

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ ПРОЧНОСТИ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ ПРИОБСКОГО ПЛАТО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЭФФИЦИЕНТА ПОРИСТОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ ТЕКУЧЕСТИ

М.А. Осипова

Все возрастающие темпы строительства, освоение новых территорий, реконструкция зданий и сооружений, возведение объектов повышенной этажности, сложной конфигурации в плане с разнообразными видами техногенных нагрузок на грунты основания, приводят к нарушению природного равновесия и образованию новой экосистемы, которая в дальнейшем положительно или отрицательно влияют на окружающую среду. Надежное прогнозирование изменений геологической среды под влиянием техногенных нагрузок возможно только на основании результатов комплексных исследований грунтов и, в первую очередь, их прочностных и деформационных свойств, характерных для определенного вида грунтов.

Одной из особенностей лессовых грунтов Приобского Плато юга Западно-Сибирской плиты, является преобладание на указанной территории I типа грунтовых условий по просадочности, что диктует необходимость изучения их структурно-текстурных особенностей с учетом специфики региона.

Большой вклад в исследование структурно-текстурных особенностей Приобского Плато внесли Е.В. Трелетцов, Ф.А. Никитенко, А.М. Воронин, Г.И. Швецов, Т.А. Горбунова, В.С. Арефьев. Лессовые породы представлены разновозрастными горизонтами и являются основными рельефо- и почвообразующими породами, залегают в виде наложенных друг на друга пачек лессовидных суглинков, супесей и лессов мощностью от 1-2 до 10-20 м, разделенных слоями песка и пылеватых суглинков, увенчанных горизонтами погребенных почв.

Многие ученые, внесшие большой вклад в исследование структур грунтов К. Терцаги, А. Казагранде, М.М. Филатов, В.И. Осипов, В.В. Охотин, И.В. Попов, Е.М. Сергеев, А.К. Ларионов, Е.И. Вяткина отмечают важность комплексного изучения структуры для научно обоснования прогноза прочности и деформационного поведения глинистых пород, а так же изменение их свойств под воздействием различных факторов.

Однако до настоящего времени остаются не решенными проблемы влияния на величину структурной прочности лессовых грунтов их физико-механических характеристик, таким образом, возникла необходимость в отыскании корреляционных зависимостей между структурной прочностью и коэффициентом пористости при различных показателях текучести лессовых супесей и суглинков.

Для получения наиболее достоверных результатов исследования были выбраны площадки грунтами, основания которых являются как лессовые просадочные супеси, так и суглинки. В геоморфологическом отношении все площадки расположены на Приобском плато (территория г. Барнаула).

В общей сложности для статистического обобщения зависимости структурной прочности от коэффициента пористости при различных показателях текучести лессовых супесей и суглинков было отобрано 154 значения структурной прочности лессовых суглинков и супесей. Статистическое обобщение производилось отысканием уравнений регрессии на ЭВМ при помощи программы «Microcal Origin. Version 3.5» Microcal Software. Inc.

Результаты расчетов по программе приведены на рисунках 1–5, где

R – коэффициент корреляции;
SD- среднее квадратическое отклонение;
N – количество точек.

В итоге получены следующие уравнения регрессии:

- для лессовых суглинков
при $J_L < 0$

$$\rho_{str} = 0,1262 - 0,1171 \cdot e_0, \quad (1)$$

при J_L в пределах от 0 до 0,25

$$\rho_{str} = 0,0697 - 0,0600 \cdot e_0, \quad (2)$$

при J_L в пределах от 0,25 до 0,50

$$\rho_{str} = 0,0649 - 0,0579 \cdot e_0, \quad (3)$$

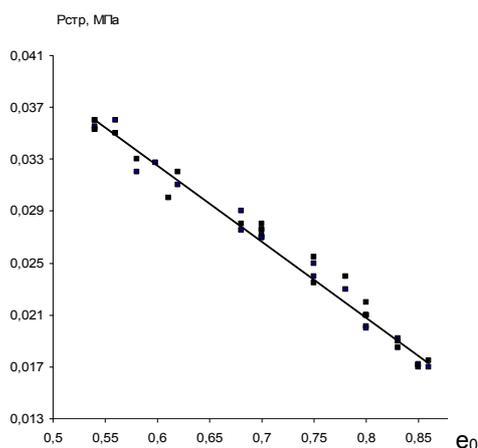


Рис. 1. Корреляционная зависимость между структурной прочностью и коэффициентом пористости лессового суглинка при $J_L < 0$: $R = -0,96525$; $SD = 0,00136$; $N = 47$

