

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А. И. и др. Физика диэлектриков. М.: Гостехиздат, 1939, 320 с.
2. Бердов Г. П. К теории диэлектрических потерь — Изв. высших уч. зав., физика, 1962, вып. 3, 9, с. 47—56.
3. Браун В. Диэлектрики. М.: Изд. иностранной литературы, 1961, 326 с.
4. Брандт А. А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. М.: Гос. инд. физико-механической литературы, 1963, 403 с.
5. Паченко В. В. О диэлектрической проницаемости и потерях в щелочно-галлоидных кристаллах. Журнал Ф.Т.Т., вып. 11, 1727, 1959.
6. Полупроводники. (Под ред. Хеннея). Перевод с английского, под ред. проф. Б. Ф. Орманто. М.: Изд. иностр. лит., 1962, 410 с.
7. Сканави Г. И. Физика диэлектриков (область слабых полей). М.: Гостехтеоретиздат, 1949.—500 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 1, 55—58

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК: 556.332.4.01

С. Р. МЕСЧЯН, Т. Л. ПЕТРОСЯН

ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Создание противофильтрационных экранов в гидротехническом строительстве вообще, из грунтовых материалов в частности, имеет исключительно важное значение в деле борьбы с потерями воды из водохранилищ [1].

С целью получения материала для устройства противофильтрационных экранов авторами были исследованы различные составы бентонито-грунтовых набухающих смесей и даны рекомендации для выбора их оптимального состава, плотности-влажности в зависимости от величины пригрузки от веса грунтового защитного слоя. Учитывая технологические трудности, связанные с получением указанных составов было решено рассмотреть вопрос о возможности создания противофильтрационных композиционных (слоистых) грунтовых экранов с использованием бентонита и местного грунта в чистом виде. Основная задача в этом случае сводилась к правильному выбору плотности-влажности бентонита, обладающего заданными значениями набухаемости, давления свободного набухания и фильтрационных свойств.

Чтобы осуществить исследование указанного выше вопроса в лабораторных условиях были созданы и испытаны модели трехслойных

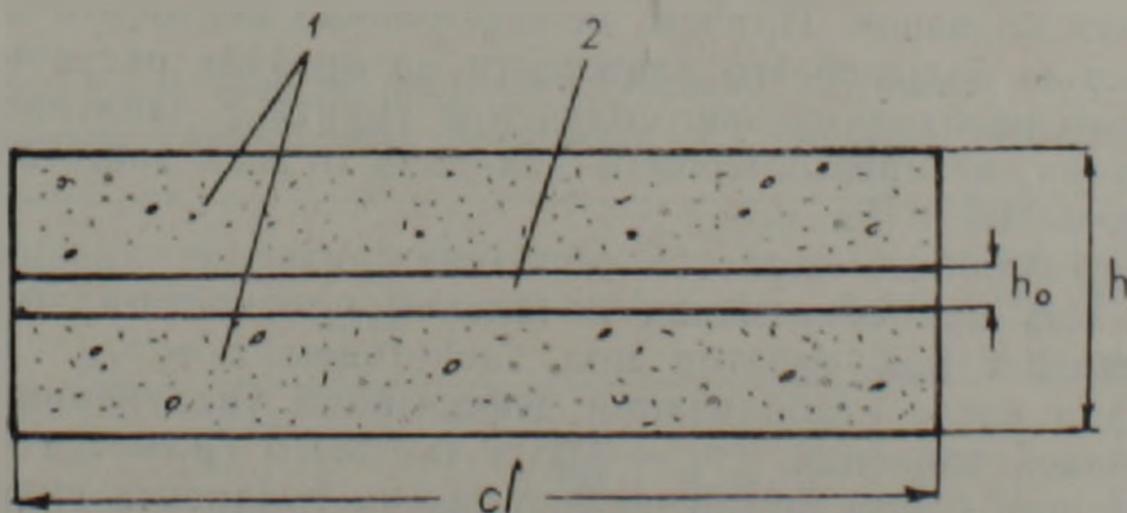


Рис. 1. Схема испытанных образцов. 1—песок, 2—бентонитовая глина.

