

**ВЫВОДЫ**

В результате проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

- установлены основные факторы, влияющие на величину воздействия строительного процесса на атмосферный воздух;
- установлено, что характеристика источника «по высоте выброса» меняется в зависимости от этапа строительного производства;
- определены максимально разовые и валовые значения образующихся загрязняющих веществ на разных стадиях строительства с последующей их суммацией;
- установлены математические зависимости изменения суммарного значения валовых выбросов от объема строительства и этажности зданий;
- изучено изменение величины эмиссии загрязняющих веществ с учетом календарного графика выполнения строительных работ, максимальная величина эмиссии поллютантов приходится на промежуток времени с 18 по 40 день, на котором происходит выполнение работ нулевого цикла;
- определены опасные расстояния от источников выбросов, расположенных на строительной площадке, и установлено, что на опасном расстоянии ХМ наблюдается превышение выбросов по загрязняющему веществу – пыль неорганическая, которая образуется на строительной площадке при выполнении земляных работ.

**Список литературы**

1. Блинов, В. А. *Адаптация высотной застройки в структуре современного города* [Текст] / В. А. Блинов // *Градостроительство: академический вестник*. – Екатеринбург, 2010. – С. 18-24.
2. *Об охране окружающей среды* [Текст]: Закон ДНР от 30.04.2015 г. № 38-ІНС. – 2015. – 68 с.
3. *Об охране атмосферного воздуха* [Текст]: Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ. – 1999. – 54 с.
4. Башева, Т. С. *Изменение эмиссии загрязняющих веществ в зависимости от архитектурно-технических характеристик возводимых зданий* [Текст] / Т. С. Башева, А. А. Шейх, // *Вестник Донбасской академии строительства и архитектуры*. – Макеевка: ДОННАСА. – 2018. – Выпуск 5 (№ 133). – С. 96-101.
5. Ковалев, Д. С. *Экологическая оценка жилой среды дореволюционных многоквартирных домов Санкт-Петербурга* [Текст] / Д. С. Ковалев // *Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства: Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика*. – Пермь: ПНИПУ, 2019. – Выпуск 1. – С. 79-102.
6. Weisheng, Lu. *A framework for understanding waste management studies in construction* [Text] / Weisheng Lu, Hongping Yuan // *Waste Management*, 2011. – v. 31 n. 6. – P. 1252-1260.
7. Башева, Т. С. *Влияние параметров возводимых зданий на уровень загрязнения атмосферного воздуха* [Текст] /

- Т. С. Башева, А. А. Шейх // *Инновации в строительстве-2018: материалы международной научно-практической конференции*. – Брянск, 2018. – С. 155-161.
8. *Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух* [Текст]. – СПб.: НИИ Атмосфера, 2005. – 166 с.
9. *Методика расчета выделений загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (на основе удельных показателей)* [Текст]. – СПб.: НИИ Атмосфера, 2015. – 37 с.
10. *Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (на основе удельных показателей)* [Текст]. – СПб.: НИИ Атмосфера, 2015. – 32 с.
11. *Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов (на основе удельных показателей)* [Текст]. – СПб.: НИИ Атмосфера, 2015. – 37 с.
12. *Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом)* [Текст]. – М., 1998. – 45 с.
13. *Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники (расчетным методом)* [Текст]. – М., 1998. – 65 с.
14. *Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для авторемонтных предприятий (расчетным методом)* [Текст]. – М., 1998. – 67 с.
15. *Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов* [Текст]. – Новороссийск, 2001. – 28 с.
16. *The control of dust and emissions during construction and demolition supplementary planning guidance* [Text] / Celeste Giusti, Jane Carlsen, Katie Watson, etc. – Published by Greater London Authority City Hall The Queen’s Walk More London, 2014. – P. 113.
17. Гурова, О. С. *Основные принципы классификации источников загрязнения воздушной среды городских территорий Южного Федерального Округа* [Текст] / О. С. Гурова // *Науковедение: Интернет журнал*. – М: Изд-во «Науковедение», 2013. – Выпуск № 5. – С. 1-8.
18. *Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Утв. приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273* [Текст]. – 79 с.
19. *Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух* [Текст]. – СПб.: НИИ Атмосфера, 2012. – 224 с.
20. *Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (с «Изменения 1 к СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03. Новая редакция» утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 10 апреля 2008 г. № 25)* [Текст]. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2008. – 32 с.

УДК 624.131.1(075.8)

ISSN 2617-1848

**ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТА ДЛЯ ЧИСЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

А. А. Петраков, д.т.н., профессор; Н. А. Петракова, к.т.н., доцент; М. Д. Панасюк

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** Получены расчетные формулы для преобразования прочностных характеристик грунтов, определенных по стандартным методикам, для использования в численных исследованиях, основанных на применении октаэдрической теории прочности. Показано, что прочностные характеристики грунтов, отнесенные к октаэдрическим площадкам, являются инвариантами и не зависят от методов их определения. Доказано, что выбор методов определения стандартных характеристик грунтов не будет оказывать влияния на результаты численных исследований. Продемонстрирована целесообразность использования общей теории прочности, в основе которой лежит уравнение Мизеса-Шлейхера-Боткина, для расчетов оснований, сложенных связными и несвязными грунтами, скальными грунтами, а также для расчета конструкций из бетона, камня и других материалов. Это один из наиболее простых методов учета анизотропных свойств материалов, проявляющихся в виде различного сопротивления сжатию и растяжению.

**Ключевые слова:** уравнения прочности Кулона-Мора, уравнения прочности Мизеса-Шлейхера-Боткина, октаэдрические площадки.



**Петраков Александр Александрович**



**Петракова Наталья Александровна**



**Панасюк Марк Дмитриевич**

**ВВЕДЕНИЕ**

Прочностные характеристики грунта [1] являются коэффициентами в одном из уравнений прочности: – для фиксированной площадки среза

$$\tau = -\sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + c \tag{1}$$

$$\sigma_i = -\sigma_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi_{oct} + c_{oct} \tag{2}$$

**Примечание:** здесь и далее принято правило знаков для напряжений, используемое в строительной механике.

В формулах (1) и (2) приняты следующие обозначения:  $\tau$  – предельное сопротивление грунта сдвигу по фиксированной площадке при нормальном напряжении  $\sigma$ ;  $\sigma_1$  – предельная интенсивность напряжений при среднем давлении  $\sigma_0$ ;  $\varphi$  – угол внутреннего трения;  $c$  – удельное сцепление;  $\varphi_{oct}$  и  $c_{oct}$  – то же, для октаэдрической площадки.

Прочностные характеристики грунтов определяются, как правило, в лабораторных условиях по стандартным методикам [2]. Для этих целей используются срезные приборы, стабилометры, приборы трехосного сжатия и прессы. Результаты испытаний по различным методикам несколько отличаются в связи с тем, что опыты производятся при различных видах напряженного состояния грунта. Вид напряженного состояния характеризуется значением коэффициента Лодэ-Надаи  $\mu_\sigma$ . Можно полагать, что при срезе по фиксированной площадке  $\mu_\sigma = 0$  (чистый сдвиг). При испытаниях в стабилометре и на прессе  $\mu_\sigma = 1$  (стесненное или одноосное сжатие). При испытаниях в приборе трехосного сжатия с независимым заданием главных напряжений [3]  $\mu_\sigma$  может быть произвольным. Следует отметить, что от условий опыта зависят прочностные характеристики, входящие в уравнение Кулона-Мора (1). В технической литературе [4] бытует мнение, что испытания грунта в стабилометре являются более надежными, так как при этом получаются меньшие значения прочностных характеристик, чем при испытаниях в срезном приборе.

Целью настоящей работы является наглядно показать, что прочность грунта является его объективным свойством и не может зависеть от условий опыта. Для этого рассматриваются прочностные характеристики грунта, входящие в уравнение Мизеса-Шлейхера-Боткина (2), которые являются инвариантными и не зависят от условий испытаний.

