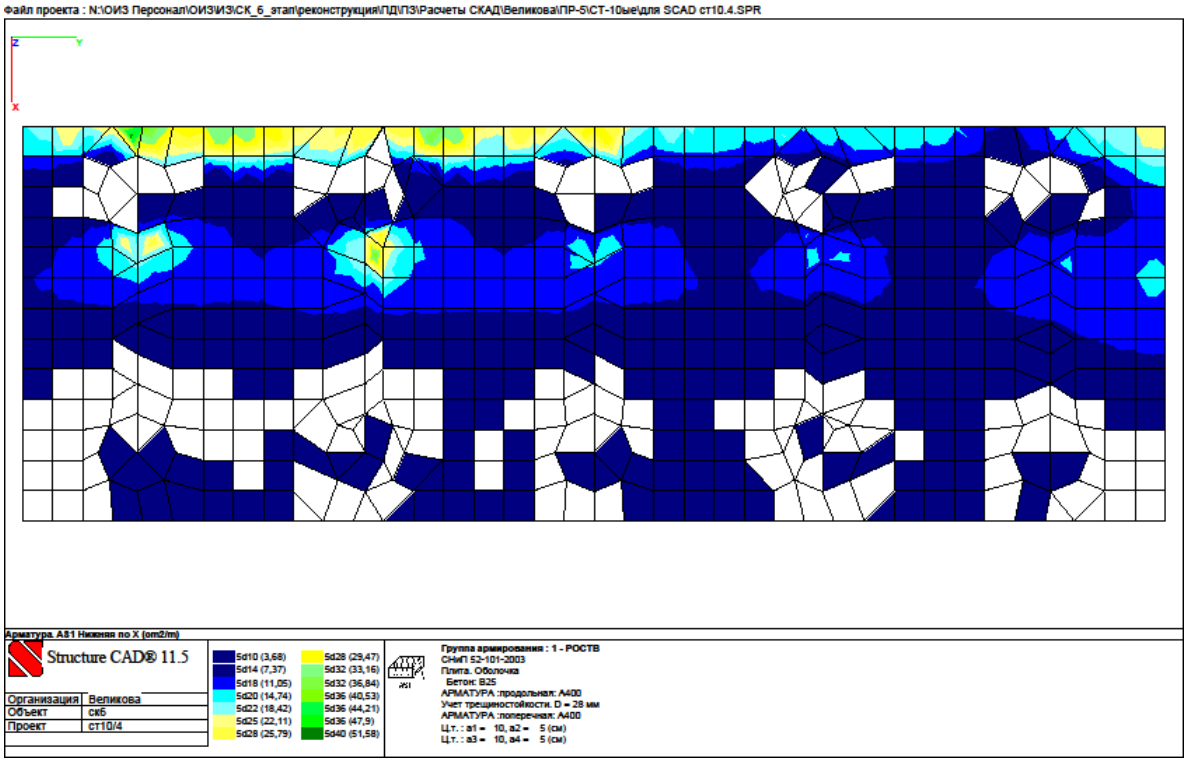


Рис. 6.457. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

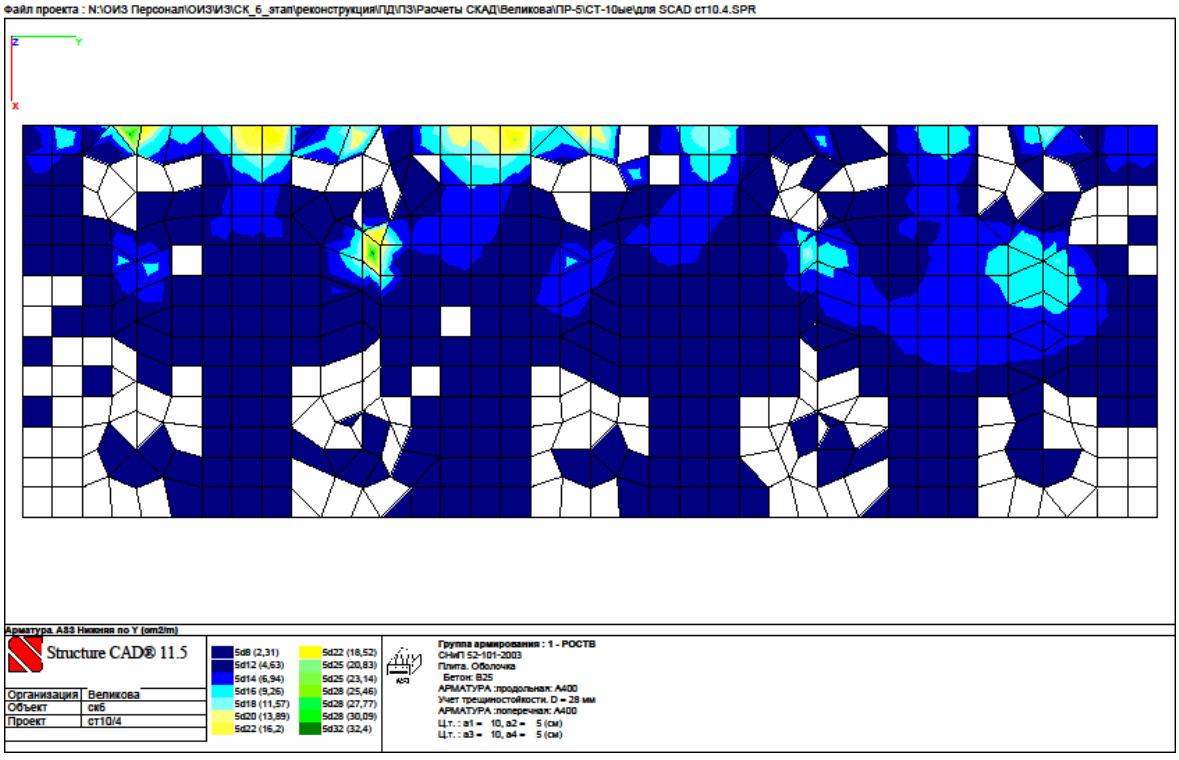


Рис. 6.458. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

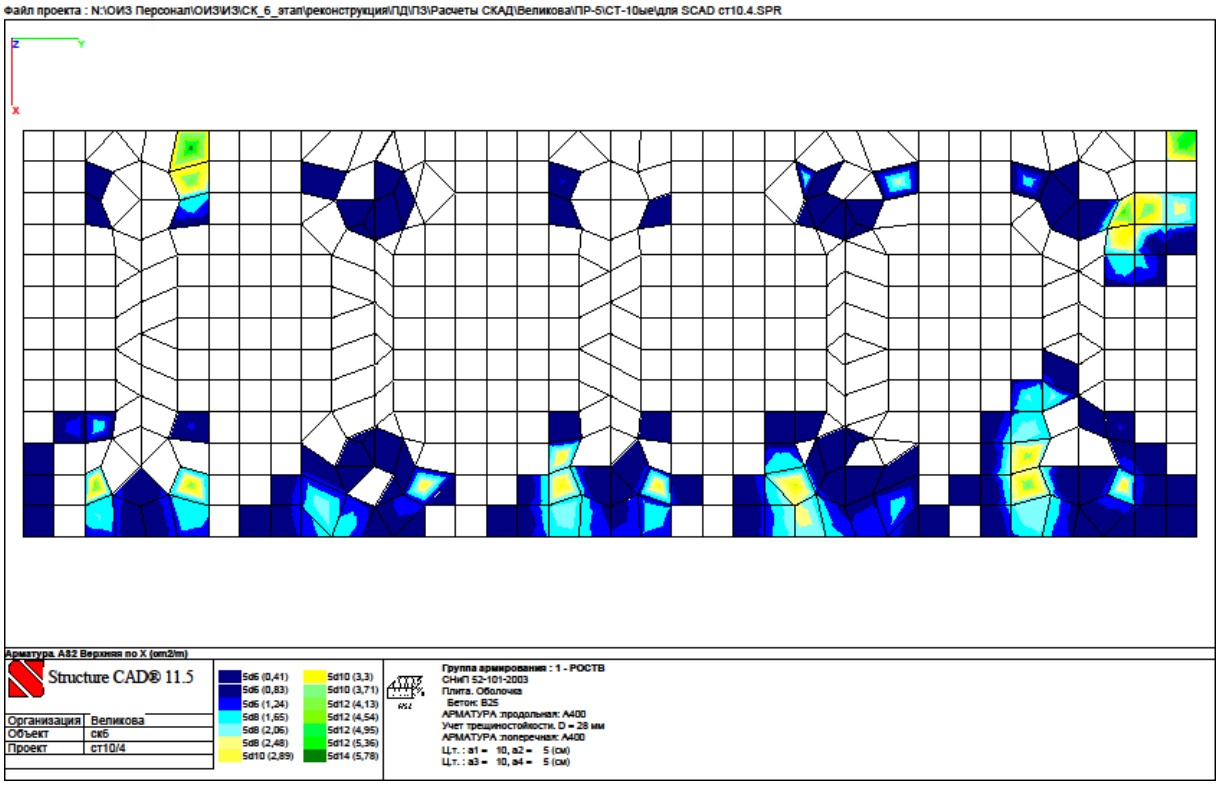


Рис. 6.459. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

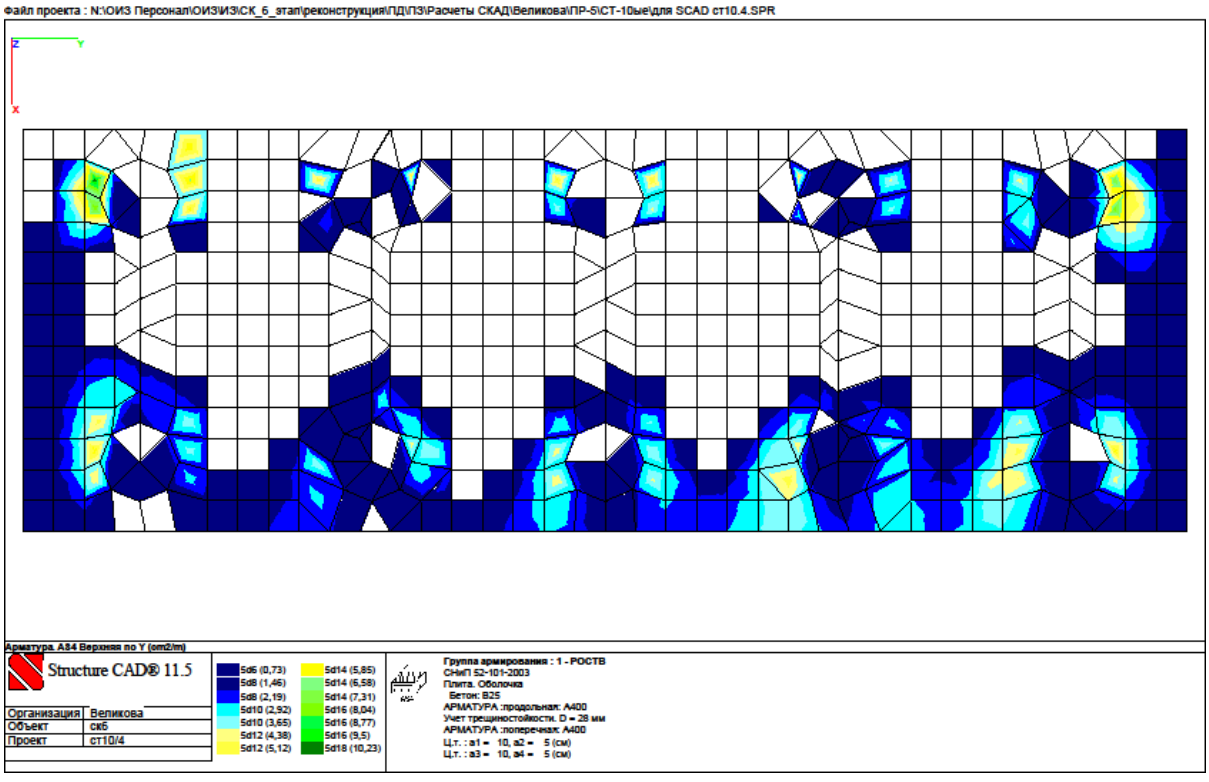


Рис. 6.460. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

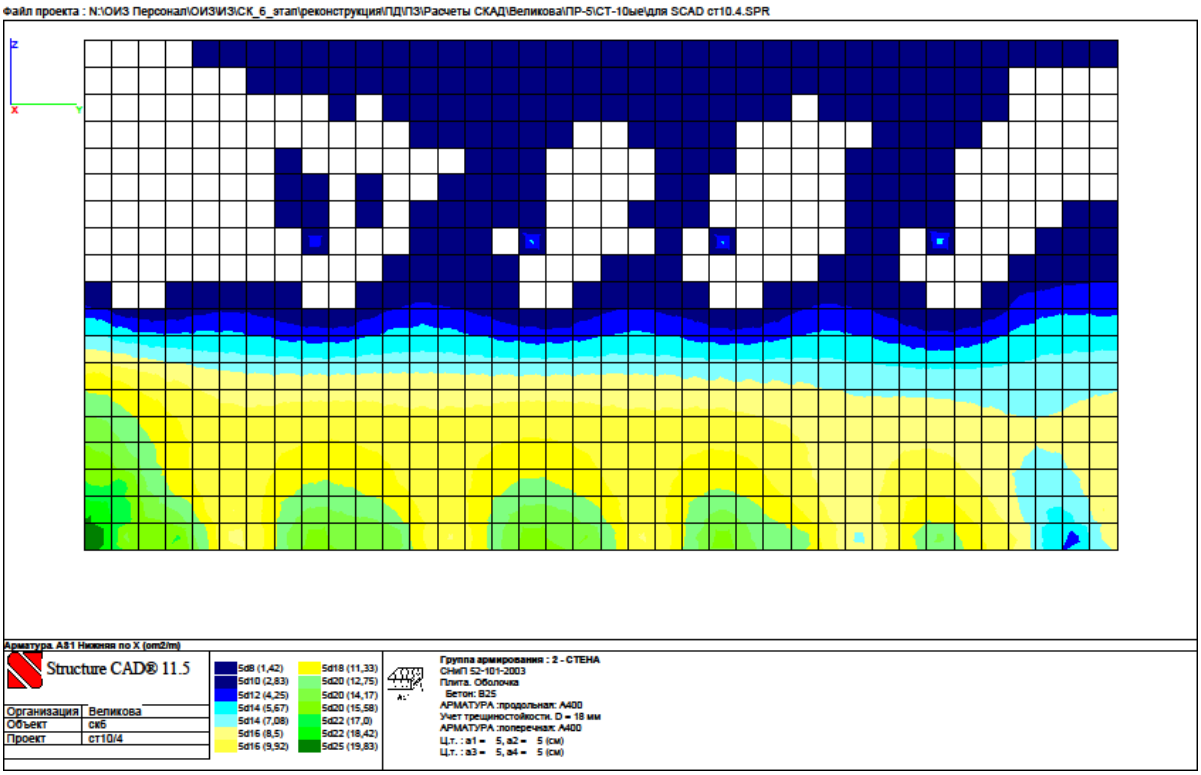


Рис. 6.461. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

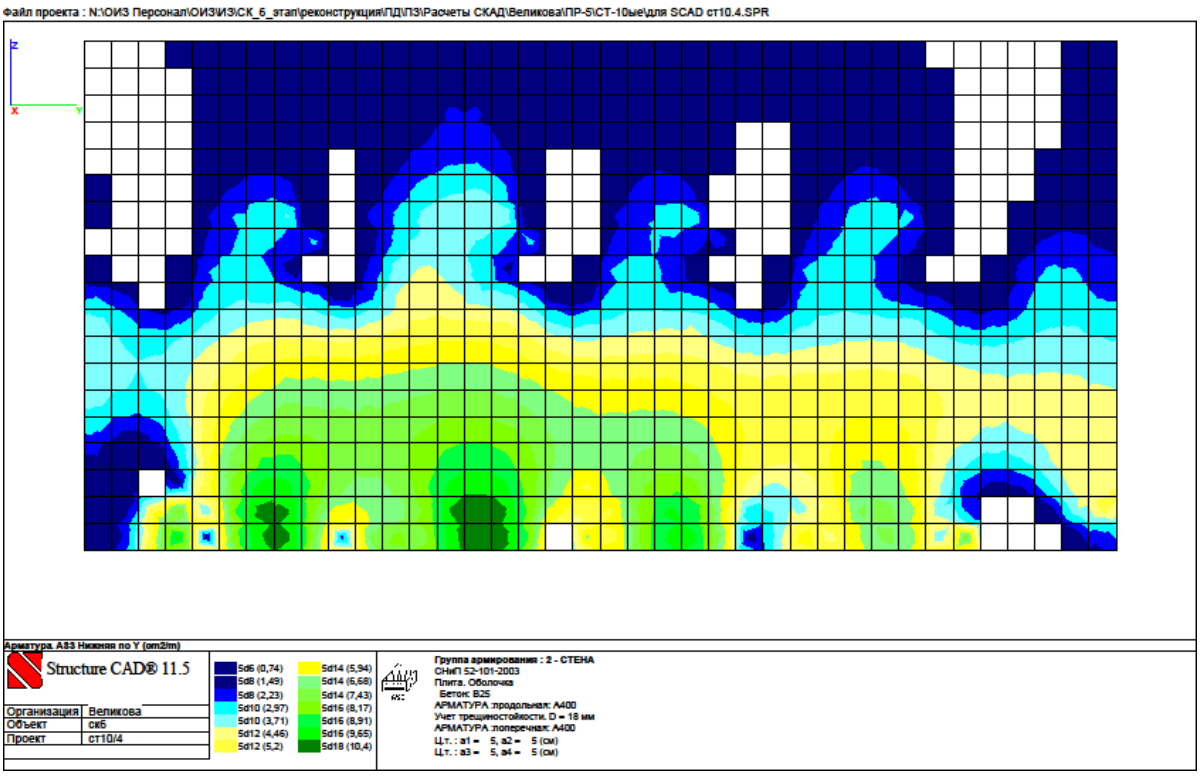


Рис. 6.462. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

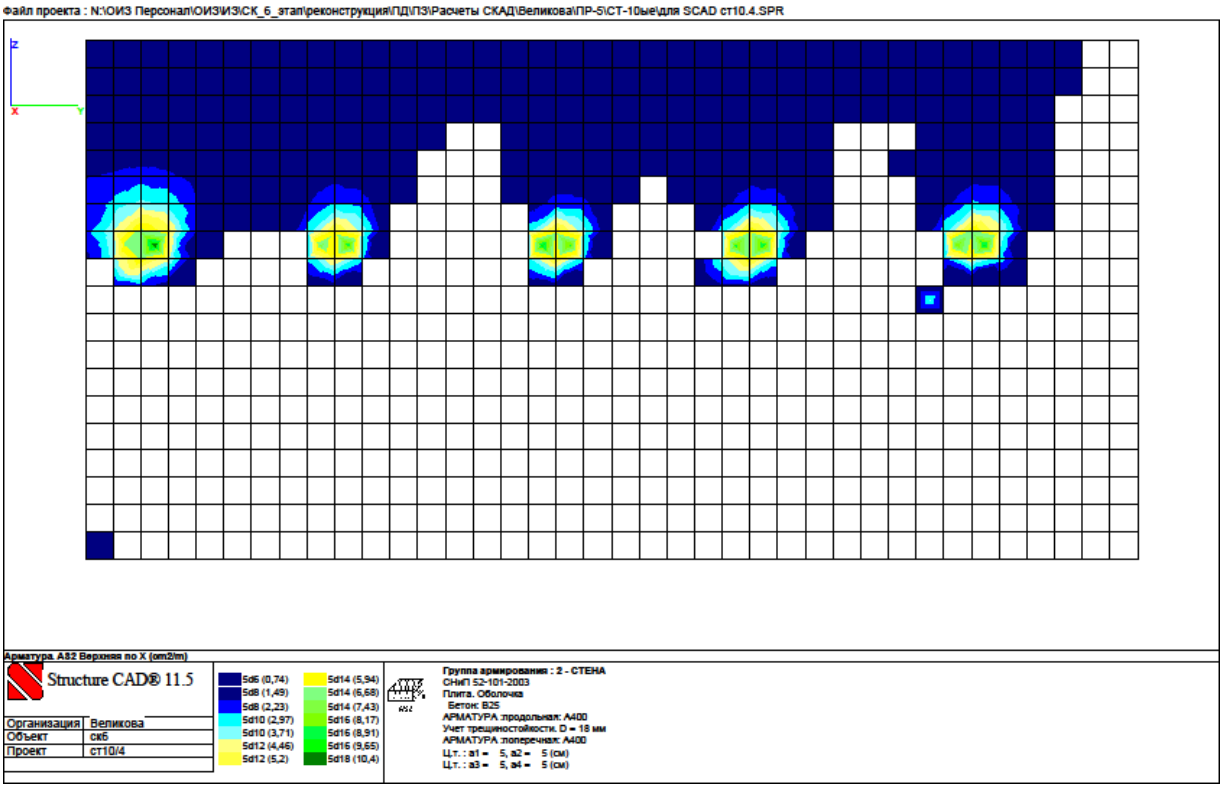


Рис. 6.463. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

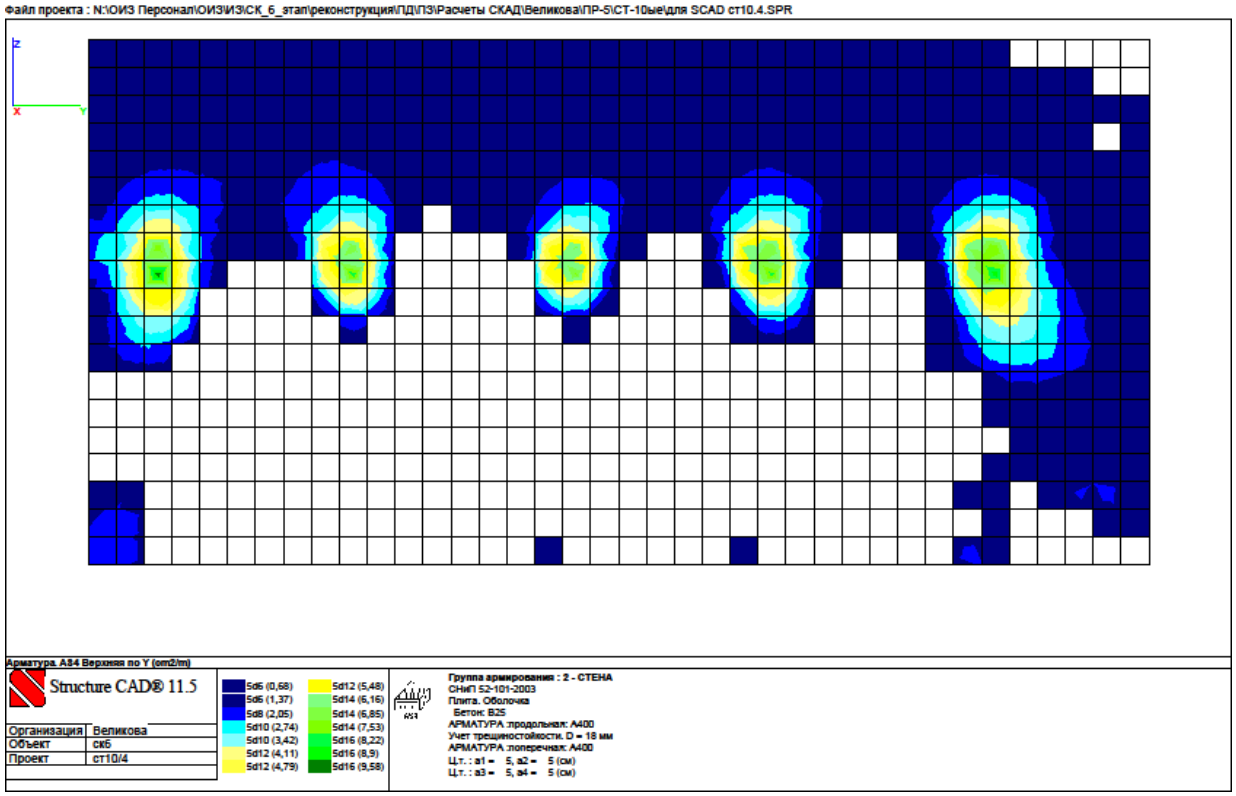


Рис. 6.464. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

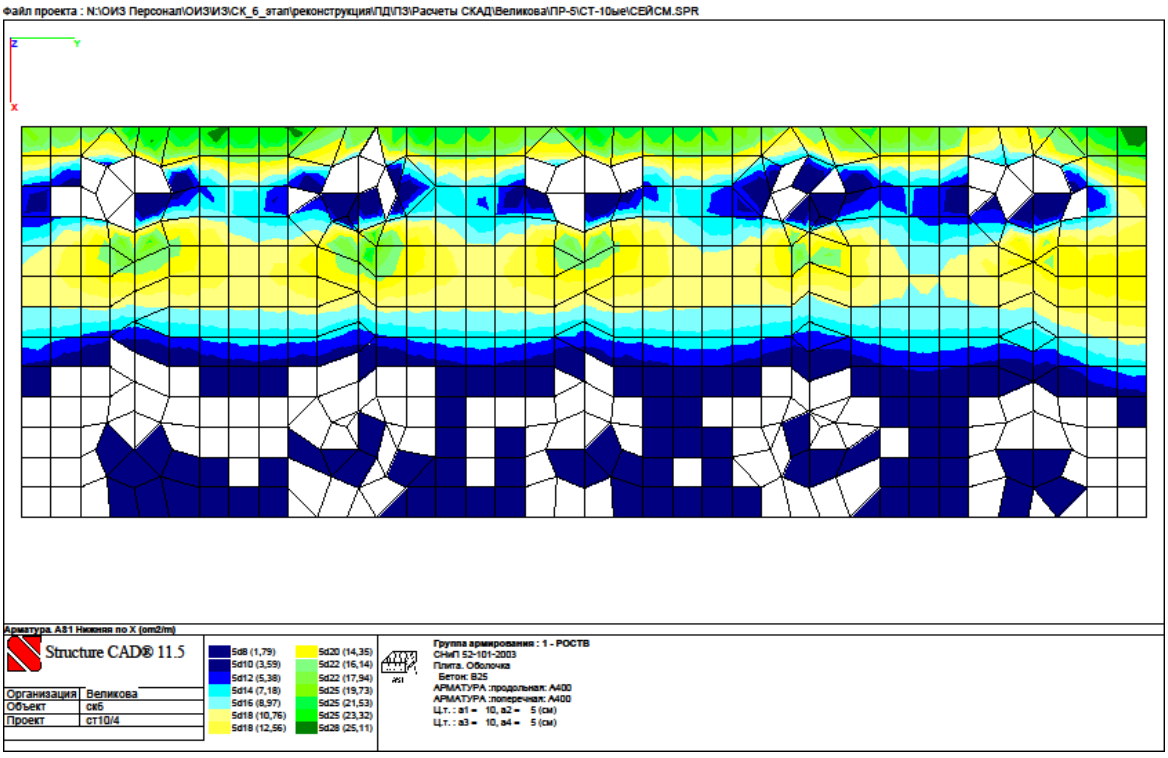


Рис. 6.465. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

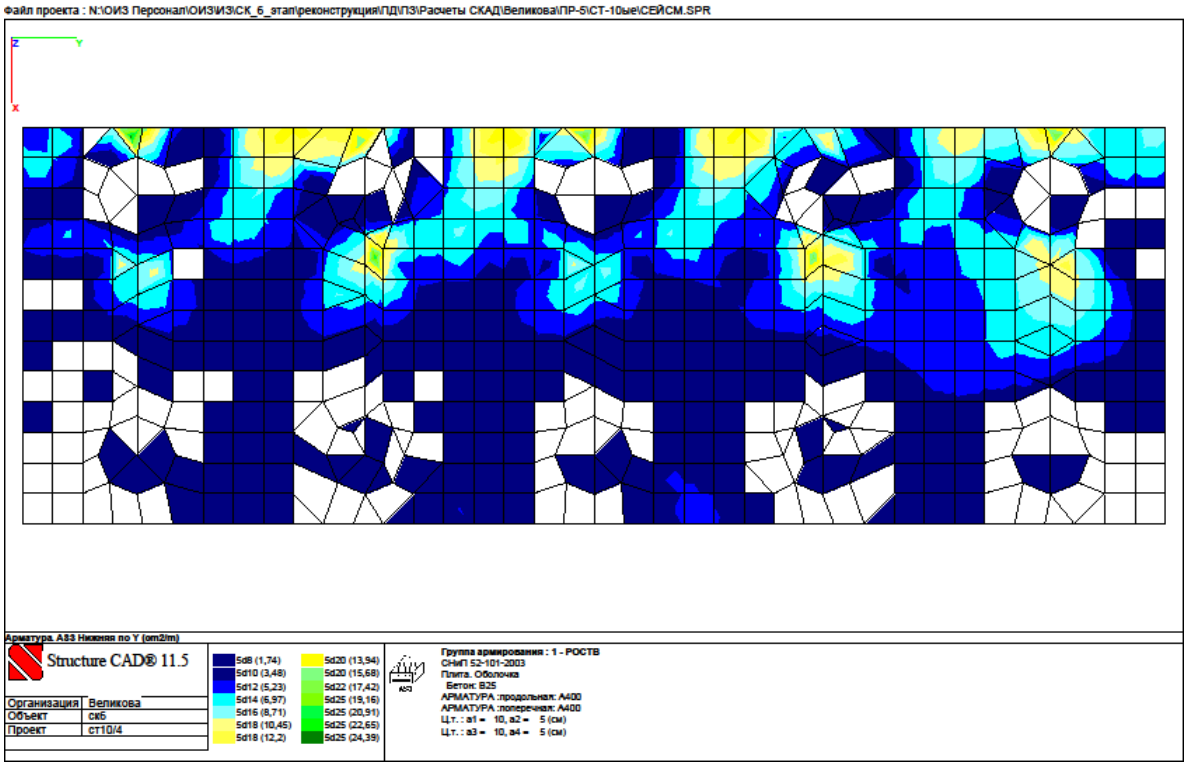


Рис. 6.466. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

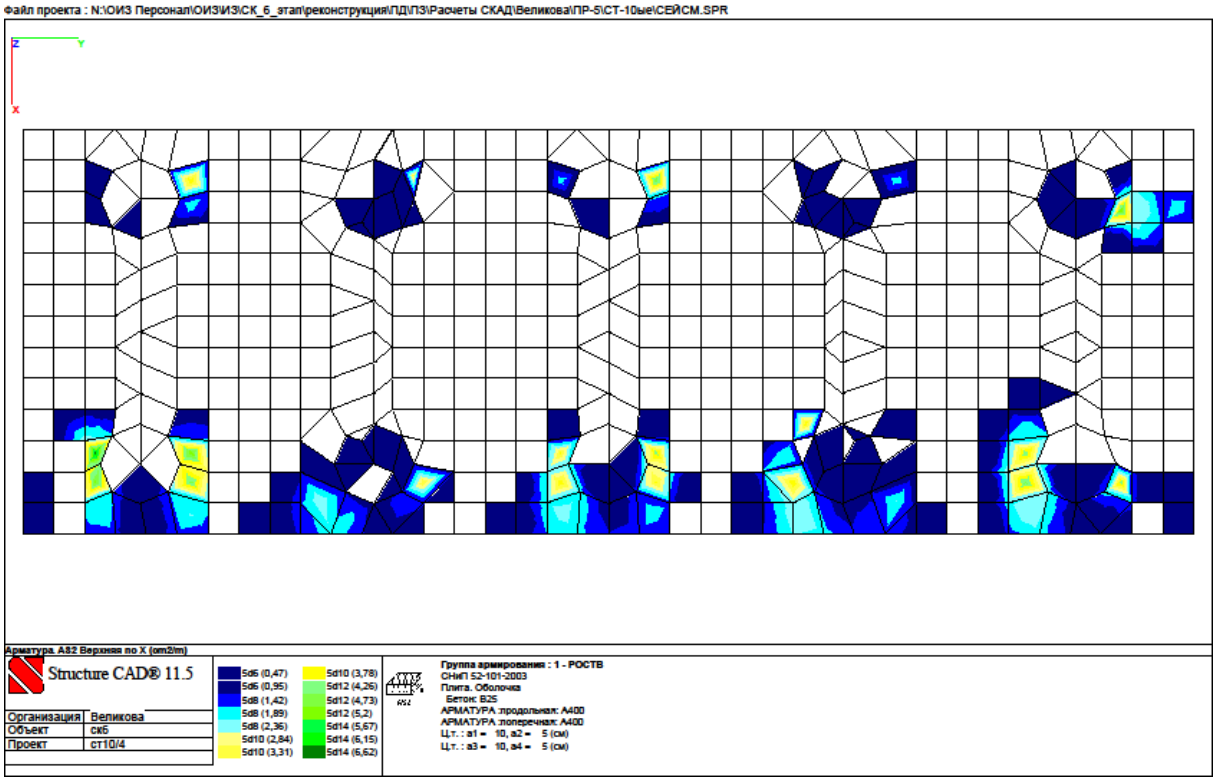


Рис. 6.467. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

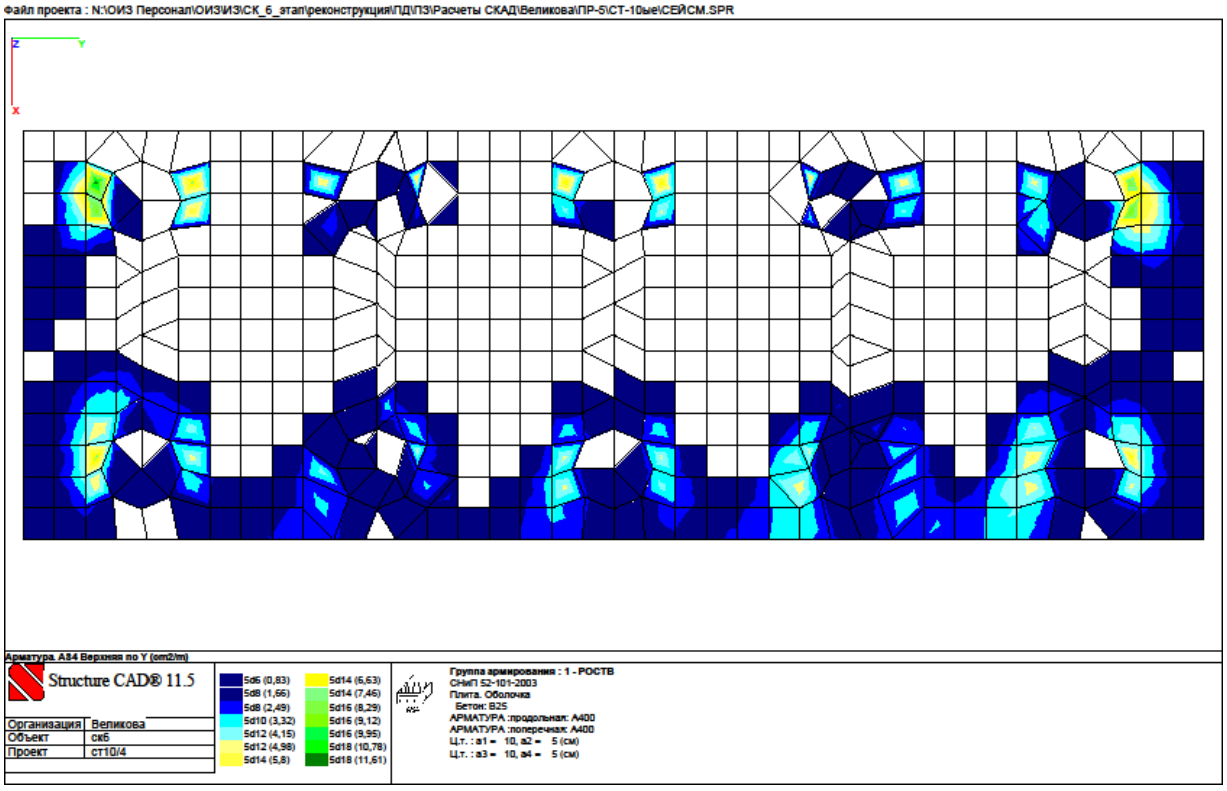


Рис. 6.468. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

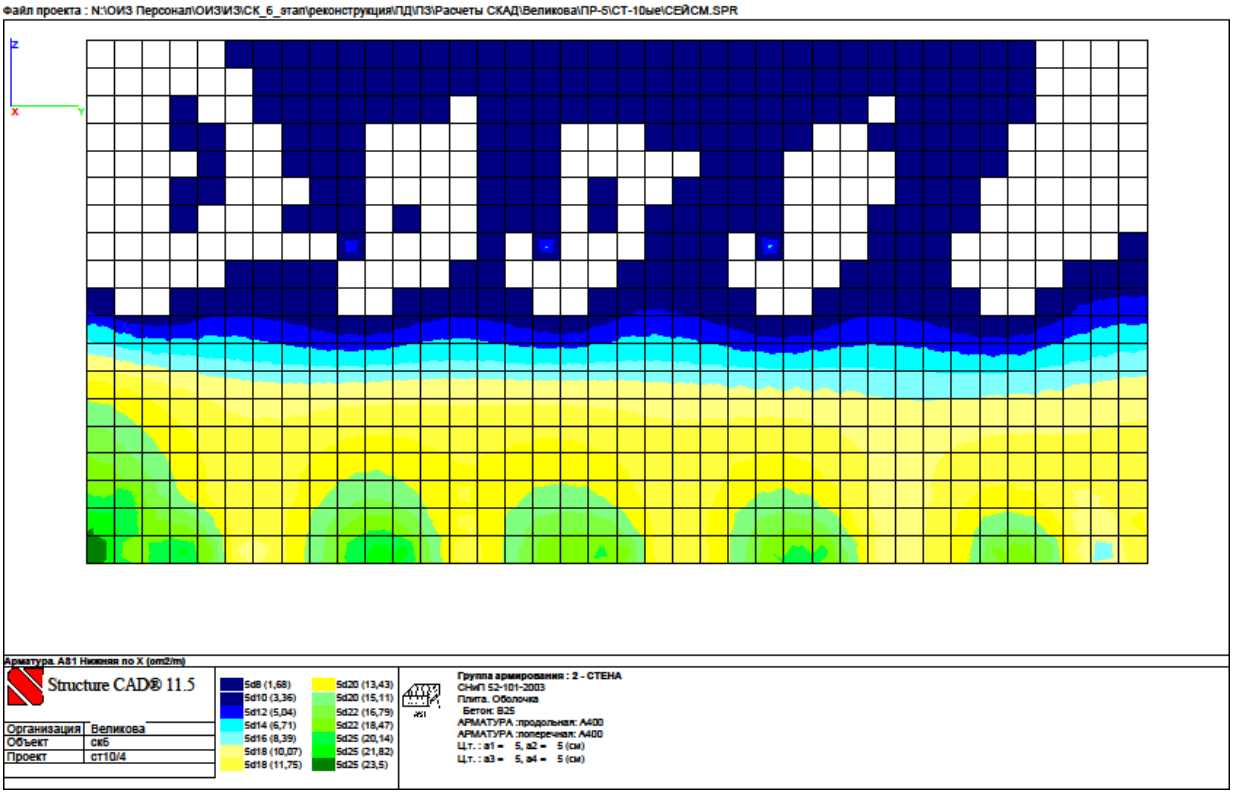


Рис. 6.469. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

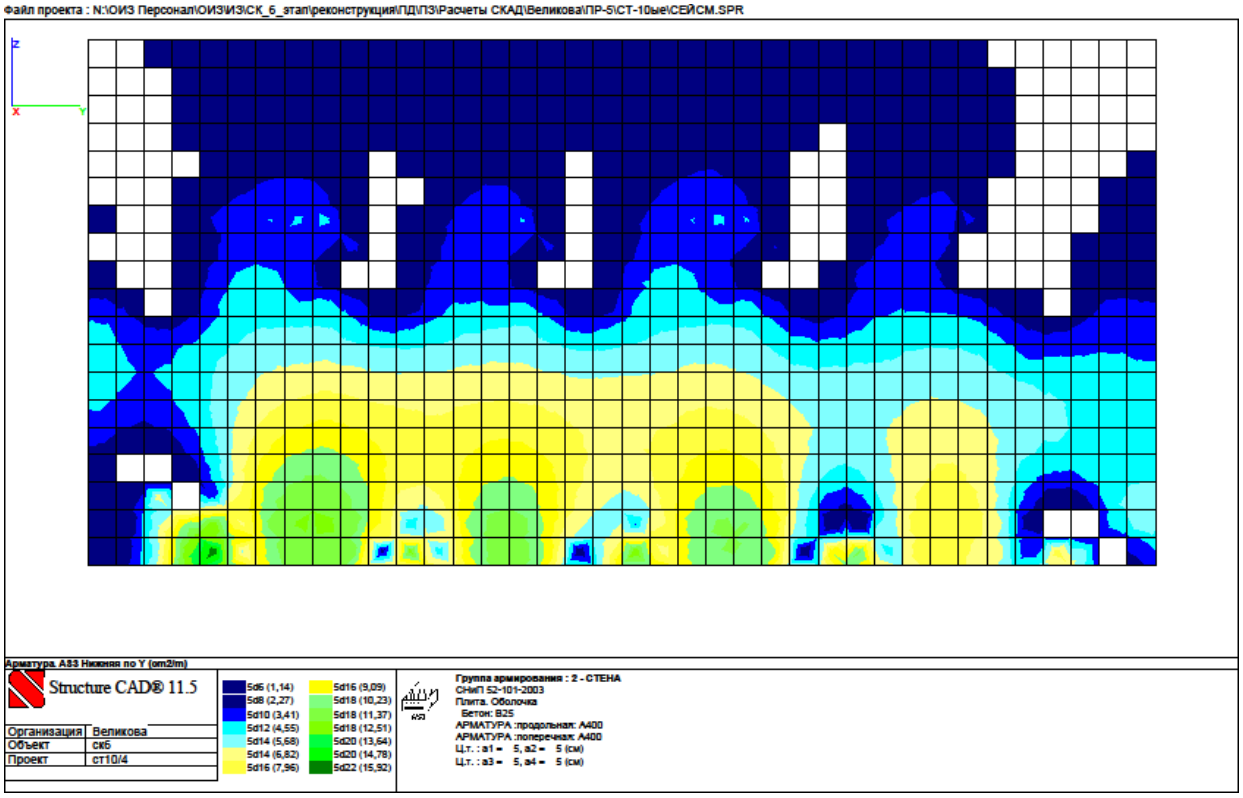


Рис. 6.470. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

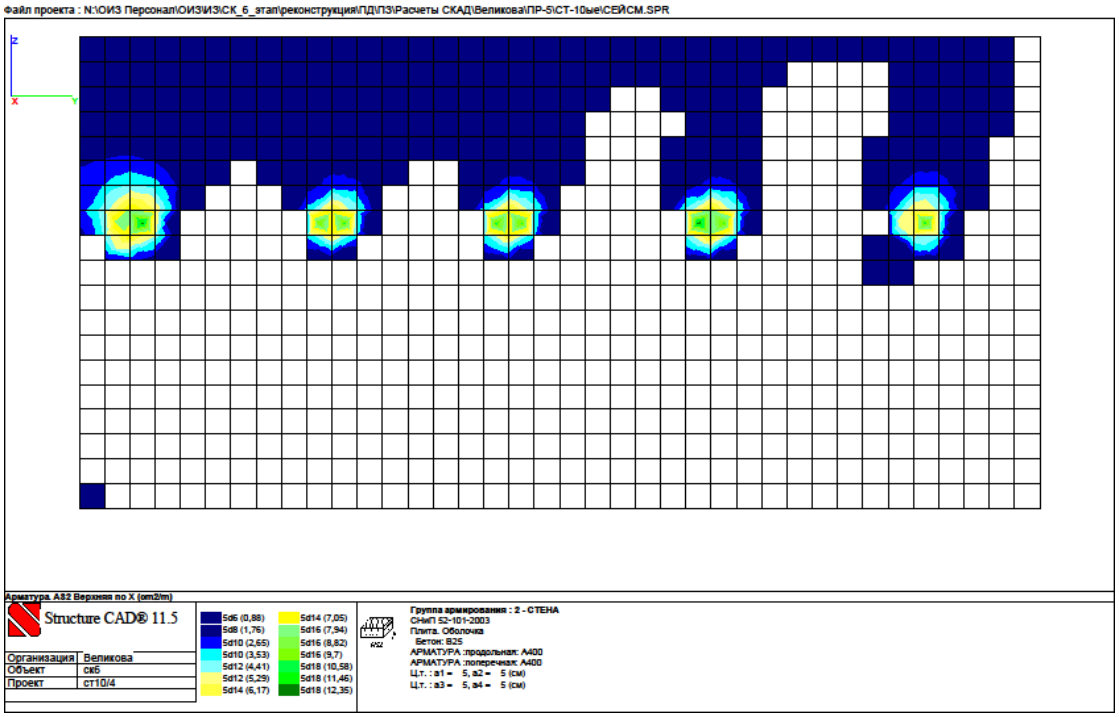


Рис. 6.471. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

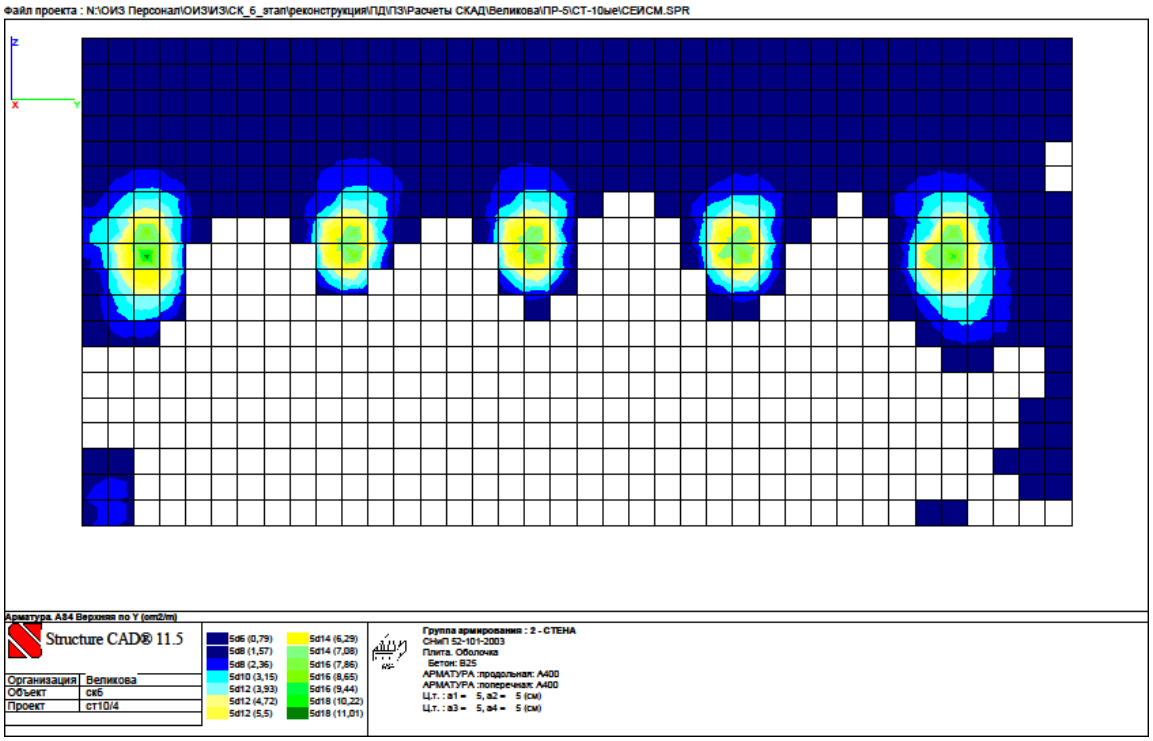


Рис. 6.472. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров Анкерного поля №8 (около СТ-7/1) и Анкерного поля №9 (около СТ-7/1)

Определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров

Для обеспечения работы крепления грунтовыми анкерами в соответствии с расчетом необходимо обеспечить заделку грунтовых анкеров за первоначальную поверхность скольжения на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D). В качестве первоначальной поверхности скольжения принимаем поверхность, получаемую при расчете склона при сейсмическом воздействии.

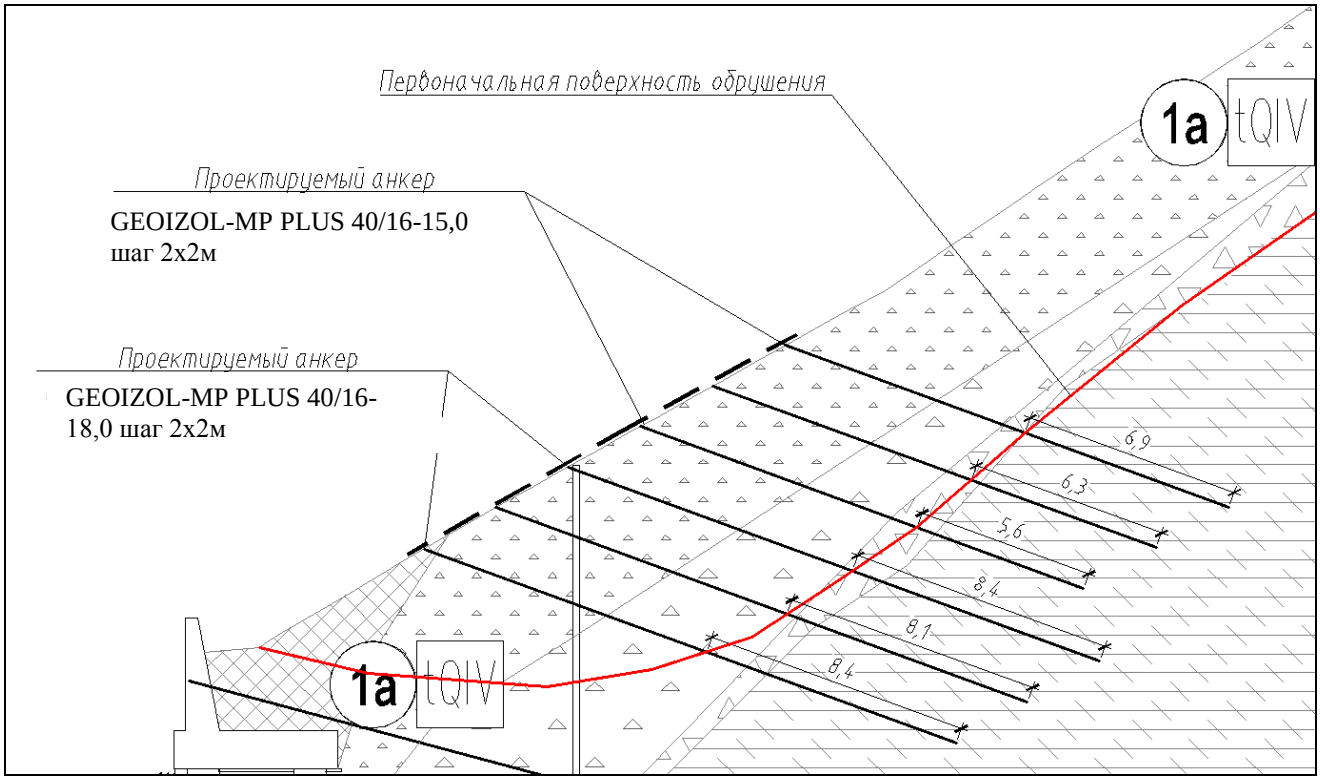


Рис. 6.473. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №8 (около СТ-7/1), выходящих за первоначальную призму обрушения

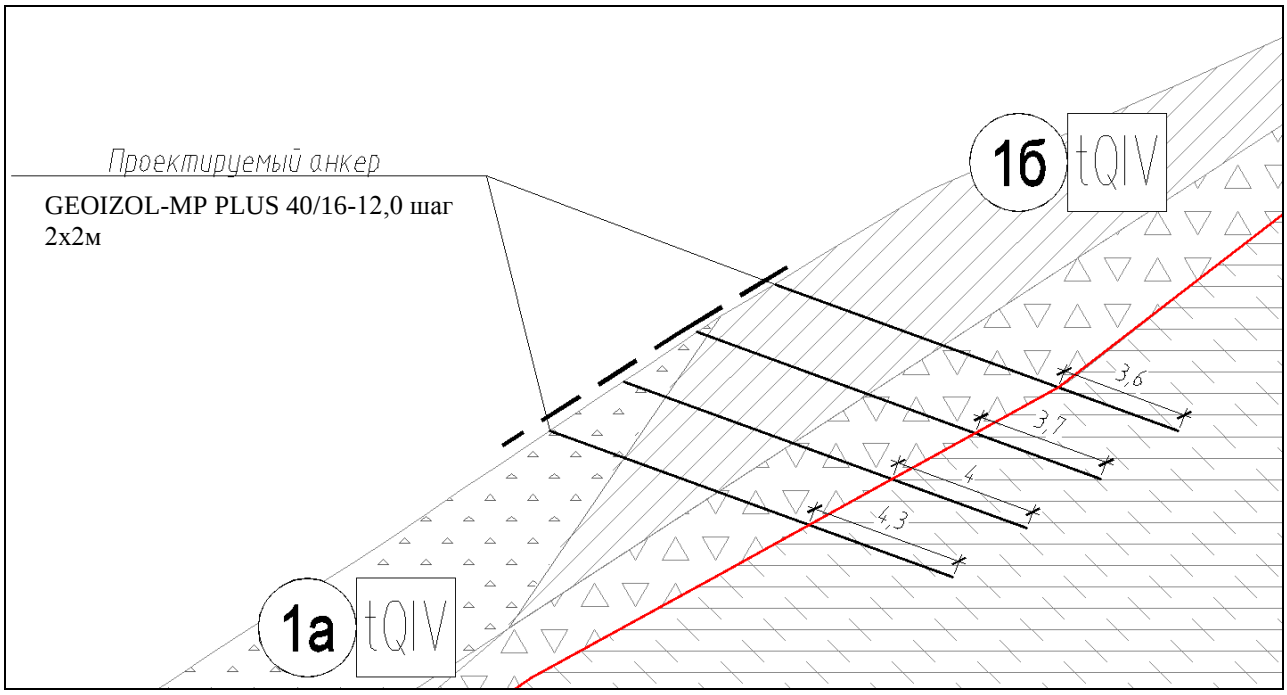


Рис. 6.474. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №9 (около СТ-7/1), выходящих за первоначальную призму обрушения

Таблица 6.105. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров Анкерных полей №8 (около СТ-7/1) и №9 (около СТ-7/1) по грунту и по материалу

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
Анкерное поле №8	А1(н)	2,0	21,8	40/16	18,0	43,45	8,4	90	100	52,1
	А2	2,0	28,5	40/16	18,0	43,45	8,1	90	100	50,2
	А3	2,0	25,7	40/16	18,0	43,45	8,4	90	100	51,9
	А4	2,0	23,7	40/16	15,0	43,45	5,6	90	100	41,3
	А5	2,0	26,5	40/16	15,0	43,45	6,3	90	100	43,2
	А6(в)	2,0	21,2	40/16	15,0	43,45	6,9	90	100	46,8
Анкерное поле №9	А1(н)	2,0	23,8	40/16	12,0	43,45	4,3	90	100	35,4
	А2	2,0	21,3	40/16	12,0	43,45	4,0	90	100	30,9
	А3	2,0	21,9	40/16	12,0	43,45	3,7	90	100	28,7
	А4(в)	2,0	20,1	40/16	12,0	43,45	3,6	90	100	28,2

Фактические усилия в элементах крепления грунтовыми анкерами не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS 40/16.

Расчет грунтовых анкеров подпорных стен

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.106. Расчетная несущая способность новых грунтовых анкеров подпорных стен по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
Подпорная стена СТ-7/1											
А1(в)	144,5	3,0	49,0	103/78	24,0	145,15	24,0	10,0	175	185	157,4
А2(н)	144,2	3,0	82,6	103/78	15,0	145,15	15,0	10,0	175	185	181,8
Подпорная стена СТ-10/4											
А1(н)	134,6	3,0	85,6	103/78	15,0	145,15	15,0	10,0	175	185	182,1
А2(в)	142,3	2,0	85,6	103/78	24,0	145,15	24,0	10,0	175	185	163,7

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 8-8

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорных стен СТ-7/1, СТ-10/4.

2) Для обеспечения устойчивости и уменьшения оползневого давления на подпорную стену СТ-7/1 предусматривается закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 12,0, 15,0 и 18,0 м, расположенными с шагом 2,0х2,0 м.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-7/1 предусматривается устройство двух рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 15,0 и 24,0 м с шагом 3,0 м.

4) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-10/4 предусматривается устройство двух рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 15,0 и 24,0 м.

5) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкций подпорных стен СТ-7, СТ-7/1, СТ-10, СТ-10/1 и СТ-10/4 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

6) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.10 Расчеты по линии разреза 9-9 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-6доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.475:

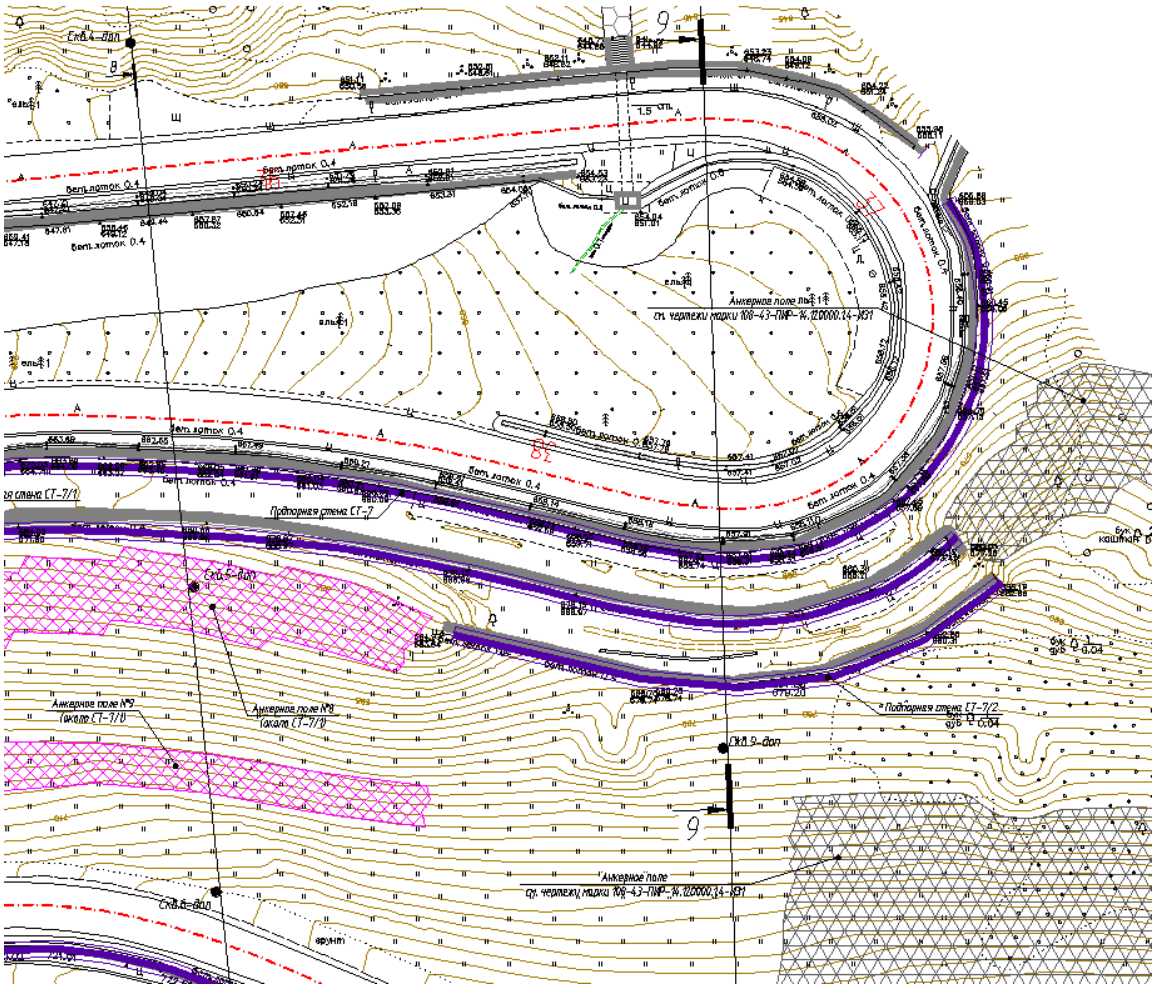


Рис. 6.475. Схема расположения разреза 9-9

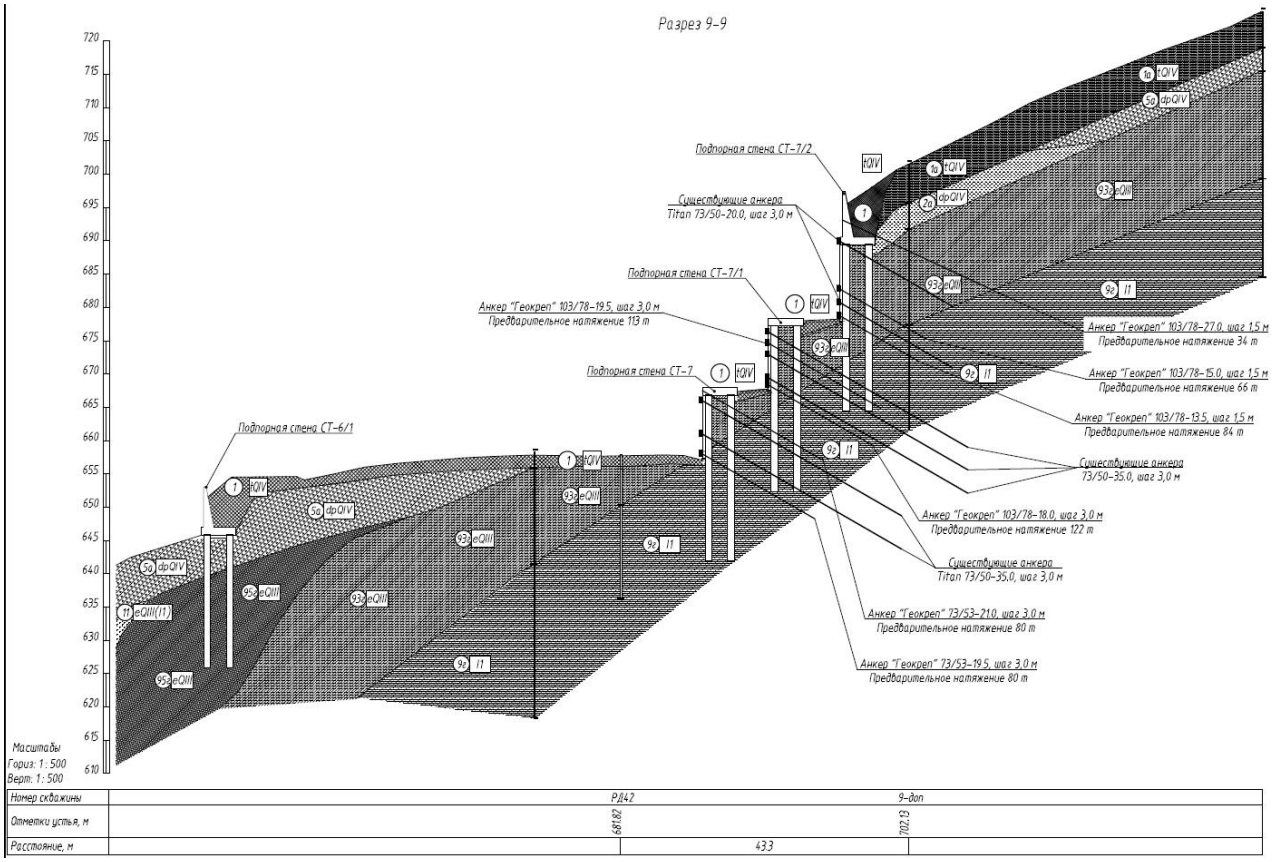


Рис. 6.476. Разрез 9-9

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

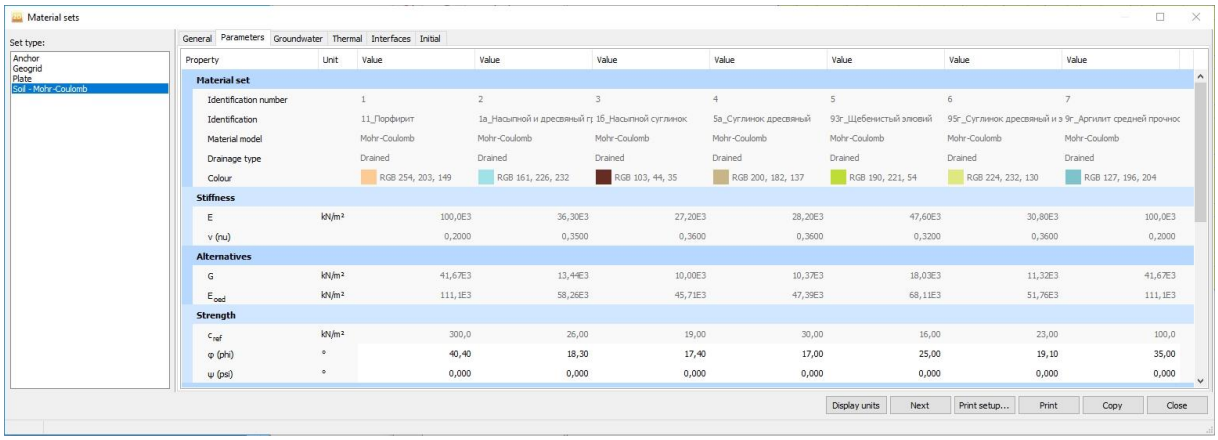


Рис.10 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.10.1 Расчет разреза 9-9 в существующем положении

Расчет разреза 9-9 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

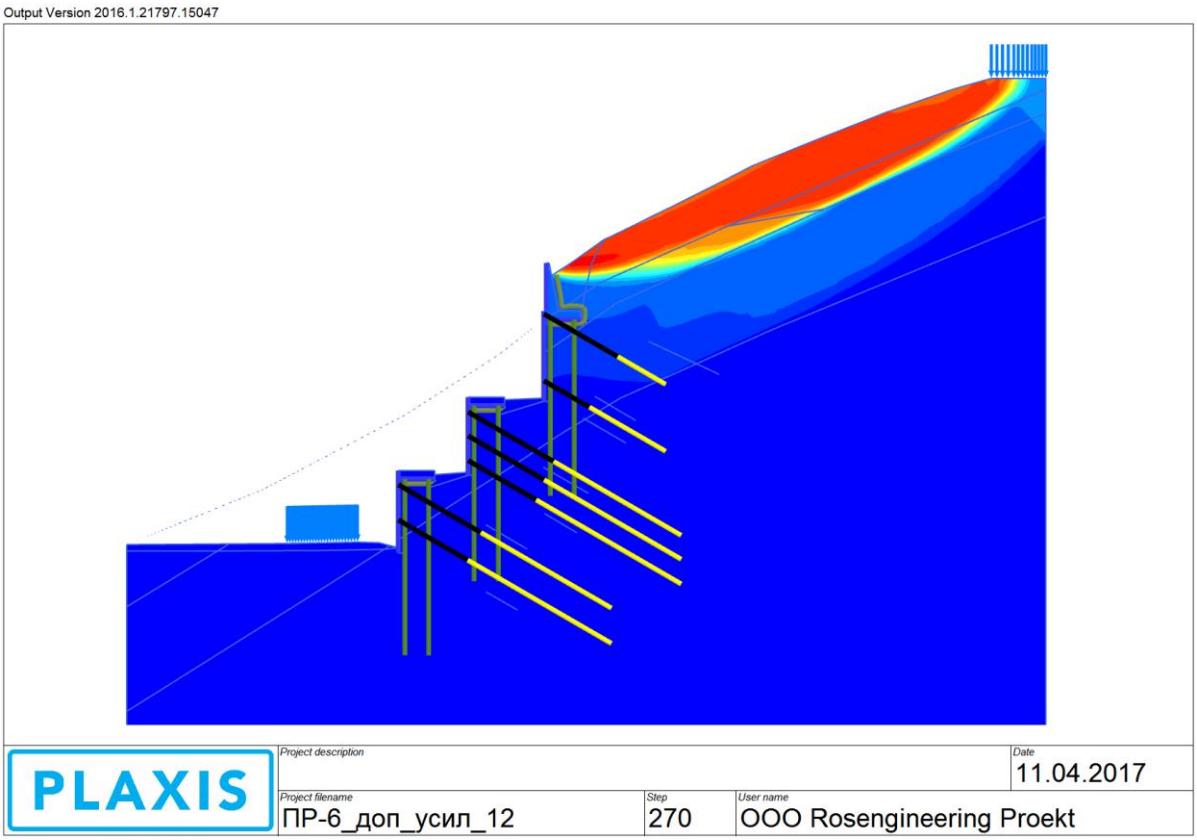


Рис. 6.477. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,433 > K_{sfn} = 1,11.

Подпорная стена СТ-7

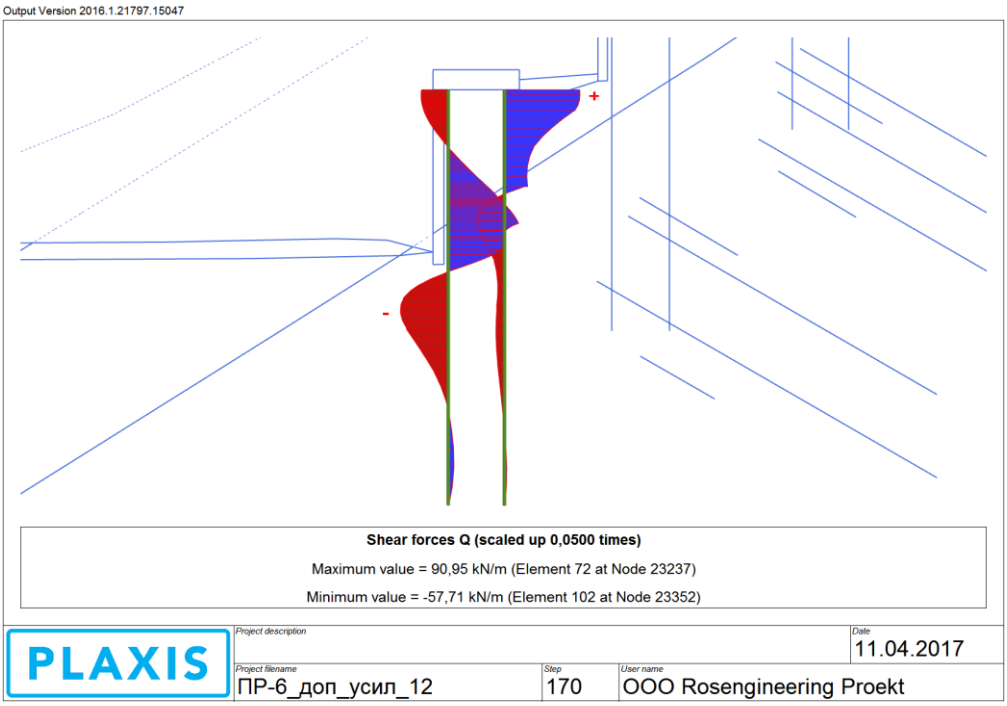


Рис. 6.478. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

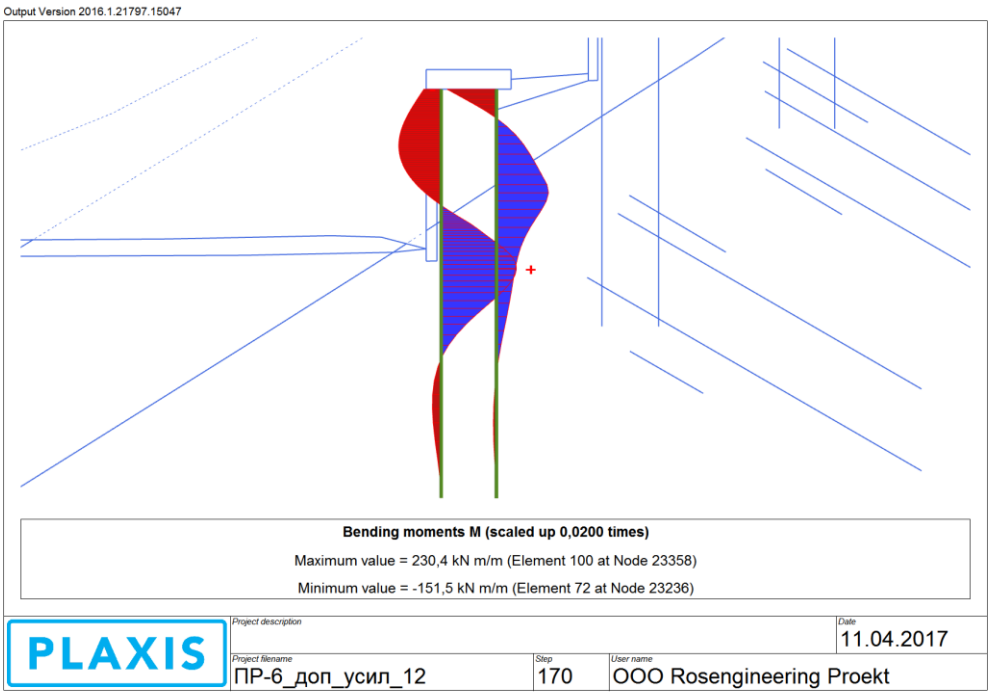


Рис. 6.479. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

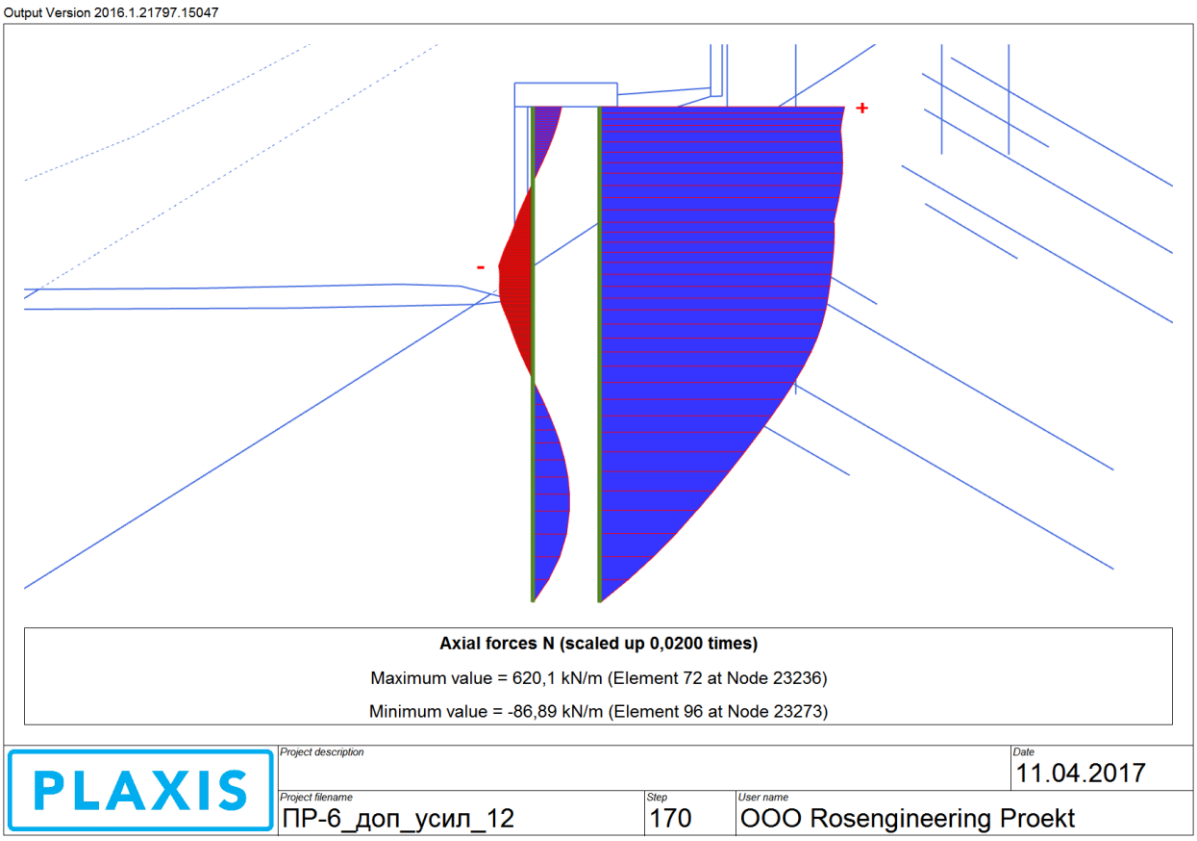


Рис. 6.480. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.107. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	28,46	70,46	25,98
N2(п)	1,02	25,0	3,0	189,63	48,84	27,81

Подпорная стена СТ-7/1

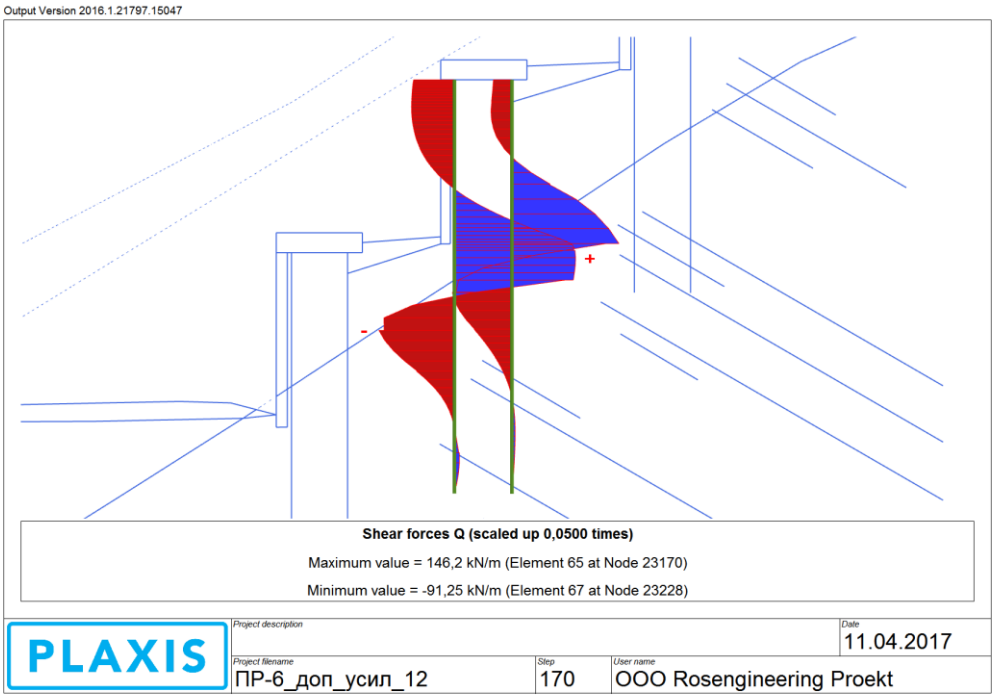


Рис. 6.481. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

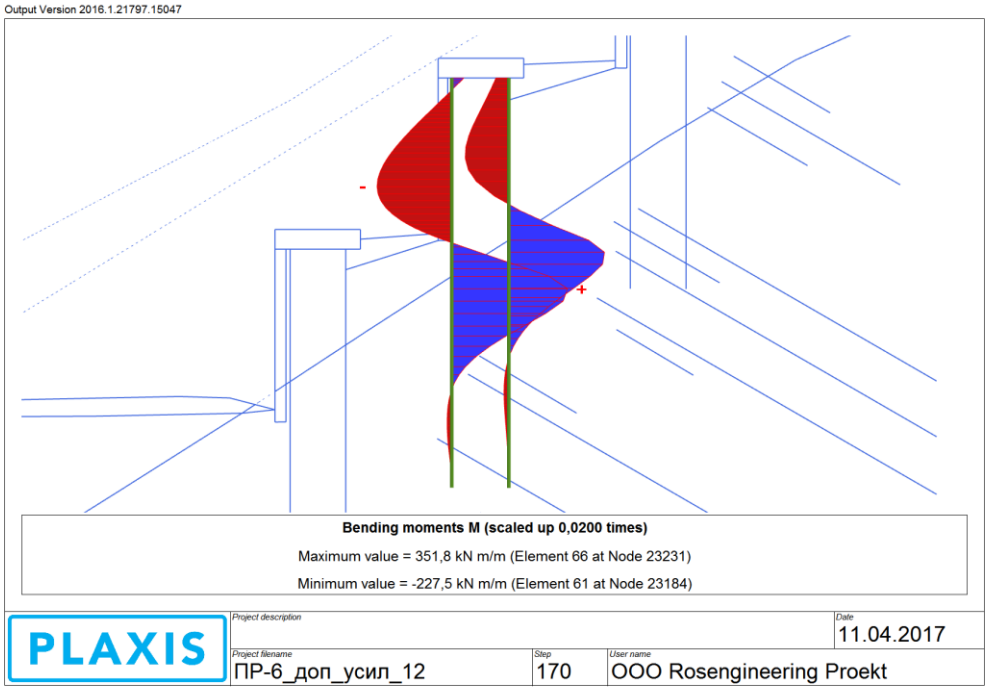


Рис. 6.482. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

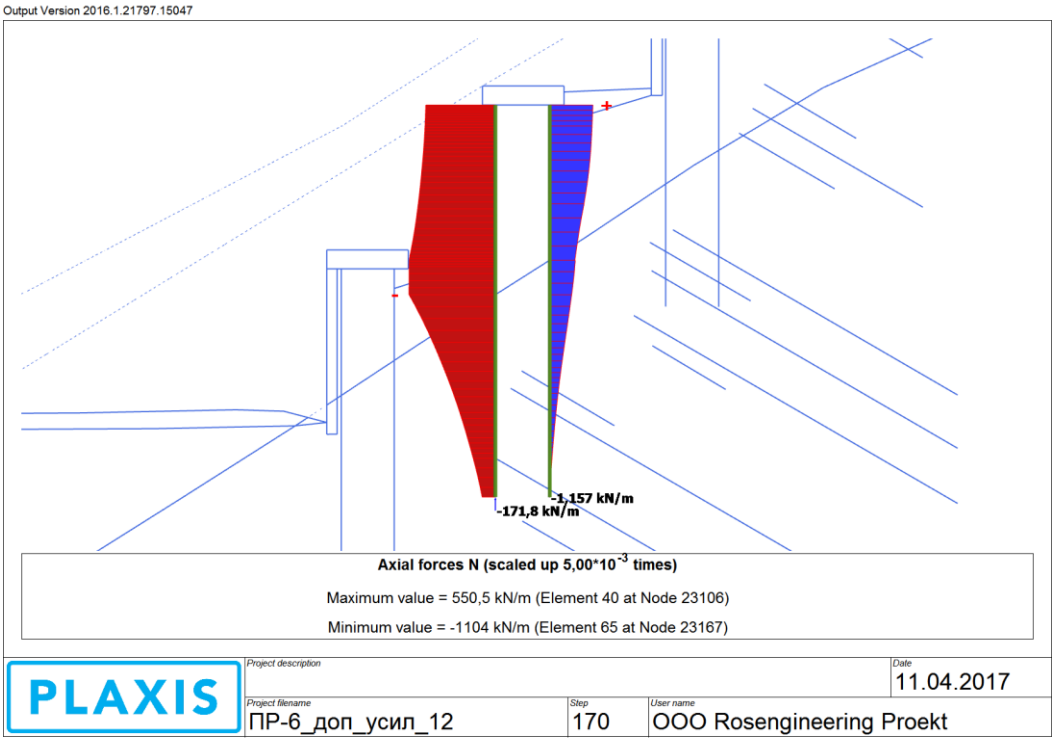


Рис. 6.483. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.108. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-337,61	107,58	44,71
N2(п)	1,02	25,0	3,0	168,35	88,99	39,48

Подпорная стена СТ-7/2

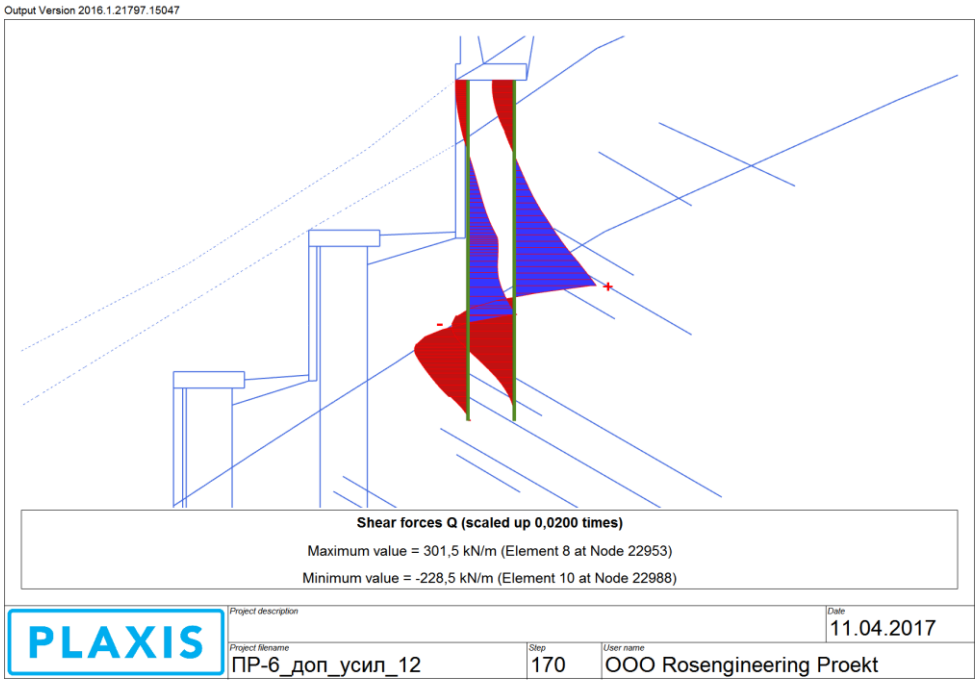


Рис. 6.484. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

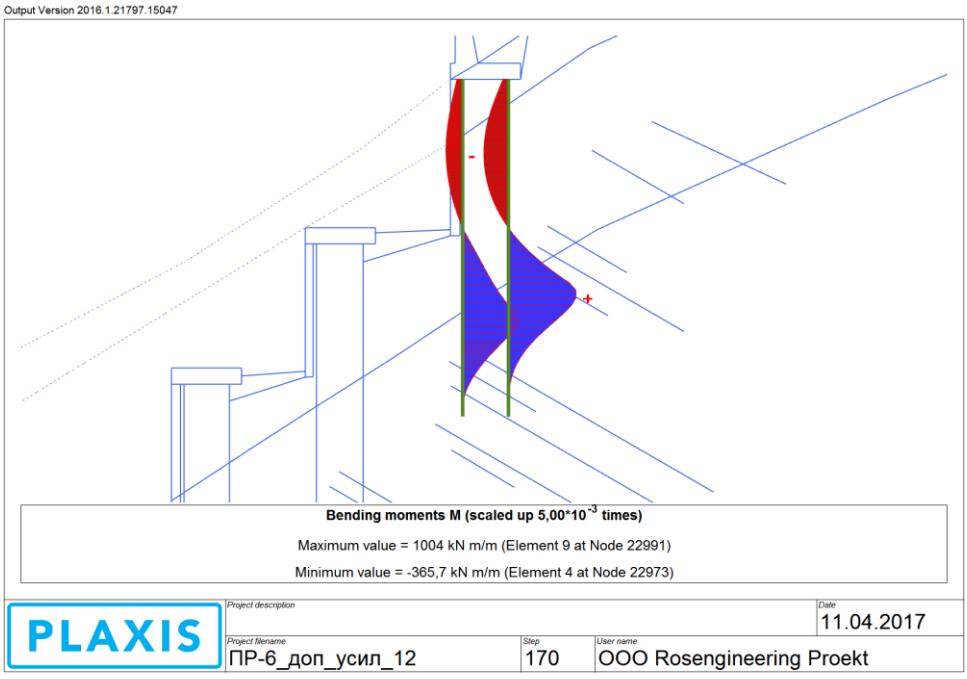


Рис. 6.485. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

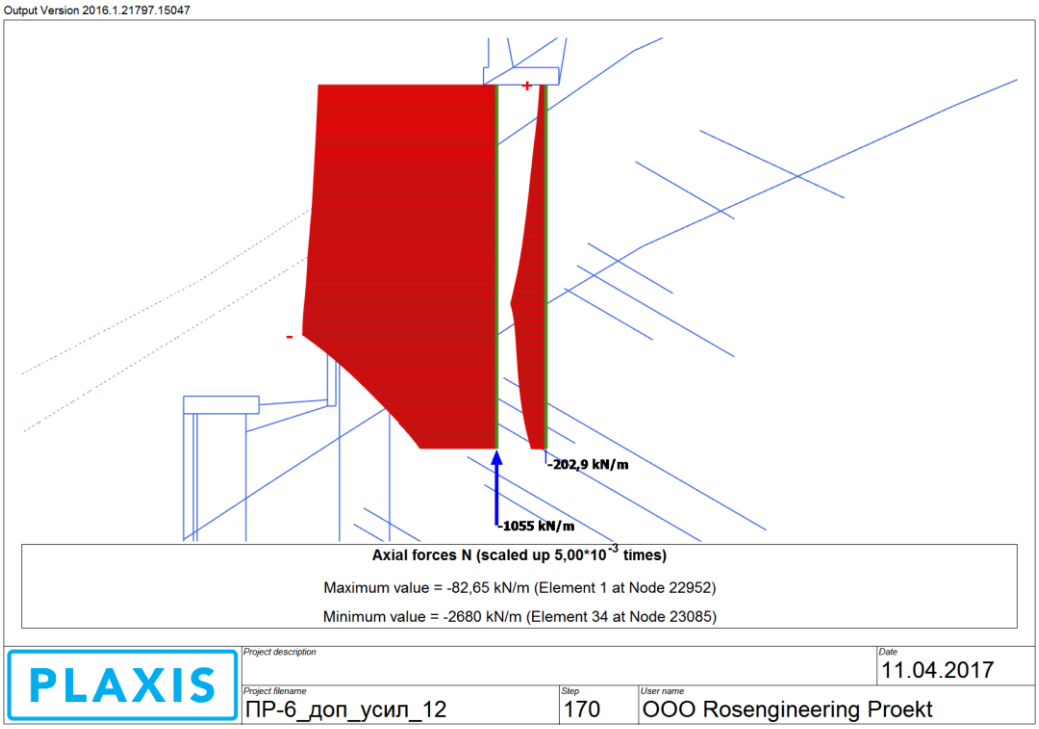


Рис. 6.486. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.109. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/2 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-819,57	245,69	-60,24
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-149,54	307,03	92,2

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

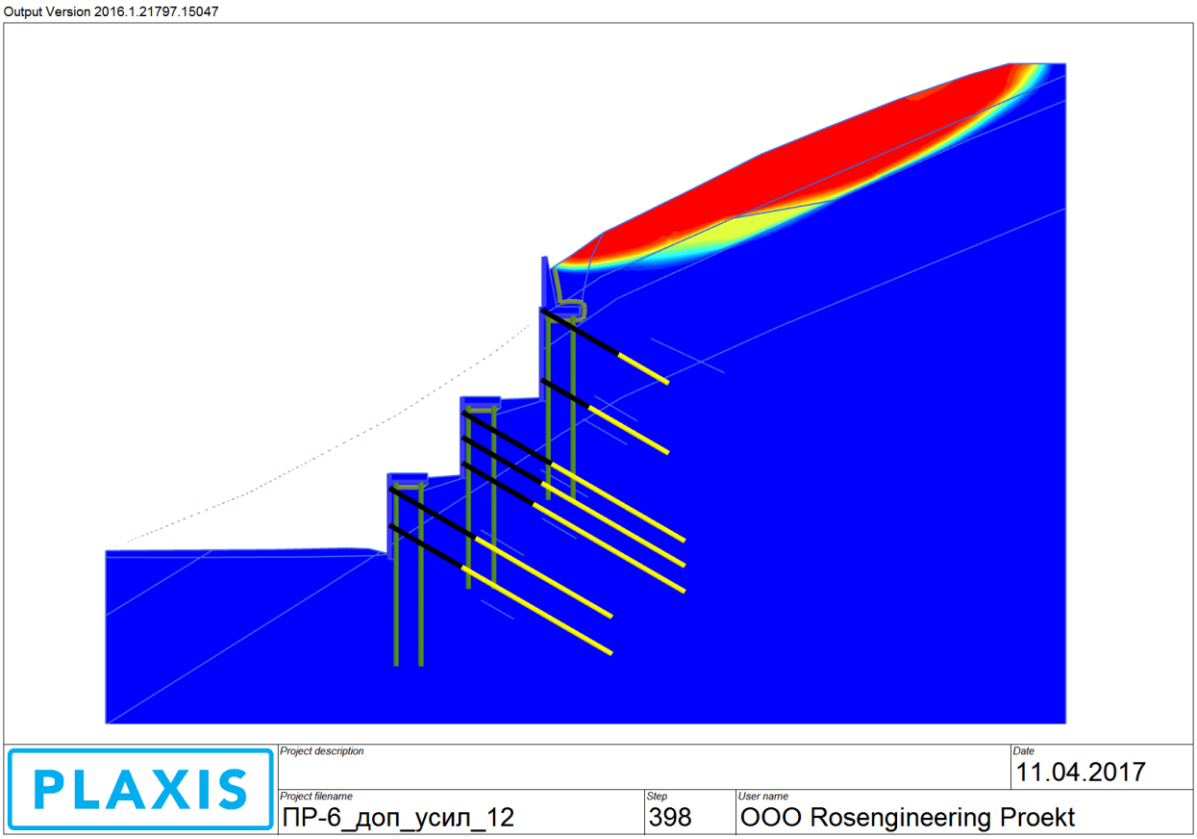


Рис. 6.487. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен, K_{sf} =1,142 > K_{sfn} = 1,05.

Подпорная стена СТ-7

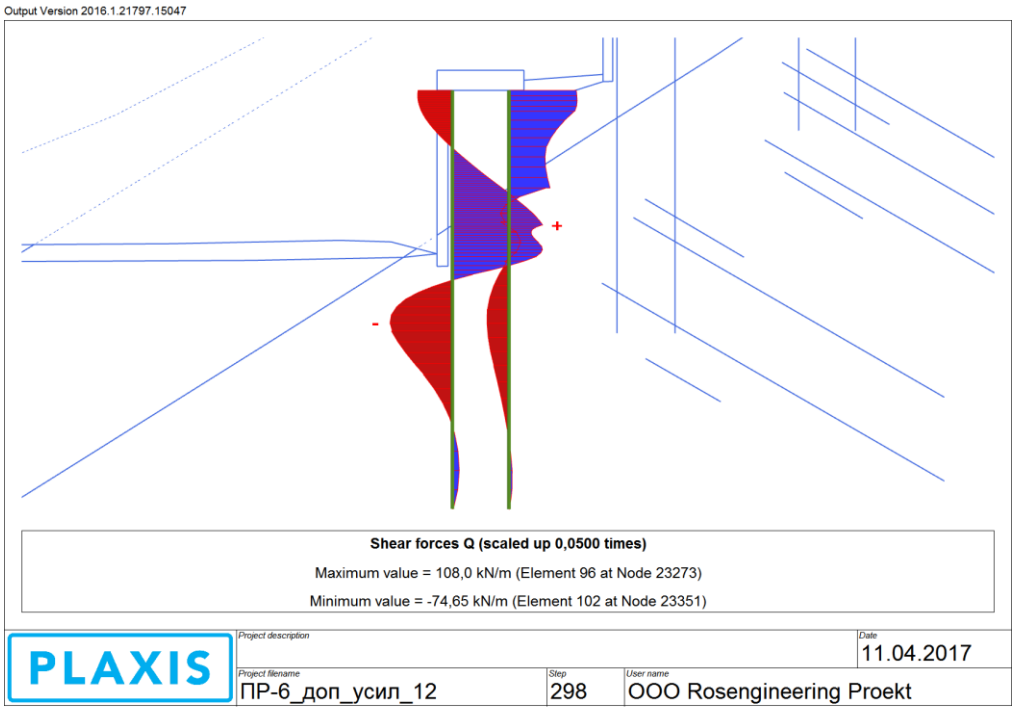


Рис. 6.488. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

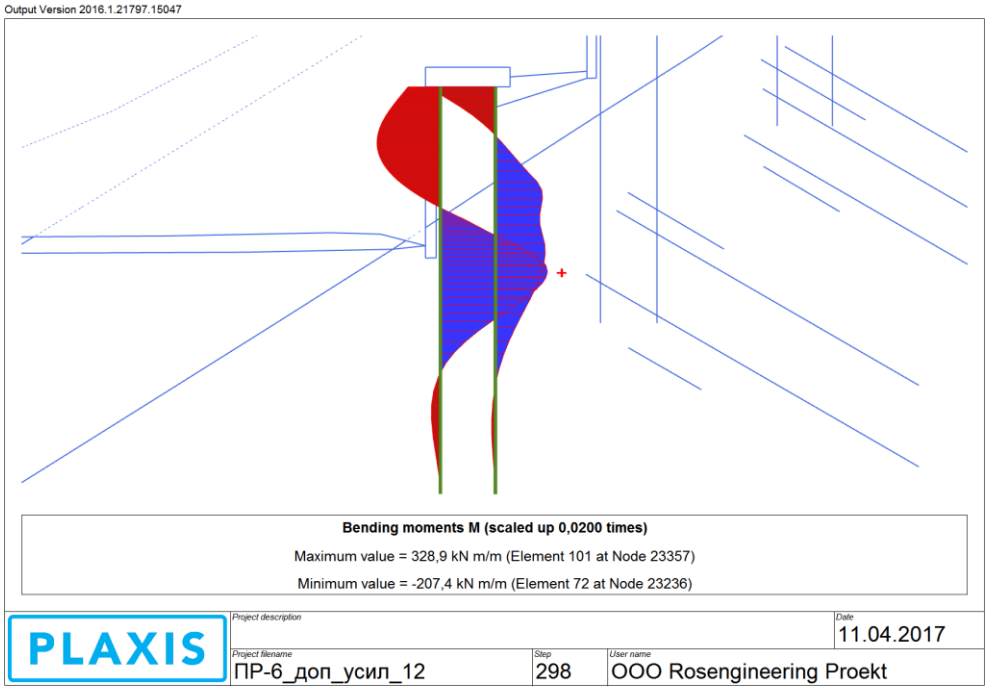


Рис. 6.489. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

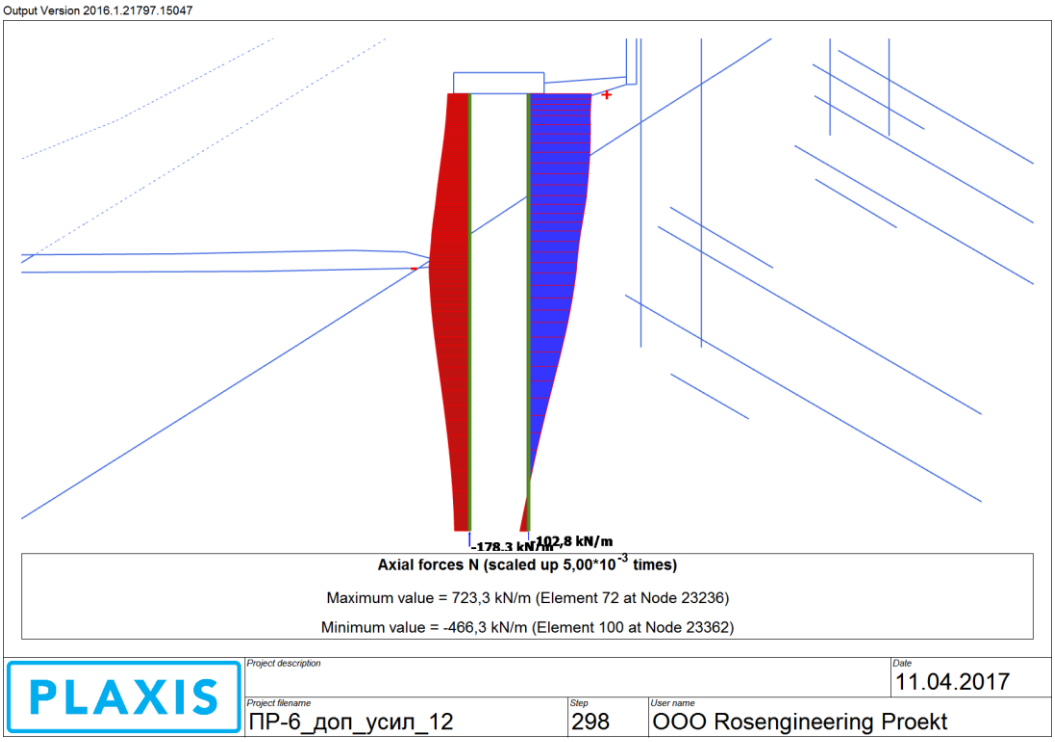


Рис. 6.490. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.110. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-142,6	100,58	33,03
N1(п)	1,02	25,0	3,0	221,19	-63,43	24,94

Подпорная стена СТ-7/1

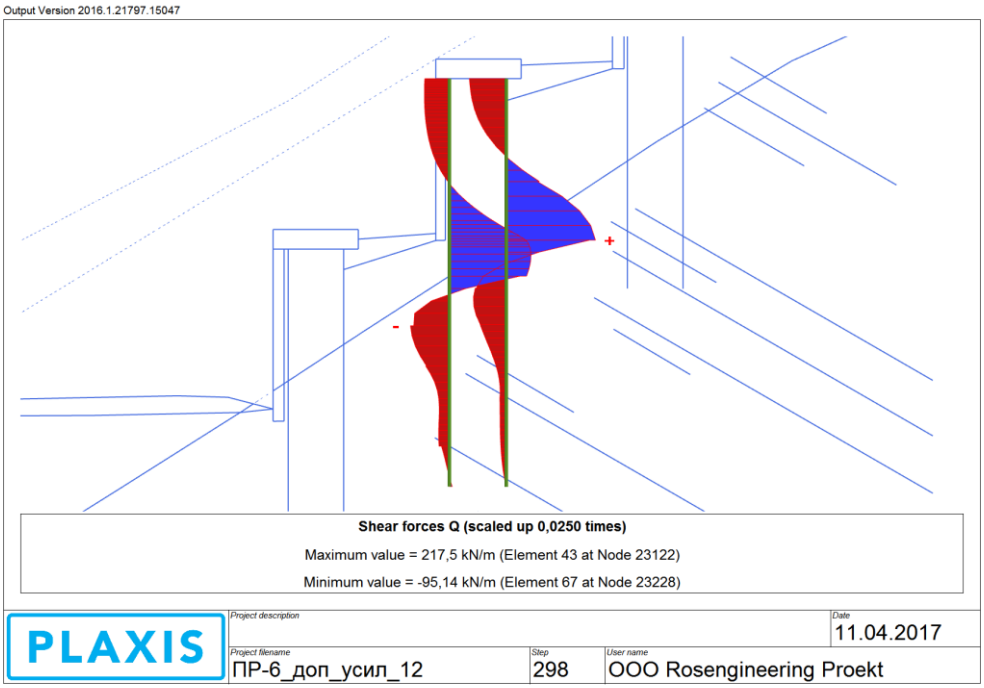


Рис. 6.491. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

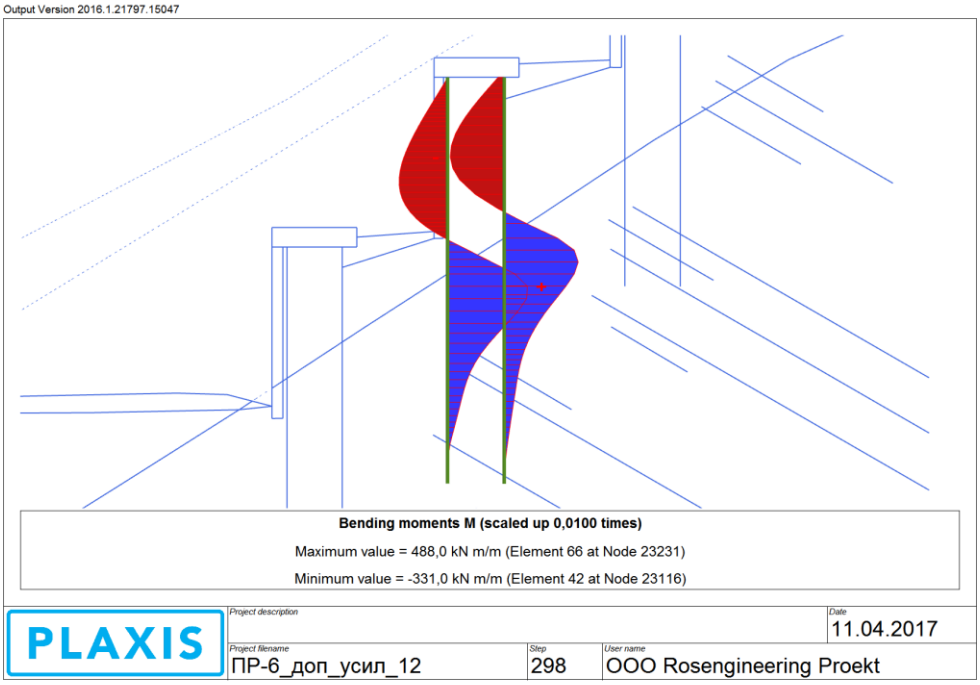


Рис. 6.492. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

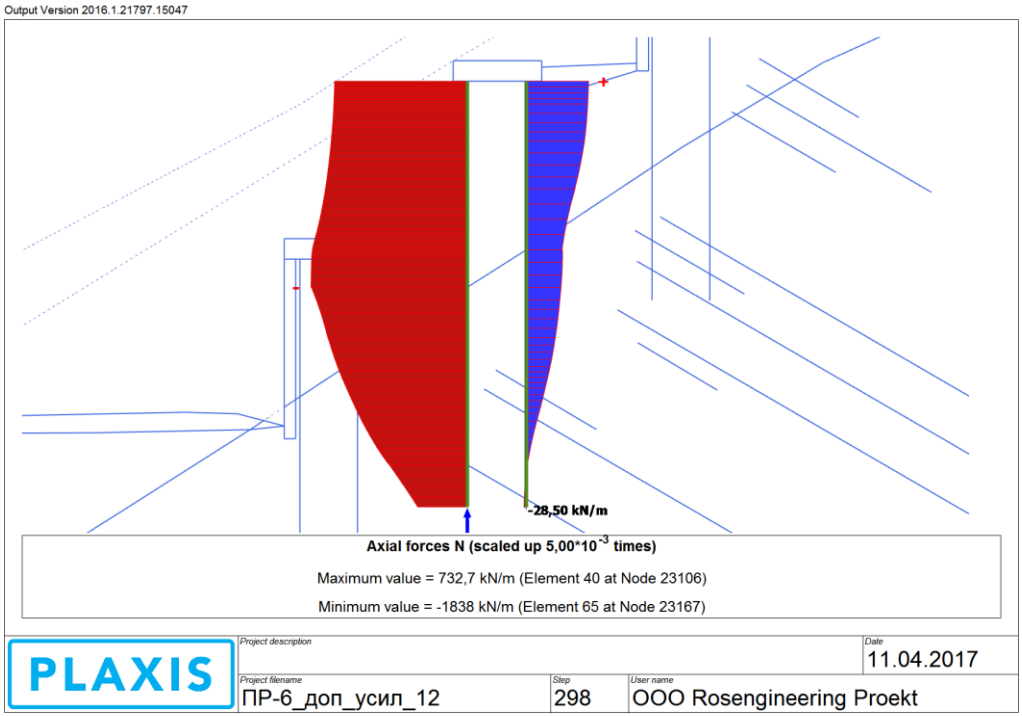


Рис. 6.493. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.111. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-562,08	149,24	60,86
N2(пр)	1,02	25,0	3,0	224,07	138,69	66,51

Подпорная стена СТ-7/2

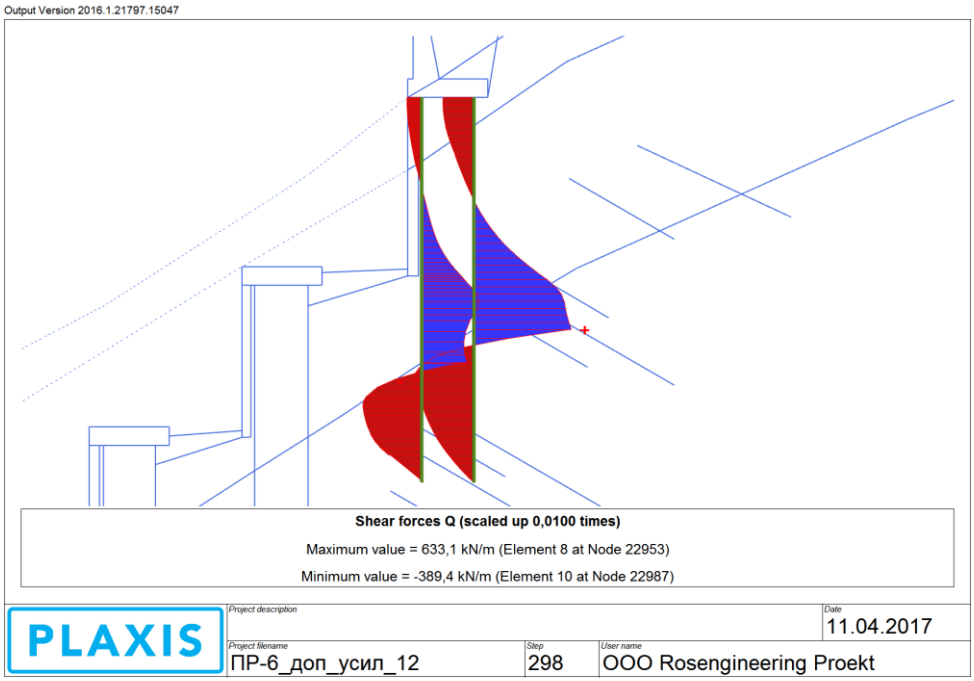


Рис. 6.494. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

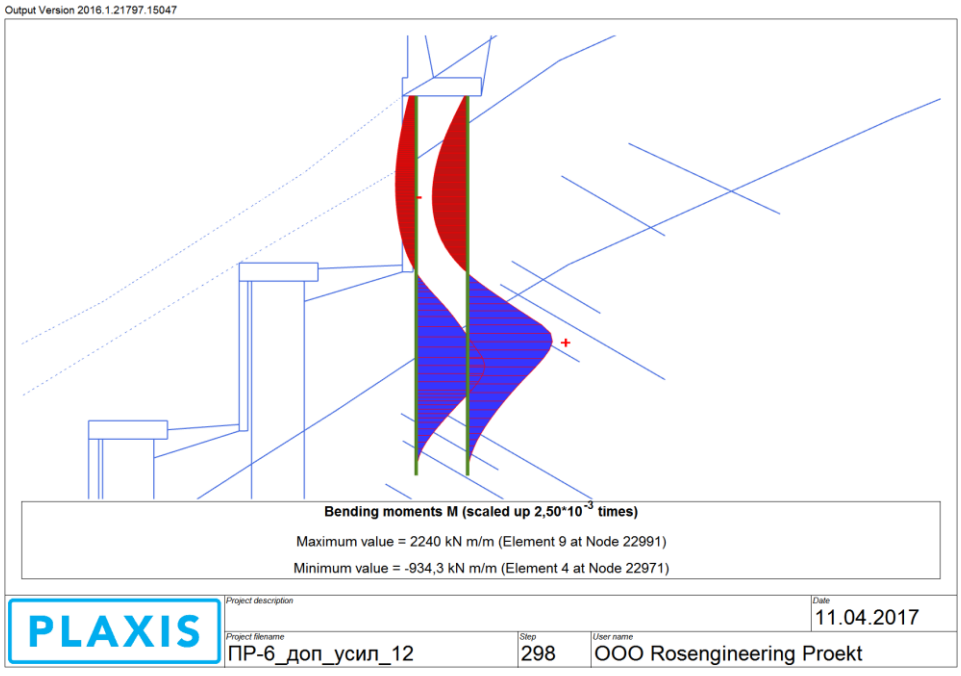


Рис. 6.495. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

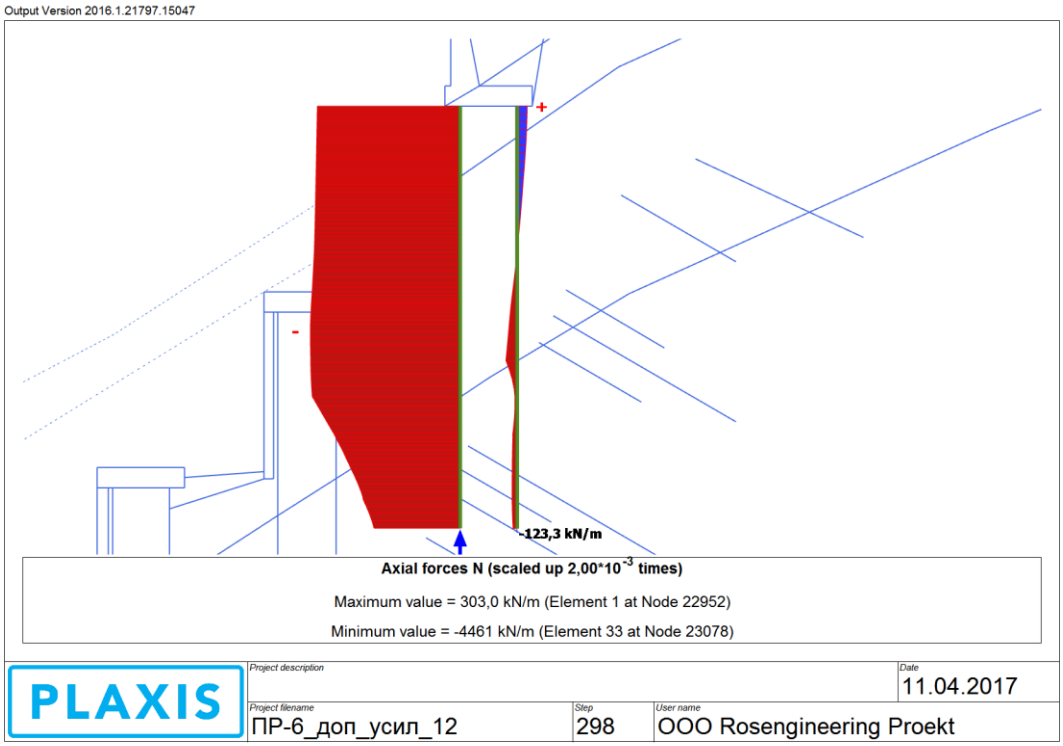


Рис. 6.496. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.112. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/2 при особом сочетании нагрузок

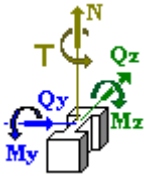
свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-1364,22	554,43	-117,0
N2(п)	1,02	25,0	3,0	92,66	685,02	193,61

Расчет конструкции свай СТ-7 по разрезу 9-9 в программе SCAD

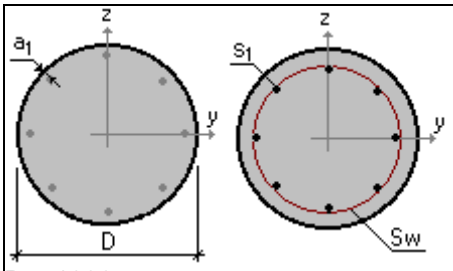
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

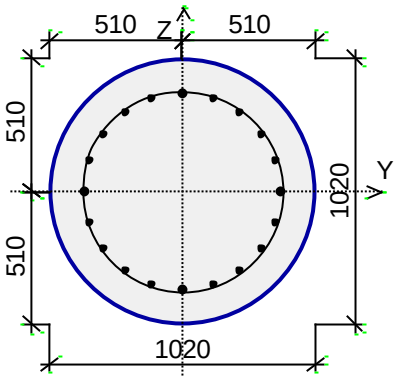
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	189,63	-46,06	27,81	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,33
	Прочность по предельному моменту сечения	0,544
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	0,971
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	**1,295**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	**1,844**
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**2,375**

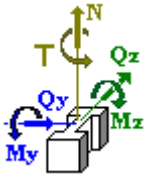
Коэффициент использования 2,375 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

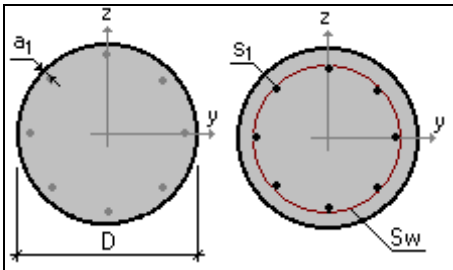
Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

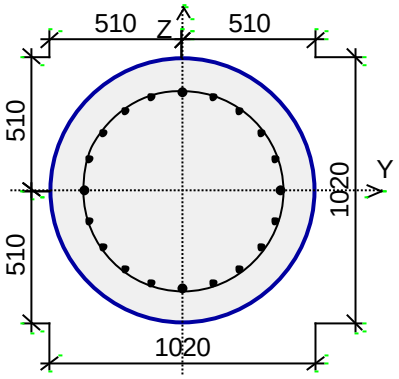
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т	Т*м				
1	221,19	-63,43	24,62	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,321
	Прочность по предельному моменту сечения	0,568
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	**1,5**
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**2,813**

Коэффициент использования 2,813 - Прочность по наклонному сечению

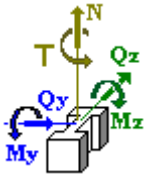
Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

Расчет конструкции свай СТ-7/1 по разрезу 9-9 в программе SCAD

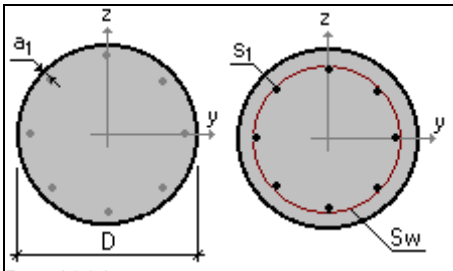
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

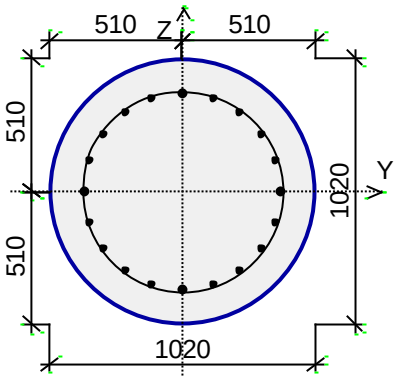
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	168,35	-12,1	-6,85	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,293
	Прочность по предельному моменту сечения	0,345
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	0,495
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	0,66
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	**2,117**
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**2,313**

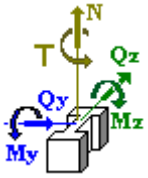
Коэффициент использования 2,313 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

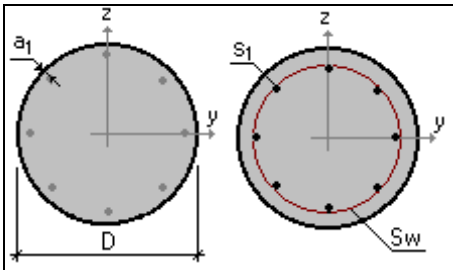
Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

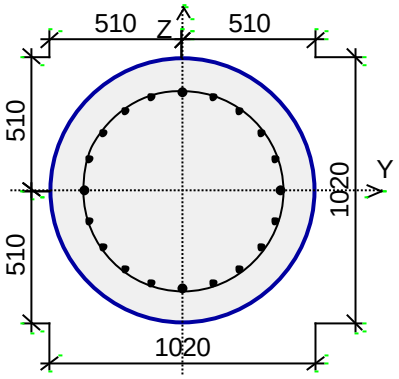
Коэффициент надежности по ответственности γ_n = 1
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	224,07	-12,46	-27,54	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,325
	Прочность по предельному моменту сечения	0,368
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	**6,406**
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**23,000**

Коэффициент использования 23,000 - Прочность по наклонному сечению

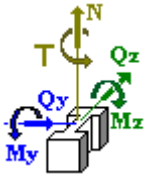
Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

Расчет конструкции свай СТ-7/2 по разрезу 9-9 в программе SCAD

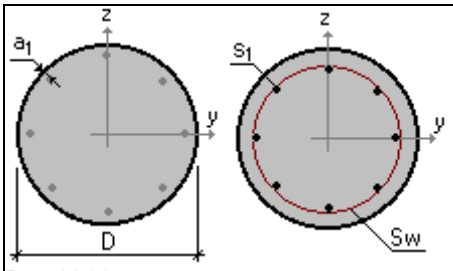
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

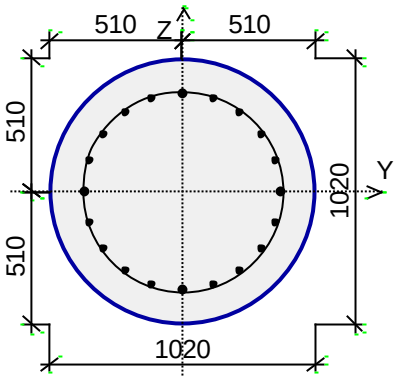
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-136,42	307,03	0	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,091
	Прочность по предельному моменту сечения	**1,601**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

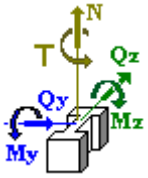
Коэффициент использования 1,601 – Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

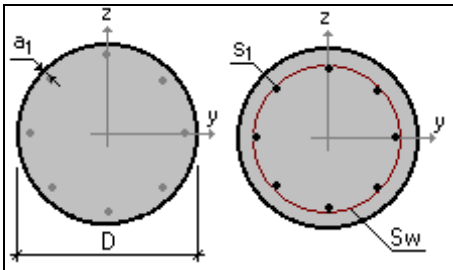
Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

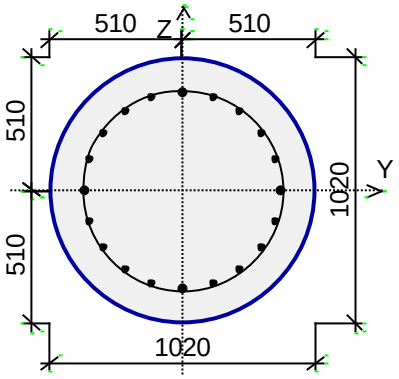
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т	Т*м				
1	-37,71	685,02	0	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,02
	Прочность по предельному моменту сечения	**3,137**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 3,137 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

6.10.2 Расчет разреза 9-9 с учетом дополнительных мероприятий по усилению подпорных стен

Расчет разреза 9-9 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

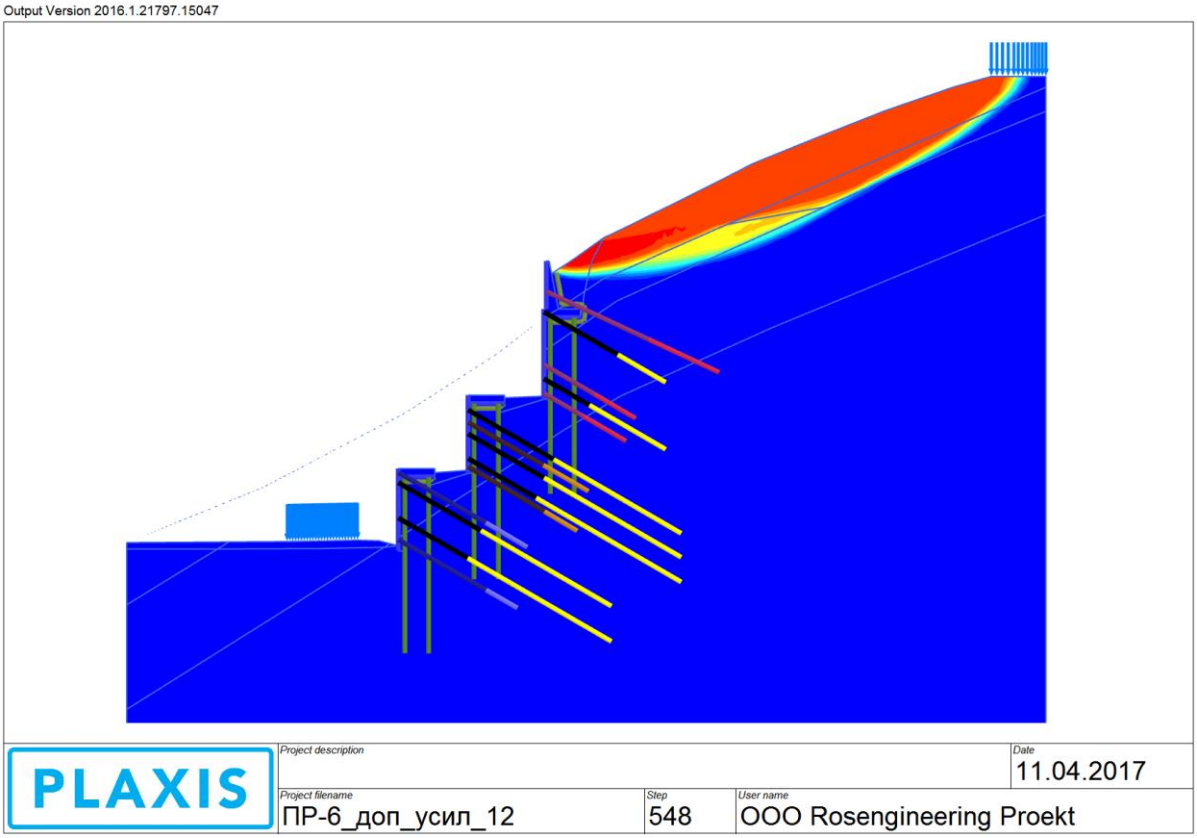


Рис. 6.497. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,41 > K_{sfn} = 1,11.

Подпорная стена СТ-7

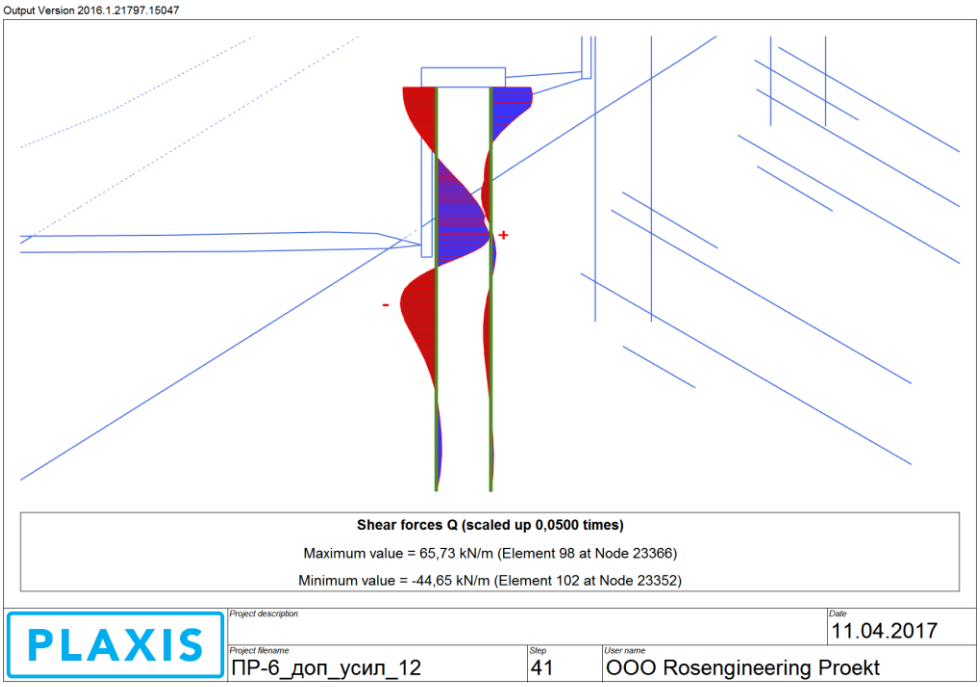


Рис. 6.498. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

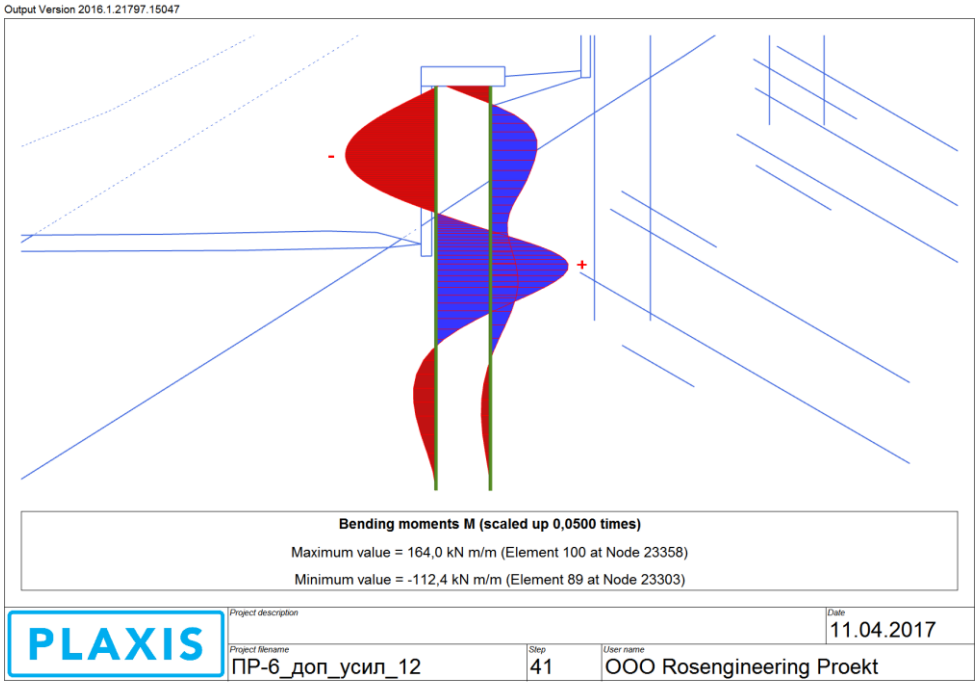


Рис. 6.499. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

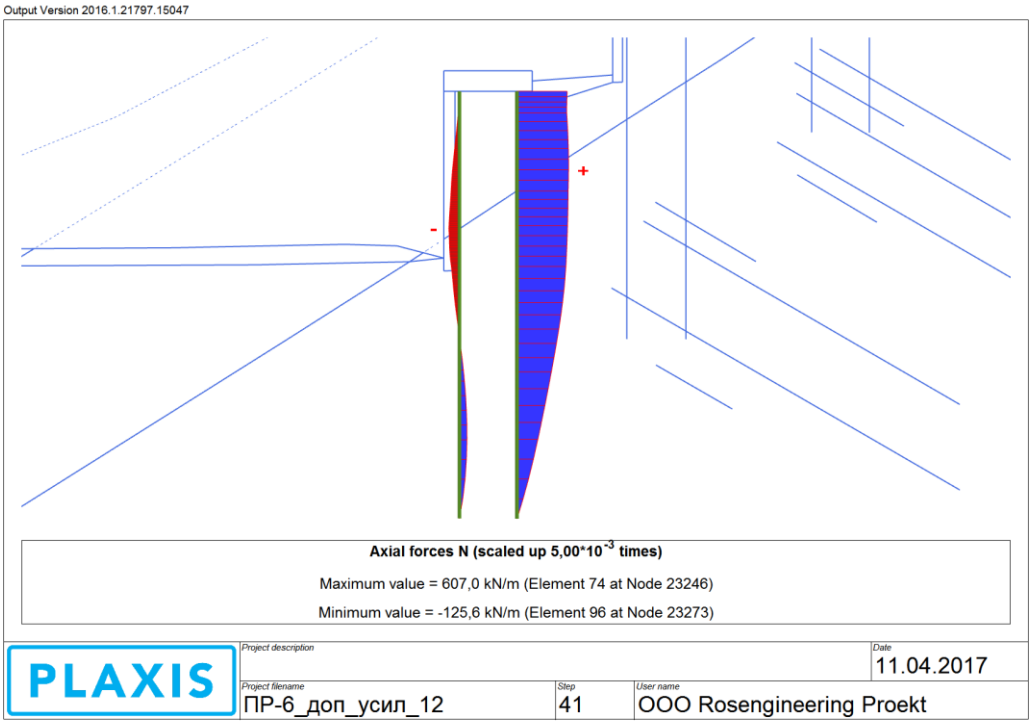


Рис. 6.500. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.113. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	27,13	50,15	20,01
N2(п)	1,02	25,0	3,0	185,63	17,68	15,74

Таблица 6.114. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	77,51	3,0	77,51	73/53	21,0
A2(н)	77,51	3,0	77,51	73/53	19,5

Подпорная стена СТ-7/1

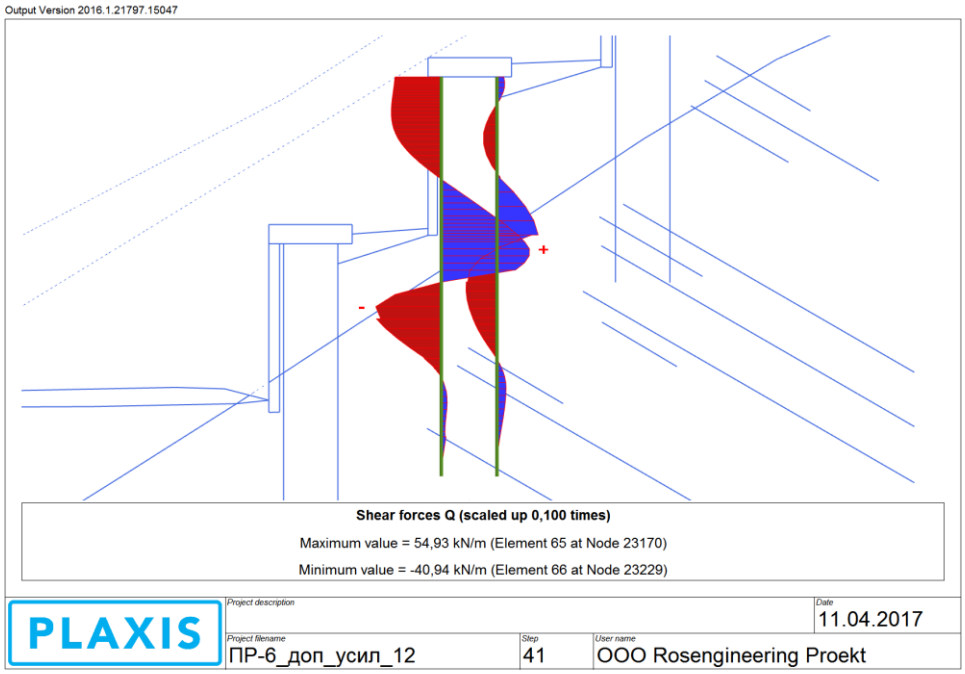


Рис. 6.501. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

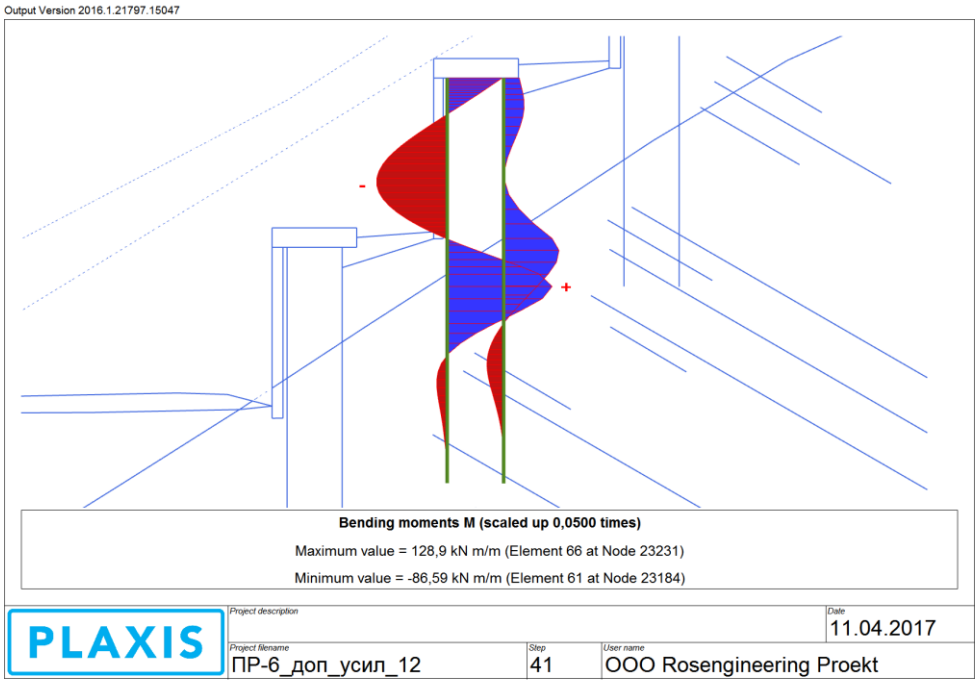


Рис. 6.502. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

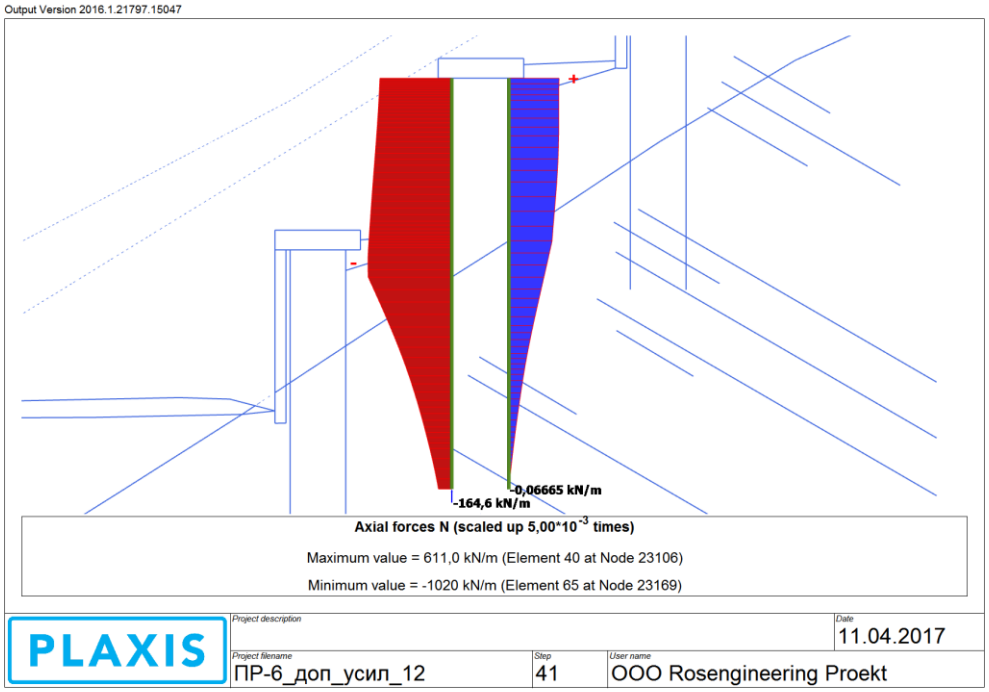


Рис. 6.503. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.115. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-311,93	39,42	16,8
N2(п)	1,02	25,0	3,0	186,85	20,77	7,86

Таблица 6.116. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7/1 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	113,15	3,0	113,15	103/78	19,5
A2(н)	122,32	3,0	122,32	103/78	18,0

Подпорная стена СТ-7/2

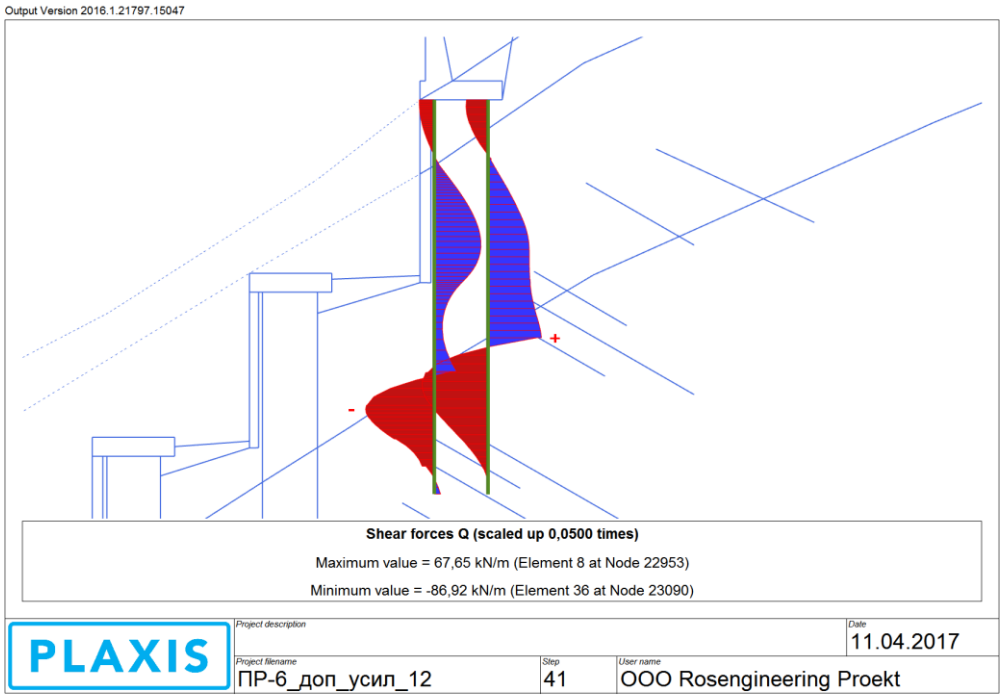


Рис. 6.504. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

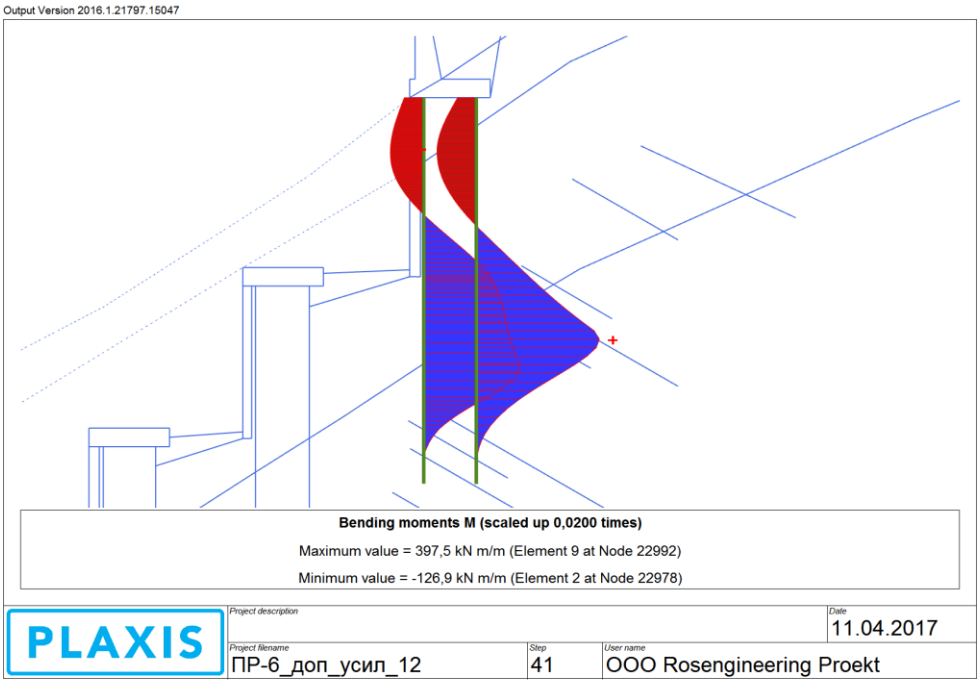


Рис. 6.505. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

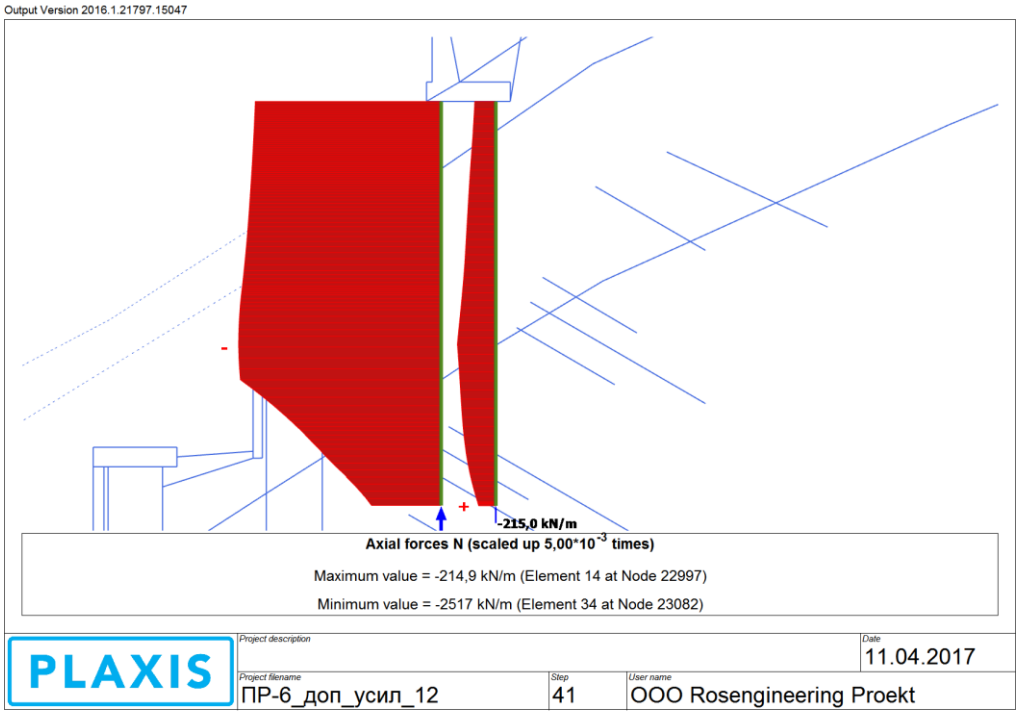


Рис. 6.506. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при осн. сочетании нагрузок

Таблица 6.117. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/2 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-769,72	94,8	-26,58
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-146,36	121,56	-25,38

Таблица 6.118. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7/2 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	33,64	1,5	33,64	103/78	27,0
A2(ср)	65,75	1,5	65,75	103/78	15,0
A3(н)	84,1	1,5	84,1	103/78	13,5

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

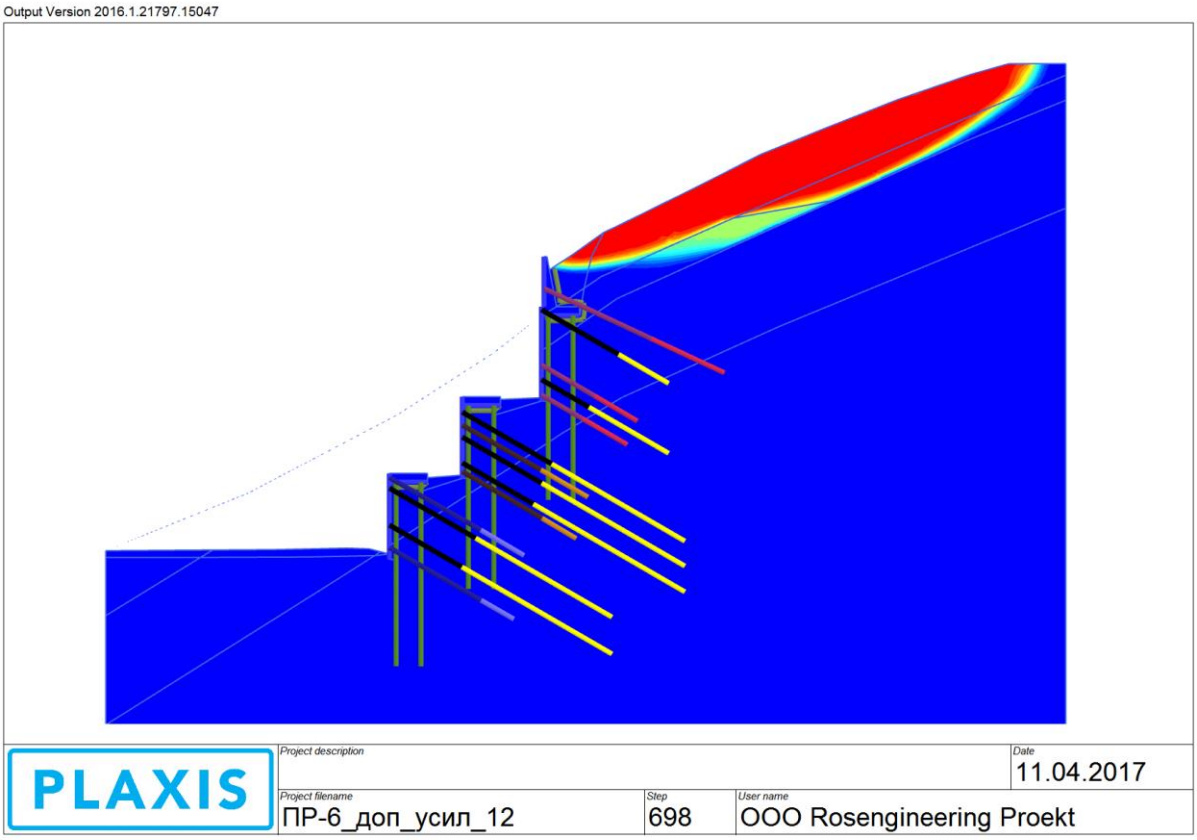


Рис. 6.507. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,139 > K_{sfn} = 1,05.

