

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Харьковская национальная академия городского хозяйства

Методические указания

к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине

«Основания, фундаменты, механика грунтов»

(для студентов 5 курса заочной формы обучения
направления подготовки 6.060101 – Строительство)

Харьков – ХНАГХ – 2012

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Основания, фундаменты, механика грунтов» (для студентов 5 курса заочной формы обучения направления подготовки 6.060101 Строительство) / Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва; состав.: А. Г. Рудь. – Х.: ХНАГХ, 2012 – 16 с.

Составитель: А. Г. Рудь

Рецензент: к.т.н., доц. Т. В. Мишурова

Рекомендовано кафедрой механики грунтов, фундаментов и инженерной геологии, протокол № 11 от 27.06.2012 г.

Содержание

1.	Общие сведения	4
2.	Определение величины и направления действия главных напряжений в заданной точке грунтового массива от действия полосообразной нагрузки	4
3.	Определение значений вертикального и горизонтального нормальных напряжений в заданной точке грунтового массива от действия полосообразной нагрузки.	6
4.	Определение значений вертикальных напряжений в грунте на заданной глубине под полосообразной нагрузкой и за ее пределами	6
	Приложение 1. Индивидуальные задания для выполнения РГР .	8
	Приложение 2. Пример расчета	9
	Список источников	15

1. Общие сведения

В расчетно-графической работе рассматриваются напряжения в грунте от действия полосообразных равномерно распределенных нагрузок. К таким нагрузкам, в частности, можно отнести давление, передаваемое на грунт ленточными фундаментами. Расчеты, в которых действует полосообразная нагрузка, выполняются в условиях плоской задачи.

Расчетно-графическая работа содержит три взаимосвязанных задачи:

- определение величины и направления действия главных напряжений σ_1 и σ_2 в заданной точке грунтового массива;
- определение значений вертикального σ_z и горизонтального σ_x напряжений в заданной точке;
- определение значений вертикальных напряжений σ_z на заданной глубине по линии I – I под полосообразной нагрузкой и за ее пределами.

Каждая задача при ее решении иллюстрируется расчетной схемой.

Свои индивидуальные задания студенты определяют по приложению 1 к расчетно-графической работе в зависимости от значения последней цифры шифра (номера зачетной книжки) и по первой букве своей фамилии.

Помимо расчетов и графических построений, работа должна иметь краткое введение и выписанное на отдельном листе индивидуальное задание.

Расчетно-графическая работа выполняется на бумаге формата А4. Титульный лист оформляется по общепринятому образцу.

В приложении 2 приведен пример расчета напряжений в грунте при действии полосообразной нагрузки.

К методическим указаниям прилагается список литературы, которым рекомендуется пользоваться при выполнении расчетно-графической работы.

2. Определение величины и направления действия главных напряжений в заданной точке грунтового массива от действия полосообразной нагрузки

Величина главных напряжений σ_1 и σ_2 определяется на основе решений Мичелла с применением следующих уравнений

$$\sigma_1 = \frac{P}{\pi}(\alpha + \sin \alpha), \quad (1)$$

$$\sigma_2 = \frac{p}{\pi}(\alpha - \sin \alpha), \quad (2)$$

где p – интенсивность полосообразной равномерно распределенной нагрузки в кПа;

α – угол видимости.

По заданным координатам (x , z) на чертеже наносят положение точки А, которую соединяют прямыми с точками В и С. Угол α между этими прямыми называется углом видимости и определяется с применением тригонометрических функций углов. Вспомогательный угол β образуется при восстановлении перпендикуляра из точки А в точку D (Рис. 1).

