

ПРОГНОЗ ОСАДОК ОСНОВАНИЙ ИСКУССТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ИЗ НАМЫВНЫХ ИЛИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДРЕНАЖНЫХ ПРОРЕЗЕЙ.

Посуховский А.К., Мосичева И.И. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Одной из важнейших проблем современности является разработка ресурсосберегающих экономически и экологически целесообразных технологий.

В практике производства дноуглубительных работ на акваториях морских портов и водных подходах (каналах) к ним такой технологией признана гидротранспортировка разрабатываемых грунтов на берег с образованием береговых гидроотвалов и последующим использованием их в качестве оснований искусственных территорий промышленных зон.

Учитывая крайне низкую несущую способность и чрезмерную сжимаемость намывных илистых грунтов, составляющих от 70 до 90% в общем объеме грунтов морского дноуглубления, для возможности использования их в этом качестве необходимо предусматривать проведение специальных инженерных мероприятий с целью улучшения их строительных свойств.

В качестве таких мероприятий в настоящей статье рассмотрено так называемое «предпостроечное уплотнение грунтов» [1] с устройством вертикальных дренажных прорезей (ВДП), представляющих собой траншеи, засыпанные дренажным материалом (в основном песком).

Схема уплотнения основания с ВДП приведена на рис. 1.

С целью оценки эффективности применения ВДП при предпостроечном уплотнении намывных илистых грунтов морского дноуглубления при образовании из них оснований искусственных территорий в грунтовой лаборатории кафедры оснований и фундаментов ОГАСА были выполнены модельные (в масштабе 1:20) экспериментальные исследования по консолидации слоя пасты, приготовленной из ила суглинистого, отобранного из промежуточной зоны опытного гидроотвала в лимане М. Аджалык (п. Южный). Программой экспериментальных исследований предусматривалось проведение следующих четырех серий опытов:

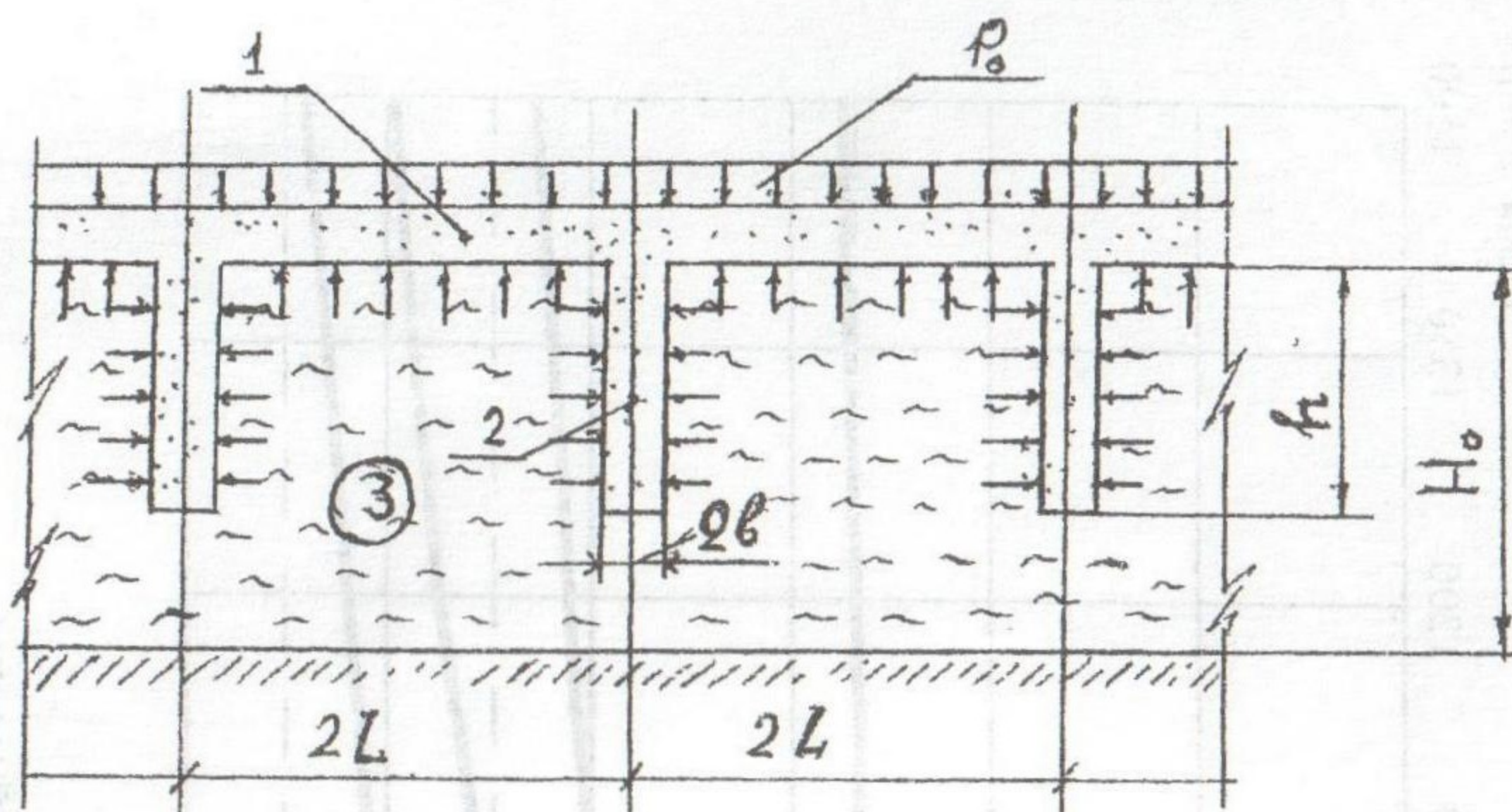


Рис. 1. Схема уплотнения основания с вертикальными дренажными прорезями:

- 1 – дренирующий слой – слой из песка;
- 2 – вертикальные дренажные прорези (ВДП);
- 3 – слабый глинистый грунт (ил).

серия I – консолидация исследуемого слоя грунта толщиной $H_0 = 8,0$ см и $w_0 = 2w_L$ без устройства ВДП под действием равномерно распределенной уплотняющей нагрузки $P_0 = 0,01$ МПа при двусторонней (вверх и вниз) вертикальной фильтрации поровой воды;

серии II, III и IV – то же, при устройстве ВДП глубиной $h = 5$ см и шириной $2b = 3$ см с расстоянием между ними $2L$, равным 40, 20 и 10 см, соответственно.

Результаты выполненных опытов представлены на рис. 2 в виде графиков зависимости осадки (S) указанного слоя иловой пасты от времени (t) его консолидации.

Из рис. 2 следует, что величины как фильтрационных (S_ϕ), так и конечных (S) осадок при устройстве ВДП существенно отличаются в меньшую сторону от таковых в том случае, когда они отсутствуют (серия I). Причем эта разность тем больше, чем меньше расстояние $2L$ между ВДП. В выполненных опытах максимальная разность в величинах фильтрационных и конечных осадок составляла 60 и 37,5 % соответственно, при $2L = 10$ см (см. рис. 3).