Подпорная стена СТ-7

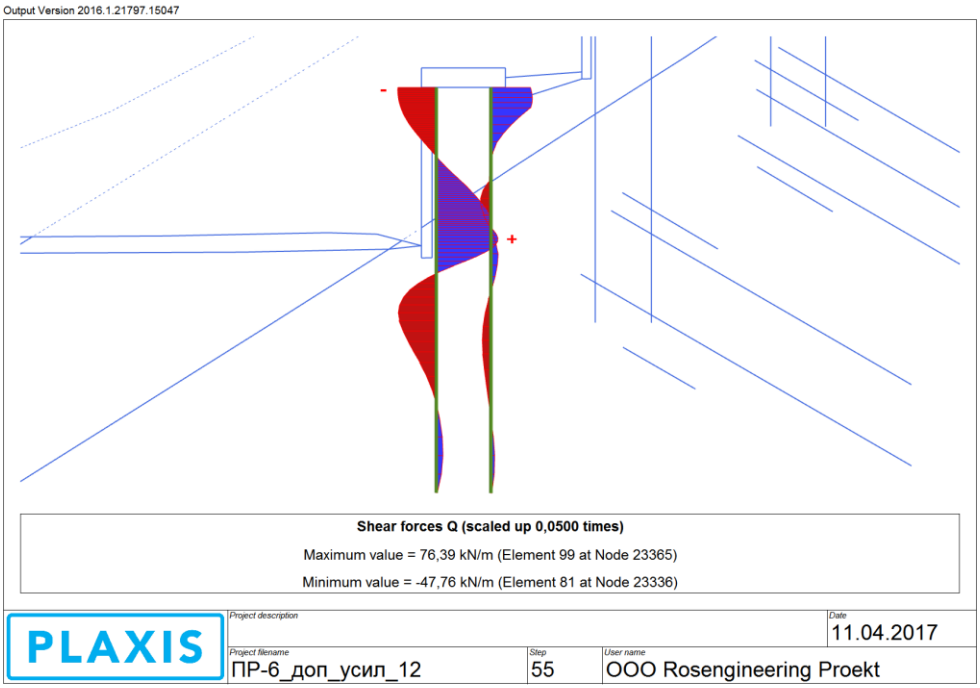


Рис. 6.508. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

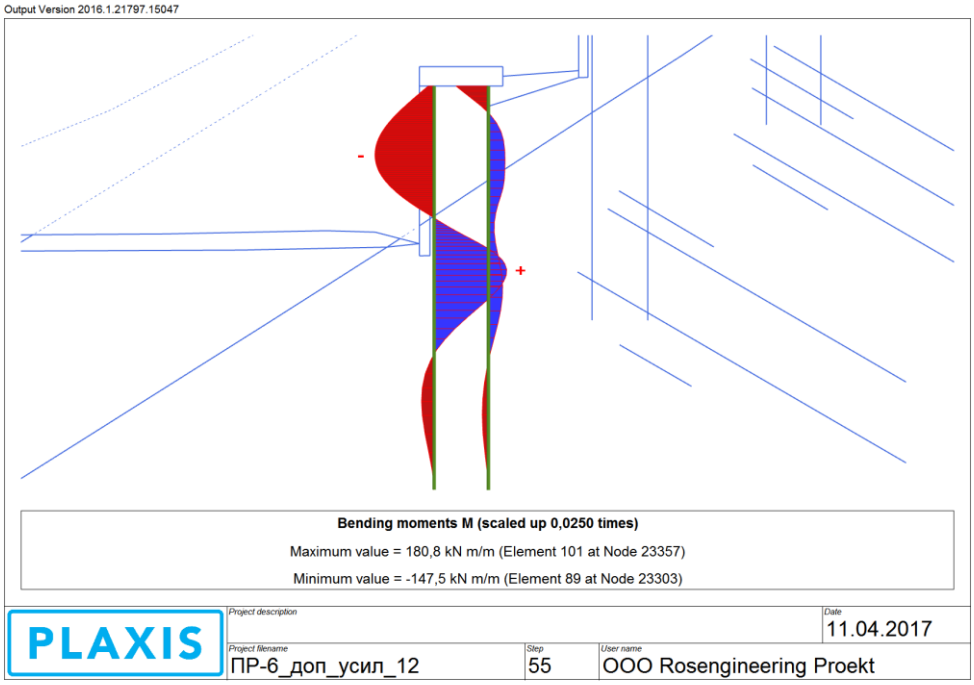


Рис. 6.509. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

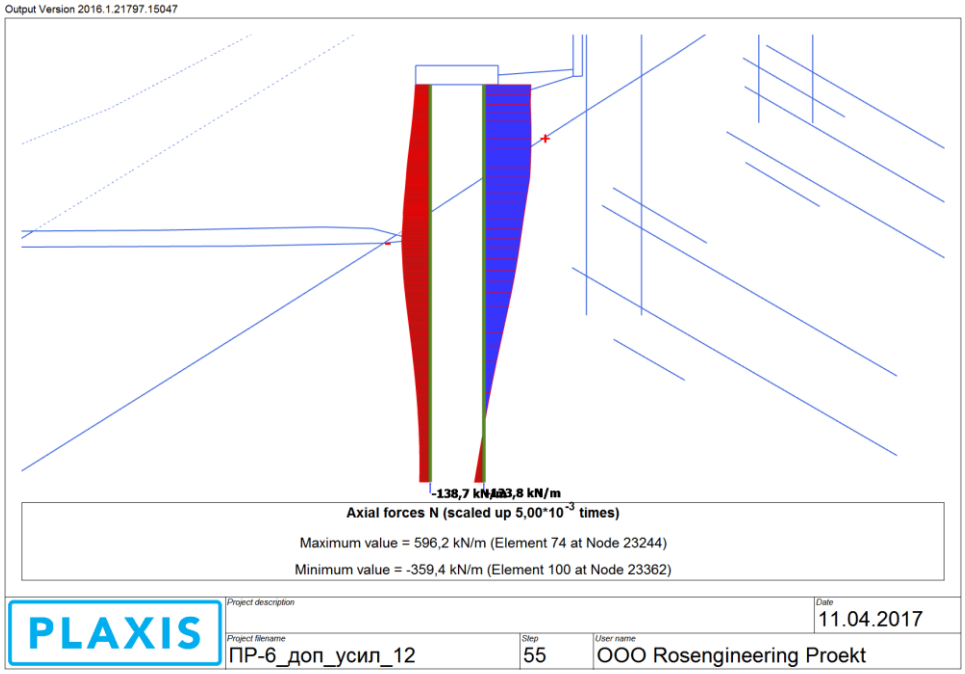


Рис. 6.510. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.119. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-109,91	55,29	23,36
N2(п)	1,02	25,0	3,0	182,32	-24,72	15,7

Таблица 6.120. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	75,13	3,0	73/53	21,0
A2(н)	73,65	3,0	73/53	19,5

Подпорная стена СТ-7/1

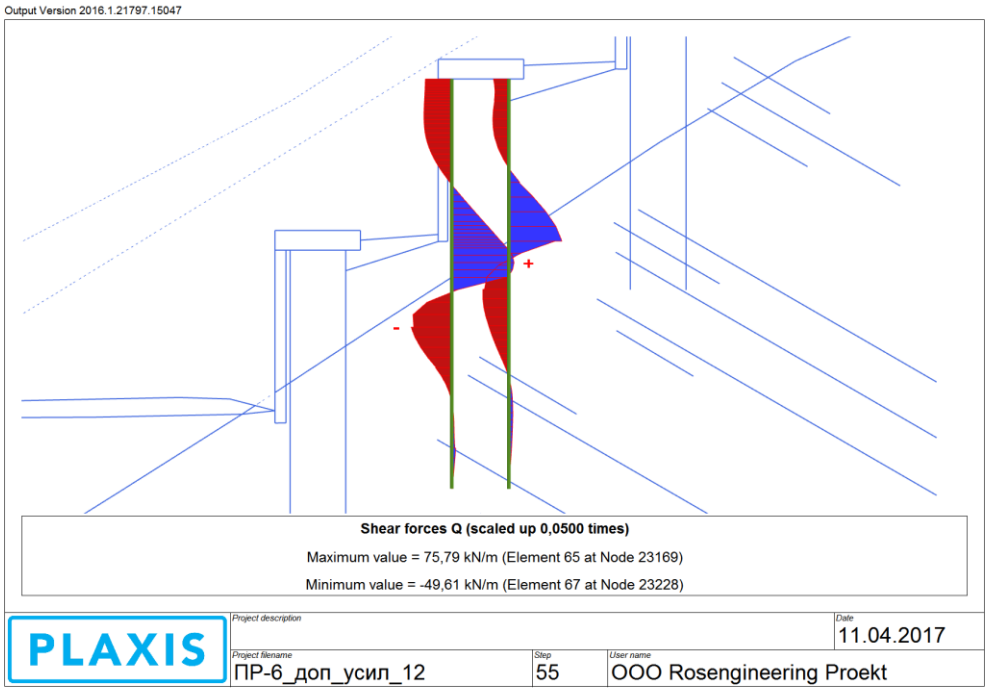


Рис. 6.511. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

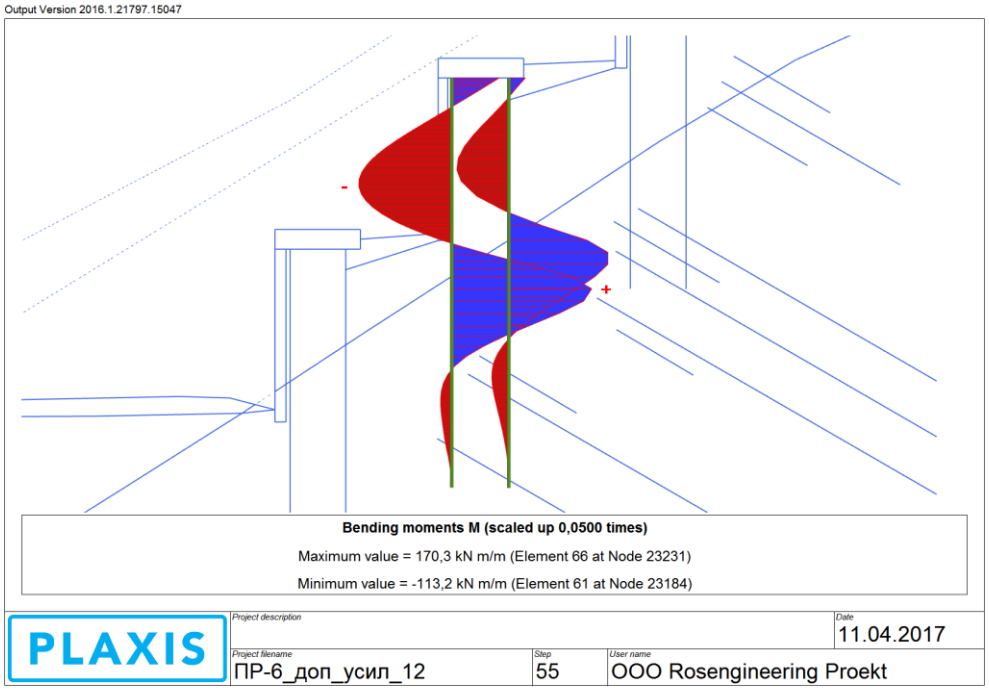


Рис. 6.512. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

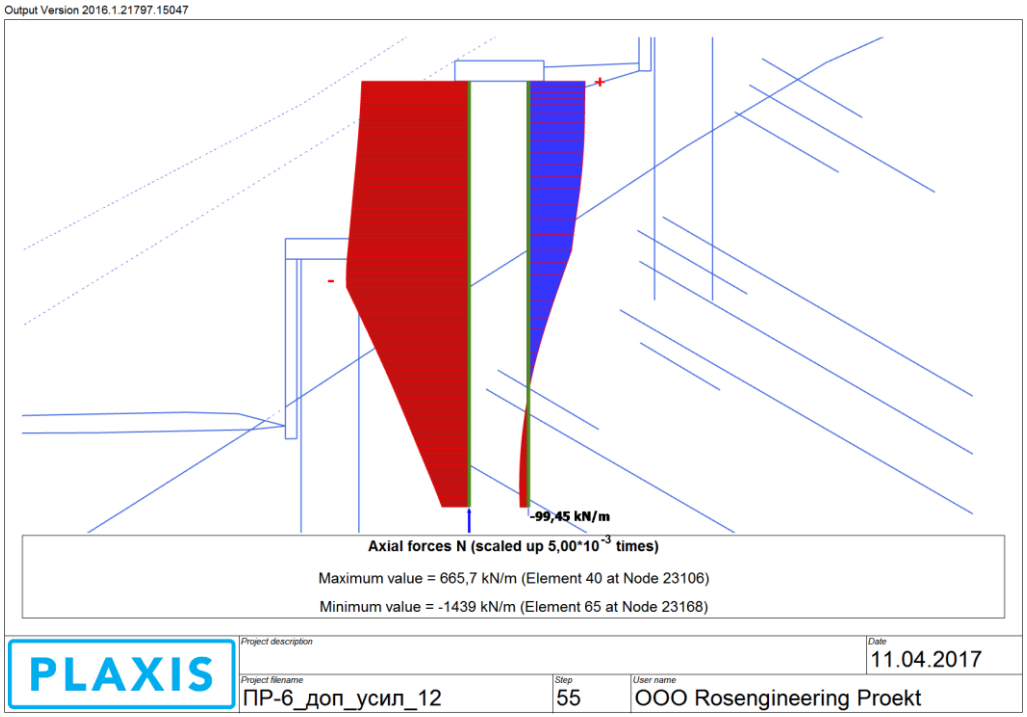


Рис. 6.513. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.121. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-440,06	52,08	23,18
N2(п)	1,02	25,0	3,0	203,58	36,85	19,76

Таблица 6.122. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7/1 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	144,23	3,0	103/78	19,5
A2(н)	142,73	3,0	103/78	18,0

Подпорная стена СТ-7/2

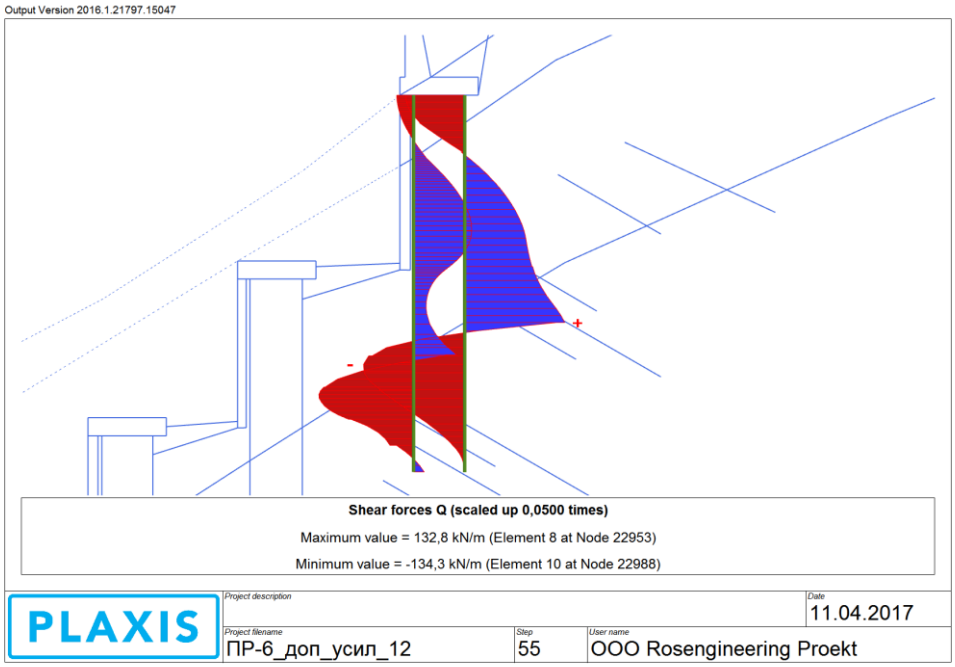


Рис. 6.514. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

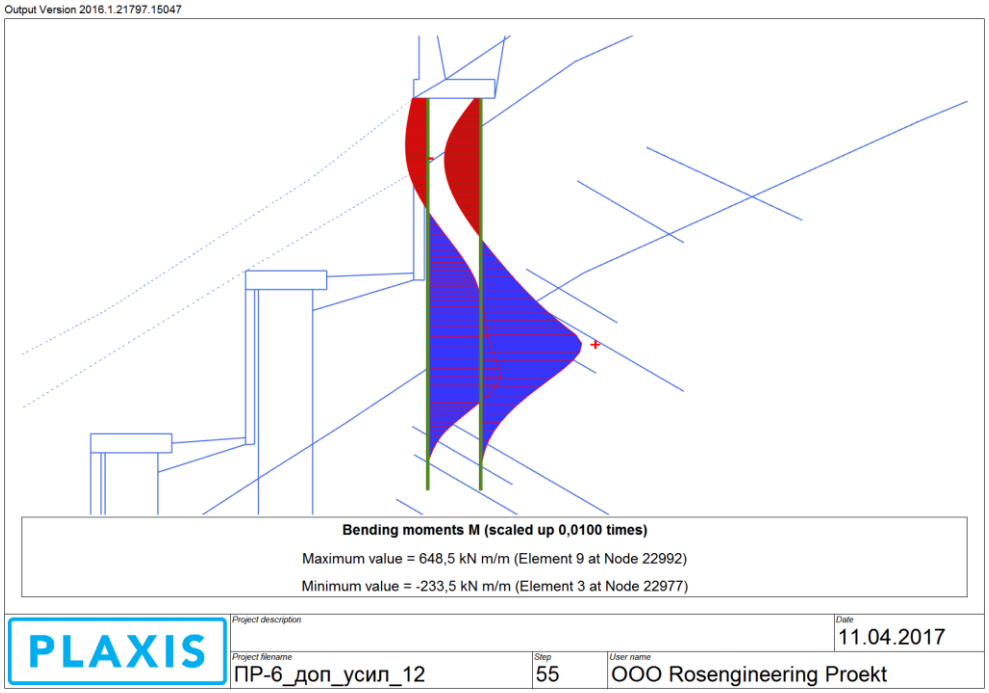


Рис. 6.515. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

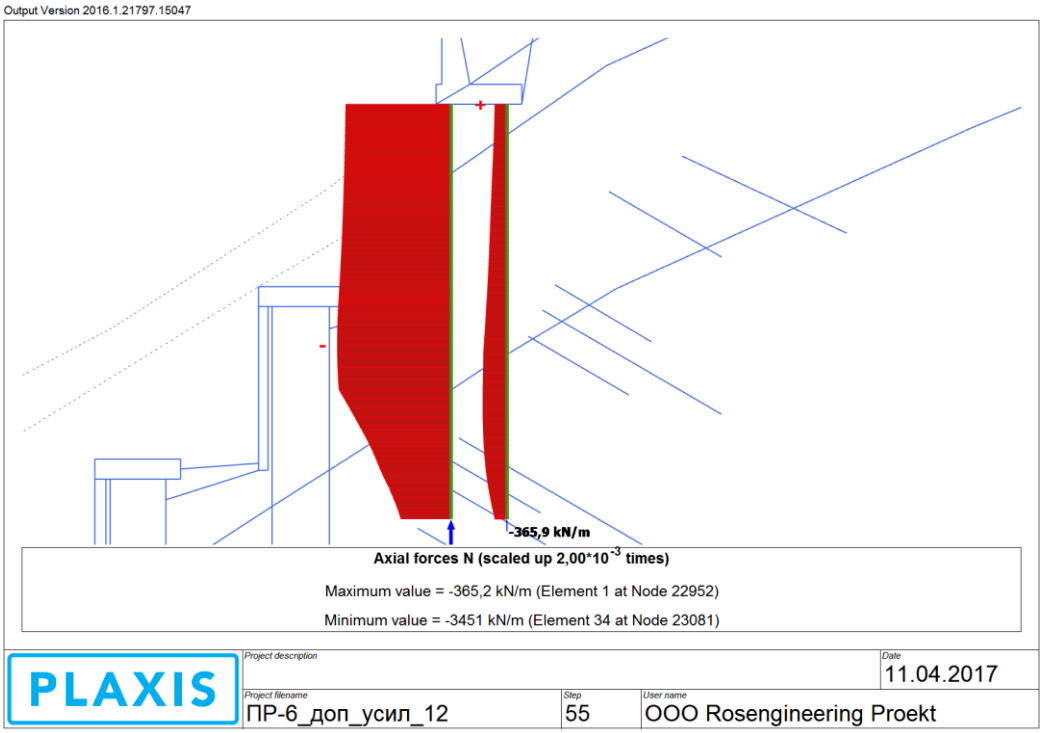


Рис. 6.516. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.123. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/2 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-1055,35	142,75	-38,44
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-223,39	198,32	-41,07

Таблица 6.124. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-7/2 при особом сочетании нагрузок

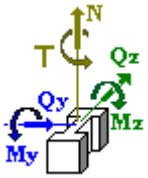
№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	121,9	1,5	103/78	27,0
A2(ср)	133,22	1,5	103/78	15,0
A3(н)	119,32	1,5	103/78	13,5

Расчет конструкции свай СТ-7 по разрезу 9-9 в программе SCAD

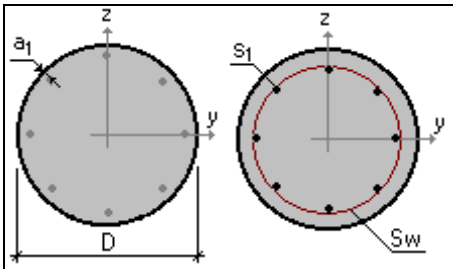
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

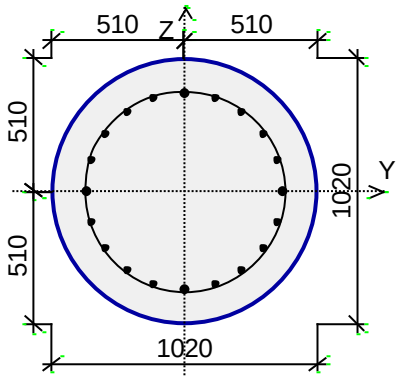
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-17,9	70,46	0	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,012
	Прочность по предельному моменту сечения	0,377
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	0,541
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	0,722
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

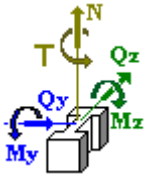
Коэффициент использования 0,722 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

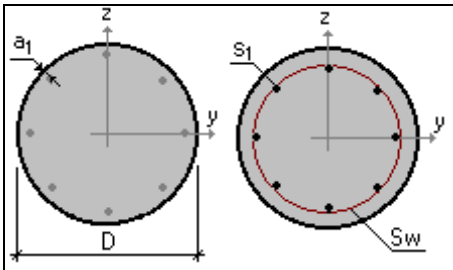
Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

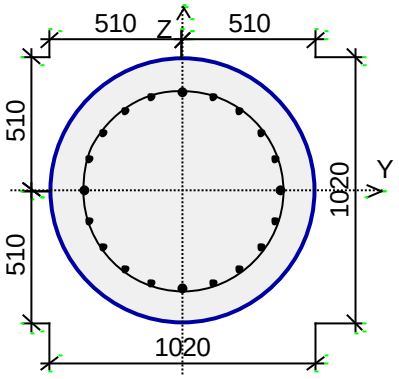
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т	Т*м				
1	-138,26	100,58	0	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,073
	Прочность по предельному моменту сечения	0,402
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,402 - Прочность по предельному моменту сечения

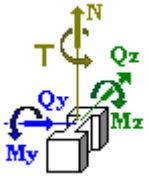
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет конструкции свай СТ-7/1 по разрезу 9-9 в программе SCAD

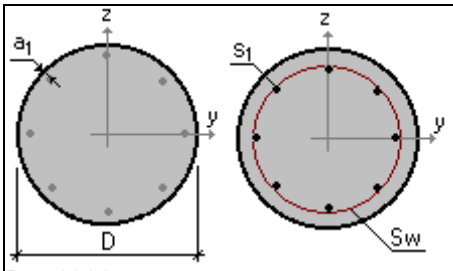
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

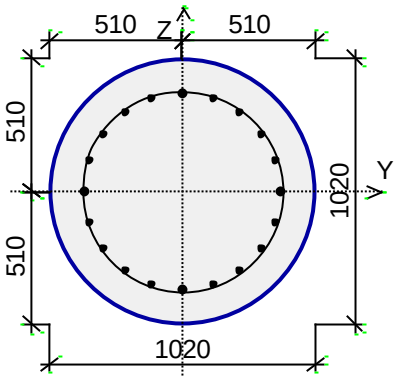
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-290,28	39,42	0	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,194
	Прочность по предельному моменту сечения	0,32
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

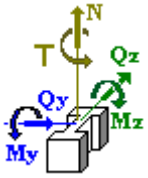
Коэффициент использования 0,32 - Прочность по предельному моменту сечения

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

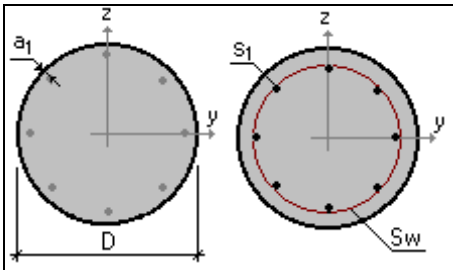
Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

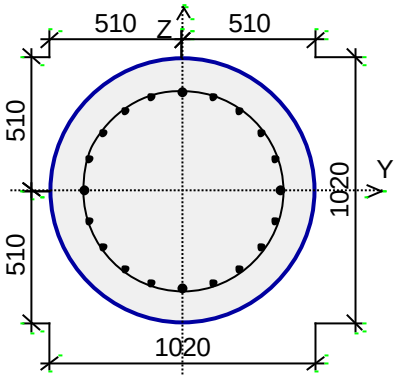
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т	Т*м				
1	-412,84	52,08	0	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,219
	Прочность по предельному моменту сечения	0,35
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,35 - Прочность по предельному моменту сечения

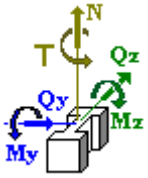
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет конструкции свай СТ-7/2 по разрезу 9-9 в программе SCAD

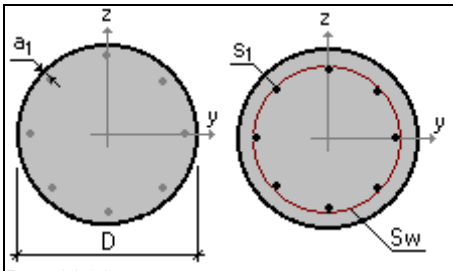
Основное сочетание нагрузок

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

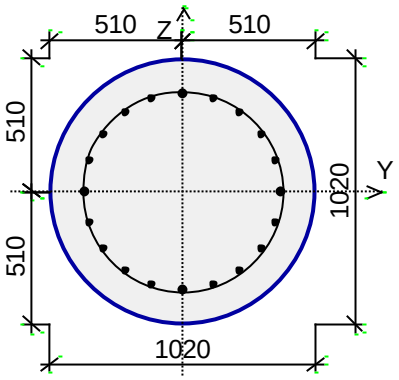
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т	Т*м				
1	-142,91	121,56	0	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,095
	Прочность по предельному моменту сечения	0,596
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	0,727
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	0,969
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

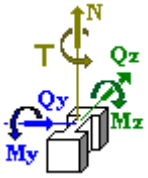
Коэффициент использования 0,969 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

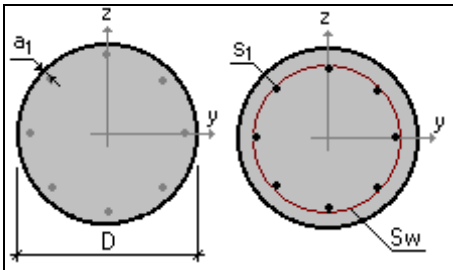
Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

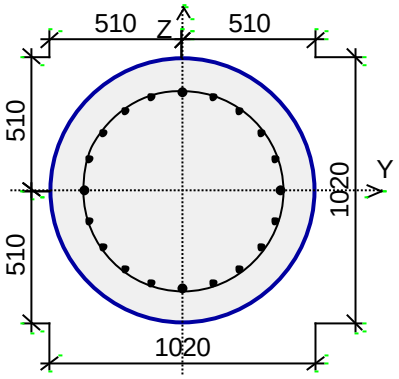
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-223,39	138,56	-41,07	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,118
	Прочность по предельному моменту сечения	0,553
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,201
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,717
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,717 – Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-7/2 по разрезу 9-9 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

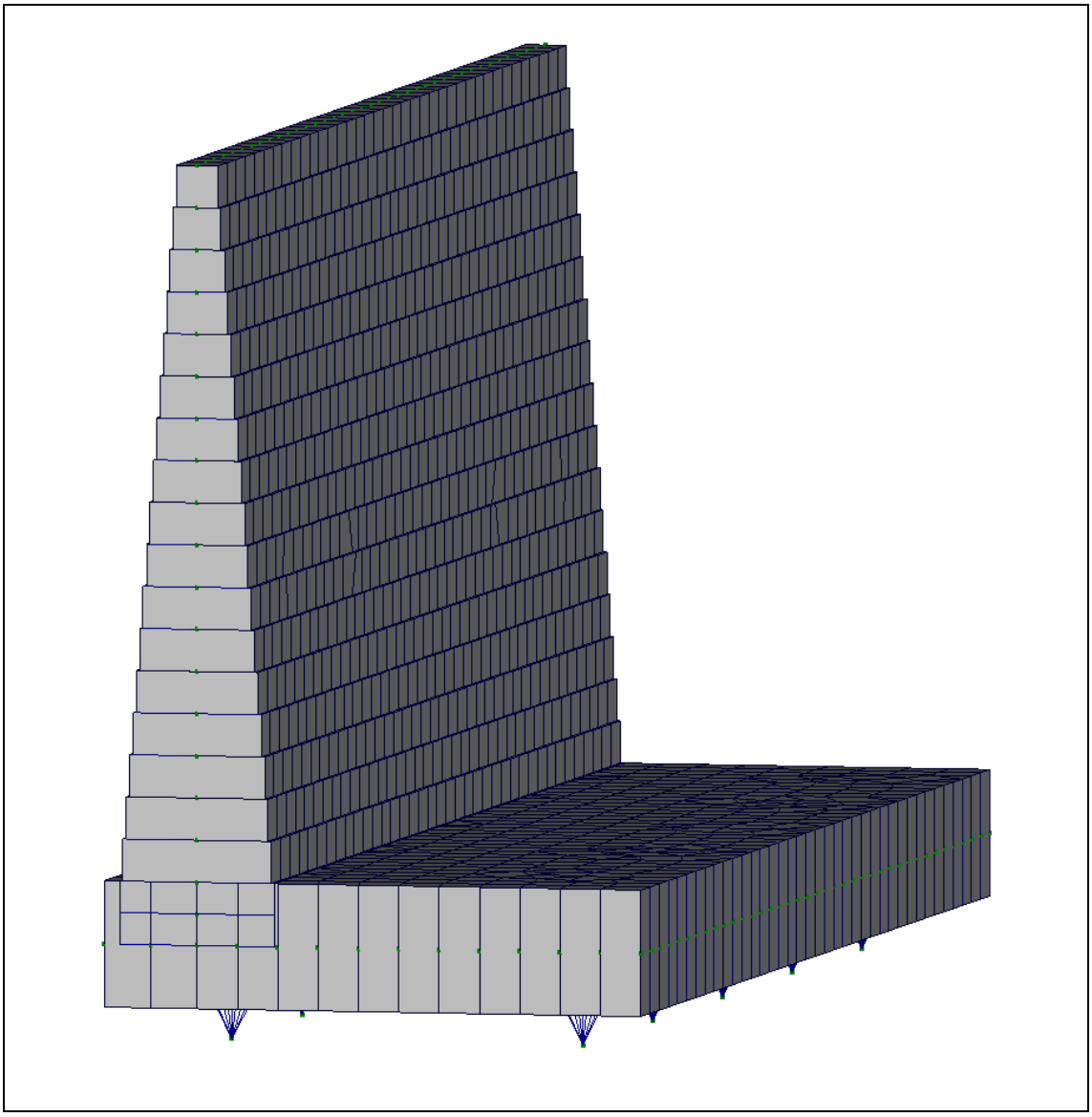


Рис. 6.517. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

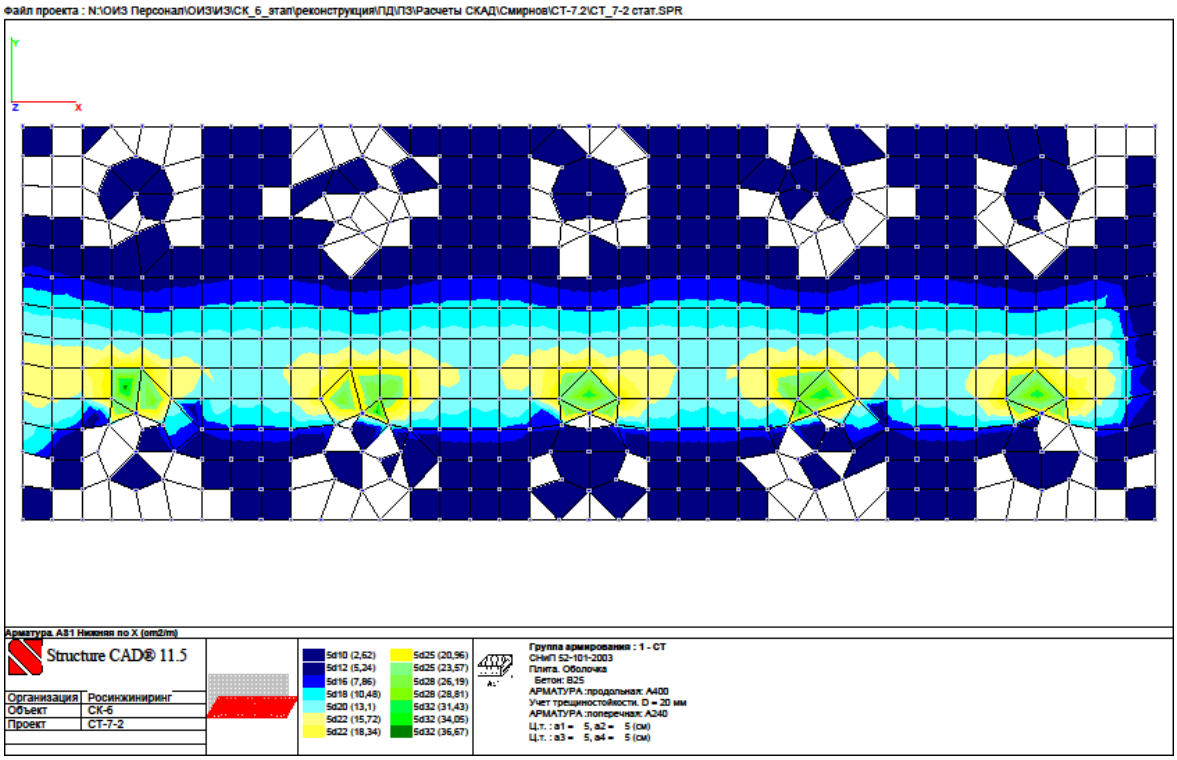


Рис. 6.518. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

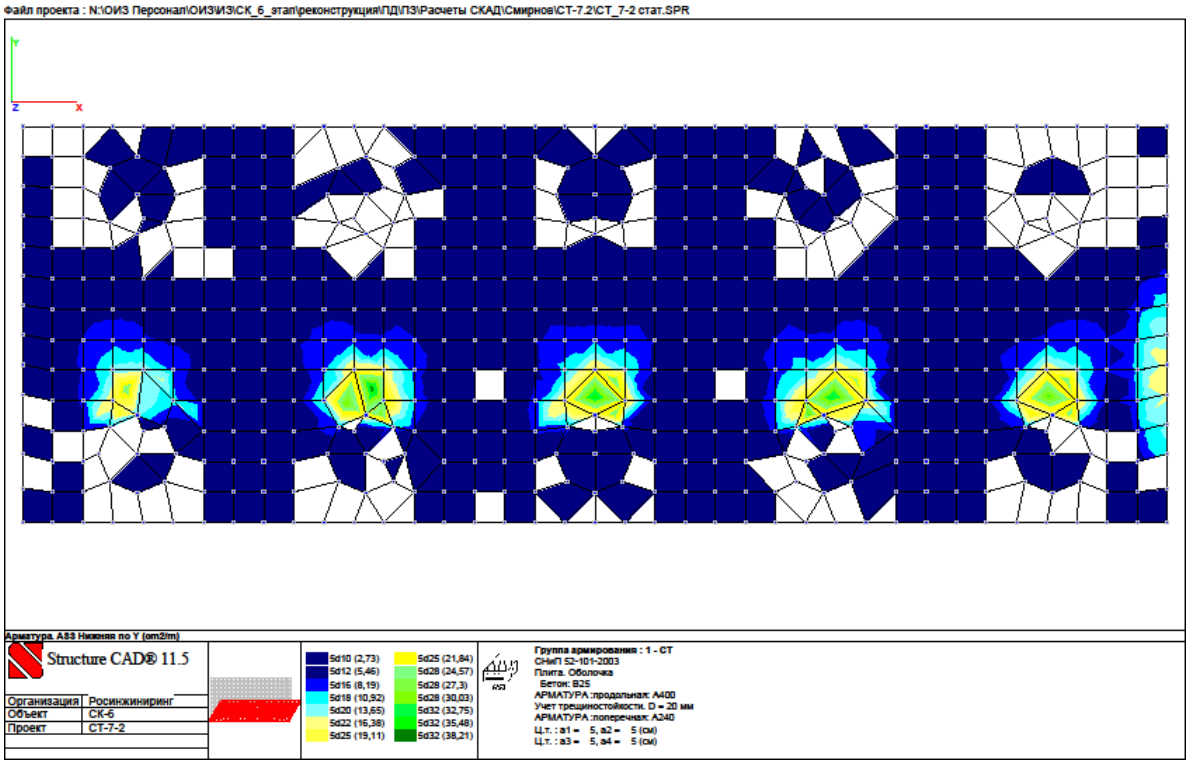


Рис. 6.519. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

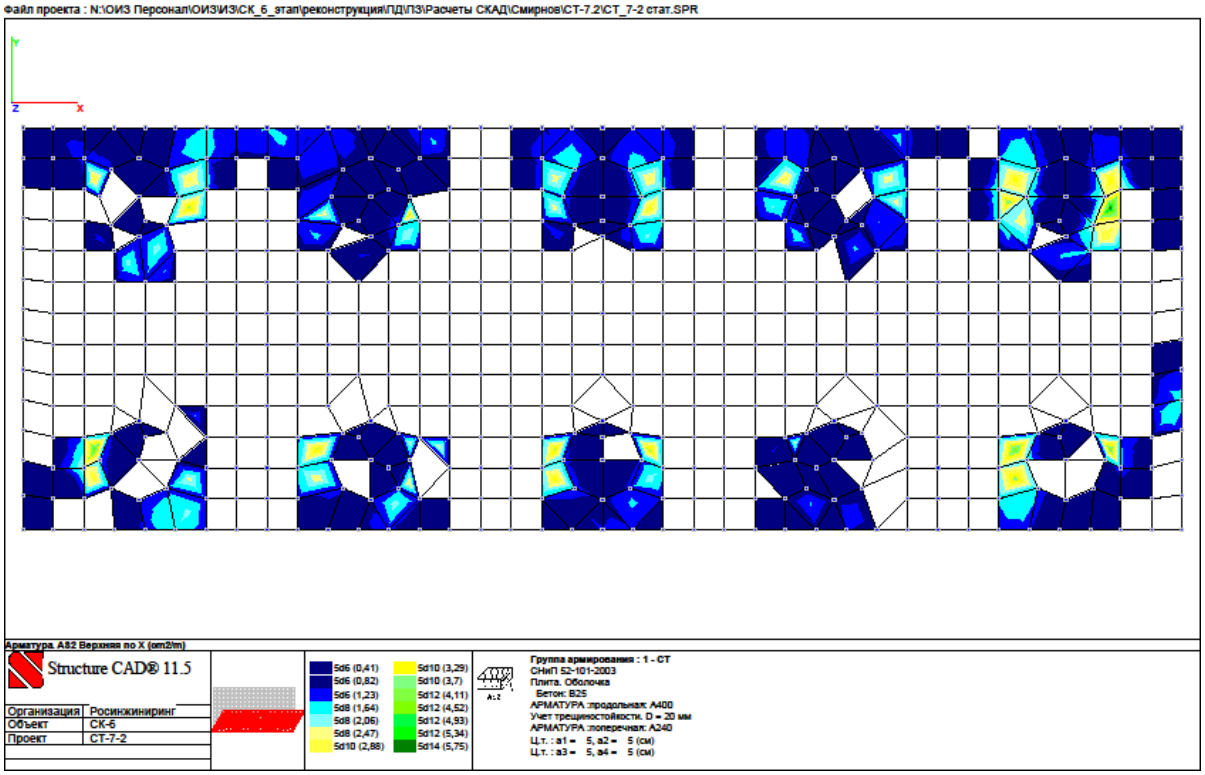


Рис. 6.520. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

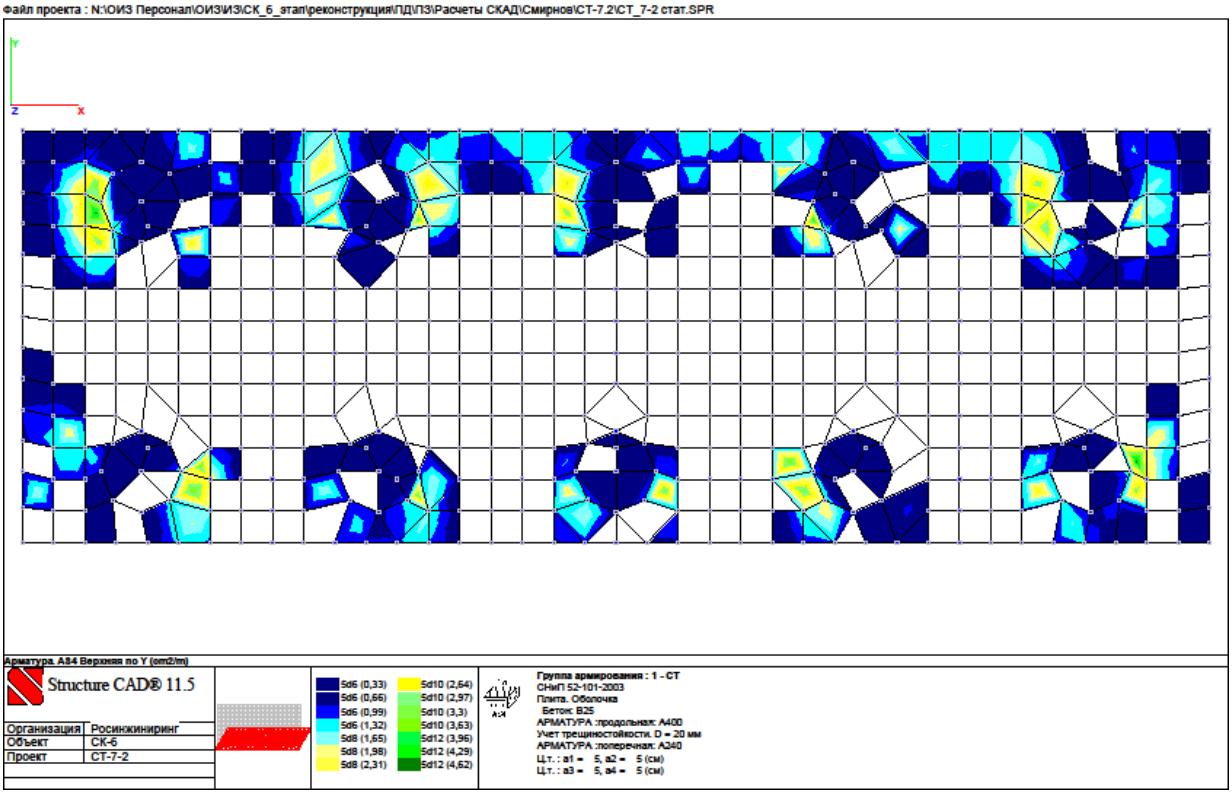


Рис. 6.521. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

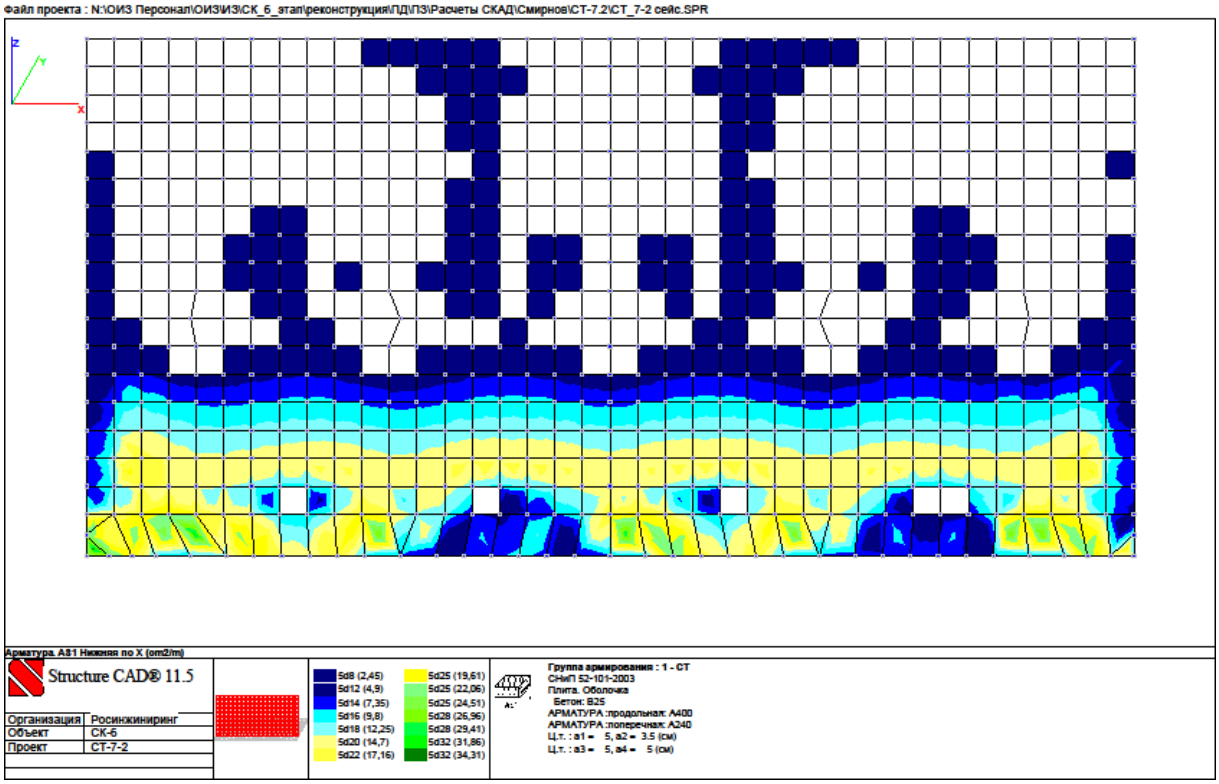


Рис. 6.522. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

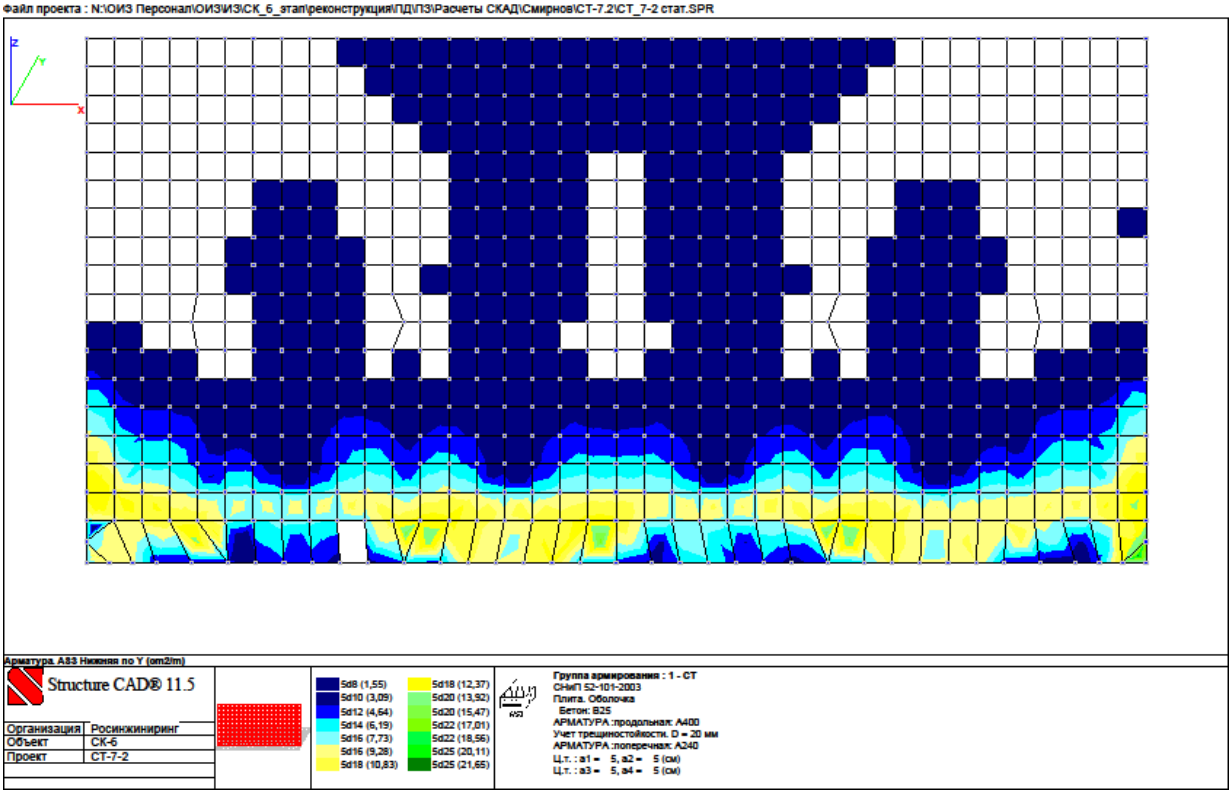


Рис. 6.523. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

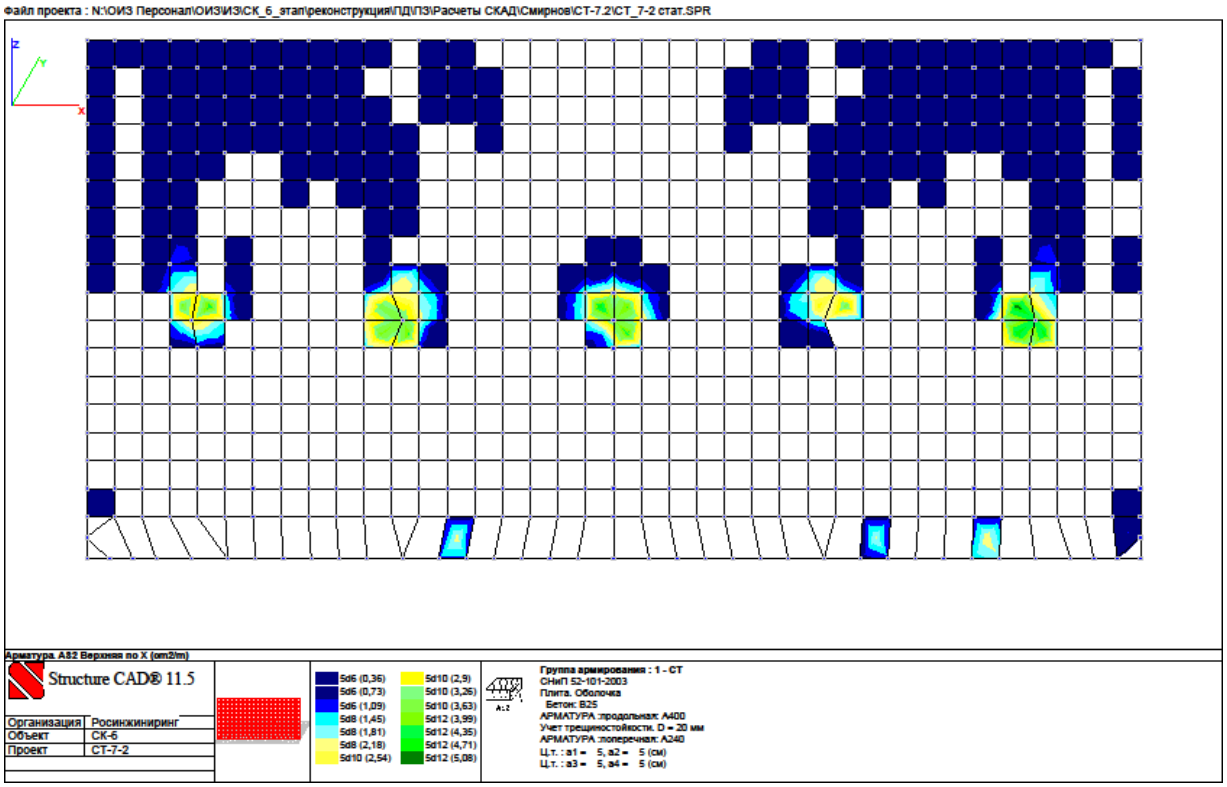


Рис. 6.524. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

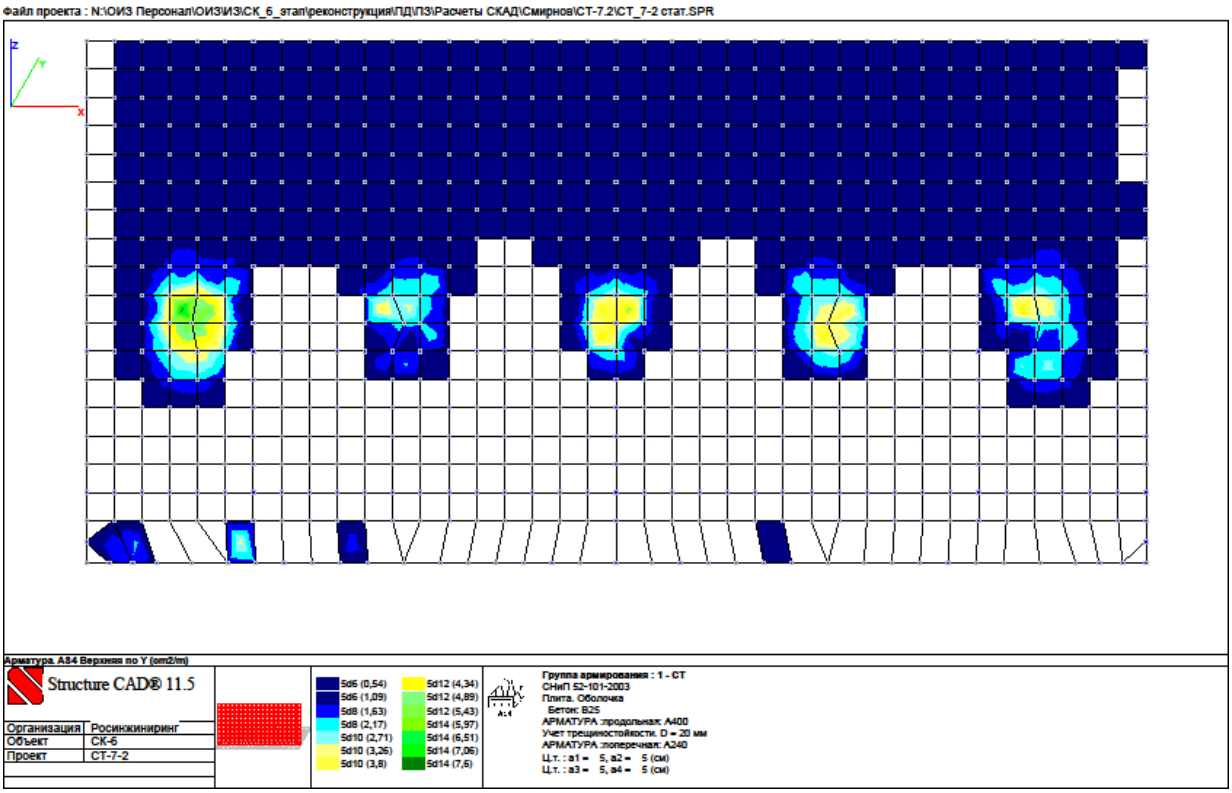


Рис. 6.525. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

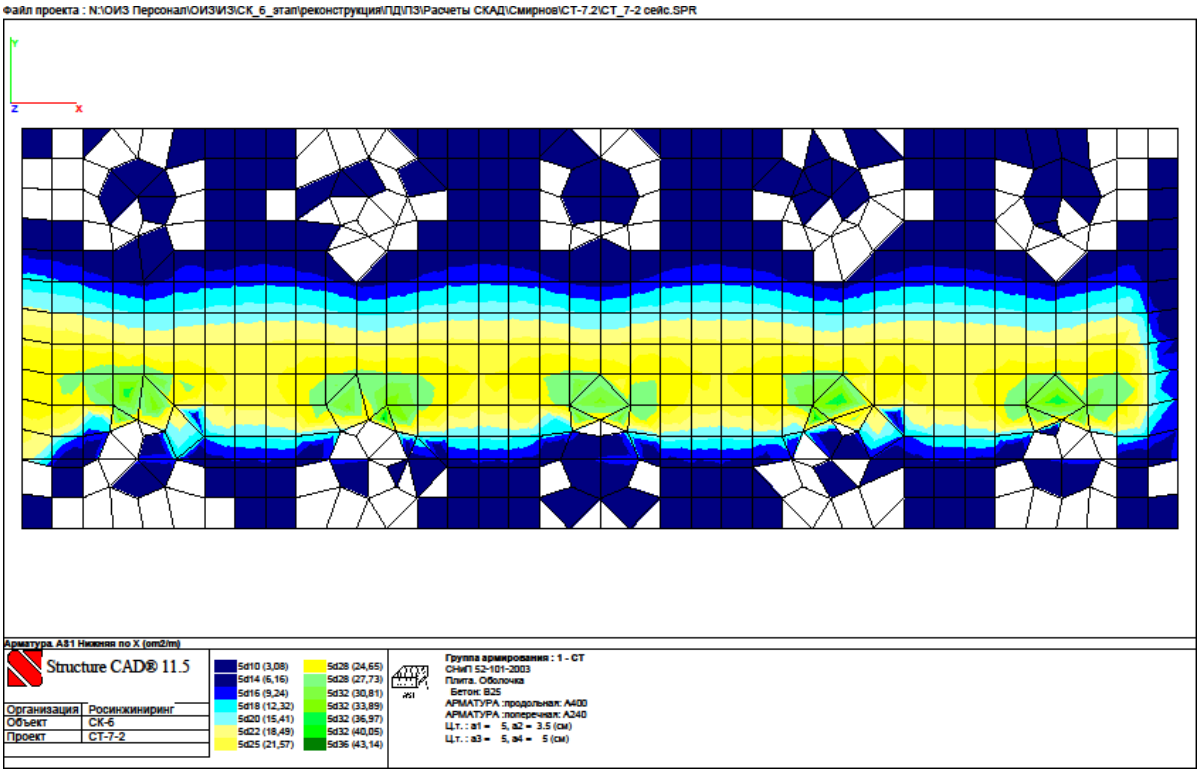


Рис. 6.526. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

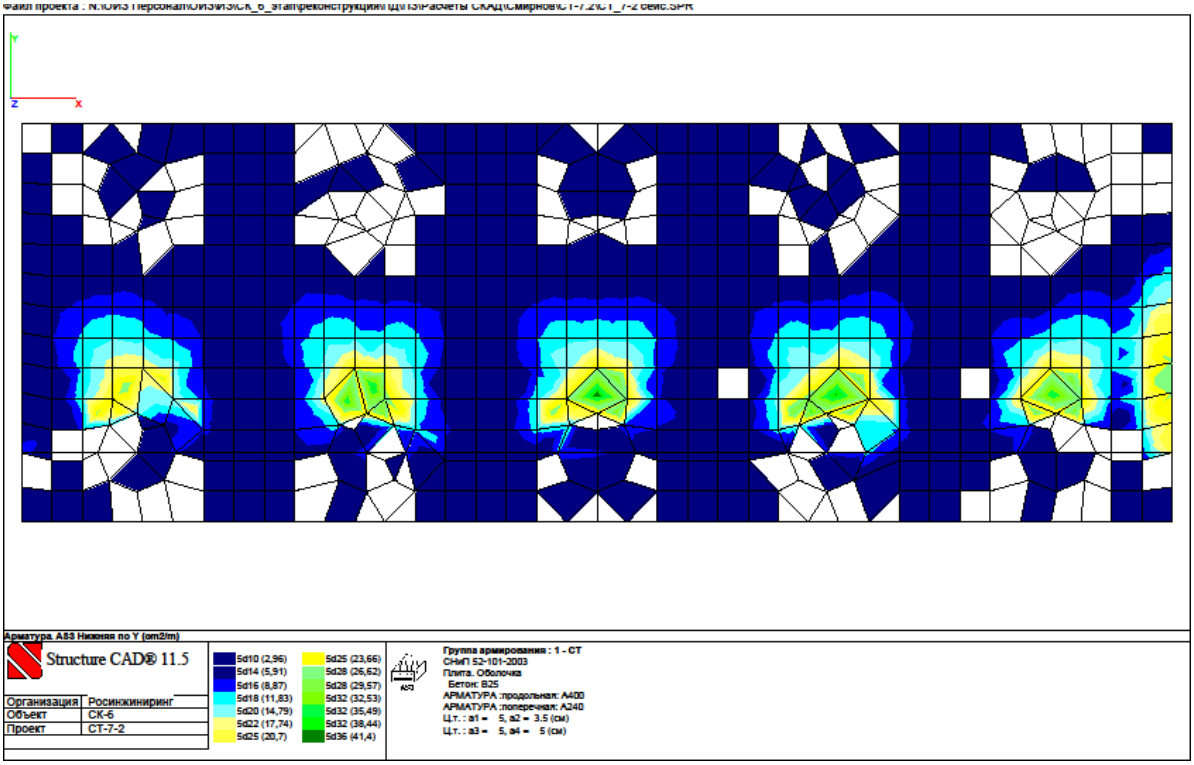


Рис. 6.527. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

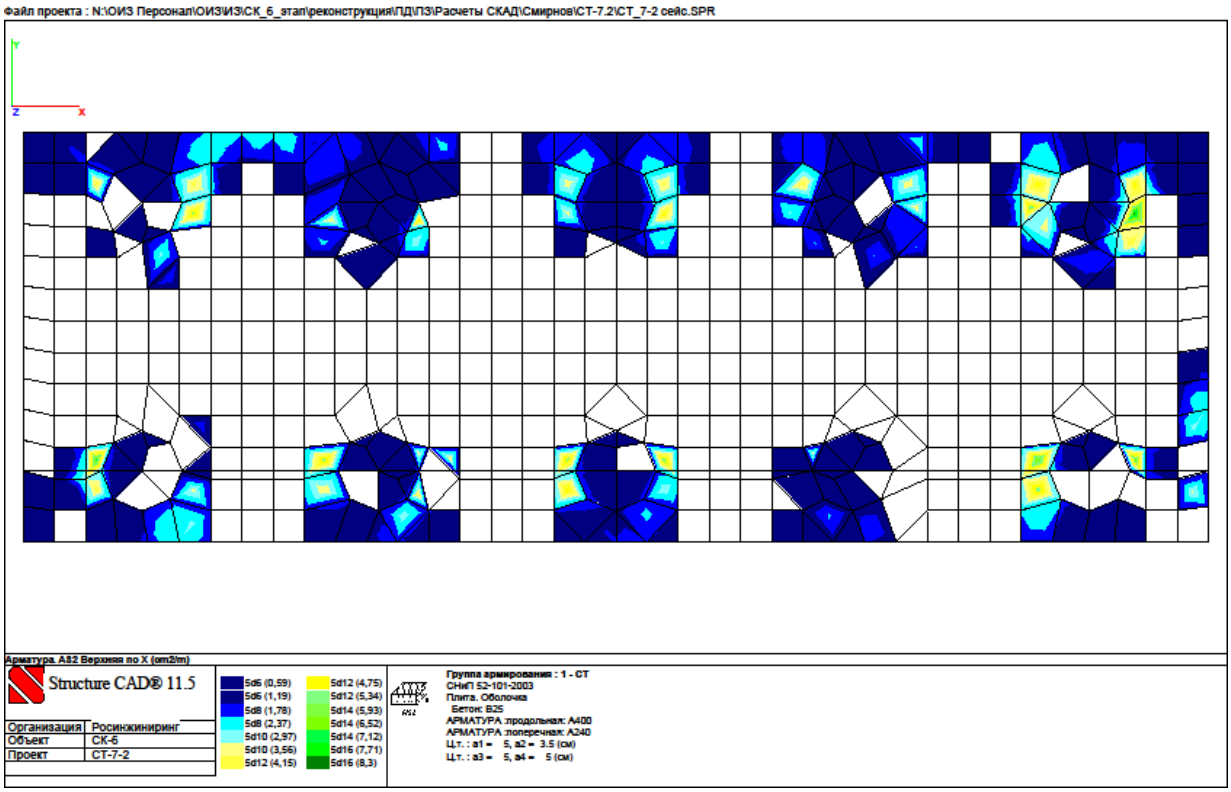


Рис. 6.528. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

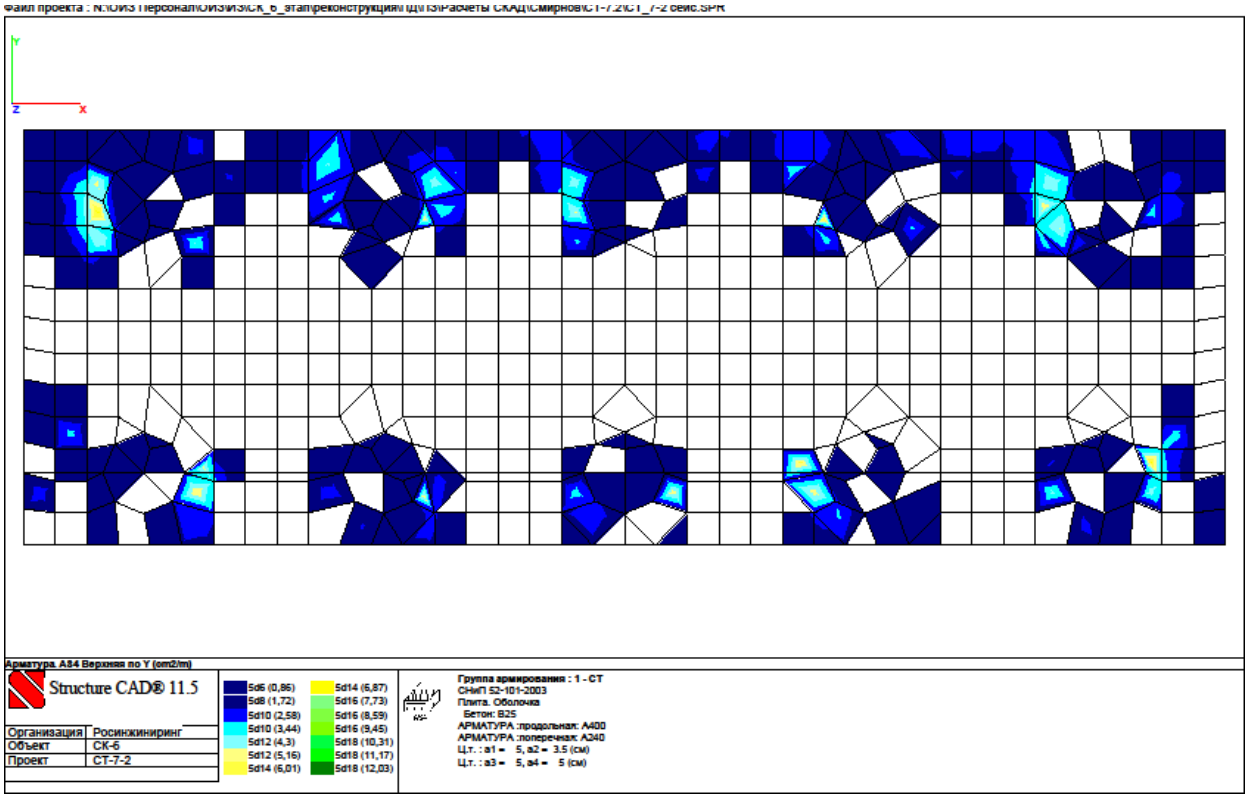


Рис. 6.529. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

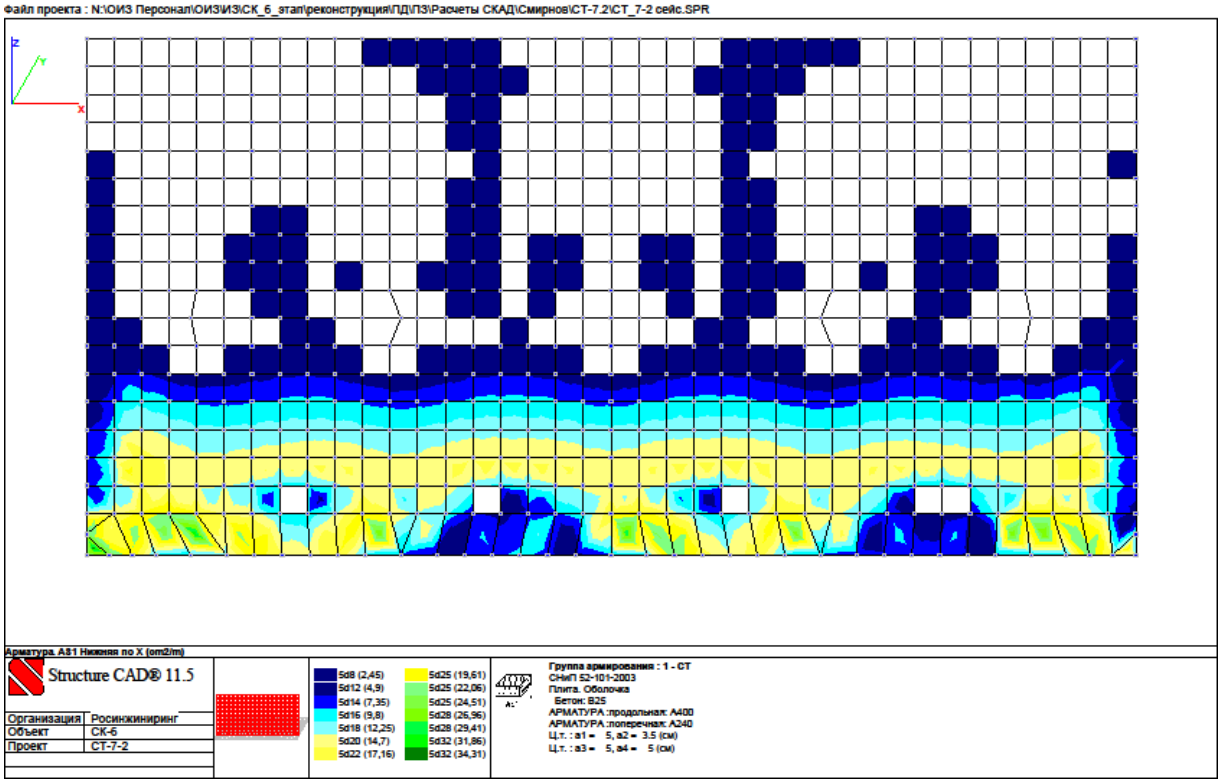


Рис. 6.530. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

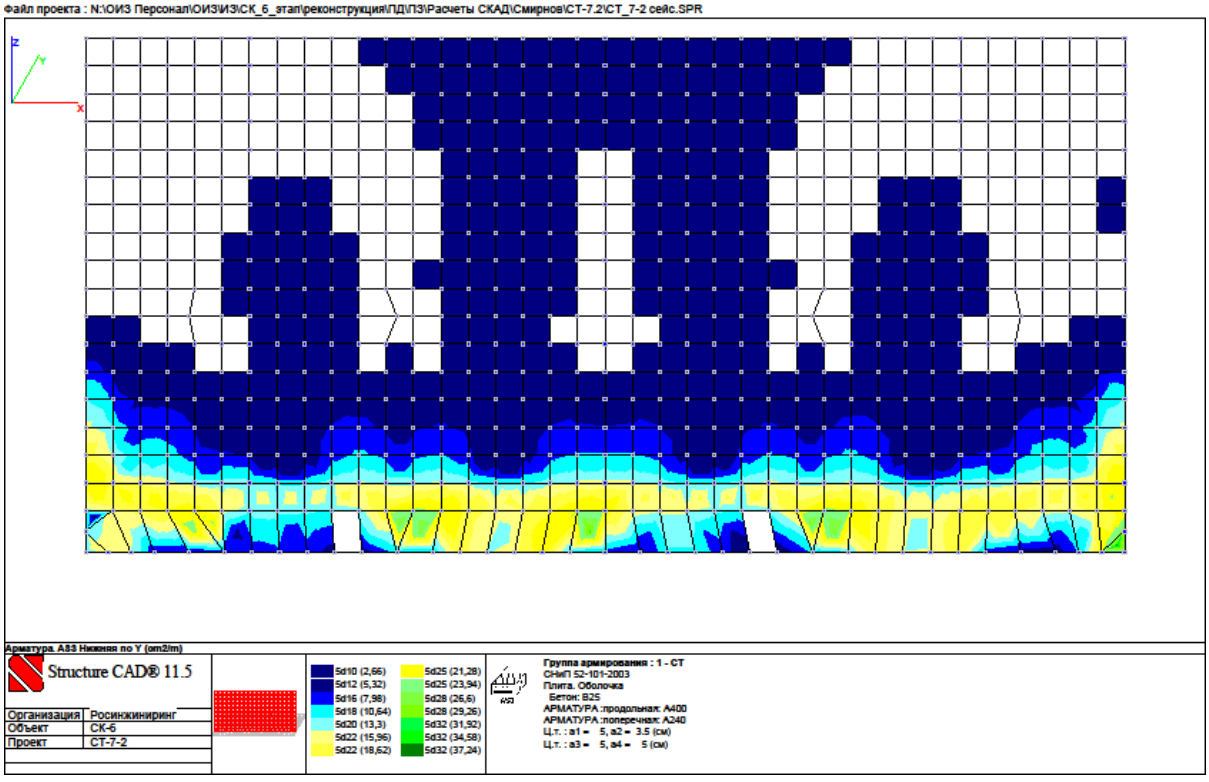


Рис. 6.531. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

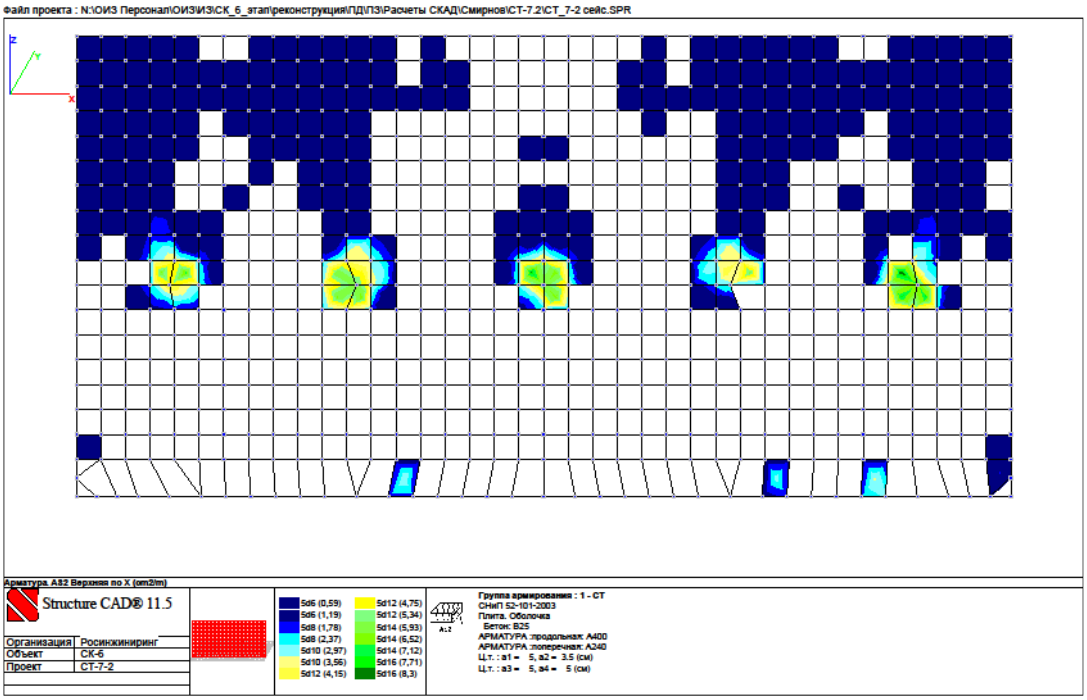


Рис. 6.532. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

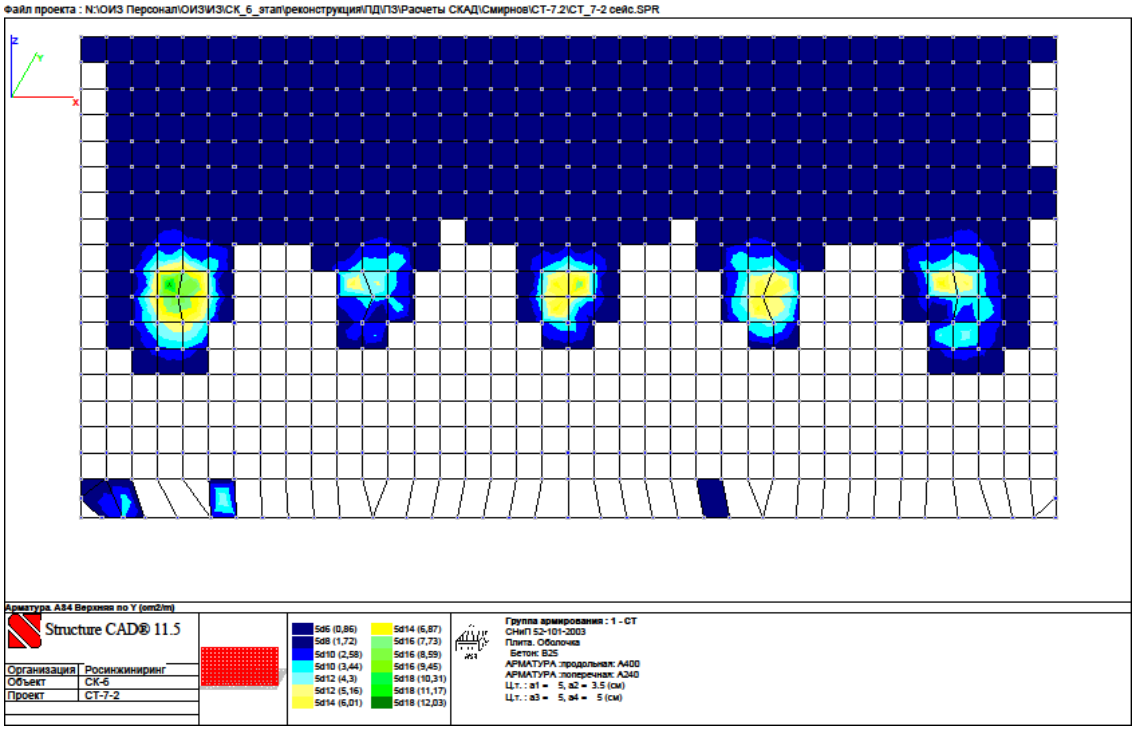


Рис. 6.533. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров подпорных стен

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.125. Расчетная несущая способность новых грунтовых анкеров подпорных стен по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
Подпорная стена СТ-7											
А1(в)	75,13	3,0	0	73/53	21,0	77,96	21,0	6,7	130	140	136,1
А2(н)	73,65	3,0	0	73/53	19,5	77,96	19,5	5,1	130	140	132,9
Подпорная стена СТ-7/1											
А1(в)	144,23	3,0	0	103/78	19,5	145,15	19,5	7,2	175	185	161,7
А2(н)	142,73	3,0	0	103/78	18,0	145,51	18,0	5,6	175	185	161,6
Подпорная стена СТ-7/2											
А1(в)	121,9	1,5	0	103/78	27,0	145,51	27,0	10,0	175	185	124,9
А2(ср)	133,22	1,5	0	103/78	15,0	145,51	15,0	6,7	175	185	145,3
А3(н)	119,32	1,5	0	103/78	13,5	145,51	13,5	6,7	175	185	167,1

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 9-9

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорных стен СТ-7, СТ-7/1, СТ-7/2.

2) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-7 предусматривается устройство двух рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 73/53 длиной 19,5 и 21,0 метр, расположенных с шагом 3,0 метра.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-7/1 предусматривается устройство двух рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 18,0 и 19,5 метров, расположенных с шагом 3,0 метра.

4) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-7/2 предусматривается устройство трех рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 13,5, 15,0 и 27,0 м с шагом 1,5 м.

5) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкций подпорных стен СТ-7, СТ-7/1, СТ-7/2 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

6) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.11 Расчеты по линии разреза 10-10 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-7доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.534:

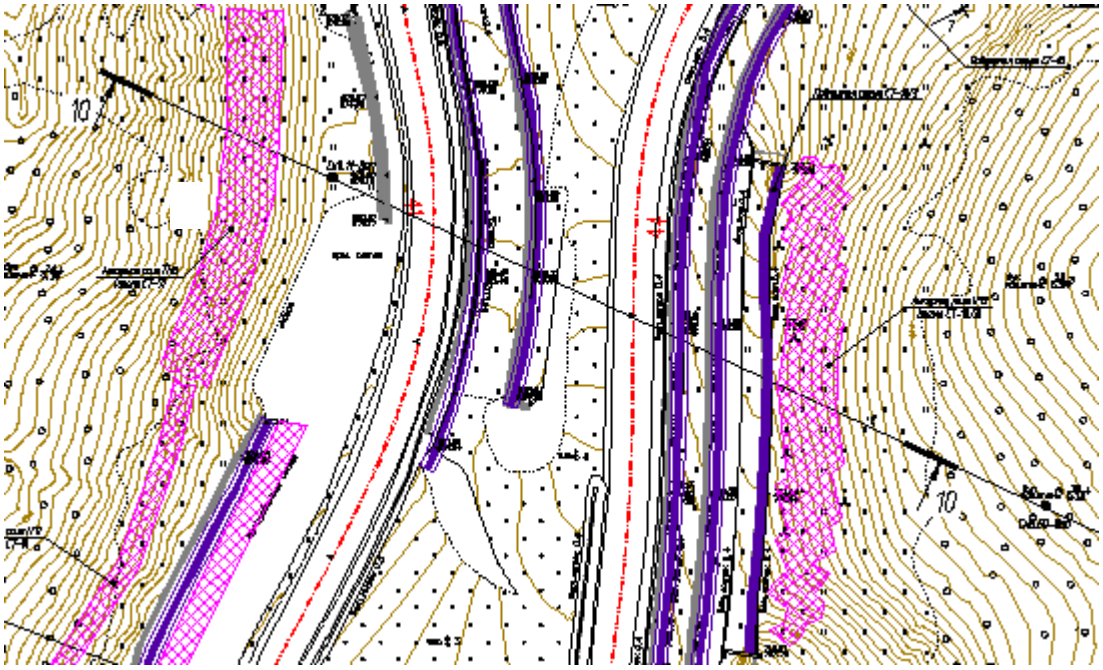


Рис. 6.534. Схема расположения разреза 10-10.

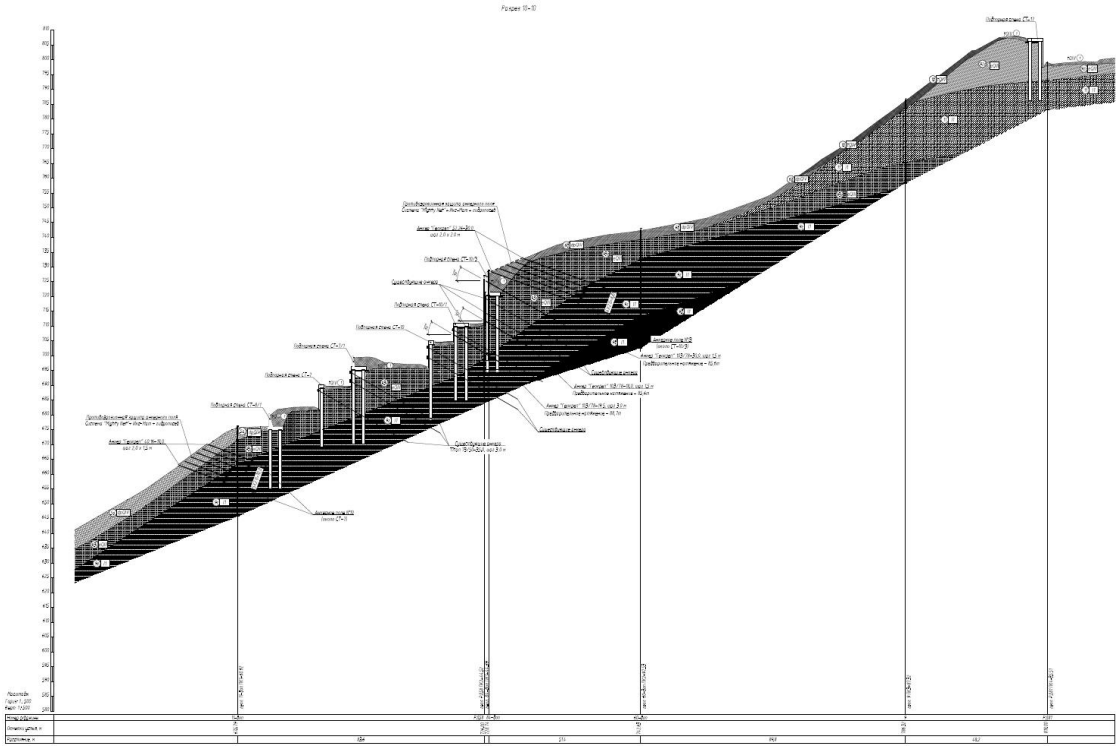


Рис. 6.535. Разрез 10-10.

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

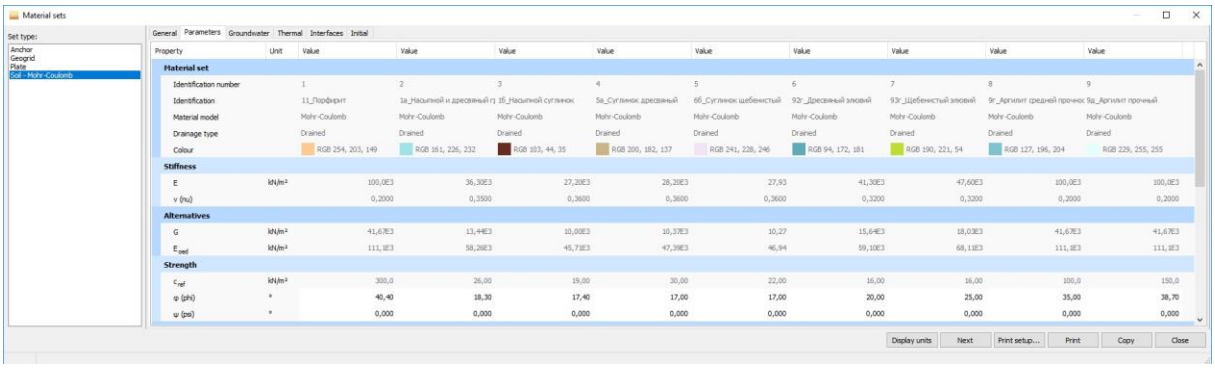


Рис.11 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.11.1 Расчет разреза 10-10 в существующем положении

Расчет разреза 10-10 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

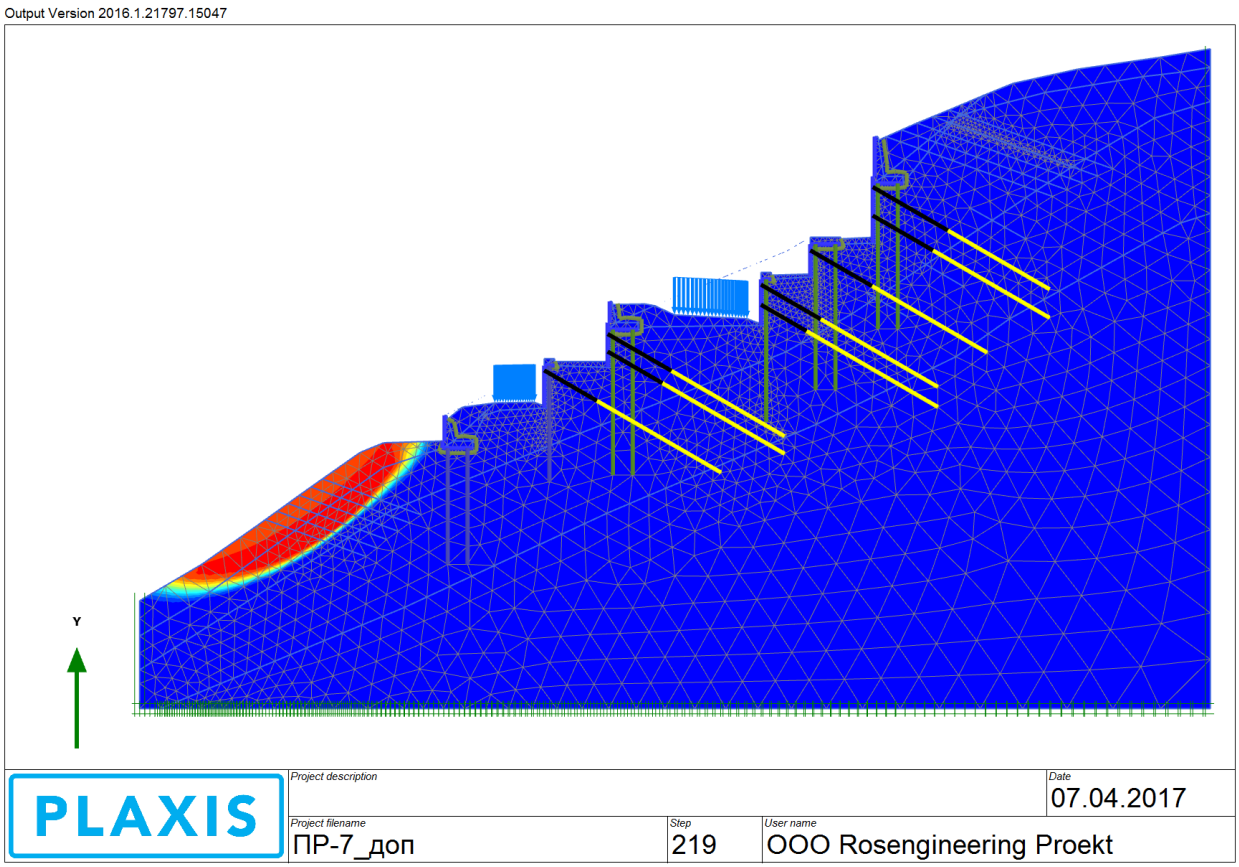


Рис. 6.536. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон неустойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости не обеспечен. K_{sf} =1,06 < K_{sfn} = 1,11.

Подпорная стена СТ-7

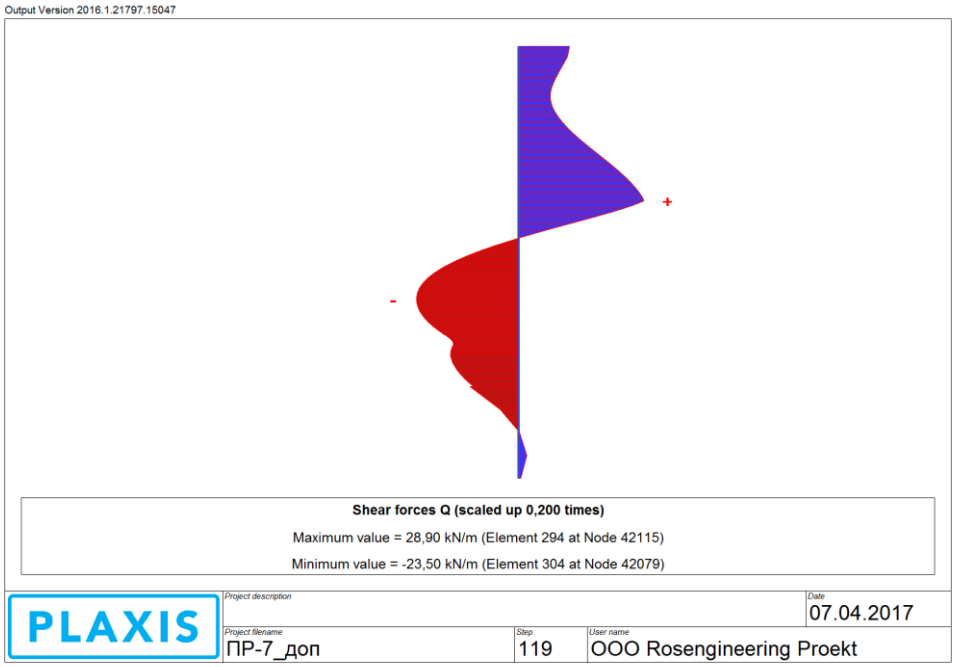


Рис. 6.537. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

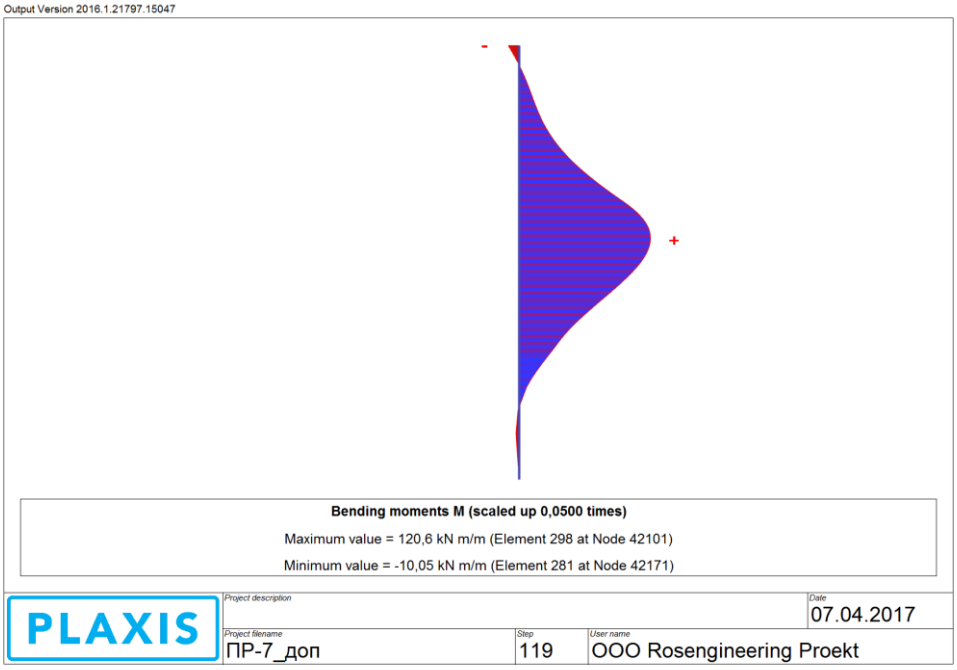


Рис. 6.538. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

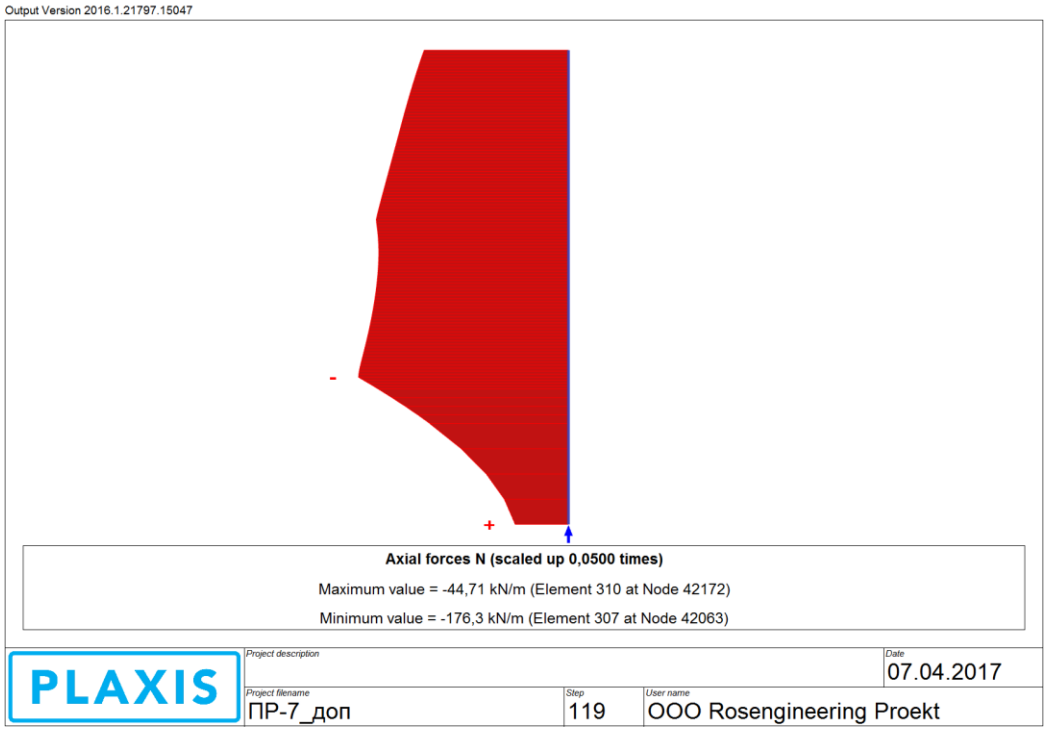


Рис. 6.539. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.126. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-53,9	36,9	8,8

Подпорная стена СТ-7/1

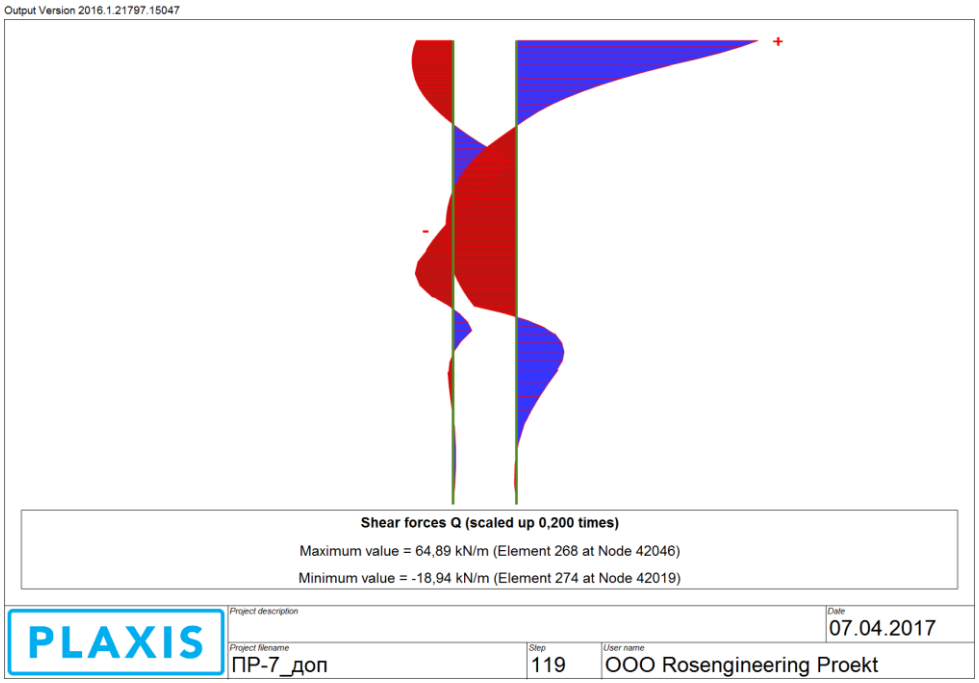


Рис. 6.540. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

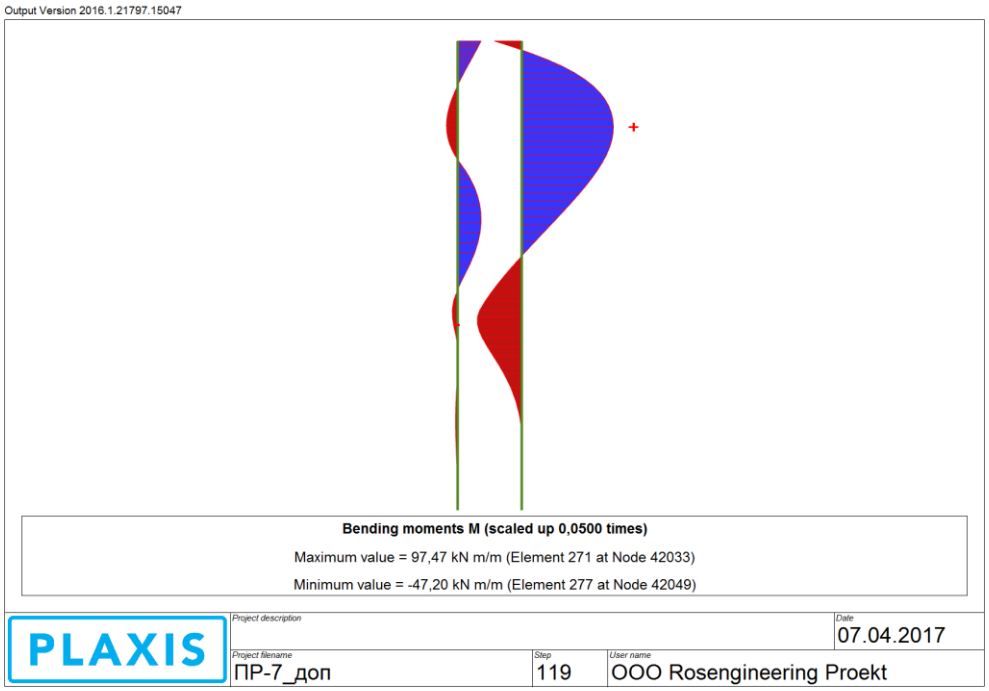


Рис. 6.541. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

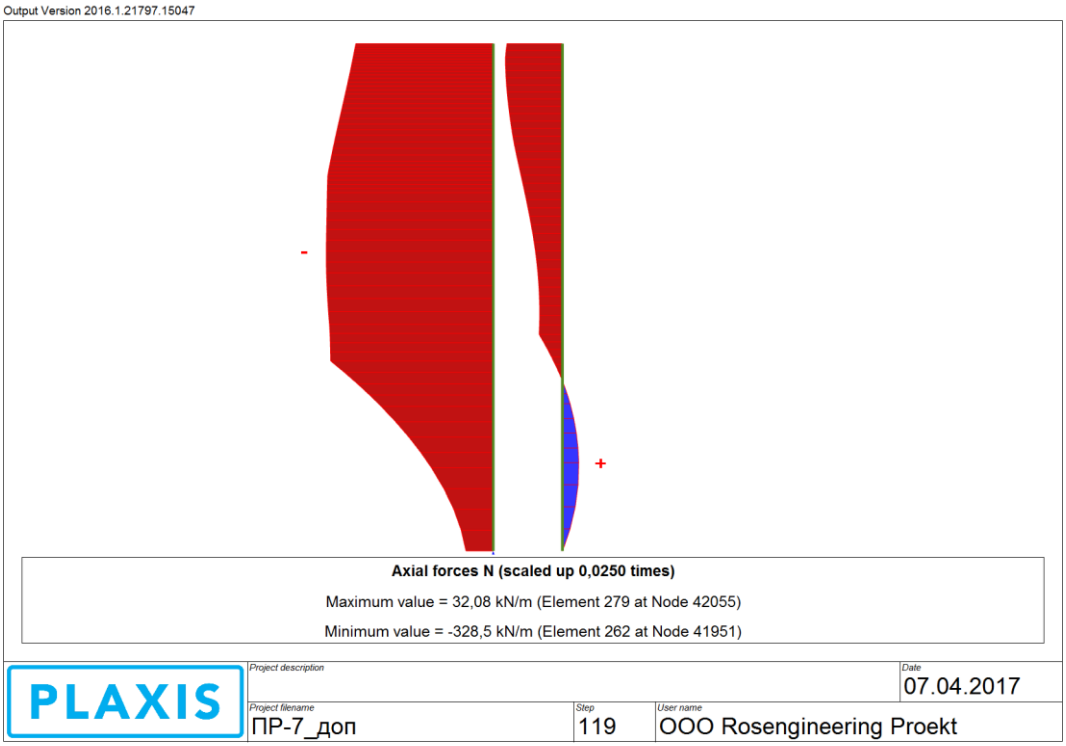


Рис. 6.542. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.127. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-100,5	7,6	4,6
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-33,6	29,8	19,8

Подпорная стена СТ-10

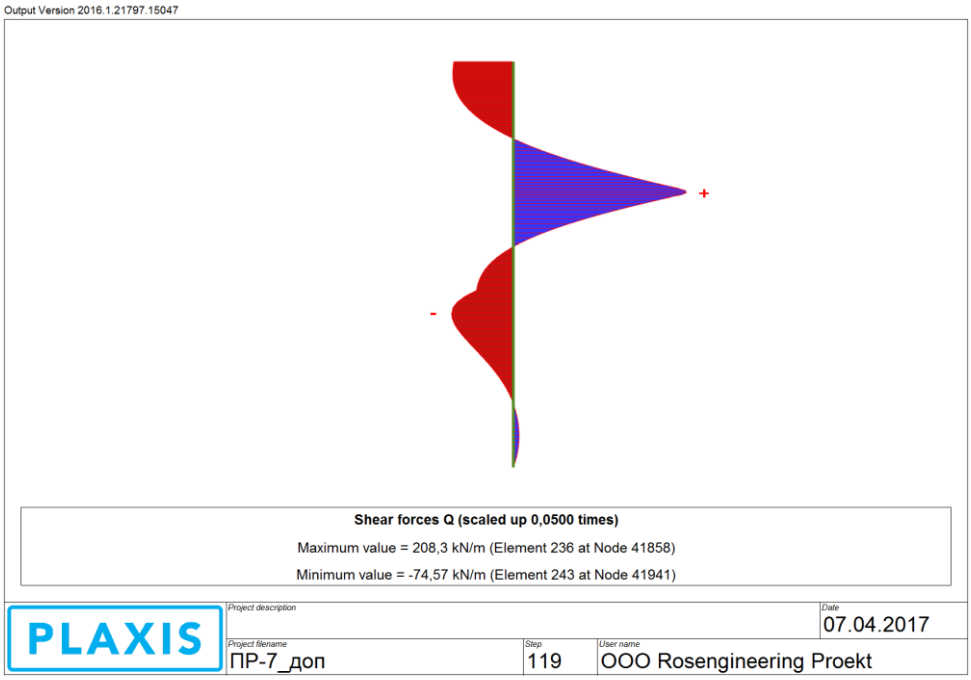


Рис. 6.543. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

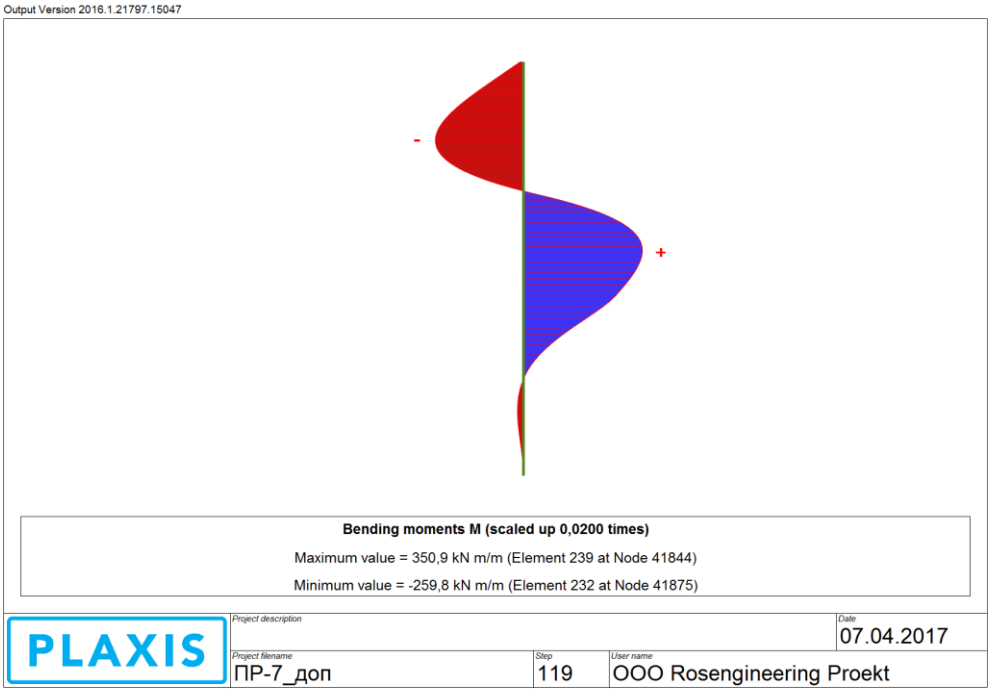


Рис. 6.544. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

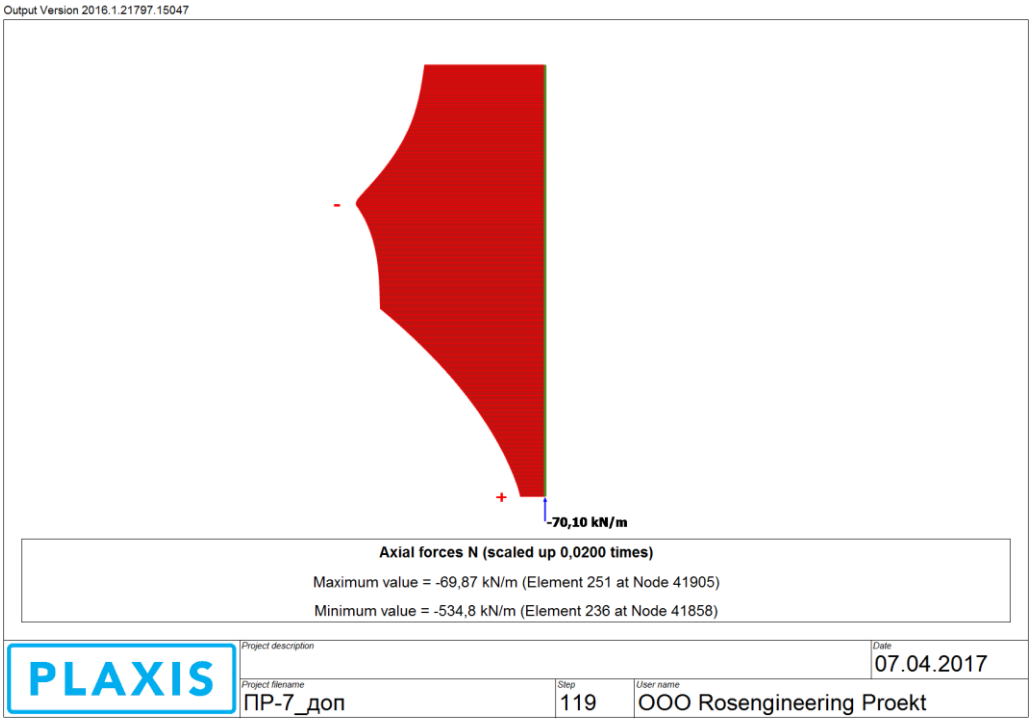


Рис. 6.545. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.128. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	25,0	3,0	-163,5	199,1	63,7

Подпорная стена СТ-10/1

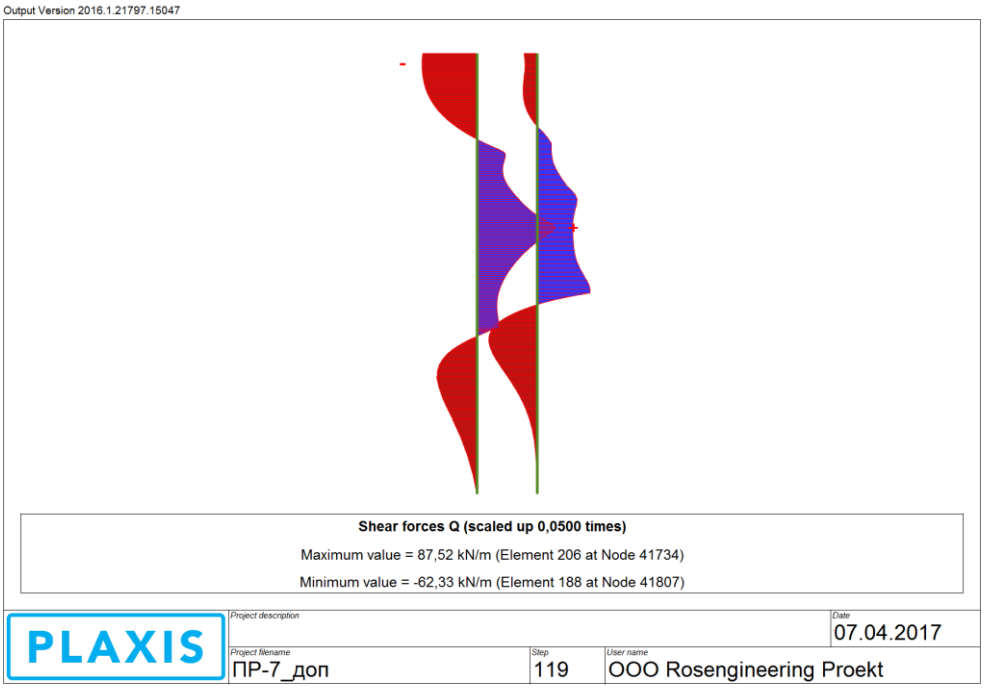


Рис. 6.546. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

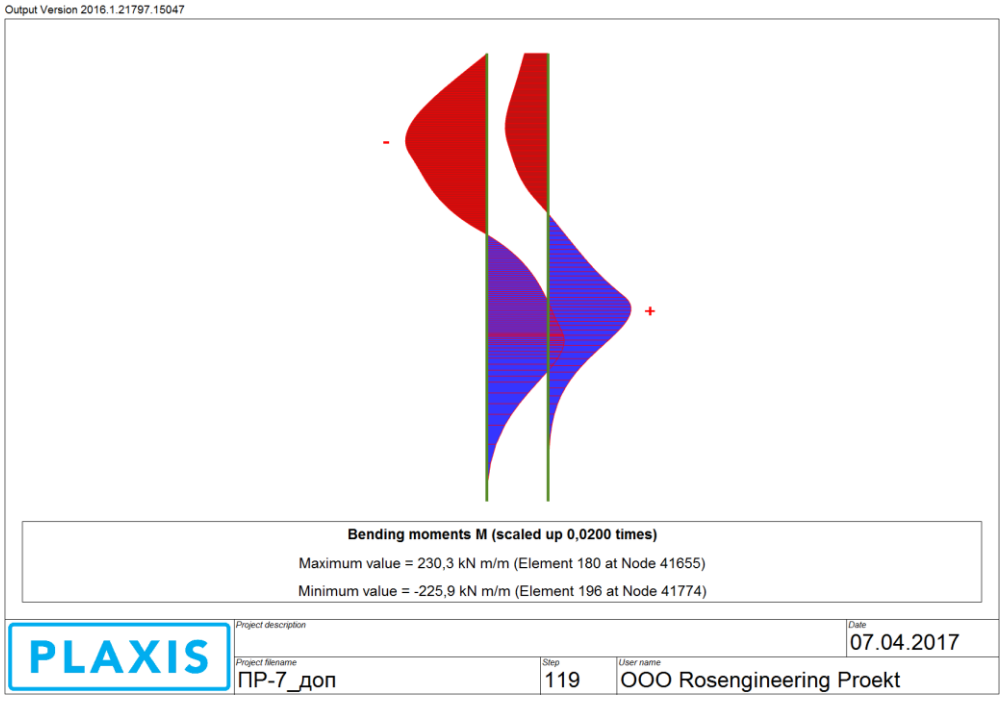


Рис. 6.547. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

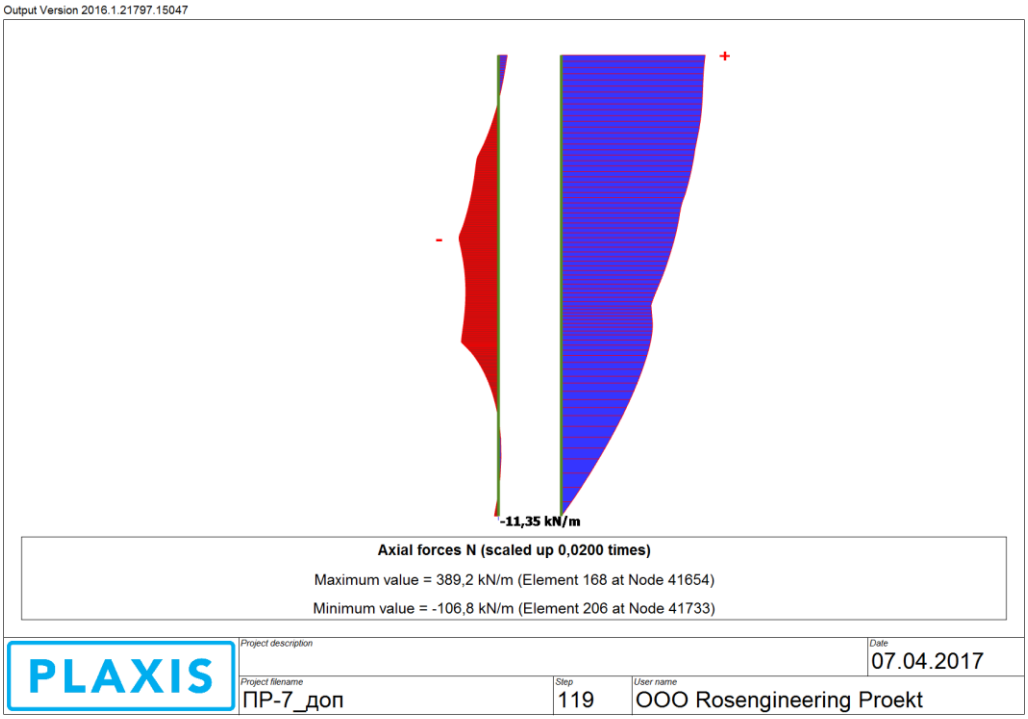


Рис. 6.548. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.129. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-32,7	69,1	26,8
N2(п)	1,02	25,0	3,0	118,9	70,4	16,1

Подпорная стена СТ-10/3

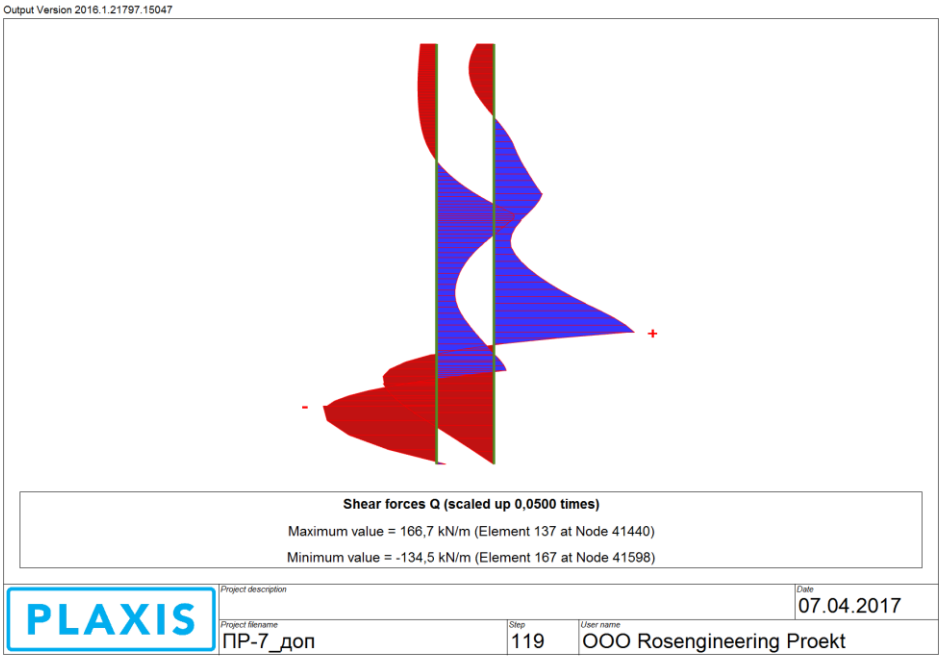


Рис. 6.549. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

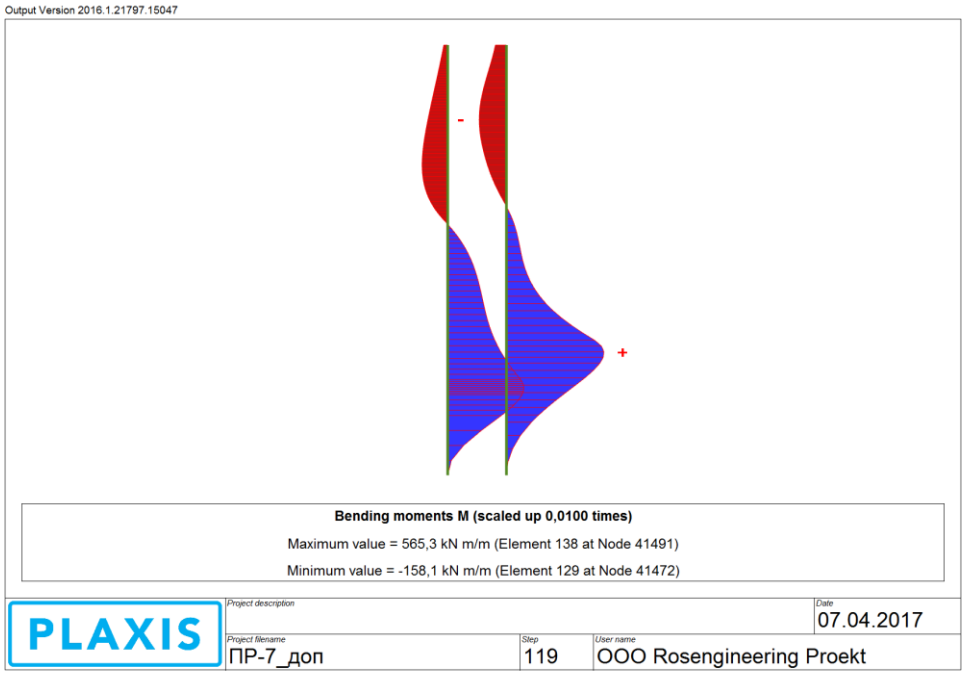


Рис. 6.550. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

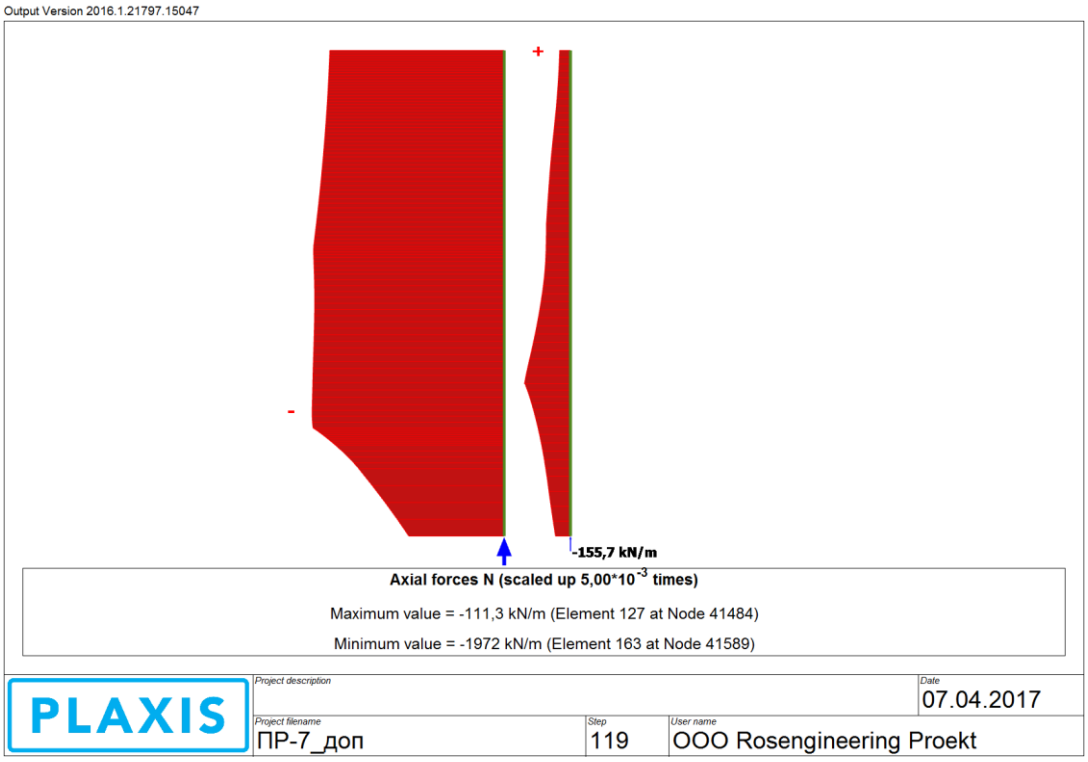


Рис. 6.551. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.130. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/3 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-603,1	134,5	41,1
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-142,2	172,9	51,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

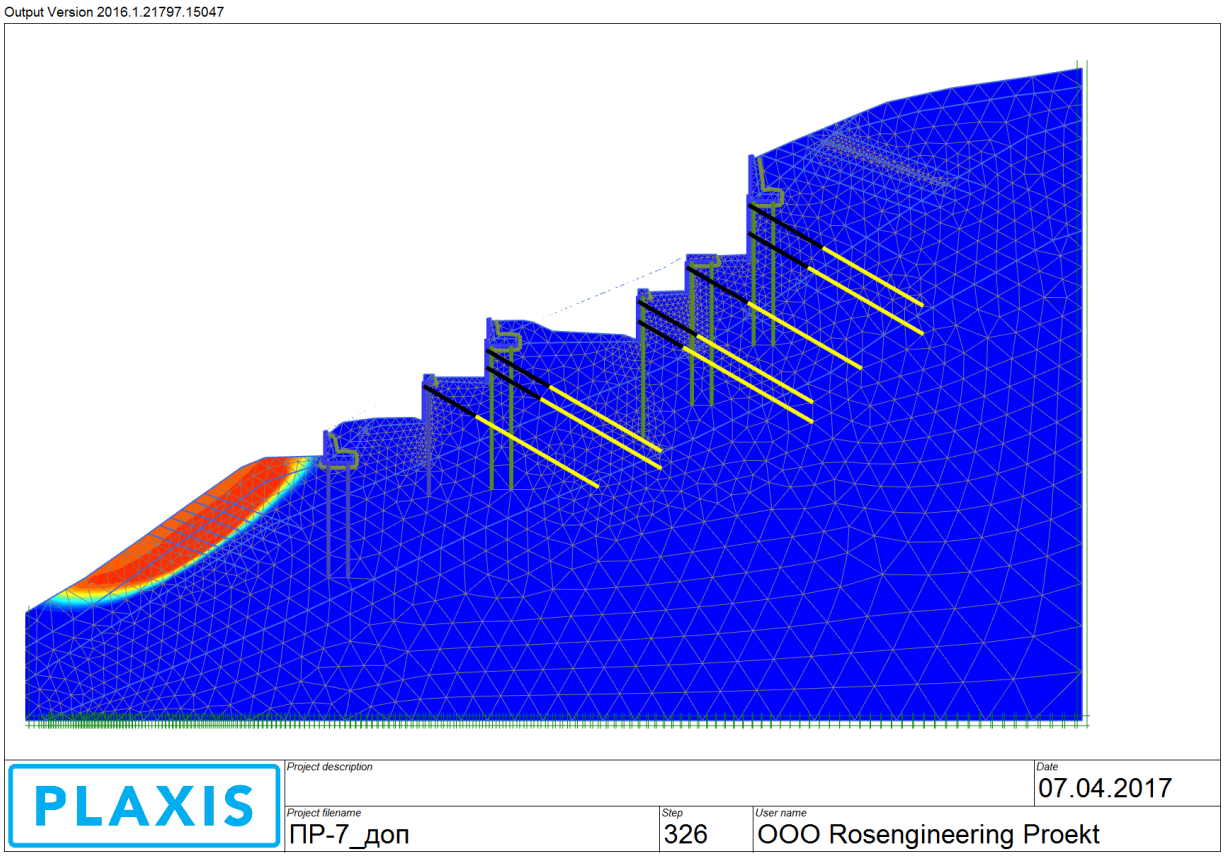


Рис. 6.552. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон неустойчив. K_{sf} =0,878 < K_{sfn} = 1,05. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

Подпорная стена СТ-7

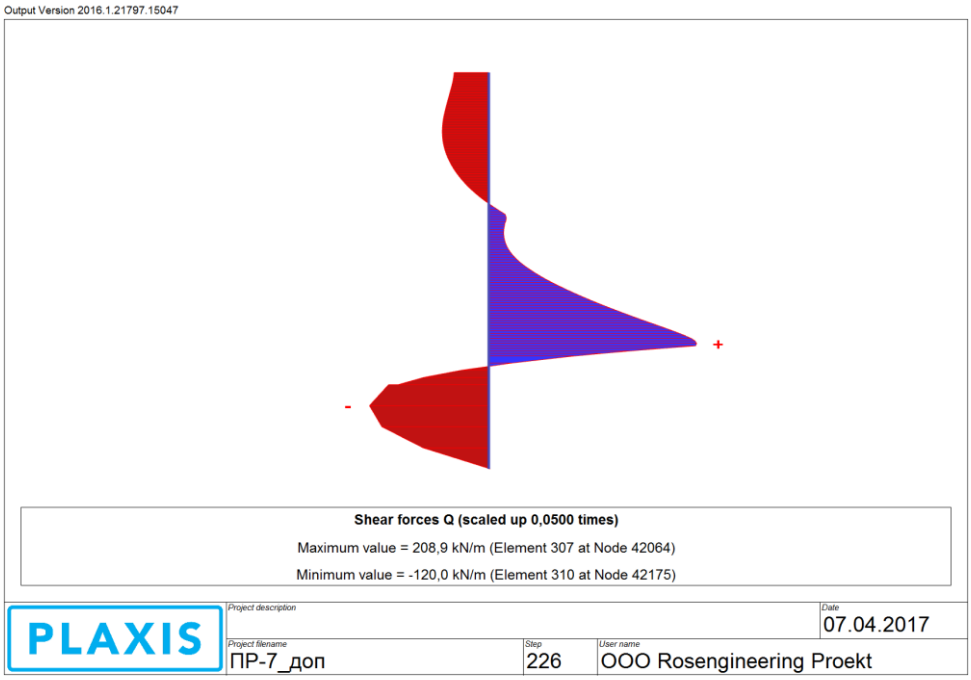


Рис. 6.553. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

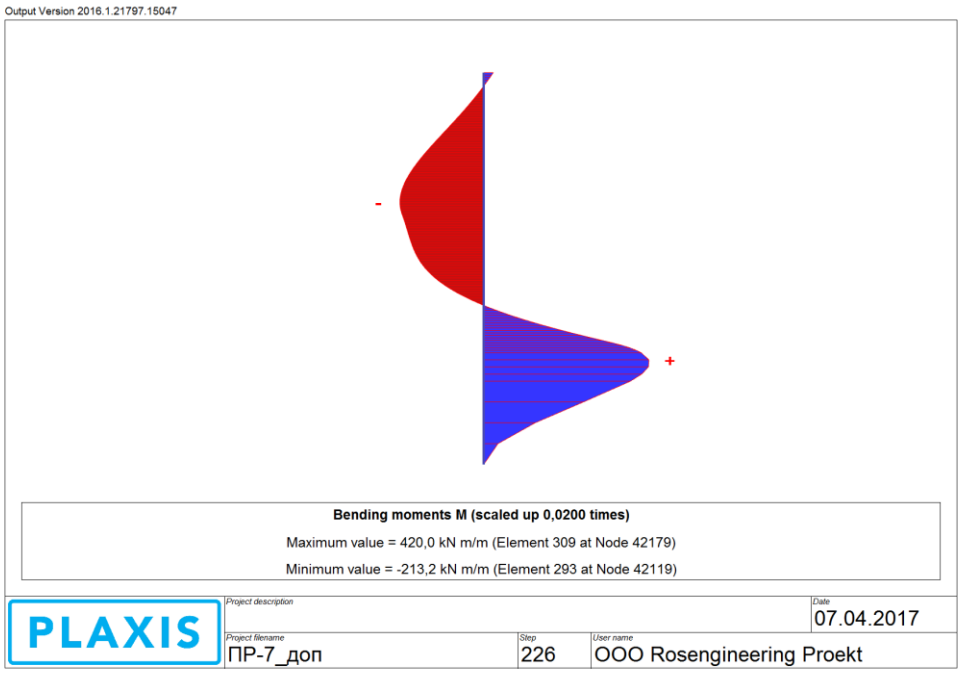


Рис. 6.554. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

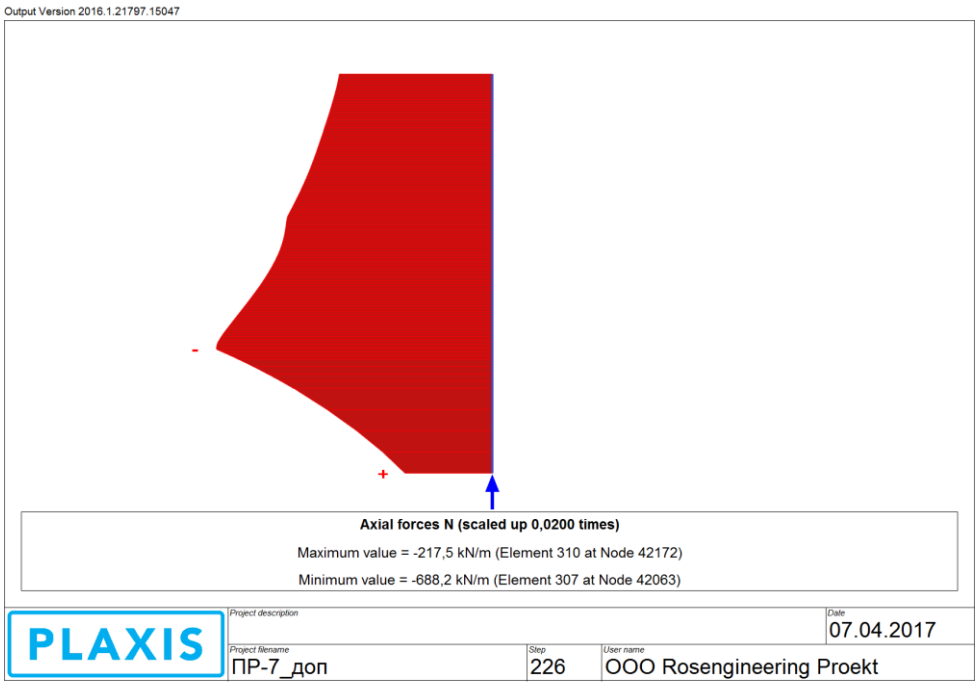


Рис. 6.555. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.131. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-210,5	128,4	63,9

