УДК 624.131.524

# ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОЙ ПРОЧНОСТИ ГРУНТОВ НА ВЕЛИЧИНУ ГЛУБИНЫ СЖИМАЕМОЙ ТОЛЩИ И ОСАДКУ ОСНОВАНИЯ

**© 2010 г.** ***О.Н. Осипова, В.П. Дыба, Ю.В. Галашев***

Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)

South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute)

*Рассматривается влияние структурной прочности грунтов на величину глубины сжимаемой толщи основания в натурных опытах, а также на расчет осадки основания. Приведена формула расчета осадок оснований фундаментов по методу послойного суммирования с учетом структурной прочности грунтов.*

*Ключевые слова:* деформация грунтов; грунты и основания; глубина сжимаемой толщи; натурный опыт; глубинные марки; структурная прочность.

*The article deals with the influence of the structural soil firmness on the size of the compressed earth mass in experiments on location depth. There is an account formula compressed earth mass in way of layer summation of the structural soil firmness.*

*Keywords:* deformations of the soil; soil, the compressed earth mass depth; experiments on location; deep mapping instrument; structural firmness.

Основания и фундаменты рассчитываются по предельным состояниям, в том числе по предельным деформациям (*Serviceability Limit State*). Необходимую для этого расчетную осадку теоретически можно рассчитать на основе различных моделей грунтового основания. Однако на практике для расчета осадки используется нормативный метод послойного суммирования, потому что данные стандартных инженерно-геологических исследований, приборы изыскательских организаций для получения этих данных, предполагают использование именно метода послойного суммирования.

Измерения показали, что наблюдаемые осадки значительно превышают расчетные по методу послойного суммирования. Как следствие, СП 50-101-2004 рекомендует определять модуль деформаций $E$ в полевых испытаниях с помощью штампов площадью 2500 – 5000 см$^2$ при вычислении осадок зданий I и II класса, а для сооружений III класса компрессионный модуль деформаций рекомендуется умножать на коэффициент из таблицы Агишева, величиной от 2 до 6. При этом не исследуются физические причины, приводящие к такой рекомендации, не проверяются иные элементы метода послойного суммирования, приводящие к несовпадению расчетных и наблюдаемых осадок.

Натурные эксперименты по изучению деформирования грунтового основания были проведены Новочеркасской школой механики грунтов совместно с Калмыцким государственным университетом [1].

Целью экспериментальных исследований явилось изучение развития деформаций и изменение нижней границы сжимаемой толщи лёссового основания с ростом нагрузки [2]. Опыты проводились в г. Элисте на опытном полигоне Калмыцкого государственного университета. Моделью фундамента в опытах служил круглый жёсткий штамп диаметром 800 мм с относительным заглублением $H$: Д = 0,5 (рис. 1).

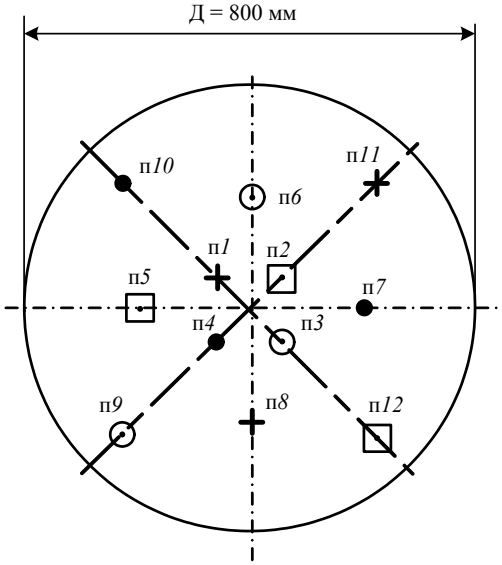



Рис. 1. План расположения глубинных марок в основании штампа. Глубина от поверхности штампа: + –0,5 Д, ⊡ – 1,0 Д, ⊙ – 1,5 Д; ● – 2 Д; расстояние точек от центра штампа: *1*, *2*, *3*, *4* – 0,1 Д; *5*, *6*, *7*, 8 – 0,25 Д; *9*, *10*, *11*, *12* – 0,4 Д

В каждом горизонтальном уровне массива основания марки устанавливались в трех точках на расстоянии 0,1 Д; 0,25 Д; 0,4 Д от центральной оси модели. Фиксировались перемещения глубинных марок в процессе нагружения (рис. 2).