(рис. 1) бентонито-песчаных грунтовых образцов в приборах одномерного уплотнения. Испытаны малые и большие трехслойные грунтовые образцы, состоящие из двух слоев мелкозернистого песка и расположенного между ними тонкого слоя бентонитовой глины (в виде пасты)

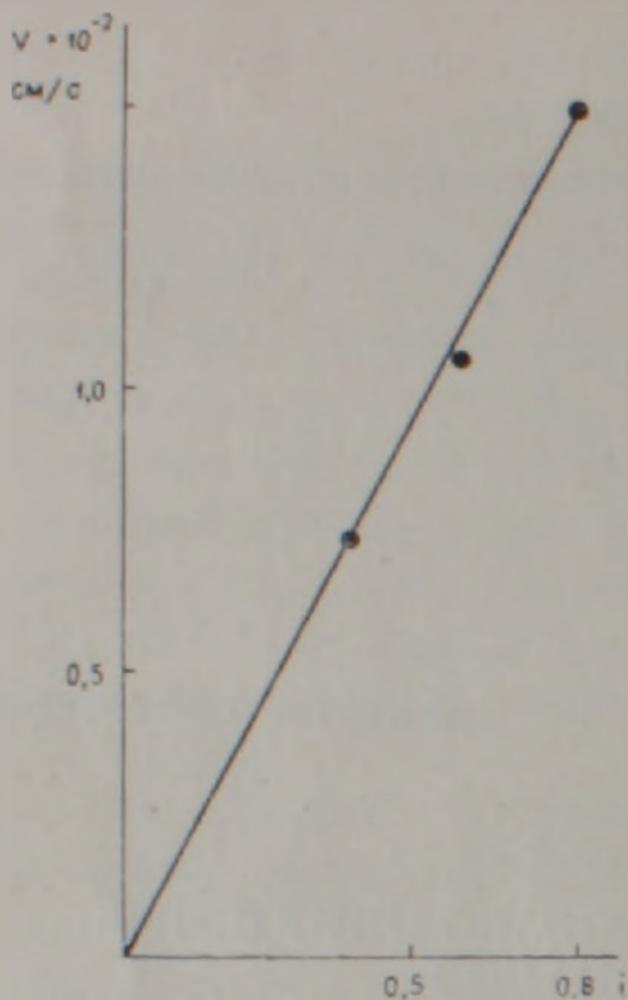


Рис. 2 Диаграмма фильтрации чистого песка

Саригюхского месторождения Армянской ССР ($\rho_s = 2,75 \text{ г/см}^3$, $w_L = 1,707$, $w_p = 0,404$, $I_p = 1,301$), выпускаемой заводом „Бентонит“ в виде порошка.

Использование песка в конструкции грунтового образца было обусловлено существенно отличными от бентонитовой пасты фильтрационными свойствами, позволяющими получить четкое представление об их изменчивости вследствие укладки слоя весьма маловодопроницаемого грунта. Фильтрационные свойства песка определены трубкой КФЗ—СОЕЦ—ГЕО при трех различных значениях градиента напора $i = 0,4$; $0,6$ и $0,8$. Результаты исследования зависимости скорости фильтрации от гра-

диента гидравлического напора приведены на рис. 2. Для коэффициента фильтрации песка получено значение $k_{pi} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ см/с}$.

Малые образцы модели бентонито-песчаного экрана диаметром 70 мм, высотой 20 мм при толщине бентонитового слоя 3 мм испытаны в модернизированных малых компрессионных приборах типа М—2, а большие образцы диаметром 210 мм, высотой 60 мм при толщине бентонитового слоя 10 мм—на приборах М—4 конструкции одного из авторов [2]. Фильтрационные свойства образцов определены при восходящем потоке воды в условиях изменчивости начальной влажности-плотности (пористости) по ветви уплотнения компрессионной кривой. Для сравнения испытаны также малые образцы, изготовленные из бентонито-песчаной смеси с содержанием 20% бентонитовой пудры по массе.