Подпорная стена СТ-7/1

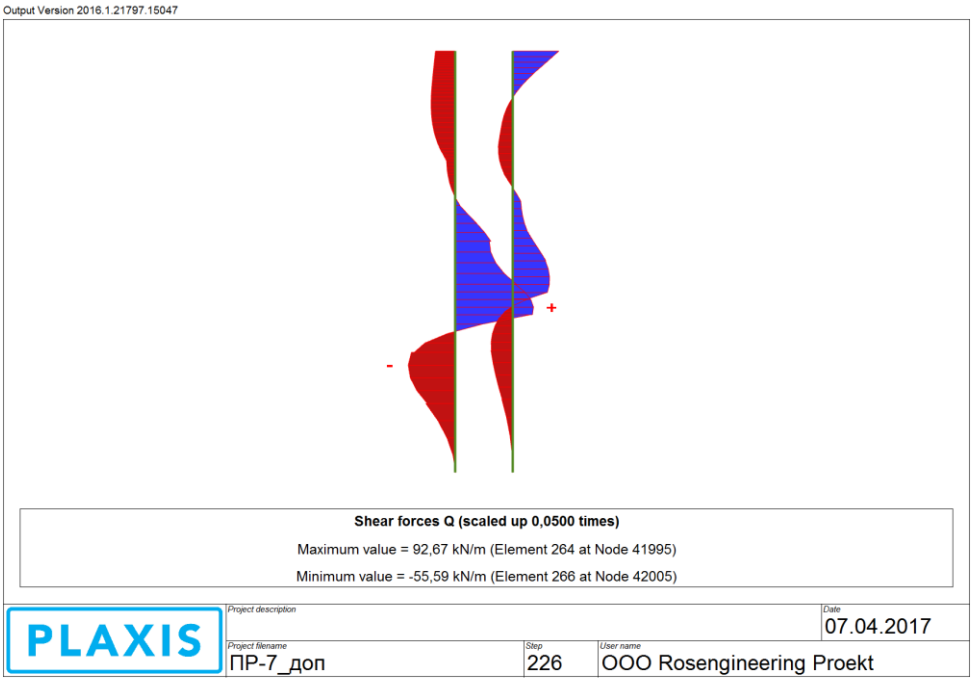


Рис. 6.556. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

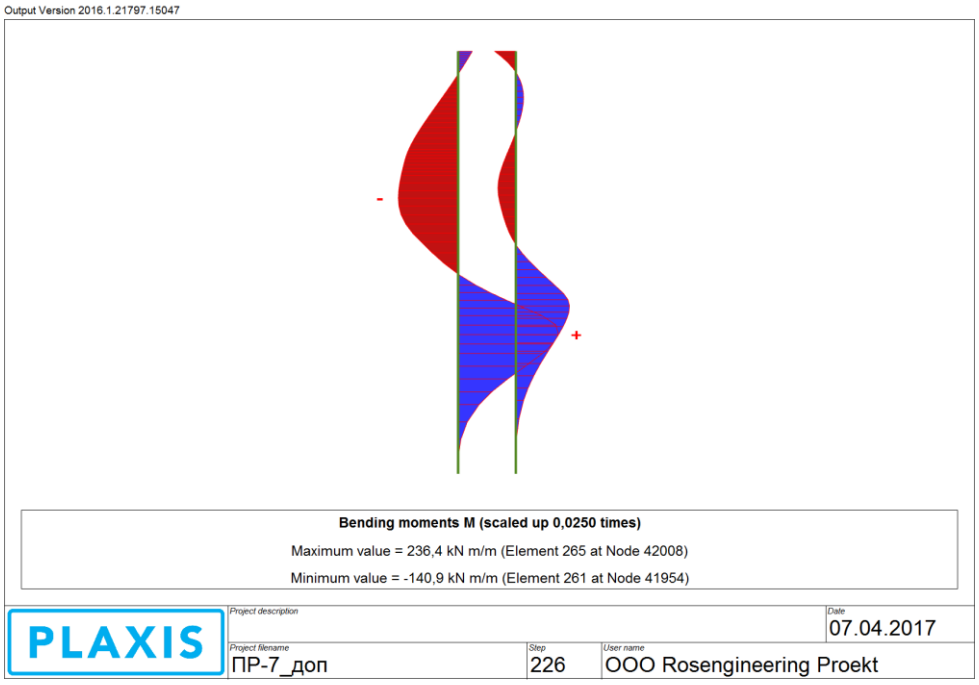


Рис. 6.557. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

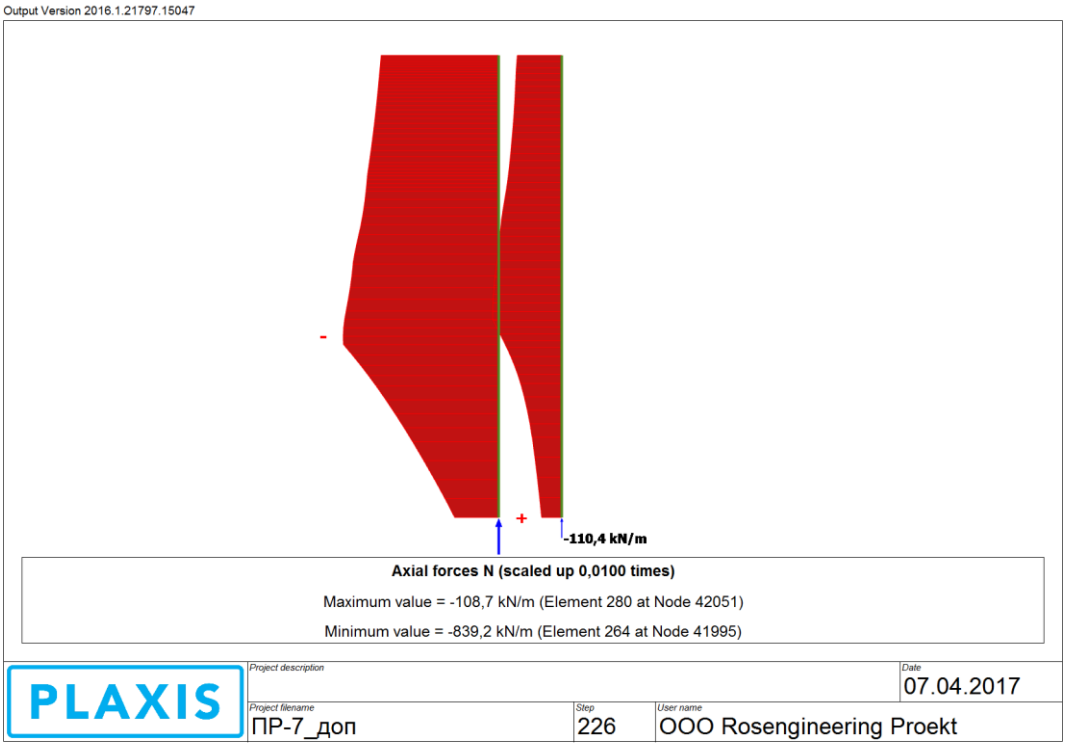


Рис. 6.558. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.132. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-256,9	72,3	28,4
N2(пр)	1,02	25,0	3,0	-113,8	38,5	16,2

Подпорная стена СТ-10

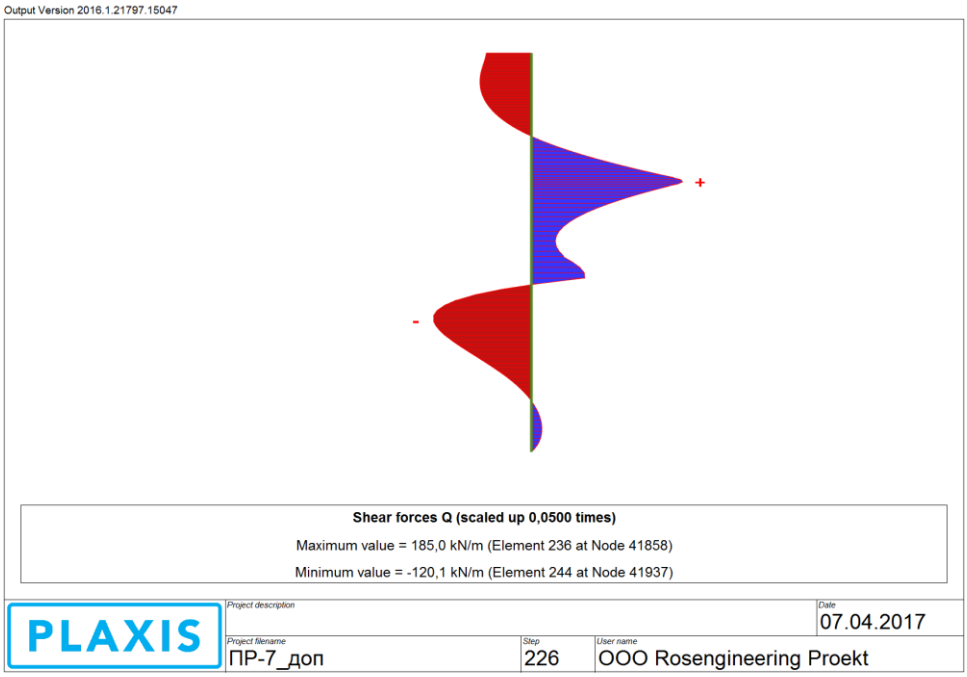


Рис. 6.559. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

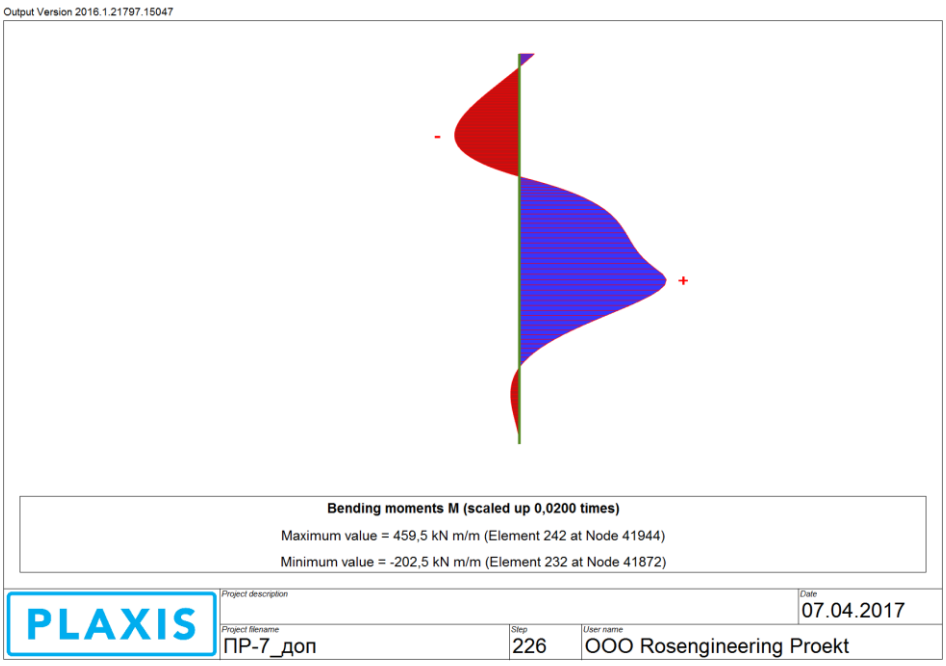


Рис. 6.560. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

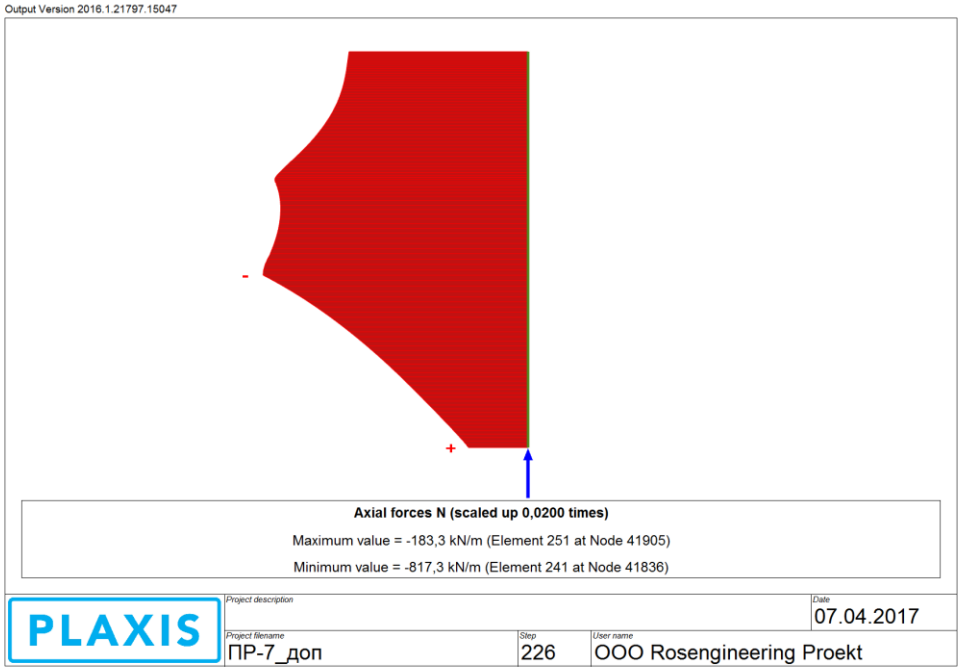


Рис. 6.561. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.133. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	25,0	3,0	-56,1	140,7	56,6

Подпорная стена СТ-10/1

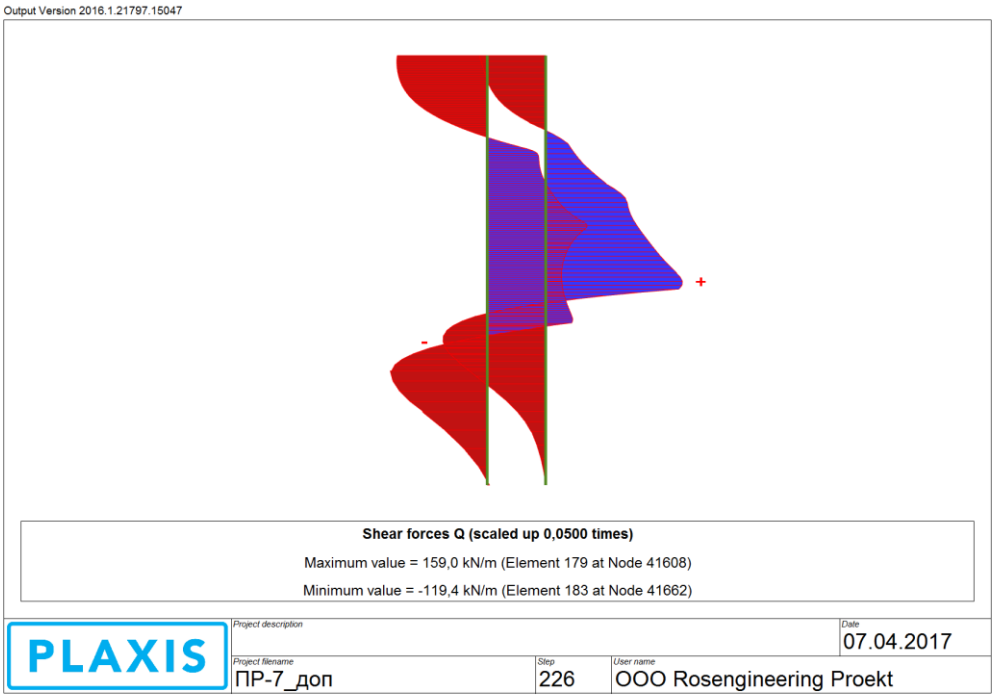


Рис. 6.562. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

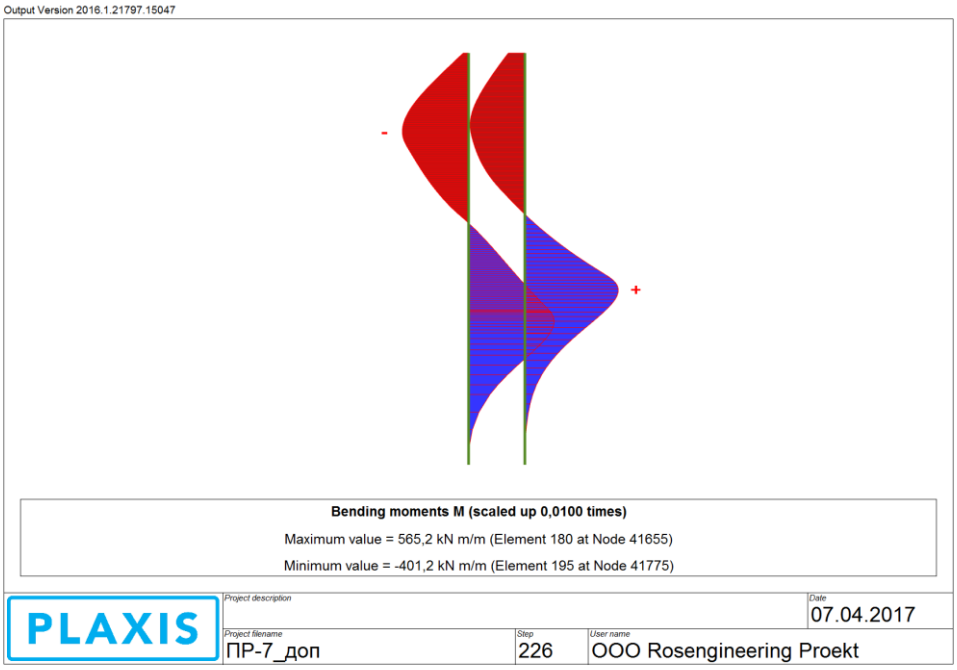


Рис. 6.563. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

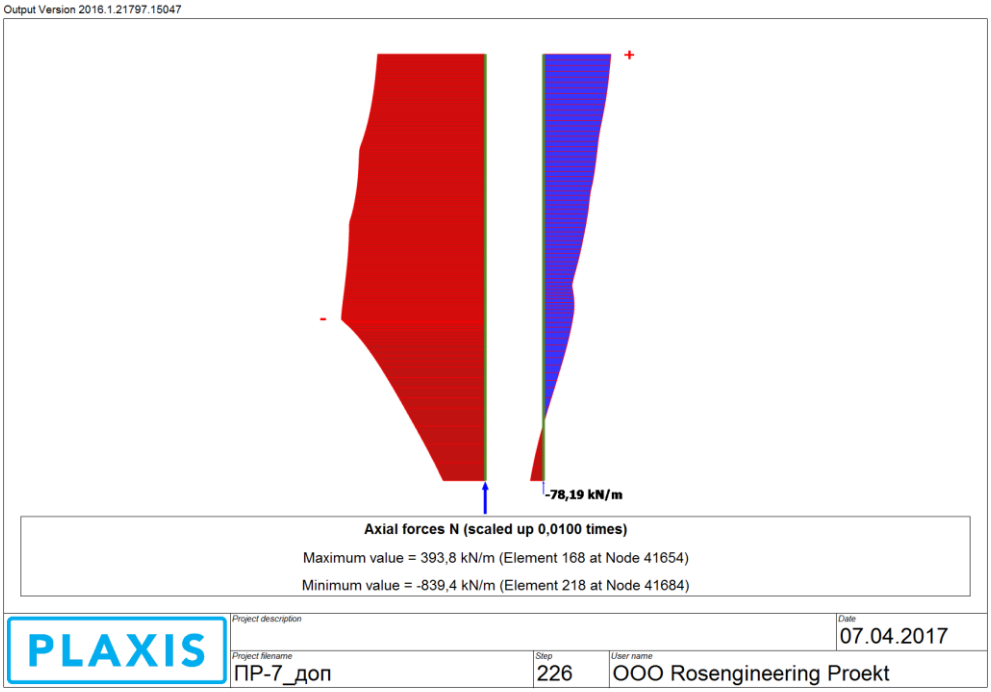


Рис. 6.564. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.134. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-256,9	158,1	35,6
N2(п)	1,02	25,0	3,0	120,4	172,8	48,6

Подпорная стена СТ-10/3

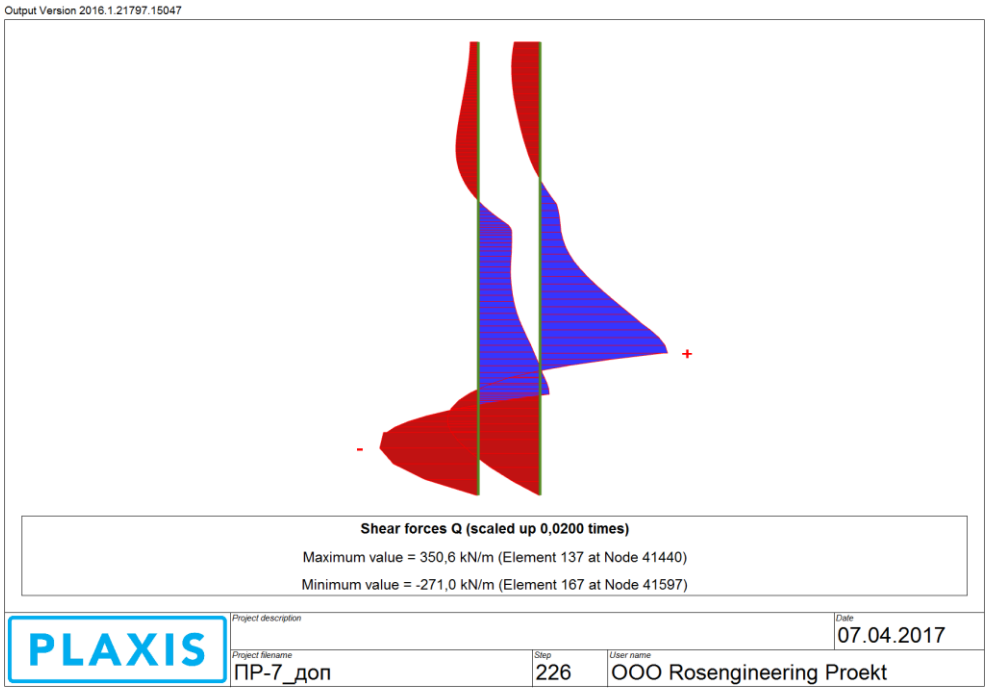


Рис. 6.565. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

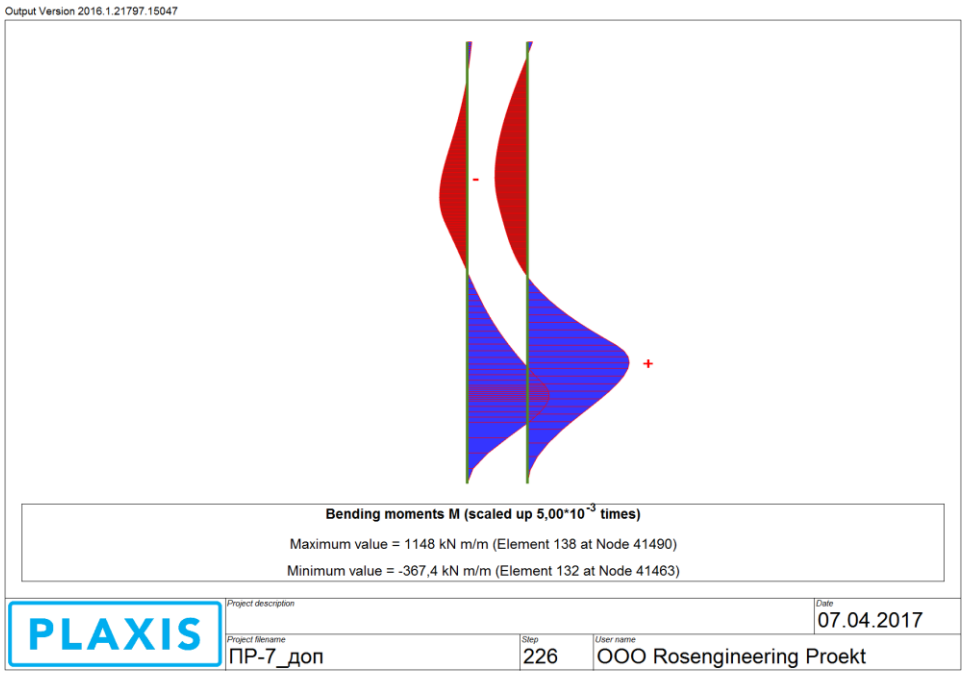


Рис. 6.566. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

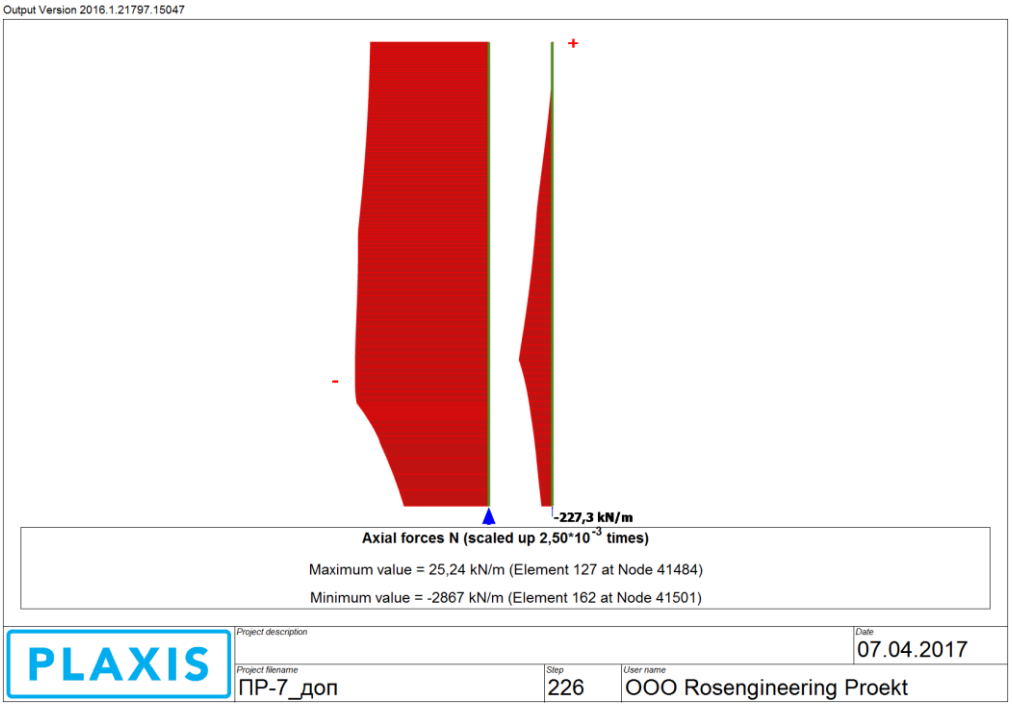


Рис. 6.567. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.135. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/3 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-876,7	282,4	82,9
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-217,7	351,0	107,2

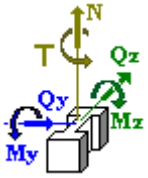
Расчет конструкции свай СТ-7 по разрезу 10-10 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

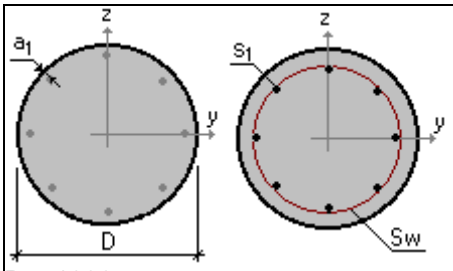
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

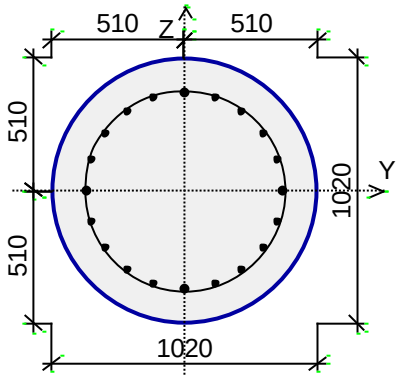
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм
Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-51,2	36,9	8,8	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,034
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,18
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,055
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,211
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,211 - Прочность по наклонному сечению

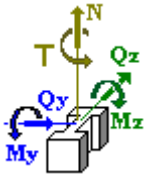
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

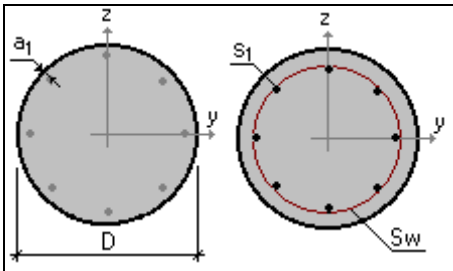
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

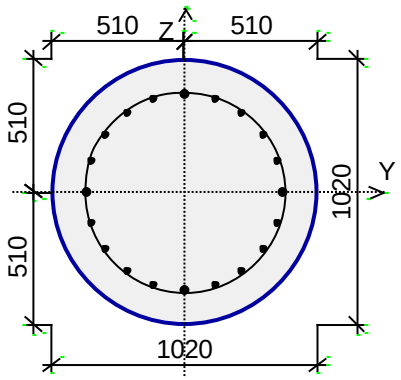
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-210,5	55,3	63,9	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,14
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,323
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,345
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,318**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,318 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

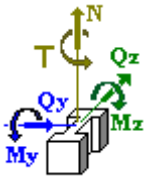
Расчет конструкции свай СТ-7/1 по разрезу 10-10 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

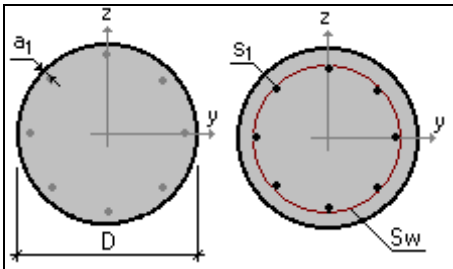
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

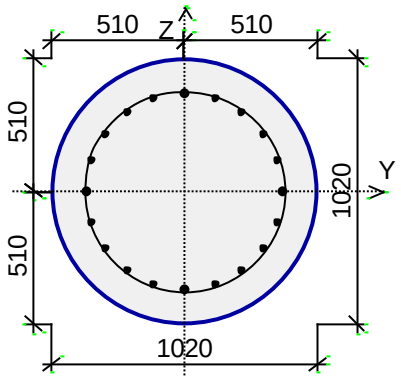
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-33,6	29,8	19,8	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,022
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,146
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,127
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,484
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,484 - Прочность по наклонному сечению

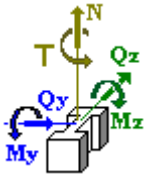
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

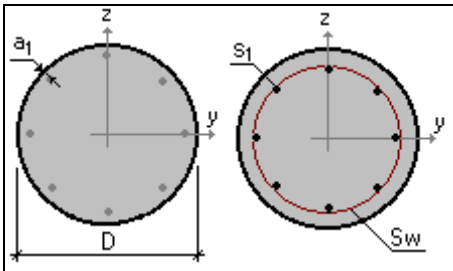
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

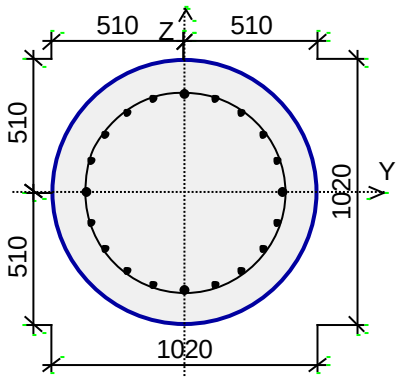
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-256,9	55	28,4	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,136
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,28
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,136
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,543
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,543 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

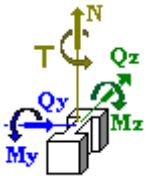
Расчет конструкции свай СТ-10 по разрезу 10-10 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

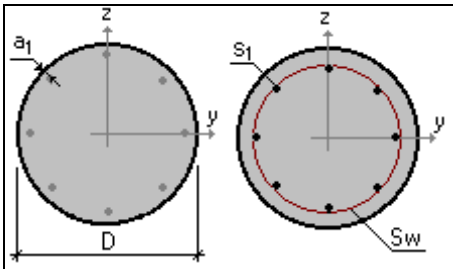
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

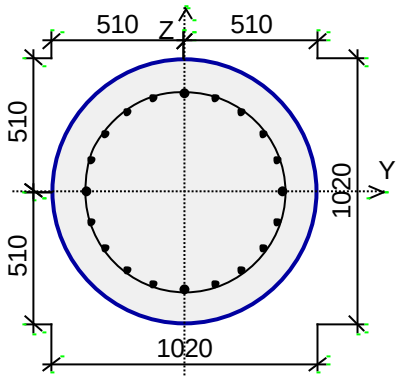
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-158,3	199,1	63,7	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,106
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,996
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	**1,363**
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	**1,817**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,361
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,377**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,817 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

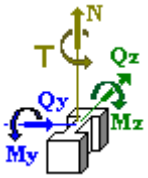
Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

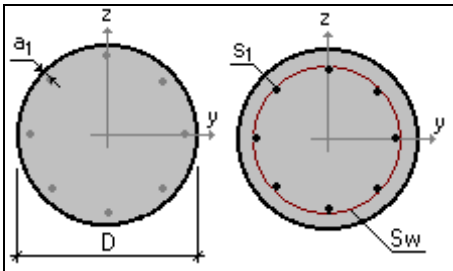
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

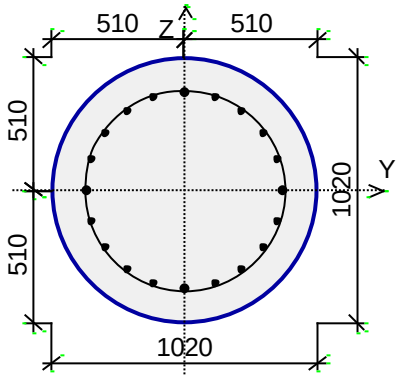
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-51,3	41,6	56,6	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,027
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,167
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,322
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,288**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,288 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

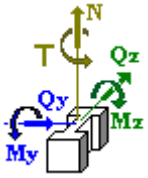
Расчет конструкции свай СТ-10/1 по разрезу 10-10 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

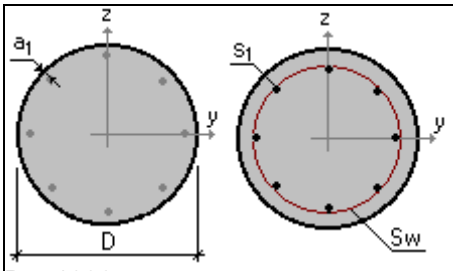
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

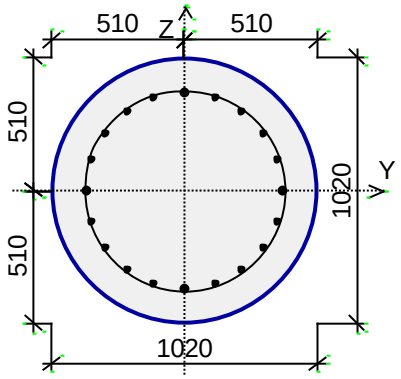
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	58,5	70,4	16,1	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,102
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,465
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	0,834
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	**1,111**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,17
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,501

Коэффициент использования 1,111 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

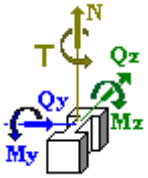
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

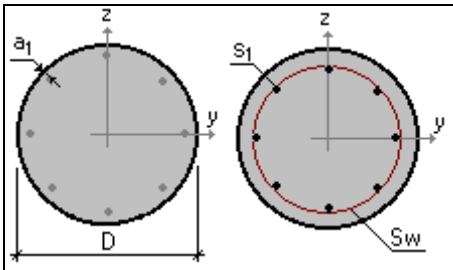
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) = 1

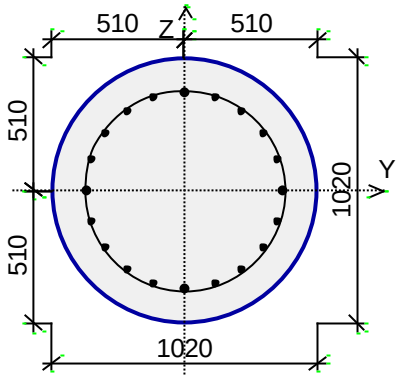
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	62	89,6	48,6	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,09
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,481
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,449
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,385**

Коэффициент использования 1,385 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

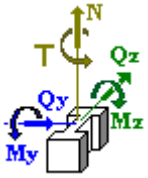
Расчет конструкции свай СТ-10/3 по разрезу 10-10 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

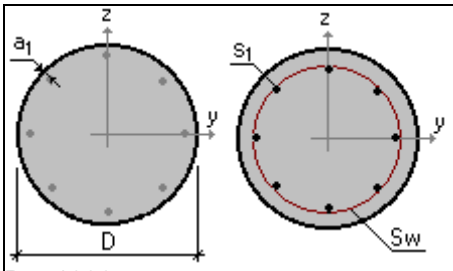
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

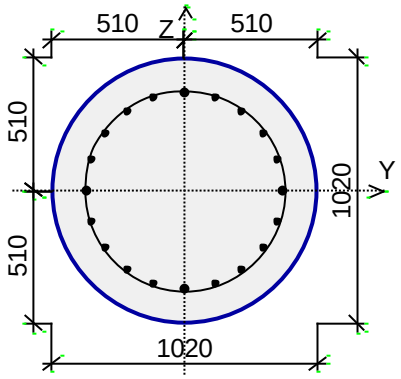
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-142,2	172,9	51	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,095
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,863
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	**1,187**
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	**1,582**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,293
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,119**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,582 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

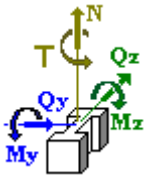
Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

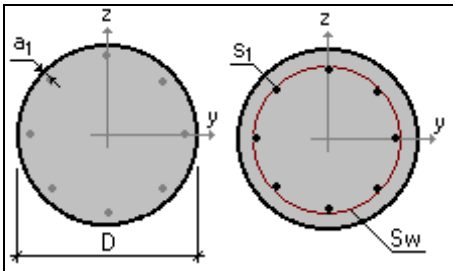
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

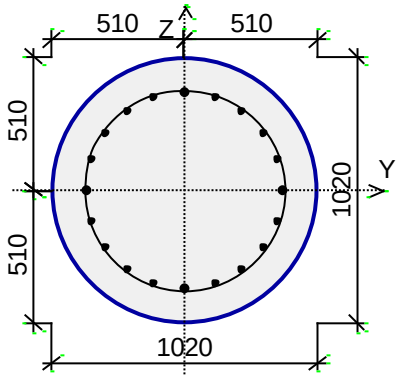
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-217,7	351	107,2	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,145
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	**1,79**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,576
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**2,197**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 2,197 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

6.11.2 Расчет разреза 10-10 с учетом дополнительных мероприятий по усилению подпорных стен

Расчет разреза 10-10 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

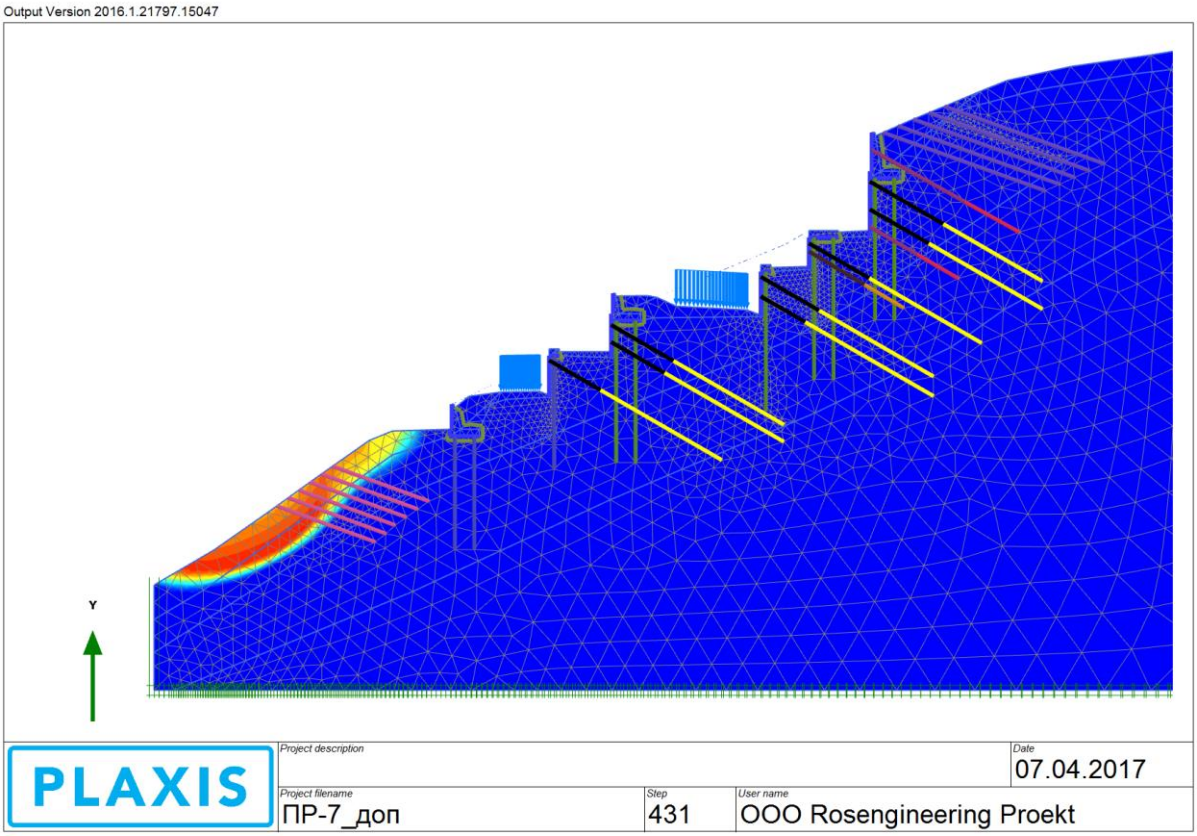


Рис. 6.568. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,306 > K_{sfn} = 1,11.

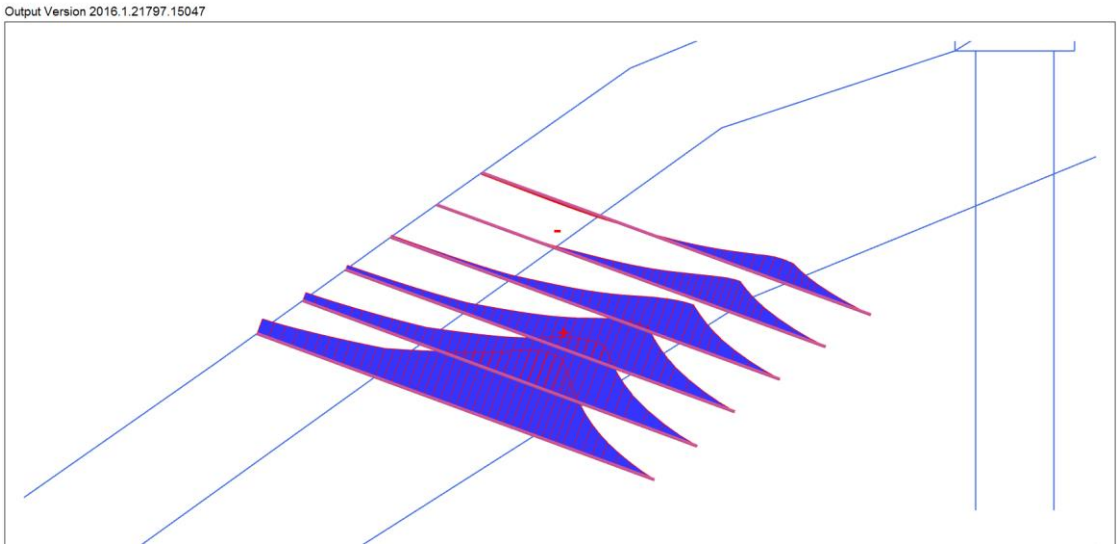


Рис. 6.569. Эпюры продольных сил N в анкерах Анкерного поля №10 (около СТ-7) при основном сочетании нагрузок. Nmax=71,82 кН/м

Таблица 6.136. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №10 (около СТ-7) при основном сочетании нагрузок

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №10 (около СТ-7)	А1(н)	1,5	11,0	40/16	18,0
	А2	1,5	10,4	40/16	18,0
	А3	1,5	8,65	40/16	18,0
	А4	1,5	6,2	40/16	18,0
	А5	1,5	6,3	40/16	18,0
	А6(в)	1,5	5,9	40/16	18,0

Подпорная стена СТ-7

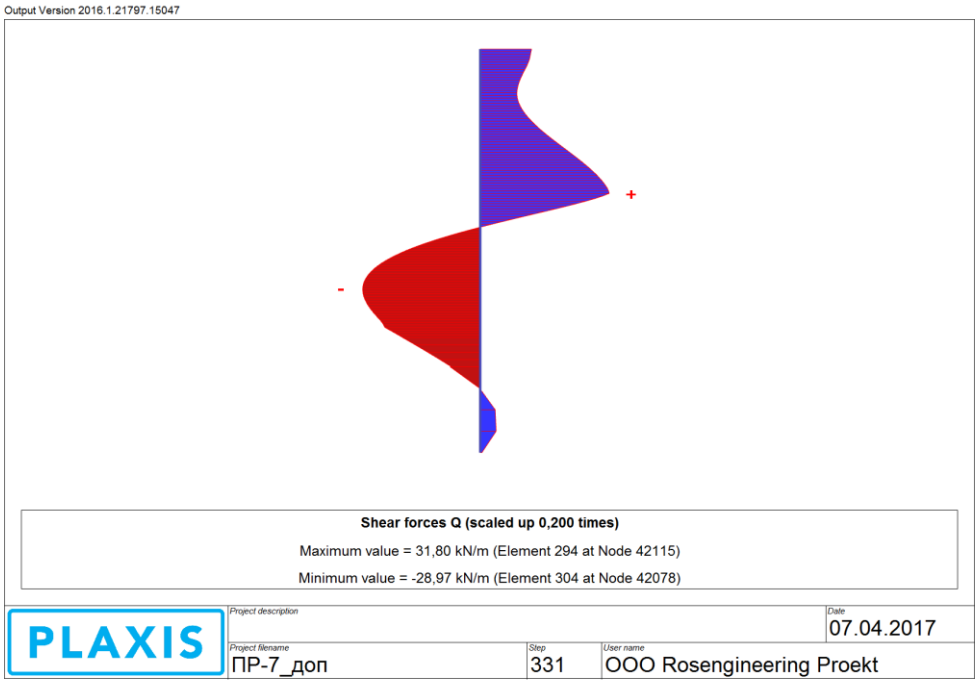


Рис. 6.570. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

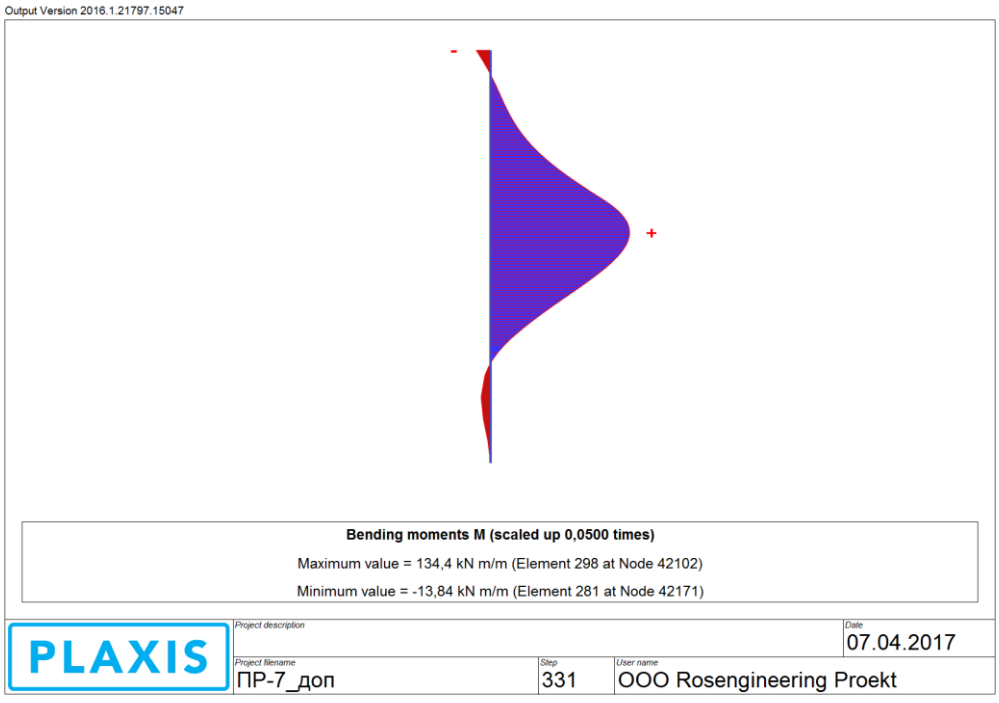


Рис. 6.571. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

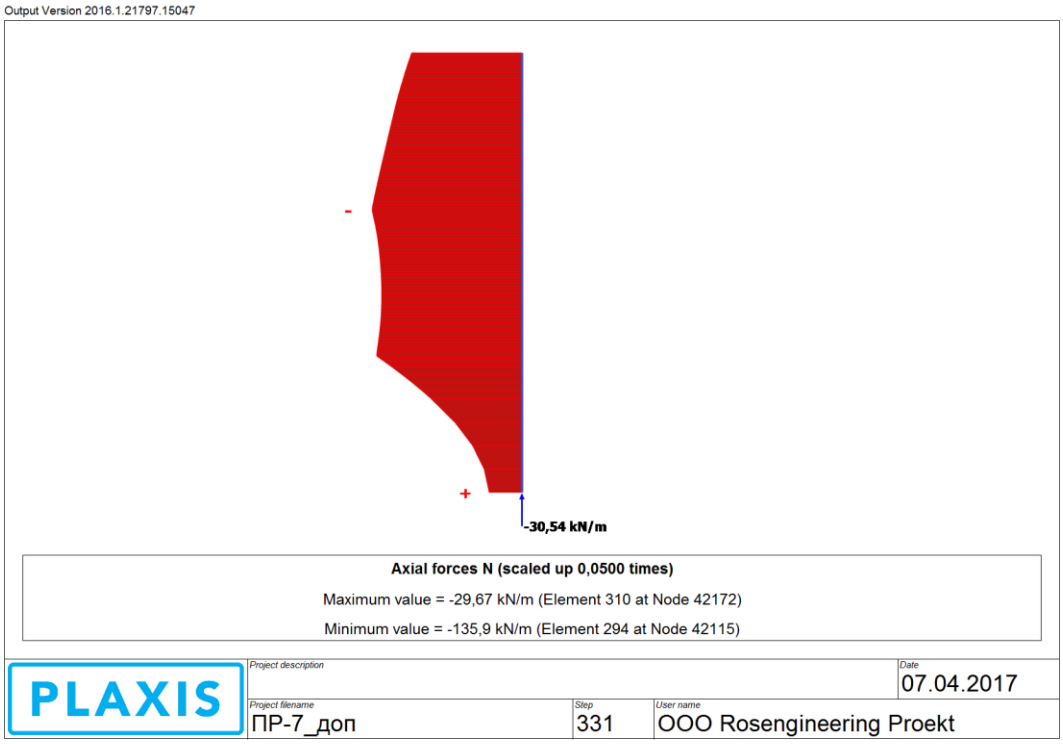


Рис. 6.572. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.137. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-41,6	41,1	9,7

Подпорная стена СТ-10

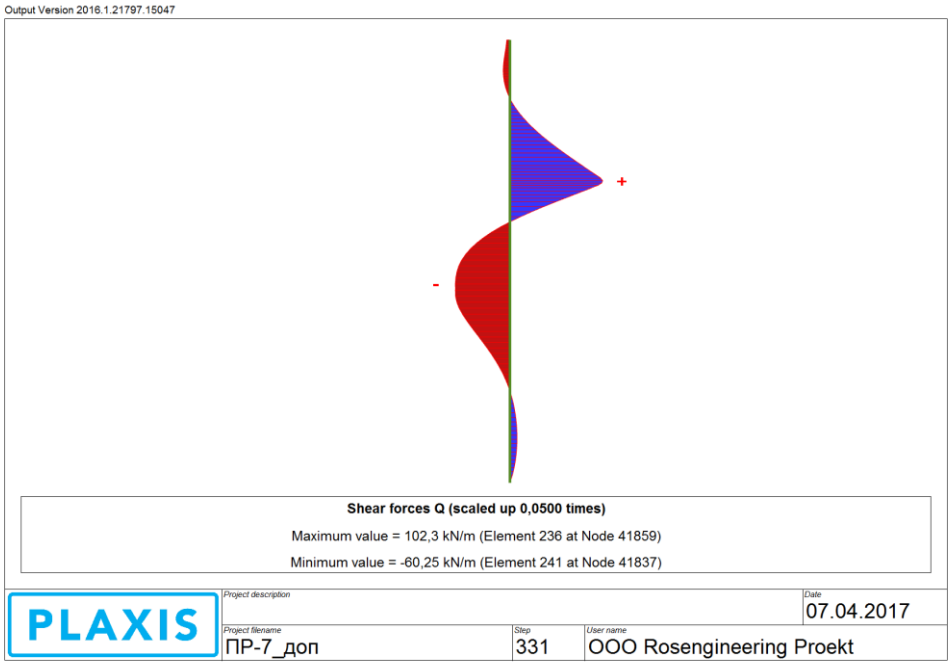


Рис. 6.573. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

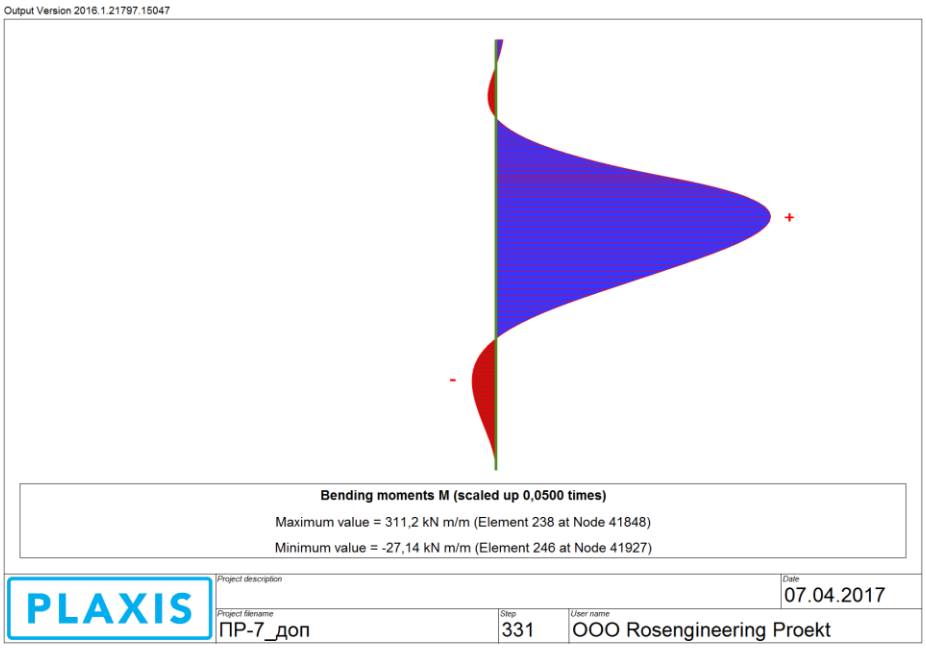


Рис. 6.574. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

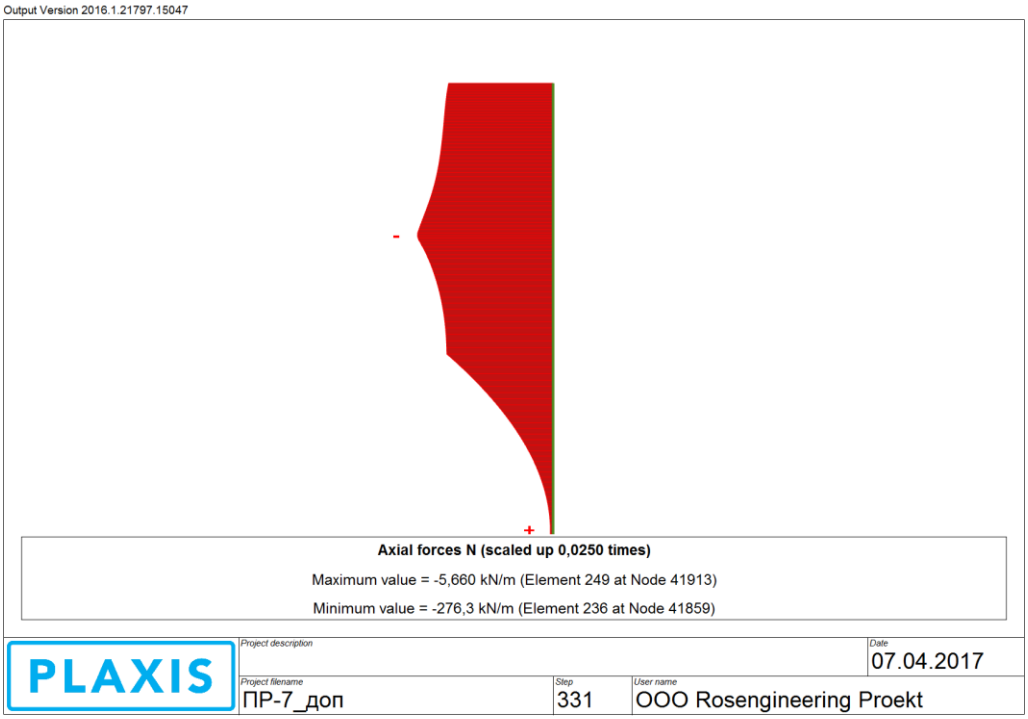


Рис. 6.575. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.138. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	25,0	3,0	-84,5	95,2	31,3

Подпорная стена СТ-10/1

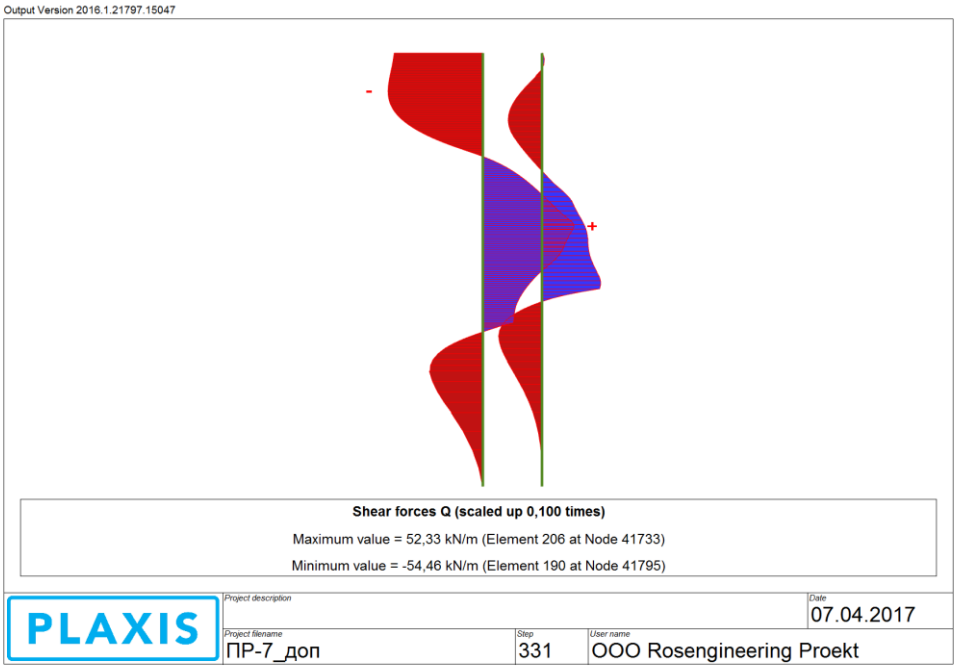


Рис. 6.576. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

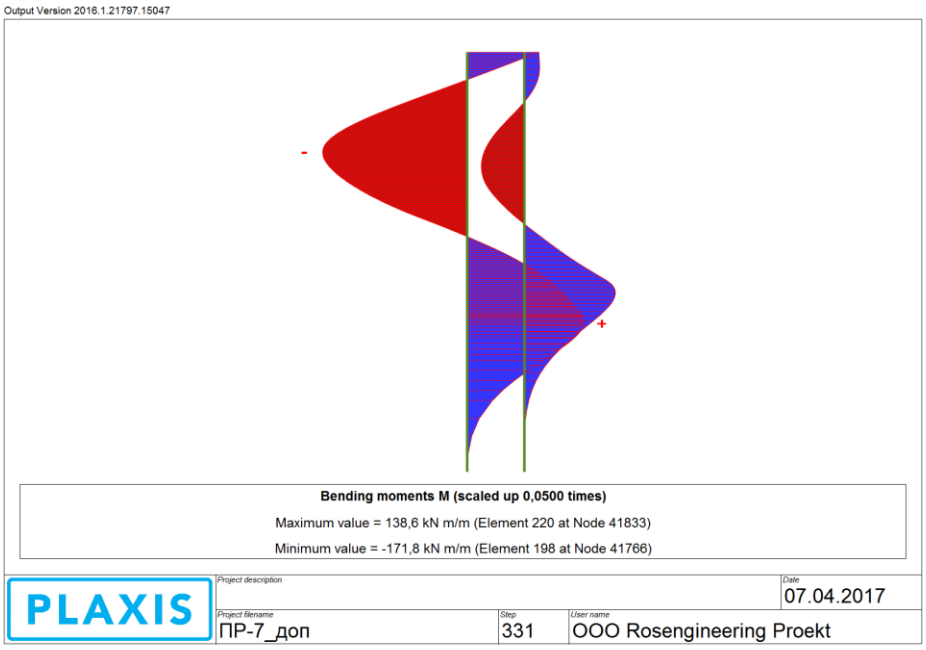


Рис. 6.577. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

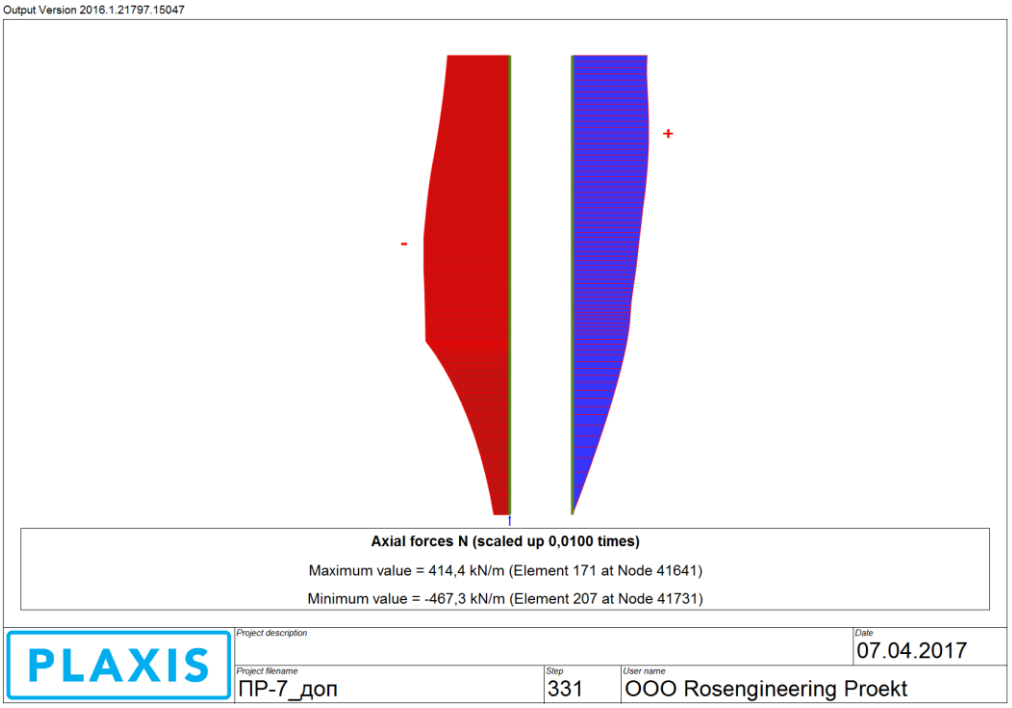


Рис. 6.578. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.139. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-142,9	52,5	16,6
N2(п)	1,02	25,0	3,0	126,6	33,0	10,3

Таблица 6.140. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-10/1 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1	88,7	3,0	88,7	103/78	19,5

Подпорная стена СТ-10/3

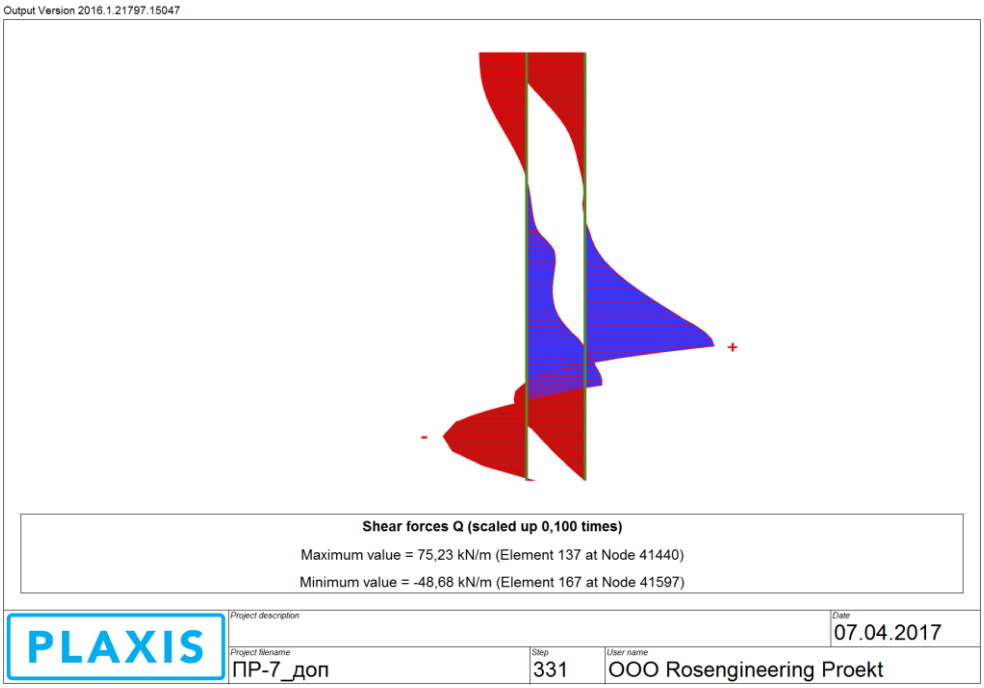


Рис. 6.579. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

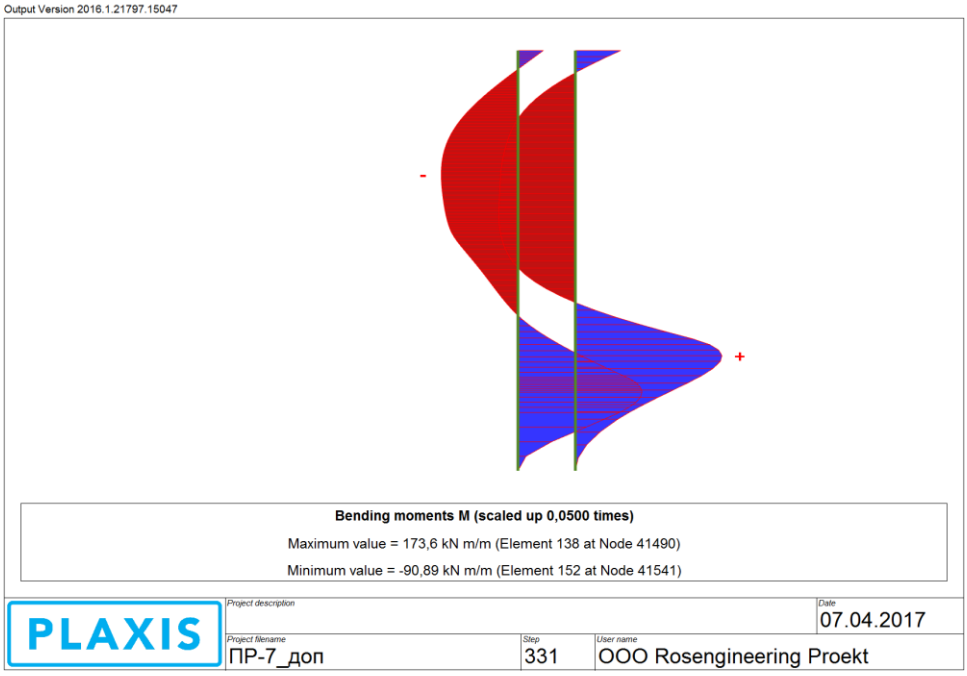


Рис. 6.580. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

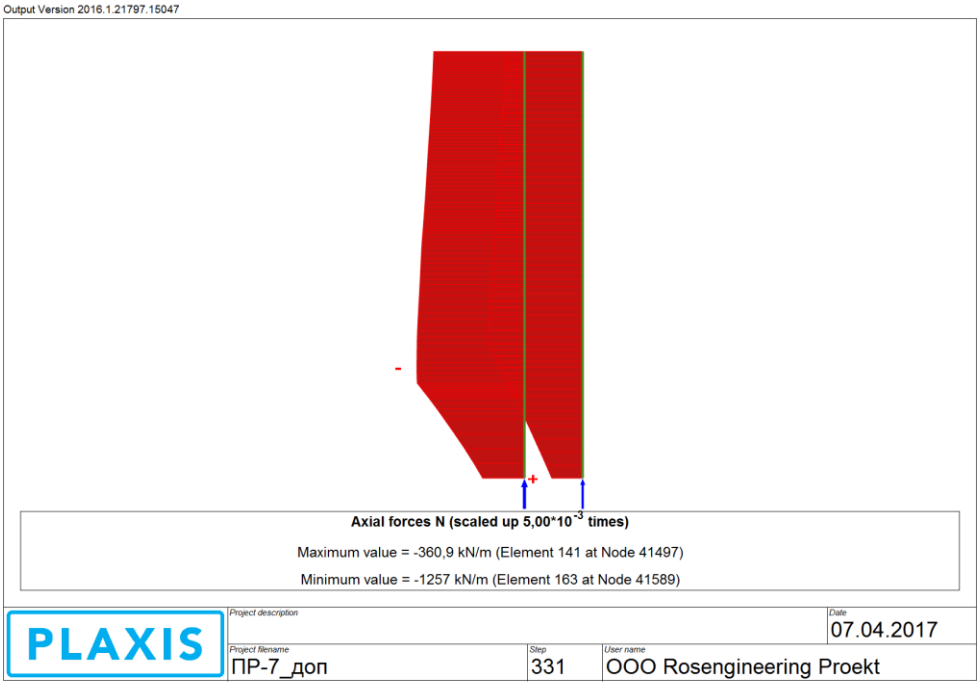


Рис. 6.581. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.141. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/3 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-384,4	44,7	14,9
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-332,7	53,1	23,1

Таблица 6.142. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-10/3 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	85,6	1,5	85,6	103/78	30,0
A2(н)	85,6	1,5	85,6	103/78	18,0

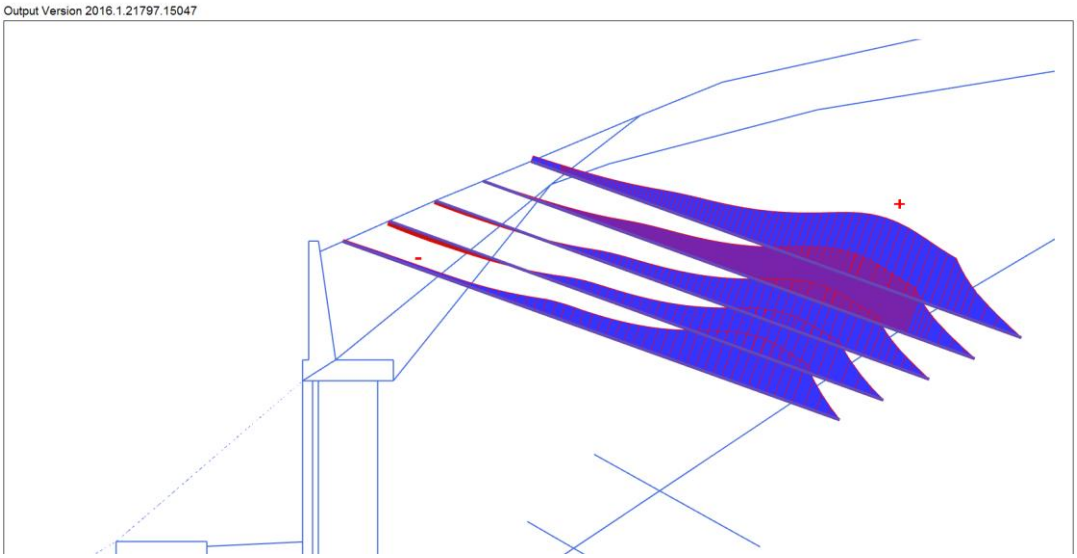


Рис. 6.582. Эпюры продольных сил N в анкерах Анкерного поля №13 (около СТ-10/3) при основном сочетании нагрузок. Nmax=76,65 кН/м

Таблица 6.143. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №13 (около СТ-10/3) при основном сочетании нагрузок

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №13 (около СТ-10/3)	А1(н)	2,0	11,8	52/26	30,0
	А2	2,0	11,3	52/26	30,0
	А3	2,0	12,1	52/26	30,0
	А4	2,0	13,6	52/26	30,0
	А5(в)	2,0	15,6	52/26	30,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

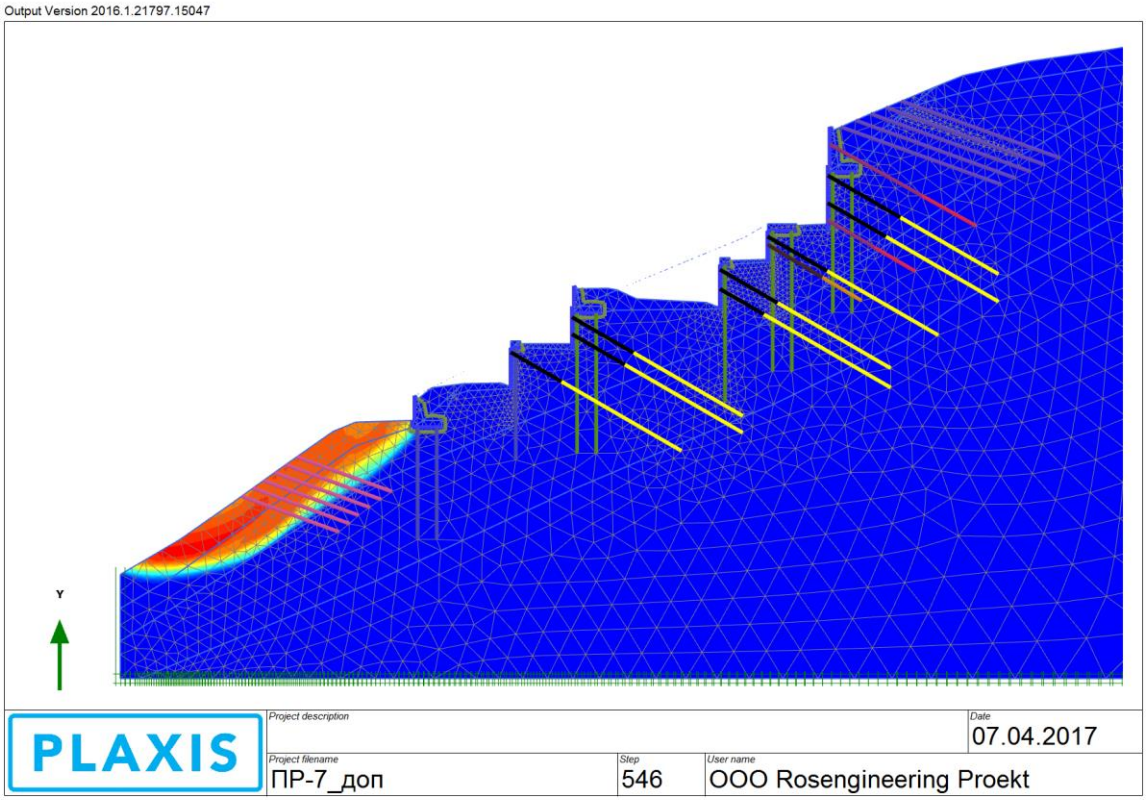


Рис. 6.583. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен.

K_{sf} =1,081 > K_{sfn} = 1,05.

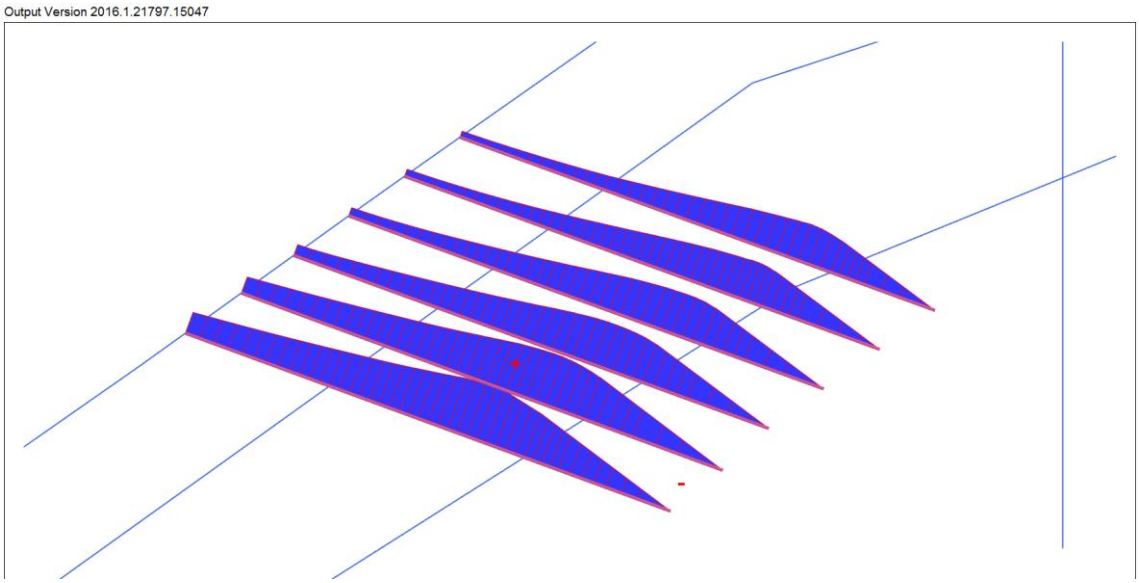


Рис. 6.584. Эпюры продольных сил N в анкерах Анкерного поля №10 (около СТ-7) при особом сочетании нагрузок. Nmax=185,1 кН/м

Таблица 6.144. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №10 (около СТ-7) при особом сочетании нагрузок

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №10 (около СТ-7)	А1(н)	1,5	28,3	40/16	18,0
	А2	1,5	26,4	40/16	18,0
	А3	1,5	23,7	40/16	18,0
	А4	1,5	22,3	40/16	18,0
	А5	1,5	21,6	40/16	18,0
	А6(в)	1,5	20,8	40/16	18,0

Подпорная стена СТ-7

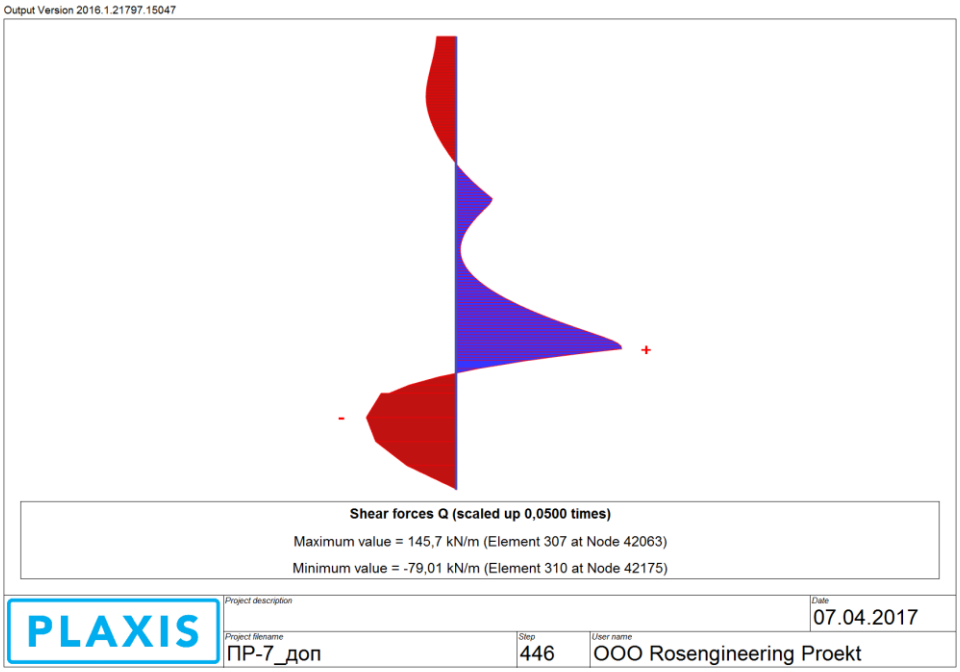


Рис. 6.585. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

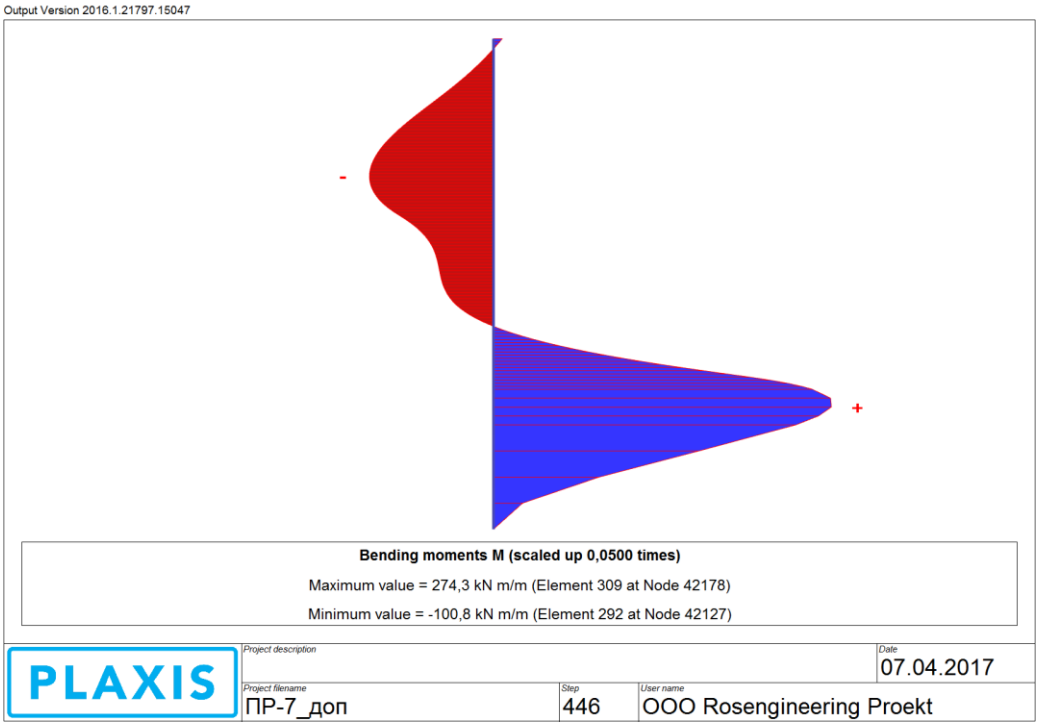


Рис. 6.586. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

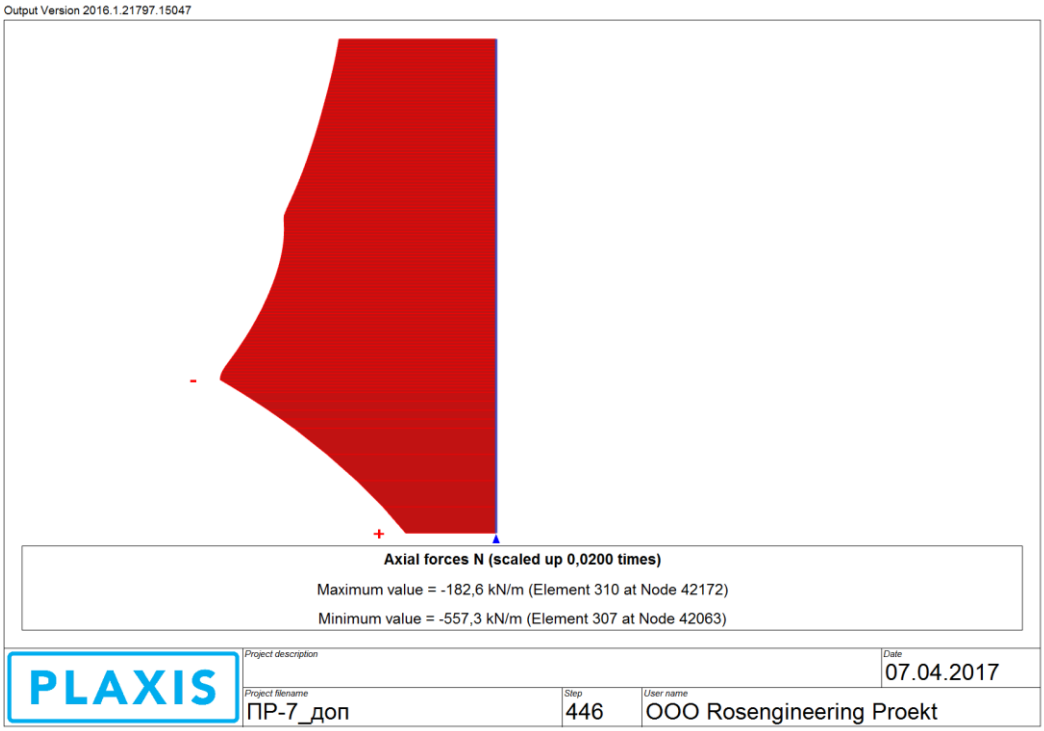


Рис. 6.587. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.145. Усилия в сваях подпорной стены СТ-7 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-170,4	83,9	44,5

Подпорная стена СТ-10

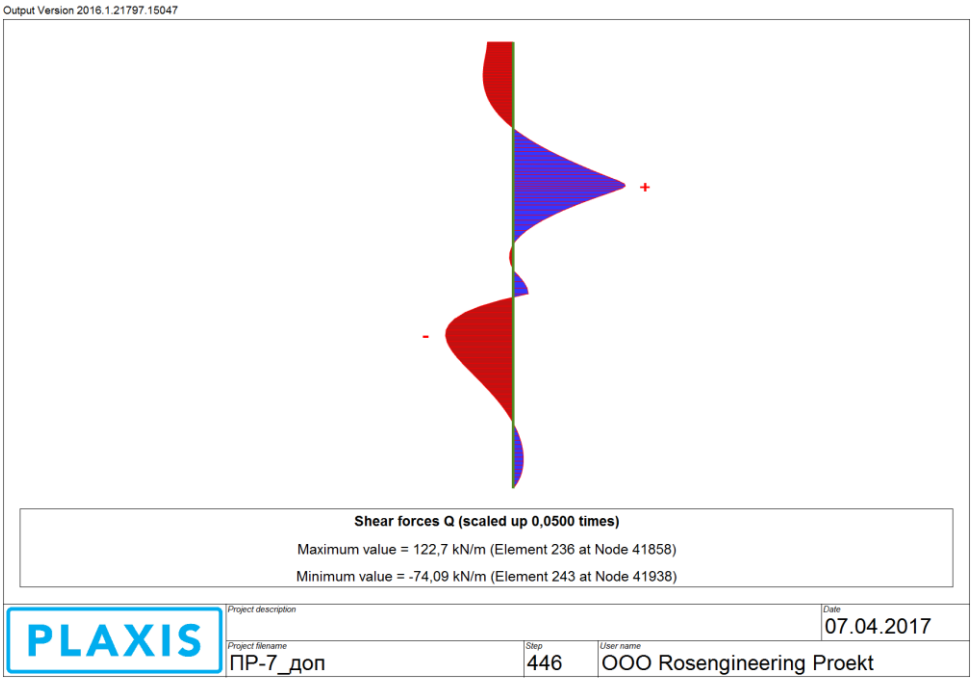


Рис. 6.588. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

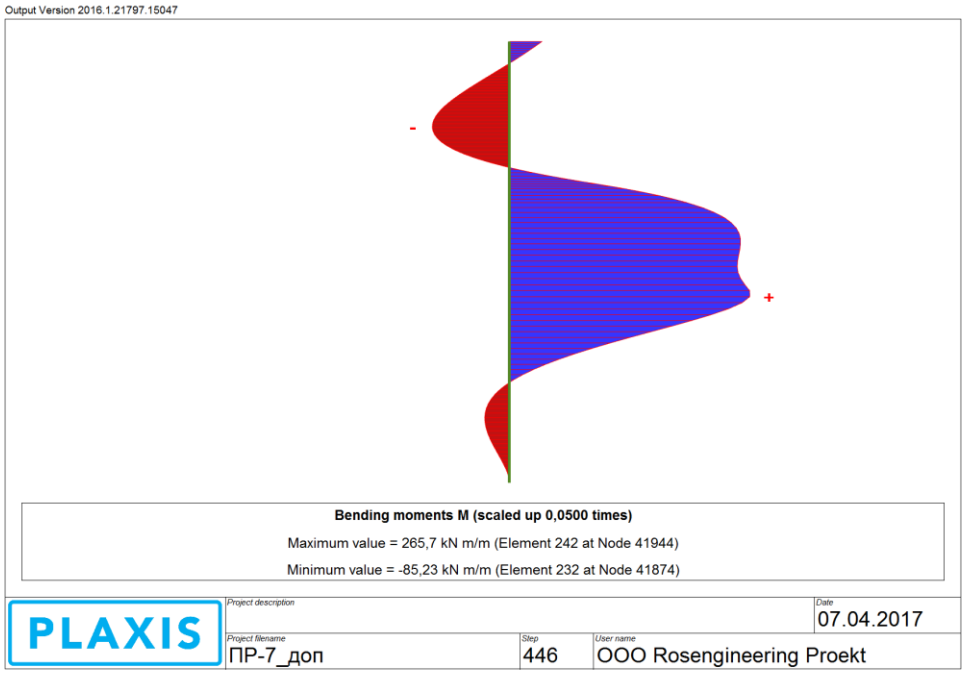


Рис. 6.589. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

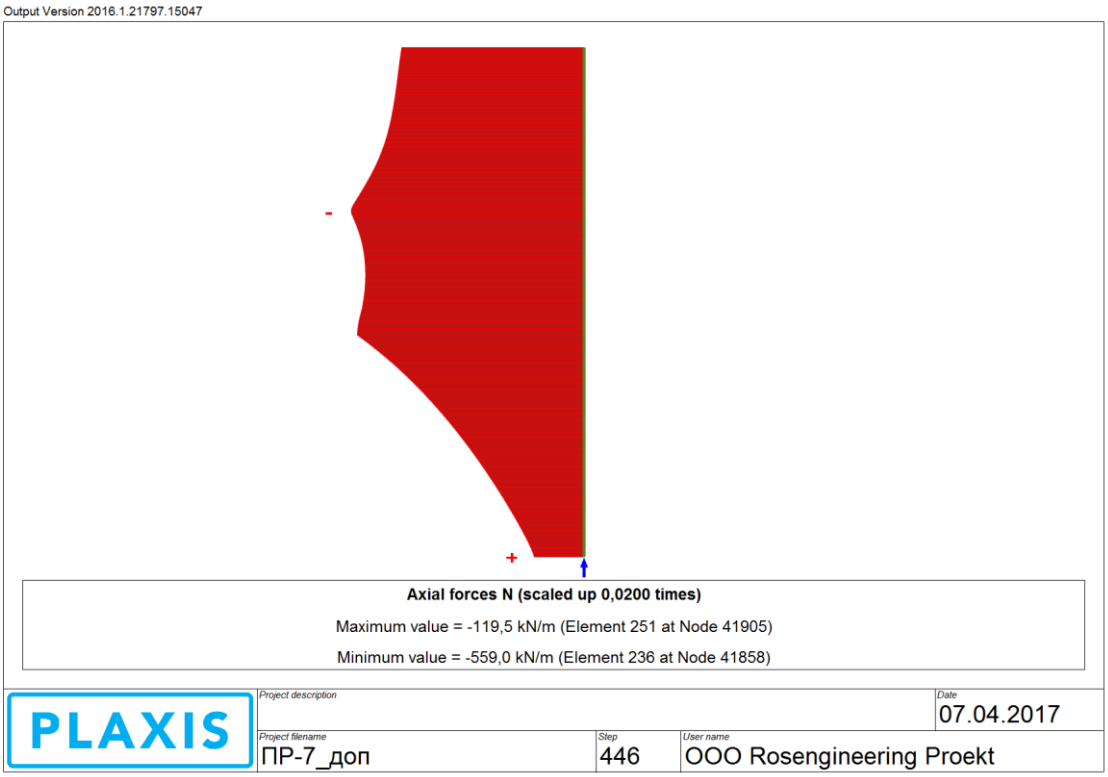


Рис. 6.590. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.146. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	25,0	3,0	-170,9	81,3	37,5

Подпорная стена СТ-10/1

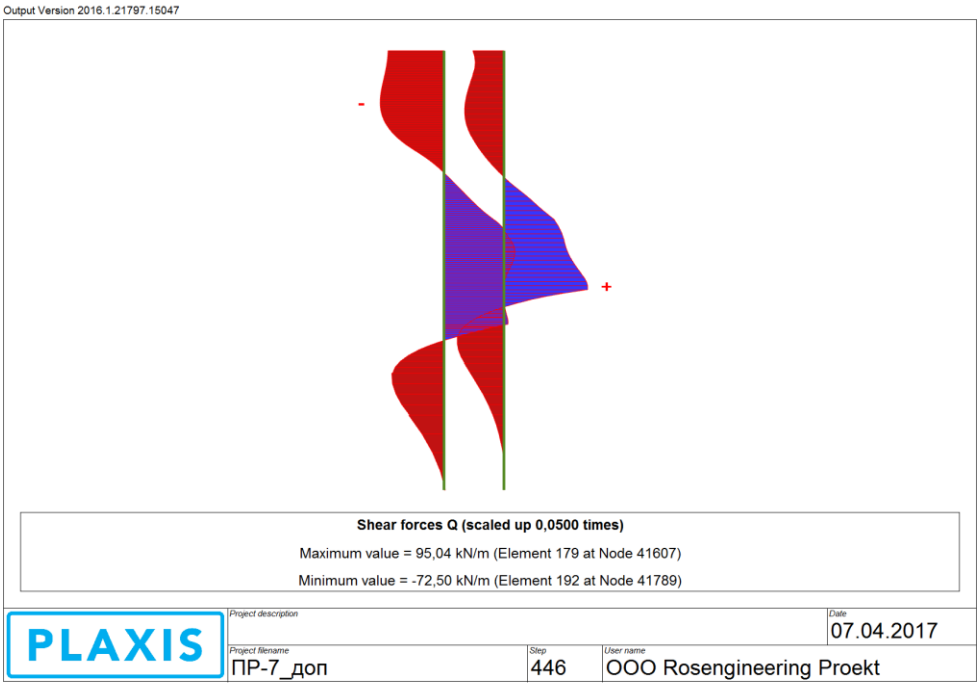


Рис. 6.591. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

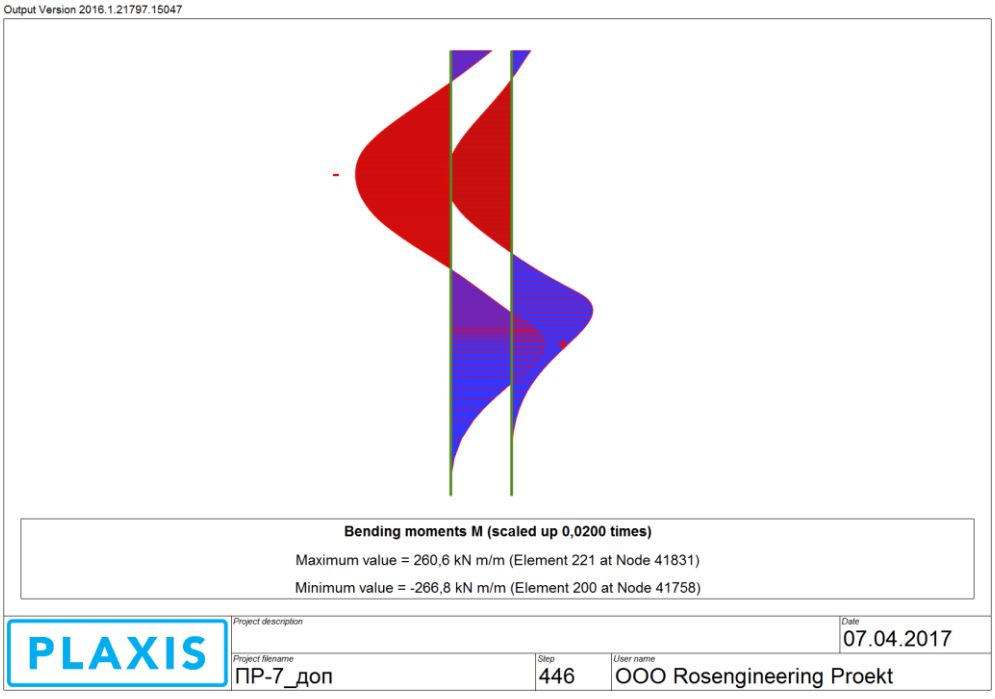


Рис. 6.592. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

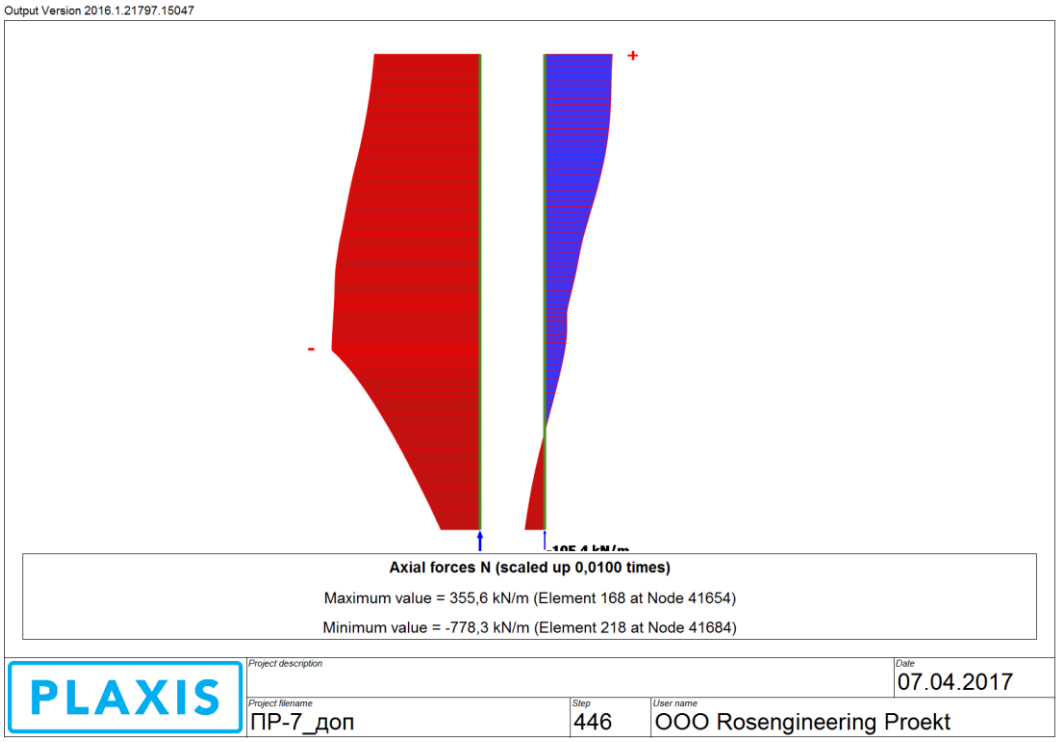


Рис. 6.593. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.147. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-238,0	81,6	24,6
N2(п)	1,02	25,0	3,0	108,7	69,1	29,1

Таблица 6.148. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-10/1 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1	144,9	3,0	103/78	19,5

Подпорная стена СТ-10/3

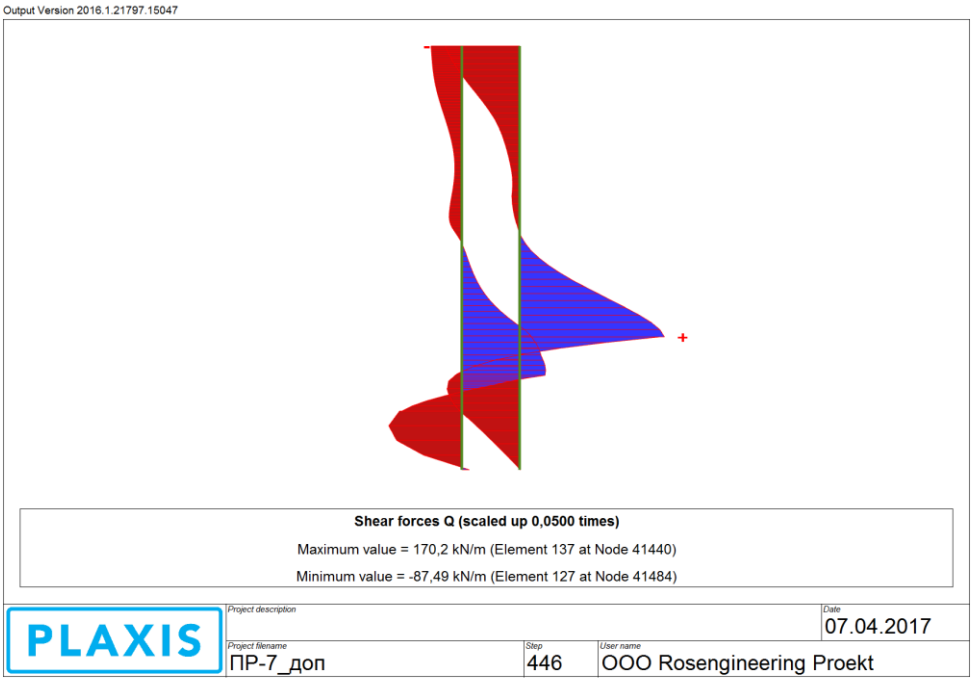


Рис. 6.594. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

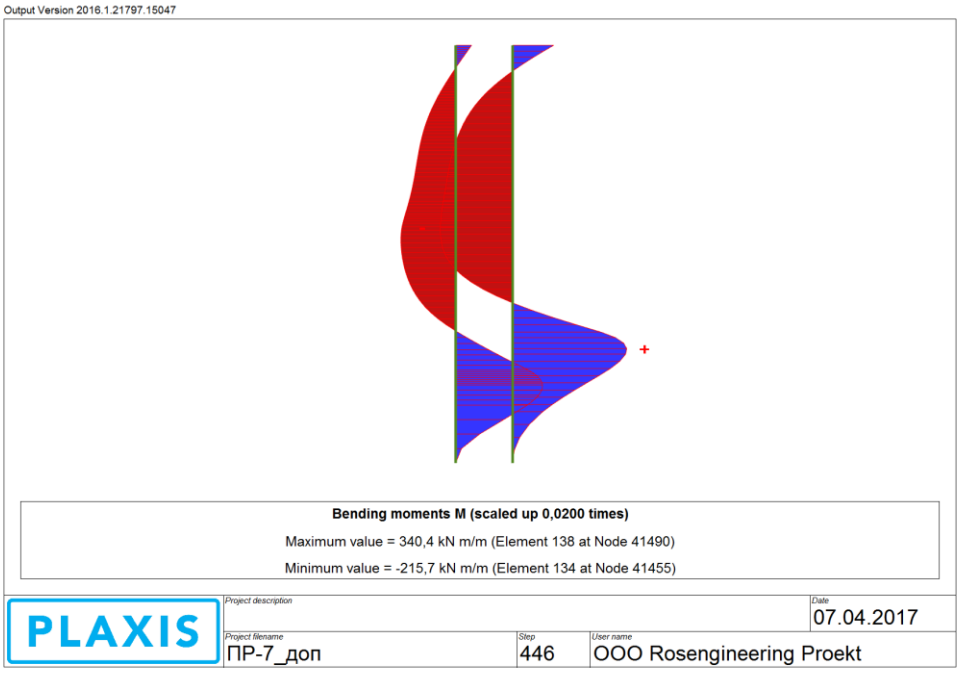


Рис. 6.595. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

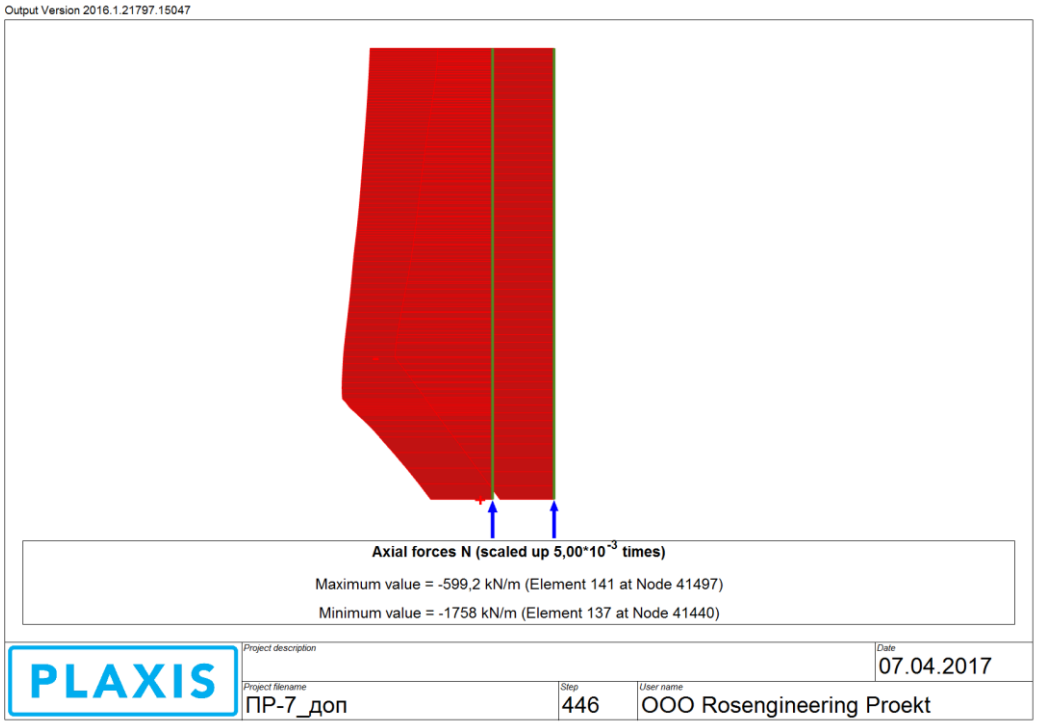


Рис. 6.596. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.149. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/3 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-508,3	63,3	29,9
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-537,6	81,6	52,0

Таблица 6.150. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-10/3 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	138,8	1,5	103/78	33,0
A2(н)	130,8	1,5	103/78	18,0

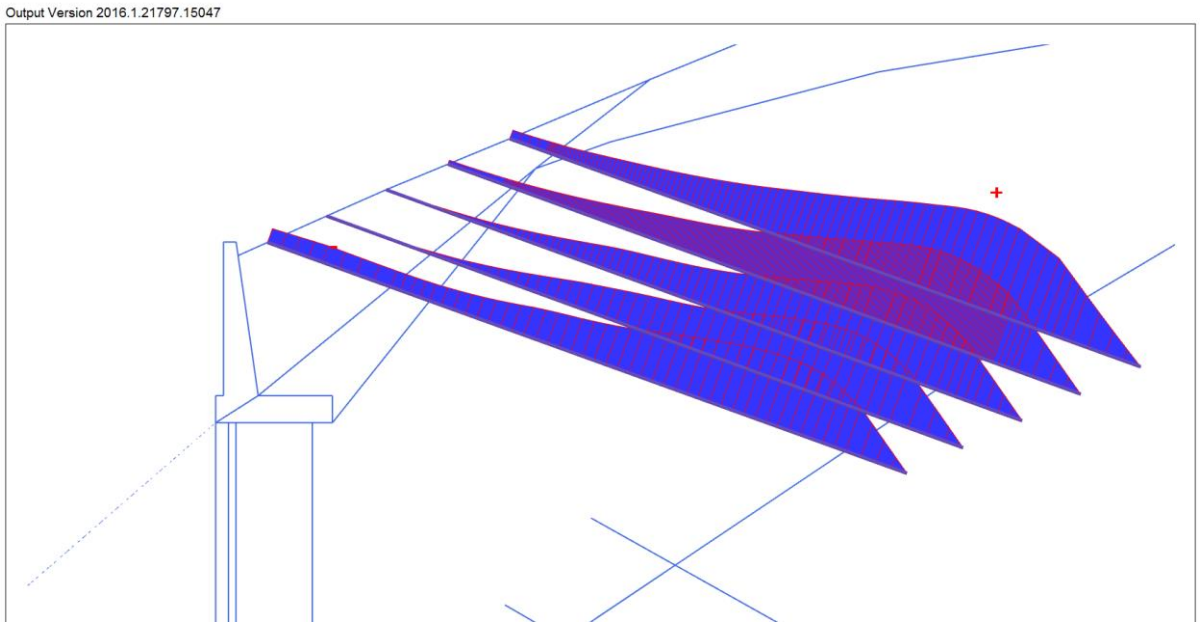


Рис. 6.597. Эпюры продольных сил N в анкерах Анкерного поля №13 (около СТ-10/3) при особом сочетании нагрузок. Nmax=162,2 кН/м

Таблица 6.151. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №13 (около СТ-10/3) при особом сочетании нагрузок

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №13 (около СТ-10/3)	А1(н)	2,0	24,5	52/26	30,0
	А2	2,0	25,6	52/26	30,0
	А3	2,0	27,5	52/26	30,0
	А4	2,0	31,0	52/26	30,0
	А5(в)	2,0	33,1	52/26	30,0

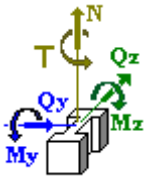
Расчет конструкции свай СТ-7 по разрезу 10-10 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

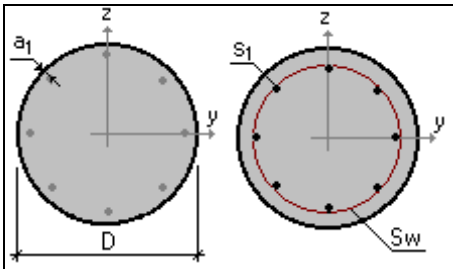
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

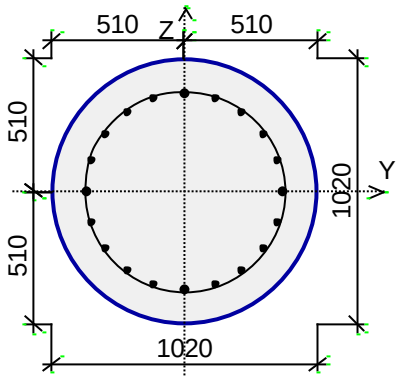
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-41,6	31,1	9,7	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,028
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,151
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,062
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,235
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,235 - Прочность по наклонному сечению

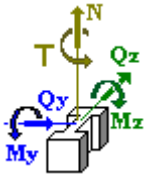
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

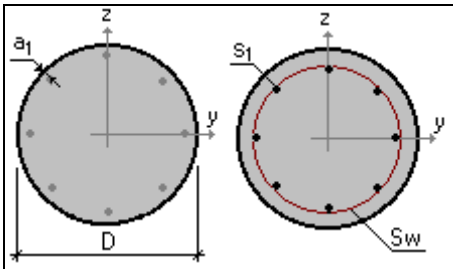
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

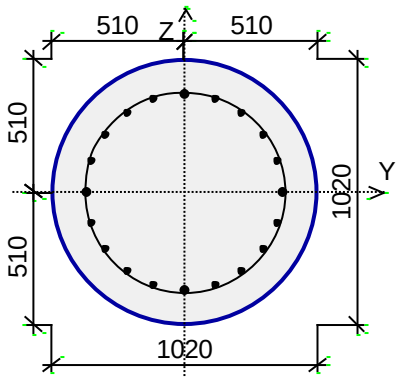
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-170,4	62,3	44,5	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,09
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,266
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,228
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,912
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,912 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

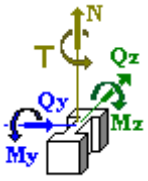
Расчет конструкции свай СТ-10 по разрезу 10-10 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

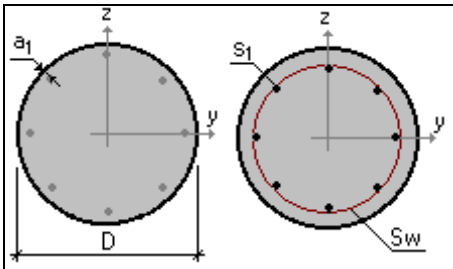
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

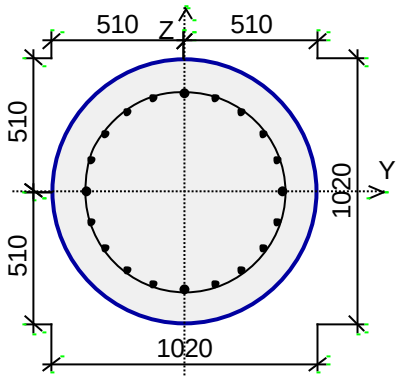
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	Т	Т*м	Т	Т*м	Т	Т*м				
1	-70,3	95,2	14,6	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,047
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,479
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	0,648
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	0,864
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,09
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,344
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,864 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

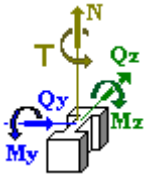
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

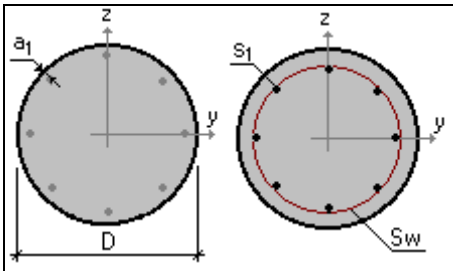
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

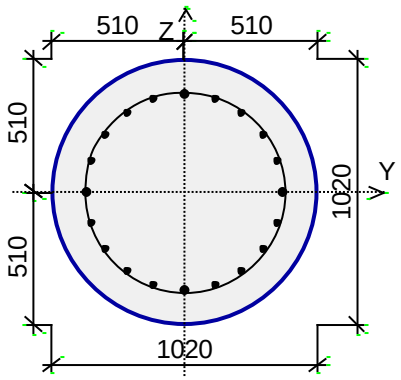
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-170,9	50,2	37,5	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,09
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,228
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,192
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,768
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,768 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

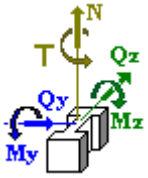
Расчет конструкции свай СТ-10/1 по разрезу 10-10 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

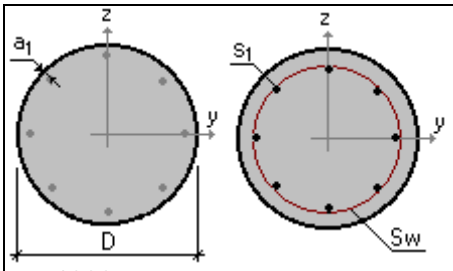
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

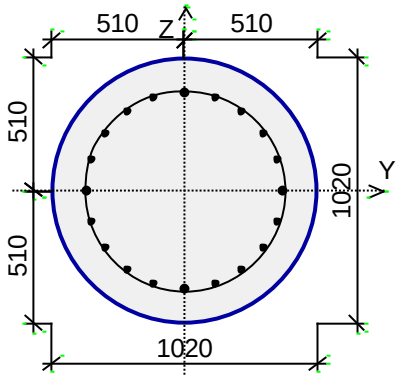
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм
Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	93,9	33	7,5	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,164
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,321
пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	0,539
пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16	Ширина раскрытия трещин (длительная)	0,719
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,123
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,29

Коэффициент использования 0,719 - Ширина раскрытия трещин (длительная)

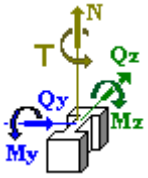
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

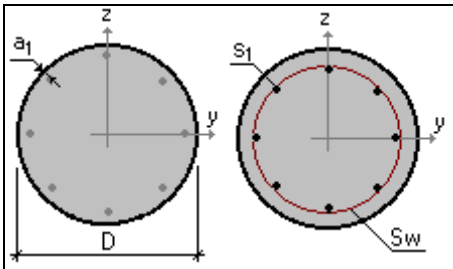
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

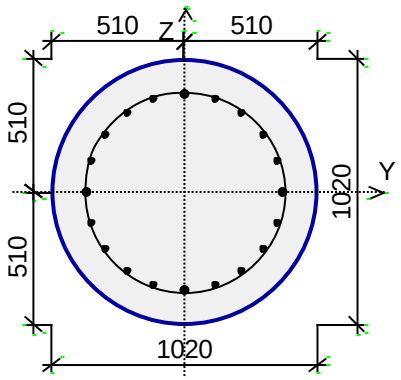
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	35,2	55,1	29,1	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,051
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,292
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,218
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,761

Коэффициент использования 0,761 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

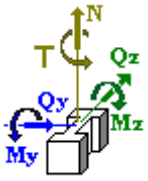
Расчет конструкции свай СТ-10/3 по разрезу 10-10 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

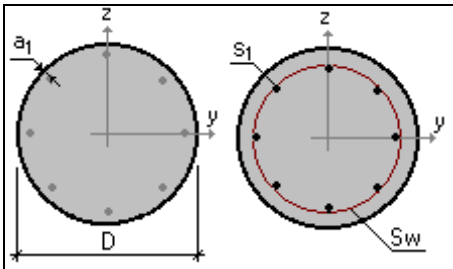
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

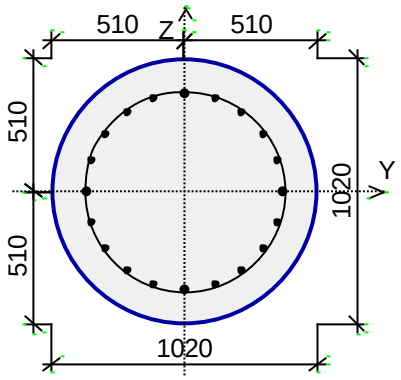
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм
Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-332,7	39,2	23,1	0	0	0	1	1		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,222
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,349
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,123
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,468
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,468 - Прочность по наклонному сечению

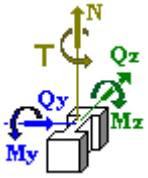
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

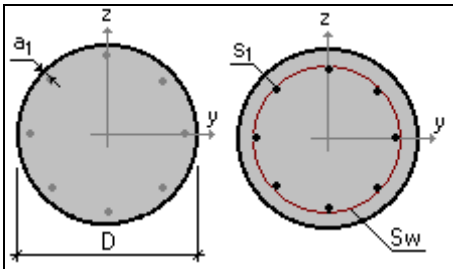
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

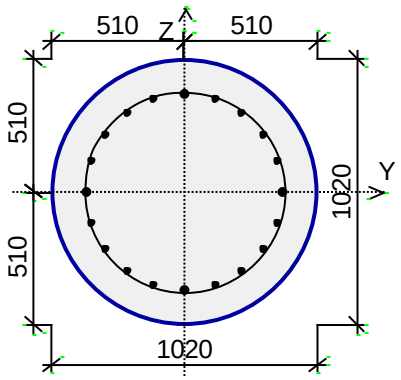
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика
	T	T*м	T	T*м	T	T*м				
1	-537,6	70,6	52	0	0	0	1	1	+	+

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,285
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,462
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,248
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,994
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,994 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-10/3 по разрезу 10-10 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