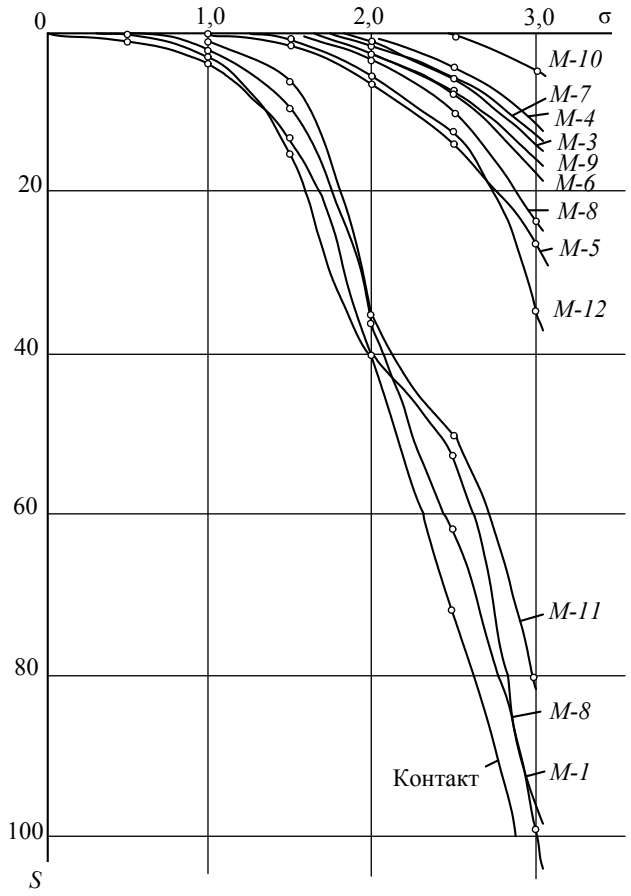



Рис. 2. Перемещения глубинных марок в процессе нагружения

Глубина сжимаемой толщи без структурной прочности грунта не имеет физического смысла, но с введением понятия «структурная прочность» у глубины сжимаемой толщи появляется физический смысл (грунт, который деформируется с изменением своей структуры, мы называем сжимаемой толщей). Структурная прочность $P_{стр}$ не совпадает с бытовым давлением $\sigma_{быт}$, следовательно, учет структурной прочности при расчете осадок необходим.

Доказательством существования структурной прочности слоев грунта в натурном опыте является характерный перегиб графиков «нагрузка – осадка» заглубленных марок на рис. 2. Рассмотрим *i*-график для некоторой марки (рис. 3).

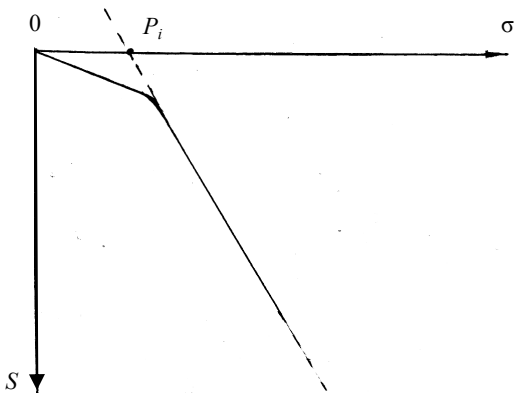



Рис. 3. К определению структурной прочности *i*-го слоя в натурном опыте

Проведем касательную к части графика после перегиба. В пересечении касательной с горизонтальной осью получим среднее давление под подошвой фундамента в момент начала более интенсивного движения марки, что соответствует моменту нагружения структуры грунта на глубине расположения марки. При этом дополнительное давление на глубине расположения марки будет равно $\alpha P_i$, где $\alpha$ – коэффициент затухания. Это дополнительное к бытовому давление и есть часть структурной прочности, которую следует учитывать в модернизированной формуле метода послойного суммирования для расчетов осадок.

Рассмотрим рис. 2 и вычислим структурную прочность, затем построим график дополнительной, структурной прочности (рис. 4, 5), $\sigma_{стр} = \alpha P_i$, где $\alpha$ – коэффициент для круглых фундаментов, принимаемый по табл. 5.6 СП 50-101-2004, $P_i$ – давление по графикам рис. 2.