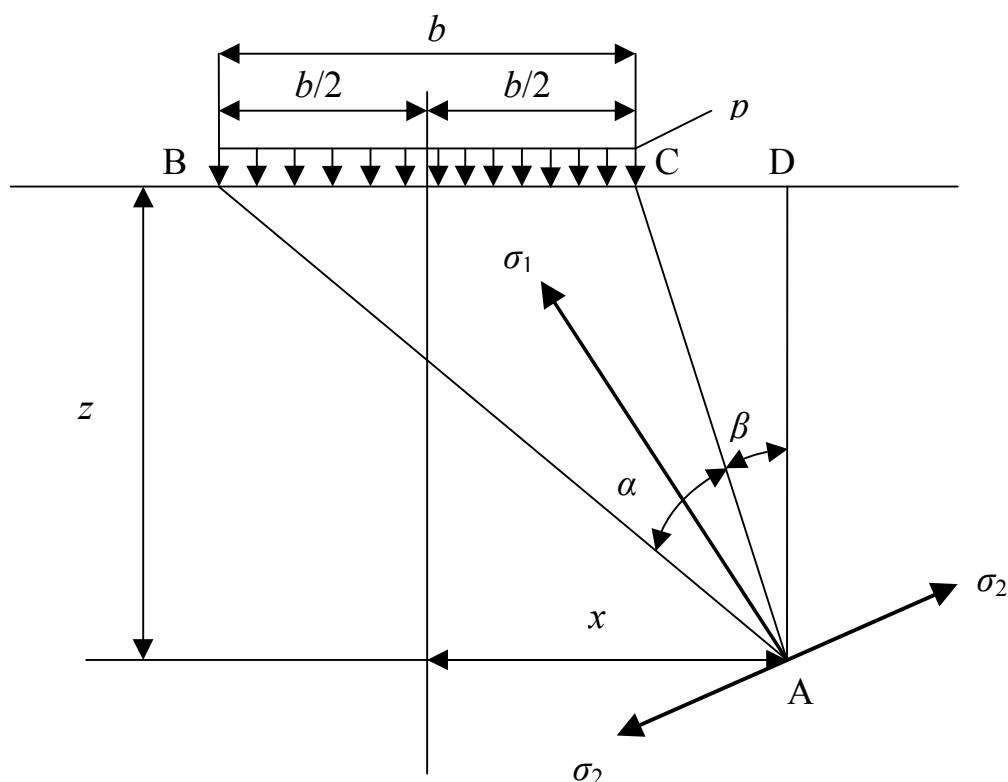


Рис. 1 – Определение главных напряжений в точке А

Найденное значение угла α в градусах и радианах используется для определения главных напряжений в заданной точке А по формулам (1) и (2).

Направление главного напряжения σ_1 совпадает с биссектрисой угла α . Главное напряжение σ_2 расположено на прямой, перпендикулярной к биссектрисе этого угла.

При переводе градусной меры в радианную следует иметь в виду что один радиан принимается равным $57,3^\circ$ ($57^\circ 18'$).

3. Определение значений вертикального и горизонтального нормальных напряжений в заданной точке грунтового массива от действия полосообразной нагрузки

Вертикальное напряжение σ_z и горизонтальное σ_x определяются в точке А, которая имеет те же координаты, что и в предыдущей задаче. Принимается то же значение полосообразной равномерно распределенной нагрузки. Используя тригонометрические функции углов и заданные линейные размеры, определяют угол видимости α , а также углы α_1 и α_2 , которые позволяют найти значения σ_z и σ_x по формулам

$$\sigma_z = \frac{p}{\pi} [\alpha - \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)], \quad (3)$$

$$\sigma_x = \frac{p}{\pi} [\alpha + \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)]. \quad (4)$$

Если угол $(\alpha_1 + \alpha_2)$ окажется больше 90° , тогда по формуле приведения будет $\cos(\alpha_1 + \alpha_2) = -\sin(\alpha_1 + \alpha_2 - 90^\circ)$.

Расчетная схема приведена на рис. 2.

4. Определение значений вертикальных напряжений в грунте на заданной глубине под полосообразной нагрузкой и за ее пределами

Найденные значения вертикальных напряжений σ_z в точках А, Е, F используются для построения эпюры этих напряжений по линии I – I, на глубине z под плоскостью действия полосообразной нагрузки и за ее пределами. Для определения вертикальных напряжений применяют формулу (3). Исходные данные для p и z те же, что и предыдущих задачах.

Расчетные точки по линии I – I на глубине z принимаются под центральной осью полосообразной нагрузки ($x = 0$), а также на расстояниях от оси $x = 0,5b$ и $x = b$.

При равномерном распределении полосообразной нагрузки вертикальные напряжения в симметрично расположенных точках А, А' и Е, Е' будут одинаковы. Таким образом, в задаче рассматриваются вертикальные напряжения по линии I – I в 5-ти точках. При этом величину напряжения σ_z в точке А можно принять по результатам решения предыдущей задачи. Пример построения эпюры напряжений показан на рис. 3.

