

*СПОСОБЫ УСКОРЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ГРУНТОВ НА СЖИМАЕМОСТЬ***В.В. ДЕНИСЕНКО¹, П.А. ЛЯШЕНКО²**

¹*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2,
электронная почта: devivi@yandex.ru*

²*Кубанский государственный аграрный университет,
350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,
электронная почта: lyseich1@yandex.ru*

Описаны три способа ускорения испытаний грунтов на сжимаемость путем повышения точности измерителя осадки грунтов, путем экстраполяции их кривых консолидации и путем определения момента, с которого их осадка происходит по логарифмической зависимости. Отмечено что рассмотренные способы ускоряют испытания грунтов на сжимаемость при 6-ти ступенях нагрузки от 1,5 до 18 раз.

Ключевые слова: сжимающая нагрузка, стабилизация осадки, консолидация грунтов, измеритель осадки грунтов, прогнозируемая осадка.

Испытания грунтов на сжимаемость, согласно нормативным документам [1-3] производятся путем приложения сжимающей нагрузки ступенями с выдержкой каждой до стабилизации осадки грунта.

Длительность испытаний грунтов на сжимаемость значительно увеличивается при испытании мягко-пластичных глин, для которых на достижение стабилизации осадки на каждой ступени нагрузки требуется до нескольких суток, а на все ступени нагрузки – до нескольких недель.

Известные способы ускорения определения стабилизированной осадки грунтов [4-6] не нашли широкого применения, т.к. предусматривают задание параметров сокращения длительности испытаний до приложения сжимающей нагрузки без учета физических свойств грунтов и основаны на некоторых допущениях, снижающих достоверность конечных результатов.

Одним из способов ускорения определения стабилизированной осадки грунтов под действием приложенной сжимающей нагрузки, обеспечивающим достоверность результатов, может быть повышение точности измерителя осадки грунтов.

Если применить более точный измеритель осадки грунтов, например, с ценой деления не более 0,005 мм, т.е. в 2 раза точнее, то критерий стабилизации

осадки грунтов может быть уменьшен соответствующим образом не менее, чем в 2 раза.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями [7] установлено, что повышение точности измерителя осадки грунтов повышает точность определения показателей сжимаемости грунтов и позволяет уменьшить величину времени контролирования нормативной скорости осадки грунтов при ее стабилизации пропорционально повышению точности измерителя осадки грунтов и за счет этого ускорить испытания грунтов на сжимаемость, например, при 6-ти ступенях нагрузки в 1,5 раза. При этом если испытания грунтов на каждой ступени нагрузки заканчивать в момент, когда скорость их осадки снизится до нормативной, который можно установить по аппроксимирующей функции кривых консолидации грунтов на основе фактических данных для каждого испытываемого грунта, то достигается ускорение испытаний грунтов на сжимаемость в 2,7 раза.

Вторым способом ускорения определения стабилизированной осадки грунтов под действием приложенной сжимающей нагрузки, обеспечивающим достоверность результатов, может быть установление в процессе испытания конкретного грунта под действующей нагрузкой уравнения, описывающего осадку этого грунта до достижения стабилизации его осадки и позволяющего досрочно закончить испытание грунта под действующей нагрузкой и рассчитать величину его стабилизированной осадки [8].

Установить такое уравнение можно следующим образом.

После окончания приложения нагрузки в течение 1 ч через определенные интервалы времени, например, через 1, 2, 5, 10, 20, 30 и 60 мин измерить осадку грунта, соответственно $S_1, S_2 \dots S_7$. По значениям осадки грунта $S_1, S_2 \dots S_7$ вывести уравнение $S(t)$, по которому рассчитать прогнозируемое значение осадки грунта S^P_8 через определенное время, например, через 0,5 ч, а испытание грунта продолжить. Через 0,5 ч измерить значение фактической осадки грунта S_8 , которое сравнить с прогнозируемым S^P_8 . Если S^P_8 не совпадет с S_8 , в пределах допустимой погрешности, вывести 2-е уравнение $S(t)$ с учетом

последнего фактического значения осадки грунта S_8 и рассчитать очередное прогнозируемое значение осадки грунта S^p_9 через 0,5 ч, а затем сравнить его с фактическим S_9 через этот интервал времени и т.д. Как только прогнозируемое значение осадки грунта совпадет с допускаемой погрешностью с фактическим, испытания грунта под действующей нагрузкой можно закончить и по последнему уравнению $S(t)$ рассчитать стабилизированную осадку грунта S_c .

