

МЕХАНИКА ГРУНТОВ

С. Р. Месчян

К вопросу об описании ползучести связных грунтов  
 нарушенной структуры

(Представлено Н. Х. Арутюняном 25. IV. 1955)

В ряде работ по механике грунтов, в частности в работе Н. Я. Денисова (1), установлено, что процесс деформирования глинистых грунтов во времени в значительной степени обусловлен сопротивлением вязкому перемещению друг относительно друга частиц и агрегатов грунта.

В связи с этим, для учета вязкого характера доформации грунтов В. А. Флорин (2) впервые в теорию уплотнения земляных масс ввел понятие о ползучести грунта, причем для учета ползучести была использована теория ползучести Н. Х. Арутюняна (3).

В настоящей работе для описания семейства кривых ползучести грунта, применяются для меры ползучести его, выражения вида (3, 4):

$$c(t, \tau) = \varphi(\tau) [1 - e^{-\tau(t-\tau)}] \quad (1)$$

или несколько видоизмененная его форма, а именно

$$c(t, \tau) = \psi(\tau) + |\varphi(\tau) - \psi(\tau)| [1 - e^{-\tau(t-\tau)}], \quad (2)$$

в зависимости от продолжительности действия внешних нагрузок.

В выражениях (1) и (2)  $\varphi(\tau)$  — предельная мера ползучести,  $t$  — время,  $\tau$  — момент приложения нагрузки,  $\psi(\tau)$  — величина деформации ползучести за интервал времени один час. Причем, при рассмотрении только одной кривой ползучести  $\varphi(\tau) = \text{const}$  и  $\psi(\tau) = \text{const}$ .

После приложения внешней нагрузки грунт в каждый момент времени приобретает определенные физические и механические свойства, отличные от предыдущих свойств, т. е. имеет место старение грунта.

Для выяснения влияния старения на ползучесть грунта, когда внешняя нагрузка не постоянна, нарастание нагрузки представлено в виде последовательно приложенных равных нагрузок через определенные интервалы времени.

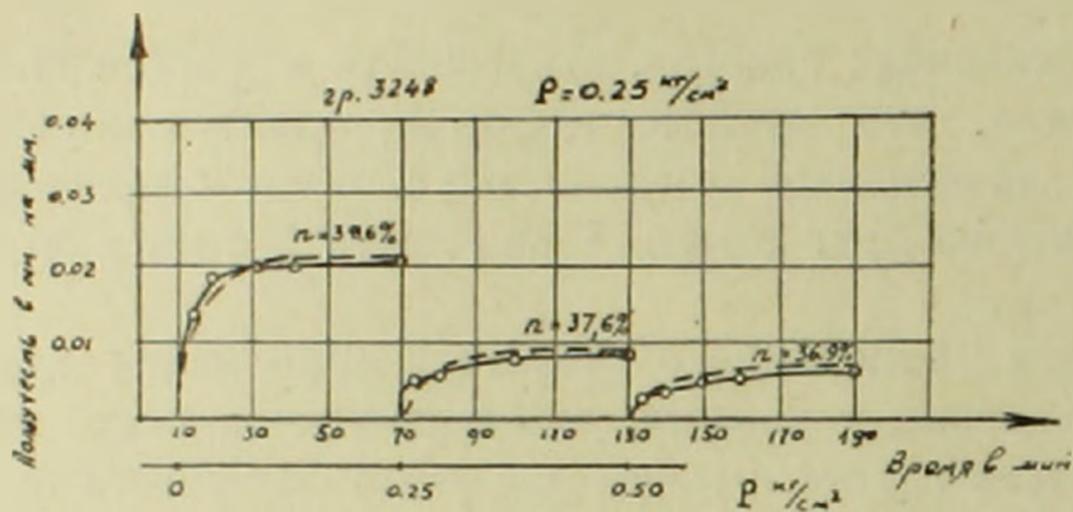
Для описания кривых ползучести при сжатии без возможности бокового расширения для примера использованы эксперименты, проведенные над двумя образцами грунта нарушенной структуры.

Физические характеристики грунтов до опыта сведены в табл. 1.

Опыты проводились на компрессионно-фильтрационном приборе — комфильметре Г. И. Тер-Степаняна. Размеры образцов: высота 10 мм, диаметр — 70 мм.

Лаб. №№ грунтов	Структура	Наименова- ние грунта	Удель- ный вес в г/см <sup>3</sup>	Объем- ный вес в г/см <sup>3</sup>	Кoeffиц. пористости	По- рист. в проц.
3248	Нарушен- ная	Тяжелый суглин.	2,75	2,06	0,658	39,6
3439	.	Пылеватый суглинок	2,75	1,61	1,260	55,8

На графике фиг. 1 сплошными линиями показаны кривые ползучести грунта 3248 при ступенчатом приложении сжимающей нагрузки по 0,25 кг/см<sup>2</sup> через каждые 60 минут. Из графика следует, что при переходе от одной ступени нагрузки к другой, ввиду старения грунта,



Фиг. 1.

значительно уменьшается деформация ползучести, несмотря на то, что величина нагрузки равна нагрузке предыдущей ступени.

Такое поведение грунта, объясняется увеличением плотности сложения

частич, увеличением вязкости связанной воды и проявлением сцепления.

Для описания ползучести, при ступенчатом приложении нагрузок с более длительным выдерживанием образца грунта под каждой ступенью нагрузки, приведем пример исследования грунта нарушенной структуры (лаб. № 3439).

Как видно из графика фиг. 2, форма кривых ползучести несколько отличается от поведения кривых ползучести, представленных на фиг. 1, не всегда предельное значение деформации ползучести от данной ступени нагрузки меньше предыдущей ступени. Это явление можно объяснить влиянием незаконченного процесса ползучести от предыдущей ступени нагрузки.

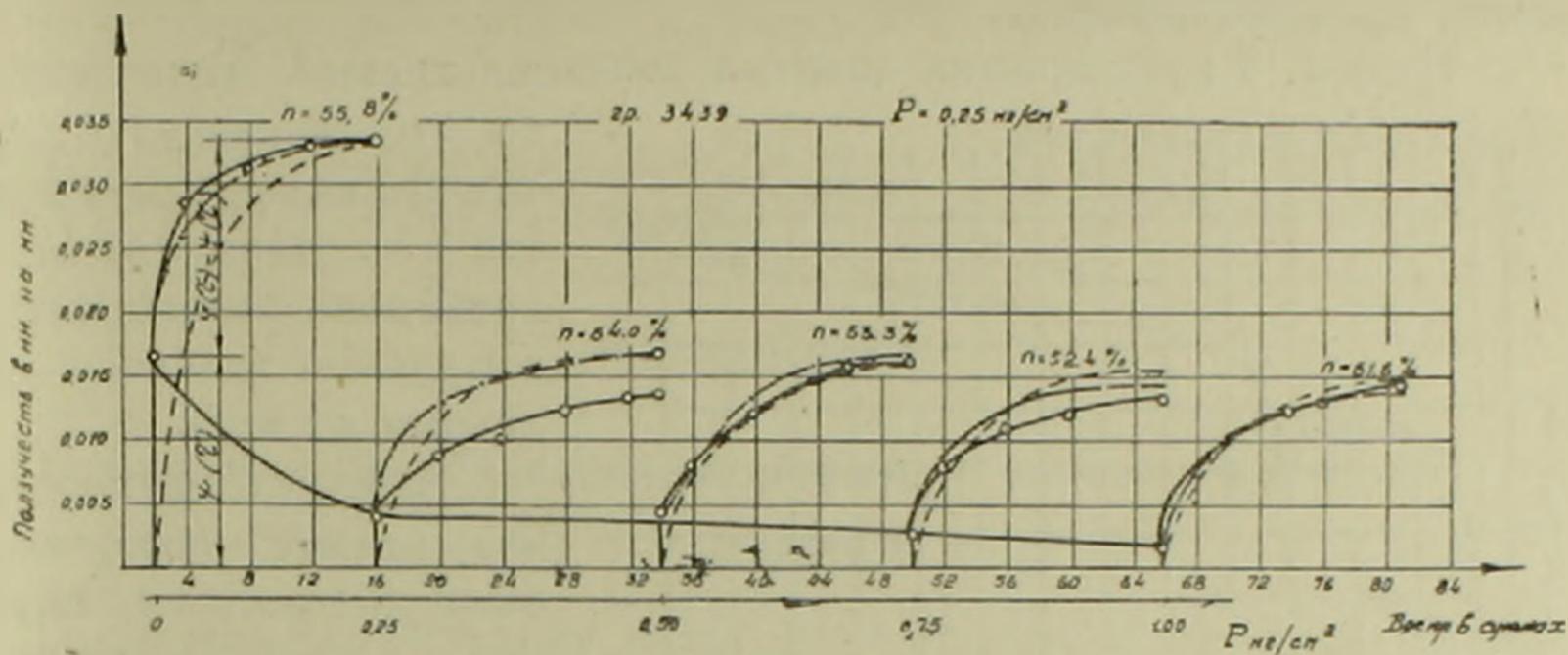
Для описания семейства кривых ползучести, представленных на фиг. 1, использовано выражение (1), а на фиг. 2 — выражения (1) и (2).

