



Расчёт методом конечных элементов

Топология

Проект

Название проекта : EARTHQUAKE

Дата : 01.12.2020

Общая настройка расчёта

Геометрия задачи :

Плоскостная

Тип расчёта :

Напряжённое состояние

Тоннели :

да

Позволить задавать воду с помощью расчёта установившегося потока :

нет

Позволить динамический расчёт землетрясения :

да

Бетонные конструкции :

EN 1992-1-1 (EC2)

Расчёт первичного напряженного состояния (1-й этап) :

Применить Ко процедуру

Подробные параметры генерации сетки :

да

Подробные параметры грунтов :

да

Специальные модели грунтов :

да

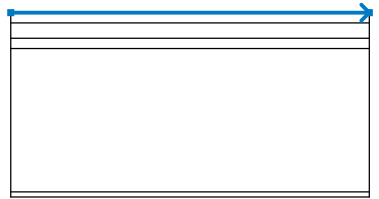
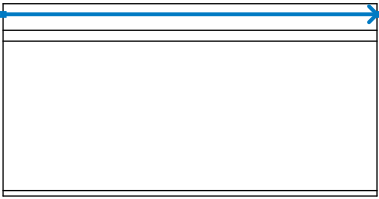
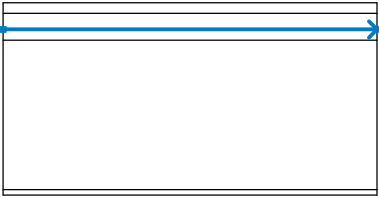
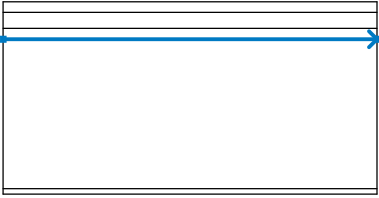
Температурная нагрузка :

нет

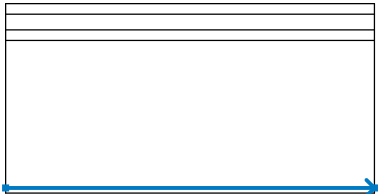
Подробные результаты :

да

Граница контура

№	Расположение границы контура	Координаты точек границы контура [м]					
		x	z	x	z	x	z
1		-35,00	0,00	35,00	0,00		
2		-35,00	-2,00	35,00	-2,00		
3		-35,00	-5,00	35,00	-5,00		
4		-35,00	-7,00	35,00	-7,00		



№	Расположение границы контура	Координаты точек границы контура [м]					
		x	z	x	z	x	z
5		-35,00	-35,00	35,00	-35,00		

Параметры грунтов

Soil no.2

Материальная модель :	Mohr - Coulomb модифиц.
Удельный вес :	γ = 20,00 кН/м ³
коэффициент Пуассона :	ν = 0,15
Модуль упругости :	E = 25,00 МПа
параметр Биота :	α = 1,00
Коэффициент бокового давления в покое :	K_0 = 0,610
Модуль разгрузки/ нагрузки :	E_{ur} = 75,00 МПа
Угол внутреннего трения :	φ_{ef} = 25,00 °
Удельное сцепление грунта :	c_{ef} = 5,00 кПа
Угол дилатансии :	ψ = 0,00 °
Удельный вес водонасыщенного грунта :	γ_{sat} = 20,00 кН/м ³
Динамический модуль упругости :	E_{dyn} = 185,00 МПа
Коэффициент относительного затухания :	ξ = 5,0 %

Soil no.1

Материальная модель :	Mohr - Coulomb модифиц.
Удельный вес :	γ = 20,00 кН/м ³
коэффициент Пуассона :	ν = 0,25
Модуль упругости :	E = 15,00 МПа
параметр Биота :	α = 1,00
Коэффициент бокового давления в покое :	K_0 = 0,570
Модуль разгрузки/ нагрузки :	E_{ur} = 45,00 МПа
Угол внутреннего трения :	φ_{ef} = 25,00 °
Удельное сцепление грунта :	c_{ef} = 5,00 кПа
Угол дилатансии :	ψ = 0,00 °
Удельный вес водонасыщенного грунта :	γ_{sat} = 20,00 кН/м ³
Динамический модуль упругости :	E_{dyn} = 100,00 МПа
Коэффициент относительного затухания :	ξ = 5,0 %

Soil no.3

Материальная модель :	Mohr - Coulomb модифиц.
Удельный вес :	γ = 21,00 кН/м ³
коэффициент Пуассона :	ν = 0,28
Модуль упругости :	E = 75,00 МПа
параметр Биота :	α = 1,00
Коэффициент бокового давления в покое :	K_0 = 0,530



Модуль разгрузки/ нагрузки : E_{ur} = 190,00 МПа
Угол внутреннего трения : φ_{ef} = 28,00 °
Удельное сцепление грунта : c_{ef} = 10,00 кПа
Угол дилатансии : ψ = 0,00 °
Удельный вес водонасыщенного грунта : γ_{sat} = 21,00 кН/м³
Динамический модуль упругости : E_{dyn} = 650,00 МПа
Коэффициент относительного затухания : ξ = 5,0 %

Soil no.4

Материальная модель : Mohr - Coulomb модифиц.
Удельный вес : γ = 22,00 кН/м³
коэффициент Пуассона : ν = 0,24
Модуль упругости : E = 150,00 МПа
параметр Биота : α = 1,00
Коэффициент бокового давления в покое : K_o = 0,370
Модуль разгрузки/ нагрузки : E_{ur} = 415,00 МПа
Угол внутреннего трения : φ_{ef} = 42,00 °
Удельное сцепление грунта : c_{ef} = 15,00 кПа
Угол дилатансии : ψ = 0,00 °
Удельный вес водонасыщенного грунта : γ_{sat} = 22,00 кН/м³
Динамический модуль упругости : E_{dyn} = 875,00 МПа
Коэффициент относительного затухания : ξ = 5,0 %

