

УДК 624.131: 550.34

**УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ МОДУЛЕМ  
ДЕФОРМАЦИИ И ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ  
У ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ НА ТЕРРИТОРИИ  
г. ВЛАДИКАВКАЗ**

Канд. техн. наук *Баскаев А.Н.*

Центр геофизических исследований Владикавказского  
научного центра РАН и Правительства РСО-Алания

*На основе статистической обработки результатов,  
полученных лабораторным путем, установлены корреляционные  
зависимости между модулем деформации и физическими  
характеристиками глинистых грунтов, залегающих на территории  
г. Владикавказ.*

Глинистые грунты широко представлены на территории г. Владикавказ. Из них наибольшим распространением пользуются глины и суглинки. Супеси имеют подчиненное значение.

Одним из важных свойств, описывающих механические свойства грунтов, является их деформируемость. Процесс деформирования глинистых грунтов является весьма сложным [2]. В общем случае зависимость между относительными деформациями  $\varepsilon$  и нормальными напряжениями  $\sigma$  при значительных напряжениях имеет вид:

$$\varepsilon = \alpha_c \cdot \sigma_c + (\beta/E^r) \cdot \sigma^m, \quad (1)$$

где  $\alpha_c$  – коэффициент, определяемый опытом;  $\sigma_c$  – напряжение, не превосходящее начальной прочности структурных связей ( $\sigma_c \leq \rho_{стр}$ );  $\beta$  – коэффициент, оценивающий способность бокового расширения грунта;  $E$  – модуль деформации грунта, определяемый эмпирическим путем;  $r \leq 1$  – параметр, определяемый опытным путем;  $m$  – параметр нелинейности, также определяемый опытным путем.

При не больших значениях внешних давлений  $c$  достаточной для практики точностью зависимость между деформациями  $\varepsilon$  и напряжениями  $\sigma$  может приниматься линейной:

$$\varepsilon = (\beta/E) \cdot \sigma. \quad (2)$$

Поскольку в вышеприведенные соотношения входит характеристика – модуль деформации, представляется интересным определить для каждого вида глинистого грунта (встречающегося на территории г. Владикавказ) от каких физических свойств и в какой степени зависит его компрессионный модуль деформации  $E$ .

Для установления зависимости между модулем деформации и другими физическими свойствами были рассмотрены результаты лабораторных анализов 286 образцов глинистого грунта [1], из которых:

- 57 образцов суглинка просадочного;
- 4 образца глины просадочной;
- 74 образца «суглинка непросадочного 1»;
- 25 образцов «глины непросадочной 1»;
- 99 образцов «суглинка непросадочного 2»;
- 27 образцов «глины непросадочной 2».

При этом «суглинок непросадочный 1» и «глина непросадочная 1» имеют коэффициент пористости  $e > 0,9$ . А у «суглинка непросадочного 2» и у «глины непросадочной 2» коэффициент пористости  $e < 0,9$ . Суглинок просадочный и глина просадочная отличаются тем, что их структурная прочность изменяется под действием внешних воздействий (замачивания, оттаивания, вибраций и т. п.), обуславливая просадку под нагрузкой.

Статистическое исследование привело к следующим результатам. Несмотря на то что перечисленные выше виды глинистых грунтов относятся к одной группе, для каждого из них установлены свои особенности корреляционной зависимости между компрессионным модулем деформации и физическими свойствами.

У суглинка просадочного модуль деформации  $E$  наиболее сильно зависит от плотности сухого грунта  $\rho_d$ , что характеризуется значением коэффициента корреляции  $k$ , равным 0,59, и следующим уравнением:  $E = -22,08 + 18,87 \cdot \rho_d$ . В

значительно меньшей степени модуль деформации зависит от глубины отбора монолитов ( $\kappa = 0,3$ ), естественной влажности ( $\kappa = -0,45$ ), показателя консистенции ( $\kappa = -0,33$ ), плотности при естественной влажности ( $\kappa = 0,45$ ), коэффициента пористости ( $\kappa = -0,57$ ).