Теоретическими и экспериментальными исследованиями [9] установлено, что при реализации этого способа обеспечивается достоверность получаемых результатов, т.к. рассмотренное ускорение испытаний грунтов на сжимаемость основано на использовании фактических данных испытываемых грунтов в ходе испытаний, и ускорение испытаний грунтов на сжимаемость, например, при 6-ти ступенях нагрузки до 18 раз.

Третьим способом ускорения определения стабилизированной осадки грунтов под действием приложенной сжимающей нагрузки, обеспечивающим достоверность результатов, может быть установление момента действия нагрузки, начиная с которого осадка испытываемого грунта происходит по известному закону (уравнению), позволяющему досрочно закончить испытание грунта под действующей нагрузкой и рассчитать величину стабилизированной осадки грунта [10].

Установить момент, начиная с которого осадка грунта происходит по известному закону (уравнению), можно следующим образом.

Зададимся уравнением зависимости осадки грунта от времени при постоянной нагрузке

$$S_c = S_n + A \cdot \ln \frac{t_c}{t_n}, \quad (1)$$

где S_c и S_n – значение осадки грунта при действующей нагрузке соответственно стабилизированное и n -ое (текущее), мм;

t_c и t_n – время действия нагрузки после ее приложения до достижения значений осадки грунта соответственно S_c и S_n , ч;

A – параметр кривой консолидации грунта, вычисленный по данным наблюдения за осадкой испытываемого грунта в моменты времени t_n , t_{n+1} , t_{n+2} , мм.

После приложения нагрузки на испытываемый грунт через каждые равные интервалы приращения осадки грунта, например, $\Delta S = 0,005$ мм определяем время действия нагрузки. После того, как будут получены первые три последовательных значения времени действия нагрузки t_1 , t_2 и t_3 , проверяем не образуют ли они геометрическую прогрессию.

Откуда:

$$\frac{t_{n+1}}{t_n} = \frac{t_{n+2}}{t_{n+1}} \text{ при } \Delta S = \text{const.} \quad (2)$$

Если равенство (2) не обеспечивается, через очередное приращение осадки грунта $\Delta S = 0,005$ мм, то определяем следующее значение времени действия нагрузки t_4 и проверяем, не образуют ли три последних точки наблюдений t_2 , t_3 и t_4 геометрическую прогрессию. Аналогичным образом проверяем наличие геометрической прогрессии с очередными значениями t_5 , t_6 и т.д. Как только будет установлено, что три последних значения времени действия нагрузки образуют геометрическую прогрессию, испытание грунта под действующей ступенью нагрузки можно закончить и по уравнению (1) вычислить стабилизированную осадку грунта S_c .

Теоретическими и экспериментальными исследованиями [11] установлено, что при реализации этого способа обеспечивается достоверность получаемых результатов, т.к. рассмотренное ускорение испытаний грунтов на сжимаемость основано на использовании фактических данных испытываемых грунтов, и ускорение испытаний грунтов на сжимаемость, например, при 6-ти ступенях нагрузки до 18 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.

2. ГОСТ 20276-2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости.

3. Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород. В 2-х томах. Том 2. Лабораторные методы. – М.: Недра, 1984. – 438 с.

4. Веселовский В.М. Осадки сооружений во времени. – М.-Л.: Стройиздат, 1940. – 80с.

5. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов (Напряженно-деформативные и прочностные характеристики).-М.: Стройиздат, 1979.-304 с.

6. Аветикян Ю.А., Снежкин Б.А. Сокращение длительности лабораторных определений сжимаемости грунтов путем экстраполяции кривых консолидации // Технология и техника полевых испытаний грунтов (труды ПНИИИСа). – М., 1986. – С. 25-33.

7. Денисенко В.В., Ляшенко П.А. Ускорение испытаний грунтов на сжимаемость путем повышения точности измерителя осадки грунтов / Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – Краснодар: КубГТУ, 2014, № 4. – С. 223-225. – URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/220>.

