

ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТА МАССИВНОЙ ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПОНСЕЛЕ И В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ Gipro

Смирнов А.С., студент 4 курса, направления подготовки 05.03.01 Геология,

профиль – Гидрогеология и инженерная геология

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, sanya_smirnov_1910@mail.ru

Научный руководитель – И.В. Иванусь

Актуальность	Цель	Задачи
<p>Подпорные стены являются распространенной конструкцией в составе транспортных и промышленно-гражданских сооружений.</p> <p>Основным назначением укрепительных подпорных стенок является укрепить грунт на откосах, склонах и предупредить обрушение и сползание грунта, которые часто наблюдаются на участках, расположенных по берегам водоемов или на неукрепленных склонах после длительных осадков.</p> <p>Расчет прочностных характеристик подпорной стены позволяет нам сделать вывод о необходимых размерах стены для обеспечения устойчивости и экономического обоснования.</p>	<p>Целью выполнения работы является выполнение расчета подпорной стенки по двум предельным состояниям и предоставление заключения о степени ее устойчивости.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) определить активное и пассивное давление, действующее на стену аналитическим и графическим методами; 2) выполнить анализ строительных свойств грунта под подошвой фундамента подпорной стены; 3) определить напряжения, действующих по подошве фундамента, и сравнить их с расчетным сопротивлением грунта; 4) выполнить расчет устойчивости стены против опрокидывания и сдвига по подошве фундамента; 5) выполнить расчет крена фундамента; 6) выполнить программный расчет фундамента и подпорной стенки; 7) сделать вывод о достаточности предлагаемой конструкции для долговременной ее работы.

1. Определение активного и пассивного давления, действующего на стену аналитическим и графическим методами.

Аналитический метод:

Определив активное и пассивное давление, а также величину его горизонтальной и вертикальной составляющей мы составили таблицу и построили эпюры интенсивности давления (рисунок 1).

Графический метод:

Построение Понселе выполняется с целью проверки правильности нахождения активного давления аналитическим способом. Результатом построения должно стать выведение треугольника Рехбана (рисунок 2).

С помощью площади треугольника Рехбана определяем активное давление:

$E_a = 212,24 \text{ кН}$

Расхождение с давлением, найденным аналитически не должно превышать 5% в моем расчете оно составляет 4,8%

Результаты расчетов активного и пассивного давления

Наименование	Обозначение	Размерность	Значение
Слой грунта привязанной высотой	$h_{пр}$	м	2,2
Угол наклона бокового активного давления грунта	α	град	0,16
Активное давление на уровне верха стены	e_{a1}	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	6,34
Активное давление на уровне подошвы	e_{a2}	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	29,38
Активное давление	E_a	кН	142,88
Горизонтальная составляющая интенсивности активного давления на уровне верха стены	e_{a1H}	$\frac{\text{кН}}{\text{м}}$	5,70
Горизонтальная составляющая интенсивности активного давления на уровне подошвы фундамента	e_{a2H}	$\frac{\text{кН}}{\text{м}}$	26,44
Вертикальная составляющая интенсивности активного давления на уровне верха стены	e_{a1V}	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	2,47
Вертикальная составляющая интенсивности активного давления на уровне подошвы фундамента	e_{a2V}	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	12,34
Горизонтальная составляющая активного давления	E_{aH}	кН	128,56
Вертикальная составляющая активного давления	E_{aV}	кН	60,04
Интенсивность пассивного давления на уровне подошвы фундамента	e_{p1}	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	4,3
Пассивное давление на переднюю грань стены	E_p	кН	5,43

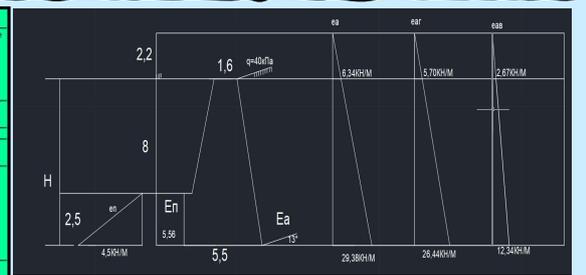


Рисунок 1 – Эпюры интенсивности давления (кН/м) грунта на подпорную стенку

2. Анализ строительных свойств грунта под подошвой подпорной.

Последовательно определяем:

- 1) удельный вес сухого грунта (γ_d) = 19,12 кН/м³
- 2) пористость грунта (n) = 0,69 д.е.
- 3) коэффициент пористости (e) = 2,23
- 4) показатель текучести (I_p) = -0,125 д.е.
- 5) число пластичности (I_p) = 0,24 д.е.

По числу пластичности (в соответствии с ГОСТ 25100.2020) грунт является глиной, по показателю текучести глина находится в полутвердом состоянии.

По таблице Б3 СП 22.13330.2016 условное расчетное сопротивление полутвердой глины $R_{0j} = 350 \text{ кПа}$

Расчетное сопротивление грунта под подошвой фундамента стены = 656,7 кПа



Рисунок 2 – Определение активного давления графическим способом с помощью построения Ж.В. Понселе

3. Определение напряжений на подошве фундамента

Расчет сводится к определению среднего, максимального и минимального напряжений по подошве фундамента (рисунок 3). Сопоставим найденные напряжения с расчетным сопротивлением:

$p_{cp} = 187,16 < 469,07 \text{ кПа}$;

$p_{max} = 172,04 < 562,89 \text{ кПа}$;

$p_{min} = 172,04 > 0 \text{ кПа}$

Из трех условий выполнены все, т.е. растягивающие напряжения не будут действовать.