Soil no.5

Материальная модель : эластич.модифицир.
Удельный вес : γ = 23,00 кН/м³
коэффициент Пуассона : ν = 0,21
параметр Биота : α = 1,00
Коэффициент бокового давления в покое : K_o = 0,320
Модуль деформации : E_{def} = 450,00 МПа
Модуль разгрузки/ нагрузки : E_{ur} = 1250,00 МПа
Удельный вес водонасыщенного грунта : γ_{sat} = 23,00 кН/м³
Динамический модуль упругости : E_{dyn} = 3250,00 МПа
Коэффициент относительного затухания : ξ = 5,0 %



Привязка и поверхности

№	Расположение поверхности	Координаты точек поверхности [м]				Присвоенный грунт
		x	z	x	z	
1		35,00	-2,00	35,00	0,00	Soil no.1
		-35,00	0,00	-35,00	-2,00	
2		35,00	-5,00	35,00	-2,00	Soil no.2
		-35,00	-2,00	-35,00	-5,00	
3		35,00	-7,00	35,00	-5,00	Soil no.3
		-35,00	-5,00	-35,00	-7,00	
4		35,00	-35,00	35,00	-7,00	Soil no.4
		-35,00	-7,00	-35,00	-35,00	
5		-35,00	-35,00	-35,00	-36,00	Soil no.5
		35,00	-36,00	35,00	-35,00	

Свободные точки

№	Полож.		№	Полож.		№	Полож.		№	Полож.	
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]		x [м]	z [м]		x [м]	z [м]
1	-3,00	-15,00	2	3,00	-15,00	3	0,00	-15,00			



Свободные линии

№	Тип линия	Способ задание	Топология линии
1	дуга	радиус	Начало (-3,00; -15,00) [м] , конец (3,00; -15,00) [м], радиус 3,00 [м] , ориентация отрицательная , угол тупой
2	дуга	радиус	Начало (3,00; -15,00) [м] , конец (-3,00; -15,00) [м], радиус 3,00 [м] , ориентация отрицательная , угол острый

Сгущение точек

№	Полож.	Радиус r [м]	Длина l [м]
1	Свободная точка № 3	10,00	0,60

Генерирование сетки

Параметры генерирования сетки

Длина ребра элементов : 1,50 [м]

Сглаживать сетку : да

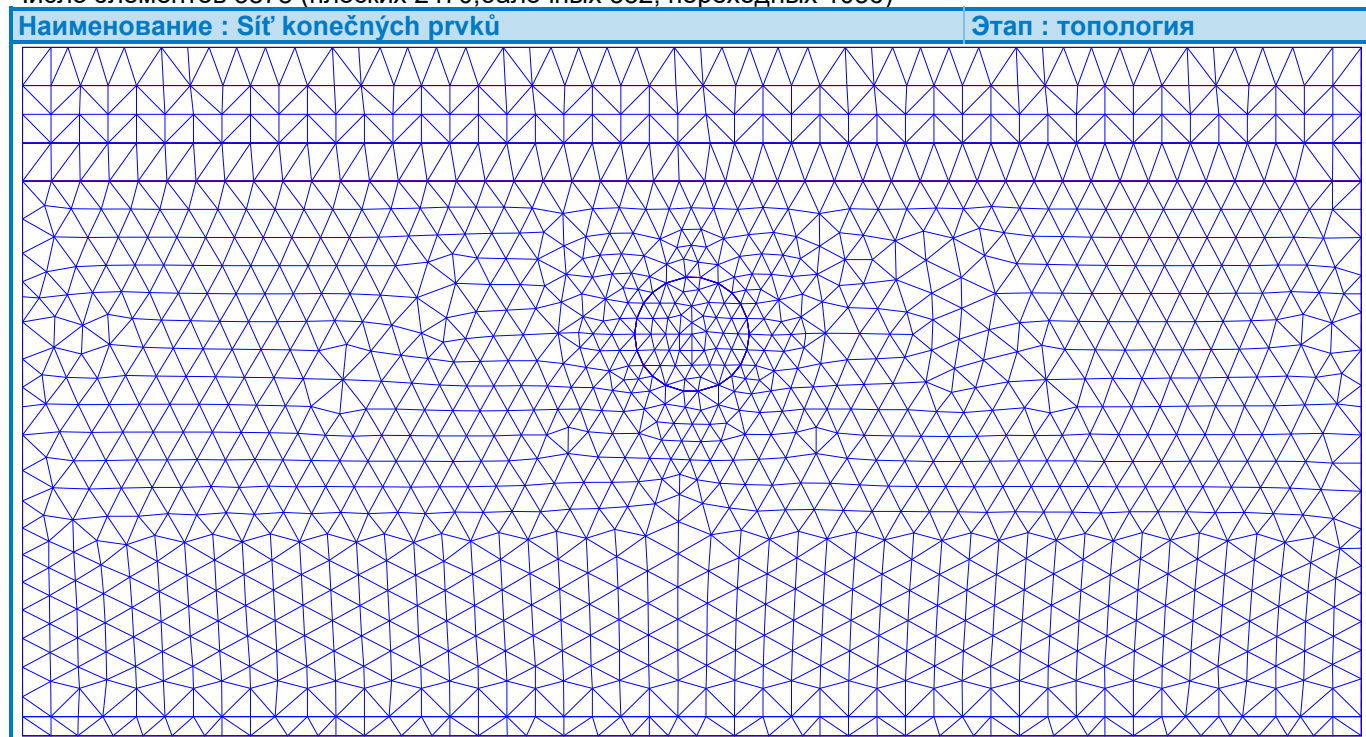
Генерировать многоузловые элементы : нет

Результат генерирования сетки

Сетка конечных элементов успешно сгенерирована.