В малых компрессионных приборах испытаны три серии трехслойных образцов-близнецов при трех различных значениях плотности ρ и влажности w бентонитовой пасты (табл. 1). Методом компенсации деформаций набухания определены давления свободного набухания $\sigma_{s,0}$ испытанных образцов. Причем, использование бентонита в виде пасты с влажностью большей его влажности на пределе раскатывания было обусловлено необходимостью получения грунта с давлением свободного набухания, не превышающего давления от веса защитного грунтового слоя $\sigma_0 = 0,05 \text{ МПа}$.

Фильтрационные свойства образцов близнецов каждой серии определены как при сохранении начальной плотности-влажности, после водонасыщения под арретир под действием $p_1 = \sigma_{s,0}$ (p_1 —внешнее давление) и после стабилизации деформаций уплотнения от действия двух ступеней давления $\sigma_1 = 0,05$ и $0,2 \text{ МПа}$ ($p_1 = \sigma_{s,0} + \sigma_1$). Опыты проведены при одном постоянном значении градиента гидравлического напора $i = 21,116$. Повторность опытов многократная.

Средние значения коэффициентов фильтрации, полученные из испытания малых трехслойных образцов, приведены в табл. 1. В этой

таблице приведены также результаты испытания образцов, изготовленных из бентонито-песчаной смеси.

Таблица 1
Показатели физических свойств, давления свободного набухания $\sigma_{s,0}$ и средние значения коэффициента k_m фильтрации малых образцов

№№ сер III	w_0	$\rho, \text{г/см}^3$	$\rho_d, \text{г/см}^3$	$\sigma_{s,0}, \text{МПа}$	Средние значения коэффициента фильтрации $k_m, \text{см/с}$ при $l=21,12, p_1=\sigma_{s,0}+\sigma_1, \text{МПа}$		
					$\sigma_{s,0}$	$\sigma_{s,0}+0,05$	$\sigma_{s,0}+0,2$
1	0.47	1.76	1.20	0.057	$5,17 \cdot 10^{-9}$	$3,37 \cdot 10^{-9}$	$3,11 \cdot 10^{-9}$
2	0.50	1.77	1.18	0.046	$2,60 \cdot 10^{-9}$	$2,53 \cdot 10^{-9}$	$1,77 \cdot 10^{-9}$
3	0.60	1.78	1.11	0.022	$6,19 \cdot 10^{-9}$	$5,42 \cdot 10^{-9}$	$3,99 \cdot 10^{-9}$
4*)	0.50	1.76	1.17	0.040	$3,9 \cdot 10^{-9}$	$3,84 \cdot 10^{-9}$	$2,74 \cdot 10^{-9}$

* *Примечание.* Испытаны бентонито-песчаные образцы, изготовленные из однородной бентонито-песчаной смеси (бентонита 20 % по массе).

Из данных, полученных из испытания малых трехслойных образцов, следует: 1) закономерное снижение давления свободного набухания $\sigma_{s,0}$ по мере возрастания начальной влажности и снижения плотности скелета бентонитовой пасты, 2) закономерное уменьшение коэффициента фильтрации по мере уплотнения образцов под действием $\sigma_{s,0}$, $\sigma_1 = p_1 - \sigma_{s,0}$, 3) примерно равные значения коэффициентов фильтрации трехслойных образцов и образцов, изготовленных из бентонито-песчаной смеси при одинаковом расходе бентонитового порошка, 4) уменьшение коэффициента фильтрации по сравнению с коэффициентом фильтрации чистого песка примерно на семь порядков.