**1. Интерпретация расчетных характеристик грунта в зависимости от методик их получения**

В современных программных комплексах чаще всего используется уравнение прочности (2). В связи с этим возникает необходимость интерпретации прочностных характеристик грунта, определенных по стандартным методикам и входящих в уравнение прочности (1).

Необходимые графические построения для получения расчетных формул представлены на рисунках 1-3. Методика получения расчетных формул заключается в сопоставлении уравнений прочности (1) и (2) для условий конкретных испытаний. На рисунках:  $\sigma_1$  – большее главное напряжение;  $\sigma_3$  – меньшее главное напряжение;  $\sigma_2$  – среднее главное напряжение.

**Срезной прибор (рис. 1)**

Исходные данные:

$$\mu_\sigma = 0; \sigma_i = \sqrt{3} \cdot \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}; \sigma_0 = \sigma_2 = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (3)$$

Координаты точки на диаграмме Кулона-Мора:

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)}; \sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (4)$$

Система уравнений (1) и (2) при подстановке в них формул (3) и (4):

$$\begin{cases} \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)} = -\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \cdot \text{tg}(\varphi) + c \\ \sqrt{3} \cdot \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = -\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \cdot \text{tg}(\varphi_{oct}) + c_{oct} \end{cases} \quad (5)$$

Расчетные формулы получаем из решения системы уравнений (5):

$$c_{oct} = \sqrt{3} \cdot \cos(\varphi) \cdot c; \quad (6)$$

$$\text{tg}(\varphi_{oct}) = \sqrt{3} \cdot \cos(\varphi) \cdot \text{tg}(\varphi); \quad \varphi_{oct} = \text{arctg}(\sqrt{3} \cdot \sin(\varphi)) \quad (7)$$

Обратные преобразования:

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{\text{tg}(\varphi_{oct})}{\sqrt{3}}\right); \quad c = \frac{c_{oct}}{\sqrt{3} \cdot \cos(\varphi)} \quad (8)$$

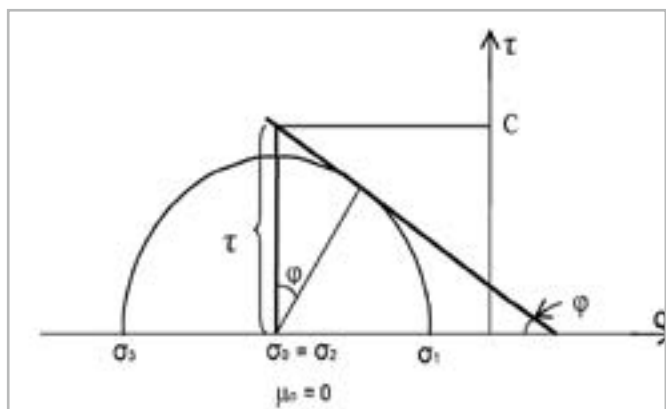


Рис. 1. Диаграмма прочности грунта по данным испытаний в срезном приборе

**Стабилометр (рис. 2)**

Предполагается, что испытания выполняются при постоянном среднем напряжении  $\sigma_0$ . Исходные данные:

$$\mu_\sigma = 1; \sigma_i = \sigma_1 - \sigma_3; \sigma_0 = \frac{2 \cdot \sigma_1 + \sigma_3}{3} \quad (9)$$

Координаты точки на диаграмме Кулона-Мора:

$$\tau_0 = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)}; \quad \sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (10)$$

Из условий опыта параметры на рис. 2 определяются по формулам:

$$a = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{3}; \quad b = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{6} \quad (11)$$

Предельное касательное напряжение при среднем давлении будет равно:

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)} - \text{tg}(\varphi) \cdot \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{6} = (\sigma_1 - \sigma_3) \cdot \frac{3 - \sin(\varphi)}{6 \cdot \cos(\varphi)} \quad (12)$$

