

Р. Р. ГАЛСТЯН, С. Р. МЕСЧЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПРЕССИОННОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ ГЛИН ПРИЕРЕВАНСКОГО РАЙОНА

1. *Методики определения параметров ползучести.* Исследование закономерностей и определение параметров ползучести глинистых грунтов естественного сложения обычно связаны с большими трудностями как отбора, так и испытания большого количества образцов-близнецов. В связи с этим вопрос об упрощении существующих методов исследования ползучести глинистых грунтов вообще, а компрессионной ползучести в частности приобретает особое значение.

При исследовании компрессионной ползучести глинистых грунтов мы широко пользуемся методом испытания двух образцов-близнецов [1]. Как видно из самого названия, этот метод основан на принципе испытания двух образцов-близнецов, один из которых испытывают при некотором постоянном напряжении, а второй образец — при ступенчато-возрастающем напряжении. По кривой ползучести, определенной из испытания первого образца, устанавливается вид функции ползучести $\varepsilon_{\text{пол}} = f_1(t)$ при данном напряжении, а по второй кривой ползучести — кривая зависимости напряжение-относительная деформация ползучести $\varepsilon_{\text{пол}} = f_2(\varepsilon_1)$ и функция напряжения $F(\varepsilon_1)$. По указанным выражениям определяются выражение меры ползучести $C_k(t-\theta)$ и ядро $K_k(t-\theta)$ [2]. Здесь принимается, что грунт не обладает свойством «старения» и кривые ползучести афинно-подобны, то есть $F(\varepsilon_1)$ не зависит от длительности действия уплотняющей нагрузки.

Следует однако отметить, что функция напряжения $F(\varepsilon_1)$ обычно зависит от фактора времени [2]. Поэтому выбор интервала приложения ступеней напряжения при испытании второго образца-близнеца приобретает особое значение. Месчян С. Р. [1] в первых своих работах рекомендовал интервалы ступеней напряжения при испытании слабых грунтов и грунтовых част нарушенной структуры принимать равными 7—14 дням.

При определении параметров ползучести грунтов естественной структуры с достаточно прочными связями было установлено [3], что расхождение экспериментальных кривых, составленных на основе испытания различных нескольких образцов, от расчетных, определенных испытанием двух образцов-близнецов доходит до 20—30% и более. Это расхождение было обусловлено указанной выше зависимостью функции напряжения от времени. В связи с этим было предложено интервалы приложения ступеней напряжения принять не менее двух недель [3].

В целях установления величин интервалов приложения ступеней напряжений при испытании грунтов естественного сложения, выполнен большой объем экспериментальных исследований. Результаты определения параметров ползучести глин приреванского района, которые подлежат освоению в ближайшие годы, приводятся в этой статье. Одновременно с определением параметров компрессионной ползучести исследованных грунтов, в статье приведены результаты проверки применимости теорий „старения“, „упрочнения“ и „последственной ползучести“ для описания процессов их деформирования во времени [3].

Опыты проведены в компрессионных приборах модели М-2 [2]. Испытаны образцы диаметром $d = 70$ мм, высотой $h = 20$ мм. Все опыты проведены с двукратной повторностью как при сохранении естественной влажности, так и после предварительного водонасыщения образцов. В этих исследованиях интервалы приложения ступеней напряжений приняты равными 20–21 сут.

2. *Материал исследования.* Монолиты испытанных грунтов отобраны из точек, расположенных на двух линиях разреза. Из точек, расположенных на первой линии разреза, отобраны семь генетических разновидностей, а из точек, расположенных на второй линии разреза, — пять (табл. 1).