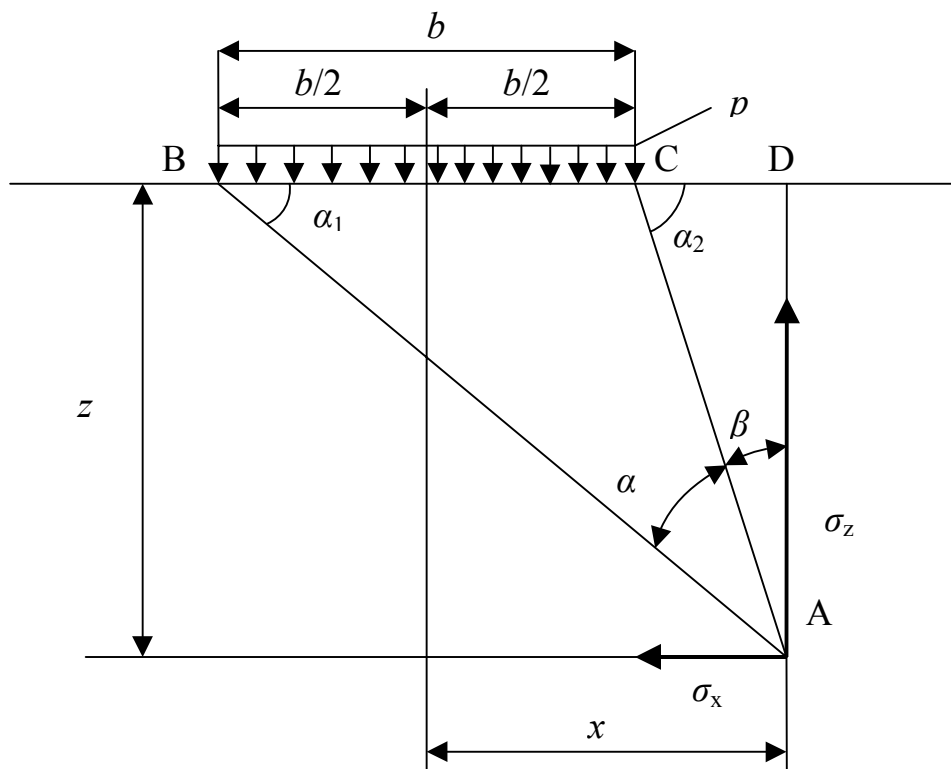


Рис. 2 – Определение вертикального и горизонтального нормальных напряжений

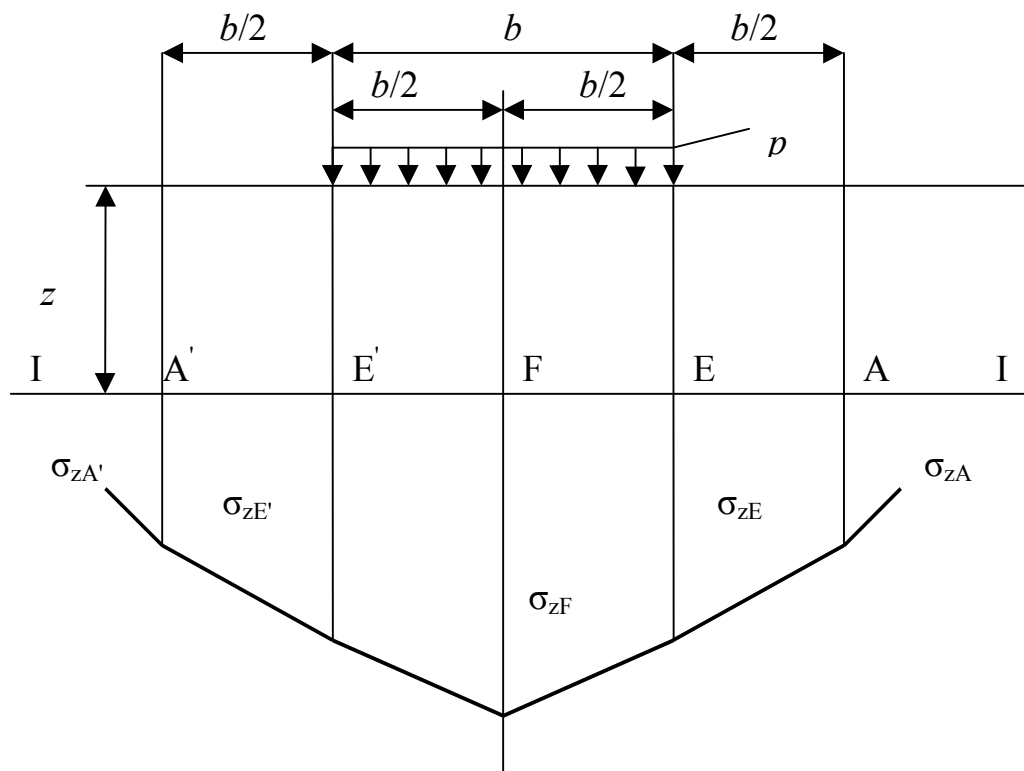


Рис. 3 – Эпюра “ σ_z ” на глубине z

Приложение 1. Индивидуальные задания для выполнения РГР

Для выполнения расчетно-графической работы студент принимает исходные данные (индивидуальное задание) по таблицам 1 и 2.

Таблица 1. Интенсивность полосообразной нагрузки

	Последняя цифра шифра студента									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P, кПа	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330

Таблица 2. Вертикальная координата расчетных точек z и ширина полосообразной нагрузки b

	Начальная буква фамилии студента									
	А,Б,В	Г,Д,Е	Ё,Ж,З	И,Й,К	Л,М,Н	О,П,Р	С,Т,У	Ф,Х,У	Ч,Ш,Щ	Э,Ю,Я
Z, м	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6
b, м	1,2	1,4	1,7	1,6	2,0	1,8	2,3	2,1	2,4	2,7

1. Горизонтальные координаты точек принимаются:

Точка F ($x=0$); точка E ($x = 0,5b$); точка A ($x = b$).

По указанию преподавателя, ведущего занятия, горизонтальные координаты точек E и A могут быть изменены.

2. Координату Z отсчитывают от поверхности действия полосообразной нагрузки, а координату X – от вертикальной оси симметрии полосы.

