

УСТАНОВЛЕНИЕ СТЕПЕНИ УВЛАЖНЕНИЯ И ВЕЛИЧИН НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЕЛИЧИНЫ ПРОСАДКИ ОСНОВАНИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Хужакулов Р., Каршинский инженерно-экономический институт, Республика Узбекистан

В статье приведены результаты исследований компрессионных испытаний при различной влажности образцов в целях исследования деформируемости лессового грунта зоны распределительных каналов в Каршинской степи. Установлены расчетные сочетания степени увлажнения и величины напряжений при определении конечной величины просадки оснований гидросооружений.

Анализ работ [1-4] показывает, что максимальные напряжения возникают в процессе увлажнения основания на границе увлажненного и неувлажненного слоев при влажности, соответствующей критической. При дальнейшем продвижении фронта увлажнения влажность грунта на данном горизонте возрастает, но напряжения стабилизируются на более низком уровне. Следует отметить, что на окончательную величину деформации просадки в слое грунта решающее влияние имеет сочетание σ и ω , зависящее от свойств конкретного грунта. Это положение подтверждается различным характером деформации грунтов в зонах распределительных хозяйственных каналов 4-Х и 3-Х в Каршинской степи при идентичных условиях проведения экспериментов.

В связи со сказанным представляется целесообразным выявить сочетание факторов (σ и ω), определяющих окончательную величину деформации просадки лессовых оснований гидросооружений.

Обозначим через V соотношение относительных просадочных деформаций образцов грунта критической влажности при максимальном напряжении и грунта установившейся влажности при стабилизировавшемся напряжении в рассматриваемом слое

$$V = \varepsilon_{sl1} / \varepsilon_{sl2},$$

где ε_{sl1} – относительная деформация просадки слоя в условиях, соответствующих моменту концентрации напряжений на горизонте; ε_{sl2} – относительная деформация просадки слоя в условиях, соответствующих стабилизации напряжений и влажности

Если значения $V > 1$, то это означает, что просадочные деформации при максимальных напряжениях, возникающих в условиях недоувлажненности грунта, больше, чем те, которые могли бы возникнуть в условиях стабилизации напряжений и конечной влажности. При $V < 1$ картина будет обратная.

Для лессовых грунтов значение вертикальных напряжений в основании сооружения могут быть определены с помощью таблицы, составленной по результатам экспериментов [5, 6].

Напряжения на горизонтах, лежащих на значительной глубине в основании фундамента как под краем, так и под его серединой, имеют близкие значения.

В слое грунта, расположенным под сооружением на глубине до $0,5 R$ или $0,25 B$ фундамента напряжения концентрируются то под краями штампа, то под его серединой, что осложняет расчет деформаций в этом слое грунта. Такая трансформация напряжений вызывается перераспределением влаги в основании при его замачивании [5, 7].

Вместе с тем, поскольку опытные штампы являются жесткой системой, то значения деформаций грунта под краями и центром штампа практически равны.

Исходя из этого можно записать, что для исследуемого контактного слоя мощностью $H_1 = 0,5 R$ или $H_1 = 0,25 B$ величина вертикальной деформации равна

$$\sigma_y \frac{H_1}{E_y} = \frac{\sigma_{кр} H_1}{E_{кр}}.$$

Отсюда следует, что

$$\frac{E_{кр}}{E_y} = \frac{\sigma_{кр}}{\sigma_y},$$

т.е. в контактном слое грунта имеется прямопропорциональная зависимость между модулем деформации и напряжением.

Сказанное, с достаточной для практики степенью точности, позволяет принимать при расчёте деформаций напряжения одинаковыми в рассматриваемом слое несущего столба грунта основания жесткого фундамента мощностью H_1 .

Таким образом, напряжения в слое $H < 0,5 R$ или $H < 0,25 B$ под подошвой фундамента, исходя из физического смысла и учитывая малую мощность слоя, целесообразно принимать при расчете деформаций равными среднему давлению на контакте фундамента и основания.

Для исследования деформируемости лессового грунта зоны распределительного канала 4-Х массива Туркменистан, в зависимости от его влажности и напряжений в нём, нами была проведена серия компрессионных испытаний при различной влажности образцов. Результаты экспериментов даны в табл. 1.