Таблица 1

Лаб. №№ и № выработки	Генетический тип грунта	Место отбора	Глубина отбора, м	Количество монолитов, шт.
1	2	3	4	5
Первый разрез				
26/1	Измененные алювиальные голубоватые глины шорахпюрской толщи	Эрозионный овраг на северной окраине села Шорахпюр	7.0	7
19/2	Измененные алювиальные желтовато-серые глины шорахпюрской толщи	Эрозионный овраг на западной окраине села Шорахпюр	12.0	13
18/3	Глины красноцветной толщи	Правый берег реки Шорахпюр вблизи села Вардашен	14.0	14
28/4	Переотложенные делювиально-пролювиальные глины красноцветной толщи	Южная окраина села Нор-Ареш	6.0	6

1	2	3	4	5
27/5	Глины гипсоносной толщи	Левый берег Арташатского канала у авторемонтного завода	6.0	7
25:6	Аллювиально-пролювиальные глины конусов выноса рек Гетар и Джривж	Территория механического завода в Шенгавите	6.0	15
16.7	Голубоватые глины сизерной толщи приараксинской инадины	Район г. Эчмиадзина	3.5	

Второй разрез

$\frac{20(19)}{8}$	Измененные, аллювиальные желтовато-серые глины шорахиюрской толщи	Эрозионный овраг на левой стороне дороги Вардашен-Шорахиюр	12.0	6
$\frac{23(27)}{9}$	Глины гипсоносной толщи	Территория ереванского мясокомбината	6.0	7
$\frac{24(18)}{10}$	Глины красноцветной толщи	Район ереванской ТЭЦ	14.0	7
$\frac{22(28)}{10}$	Переотложенные делювиально-пролювиальные глины красноцветной толщи	"	6.0	6
$\frac{21(25)}{11}$	Аллювиально-пролювиальные глины конусов выноса рек Гетар и Джривж	Юго-западная окраина села Нораванит	6.0	6

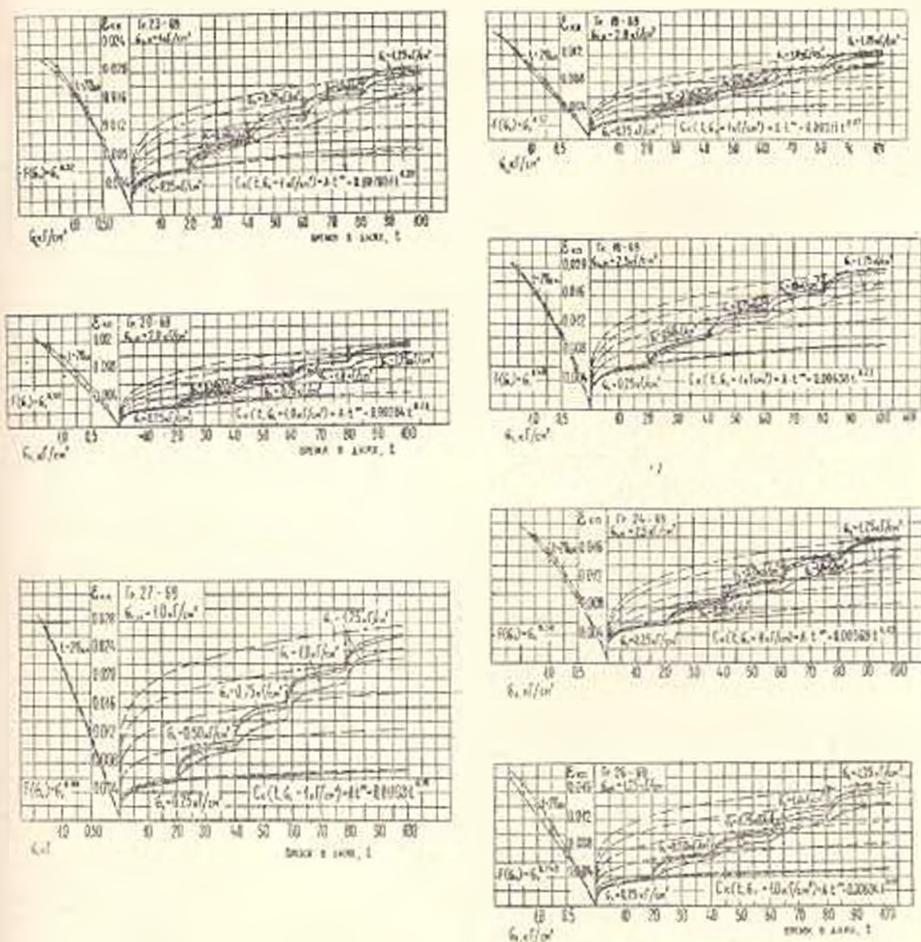
Примечание: в скобках указаны номера генетических типов грунтов этих же разновидностей, отобранных из первой линии разреза.