В этих графиках помимо оси абсцисс, которая представляет собой время  $t$ , введена дополнительная линия, параллельная оси абсцисс, на которой обозначены напряжения сжатия, соответствующие состоянию грунта перед приложением нагрузки в момент времени  $\tau$ . Следовательно, под  $\tau$  будем подразумевать время приложения нагрузки, при котором грунт находится в определенном напряженном состоянии и обладает определенными физико-механическими свойствами.

Функция  $\varphi(\tau)$  определялась выражением вида (3):

$$\varphi(\tau) = c_0 + \frac{A_0}{\tau}, \quad (3)$$

где  $c_0$  — величина деформации ползучести, соответствующая последней ступени нагрузки, т. е. в данном случае она соответствует случаю, когда значения пористости грунта, при приложении последней ступени нагрузок, равны 36,9 и 51,6% (фиг. 1 и 2).



Фиг. 2.

Коэффициенты  $A_0$  и  $\gamma$  подобраны так, чтобы кривые, вычисленные по выражениям (1) и (2) дали бы хорошее совпадение с данными опыта. Например, для семейства кривых фиг. 1  $c_0 = 0,0063$  мм на 1 мм,  $A_0 = 0,147$ ,  $\gamma = 0,15$ , а для фиг. 2  $c_0 = 0,0115$  мм на 1 мм,  $A_0 = 0,010$  и  $\gamma = 0,35$ .

На фиг. 1 и 2 пунктирными линиями показаны кривые, вычисленные по формуле (1), а на фиг. 2 линиями точка — тире кривые, вычисленные по выражению (2). Как не трудно заметить, последние кривые дают лучшее совпадение с опытными кривыми.

Наконец рассмотрим пример описания ползучести грунта (лаб. № 3248) при сдвиге, при постоянной сжимающей нагрузке  $1 \text{ кг/см}^2$  и сдвигающей нагрузке (фиг. 3), приложенной равными ступенями (по  $0,25 \text{ кг/см}^2$ ).

При этом следует отметить, что величина сдвигающих нагрузок значительно ниже того значения, которое соответствует предельному состоянию грунта при сдвиге.

Опыт проводился в односрезном приборе А. А. Ничипоровича. Первая ступень сдвигающей нагрузки была приложена после полной стабилизации грунта от сжимающей нагрузки  $P = 1 \text{ кг/см}^2$ , а вторая ступень — после затухания деформации сдвига от первой ступени нагрузки.

