

МЕХАНИКА ГРУНТОВ

В. П. Сипидин

О проявлении свойств ползучести при компрессионных
испытаниях грунтов

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 23.11 1960)

Деформации водонасыщенных, в особенности, глинистых грунтов характеризуются длительным нарастанием во времени, что, как известно, объясняется одновременным протеканием процессов уплотнения (консолидации) и ползучести скелета грунта. Процесс уплотнения состоит в изменении пористости и водосодержания грунта и сопровождается явлениями неустановившейся фильтрации при выжимании из пор грунта некоторого количества воды.

Явления ползучести скелета грунта определяются вязким сопротивлением взаимному смещению твердых частиц грунта, возникающим при уплотнении скелета грунта. Возможность одновременного проявления этих двух факторов и особенности уплотнения грунтов при различных соотношениях проницаемости грунта и вязкого сопротивления смещению его зерен (ползучести) были указаны В. А. Флориным ⁽¹⁾. Недостаточность в ряде случаев объяснения процесса уплотнения только фильтрационными явлениями известна давно. За рубежом принято считать, что при уплотнении грунта после затухания фильтрационных явлений наступает так называемая вторичная консолидация, причем для выделения процесса вторичной консолидации предложены различные, часто достаточно искусственные, способы обработки кривой „степень консолидации время“ ⁽²⁾.

Процесс затухания фильтрационных явлений при уплотнении водонасыщенных глинистых грунтов в лабораторных условиях может быть описан с помощью экспериментально полученного графика изменения порового давления во времени. Для этой цели нами были осуществлены компрессионные испытания ряда грунтов нарушенной структуры*, находящихся в состоянии полного водонасыщения. Наименование испытываемых грунтов и характеристики влажности их приведены в табл. 1.

* Влияние нарушения структурной прочности не определялось.



Таблица 1

Наименование грунта	Предел текучести	Предел пластичности	Число пластичности	Начальная влажность
Песок пылеватый	—	—	—	23%
Супесь	22	16	6	28%
Глина кембрийская	28	18	10	30%
Глина бетонитовая	107	48	59	153%

Данные о гранулометрическом составе грунтов помещены в таблице 2.