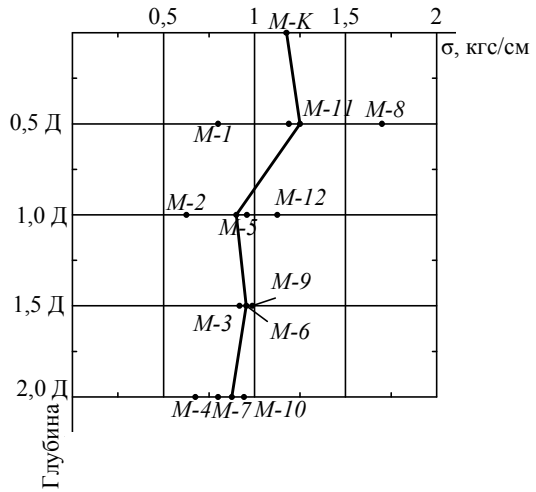



Рис. 4. График изменения дополнительной структурной прочности по глубине установки марок

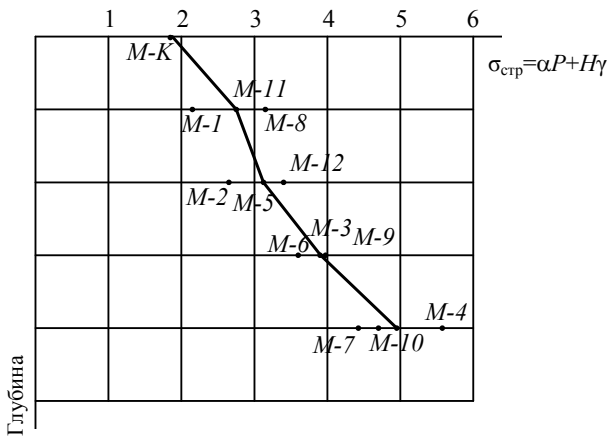



Рис. 5. График изменения общей структурной прочности по глубине установки марок с учетом действия бытового давления

Определяющую роль в расчете осадки методом послойного суммирования играет правильный выбор

глубины сжимаемой толщи. Эксперименты показывают, что в нормативном методе расчета осадок глубина сжимаемой толщи завышена для грунтов, обладающих структурной прочностью. Нормативная глубина сжимаемой толщи должна корректироваться в сторону уменьшения.

Для фундаментов, возводимых в котлованах глубиной менее 5 м, предлагаем учитывать структурную прочность грунта при расчете осадки в формуле послойного суммирования:

$$s = \beta \sum_{i=1}^{n} \frac{(\sigma_{zp,i} - P_{\text{стр},i}) h_i}{E_i},$$

где $P_{\text{стр},i}$ – структурная прочность $i$-го слоя грунта; $\beta$ – безразмерный коэффициент, равный 0,8; $\sigma_{zp,i}$ – среднее значение вертикального напряжения от внешней нагрузки, $h_i$, – толщина $i$-го слоя грунта, см, принимаемая не более 0,4 ширины фундамента; $E_{,i}$ – модуль деформации $i$-го слоя грунта; $n$ – число слоев, на которые разбита сжимаемая толща основания.

Литература

1. Экспериментальные исследования деформаций лессового основания под круглым жестким фундаментом в натурных условиях / Э.В. Аринина [ и др.] // Исследования напряженно-деформированного состояния оснований и фундаментов. Новочеркасск, 1977. С. 54 – 56.
2. *Осипова О.Н., Дыба В.П., Галашев Ю.В.* К выбору глубины сжимаемой толщи основания // Наука, техника и технология XXI века (НТТ-2009): материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. Нальчик, 2009. 509 с.

***Поступила в редакцию*** ***1 июля 2010 г.***

**Осипова Оксана Николаевна** – старший преподаватель, кафедра «Промышленное и гражданское строительство, геотехника и фундаментостроение», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). Тел. 8-928-123-99-87.

**Дыба Владимир Петрович** – д-р техн. наук, профессор, кафедра «Промышленное и гражданское строительство, геотехника и фундаментостроение», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт).

**Галашев Юрий Викторович** – канд. техн. наук, доцент кафедра «Промышленное и гражданское строительство, геотехника и фундаментостроение», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт).

**Osipova Oksana Nikolaevna** – senior lector, department «Civil and Industrial Engineer Geotechnological and Foundation Engineering», South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Ph. 8-928-123-99-87.

**Dyba Vladimir Petrovich** – Doctor of Technical Sciences, professor, department «Civil and Industrial Engineer Geotechnological and Foundation Engineering», South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute).

**Galashev Yuryi Viktorovich** – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, department «Civil and Industrial Engineer Geotechnological and Foundation Engineering», South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute).