

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПРЕССИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТОРФА

*А. Л. НЕВЗОРОВ* – канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной геологии, оснований и фундаментов Архангельского государственного технического университета, г. Архангельск.

*А. В. НИКИТИН* – аспирант АГТУ, г. Архангельск.

Разработана новая методика проведения компрессионных испытаний образцов торфа. Нагрузку к образцам предлагается прикладывать в один прием с выдержкой 5...7 суток. По результатам испытаний определяются две зависимости: относительных деформаций и коэффициента консолидации от давления.

### ВВЕДЕНИЕ

Методика компрессионных испытаний регламентируется ГОСТ12248–96 [4] и пособием к СНиП 2.02.01–83 [9]. Основными требованиями указанных документов являются: соотношение высоты и диаметра образцов, значение и порядок приложения нагрузки, условная скорость стабилизации деформаций. Заметим, что при назначении последней характеристики не учитываются высота образца и условия дренирования поровой влаги. При исследовании компрессионной зависимости нагрузку наращивают ступенями, а коэффициент консолидации определяют при нагрузке, равной расчетному давлению под подошвой насыпи и прикладываемой в одну ступень.

Компрессионные испытания торфа проводились Л. С. Амаряном, В. Н. Брониным, Н. П. Коваленко, Д. Д. Козминым, Н. Н. Морарескулом и другими исследователями. В частности, В. Н. Бронин показал, что стабилизация деформаций торфа не наступает даже через 5 лет с момента нагружения образцов [1, 2].

Целью работы является совершенствование методики и сокращение продолжительности компрессионных испытаний торфа.

### 1. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнялись на компрессионно-фильтрационных приборах конструкции Д. Д. Козмина [8]. Высота образцов составляла 3, 5 и 7 см, площадь поперечного сечения – 60 см<sup>2</sup>. Отбор образцов выполнялся на неосвоенном болоте верхового типа. Торф имел следующие свойства: степень разложения – 5...15%, плотность – 0,95...1,05 г/см<sup>3</sup>, плотность частиц – 1,47...1,52 г/см<sup>3</sup>, коэффициент пористости – 18,6...19,8, влажность – 7,1...10,4, степень влажности – 0,97...1,00.

В первой серии опытов изучалось влияние на получаемые результаты способа приложения нагрузки. Образцы высотой 5 см испытывались как по стандартной методике (с постепенным наращиванием нагрузки – 12,5, 25, 50 и 100 кПа), так и приложением ее в один прием (25, 50 и 100 кПа). Каждую ступень выдерживали до условной стабилизации, при которой скорость деформаций образца не превышала 0,01 мм/сут. Испытания проводились при двустороннем дренировании поровой влаги.

Во второй серии опытов испытывались образцы высотой 3, 5 и 7 см при приложении нагрузки в одну ступень в условиях одностороннего и двустороннего дренирования поровой влаги.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

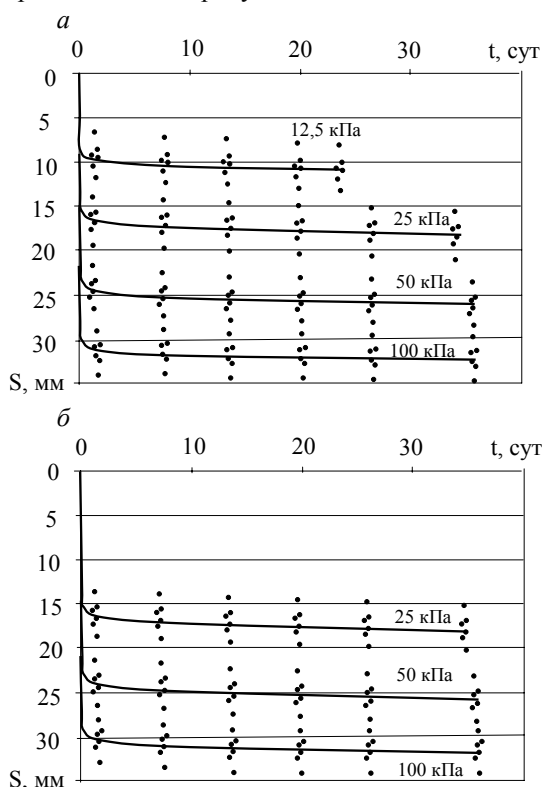
1. Обработка опытных данных показала, что при любых значениях нагрузки зависимость осадки  $S$  от времени  $t$  для всех испытанных образцов выражается степенным уравнением

$$S = kt^m, \quad (1)$$

где показатель степени  $m$  изменяется от 0,006 до 0,056.

Заметим, что степенная зависимость для различных типов грунтов была установлена многими исследователями [3, 5, 6].

Графики развития осадки во времени представлены на рисунке.



Графики зависимости осадки торфа от времени при ступенчатом увеличении загрузки образцов (а) и при ее однократном приложении (б)

Деформации образцов при ступенчатом увеличении нагрузки до 25, 50 и 100 кПа и приложении ее в один прием практически совпадают. Это согласуется с законом наложения деформаций Больцмана [3]. Незначительные расхождения связаны с неоднородностью образцов торфа.