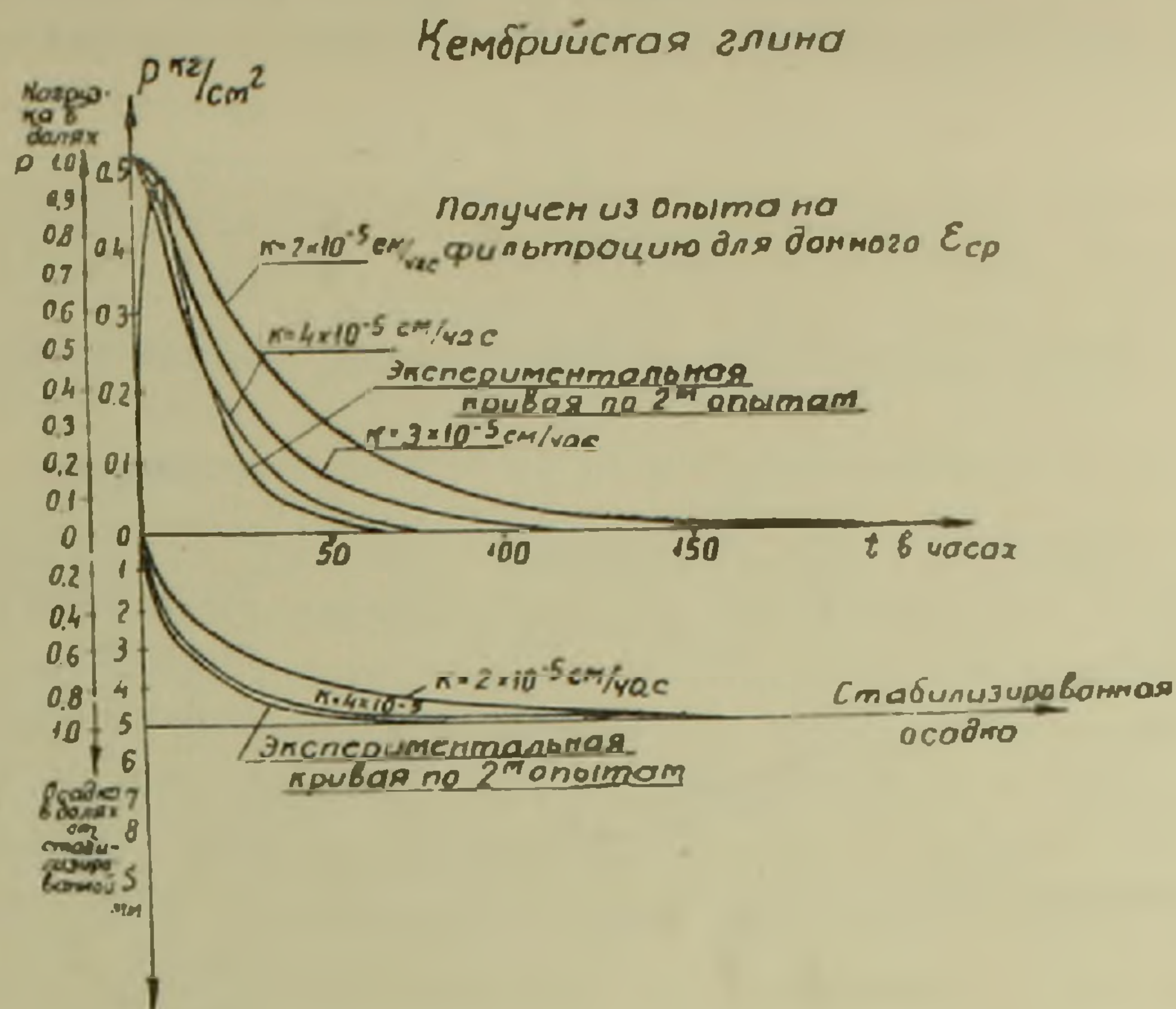
Таблица 2

Наименование грунта	Содержание фракций в %						
	0,5— 0,25	0,25 0,10	0,10 0,05	0,05— 0,01	0,05— 0,005	0,005— 0,002	0,002
Песок пылеватый	85	11	4	—	—	—	—
Супесь	—	30	23	31	7	9	—
Глина кембрийская	—	11	19	31	15	9	15
Глина бетонитовая	—	—	0,1	11	7,9	18	63

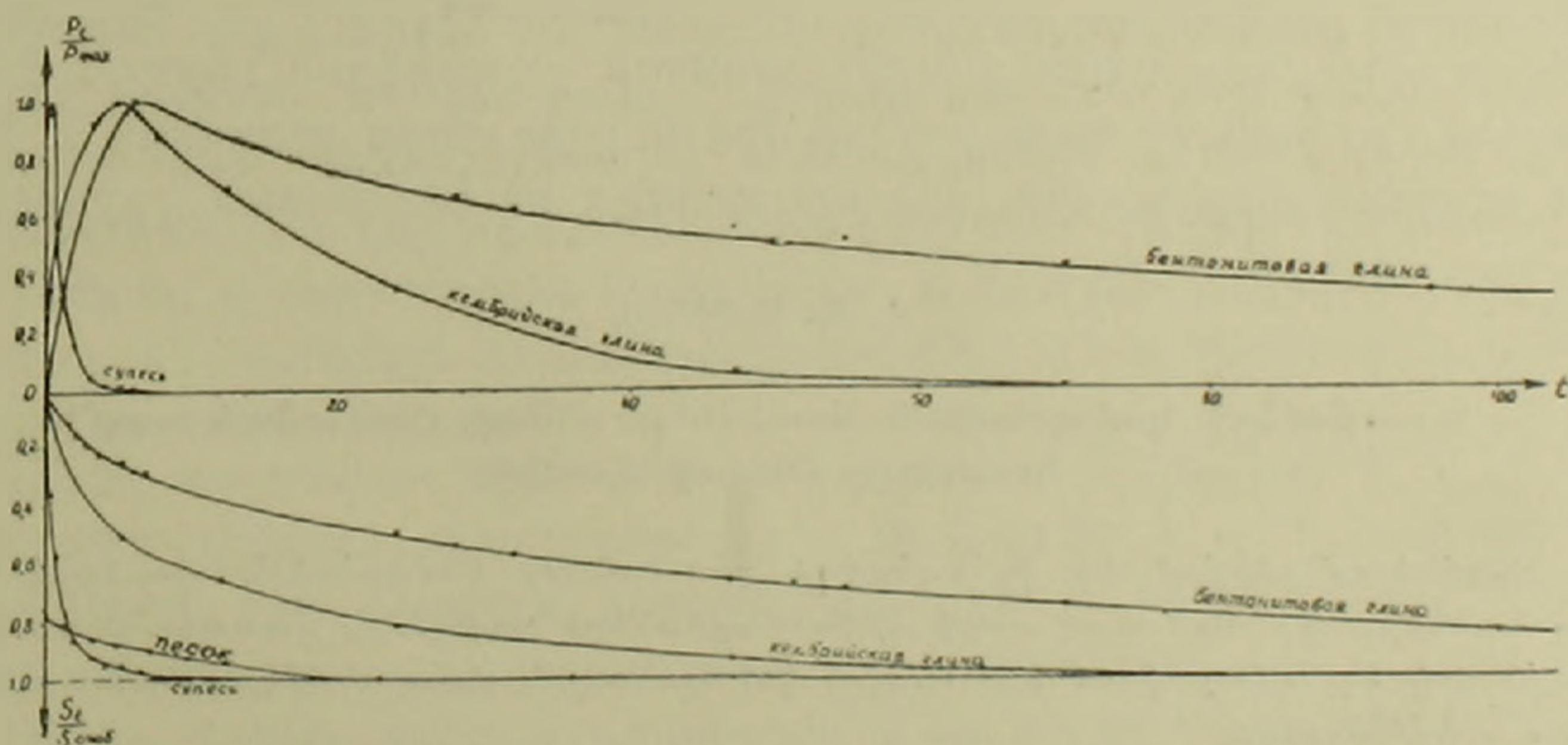
Испытания проводились в компрессионном приборе (диаметр кольца 10 см, высота—8 см). При проведении этих исследований помимо измерения осадок образцов измерялось давление в поровой воде в центре образца при помощи так называемых гидроаэростатических манометров. Повышение давлений в воде вызвало уменьшение объема пузырьков воздуха, заключенного в капилляре, а понижение—увеличение объема. Перед началом опыта капилляры предварительно тарировались. Для сравнимости результатов измеренные величины давлений и тарировочная кривая приводились к нормальным условиям, соответствующим температуре 0°С и атмосферному давлению 760 мм ртутного столба. Осадка образцов измерялась индикаторами часового типа. Нормальная нагрузка прикладывалась ступенями, равными $P = 0,53 \text{ кг/см}^2$. Первая ступень была принята равной $P = 0,30 \text{ кг/см}^2$. На фиг. 1 представлен график изменения абсолютных значений порового давления при приложении второй ступени нагрузки. Как видно из рассмотрения этого рисунка, предельное значение давлений в воде довольно близко к теоретическому. Что же касается графиков изменения во времени порового давления и вертикального смещения (осадки), то незначительное изменение полученной экспериментальным путем величины коэффициента фильтрации „ k “ приводит к достаточно близкому совпадению экспериментальных и теоретических кривых.