У «суглинка непросадочного 1» компрессионный модуль деформации  $E$  в наибольшей степени зависит от коэффициента пористости  $e$  и степени влажности  $S_r$ . Это характеризуется следующей зависимостью:  $E = 17,58 - 7,36 \cdot e - 8,54 \cdot S_r$ . При этом коэффициент корреляции между модулем деформации и коэффициентом пористости  $\kappa = -0,39$ , а между модулем деформации и степенью влажности  $\kappa = -0,31$ . В меньшей степени модуль деформации зависит от глубины отбора монолитов ( $\kappa = 0,25$ ), естественной влажности ( $\kappa = -0,52$ ), показателя консистенции ( $\kappa = -0,44$ ), плотности сухого грунта ( $\kappa = 0,39$ ).

Для «суглинка непросадочного 2» характерна наиболее сильная зависимость между модулем деформации  $E$  и показателем консистенции  $I_L$ :  $E = 5,16 - 3,52 \cdot I_L$ . При этом коэффициент корреляции между отмеченными выше переменными  $E$  и  $I_L$   $\kappa = -0,37$ . Более слабая зависимость наблюдается между модулем деформации и глубиной отбора монолитов ( $\kappa = 0,30$ ), естественной влажностью ( $\kappa = -0,34$ ), плотностью сухого грунта ( $\kappa = 0,25$ ), коэффициентом пористости ( $\kappa = -0,27$ ), степенью влажности ( $\kappa = -0,21$ ).

В связи с тем, что по глине просадочной имеются данные только для четырех образцов, отпала необходимость определения зависимостей между модулем деформации и физическими характеристиками.

У «глины непросадочной 1» компрессионный модуль деформации не зависит ни от одного из рассматриваемых физических факторов.

У «глины непросадочной 2» компрессионный модуль деформации  $E$  наиболее сильно зависит от глубины отбора монолитов  $h$  и степени влажности  $S_r$ :  $E = 22,23 + 0,58 \cdot h - 21,65 \cdot S_r$ . При этом коэффициент корреляции между модулем деформации  $E$  и глубинной отбора монолитов  $h$  равен 0,45, а

между модулем деформации  $E$  и степенью влажности  $S_r$   $\kappa = -0,54$ . Более слабая зависимость наблюдается между модулем деформации и естественной влажностью ( $\kappa = -0,47$ ), а также плотностью частиц грунта ( $\kappa = 0,40$ ). Анализ результатов исследования позволяет сделать следующие выводы по глинистым грунтам на территории г. Владикавказ:

1. «Глина непросадочная 1» отличается от всех остальных рассматриваемых грунтов тем, что ее модуль деформации не зависит ни от одного из учитываемых физических факторов.

2. У всех рассматриваемых видов суглинка и у «глины непросадочной 2» модуль деформации возрастает с увеличением глубины отбора монолитов.

3. У всех исследуемых видов грунта, кроме «глины непросадочной 2», модуль деформации убывает при росте естественной влажности.

4. У всех рассматриваемых видов суглинка модуль деформации убывает с ростом показателя консистенции.

5. Зависимость модуля деформации грунта от плотности его частиц наблюдается только у «глины непросадочной 2». При этом возрастание плотности частиц грунта вызывает увеличение его модуля деформации.

6. Зависимость модуля деформации от плотности при естественной влажности проявляется только у суглинка просадочного. При этом увеличение плотности при естественной влажности приводит к увеличению модуля деформации.

7. У всех видов суглинка наблюдается рост модуля деформации при увеличении плотности сухого грунта.

8. Для всех видов суглинка является характерным уменьшение модуля деформации при возрастании коэффициента пористости.

9. Зависимость модуля деформации от степени влажности установлена у «суглинка непросадочного 1», «суглинка непросадочного 2» и у «глины непросадочной 2». При этом модуль деформации убывает при увеличении степени влажности.

ЛИТЕРАТУРА

- 
1. Отчет о сейсмическом микрорайонировании территории г. Владикавказ. Трест "Ставрополь ТИСИЗ". Том II. Книга 5. 1991. 33 с.
  2. *Цытович Н.А.* Механика грунтов. М.: Высшая школа. 1983. 288 с.