Число узлов 2045

Число элементов 3878 (плоских 2470, балочных 352, переходных 1056)





Исходные данные (Этап проектирования 1)

Привязка и активация

№	Область	Активный / неактивный	Присвоенный грунт
1		Активный	Soil no.1
2		Активный	Soil no.2
3		Активный	Soil no.3
4		Активный	Soil no.4
5		Активный	Soil no.4
6		Активный	Soil no.5

Настройка расчёта

Напряжённое состояние

Метод :

Newton - Raphson

Изменение матрицы жёсткости :

после каждой итерации

Максимальное количество итераций на один шаг расчёта :

100

Начальный шаг расчёта :

0,25

Допуски на ошибки смещения :

0,0100

Допуск на отклонения несбалансированных сил :

0,0100

Допуски на ошибки энергии :

0,0100



Учитывать границы контуров материала : да
Пластичность
Допустимая погрешность возврата на поверхность пластичности : 0,00100
Максимальное число итераций на один пластический шаг : 20
Newton - Raphson
Фактор релаксации шага расчёта : 2
Максимальное количество релаксаций шага расчёта : 2
Минимальное число итераций на один шаг расчёта : 1
Line search
Способ решения : не выполнять итерацию
Line search limit - минимум : 0,100
Line search limit - максимум : 1,000

Результаты (Этап проектирования 1)

Расчёт напряж. состояния завершён успешно.

Настройка расчёта : **пользоват.**

Ко процедура.

Достигнутая нагрузка = 100,00 %

Экстремумы

Напряжение (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Полное напряжение $\sigma_{z, tot}$ [кПа]	-32,61	0,00	0,00	-33,51	-36,00	781,00
Эффективное напряжение $\sigma_{z, eff}$ [кПа]	-32,61	0,00	0,00	-33,51	-36,00	781,00
Полное напряжение $\sigma_{x, tot}$ [кПа]	-33,51	0,00	0,00	-35,00	-35,00	280,46
Эффективное напряжение $\sigma_{x, eff}$ [кПа]	-33,51	0,00	0,00	-35,00	-35,00	280,46
Сдвигающее напряжение τ_{xz} [кПа]	-35,00	-2,00	0,00	-35,00	-2,00	0,00
Среднее полное напряжение $\sigma_{m, tot}$ [кПа]	-31,13	0,00	0,00	-35,00	-35,00	439,64
Среднее эффективное напряжение $\sigma_{m, eff}$ [кПа]	-31,13	0,00	0,00	-35,00	-35,00	439,64
Эквивалентное девиаторное напряжение J [кПа]	-25,24	0,00	0,00	-33,51	-36,00	306,62
Полное главное напряжение $\sigma_{1, tot}$ [кПа]	-33,51	0,00	0,00	-35,00	-35,00	280,46
Эффективное главное напряжение $\sigma_{1, eff}$ [кПа]	-33,51	0,00	0,00	-35,00	-35,00	280,46
Полное главное напряжение $\sigma_{2, tot}$ [кПа]	-32,61	0,00	0,00	-33,51	-36,00	781,00
Эффективное главное напряжение $\sigma_{2, eff}$ [кПа]	-32,61	0,00	0,00	-33,51	-36,00	781,00
Полное главное напряжение $\sigma_{3, tot}$ [кПа]	-33,51	0,00	0,00	-35,00	-35,00	280,46
Эффективное главное напряжение $\sigma_{3, eff}$ [кПа]	-33,51	0,00	0,00	-35,00	-35,00	280,46

Степень мобилизации (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Мобилизованная прочность [%]	-33,51	-35,00	0,00	35,00	-35,00	60,76
Мобилизованная прочность [%]	-33,51	-35,00	0,00	35,00	-35,00	60,76



Исходные данные (Этап проектирования 2)

Привязка и активация

№	Область	Активный / неактивный	Присвоенный грунт
1		Активный	Soil no.1
2		Активный	Soil no.2
3		Активный	Soil no.3
4		Активный	Soil no.4
5		Активный	Soil no.4
6		Активный	Soil no.5

Пригрузка

№	Пригрузка		Тип	Оложения / Точка 1 z [м] / x ₁ [м]	Нач. / Точка 1 x [м] / z ₁ [м]	Длина / Точка 2 l [м] / x ₂ [м]	Ширина / Точка 2 b [м] / z ₂ [м]	Наклон α [°]	Величина		
	новая	изменения							q, q ₁ , f, F	q ₂	единица измерения
1	Да		полосовая	на поверхности	x = -35,00	l = 70,00		0,00	25,00		кН/м ²



Настройка расчёта

Напряжённое состояние

Метод :	Newton - Raphson
Изменение матрицы жёсткости :	после каждой итерации
Максимальное количество итераций на один шаг расчёта :	100
Начальный шаг расчёта :	0,25
Допуски на ошибки смещения :	0,0100
Допуск на отклонения несбалансированных сил :	0,0100
Допуски на ошибки энергии :	0,0100
Учитывать границы контуров материала :	да

Пластичность

Допустимая погрешность возврата на поверхность пластичности :	0,00100
Максимальное число итераций на один пластический шаг :	20

Newton - Raphson

Фактор релаксации шага расчёта :	2
Максимальное количество релаксаций шага расчёта :	2
Минимальное число итераций на один шаг расчёта :	1

Line search

Способ решения :	не выполнять итерацию
Line search limit - минимум :	0,100
Line search limit - максимум :	1,000

Результаты (Этап проектирования 2)

Расчёт напряж. состояния завершён успешно.

