

С. Р. Месчян

### Методика определения характеристик ползучести скелета глинистых грунтов применительно к условиям одномерного уплотнения

Изучение закономерностей и определение параметров, характеризующих ползучесть глинистого грунта, являются сложной и трудоемкой работой, требующей длительного испытания большого количества образцов, обладающих одинаковыми физико-механическими свойствами.

Если изготовление большого количества образцов с одинаковыми свойствами при испытании грунтов нарушенной структуры все же возможно, то получение таких при испытании образцов ненарушенной структуры очень трудно, порою даже невозможно. Поэтому необходимо стремиться к уменьшению количества испытываемых образцов при изучении деформаций ползучести глинистых грунтов разработкой приближенных, простых, но достаточно точных методик исследований. Как известно, для определения зависимости напряжение сдвига—скорость деформации сдвига Н. Н. Маслов [1] испытывает один образец, а метод, позволяющий определить длительную прочность грунтов испытанием одного образца, предложен М. Н. Гольдштейном [2].

Как известно, для представления зависимости напряжение—деформация ползучести—время в виде интегральных соотношений линейной (1) и нелинейной (2) теорий упруго-ползучего тела Г. Н. Маслова—Н. Х. Арутюняна [3, 4]

$$l(t) = \frac{\sigma(t)}{E(t)} - \int_{\tau_0}^t \sigma(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left[ \frac{1}{E(\tau)} + C(t, \tau) \right] d\tau, \quad (1)$$

$$l(t) = \frac{\sigma(t)}{E(t)} - \int_{\tau_0}^t \sigma(\tau) \frac{1}{\partial \tau} \left[ \frac{1}{E(\tau)} \right] d\tau - \int_{\tau_0}^t F[\sigma(\tau)] \frac{\partial C(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau \quad (2)$$

необходимо знать меру ползучести материала  $C(t, \tau)$ , зависимость напряжение—деформация ползучести (в случае нелинейной ползучести—функцию напряжения  $F(\sigma)$ ), а также необходимо экспериментально доказать справедливость закона наложения Больцмана [5] для деформации ползучести.

Мера ползучести  $C(t, \tau)$  представляет собой изменение деформации материала во времени при постоянной единичной нагрузке  $\sigma = 1 \text{ кг/см}^2$ , приложенной к нему в возрасте  $\tau$ . Она определяется из соответствующего эксперимента.  $F(\sigma)$  — функция напряжения, характеризующая нелинейную зависимость между напряжениями и деформациями ползучести, определяется из семейства опытных кривых ползучести,  $t$  — время, для которого определяется деформация.

В наших работах [6, 7], опубликованных ранее, вопросам определения меры ползучести и функции напряжения уделено большое место, поэтому на этих вопросах мы здесь не остановимся. Что же касается проверки справедливости закона наложения для деформаций ползучести, то, поскольку в работе [6] рассмотрен только один частный случай, позволим себе несколько подробнее осветить этот вопрос.

Закон наложения для деформаций ползучести материалов, обладающих свойством старения, то есть изменчивостью механических свойств во времени, при линейной и нелинейной ползучести выражается зависимостями (3) и (4)

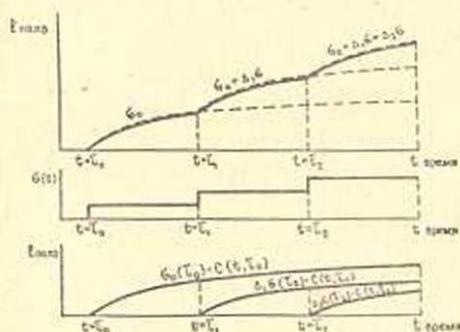
$$I_{\text{полз.}}(t) = \sigma_0(\tau_0) C(t, \tau_0) + \Delta_1 \sigma(\tau_1) C(t, \tau_1) + \dots + \Delta_i \sigma(\tau_i) C(t, \tau_i) \quad (3)$$

$$I_{\text{полз.}}(t) = F[\sigma_0(\tau_0)] C(t, \tau_0) + \Delta_1 F[\sigma(\tau_1)] C(t, \tau_1) + \dots + \Delta_i F[\sigma(\tau_i)] C(t, \tau_i). \quad (4)$$

Из выражений (3) и (4) следует, что деформация ползучести материала, обладающего свойством „старения“, при ступенчатом его нагружении, к моменту времени  $t$  определяется суммированием приращений деформаций ползучести от приращения напряжений, соответствующих его возрасту в моменты приложения нагрузок (фиг. 1).

Для глинистого грунта, обладающего как уплотнением, так и „старением“, влияние указанных факторов на характер протекания деформации ползучести может проявляться в трех различных сочетаниях как вместе, так и независимо друг от друга.

1. Изменяемость деформации ползучести при переходе от одной ступени нагрузки к другой в основном обусловлена изменчивостью плотности грунта, влиянием внутренних физико-химических процессов, протекающих во времени, можно пренебречь. (Этот случай соответствует кратковременным испытаниям, испытаниям „старых“ грунтов упрочнение во времени которых завершено, и нагрузкам, превышающим предел структурной прочности грунта [7]).