Основные физические свойства исследованных грунтов приведены в табл. 2.

3. *Результаты исследования.* На фиг. 1 приведены результаты испытания образцов третичных глин приерсванского района в условиях сохранения естественной влажности, а на фиг. 2 — после предварительного их водонасыщения. В обоих рассмотренных случаях образцы испытаны на ползучесть при постоянном напряжении $\tau_0 = 0.25 \text{ кг/см}^2$.

Точно так же при испытании образцов ступенчато-возрастающими напряжениями ступени напряжения были приняты равными $0,25 \text{ кг/см}^2$.

Полученные из эксперимента кривые ползучести при постоянном и ступенчато-возрастающем напряжениях справа на графиках фиг. 1 и 2 показаны сплошными линиями. Слева на тех же графиках сплошными линиями показаны кривые зависимости напряжение-относительная компрессионная деформация ползучести $\varepsilon_{\text{пол}} = f_2(\sigma_1)$. Они построены по приведенным на правых частях тех же графиков экспериментальным кривым, определенным испытанием образцов-близнецов ступенчато-возрастающими напряжениями.



Фиг. 1

Кривые зависимости $\varepsilon_{\text{пол}} = f_2(\sigma_1)$ аппроксимированы степенной зависимостью вида

$$\varepsilon_{\text{пол}} = B\sigma^n \quad (1)$$

а функции напряжения определены по выражению

$$F(\varepsilon_1) = \varepsilon^n \quad (2)$$

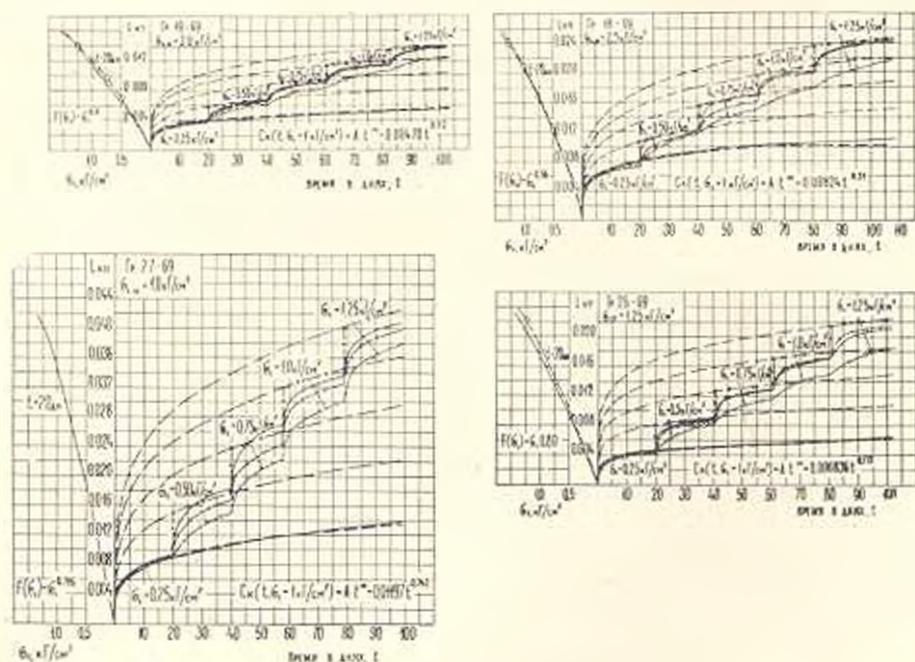
где B и n — определяемые из опыта параметры [2, 3].