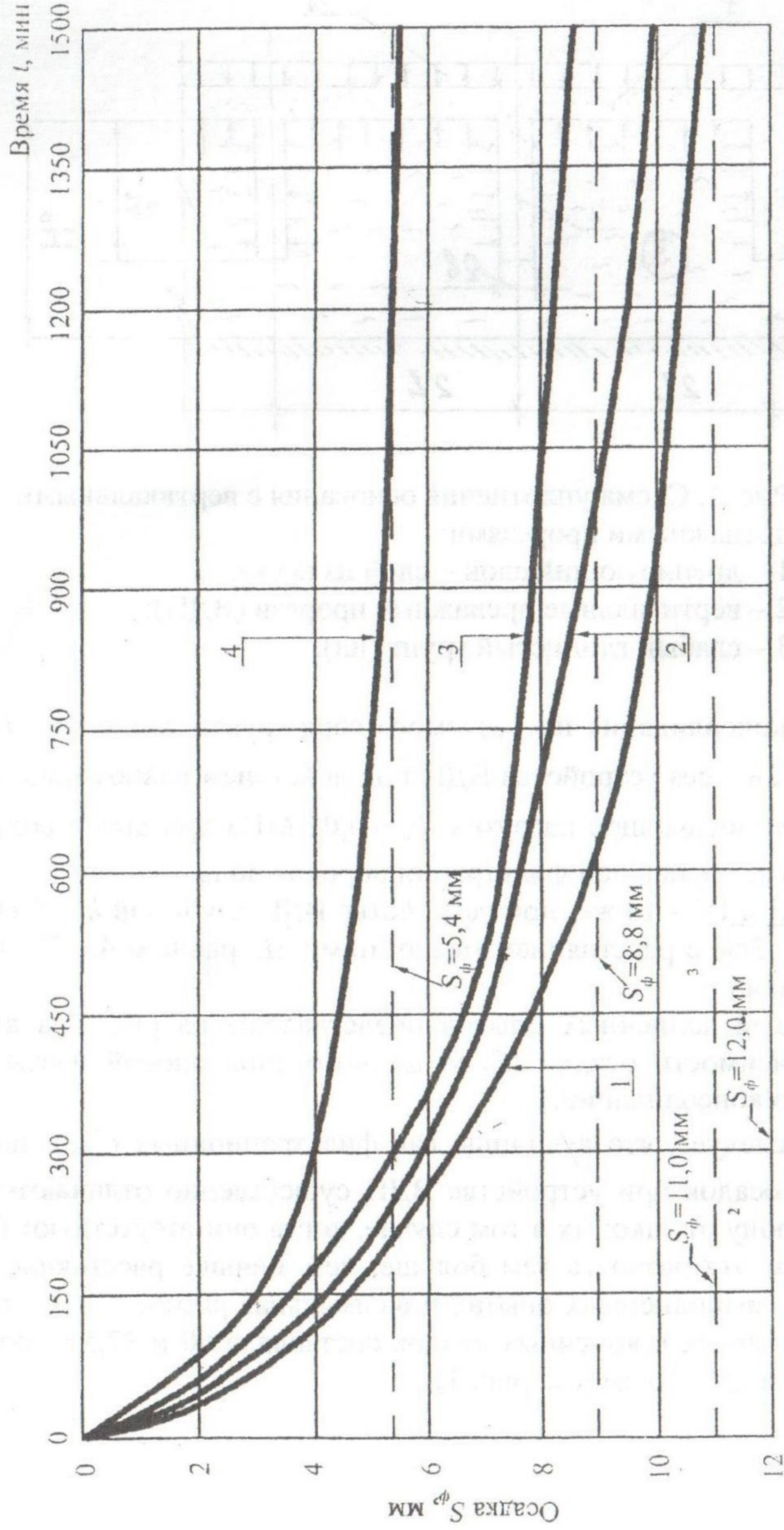


Рис. 2. Опытные графики консолидации слоя иловой пасты
 толщиной $H_0 = 8,0$ см при $W_0 = 2$ W_L и $P_0 = 0,01$ МПа: 1 – опыты серии I (без ВДП);
 2 – опыты серии II (с ВДП при $2L = 40,0$ см); 3 – опыты серии III (с ВДП при $2L = 20,0$ см);
 4 – опыты серии IV (с ВДП при $2L = 10,0$ см).