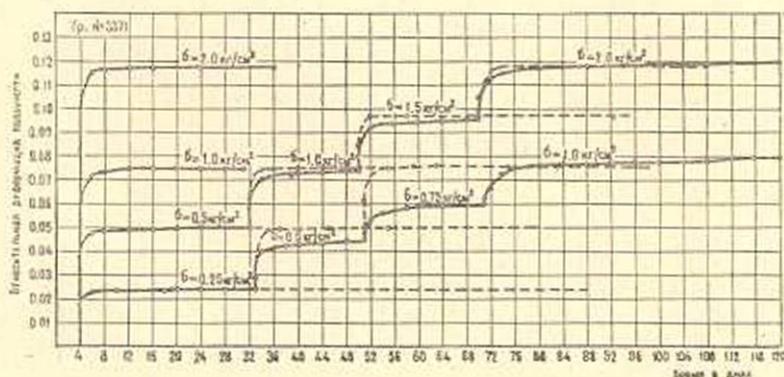


Фиг. 1.

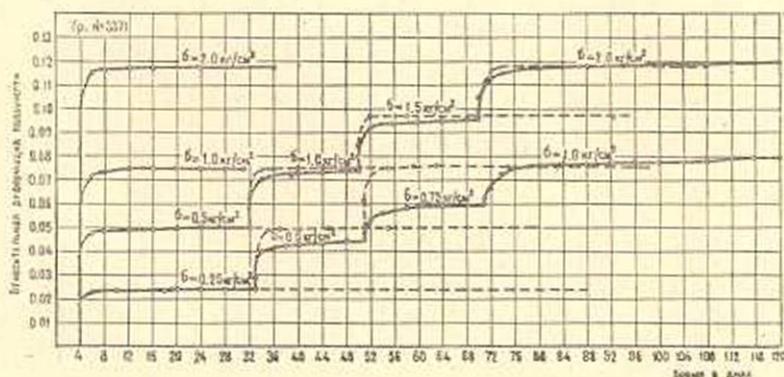
Рассматриваемый случай характеризуется тем, что одному и тому же приращению напряжения соответствуют одни и те же деформации ползучести как при их нарастании ступенями, так и при испытании грунтов постоянными напряжениями. Это условие экспериментально выражается тем, что независимо от того, по какому закону происходит нагружение материала, его конечная деформация ползучести равна деформации ползучести, возникающей от силы, равной сумме всех приложенных сил (фиг. 2 и 3). А это значит, что деформация ползучести грунта при ступенчатом нарастании нагрузок может быть определена из семейства кривых ползучести, полученных испытанием образцов-близнецов при различных постоянных напряжениях. Следовательно, проверку принципа наложения следует выполнить точно так, как это делается для „старого“ бетона, когда влиянием его возраста на ползучесть можно пренебречь [8].

В соответствии с изложенным полная деформация ползучести к моменту времени  $t$  определяется как сумма приращений деформаций ползучести [8]

$$l_{\text{полз.}}(t) = \sum [F(\sigma_i) - F(\sigma_{i-1})] C(t - \tau_i) \quad (5)$$



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Мера ползучести  $C(t - \tau)$  зависит только от длительности действия нагрузки  $(t - \tau)$ .

На фиг. 2б и 3 приведены два примера проверки справедливости принципа наложения для деформации ползучести, соответствующие рассмотренному здесь случаю. Опыты проводились на образцах на-

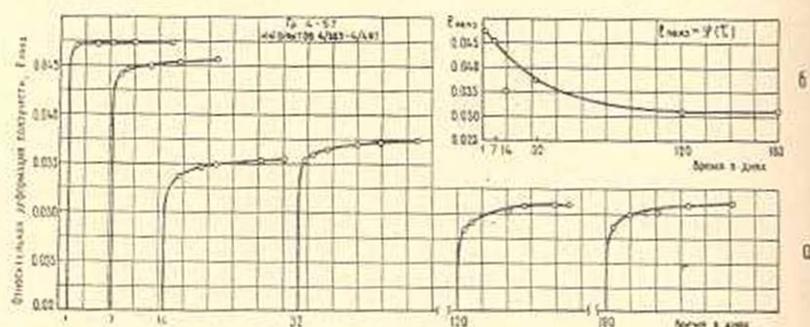
рушенной структуры в компрессионных приборах при влажности, равной влажности грунтов при пределе текучести. Высота образцов 20 мм, диаметр 70 мм.

Из графиков фиг. 2 и 3 следует, что закон наложения для деформации ползучести глинистых грунтов справедлив. Вместе с тем надо отметить, что кривые, построенные по указанному закону на начальных участках, непосредственно примыкающих к моменту приложения ступеней нагрузок, более крутые. Это явление присуще случаю испытания грунтов нагрузками, превышающими их структурную прочность, и обусловлено лавинным разрушением их структурного каркаса, протеканием большей части деформации в самом начале процесса ползучести.

При более медленном нарастании нагрузок процесс ползучести протекает значительно медленнее, хотя конечные деформации ползучести не зависят от способа загрузки.