Результаты описания кривых $\varepsilon_{\text{кп}} = f_{\varepsilon}(\varepsilon_1)$ на левых частях графиков фиг. 1 и 2 показаны штриховыми линиями. Там же приведены выражения функции напряжения (2).

Кривые ползучести, определенные испытанием образцов-близнецов под действием постоянных нагрузок $\varepsilon_1 = 0.25 \text{ кг/см}^2$, также описаны степенными функциями вида

$$\varepsilon_{\text{кп}} = (t - \theta, \varepsilon_1 = 0.25 \text{ кг/см}^2) = A(t - \theta)^m \quad (3)$$

где A и m — определяемые из опыта параметры, θ — момент приложения нагрузки, t — время, для которого определяется деформация.



Фиг. 2

С учетом (2) и (3) определены выражения меры компрессионной ползучести (при $\varepsilon_1 = 1 \text{ кг/см}^2$) по следующему соотношению:

$$C_{\varepsilon}(t - \theta) = \frac{\varepsilon_{\text{кп}}(t - \theta, \varepsilon_1 = 0.25 \text{ кг/см}^2)}{F(\varepsilon_1 = 0.25 \text{ кг/см}^2)} \quad (4)$$

где $F(\varepsilon_1)$ — функция напряжения при $\varepsilon_1 = 0.25 \text{ кг/см}^2$, $\varepsilon_{\text{кп}}(\dots)$ — выражение экспериментальной кривой ползучести при том же напряжении $\varepsilon_1 = 0.25 \text{ кг/см}^2$ (3).

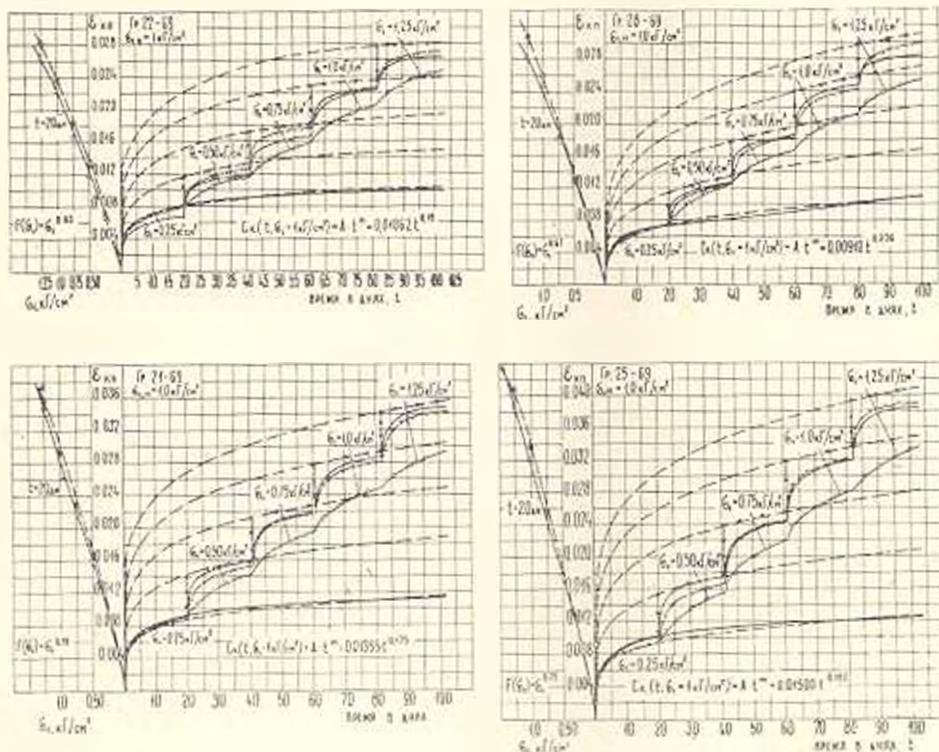
Выражения мер компрессионной ползучести исследованных третичных глин приведены на графиках фиг. 1 и 2, параметры ползучести A , m и n занесены в табл. 2.