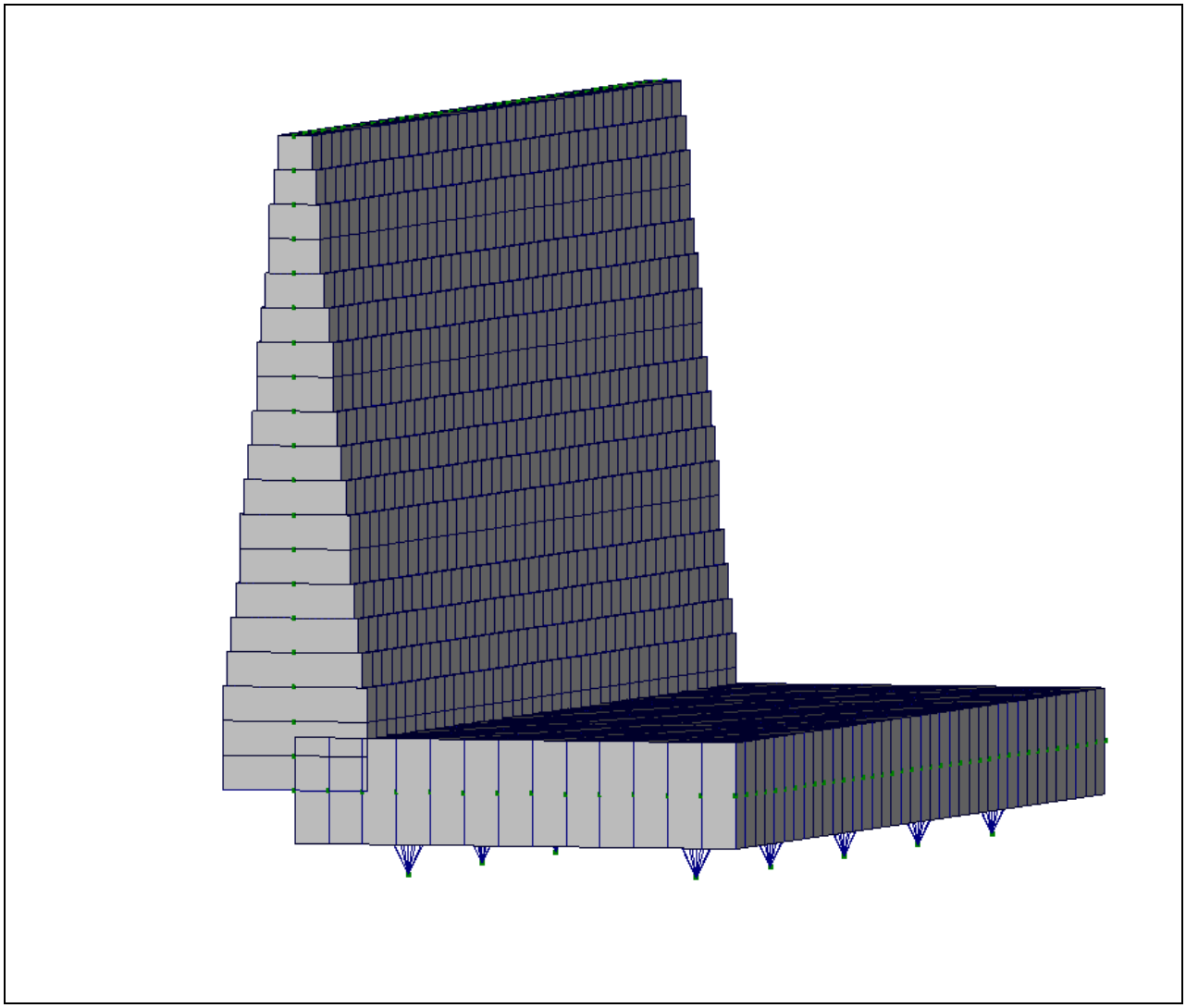


Рис. 6.598. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

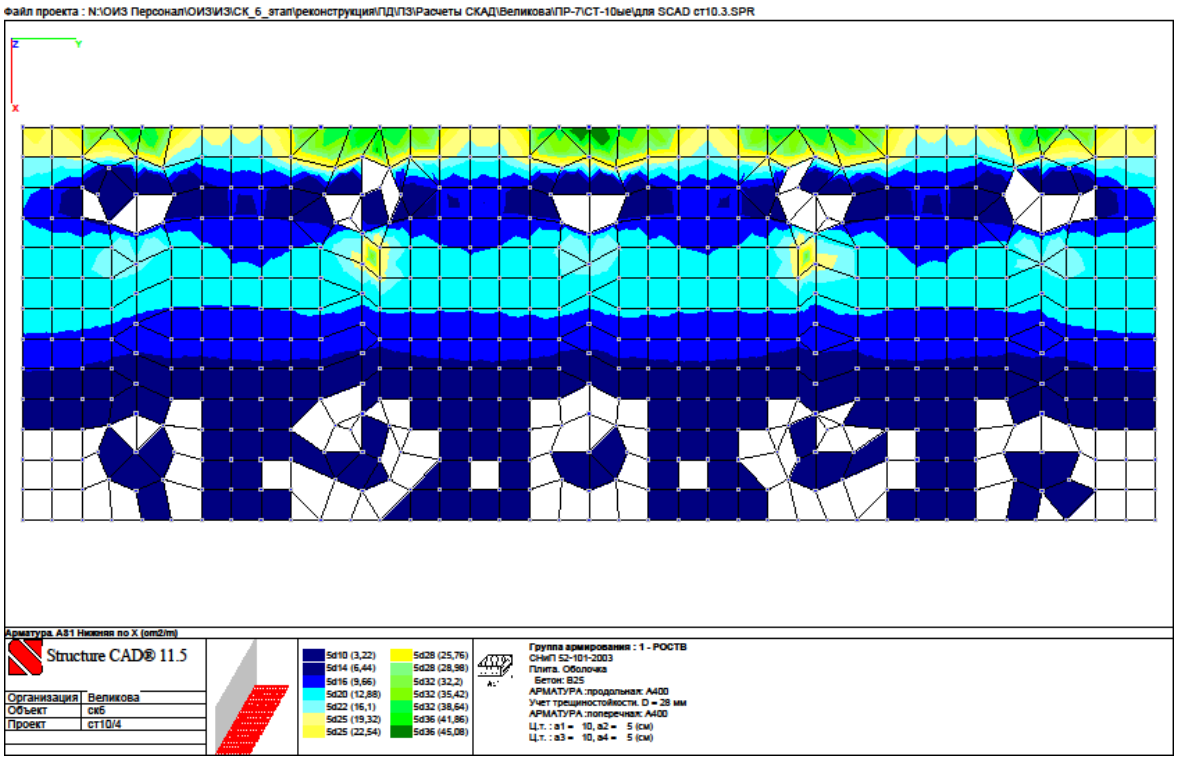


Рис. 6.599. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

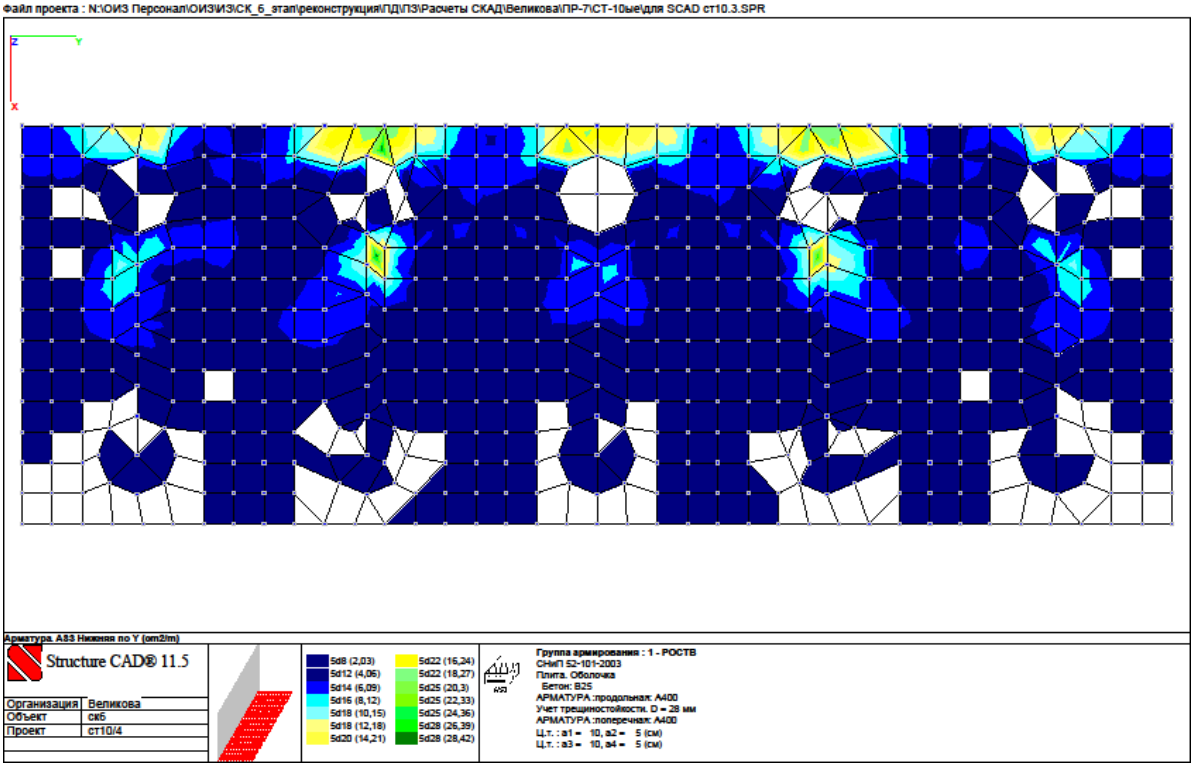


Рис. 6.600. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

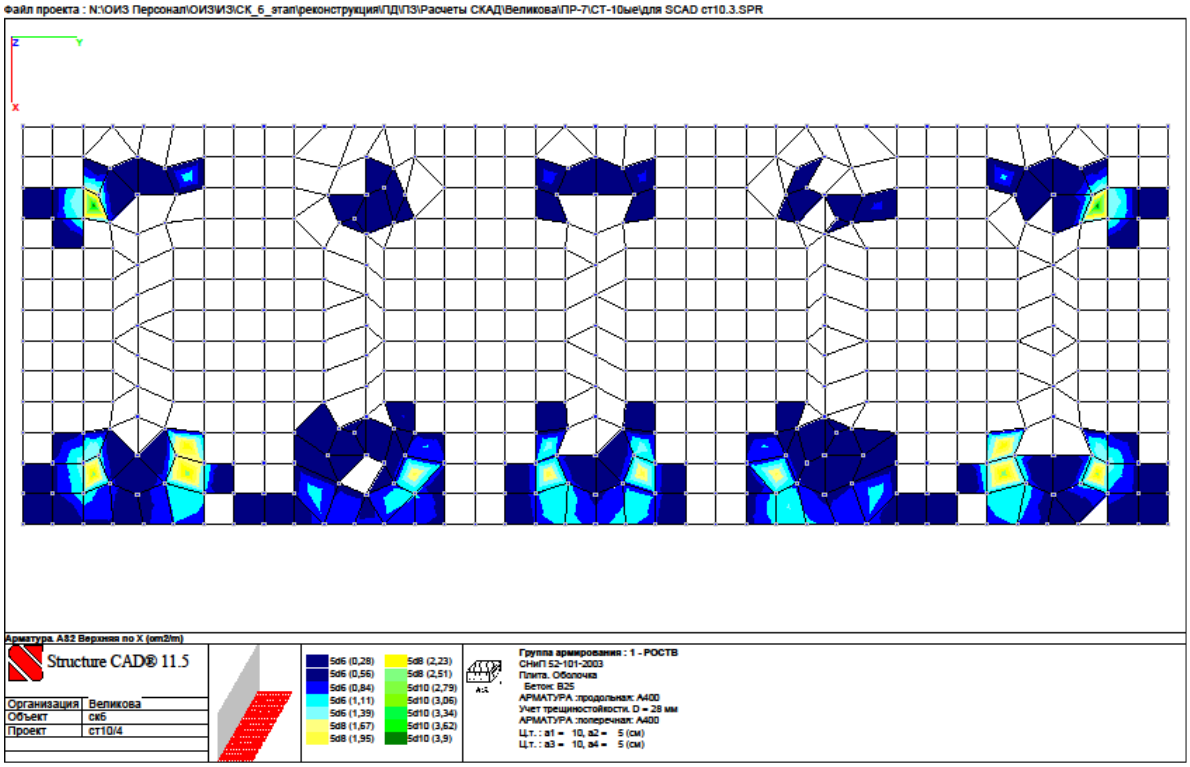


Рис. 6.601. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

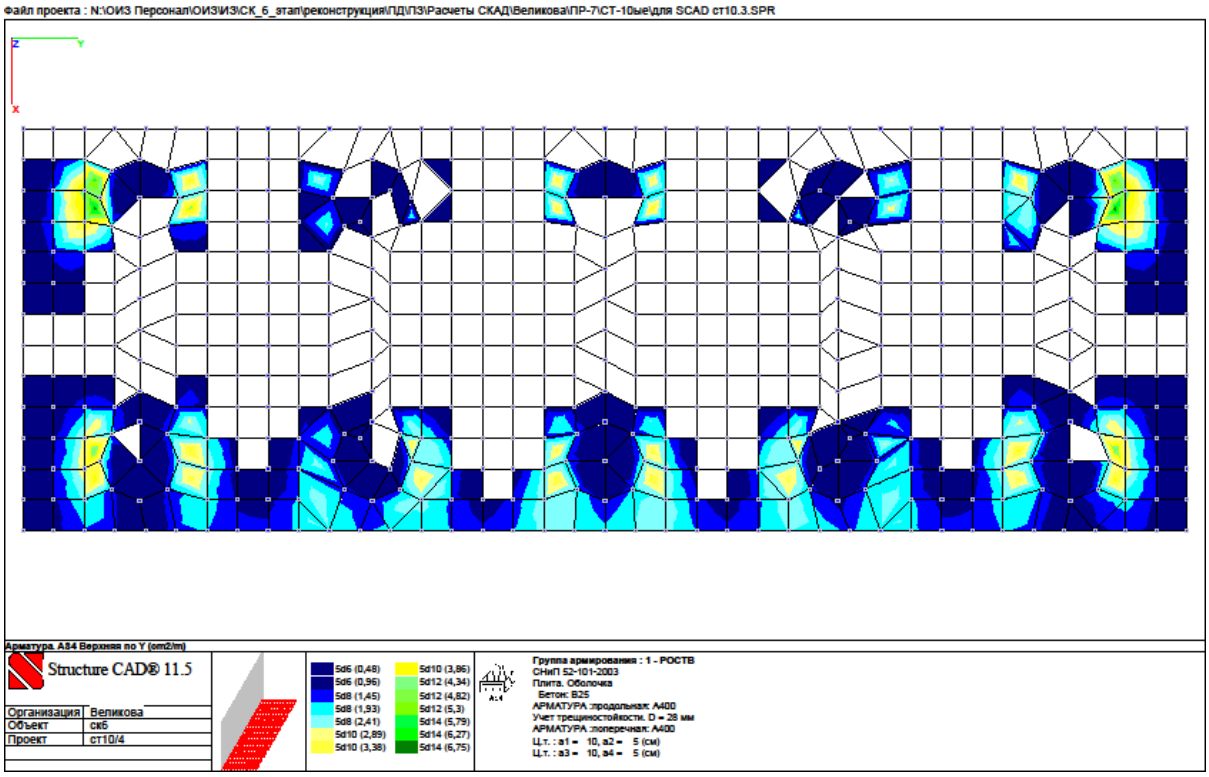


Рис. 6.602. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

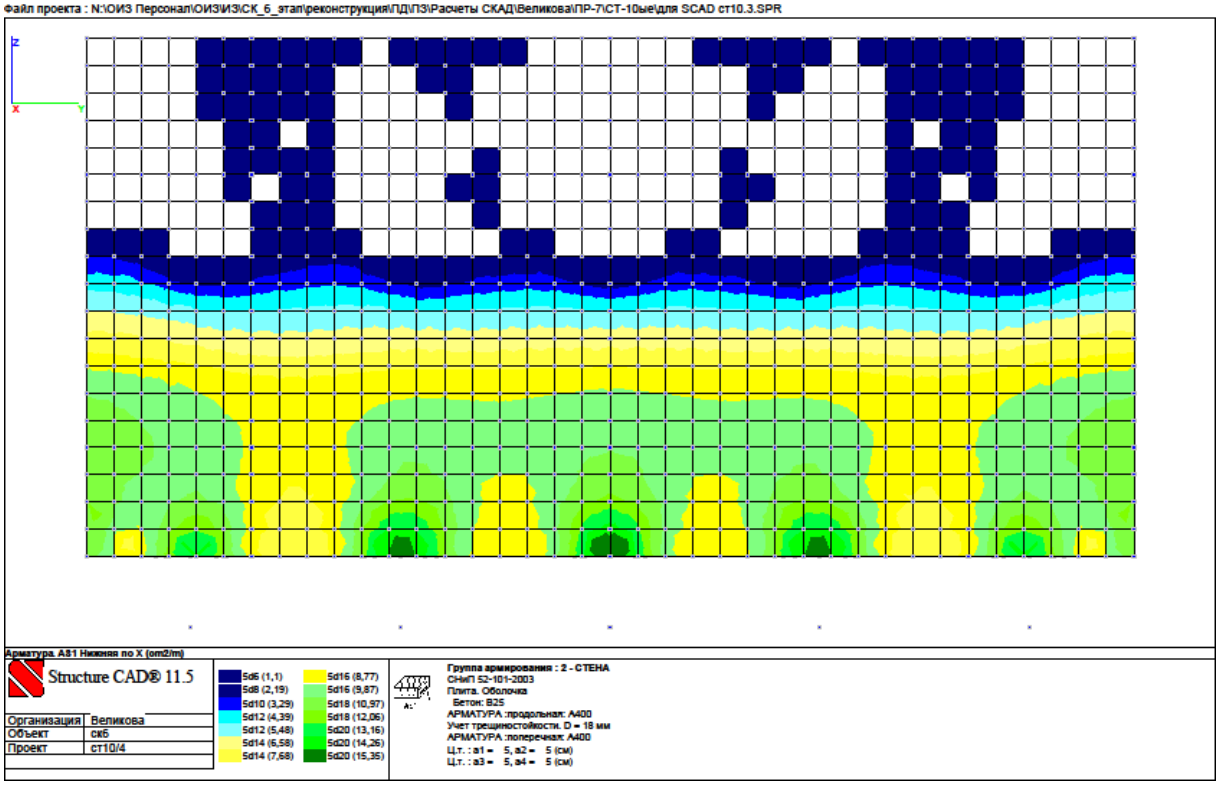


Рис. 6.603. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

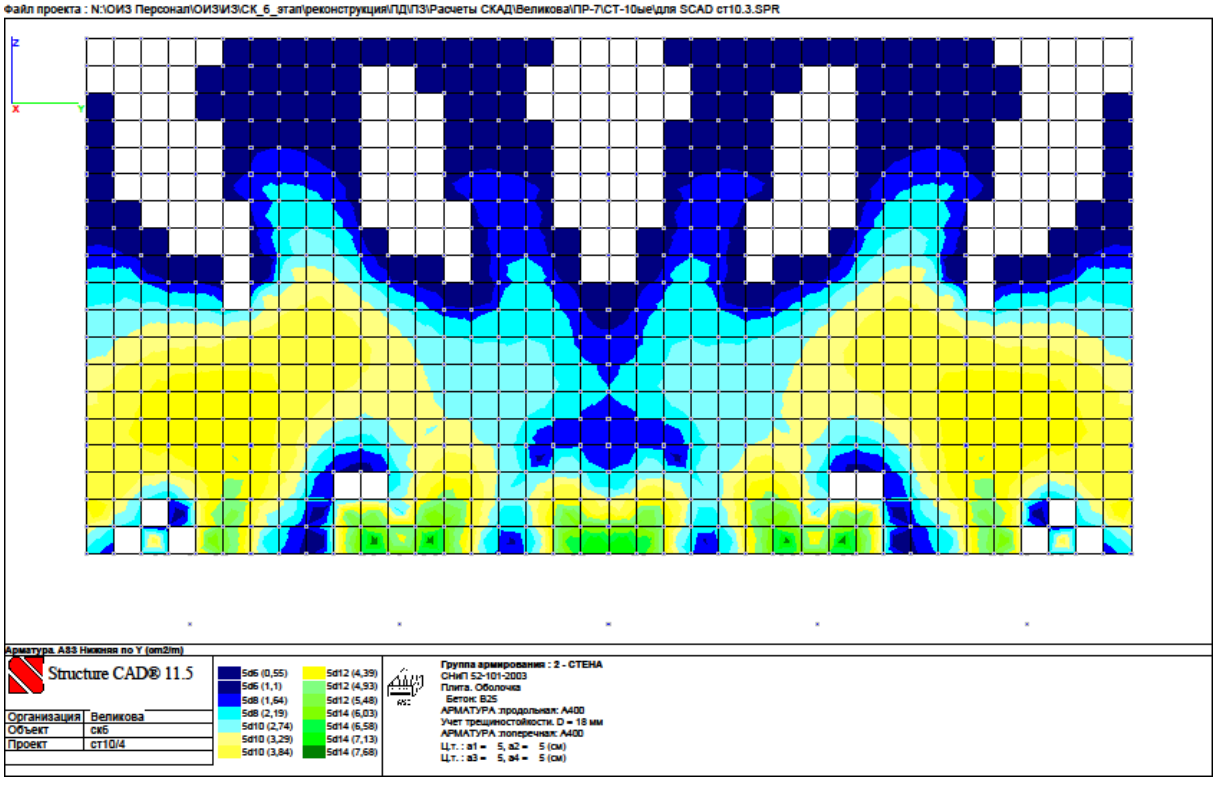


Рис. 6.604. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

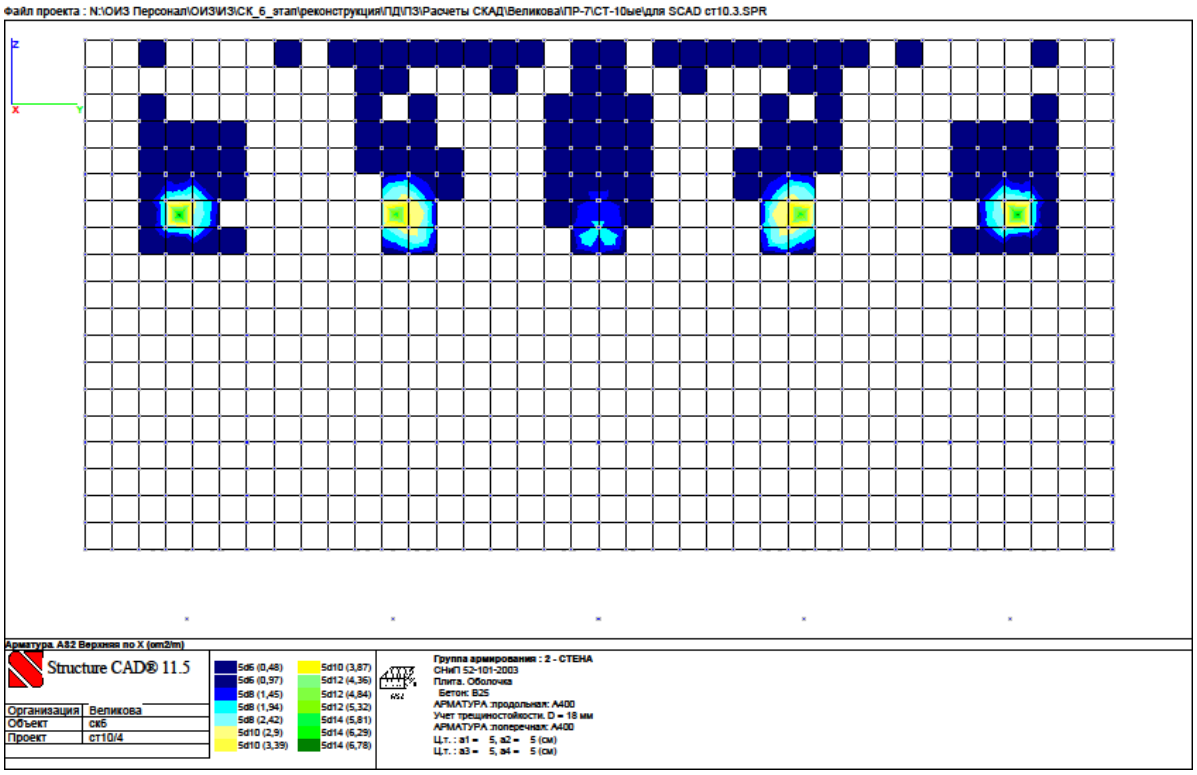


Рис. 6.605. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

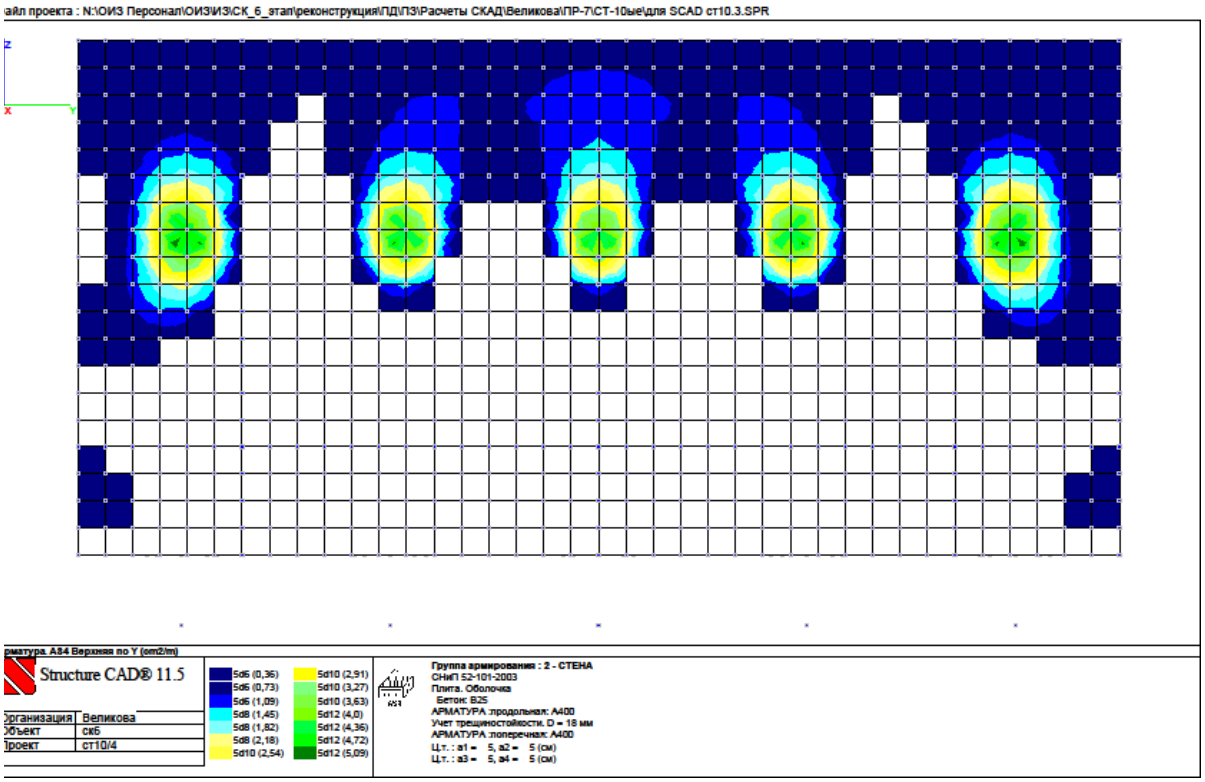


Рис. 6.606. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

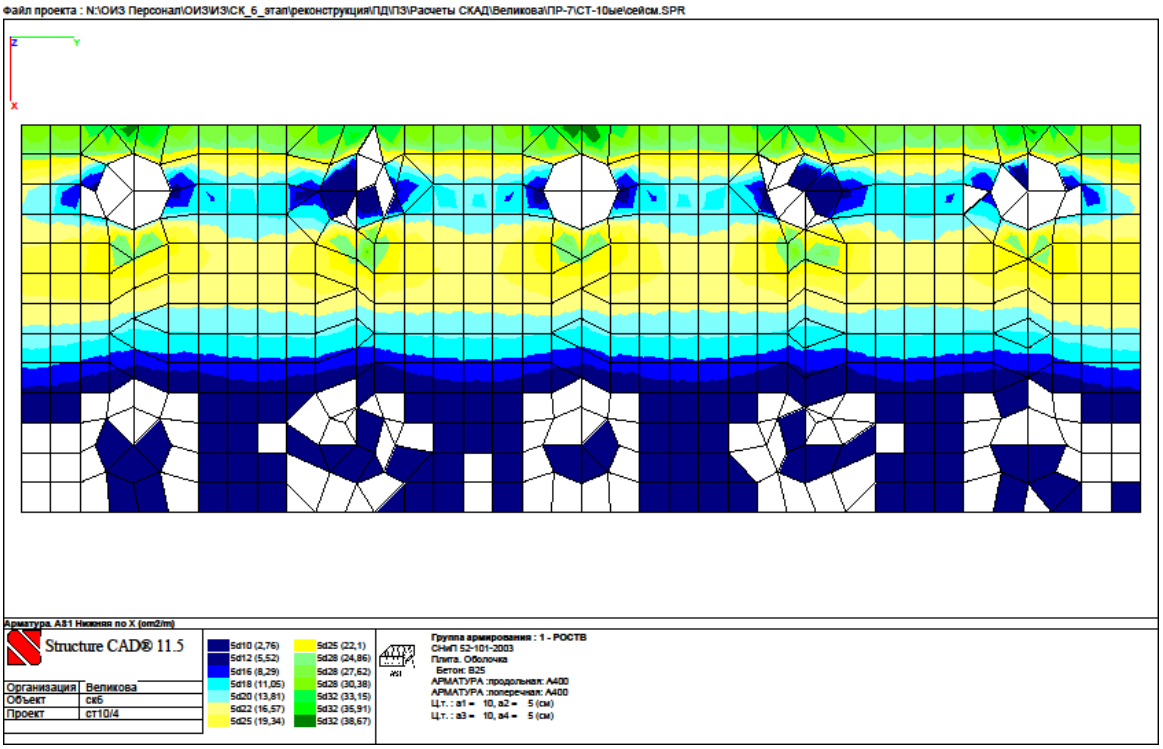


Рис. 6.607. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

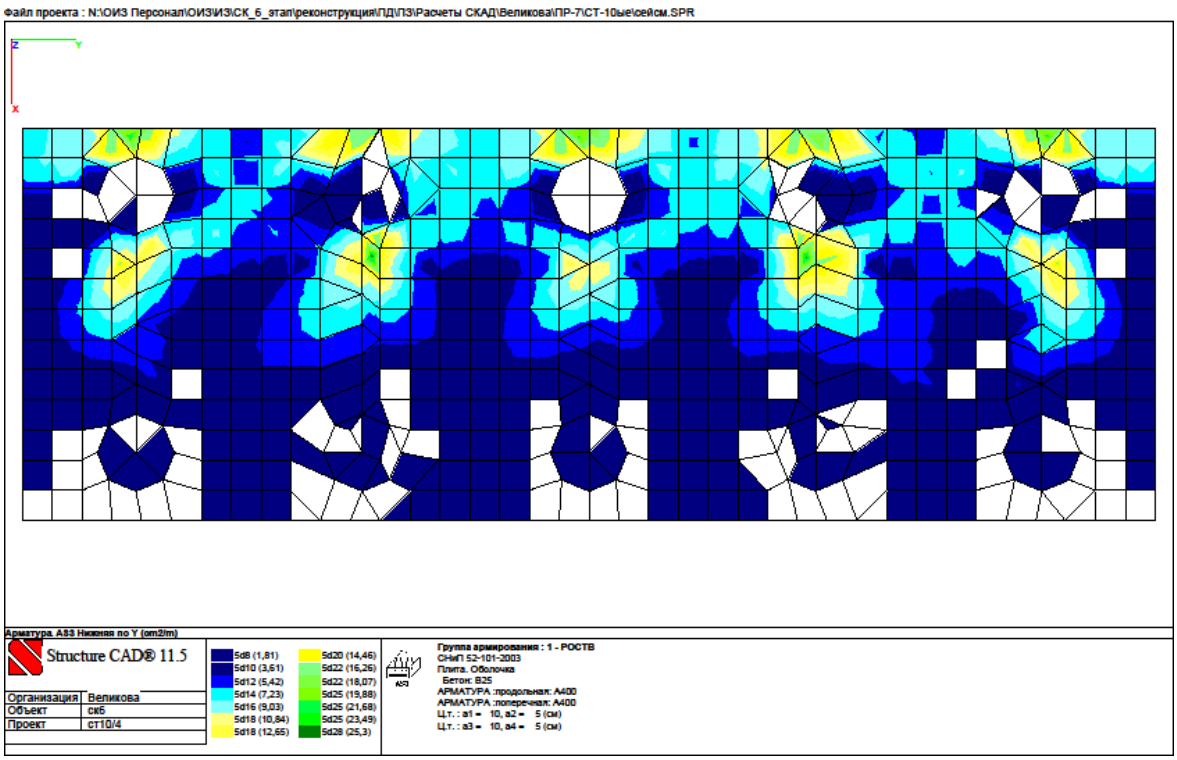


Рис. 6.608. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

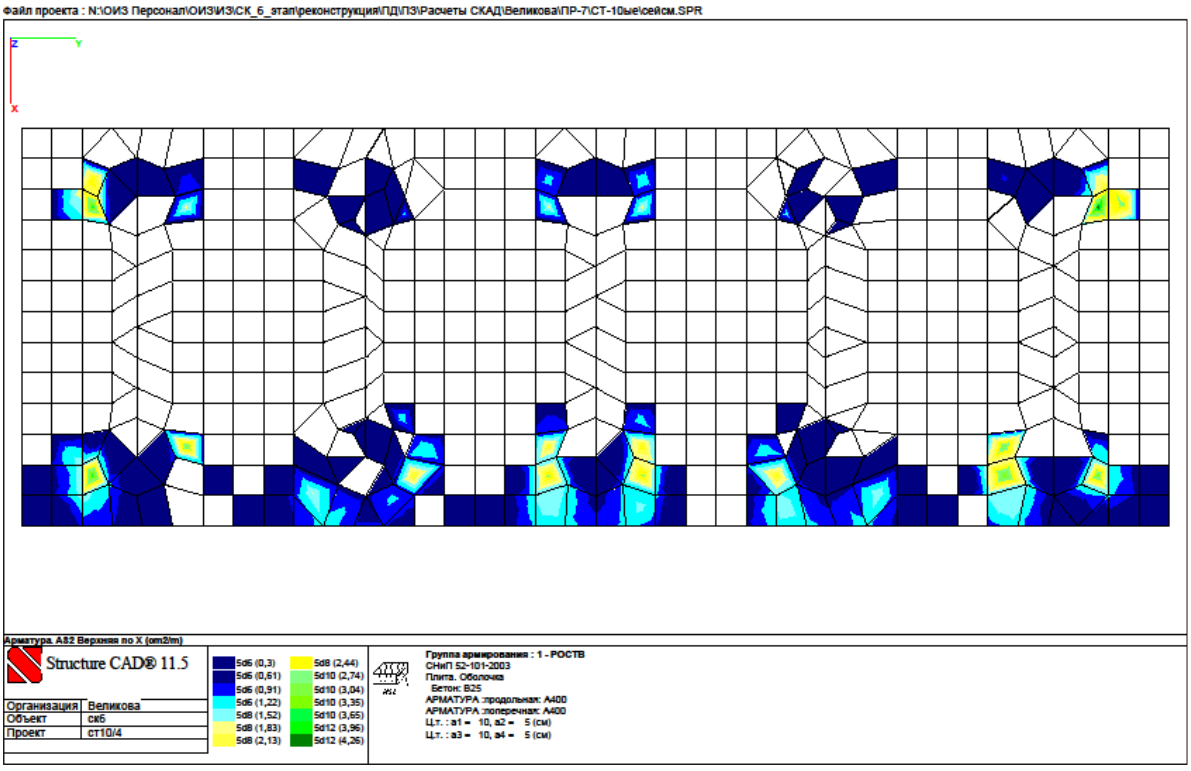


Рис. 6.609. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

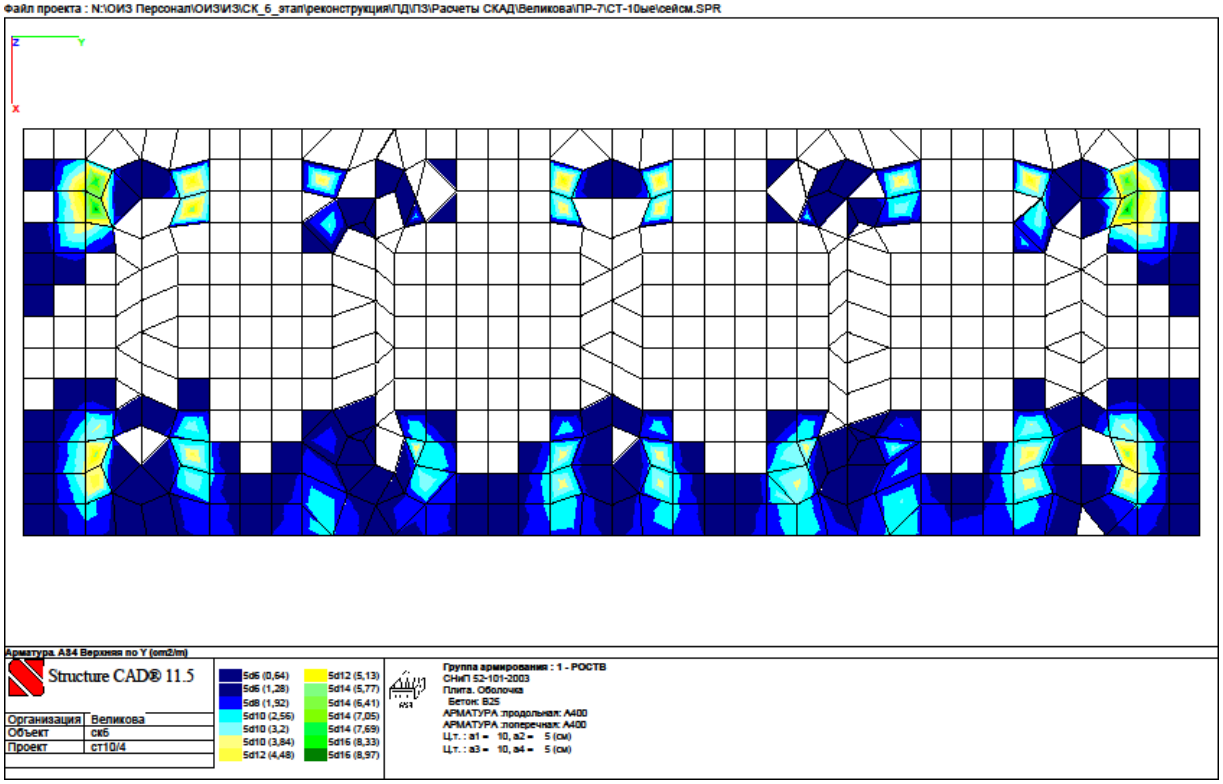


Рис. 6.610. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

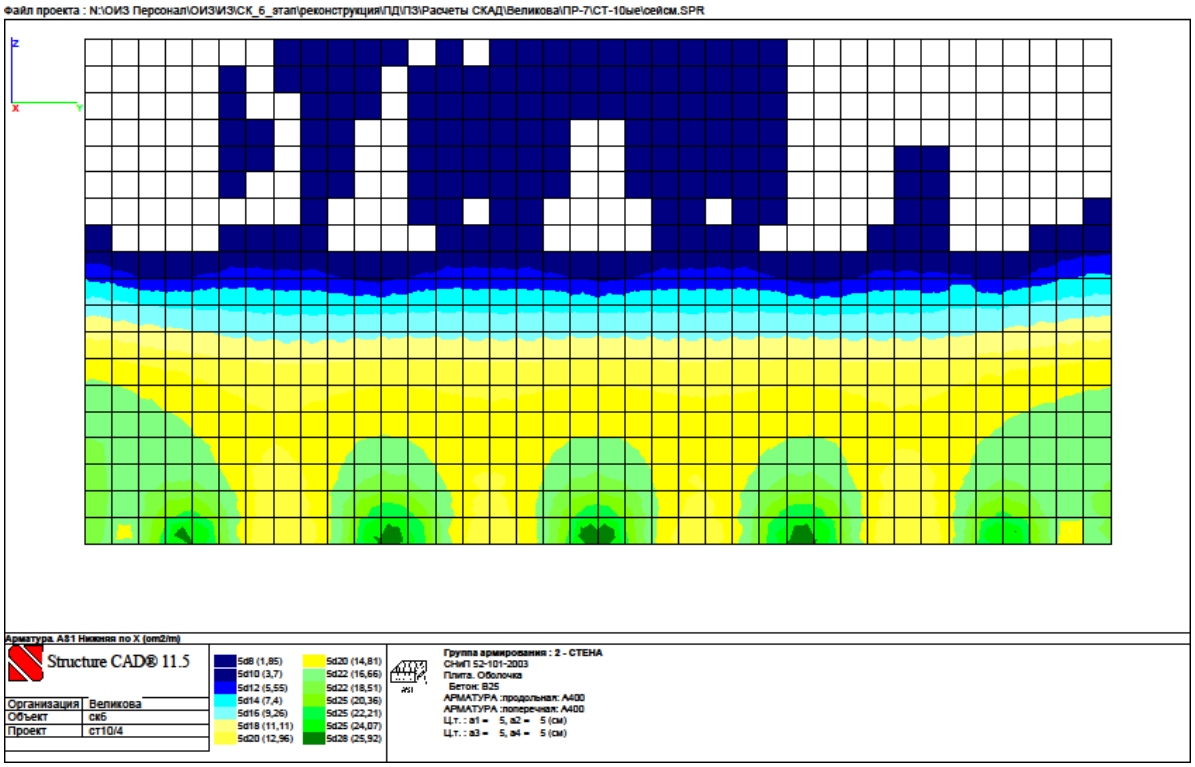


Рис. 6.611. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

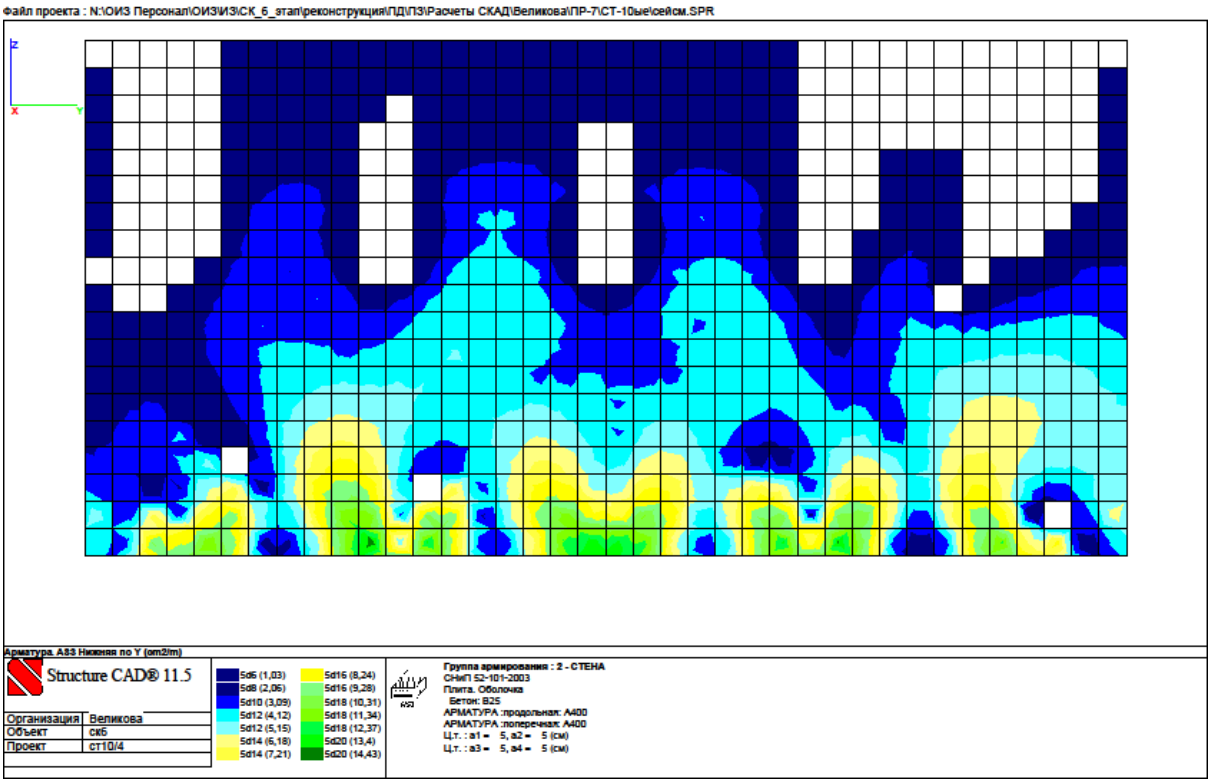


Рис. 6.612. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

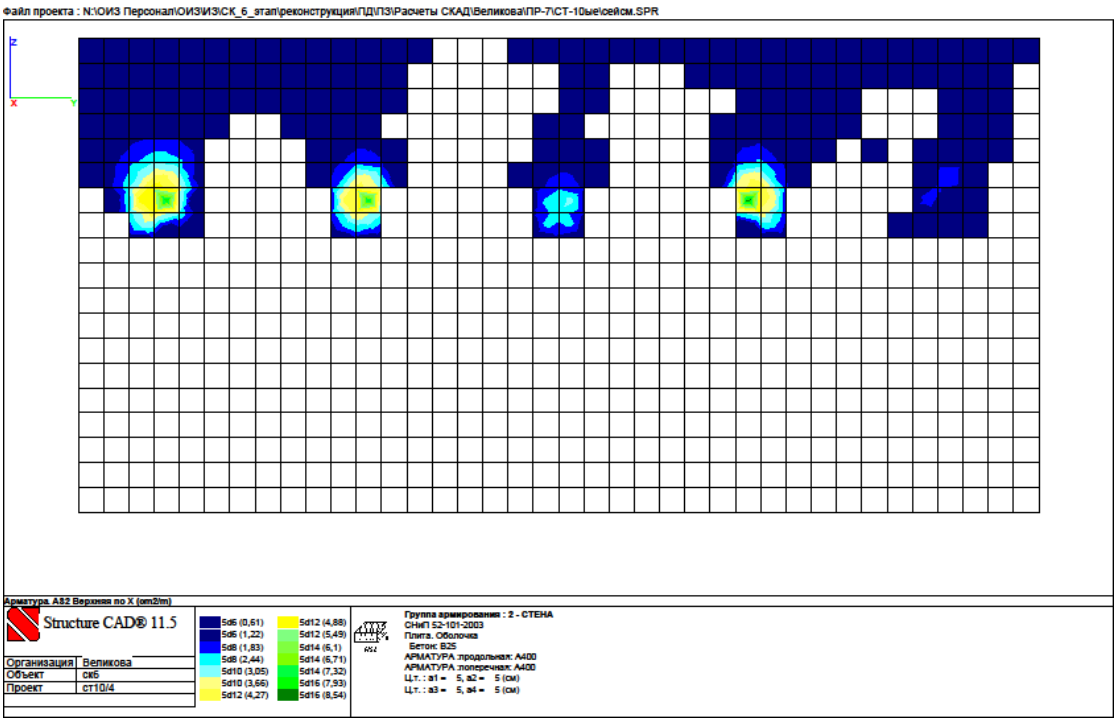


Рис. 6.613. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

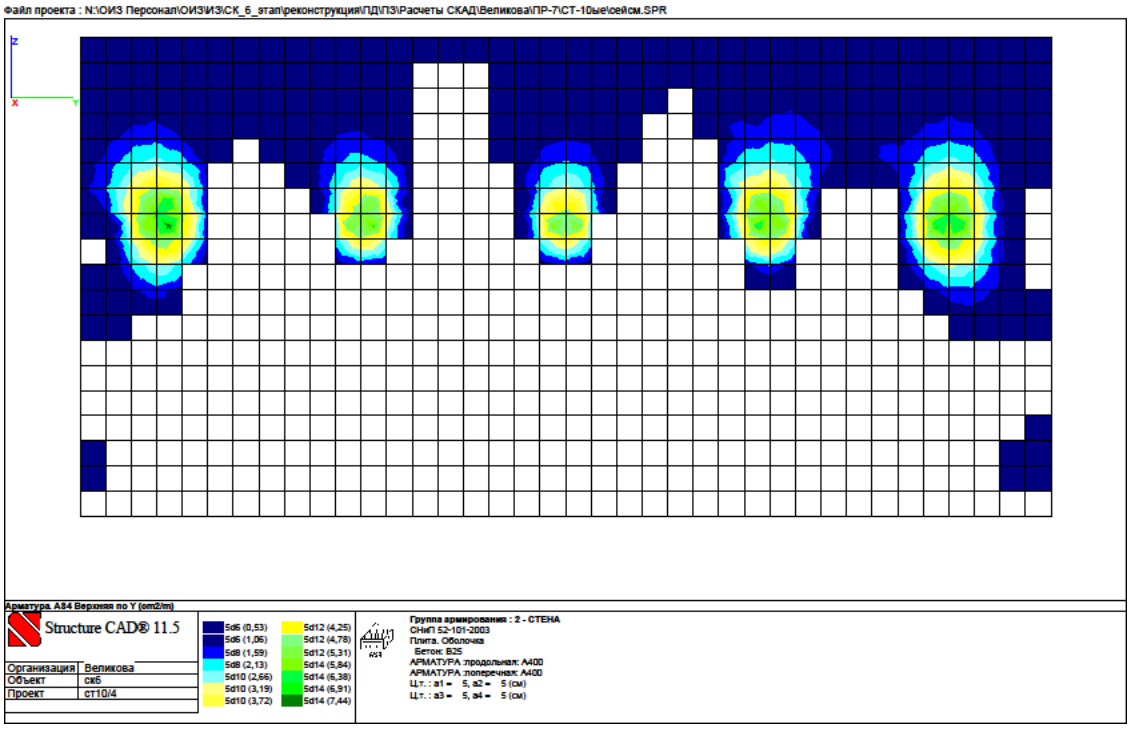


Рис. 6.614. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров Анкерных полей №10 (около СТ-7) и №13 (около СТ-10/3)

Определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров

Для обеспечения работы крепления грунтовыми анкерами в соответствии с расчетом необходимо обеспечить заделку грунтовых анкеров за первоначальную поверхность скольжения на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D). В качестве первоначальной поверхности скольжения принимаем поверхность, получаемую при расчете склона при сейсмическом воздействии. Т.к. анкерное поле №13 запроектировано для уменьшения оползневого давления на подпорную стену, в расчете длина корней анкеров анкерного поля №13 ограничена 10 метрами в соответствии с требованиями п.3.1.16 ВСН 506-88.

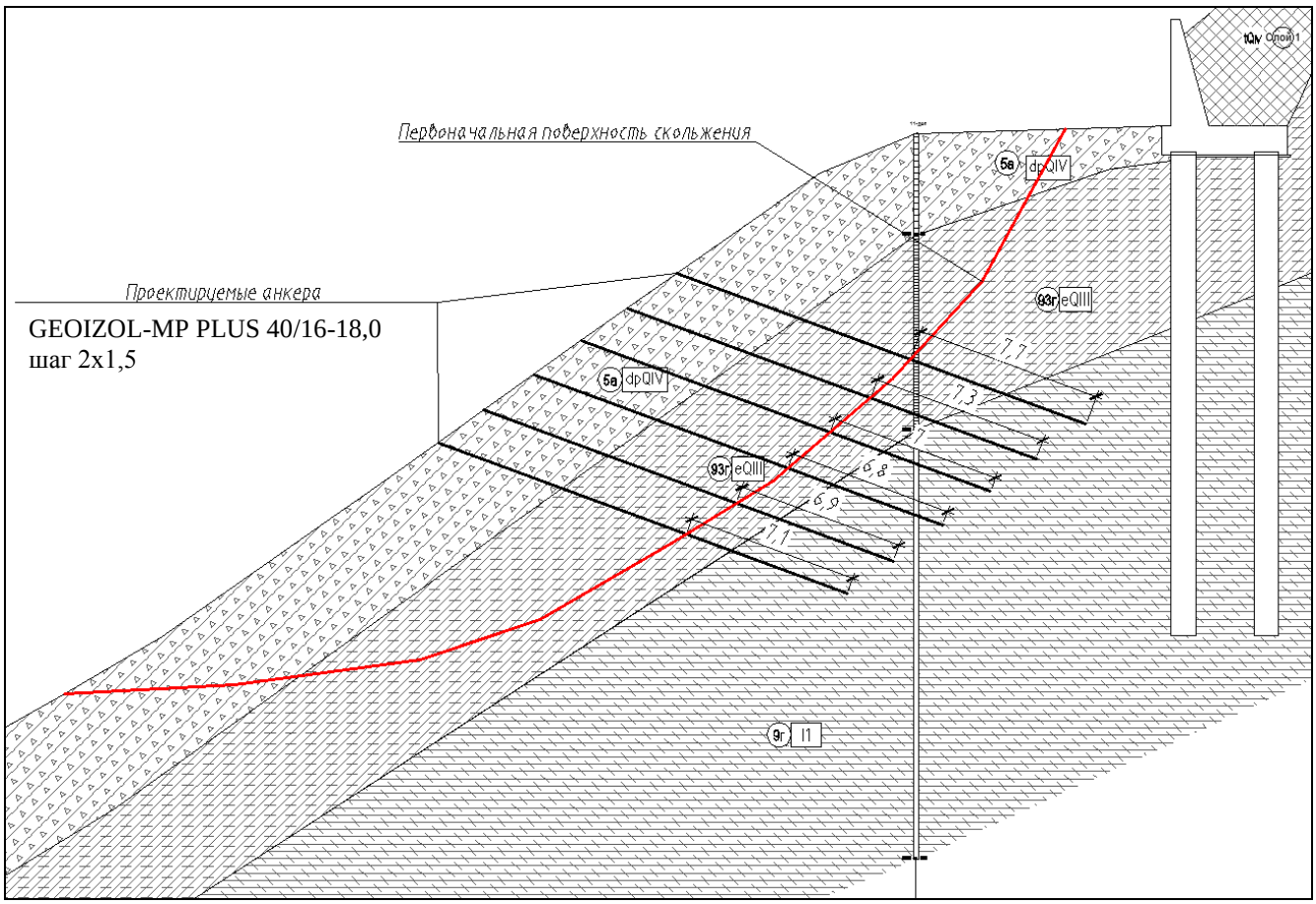


Рис. 6.615. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №10 (около СТ-7), выходящих за первоначальную призму обрушения

Таблица 6.152. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров Анкерных полей №10 (около СТ-7) и №13 (около СТ-10/3) по грунту и по материалу

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
Анкерное поле №10 (около СТ-7)	А1(н)	1,5	28,3	40/16	18,0	43,45	7,1	90	100	39,6
	А2	1,5	26,4	40/16	18,0	43,45	6,9	90	100	37,2
	А3	1,5	23,7	40/16	18,0	43,45	6,8	90	100	36,9
	А4	1,5	22,3	40/16	18,0	43,45	7,0	90	100	38,6
	А5	1,5	21,6	40/16	18,0	43,45	7,3	90	100	40,5
	А6(в)	1,5	20,8	40/16	18,0	43,45	7,7	90	100	42,7
Анкерное поле №13 (около СТ-10/3)	А1(н)	2,0	24,5	40/16	30,0	43,45	10,0	90	100	52,3
	А2	2,0	25,6	40/16	30,0	43,45	10,0	90	100	53,2
	А3	2,0	27,5	52/26	30,0	59,83	10,0	90	100	53,7
	А4	2,0	31,0	52/26	30,0	59,83	10,0	90	100	54,1
	А5(в)	2,0	33,1	52/26	30,0	59,83	10,0	90	100	55,6

Фактические усилия в элементах крепления грунтовыми анкерами не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS 40/16 и 52/26.

Расчет грунтовых анкеров подпорных стен

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.153. Расчетная несущая способность новых грунтовых анкеров подпорных стен по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
Подпорная стена СТ-10/1											
А1	144,9	3,0	88,7	103/78	19,5	145,15	19,5	8,0	175	185	158,8
Подпорная стена СТ-10/3											
А1(в)	138,8	1,5	85,6	103/78	30,0	145,15	30,0	10,0	175	185	174,9
А2(н)	130,8	1,5	85,6	103/78	18,0	145,15	18,0	7,8	175	185	182,4

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 10-10

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорных стен СТ-7, СТ-10, СТ-10/1, СТ-10/3.

2) Для уменьшения оползневого давления на подпорную стену СТ-10/3 предусматривается закрепление склона грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 30,0м, расположенными с шагом 2,0х2,0 метра. Также для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-10/3 предусматривается устройство двух рядов дополнительных грунтовых анкеров: одного ряда GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 30,0 метров, расположенных с шагом 1,5 метра и одного ряда GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 18,0 метров, расположенных с шагом 1,5 метра.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-10/1 предусматривается устройство одного ряда дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 19,5м с шагом 3,0 метра.

4) Усиление подпорных стен СТ-10/1, СТ-10/3 уменьшает усилия в подпорных стенах СТ-7, СТ-10 до значений, не превышающих предельно допустимых.

5) Для обеспечения общей устойчивости склона ниже подпорной стены СТ-8/1 предусматривается выполнение анкерного поля из грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 18,0 м, расположенных с шагом 2х1,5 м.

6) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкций подпорных стен СТ-7, СТ-7/1, СТ-10, СТ-10/1 и СТ-10/3 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

7) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.12 Расчеты по линии разреза 11-11 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-3доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.616:

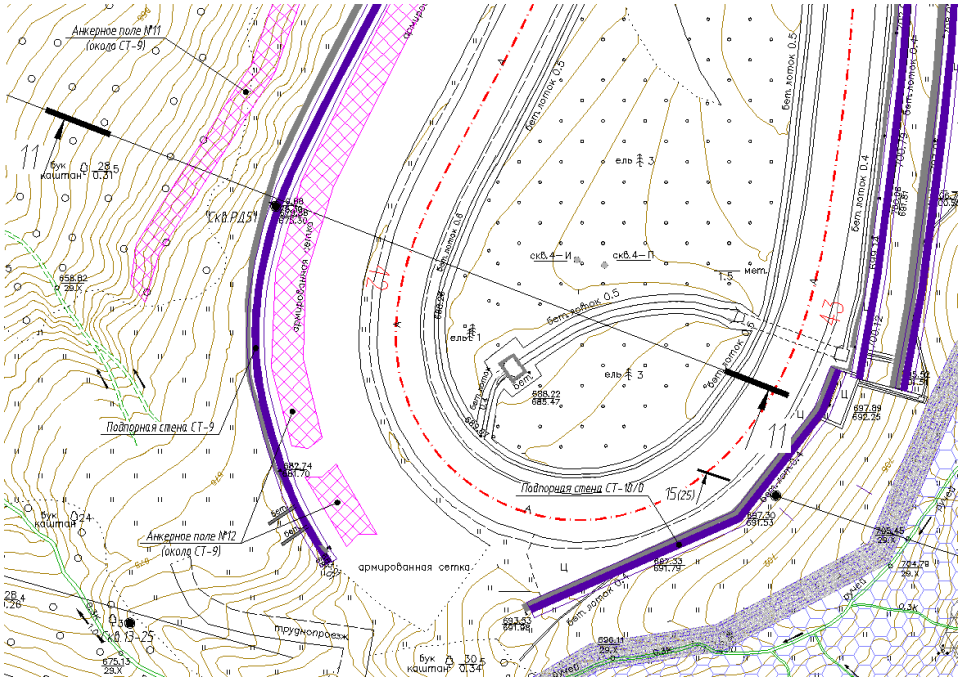


Рис. 6.616. Схема расположения разреза 11-11

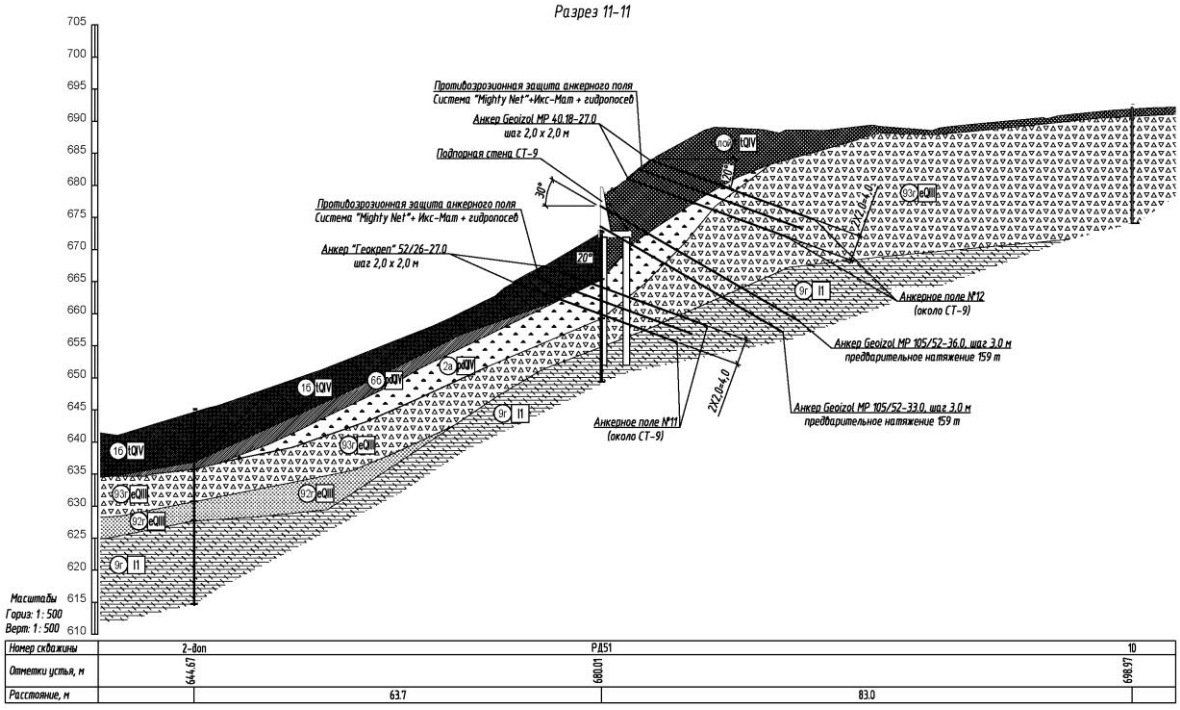


Рис. 6.617. Разрез 11-11.

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

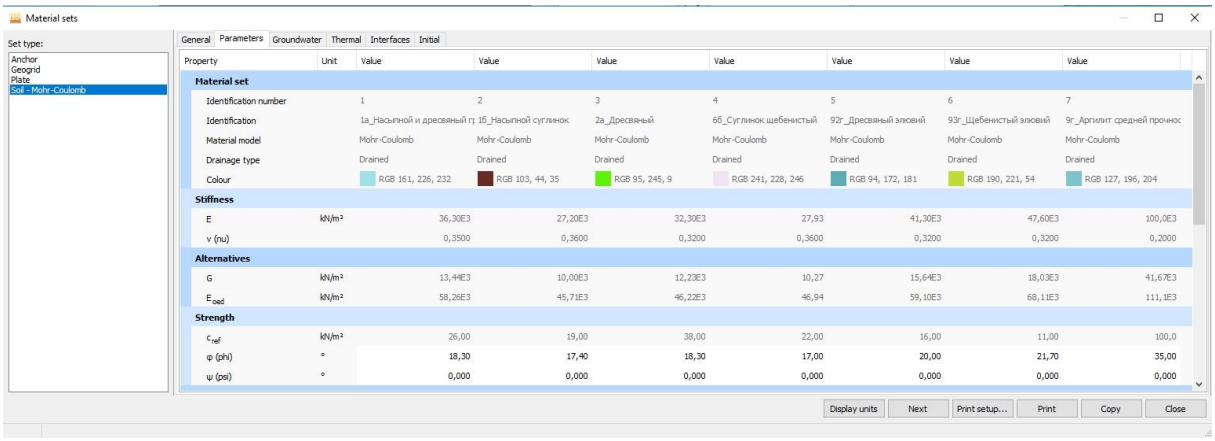


Рис.12 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.12.1 Расчет разреза 11-11 в существующем положении

Расчет разреза 11-11 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

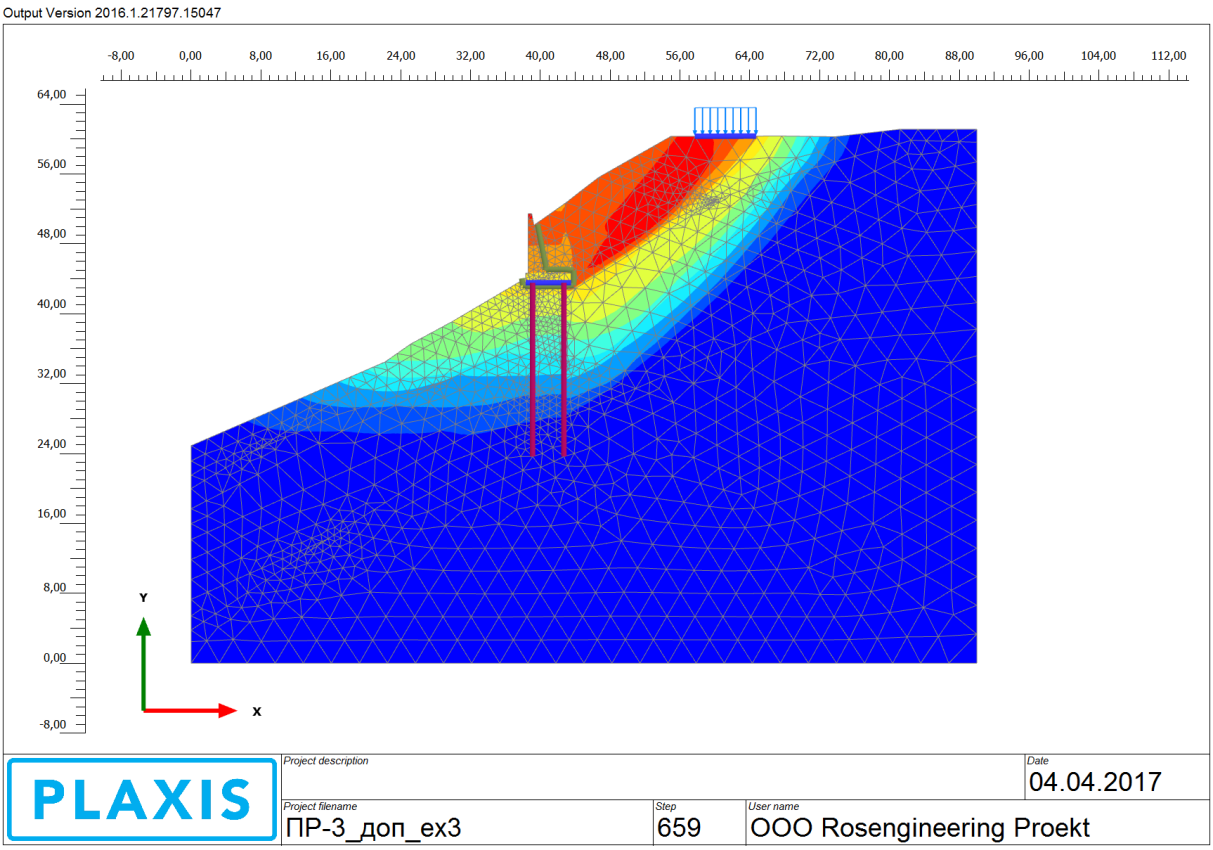


Рис. 6.618. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон неустойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости не обеспечен. K_{sf} =1,105 < K_{sfn} = 1,11. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите

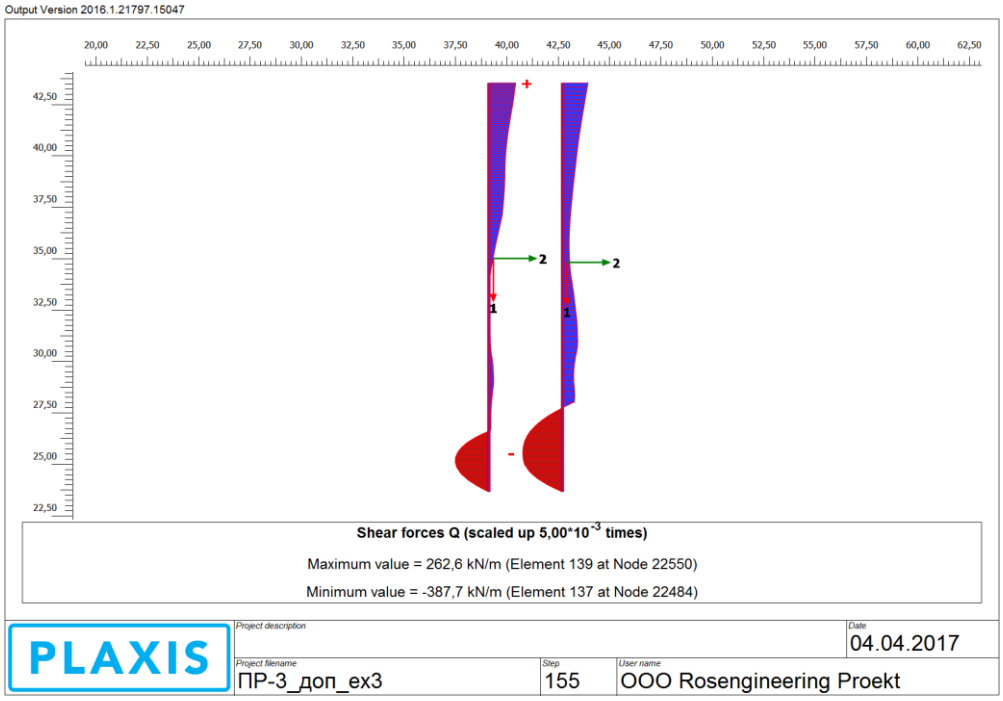


Рис. 6.619. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

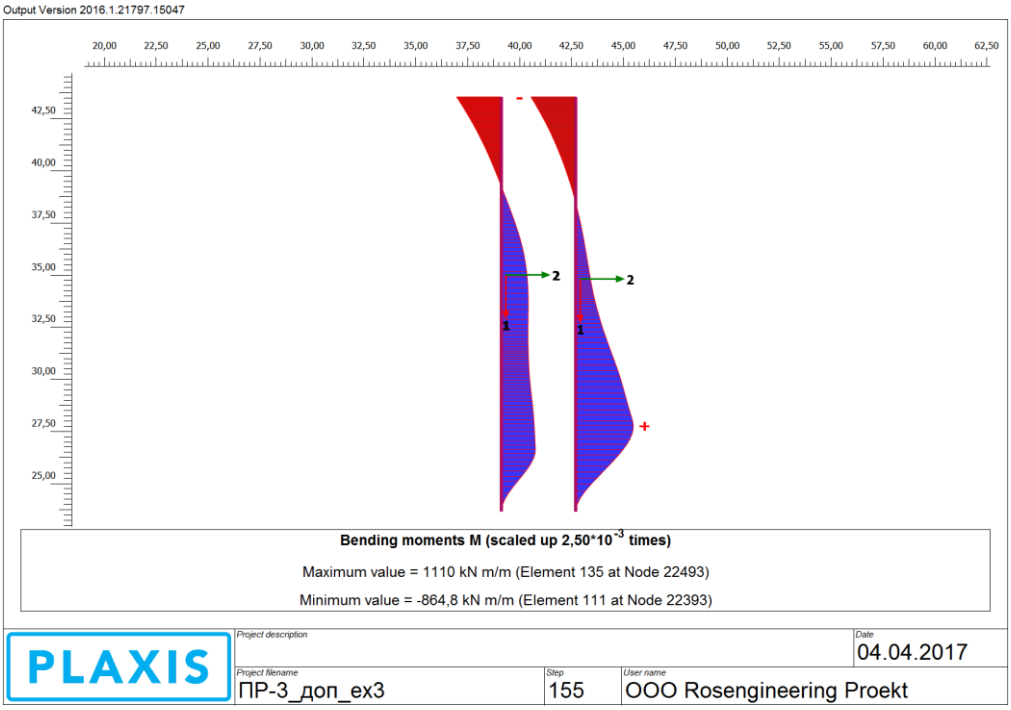


Рис. 6.620. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

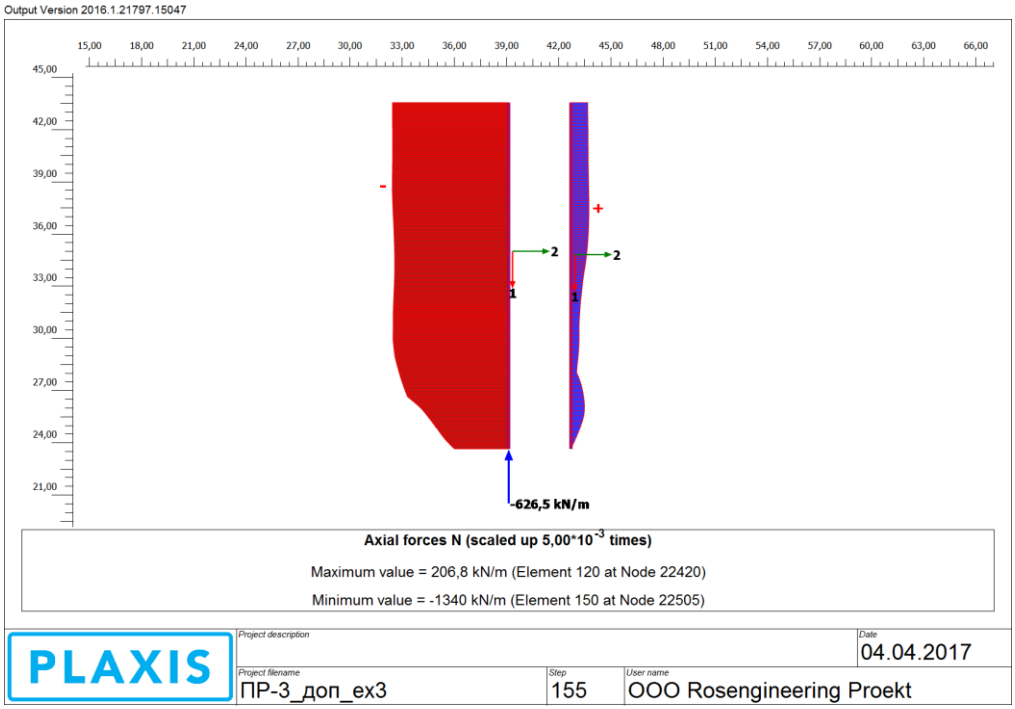


Рис. 6.621. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.154. Усилия в сваях подпорной стены СТ-9 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-409,79	-264,13	-100,55
N2(п)	1,02	20,0	3,0	63,24	339,45	-118,56

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

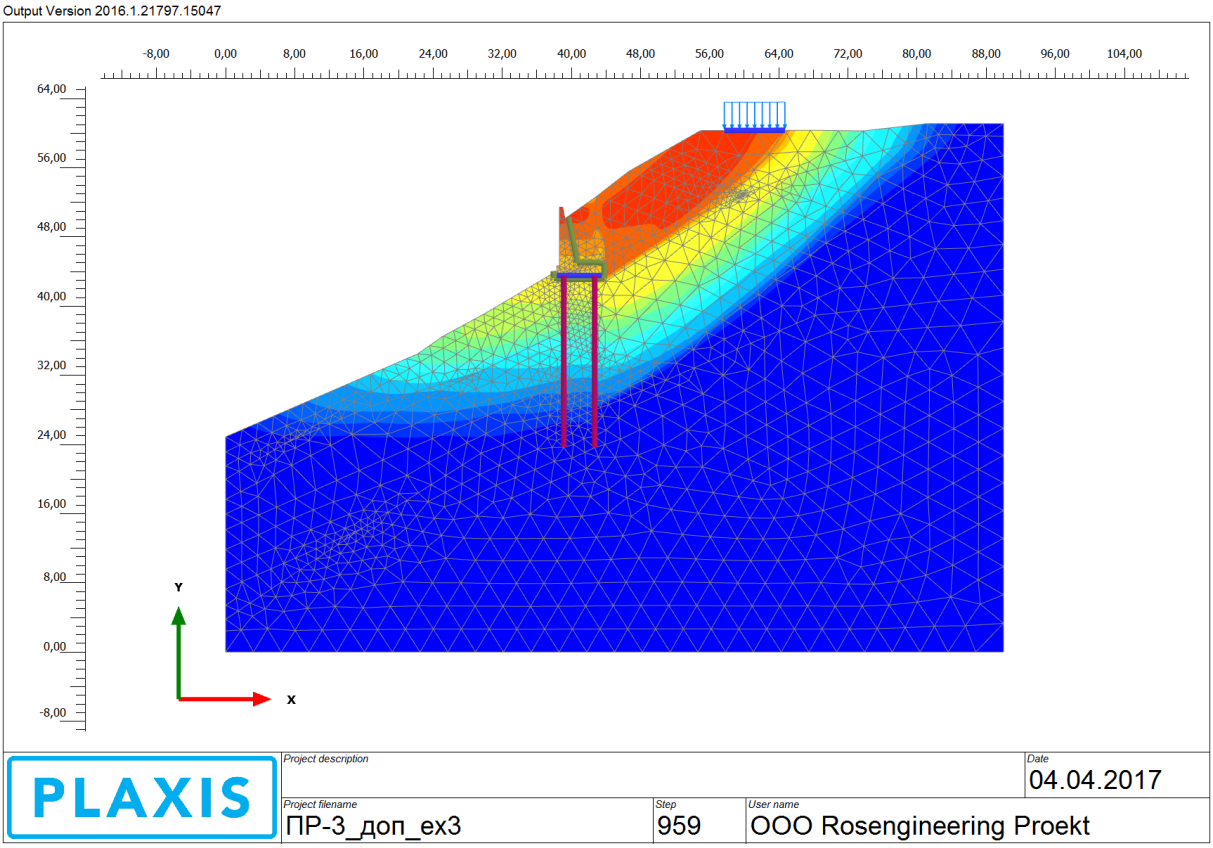


Рис. 6.622. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон неустойчив. K_{sf} =0,923 < K_{sfn} = 1,05. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите.

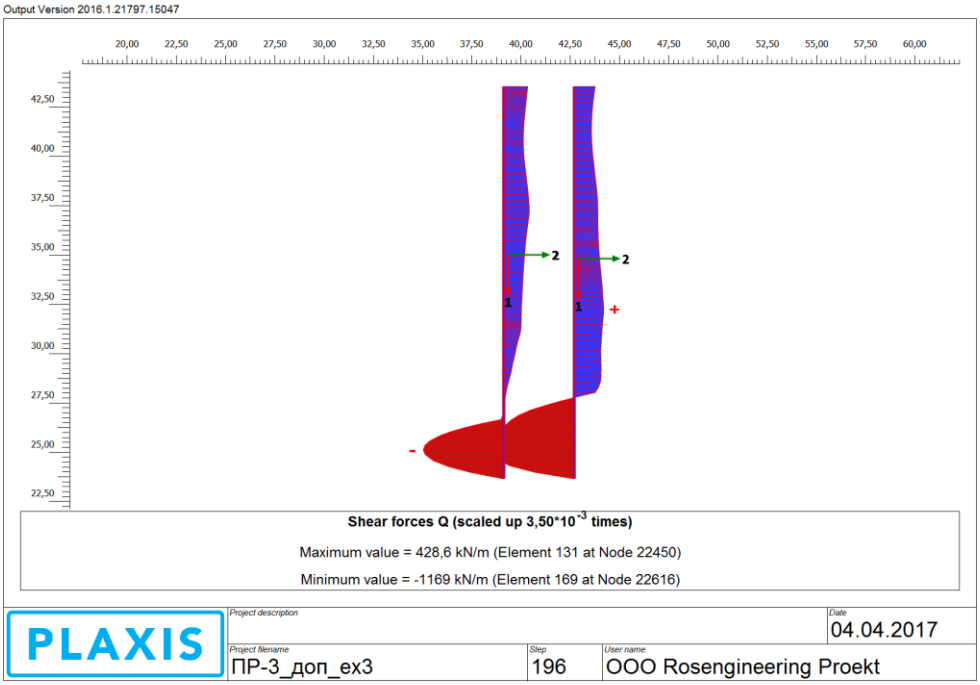


Рис. 6.623. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

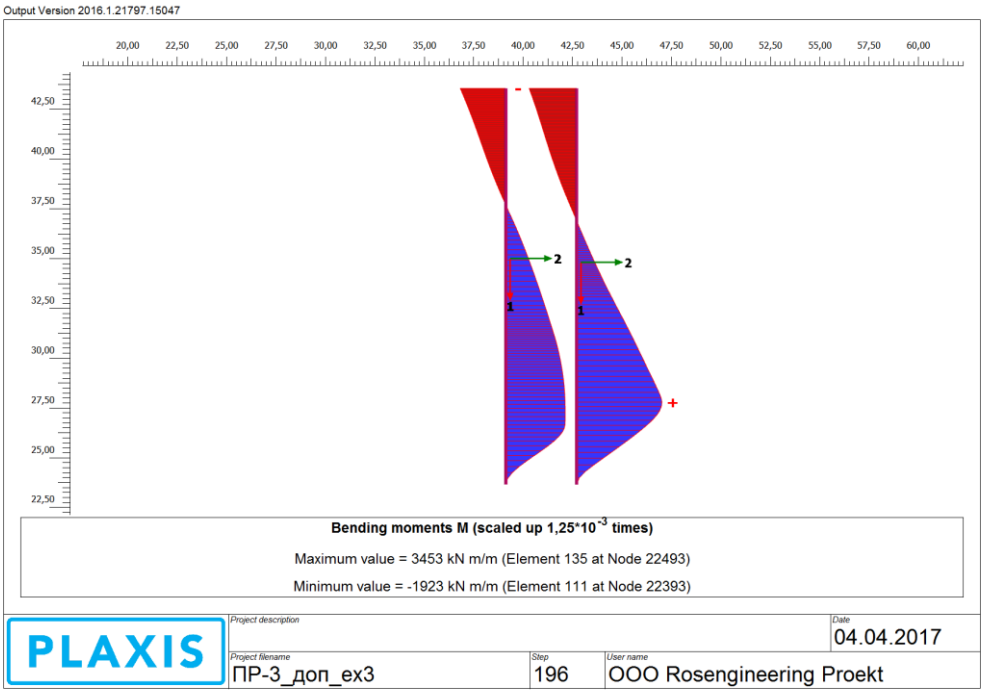


Рис. 6.624. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

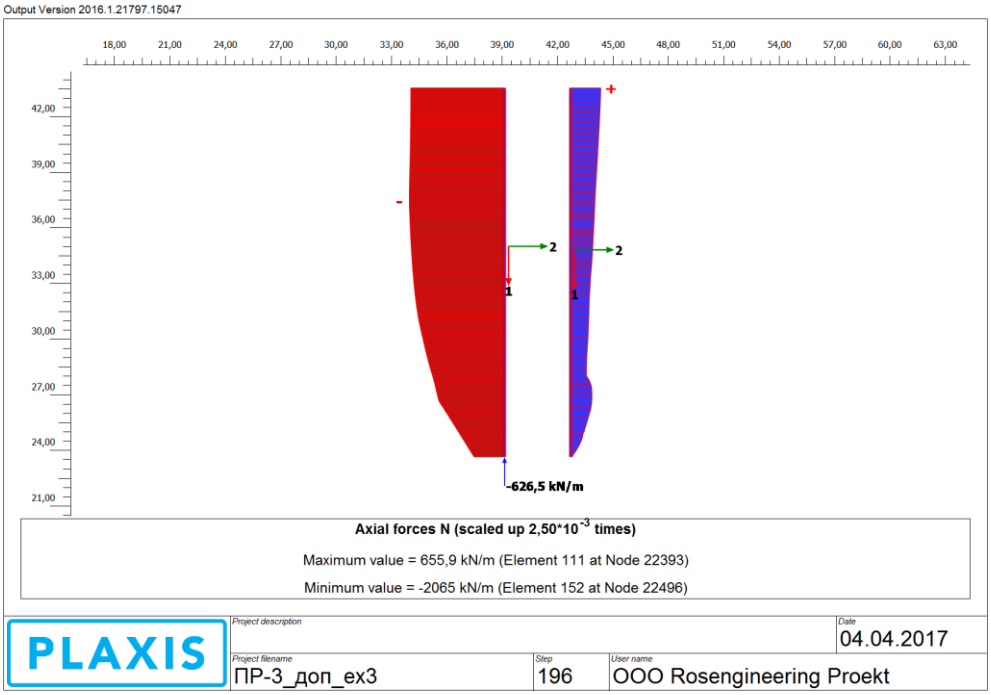


Рис. 6.625. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.155. Усилия в сваях подпорной стены СТ-9 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия с учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-631,50	734,86	-357,49
N2(п)	1,02	20,0	3,0	200,58	1055,96	-343,43

Расчет конструкции свай СТ-9 по разрезу 11-11 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

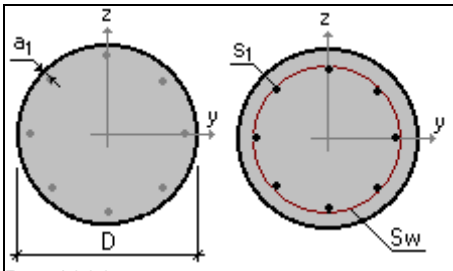
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

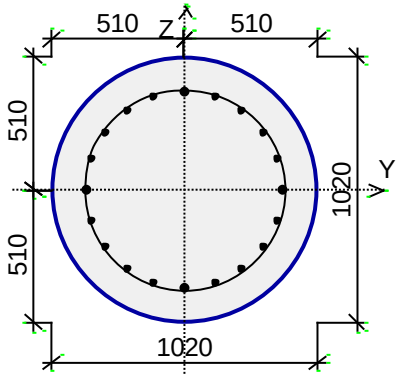
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	45,11	159,2	-118,56	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,079
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,937
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	**1,102**
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**2,456**

Коэффициент использования 2,456 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

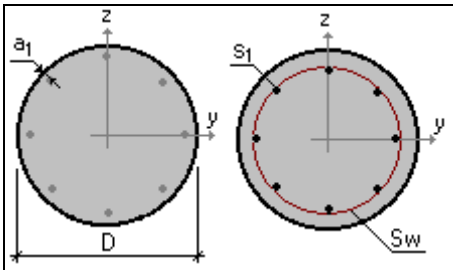
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

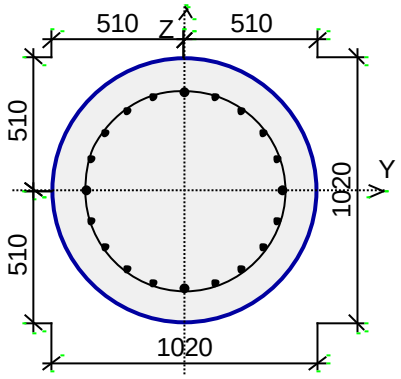
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-314,68	356,3	-357,49	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,197
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	**1,717**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	**1,708**
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**6,832**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 6,832 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

6.12.2 Расчет разреза 11-11 с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления подпорной стены

Расчет разреза 11-11 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

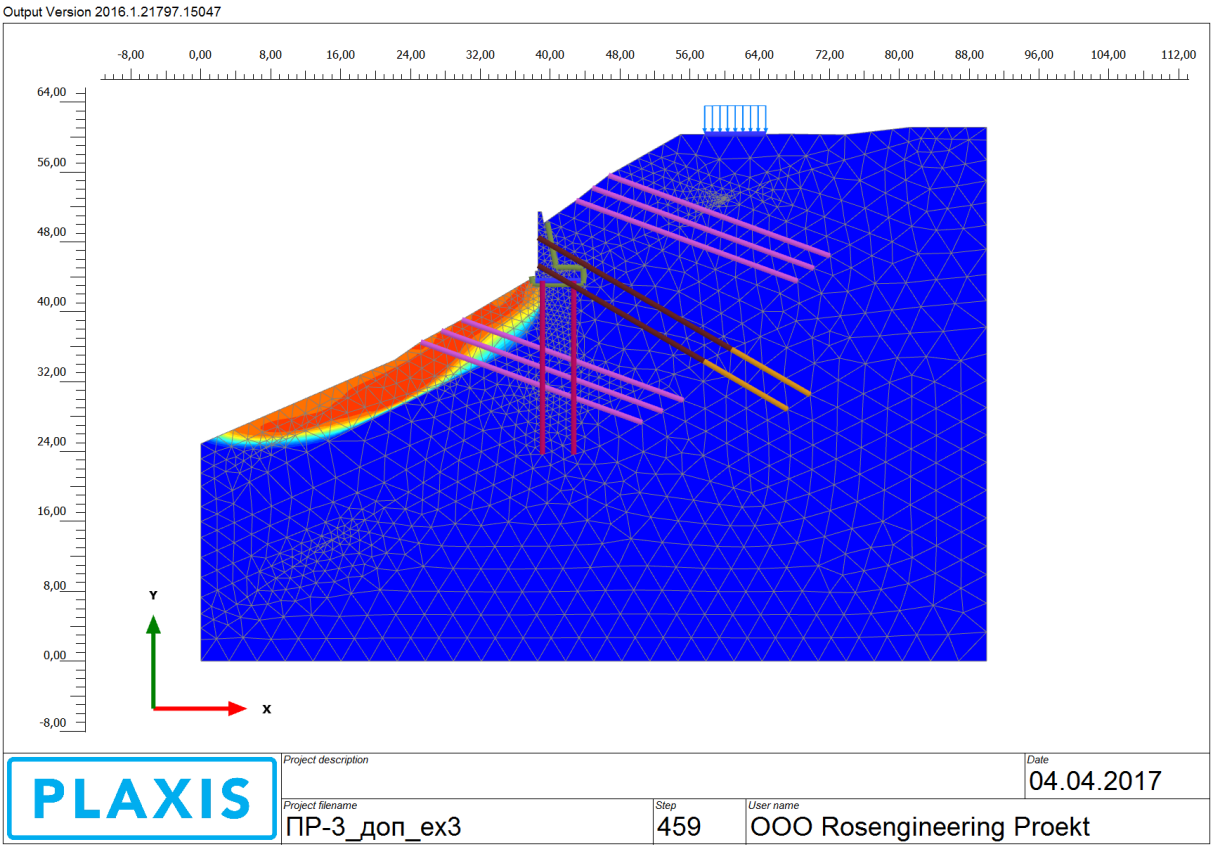


Рис. 6.626. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,516 > K_{sfn} = 1,11.

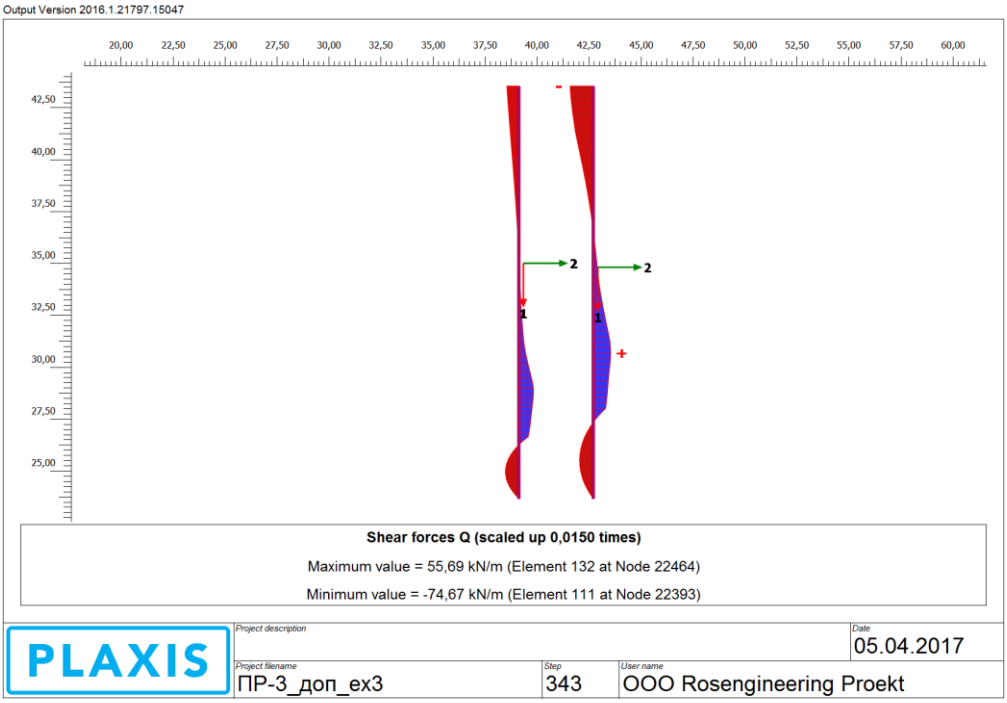


Рис. 6.627. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

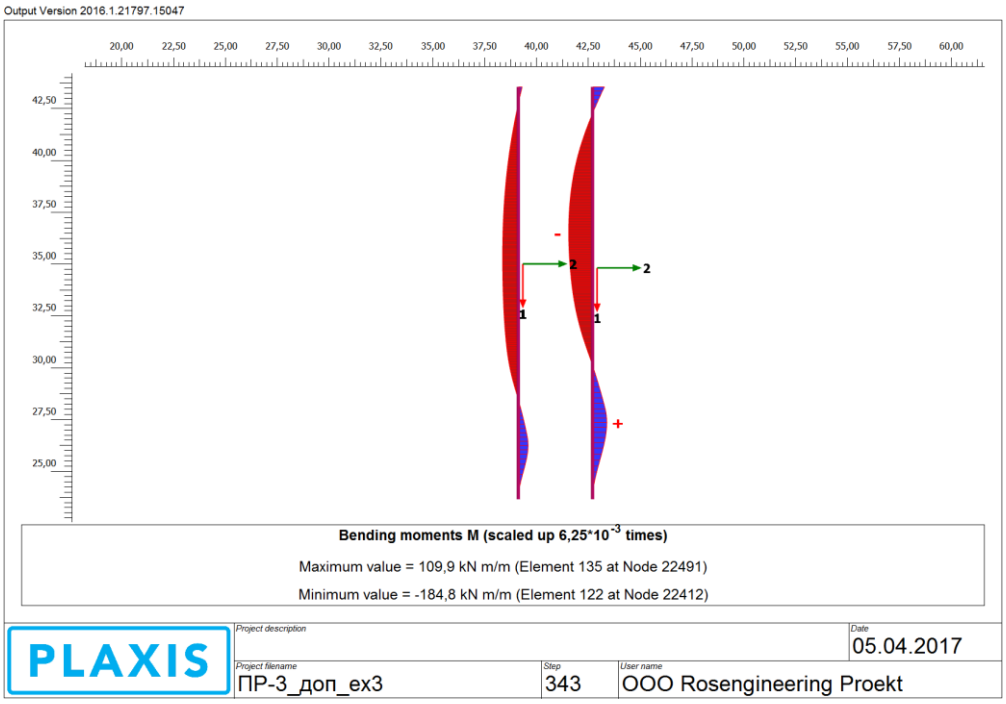


Рис. 6.628. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

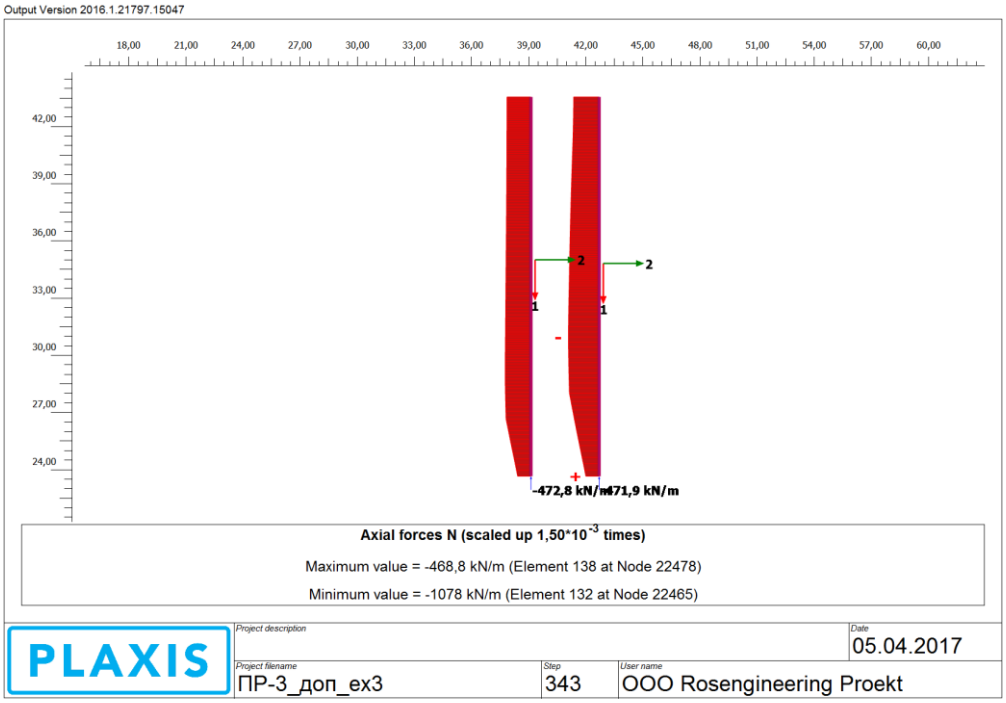


Рис. 6.629. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.156. Усилия в сваях подпорной стены СТ-9 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-276,88	-37,22	14,36
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-329,66	-56,51	-22,84

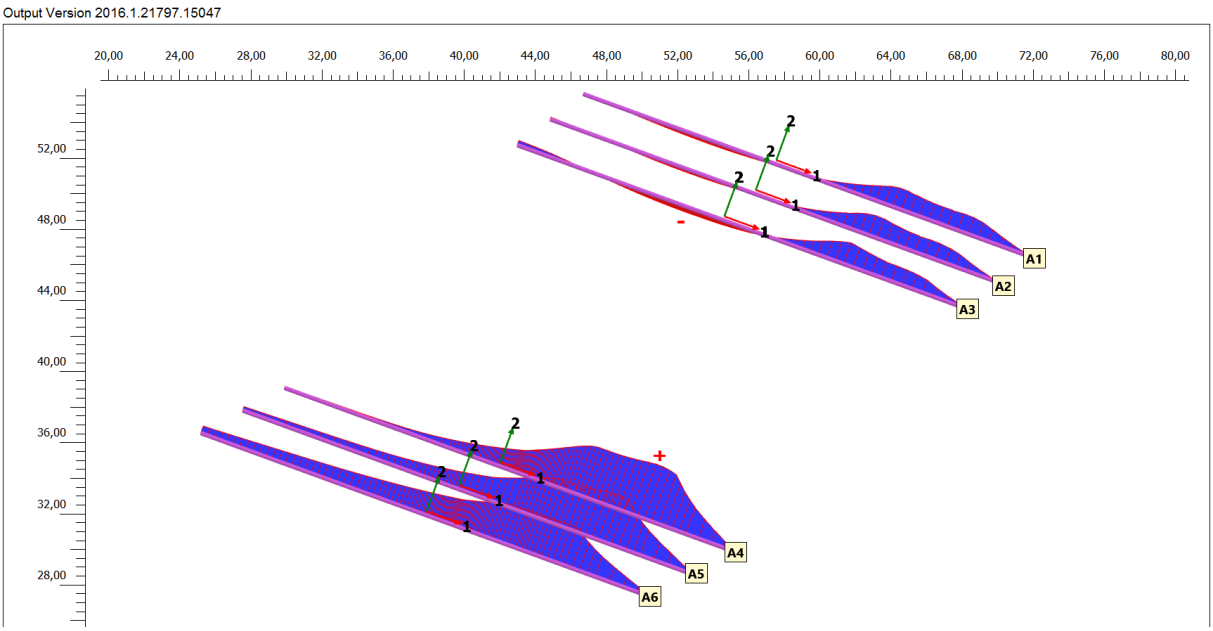


Рис. 6.630. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерных полей №11 (около СТ-9) и №12 (около СТ-9) при основном сочетании нагрузок. Nmax=62,49 кН/м

Таблица 6.157. Усилия в грунтовых анкерах Анкерных полей №11 (около СТ-9) и №12 (около СТ-9) при основном сочетании нагрузок

№ поля	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
№12	А1	2,0	4,69	52/26	27,0
	А2	2,0	4,89	52/26	27,0
	А3	2,0	5,30	52/26	27,0
№11	А4	2,0	12,84	52/26	27,0
	А5	2,0	11,42	52/26	27,0
	А6	2,0	9,38	52/26	27,0

Таблица 6.158. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-9 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(в)	159,0	3,0	159,0	103/51	36,0
А2(н)	159,0	3,0	159,0	103/51	33,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

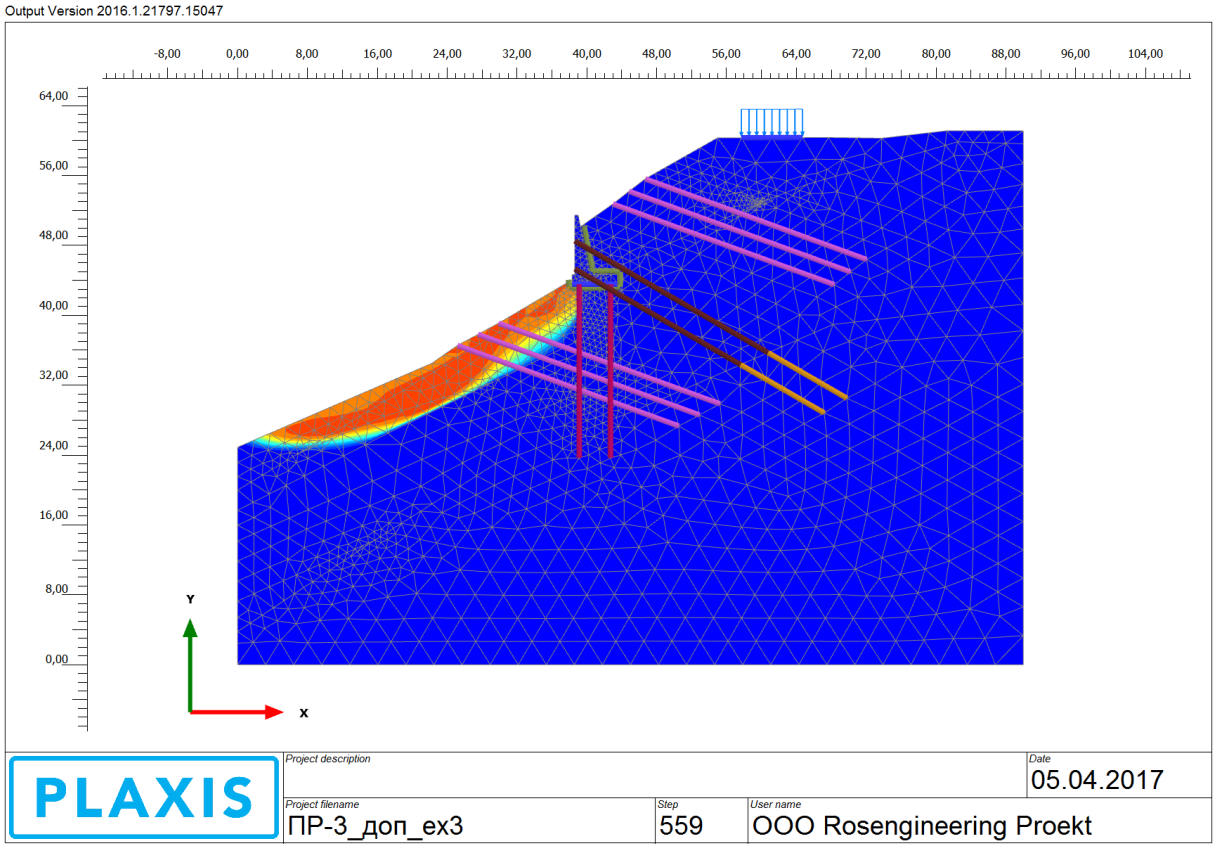


Рис. 6.631. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,26 > K_{sfn} = 1,05.

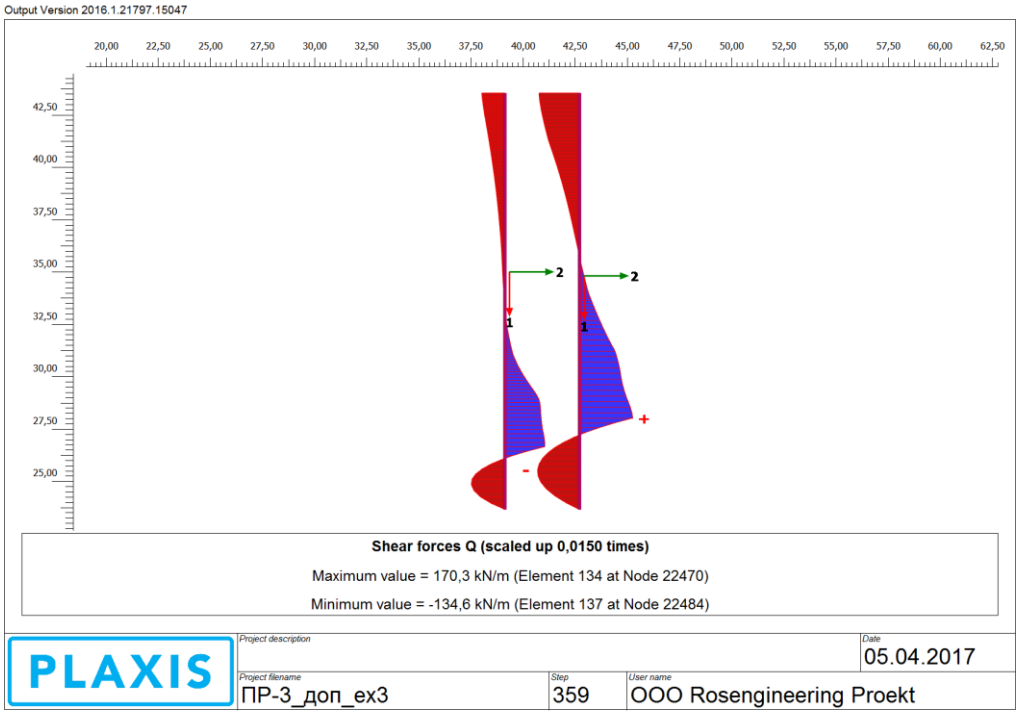


Рис. 6.632. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

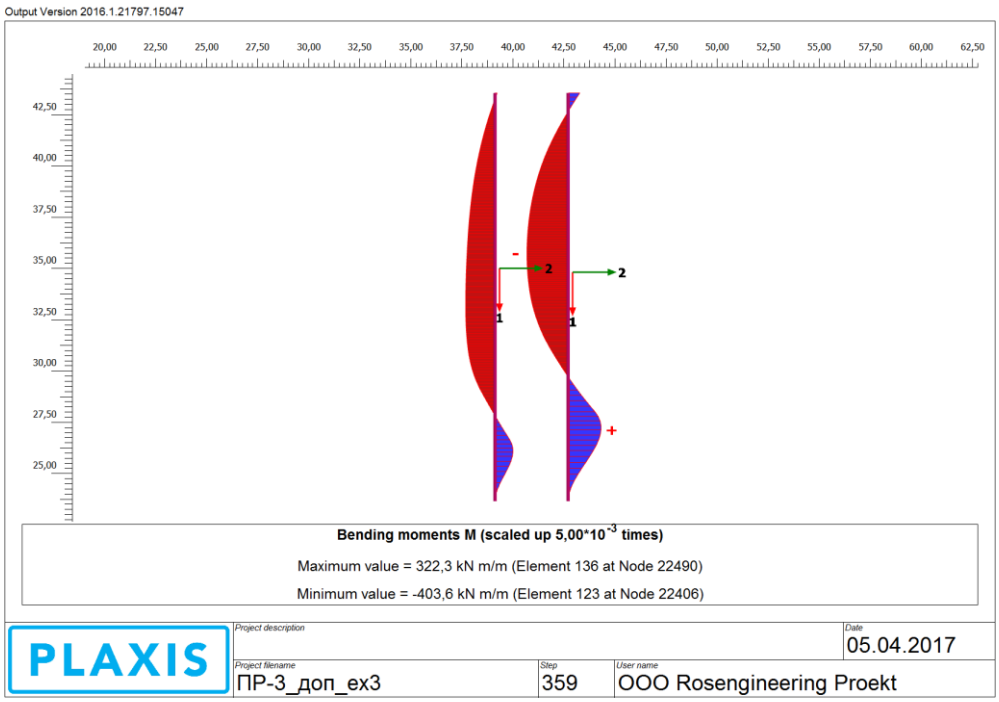


Рис. 6.633. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

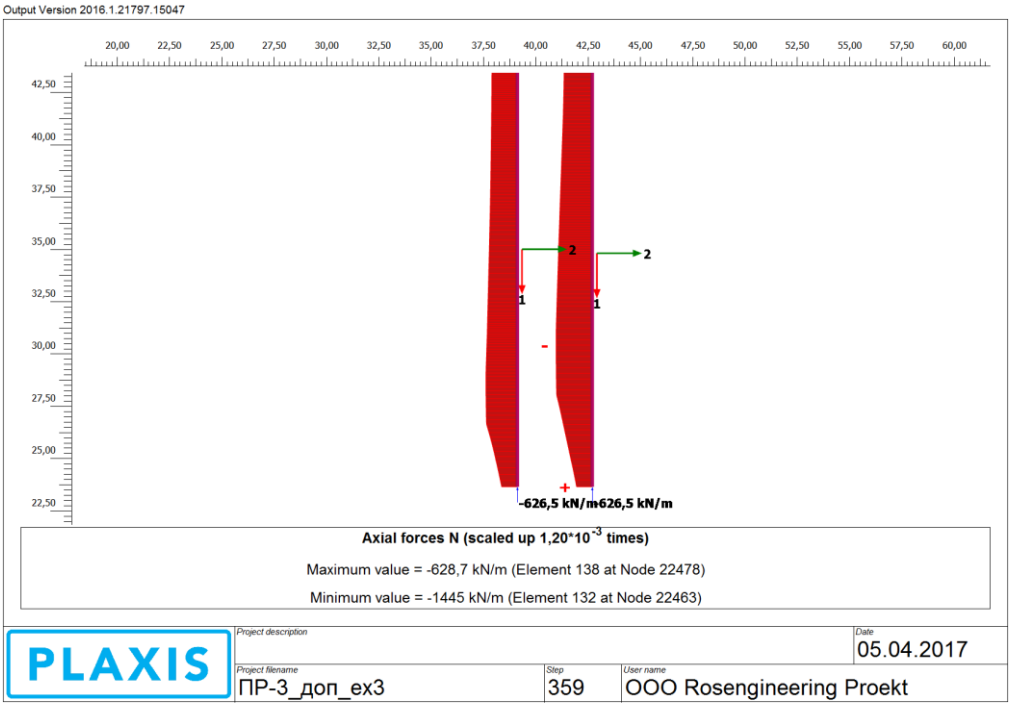


Рис. 6.634. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.159. Усилия в сваях подпорной стены СТ-9 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-384,40	-88,13	38,99
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-441,90	-123,43	52,08

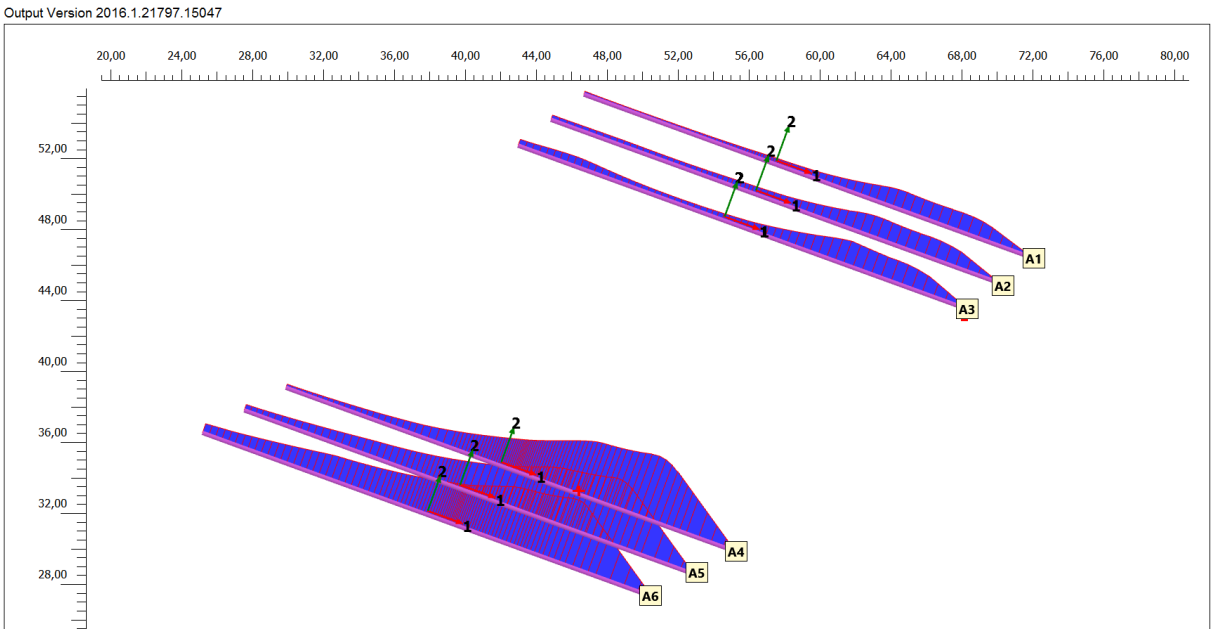


Рис. 6.635. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерных полей №11 (около СТ-9) и №12 (около СТ-9) при особом сочетании нагрузок. Nmax=148,0 кН/м

Таблица 6.160. Усилия в грунтовых анкерах Анкерных полей №11 (около СТ-9) и №12 (около СТ-9) при особом сочетании нагрузок

№ поля	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
№12	А1	2,0	8,77	52/26	27,0
	А2	2,0	9,79	52/26	27,0
	А3	2,0	11,42	52/26	27,0
№11	А4	2,0	29,28	52/26	27,0
	А5	2,0	29,42	52/26	27,0
	А6	2,0	30,17	52/26	27,0

Таблица 6.161. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-9 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(в)	212,6	3,0	103/51	36,0
А2(н)	215,4	3,0	103/51	33,0

Расчет конструкции свай СТ-9 по разрезу 11-11 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

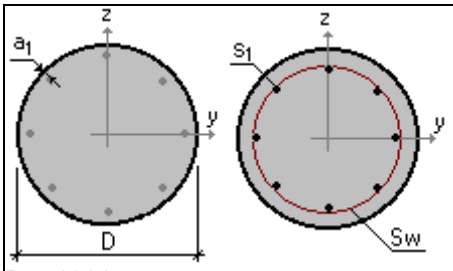
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

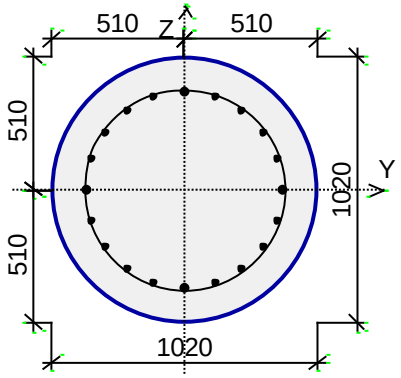
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-273,1	27,9	-22,83	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,182
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,274
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,121
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,463
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,463 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

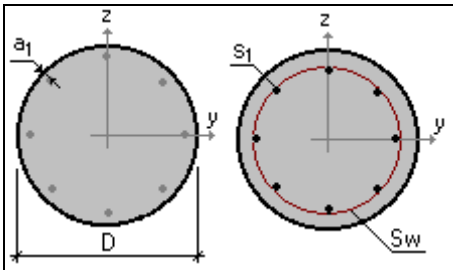
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

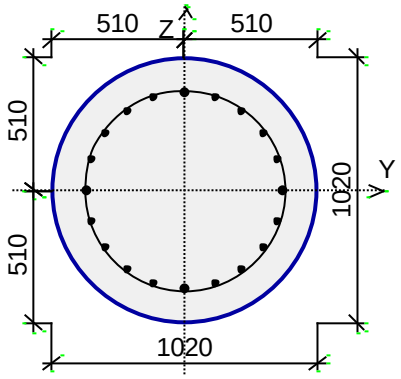
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-434,86	80,24	52,08	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,272
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,515
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,249
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,995
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,995 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-9 по разрезу 11-11 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

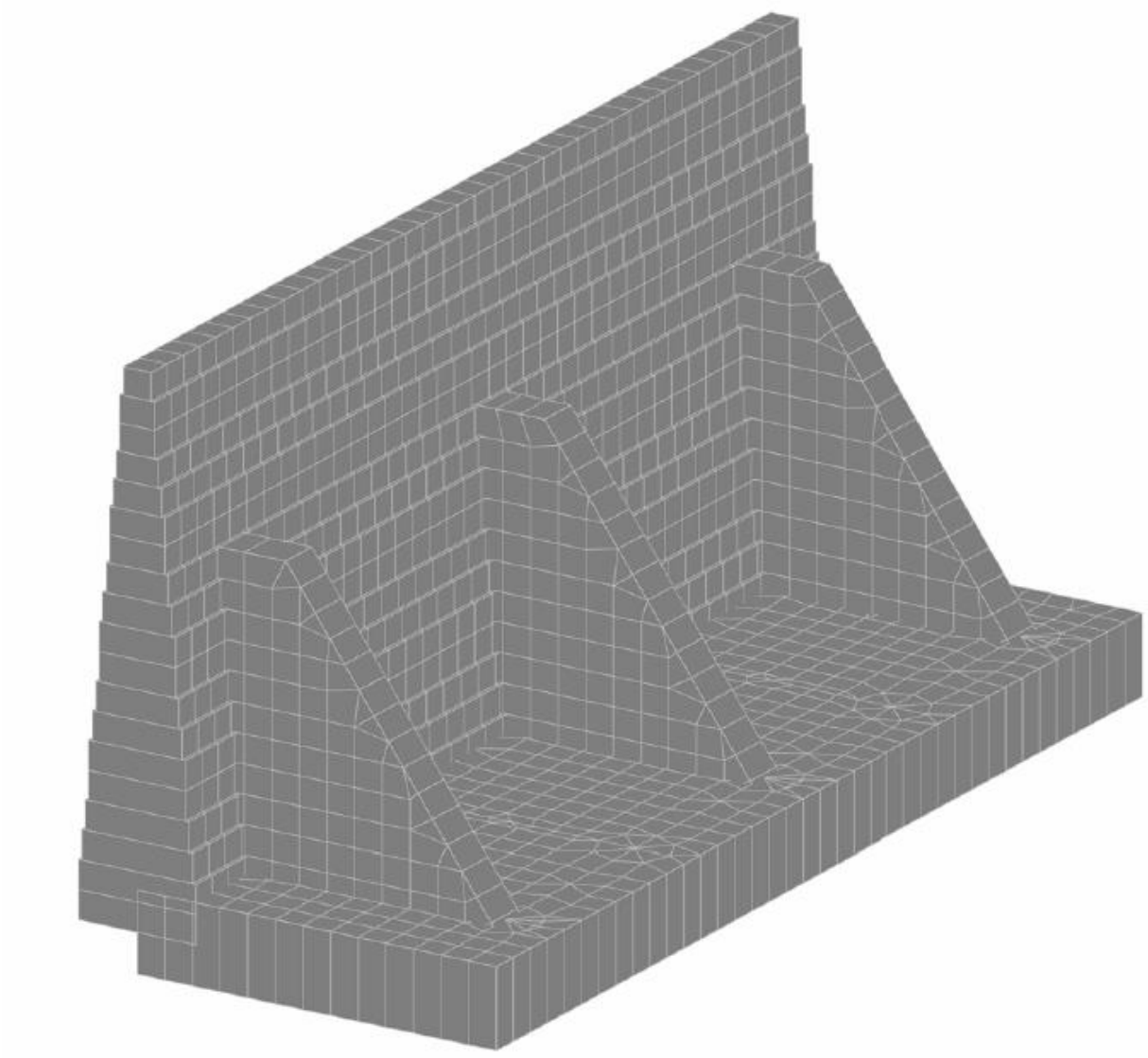


Рис. 6.636. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

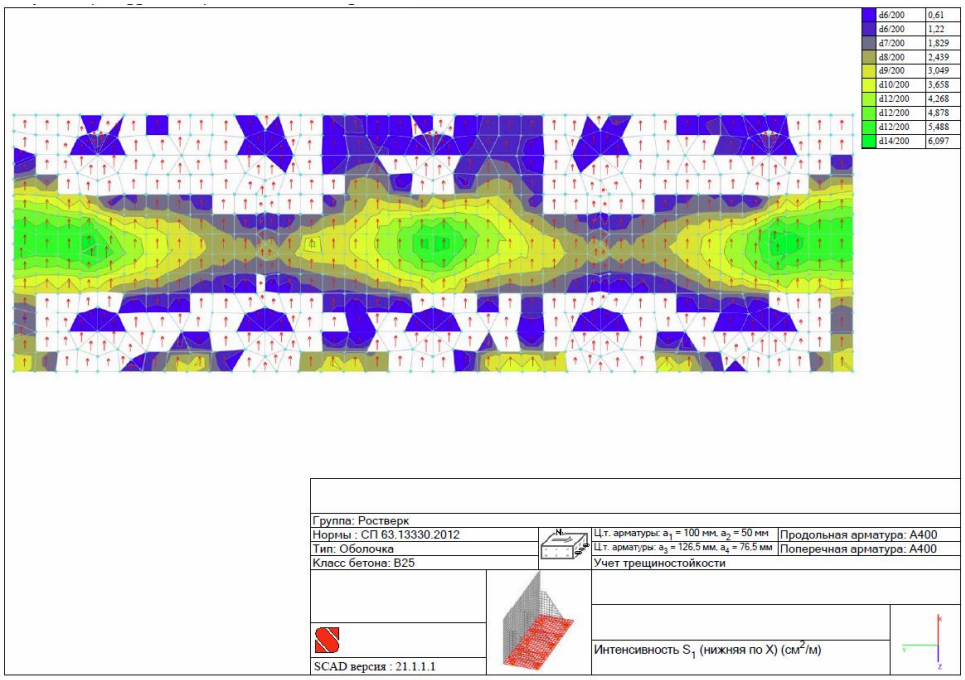


Рис. 6.637. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

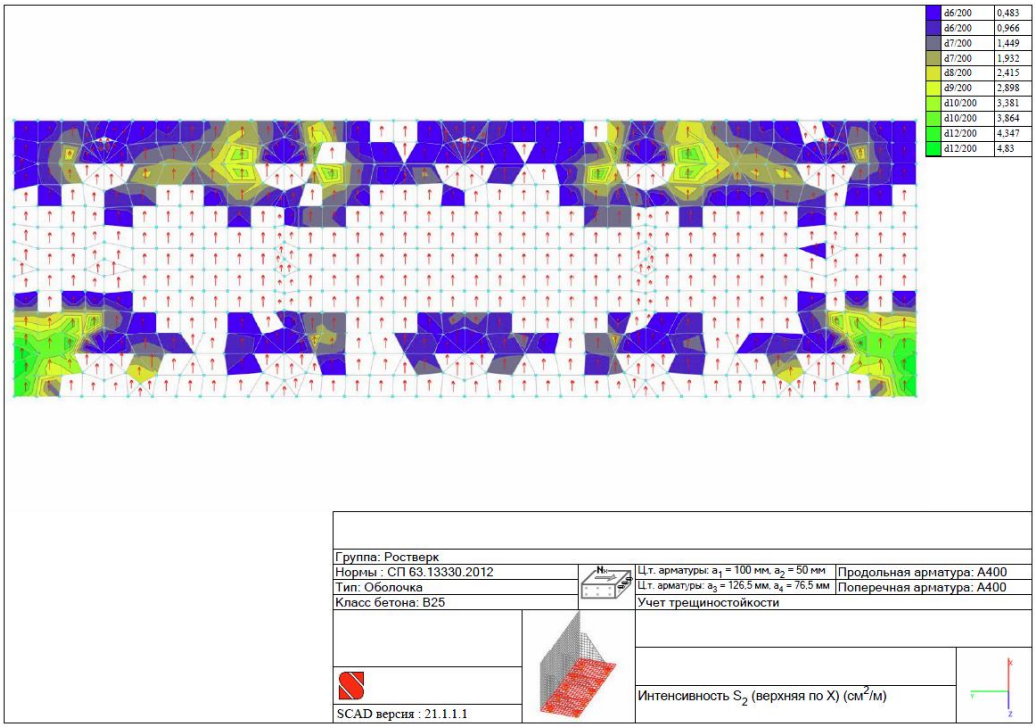


Рис. 6.638. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

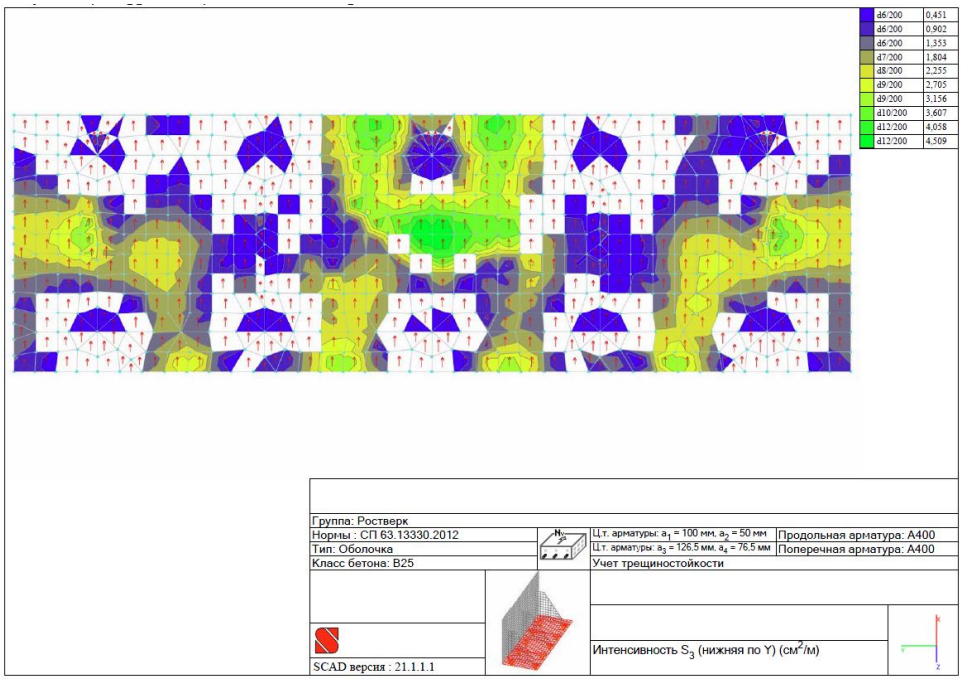


Рис. 6.639. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

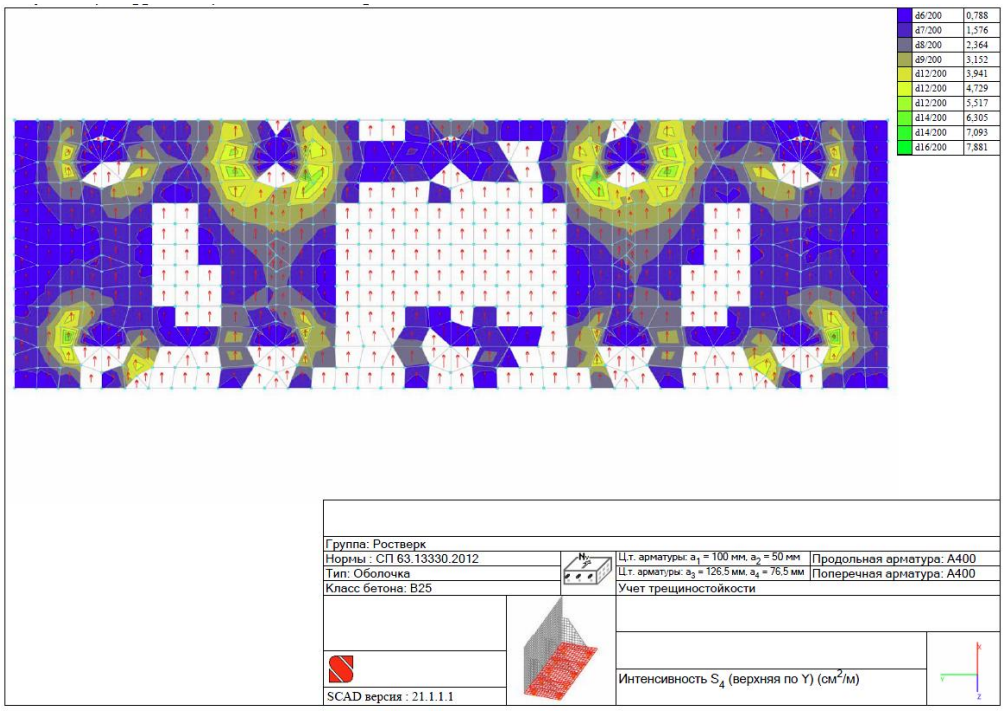


Рис. 6.640. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

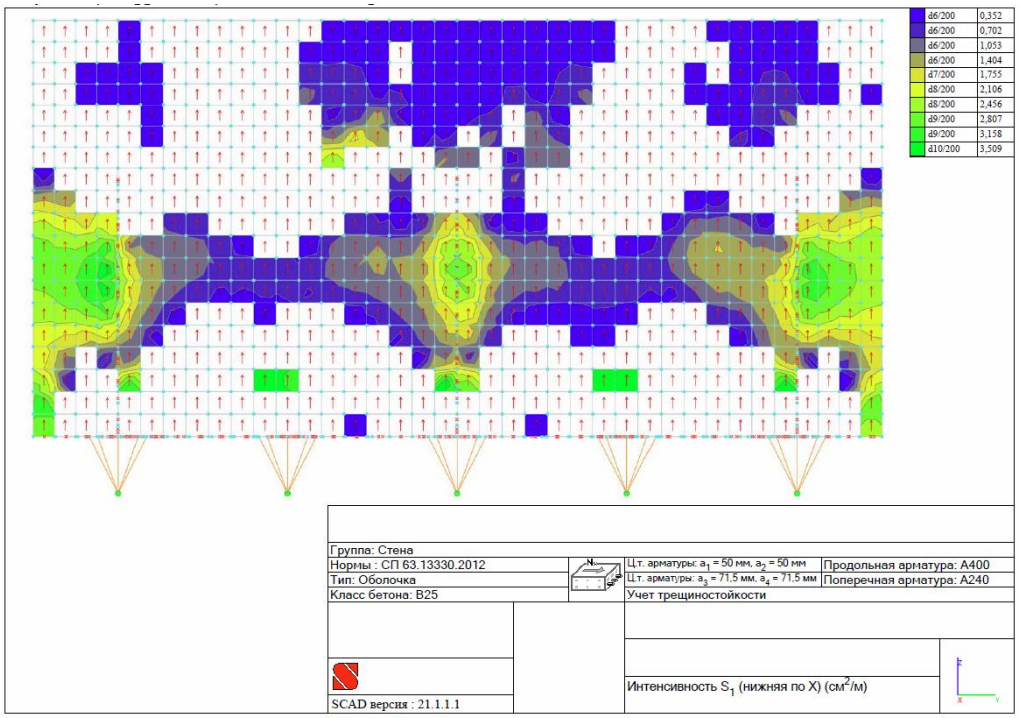


Рис. 6.641. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

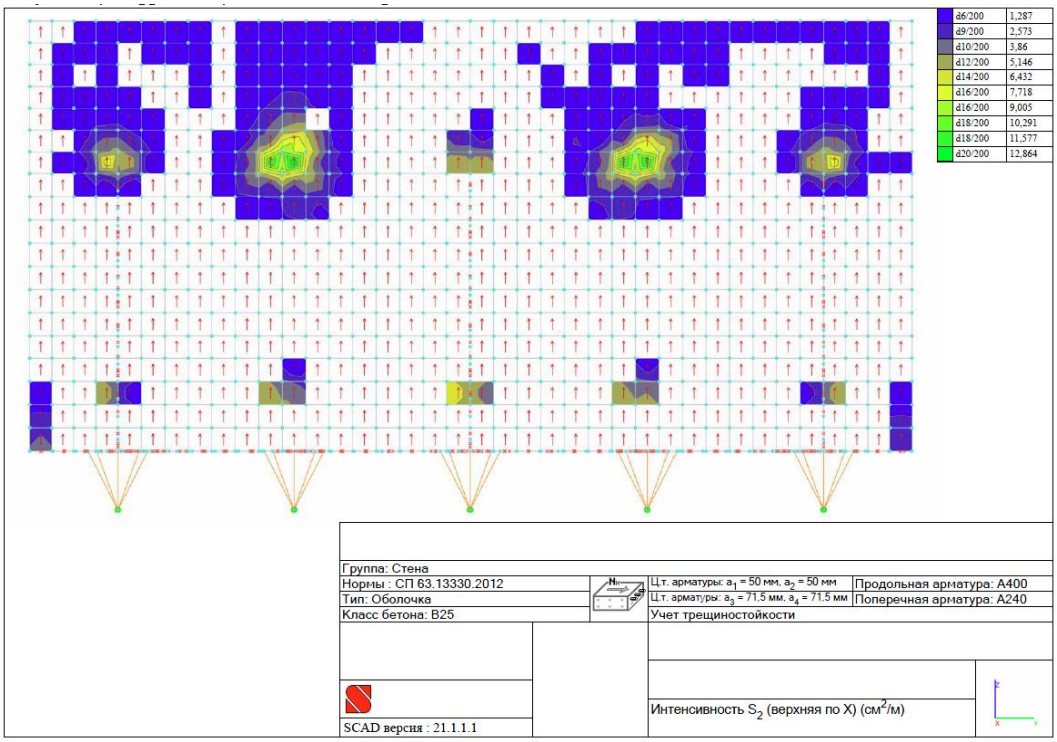


Рис. 6.642. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

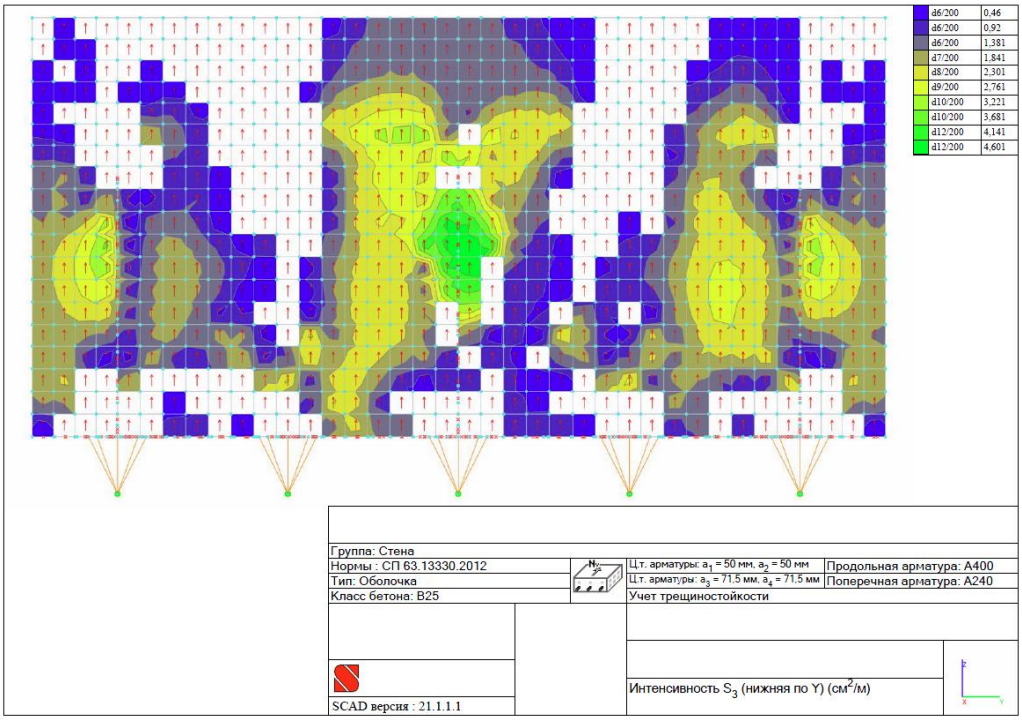


Рис. 6.643. Армирование стены. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

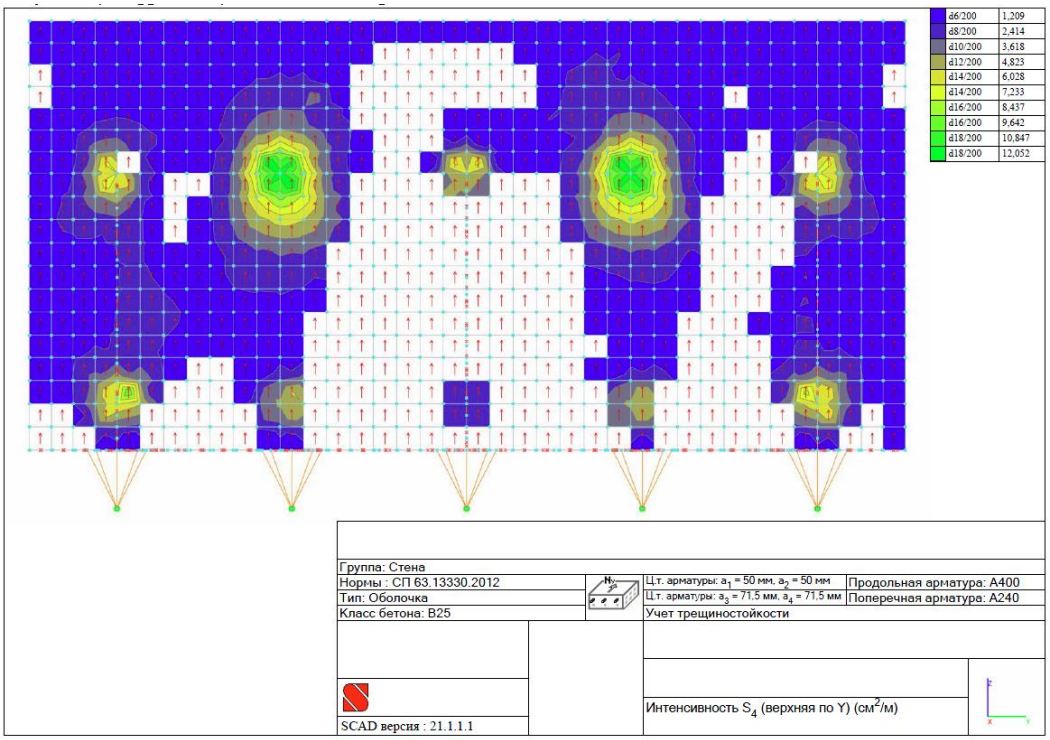


Рис. 6.644. Армирование стены. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

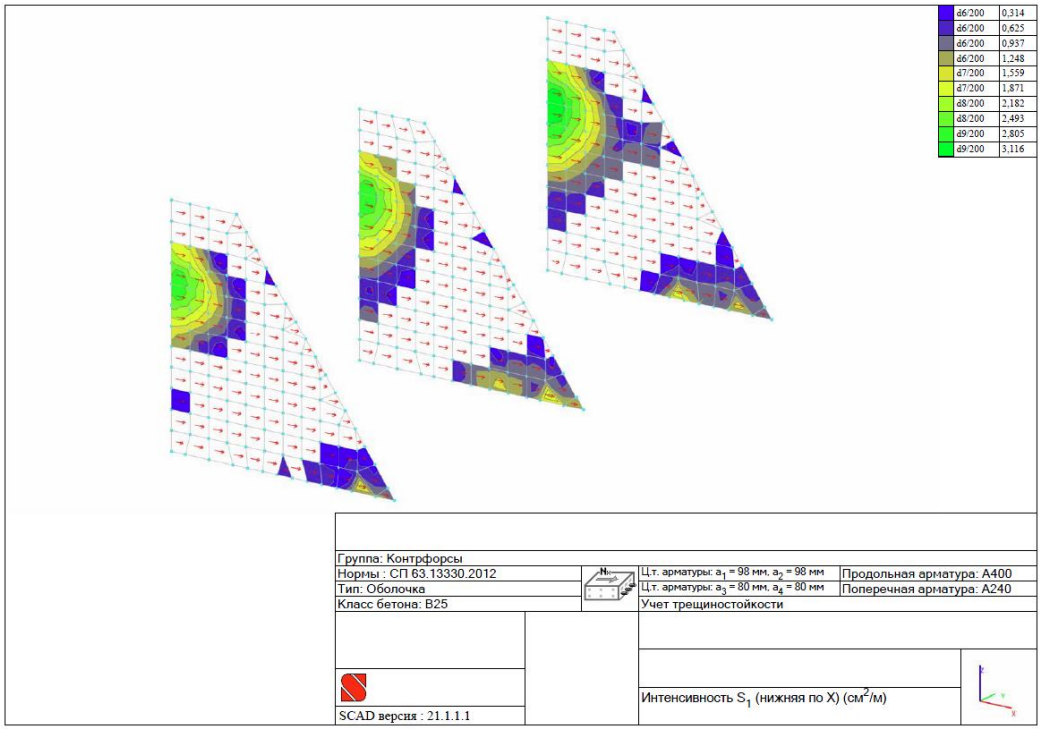


Рис. 6.645. Армирование контрфорсов. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

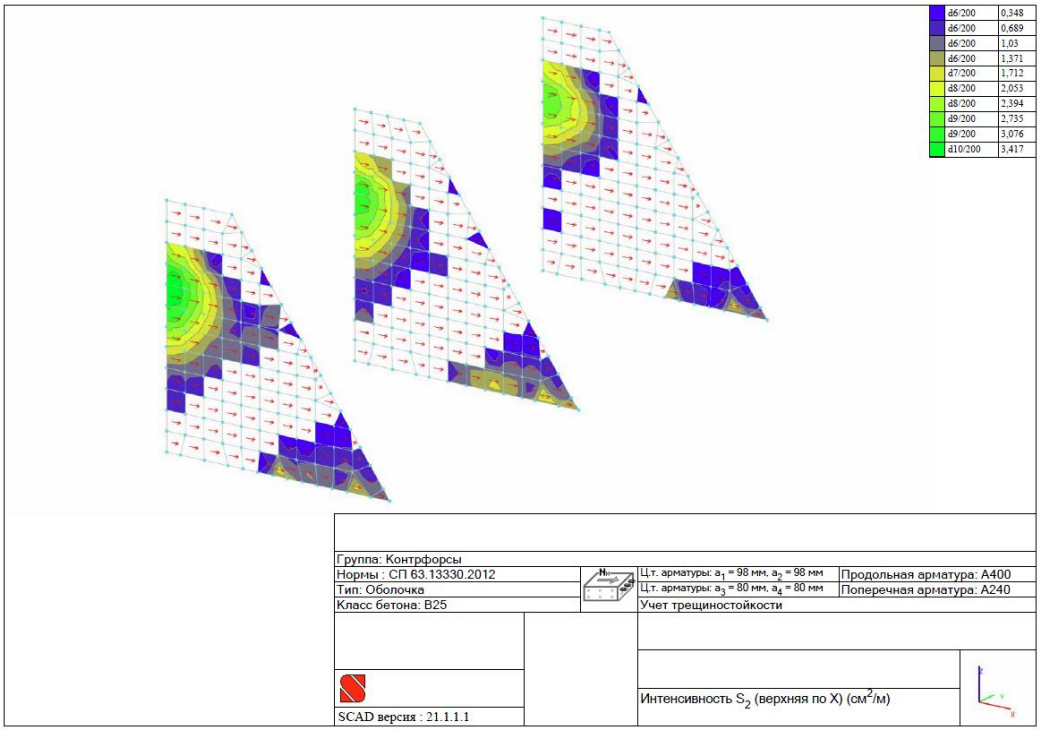


Рис. 6.646. Армирование контрфорсов. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

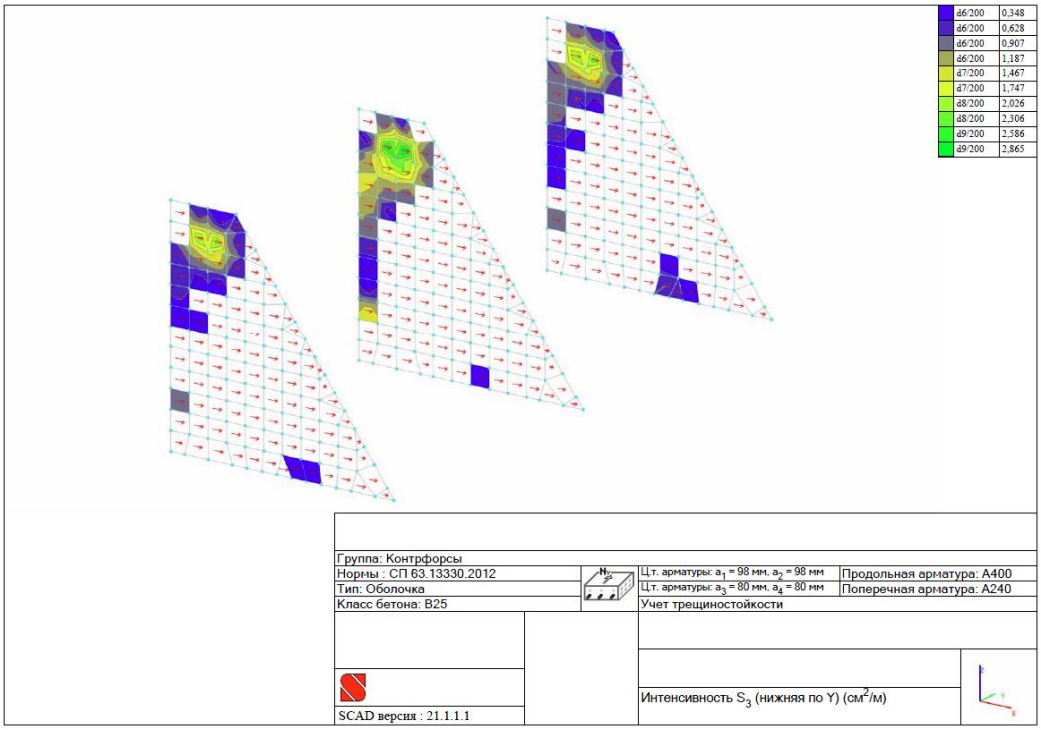


Рис. 6.647. Армирование контрфорсов. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

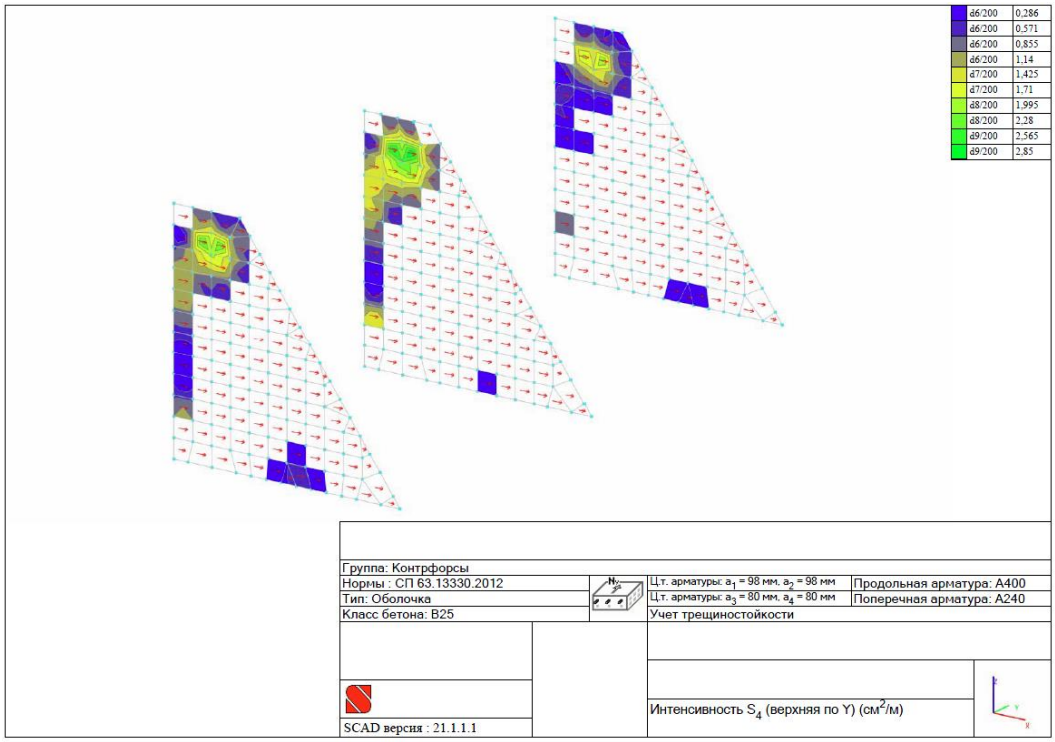


Рис. 6.648. Армирование контрфорсов. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

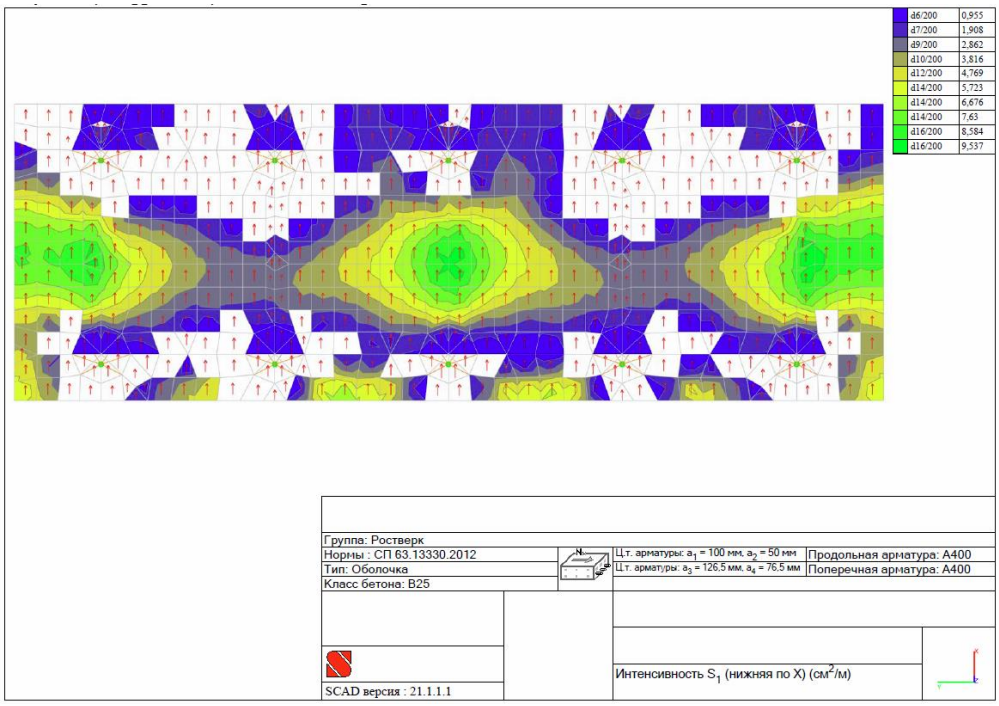


Рис. 6.649. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

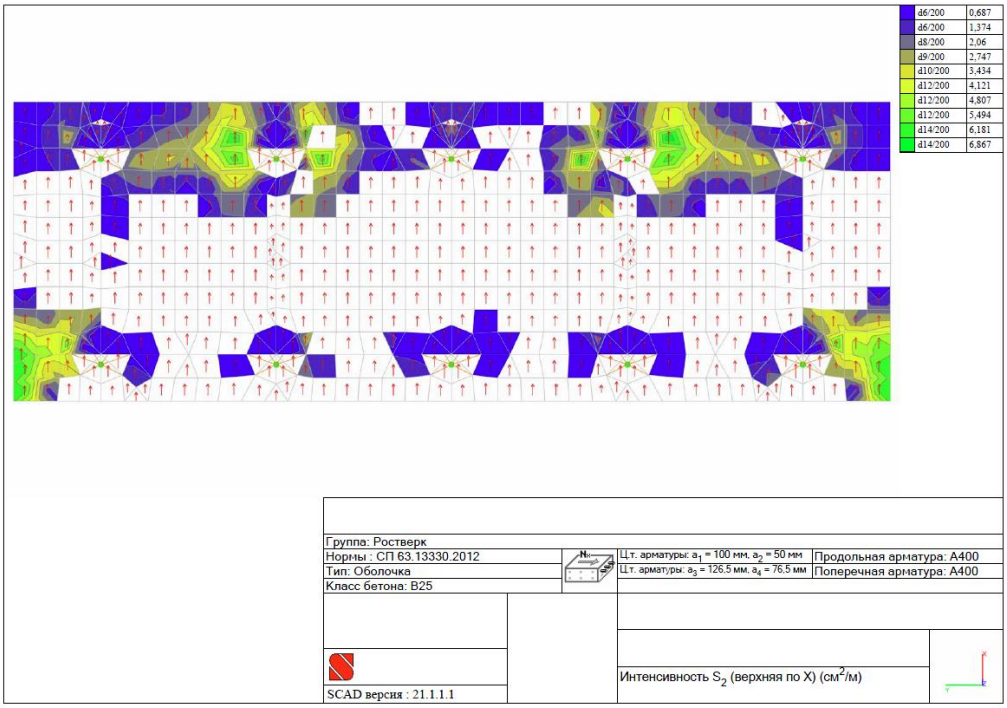


Рис. 6.650. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

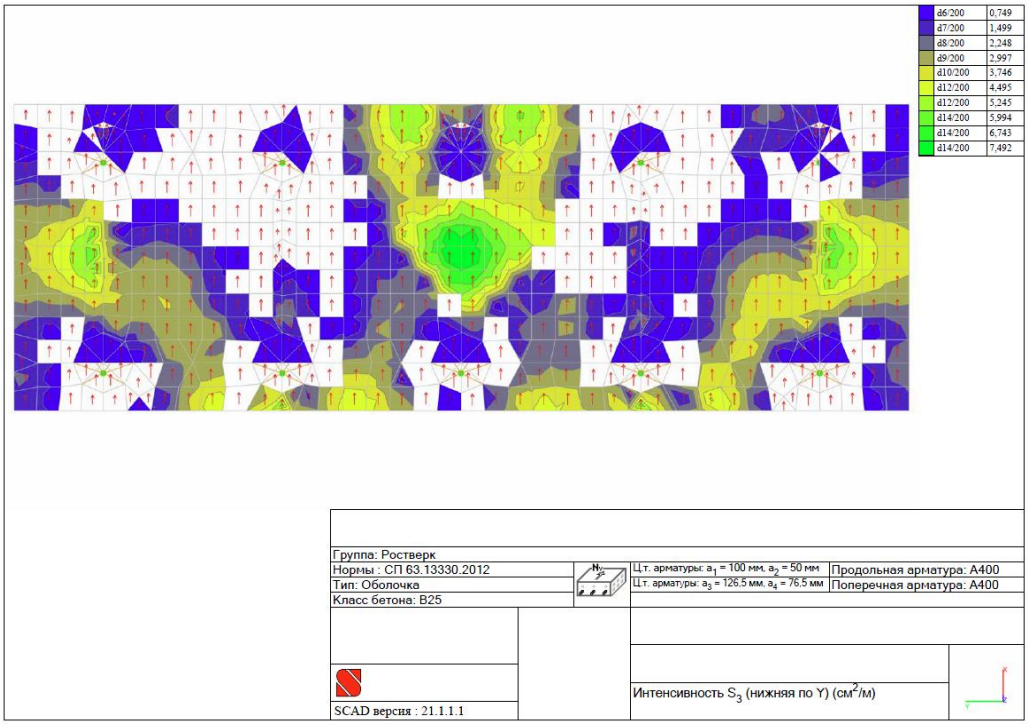


Рис. 6.651. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

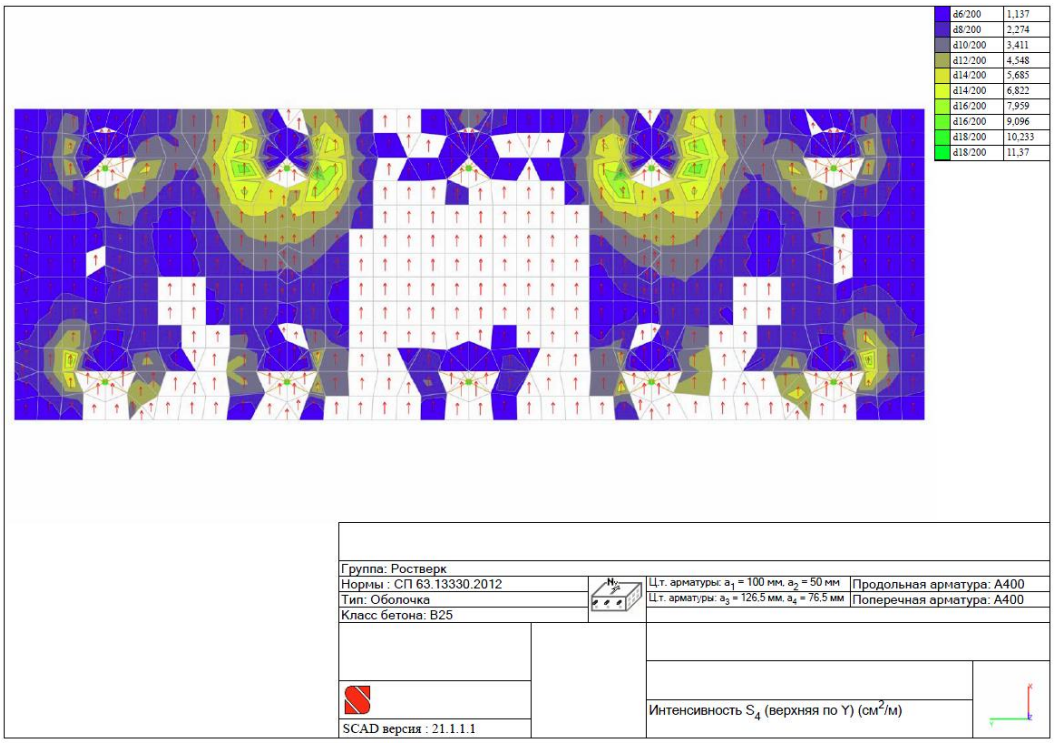


Рис. 6.652. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

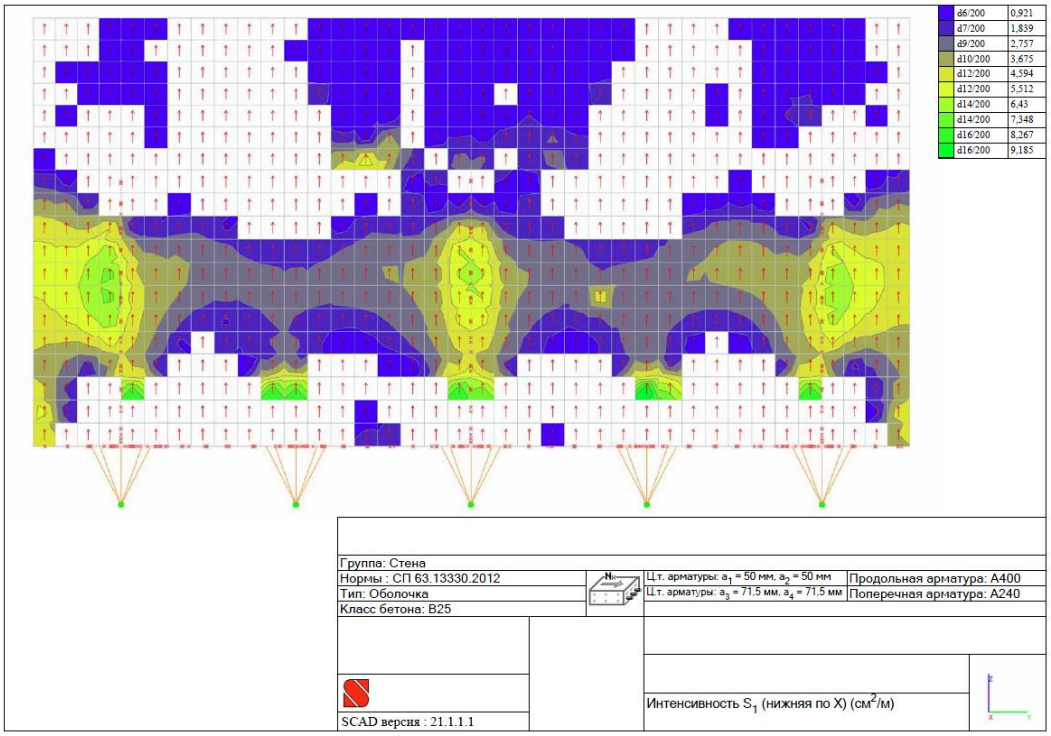


Рис. 6.653. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

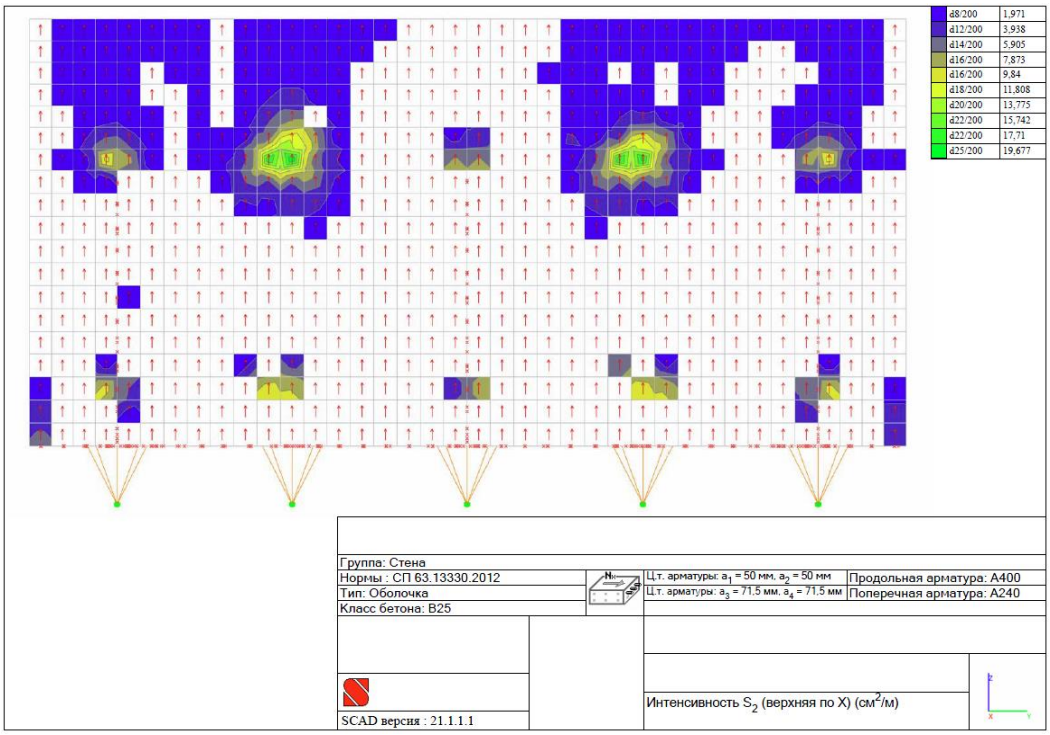


Рис. 6.654. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

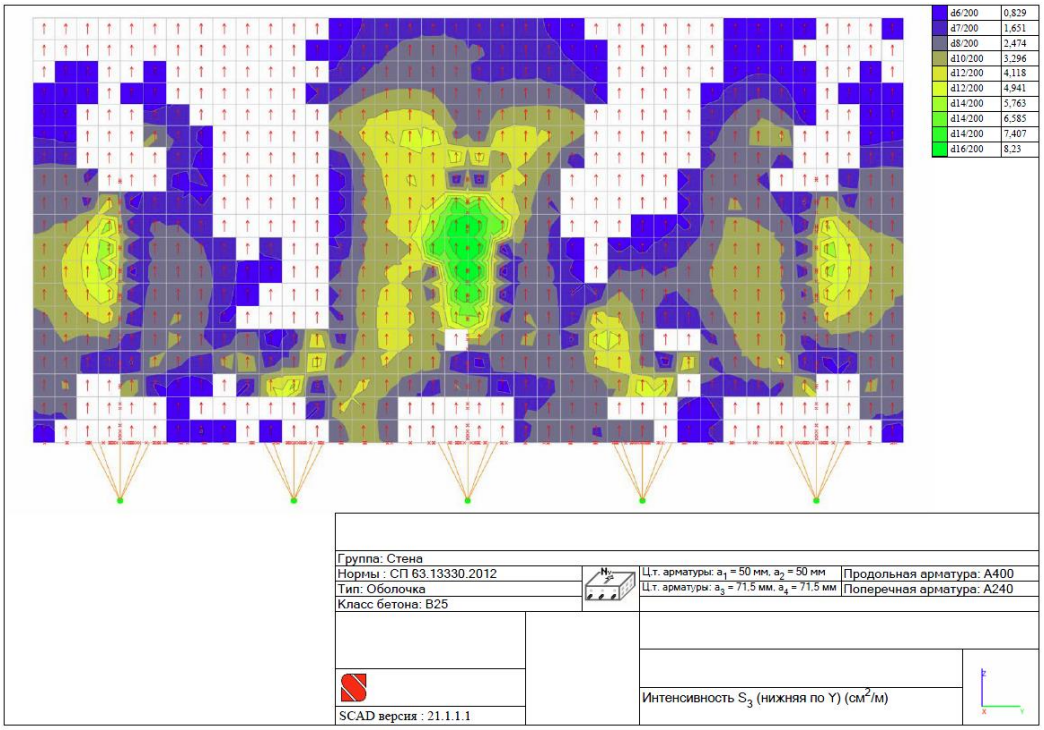


Рис. 6.655. Армирование стены. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

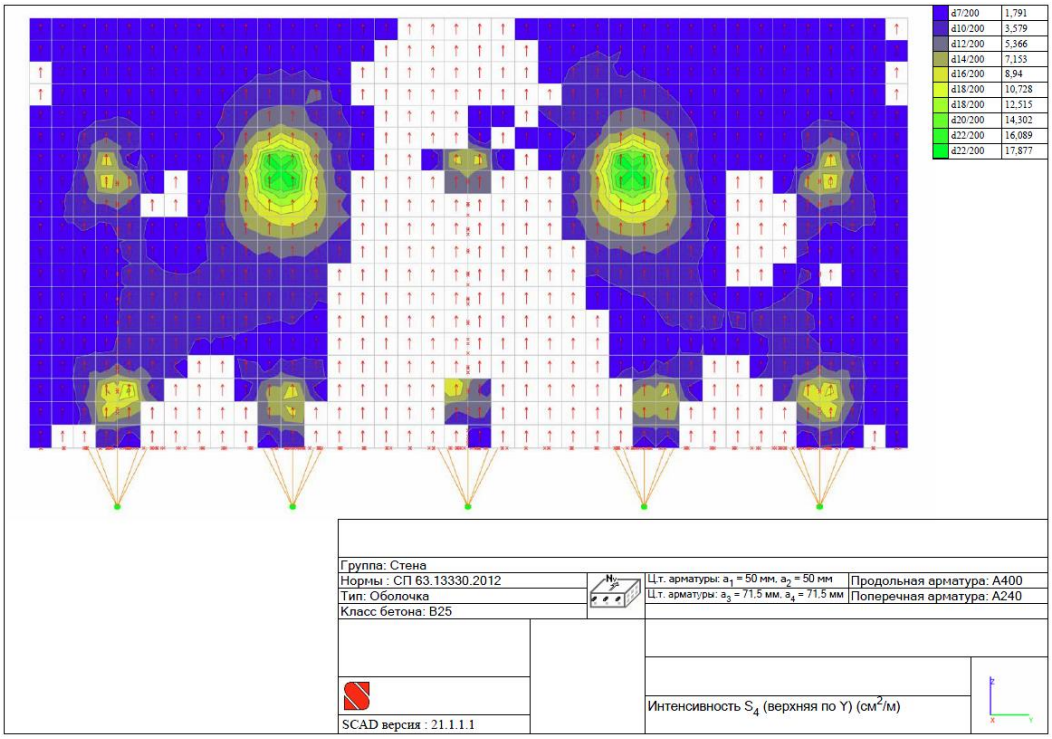


Рис. 6.656. Армирование стены. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

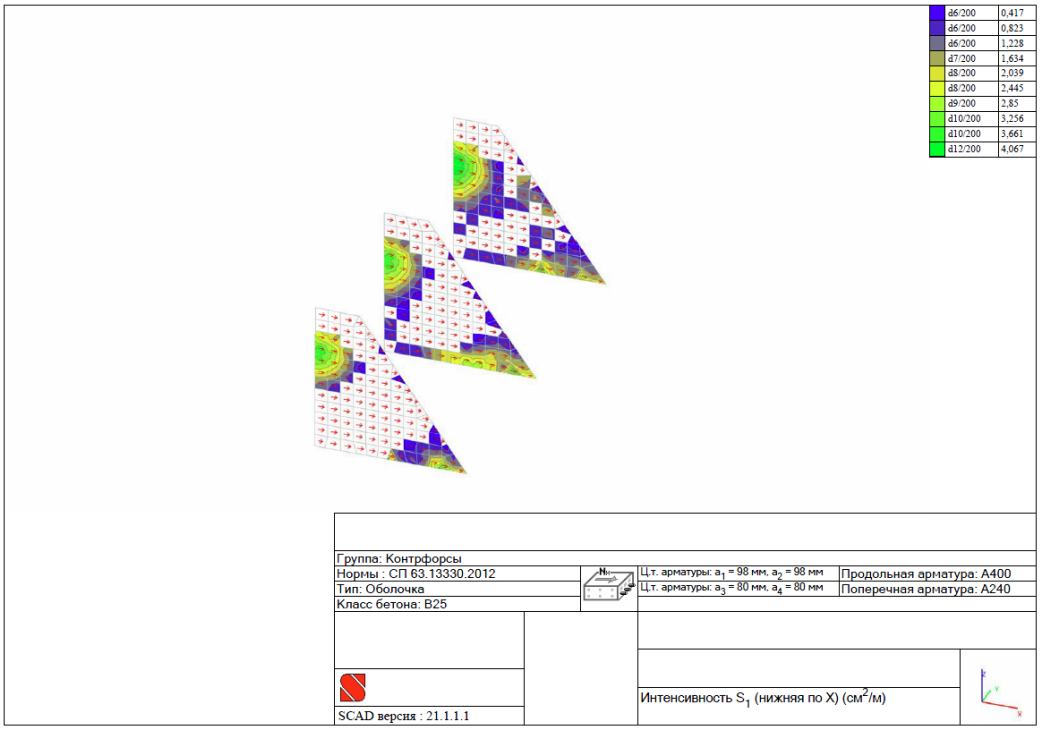


Рис. 6.657. Армирование контрфорсов. Нижняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

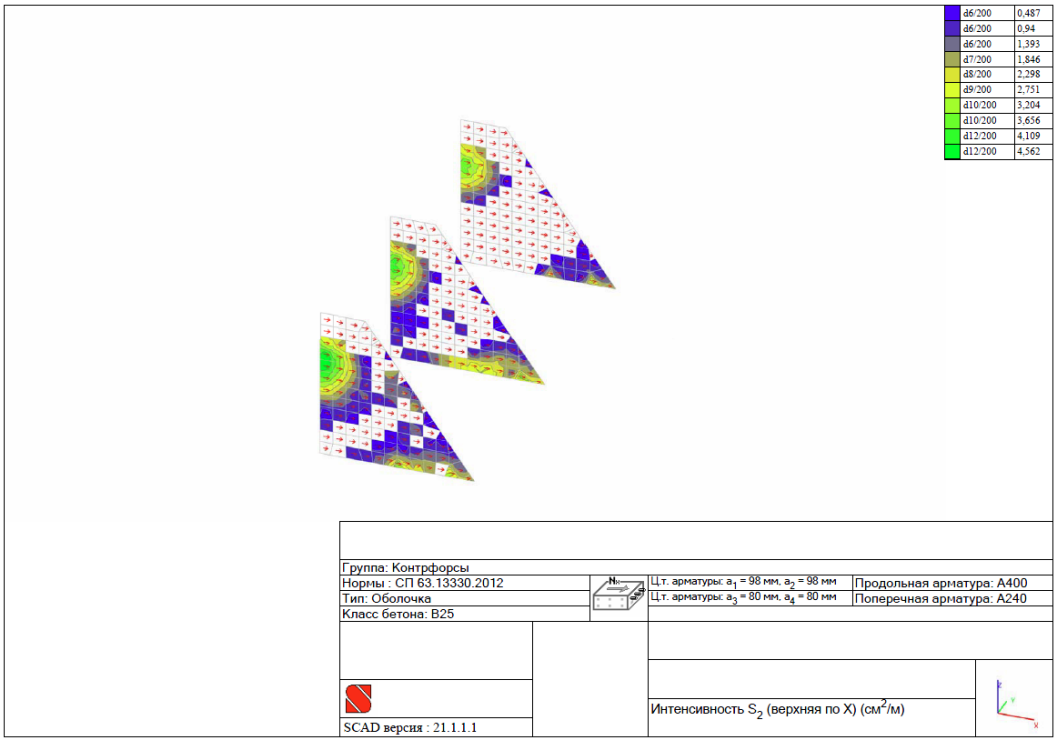


Рис. 6.658. Армирование контрфорсов. Верхняя арматура по оси X (красные стрелки-направление оси X)

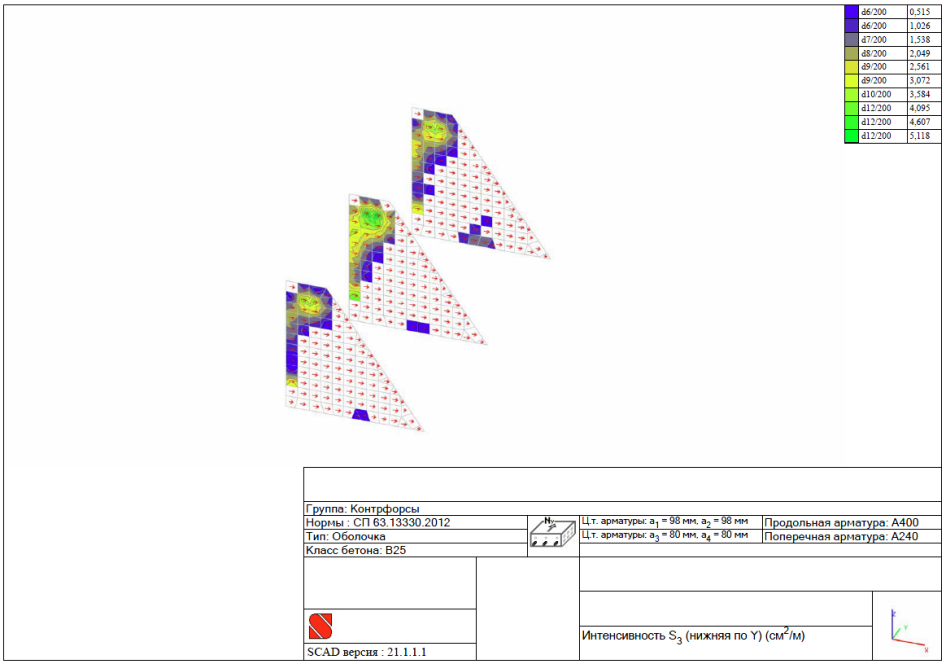


Рис. 6.659. Армирование контрфорсов. Нижняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

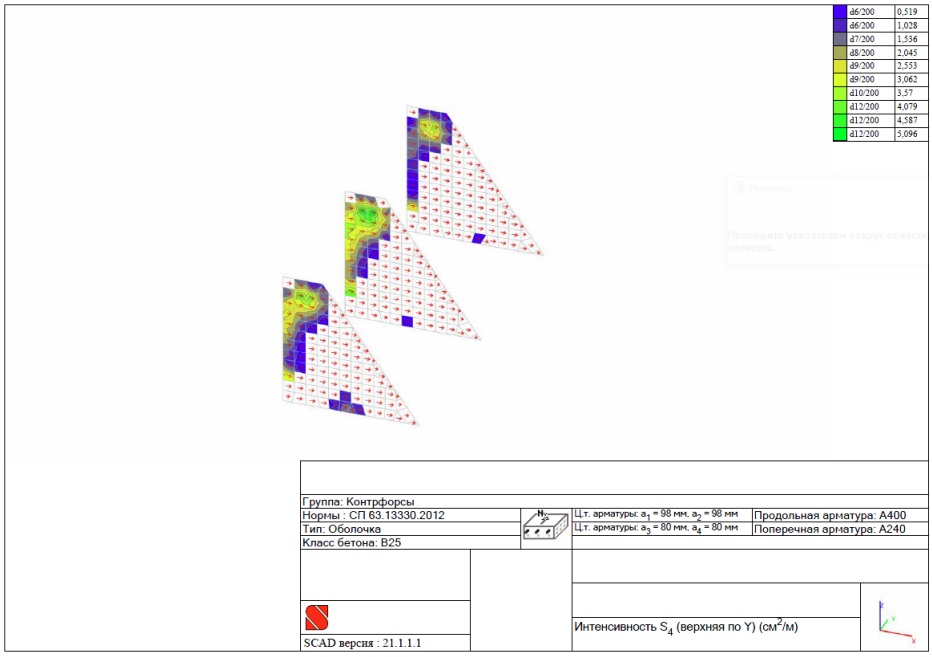


Рис. 6.660. Армирование контрфорсов. Верхняя арматура по оси Y (красные стрелки-направление оси X)

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров Анкерных полей №11 (около СТ-9) и №12 (около СТ-9)

Определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров

Для обеспечения работы крепления грунтовыми анкерами в соответствии с расчетом необходимо обеспечить заделку грунтовых анкеров за первоначальную поверхность скольжения на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D). В качестве первоначальной поверхности скольжения принимаем поверхность, получаемую при расчете склона при сейсмическом воздействии.