Таблица 1

Величина относительной просадки при различных значениях влажности и напряжения

Влажность Напряжение, МПа	10	14	18	22	26
	$\varepsilon_{sl}, \%$				
0,025	0,1	0,2	0,3	0,45	0,6
0,05	0,15	0,3	0,6	1,3	3,2
0,10	0,2	0,7	1,2	3,6	6,1
0,15	0,3	0,9	2,4	5,5	8,8

На основании ранее приведенных данных будем в дальнейшем считать, что максимальным, возникающим в основании фундамента (штампа) напряжениям соответствует относительная просадка грунта ε_{sl1} при критической влажности. Значения относительной просадки грунта ε_{sl2} определяются при $\omega = 26\%$ и стабилизировавшемся напряжении.

Тогда, пользуясь приведенными таблицами, можно определить значения ε_{sl1} и ε_{sl2} , а следовательно и коэффициент V для любого выбранного горизонта.

Так, через 36 ч после начала замачивания основания круглого штампа, передающего на грунт давление 0,1 МПа приборами на глубине 1,3 м было зафиксировано максимальное напряжение $\sigma_z = 0,077$ МПа. Влажность ω на рассматриваемом горизонте в этот момент времени равнялась 18%. Соответствующая этим значениям σ_z и ω относительная просадочность грунта $\varepsilon_{sl1} = 0,92\%$.

Через некоторое время после прохождения фронта увлажнения через данный горизонт напряжения в грунте σ_z стабилизировались и составили 0,066 МПа.

Используя приведенные выше таблицы, определим значение относительной просадочности значения $\varepsilon_{sl2} = 4,1\%$. Тогда

$$V = \varepsilon_{sl1} / \varepsilon_{sl2} = 0,92 / 4,1 = 0,22 < 1$$

Для сравнения на рис. 1 приведен осредненный график деформации рассматриваемого слоя грунта (125-150 см), полученный в ходе штамповых испытаний грунтов в зоне распределителя 4 – X массива Туркменистан (кривая S_{sl1}).

Деформации просадки в слое грунта проявились в период концентрации напряжений на горизонте. По мере падения напряжений затухает и просадка. Однако, при увеличении влажности грунта деформации вновь начинают возрастать.

Коэффициент V не всегда имеет значение меньше единицы. Его величина зависит от многих факторов: размеров фундамента, нагрузки, передаваемой фундаментом на грунт, глубины рассматриваемого горизонта, интенсивности инфильтрации воды в грунт, характеристик грунта и т.д.

Так, кривая S_2 рис. 1 аналогична кривой S_1 , но построена по результатам штамповых испытаний слабопросадочных грунтов (распределитель 3-Х зоны массива «Самарканд»).

Как видно из рис. 1, деформация просадки слоя полностью прекратилась с падением напряжения на горизонте. Это соответствует тому, что в конкретных условиях коэффициент V больше единицы.