Используя определенные по соотношению (4) выражения мер компрессионной ползучести $C_x(t - t_0, \sigma = 1 \text{ кг/см}^2)$ и функций напряжения пика (2), по известной формуле (5)

$$\epsilon_{\text{пол}}(t - t_0, \sigma_1) = C_x(t - t_0) F(\sigma_1) \quad (5)$$

получены выражения кривых ползучести для отличных от $\sigma_1 = 0.25 \text{ кг/см}^2$ напряжений: $\sigma_1 = 0.5; 0.75; 1.0$ и 1.25 кг/см^2 .

Кривые ползучести, построенные для указанных выше напряжений по выражению (5), показаны штриховыми линиями на графиках фиг. 1 и 2 справа. Там же штриховыми линиями показаны результаты описания по выражению (3) экспериментальных кривых ползучести, определенных при $\sigma_1 = 0.25 \text{ кг/см}^2$.



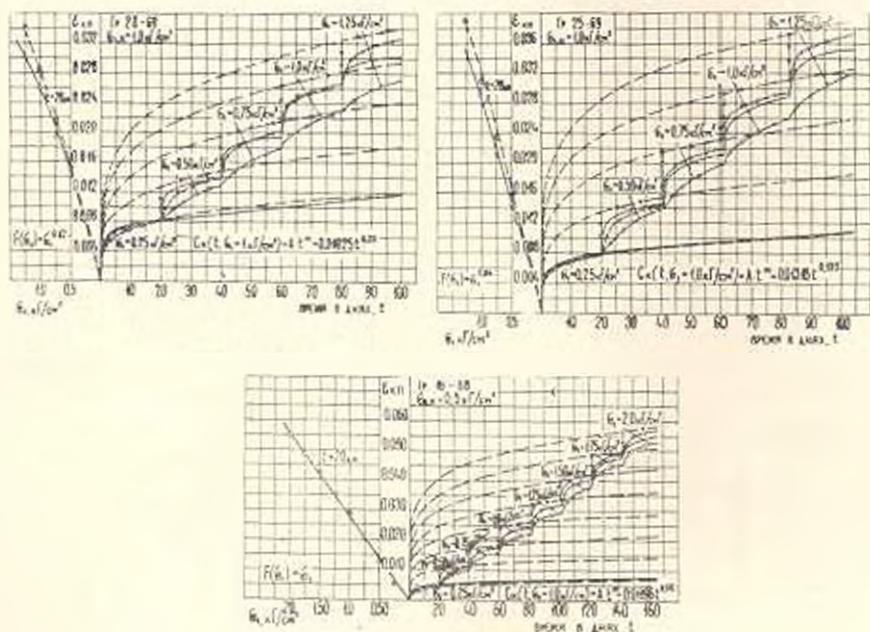
Фиг. 3

На фиг. 3 и 4 приведены результаты исследования четвертичных глин рассматриваемого района испытанием образцов-блинцов как с сохранением естественной влажности, так и после предварительного их водонасыщения. Средельные из экспериментов выражения мер компрессионной ползучести $C_x(t - t_0)$ и функции напряжения $F(\sigma_1)$.

характеризующие нелинейную ползучесть, приведены на графиках фиг. 3 и 4, параметры ползучести A , m и n занесены в табл. 2.

Сопоставление результатов опытных данных, полученных испытанием образцов рассмотренных грунтов как с сохранением естественной влажности, так и после их водонасыщения, показывает, что, за исключением одного случая (грунт 27-69), они практически не отличаются друг от друга (фиг. 1-4). Практически не отличаются также параметры ползучести m и n ; что же касается параметра A , численно равного деформации ползучести при $t = 1 \text{ сут}$, то замечается его увеличение до 150%-ов при испытании водонасыщенных образцов.