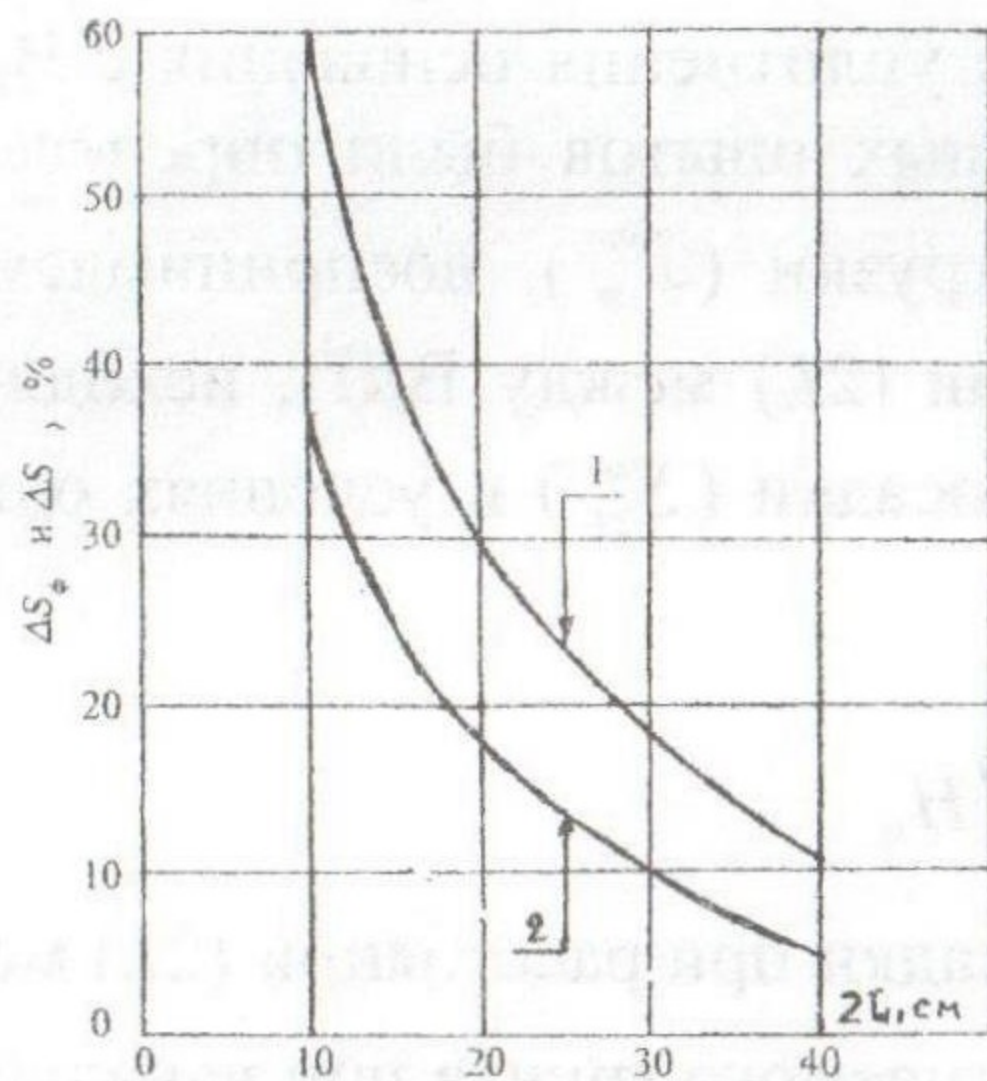


Рис. 3. Графики зависимости снижения величин фильтрационных и конечных осадок

от расстояния между ВДП:

- 1 – фильтрационные осадки (S_ϕ);
- 2 – конечные осадки (S).

Для объяснения отмеченной в указанных опытах разницы в величинах осадок испытанного слоя иловой пасты была принята гипотеза о наличии так называемого «свайного эффекта» [2] при устройстве ВДП, выраженном в данном случае в неравномерном распределении приложенной внешней уплотняющей нагрузки (P_0) между ВДП (P_{np}) и окружающим её слабым грунтом (P_{gp}), как показано на рис. 4.