В больших компрессионных приборах испытаны трехслойные образцы-близнецы как при сохранении начальной плотности-влажности (после водонасыщения под арретир с замером давления свободного набухания $\sigma_{s,0}$), так и после уплотнения под действием двух, последовательно приложенных ступеней уплотняющего давления $\sigma_1 = 0,1$ и $0,3 \text{ МПа}$. Ступени прикладывались к образцам после полной стабилизации деформаций от действия предыдущей ступени давления (табл. 2). Испытание больших образцов было вызвано необходимостью повышения точности определения коэффициента фильтрации и, на основании этого, рассмотрения вопроса о «начальном градиенте» гидравлического напора, который является предметом горячих споров в механике грунтов более чем четыре десятилетия.

Как показали эксперименты, точность определения коэффициента фильтрации на больших образцах, с поперечным сечением 346 см^2 , в несколько раз выше точности его определения на малых образцах. Это обусловлено тем, что в случае определения k на больших образцах

Таблица 2
Показатели физических свойств, давление свободного набухания $\sigma_{s,0}$ и средние значения коэффициента фильтрации k_m больших образцов

w_0	$\rho, \text{г/см}^3$	$\rho_d, \text{г/см}^3$	$\sigma_{s,0}, \text{МПа}$	l	Средние значения коэффициента фильтрации $k_m, \text{см/с}$ при $p_1=\sigma_{s,0}+\sigma_1, \text{МПа}$		
					$\sigma_{s,0}$	$\sigma_{s,0}+0,1$	$\sigma_{s,0}+0,3$
0.485	1.78	1.20	0.024	0.489	$11,60 \cdot 10^{-9}$	—	—
				1.259	$8,95 \cdot 10^{-9}$	$4,77 \cdot 10^{-9}$	$3,62 \cdot 10^{-9}$
				2.507	$11,26 \cdot 10^{-9}$	$4,34 \cdot 10^{-9}$	$3,78 \cdot 10^{-9}$
				19.713	$9,59 \cdot 10^{-9}$	$3,33 \cdot 10^{-9}$	$2,74 \cdot 10^{-9}$

расход воды во много раз больше, чем при малых образцах, и существенно выше как точность его замера, так и определение k . В целях изучения изложенных выше вопросов на больших образцах определены коэффициенты фильтрации при четырех различных значениях градиента i (табл. 2).

Результаты испытания образцов-близнецов и определения k приведены в табл. 2 и показаны на рис. 3.

