

Двухосное испытание с использованием модели Мора-Кулона

Этот пример предназначен для проверки правомерности упругопластической деформации согласно линейно-упругой идеальнопластической модели Мора-Кулона в PLAXIS. В задаче моделируется осевое нагружение в условиях двухосного испытания.

Используемые версии:

- PLAXIS 2D – версия 2011
- PLAXIS 3D – версия 2012

Ввод: Двухосное испытание моделируется с геометрией образца, показанной на рис. 1, используя программы PLAXIS 2D и PLAXIS 3D.

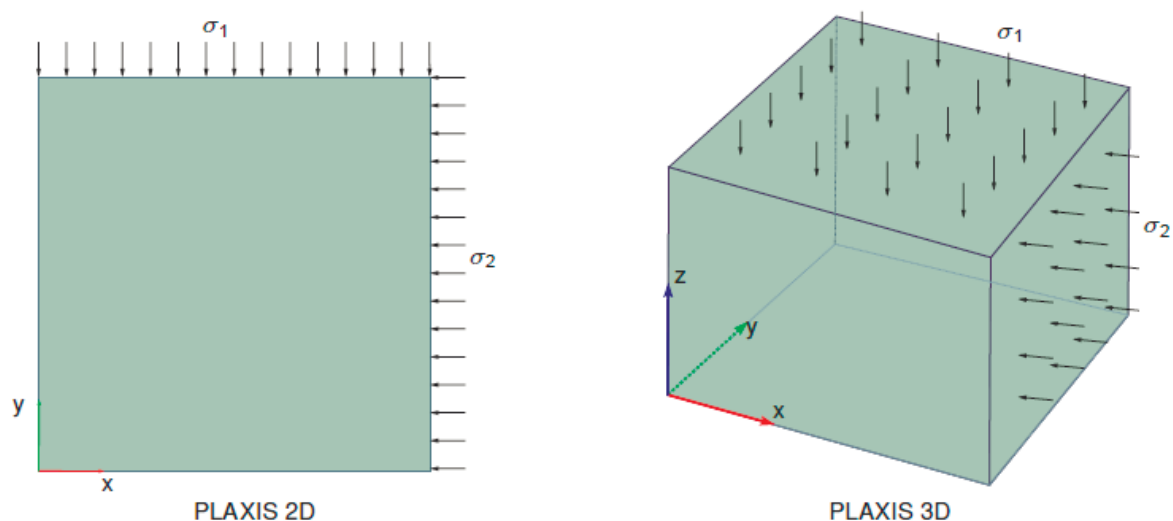


Рис. 1. Двухосное испытание – условия нагружения

Материал: Поведение грунта моделируется с помощью модели Мора-Кулона. Боковое давление σ_2 представлено распределённой нагрузкой на правой границе. Задана нулевая плотность γ и следующие параметры грунта:

Модель Мора-Кулона $E' = 1000 \text{ кН/м}^2$ $\nu = 0.25$ $c'_{ref} = 1 \text{ кН/м}^2$ $\varphi' = 30^\circ$

Сетка: Для создания сетки использована опция *Coarse* (Крупная).

Расчёты: Заданные перемещения и нагрузки для каждой фазы испытания даны в табл. 1, 2.

Осевое давление σ_1 представлено распределённой нагрузкой на верху образца.

- Двухосное нагружение $\sigma_1 = \sigma_2 = -1 \text{ кПа}$.
- Осевое нагружение $\sigma_1 = -10 \text{ кПа}$.

Таблица 1. Граничные условия и условия нагружения (фаза 1)

Местоположение	Точки	Disp _x	Disp _y	Disp _z	Load _x	Load _y	Load _z
Спереди	(0; 0; 0) (1; 0; 0)	Не	Закреплено	Не	-	-	-
	(1; 0; 1) (0; 0; 1)	закреплено		закреплено			
Сзади	(0; 1; 0) (1; 1; 0)	Не	Закреплено	Не	-	-	-
	(1; 1; 1) (0; 1; 1)	закреплено		закреплено			
Слева	(0; 0; 0) (0; 1; 0)	Закреплено	Закреплено	Не	-	-	-
	(0; 1; 1) (0; 0; 1)			закреплено			
Справа	(1; 0; 0) (1; 1; 0)	Не	Не	Не	-1.0	-	-
	(1; 1; 1) (1; 0; 1)	закреплено	закреплено	закреплено			
Снизу	(0; 0; 0) (1; 0; 0)	Не	Не	Закреплено	-	-	-
	(1; 1; 0) (0; 1; 0)	закреплено	закреплено				
Сверху	(0; 0; 1) (1; 0; 1)	-	-	-	-	-	-1.0
	(1; 1; 1) (0; 1; 1)						

