

## ВЛИЯНИЕ КОЛЬМАТАЦИИ НА РАБОТУ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПЕСЧАНЫХ ДРЕН В СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ

Панова И.Н.

*Мореходный колледж технического флота Одесской национальной морской академии*

Одним из способов уплотнения слабых глинистых водонасыщенных грунтов является применение вертикальных песчаных дрен, которые ускоряют процесс фильтрационной консолидации этих грунтов.

Существующие методы расчетов консолидации исходят из условия, что фильтрационная способность дрены в процессе консолидации не изменяется [1, 2, 3]. На самом же деле вместе с поровой водой в материал дрены попадают илстые частицы – происходит процесс кольматации.

Целью исследования было изучение влияния степени заиленности и соответственно коэффициента фильтрации материала дрены на скорость консолидации илистого водонасыщенного грунта.

Процесс кольматации дрены моделировался путем смешивания песка с илом в различных соотношениях по объему.

Было проведено 4 серии опытов с трехкратной повторяемостью:

1 серия – дрена из чистого песка фракции 0.25 – 0.5

2 серия – дрена из смеси песка и ила в соотношении 3:1

3 серия – дрена из смеси песка и ила в соотношении 1:1

4 серия - дрена из смеси песка и ила в соотношении 1:3

Работа дрен исследовалась на приборах – одометрах, оснащенных индикаторами часового типа ИЧ – 10 для измерения деформации образцов.

Образцы цилиндрической формы были выполнены из илистой пасты, имеющей удвоенный предел текучести 0.88 по сравнению с пределом текучести исходного грунта 0.44. Размеры образцов: диаметр 14 см, высота 5.5 см. В центре образцов с помощью трубки диаметром 2 см и длиной 5.5 см создавалась дрена.

К образцам прикладывалась уплотняющая нагрузка 0.1 МПа в течение 10 минут ступенями по 0.02 МПа для предотвращения выдавливания грунта.

Показания индикаторов снимались через 15, 30, 60 секунд, 2, 3,5, 10, 20, 30, 60 минут и далее через каждый час в течении 8 часов, затем один раз в сутки до наступления условной стабилизации осадки образца, равной 0.1 мм /сутки.

Результаты выполненных опытов были обработаны по методикам Тейлора и Казагранде [4] и представлены в таблице 1,2.

Табл. 1. Результаты консолидационных испытаний иловой пасты

Период консолидации, мин $t$ , мин	Средняя осадка образцов, $S$ , мм				Средняя степень консолидации $Q=S/S_{100\%}$			
	Серия испытаний				Серия испытаний			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1.75	1.97	1.93	2.83	0.14	0.14	0.14	0.14
10	2.00	2.26	2.18	3.1	0.16	0.16	0.16	0.15
20	2.39	2.69	3.54	3.49	0.19	0.19	0.18	0.17
30	2.73	3.08	2.87	3.84	0.22	0.22	0.21	0.19
60	3.54	3.99	3.66	4.73	0.29	0.28	0.26	0.23
120	4.76	5.37	4.85	6.12	0.39	0.38	0.35	0.3
180	5.72	6.45	5.84	7.25	0.46	0.45	0.42	0.35
240	6.55	7.36	6.69	8.27	0.53	0.52	0.48	0.4
300	7.29	8.15	7.46	9.17	0.59	0.58	0.54	0.45
360	7.86	8.87	8.15	10.01	0.63	0.62	0.59	0.49
480	8.79	9.96	9.09	11.62	0.71	0.7	0.65	0.57
720	10.59	11.91	11.09	14.42	0.85	0.84	0.80	0.71
900	11.29	12.81	12.09	15.62	0.91	0.9	0.87	0.77
1120	12.09	13.71	13.09	16.87	0.98	0.97	0.95	0.83
1440	12.72	14.77	14.16	18.08	1.00	1.00	0.99	0.88

Коэффициент консолидации  $C_r$  в радиальном направлении по аналогии с коэффициентом консолидации в вертикальном направлении фильтрации определялся по формуле [5]:

$$C_r = T_r D^2 / t_{50\%}, \quad (1)$$

Таблица 2. Консолидационные характеристики иловой пасты

Серия испытаний	I	II	III	IV
Коэффициент консолидации $C_r, \text{см}^2/\text{с}$	$1.2 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-3}$	$0.9 \times 10^{-3}$
Коэффициент сжимаемости $a, \text{см}^2/\text{кгс}$	1.116	1.121	1.164	1.435

где  $T_r$  - фактор времени, соответствующий величине степени консолидации при радиальной фильтрации поровой воды  $Q_r = 0.50$ , определяемый по формуле:

$$T_r = -\ln(1 - Q_r) F(n) / 8 = 0,11, \quad (2)$$

где  $n = D / d_{op} = 7;$  (3)

$$F(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln n - \frac{3n^2 - 1}{4n^2} = 1,24; \quad (4)$$

$t_{50\%}$  - период 50%-ной степени фильтрационной  $S(Q_r = 50\%)$  консолидации, определяемый по графику  $S_t = f(\lg t)$  и соответствующий средней осадке в каждой серии опытов.

Из данных таблиц следует, что максимальное расхождение (до 12%) в величинах степени консолидации имеет место при 75%-ной кольматации песчаной дрены илом для периода времени, соответствующего стабилизации осадки образца.

По данным, приведенным в таблице 2, был построен результирующий график (Рис.1), который позволяет учитывать изменение фильтрационной способности песчаной дрены в процессе консолидации с учетом ее кольматации.

**Вывод:** кольматация ухудшает работу вертикальных песчаных дрен, чем больше заиленность дрены, тем меньше коэффициент консолидации и соответственно позже наступает стабилизация слабого водонасыщенного грунта.

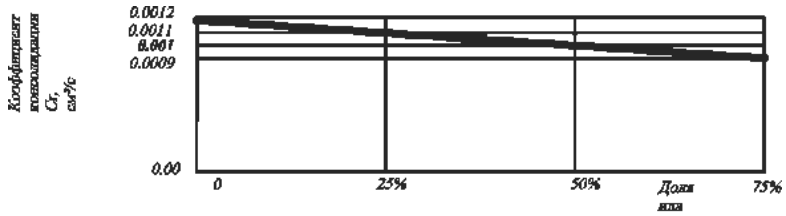


Рис.1. График зависимости коэффициента консолидации от доли ила в песчаной дрене

### Summary

Considered the influence of mudding at the work of sandy drains with using the experiment: samples from sludged pastes with drains have been tested on the odometers. Experiment made it possible determine the filtration coefficients and consolidation in varying degrees of silting drains.

### Литература

1. Абелев М.Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах. М., Стройиздат, 1983, с. 248.
2. Зарецкий Ю.К., Дембицкий Е.Н. Современные методы расчета слабых водонасыщенных грунтов. УИ Дунайско-Европейская конференция по механике грунтов и фундаментостроению. Кишинев, 1983, т. III, с.103-121.
3. Марченко А.С., Пасуховский А.К., Школа А.В. Расчет уплотнения слабых глинистых оснований при устройстве песчаных висячих дрен. Труды Союзморниипроекта. Вып. 36, М., Транспорт, 1974.
4. Цытович Н.А., Тер-Мартirosян З.Г. Основы прикладной геомеханики в строительстве. М. Высшая школа, 1981, с. 317.
5. Школа А.В. «Диагностика портовых сооружений», Одесса, «Астро-принт», 2010.