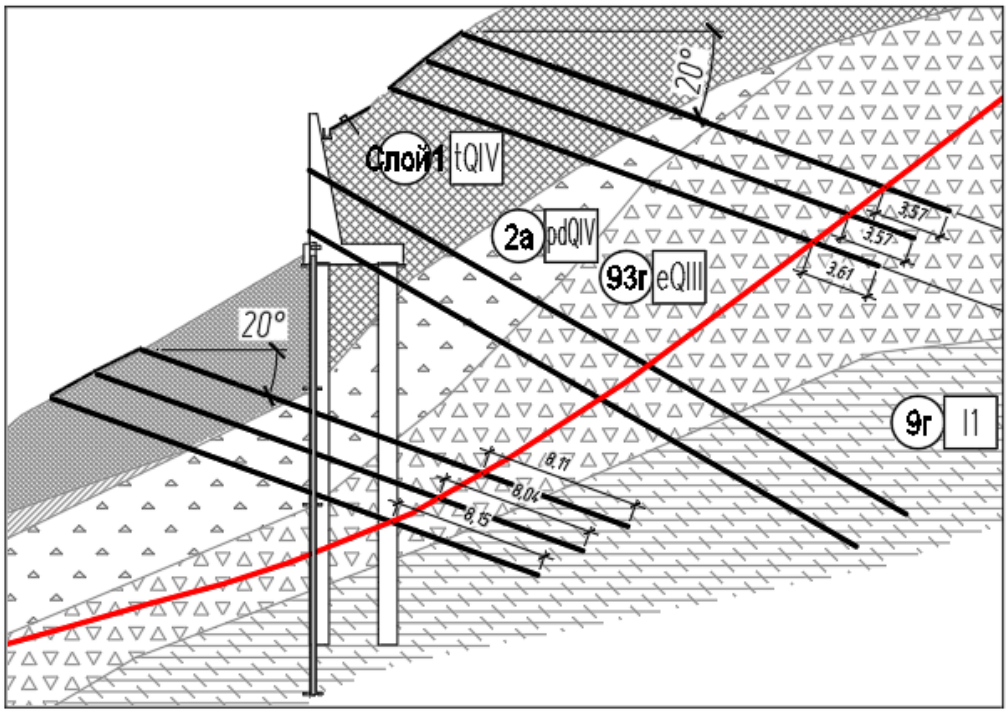


Рис. 6.661. Вычисление длин корней анкеров Анкерных полей №11 (около СТ-9) и №12 (около СТ-9), выходящих за первоначальную призму обрушения

Таблица 6.162. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров Анкерных полей №11 (около СТ-9) и №12 (около СТ-9) по грунту и по материалу

№ анкерного поля	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
№12	А1(в)	2,0	8,77	52/26	27,0	59,83	3,6	90	100	11,59
	А2	2,0	9,79	52/26	27,0	59,83	3,6	90	100	12,64
	А3(н)	2,0	11,42	52/26	27,0	59,83	3,6	90	100	13,36
№11	А4(в)	2,0	29,28	52/26	27,0	59,83	8,1	90	100	48,40
	А5	2,0	29,42	52/26	27,0	59,83	8,0	90	100	52,50
	А6(н)	2,0	30,17	52/26	27,0	59,83	8,2	90	100	57,00

Фактические усилия в элементах крепления грунтовыми анкерами не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS 52/26.

Расчет грунтовых анкеров подпорной стены СТ-9

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.163. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров подпорной стены СТ-9 по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
А1(в)	212,6	3,0	159,0	103/51	36,0	218,42	36,0	10,0	175	185	276,6
А2(н)	215,4	3,0	159,0	103/51	33,0	218,42	33,0	10,0	175	185	293,4

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 11-11

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорной стены СТ-9.

2) Для обеспечения устойчивости склона выше и ниже подпорной стены СТ-9 предусматривается его закрепление грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 52/26 длиной 27 м, расположенными с шагом 2,0х2,0 м.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-9 предусматривается устройство дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/51 длиной 33 и 36 метров, расположенных с шагом 3,0 метра.

4) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкции подпорной стены СТ-9 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

5) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по метериалу и по грунту.

6.13 Расчеты по линии разреза 11.1-11.1 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-39)

Схему расположения разреза см. рис. 6.662:

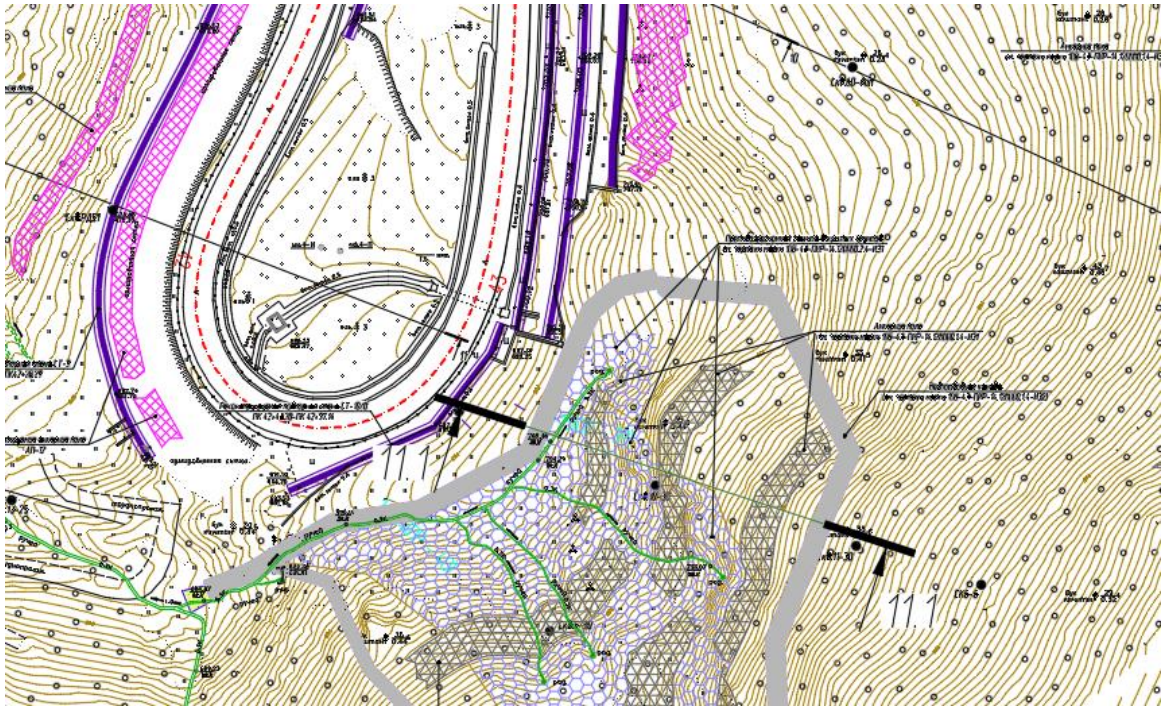


Рис. 6.662. Схема расположения разреза 11.1-11.1

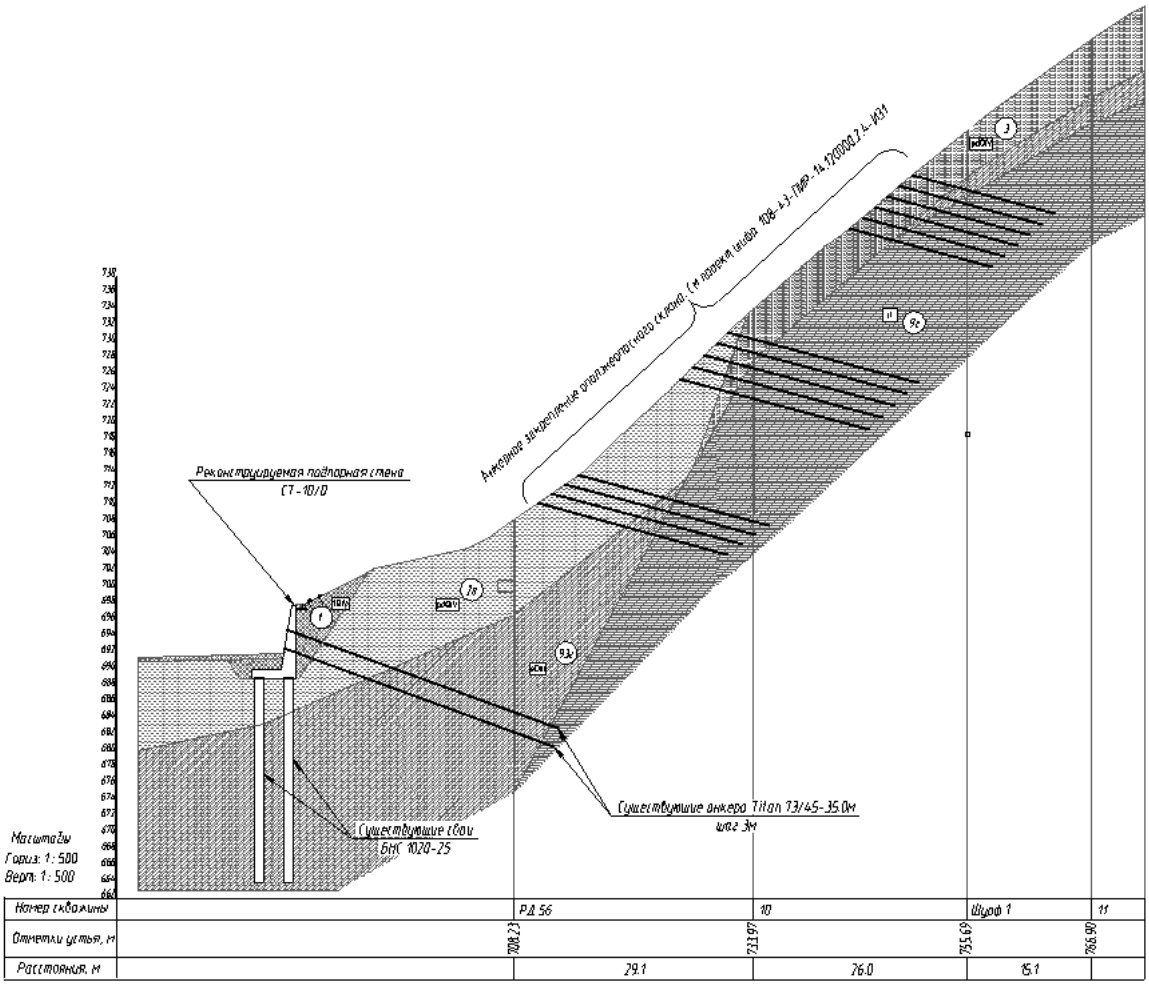


Рис. 6.663. Разрез 11.1-11.1

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

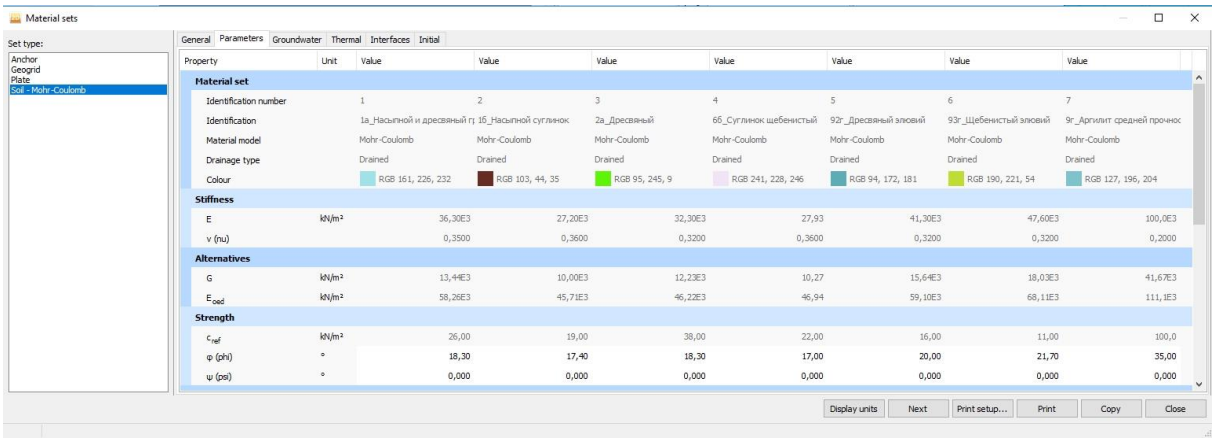


Рис.13 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.13.1 Расчет разреза 11.1-11.1 в существующем положении

Расчет разреза 11.1-11.1 в программе Plaxis 2D

Основное сочетание нагрузок

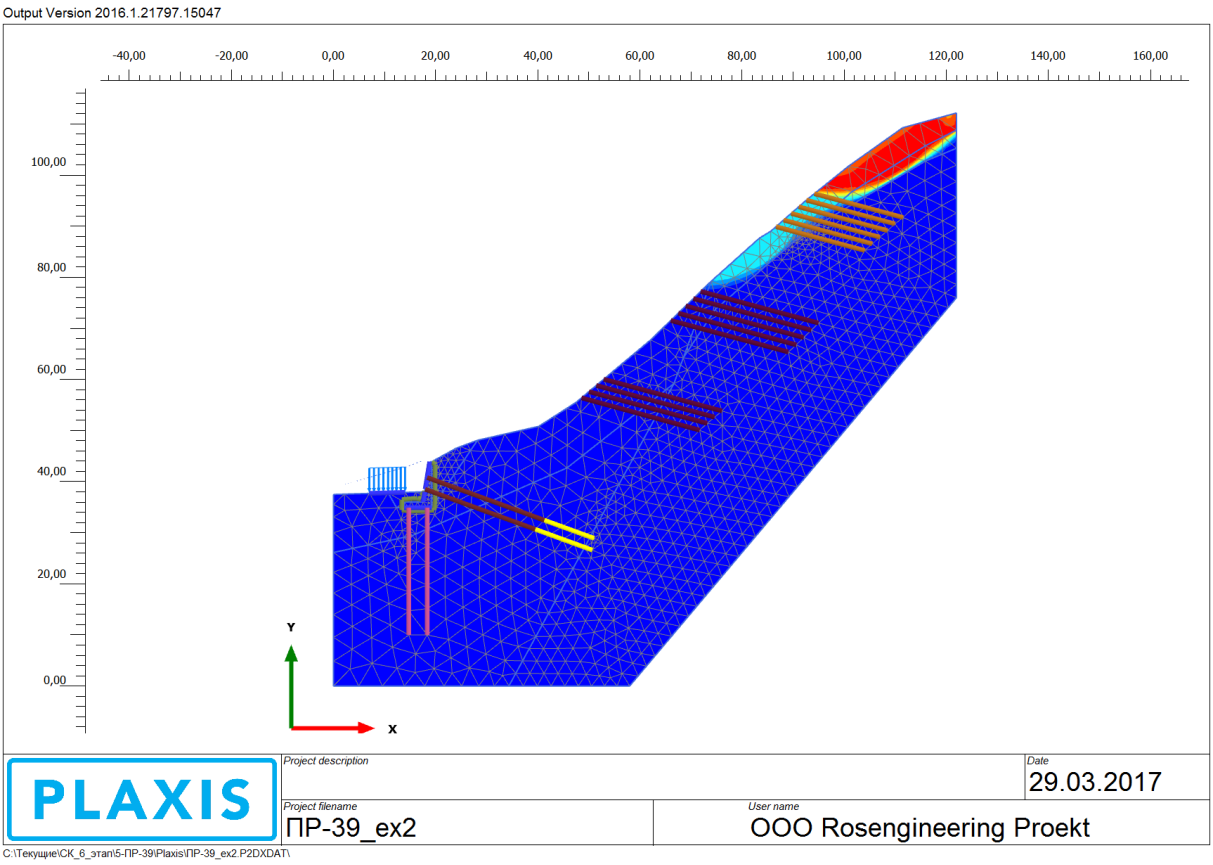


Рис. 6.664. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,299 >K_{sfn} = 1,11.

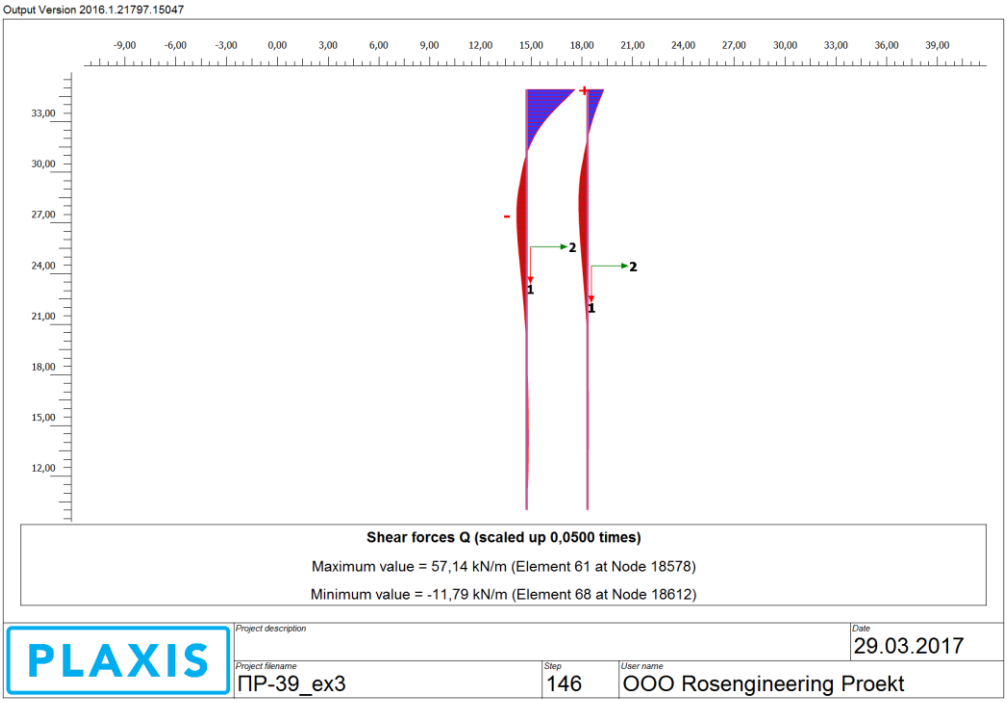


Рис. 6.665. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

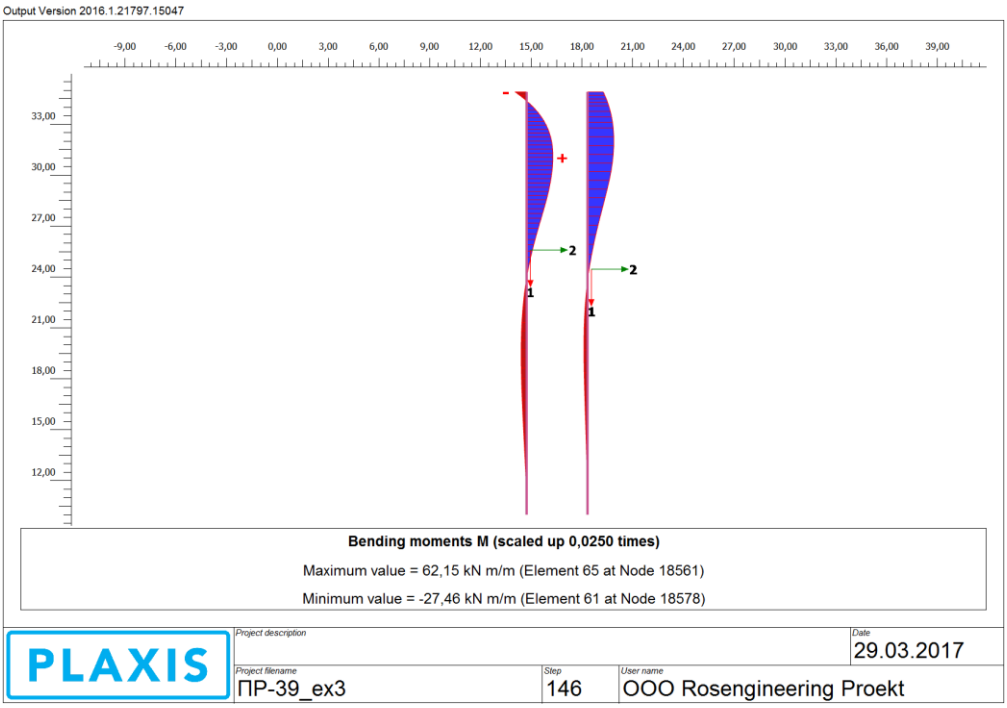


Рис. 6.666. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

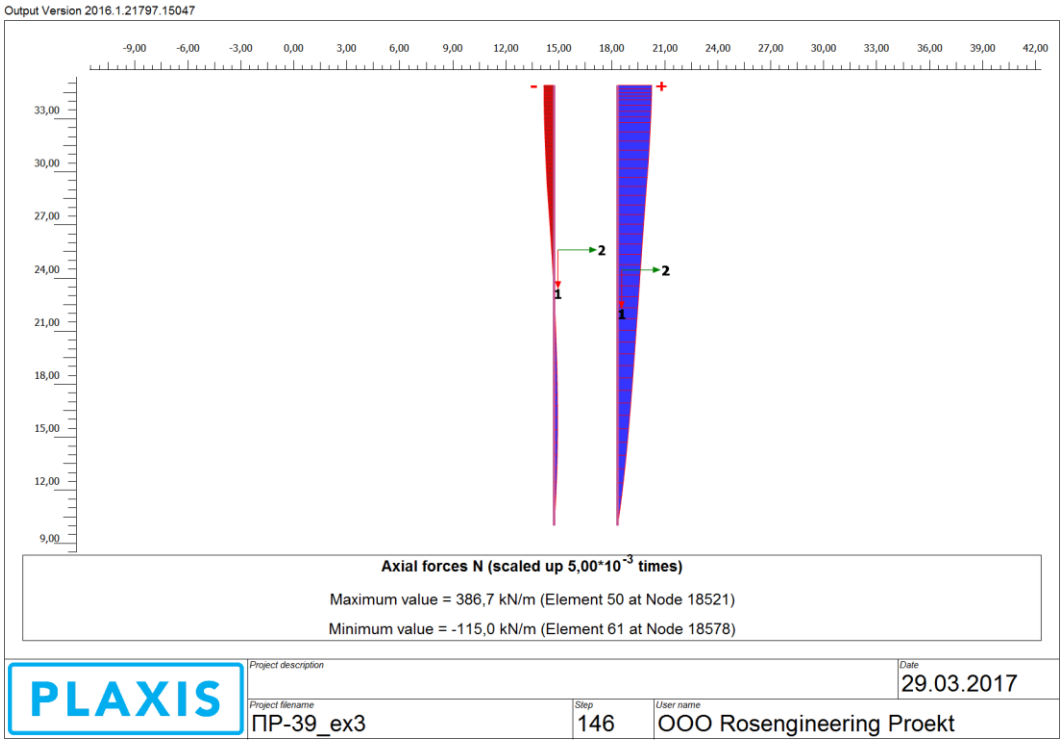


Рис. 6.667. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.164. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/0 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-35,17	19,01	17,47
N2(п)	1,02	25,0	3,0	118,26	18,96	5,79

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

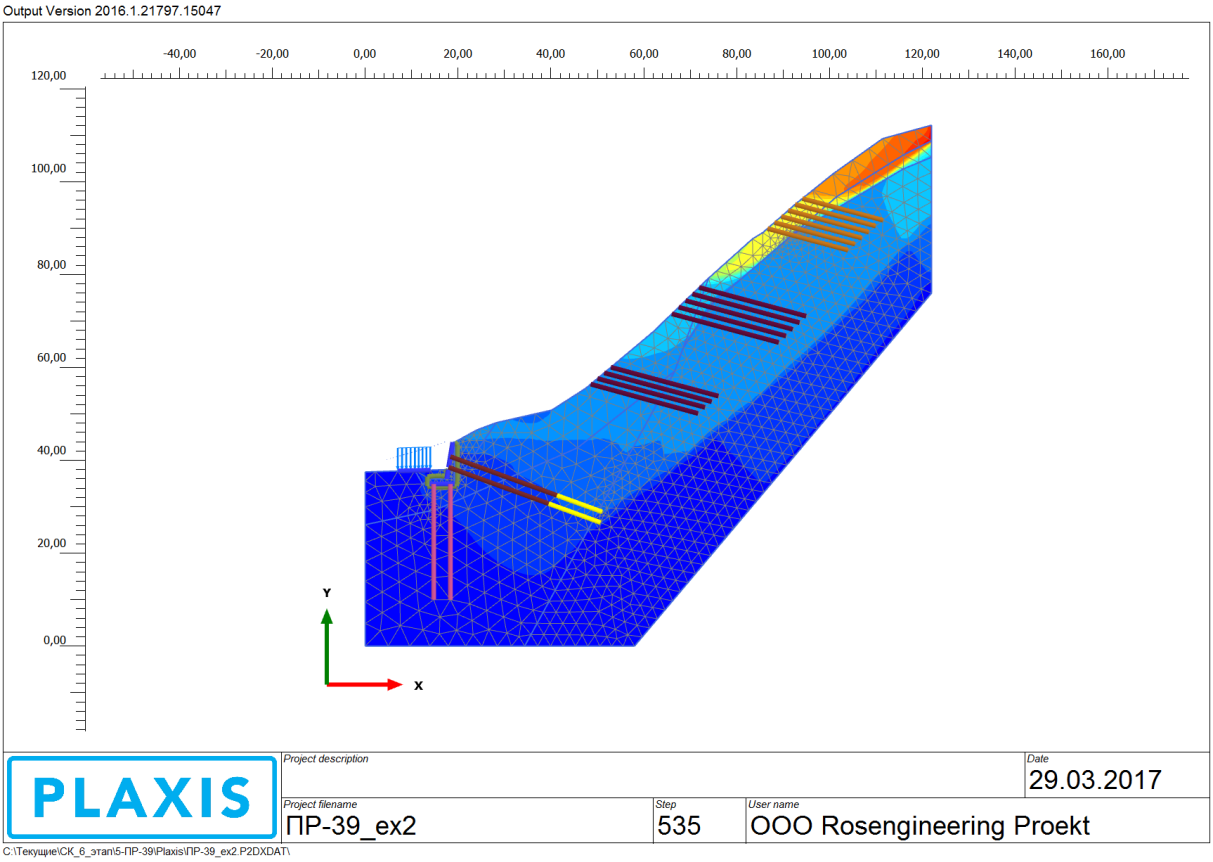


Рис. 6.668. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. K_{sf} =1,079 > K_{sfn} = 1,05.

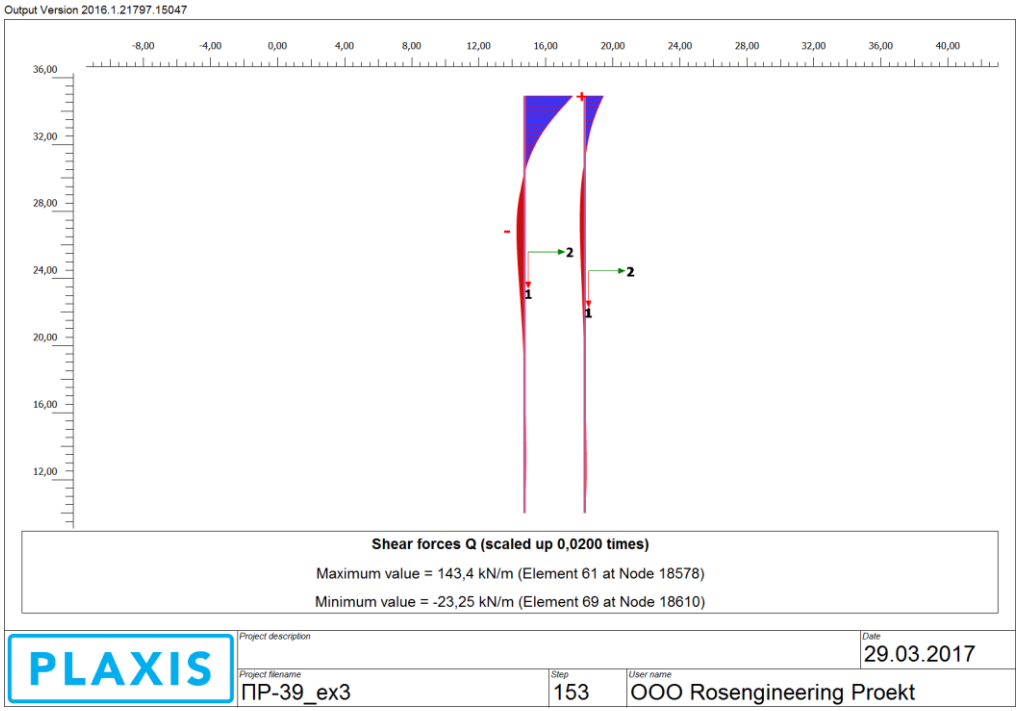


Рис. 6.669. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

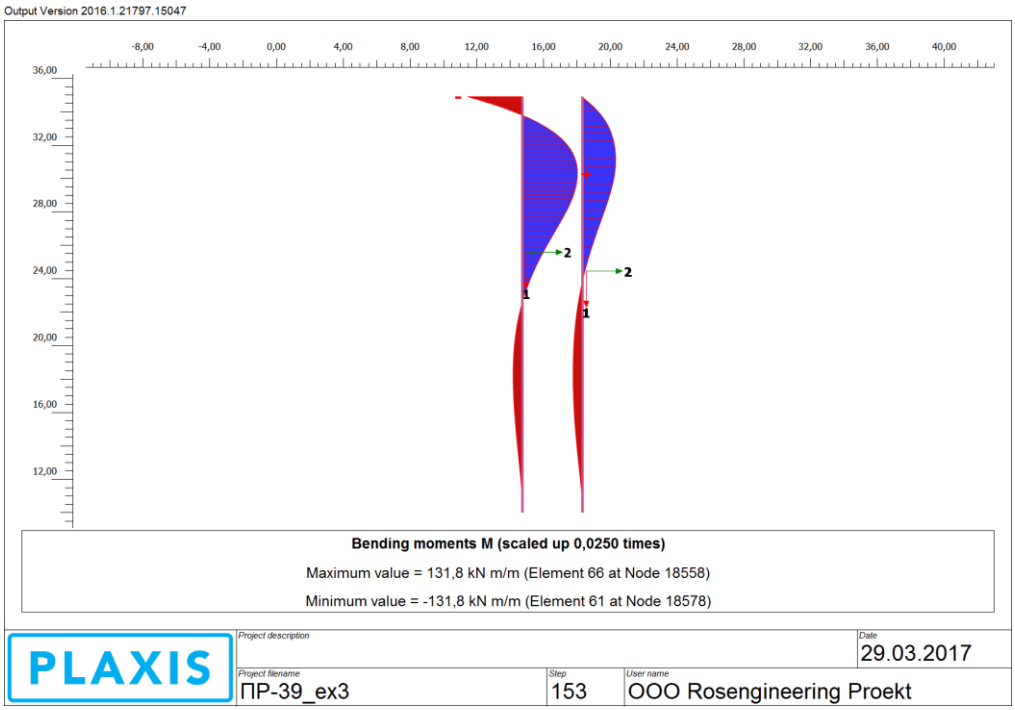


Рис. 6.670. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

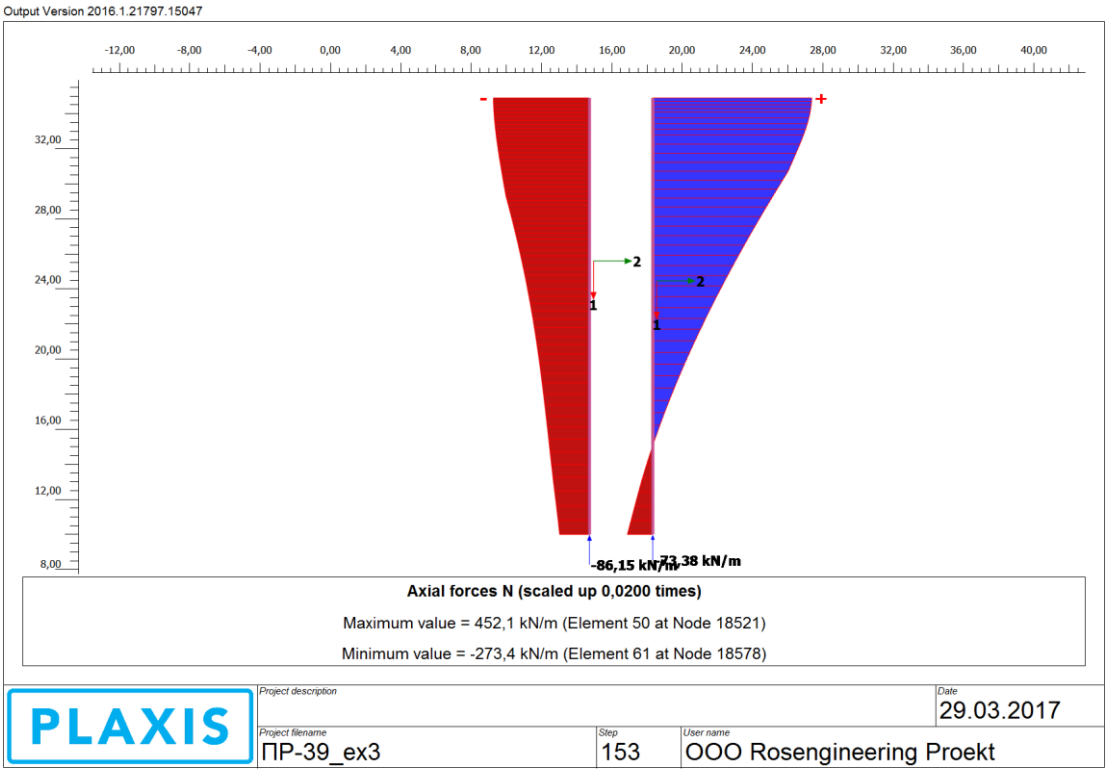


Рис. 6.671. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.165. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/0 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-83,61	40,31	43,85
N2(п)	1,02	25,0	3,0	138,26	24,46	16,91

Расчет конструкции свай СТ-10/0 по разрезу 11.1-11.1 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

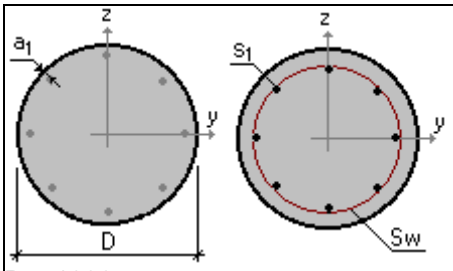
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

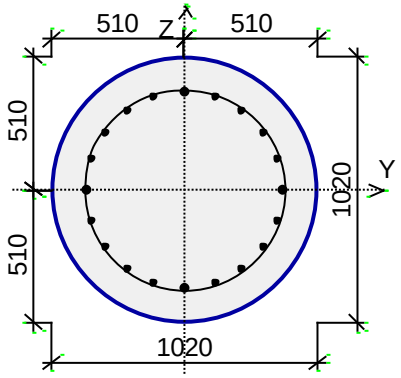
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-35,17	8,38	17,47	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,023
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,051
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,112
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,426
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,426 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

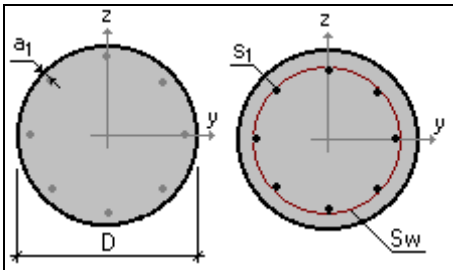
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

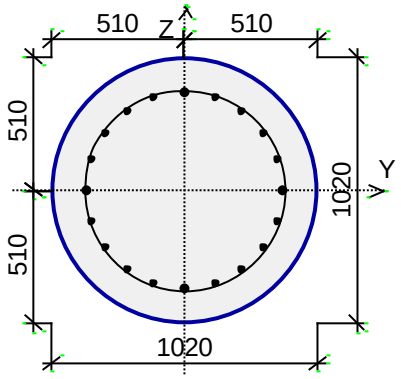
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-83,61	40,31	43,85	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,052
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,19
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,242
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,969
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,969 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-10/0 по разрезу 11.1-11.1 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2D.

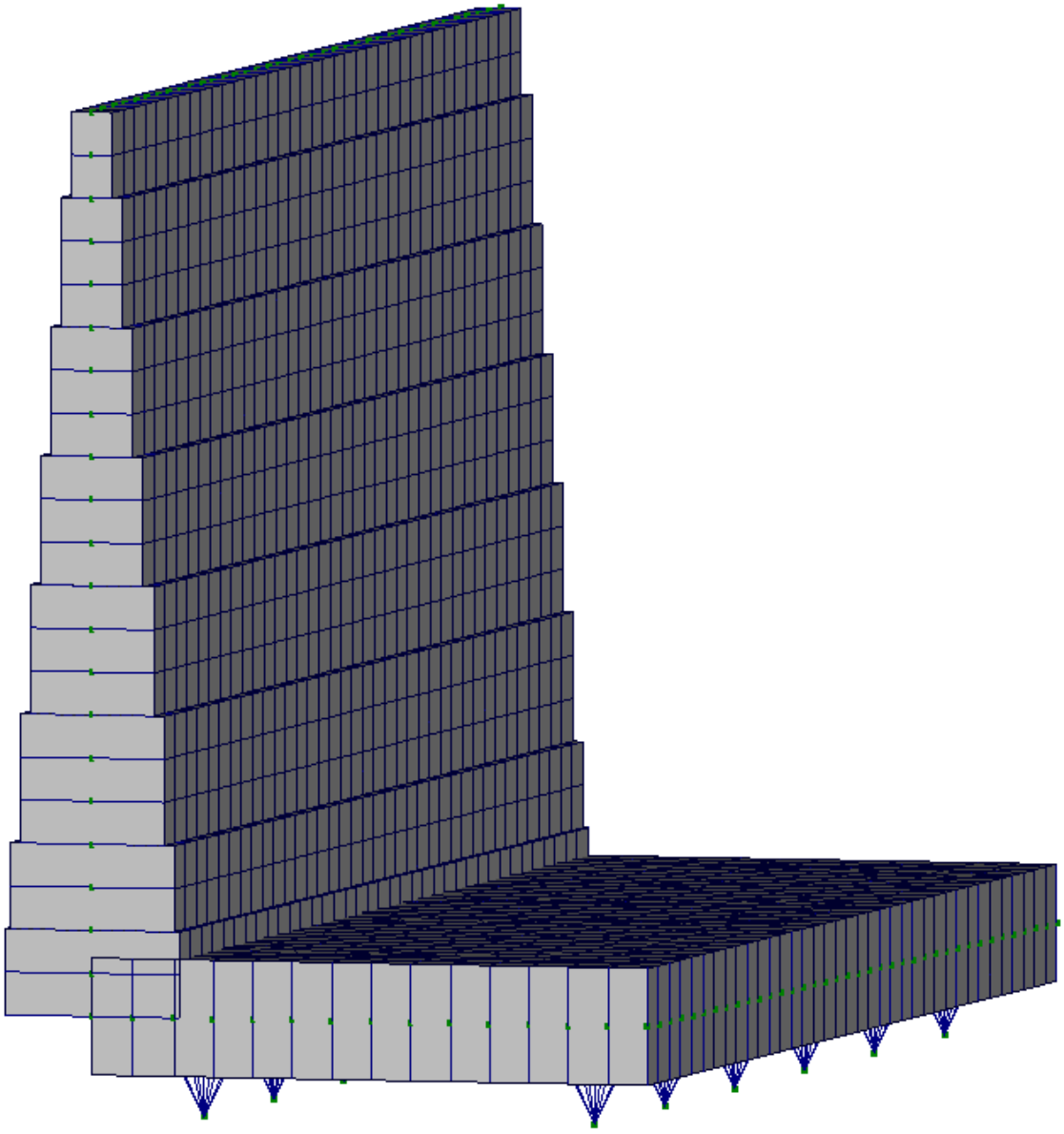
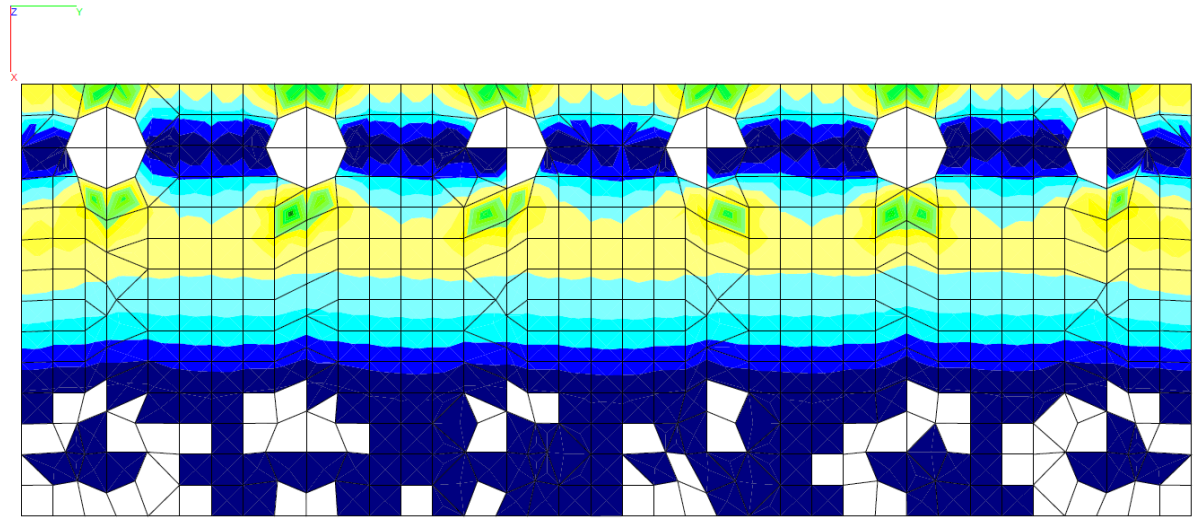


Рис. 6.672. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок



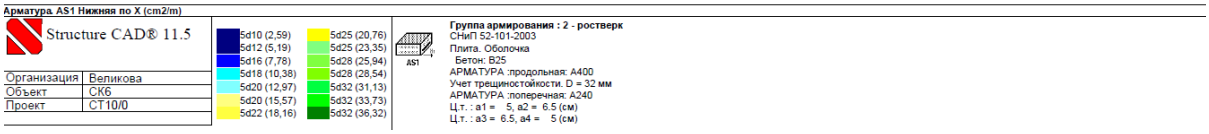
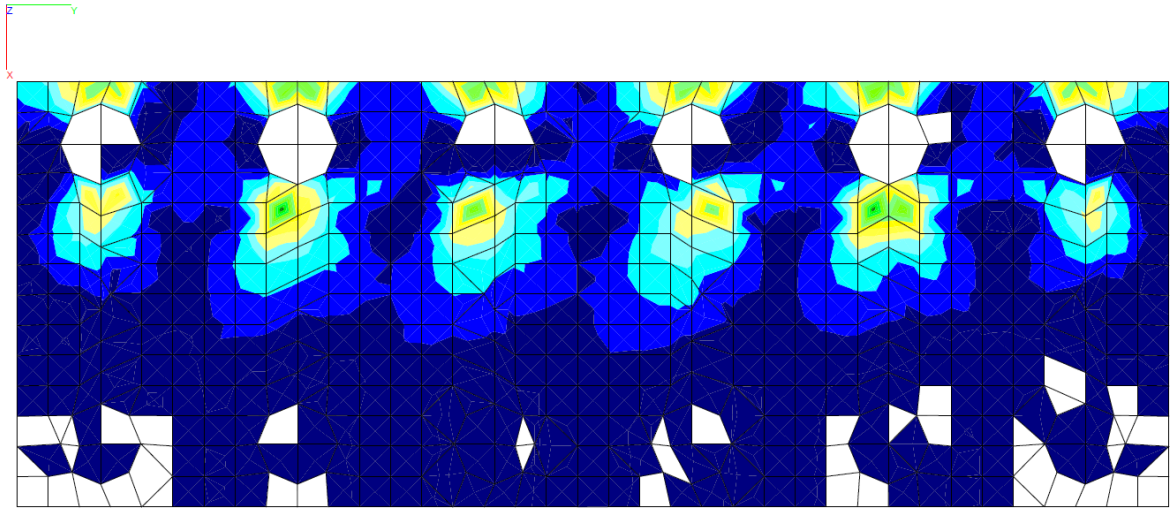


Рис. 6.673. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X



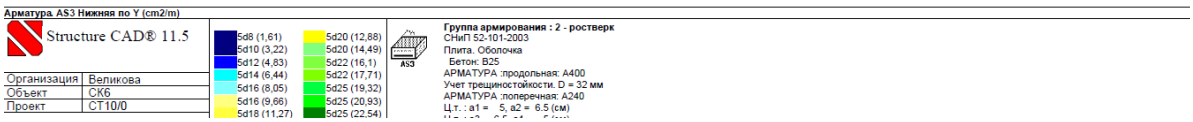


Рис. 6.674. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

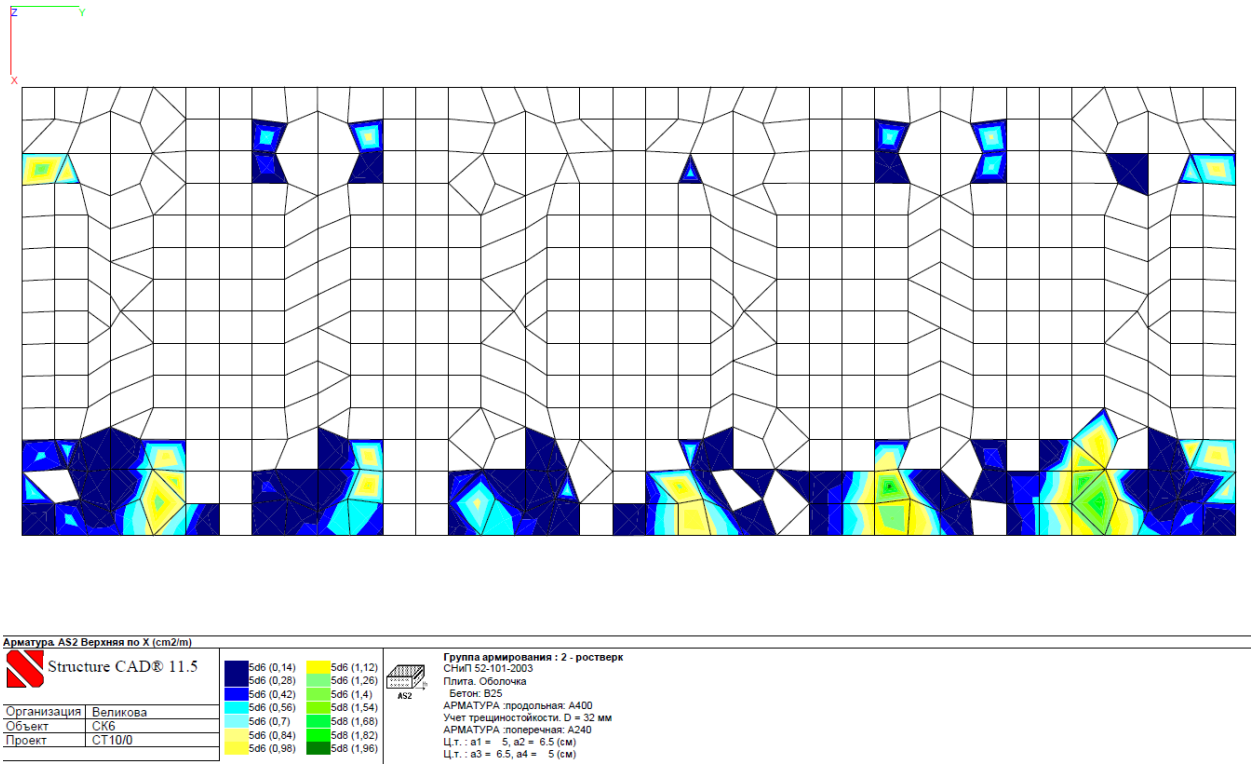


Рис. 6.675. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

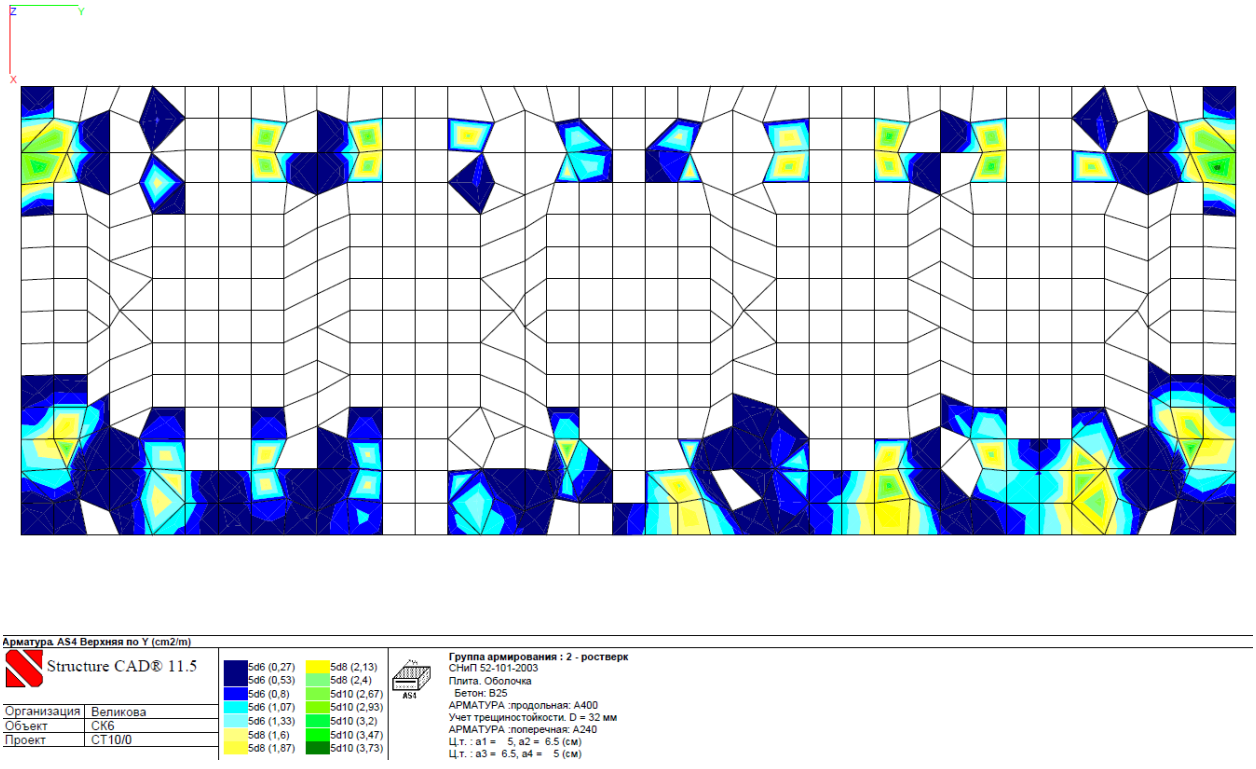


Рис. 6.676. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

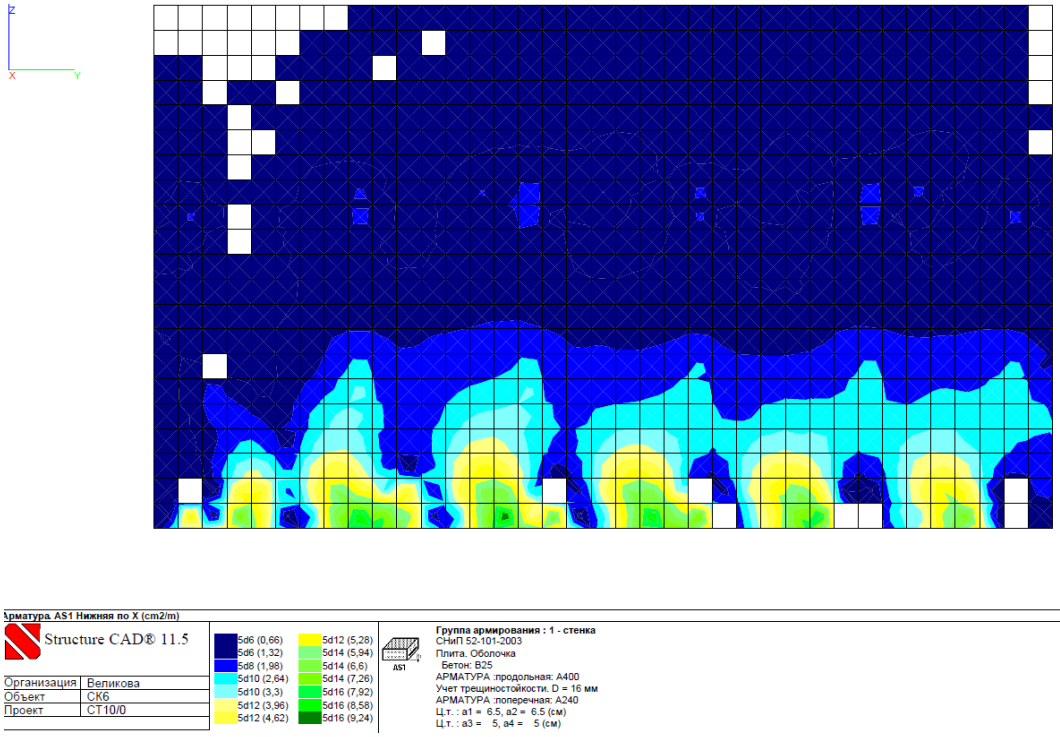


Рис. 6.677. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

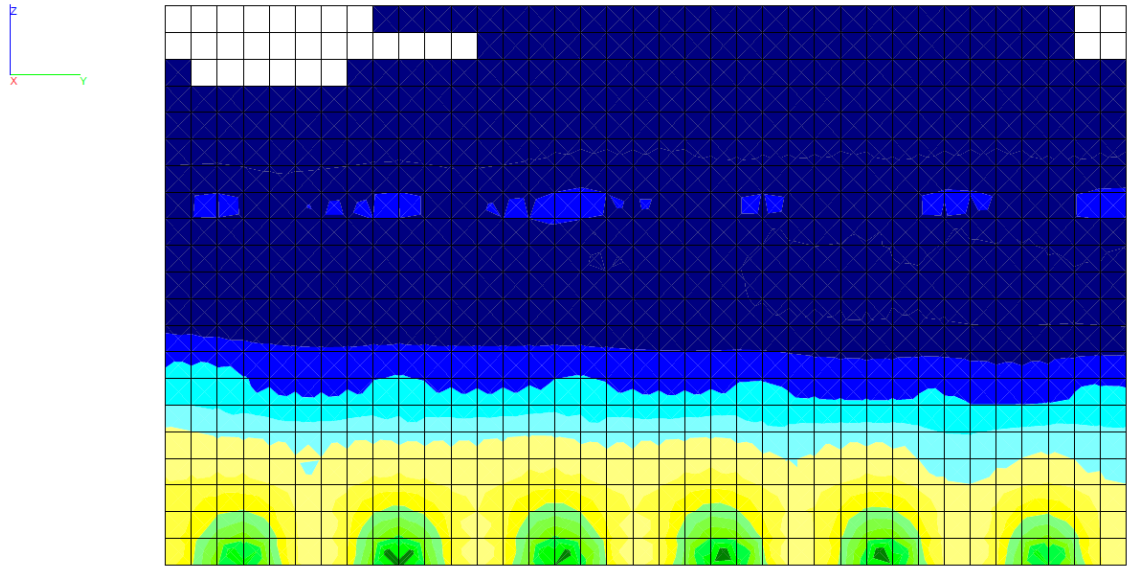
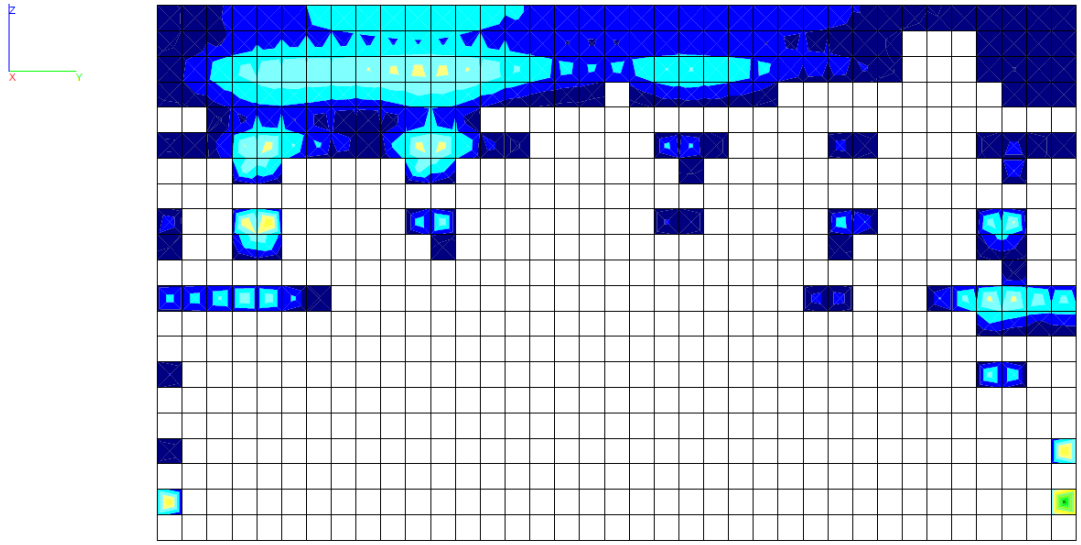


Рис. 6.678. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У



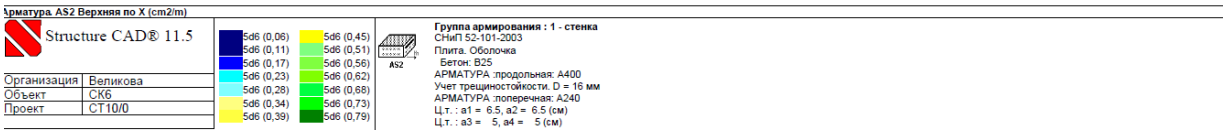
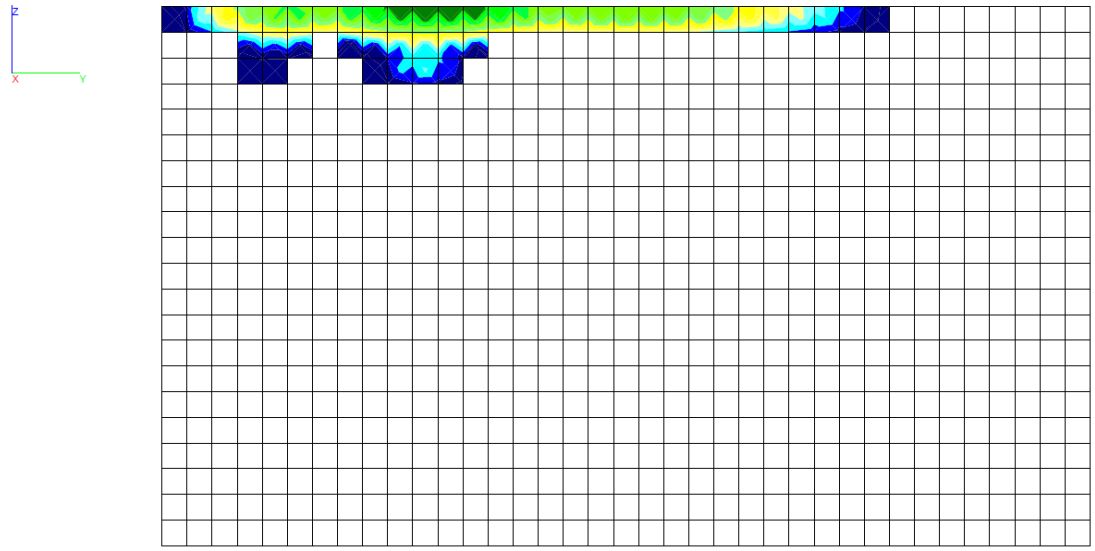


Рис. 6.679. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X



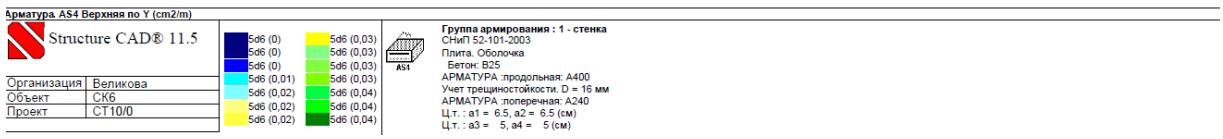


Рис. 6.680. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

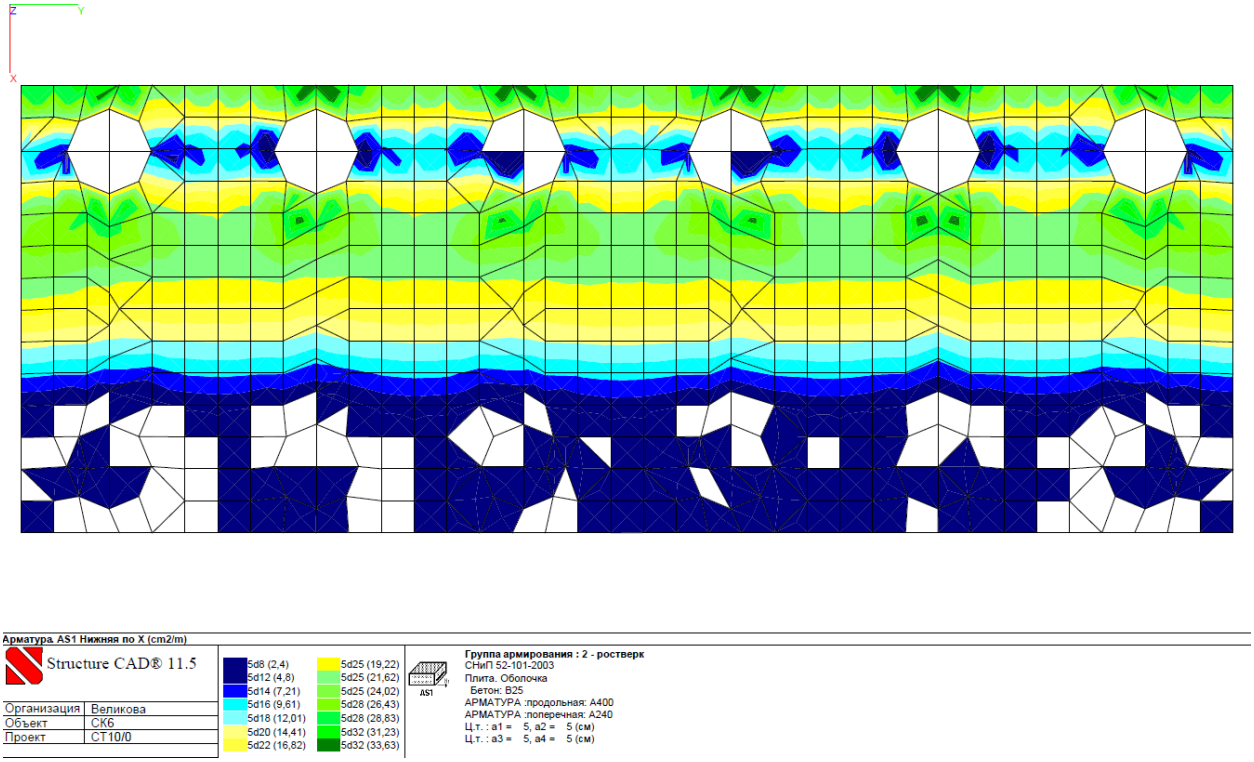
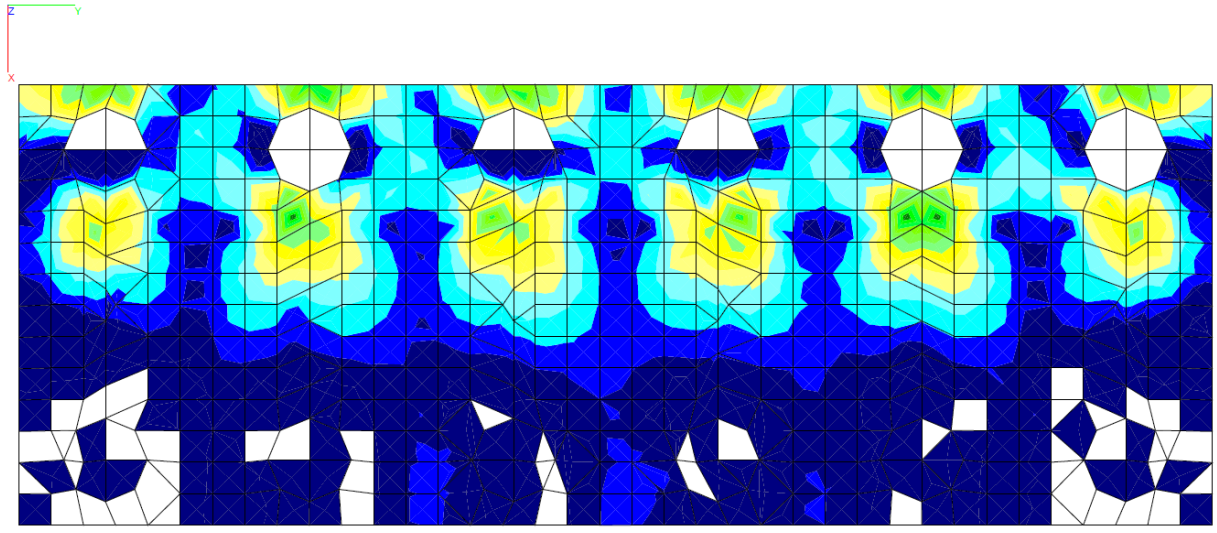


Рис. 6.681. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X



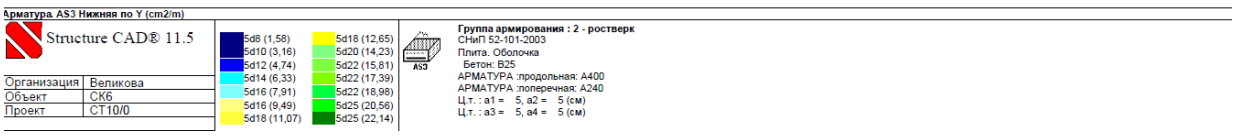


Рис. 6.682. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

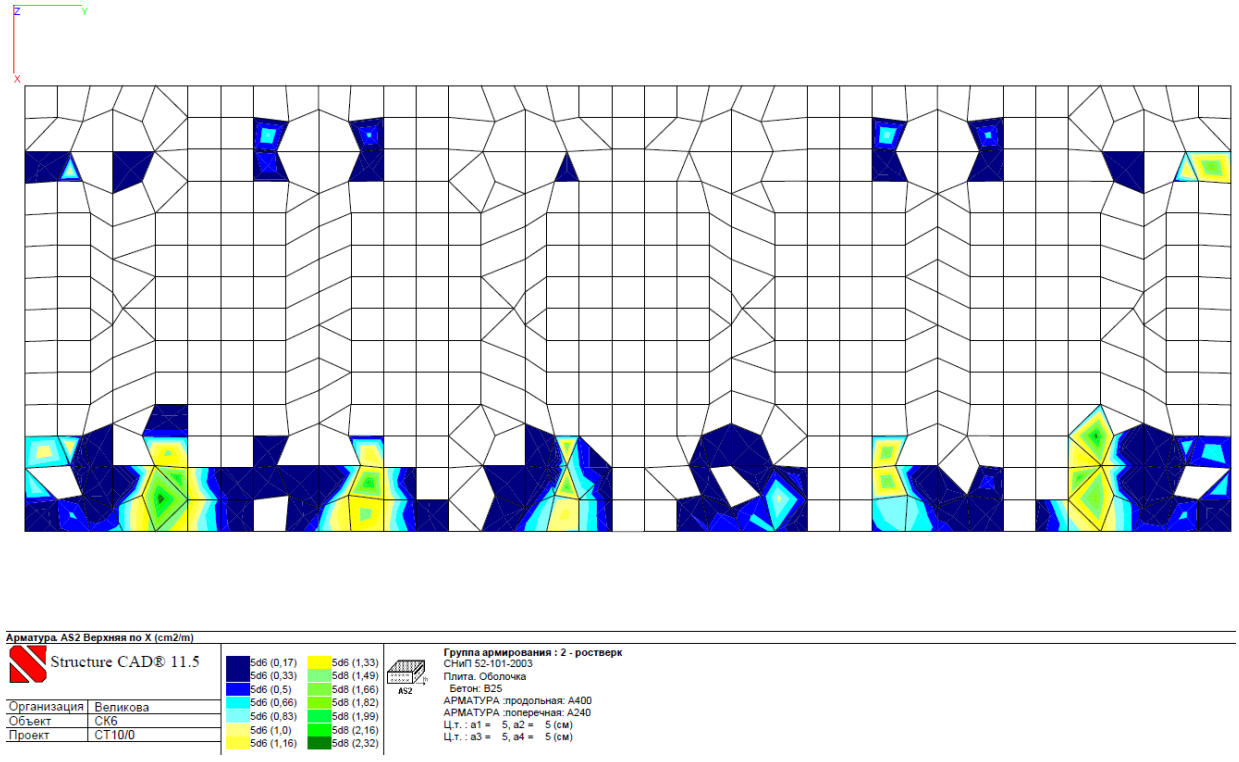


Рис. 6.683. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

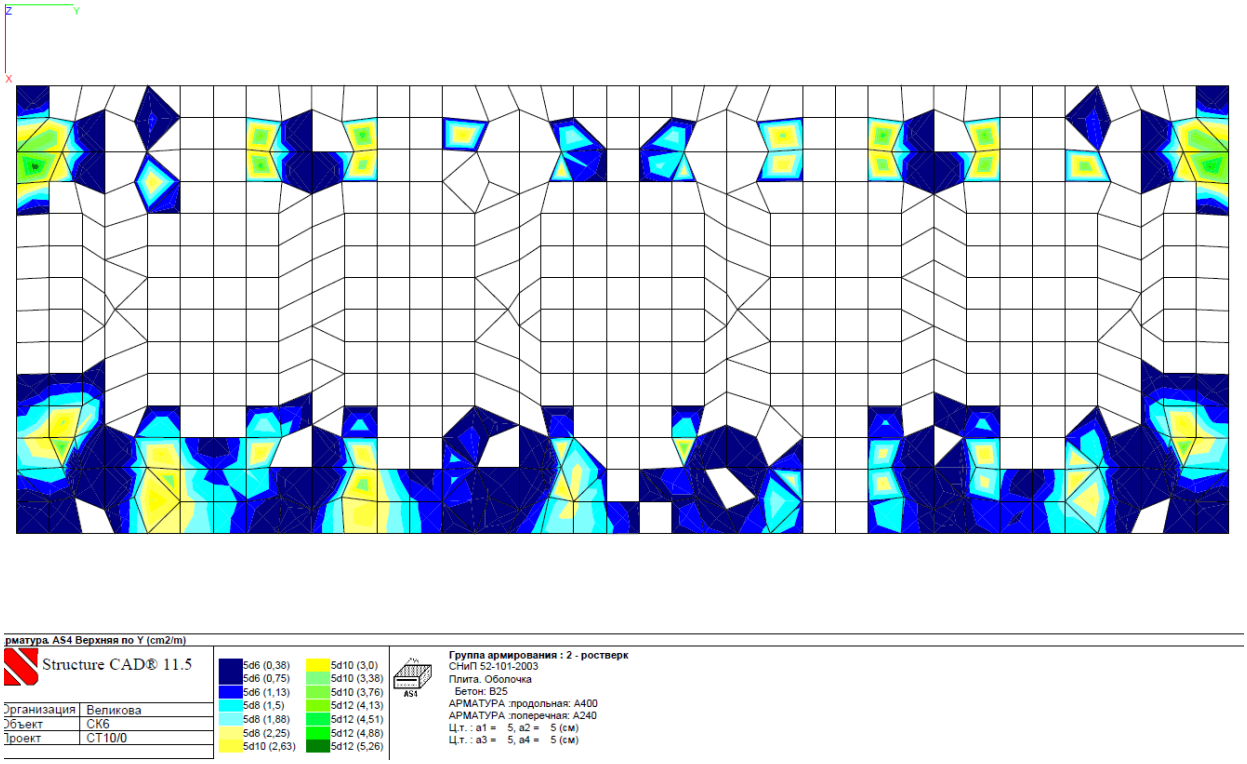
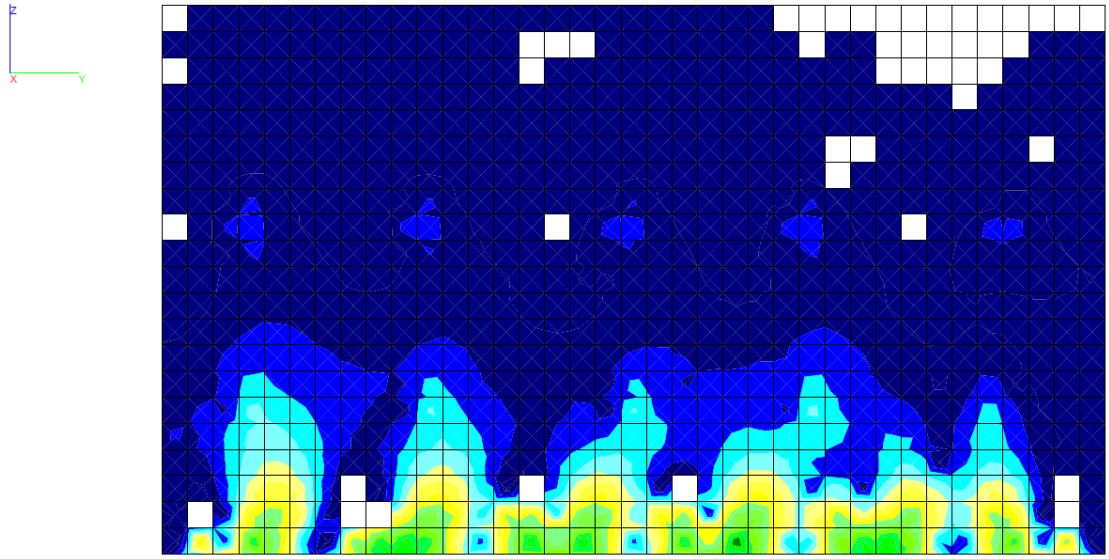


Рис. 6.684. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У



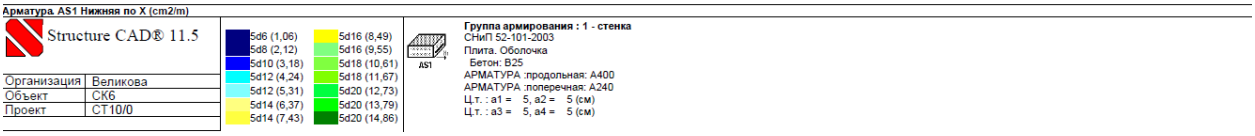
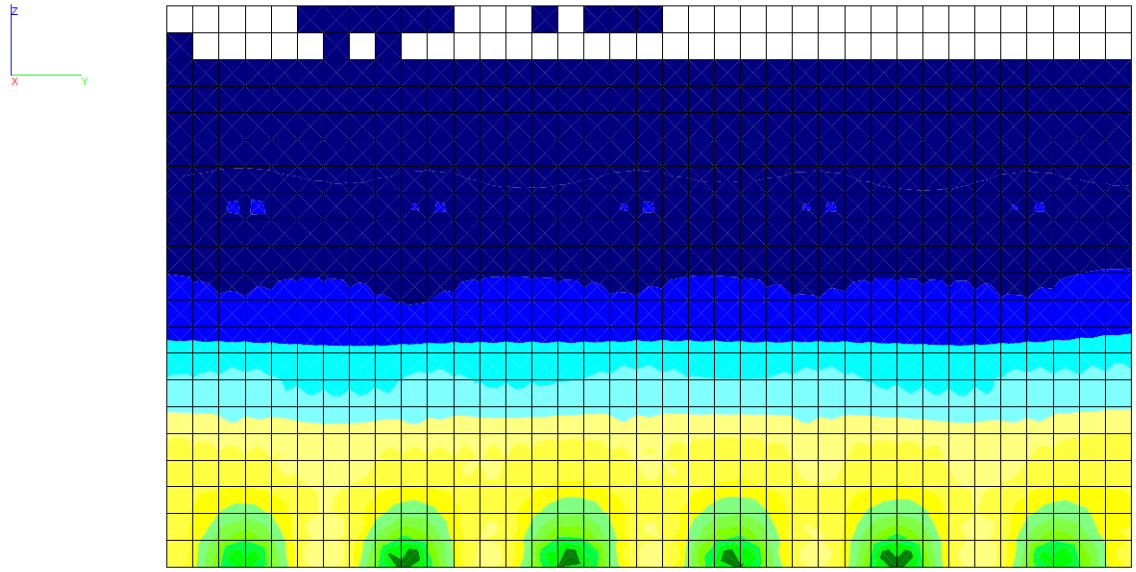


Рис. 6.685. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X



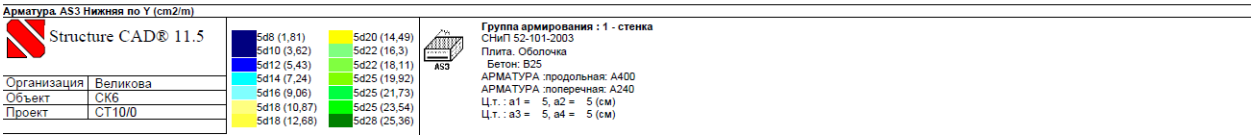


Рис. 6.686. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

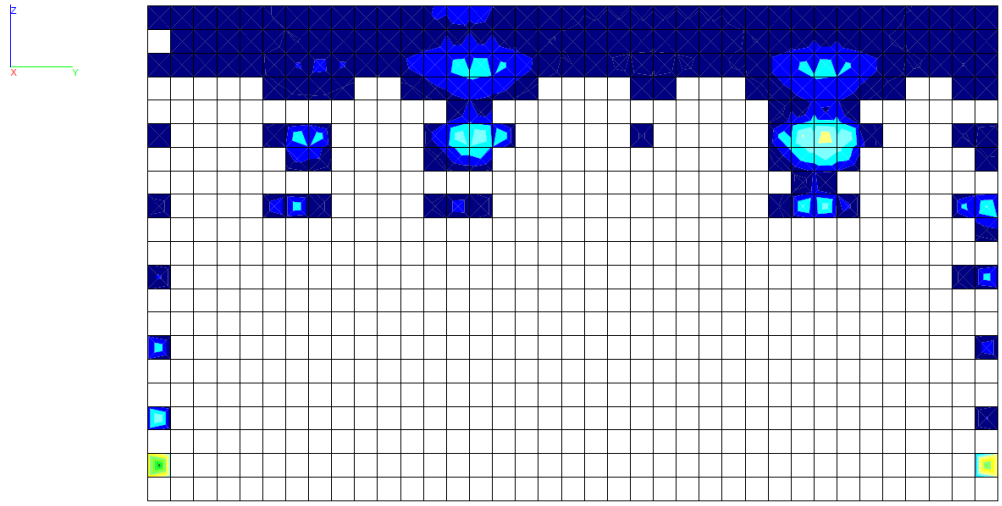


Рис. 6.687. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

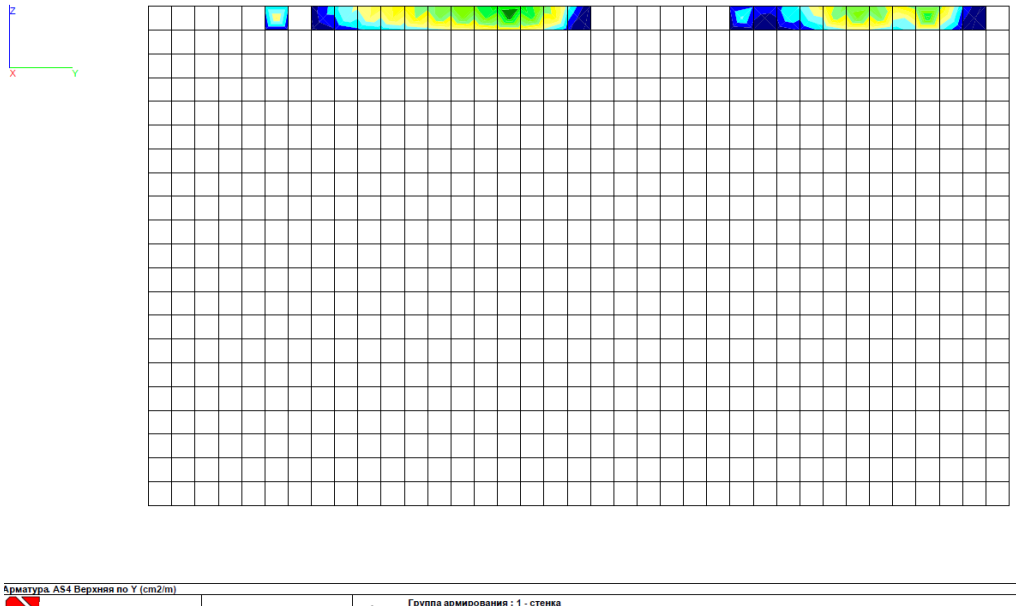


Рис. 6.688. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Вывод по результатам расчетов по разрезу 11.1-11.1

Расчет устойчивости склона и прочности конструкций выполнялся с учетом решений по закреплению оползнеопасного склона (проект шифр 108-43-ПИР-14.120000.2.4-ИЗ1). По результатам расчета дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорной стены СТ-10/0 не требуется.

6.14 Расчеты по линии разреза 12-12 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-6/2доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.689:

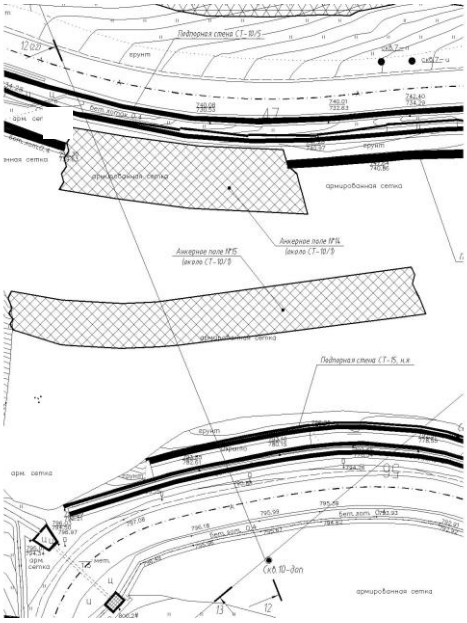


Рис. 6.689. Схема расположения разреза 12-12

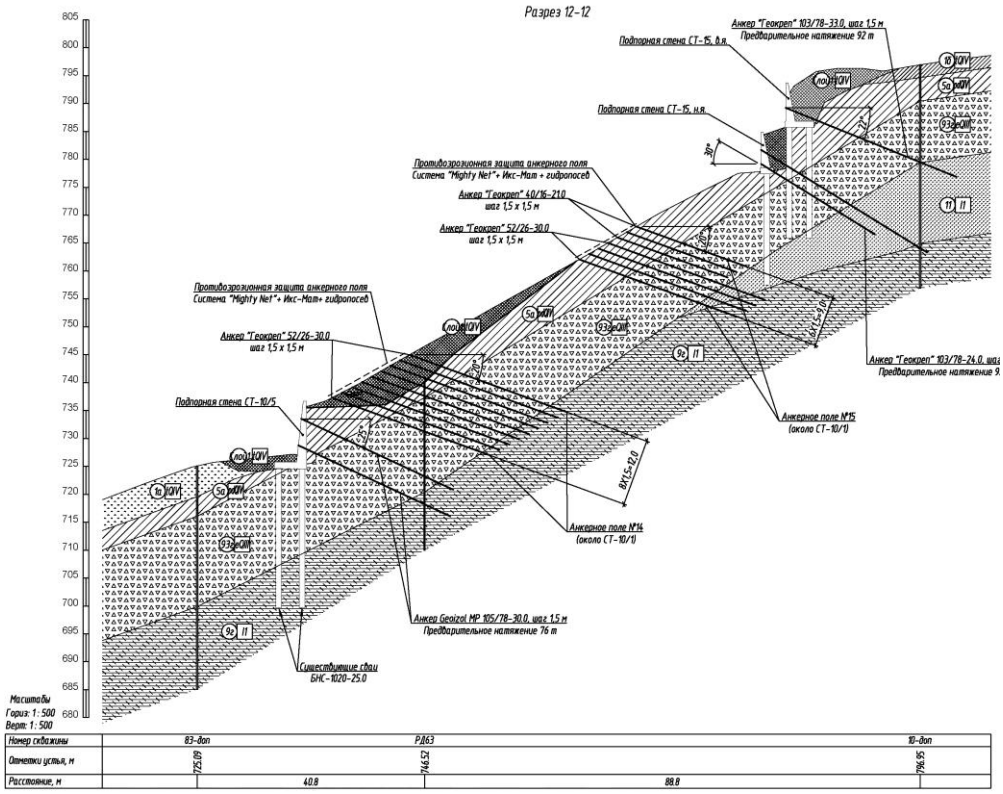


Рис. 6.690. Разрез 12-12

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

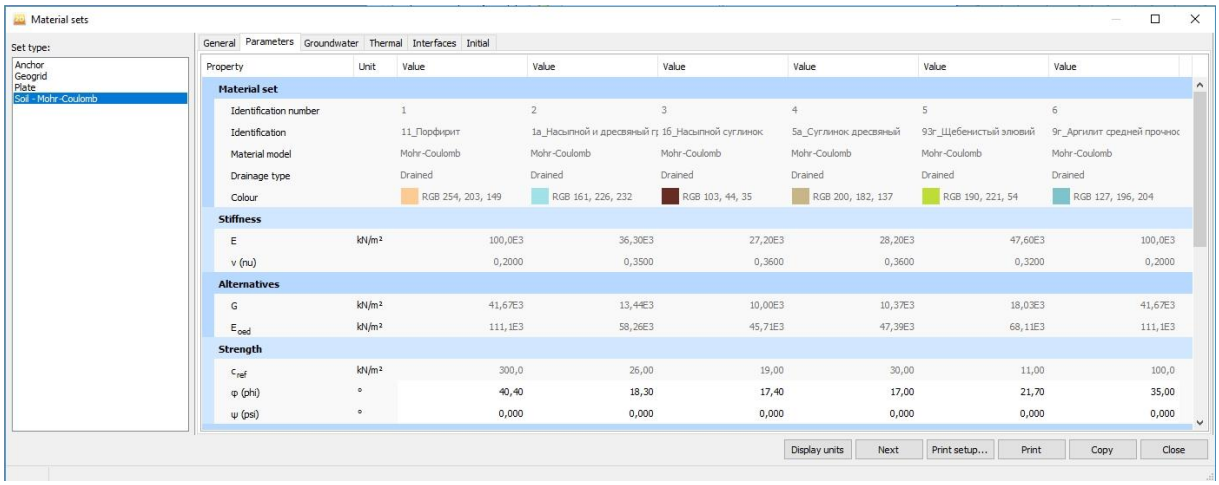


Рис.14 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.14.1 Расчет разреза 12-12 в существующем положении

Расчет разреза 12-12 в программе Plaxis 2D

Основное сочетание нагрузок

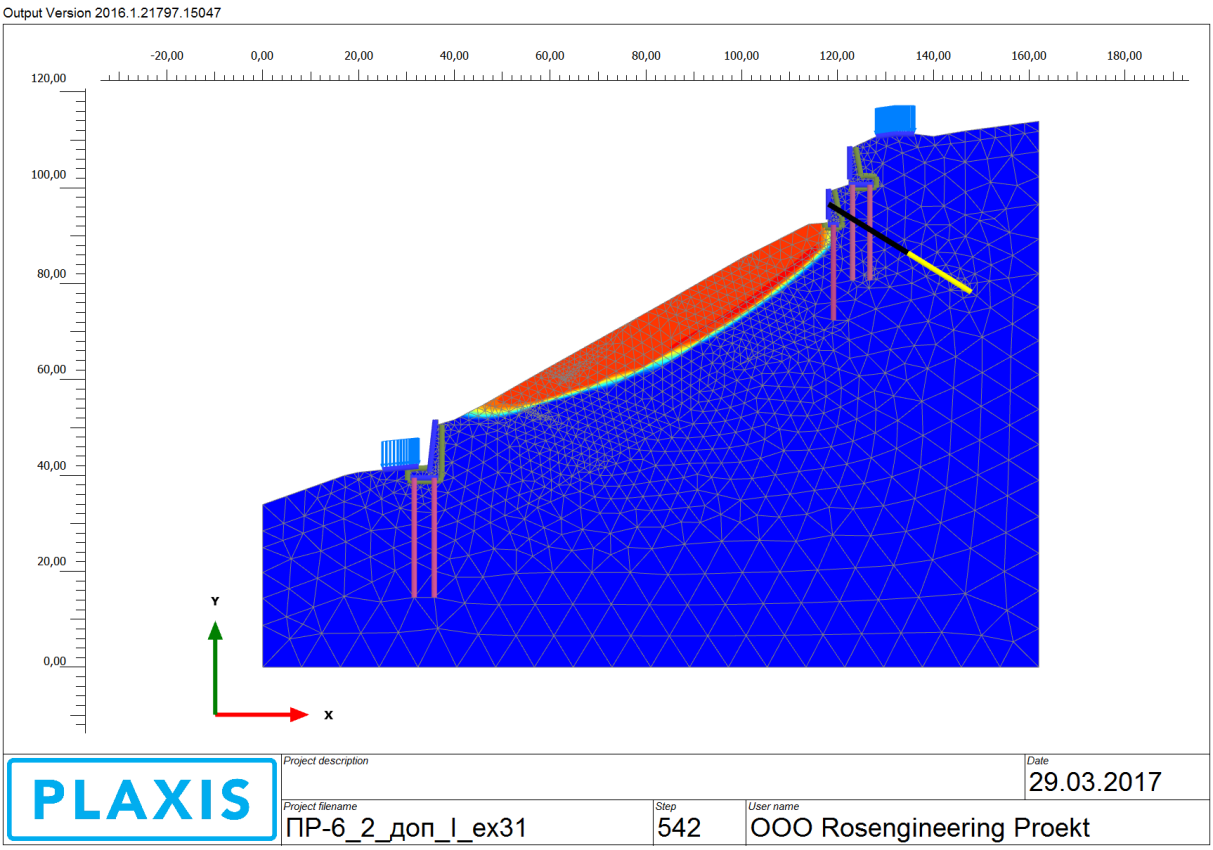


Рис. 6.691. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон неустойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости не обеспечен. K_{sf} =1,072 < K_{sfn} = 1,11. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите.

Подпорная стена СТ-10/5

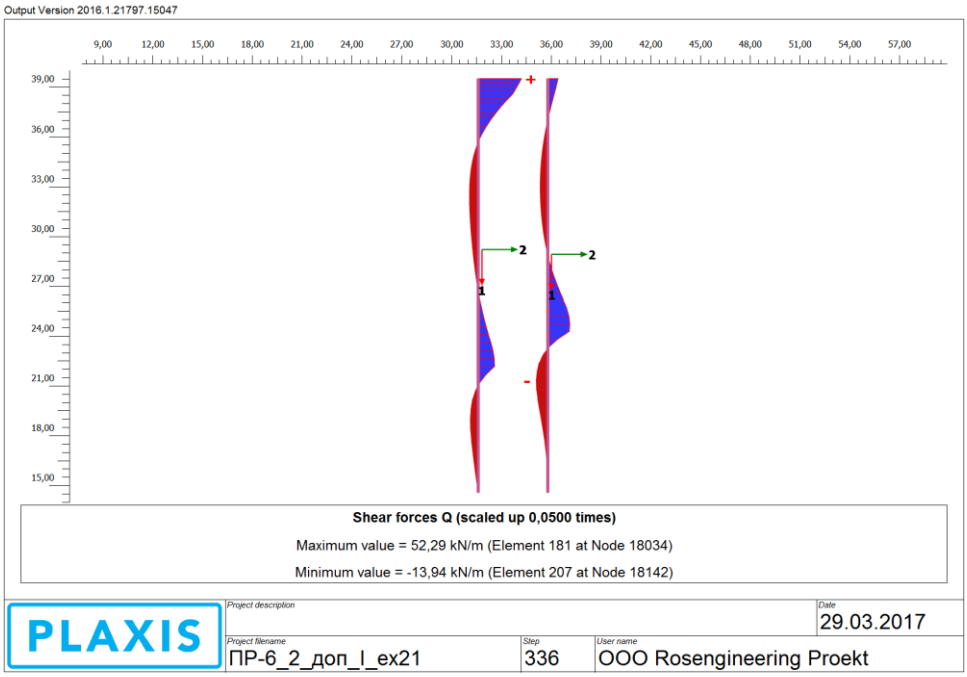


Рис. 6.692. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

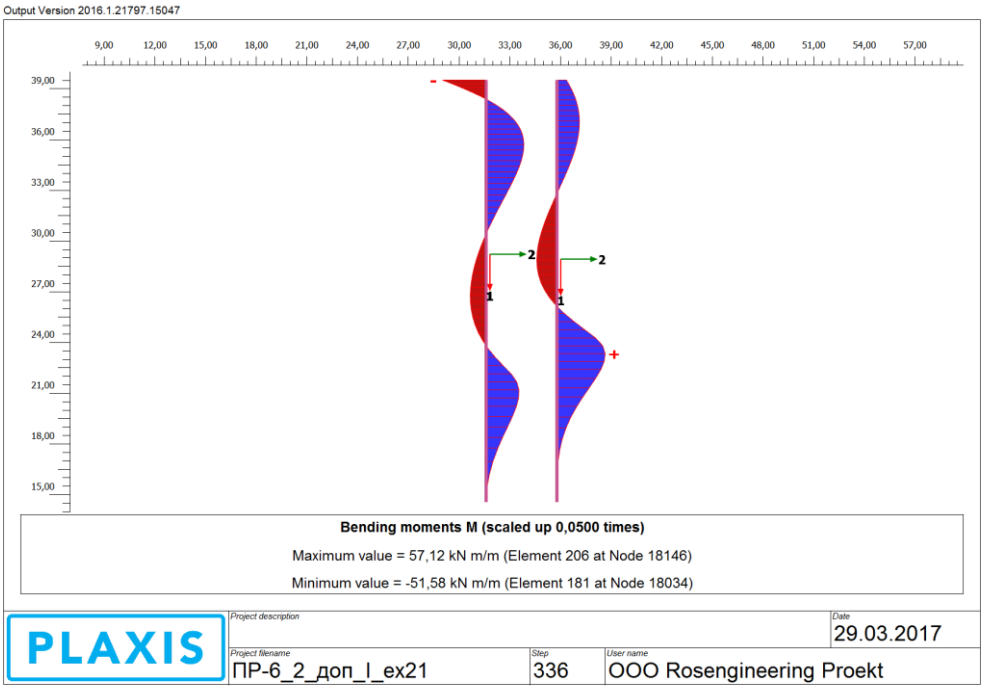


Рис. 6.693. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

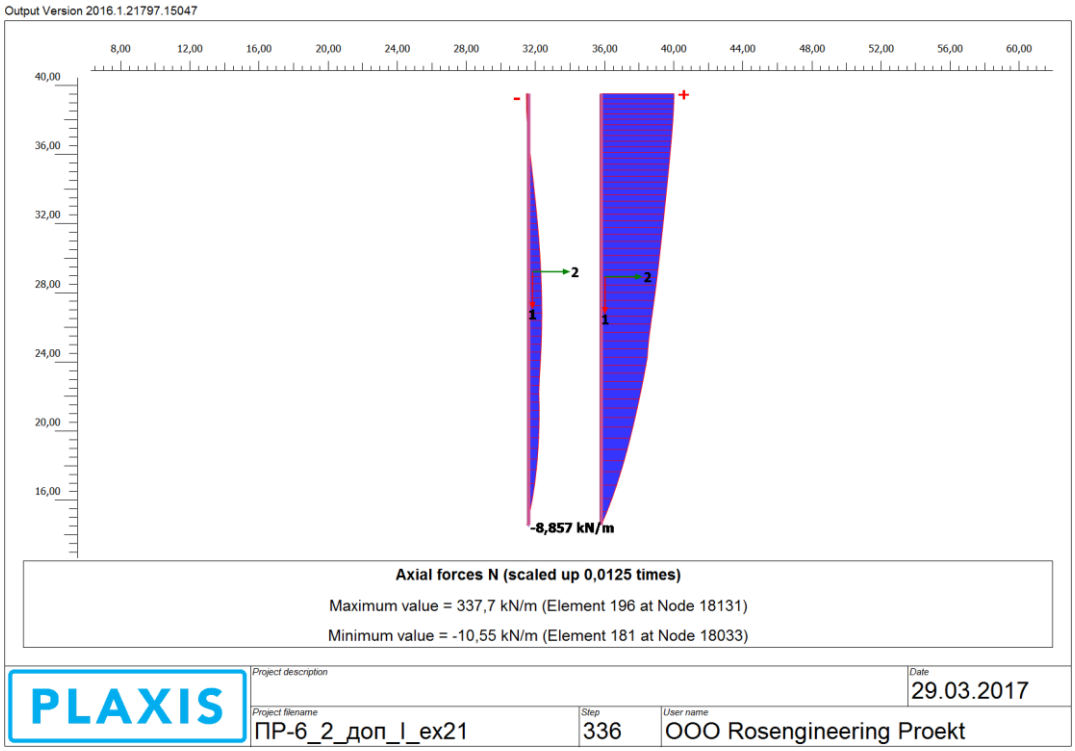


Рис. 6.694. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.166. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/5 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	18,65	15,77	15,99
N2(п)	1,02	25,0	3,0	103,27	17,47	8,26

Подпорная стена СТ-15 нижний ярус

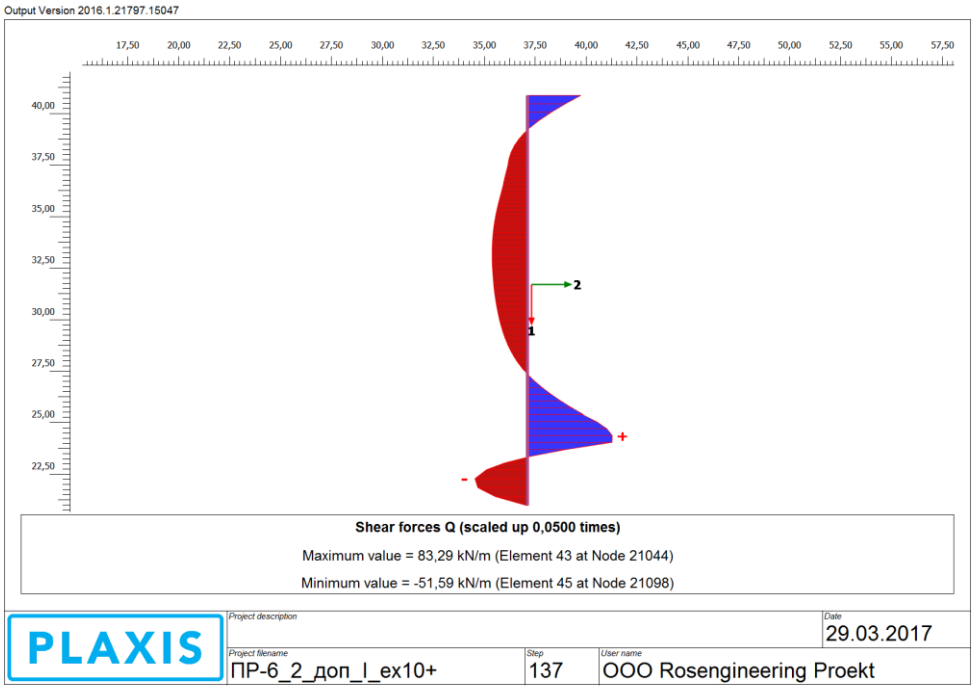


Рис. 6.695. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

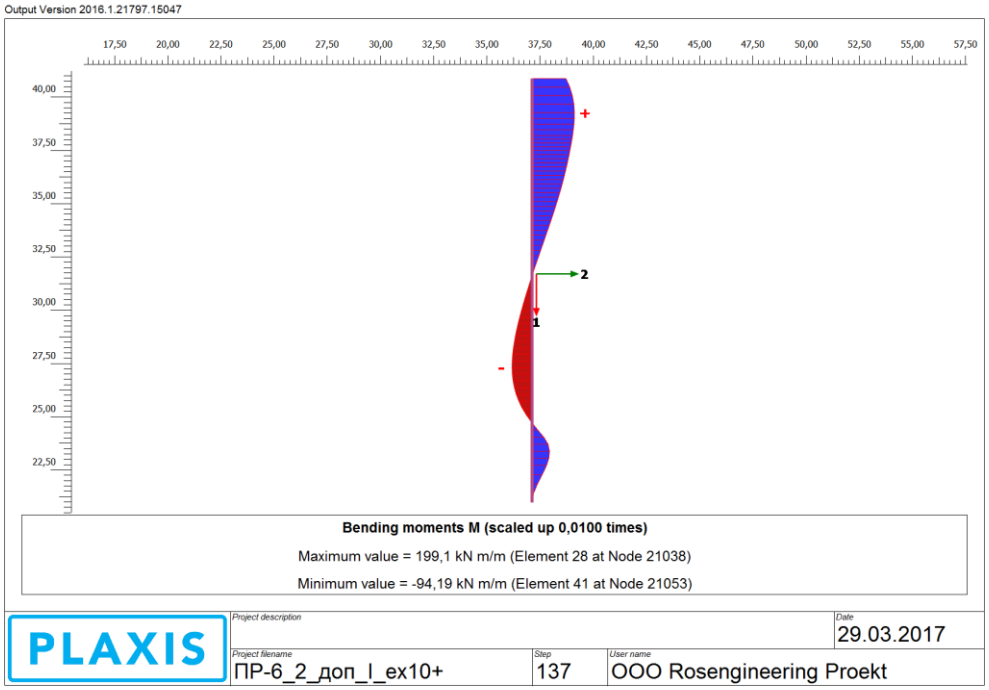


Рис. 6.696. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

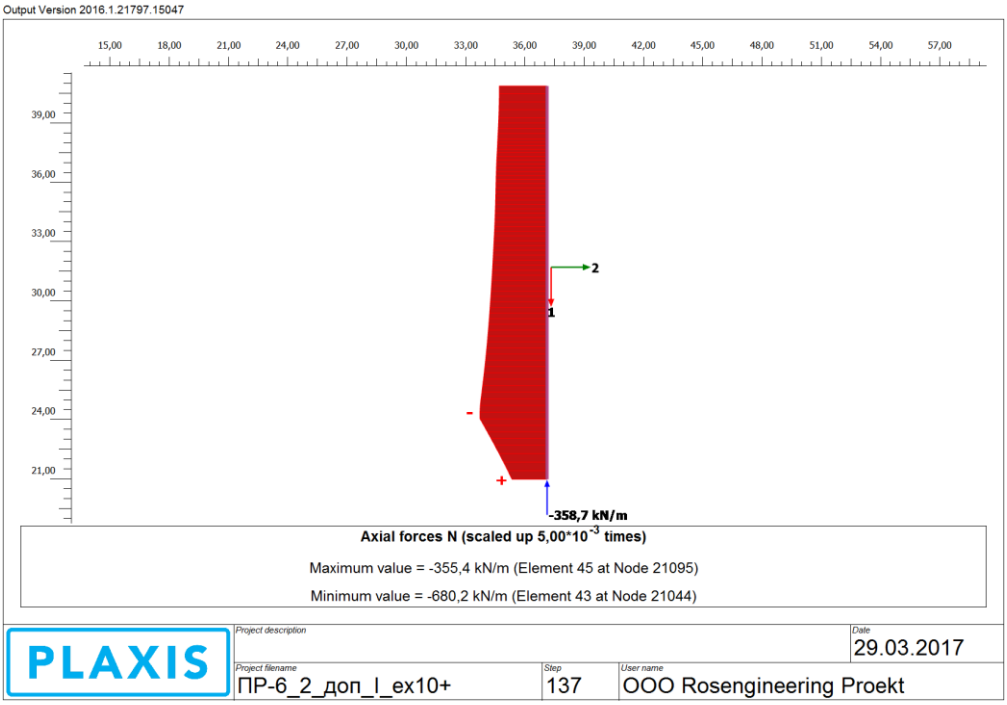


Рис. 6.697. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.167. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 нижний ярус при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-208,01	60,89	25,47

Подпорная стена СТ-15 верхний ярус

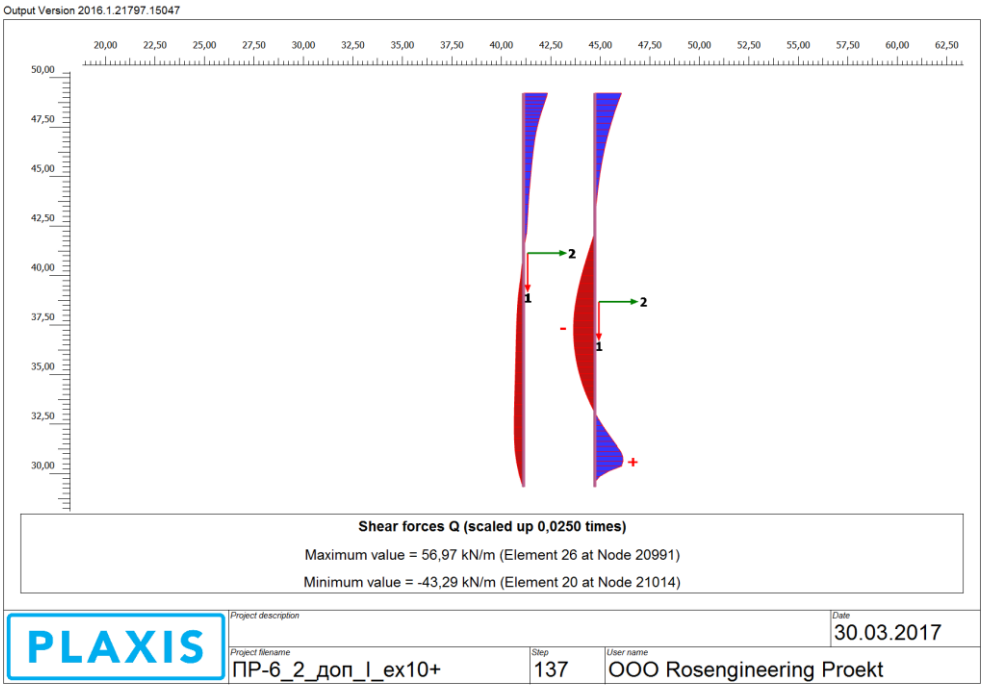


Рис. 6.698. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

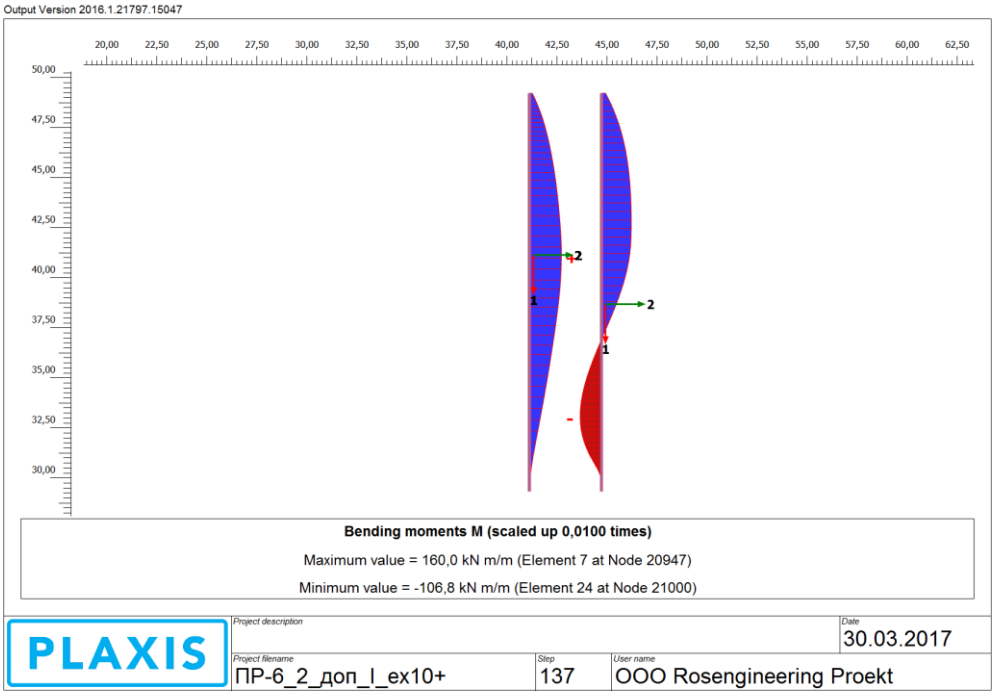


Рис. 6.699. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

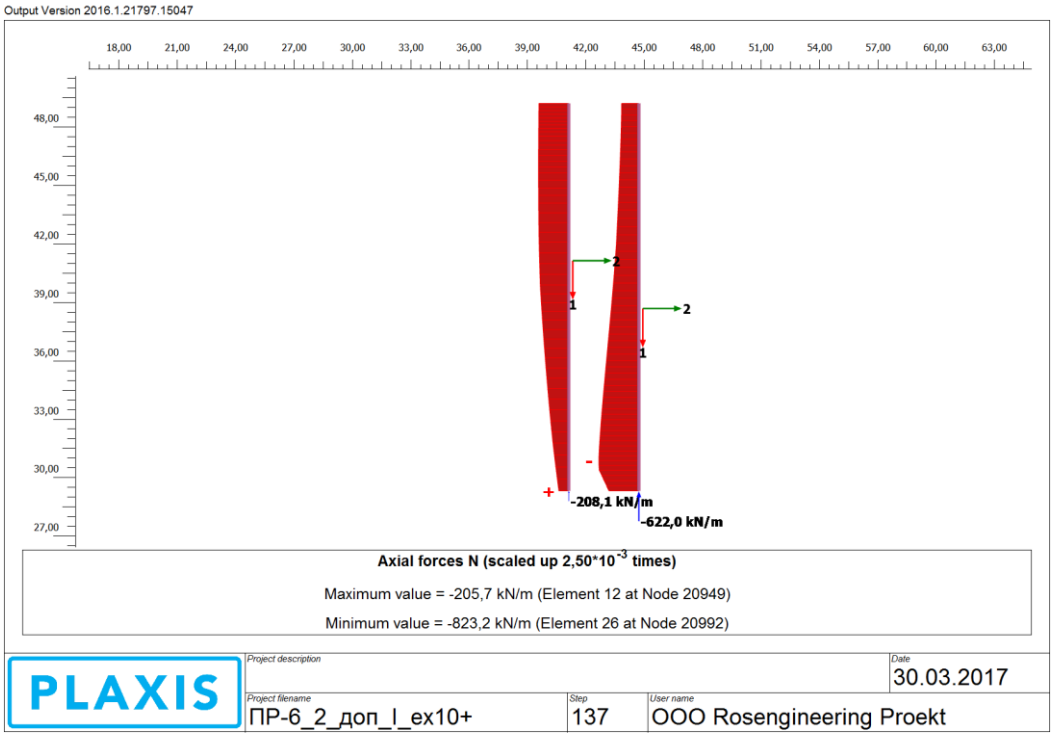


Рис. 6.700. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.168. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 верхний ярус при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1 (л)	1,02	20,0	3,0	-188,38	48,93	14,83
N2 (п)	1,02	20,0	3,0	-251,74	45,87	17,42

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

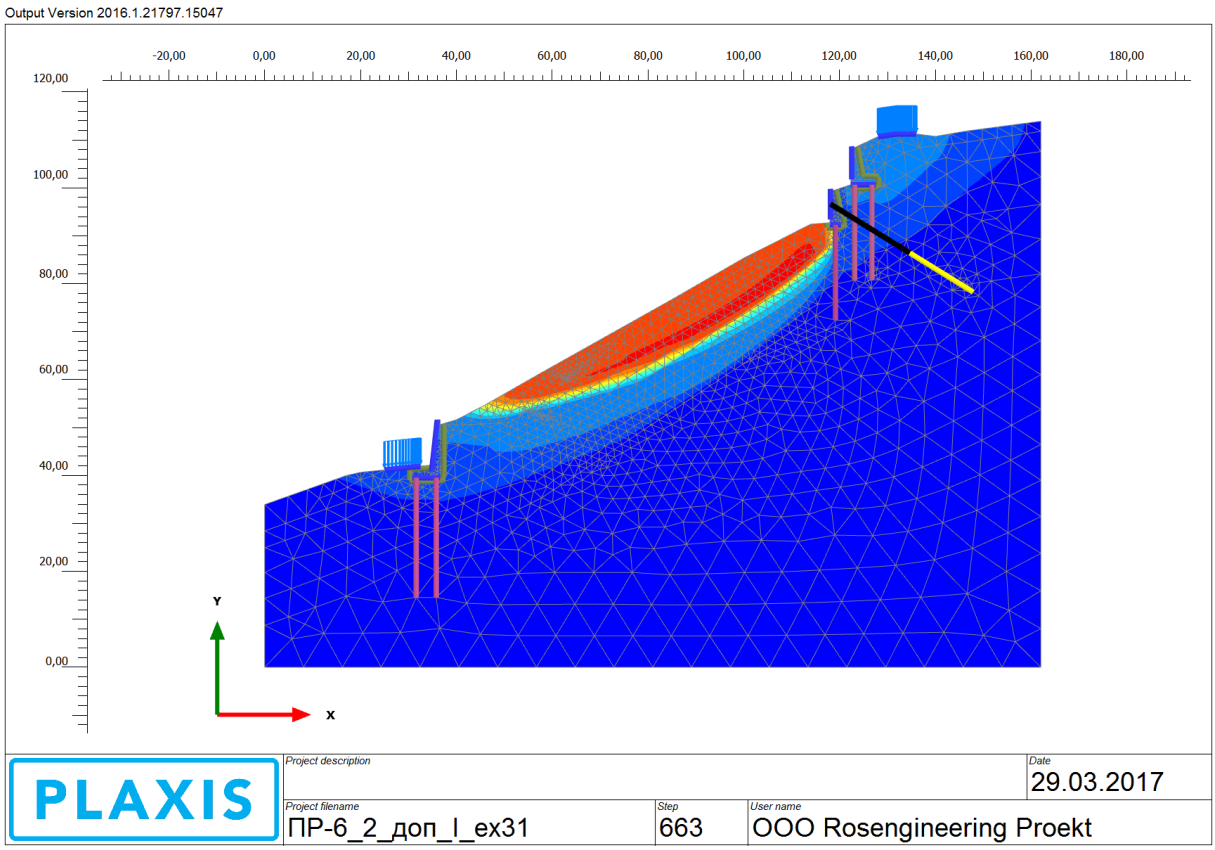


Рис. 6.701. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон неустойчив. K_{sf} =0,868 < K_{sfn} = 1,05. Требуются дополнительные мероприятия по противооползневой защите.

Подпорная стена СТ-10/5

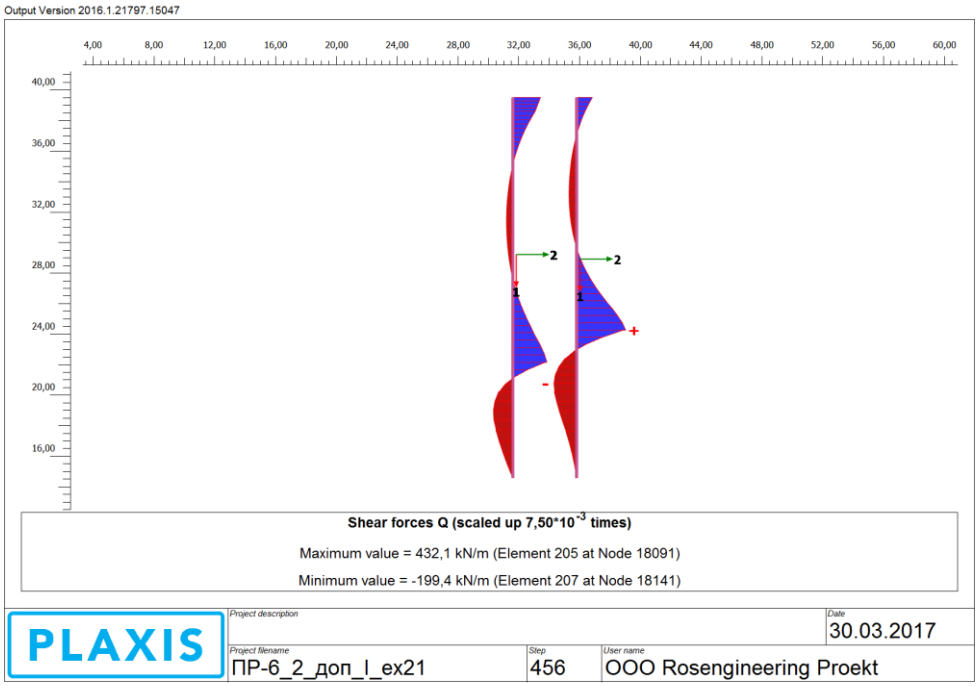


Рис. 6.702. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

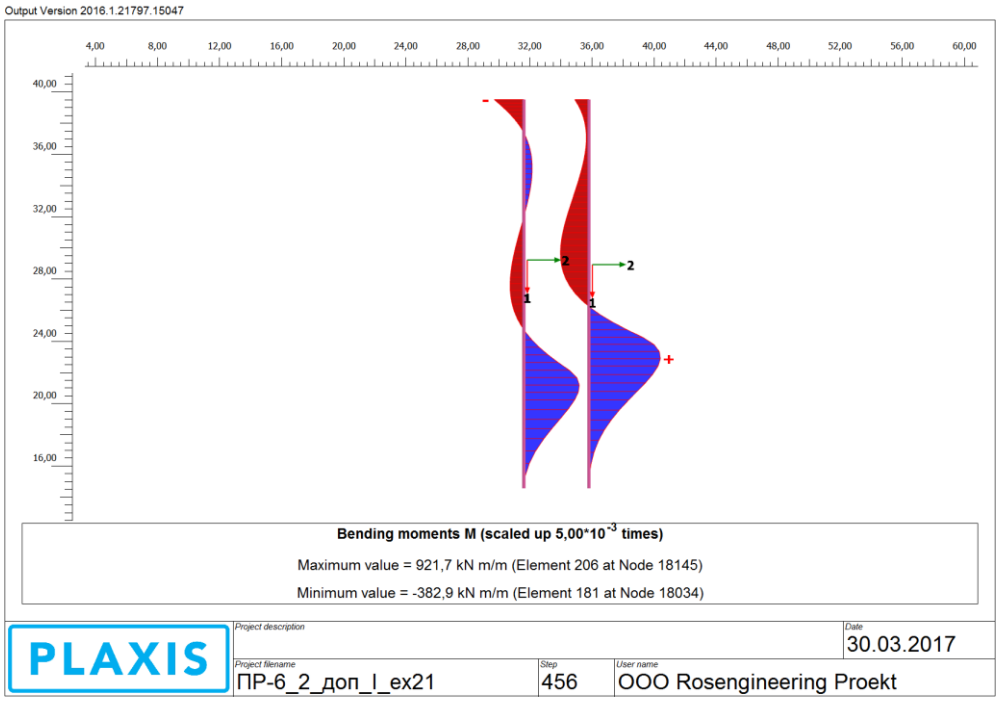


Рис. 6.703. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

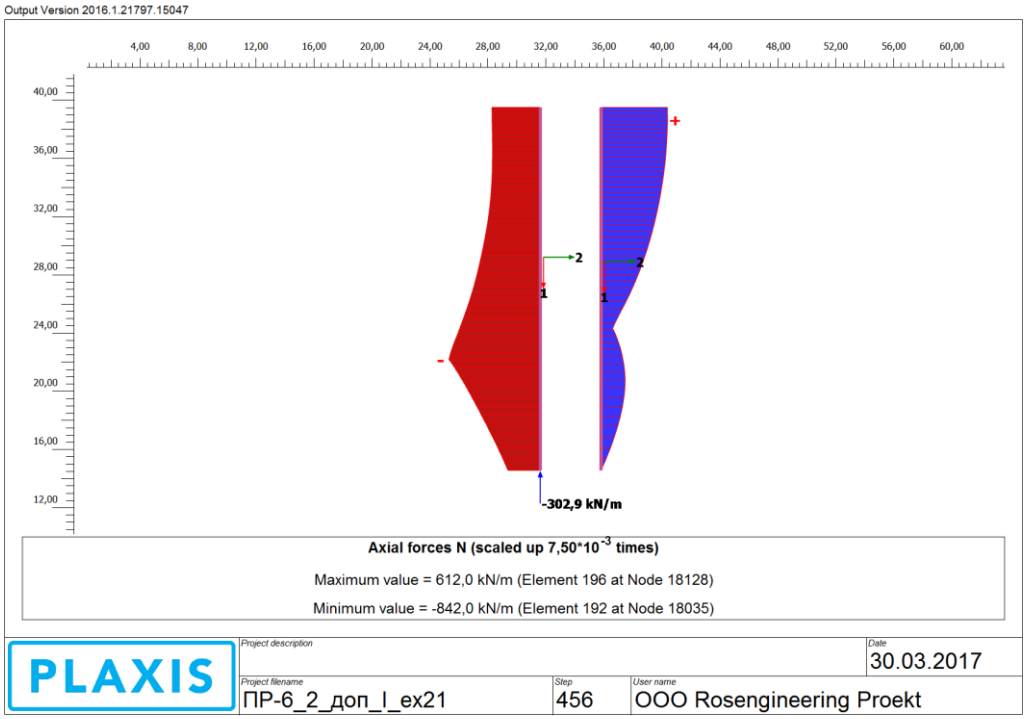


Рис. 6.704. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.169. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/5 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-257,49	218,78	91,47
N2(п)	1,02	25,0	3,0	187,16	281,87	132,14

Подпорная стена СТ-15 нижний ярус.

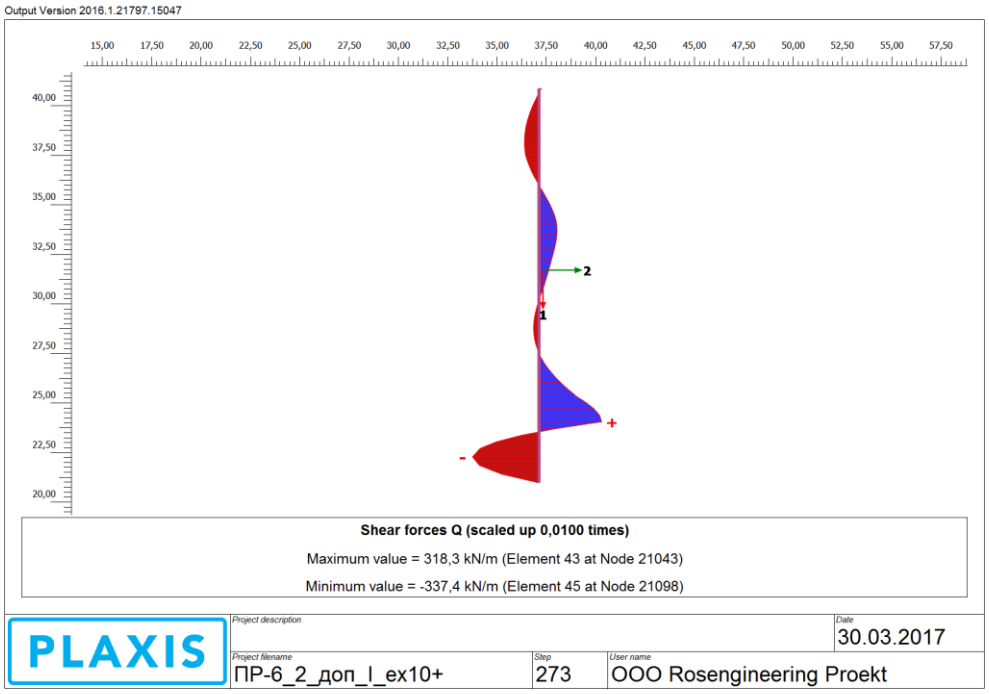


Рис. 6.705. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

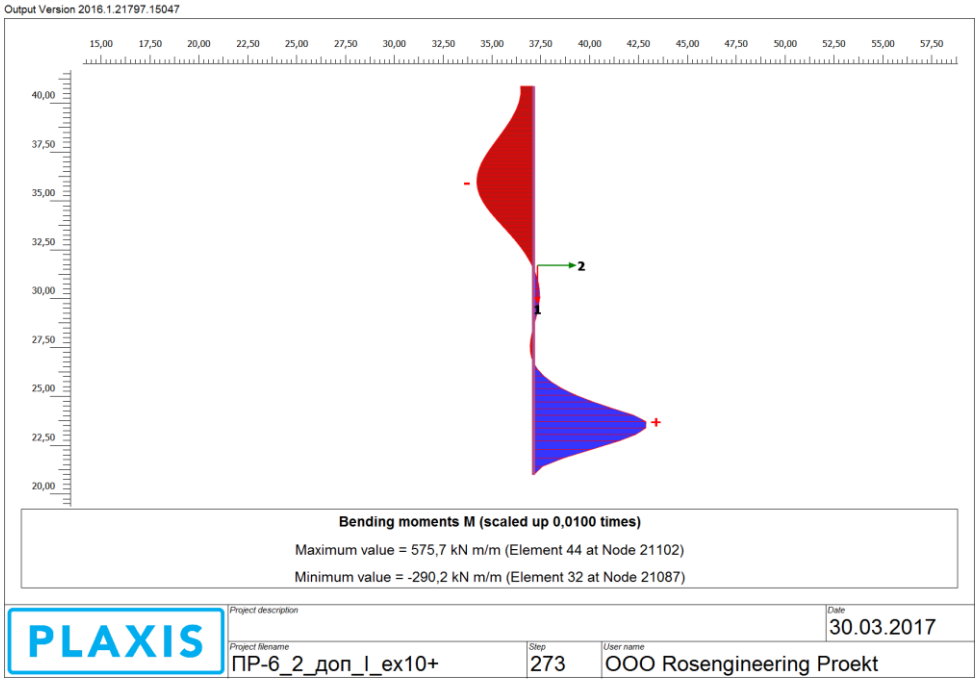


Рис. 6.706. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

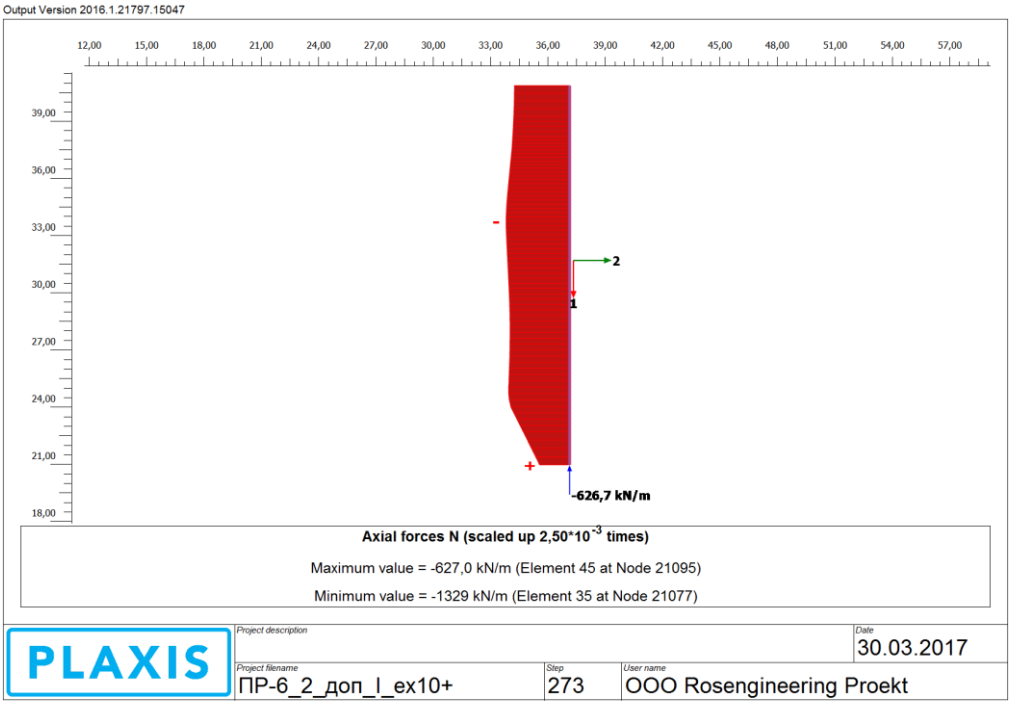


Рис. 6.707. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.170. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 нижний ярус при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-406,42	176,06	-103,18

Подпорная стена СТ-15 верхний ярус

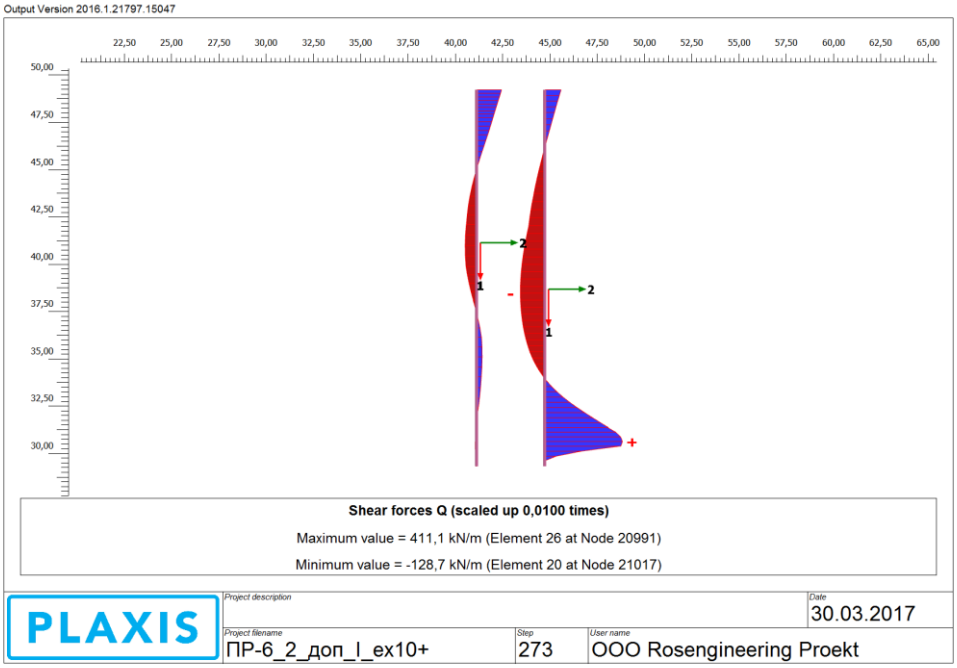


Рис. 6.708. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

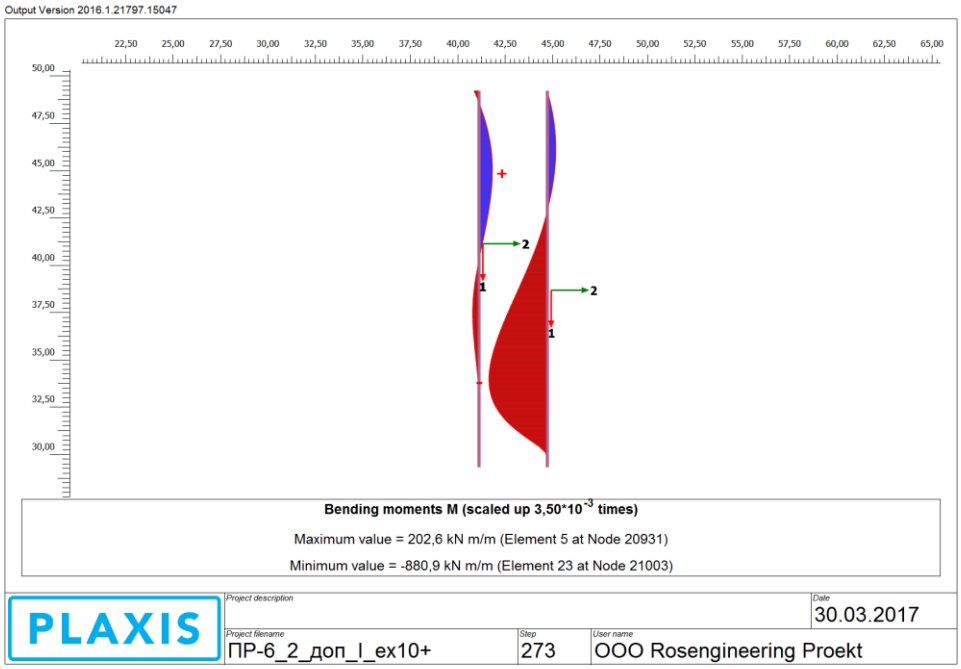


Рис. 6.709. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

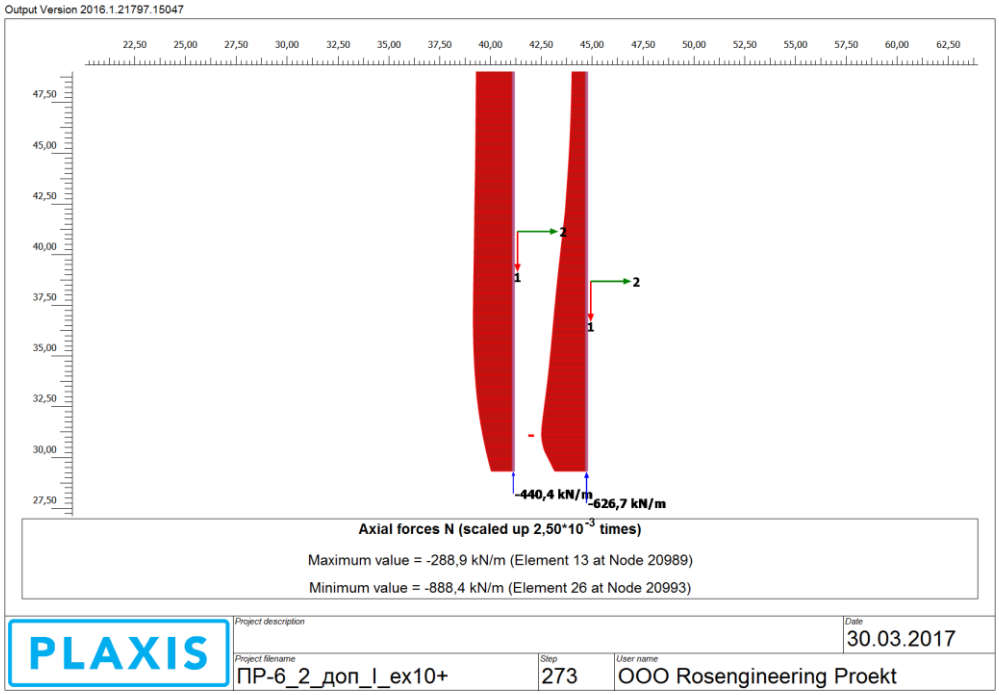


Рис. 6.710. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.171. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 верхний ярус при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-241,59	61,96	40,46
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-271,68	-269,39	125,72

Расчет конструкции свай СТ-10/5 по разрезу 12-12 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

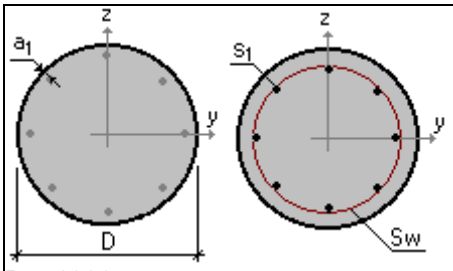
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

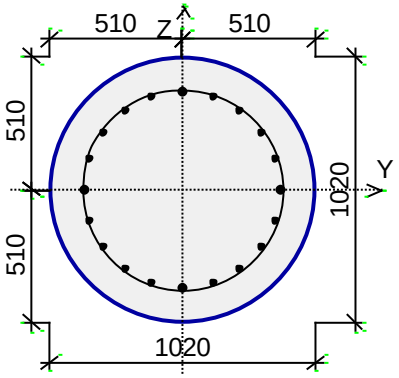
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	3,36	15,77	15,99	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,006
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,091
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,108
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,409

Коэффициент использования 0,409 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

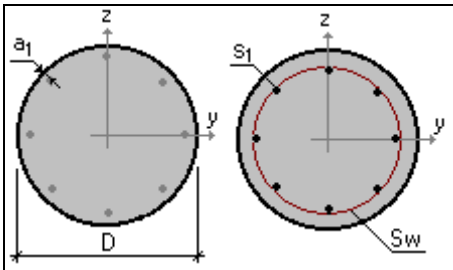
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

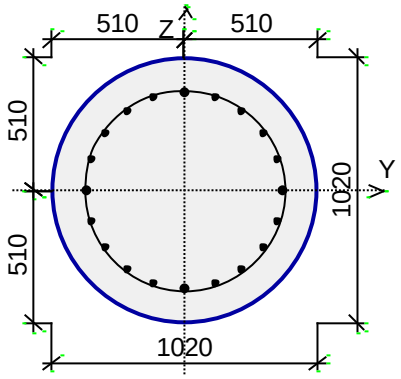
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	31,5	214,07	132,14	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,055
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	**1,206**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,962
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**3,423**

Коэффициент использования 3,423 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

Расчет конструкции свай СТ-15 нижний ярус по разрезу 12-12 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

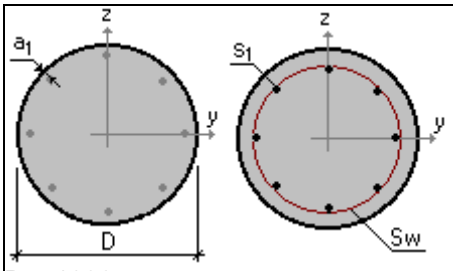
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

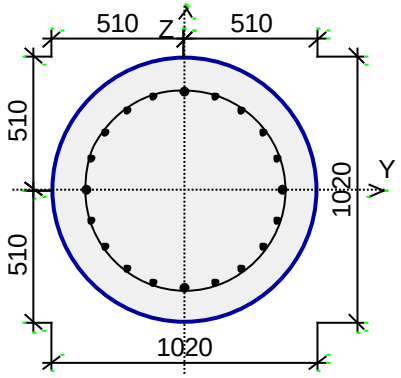
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9
γ_{b2}	учет характера разрушения	1

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-207,95	17,12	25,47	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,139
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,197
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,138
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,527
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,527 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

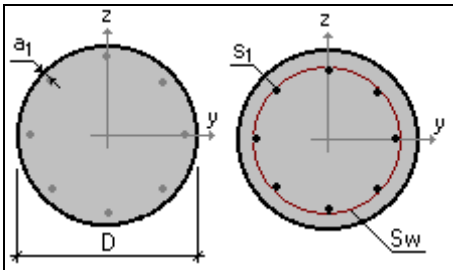
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

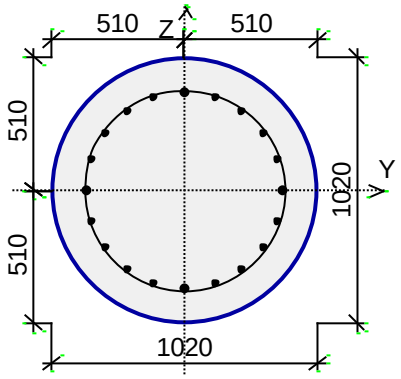
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-272	91,74	103,18	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,17
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,465
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,493
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,972**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,972 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

Расчет конструкции свай СТ-15 верхний ярус по разрезу 12-12 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

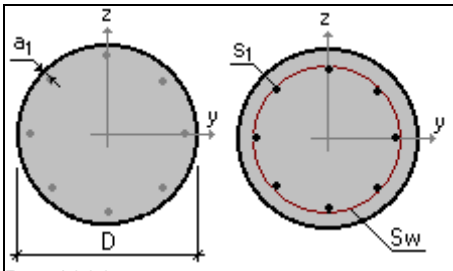
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

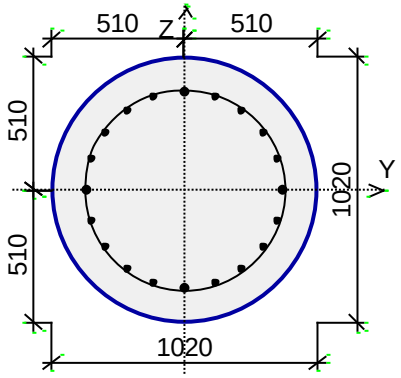
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-251	9,48	17,42	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,168
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,21
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,092
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,353
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,353 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

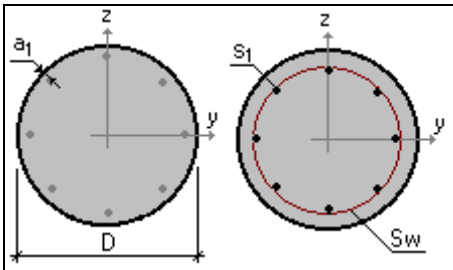
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

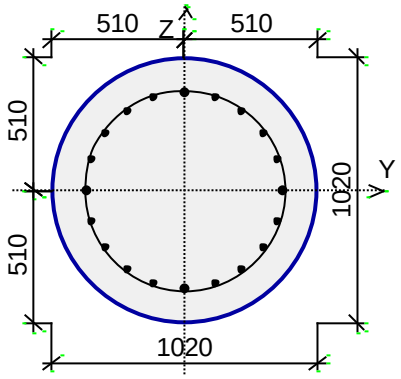
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-265	98	125,72	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,166
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,483
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,601
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**2,403**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 2,403 - Прочность по наклонному сечению

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок, необходимы дополнительные мероприятия по усилению подпорной стены.