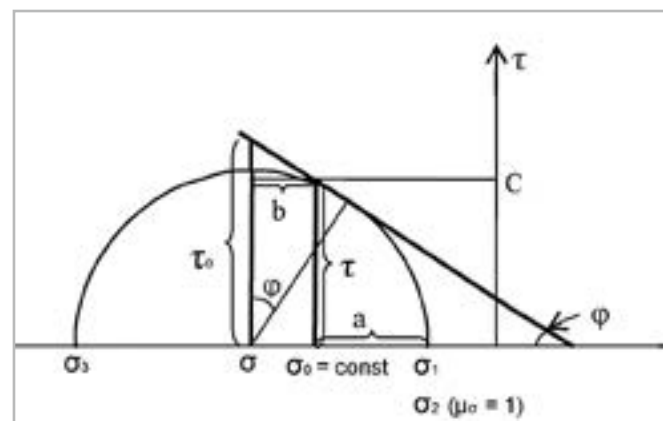


Рис. 2. Диаграмма прочности грунта по данным испытаний в стабилометре при постоянном среднем давлении  $\sigma_0 = \text{const}$

Уравнения (1) и (2) с учетом подстановок по формулам (12) и (9) запишутся в следующем виде:

$$\begin{cases} (\sigma_1 - \sigma_3) \cdot \frac{3 - \sin(\varphi)}{6 \cdot \cos(\varphi)} = -\sigma_0 \cdot \text{tg}(\varphi) + c \\ (\sigma_1 - \sigma_3) = -\sigma_0 \cdot \text{tg}(\varphi_{oct}) + c_{oct} \end{cases} \quad (13)$$

Из решения системы уравнений (13) получаем формулы для пересчета характеристик грунта, определенных в стабилометре, к инвариантным характеристикам, отнесенным к октаэдрической площадке:

$$c_{oct} = \frac{6 \cdot \cos(\varphi)}{3 - \sin(\varphi)} \cdot c; \quad \varphi_{oct} = \text{arctg}\left(\frac{6 \cdot \cos(\varphi)}{3 - \sin(\varphi)} \cdot \text{tg}(\varphi)\right) \quad (14)$$

Обратные преобразования:

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{3 \cdot \text{tg}(\varphi_{oct})}{6 + \text{tg}(\varphi_{oct})}\right); \quad c = c_{oct} \cdot \frac{3 - \sin(\varphi)}{6 \cdot \cos(\varphi)} \quad (15)$$

**Пресс (рис. 3)**

Предполагается, что результаты испытания скального грунта оформлены в виде диаграммы прочности (рис. 3), параметрами которой являются коэффициенты в уравнении (1). Диаграмма прочности представлена в виде кусочно-линейного графика, учитывающего анизотропные свойства материала.

Исходные данные (в области сжатия):

$$\mu_\sigma = 1; \sigma_i = -\sigma_3; \sigma_0 = \frac{\sigma_3}{3}; \sigma_1 = \sigma_2 = 0. \quad (16)$$

Координаты точки на диаграмме Кулона-Мора:

$$\tau = -\frac{\sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)}; \quad \sigma = \frac{\sigma_3}{2} \quad (17)$$

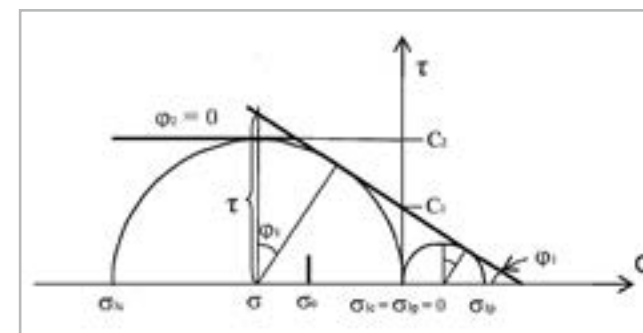


Рис. 3. Диаграмма прочности анизотропного материала при одноосном сжатии-растяжении