3. Линейный и силовой масштабы рекомендуется принимать такими, чтобы рисунок помещался примерно на половине страницы формата А4.

Приложение 2. Пример расчета.

1. Определение величины и направления действия главных напряжений σ_1 и σ_2 в точке А грунтового массива от действия полосообразной нагрузки.

Исходные данные

Ширина полосы $b = 2,4$ м;

Полосообразная нагрузка $P = 220$ кПа;

Глубина расположения точки А $z = 4,5$ м;

Расстояние от оси симметрии $x = b = 2,4$ м.

Определим угол $\alpha + \beta$ (рис. 1).

$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta) = \frac{2,4 + 1,2}{4,5} = 0,80. (\alpha + \beta) = 38,66^\circ$$

Вспомогательный угол β :

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{1,2}{4,5} = 0,267. \beta = 14,93^\circ$$

$$\alpha = 38,66^\circ - 14,93^\circ = 23,73^\circ; \sin \alpha = 0,402.$$

Угол α в радианах $\alpha = \frac{23,73^\circ}{57,30^\circ} = 0,414.$

$$\sigma_1 = \frac{P}{\pi}(\alpha + \sin \alpha) = \frac{220}{3,14}(0,414 + 0,402) = 57,17 \text{ кПа}.$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{\pi}(\alpha - \sin \alpha) = \frac{220}{3,14}(0,414 - 0,402) = 0,84 \text{ кПа}.$$