Обработка данных показала, что, используя начальный участок графика  $S = f(t)$ , т. е., прервав опыты после 5...7 сут при скорости осадки 0,04...0,08 мм/сут, получаем значения  $k$  и  $m$ , практически совпадающие с найденными при испытаниях до условной стабилизации деформаций 0,01 мм/сут. При этом экстраполяция зависимости  $S = f(t)$  дает погрешность всего лишь в 0,5...3%.

Аналогичный результат был получен при компрессионных испытаниях образцов торфа, отобранных из-под песчаной насыпи: расчетные и фактические значения «конечной» осадки отличаются на 1...5% [7].

2. При увеличении высоты образцов их относительные деформации при одной и той же нагрузке снижаются. Это объясняется трением между образцом и поверхностью колец компрессионного прибора.

Обозначим соотношение деформаций

$$\eta = \varepsilon_i / \varepsilon_0, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_i$  – относительная деформация образцов высотой 5 и 7 см при одностороннем, 3, 5 и 7 см – при двустороннем дренировании;  $\varepsilon_0$  – относительная деформация образцов высотой 3 см, испытанных в условиях одностороннего дренирования.

Значения  $\eta$  при условии стабилизации деформаций 0,01 мм/сут представлены в табл.1, а время достижения условия стабилизации  $t_{st}$  – в табл. 2.

Таблица 1. Значения соотношения деформаций образцов торфа

Высота образца, см	Значения $\eta$ при давлении, кПа		
	25	50	100
<i>Одностороннее дренирование</i>			
7	0,87	0,91	0,94
5	0,89	0,94	0,97
3	1	1	1
<i>Двустороннее дренирование</i>			
7	0,90	0,93	0,96
5	0,92	0,96	0,99
3	1,03	1,02	1,02

Таблица 2. Время достижения условной скорости стабилизации деформаций торфа

Высота образца, см	Значения $t_{ст}$ (сут) при давлении, кПа		
	25	50	100
<i>Одностороннее дренирование</i>			
7	25	21	18
5	22	19	16
3	18	15	13
<i>Двустороннее дренирование</i>			
7	35	30	28
5	30	27	25
3	25	23	20

При одностороннем дренировании поровой влаги деформации образцов нарастают медленнее, чем при двустороннем, а условие стабилизации остается неизменным. Поэтому, как видно из табл. 1 и 2, в первом случае при условии стабилизации деформаций 0,01 мм/сут время проведения опытов сокращается на 27...36% при несколько меньших значениях осадки.

### ВЫВОДЫ

На основании проведенных экспериментов можно предложить следующие изменения в методике компрессионных испытаний торфа:

1. Проводить испытания 18...24 образцов в отличие от стандартных испытаний, где компрессионная зависимость определяется, как минимум, на 6 образцах и еще 6 образцов служат для определения коэффициента консолидации при давлении, характерном для основания. Нагрузку прикладывать в один прием, например, на каждые 6 образцов – 12,5, 25, 50, 100 кПа.

2. Опыты завершать через 5...7 сут с вычислением «конечной» осадки методом экстраполяции. При этом условие стабилизации деформаций назначать в зависимости от условий дренирования образцов и их высоты.

3. Вводить поправочные коэффициенты к относительным деформациям образцов различной высоты.

По результатам опытов будут получены две зависимости: относительных деформаций и коэффициента консолидации от давления. В этом случае образцы могут быть использованы для определения сопротивления торфа сдвигу.

### Список литературы

1. Бронин В. Н. Оценка ползучести скелета торфа по корреляционным зависимостям // Механика грунтов, основания и фундаменты: Межвуз. темат. сб. науч. тр.: Т. 2. / ЛИСИ. Л., 1977. С. 117–120.
2. Бронин В. Н. Исследование длительной ползучести торфов // Тез. докл. четвертого симпозиума по реологии грунтов. Самарканд: СамЦНТИ, 1982. С. 80–82.
3. Вялов С. С. Реологические основы механики грунтов: Учеб. пособие для строит. вузов. М.: Высш. школа, 1978. 447 с.
4. ГОСТ 12248 – 96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: Изд-во стандартов, 1995. 26 с.
5. Месчан С. Р. Механические свойства грунтов и лабораторные методы их определения. М.: Недра, 1974. 192 с.
6. Месчан С. Р. Экспериментальная реология глинистых грунтов. М.: Недра, 1985. 342 с.
7. Невзоров А. Л., Никитин А. В. Сокращение компрессионных испытаний торфа // Строительство и реконструкция деревянных жилых домов: Сб. тр. междунар. науч.-техн. конф. Архангельск: АГТУ, 2002.
8. Исследование уплотняемости и фильтрационных свойств гидролизного лигнина / А. Л. Невзоров, Д. Д. Козмин, Г. В. Северова, В. В. Коптяев // Изв. вузов. Лесной журнал. 1995. №1. С. 86–90.
9. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01–83) / НИИОСП. М.: Стройиздат, 1986. 415 с.