Уравнения (1) и (2) с учетом подстановок по формулам (17) и (16) запишутся в виде:

$$\begin{cases} -\frac{\sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)} = -\frac{\sigma_3}{2} \cdot \text{tg}(\varphi) + c; \\ -\sigma_3 = -\frac{\sigma_3}{3} \cdot \text{tg}(\varphi_{oct}) + c_{oct}. \end{cases} \quad (18)$$

Расчетные формулы получаем из решения системы уравнений (18):

$$c_{oct} = 2 \cdot c \cdot \cos(\varphi); \quad \varphi_{oct} = \text{arctg}(3 \cdot \sin(\varphi)). \quad (19)$$

Обратные преобразования:

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{\text{tg}(\varphi_{oct})}{3}\right); \quad c = \frac{c_{oct}}{2 \cdot \cos(\varphi)} \quad (20)$$

**Испытание скальных грунтов на сжатие-растяжение. Определение параметров прочности как коэффициентов в уравнении (1)**

Результаты испытания скального грунта на сжатие-растяжение представлены на рис. 4. На этом рисунке приняты обозначения:  $f_{cd}$  - расчетное сопротивление одноосному сжатию;  $f_{ctd}$  - расчетное сопротивление одноосному растяжению.

Диаграмма прочности (рис. 4) представлена в виде кусочно-линейного графика, учитывающего анизотропные свойства материала. Определению подлежат две пары параметров:  $c_1, c_2$  и  $\varphi_1, \varphi_2$ .

Расчетные формулы получены на основании элементарных геометрических представлений с использованием чертежа (рис. 4):

$$\sin(\varphi_1) = \frac{f_d + f_{ctd}}{f_d - f_{ctd}}; \quad C_1 = \frac{f_{ctd}}{2} \cdot \frac{1 + \sin(\varphi_1)}{\cos(\varphi_1)}; \quad (21)$$

$$\varphi_2 = 0; \quad C_2 = -\frac{f_d}{2}.$$

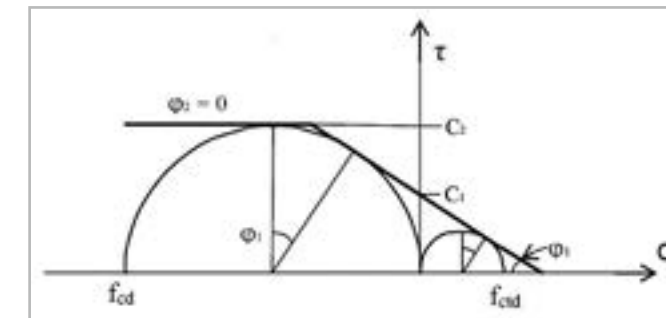


Рис. 4. Диаграмма прочности при испытании бетона на сжатие-растяжение для определения параметров прочности в уравнении Кулона-Мора

Прочностные характеристики по формуле (21) приводятся к октаэдрическим характеристикам с использованием формул (19). Кроме этого, прочностные характеристики для октаэдрической площадки могут быть вычислены непосредственно по графикам на рис. 4:

$$\varphi_{oct} = \text{arctg}\left(3 \cdot \frac{f_{cd} + f_{ctd}}{f_{cd} - f_{ctd}}\right); \quad c_{oct} = -f_{cd} \cdot \left(1 - \frac{\text{tg}(\varphi_{oct})}{3}\right) \quad (22)$$

**Примечание:** в формуле (22) принято правило знаков для напряжений в соответствии с рис. 4.

**2. Аprobация расчетных формул**

В приводимых расчетах используется правило знаков для напряжений, принятое в механике грунтов. Последнее сделано для адаптации с расчетными формулами стандарта [2].

**Срезной прибор или прибор трехосного сжатия с независимым заданием главных напряжений [3]**

Исходными данными (таблица 1) являются главные напряжения, соответствующие моменту разрушения грунта при двух значениях средних напряжений (точки (1) и (2) на оси средних напряжений).

Таблица 1.