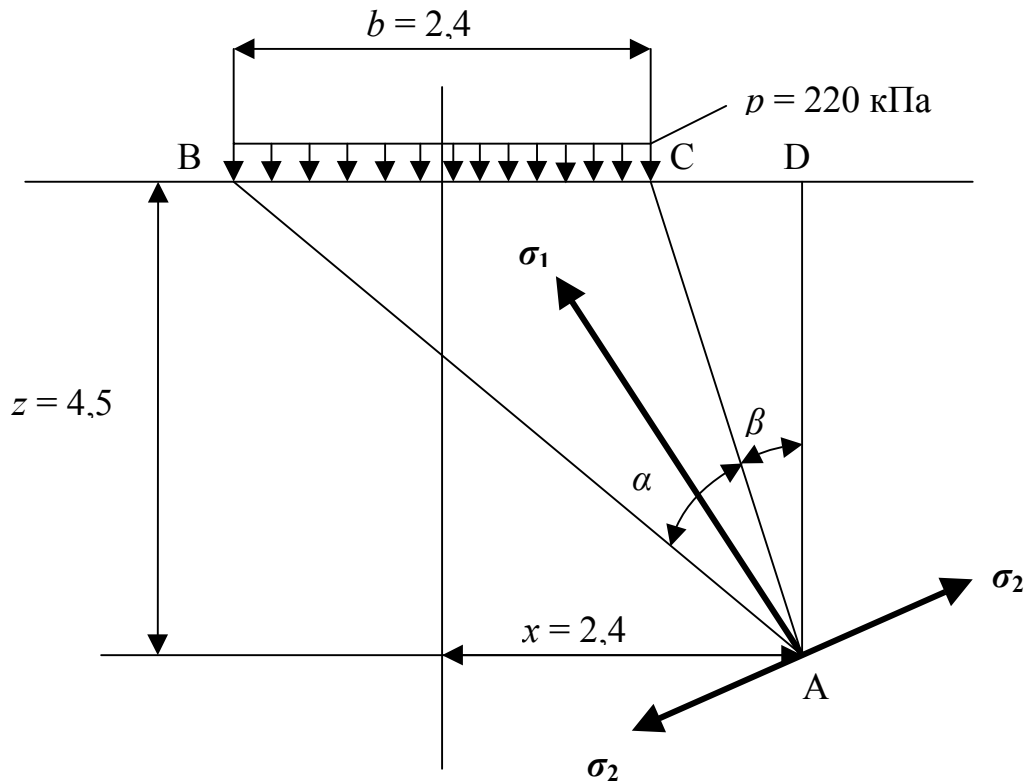


Рис. 1 – Определение главных напряжений в точке А

2. Определение значений вертикального и горизонтального нормальных напряжений в заданной точке А грунтового массива от действия полосообразной нагрузки

Исходные данные те же, кроме того, уже получены значения $(\alpha + \beta) = 38,66^\circ$; $\alpha = 23,73^\circ$; $\sin \alpha = 0,402$; в радианах $\alpha = 0,414$; $\beta = 14,93^\circ$.

Определяем значение углов α_1 и α_2 как дополнительных к углам α и β (рис. 2).

$$\alpha_1 = 90^\circ - (\alpha + \beta) = 90^\circ - 38,66^\circ = 51,34^\circ.$$

$$\alpha_2 = 90^\circ - \beta = 90^\circ - 14,93^\circ = 75,07^\circ.$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 51,34^\circ + 75,07^\circ = 126,41^\circ.$$

$$\cos 126,41^\circ = -\sin(126,41^\circ - 90^\circ) = -\sin 36,41^\circ = -0,594.$$

Вертикальное напряжение (рис. 2).

$$\sigma_z = \frac{p}{\pi} [\alpha - \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)] = \frac{220}{3,14} [0,414 - 0,402 \cdot (-0,594)] = 45,74 \text{ кПа}.$$