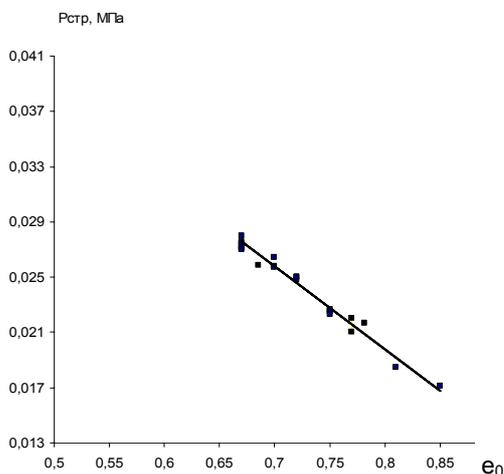


Рис. 2. Корреляционная зависимость между структурной прочностью и коэффициентом пористости лессового суглинка при J_L в пределах от 0 до 0,25: $R = -0,96619$; $SD = 0,00111$; $N = 22$

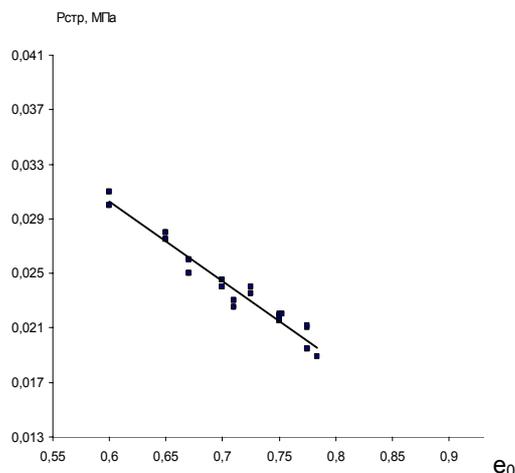


Рис. 3. Корреляционная зависимость между структурной прочностью и коэффициентом пористости лессового суглинка при J_L в пределах от 0,25 до 0,50: $R = -0,95516$; $SD = 0,00176$; $N = 19$

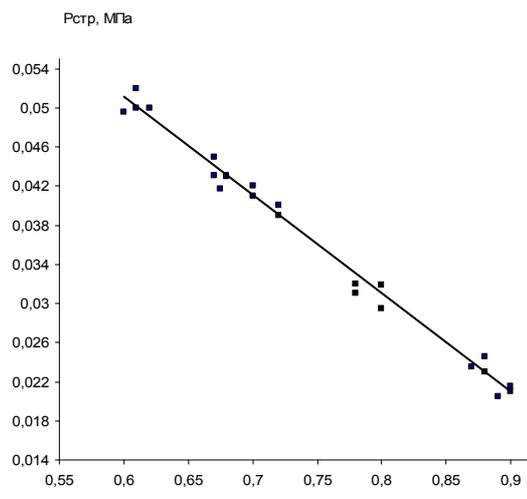


Рис. 4. Корреляционная зависимость между структурной прочностью и коэффициентом пористости лессовой супеси при $J_L < 0$: $R = -0,93011$; $SD = 0,00147$; $N = 21$