Результаты испытания грунта в приборе трехосного сжатия

σ1(1)	σ2(1)	σ3(1)	σ1(2)	σ2(2)	σ3(2)
439,8	300,0	159,6	851,8	600,0	347,0

Коэффициент вида напряженного состояния определяется по формуле [1]:

$$\mu_\sigma = -\frac{2 \cdot \sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3} \quad (23)$$

В соответствии с данными таблицы 1  $\mu_\sigma = 0$ . Вычисляем интенсивности напряжений и средние давления в точках (1) и (2) по формулам (3). По результатам этих вычислений определяем прочностные характеристики грунта для октаэдрической площадки, используя для этого уравнение (2).

$$\sigma_{i(1)} = 242,66; \quad \sigma_{i(2)} = 437,17; \quad \sigma_{0(1)} = 299,7; \quad \sigma_{0(2)} = 599,4$$

$$\text{tg}(\varphi_{oct}) = \frac{\Delta\sigma_i}{\Delta\sigma_0} = 0,649; \quad \varphi_{oct} = 32,98^\circ; \quad c_{oct} = 48,15.$$

Определяем прочностные характеристики грунта, входящие в уравнение (1), используя для этого методику стандарта [2].

Формула 5.5:  $N = 2,1985$ ; Формула 5.6:  $M = 88,9185$ ;  
 Формула 5.16:  $tg(\varphi) = 0,40415$ ;  $\varphi = 22,01^\circ$ ;  
 Формула 5.17:  $c = 29,98$

Этот же результат можно получить подстановкой исходных данных в формулы (4).

Определенные по стандарту [2] прочностные характеристики грунта пересчитываем для октаэдрической площадки с использованием формул (6) и (7). Результаты проведенного анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты апробации формул (6) и (7)

По данным испытаний			По формулам (6) и (7)		
c	$\varphi$	$c_{oct}$	$\varphi_{oct}$	$c_{oct}$	$\varphi_{oct}$
29,98	22,01	48,15	32,98	48,14	32,99

Данные таблицы 2 подтверждают корректность формул (6) и (7).

Стабилометр

Исходными данными (таблица 3) являются главные напряжения, соответствующие моменту разрушения грунта при двух значениях средних напряжений (точки (1) и (2) на оси средних напряжений).

Таблица 3.

Результаты испытания грунта в стабилометре

$\sigma_1(1)$	$\sigma_2(1)$	$\sigma_3(1)$	$\sigma_1(2)$	$\sigma_2(2)$	$\sigma_3(2)$
461,5	218,8	218,8	890,8	453,7	453,7

(23) равен 1. Вычисляем интенсивности напряжений и средние давления в точках (1) и (2) по формулам (9). По результатам этих вычислений определяем прочностные характеристики грунта для октаэдрической площадки, используя для этого уравнение (2).

$\sigma_{i(1)} = 242,7$ ;  $\sigma_{i(2)} = 437,1$ ;  $\sigma_{0(1)} = 299,7$ ;  $\sigma_{0(2)} = 599,4$ ;  
 $tg(\varphi_{oct}) = \frac{\Delta\sigma_i}{\Delta\sigma_0} = 0,6486$ ;  $\varphi_{oct} = 32,97^\circ$ ;  $c_{oct} = 48,3$ .

Определяем прочностные характеристики грунта, входящие в уравнение (1), используя для этого методику стандарта [2].

Формула 5.5:  $N = 1,8276$ ; Формула 5.6:  $M = 61,6241$ ;

Формула 5.16:  $tg(\varphi) = 0,3061$ ;  $\varphi = 17,02^\circ$ ; Формула 5.17:  $c = 22,79$

Определенные по стандарту [2] прочностные характеристики грунта пересчитываем для октаэдрической площадки с использованием формул (14). Результаты проведенного анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты апробации формулы (14)

По данным испытаний			По формулам (14)		
c	$\varphi$	$c_{oct}$	$\varphi_{oct}$	$c_{oct}$	$\varphi_{oct}$
22,79	17,02	48,3	32,97	48,3	32,97

Данные таблицы 4 подтверждают корректность формул (14). Сопоставление данных таблиц 2 и 4 свидетельствует о том, что испытаниям подвергался один и тот же грунт в разных условиях. При этом прочностные характеристики, входящие в уравнение (1), существенно зависят от вида напряженного состояния в опытах. Прочностные характеристики, входящие в уравнение (2), не зависят от вида напряженного состояния в опытах и являются инвариантами.