8. Авт. св. СССР № 1502699 E02D 1/00. Способ определения деформационных характеристик грунтов / Ляшенко П.А., Горячев М.И., Денисенко В.В. // Открытия. Изобретения. 1989, № 31.

9. Денисенко В.В., Ляшенко П.А. Ускорение испытаний грунтов на сжимаемость путем экстраполяции их кривых консолидации / Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – Краснодар: КубГТУ, 2014, № 5. – С. 41-50. – URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/223>.

10. Авт. св. СССР № 1502700E02D 1/00. Способ определения деформационных характеристик грунтов / Ляшенко П.А., Горячев М.И., Денисенко В.В. // Открытия. Изобретения. 1989, № 31.

11. Денисенко В.В., Ляшенко П.А. Ускорение испытаний грунтов на сжимаемость путем определения момента, с которого их осадка происходит по логарифмической зависимости / Научные труды Кубанского государственного

технологического университета. – Краснодар: КубГТУ, 2014, № 5. – С. 51-61. – URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/224>.

REFERENCES

1. GOST 12248-2010 Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya kharakteristik prochnosti i deformiruemosti.
2. GOST 20276-2012 Grunty. Metody polevogo opredeleniya kharakteristik prochnosti i deformiruemosti.
3. Metodicheskoe posobie po inzhenerno-geologicheskomu izucheniyu gornyx porod. V 2-kh tomakh. Tom 2. Laboratornye metody. – M.: Nedra, 1984. – 438 s.
4. Veselovskiy V.M. Osadki sooruzheniy vo vremeni. – M.-L.: Stroyizdat, 1940. – 80s.
5. Goldshteyn M.N. Mekhanicheskie svoystva gruntov (Napryazhenno-deformativnye i prochnostnye kharakteristiki).-M.: Stroyizdat, 1979.-304 s.
6. Avetikyan YU.A., Snezhkin B.A. Sokrashchenie dlitelnosti laboratornykh opredeleniy szhimaemosti gruntov putem ekstrapolyatsii krivykh konsolidatsii//Tekhnologiya i tekhnika polevykh ispytaniy gruntov (trudy PNIISa)-M.,1986.-S. 25-33
7. Denisenko V.V., Lyashenko P.A. Uskorenie ispytaniy gruntov na szhimaemost putem povysheniya tochnosti izmeritelya osadki gruntov / Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – Krasnodar: KubGTU, 2014, № 4. – S. 223-225. – URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/220>.
8. Avt. sv. SSSR № 1502699 E02D 1/00. Sposob opredeleniya deformatsionnykh kharakteristik gruntov / Lyashenko P.A., Goryachev M.I., Denisenko V.V. // Otkrytiya. Izobreteniya. 1989, № 31.
9. Denisenko V.V., Lyashenko P.A. Uskorenie ispytaniy gruntov na szhimaemost putem ekstrapolyatsii ikh krivykh konsolidatsii / Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – Krasnodar: KubGTU, 2014, № 5. – S. 41-50. – URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/223>.

10. Avt. sv. SSSR № 1502700E02D 1/00. Sposob opredeleniya deformatsionnykh kharakteristik gruntov / Lyashenko P.A., Goryachev M.I., Denisenko V.V. // Otkrytiya. Izobreteniya. 1989, № 31.

11. Denisenko V.V., Lyashenko P.A. Uskorenie ispytaniy gruntov na szhimaemost putem opredeleniya momenta, s kotorogo ikh osadka proiskhodit po logarifmicheskoy zavisimosti / Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – Krasnodar: KubGTU, 2014, № 5. – S. 51-61. – URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/224>.

METHODS OF ACCELERATED TESTS FOR SOIL COMPRESSIBILITY

V.V. DENISENKO¹, P.A. LYASHENKO²

¹*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,
e-mail: devivi@yandex.ru*

²*Kuban State Agrarian University,
13, Kalinina st., Krasnodar, Russian Federation, 350044,
e-mail: lyseich1@yandex.ru*

Describes three ways of accelerating of soil tests on the compressibility by increasing the accuracy of the meter of subsidence of soil, by extrapolation, their consolidation and curves by determining the point at which their draught happens to be logarithmic. It is noted that the methods accelerate the testing of soils compressibility in 6 increments of load from 1.5 to 18 times.

Key words: compressive load, sludge stabilization, consolidation of soils, soil measuring rainfall, predicted sediment.