Настройка расчёта : **пользоват.**

Достигнутая нагрузка = 100,00 %

Экстремумы

Деформация (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Деформация x [мм]	0,00	0,00	0,0	-35,00	-2,00	0,0
Деформация z [мм]	-35,00	-2,00	0,0	-33,51	0,00	10,1

Напряжение (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Полное напряжение $\sigma_{z, tot}$ [кПа]	-33,51	0,00	0,00	-33,51	-36,00	806,00
Эффективное напряжение $\sigma_{z, eff}$ [кПа]	-33,51	0,00	0,00	-33,51	-36,00	806,00
Полное напряжение $\sigma_{x, tot}$ [кПа]	-33,51	0,00	8,33	-35,00	-35,00	288,35
Эффективное напряжение $\sigma_{x, eff}$ [кПа]	-33,51	0,00	8,33	-35,00	-35,00	288,35
Сдвигающее напряжение τ_{xz} [кПа]	-35,00	-2,00	0,00	-35,00	-2,00	0,00
Среднее полное напряжение $\sigma_{m, tot}$ [кПа]	-33,51	0,00	13,89	-35,00	-35,00	453,24
Среднее эффективное напряжение $\sigma_{m, eff}$ [кПа]	-33,51	0,00	13,89	-35,00	-35,00	453,24
Эквивалентное девиаторное напряжение J [кПа]	-33,51	0,00	9,62	-33,51	-36,00	317,22
Полное главное напряжение $\sigma_{1, tot}$ [кПа]	-33,51	0,00	8,33	-35,00	-35,00	288,35
Эффективное главное напряжение $\sigma_{1, eff}$ [кПа]	-33,51	0,00	8,33	-35,00	-35,00	288,35
Полное главное напряжение $\sigma_{2, tot}$ [кПа]	-33,51	0,00	25,00	-33,51	-36,00	806,00



	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Эффективное главное напряжение $\sigma_{2, \text{eff}}$ [кПа]	-33,51	0,00	25,00	-33,51	-36,00	806,00
Полное главное напряжение $\sigma_{3, \text{tot}}$ [кПа]	-33,51	0,00	8,33	-35,00	-35,00	288,35
Эффективное главное напряжение $\sigma_{3, \text{eff}}$ [кПа]	-33,51	0,00	8,33	-35,00	-35,00	288,35

Степень мобилизации (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Мобилизованная прочность [%]	-33,51	-35,00	0,00	-31,97	-2,00	70,92
Мобилизованная прочность [%]	-33,51	-35,00	0,00	-31,97	-2,00	70,92



Исходные данные (Этап проектирования 3)

Привязка и активация

№	Область	Активный / неактивный	Присвоенный грунт
1		Активный	Soil no.1
2		Активный	Soil no.2
3		Активный	Soil no.3
4		Активный	Soil no.4
5		Эккавация	Эккавация № 1 (Exkavace 3 - 1)
			Остаточное действие грунта: 55,0 %
6		Активный	Soil no.5

Пригрузка

№	Пригрузка		Тип	Оложения / Точка 1 z [м] / x ₁ [м]	Нач. / Точка 1 x [м] / z ₁ [м]	Длина / Точка 2 l [м] / x ₂ [м]	Ширина / Точка 2 b [м] / z ₂ [м]	Наклон α [°]	Величина		
	новая	изменения							q, q ₁ , f, F	q ₂	единица измерения
1	Нет	Нет	полосовая	на поверхности	x = -35,00	l = 70,00		0,00	25,00		кН/м ²



Настройка расчёта

Напряжённое состояние

Метод :	Newton - Raphson
Изменение матрицы жёсткости :	после каждой итерации
Максимальное количество итераций на один шаг расчёта :	100
Начальный шаг расчёта :	0,25
Допуски на ошибки смещения :	0,0100
Допуск на отклонения несбалансированных сил :	0,0100
Допуски на ошибки энергии :	0,0100
Учитывать границы контуров материала :	да

Пластичность

Допустимая погрешность возврата на поверхность пластичности :	0,00100
Максимальное число итераций на один пластический шаг :	20

Newton - Raphson

Фактор релаксации шага расчёта :	2
Максимальное количество релаксаций шага расчёта :	2
Минимальное число итераций на один шаг расчёта :	1

Line search

Способ решения :	не выполнять итерацию
Line search limit - минимум :	0,100
Line search limit - максимум :	1,000

Результаты (Этап проектирования 3)

Расчёт напряж. состояния завершён успешно.

Настройка расчёта : **пользоват.**

Достигнутая нагрузка = 100,00 %

Экстремумы

Деформация (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Деформация x [мм]	0,00	0,00	-1,3	8,01	0,00	1,3
Деформация z [мм]	8,01	0,00	0,0	-0,92	0,00	13,1