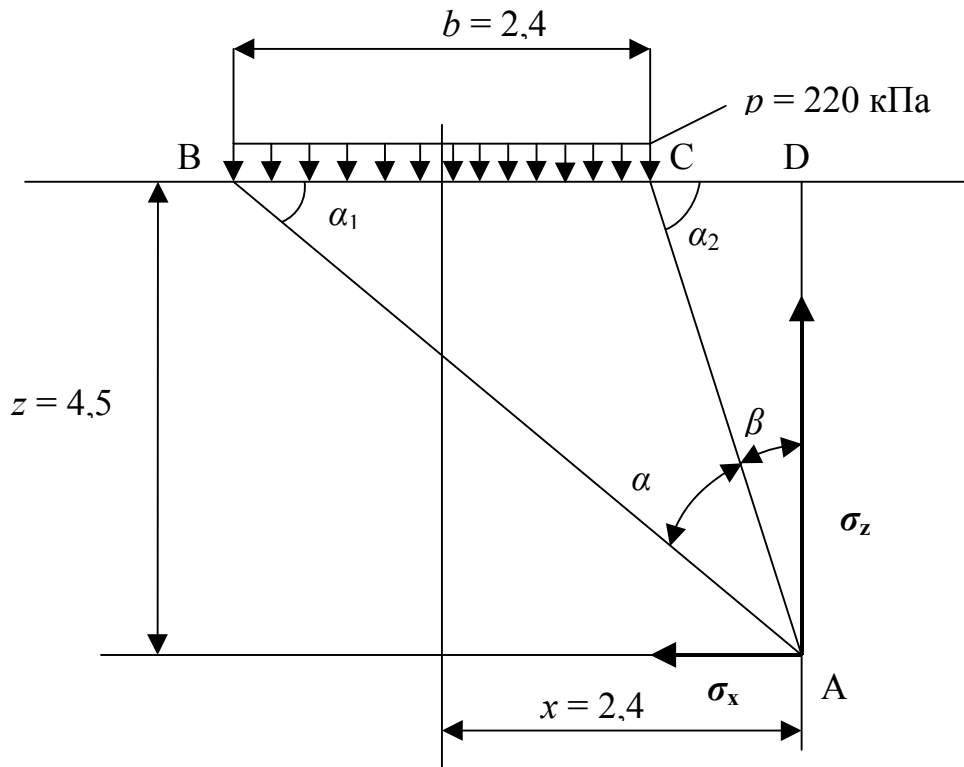


Рис. 2 – Вертикальное и горизонтальное нормальные напряжения в точке А

Горизонтальное напряжение

$$\sigma_x = \frac{p}{\pi} [\alpha + \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)] = \frac{220}{3,14} [0,414 + 0,402 \cdot (-0,594)] = 12,28 \text{ кПа}.$$

3. Определение значения вертикального напряжения в точке Е

Исходные данные те же. Расстояние от точки Е до оси симметрии $x = 0,5 \cdot b = 1,2 \text{ м}$.

Определяем угол α (рис. 3).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2,4}{4,5} = 0,533; \alpha = 28,07^\circ; \sin \alpha = 0,471.$$

$$\text{В радианах } \alpha = \frac{28,07^\circ}{57,30^\circ} = 0,49.$$

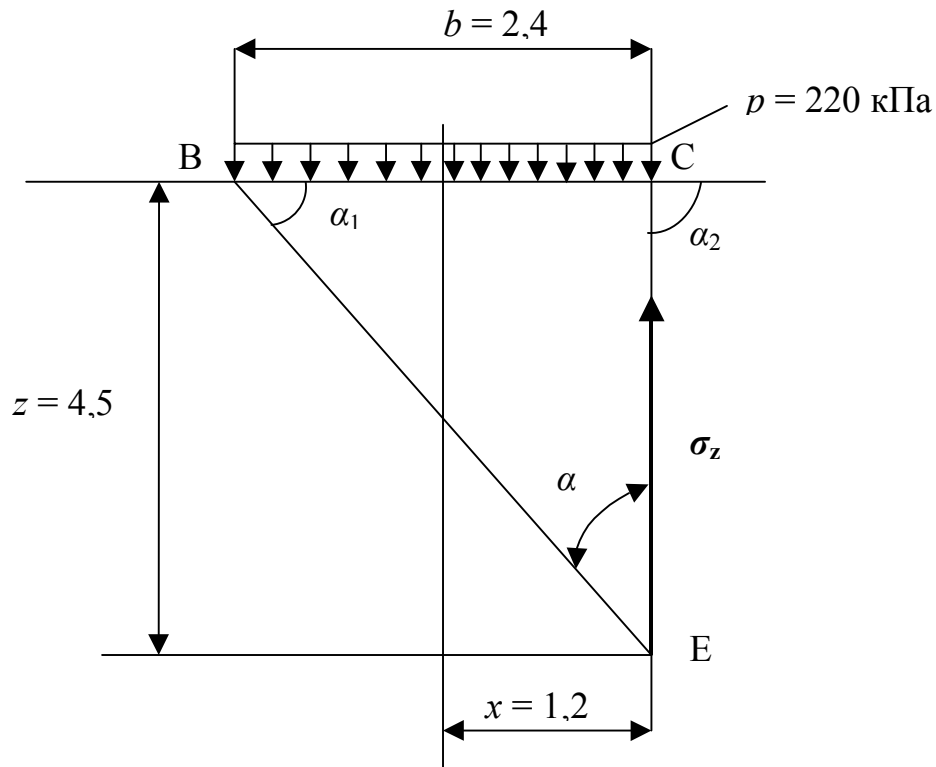


Рис. 3 – Вертикальное напряжение в точке E

$$\alpha_1 = 90^\circ - 28,07 = 61,93^\circ.$$

$$\alpha_2 = 90^\circ.$$

Вертикальное напряжение $\sigma_z = \frac{p}{\pi} [\alpha - \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)]$.