2. Изменяемость деформации ползучести в процессе ступенчатого нагружения обусловлена как уплотнением, так и упрочнением во времени по причинам внутренних физико-химических процессов. Причем указанные факторы независимы друг от друга.

В этом случае, как и в случае ползучести стареющего бетона [8], влияние упрочнения грунта во времени учитывается функцией старения  $\varphi(\tau)$ , определяемой из семейства кривых ползучести, показанной на фиг. 4.



Фиг. 4.

Каждая кривая из указанного семейства получена испытанием образца в возрасте  $\tau_1$ , под которым понимается время от начала изготовления образца до момента его испытания постоянной нагрузкой ( $\tau = 0,25 \text{ кг/см}^2 = \text{const}$ ).

Проверка справедливости закона наложения осуществляется по изложенному выше способу, а для учета влияния упрочнения грунта во времени приращение деформаций от приращения напряжений умножаются на функцию старения  $\varphi(\tau)$ , которая определяется по кривой  $E_{\text{полз}} = \varphi(\tau)$  (фиг. 4б).

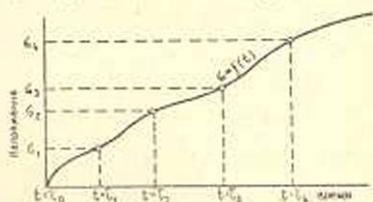
Изложенный случай не представляет особого практического интереса, поскольку упрочнение грунта во времени и уплотнение

взаимно тесно связаны. Поэтому определение влияния упрочнения грунта во времени на изменяемость деформации ползучести, вне зависимости от его уплотнения, практически не является возможным.

3. Наиболее общим является случай, когда изменяемость деформации ползучести обусловлена указанными в пункте 2 факторами, которые взаимно связаны и оказывают друг на друга влияние.

Этот случай при постоянной скорости нарастания нагрузок был рассмотрен в работе [6]. Если рост напряжений во времени происходит по некоторому произвольному закону (фиг. 5), для осуществле-

ния перехода от кривых ползучести, определенных при различных постоянных нагрузках, к кривой ползучести, соответствующей переменной нагрузке, необходимо знать зависимости  $\sigma - t_{\text{полз}}$  и  $C(t - \tau)$  в различных состояниях плотности-влажности и структурной прочности грунта. Для этого необходимо иметь несколько семейств кривых [7], характеризующих свой-



Фиг. 5.

ства ползучести грунта в различных его состояниях, обусловленных величиной и длительностью действия предварительно уплотняющих нагрузок.

Длительность предварительного уплотнения  $t = \tau_0, \tau_1 \dots \tau_i$  серии образцов-близнецов является переменной величиной. Она определяется из графика кривой  $\sigma = f(t)$  (фиг. 5). Причем для осуществления указанного выше перехода, по выражениям (3) и (4), состояние материала, определяемое по  $\sigma$ , необходимо выразить через  $\tau$ , то есть через моменты приложения нагрузок (фиг. 5).

Следует отметить, что как в случае, изложенном в пункте 2, так и в пункте 3 конечная деформация ползучести грунта, определенная при росте нагрузок ступенями, будет всегда *меньше*, чем деформация ползучести, возникающая от нагрузки, равной сумме всех приложенных нагрузок.

На основании приведенных многочисленных исследований по определению закономерностей деформаций глинистых грунтов с учетом фактора времени позволили автору (применительно к условиям одномерного уплотнения) разработать приближенную методику определения всех основных характеристик ползучести их скелета. Предлагаемая методика в несколько раз сокращает объем работ без существенного ущерба точности получаемых результатов. Она позволяет для определения характеристик ползучести какого-либо *конкретного состояния* („возраста“) *грунта* в начале загрузки обходиться испытанием двух образцов-близнецов или же четырех образцов-близнецов при двукратном повторении опыта.

Согласно предлагаемой методике, первый (или первая пара) образец-близнец испытывается на ползучесть при единичной нагрузке  $\sigma = 1 \text{ кг/см}^2$  для определения меры ползучести  $C(t - \tau)$  [4]

$$C(t-\tau) = C_0 [1 - e^{-\gamma(t-\tau)}], \quad (6)$$

а второй (или вторая пара) образец испытывается на ползучесть при нарастании нагрузок во времени ступенями (через равные интервалы времени) для определения зависимости напряжение-деформация ползучести и функции напряжения  $F(\sigma)$  [8]

$$F(\sigma) = \alpha\sigma + \beta\sigma^n. \quad (7)$$

В выражениях (6) и (7)  $C_0$ ,  $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $n$  — определяемые из опыта параметры,  $l$  — основание натуральных логарифмов.

Испытание грунта на ползучесть при  $\sigma = 1 \text{ кг/см}^2$  и определение параметров, входящих в (6), выполняется как обычно и не представляет особых трудностей. Что же касается определения  $F(\sigma)$ , то в этом случае очень важен вопрос правильного выбора интервала приложения ступеней нагрузок.