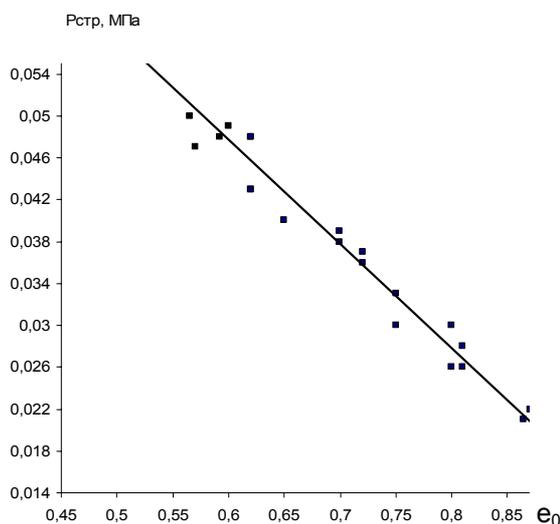


Рис. 5. Корреляционная зависимость между структурной прочностью и коэффициентом пористости лессовой супеси при J_L в пределах от 0 до 1: $R = -0,96359$; $SD = 0,00175$; $N = 21$

- для лессовых супесей:
при $J_L < 0$

$$p_{str} = 0,1115 - 0,1005 \cdot e_0, \quad (4)$$

при J_L в пределах от 0 до 1

$$p_{str} = 0,1074 - 0,0995 \cdot e_0, \quad (5)$$

Для оценки надежности коэффициента корреляции, так как $n < 50$, воспользуемся специальной функцией, так называемым критерием Фишера [1], которая подчиняется закону нормального распределения

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ ПРОЧНОСТИ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ ПРИОБСКОГО ПЛАТО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЭФФИЦИЕНТА ПОРИСТОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ ТЕКУЧЕСТИ

$$Z = \frac{1}{2} \{ \ln(1+r) - \ln(1-r) \}. \quad (6)$$

Среднее квадратическое отклонение величины Z вычисляется по формуле

$$\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{n-3}}. \quad (7)$$

В качестве примера приведем расчет надежности определения коэффициента корреляции для корреляционной зависимости между структурной прочностью и коэффициентом пористости лессового суглинка при показателе текучести $J_L < 0$. При вычислении коэффициент корреляции оказался равен $R=0,965$ при $N = 47$. Для оценки надежности применим критерий Фишера Z . Определим его по формуле (6)

$$Z = \frac{1}{2} \{ \ln(1+0,965) - \ln(1-0,965) \} = 2,0139. \quad (8)$$

Оценим надежность Z по формуле (7)

$$\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{47-3}}. \quad (9)$$

Величина Z может принимать значения

$$Z - t * \sigma_z \leq Z \leq Z + t * \sigma_z, \quad (10)$$

$$0,806 \leq Z \leq 3,222,$$

где $t = 8$ – коэффициент, определяемый по таблицам [2, приложение 1].

По таблице 2 (приложение 1), пользуясь крайними значениями Z из выражения (10), находим соответствующие им значения коэффициентов корреляции

$$0,522 \leq r \leq 0,998, \quad (11)$$

Следовательно, действительный коэффициент корреляции может быть заключен между 0,552 и 0,998. Вычислим минимально допустимые значения коэффициента корреляции

$$r_{\min} = \frac{\sqrt{47+36} - \sqrt{47}}{6} = 0,376. \quad (12)$$

Линейная корреляция установлена, так как нижний предел r в выражении (11) больше r_{\min} ($0,552 > 0,376$).

Аналогично оценивалась точность коэффициента корреляции во всех корреляционных зависимостях между структурной прочностью и коэффициентом пористости при различных показателях текучести лессовых супесей и суглинков.

Корреляционный анализ показывает четкую взаимосвязь структурной прочности и коэффициентов пористости лессовых просадочных супесей и суглинков. Высокое значение коэффициентов корреляции свидетельствуют о возможности использования значений коэффициентов пористости при различных показателях текучести для определения структурной прочности.

Анализируя построенные графики (рисунки 1-5) можно отметить, что структурная прочность лессовых супесей и суглинков в зависимости от коэффициента пористости увеличивается при уменьшении показателя текучести. Так же мы видим, что структурная прочность лессовых твердых супесей меньше структурной прочности лессовых твердых суглинков при одинаковом коэффициенте пористости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дукарский О.М., Закурдаев А.Т. Статистический анализ и обработка наблюдений на ЭВМ.: Статистика, 1991.
2. ГОСТ 20522-75. Грунты. Метод статистической обработки результатов определений характеристик. - М.: Изд-во стандартов, 1975.