$$(\alpha_1 + \alpha_2) = 61,93^\circ + 90^\circ = 151,93^\circ. \cos 151,93^\circ = -\sin(151,93^\circ - 90^\circ) = -0,882.$$

$$\sigma_z = \frac{220}{3,14} [0,49 - 0,471 \cdot (-0,882)] = 63,44 \text{ кПа}.$$

4. Определение значения вертикального напряжения в точке F

Исходные данные те же. Расстояние от точки F до оси симметрии $x = 0$.

Определяем угол α (рис. 4).

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1,2}{4,5} = 0,267; \frac{\alpha}{2} = 14,93^\circ; \alpha = 29,86^\circ; \sin \alpha = 0,494.$$

В радианах $\alpha = 29,86^\circ / 57,30^\circ = 0,521$.

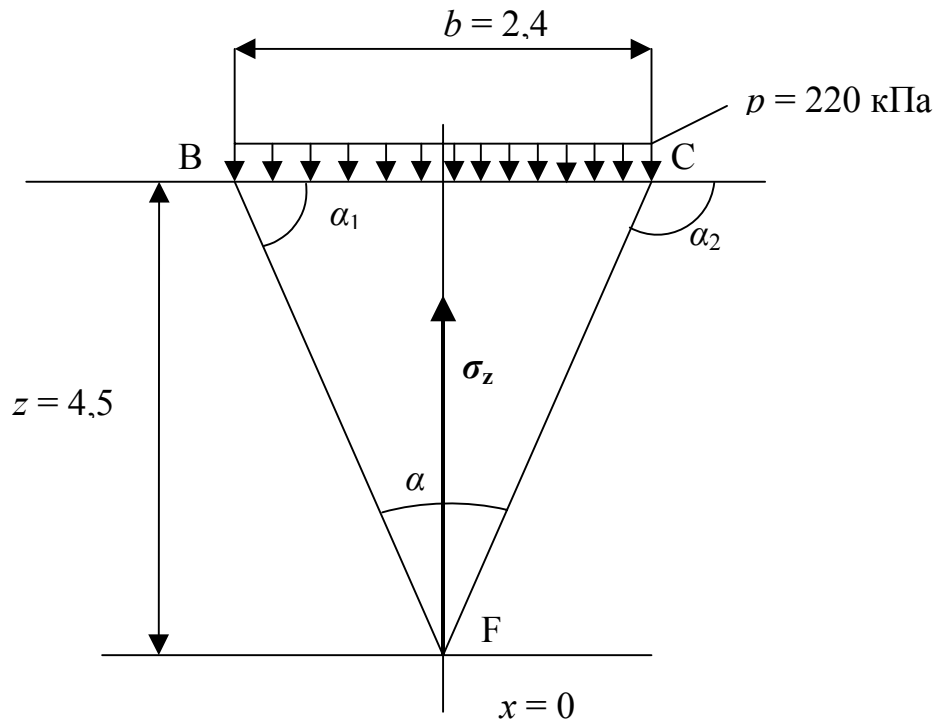


Рис. 4 – Вертикальное напряжение в точке F

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{4,5}{1,2} = 3,75; \alpha_1 = 75,07^\circ.$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - 75,07^\circ = 104,93^\circ.$$