Из работы автора, опубликованной ранее [7] (1963), известно, что кривые ползучести, соответствующие различным нагрузкам, не подобны, поэтому и  $F(\sigma)$  зависит от продолжительности загрузки  $t$ . Причем неподобие указанных кривых проявляется особенно сильно при небольших  $t$ , а после постепенно исчезает. Установлено, что при  $t > 7-14$  суток (в зависимости от величины нагрузок) кривые ползучести практически становятся подобными, а  $l_{\text{полз.}} = f(\sigma)$  — независимой от длительности испытания. А это значит, что интервал между приложением нагрузок может колебаться в пределах указанных выше цифр (желательно 14 дней). Желательно, чтобы величина ступени нагрузки была постоянной, но это не обязательно. Если заранее известен закон нарастания напряжения во времени, величины ступеней нагрузок могут быть определены из указанного условия.

Надо отметить, что для определения  $C(t-\tau)$  испытание образца при  $\sigma = 1 \text{ кг/см}^2$  необязательно. Наоборот, если напряжение наращивается достаточно медленно, указанное испытание надо выполнить при  $\sigma = 0,1, 0,2$  или  $0,3 \text{ кг/см}^2$ . В этом случае параметры  $\gamma$  и  $C_0$ , входящие в уравнение (6), будут определяться по кривой, соответствующей  $\sigma = 1 \text{ кг/см}^2$ , полученной на основании опытной кривой и зависимости  $l_{\text{полз.}} = f(\sigma)$ .

Приведем два примера определения зависимости (7) и проверки закона наложения для деформации ползучести новошвейцарской глины (лаб. № 7-57) и суглинка (лаб. № 2-57).

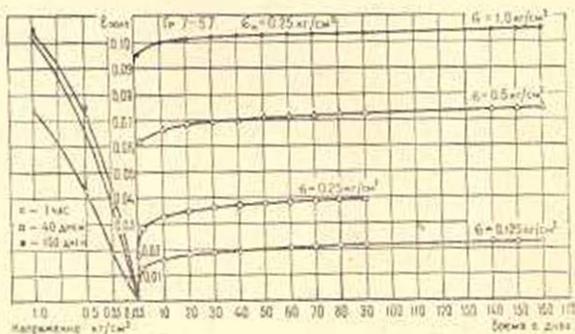
Таблица 1

Наименование грунта	№ лаб.	Удельный вес г/см <sup>3</sup>	Пределы пластичности, %		
			предел текучести	предел пла- стичности	число пла- стичности
Глина	7-57	2.63	64.4	30.5	33.9
Суглинок	2-57	2.66	31.3	18.6	12.7

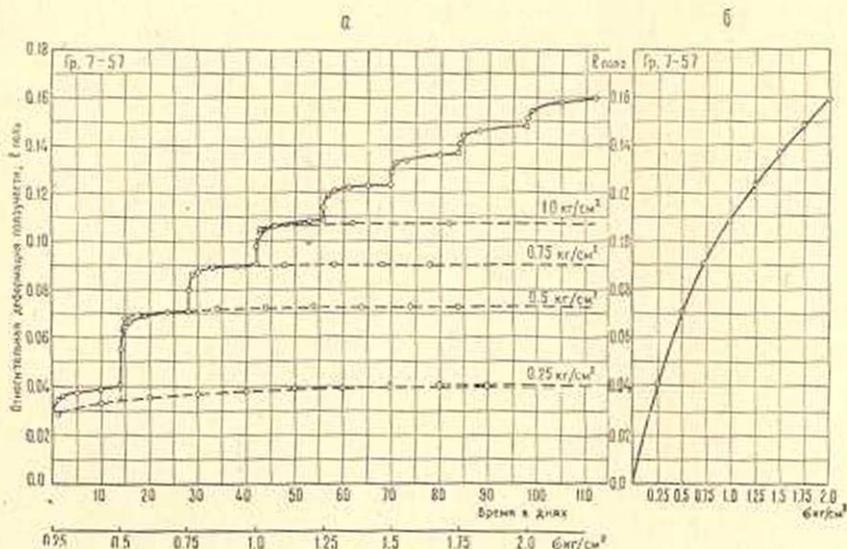
Познакомимся с проверкой закона наложения грунта 7-57, выполненной по изложенной в пункте 1 методике, и сопоставим ее результаты с результатами, полученными по [предлагаемой приближенной методике.

Опыты проводились в компрессионных приборах на предварительно уплотненных в течение двух месяцев (под нагрузкой  $\sigma = 0,25 \text{ кг/см}^2$ ) образцах-близнецях.

На графике фиг. 7а пунктирами показана кривая ползучести, построенная по закону наложения на основании семейств кривых ползучести (фиг. 6) и методике, изложенной в пункте 1. Сопоставление этой и экспериментальной кривых (сплошная линия) показывает, что для деформации ползучести глины 7-57, как и в приведенных выше двух случаях, закон наложения справедлив.



Фиг. 6.