Показатели расчетных сил и моменты расчетных сил

Нормативная сила, кН	Расчетная сила, кН	Плечо, м	Момент, кНм
$G_{ca} = 313,50$	$G_{ca} = 1,1 \cdot 313,50 = 344,85$	0,3446	-118,7
$G_{gp} = 556,80$	$G_{gp} = 1,1 \cdot 556,80 = 612,48$	0,3	183,6
$E_a = 128,56$	$E_a = 1,2 \cdot 128,56 = 154,27$	1,543	237,16
$E_p = 60,04$	$E_p = 1,2 \cdot 60,04 = 72,05$	3,09	-222,5
$E_{aV} = 5,43$	$E_{aV} = 1,2 \cdot 5,43 = 6,52$	0,556	-3,6

$\gamma = 1,1$ – коэффициент надежности по нагрузке к весу стены, $\gamma = 1,2$ – то же, к активному давлению

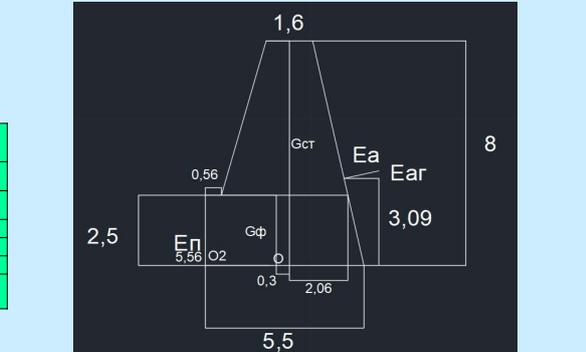


Рисунок 3 – Поперечное сечение стены, силы, действующие на нее

4. Расчет устойчивости стены против опрокидывания и сдвига по подошве фундамента

Удерживающие и опрокидывающие моменты вычисляются относительно передней грани фундамента стены

Сам расчет сводится к выполнению следующих условий:

$$\frac{M_{уд}}{M_{оп}} = \frac{1646,817}{50,82} = 32,4 > 0,72 = \frac{0,8}{1,1} = \frac{m}{\gamma_n}$$

$$\frac{Q_{уд}}{Q_{оп}} = \frac{148,72}{256,476} = 0,58 < 0,8 = \frac{0,9}{1,1} = \frac{m}{\gamma_n}$$

Так как найденные значения сил не превышают расчетные то, стена по подошве фундамента не будет подвержена сдвигу.

Значения удерживающих и опрокидывающих моментов стены

Нормативная сила, кН	Расчетная сила, кН	Плечо, м	Момент, кНм	
			Удерживающих сил $M_{уд}$	Опрокидывающих сил $M_{оп}$
$G_{ca} = 195,12$	$G_{ca} = 0,9 \cdot 313,05 = 281,75$	2,8	1640,535	
$G_{gp} = 417,9$	$G_{gp} = 0,9 \cdot 556,80 = 501,12$	5,0	2510,611	
$E_{aH} = 13,75$	$E_{aH} = 1,2 \cdot 13,75 = 16,5$	1,5		237,591
$E_{pH} = 11,4$	$E_{pH} = 1,2 \cdot 11,4 = 13,68$	0,7	51,876	
$E_{aV} = 3,1$	$E_{aV} = 1,2 \cdot 3,1 = 3,72$	0,0		0,278

6. Расчет массивной подпорной стенки в программном комплексе Gipro

Заполнив все имеющиеся данные и указав во вкладке армирование класс бетона В60 и армирование с шагом 200мм мы произвели расчет

По результатам расчета выяснилось что произвести отрыв подошвы более чем на 25% не удается, следовательно при данных условиях опрокидывание не возможно.

Исходные данные (метры и тонны)

MIN 0	MAX 0,6	MIN 0,6	MAX 40	MIN 100	MAX 100	КФ.д.ч. 1,0
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Индикаторная
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Засыпка т/м³:
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Угол р > 0
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Угол р < 0
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Угол р = 0
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Угол р < 0
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Угол р > 0
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Угол р = 0
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Угол р < 0
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Угол р > 0
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Угол р = 0
MIN 0	MAX 0,3	MIN 0,3	MAX 5,5	MIN 100	MAX 100	Угол р < 0

Кнопки: Запомнить, Восстановить, Подобрать, Стоп, Проверка, Армирование

Рисунок 4 – Рабочая страница программы Gipro

5. Расчет по второй группе предельных состояний

Расчет сводится к проверке условия ограничения крена подпорной стенки

Так как значение предельного i_d ($9,34 \times 10^{-5}$) больше фактического i_d ($9,18 \times 10^{-6}$) крена подпорной стенки, то условие выполняется.

7. Заключение

Выполненные расчеты показали, что стенка с заданными по условию варианту параметрами не будет подвержена опрокидыванию, а также на заднюю грань подошвы не будут действовать растягивающие напряжения. Программа для расчета подпорной стенки Gipro не смогла смоделировать нагрузку для опрокидывания нашей стенки из-за отсутствия превышающих допустимых параметров.

Библиографический список:

1. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: введен впервые: дата введения 2020-07-01 / разработан научно-исследовательским институтом по инженерным изысканиям. – Москва: Издательство стандартов, 2020. – 30 с.
2. Ковалев, И.В. Расчет подпорной стены. Методические указания к курсовой работе / И.В. Ковалев, Н.С. Несмелов – Санкт-Петербург: ПГУПС, 1992. – 56 с.

Полная версия работы предоставлена по ссылке