Несколько иначе обстоит дело при испытании водонасыщенных и подонасыщенных образцов грунта глины гипсоносной толщи 27-69 (см. фиг. 1 и 2). Здесь хотя в течение первых суток деформации ползучести (параметр A) водонасыщенных и подонасыщенных образцов практически совпадают, но ввиду медленного выщелачивания гипса, кривые деформации ползучести значительно отличаются. Например, при $t = 100 \text{ дн}$ деформации ползучести водонасыщенных образцов почти в два раза больше деформаций ползучести образцов, испытан-



Фиг. 4

ных в условиях сохранения естественной влажности (фиг. 1 и 2). Это отразилось на существенном изменении параметра m , характеризующего характер изменения деформации грунта во времени (табл. 2).

Полученные экспериментальные данные позволили нам определить средние значения параметров компрессионной ползучести исследованных глин в зависимости от двух основных показателей физических свойств

грунтов-пористости и объемного веса (табл. 3). При определении приведенных в табл. 3 данных использованы все результаты испытания предварительно неподнасыщенных и водонасыщенных образцов. Максимальный разброс величин параметров компрессионной ползучести от приведенных в табл. 3 их средних значений составляет для параметра $\lambda \sim \pm 25\%$, для параметра $m \sim \pm 15\%$, а для параметра $n \sim \pm 20\%$. Причем, если из рассмотрения исключить результаты испытания грунта 16-69 (ввиду большого расхождения его физических свойств от других глин его возраста), то разброс величин параметра n от n_{cp} ($n_{cp} = 0.71$) для четвертичных глин составит $\pm 12\%$.

Таблица 3

Геологический возраст	Среднее значение коэф. пористости	Среднее значение начального объемного веса, г/см ³	Начальная влажность, %	Средние значения параметров ползучести		
				λ_{cp}	m_{cp}	n_{cp}
Третьичные глин	0.916	1.83	26.51—28.34	0.0075	0.202	0.64
	0.744	1.93	26.33—27.24	0.0036	0.256	0.59
Четвертичные глин	1.072 (1.021 ¹)	1.75	30.68—44.25	0.0120	0.189	0.75 (0.71)

4. Проверка теории ползучести. Справа на графиках фиг. 1-4 приведены результаты описания экспериментальных кривых компрессионной ползучести, определенных при ступенчато-возрастающих напряжениях, по теориям „старения“, „упрочнения“ и „наследственной ползучести“ [2]. Как и в [3], описание процесса ползучести выполнено графическим методом [4] по кривым ползучести, построенным по выражению (5) и представленным на правых частях рассматриваемых графиков штриховыми линиями.

Кривая ползучести, построенная по теории „старения“, на правых частях графиков фиг. 1-4 показана пунктирными линиями (штриховые линии с точками), по теории „упрочнения“ — штриховыми линиями с кружочками, а по теории наследственной ползучести — штриховыми линиями с галочками.

Как и в других работах [3, 5], теории „упрочнения“ и „наследственной ползучести“ в целом хорошо согласуются с экспериментами. В рассматриваемых экспериментах теория „наследственной ползучести“ описывает экспериментальные кривые значительно лучше, чем теория „упрочнения“. Это безусловно правильно, поскольку при испытании грунтов жесткой конструкции наследственность деформации ползучести проявляется в полной мере, тогда как при испытании пластичных грунтов большие объемные деформации приводят к значительному их упрочнению и нарушению наследственности деформации пол-

зучести [3]. Что же касается теории „старения“, она также достаточно хорошо описывает процесс ползучести при одномерном уплотнении глинистых грунтов и поэтому может быть использована для решения практических задач.