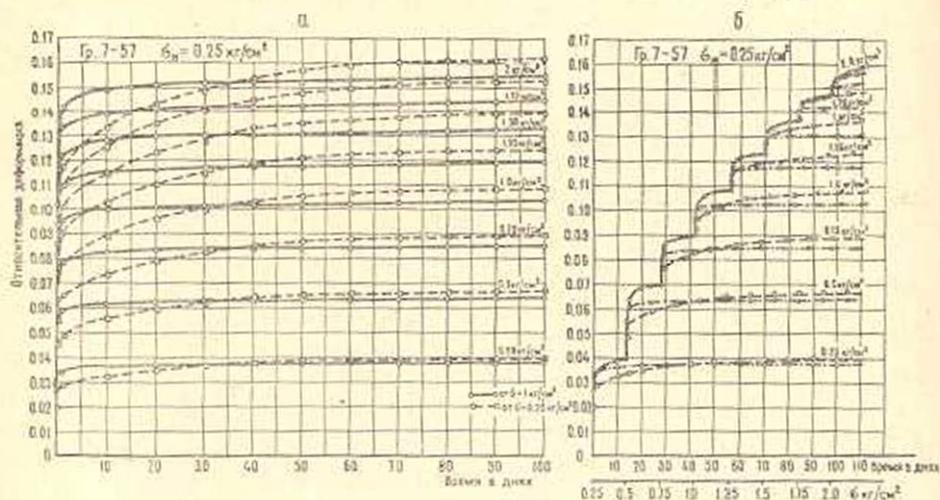
Фиг. 7.

Теперь на основании того же примера познакомимся с предлагаемой методикой и результатом проверки закона наложения, выполненной по этой методике.

Как мы уже говорили, предлагаемая методика основана на использовании двух экспериментальных кривых: а) кривой ползучести, определенной испытанием образца-близнеца постоянной нагрузкой и б) кривой, полученной при ступенчатом нагружении другого образца-близнеца. Если первой является кривая ползучести от единичного напряжения ( $\sigma = 1 \text{ кг/см}^2$ ), приведенная на фиг. 6, а второй — экспериментальная кривая, приведенная на фиг. 7а (показана сплошной линией), то на основании последней определяются кривая, аналитическое выражение зависимости  $l_{\text{полз.}} = f(\sigma)$  и функция напряжения  $F(\sigma)$

$$F(\sigma) = 4,54\sigma - 3,54\sigma^{1.1}. \quad (8)$$

На фиг. 8а сплошными линиями показаны кривые ползучести, полученные умножением ординат кривой ползучести, определенной при  $\sigma = 1$ , на функцию напряжения (8). Кривая напряжения, построенная на основании указанного семейства, показана на фиг. 8б линиями точка-тире-точка. Из указанного графика следует, что кривая наложения, построенная по предлагаемой методике, расходится с экспериментальной кривой больше, чем в случае, рассмотренном на фиг. 7а. Однако, их расхождение в худшем случае достигает 15%, что, конечно, допустимо, ибо разброс опытных данных при параллельном испытании нескольких образцов-близнецов того же порядка.



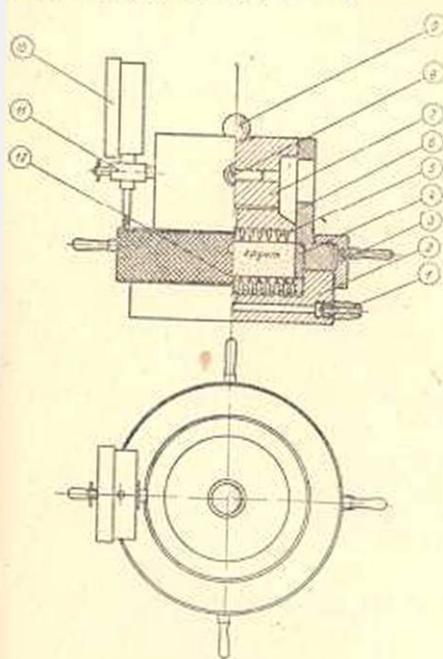
Фиг. 8.

Из графика 8б также следует, что указанные выше кривые существенно отличаются по форме. Деформации ползучести по кривой, построенной по предлагаемой методике, затухают быстрее, чем это имеет место на самом деле. Ясно, что это явление обусловлено различием между величиной ступени нагрузки и нагрузкой ( $\sigma = 1.0 \text{ кг/см}^2$ ), приложенной к образцу грунта для определения меры ползучести  $S(t - \tau)$ .

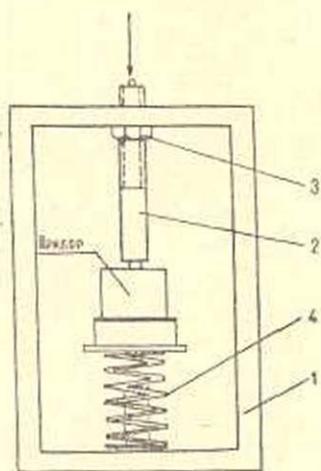
Чтобы избежать изложенного явления, испытание образца на ползучесть при  $\sigma = \text{const}$  необходимо выполнить при напряжении, равном или близком к величине ступени напряжения. Как, например, если в рассмотренном примере вместо кривой ползучести  $\sigma = 1 \text{ кг/см}^2$  использовать кривую, определенную испытанием образца-близнеца грузкой  $\sigma = 0,25 \text{ кг/см}^2$  (фиг. 6), на основании этой кривой и зависимости  $I_{\text{полз.}} = f(\sigma)$  построить семейство кривых ползучести для различных  $\sigma$  (на фиг. 8а показаны пунктирами) и выполнить проверку справедливости закона наложения (фиг. 8б, кривая точка-тире-точка), можно будет убедиться в вышесказанном. В этом случае кривая напряжения достаточно точно характеризует изменения деформации ползучести при ступенчатом нагружении грунта.