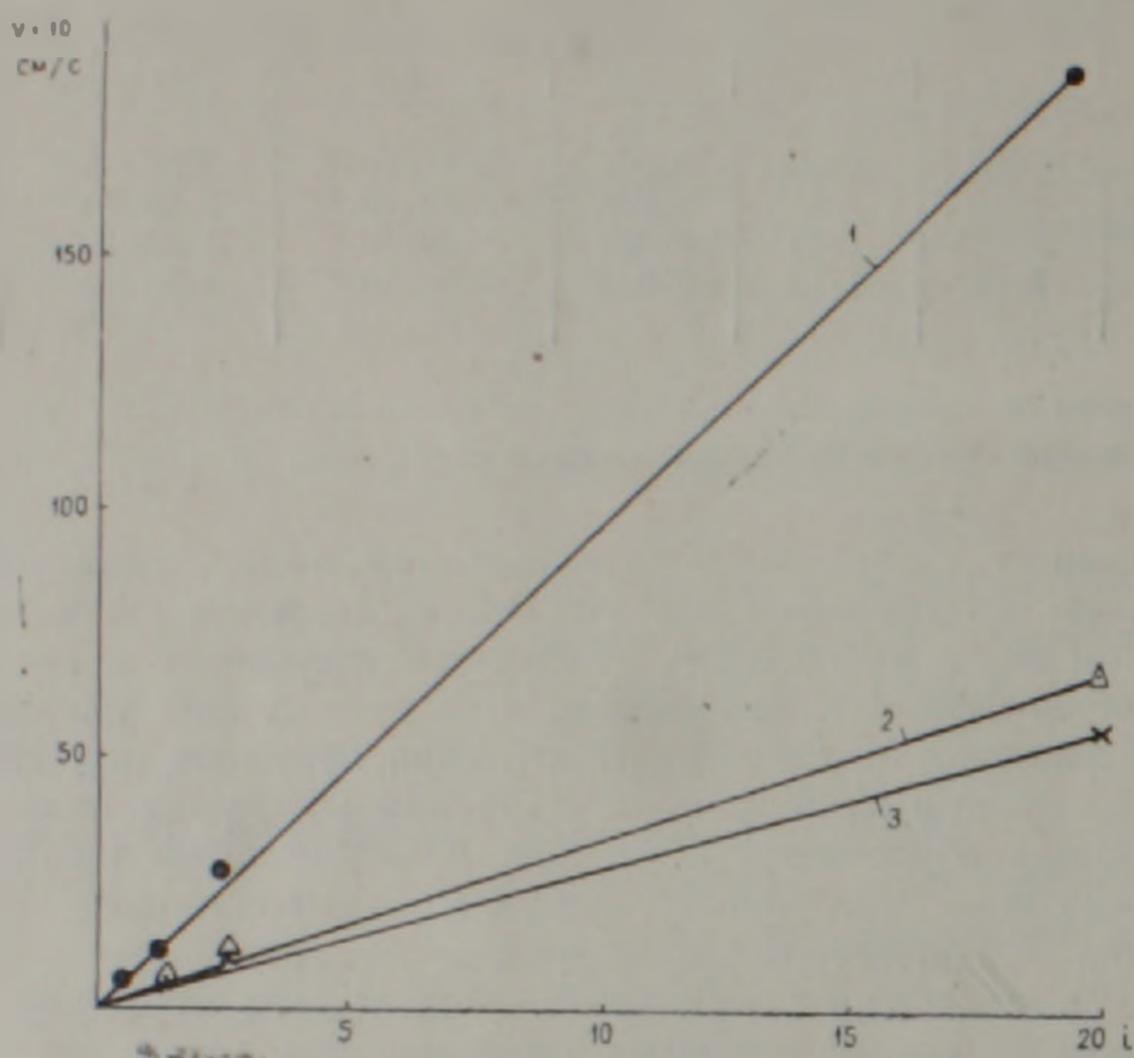


Рис. 3. Диаграмма фильтрации бентонито-песчаного слоистого образца при различных значениях нормального (уплотняющего) давления. 1 — нормальное давление $p_1 = \tau_{s,0} + 0,3 \text{ МПа}$; 2 — то же при $p_1 = \tau_{s,0} + 0,1 \text{ МПа}$; 3 — то же при $p_1 = \sigma_{s,0}$.

Данные, приведенные в табл. 2, полностью согласуются с данными, полученными при испытании малых образцов-близнецов (табл. 1). Они подтверждают возможность применения трех- и многослойной грунтовой композиционной конструкции в качестве противофильтрационного экрана дна Егвардского водохранилища вместо полиэтиленовой пленки, предусмотренной по проекту. Из той же таблицы следует, что при достаточно малых значениях гидравлического градиента бентонитовая паста не является полностью водонепроницаемой средой и нет «начального градиента» гидравлического напора. Это подтверждает правильность выводов ряда авторов по этому поводу [3].

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 24.VIII.1988.

ЛИТЕРАТУРА

1. Месчян С. Р., Петросян Т. Л. Определение оптимального состава и фильтрационных свойств грунтовых смесей — Изв. АН АрмССР (сер. Т. Н.), 1987, т. 40, — № 3, с. 33—36
2. Месчян С. Р. Экспериментальная реология глинистых грунтов. М.: Недра, 1985. 342 с.
3. Павлюк В. М. Фильтрация воды в глинистых грунтах при малых градиентах напора. Фильтрация воды в пористых средах. Докл. III Международного симпозиума. Часть I. Киев: 1978, с. 75—82