Скученность кривых, построенных по указанным выше теориям вокруг экспериментальной кривой ползучести, свидетельствует о правильности высказанного ранее мнения насчет выбора интервала приложения ступеней нагрузок. Это свидетельствует о правомочности метода для определения параметров (характеристик) компрессионной ползучести грунтов испытанием только двух образцов-близнецов.

Резюмируя изложенное выше, можно заключить, что при испытании грунтов нарушенной структуры и грунтов текучей — текучепластичной консистенции интервалы приложения напряжения можно принять равными 7 дн [1—3], для грунтов мягкопластичной и тугопластичной консистенции — 7-14 дн, для грунтов полутвердой и твердой консистенции — 14-20 дн.

Институт механики
АН Армянской ССР

Поступила 9 VIII 1971

Ի. Ի. ԿԱՍՏՅԱՆ, Ս. Բ. ՄԵՍՉՅԱՆ

ՄԵՐՉԵՐԻԿԱՆՅԱՆ ՇՐՋԱՆԻ ԿԱՎԵՐԻ ԿՈՄՊՐԵՍԻՈՆ, ՍՈՂԸՐԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու լ մ

Բերվում են Մերձերևանյան շրջանի 12 տարբեր անսակի կավային բնահողերի կոմպրեսիոն սողրի պարամետրերը, որոնք որոշված են Երկու նմուշ-երկփորյակների փորձարկման եղանակով (Ս. Բ. Մեսչյան, 1964), Փորձարկումները կատարված են ինչպես բնահողերի բնական խոնավության պայմաններում, այնպես էլ ջրհագեցած վիճակում:

Ստացված են Մերձերևանյան շրջանի շրթորդական և երբորդական կավերի կոմպրեսիոն սողրի պարամետրերի միջին արժեքների կախվածությունները բնահողի ծակոակենսությունից և ծավալային կշռից: Միաժամանակ հաստատված է, որ, բացի գիպսաաար կավերից, ջրհագեցումը բնահողերի կոմպրեսիոն սողրի վրա էական ազդեցություն չունի: Ծույց է տրված, որ «ամրապնդման» և սողրի ժառանգականության» տեսությունները կոմպրեսիոն սողրի բնիացրը պրանցում են բավարար:

INVESTIGATION ON COMPRESSION CREEP OF THE
YEREVAN REGION CLAY GROUNDS

R. R. GALSTIAN, S. R. MESCHIAN

S u m m a r y

The parameters for compression creep of twelve different Yerevan region clay grounds of natural structure, defined by the two sample-twins test method due to S. R. Meschian (1964), are presented.

Seven genetic varieties of clay ground of tertiary and quaternary ages are tested, deposited on two lines of the cut, both with preservation of natural humidity and after being watersaturated.

The mean parameter values are obtained for the compression creep of the above grounds, depending on two principal indices: porosity and volume weight. It is found that except gypseous grounds preliminary watersaturation has no effect on the skeleton of the grounds investigated. The „consolidation“ and „heredity creep“ theories are shown to describe the clay ground creep process quite satisfactory. The aging theory may also be used to suit the above purpose.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Месчян С. Р. Методика определения характеристик ползучести скелета глинистых грунтов применительно к условиям одномерного уплотнения. Изв. АН Арм.ССР, серия физ.-мат. наук, т. 17, № 3, 1964.
2. Месчян С. Р. Ползучесть глинистых грунтов. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1967.
3. Ахизарян Н. Г., Маркрян Э. М., Месчян С. Р. О применимости теорий ползучести для описания деформации скелета глинистых грунтов при одномерном уплотнении. Изв. АН Арм.ССР, Механика, т. 21, № 3, 1968.
4. Работнов Ю. М. Ползучесть элементов конструкций. Изд. „Наука“, М., 1966.
5. Галстян Р. Р., Месчян С. Р. Исследование компрессионной ползучести глинистых грунтов с учетом температурных эффектов. Изв. АН Арм.ССР, Механика, т. 24, № 5, 1971.