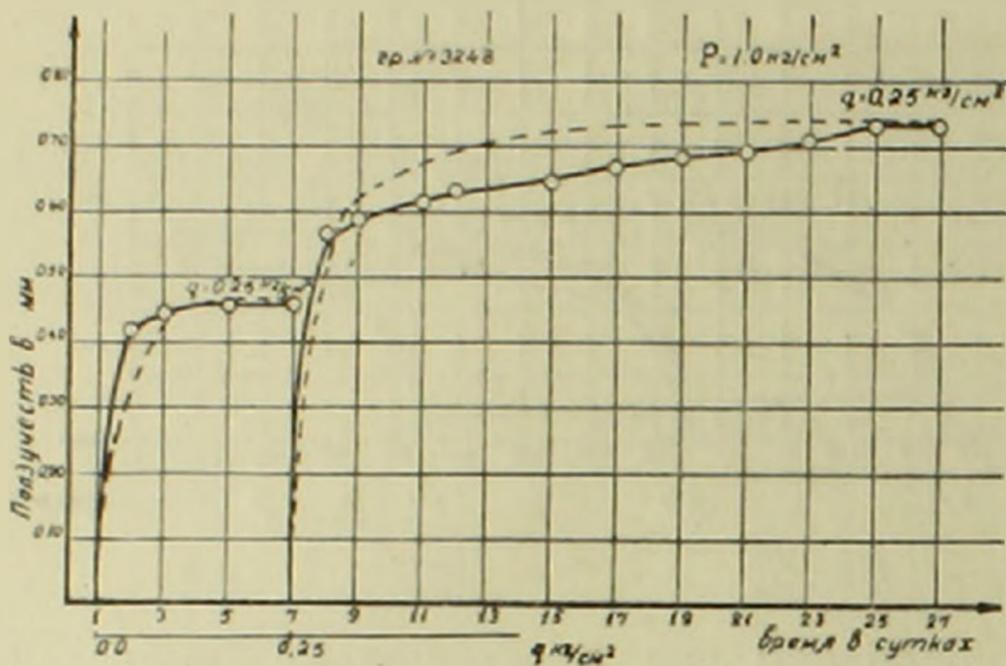
В этом случае при переходе от одной ступени сдвигающей нагрузки к другой имеет место не уменьшение, а увеличение деформации ползучести. Это объясняется тем, что образец грунта, при сохранении почти постоянной пористости, перед приложением следующей ступени нагрузки, находится в некотором предварительно-напряженном состоянии, которое способствует увеличению деформации ползучести от этой ступени нагрузки.

Для описания семейства кривых ползучести при сдвиге использована основная зависимость меры ползучести (1), а что касается функции  $\varphi(\tau)$ , то ей придан следующий вид:

$$\varphi(\tau) = c_0 - \frac{A_0}{\tau}, \quad (4)$$

что удовлетворяет условию  $\lim_{\tau \rightarrow \infty} \varphi(\tau) = c_0$ . Параметры  $c_0$ ,  $A_0$  и  $\gamma$  имеют прежние значения.

На фиг. 3 пунктирными линиями показаны кривые, вычисленные



Фиг. 3.

по выражению (1) с учетом (4). Как в предыдущем, так и в этом случае  $\tau$  принимает только положительные значения, отличные от нуля.

Следует отметить, что кривые ползучести были построены с вычетом „условно-мгновенной“ деформации от полной деформации. Под „условно-мгновенной“ деформацией понимается

деформация, соответствующая пятой секунде после приложения нагрузки.

Автор выражает глубокую признательность члену-корреспонденту АН СССР В. А. Флорину, действительному члену АН АрмССР Н. Х. Арутюняну и канд. техн. наук Г. И. Тер-Степаняну, ценные указания которых были учтены при подготовке статьи к опубликованию.

Институт строительных материалов и сооружений Академии наук Армянской ССР

Ս. Ռ. ՄԵՍՉՅԱՆ

### Խախտված ստրուկտուրա ունեցող կապակցված գրունտների սողի նկարագրման հարցի շուրջը

Հոդվածում բերվում է խախտված ստրուկտուրա ունեցող կապակցված գրունտների սողի էքսպերիմենտալ ուսումնասիրության այն դեպքը, երբ արտաքին բեռը հաստատուն չէ, այլ աճում է ժամանակի ընթացքում հաստատուն աստիճաններով:

Էքսպերիմենտալ հետազոտությունների շնորհիվ պարզված է, որ վերոհիշյալ գրունտների սողի կորերի ընտանիքները նրա սեղմման և սահի դեպքում, նկարագրվում են Ն. Ք. Հարությունյանի սողի տեսության, սողի չափի արտահայտությամբ և այդ արտահայտության մի փոքր ձևափոխված ձևով:

### ЛИТЕРАТУРА — ՎՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> Н. Я. Денисов, О природе деформации глинистых пород, изд. Минречфлота, М., 1951. <sup>2</sup> В. А. Флорин, Изв. АН СССР, ОТН, № 6, 1953. <sup>3</sup> Н. Х. Арутюнян, Некоторые вопросы теории ползучести, Изд. технико-теоретической лит., М., 1952. <sup>4</sup> С. Р. Месчян, Изв. АН АрмССР, серия ФМЕТ наук, т. VII, № 6, 1954.