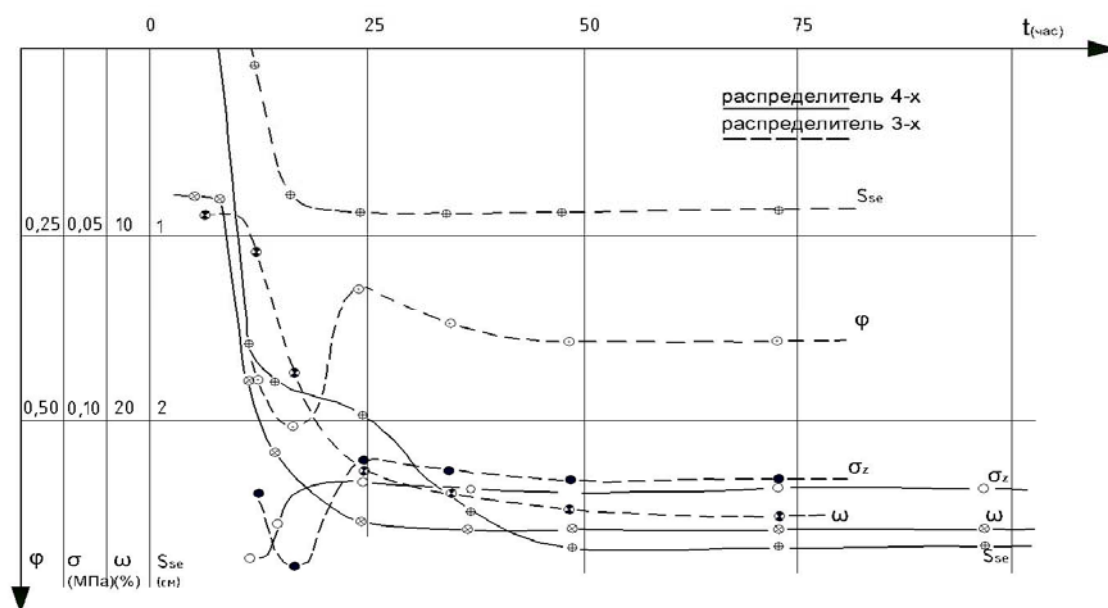


Рис. 1. Кривые деформации просадки, вертикальных напряжений и коэффициента бокового давления в слое грунта, расположенном на глубине 75-100 см в основании штампа площадью 1 м², передающего на грунт давление P=0,15 МПа

Следует отметить, что коэффициент V целесообразно определять в случаях, когда увлажняемый грунт воспринимает давление сооружения. Если происходит нагружение заранее увлажненного лессового грунта, то концентрация напряжений, связанная с перемещением фронта увлажнения, отсутствует. В этом случае следует считать всегда $V < 1$.

Исходя из приведенных опытных данных можно заключить, что:

1. Деформации просадочных оснований гидротехнических сооружений необходимо рассчитывать как для условий, соответствующих периоду концентрации напряжений в процессе увлажнения грунта, так и для условий стабилизации напряжений и влажности. При этом за расчетное следует брать большее значение ε_{sl} в слое.

2. Для установления сочетания факторов, определяющих максимальную величину ε_{sl} , может быть использован коэффициент V , величина и характер изменения которого по глубине основания индивидуальны для конкретного грунта.

3. Исходя из физического смысла взаимодействия фундамента и основания можно считать напряжения в слое грунта $H < 0,5R$ ($H < 0,25B$) равномерно распределенными и равными среднему давлению на контакте грунта и фундамента.

Список литературы

1. Жакапбаева Г.А. Совершенствование приемов проектирования сооружений оросительных систем на просадочных грунтах по совместным предельным деформациям // Автореф. ... канд. техн. наук. – М.: МГУП, 2001. – 20 с.
2. Хужакулов Р., Засов С.В. Вопросы проектирования гидротехнических сооружений на просадочных грунтах на юге Узбекистана // В сб. мат. респ. науч.-прак. конф. Каршинского инженерно-экономического института. – Карши, 11-12 марта 2016 г. – С. 266-269.
3. Хужакулов Р. Гидротехнические сооружения ирригационных систем на лессовых просадочных грунтах Республики Узбекистан // Инновационные технологии. – Карши, 2019. – №1. – С. 52-57.
4. Rustam Xujakulov, Sergey Zasov. Studying of Deformation Properties of the Additive Bases with the Help by Means of Special Installation // International Journal of Advanced Research in Science «Engineering and Technology». – Vol. 6. – Issue 5. – May 2019. www.ijarset.com.
5. Засов С.В. Взаимодействие гидросооружений оросительных систем с просадочными основаниями // Автореф. ... канд. техн. наук. – М., 1986. – 20 с.
6. Засов С.В., Фролов Н.Н., Хужакулов Р. Особенности напряженно-деформативного состояния лессовых просадочных оснований сооружения // НИИТЗИАгропром Минсельхоза Российской Федерации. – Москва, 1996. – №68. – ВС-96. – Деп. – 6 с.
7. Засов С.В., Хужакулов Р. Водопроводящее сооружения на просадочных грунтах // В сб. матер. конф. КИЭИ. – Карши: «Насаф», 2002. – С. 147-148.