Напряжение (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Полное напряжение $\sigma_{z, tot}$ [кПа]	1,57	0,00	0,00	21,60	-36,00	807,13
Эффективное напряжение $\sigma_{z, eff}$ [кПа]	1,57	0,00	0,00	21,60	-36,00	807,13
Полное напряжение $\sigma_{x, tot}$ [кПа]	-14,86	0,00	4,63	-23,09	-35,00	288,69
Эффективное напряжение $\sigma_{x, eff}$ [кПа]	-14,86	0,00	4,63	-23,09	-35,00	288,69
Сдвигающее напряжение τ_{xz} [кПа]	2,54	-13,41	-78,92	-2,52	-13,38	77,88
Среднее полное напряжение $\sigma_{m, tot}$ [кПа]	-14,86	0,00	12,34	-23,09	-35,00	453,90
Среднее эффективное напряжение $\sigma_{m, eff}$ [кПа]	-14,86	0,00	12,34	-23,09	-35,00	453,90
Эквивалентное девиаторное напряжение J [кПа]	0,45	0,00	8,05	21,60	-36,00	317,70
Полное главное напряжение $\sigma_{1, tot}$ [кПа]	-14,86	0,00	4,63	-23,09	-35,00	288,69
Эффективное главное напряжение $\sigma_{1, eff}$ [кПа]	-14,86	0,00	4,63	-23,09	-35,00	288,69
Полное главное напряжение $\sigma_{2, tot}$ [кПа]	1,57	0,00	24,79	21,60	-36,00	807,13



	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Эффективное главное напряжение $\sigma_{2, eff}$ [кПа]	1,57	0,00	24,79	21,60	-36,00	807,13
Полное главное напряжение $\sigma_{3, tot}$ [кПа]	-14,86	0,00	7,40	-23,09	-35,00	288,74
Эффективное главное напряжение $\sigma_{3, eff}$ [кПа]	-14,86	0,00	7,40	-23,09	-35,00	288,74

Степень мобилизации (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Мобилизованная прочность [%]	-33,51	-35,00	0,00	3,00	-15,00	84,09
Мобилизованная прочность [%]	-33,51	-35,00	0,00	3,00	-15,00	84,09



Исходные данные (Этап проектирования 4)

Привязка и активация

№	Область	Активный / неактивный	Присвоенный грунт
1		Активный	Soil no.1
2		Активный	Soil no.2
3		Активный	Soil no.3
4		Активный	Soil no.4
5		Экскавация	Экскавация № 1 (Exkavace 3 - 1)
			Остаточное действие грунта: 0,0 %
6		Активный	Soil no.5



Балки

№	Балка		Положение	Посадка [м]		Учитывать основные вес	Сечение / Деградация на текущем этапе [%]	Материал / Текущее одействие балки [%]	Контакты	
	новая	изменен		Начало	Конец				слева	справа
1	Да		Свободная линия № 1	├	├	Да	1,00 (b) x 0,30 (h) м	C 40/50	(не задан)	(не задан)
2	Да		Свободная линия № 2	├	├	Да	1,00 (b) x 0,30 (h) м	C 40/50	(не задан)	(не задан)

№	Сечение		Материал	
	I _y [м ⁴ /м]	A [м ² /м]	E [МПа]	G [МПа]
1	2,25E-03	3,00E-01	35000,00	14583,00
2	2,25E-03	3,00E-01	35000,00	14583,00

Пригрузка

№	Пригрузка		Тип	оложение / Точка 1	Нач. / Точка 1	Длина / Точка 2	Ширина / Точка 2	Наклон	Величина		
	новая	изменени							q, q ₁ , f, F	q ₂	единица змерени
1	Нет	Нет	полосовая	на поверхни	x = -35,00	l = 70,00		0,00	25,00		кН/м ²

Настройка расчёта

Напряжённое состояние

Метод : Newton - Raphson
Изменение матрицы жёсткости : после каждой итерации
Максимальное количество итераций на один шаг расчёта : 100
Начальный шаг расчёта : 0,25
Допуски на ошибки смещения : 0,0100
Допуск на отклонения несбалансированных сил : 0,0100
Допуски на ошибки энергии : 0,0100
Учитывать границы контуров материала : да

Пластичность

Допустимая погрешность возврата на поверхность
пластичности : 0,00100
Максимальное число итераций на один пластический шаг : 20

Newton - Raphson

Фактор релаксации шага расчёта : 2
Максимальное количество релаксаций шага расчёта : 2
Минимальное число итераций на один шаг расчёта : 1

Line search

Способ решения : не выполнять итерацию
Line search limit - минимум : 0,100
Line search limit - максимум : 1,000

Результаты (Этап проектирования 4)

Расчёт напряж. состояния завершён успешно.

Настройка расчёта : **пользоват.**

Достигнутая нагрузка = 100,00 %



Экстремумы

Деформация (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Деформация x [мм]	0,00	0,00	-1,7	8,01	0,00	1,7
Деформация z [мм]	8,01	0,00	-0,6	-0,92	0,00	14,0

Напряжение (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Полное напряжение $\sigma_{z, tot}$ [кПа]	1,57	0,00	0,00	-21,14	-36,00	807,63
Эффективное напряжение $\sigma_{z, eff}$ [кПа]	1,57	0,00	0,00	-21,14	-36,00	807,63
Полное напряжение $\sigma_{x, tot}$ [кПа]	13,44	0,00	3,07	-23,09	-35,00	288,83
Эффективное напряжение $\sigma_{x, eff}$ [кПа]	13,44	0,00	3,07	-23,09	-35,00	288,83
Сдвигающее напряжение τ_{xz} [кПа]	-2,21	-17,98	-88,00	2,21	-17,99	88,79
Среднее полное напряжение $\sigma_{m, tot}$ [кПа]	-14,86	0,00	11,72	-23,09	-35,00	454,17
Среднее эффективное напряжение $\sigma_{m, eff}$ [кПа]	-14,86	0,00	11,72	-23,09	-35,00	454,17
Эквивалентное девиаторное напряжение J [кПа]	0,45	0,00	7,62	21,60	-36,00	317,91
Полное главное напряжение $\sigma_{1, tot}$ [кПа]	13,44	0,00	3,07	-23,09	-35,00	288,83
Эффективное главное напряжение $\sigma_{1, eff}$ [кПа]	13,44	0,00	3,07	-23,09	-35,00	288,83
Полное главное напряжение $\sigma_{2, tot}$ [кПа]	1,57	0,00	24,70	-21,14	-36,00	807,63
Эффективное главное напряжение $\sigma_{2, eff}$ [кПа]	1,57	0,00	24,70	-21,14	-36,00	807,63
Полное главное напряжение $\sigma_{3, tot}$ [кПа]	-14,86	0,00	7,03	-23,09	-35,00	288,90
Эффективное главное напряжение $\sigma_{3, eff}$ [кПа]	-14,86	0,00	7,03	-23,09	-35,00	288,90