Наконец, рассмотрим еще один пример определения зависимости  $I_{\text{полз.}} = f(\sigma)$ ,  $F(\sigma)$  и проверки принципа наложения, выполненных по результатам испытания 4 образцов-близнецов суглинка (фиг. 9) компрессионных приборах высокого давления (фиг. 9) конструкции втора. Размеры образцов прежние. Перед испытанием образцы подвергались предварительному уплотнению в течение 2 месяцев при  $\sigma = 20,0 \text{ кг/см}^2$ .

Загрузки приборов осуществлялись в специальных пружинных приспособлениях (фиг. 10), позволяющих испытать грунты при напряжениях до  $100 \text{ кг/см}^2$ . Указанное приспособление состоит из жесткой рамы 1, пружины 4 и загрузочной рамы 1 со стопорной гайкой 3. Приложение нагрузки к образцу



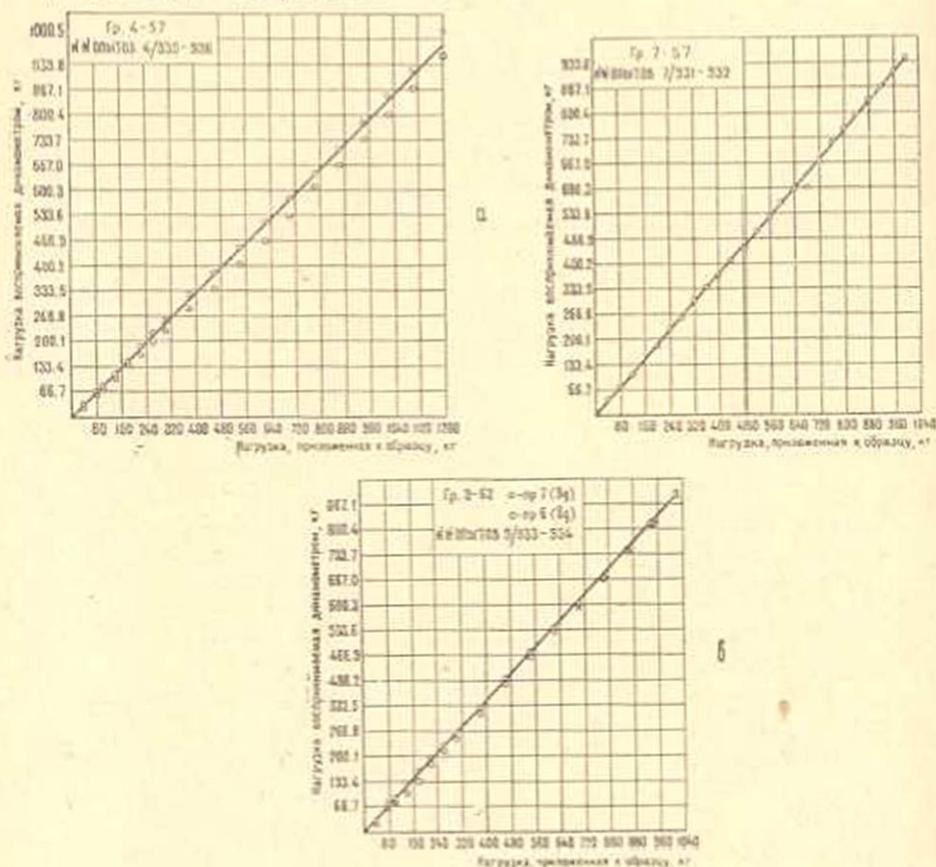
Фиг. 9.



Фиг. 10.

грунта осуществляется пяти- или десятитонным прессом через загрузочный болт, шарик и поршень прибора. После нагружения образца до заданного напряжения затягивается стопорная гайка, и приспособление с прибором снимается с пресса.

Напряжение, установленное вначале, в течение всего опыта поддерживается упругостью пружины. Понижение напряжения, заданное в начале опыта, за счет деформации грунта и расслабления пружины при испытании предварительно уплотненных глинистых паст нагрузками  $10-20 \text{ кг/см}^2$  колебалось (в зависимости от вида грунта) в пределах  $1-5 \%$ . Потеря напряжения на боковое трение образца о грунтовое кольцо, в зависимости от свойств грунта, колебалось от 6 до  $16 \%$ . Она экспериментально определялась как разность приложенной к грунту и воспринятой днищем (динамометром) прибора нагрузок. Три тарировочных графика, определенных для трех различных грунтов, приведены на фиг. 11.