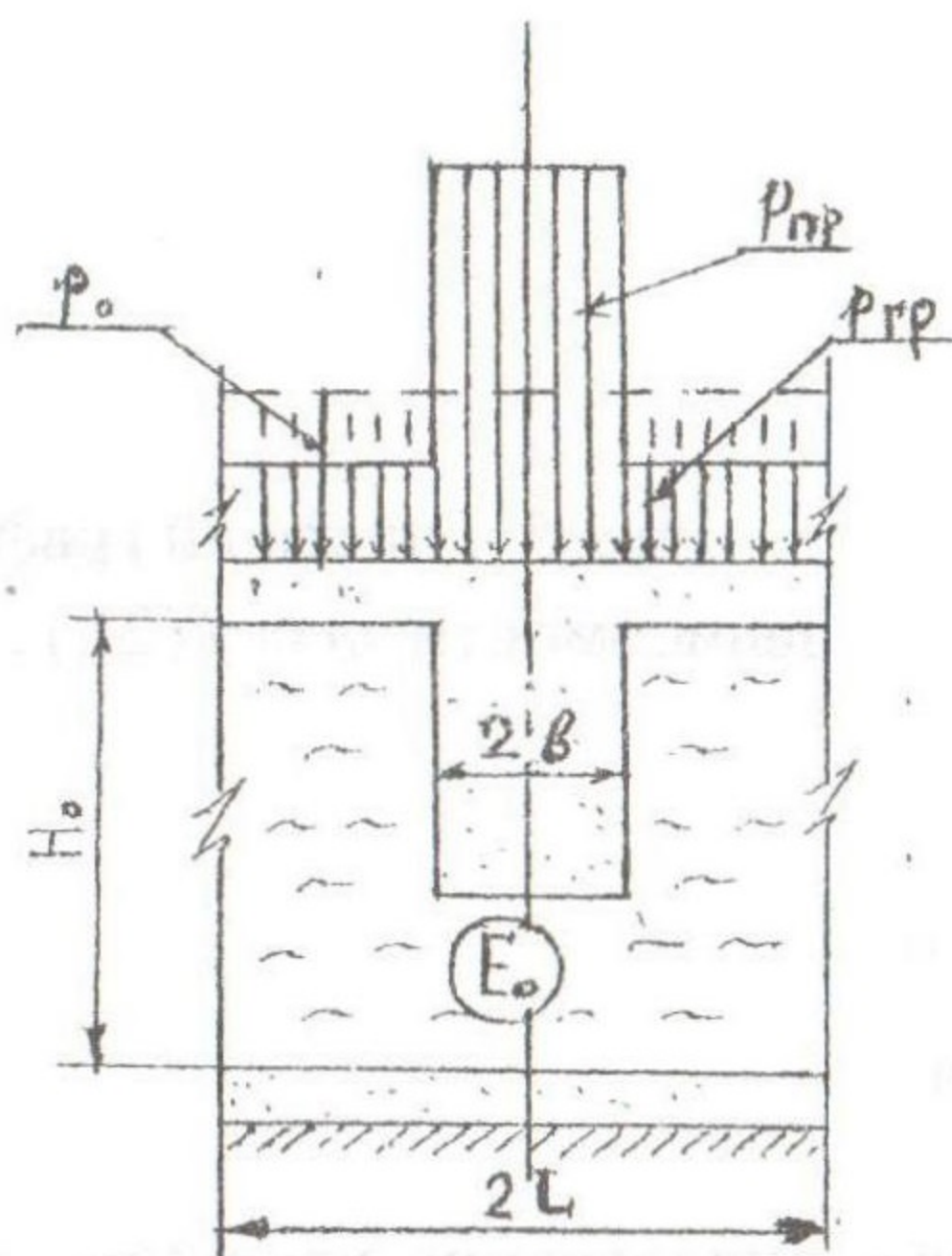


Рис. 4. Расчётная схема уплотнения основания с ВДП при условии

$$F_0 \cdot P_0 = F_{gp} \cdot P_{gp} + F_{np} \cdot P_{np},$$

$$\text{где } F_0 = F_{gp} + F_{np}$$

Такой характер распределения нагрузки (P_0) обусловлен двумя причинами: различной сжимаемостью уплотняемого грунта (ила) и материала ВДП (песка) – с одной стороны, и одинаковой деформацией их сжатия при равномерной осадке поверхности слоя пасты под жёстким штампом – с другой.