Степень мобилизации (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Мобилизованная прочность [%]	-33,51	-35,00	0,00	13,44	0,00	91,57
Мобилизованная прочность [%]	-33,51	-35,00	0,00	13,44	0,00	91,57

Эпюры на балках (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
N [кН/м]	3,00	-15,00	-486,4	-0,31	-12,02	-183,8
M [кНм/м]	-3,00	-15,00	-46,7	-3,00	-15,00	46,7
Q [кН/м]	-2,52	-16,63	-34,3	2,54	-16,60	34,2



Исходные данные (Этап проектирования 5)

Привязка и активация

№	Область	Активный / неактивный	Присвоенный грунт
1		Активный	Soil no.1
2		Активный	Soil no.2
3		Активный	Soil no.3
4		Активный	Soil no.4
5		Неактивный	
6		Активный	Soil no.5



Балки

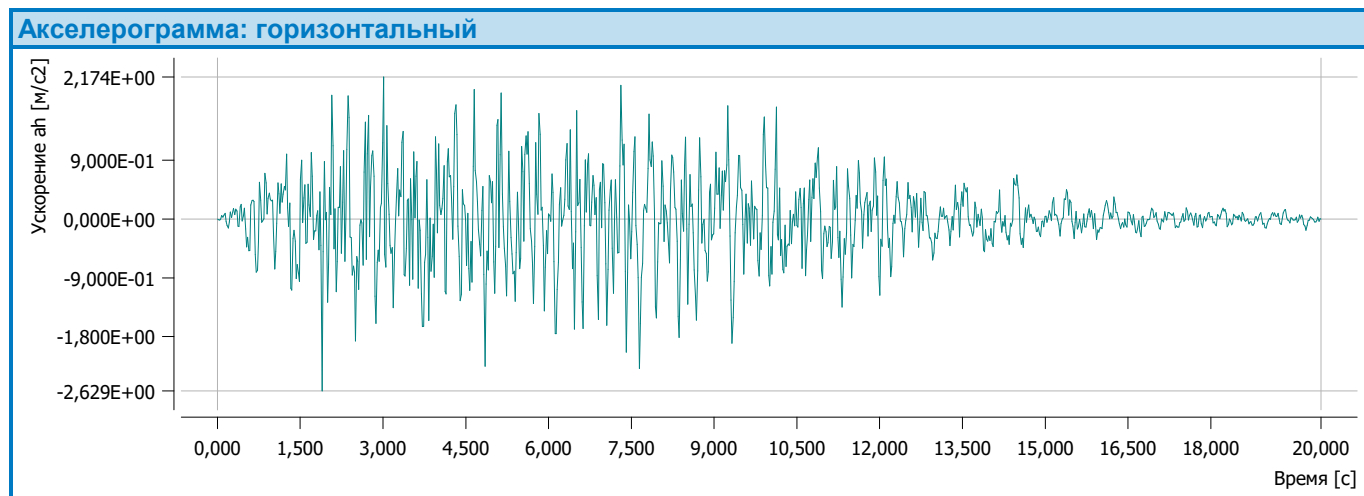
№	Балка		Состояние	Посадка [м]		Учитывать собственный вес	Сечение / Дegradация на текущем этапе [%]	Материал / Текущее воздействие балки [%]	Контакты	
	новая	изменен		Начало	Конец				слева	справа
1	Нет	Нет	Свободная линия № 1	—	—	Да	без изменений	без изменений	(не задан)	(не задан)
2	Нет	Нет	Свободная линия № 2	—	—	Да	без изменений	без изменений	(не задан)	(не задан)

№	Сечение		Материал	
	I_y [м ⁴ /м]	A [м ² /м]	E [МПа]	G [МПа]
1	2,25E-03	3,00E-01	35000,00	14583,00
2	2,25E-03	3,00E-01	35000,00	14583,00

Пригрузка

№	Пригрузка		Тип	Положение / Точка 1 z [м] / x_1 [м]	Нач. / Точка 1 x [м] / z_1 [м]	Длина / Точка 2 l [м] / x_2 [м]	Ширина / Точка 2 b [м] / z_2 [м]	Наклон α [°]	Величина	
	новая	изменен							q, q_1, f, F	q_2 единица измерения
1	Нет	Нет	полосовая	на поверхности	$x = -35,00$	$l = 70,00$		0,00	25,00	кН/м ²

Землетрясение



Настройка расчёта

Напряжённое состояние

Метод :

Newton - Raphson

Изменение матрицы жёсткости :

после каждой итерации

Максимальное количество итераций на один шаг расчёта :

100

Начальный шаг расчёта :

0,25

Допуски на ошибки смещения :

0,0100

Допуск на отклонения несбалансированных сил :

0,0100

Допуски на ошибки энергии :

0,0100



Учитывать границы контуров материала :	да
Пластичность	
Допустимая погрешность возврата на поверхность пластичности :	0,00100
Максимальное число итераций на один пластический шаг :	20
Newton - Raphson	
Фактор релаксации шага расчёта :	2
Максимальное количество релаксаций шага расчёта :	2
Минимальное число итераций на один шаг расчёта :	1
Line search	
Способ решения :	не выполнять итерацию
Line search limit - минимум :	0,100
Line search limit - максимум :	1,000