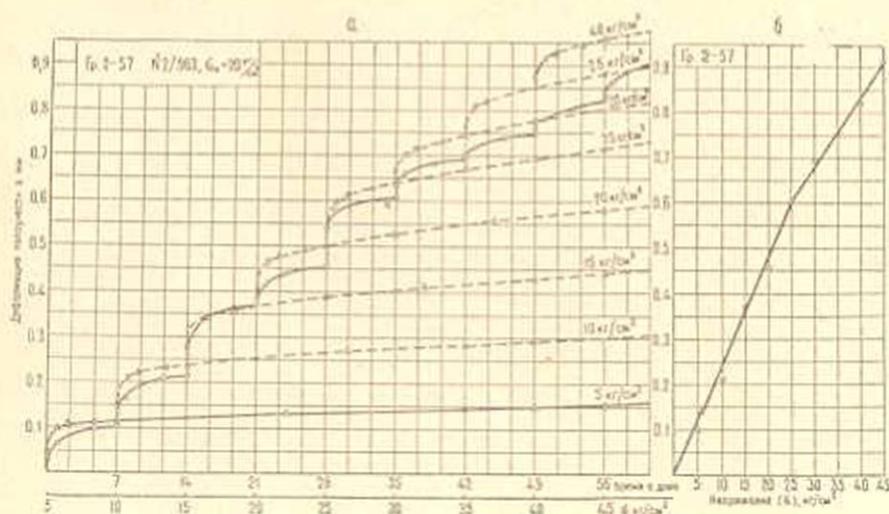
Фиг. 11.

На фиг. 12а сплошными линиями показаны две кривые, полученные попарным испытанием четырех образцов-близнецов на ползучесть при постоянном напряжении ( $\sigma = 5 \text{ кг/см}^2$ ) и при нарастании напряжения ступенями по  $5 \text{ кг/см}^2$  через каждые семь дней. На фиг. 12б приведена кривая зависимости  $I_{\text{полз.}} = f(\sigma)$ , которая аппроксимирована двумя прямыми с точкой пересечения при  $\sigma = 25 \text{ кг/см}^2$ .

Кривая наложения на фиг. 12а показана пунктирами, она построена, исходя из условия линейной зависимости между напряжениями

и деформациями ползучести, с учетом изменяемости модуля деформации при  $\sigma > \text{кг/см}^2$ .

Как видно из фиг. 12а, как по величине деформации, так и по виду кривая, построенная по закону наложения\*, довольно близка к экспериментальной кривой. Их максимальное расхождение едва достигает 15%. Если бы интервал приложения ступеней нагрузок был больше, чем было принято в рассмотренном случае, это расхождение было бы еще меньше.



Фиг. 12.

Считаем необходимым обратить внимание на тот факт, что изменяемость деформаций ползучести при ступенчатом нагружении носит несколько хаотический характер. При переходе от одной ступени нагрузки к другой имеет место как увеличение, так и уменьшение деформации ползучести (ступенчатая деформация по терминологии Тролопа и Чэна [9] (1960)). Такое поведение, как показано работами автора [10] (1956, 1958), Тролопа и Чэна [9] (1960), обусловлено структурными изменениями грунта в процессе деформирования.

Мы полагаем, что можно ограничиваться приведенными выше двумя примерами. Они достаточно убедительно показали возможность определения характеристик ползучести на основании двух экспериментальных кривых. В приведенных примерах было условно принято, что экспериментальная кривая ползучести при  $\sigma = 1 \text{ кг/см}^2$  с достаточной точностью описывается выражением вида (6) и поэтому вопросы определения параметров, входящих в выражение меры ползучести (6), не были рассмотрены.

При необходимости учета влияния изменяемости свойств грунта вследствие протекания внутренних физико-химических процессов, изложенное выше определение экспериментальных кривых необходимо

\* Учитывая малую нелинейность в зависимости  $I_{\text{полз.}} = f(\tau)$ , приближенно считаем справедливым закон наложения при нелинейной ползучести.

повторить в нескольких различных его состояниях. Состояние грунта определяется величиной и длительностью действия предварительно уплотняющей нагрузки  $\sigma$ , которые определяются по кривой  $\sigma = f(t)$  (фиг. 5).

Следует отметить, что поскольку сжатие грунта в условиях отсутствия бокового расширения происходит при разных главных напряжениях, то грунт претерпевает как изменение объема, так и формы. Поэтому по результатам опытов, подобных приведенным выше, можно получить зависимости, характеризующие изменение объема (9) и формы грунта (10)

$$\theta(t) = \theta(\sigma_{cp}, t) \quad (9)$$

$$l_i(t) = l_i(\sigma_i, t, \tau), \quad (10)$$

где  $\theta$  — деформация объема;  $\sigma_{cp}$  — среднее нормальное напряжение, равное  $\sigma_{cp} = \frac{\sigma(1+2\tilde{\epsilon})}{3}$  ( $\tilde{\epsilon}$  — коэффициент бокового давления);  $l_i$  и  $\sigma_i$  — интенсивности деформаций и напряжений, определяемые (для какого-либо заданного состояния грунта и момента времени  $t$ ) выражениями