Пресс. Испытания на одноосное сжатие-растяжение

Поскольку природные и искусственные камни обладают одинаковыми свойствами, рассмотрен пример испытания образцов бетона на одноосное сжатие и растяжение. Исходными данными являются:

- расчетное сопротивление бетона сжатию  $f_{cd} = 14800$  кПа;
- расчетное сопротивление бетона осевому растяжению  $f_{ctd} = 1070$  кПа.

Прочностные характеристики материала, входящие в формулу (1), вычислены по формулам (21). Прочностные характеристики материала, входящие в формулу (2), вычислены по формулам (22). Пересчет характеристик выполнен по формулам (19). Результаты расчетов представлены в таблице 5 для первой ветви диаграммы прочности и в таблице 6 для второй ветви этой диаграммы.

Таблица 5.

Первая ветвь диаграммы прочности (наклонный график, рис. 4)

По данным испытаний			По формулам (19)		
c	$\varphi$	$c_{oct}$	$\varphi_{oct}$	$c_{oct}$	$\varphi_{oct}$
1989,7	59,9	1995,6	68,93	1995,7	68,93

Таблица 6.

Вторая ветвь диаграммы прочности (параллельный график, рис. 4)

По данным испытаний			По формулам (19)		
c	$\varphi$	$c_{oct}$	$\varphi_{oct}$	$c_{oct}$	$\varphi_{oct}$
7400,0	0	14800,0	0	14800,0	0

Данные таблиц 5 и 6 подтверждают корректность формул (19). Таким образом, с помощью билинейной диаграммы прочности предоставляется возможность достаточно надежно прогнозировать прочность скального грунта при произвольных напряженных состояниях. При этом, как и в предыдущих случаях, прочностные характеристики скального грунта, отнесенные к октаэдрической площадке, являются инвариантами.

ВЫВОДЫ

1. Прочностные характеристики грунта, которые являются коэффициентами в уравнении прочности Кулона-Мора, существенно зависят от условий опытов, в которых они определяются. В численных исследованиях основной рекомендуется использовать инвариантные характеристики, которые являются коэффициентами в уравнении прочности Мизеса-Шлейхера-Боткина.

2. Переход от стандартных прочностных характеристик грунта, приводимых в отчетах об инженерно-геологических изысканиях на площадке строительства, к их инвариантным значениям может выполняться по простым

формулам, предложенным в настоящей работе. При этом методы определения стандартных характеристик не будут оказывать влияния на результаты численных исследований.

3. Целесообразно использовать общую теорию прочности, в основе которой лежит уравнение Мизеса-Шлейхера-Боткина, для расчетов оснований, сложенных связными и несвязными грунтами, скальными грунтами, а также для расчета конструкций из бетона, камня и других материалов. По-видимому, это один из наиболее простых методов учета анизотропных свойств материалов, проявляющихся в виде различного сопротивления сжатию и растяжению.

Список литературы

1. Справочник по механике и динамике грунтов / В. Б. Швеи, Л. К. Гинзбург, В. М. Гольдштейн и др.: Под ред. В. Б. Швеца. – К.: Будівельник, 1987. – 232 с.
2. ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
3. Петраков, А. А., Латыш, И. Ю. Прибор для исследования грунтов в условиях трехосного сжатия / Вісник ДонНАБА «Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва», вип. 2006-6(62). – Матіївка: ДонНАБА. – 2006. – с. 73 – 78.
4. Amšiejus, J.; Dirgėlienė, N. Probabilistic assessment of soil shear strength parameters using triaxial test result. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, 2007, Vol. 2, No 3, p. 125 – 131.