Таблица 2. Граничные условия и условия нагружения (фаза 2)

Местоположение	Точки	Disp _x	Disp _y	Disp _z	Load _x	Load _y	Load _z
Спереди	(0; 0; 0) (1; 0; 0)	Не	Закреплено	Не	-	-	-
	(1; 0; 1) (0; 0; 1)	закреплено		закреплено			
Сзади	(0; 1; 0) (1; 1; 0)	Не	Закреплено	Не	-	-	-
	(1; 1; 1) (0; 1; 1)	закреплено		закреплено			
Слева	(0; 0; 0) (0; 1; 0)	Закреплено	Закреплено	Не	-	-	-
	(0; 1; 1) (0; 0; 1)			закреплено			
Справа	(1; 0; 0) (1; 1; 0)	Не	Не	Не	-1.0	-	-
	(1; 1; 1) (1; 0; 1)	закреплено	закреплено	закреплено			
Снизу	(0; 0; 0) (1; 0; 0)	Не	Не	Закреплено	-	-	-
	(1; 1; 0) (0; 1; 0)	закреплено	закреплено				
Сверху	(0; 0; 1) (1; 0; 1)	-	-	-	-	-	-10.0
	(1; 1; 1) (0; 1; 1)						

Вывод: Грунт разрушается при осевом напряжении $\sigma_1 = -6.4640 \text{ кН/м}^2$ (PLAXIS 2D) и $\sigma_1 = -6.4651 \text{ кН/м}^2$ (PLAXIS 3D). График развития главного эффективного напряжения σ_1 от продольных деформаций ϵ_1 показан на рис. 2.

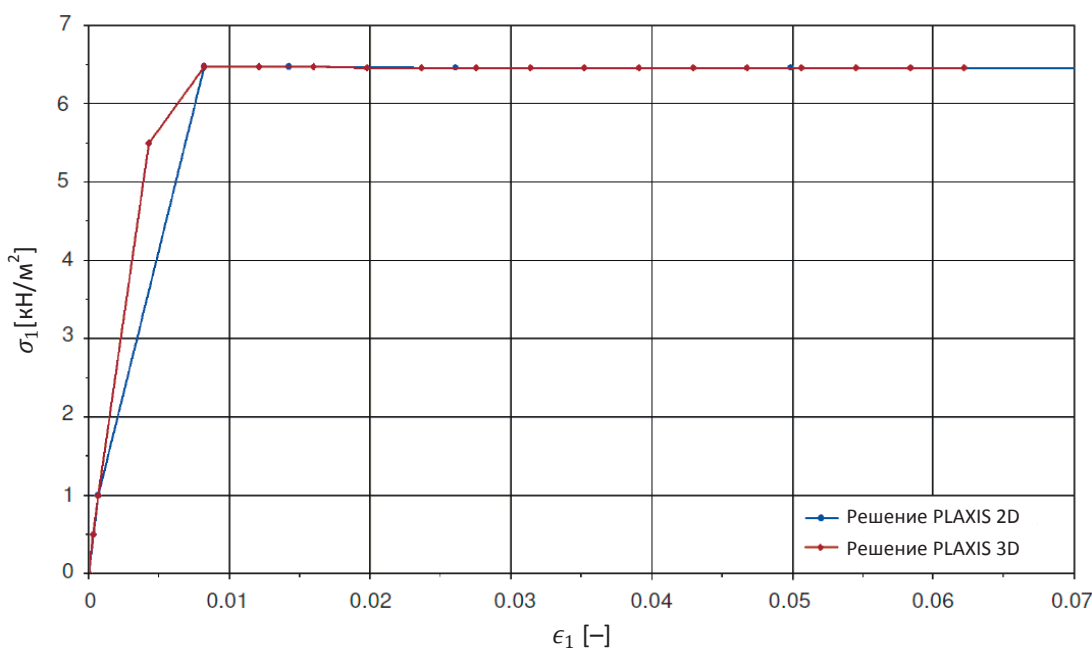


Рис. 2. Результаты двухосного испытания с использованием модели Мора-Кулона

Проверка: Теоретическое решение для разрушения образца согласно критерию Мора-Кулона:

$$f = \frac{|\sigma_1 - \sigma_2|}{2} + \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \sin \varphi - c \cdot \cos \varphi = 0$$

Разрушение наступает при сжатии напряжением, равным:

$$\sigma_1 = \sigma_2 \cdot \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} - 2c \cdot \frac{\cos \varphi}{1 - \sin \varphi} = -6.4641 \text{ кН/м}^2$$

Погрешность численных решений составила 0.001 % (PLAXIS 2D) и 0.015 % (PLAXIS 3D).