Землетрясение

Метод :	Newton - Raphson
Изменение матрицы жёсткости :	после каждой итерации
Максимальное количество итераций на один шаг расчёта :	100
Начальный шаг времени :	0,05000 [с]
Допуски на ошибки смещения :	0,0100
Допуск на отклонения несбалансированных сил :	0,0100
Допуски на ошибки энергии :	0,0100
Учитывать границы контуров материала :	да
Пластичность	
Допустимая погрешность возврата на поверхность пластичности :	0,00100
Максимальное число итераций на один пластический шаг :	20
Newton - Raphson	
Фактор релаксации шага расчёта :	2
Максимальное количество релаксаций шага расчёта :	2
Минимальное число итераций на один шаг расчёта :	1
Line search	
Способ решения :	не выполнять итерацию
Line search limit - минимум :	0,100
Line search limit - максимум :	1,000
Метод временной интеграции	
Метод :	Ньюмарк
Параметр интеграции скорости :	$\gamma = 0,50$
Параметр интеграции смещения :	$\beta = 0,25$
Собственные формы (контур)	
Метод :	Якоби
Требуемое количество собственных контуров (форм) :	6
Максимальное количество итераций метода итерации подпространства :	100
Допустимая погрешность метода итерации подпространства :	1,000E-05
Максимальное количество вращений по методу Якоби :	100
Поддержка вертикальной границы для собственных частот :	свободное

Результаты (Этап проектирования 5)

Расчёт напряж. состояния завершён успешно.

Настройка расчёта : **пользоват.**

Достигнутая нагрузка = 100,00 %

Расчёт собственных значений завершен успешно.

Найдено 12 собственных контуров (форм) от требуемых 6.

Расчёт свободного поля завершен успешно.

Расчёт напряжённого состояния при землетрясении завершен успешно.



Собственные формы (контуры)

Требуемое количество собственных контуров (форм) : 6

Количество найденных собственных контуров (форм) : 12

Общая масса :

$m = 5560,14 \text{ t}$

Общая модальная эффективная масса x :

$m_x = 4745,79 \text{ t}$

Общая модальная эффективная масса z :

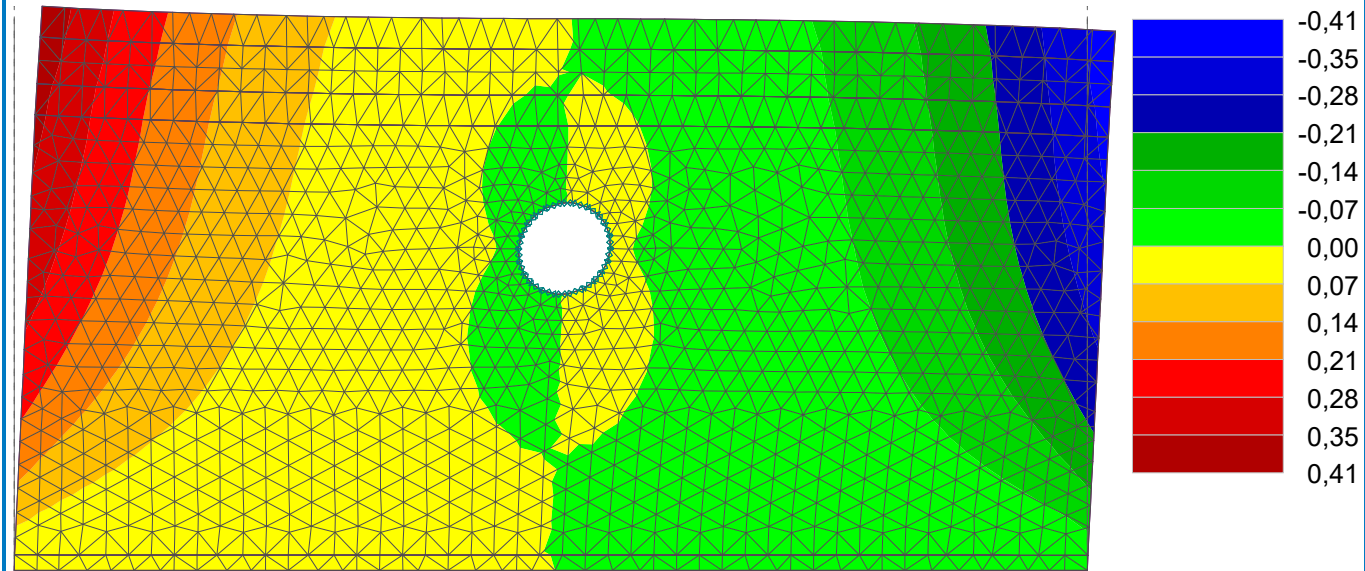
$m_z = 4329,29 \text{ t}$

Собственная форма α	Собственная угловая частота ω_α [рад/с]	Собственная частота f_α [Гц]	Модальный фактор доли x $\Gamma_{\alpha, x}$ [$t^{0.5}$]	Модальный фактор доли z $\Gamma_{\alpha, z}$ [$t^{0.5}$]	Модальная эффективная масса x $m_{\alpha, x}$ [t]	Модальная эффективная масса z $m_{\alpha, z}$ [t]
1	14,83	93,20	61,22	0,01	3747,44	0,00
2	24,00	150,81	0,01	20,00	0,00	399,85
3	29,91	187,93	0,02	59,13	0,00	3496,31
4	30,86	193,89	23,21	0,05	538,87	0,00
5	34,86	219,06	13,46	0,02	181,16	0,00
6	36,85	231,56	0,01	19,24	0,00	370,27
7	44,17	277,50	0,01	6,36	0,00	40,42
8	47,81	300,42	13,98	0,00	195,56	0,00
9	50,62	318,07	1,80	0,01	3,22	0,00
10	57,80	363,15	0,01	4,09	0,00	16,75
11	59,10	371,36	8,92	0,00	79,53	0,00
12	60,85	382,31	0,01	2,38	0,00	5,68