$$\sigma_i = (1 - \tilde{\epsilon}) \sigma, \quad (11)$$

$$l_i = 2/3 l. \quad (12)$$

Для определения зависимостей (9) и (10) испытание образцов надо провести в приборах, позволяющих определить боковое давление грунта и его коэффициент  $\tilde{\epsilon}$ . Причем, поскольку при компрессии объемная деформация образца  $\theta$  равна деформации его сжатия  $l$  ( $l = \theta$ ), а компрессионный модуль мгновенной деформации  $E$  — мгновенному модулю объемной деформации  $E_\theta$  ( $E = E_\theta$ ), для получения (9) надо в (1) и (2)  $l$  заменить на  $\theta$ ,  $E$  на  $E_\theta$ , а  $\sigma$  на  $\sigma_{cp}$ . Тогда, в соответствии с (1) и (2), для  $\theta(t)$  получим следующие выражения:

$$\theta(t) = \frac{\sigma_{cp}(t)}{E_\theta(t)} - \int_{\tau_0}^t \sigma_{cp}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left[ \frac{1}{E_\theta(\tau)} + C_1(t, \tau) \right] d\tau, \quad (13)$$

$$\theta(t) = \frac{\sigma_{cp}(t)}{E_\theta(t)} - \int_{\tau_0}^t \sigma_{cp}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left[ \frac{1}{E_\theta(\tau)} \right] d\tau - \int_{\tau_0}^t F_1[\sigma_{cp}(\tau)] \frac{\partial G(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau, \quad (14)$$

где  $C_1(t, \tau)$  — мера объемной ползучести;  $F_1(\sigma_{cp})$  — функция среднего напряжения, характеризующая нелинейную зависимость между  $\sigma_{cp}$  и  $\theta$ .

Зависимость, аналогичная (14) может быть записана для выражения связи между  $\sigma_i$ ,  $l_i$ ,  $t$  и  $\tau$ .

Для определения (13) и (14) наиболее удобным является испытание образцов на сжатие в условиях отсутствия бокового расширения. В этом случае, в отличие от испытания образца в приборах трехосного сжатия (стабилометрах), отпадает необходимость измере-

ния продольных и боковых деформаций в середине образца (на какой-нибудь базе), которая связана с большими трудностями.

Институт математики и механики  
АН Армянской ССР

Поступила 2 III 1964

Ս. Ռ. ՄԷԿՅԱՆ

## ԿԱՎԱՅԻՆ ԲՆԱՀՈՂԵՐԻ ԿՍԱԽԲԻ ՍՈՂՔԻ ԲՆՈՒՓԱԳՐԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿԸ ՄԻԱՉԱՓ ԽՏԱՑՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոդվածում շարադրված է կավային բնահողերի կմախքի սողքի միաչափ սեղման բնութագրերի որոշման համար հեղինակի մշակած մոտավոր եղանակը: Համաձայն այդ եղանակի, սողքի բնութագրերի որոշման համար փորձարկում են երկու կամ երկու զույգ երկվորյակ-նմուշներ: Ըստ որում՝ մեկ կամ մեկ զույգ նմուշները բնանախորվում են հաստատուն (միափոր), իսկ երկրորդ կամ երկրորդ զույգ նմուշները՝ աստիճանաձև աճող բնանվածքներով:

Առաջին զույգ նմուշների փորձարկումից որոշվում են սողքի չափի (A) արտահայտության մեջ մտնող պարամետրները ( $C_0$ ,  $\gamma$ ), իսկ երկրորդ զույգի փորձարկումներից՝ լարումների և սողքային ձևափոխությունների միջև եղած առնչությունը և լարումների ֆունկցիան:

Փորձերը ցույց են տալիս, որ նշված եղանակը զգալի չափով պակասեցնում է փորձարկումների ծախսը, իսկ սողքի կորերի գրանցման արդյունքները շատ քիչ են տարբերվում սովորական եղանակով ստացված արդյունքներից:

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Маслов Н. Н. Условия устойчивости склонов и откосов в гидроэнергетическом строительстве. Госэнергоиздат, М.—Л., 1955.
2. Гольдштейн М. И. и Бабичкая С. С. Методика определения длительной прочности грунтов. Журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов», № 4, 1959.
3. Маслов Г. Н. Термонапряженное состояние в бетонных массивах с учетом ползучести бетона. Изв. ВНИИГ, 28, 1941.
4. Арутюнян Н. Х. Некоторые вопросы теории ползучести. Гостехиздат, М.—Л., 1952.
5. Boltzmann L. Zur Theorie der elastischen Nachwirkung. Wiener Ber., v. 70, 1874.
6. Месчян С. Р. О ползучести связного грунта при сжатии в условиях невозможности бокового расширения. Известия АН АрмССР, серия физ.-мат. наук, 11, № 4, 1958.
7. Месчян С. Р. Экспериментальное исследование закономерностей деформации ползучести глинистого грунта. Известия АН АрмССР, серия физ.-мат. наук, 16, № 1, 1963.
8. Васильев П. И. Некоторые вопросы пластических деформаций бетона. Известия ВНИИГ, 43, 1953.
9. Trollope D., Chan C. Soil structure and the stepstrain phenomenon. Proc. of the Amer. Soc. Civ. Engrs, v. 86, pt. 1 NSM2, 1960.
10. Месчян С. Р. К вопросу о влиянии продолжительности нагружения на ползучесть связных грунтов нарушенной структуры. ДАН АрмССР, 23, № 2, 1956.