Согласно принятой расчётной схеме уплотнения основания с ВДП (см. рис. 4), по результатам выполненных опытов были определены опытные значения интенсивности нагрузки (P_{zp}^{on}), воспринимаемой слабым грунтом при каждом расстоянии ($2L$) между ВДП, исходя из выражения для определения конечной осадки (S_{2L}^{on}) в условиях одномерной задачи [3] по формуле:

$$P_{zp}^{on} = S_{2L}^{on} \cdot E_0 / H_0 \quad (1)$$

где S_{2L}^{on} - опытное значение конечной осадки при расстоянии ($2L$) между ВДП; E_0 - модуль деформации уплотняемого грунта при начальной его влажности $w_0 = 2w_L$; H_0 - начальная толщина слоя уплотняемого грунта.

По полученным таким образом значениям нагрузки (P_{zp}^{on}) был построен опытный график зависимости отношения ($m = P_{zp}^{on} / P_0$) от расстояния ($2L$) между ВДП, приведенный на рис. 5.

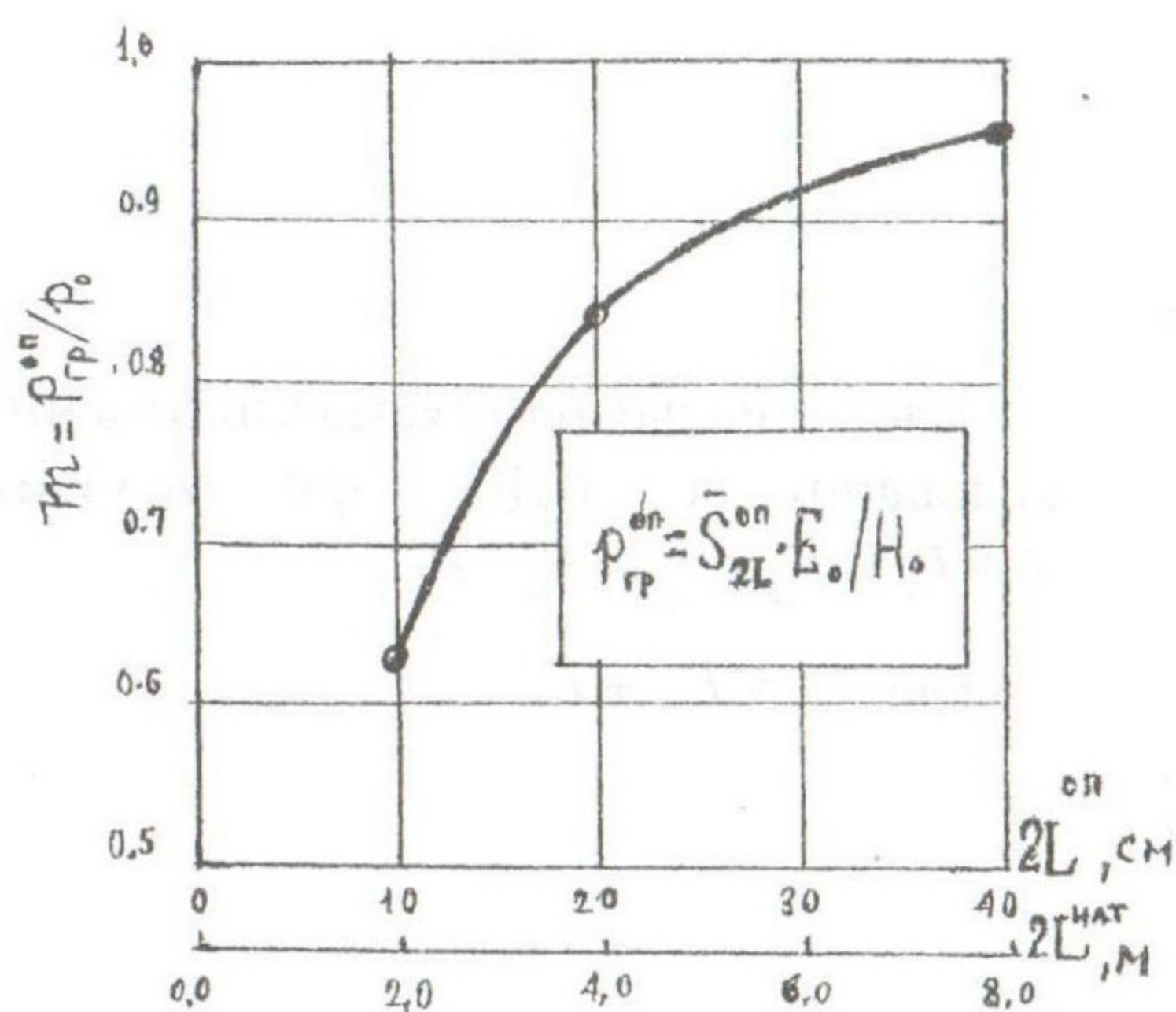


Рис. 5. Опытный график зависимости $m = f(2L)$.

С использованием указанного графика определение величины конечной осадки (S) слоя намывного илистого грунта толщиной (H_0) при известных значениях модуля его деформации (E_0), приложенной внешней уплотняющей нагрузки (P_0) и расстояния ($2L$) между ВДП по предлагаемой методике производится в следующем порядке:

а) по графику $m = f(2L)$ определяется величина коэффициента (m);

б) по полученному значению коэффициента (m) и нагрузке (P_0) определяется величина нагрузки

$$P_{zp} = m \cdot P_0; \quad (2)$$

в) по полученной величине нагрузки (P_{zp}), значениям модуля деформации (E_0) и мощности слоя уплотняемого грунта (H_0) определяется величина конечной его осадки при устройстве ВДП с расстоянием ($2L$) между ними