6.14.2 Расчет разреза 12-12 с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорной стены

Расчет разреза 12-12 в программе Plaxis 2D

Основное сочетание нагрузок

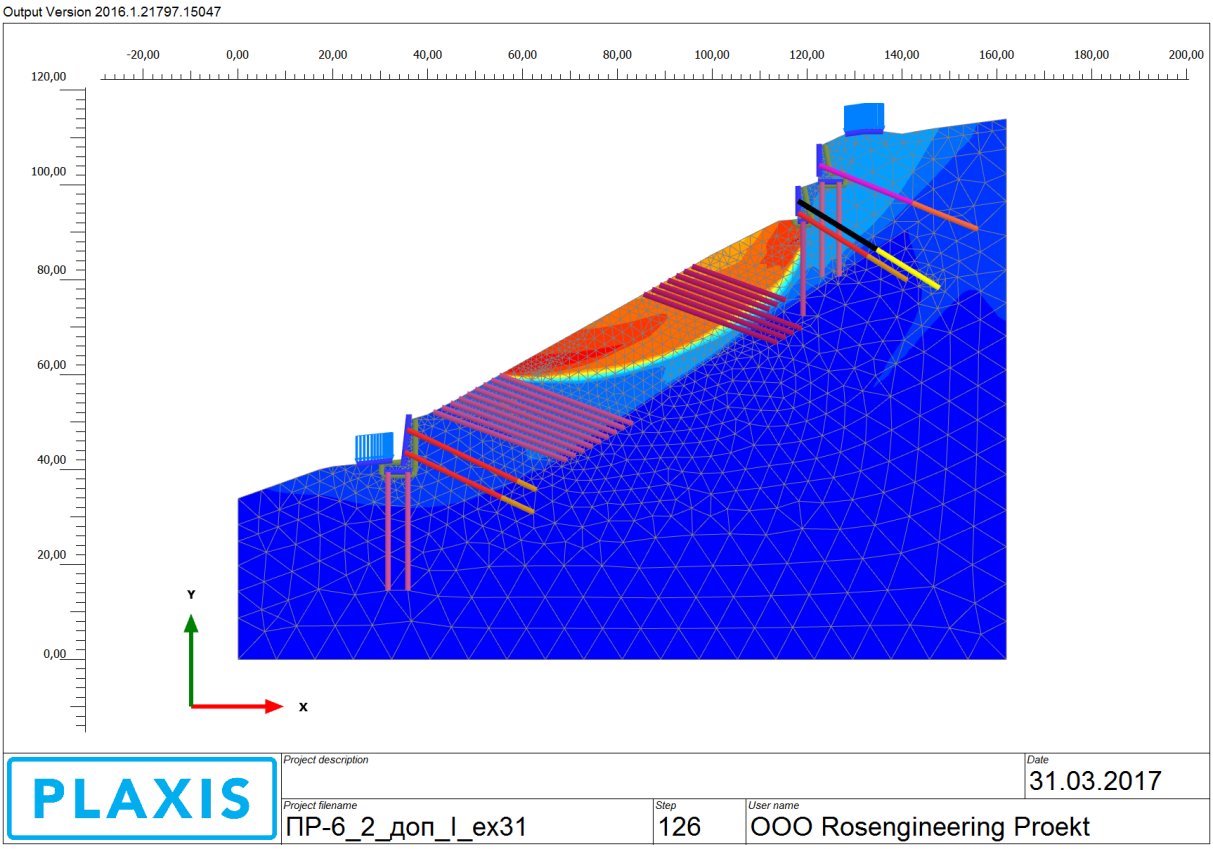


Рис. 6.711. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,348 > K_{sfn} = 1,11.

Подпорная стена СТ-10/5

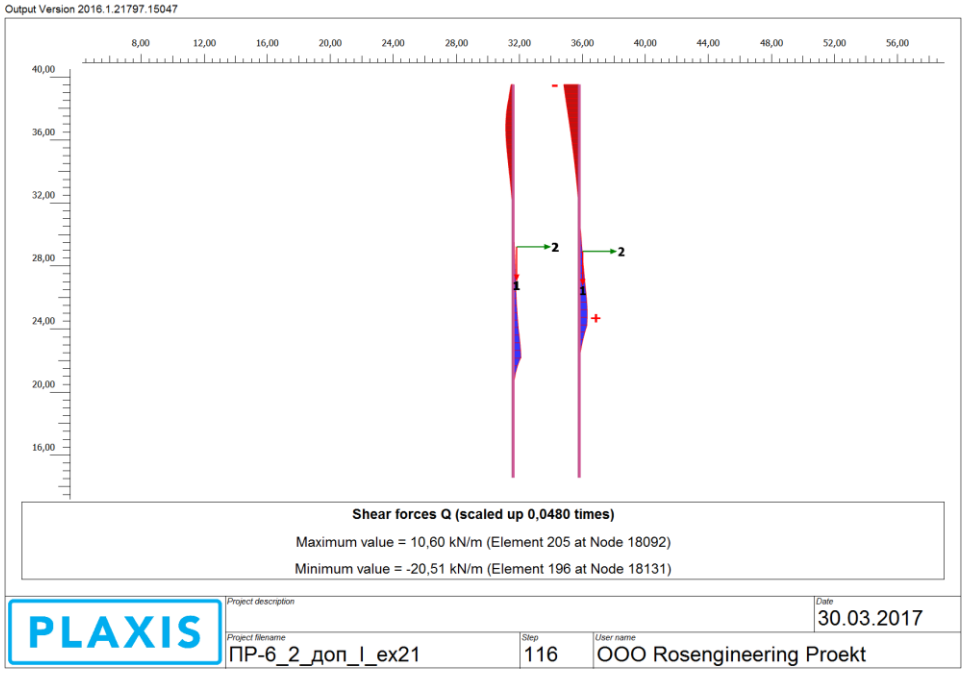


Рис. 6.712. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

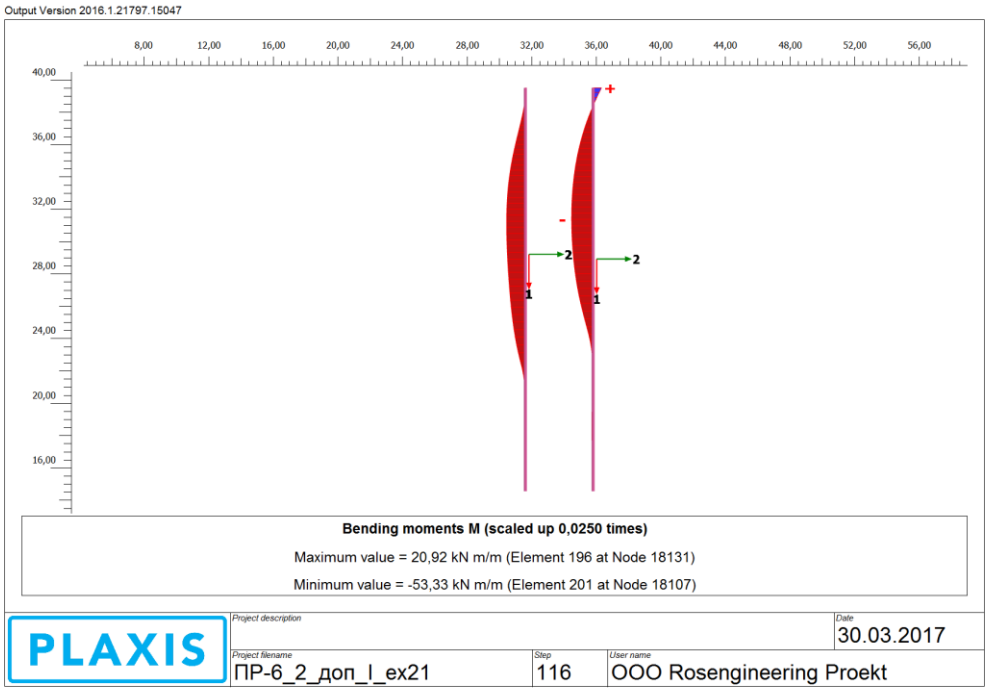


Рис. 6.713. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

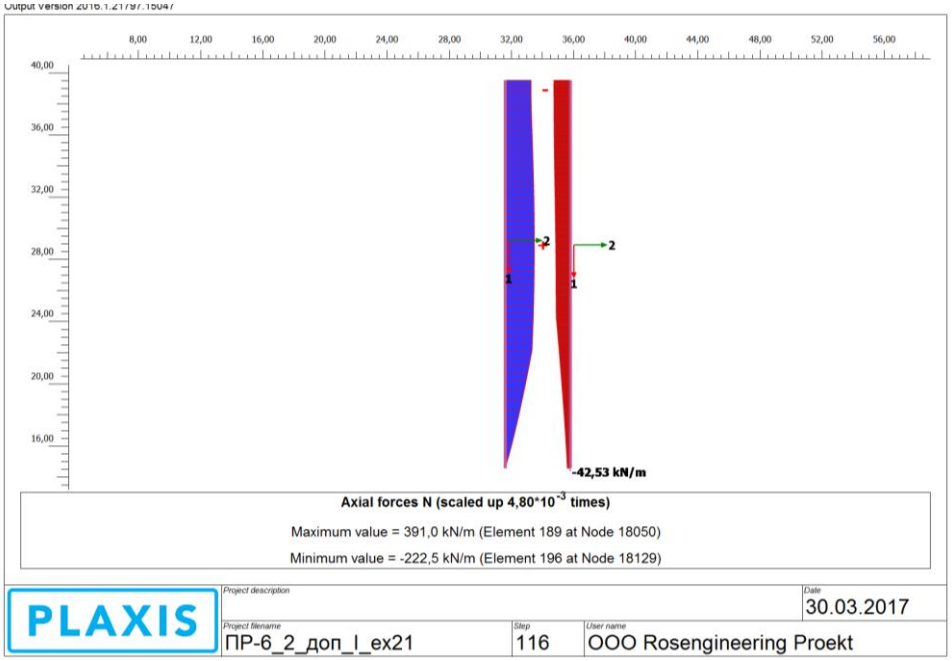


Рис. 6.714. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.172. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/5 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	119,57	-14,37	3,36
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-68,04	-16,31	-6,27

Таблица 6.173. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-10/5 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, Т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	76,45	1,5	76,45	103/78	30,0
A2(н)	76,45	1,5	76,45	103/78	30,0

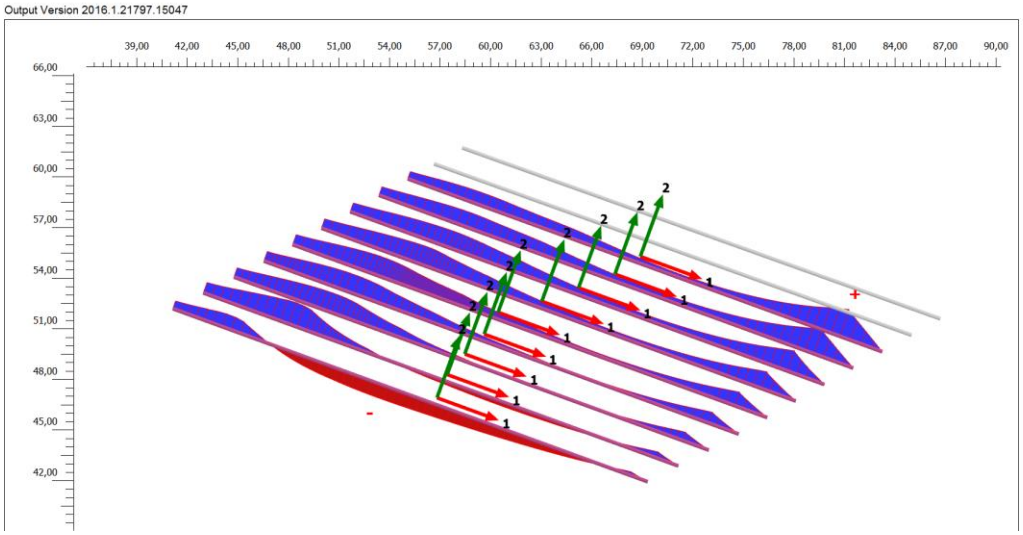


Рис. 6.715. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерного поля №14 (около СТ-10/1) при основном сочетании нагрузок. Nmax=61,61 кН/м

Таблица 6.174. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №14 (около СТ-10/1) при основном сочетании нагрузок

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №14 (около СТ-10/1)	А1(в)	1,5	9,42	52/26	30,0
	А2	1,5	8,81	52/26	30,0
	А3	1,5	7,89	52/26	30,0
	А4	1,5	7,28	52/26	30,0
	А5	1,5	7,43	52/26	30,0
	А6	1,5	7,13	52/26	30,0
	А7	1,5	7,28	52/26	30,0
	А8	1,5	8,20	52/26	30,0
	А9(н)	1,5	6,06	52/26	30,0

Подпорная стена СТ-15 нижний ярус

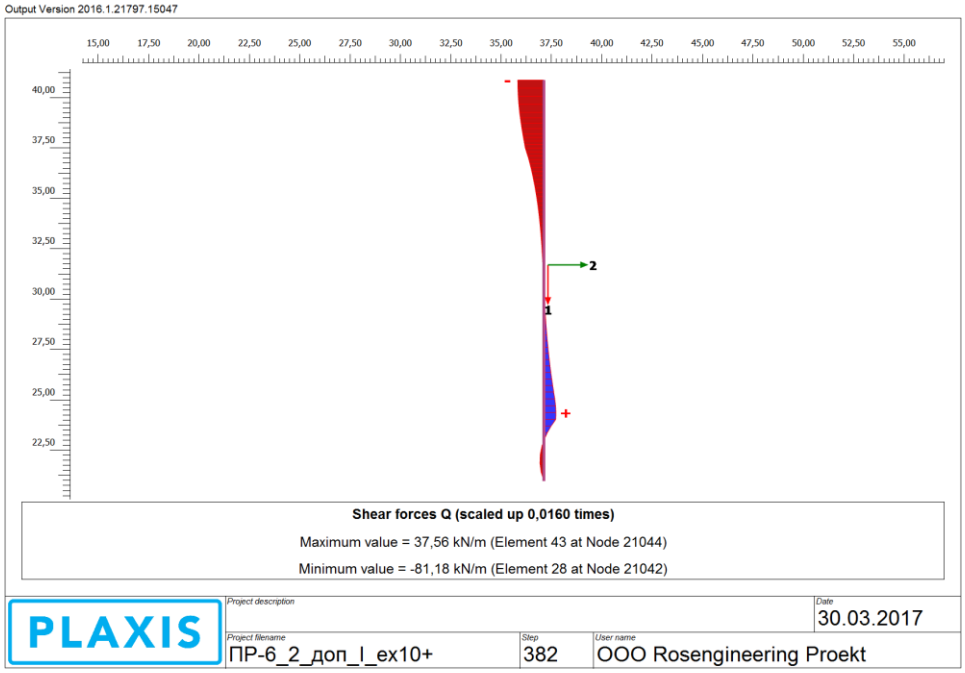


Рис. 6.716. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

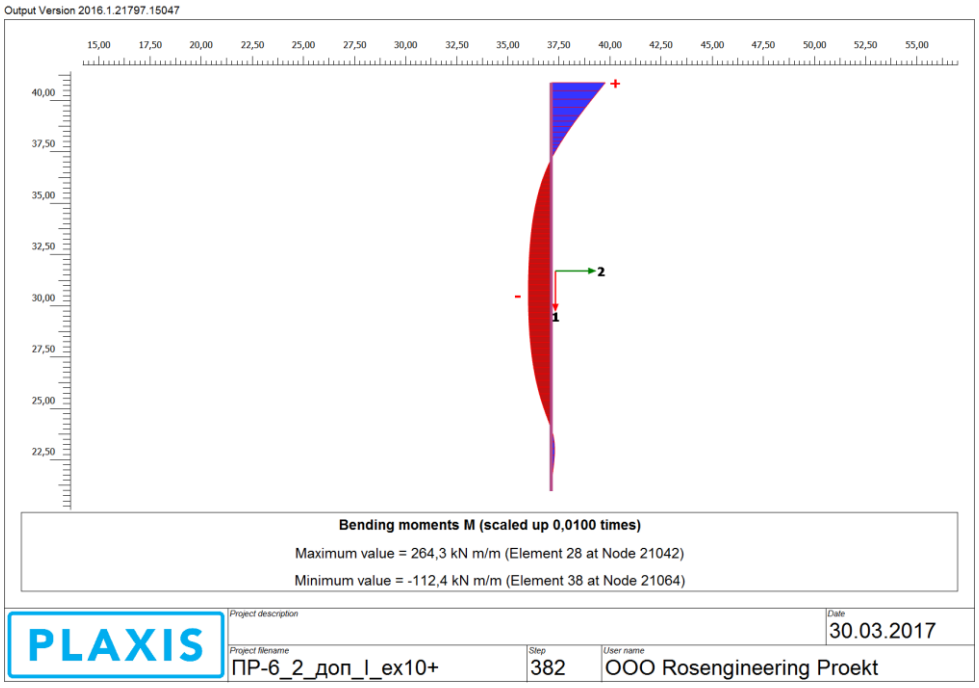


Рис. 6.717. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

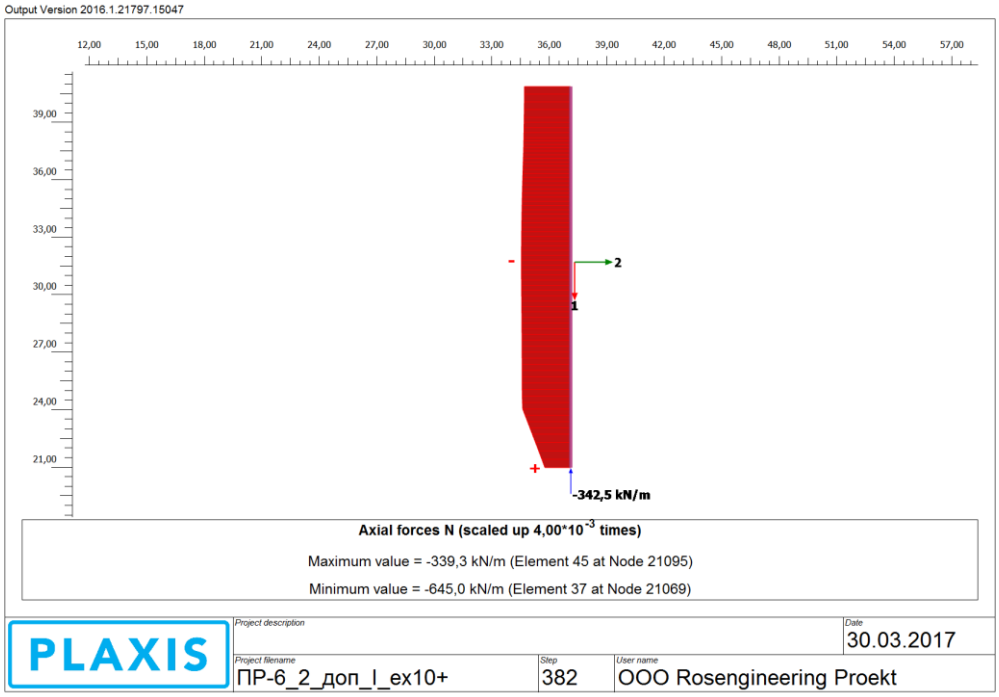


Рис. 6.718. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.175. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 нижний ярус при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-197,25	80,83	-24,83

Таблица 6.176. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-15 нижний ярус при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1	91,74	1,5	91,74	103/78	24,0

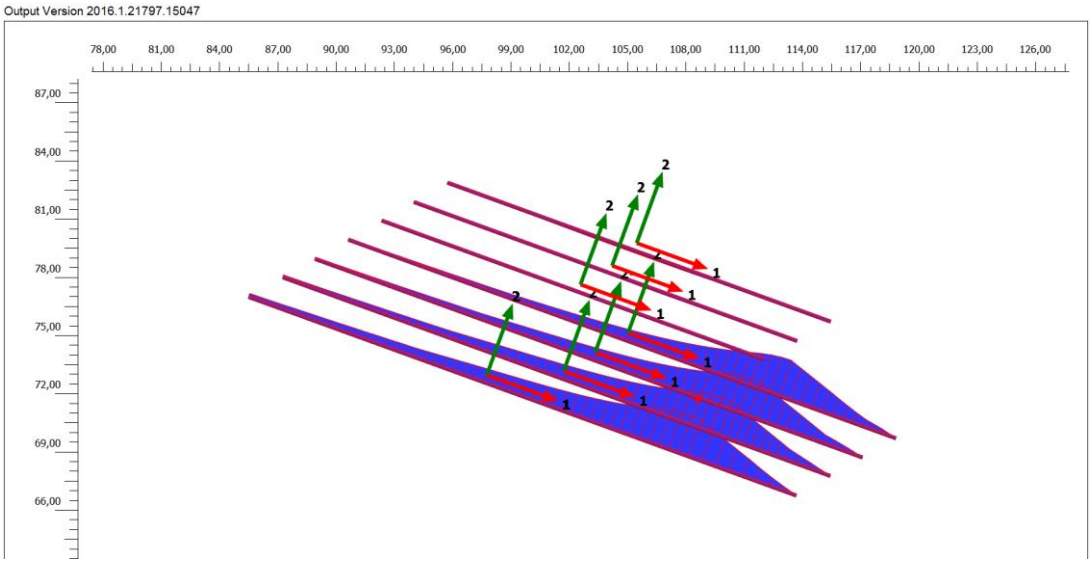


Рис. 6.719. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерного поля №15 (около СТ-10/1) при основном сочетании нагрузок. Nmax=100,65 кН/м

Таблица 6.177. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №15 (около СТ-10/1) при основном сочетании нагрузок

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №15 (около СТ-10/1)	А1(в)	1,5	3,92	40/16	21,0
	А2	1,5	3,62	40/16	21,0
	А3	1,5	3,46	40/16	21,0
	А4	1,5	14,93	52/26	30,0
	А5	1,5	14,32	52/26	30,0
	А6	1,5	14,47	52/26	30,0
	А7(н)	1,5	15,39	52/26	30,0

Подпорная стена СТ-15 верхний ярус

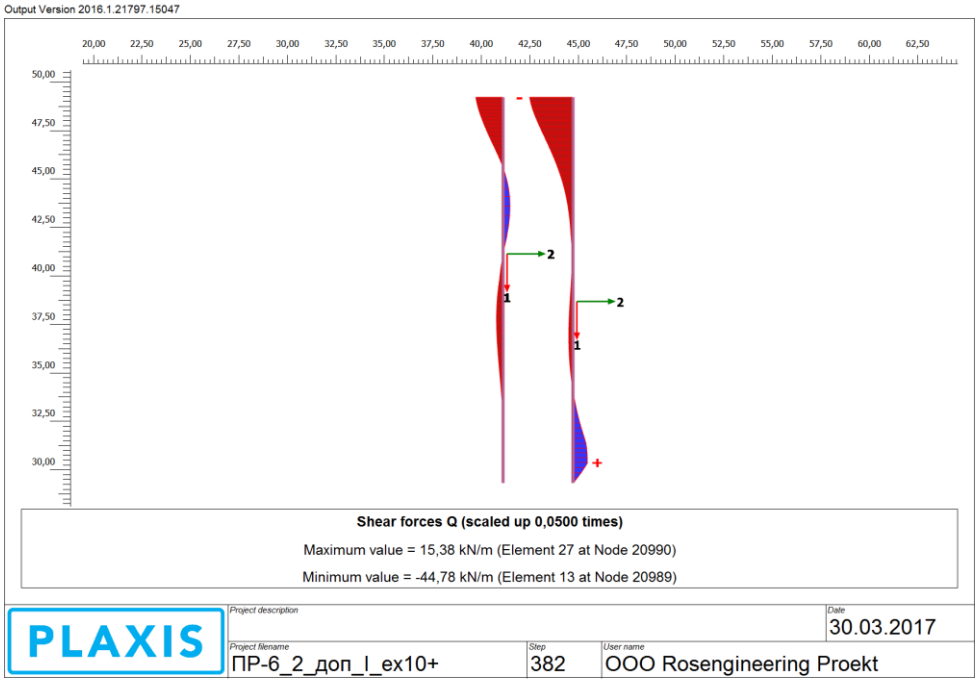


Рис. 6.720. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

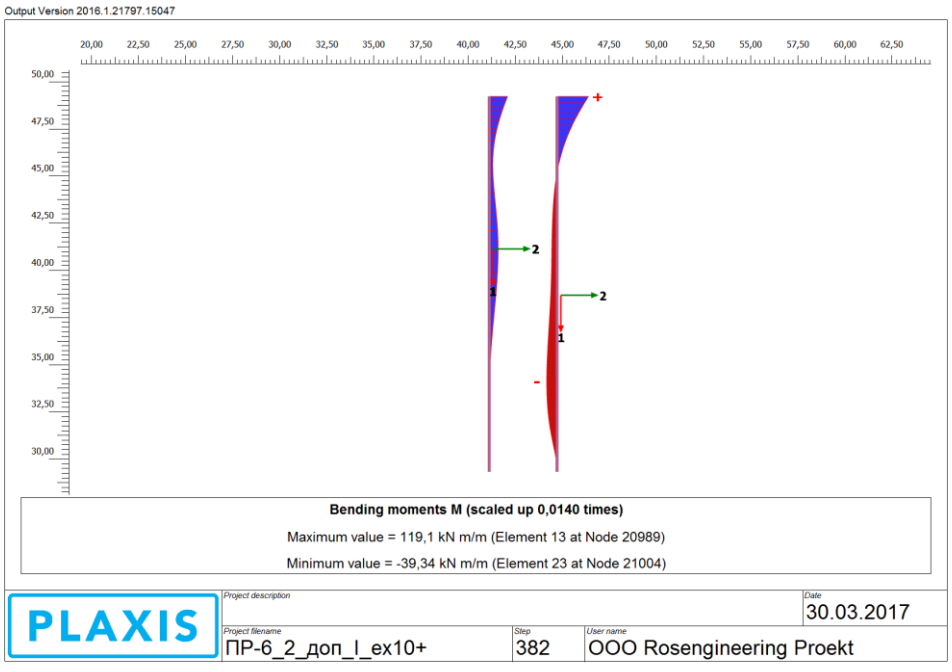


Рис. 6.721. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

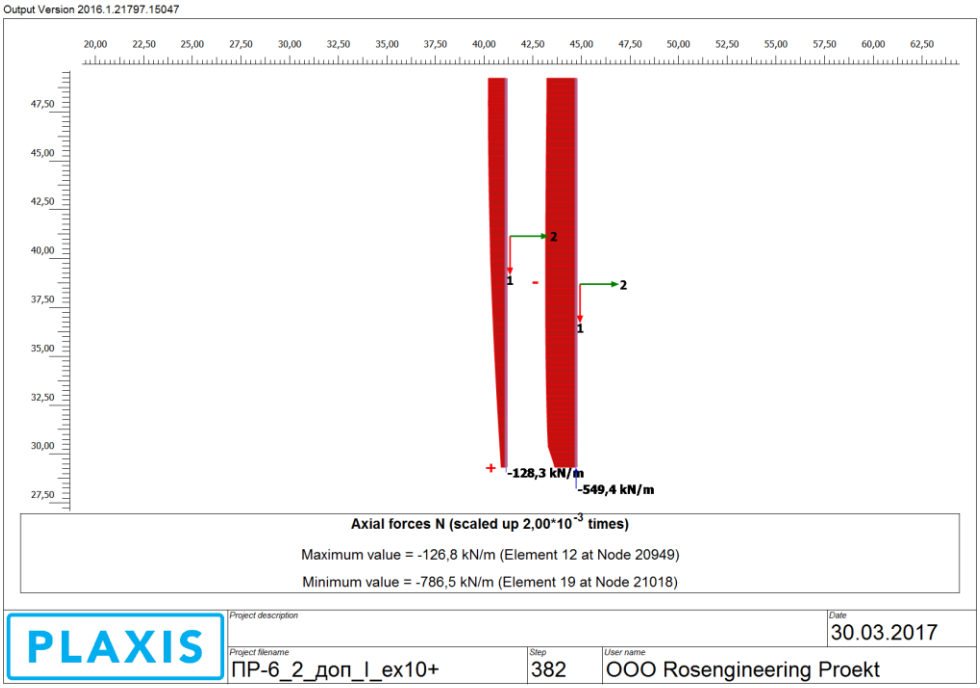


Рис. 6.722. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.178. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 верхний ярус при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-139,76	21,41	-8,87
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-240,52	36,42	-13,69

Таблица 6.179. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-15 верхний ярус при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1	91,74	1,5	91,74	103/78	33,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

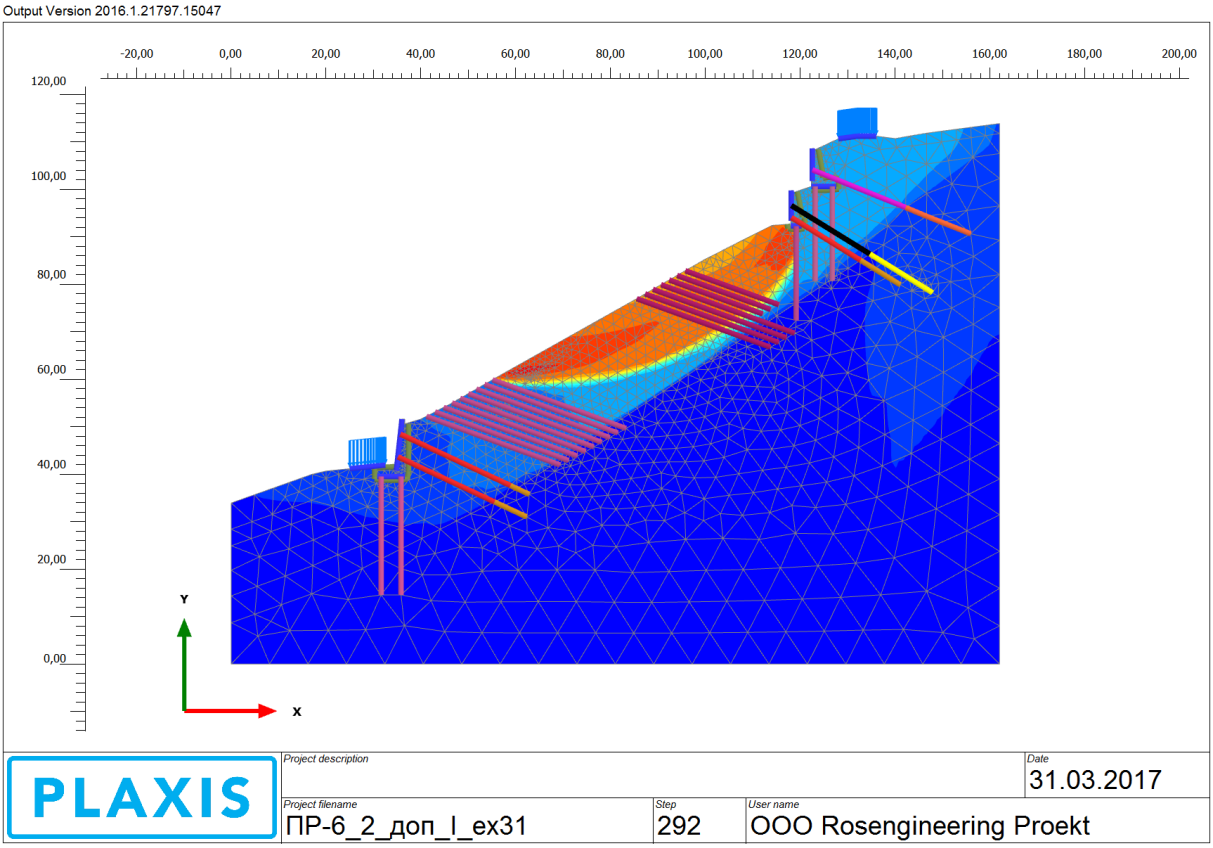


Рис. 6.723. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,098 > K_{sfn} = 1,05.

Подпорная стена СТ-10/5

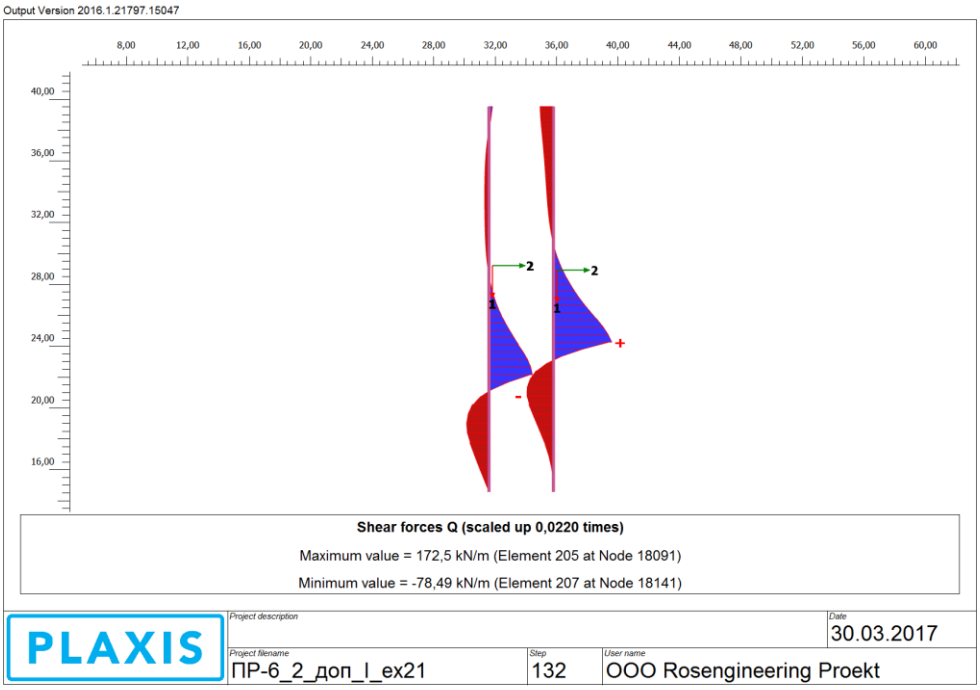


Рис. 6.724. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

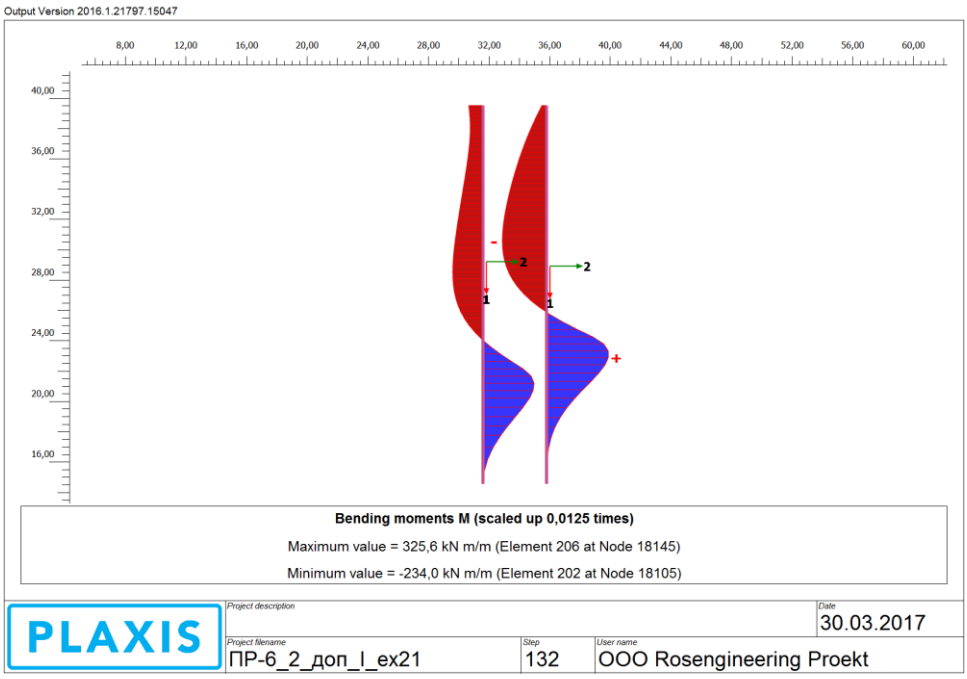


Рис. 6.725. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

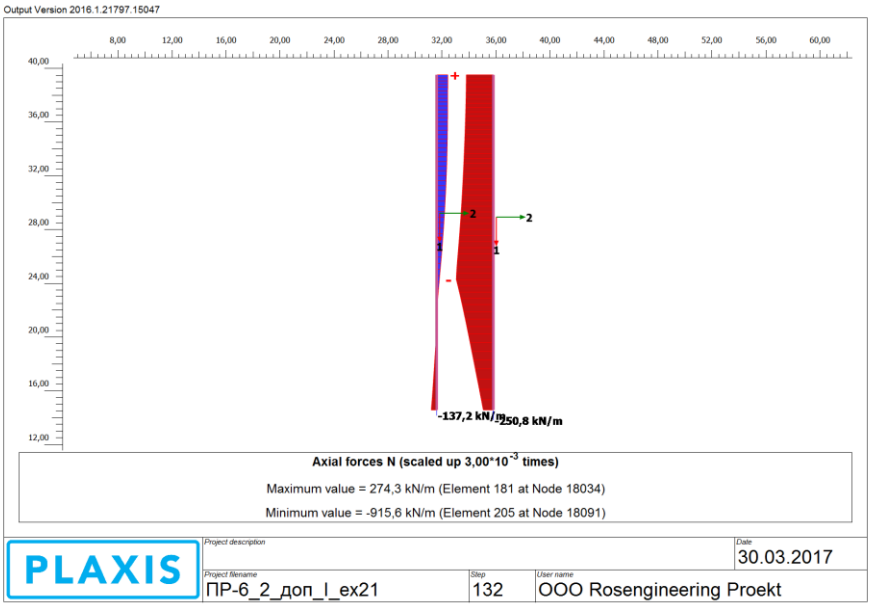


Рис. 6.726. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.180. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/5 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	83,88	82,57	39,14
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-280,00	99,57	51,75

Таблица 6.181. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-10/5 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(в)	97,97	1,5	103/78	30,0
A2(н)	110,71	1,5	103/78	30,0

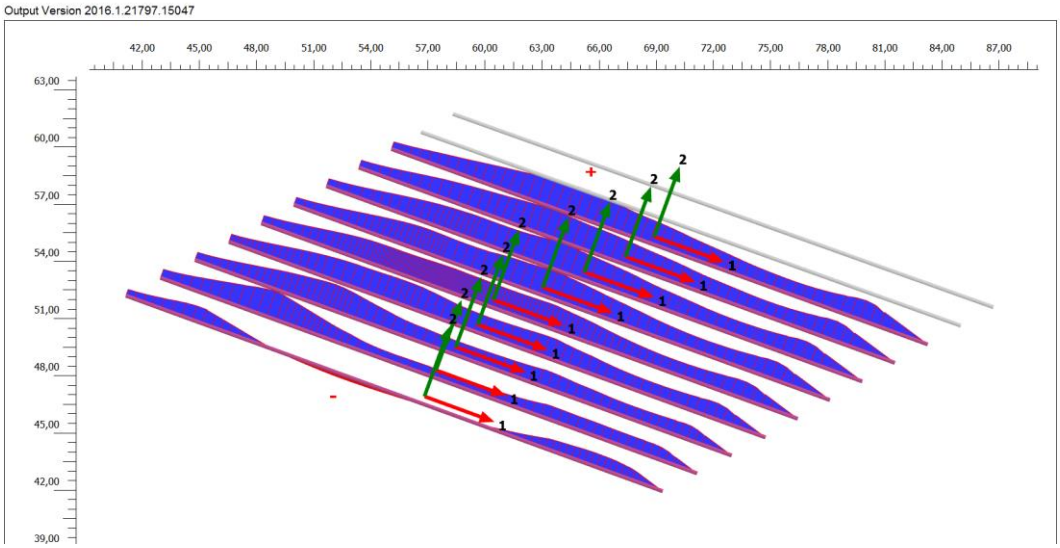


Рис. 6.727. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерного поля №14 (около СТ-10/1) при особом сочетании нагрузок. Nmax=160,49 кН/м

Таблица 6.182. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №14 (около СТ-10/1) при особом сочетании нагрузок

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №14 (около СТ-10/1)	А1(в)	1,5	24,54	52/26	30,0
	А2	1,5	23,86	52/26	30,0
	А3	1,5	24,09	52/26	30,0
	А4	1,5	23,71	52/26	30,0
	А5	1,5	22,51	52/26	30,0
	А6	1,5	22,59	52/26	30,0
	А7	1,5	23,13	52/26	30,0
	А8	1,5	23,71	52/26	30,0
	А9(н)	1,5	20,96	52/26	30,0

Подпорная стена СТ-15 нижний ярус

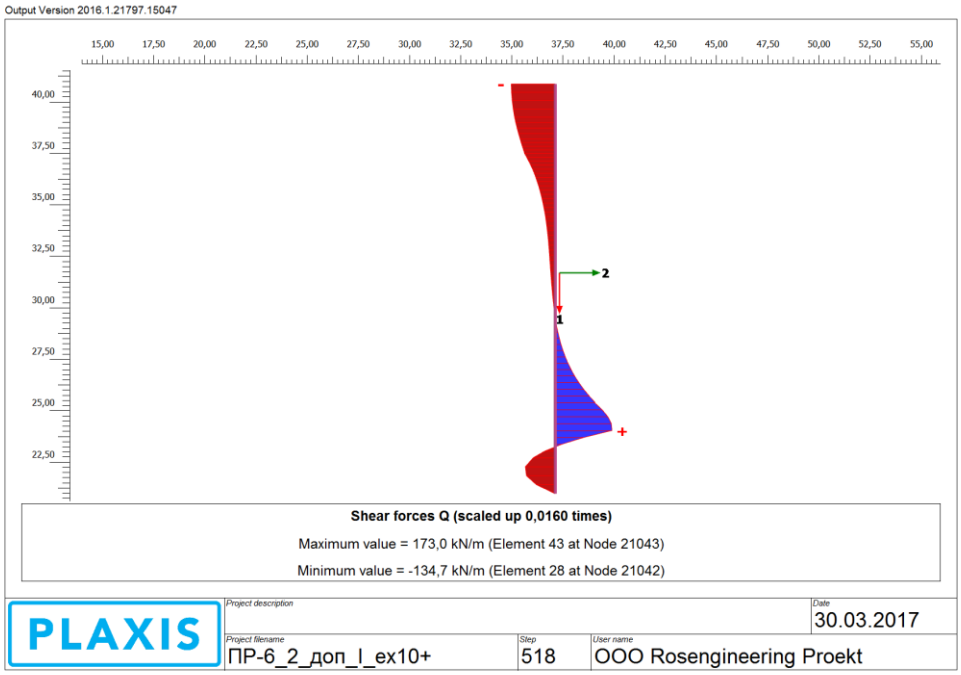


Рис. 6.728. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

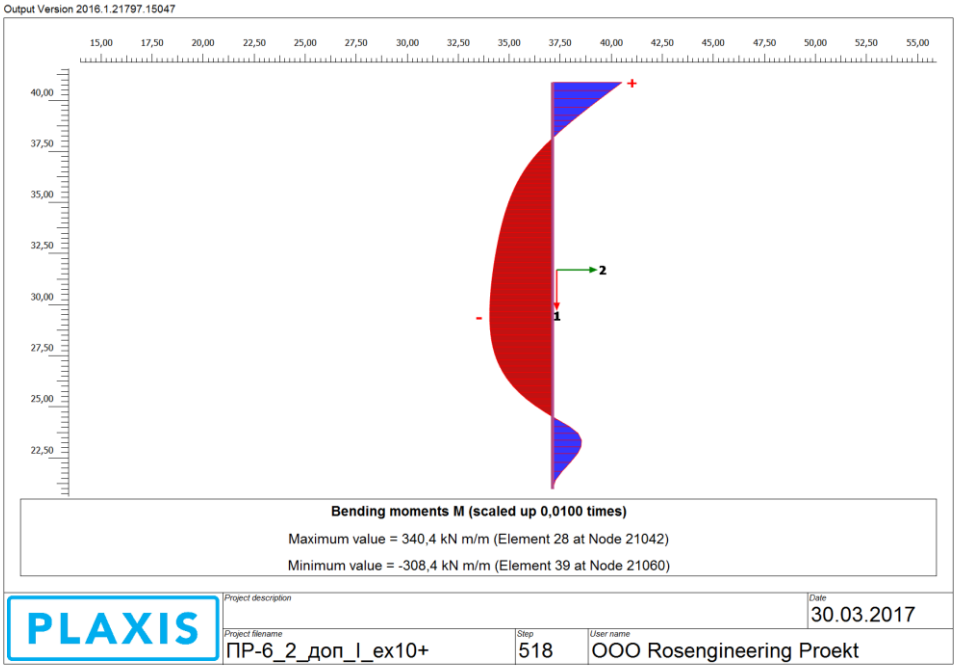


Рис. 6.729. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

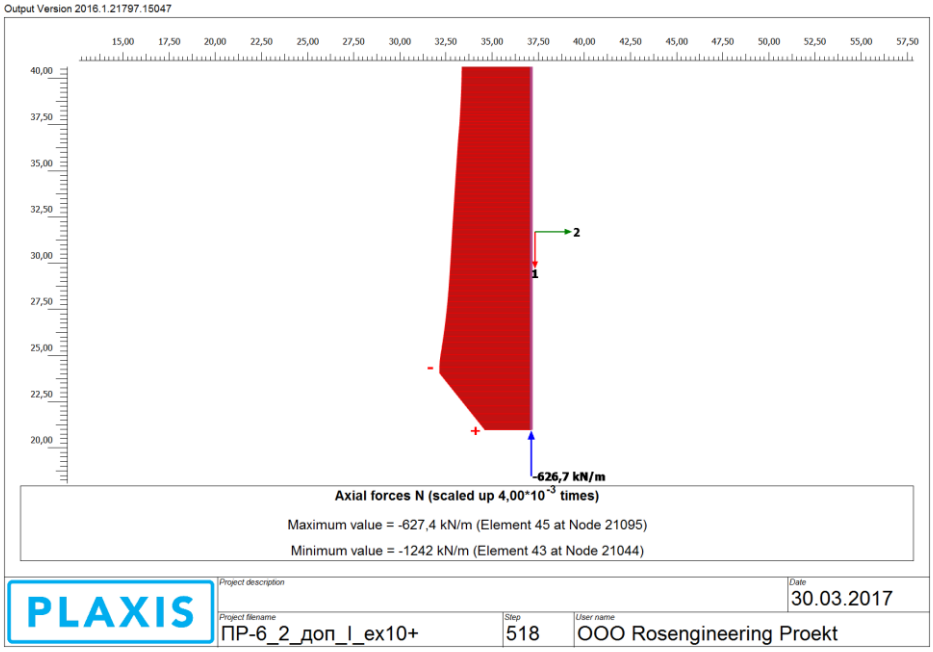


Рис. 6.730. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.183. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 нижний ярус при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-379,82	104,10	51,90

Таблица 6.184. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-15 нижний ярус при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1	126,13	1,5	103/78	24,0

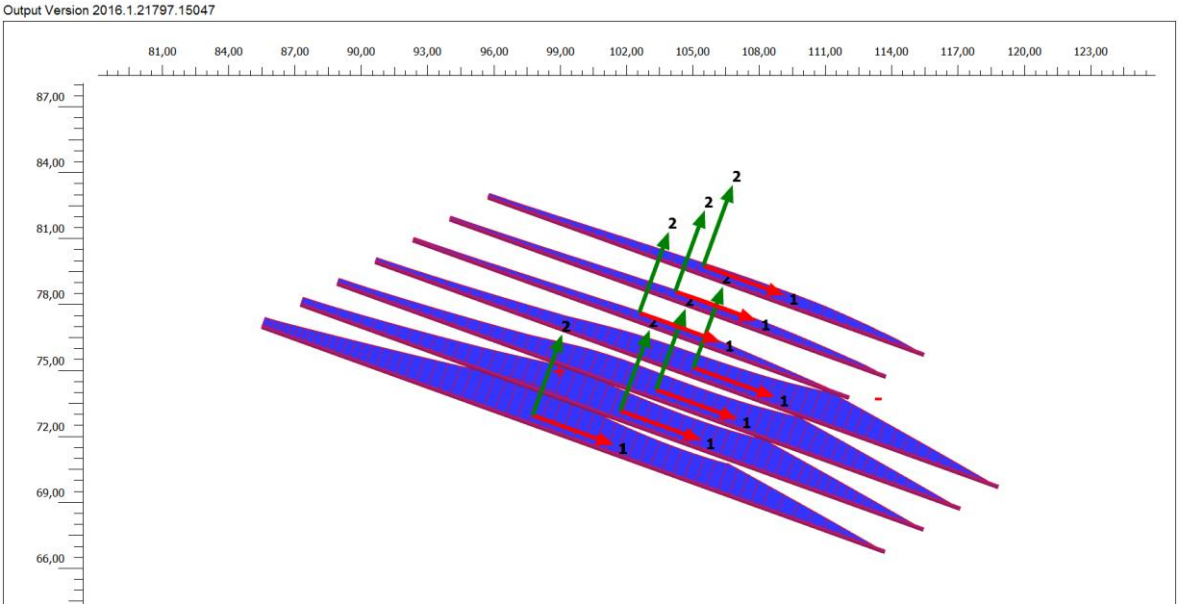


Рис. 6.731. Эпюры продольных сил N в грунтовых анкерах Анкерного поля №15 (около СТ-10/1) при особом сочетании нагрузок. Nmax=224,0 кН/м

Таблица 6.185. Усилия в грунтовых анкерах Анкерного поля №15 (около СТ-10/1) при особом сочетании нагрузок

	№ ряда анкеров	Шаг, м	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
Анкерное поле №15 (около СТ-10/1)	А1(в)	1,5	17,18	40/16	21,0
	А2	1,5	16,12	40/16	21,0
	А3	1,5	15,96	40/16	21,0
	А4	1,5	30,89	52/26	30,0
	А5	1,5	30,58	52/26	30,0
	А6	1,5	30,28	52/26	30,0
	А7(н)	1,5	34,25	52/26	30,0

Подпорная стена СТ-15 верхний ярус

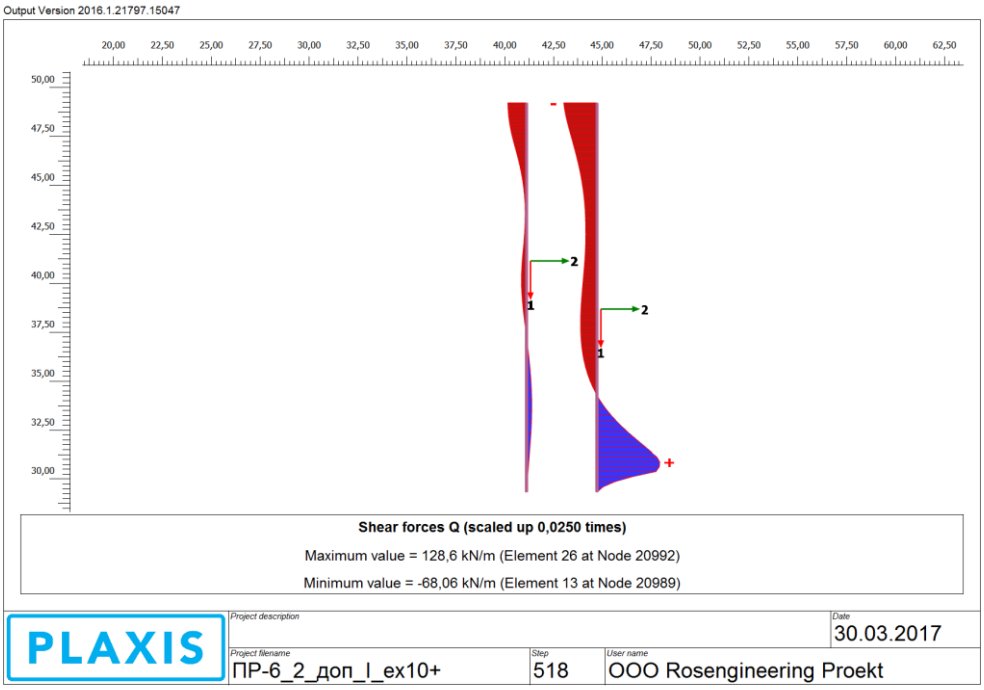


Рис. 6.732. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

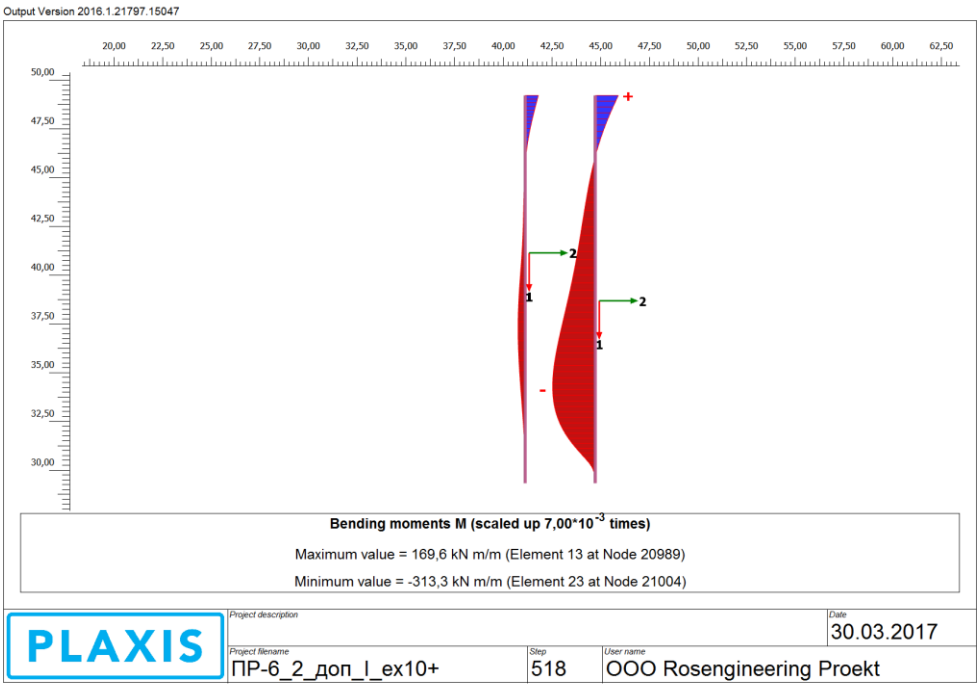


Рис. 6.733. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

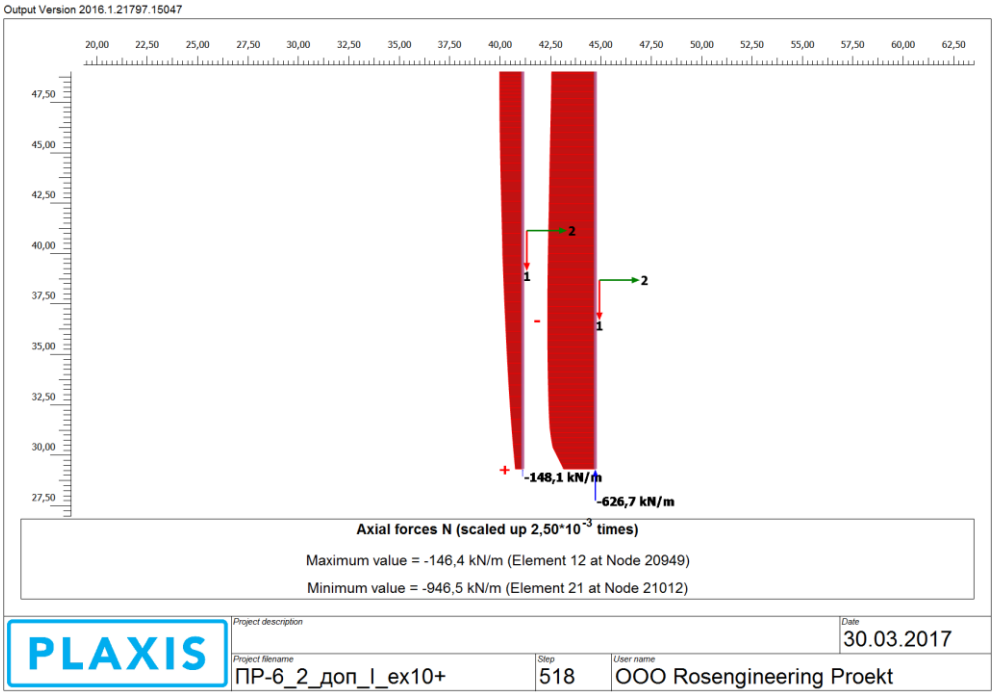


Рис. 6.734. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.186. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 верхний ярус при особом сочетании нагрузок

Свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1 (л)	1,02	20,0	3,0	-139,61	29,66	-11,93
N2 (п)	1,02	20,0	3,0	-289,45	-95,81	39,33

Таблица 6.187. Усилия в грунтовых анкерах подпорной стены СТ-15 верхний ярус при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1	126,42	1,5	103/78	33,0

Расчет конструкции свай СТ-10/5 по разрезу 12-12 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

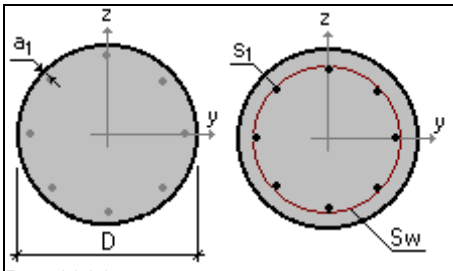
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

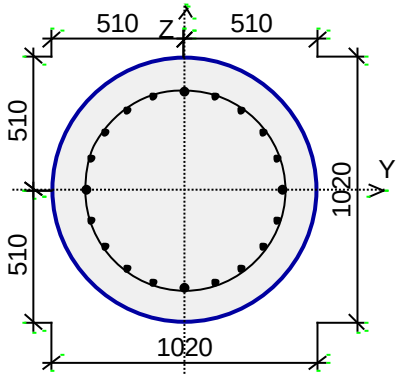
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-68,04	6,42	6,27	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,045
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,067
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,039
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,148
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,148 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

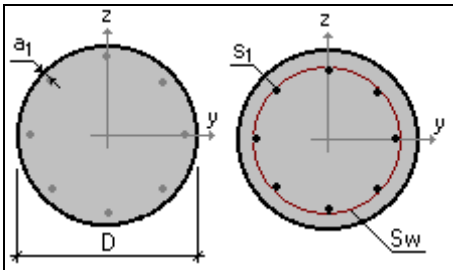
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

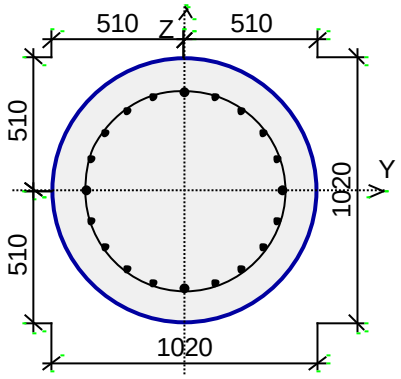
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-278,81	74,92	51,75	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,174
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,409
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,247
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,989
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,989 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет конструкции свай СТ-15 нижний ярус по разрезу 12-12 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

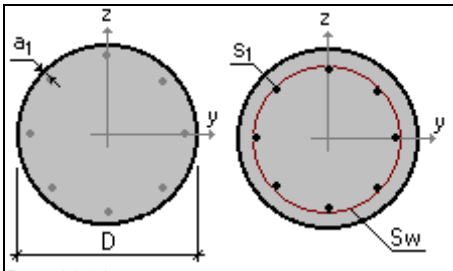
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

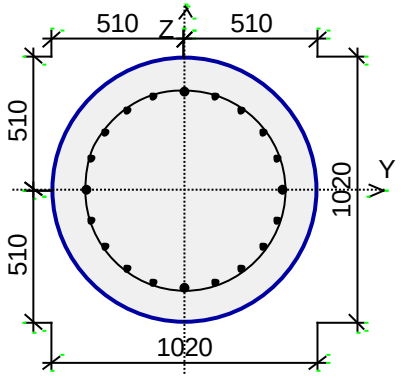
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-185	80,73	24,83	0	0	0		

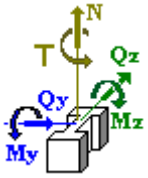
Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,123
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,406
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,137
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,524
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,524 - Прочность по наклонному сечению.

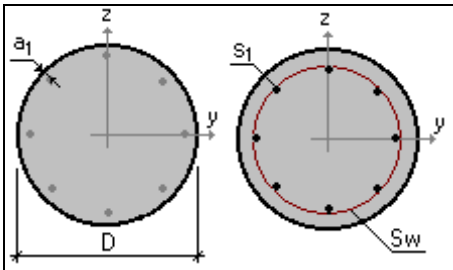
Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

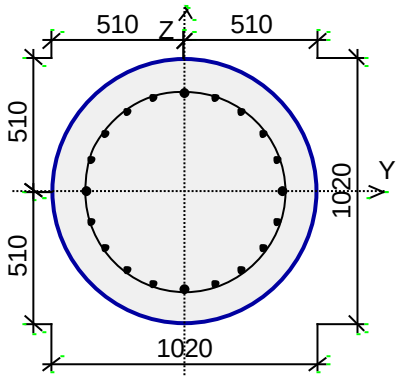
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-286,85	104,1	51,9	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,179
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,516
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,248
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,992
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,992 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет конструкции свай СТ-15 верхний ярус по разрезу 12-12 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

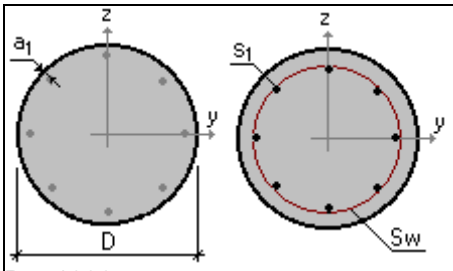
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

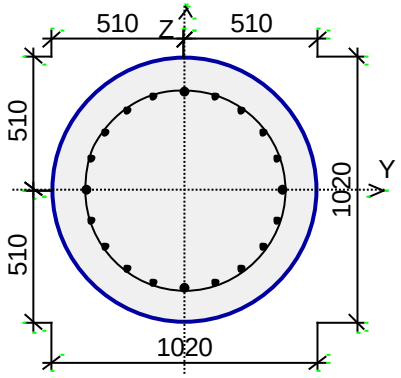
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-229	36,39	13,69	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,153
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,27
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,073
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,278
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,278 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

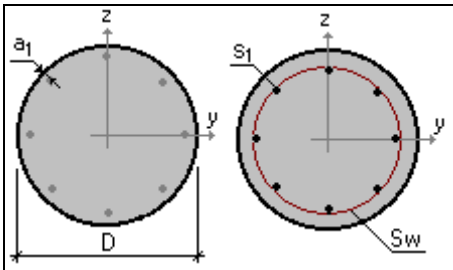
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M, Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

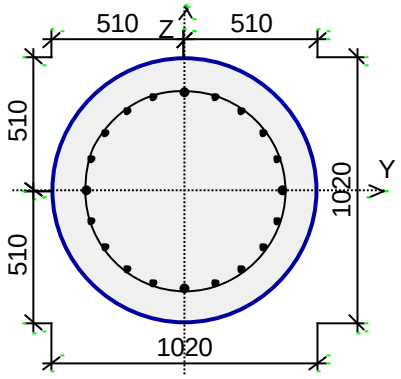
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-264,83	51,87	39,33	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,165
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,323
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,188
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,752
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,752 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-10/5 по разрезу 12-12 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2D с учетом дополнительных мероприятий по усилению.

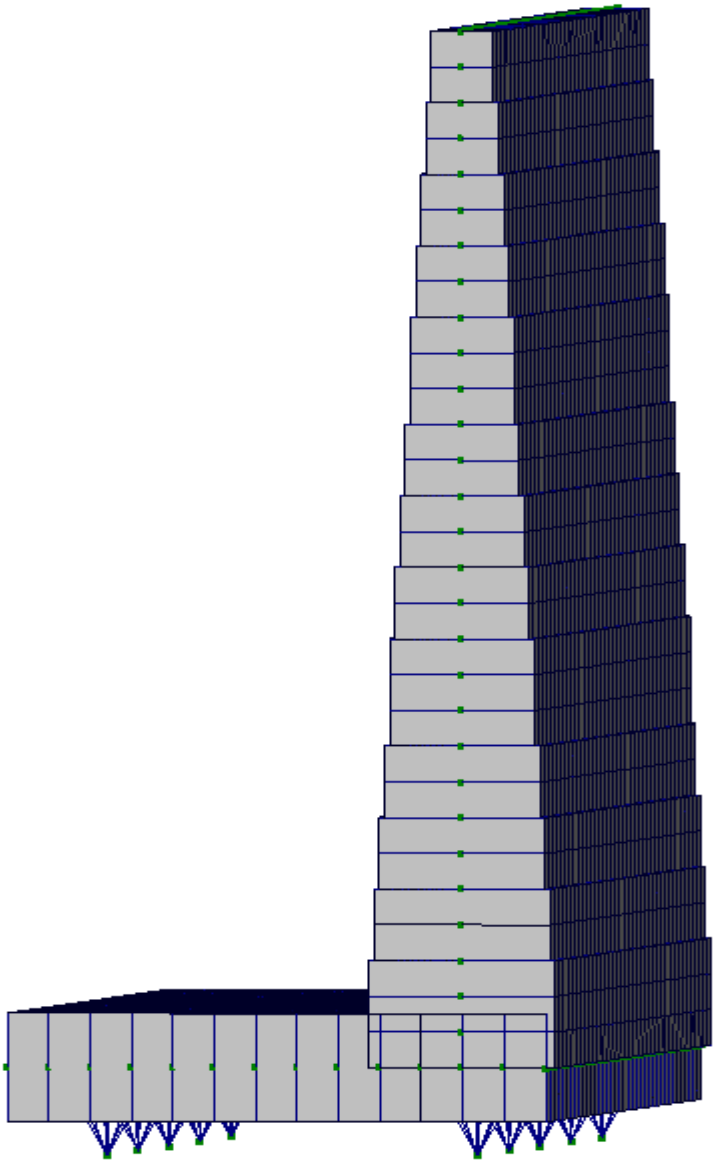


Рис. 6.735. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

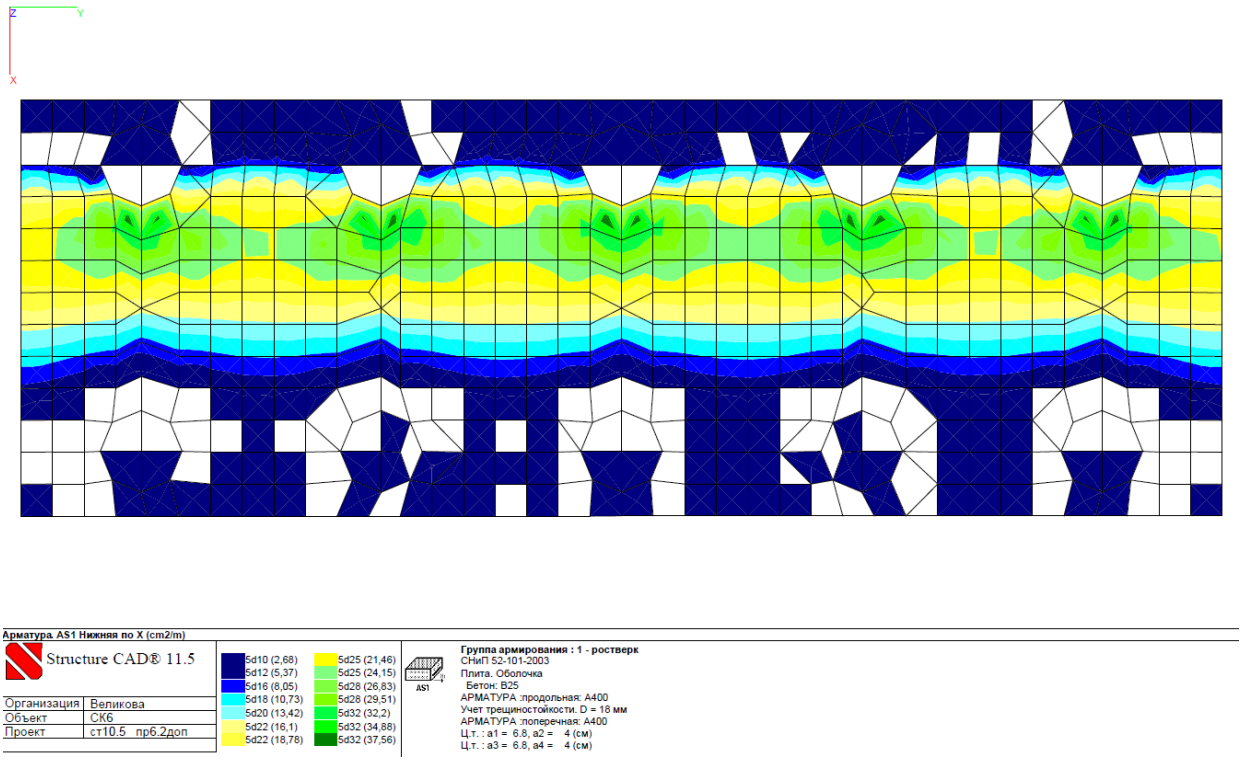


Рис. 6.736. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

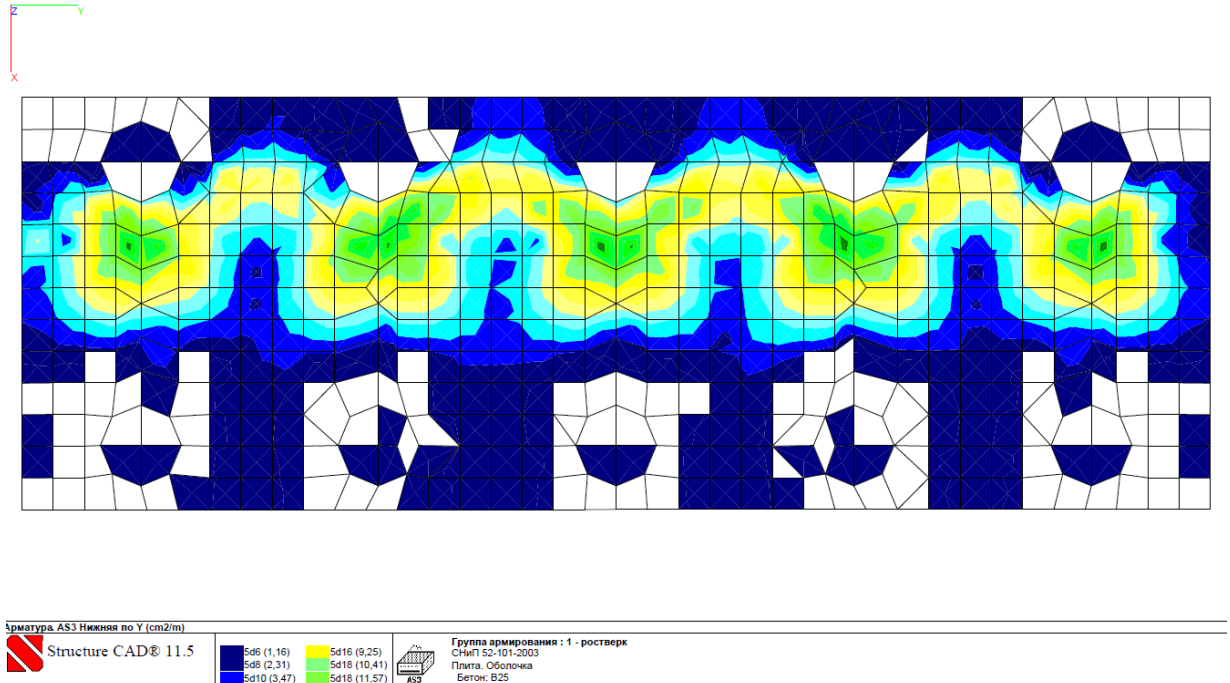


Рис. 6.737. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

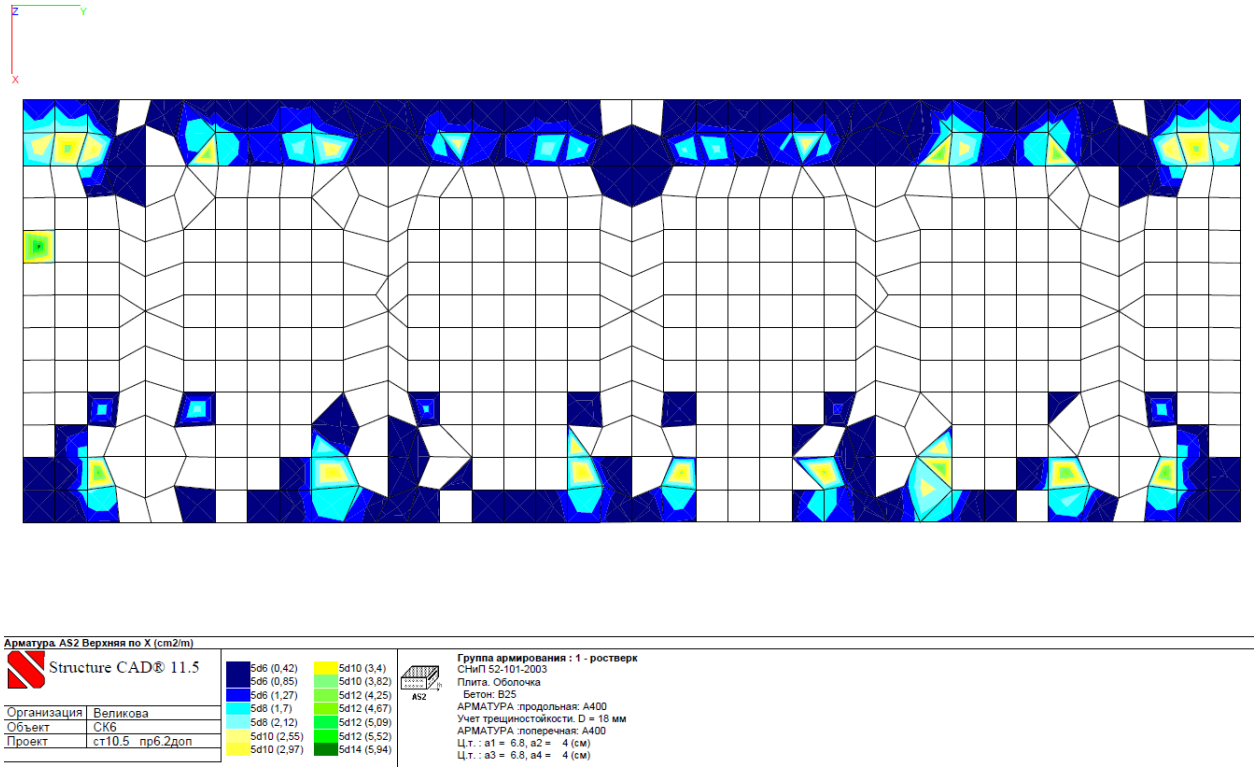


Рис. 6.738. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

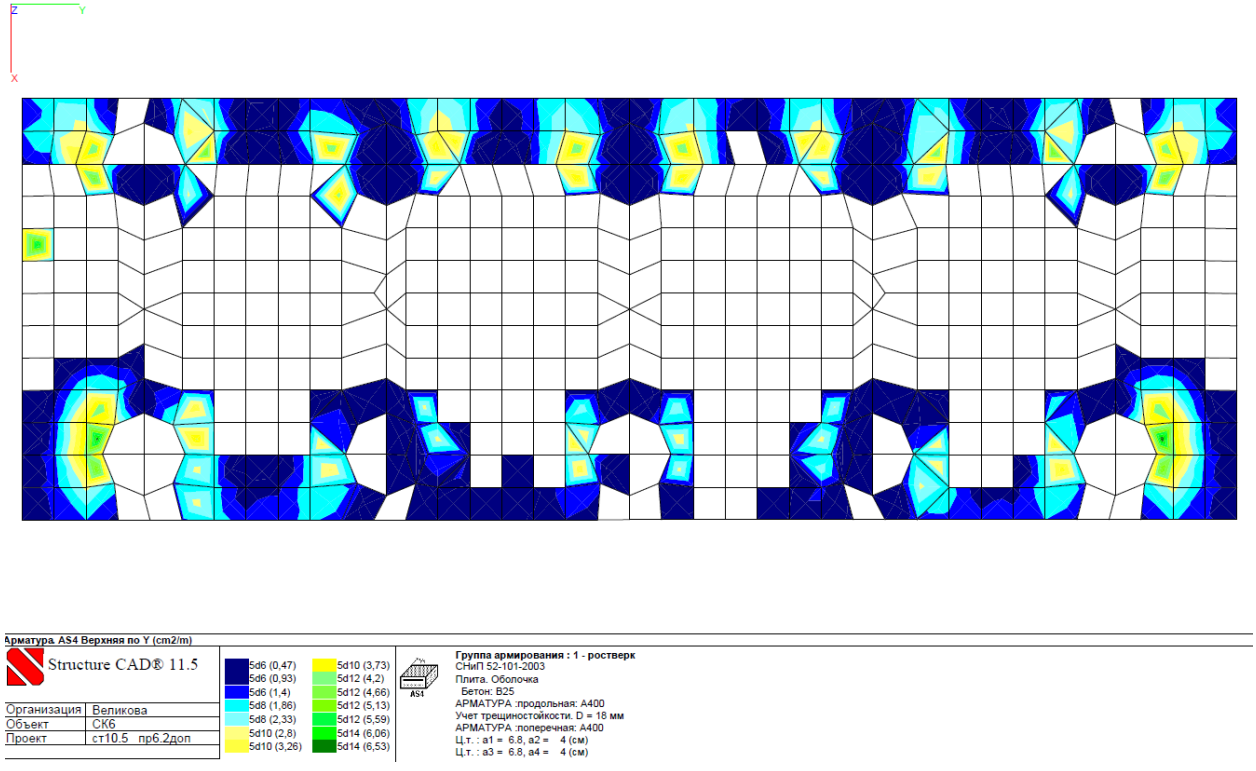
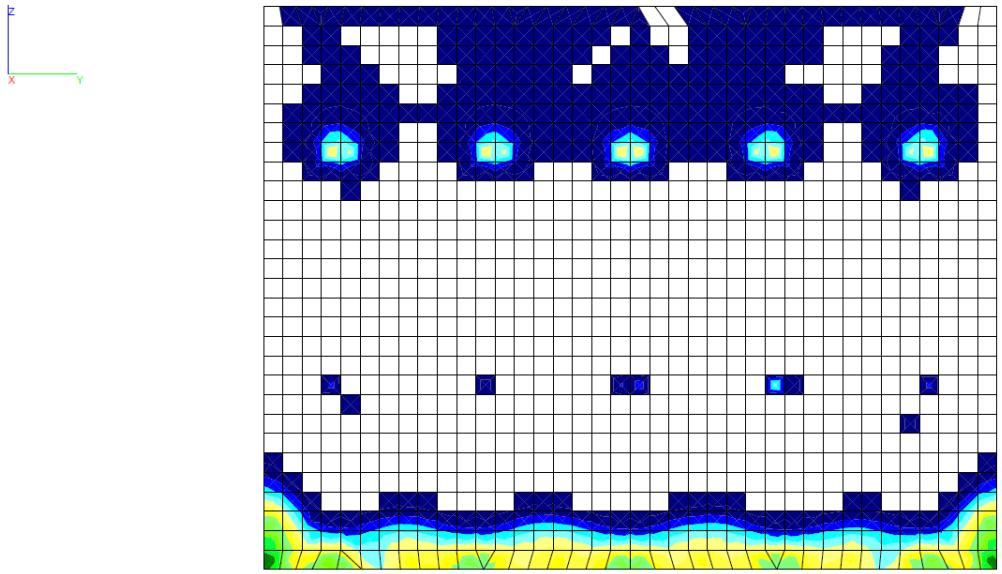


Рис. 6.739. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У



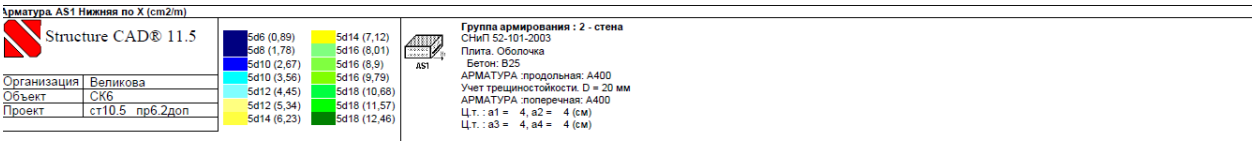
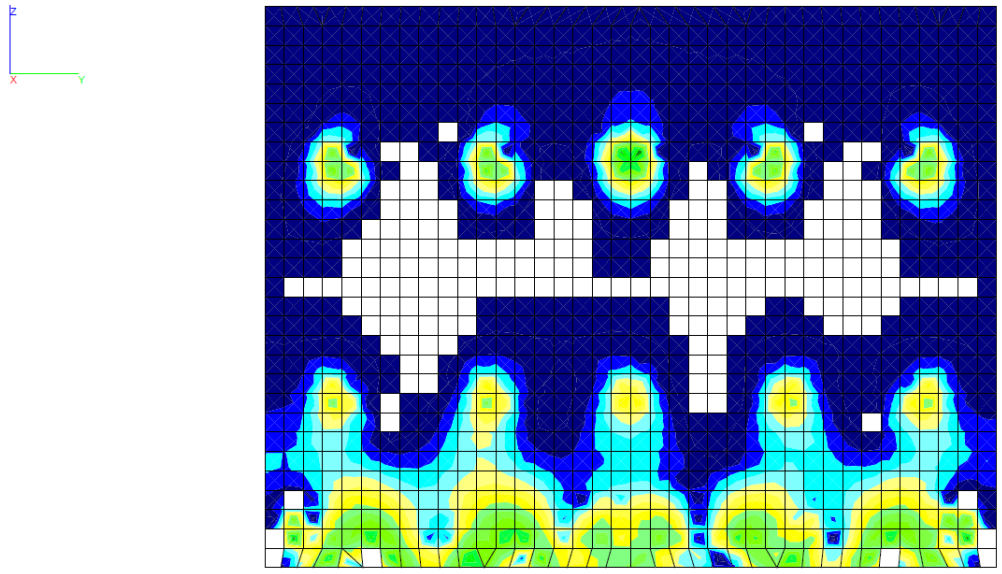


Рис. 6.740. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X



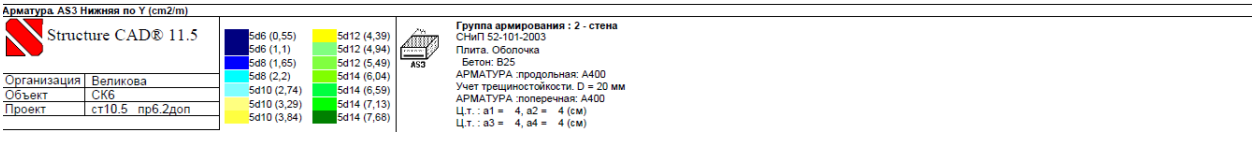
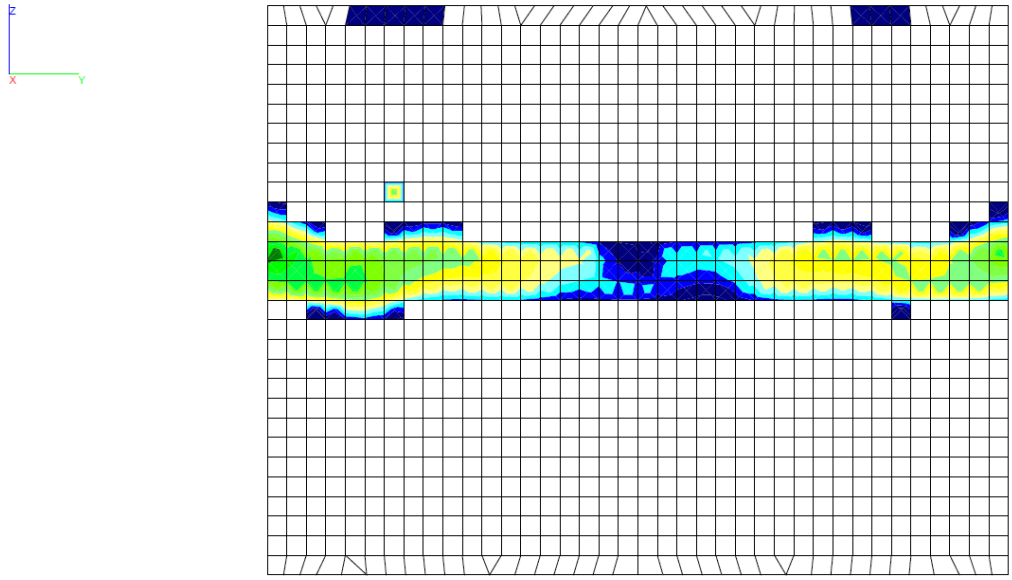


Рис. 6.741. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У



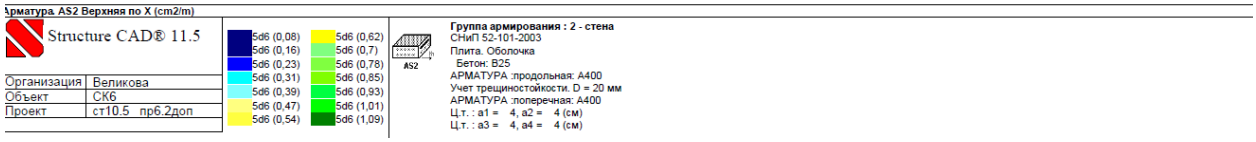
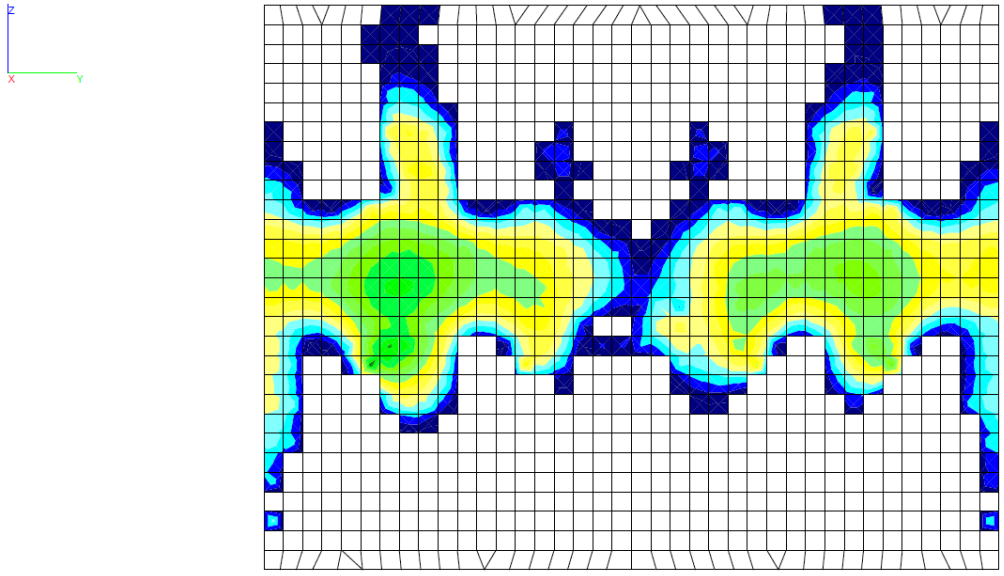


Рис. 6.742. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X



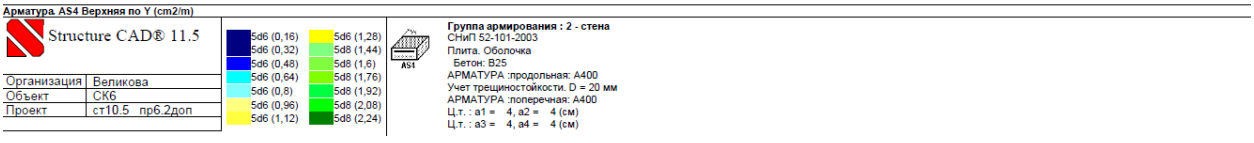


Рис. 6.743. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

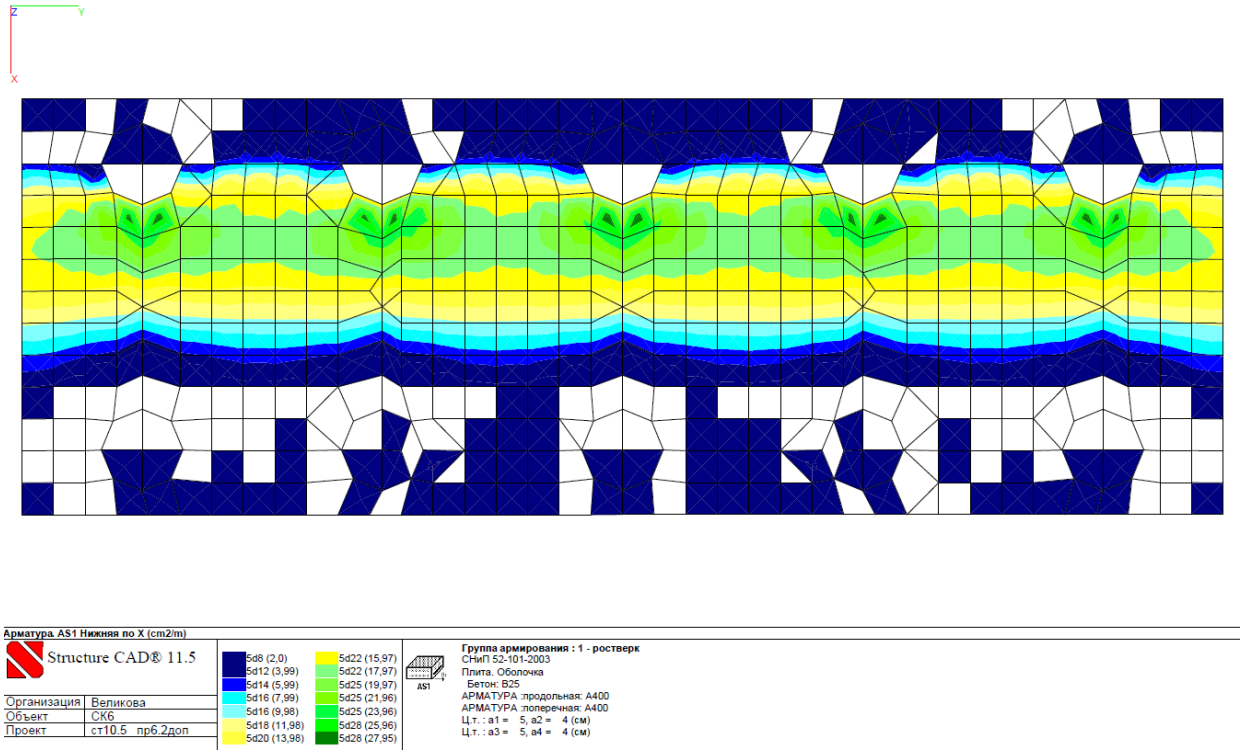


Рис. 6.744. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

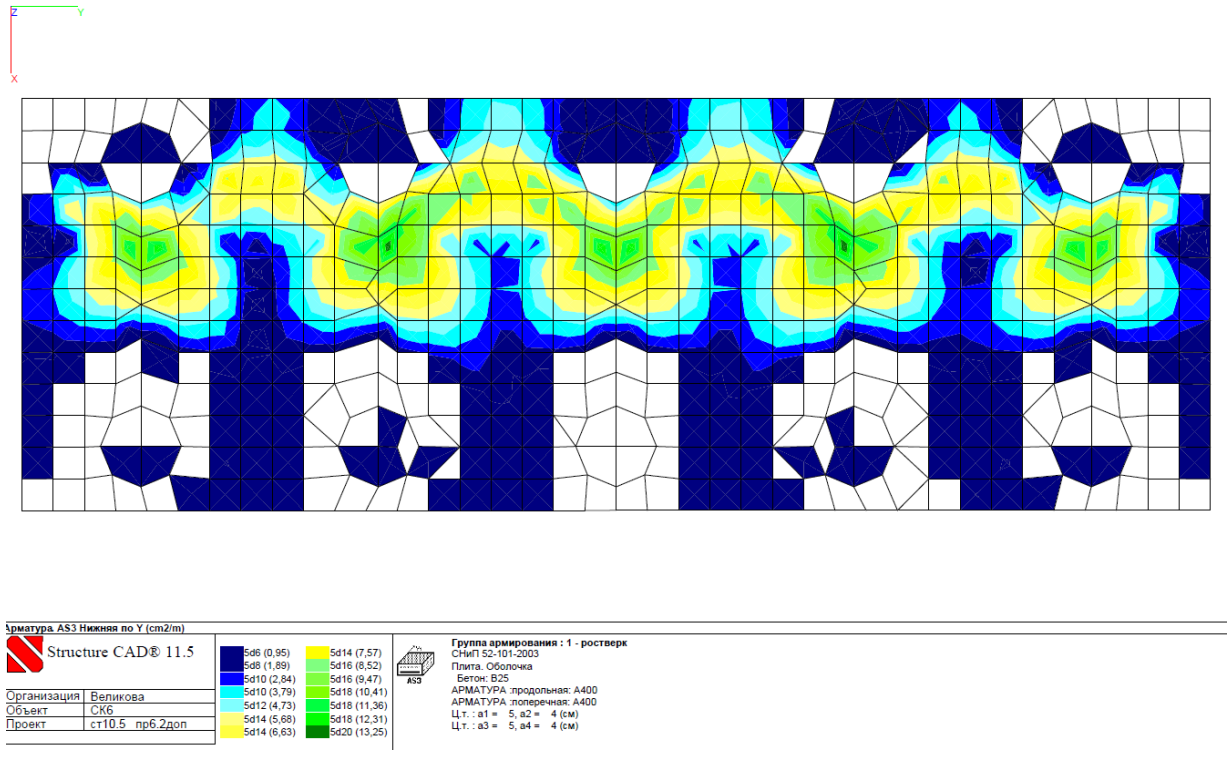


Рис. 6.745. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

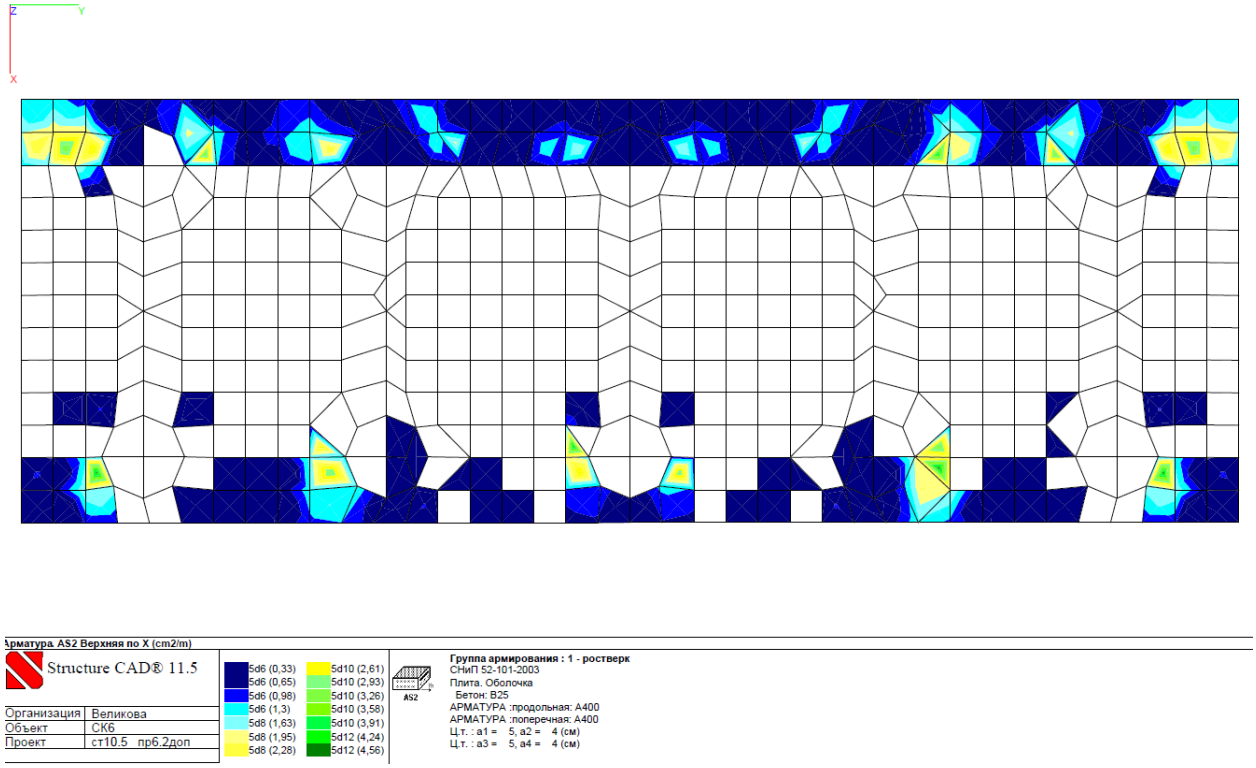


Рис. 6.746. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

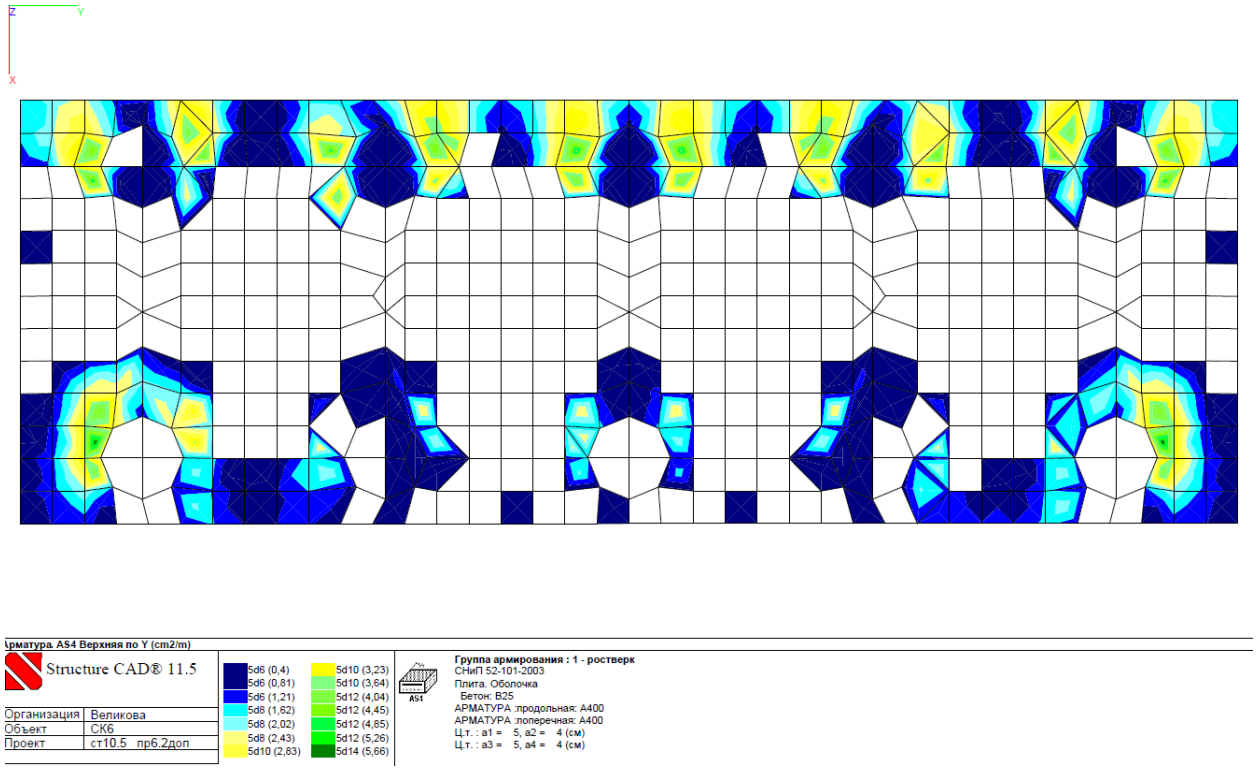
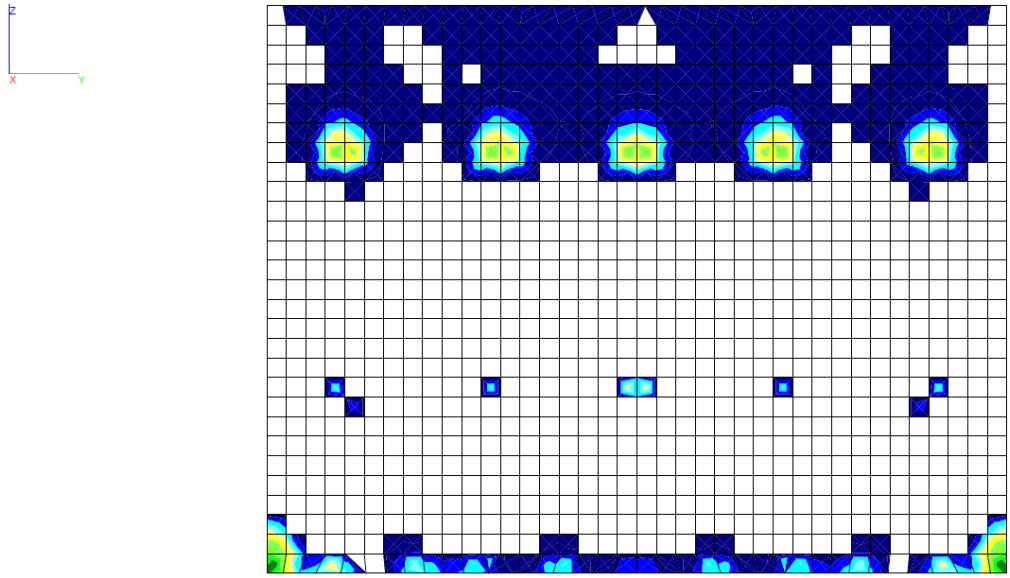


Рис. 6.747. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У



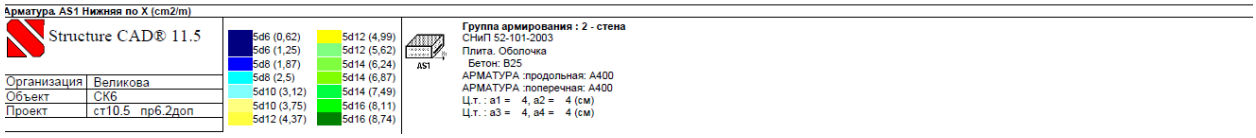
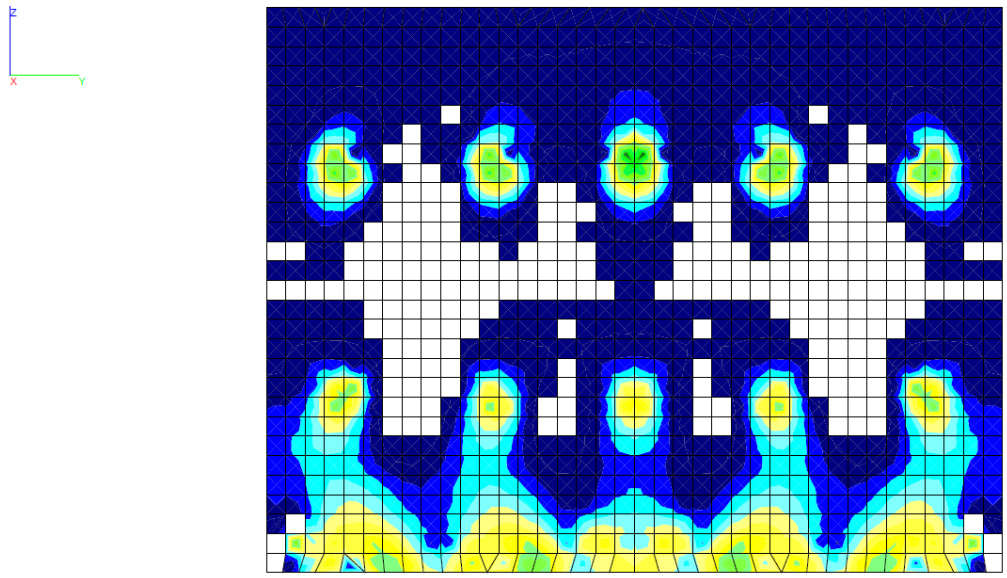


Рис. 6.748. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X



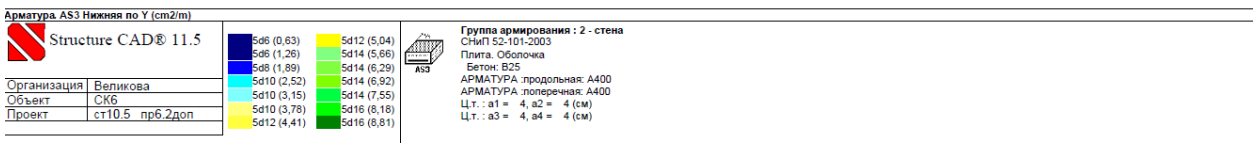


Рис. 6.749. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

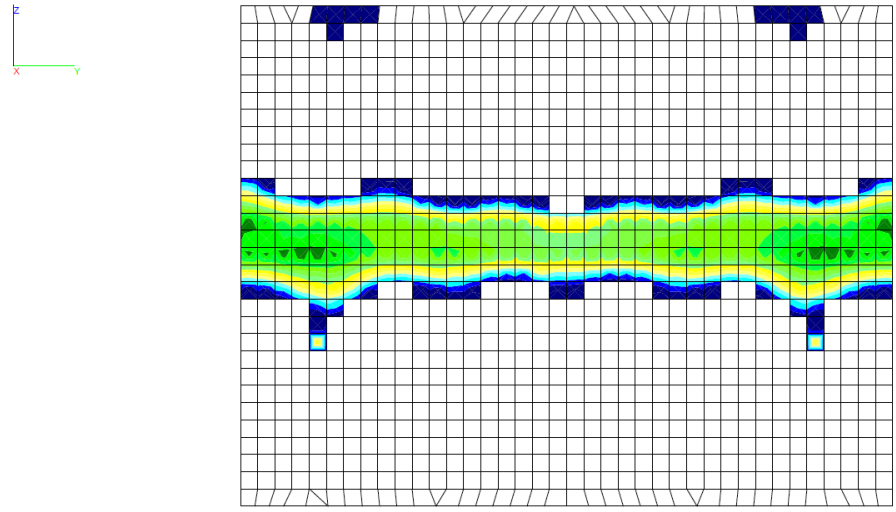


Рис. 6.750. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

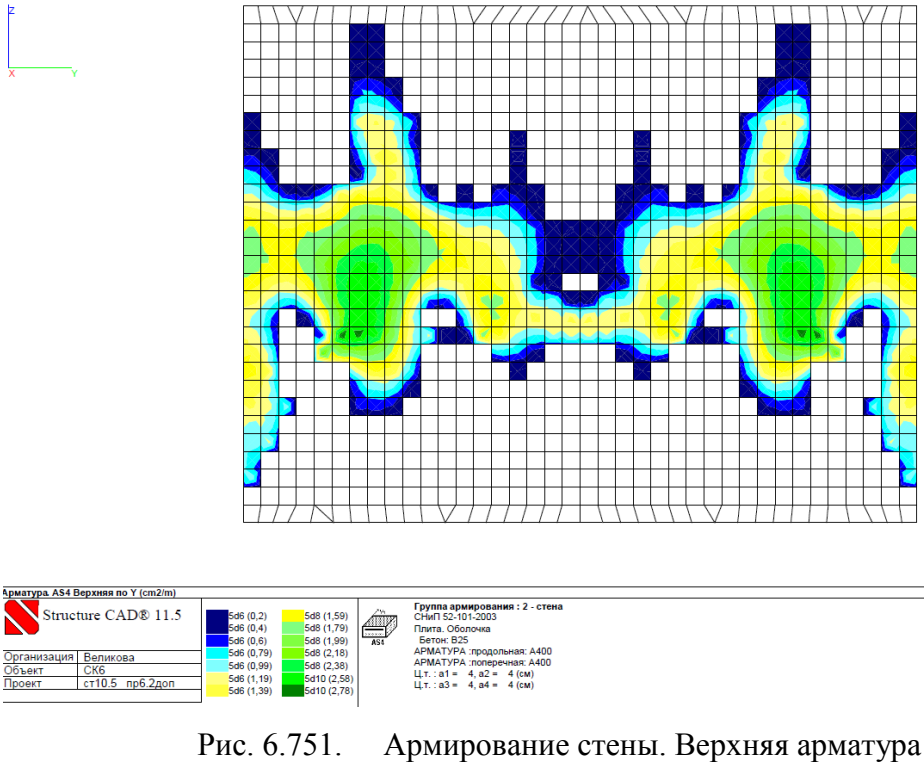


Рис. 6.751. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-15 нижнего яруса по разрезу 12-12 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2D.

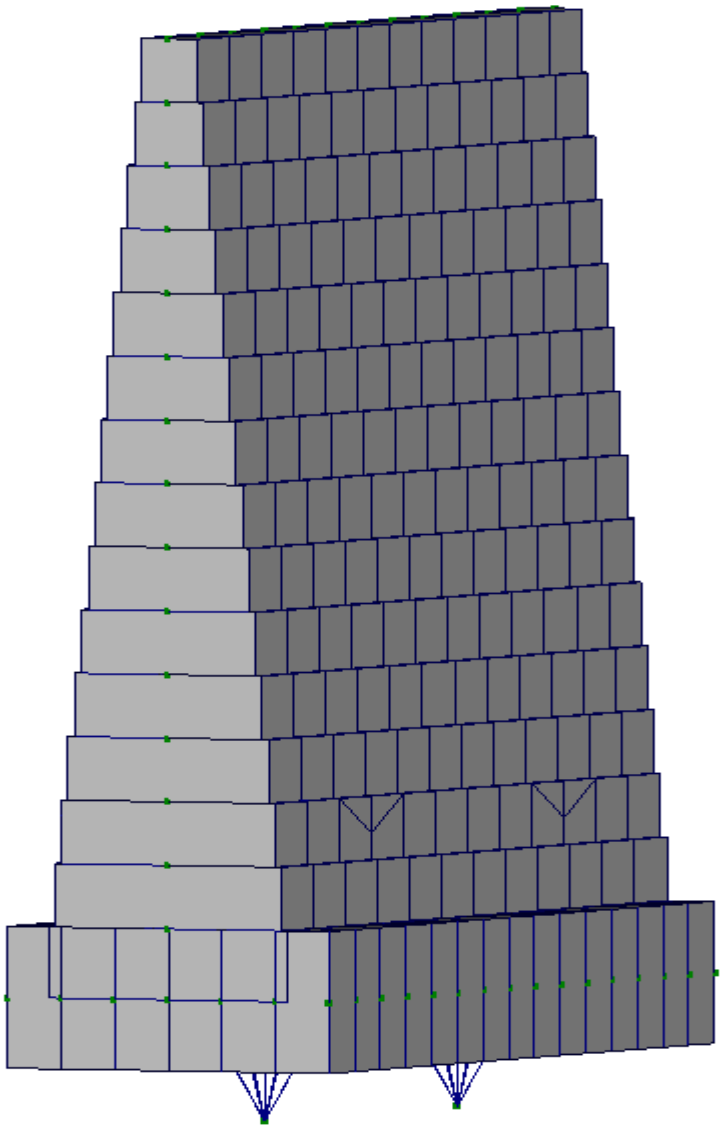


Рис. 6.752. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

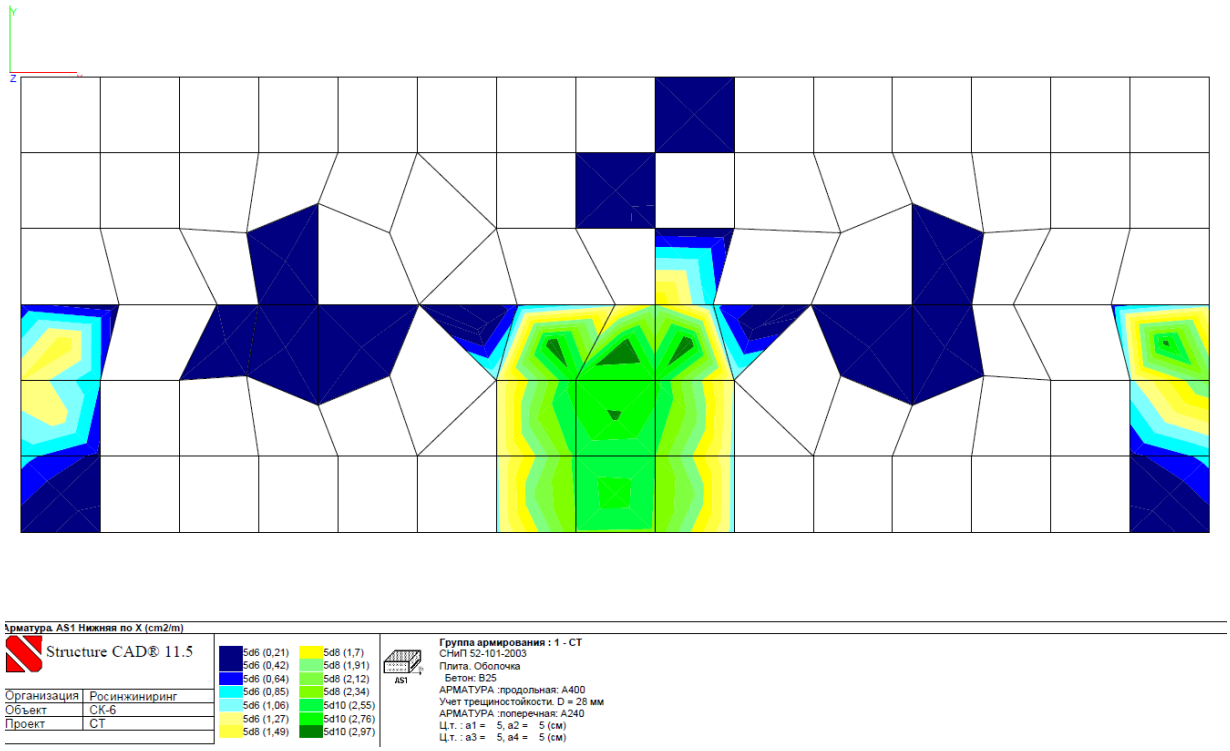


Рис. 6.753. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

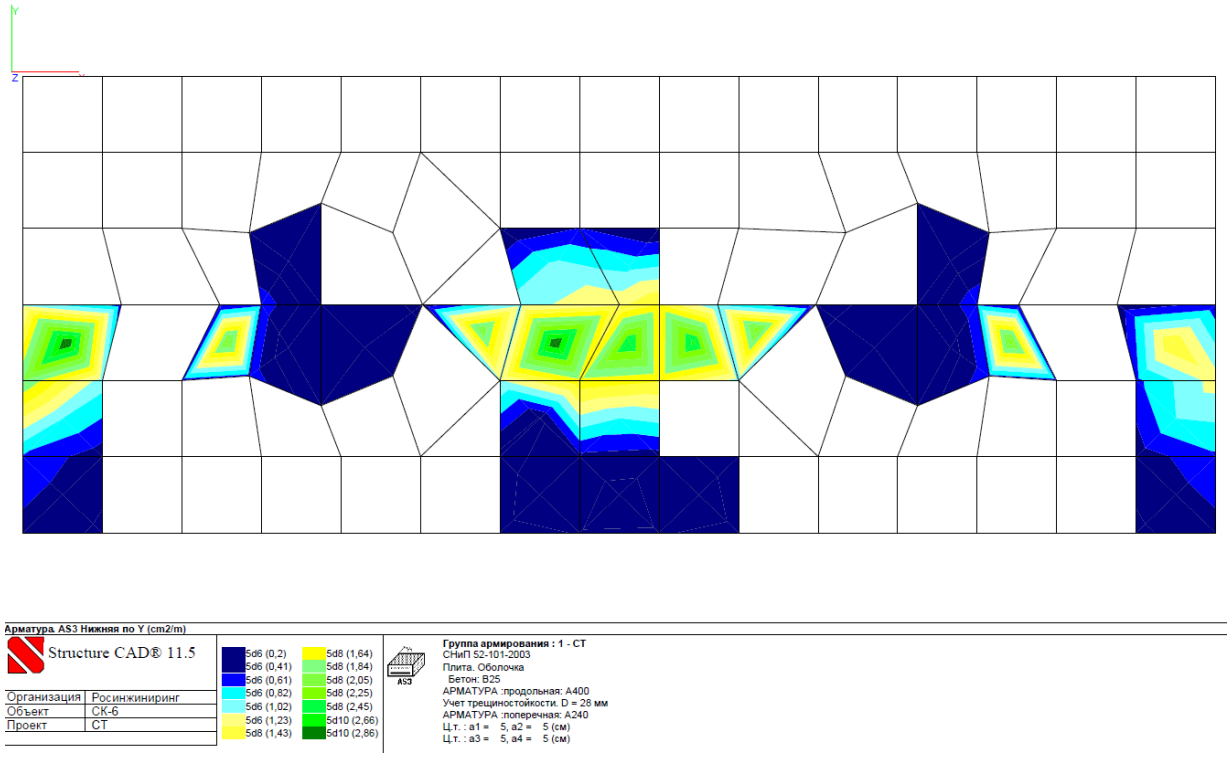


Рис. 6.754. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

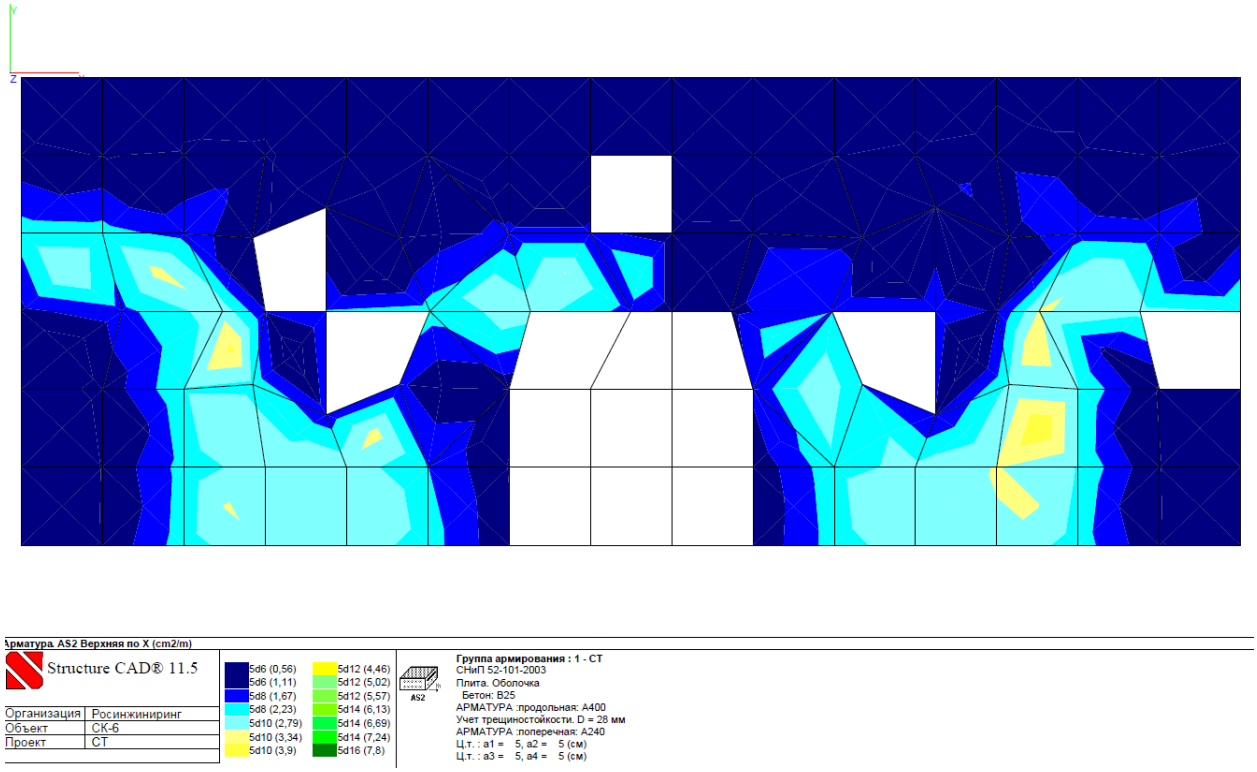


Рис. 6.755. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

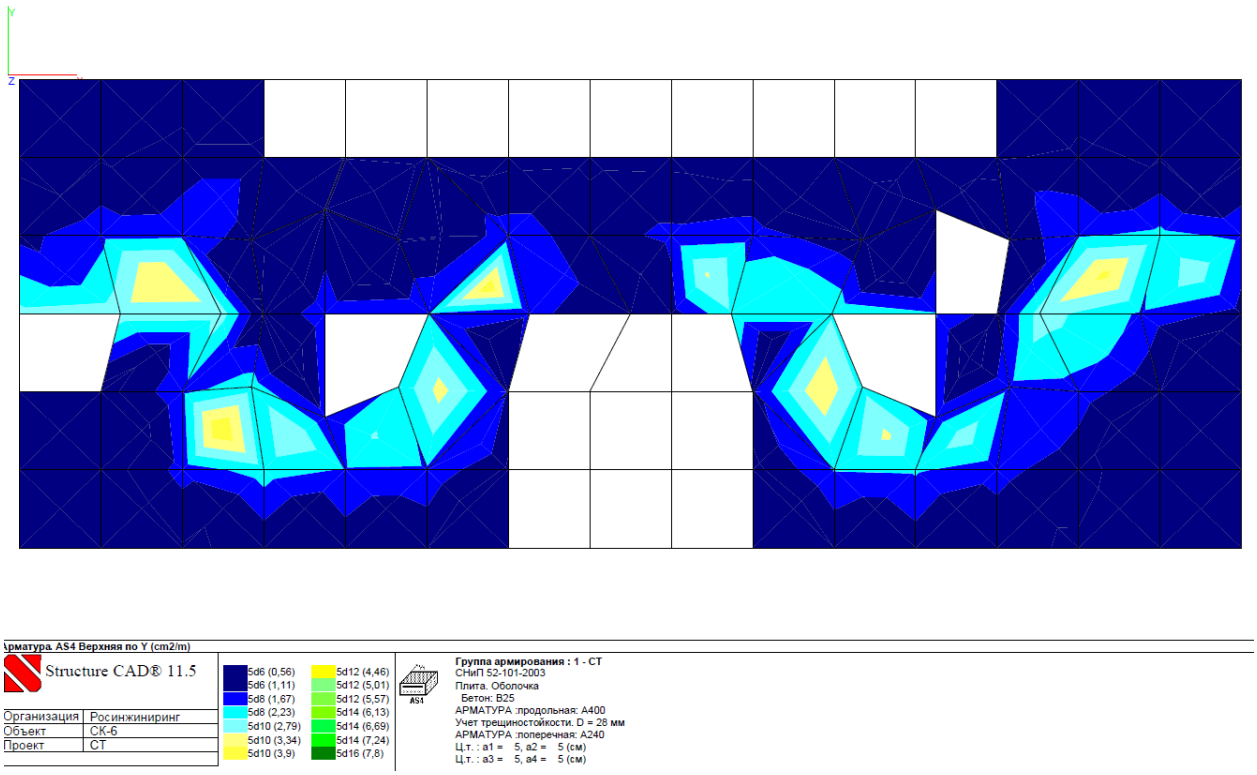


Рис. 6.756. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

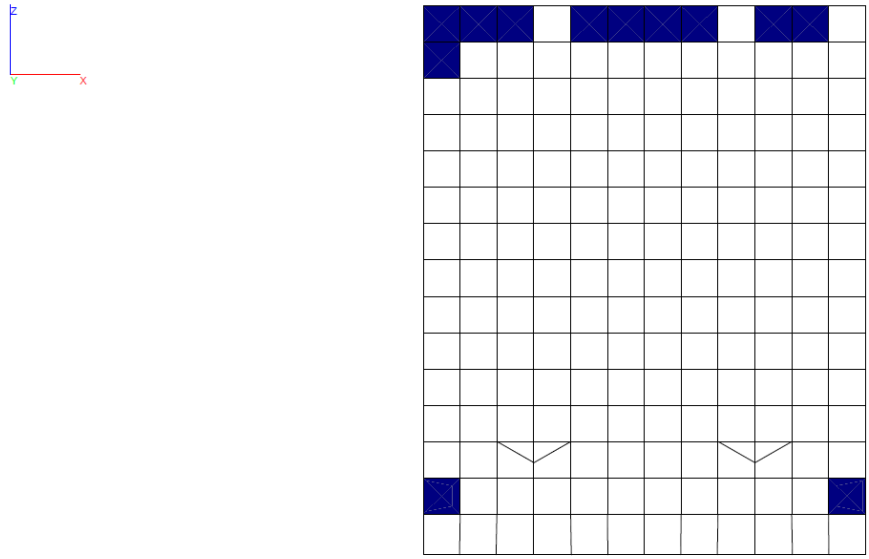


Рис. 6.757. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

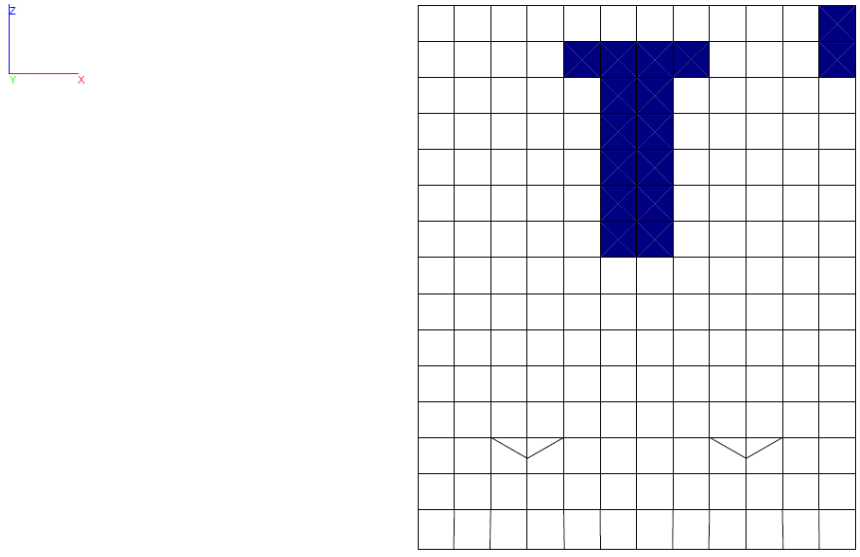
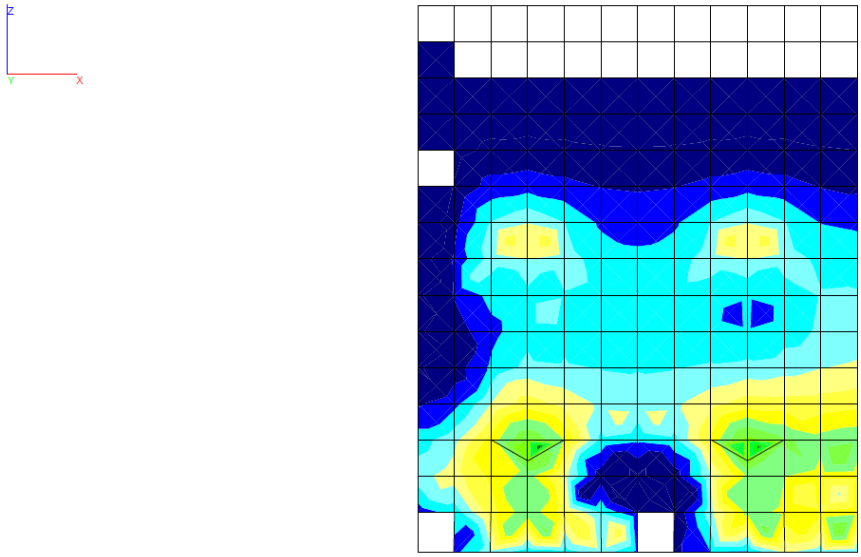


Рис. 6.758. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У



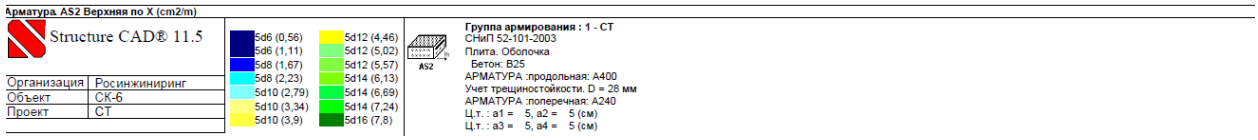
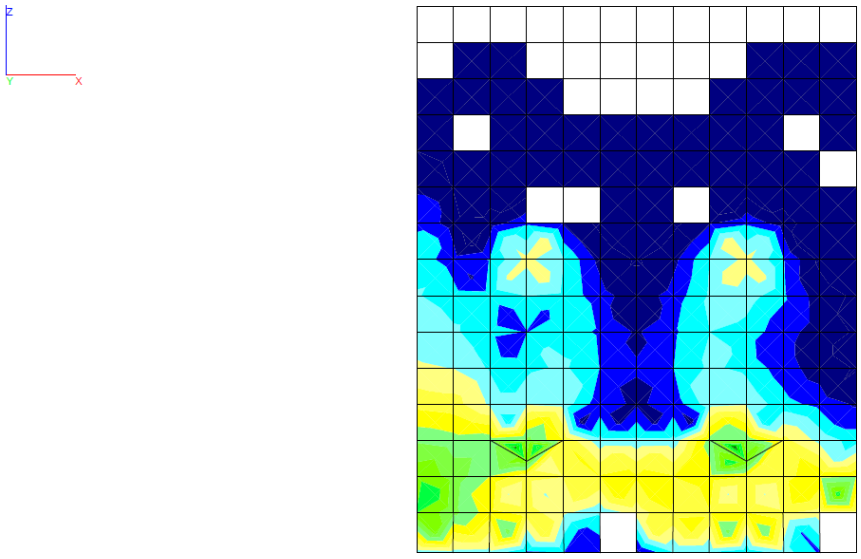


Рис. 6.759. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X



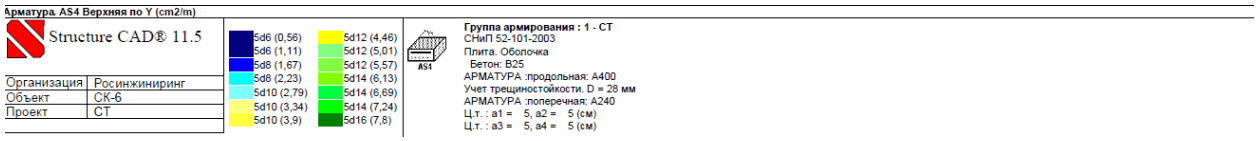


Рис. 6.760. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

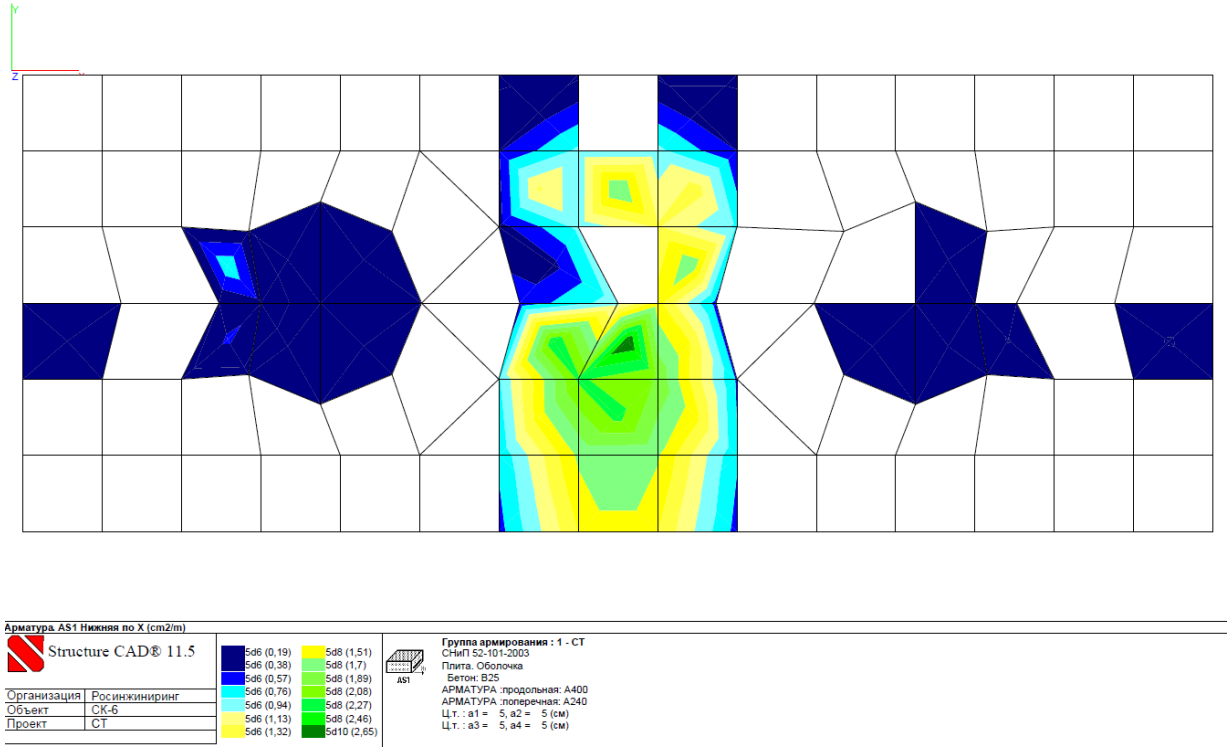


Рис. 6.761. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

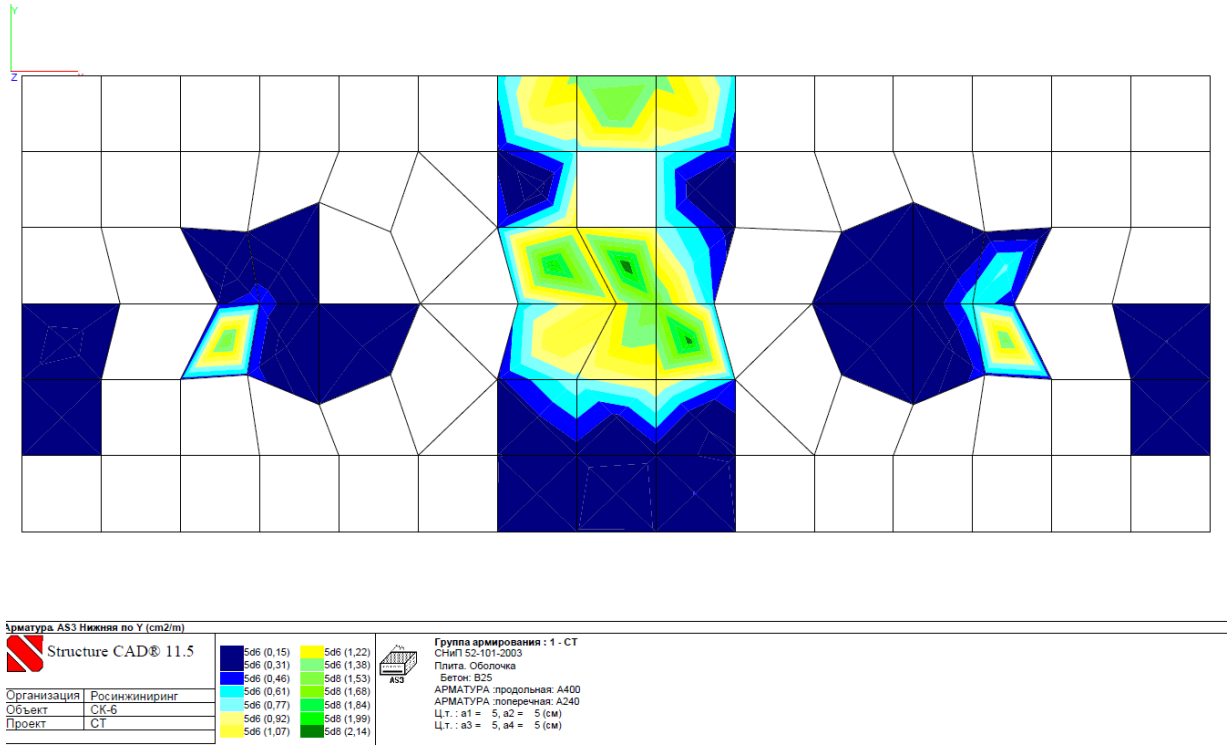


Рис. 6.762. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

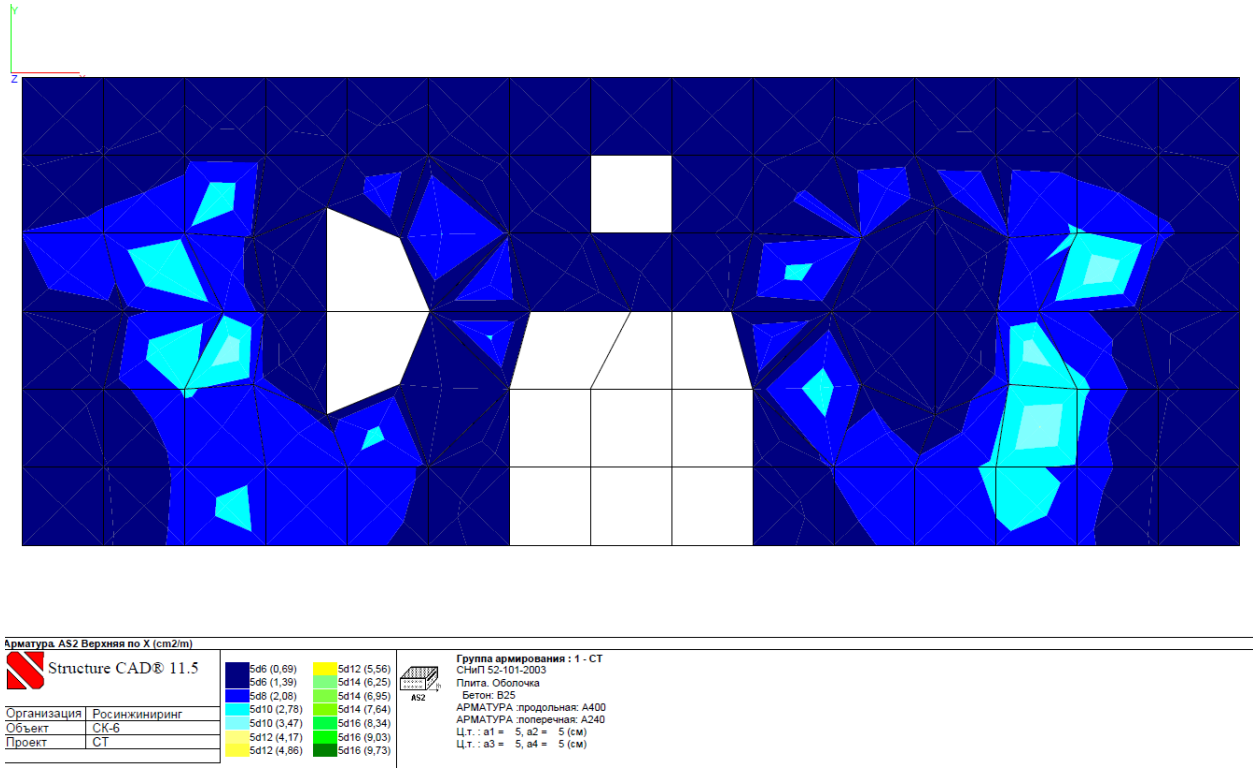


Рис. 6.763. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

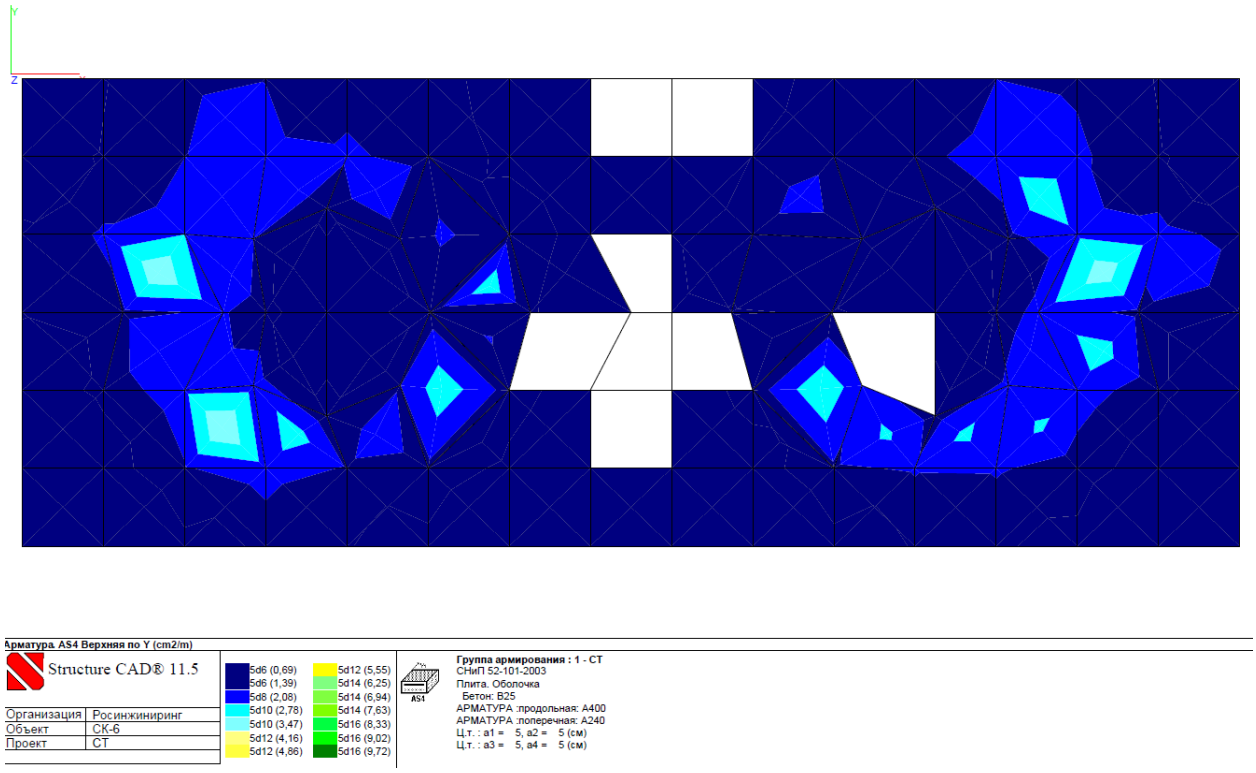


Рис. 6.764. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

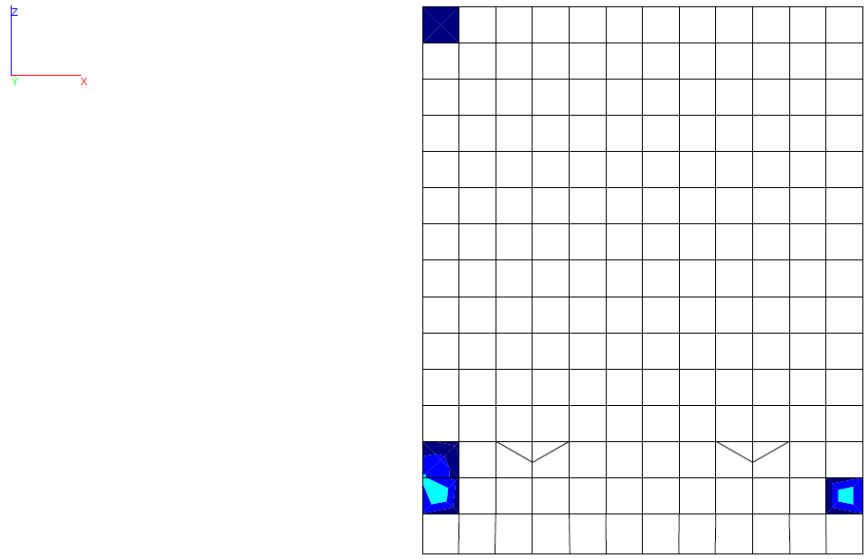


Рис. 6.765. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

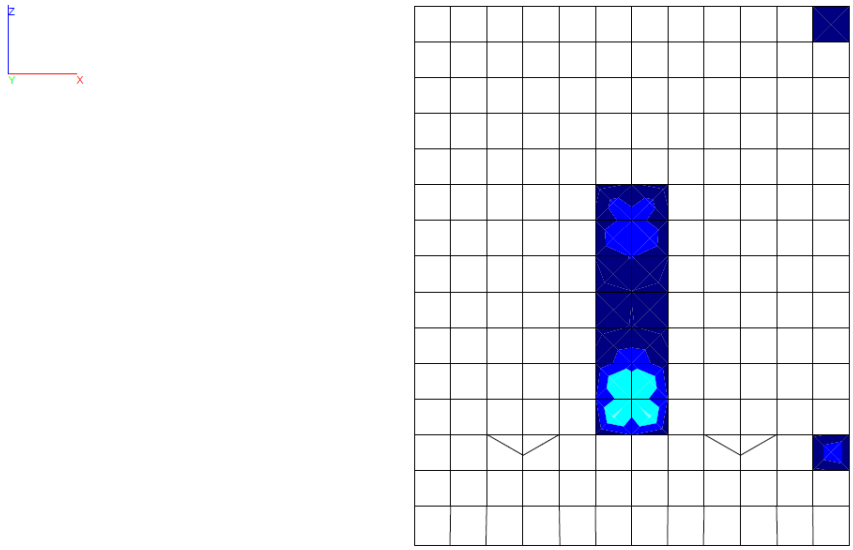


Рис. 6.766. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

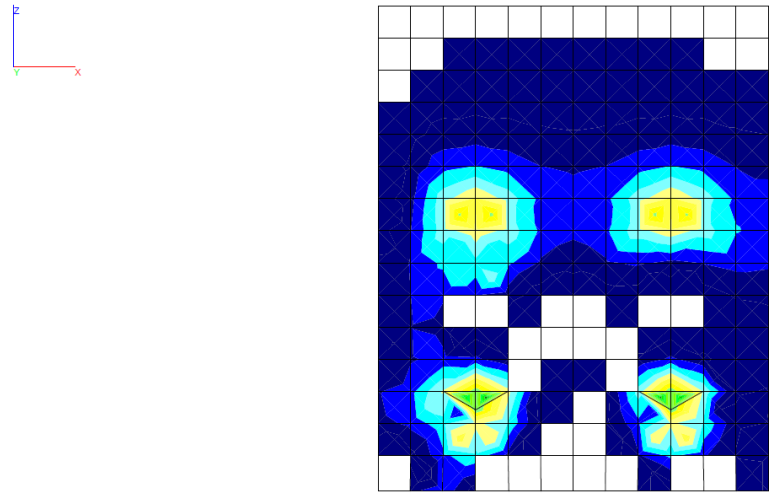
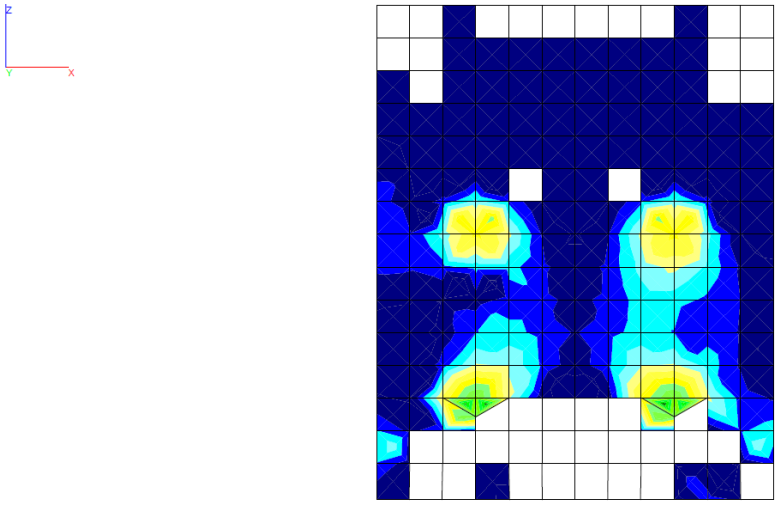




Рис. 6.767. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X



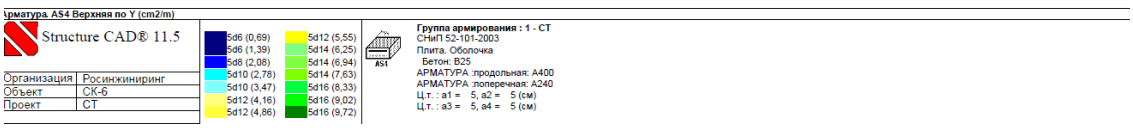


Рис. 6.768. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-15 верхний ярус по разрезу 12-12 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2D.