Наименование : Ву́ршет

Этап : 5

Результаты:землетрясение : сама форма 1; величина:Нормированная собственная форма $d_{\alpha, z}$;
интервал:<-0,41;0,41>

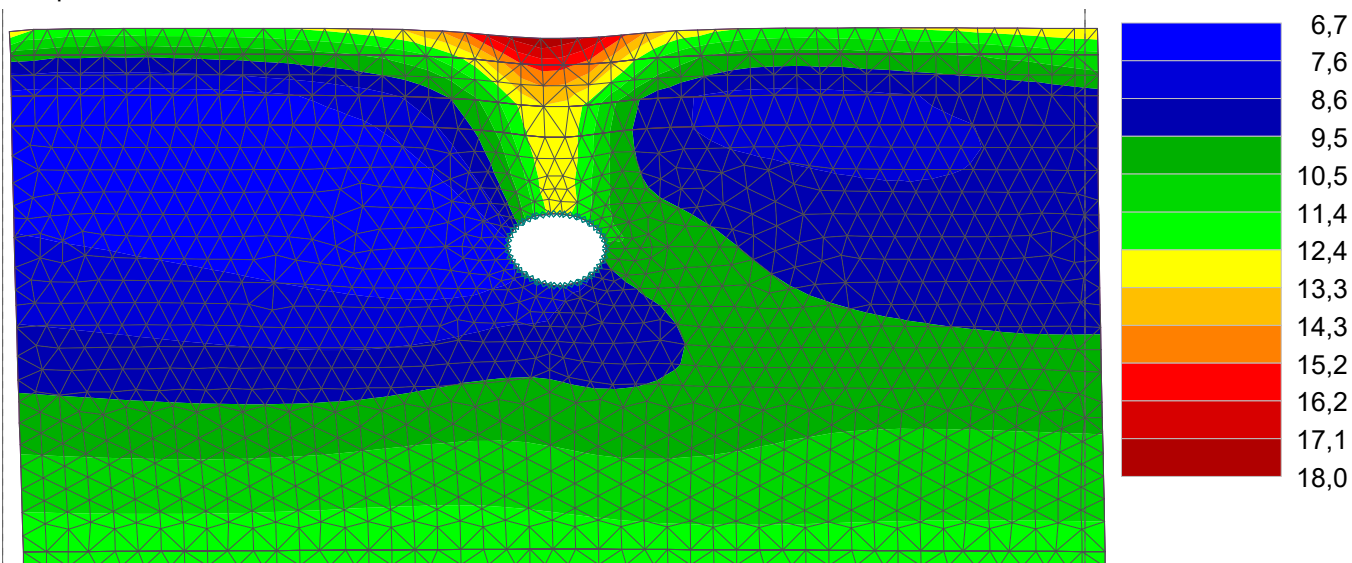




Наименование : Vúроčet

Этап : 5

Результаты:землетрясение : во времени 9,990 с; величина:Результирующая перемещения |d|;
интервал:<6,7;18,0> мм



Экстремумы

Напряжение (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Полное напряжение $\sigma_{z, tot}$ [кПа]	1,57	0,00	0,00	-21,14	-36,00	807,63
Эффективное напряжение $\sigma_{z, eff}$ [кПа]	1,57	0,00	0,00	-21,14	-36,00	807,63
Полное напряжение $\sigma_{x, tot}$ [кПа]	13,44	0,00	3,07	-23,09	-35,00	288,83
Эффективное напряжение $\sigma_{x, eff}$ [кПа]	13,44	0,00	3,07	-23,09	-35,00	288,83
Сдвигающее напряжение τ_{xz} [кПа]	-2,21	-17,98	-88,00	2,21	-17,99	88,79
Среднее полное напряжение $\sigma_{m, tot}$ [кПа]	-14,86	0,00	11,72	-23,09	-35,00	454,17
Среднее эффективное напряжение $\sigma_{m, eff}$ [кПа]	-14,86	0,00	11,72	-23,09	-35,00	454,17
Эквивалентное девиаторное напряжение J [кПа]	0,45	0,00	7,62	21,60	-36,00	317,91
Полное главное напряжение $\sigma_{1, tot}$ [кПа]	13,44	0,00	3,07	-23,09	-35,00	288,83
Эффективное главное напряжение $\sigma_{1, eff}$ [кПа]	13,44	0,00	3,07	-23,09	-35,00	288,83
Полное главное напряжение $\sigma_{2, tot}$ [кПа]	1,57	0,00	24,70	-21,14	-36,00	807,63
Эффективное главное напряжение $\sigma_{2, eff}$ [кПа]	1,57	0,00	24,70	-21,14	-36,00	807,63
Полное главное напряжение $\sigma_{3, tot}$ [кПа]	-14,86	0,00	7,03	-23,09	-35,00	288,90
Эффективное главное напряжение $\sigma_{3, eff}$ [кПа]	-14,86	0,00	7,03	-23,09	-35,00	288,90

Степень мобилизации (экстремумы)

	Полож.		Min	Полож.		Max
	x [м]	z [м]		x [м]	z [м]	
Мобилизованная прочность [%]	-33,51	-35,00	0,00	13,44	0,00	91,57
Мобилизованная прочность [%]	-33,51	-35,00	0,00	13,44	0,00	91,57