$$S_{2L} = P_{zp} \cdot H_0 / E_0. \quad (3)$$

Для расчёта конечных осадок натуральных толщ намывных илистых грунтов, уплотняемых с устройством ВДП, следует пользоваться шкалой значений $2L^{nat}$, приведенной на рис. 5, которая получена путём пересчёта опытных значений $2L^{on}$ с учётом принятого масштаба моделирования. При этом ширина натуральных ВДП принимается равной $2b^{nat} = 0,6$ м, что соответствует среднему её значению при устройстве ВДП существующими для этого механизмами [4].

При принятом в опытах отношении $\alpha = h/H_0 = 0,625$ и максимальных значениях глубины h_{max}^{nat} натуральных ВДП, равных 3,5 и 5,5 м [4], графиком зависимости $m = f(2L^{nat})$, приведенном на рис. 5, можно пользоваться при определении величин конечных осадок реальных слоёв намывных илистых грунтов максимальной мощностью $H_{0,max}^{nat}$ от 5,6 м до 8,8 м.

Эффективность применения ВДП при проведении предпостроечного уплотнения намывных илистых грунтов выражена в сокращении времени достижения, например 80% конечной их осадки от четырёх (при $2L^{on} = 40$ см) до восьми (при $2L^{on} = 10$ см) раз по сравнению с временем достижения указанной осадки при отсутствии ВДП.

1. Абелев М.Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах. – М.: Стройиздат, 1983. – 248 с., ил.

2. Марченко А.С. Морские портовые сооружения на слабых грунтах. – М.: Транспорт, 1976. – 192 с., ил.

3. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс): Учебник для строит. вузов. – М.: Высшая школа, 1983. – 288 с., ил.

4. Абелев М.Ю. Слабые водонасыщенные глинистые грунты как основания сооружений. – М.: Стройиздат, 1973. – 288 с., ил.