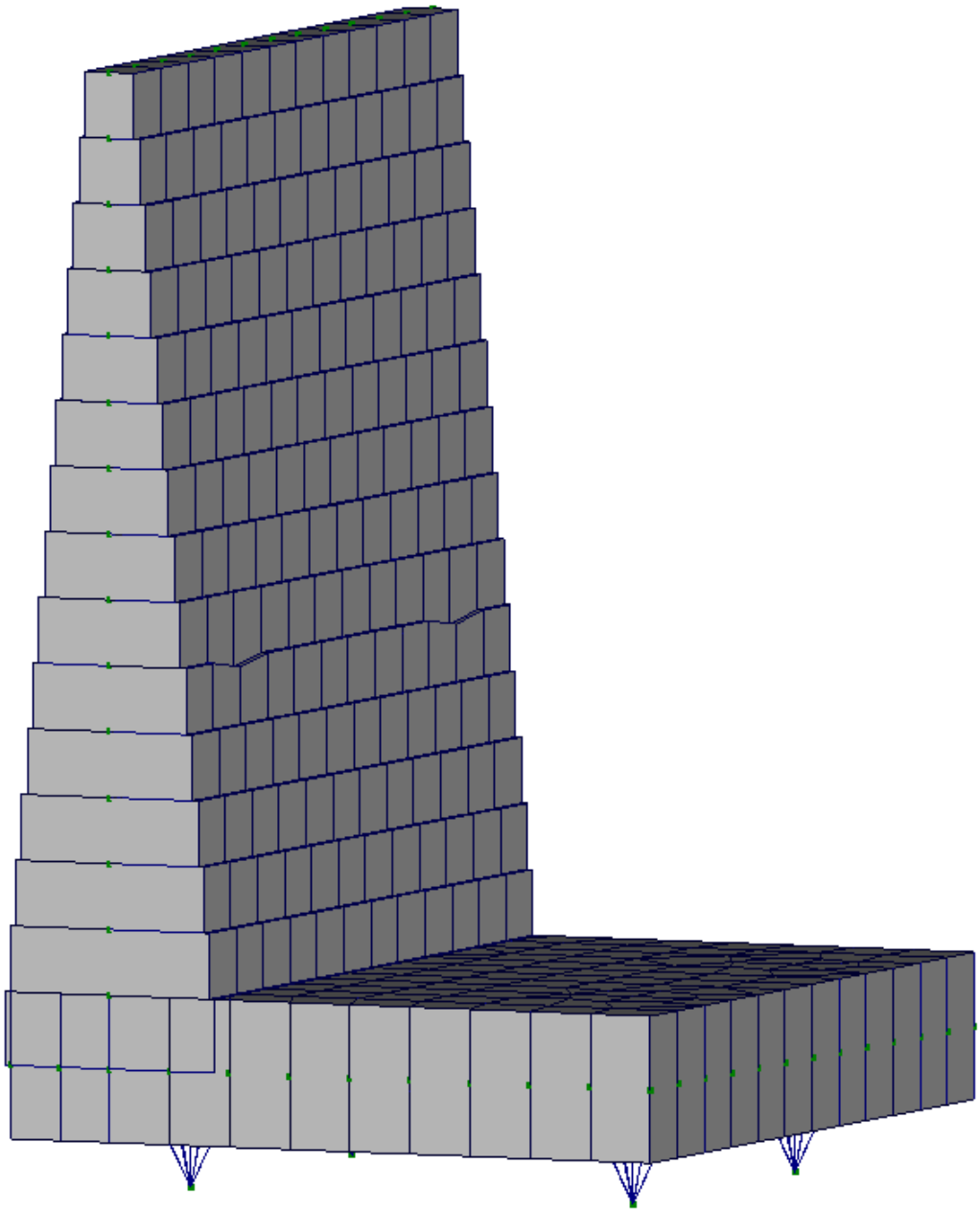


Рис. 6.769. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

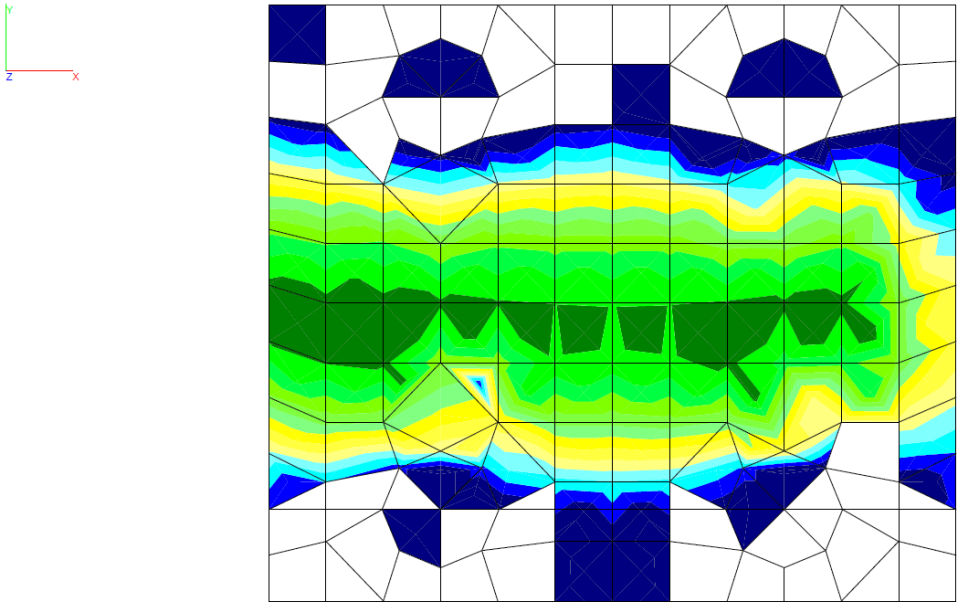


Рис. 6.770. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

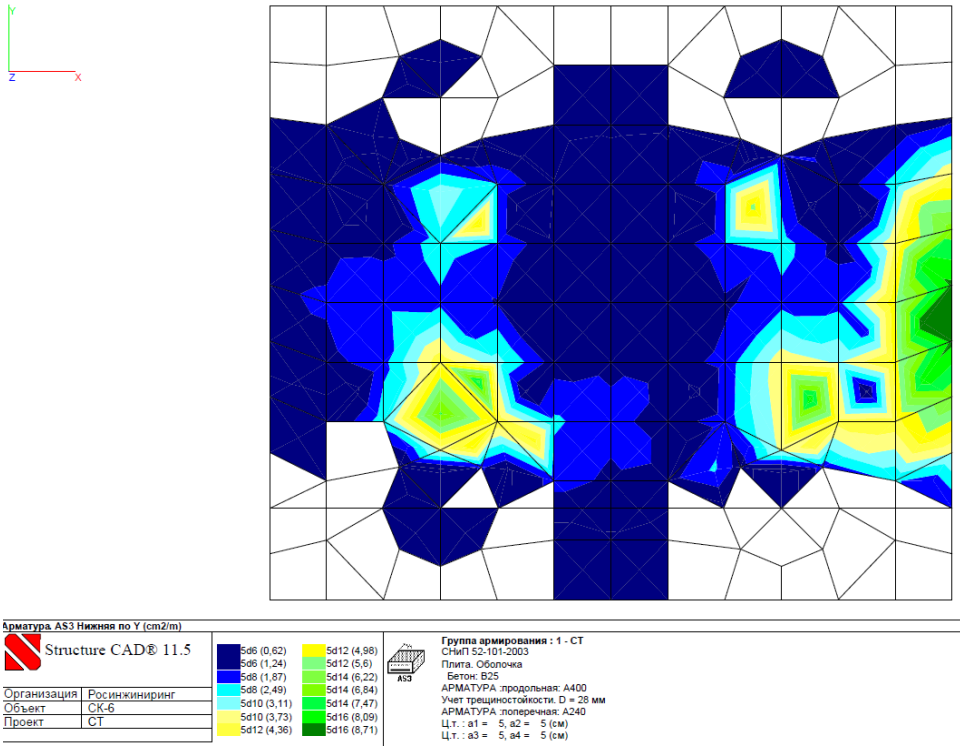


Рис. 6.771. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

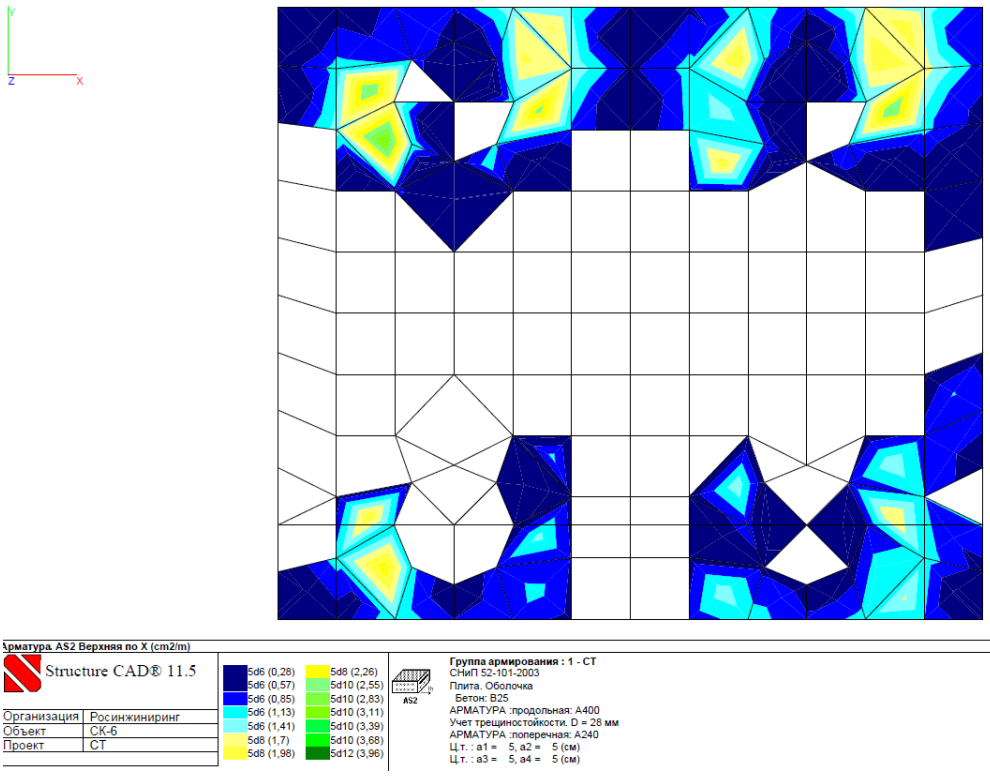


Рис. 6.772. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

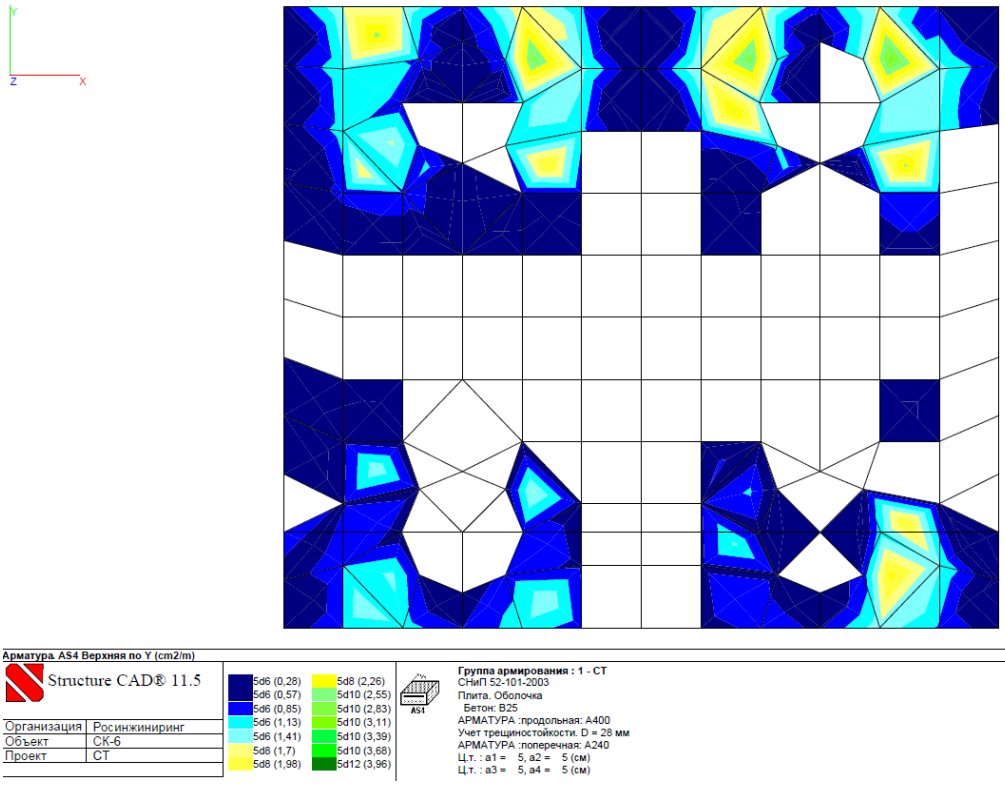
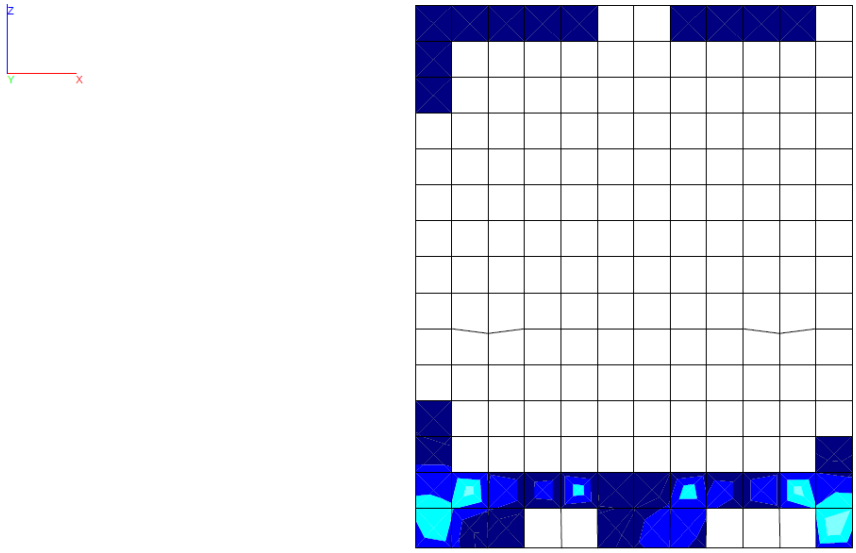


Рис. 6.773. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У



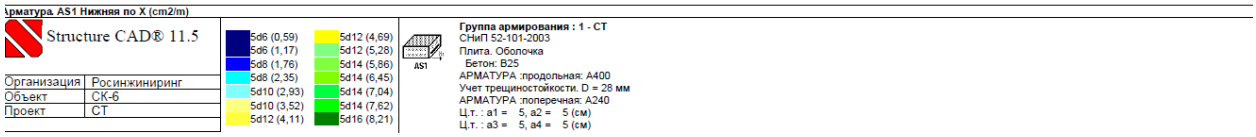
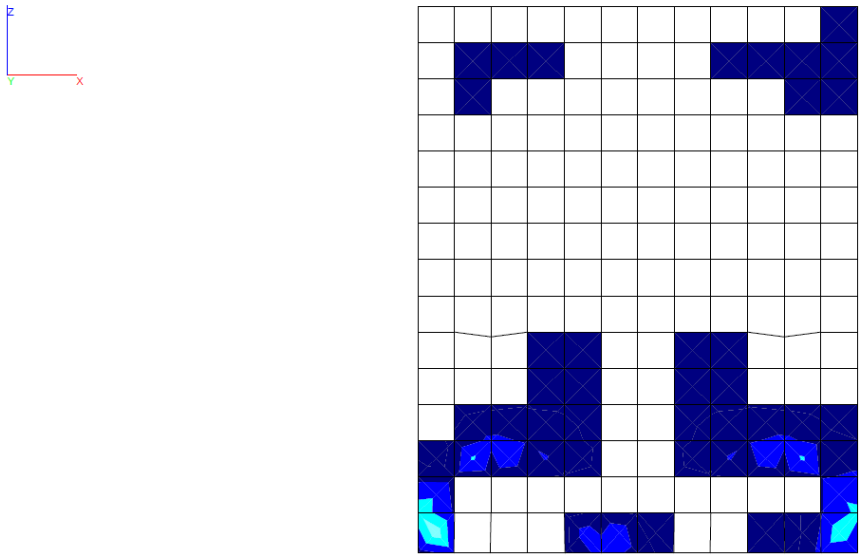


Рис. 6.774. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X



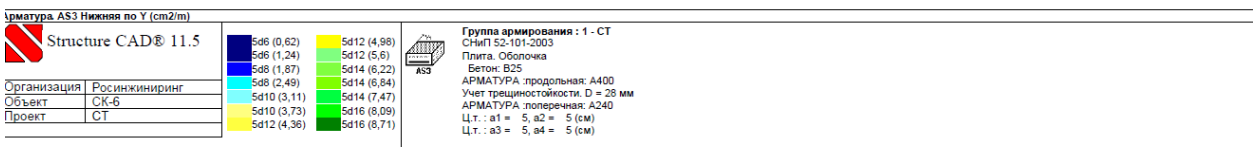


Рис. 6.775. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

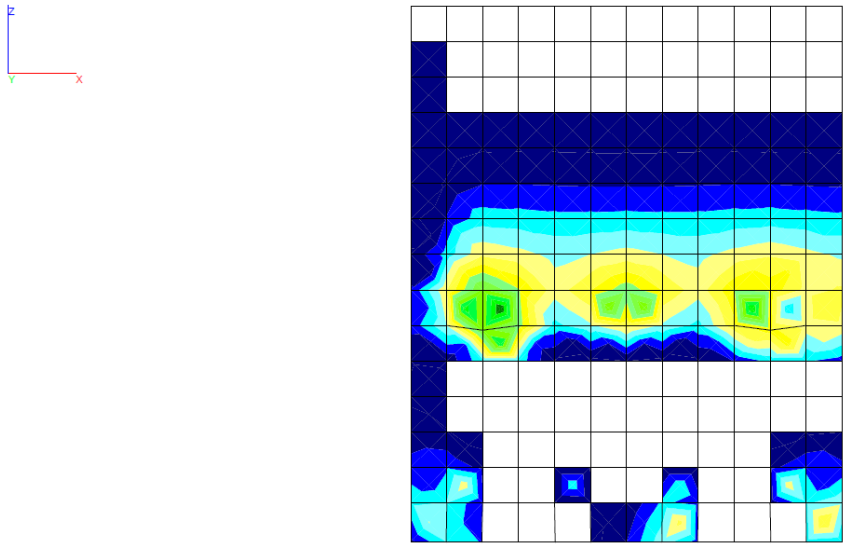


Рис. 6.776. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

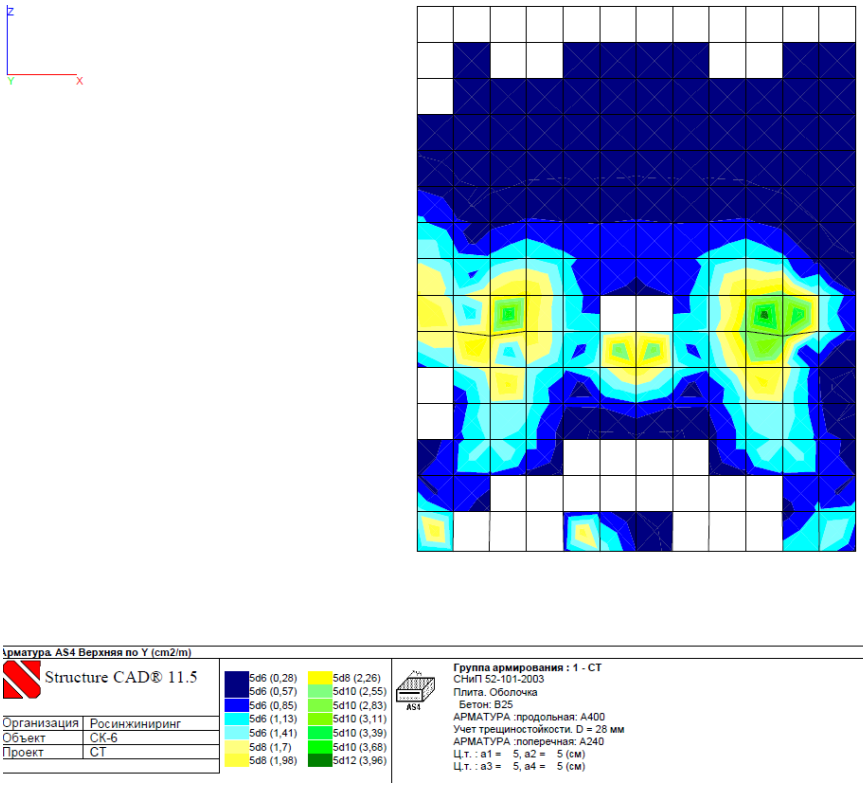


Рис. 6.777. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

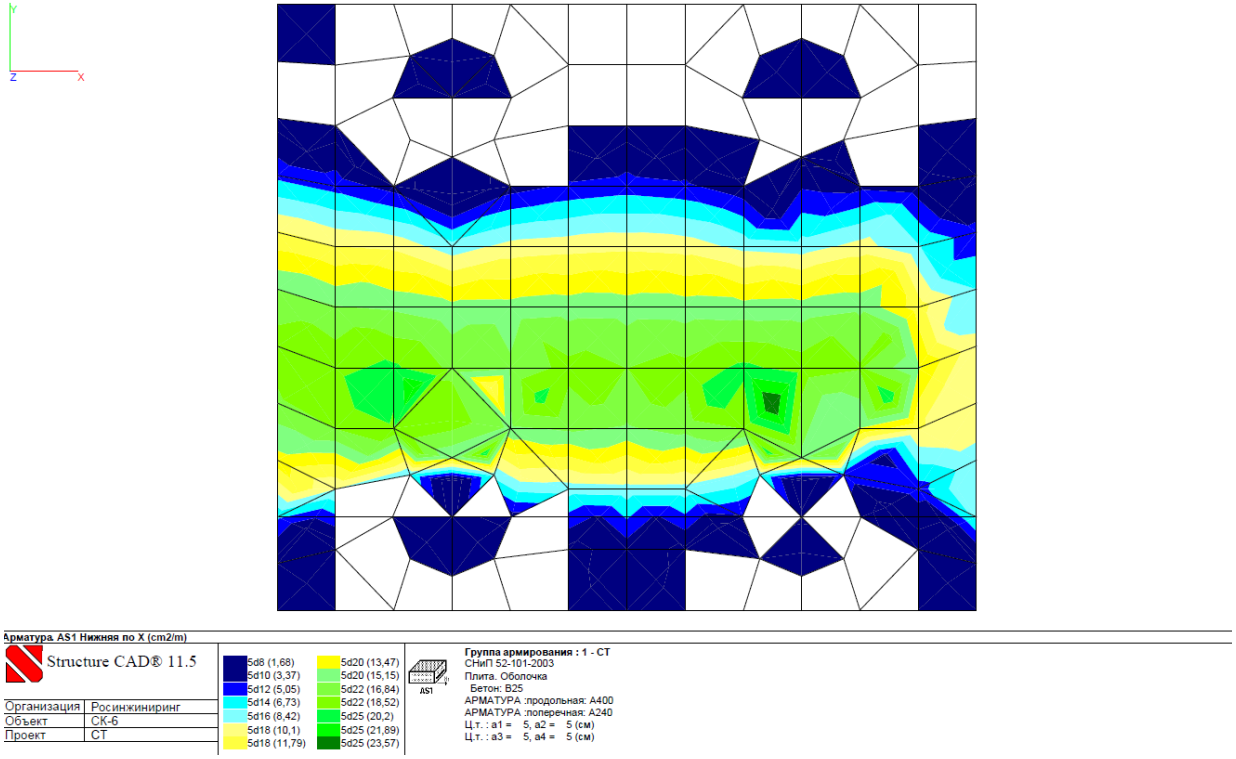


Рис. 6.778. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

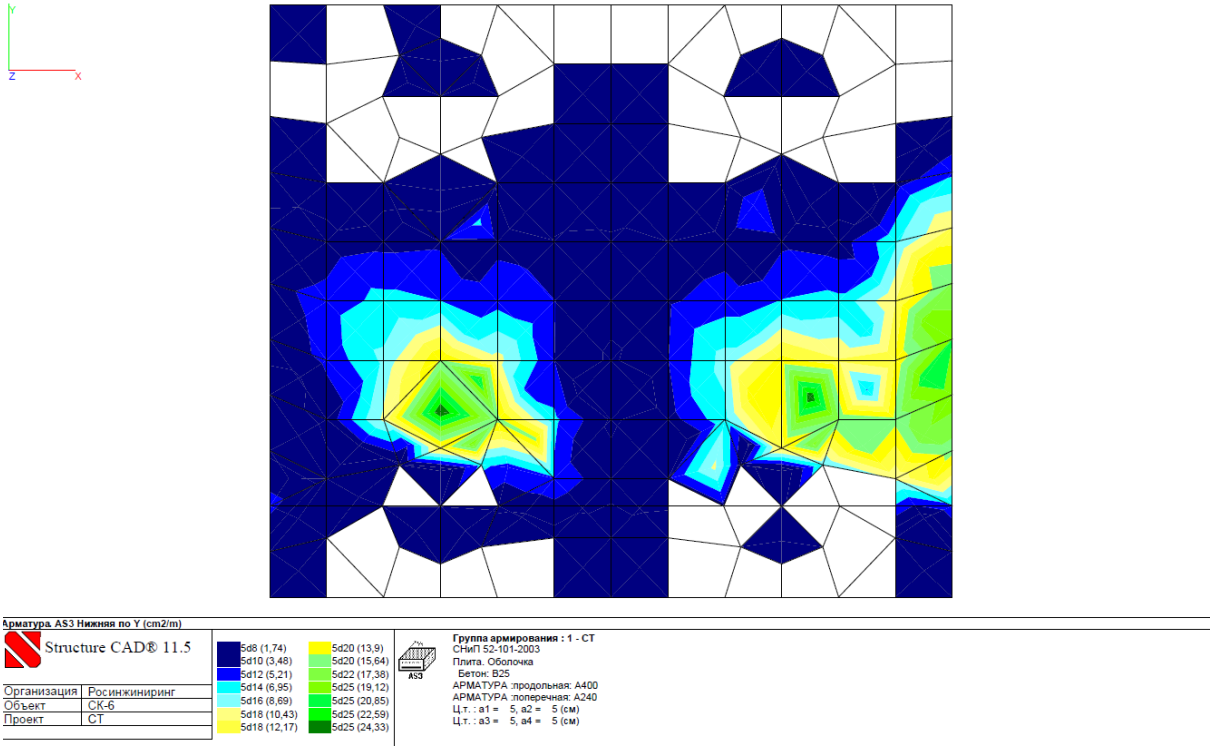


Рис. 6.779. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

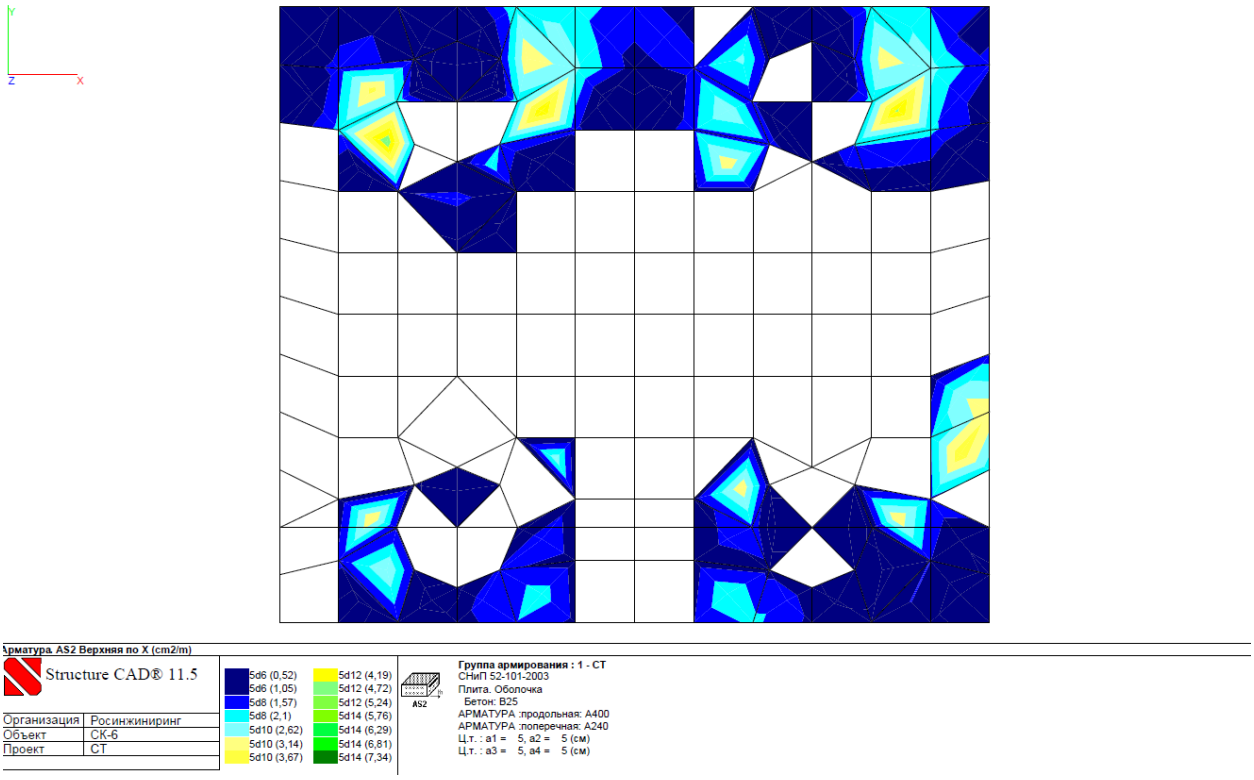


Рис. 6.780. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

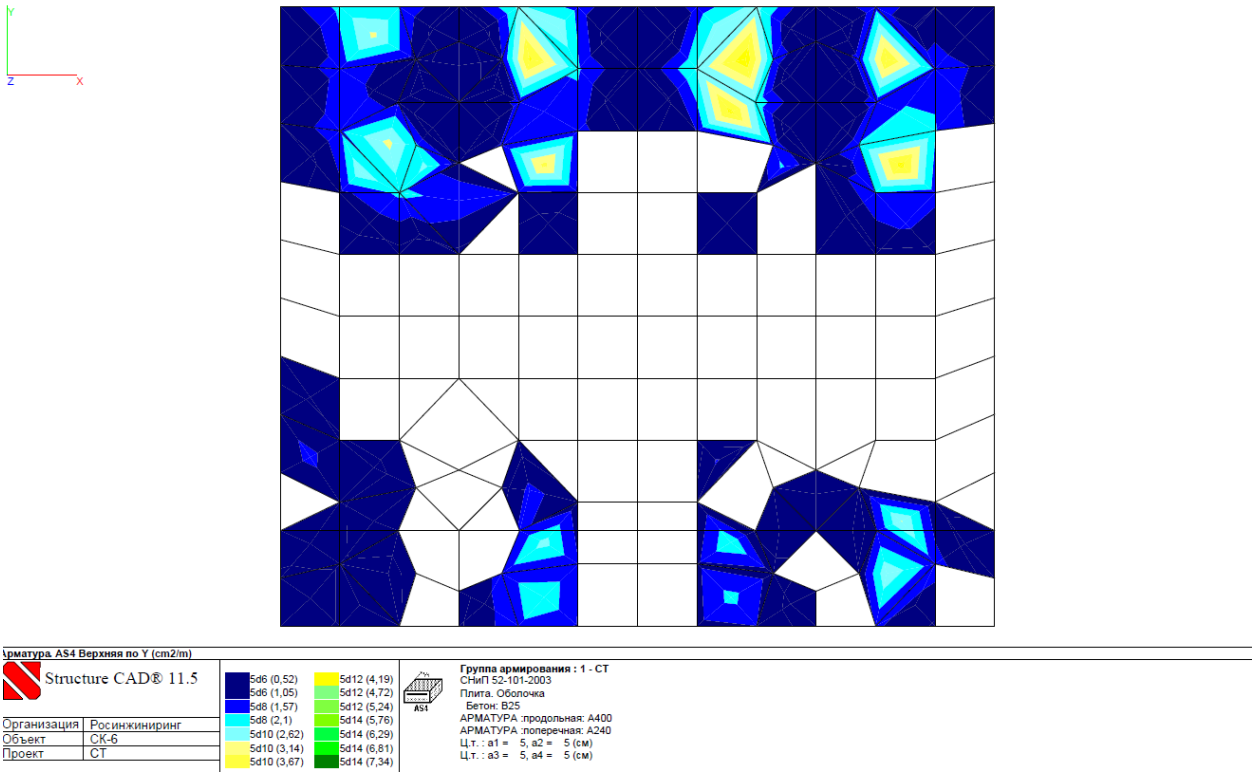


Рис. 6.781. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

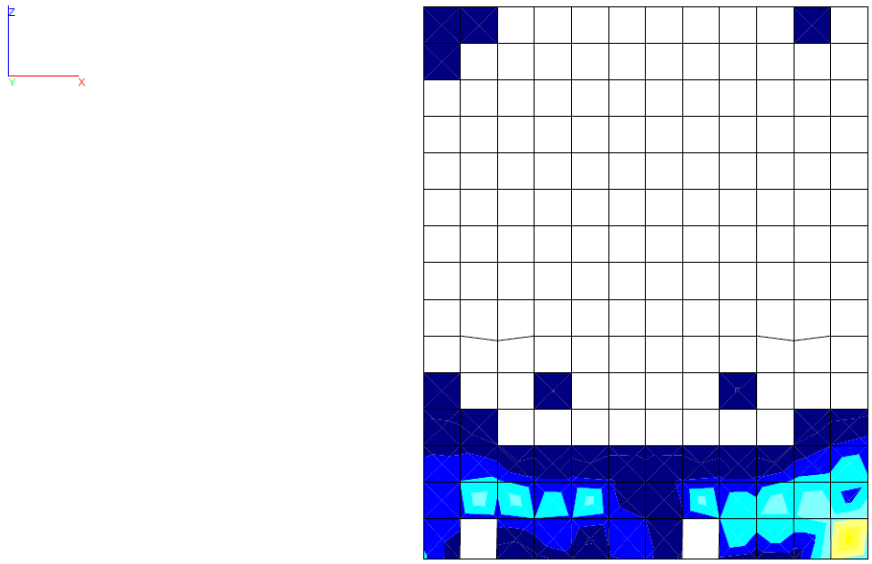


Рис. 6.782. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

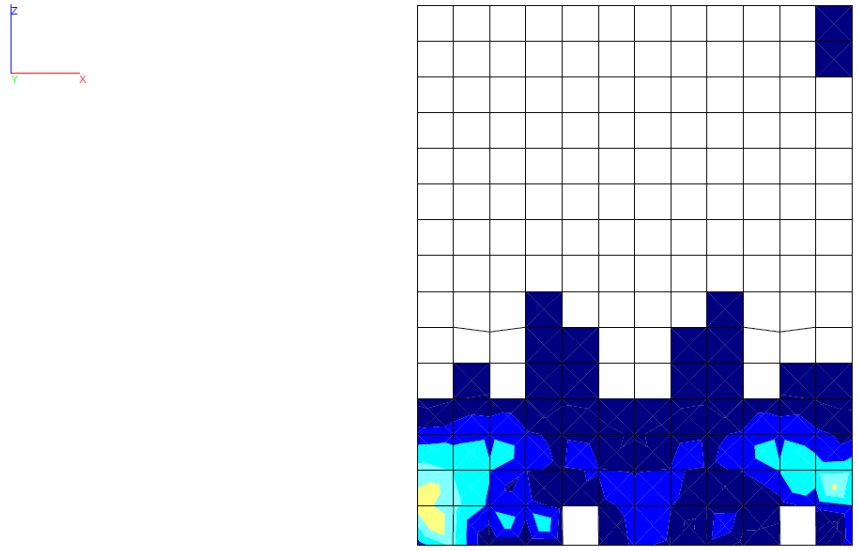
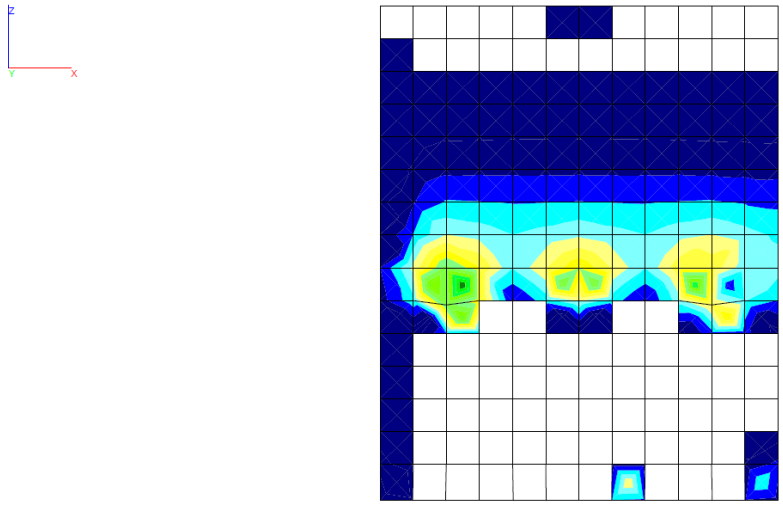


Рис. 6.783. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У



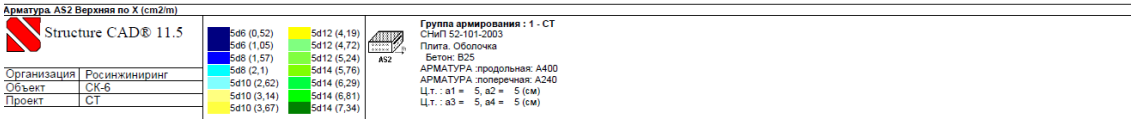
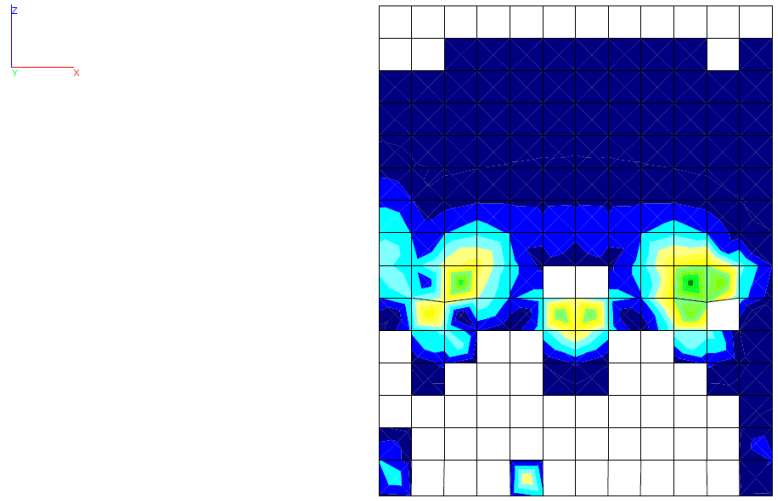


Рис. 6.784. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X



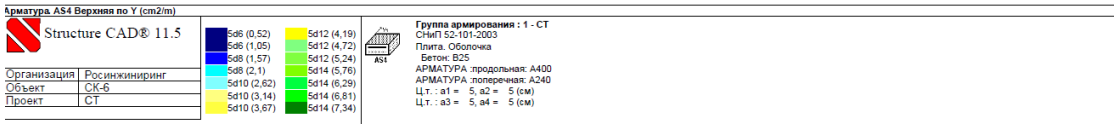


Рис. 6.785. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров подпорной стены СТ-10/5

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.188. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров подпорной стены СТ-10/5 по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, с учетом коэффициента надежности, т
А1(в)	97,97	103/78	30,0	145,15	30,0	4,41	175	185	123,6
А2(н)	110,71	103/78	30,0	145,15	30,0	7,54	175	185	181,8

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Расчет грунтовых анкеров Анкерного поля №14 (около СТ-10/1)

Определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров

Для обеспечения работы крепления грунтовыми анкерами в соответствии с расчетом необходимо обеспечить заделку грунтовых анкеров за первоначальную поверхность скольжения на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D). В качестве первоначальной поверхности скольжения принимаем поверхность, получаемую при расчете склона при сейсмическом воздействии.

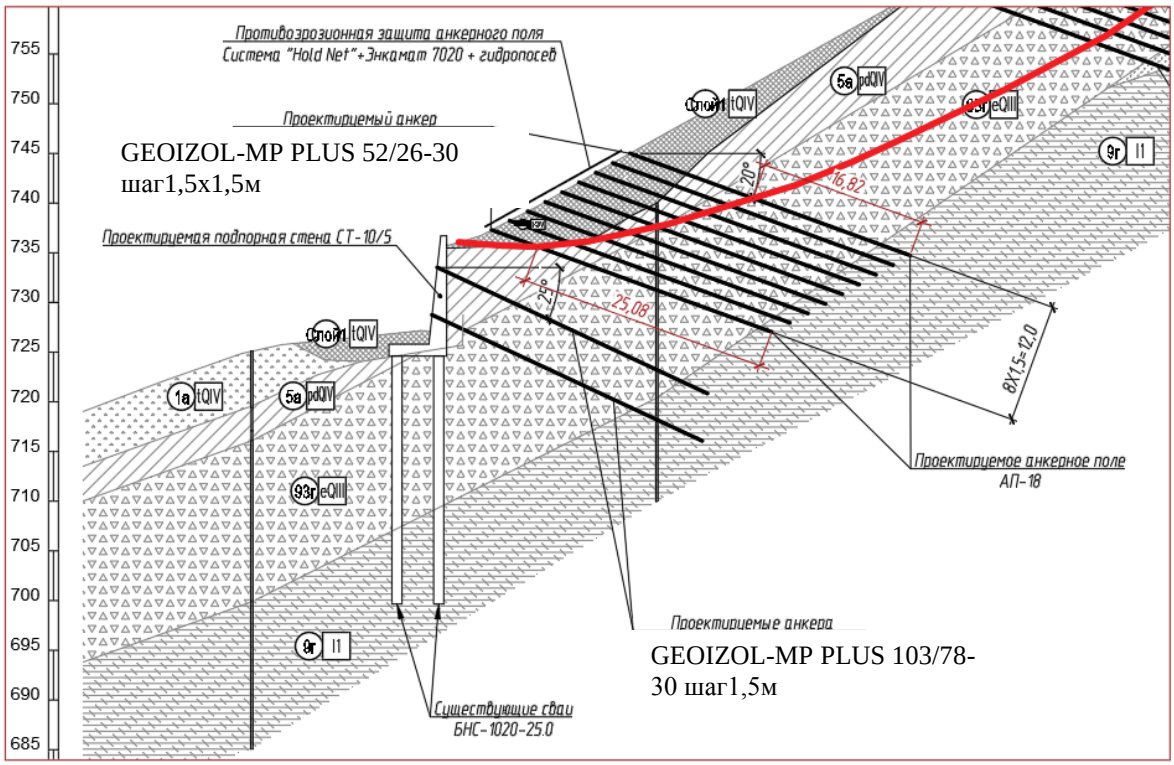


Рис. 6.786. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №14 (около СТ-10/1), выходящих за первоначальную призму обрушения

Так как анкерное поле служит не только для обеспечения устойчивости, но также и для уменьшения оползневого давления на сваи, длины корней анкеров в расчете ограничены 10 метрами в соответствии с п.3.1.16 ВСН 506-88.

Таблица 6.189. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров Анкерного поля №14 (около СТ-10/1) по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, с учетом коэффициента надежности, т
А1(в)	24,54	52,26	30,0	59,83	30,0	10,0	90	100	54,07
А2	23,86	52,26	30,0	59,83	30,0	10,0	90	100	51,25
А3	24,09	52,26	30,0	59,83	30,0	10,0	90	100	48,05
А4	23,71	52,26	30,0	59,83	30,0	10,0	90	100	45,64
А5	22,51	52,26	30,0	59,83	30,0	10,0	90	100	42,83
А6	22,59	52,26	30,0	59,83	30,0	10,0	90	100	40,03
А7	23,13	52,26	30,0	59,83	30,0	10,0	90	100	46,82
А8	23,71	52,26	30,0	59,83	30,0	10,0	90	100	42,00
А9(н)	20,96	52,26	30,0	59,83	30,0	10,0	90	100	38,01

Фактические усилия в элементах крепления грунтовыми анкерами не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS 52/26.

Расчет грунтовых анкеров подпорной стены СТ-15 нижний ярус

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.190. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров подпорной стены СТ-15 нижний ярус по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, с учетом коэффициента надежности, т
А1	54,59	103/78	30,0	159,74	18,5	11,5	175	250	107,70
А2	23,70	103/78	27,0	159,74	16,5	10,5	175	250	110,03

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Расчет грунтовых анкеров подпорной стены СТ-15 верхний ярус

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.191. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров подпорной стены СТ-15 верхний ярус по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, с учетом коэффициента надежности, т
А1	63,15	103/78	33,0	159,74	18,5	14,5	175	250	122,37

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Расчет грунтовых анкеров Анкерного поля №15 (около СТ-10/1)

Определение требуемой глубины заделки грунтовых анкеров

Для обеспечения работы крепления грунтовыми анкерами в соответствии с расчетом необходимо обеспечить заделку грунтовых анкеров за первоначальную поверхность скольжения на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D). В качестве первоначальной поверхности скольжения принимаем поверхность, получаемую при расчете склона при сейсмическом воздействии. Длины корней анкеров в расчете ограничены 10 метрами в соответствии с п.3.1.16 ВСН 506-88.

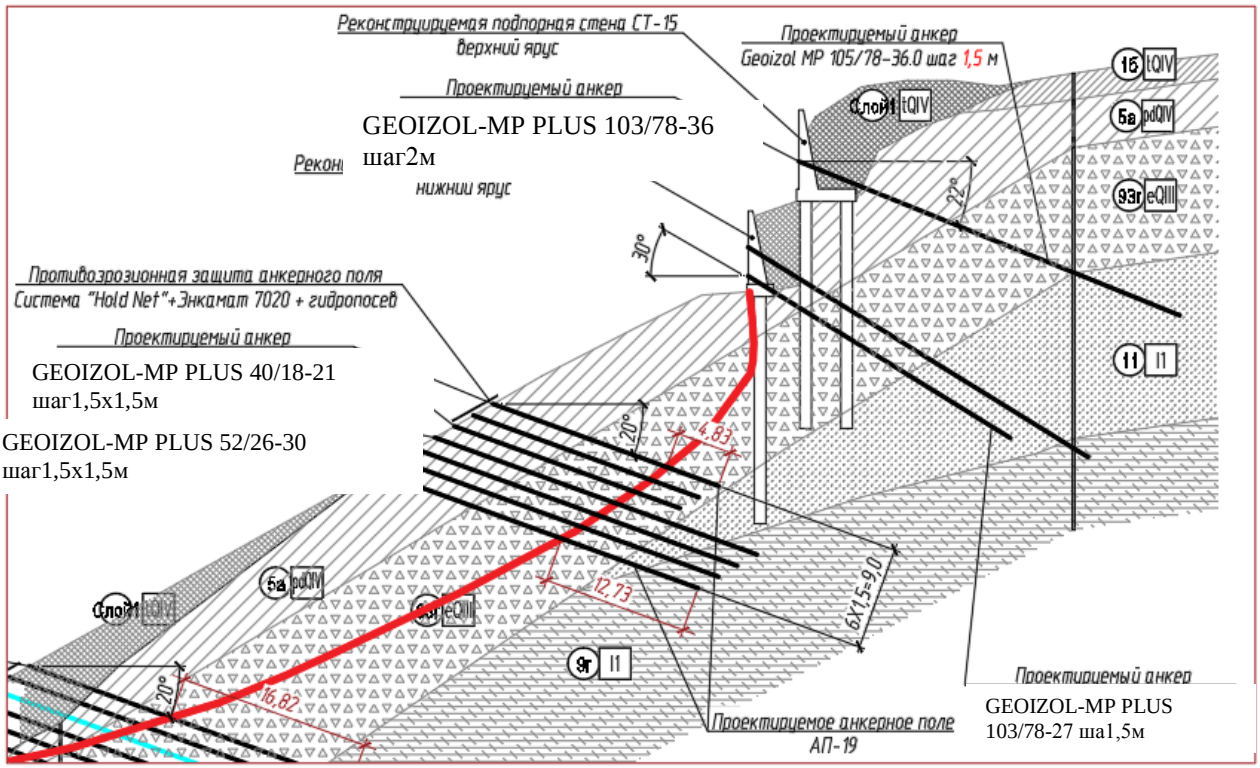


Рис. 6.787. Вычисление длин корней анкеров Анкерного поля №15 (около СТ-10/1), выходящих за первоначальную призму обрушения

Таблица 6.192. Расчетная несущая способность грунтовых анкеров Анкерного поля №15 (около СТ-10/1) по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, с учетом коэффициента надежности, т
А1(в)	17,18	40/16	21,0	43,45	21,0	4,83	90	100	17,83
А2	16,12	40/16	21,0	43,45	21,0	4,45	90	100	16,62
А3	15,96	40/16	21,0	43,45	21,0	4,26	90	100	16,23
А4	30,89	52/26	30,0	59,83	30,0	10,0	115	150	63,00
А5	30,58	52/26	30,0	59,83	30,0	10,0	115	150	60,70
А6	30,28	52/26	30,0	59,83	30,0	10,0	115	150	58,00
А7(н)	34,25	52/26	30,0	59,83	30,0	10,0	115	150	55,30

Фактические усилия в элементах крепления грунтовыми анкерами не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS 40/16 и 52/26.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 12-12

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорных стен СТ-10/5, СТ-15 (нижний ярус и верхний ярус).

2) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-10/5 предусматривается устройство двух рядов дополнительных грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной по 30 м, с шагом 1,5 м.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-15 нижнего яруса предусматривается устройство одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 30 м, расположенных с шагом 1,5 м, и одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 27 м, расположенных с шагом 1,5 м.

4) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-15 верхнего яруса предусматривается устройство дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 33 м, расположенных с шагом 1,5 м.

5) Для обеспечения устойчивости склона, а также для уменьшения оползневого давления на подпорную стену СТ-10/5 предусматривается закрепление склона выше подпорной стены грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 52/26 длиной 30 м, расположенными с шагом 1,5х1,5 м.

6) Для обеспечения устойчивости склона ниже подпорной стены СТ-15 нижнего яруса предусматривается его закрепление грунтовыми анкерами GEOIZOL-MP PLUS 40/16 длиной 21 и 30 м, расположенными с шагом 1,5х1,5 м.

7) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкции подпорных стен СТ-10/5, СТ 15 нижнего яруса и СТ-15 верхнего яруса не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

8) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.

6.15 Расчеты по линии разреза 13-13 (соответствует инженерно-геологическому разрезу ПР-8доп.)

Схему расположения разреза см. рис. 6.788:

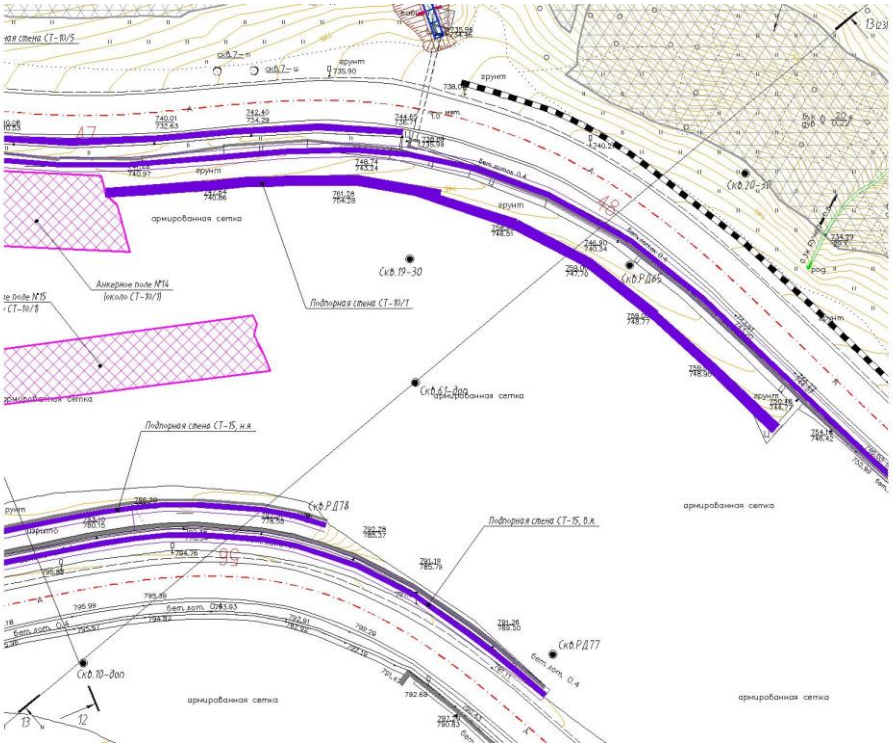


Рис. 6.788. Схема расположения разреза 13-13.

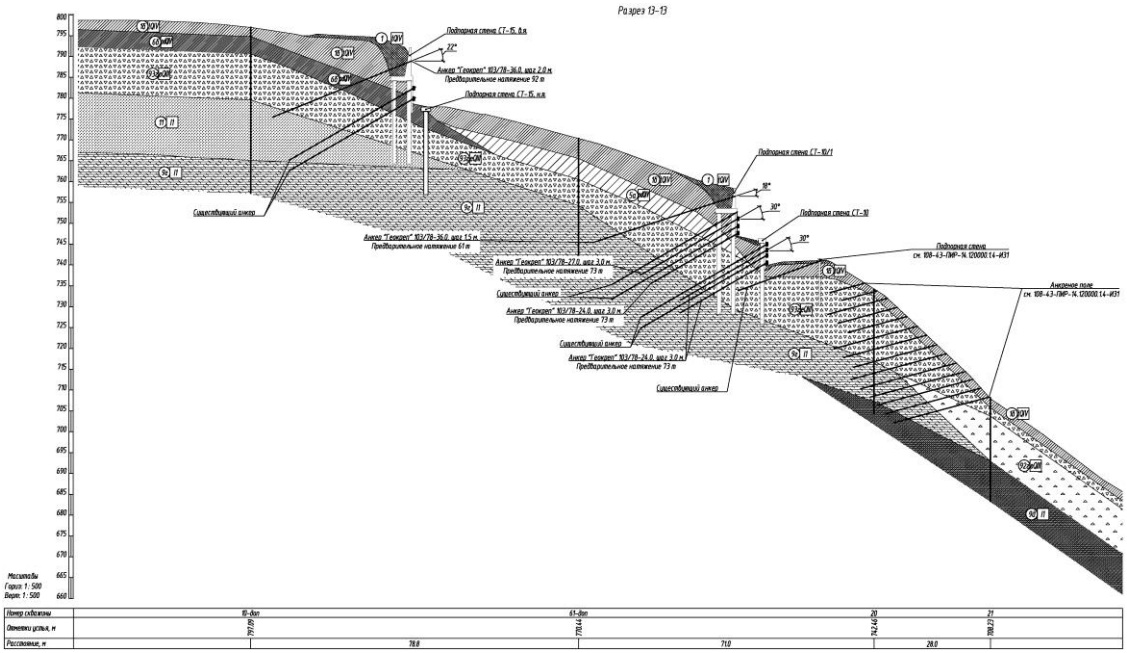


Рис. 6.789. Разрез 13-13.

Расчеты выполняются с применением СТУ на проектирование и строительство объекта «Реконструкция объекта «Совмещенный комплекс для проведения соревнований по лыжным гонкам и биатлону, горная олимпийская деревня (1100 мест), подъездная автомобильная дорога, хребет Псехако (проектные и изыскательские работы, строительство). Шестой этап строительства. Подъездные автомобильные дороги» согласованного Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ письмом №17037-ЛС/03 от 17.04.2018.

Характеристики грунтов приняты на основании технического отчета по результатам инженерно-геологическим изысканиям см. том 108-43-ПИР-14.100000.2.4-ИГЛ2

Расчетные характеристики грунтов, принятые в программе Plaxis 2D

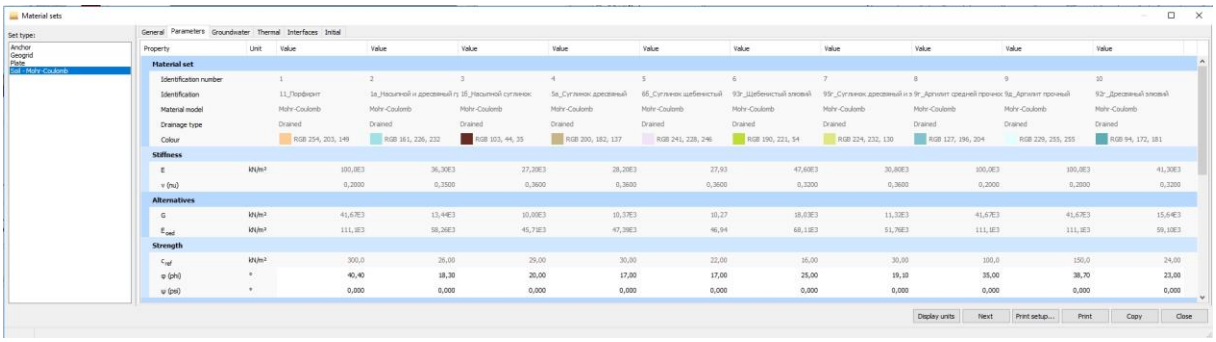


Рис.15 Характеристики грунтов, принятые при расчете

6.15.1 Расчет разреза 13-13 в существующем положении

Расчет разреза 13-13 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

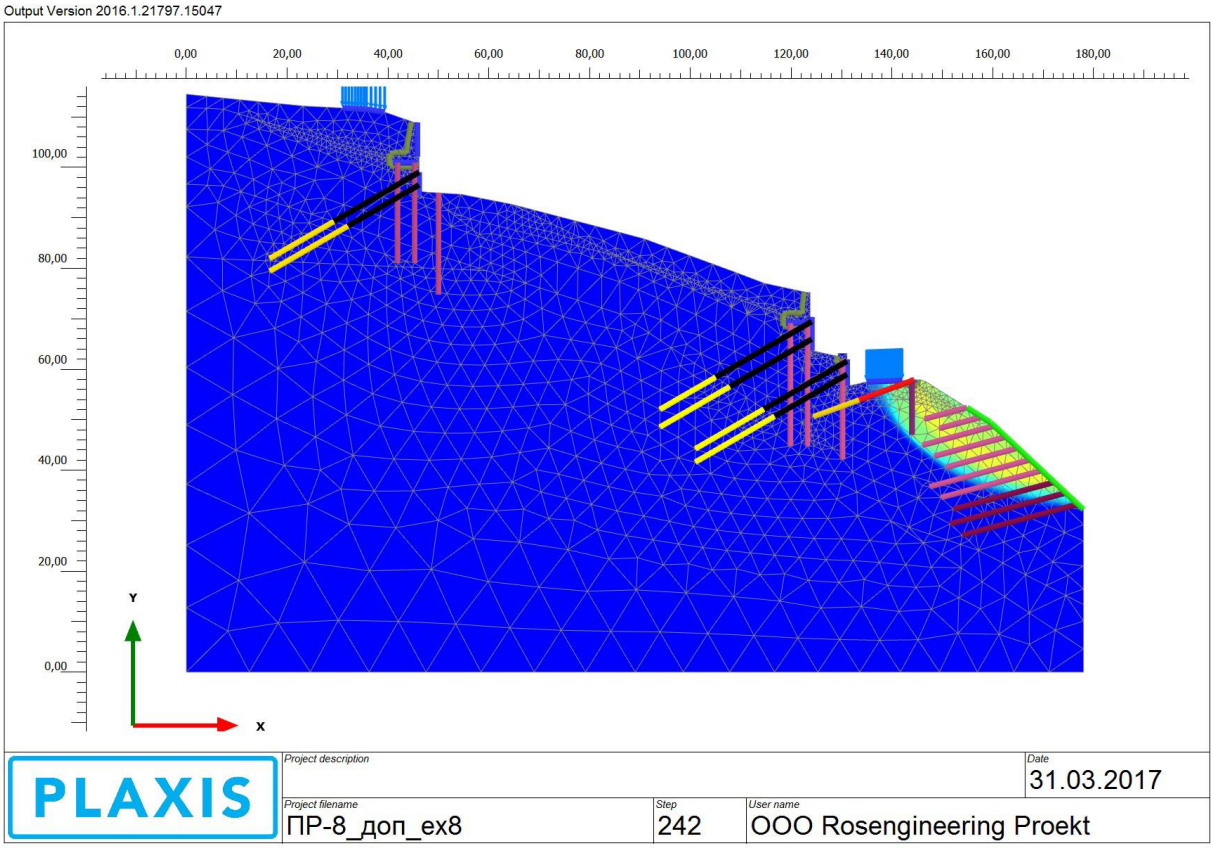


Рис. 6.790. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. K_{sf} =1,300 > K_{sfn} = 1,11.

Подпорная стена СТ-10

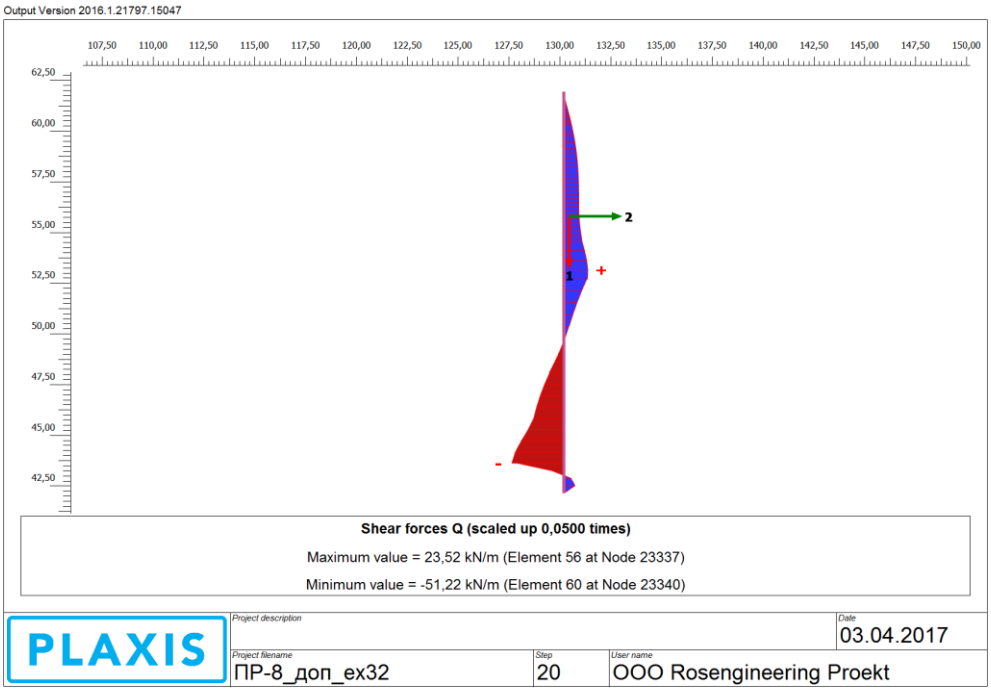


Рис. 6.791. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

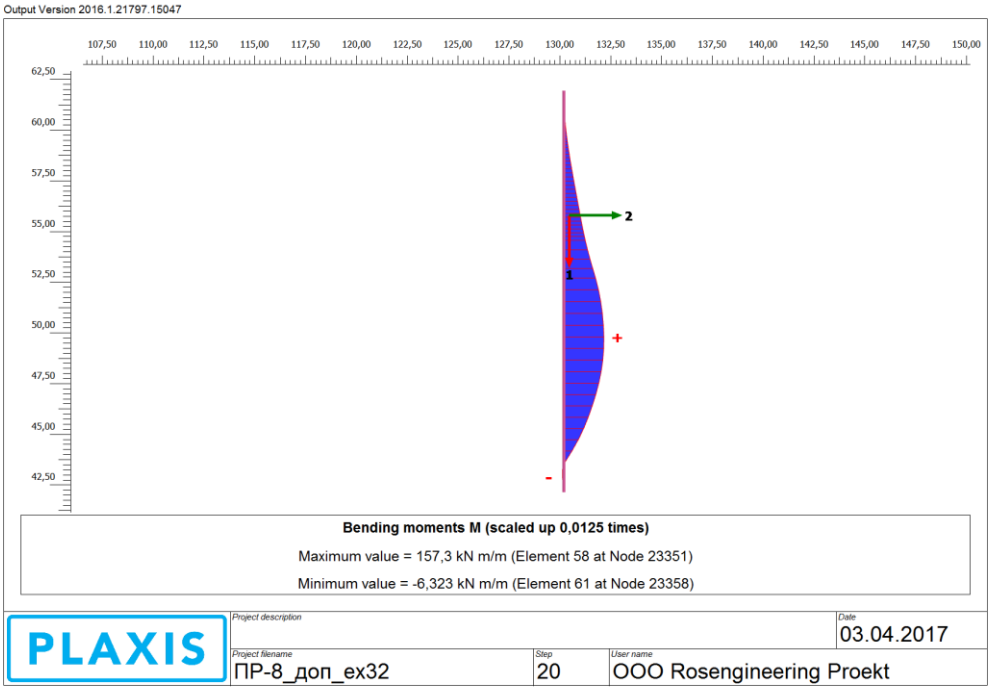


Рис. 6.792. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

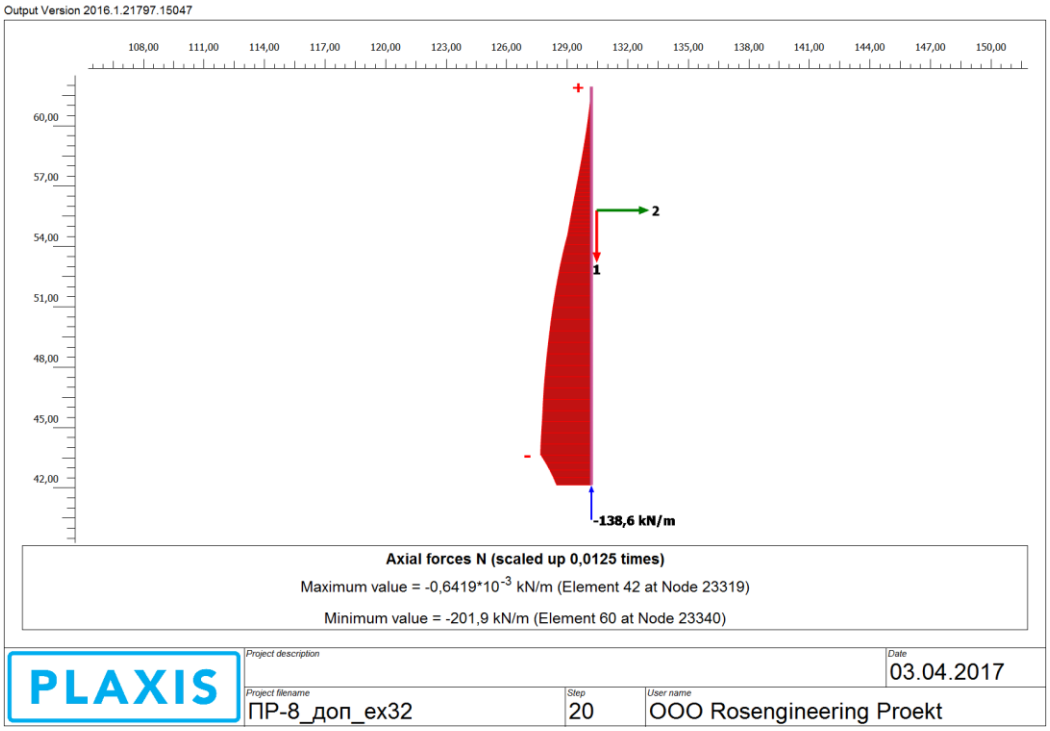


Рис. 6.793. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.193. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-61,74	48,10	-15,66

Подпорная стена СТ-10/1

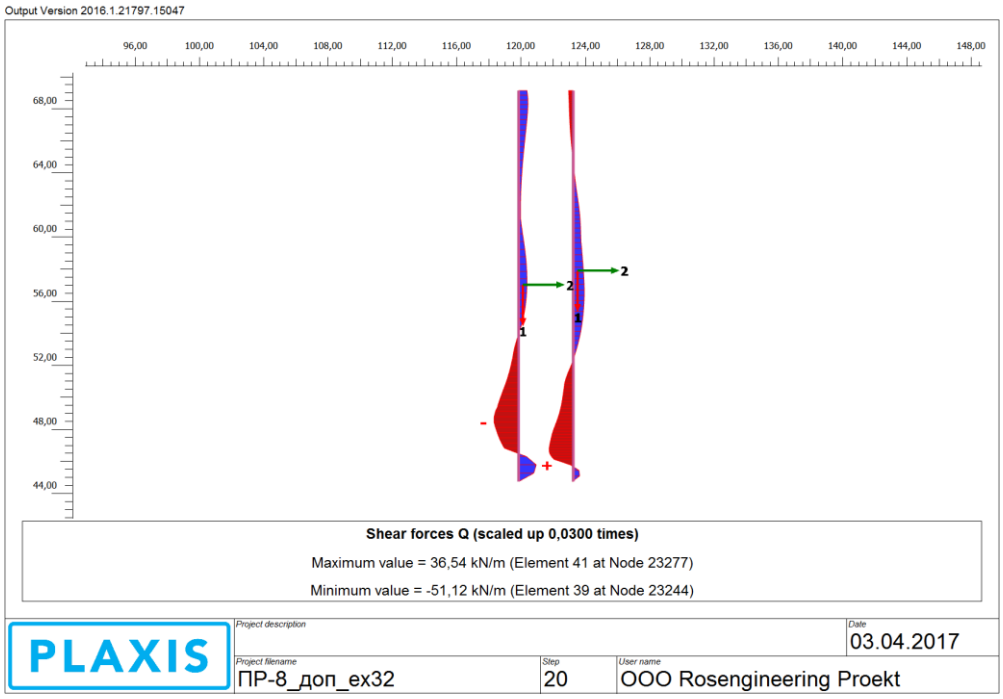


Рис. 6.794. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

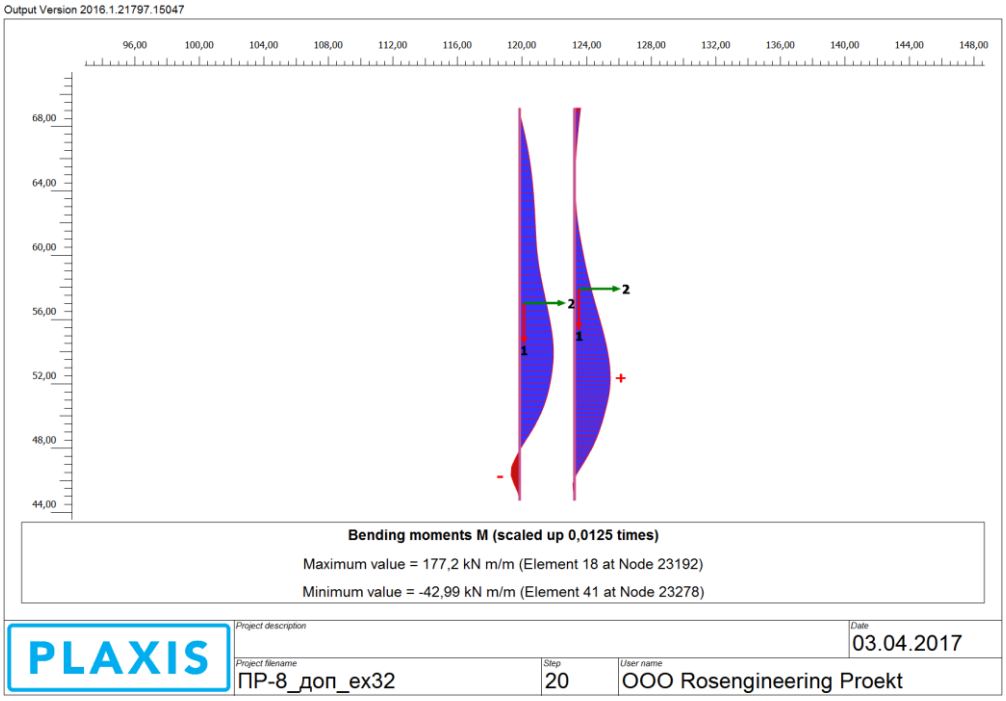


Рис. 6.795. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

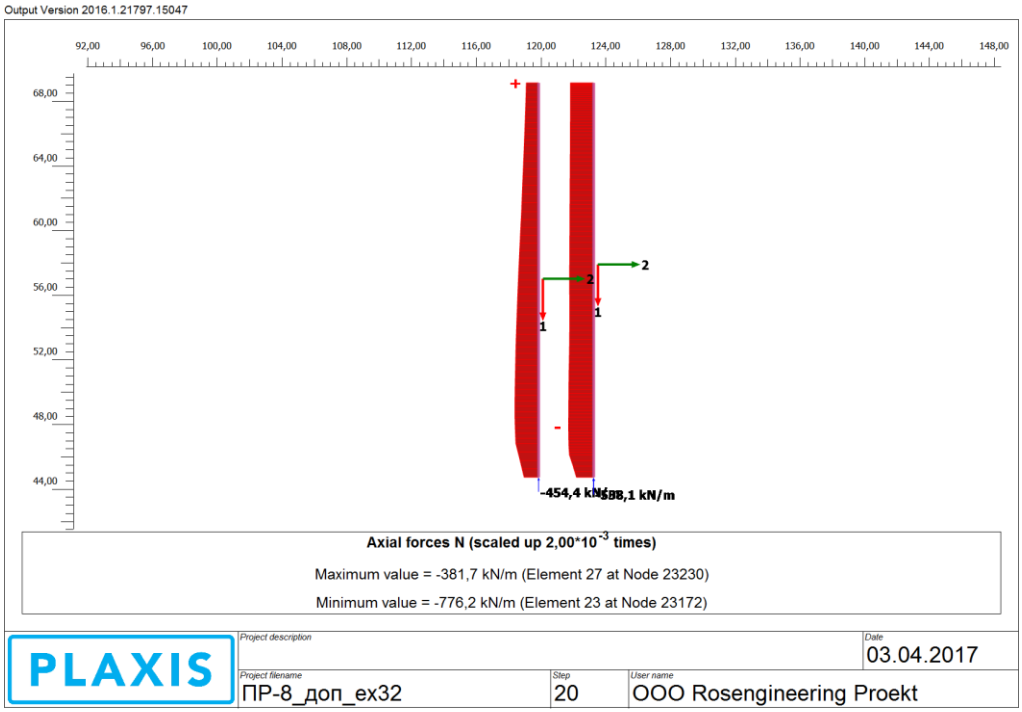


Рис. 6.796. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.194. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-224,34	51,19	-15,63
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-237,37	54,19	-15,39

Подпорная стена СТ-15 (верхний ярус)

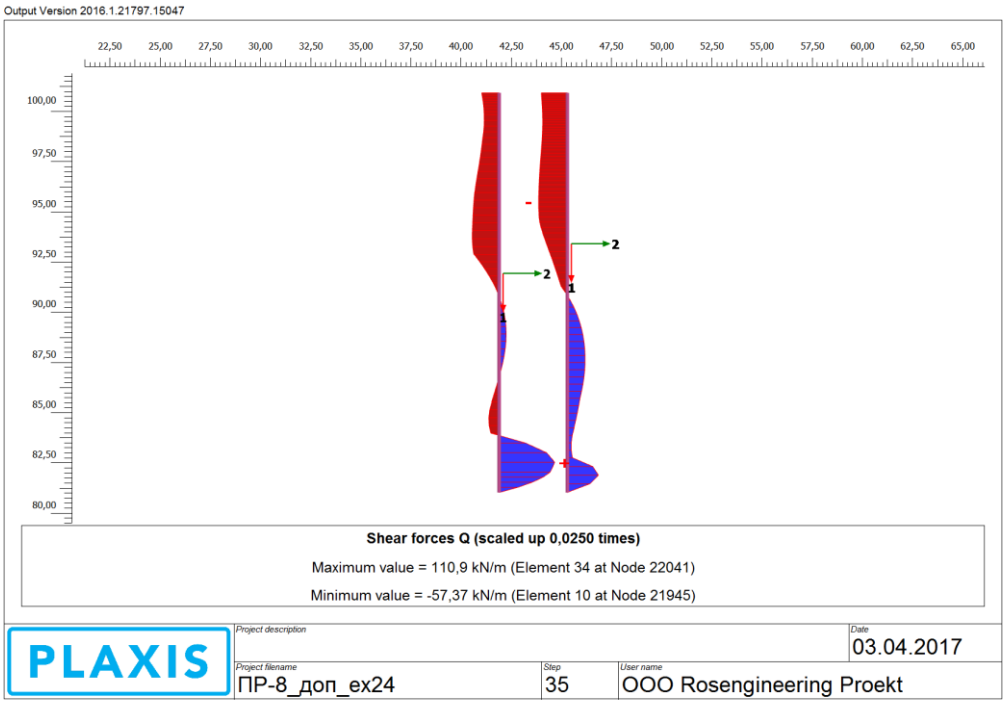


Рис. 6.797. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

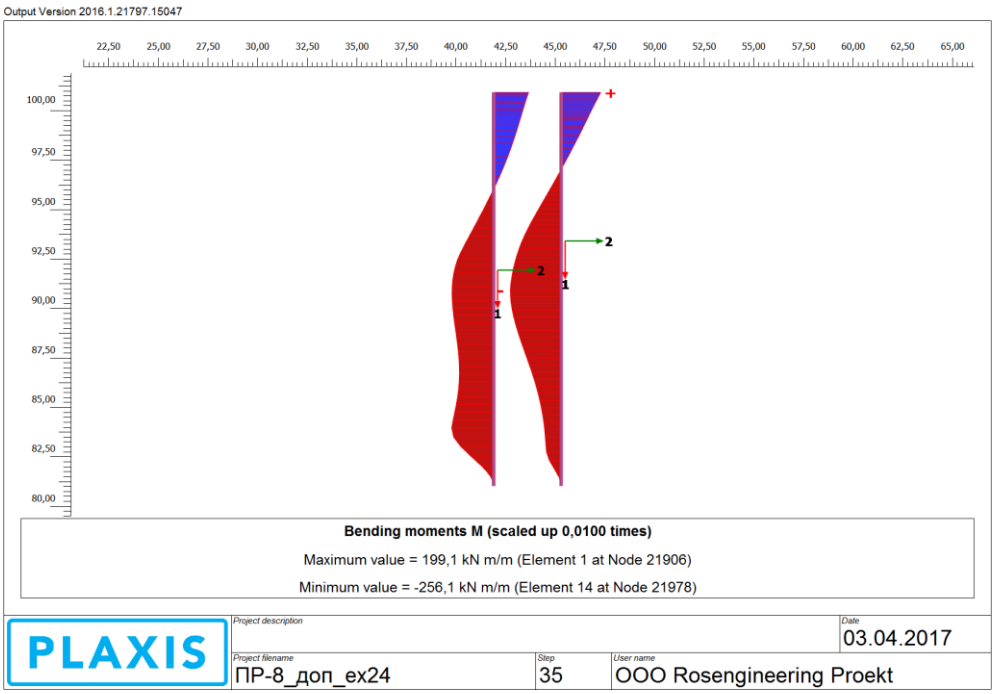


Рис. 6.798. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

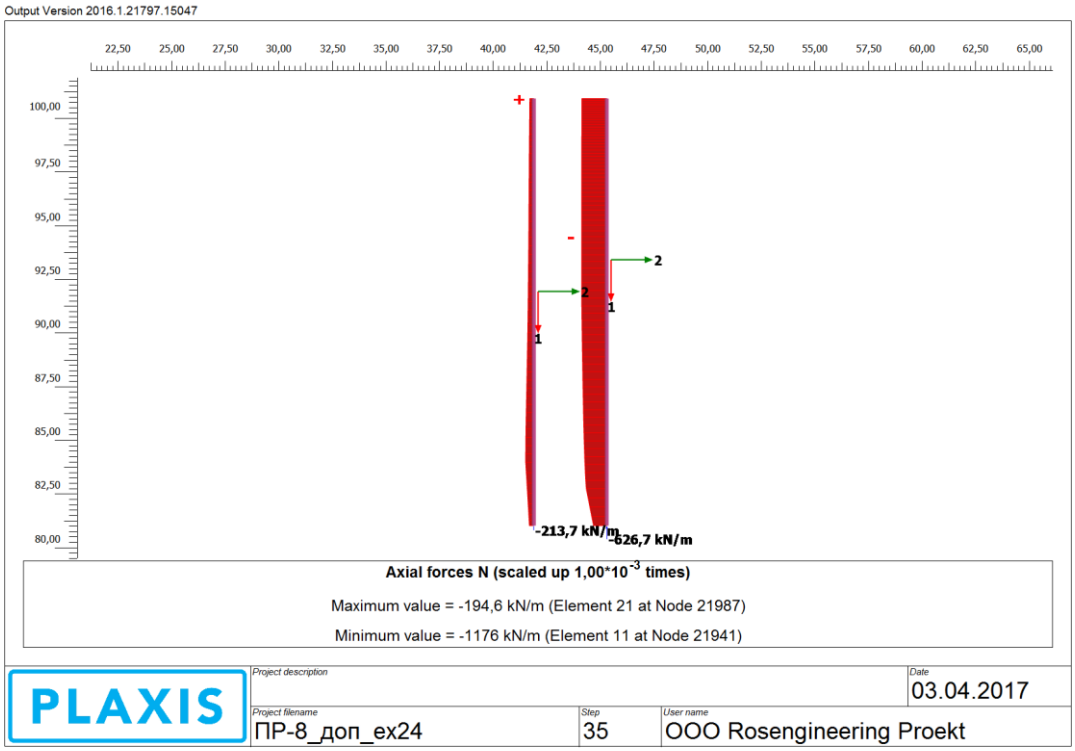


Рис. 6.799. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.195. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-117,61	-64,74	33,91
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-359,63	-78,32	18,97

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

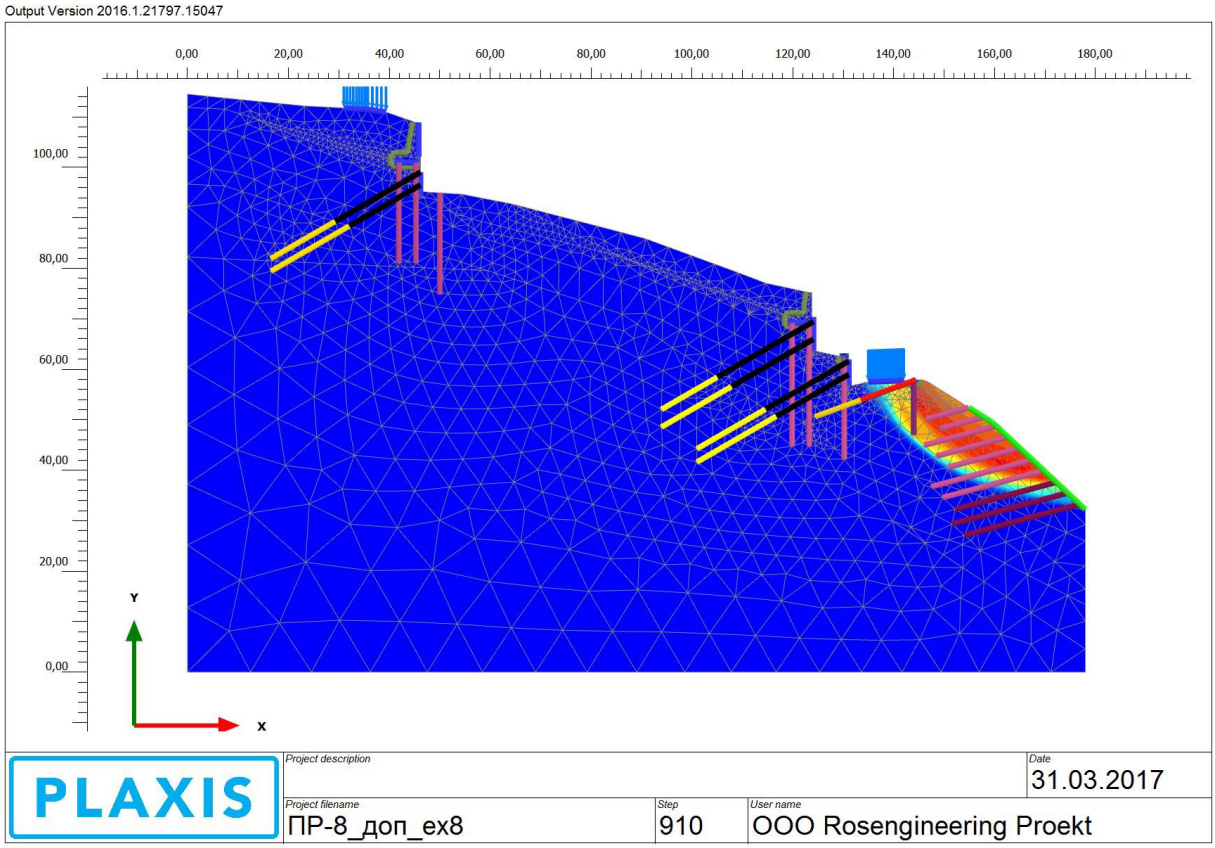


Рис. 6.800. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. K_{sf} =1,060 > K_{sfn} = 1,050.

Подпорная стена СТ-10

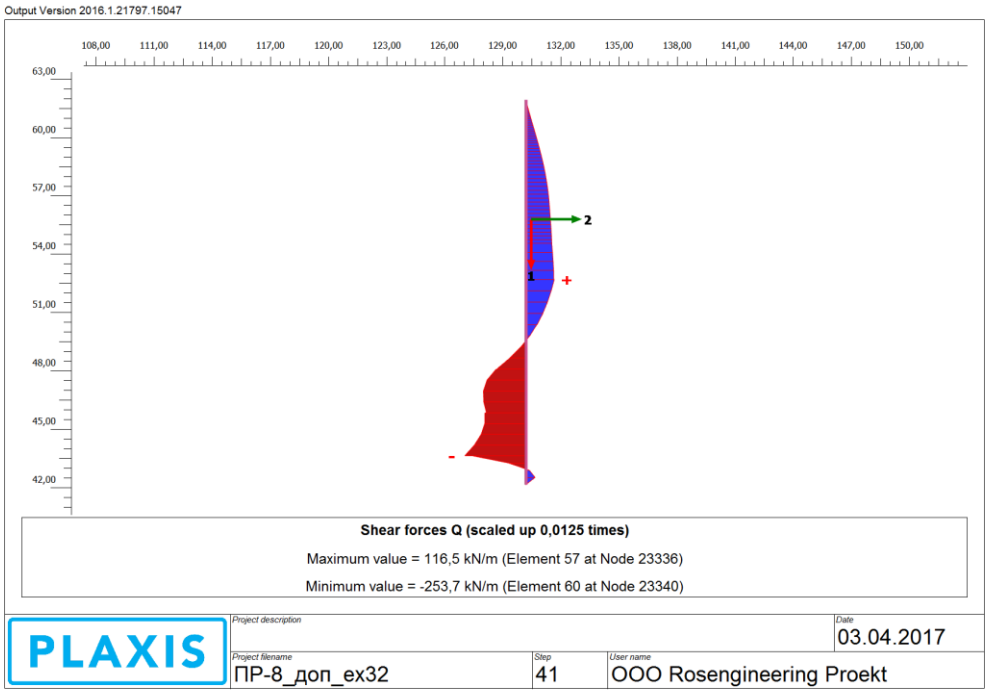


Рис. 6.801. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

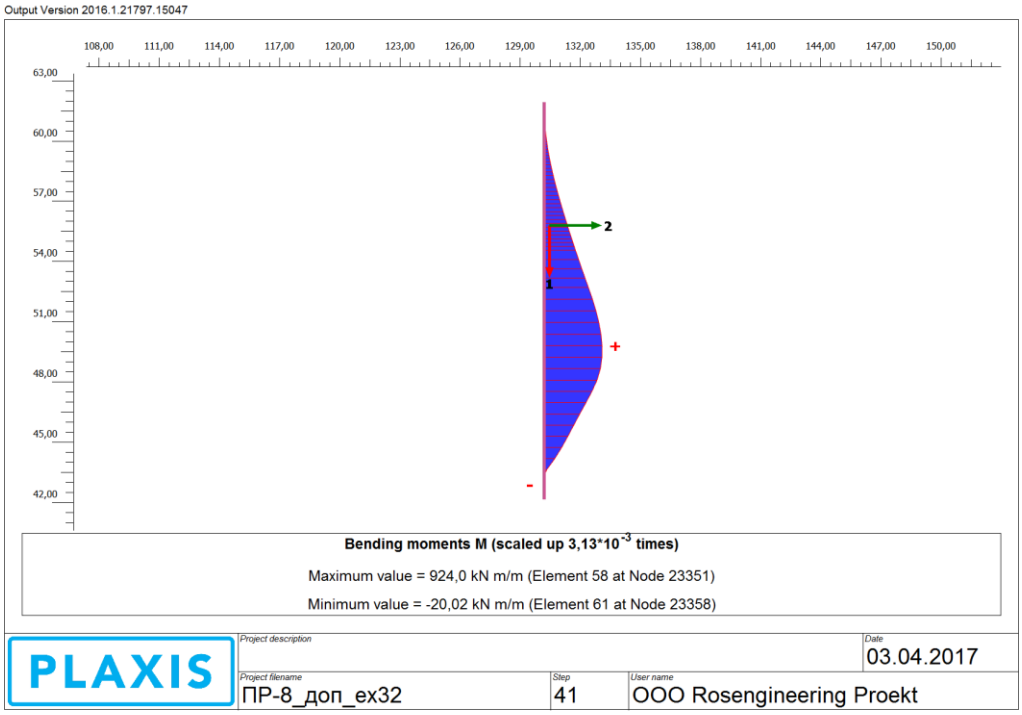


Рис. 6.802. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

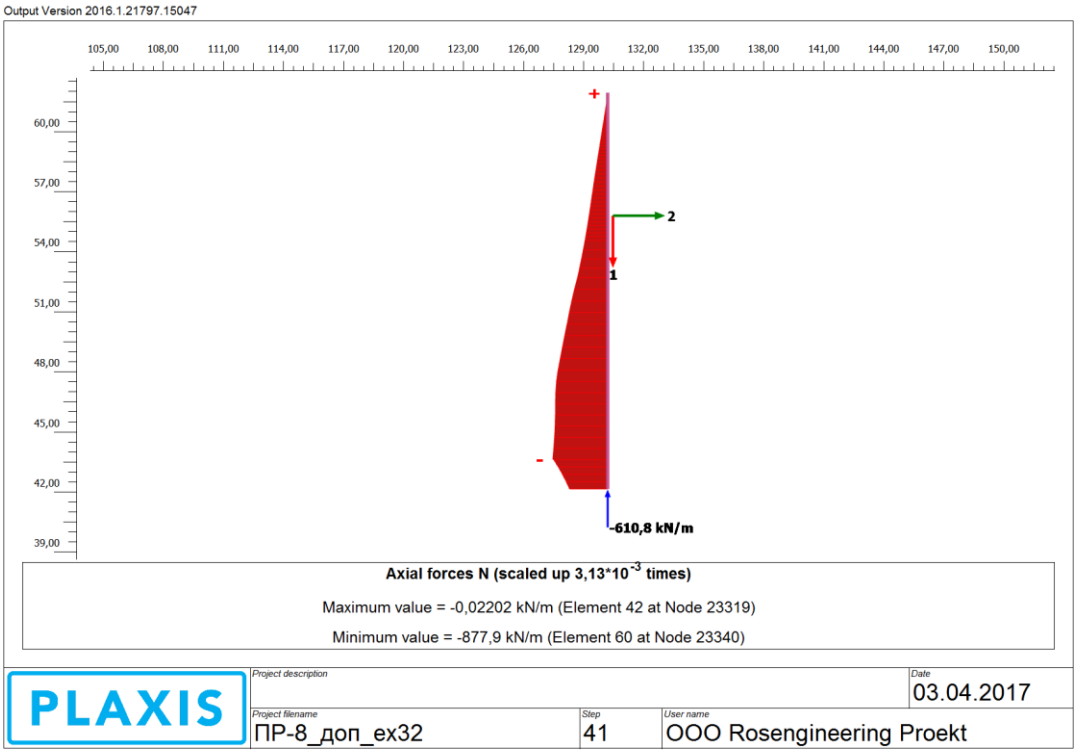


Рис. 6.803. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.196. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-268,47	282,57	-77,58

Подпорная стена СТ-10/1

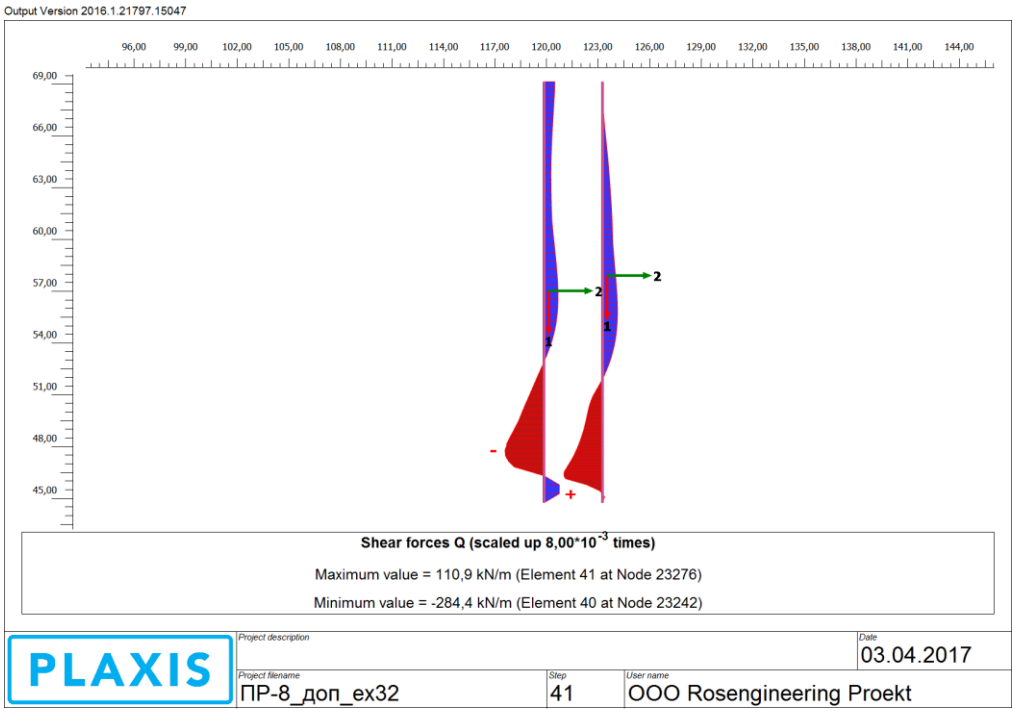


Рис. 6.804. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

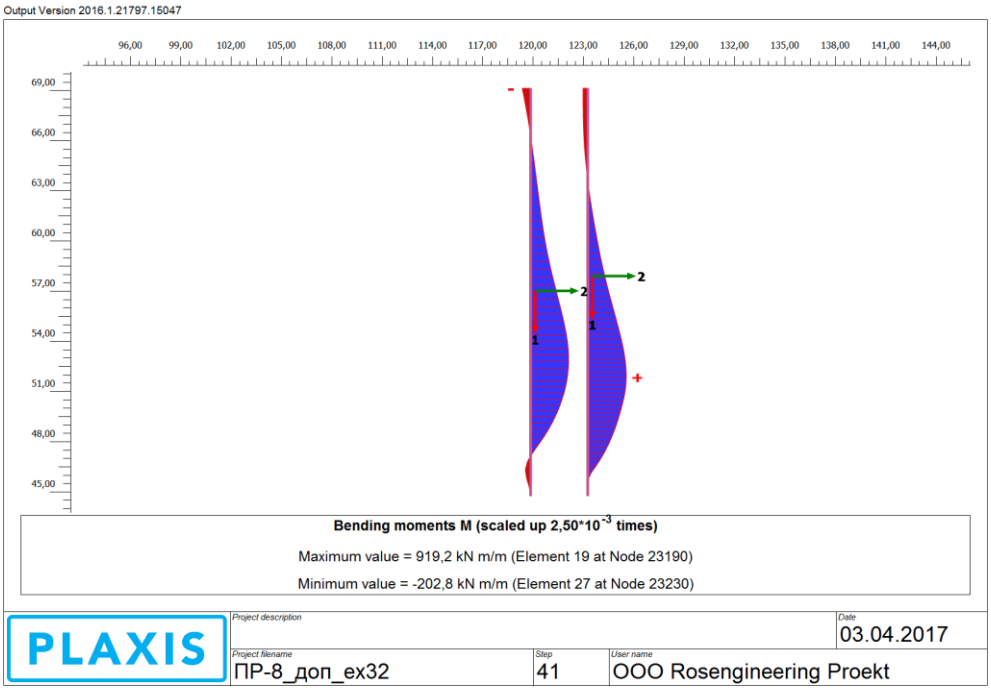


Рис. 6.805. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

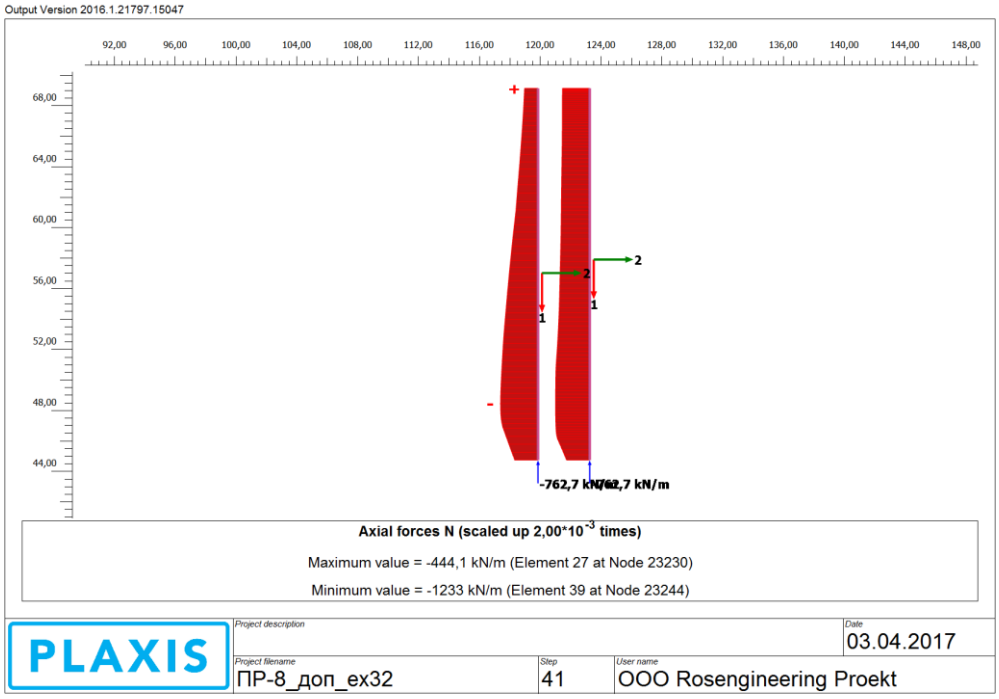


Рис. 6.806. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.197. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-377,06	277,13	-86,97
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-344,04	281,10	-85,84

Подпорная стена СТ-15 (верхний ярус)

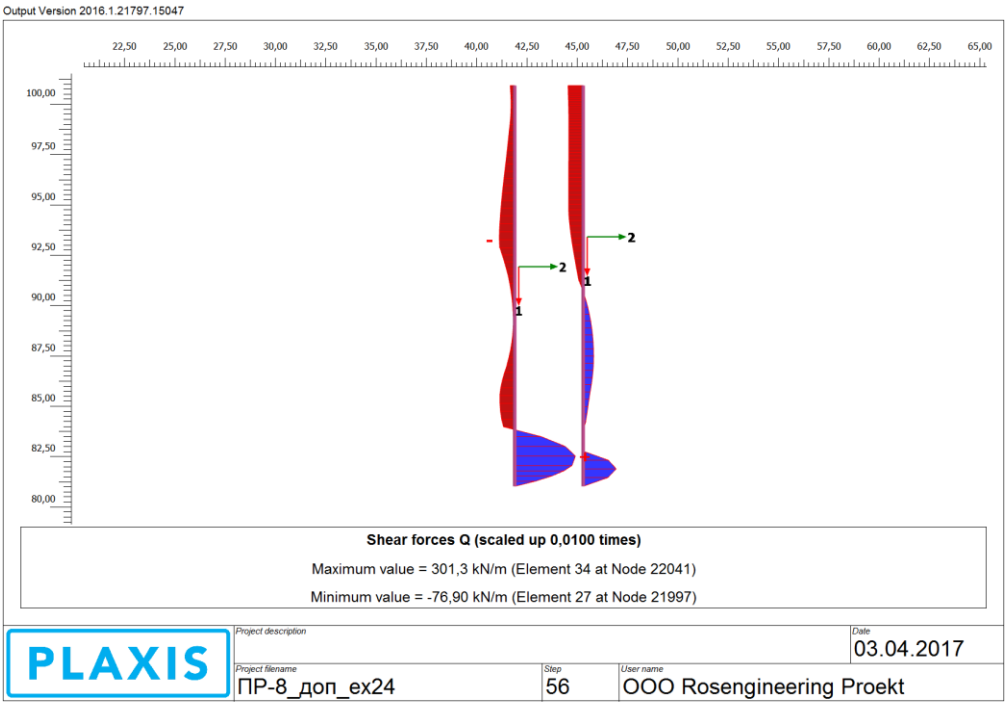


Рис. 6.807. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

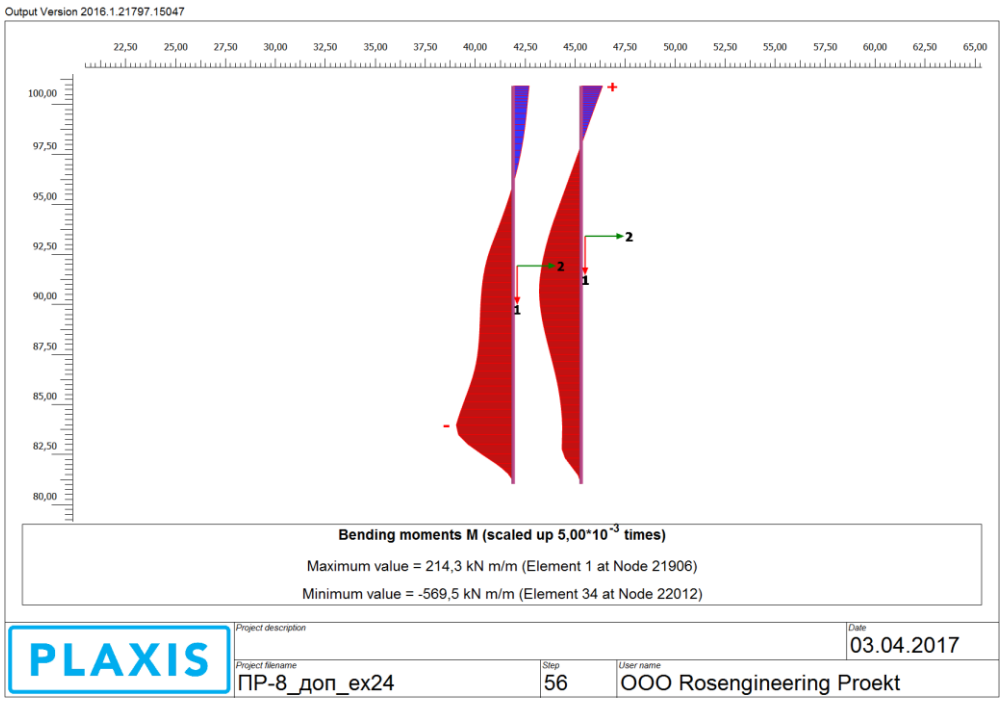


Рис. 6.808. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

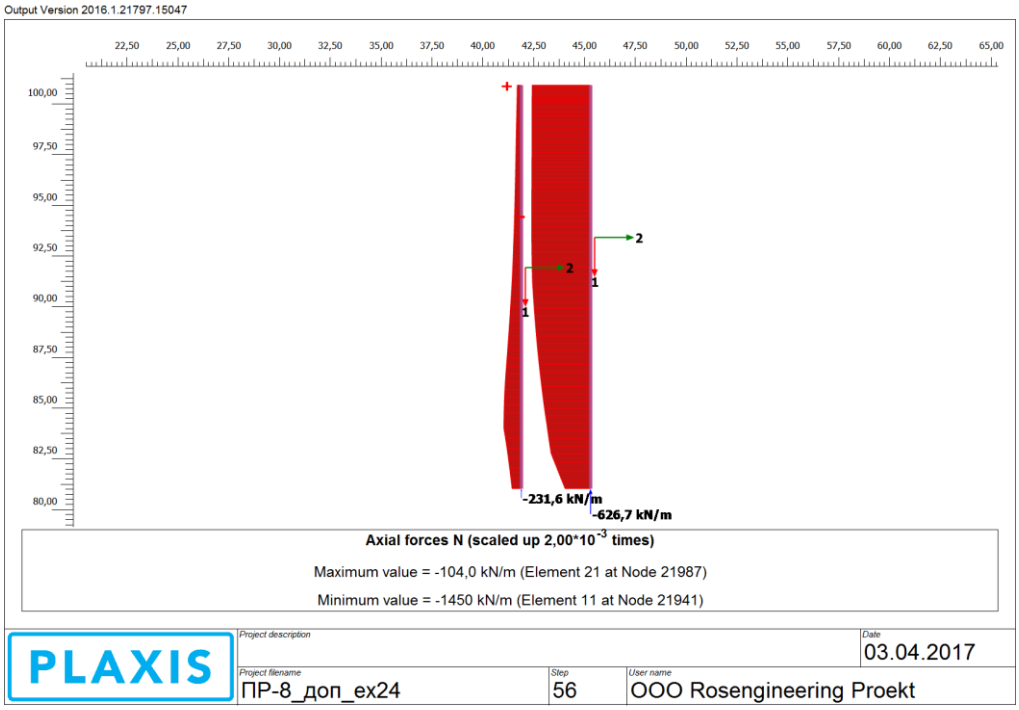


Рис. 6.809. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.198. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-132,35	-174,16	92,14
N2(пр)	1,02	20,0	3,0	-443,43	-127,92	50,21

Расчет конструкции свай СТ-10 по разрезу 13-13 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

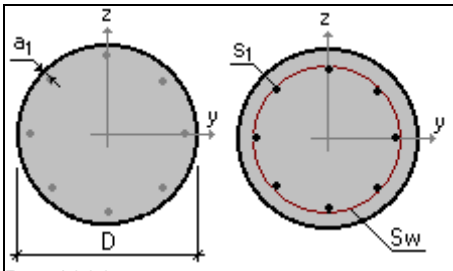
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

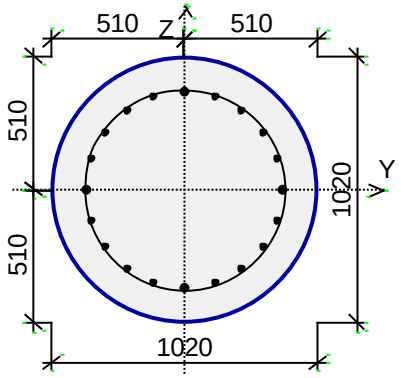
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-61,74	0,1	15,66	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,041
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,047
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,097
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,372
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,372 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

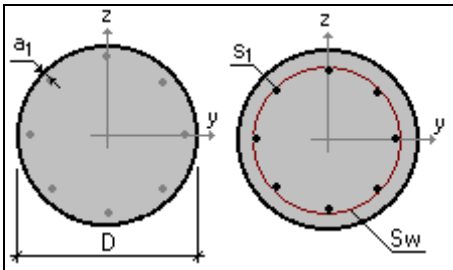
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

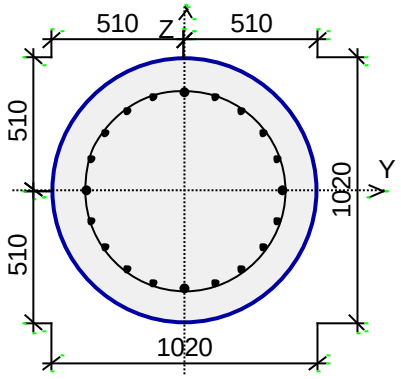
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-268,47	0,1	77,58	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,168
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,192
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,371
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,483**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,483 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

Расчет конструкции свай СТ-10/1 по разрезу 13-13 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

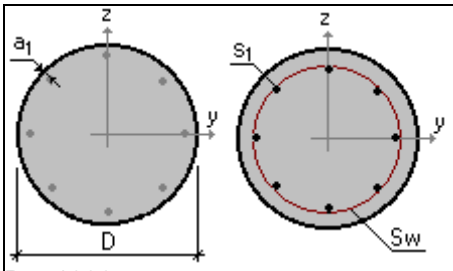
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

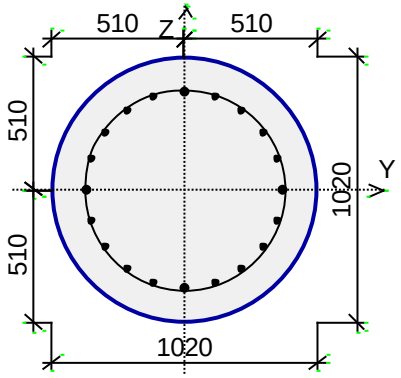
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-224	8,56	15,63	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,149
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,188
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,083
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,319
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,319 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

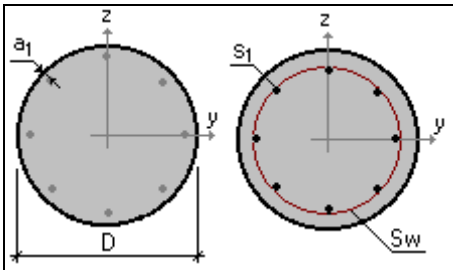
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

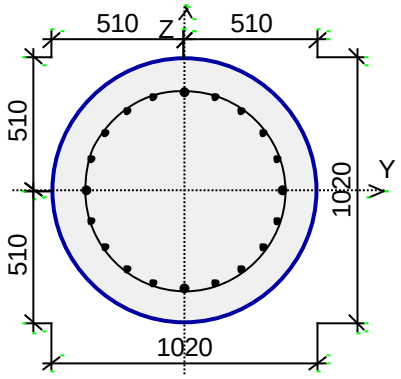
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-375	54,43	-86,97	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,234
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,398
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,415
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**1,662**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 1,662 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

Расчет конструкции свай СТ-15 (верхний ярус) по разрезу 13-13 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

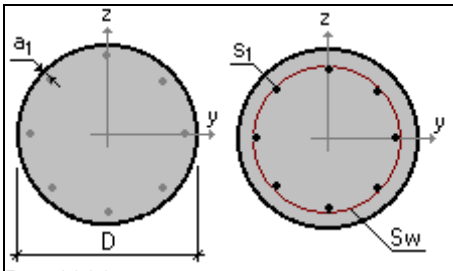
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

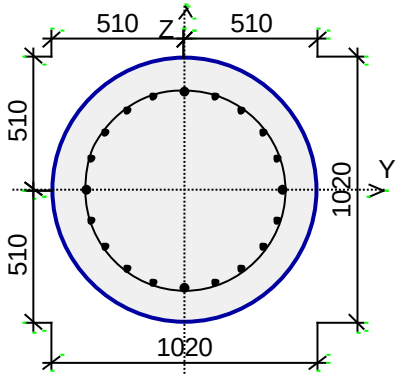
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-91,25	34,86	33,91	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,061
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,18
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,205
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,782
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,782 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

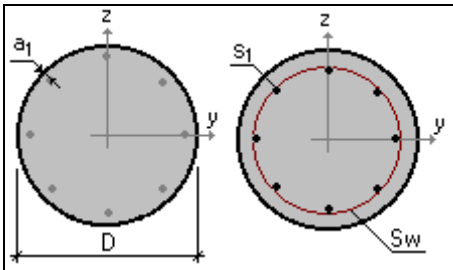
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

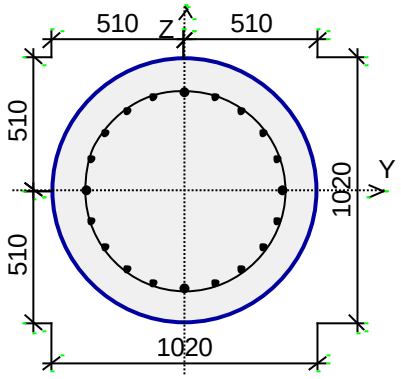
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-99	96,94	92,14	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,066
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,479
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,552
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	**2,108**
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 2,108 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи недостаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок. Необходимо усиление подпорной стены.

6.15.2 Расчет разреза 13-13 с учетом дополнительных мероприятий по усилению подпорных стен

Расчет разреза 13-13 в программе Plaxis 2d

Основное сочетание нагрузок

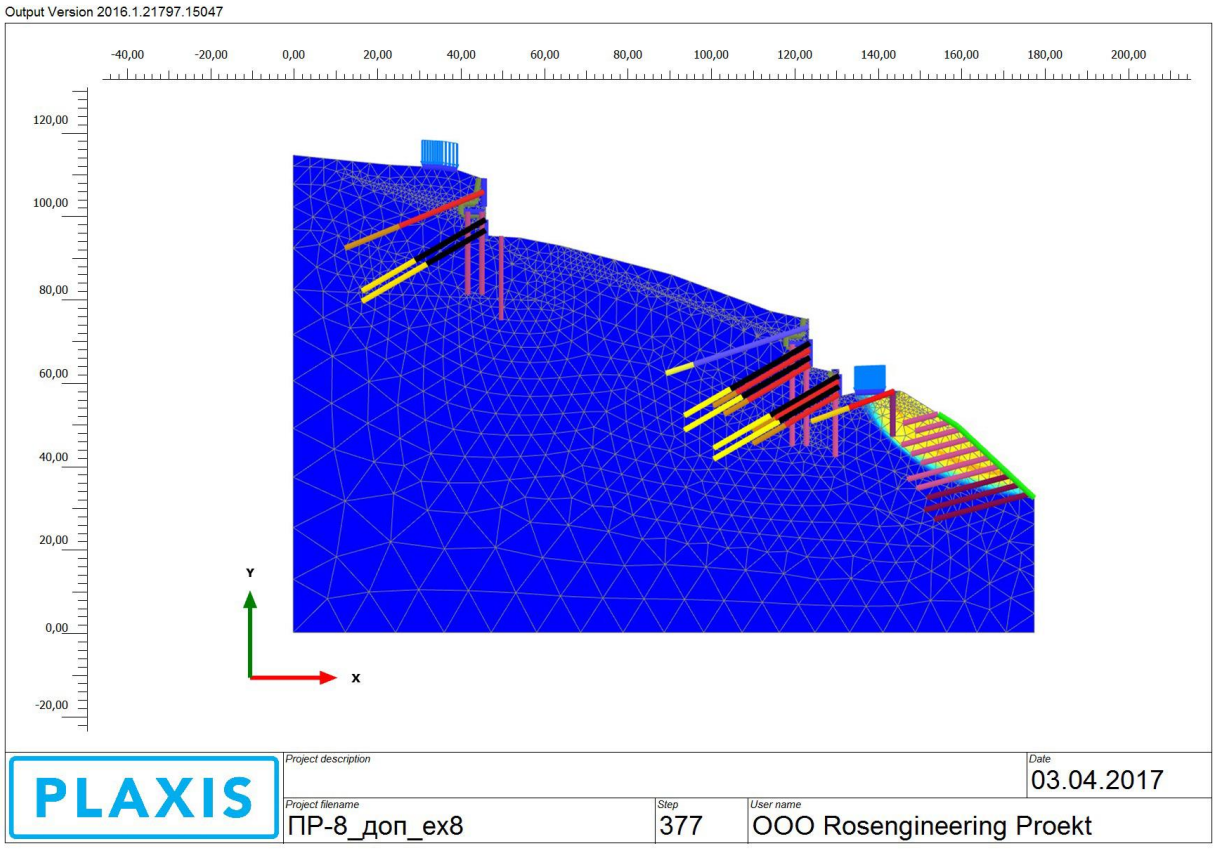


Рис. 6.810. Теоретическая поверхность обрушения склона при основном сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,302 > K_{sfn} = 1,11.

Подпорная стена СТ-10

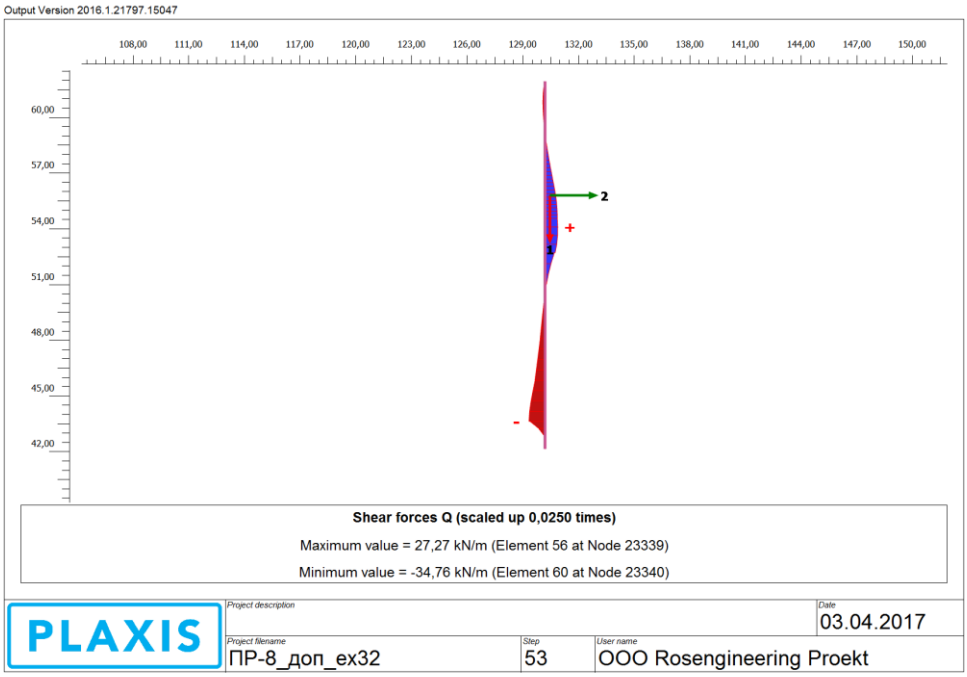


Рис. 6.811. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

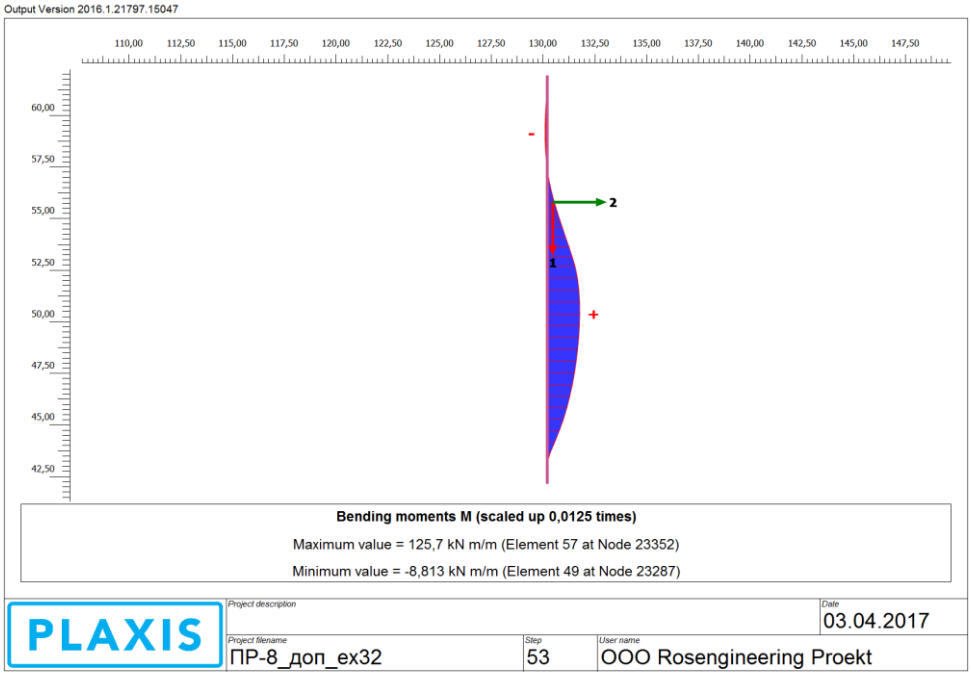


Рис. 6.812. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

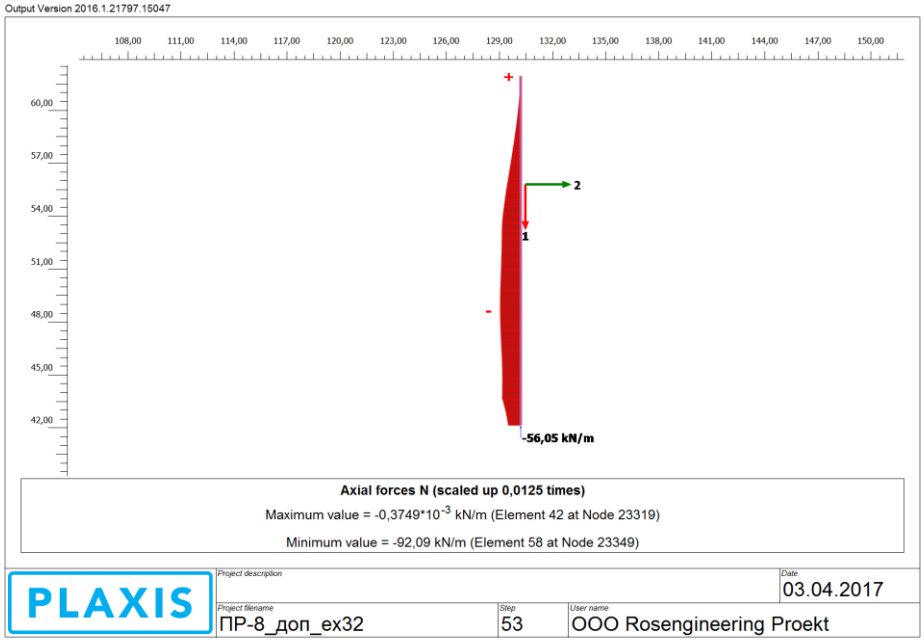


Рис. 6.813. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.199. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-28,16	38,44	-10,63

Таблица 6.200. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-10 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(н)	73,4	3,0	73,4	103/78	24,0
A2(в)	73,4	3,0	73,4	103/78	24,0

Подпорная стена СТ-10/1

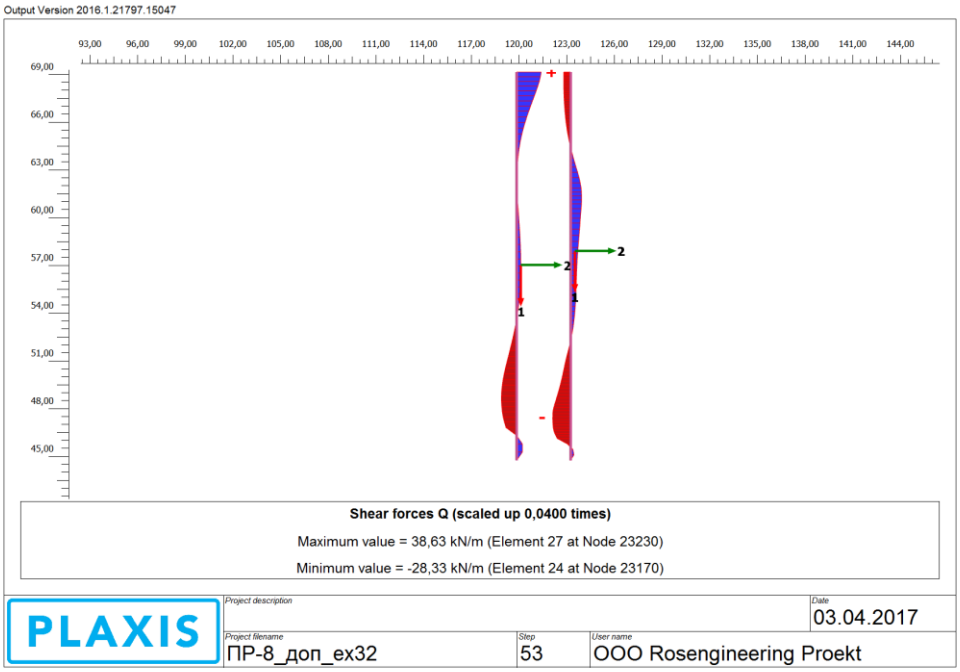


Рис. 6.814. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

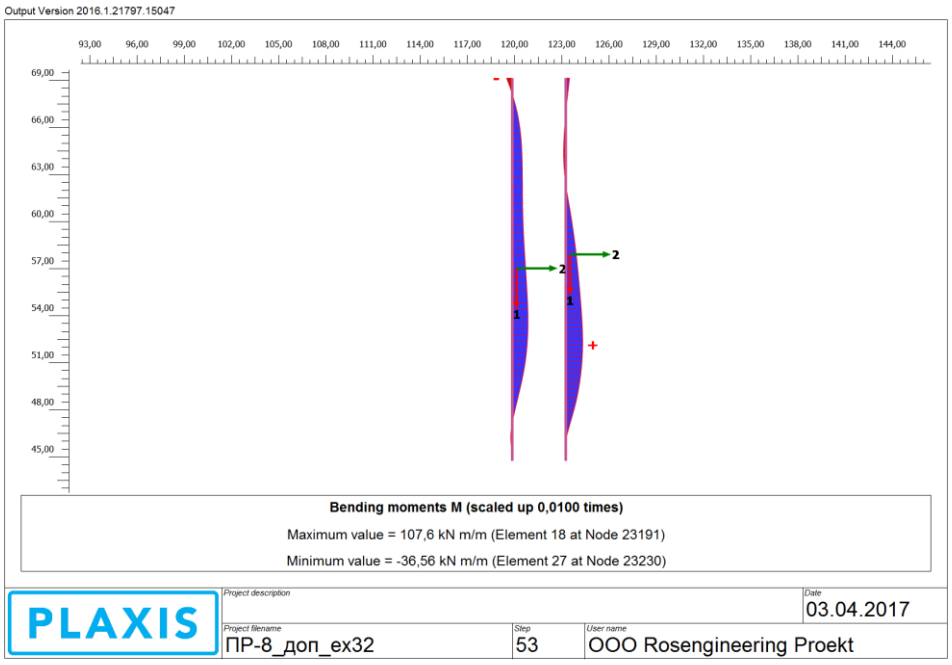


Рис. 6.815. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

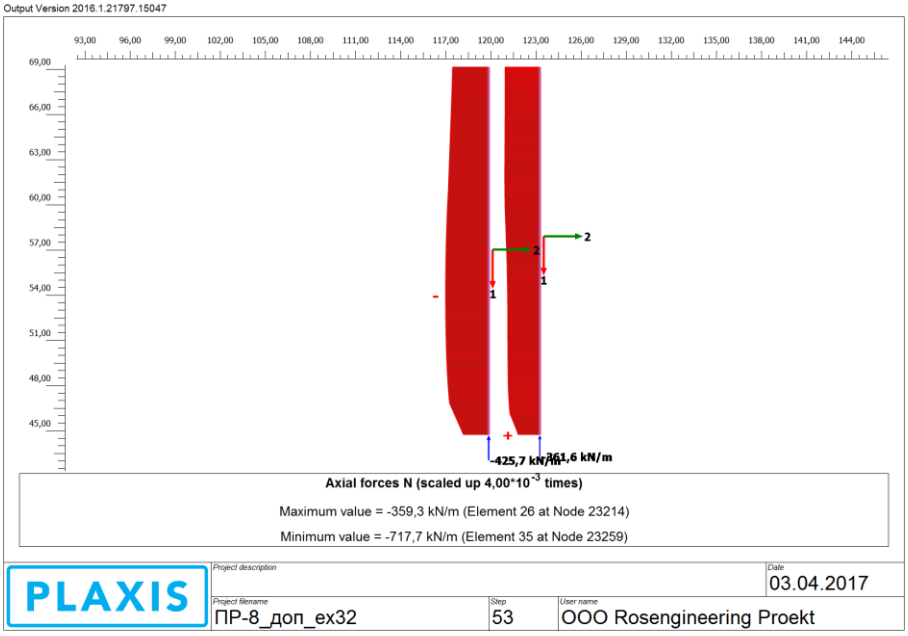


Рис. 6.816. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.201. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-219,48	30,61	11,81
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-178,65	32,91	-8,66

Таблица 6.202. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-10/1 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(н)	73,4	3,0	73,4	103/78	24,0
A2(ср)	73,4	3,0	73,4	103/78	27,0
A3(в)	61,2	1,5	61,2	103/78	36,0

Подпорная стена СТ-15 (верхний ярус)

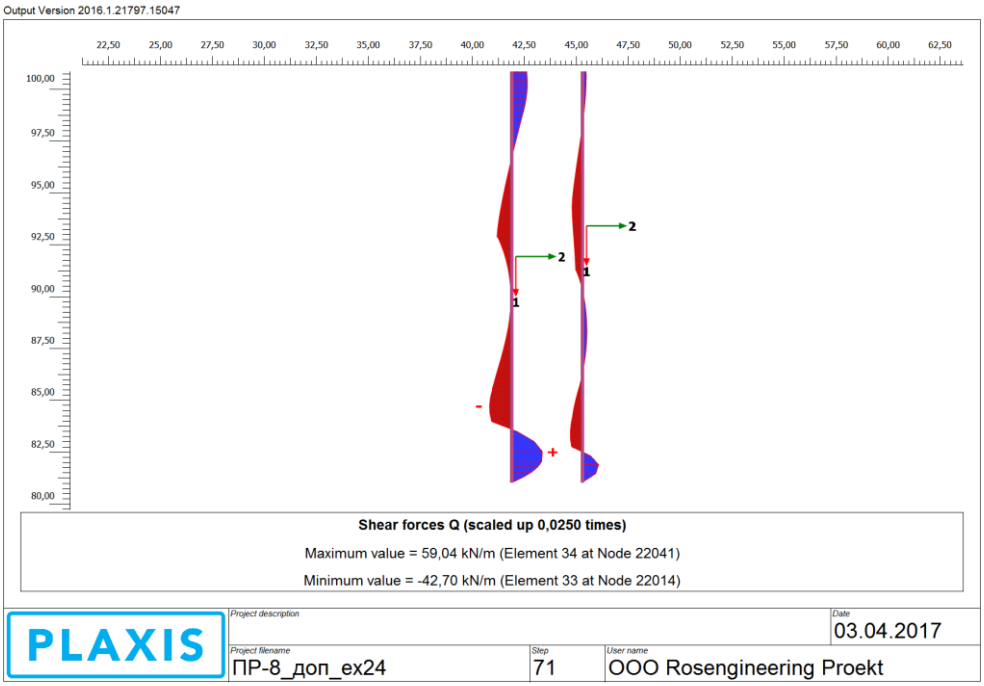


Рис. 6.817. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

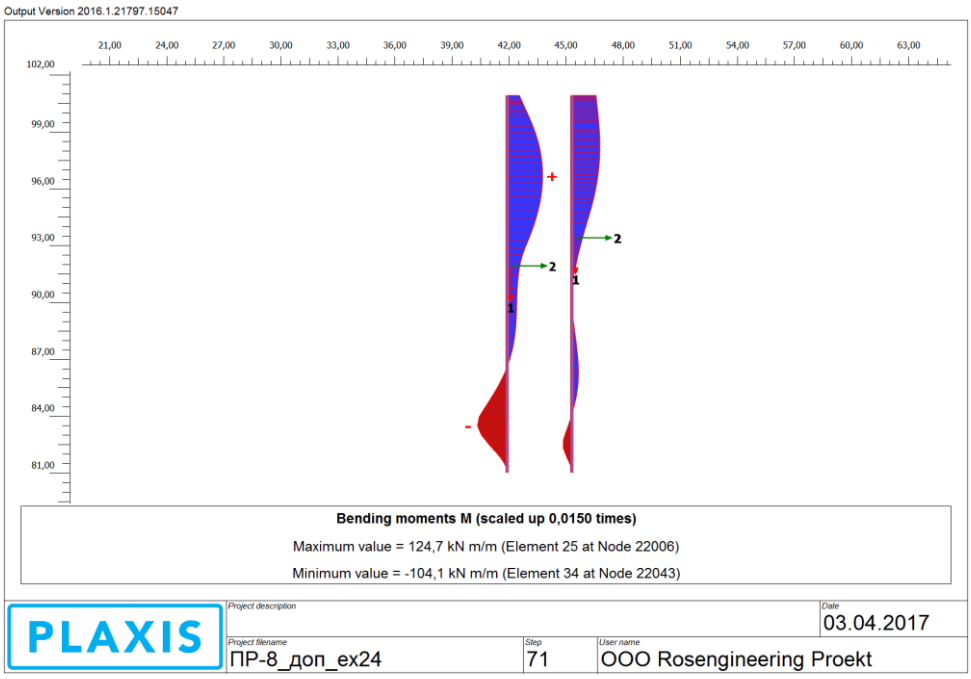


Рис. 6.818. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

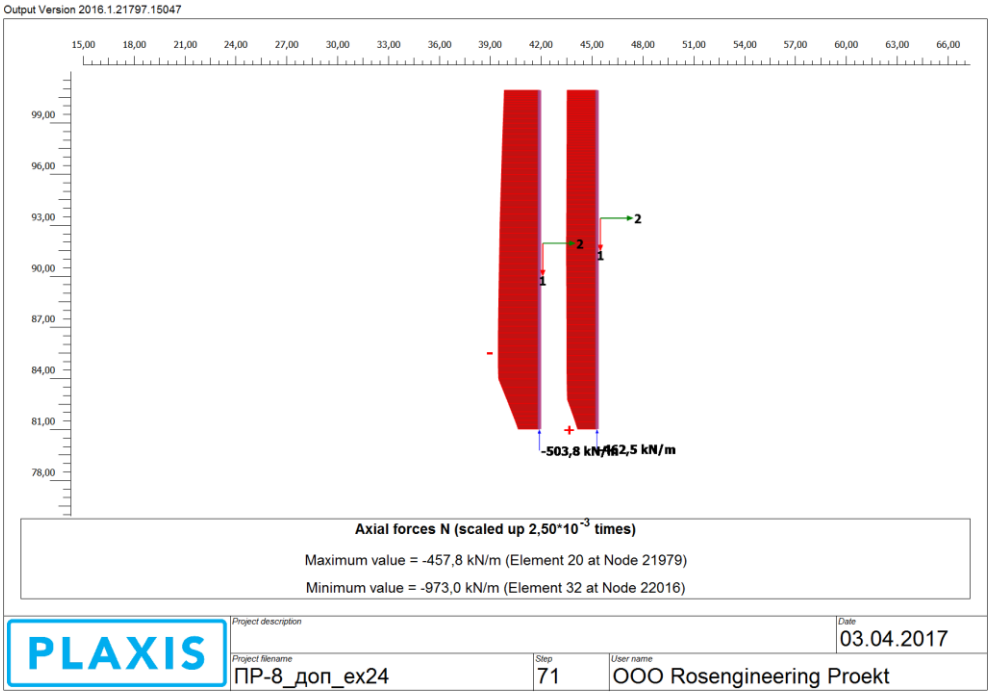


Рис. 6.819. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при основном сочетании нагрузок

Таблица 6.203. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 при основном сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-297,55	38,13	18,06
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-221,62	30,14	9,60

Таблица 6.204. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-15 при основном сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1	91,7	2,0	91,7	103/78	36,0

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

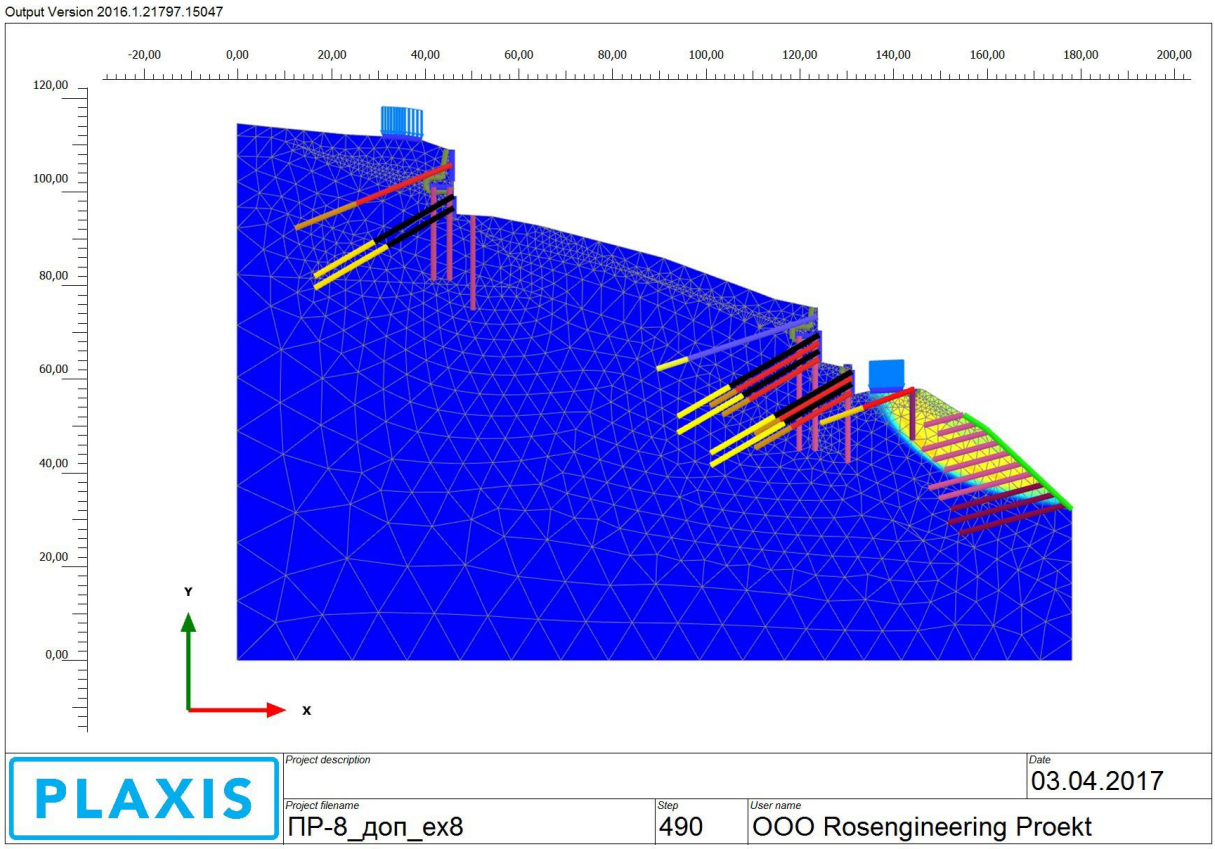


Рис. 6.820. Теоретическая поверхность обрушения склона при особом сочетании нагрузок. Склон устойчив. Нормативный коэффициент запаса устойчивости обеспечен. K_{sf} =1,064 > K_{sfn} = 1,050.