$$(\alpha_1 + \alpha_2) = 75,07^\circ + 104,93^\circ = 180^\circ.$$

$$\cos 180^\circ = -\sin 90^\circ = -1$$

$$\sigma_z = \frac{220}{3,14} [0,521 - 0,494 \cdot (-1)] = 71,12 \text{ кПа}.$$

5. Построение эпюры вертикальных напряжений σ_z

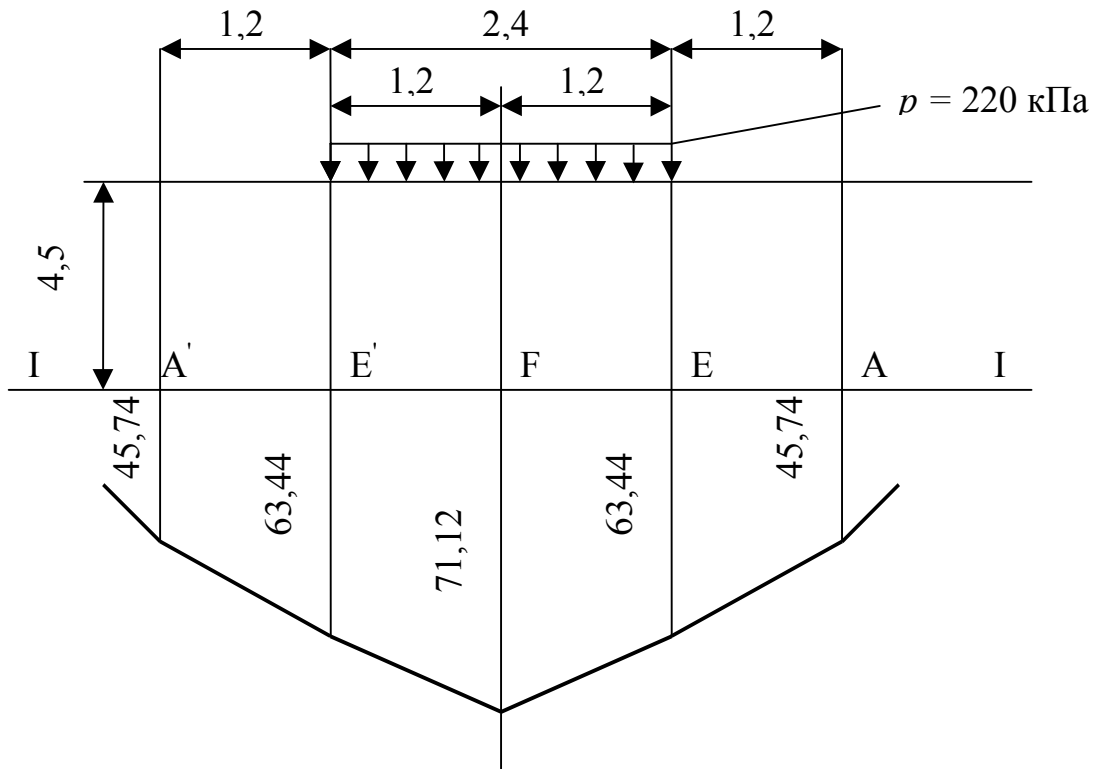


Рис. 5 – Эпюра вертикальных напряжений

В связи с симметричным расположением точек А, А' и Е, Е' относительно центра полосы загрузки вертикальные напряжения в этих точках будут одинаковы (рис. 5).

Список источников

1. Дидух Б. И. Механика грунтов.–М.: Из-во Университета дружбы народов,1990. – С.92
2. Котов М. Ф. Механика грунтов в примерах. –М.: Высшая школа,1968 – С.270
3. Левин С. В. Механика грунтов.– М.: Недра,1964 –С.163.
4. Маслов Н. Н., Котов М. Ф., Зинюхина Н. В. –М.: Высшая школа, 1964.–С.311.
5. Шутенко Л. Н., Лупан Ю.Т., Рудь А. Г. и др. Основания и фундаменты.–Харьков–ХНАГХ.2004.– С679.
6. Цытович Н. А. Механика грунтов.–М.: Стройиздат, 1963.–С.635.
7. ДБН В.2.1–10–2009. Основи та фундаменти споруд – К., 2009.

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни “Підвалини, фундаменти, механіка ґрунтів” (для студентів 5 курсу заочної форми навчання напрямку підготовки 6.060101 Будівництво).
(Рос. мовою)

Укладач **Рудь** Олександр Григорович

Відповідальний за випуск *М. Ф. Бронжаєв*

За авторською редакцією

Комп’ютерне верстання *О. Г. Рудь*

План 2012, поз. 19М

Підп. до друку 03.07.2012 р.

Формат 60х84 1/16

Друк на ризографі

Ум. друк арк. 1

Тираж 50 пр.

Зам. № _____

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,

вул. Революції, 12, м. Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб’єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.