На фиг. 2 изображены экспериментальные кривые изменения во времени относительных давлений в воде $\frac{Pt}{P_{\max}}$ и относительной ве-

личины сжатия слоя $\frac{St}{S_{\text{стаб.}}}$. Как видно из этого рисунка, затуханию кривой относительного давления в поровой воде соответствует пере-лом кривой относительной величины сжатия слоя. Это подтверждает,



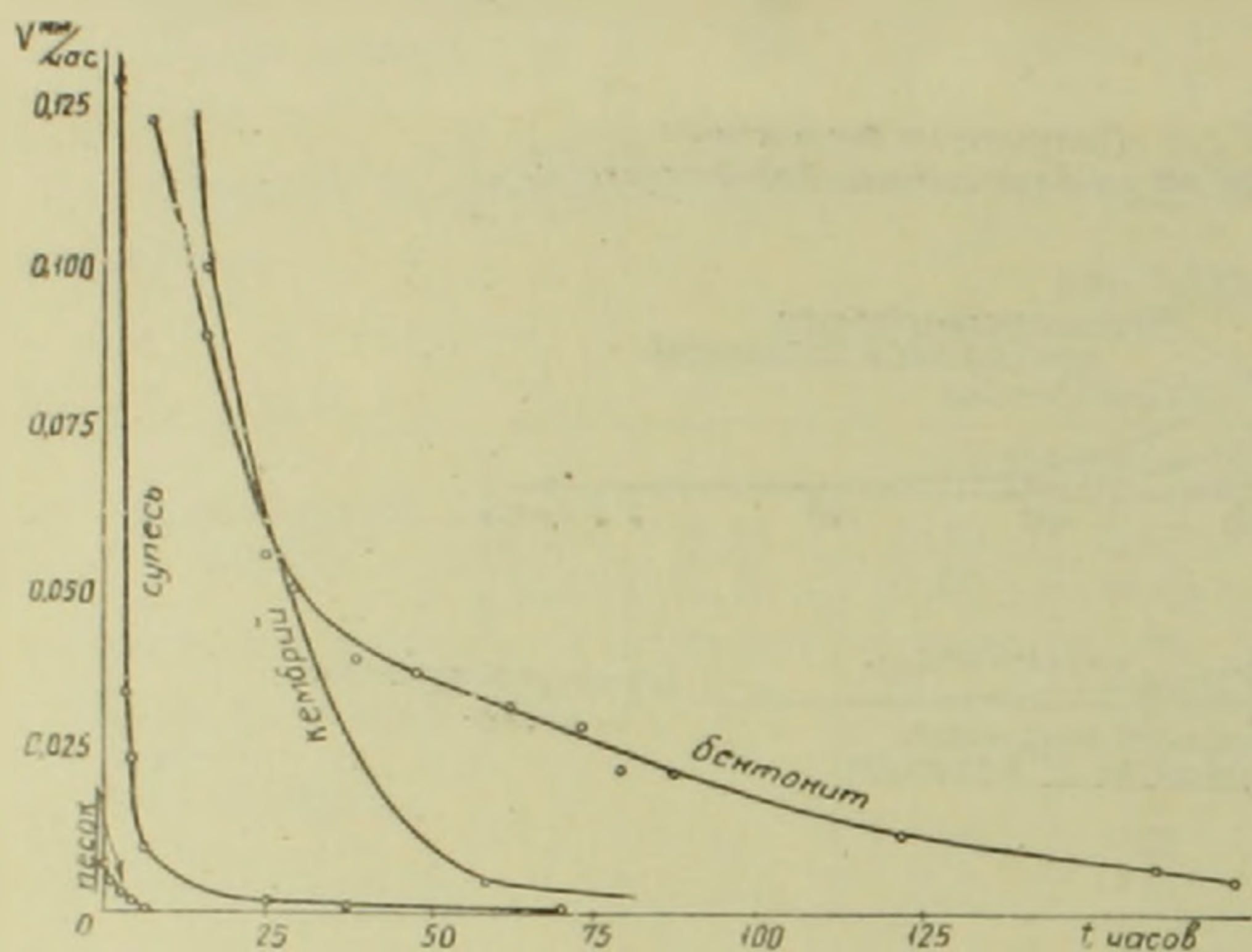
Фиг. 1.



Фиг. 2.

что в начальном периоде уплотнения исследуемых грунтов (за исключением песка) преобладают фильтрационные явления, после затухания которых деформации определяются только явлениями ползучести и вязким сопротивлением взаимному смещению частиц грунта. Таким образом, длительность протекания фильтрационного периода уплотнения и начало периода ползучести может быть оп-

ределено по графику изменения порового давления. Из рассмотрения фиг. 2 видно, что длительность уплотнения образца пылевого песка объясняется исключительно деформациями ползучести, так как уплотнение песка происходит без увеличения порового давления, а при уплотнении образца супеси фильтрационный период уплотнения продолжается около 5—6 часов. Проведение замеров



Фиг. 3.

давлений в поровой воде иногда становится затруднительным. Тогда для исследования особенности процесса уплотнения могут быть использованы кривые изменения во времени скорости деформаций, построенные по результатам обычных компрессионных испытаний. Как видно из фиг. 3, период изменения скорости

деформации образца примерно соответствует периоду снижения порового давления. Таким образом, близкий к горизонтальному участок диаграммы скоростей деформации свидетельствует о наступлении периода ползучести при компрессионном уплотнении грунта. Это обстоятельство может быть учтено при определении величины и характера осадок сооружений, расположенных на различных грунтах.

Վ. Պ. ՍԻՊԻԴԻՆ

Դրույթները կոմպրեսիոն փորձարկումների ժամանակ սողի և ասկուրյումների մասին

Հողվածույթը բերված ևն ջրհաղեցված զրույնտների կոմպրեսիոն փորձարկումների արդյունքները, որի ժամանակ բացի զեֆորմացիաների չափումից կատարված ևն ծակոտկենային ջրի ճնշման չափումները նմուշի կենտրոնական մասում հիդրոաերոստատիկ մանոմետրերի միջոցով:

Ձեռք է տրված, որ փորձարկումների սկզբնական շրջանում (բացի ավազակավից) դերակշռում ևն ֆիլտրացիոն երևույթները, որոնց մարումից հետո զեֆորմացիաները ժամանակի ընթացքում որոշվում ևն միմիայն զրույնտի կմախքի սողի երևույթով:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՎԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ В. А. Флорин, Известия АН СССР, ОТИ, № 6 (1953). ² T. W. Lambe, Soil Testing for Engineers, 1958.