Подпорная стена СТ-10

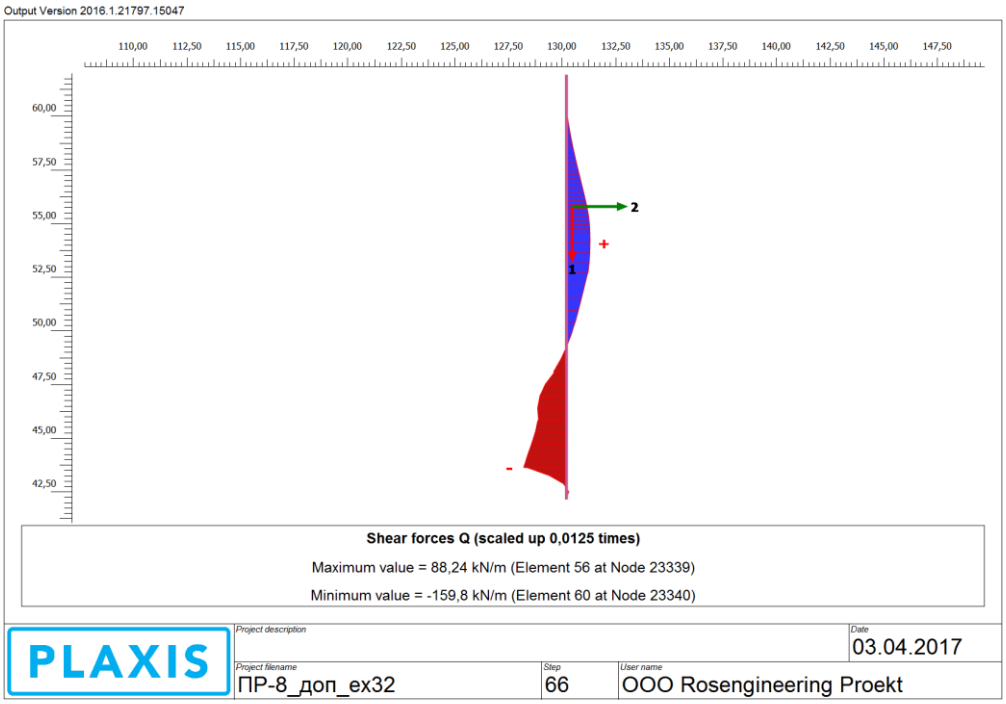


Рис. 6.821. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

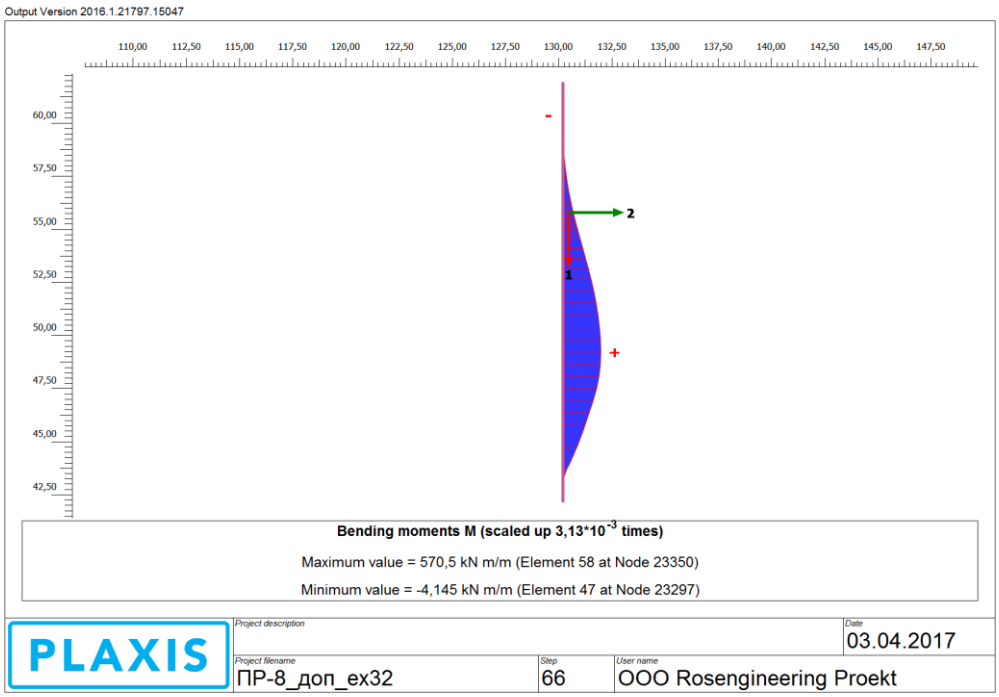


Рис. 6.822. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

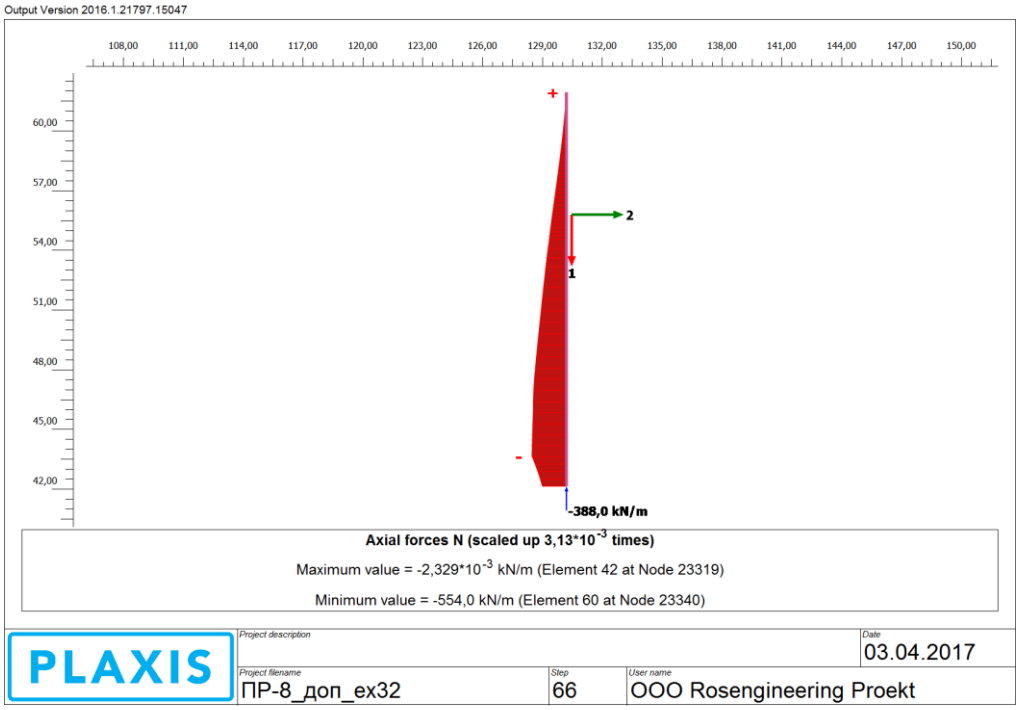


Рис. 6.823. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.205. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1	1,02	20,0	3,0	-169,4	174,5	-48,0

Таблица 6.206. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-10 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
A1(н)	136,2	3,0	103/78	24,0
A2(в)	120,0	3,0	103/78	24,0

Подпорная стена СТ-10/1

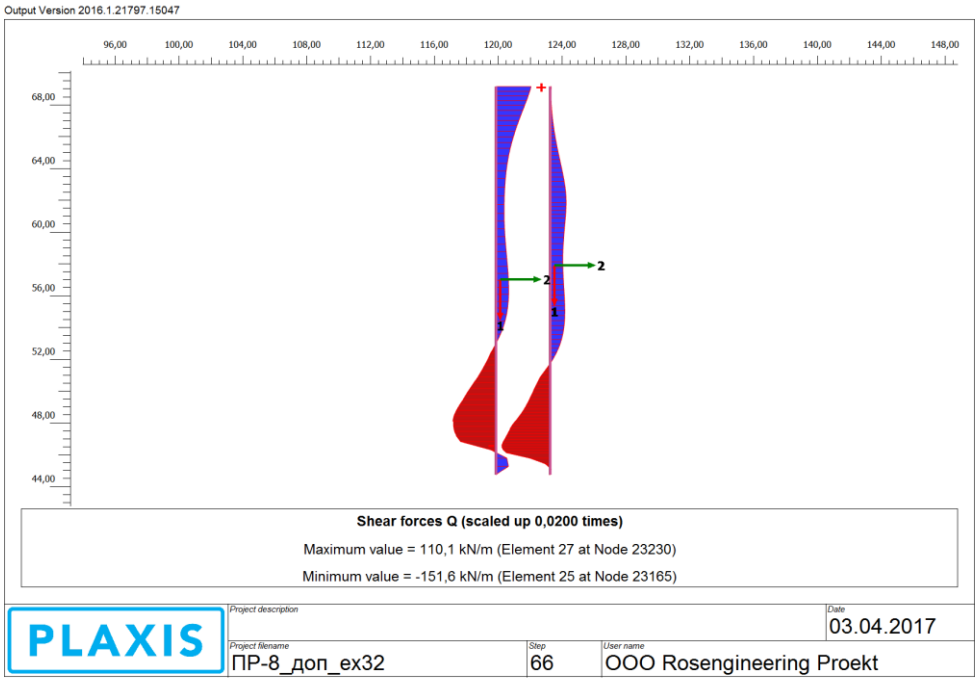


Рис. 6.824. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

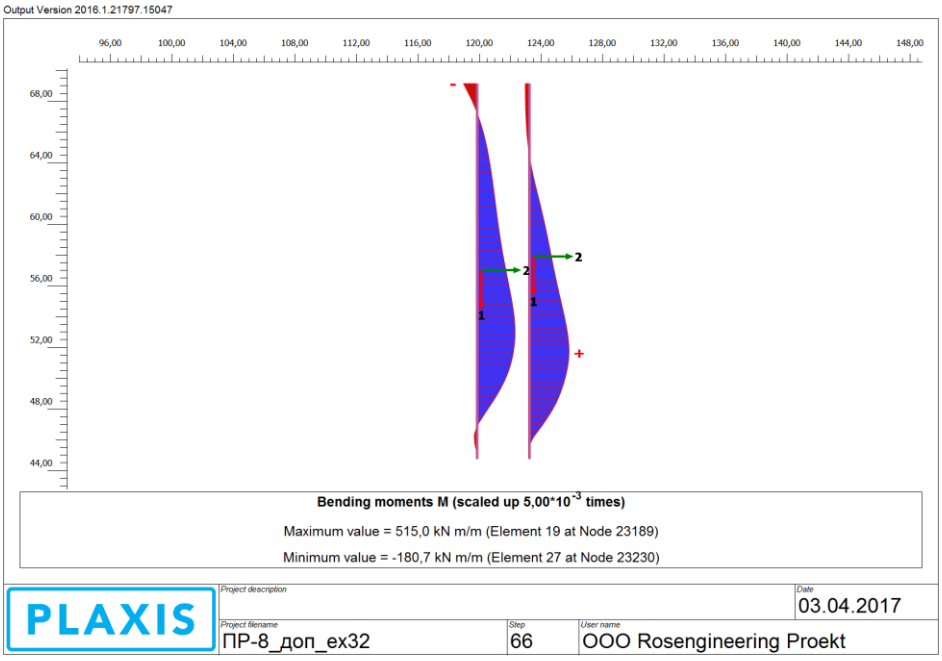


Рис. 6.825. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

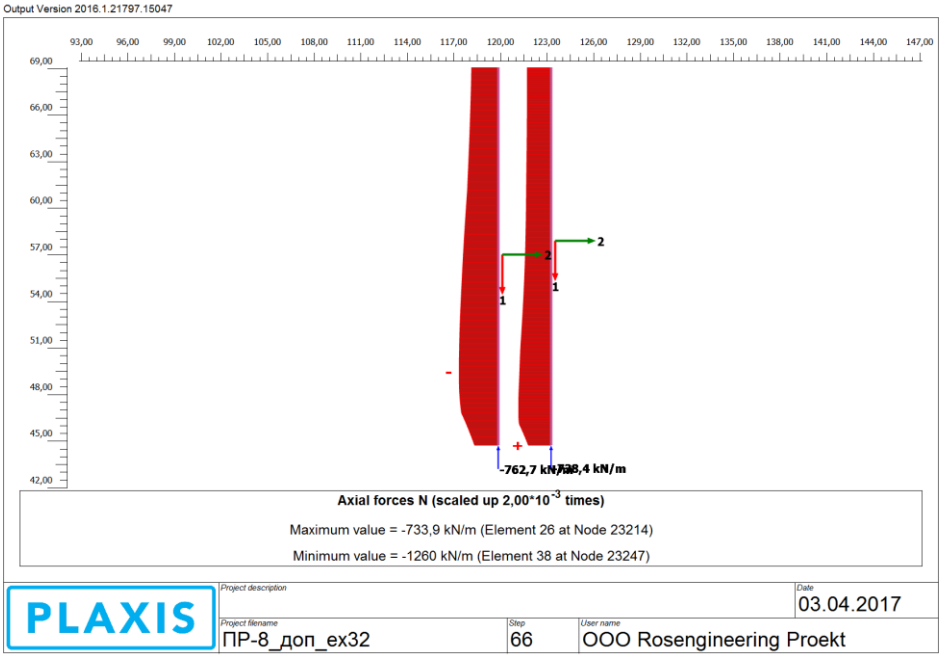


Рис. 6.826. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.207. Усилия в сваях подпорной стены СТ-10/1 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	25,0	3,0	-385,32	150,76	-41,44
N2(п)	1,02	25,0	3,0	-319,90	157,50	-46,36

Таблица 6.208. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-10/1 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1(н)	140,6	3,0	103/78	24,0
А2(ср)	123,8	3,0	103/78	27,0
А3(в)	125,5	1,5	103/78	36,0

Подпорная стена СТ-15 (верхний ярус)

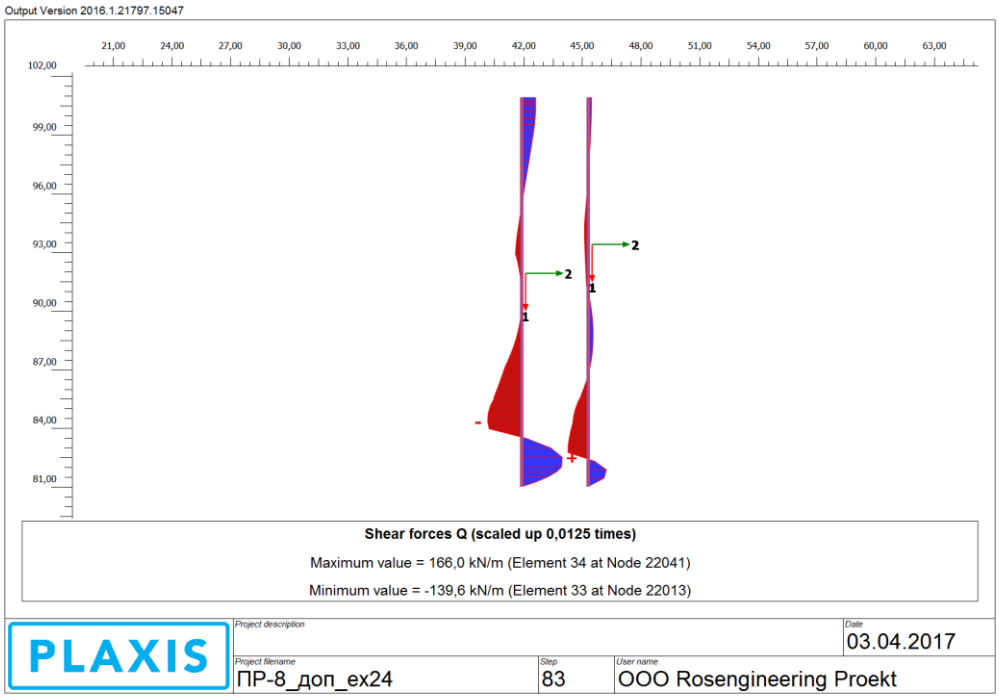


Рис. 6.827. Эпюры поперечных усилий Q в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

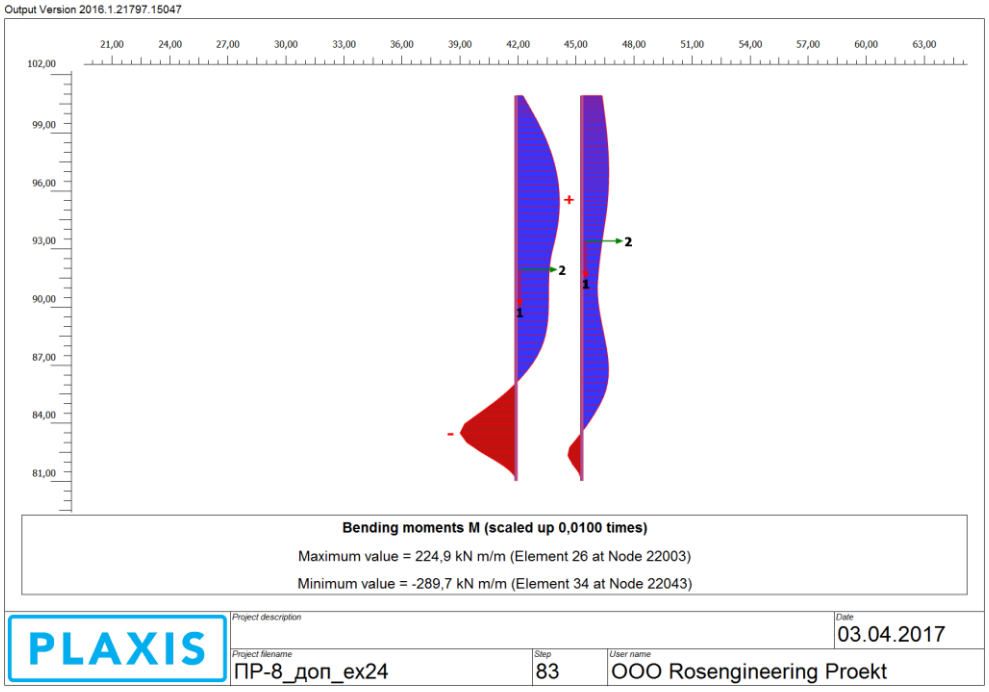


Рис. 6.828. Эпюры изгибающих моментов M в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

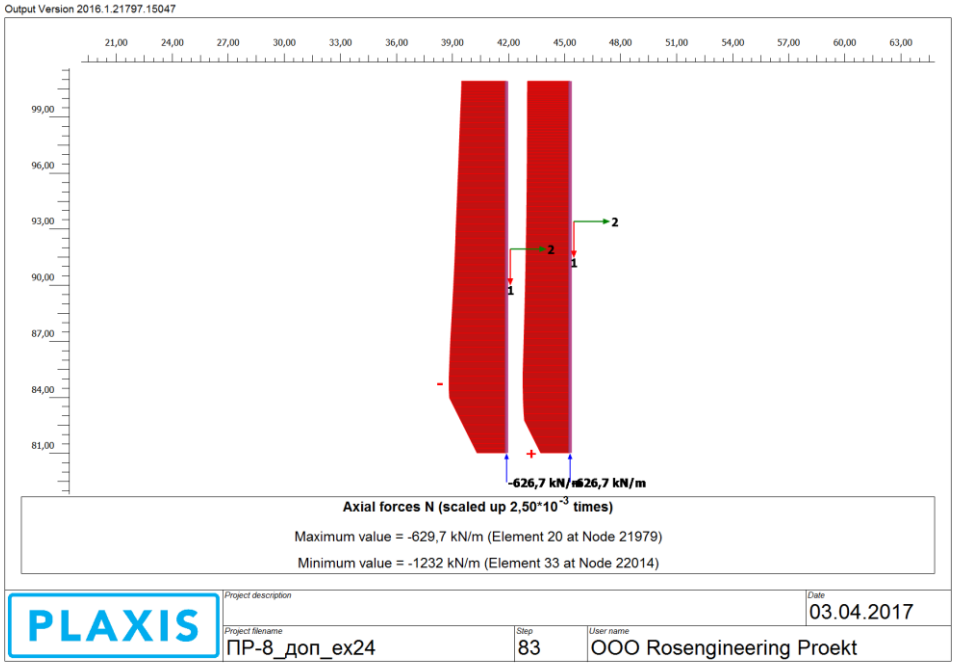


Рис. 6.829. Эпюры продольных сил N в сваях подпорной стены при особом сочетании нагрузок

Таблица 6.209. Усилия в сваях подпорной стены СТ-15 при особом сочетании нагрузок

свая	Диаметр, м	Длина, м	Шаг, м	Усилия учетом шага свай		
				N, т	M, тм	Q, т
N1(л)	1,02	20,0	3,0	-376,76	-88,59	50,76
N2(п)	1,02	20,0	3,0	-309,17	42,84	-25,40

Таблица 6.210. Усилия в дополнительных анкерах подпорной стены СТ-15 при особом сочетании нагрузок

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м
А1	144,6	2,0	103/78	36,0

Расчет конструкции свай СТ-10 по разрезу 13-13 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

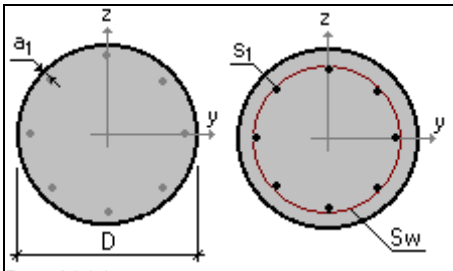
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

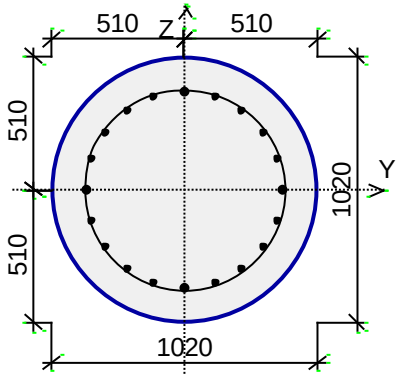
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-25	3,06	10,63	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,017
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,027
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,069
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,262
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,262 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

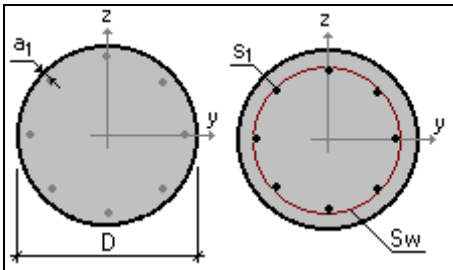
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

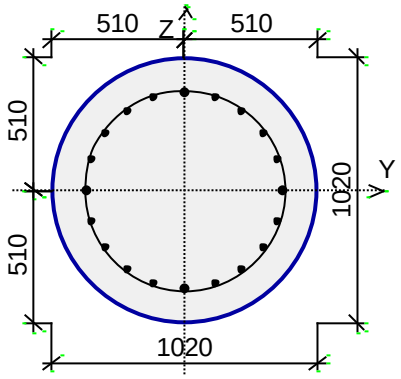
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-169,4	14,7	48	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,106
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,152
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,246
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,984
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,984 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет конструкции свай СТ-10/1 по разрезу 13-13 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

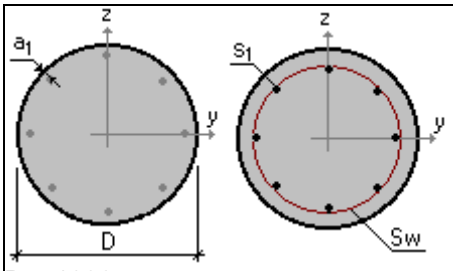
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

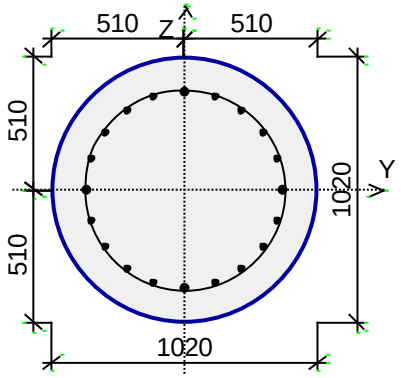
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-184,3	-11,2	11,8	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,123
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,164
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,065
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,249
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,249 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

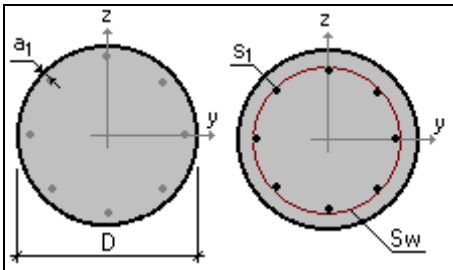
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

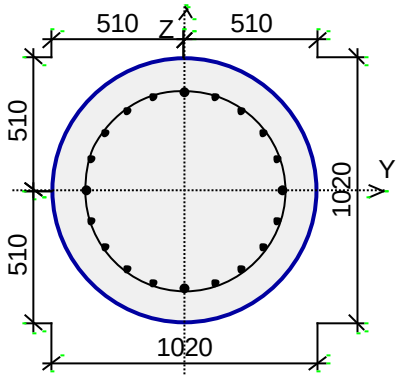
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-319,6	36,7	46,36	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,2
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,311
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,221
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,886
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,886 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет конструкции свай СТ-15 по разрезу 13-13 в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

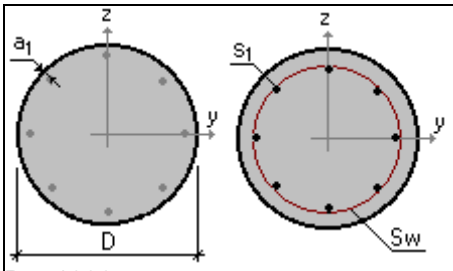
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

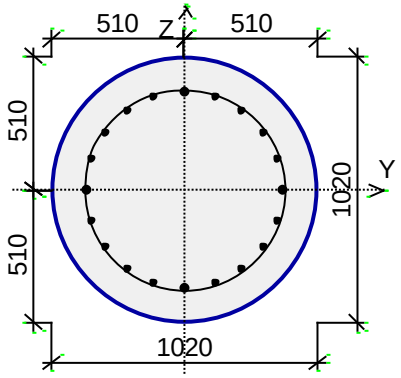
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	0,9

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Трещиностойкость
Ограниченная ширина раскрытия трещин
Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры
Допустимая ширина раскрытия трещин:
Непродолжительное раскрытие 0,4 мм
Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковременная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-223	19,9	18,06	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,149
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,215
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,097
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,368
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,368 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

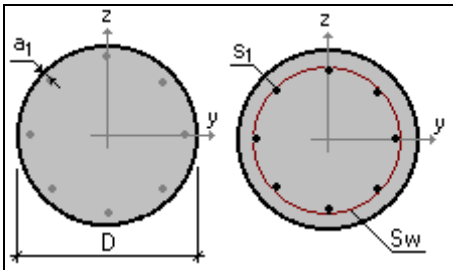
(приведен расчет по наихудшему сочетанию для M,Q и N)

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012

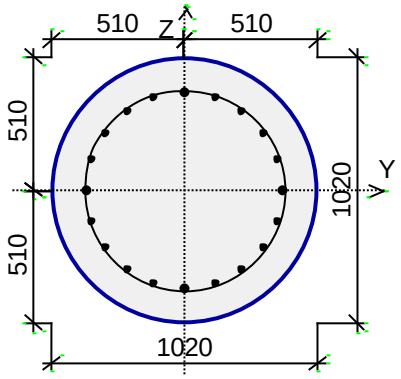
Длина элемента 1 м
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 1
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 1
Случайный эксцентриситет по Z принят по СП 63.13330.2012
Случайный эксцентриситет по Y принят по СП 63.13330.2012
Конструкция статически определимая
Предельная гибкость - 200



Сечение



D = 1020 мм
a_1 = 118 мм



S_1 - 20∅32
Поперечная арматура 2∅10, шаг поперечной арматуры 200 мм

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон
Вид бетона: Тяжелый
Класс бетона: B25

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b1}	учет нагрузок длительного действия	1
γ_{b2}	учет характера разрушения	1
γ_{b3}	учет вертикального положения при бетонировании	0,85

Коэффициенты условий работы бетона		
γ_{b5}	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Результаты расчета по комбинациям загружений

		N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Кратковре-менная	Сейсмика
		T	T*м	T	T*м	T	T*м		
1	Расчетные	-284,71	56,42	50,76	0	0	0		

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 8.1.18	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,178
п.п. 8.1.8-8.1.14	Прочность по предельному моменту сечения	0,35
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,242
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,97
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,02
п. 10.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,02

Коэффициент использования 0,97 - Прочность по наклонному сечению.

Вывод: армирования сваи достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-10/1 по разрезу 13-13 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

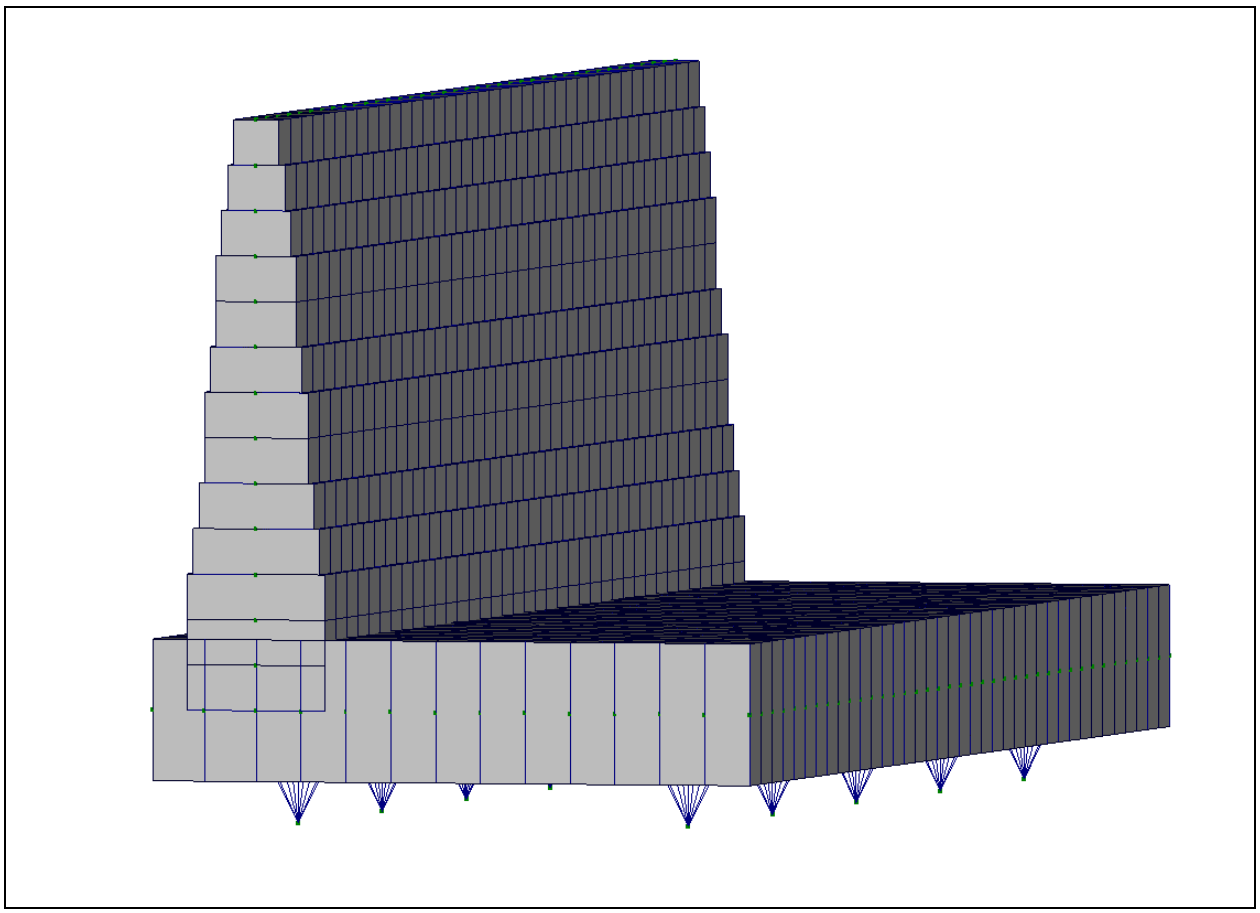


Рис. 6.830. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

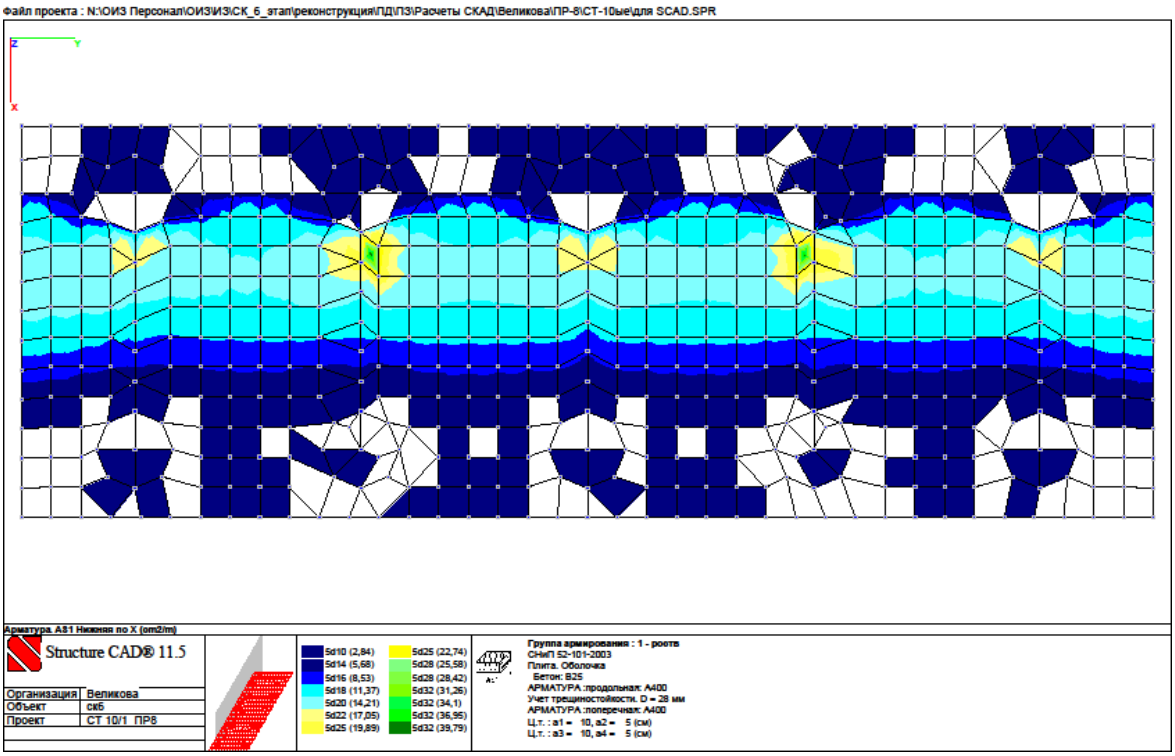


Рис. 6.831. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

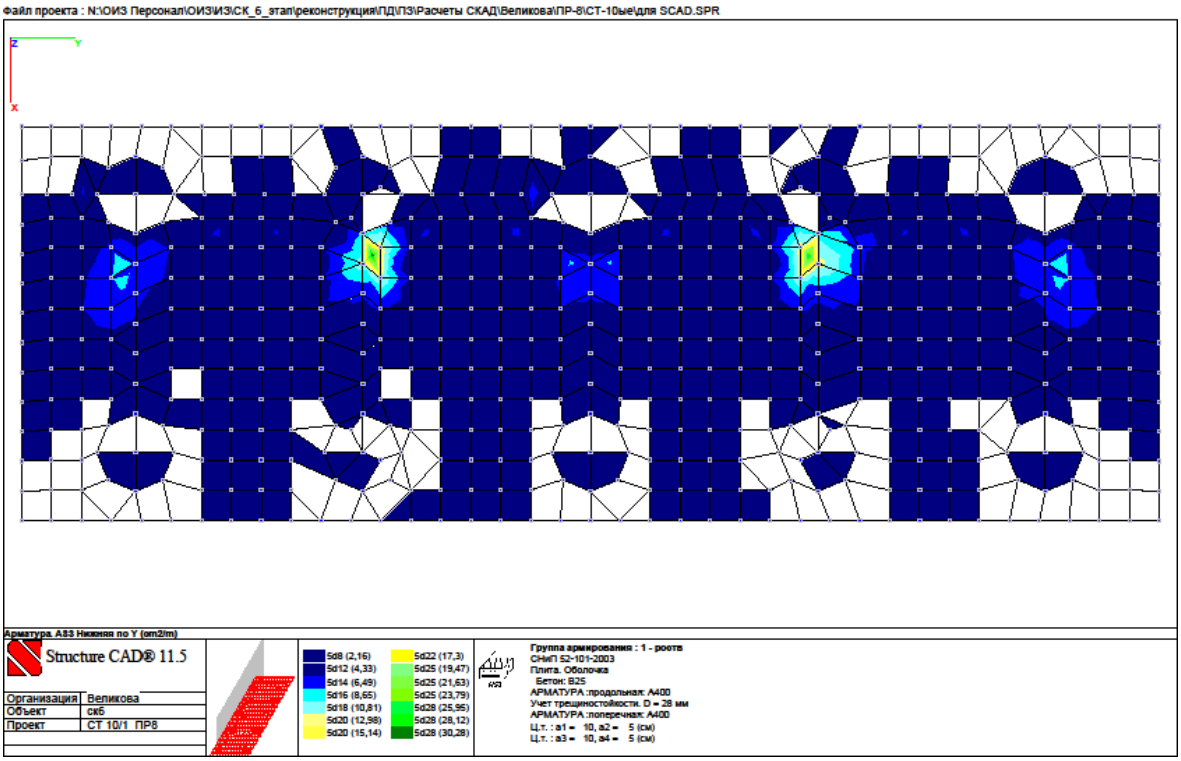


Рис. 6.832. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

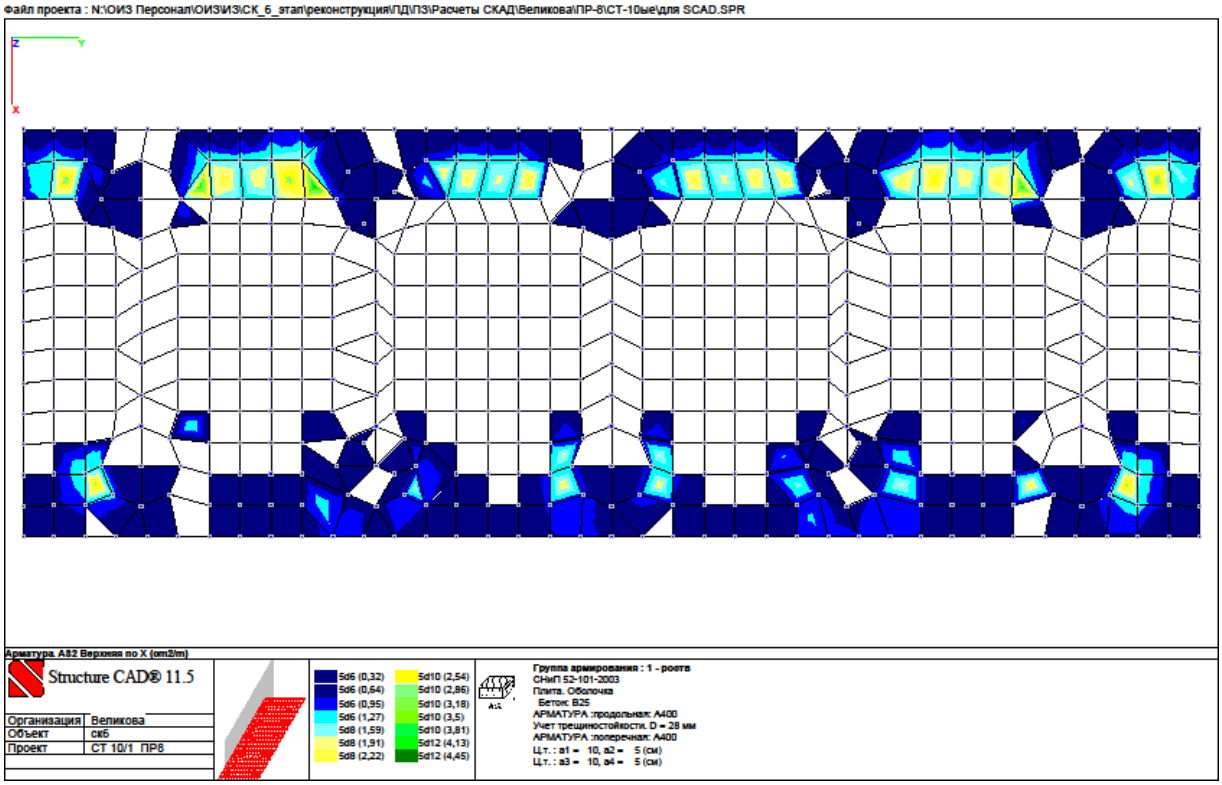


Рис. 6.833. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

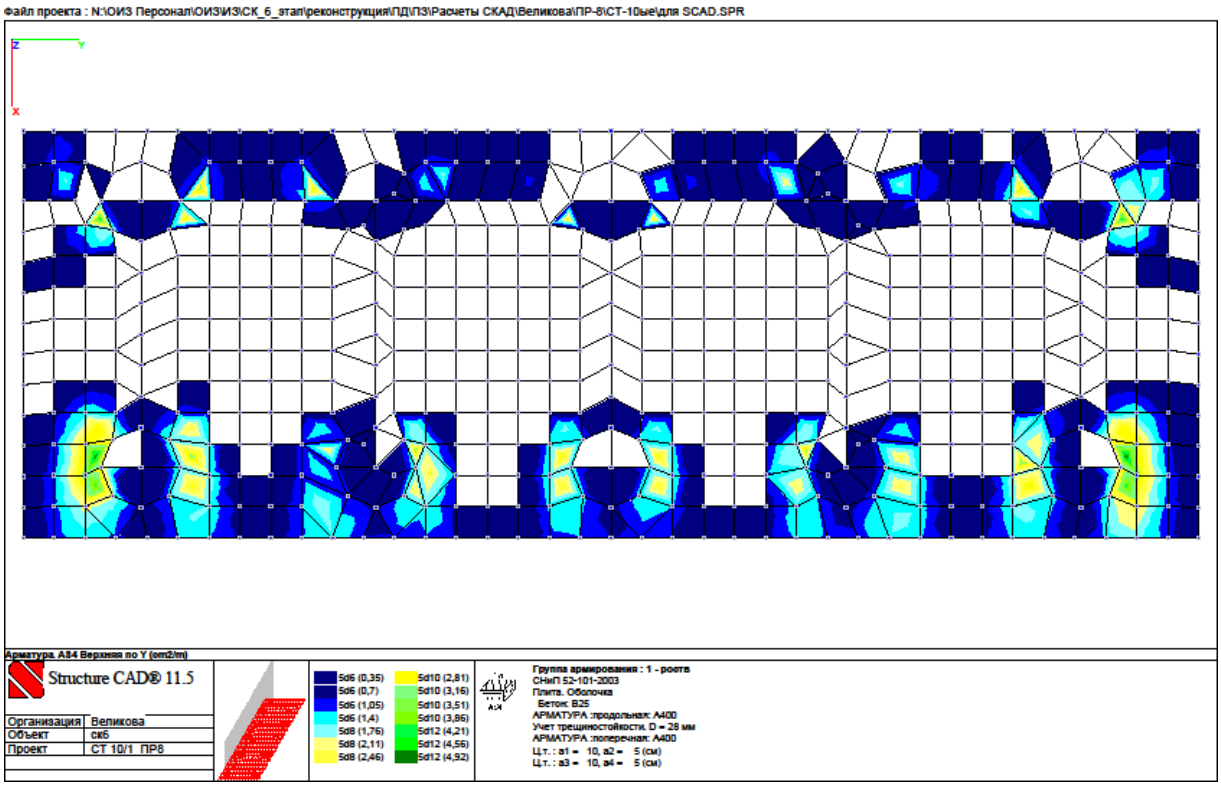


Рис. 6.834. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

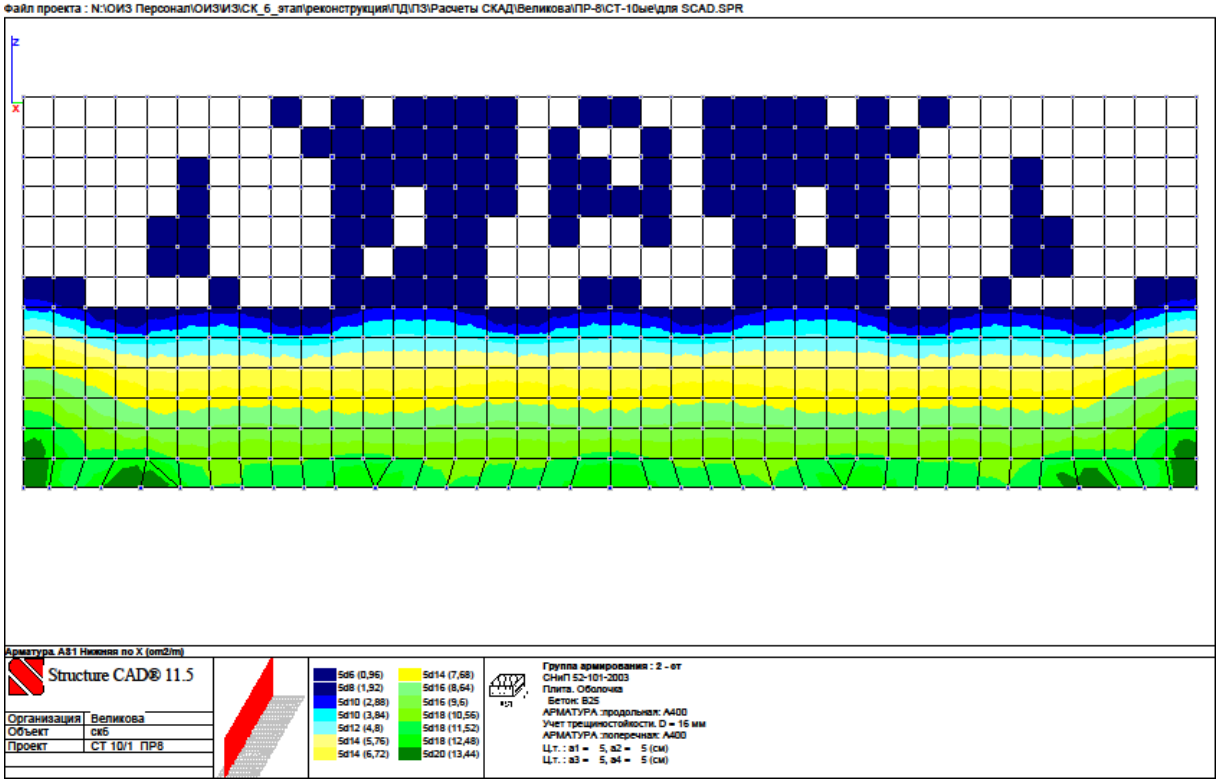


Рис. 6.835. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

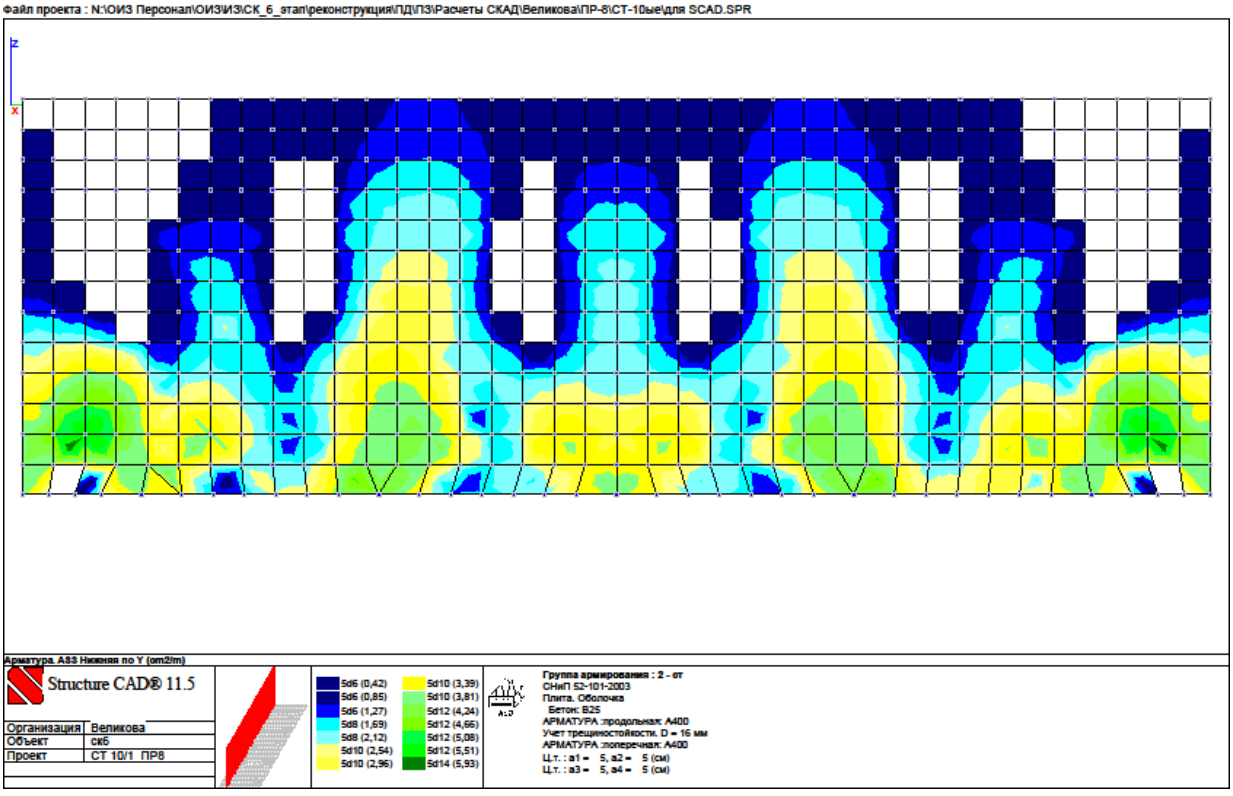


Рис. 6.836. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

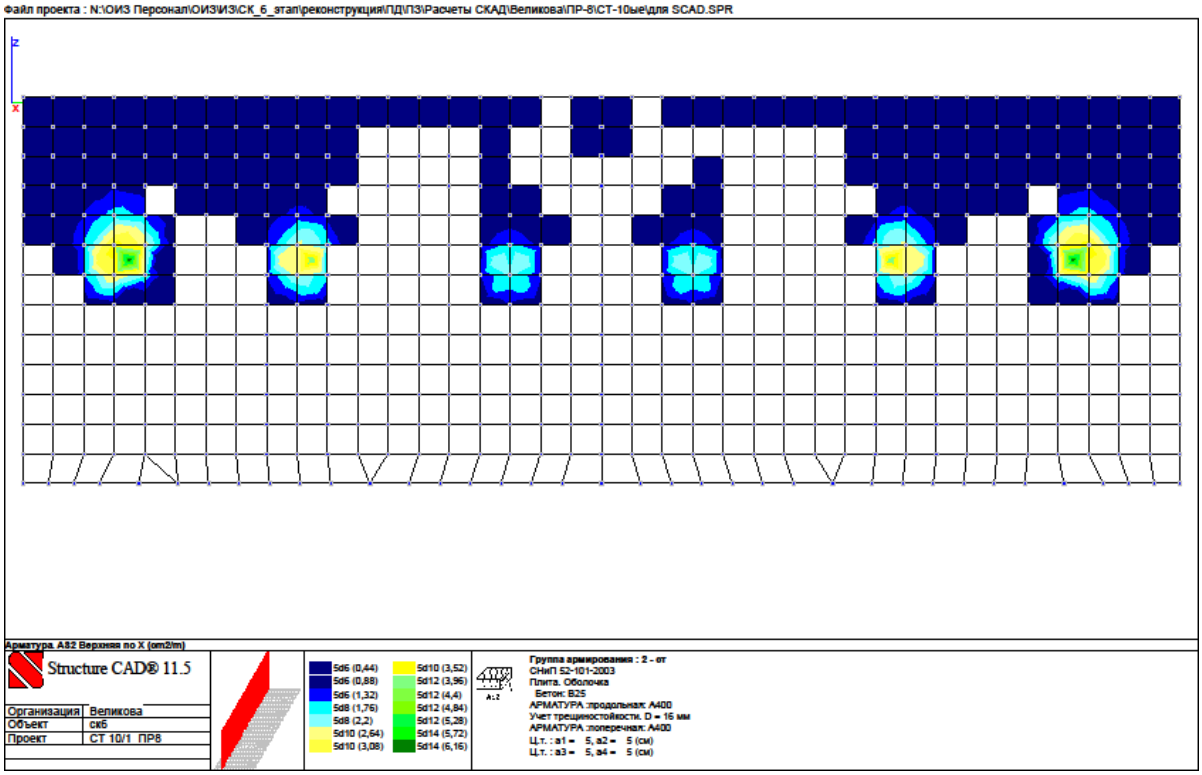


Рис. 6.837. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

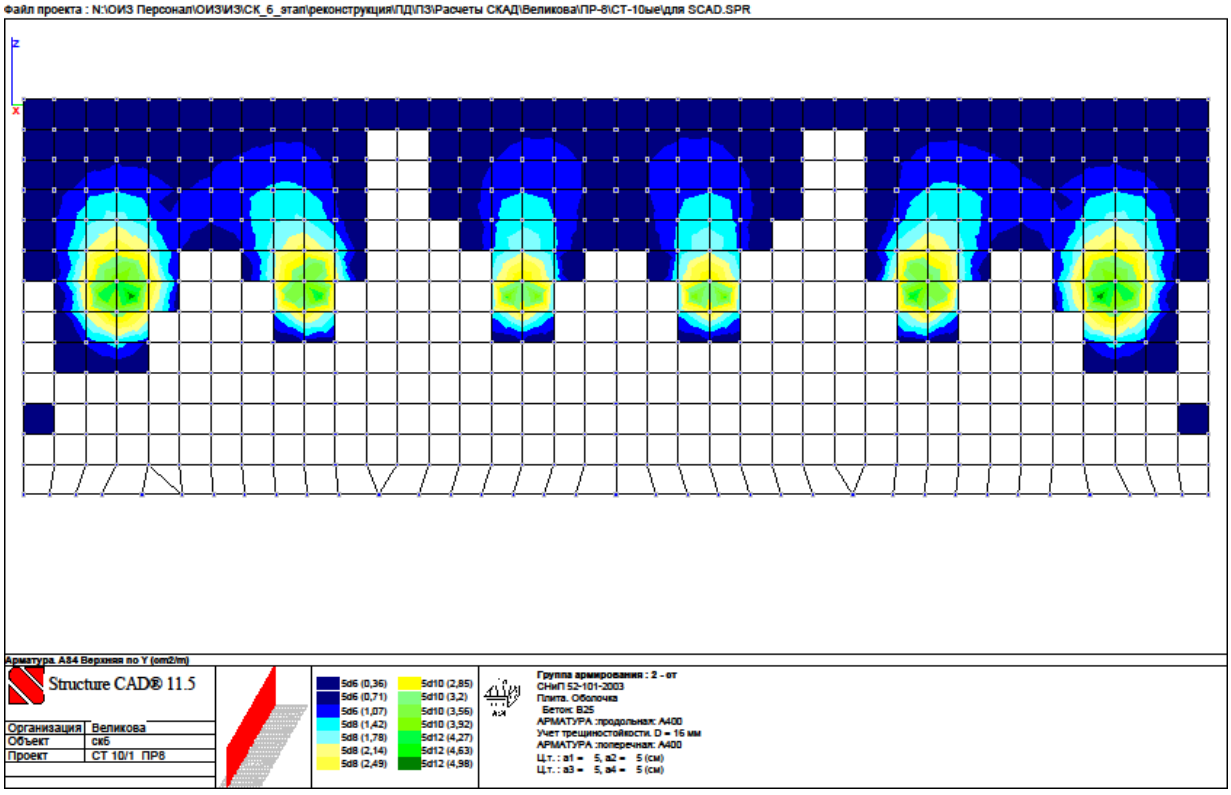


Рис. 6.838. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

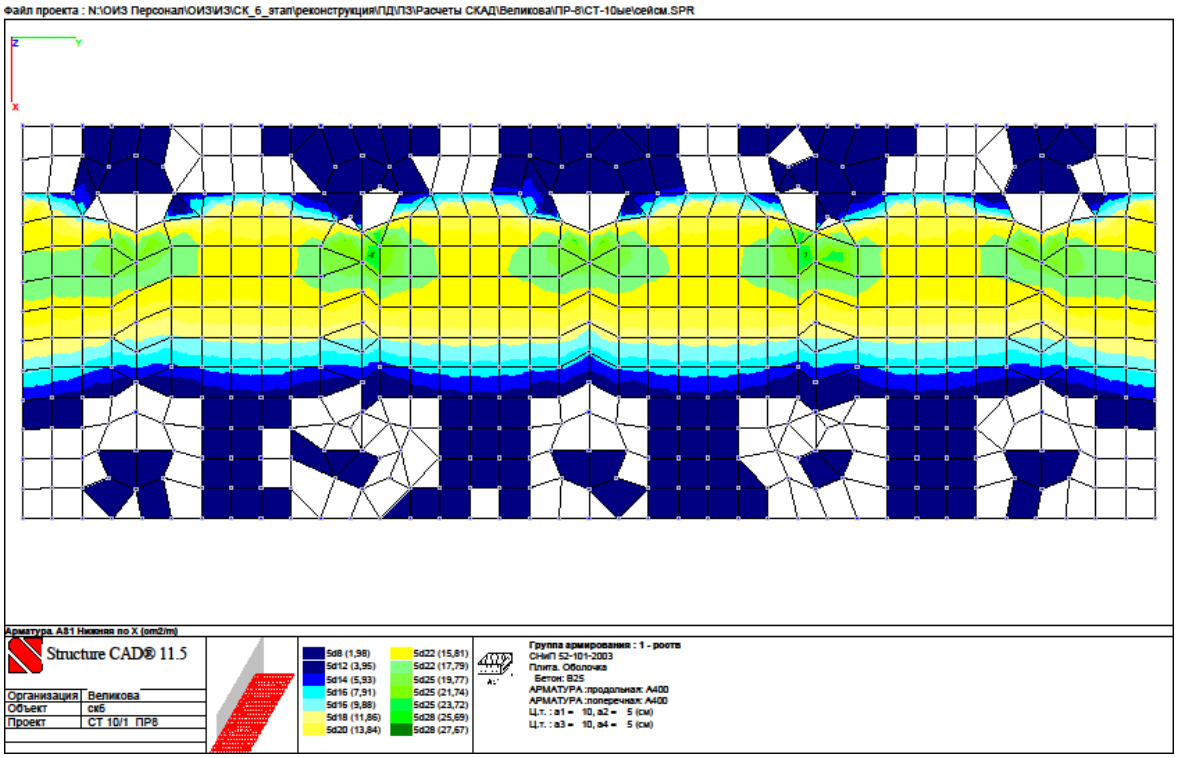


Рис. 6.839. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

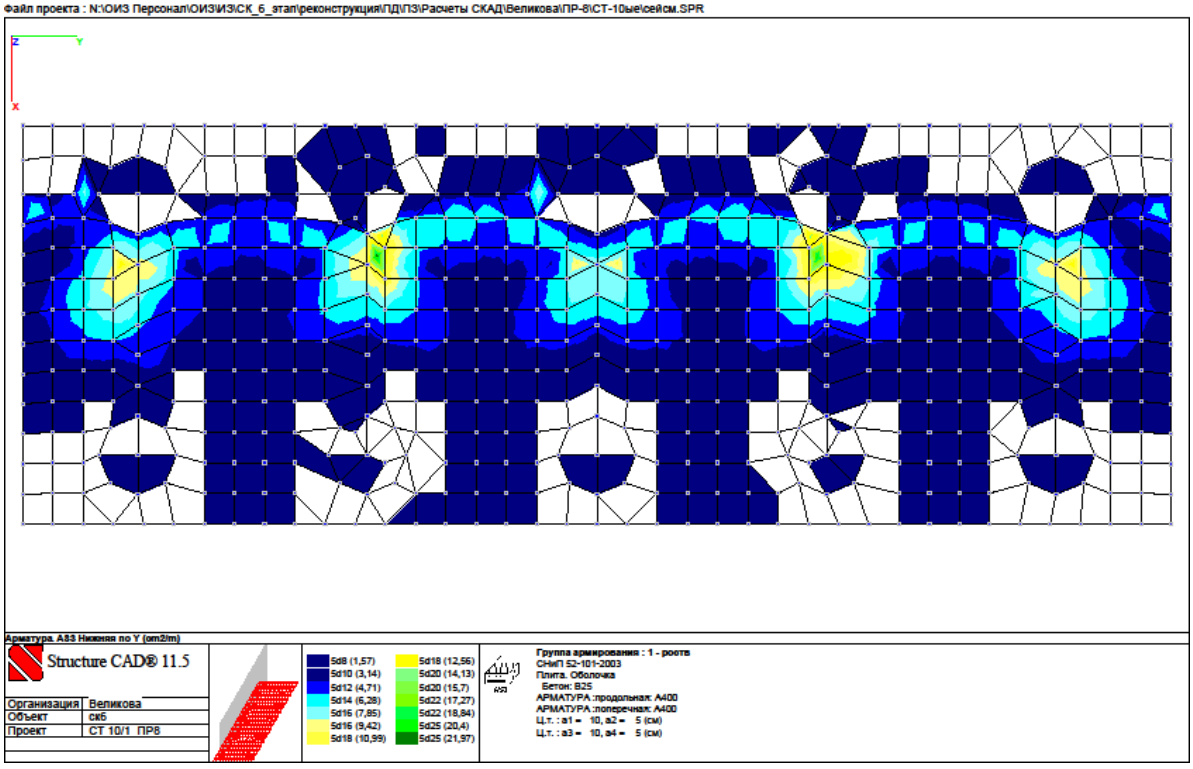


Рис. 6.840. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

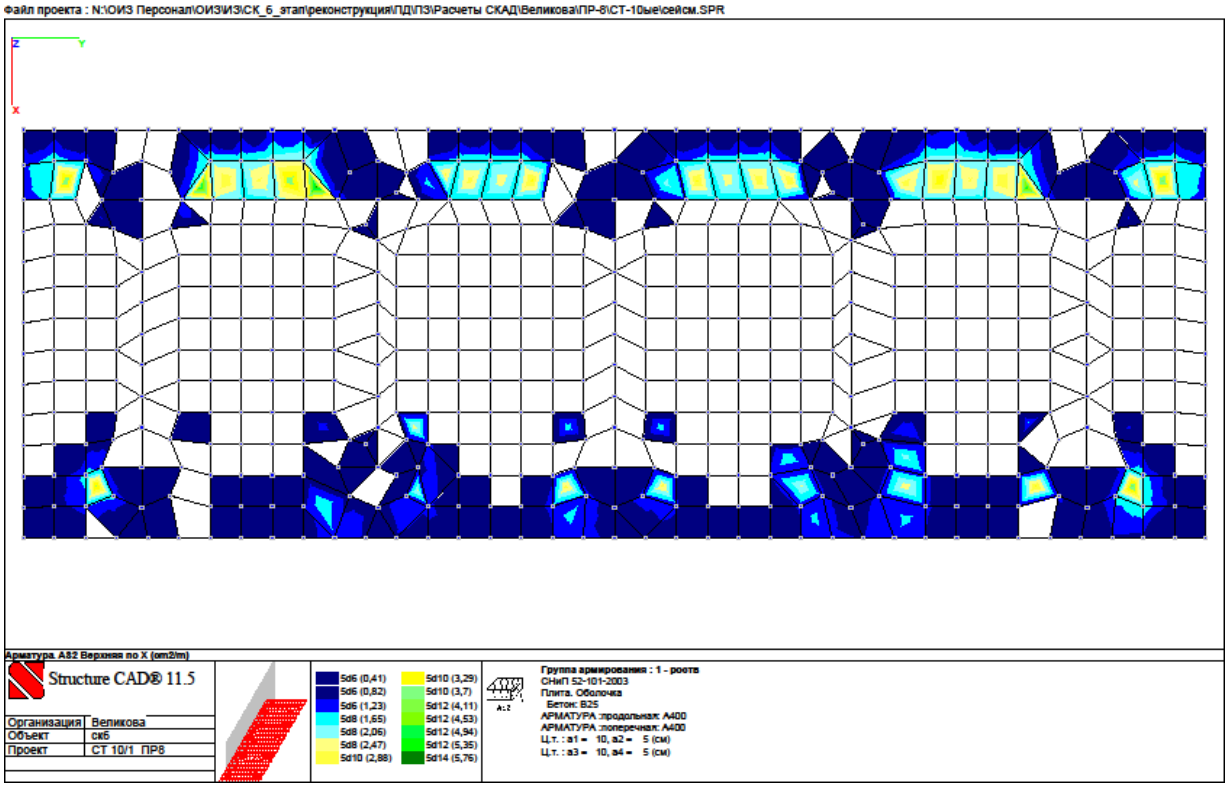


Рис. 6.841. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

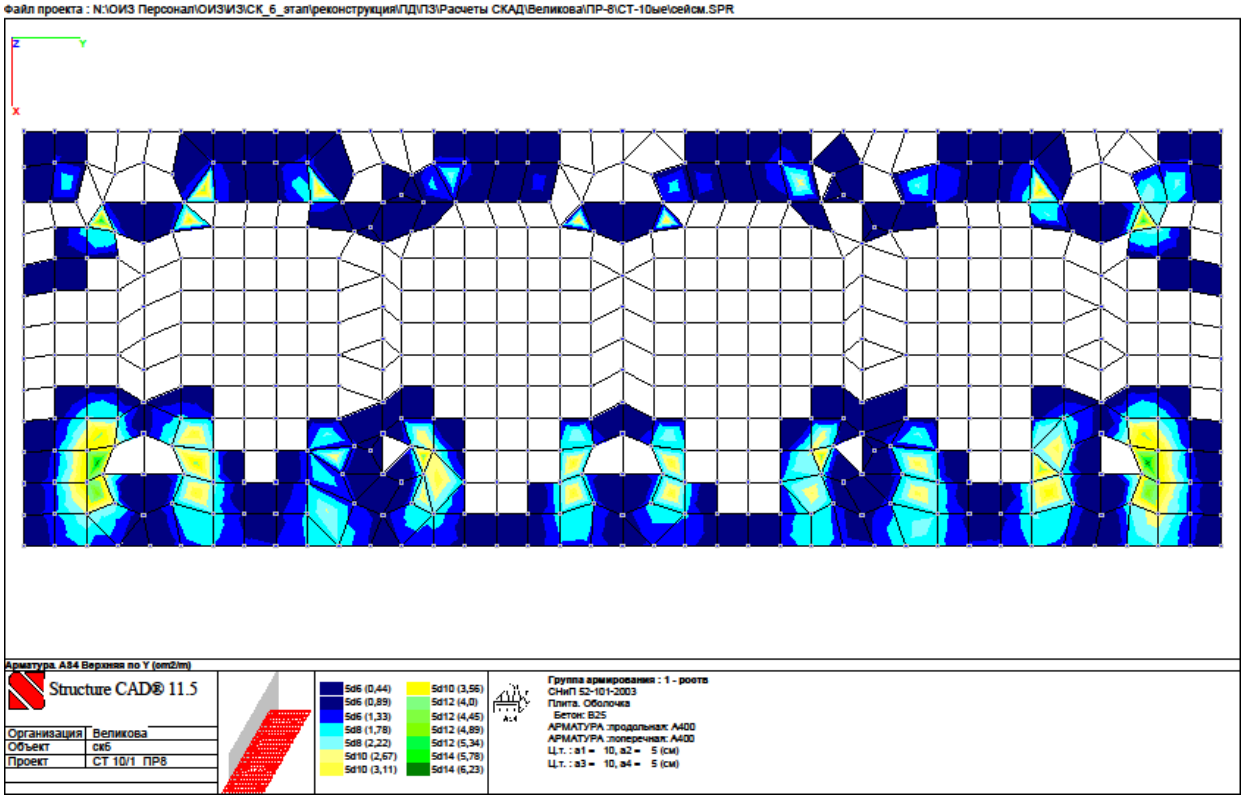


Рис. 6.842. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

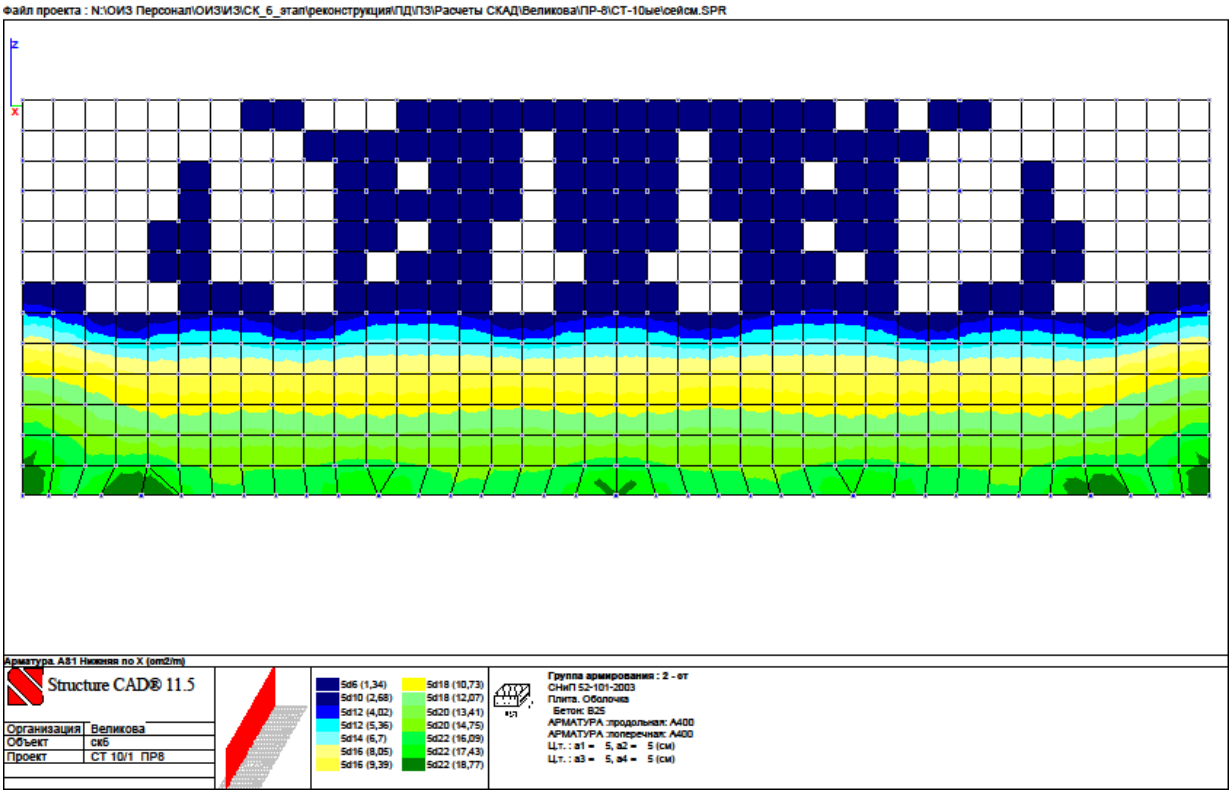


Рис. 6.843. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

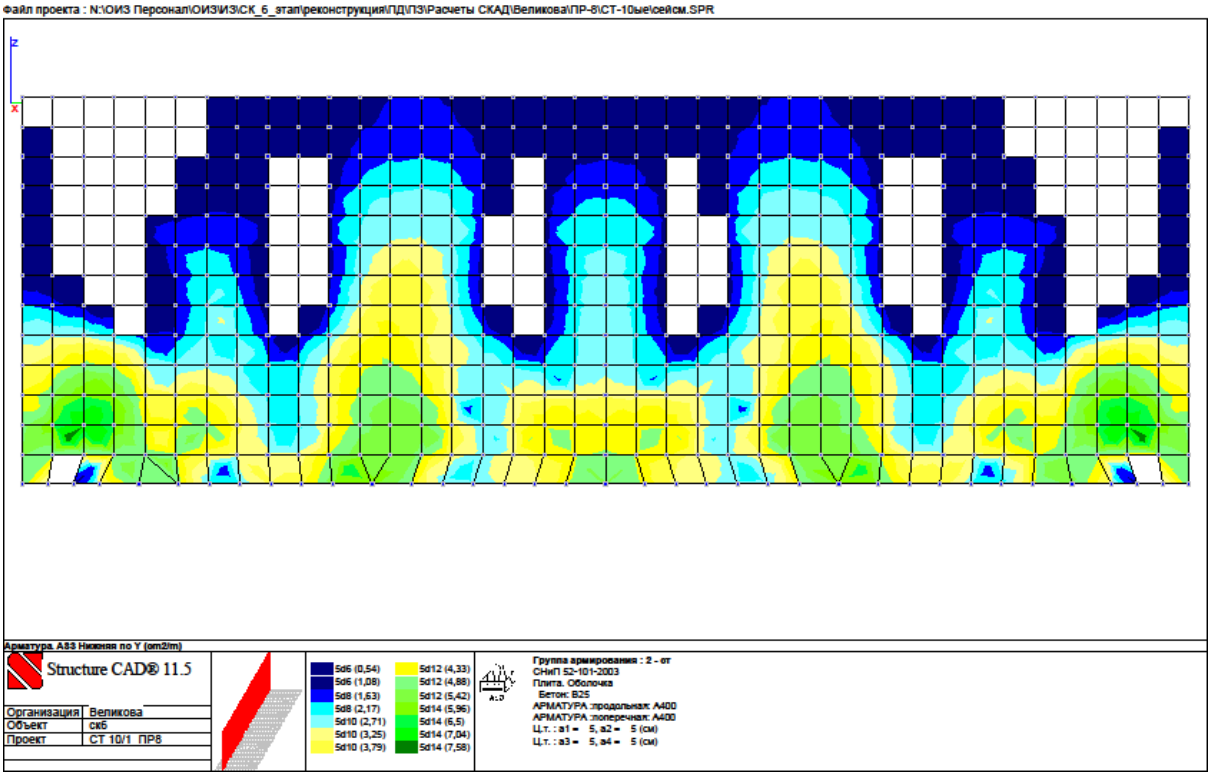


Рис. 6.844. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

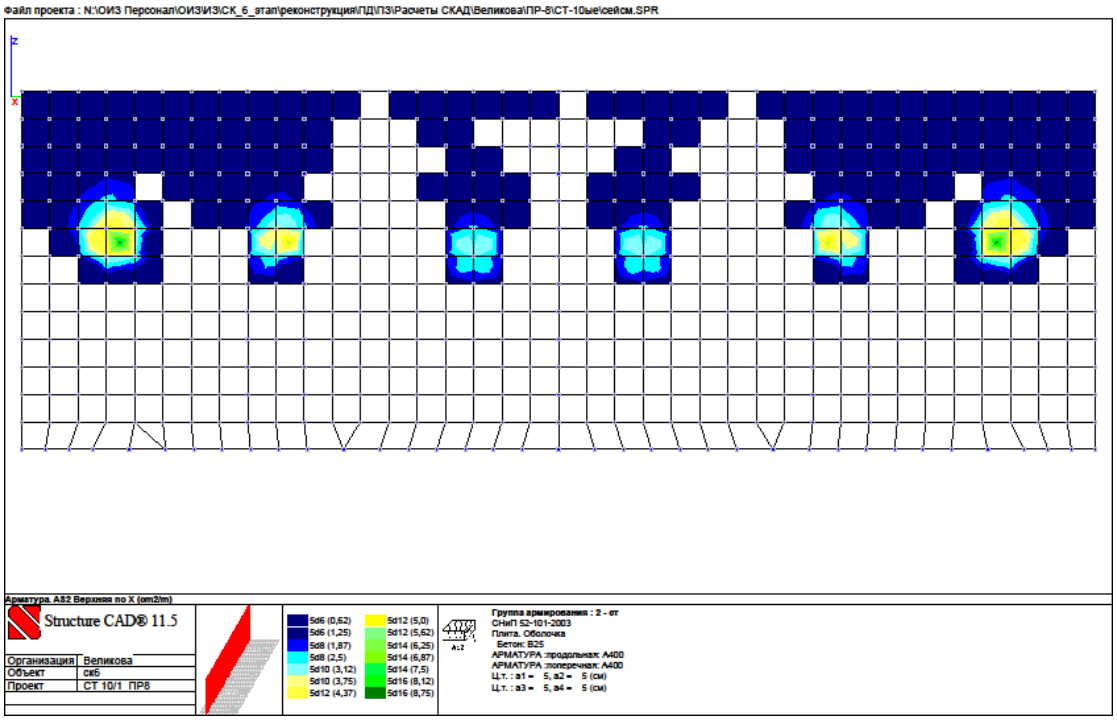


Рис. 6.845. Армирование стены. Верхняя арматура по оси Х

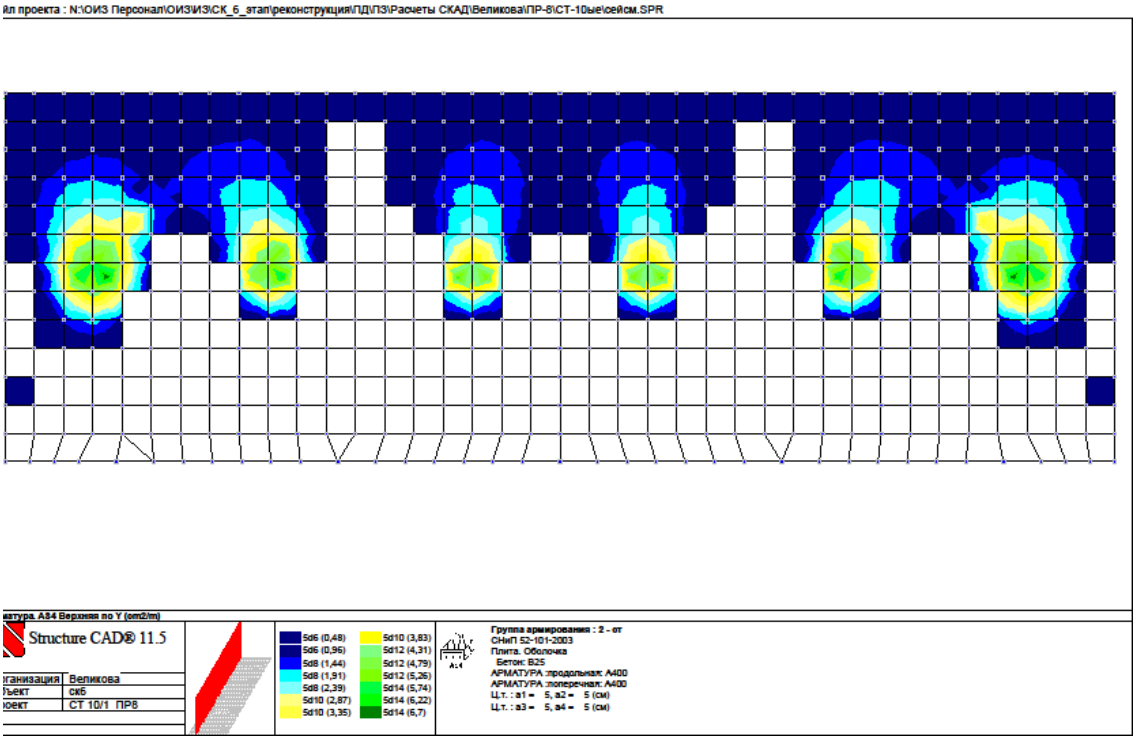


Рис. 6.846. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены СТ-15 (верхний ярус) по разрезу 13-13 в программе SCAD

Расчет железобетонной конструкции уголковой части подпорной стены производится с учетом нагрузок, полученных в программе Plaxis 2d с учетом дополнительных мероприятий по инженерной защите и усиления.

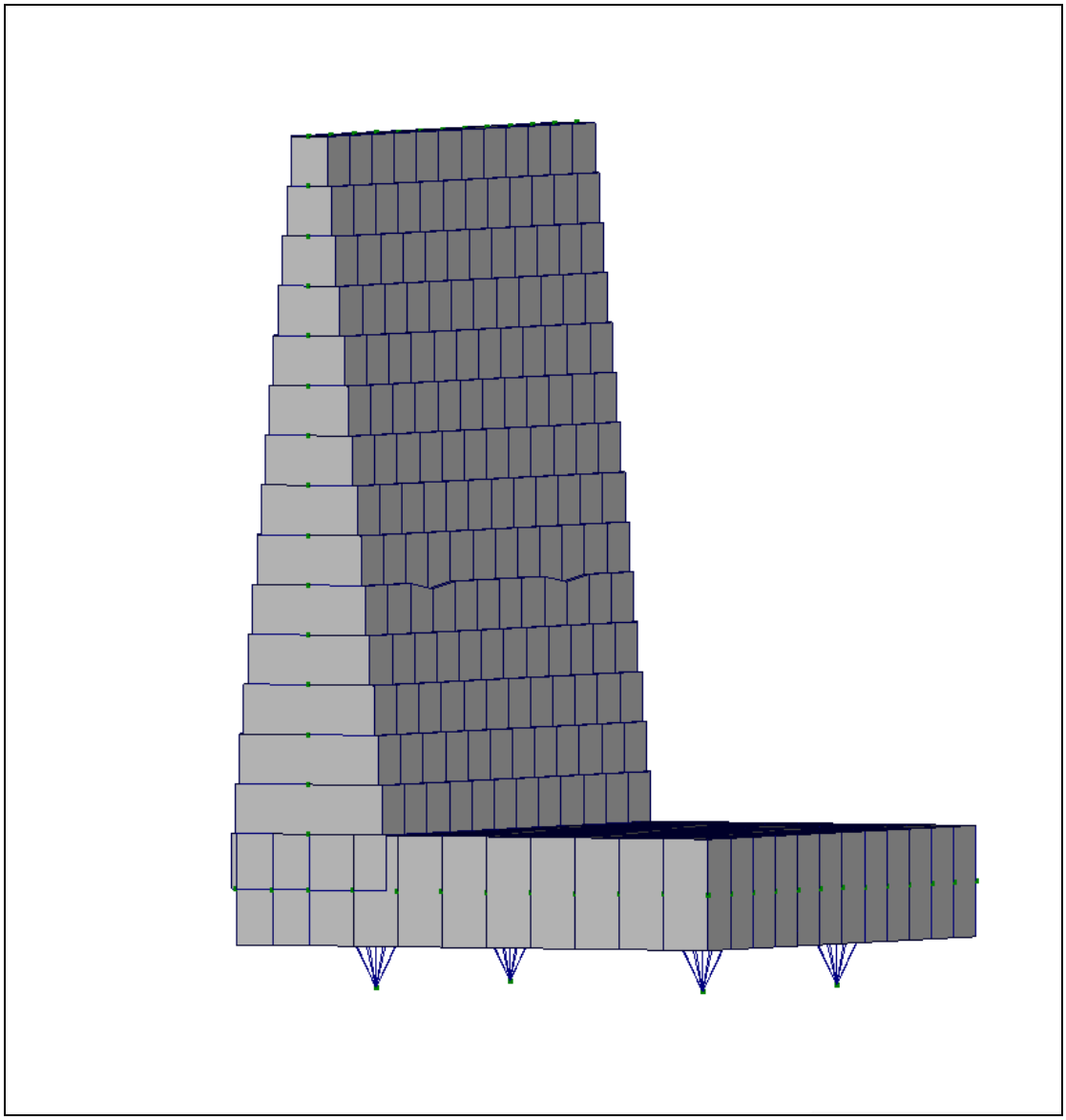


Рис. 6.847. Расчетная схема подпорной стены в программе SCAD

Основное сочетание нагрузок

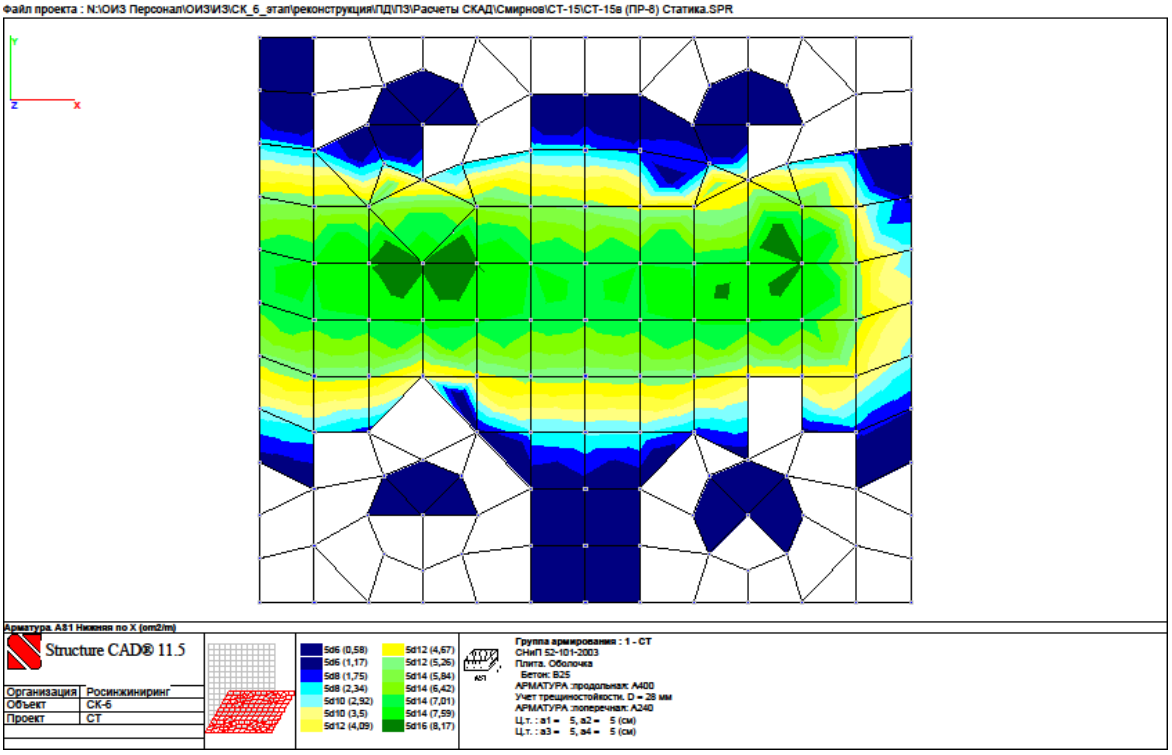


Рис. 6.848. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

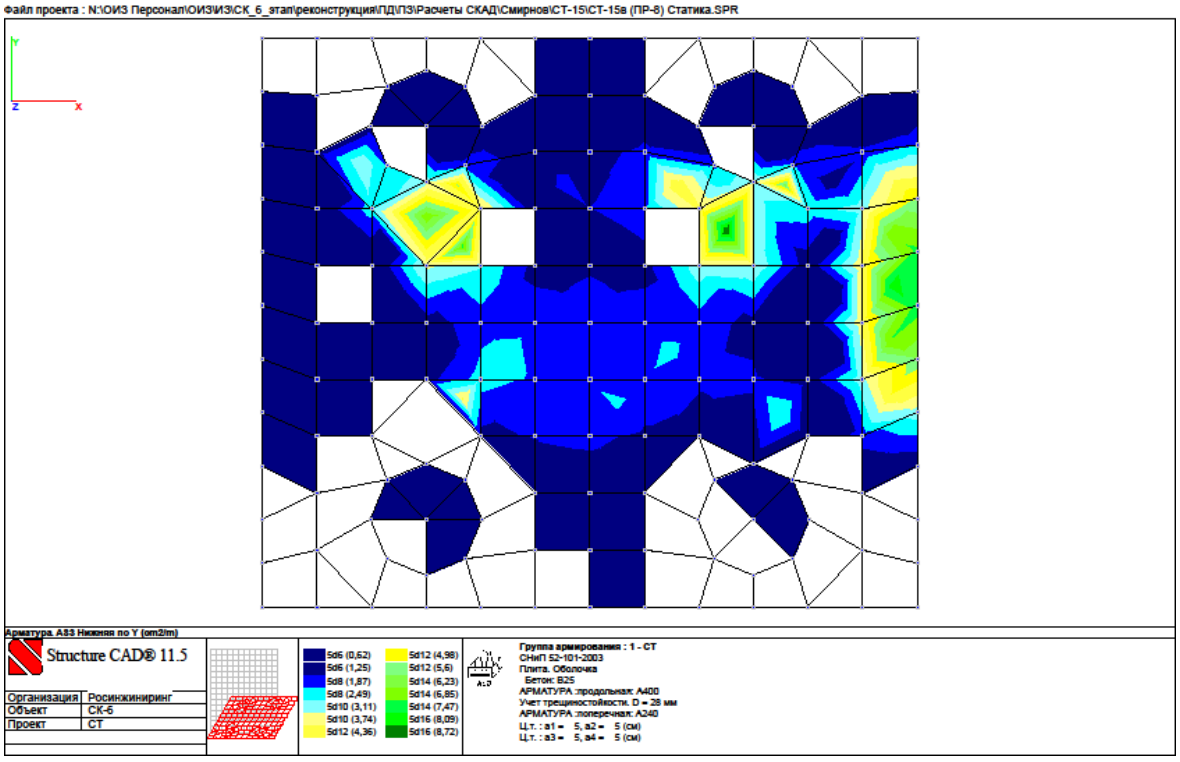


Рис. 6.849. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

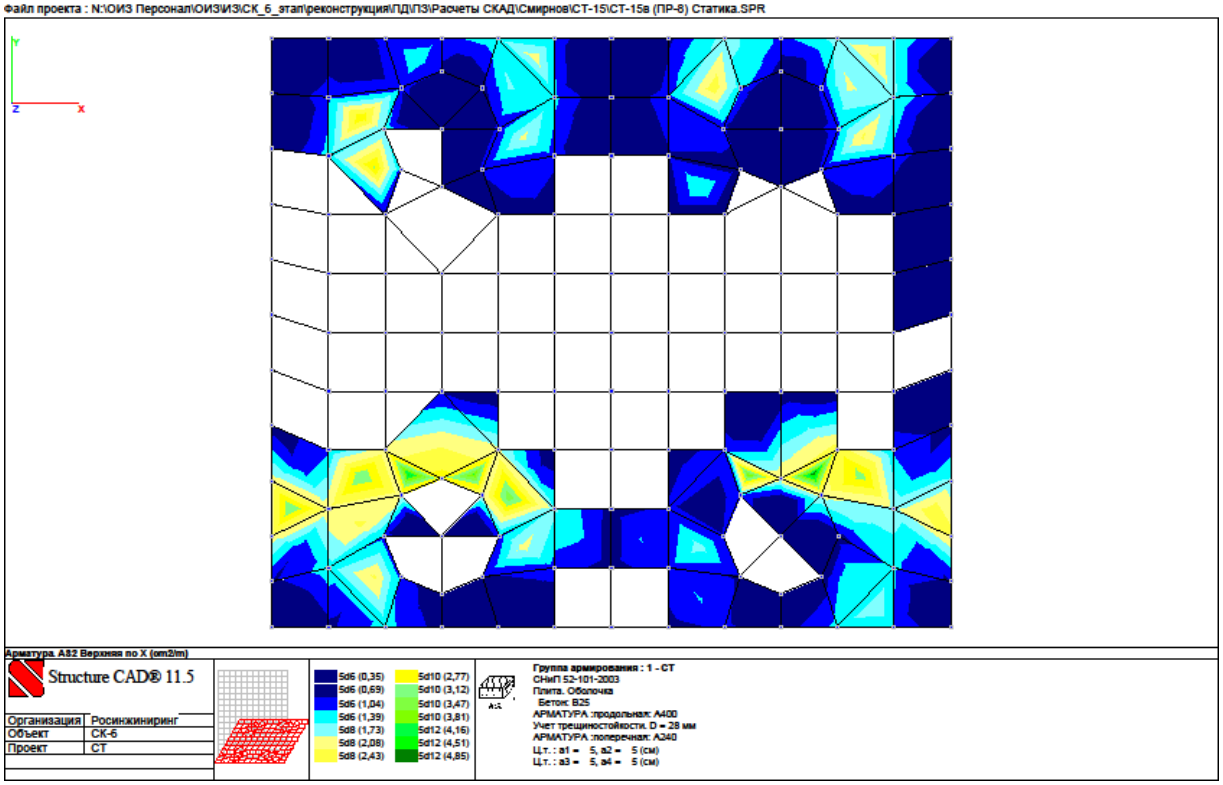


Рис. 6.850. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

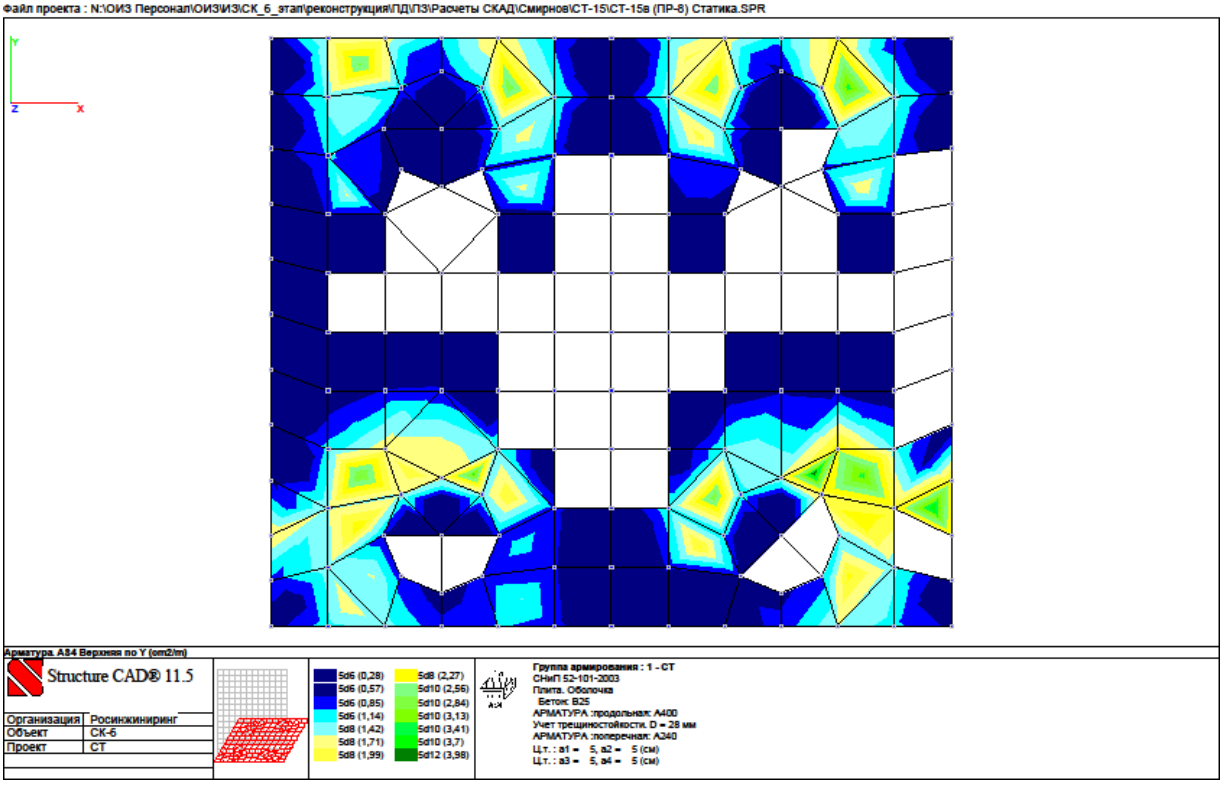


Рис. 6.851. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

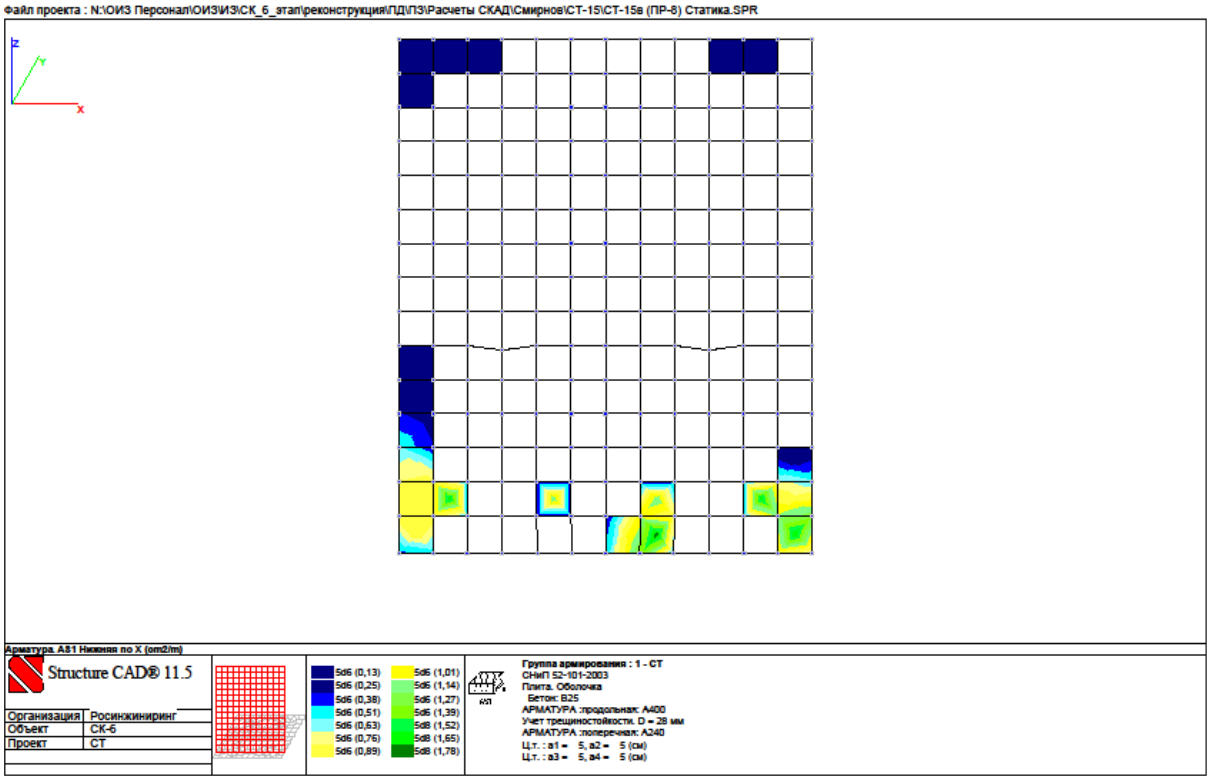


Рис. 6.852. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

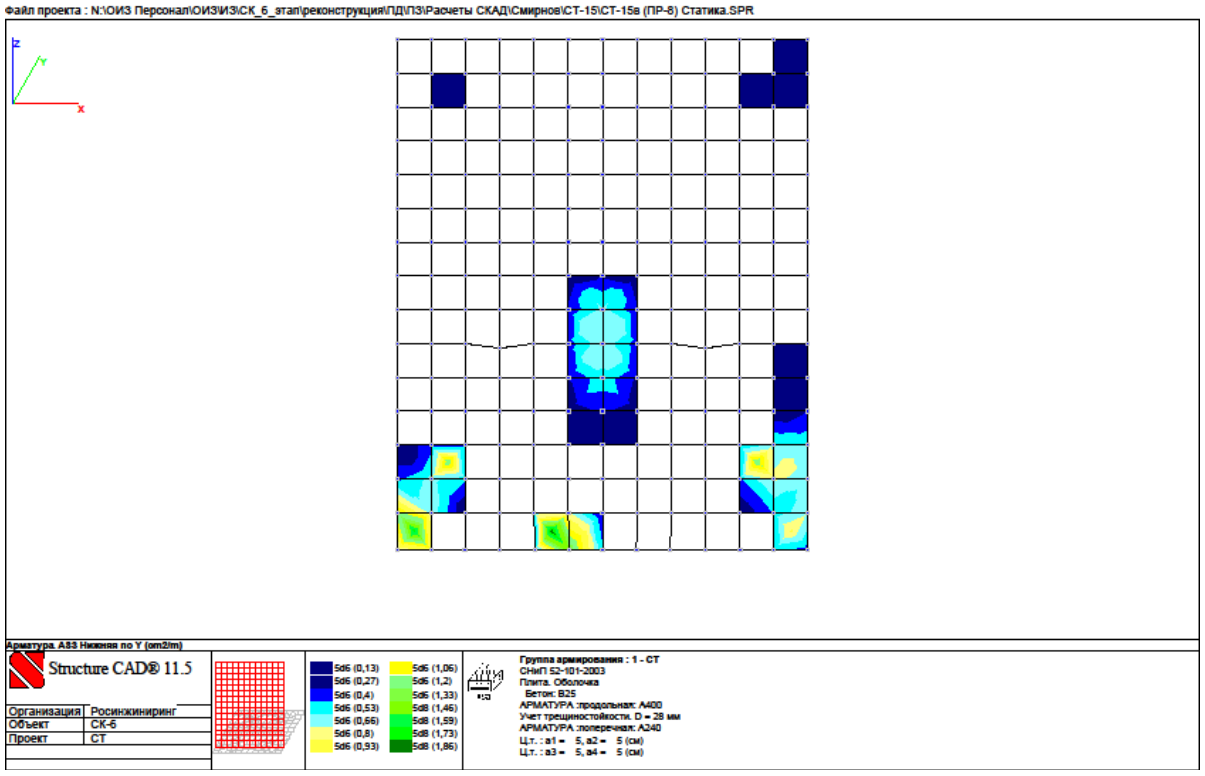


Рис. 6.853. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

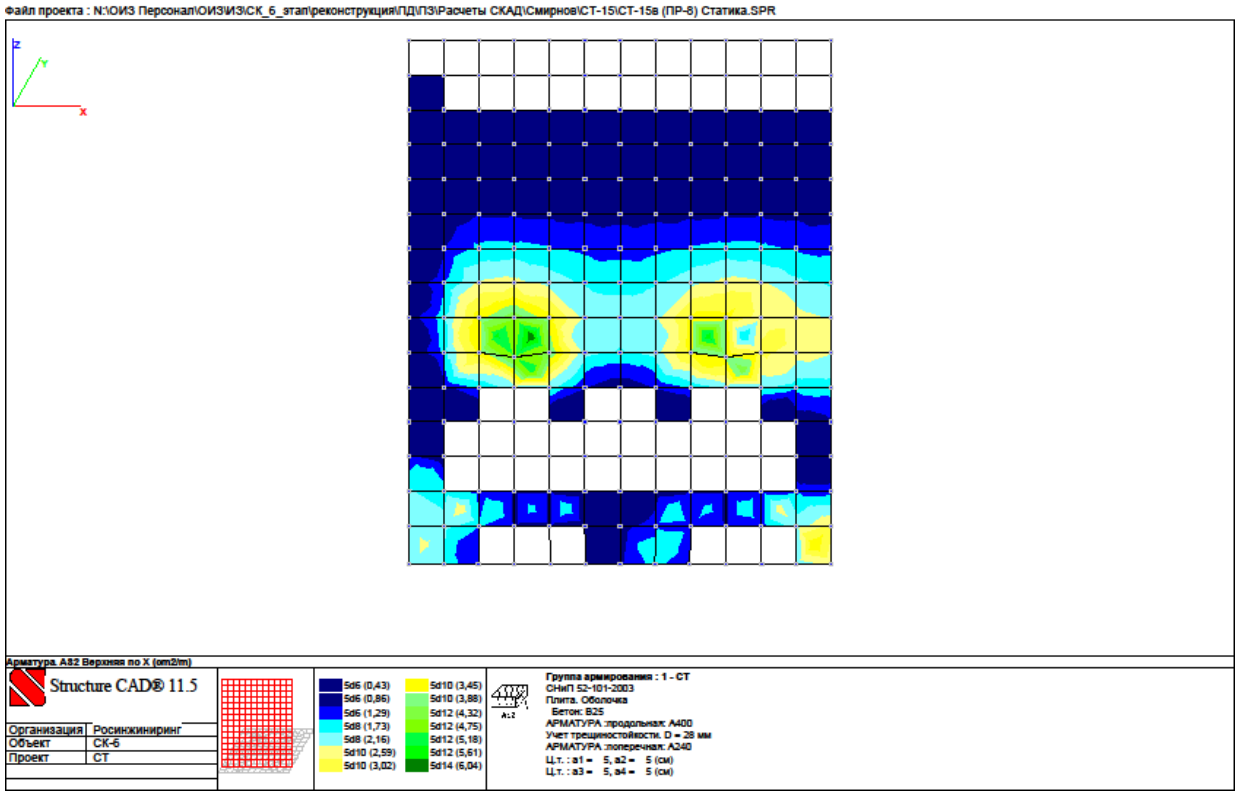


Рис. 6.854. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

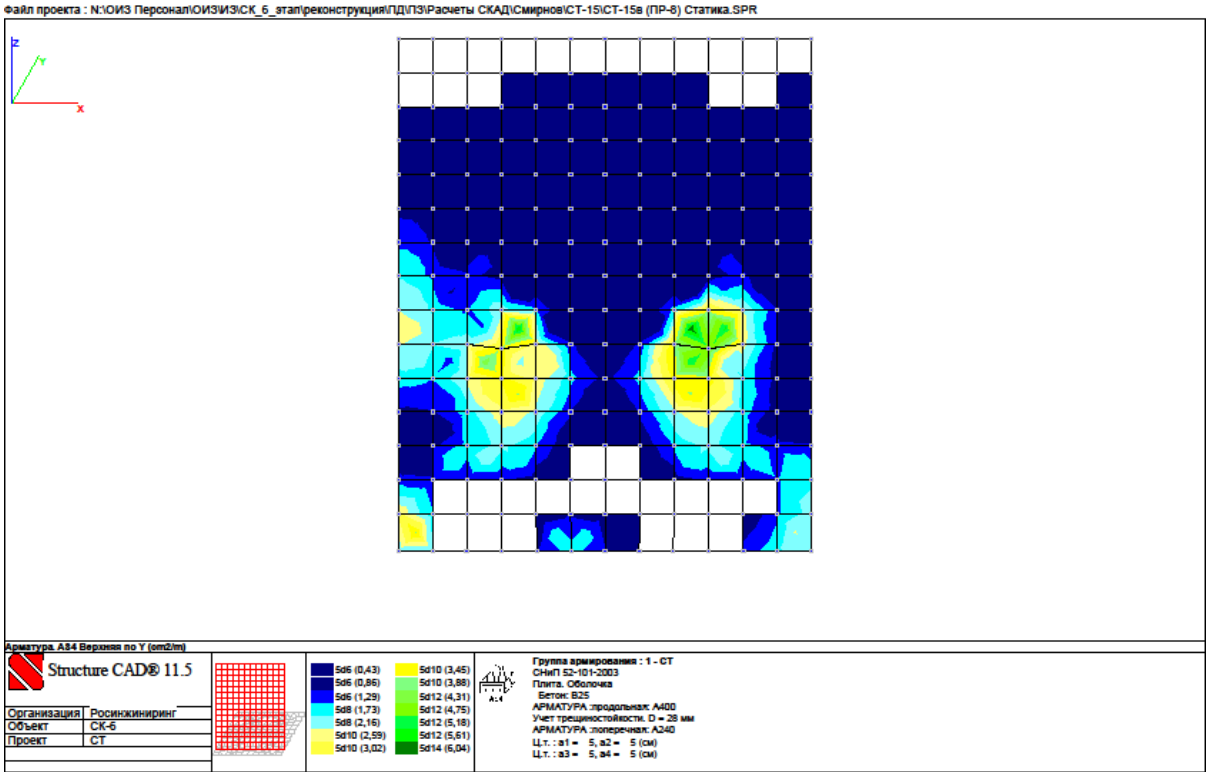


Рис. 6.855. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Особое сочетание нагрузок (сейсмическое воздействие 9 баллов)

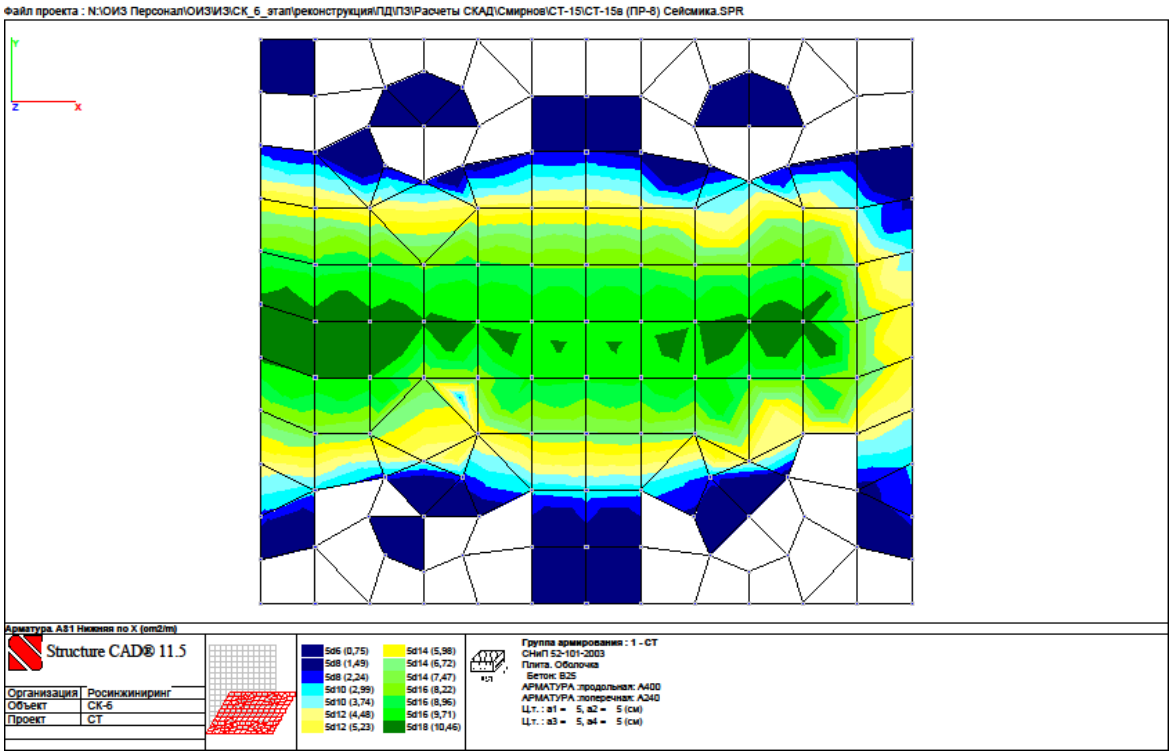


Рис. 6.856. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси X

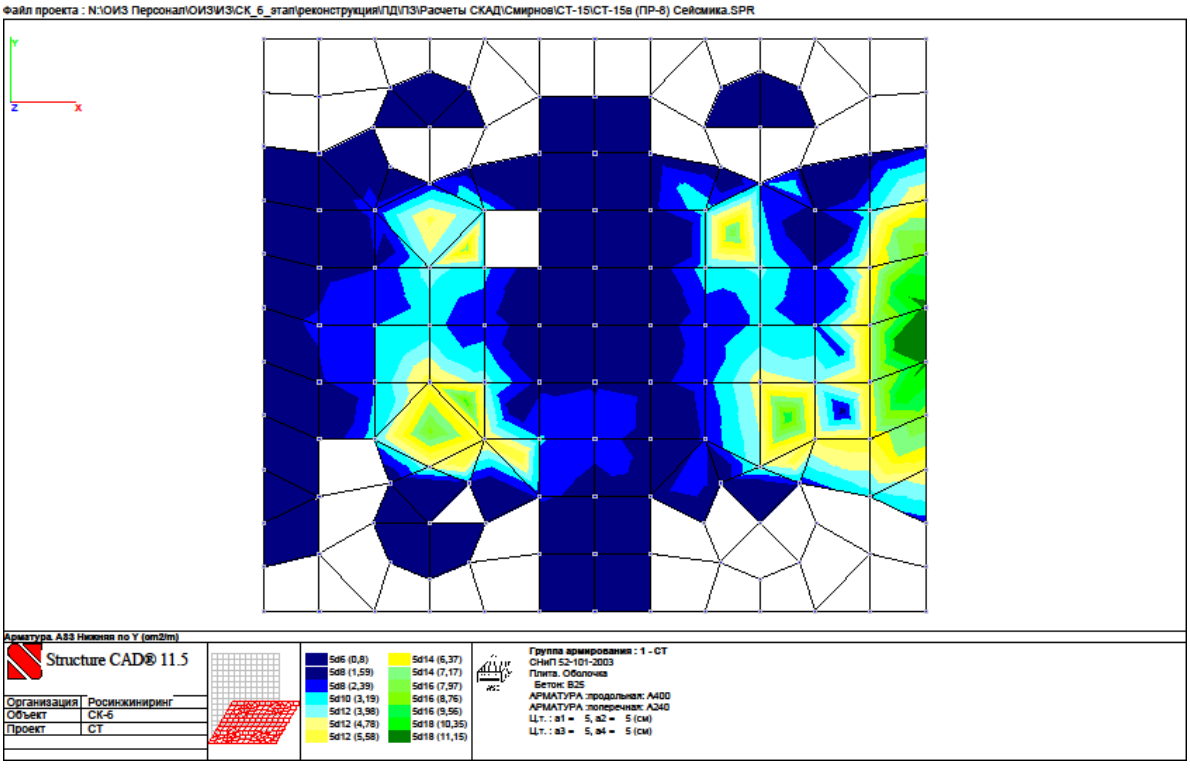


Рис. 6.857. Армирование ростверка. Нижняя арматура по оси У

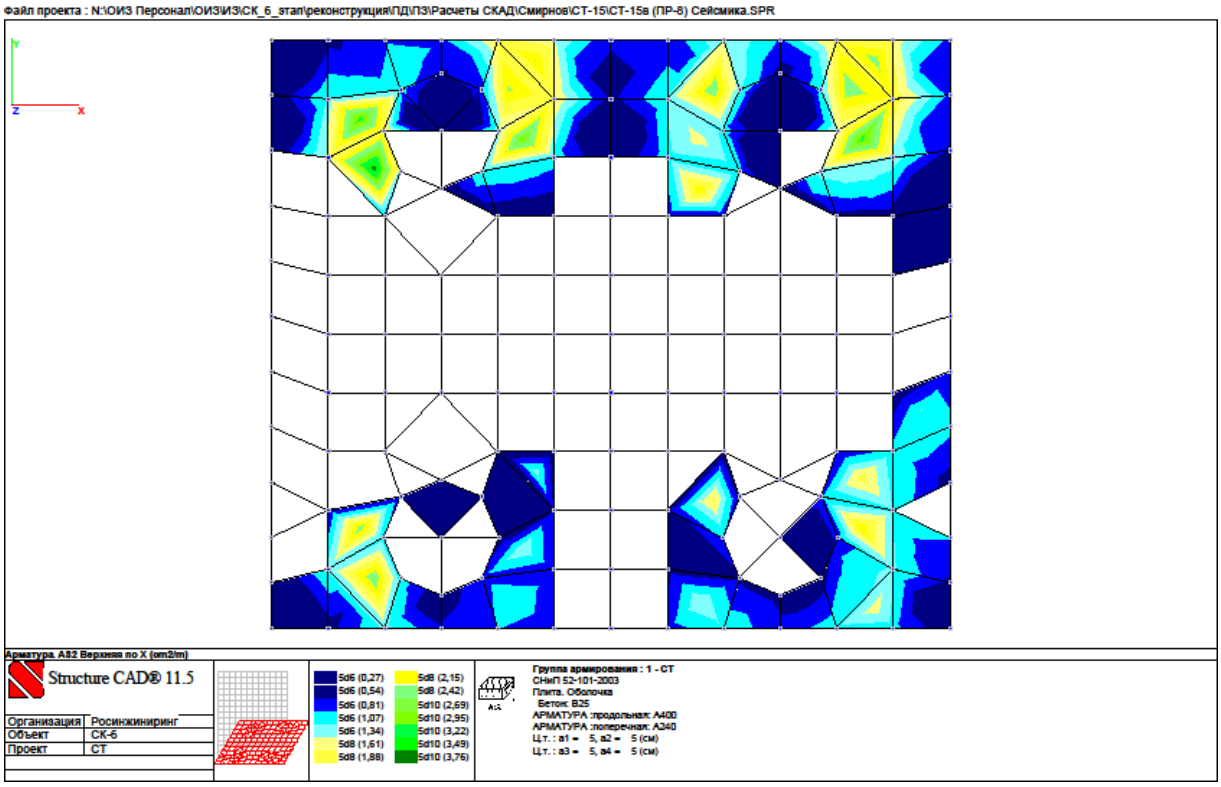


Рис. 6.858. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси X

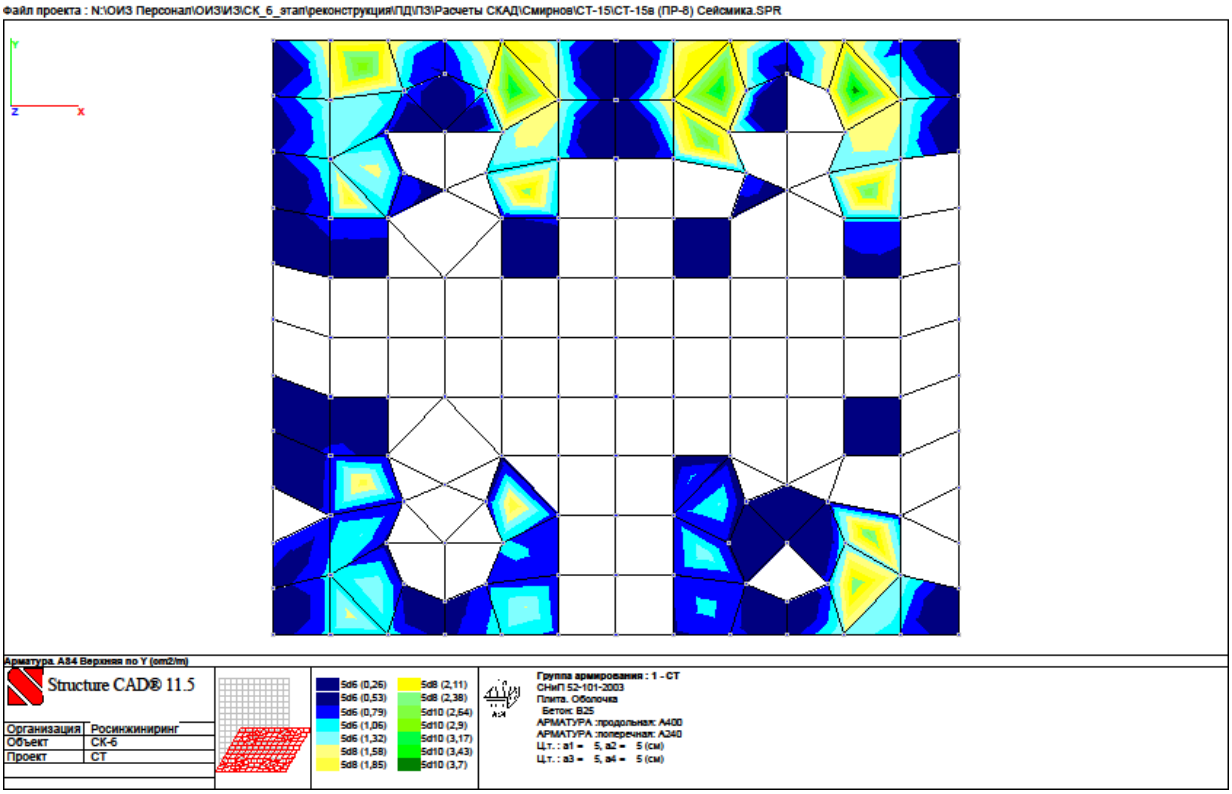


Рис. 6.859. Армирование ростверка. Верхняя арматура по оси У

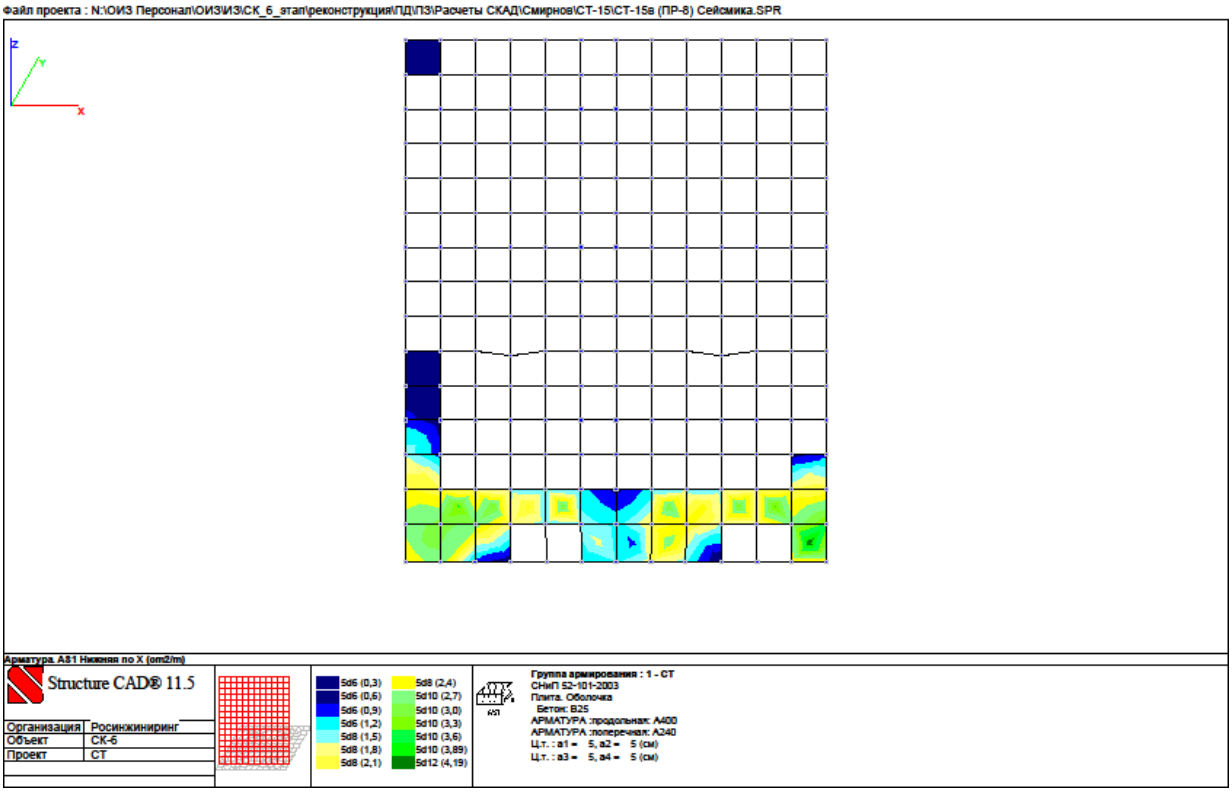


Рис. 6.860. Армирование стены. Нижняя арматура по оси X

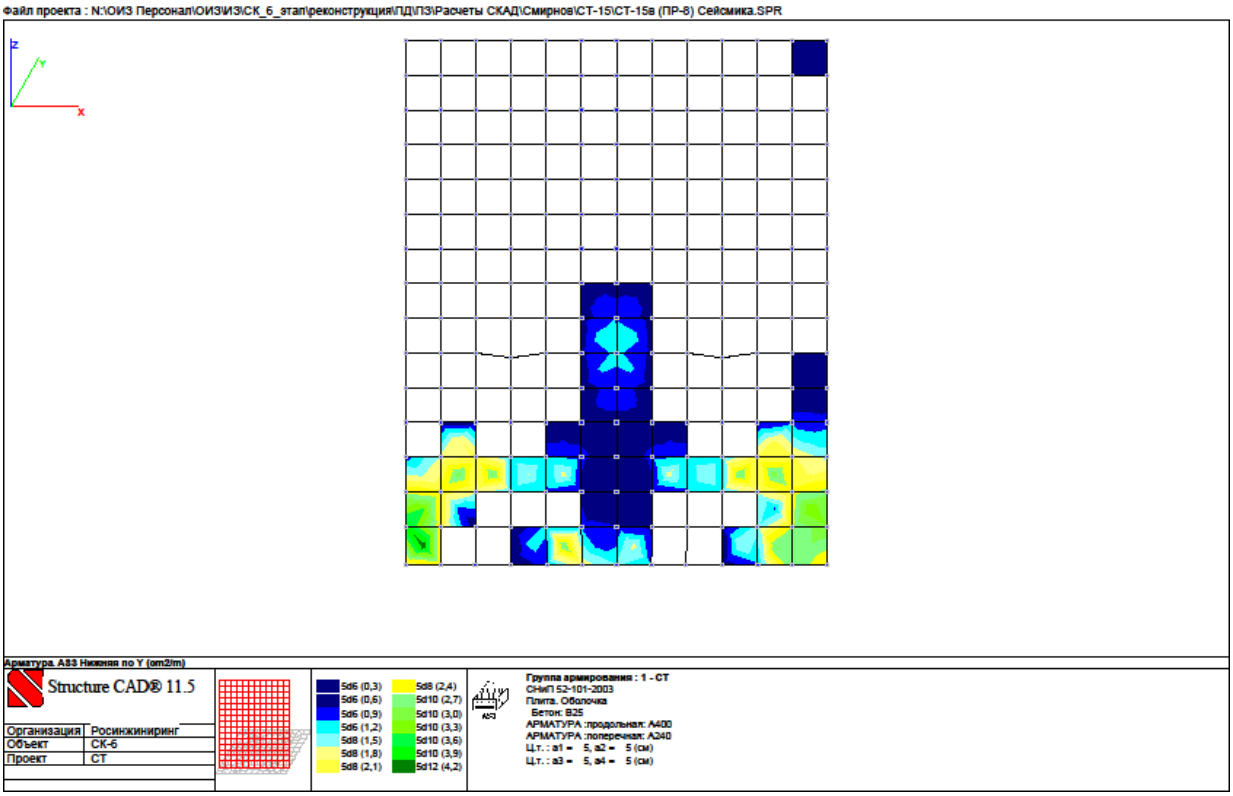


Рис. 6.861. Армирование стены. Нижняя арматура по оси У

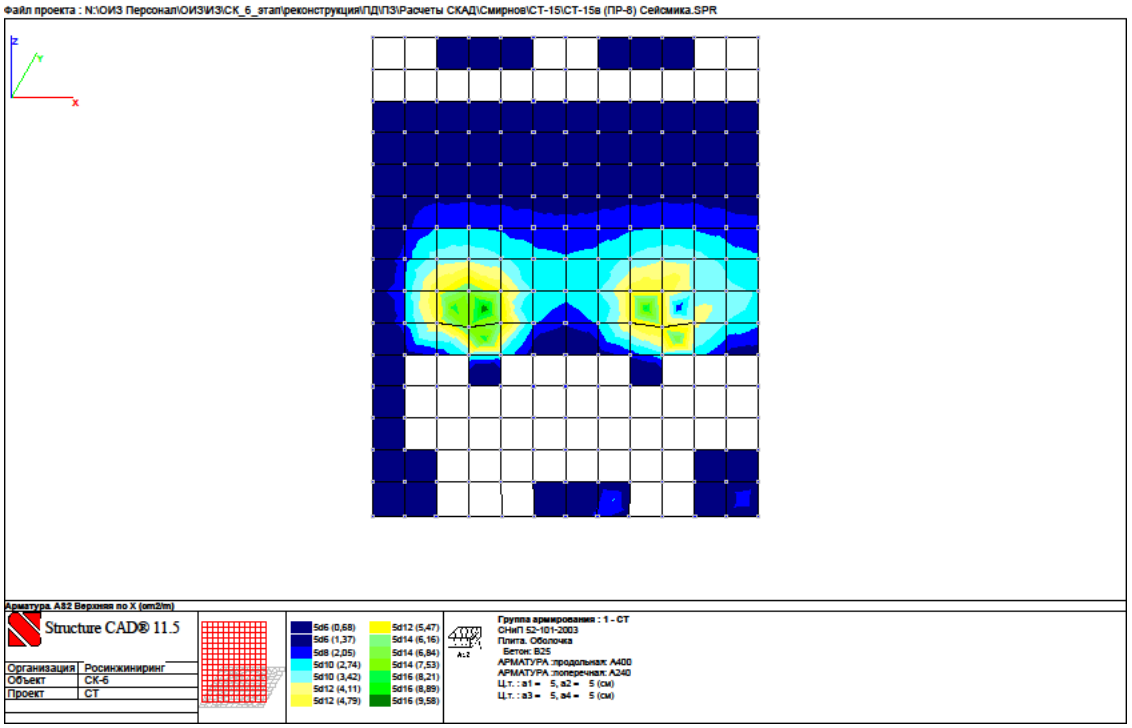


Рис. 6.862. Армирование стены. Верхняя арматура по оси X

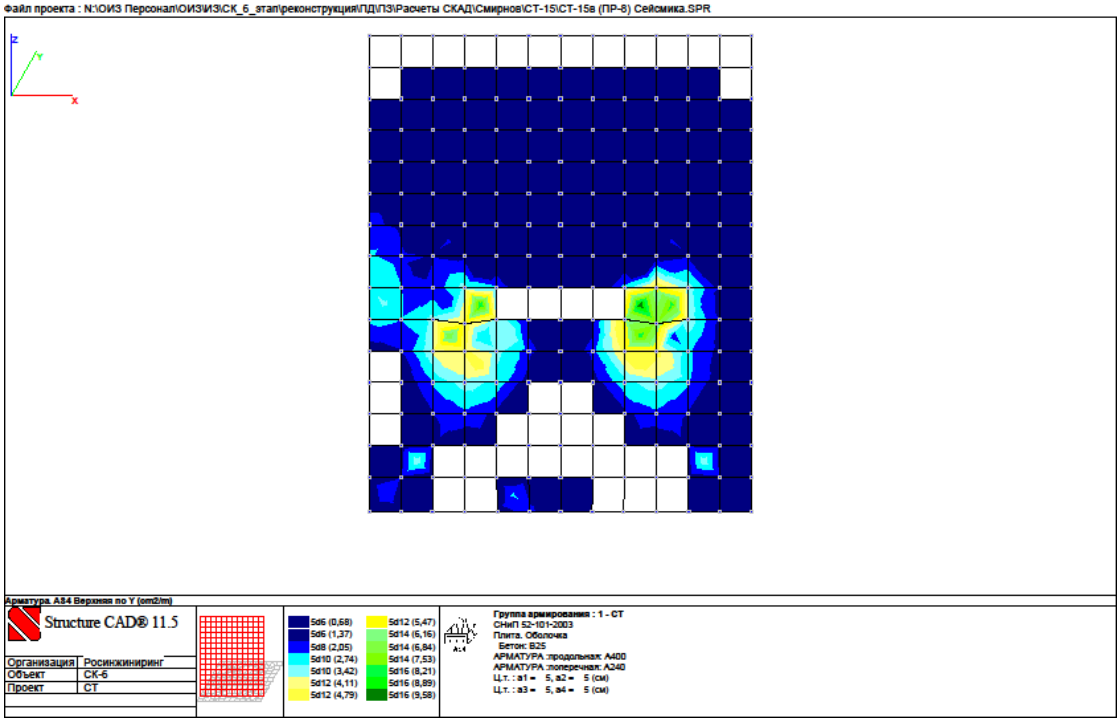


Рис. 6.863. Армирование стены. Верхняя арматура по оси У

Вывод: расчет в программе SCAD показал, что армирования уголковой части подпорной стены достаточно для восприятия приходящихся на нее нагрузок.

Расчет грунтовых анкеров подпорных стен

Для обеспечения работы грунтовых анкеров в соответствии с расчетом необходимо обеспечить несущую способность грунтовых анкеров по грунту и по материалу на усилие не менее фактического (получаемого при расчете в программе Plaxis 2D).

Таблица 6.211. Расчетная несущая способность новых грунтовых анкеров подпорных стен по грунту и по материалу

№ ряда анкеров	Расчетное усилие в анкерах с учетом шага, т	Шаг анкеров, м	Натяжение анкеров, т	Тип анкеров GEOIZOL-MP PLUS	Длина, м	Прочность анкера по материалу, т	Длина анкера в грунте, м	Длина корня анкера, м	Диаметр скважины, мм	Диаметр корня анкера, мм	Несущая способность анкера по грунту, т
Подпорная стена СТ-10											
А1(н)	136,2	3,0	73,4	103/78	24,0	145,15	24,0	8,9	175	185	191,7
А2(в)	120,0	3,0	73,4	103/78	24,0	145,15	24,0	6,0	175	185	174,5
Подпорная стена СТ-10/1											
А1(н)	140,6	3,0	73,4	103/78	24,0	145,15	24,0	6,6	175	185	172,5
А2(ср)	123,8	3,0	73,4	103/78	27,0	145,15	27,0	6,4	175	185	156,8
А3(в)	125,5	1,5	61,2	103/78	36,0	145,15	36,0	7,0	175	185	149,9
Подпорная стена СТ-15											
А1	144,6	2,0	91,7	103/78	36,0	145,15	36,0	3,7	175	185	156,0

Фактические усилия в грунтовых анкерах не превышают несущую способность по грунту и по материалу анкеров GEOIZOL-MP PLUS.

Выводы по результатам расчетов по разрезу 13-13

1) Расчет устойчивости склона и прочности конструкций в существующем положении показал необходимость дополнительных мероприятий по инженерной защите и усилению подпорных стен СТ-10, СТ-10/1 и СТ-15.

2) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-10 предусматривается устройство двух дополнительных рядов грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 24,0м с шагом 3,0 м.

3) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-10/1 предусматривается устройство трех дополнительных рядов грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78: одного ряда длиной 24,0 м с шагом 3,0 м, одного ряда длиной 27,0 м с шагом 3,0 м и одного ряда длиной 36,0 м с шагом 1,5 м.

4) Для уменьшения усилий в сваях подпорной стены СТ-15 (верхний ярус) предусматривается устройство одного дополнительного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP PLUS 103/78 длиной 36,0 м с шагом 2,0 м.

5) С учетом проектируемых мероприятий устойчивость склона обеспечена, усилия в элементах конструкции подпорных стен СТ-10, СТ-10/1 и СТ-15 не превышают предельно допустимых как при основном, так и при особом сочетании нагрузок (сейсмическом воздействии 9 баллов).

6) Несущая способность грунтовых анкеров, используемых в рамках дополнительных мероприятий, обеспечена по материалу и по грунту.