

А. А. ЛУГА

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ХАЗАРСКИХ ГЛИН ПРИКАСПИЯ

(Представлено академиком А. Г. Бетехтиным 8 XII 1953)

Как показали исследования Н. Я. Денисова (1, 2) и наши (3), компрессионные свойства древнекаспийских глин, как переуплотненных, имеют ряд особенностей, а именно: сравнительно незначительную величину коэффициента уплотнения при первоначальном нагружении примерно до 2 кг/см² и большее значение конечного коэффициента пористости против начального. Дальнейшие исследования показали крайне высокие строительные свойства этих переуплотненных глин, используемых как основания сооружений.

Обжатие хазарских глин статической нагрузкой через жесткий штамп, размерами в плане 1,00 × 1,00 м, в камере кессона на глубине 33 м ниже дневной поверхности, при давлении сжатого воздуха в 3,3 ати подтвердило ранее сделанные выводы (1-5). На рис. 1 приведены кривые осадка — нагрузка углов штампа. Действительное (расчетное) реактивное давление глинистого грунта на жесткий штамп около его края приблизительно устанавливалось расчетным путем, рассматривая испытательную установку (рис. 1) в камере кессона как жесткий квадратный штамп в шурфе, равномерно нагруженный вблизи центра по малому квадрату (6). Графики для наглядности построены в логарифмических координатах, что позволило графически наглядно показать пересечение кривых. До расчетного напряжения порядка 7,9 кг/см², соответствующего древнему бытовому давлению, происходило сжатие грунтовой толщи на величину разбухания, которое имело место при понижении уровня древнего Каспия и некоторой разгрузке хазарских глин в месте опускания кессона, за счет снижения современного бытового давления (5,4 кг/см²) до величины давления сжатого воздуха в камере кессона (3,3 кг/см²). При повышении нагрузки на штамп более 7,9—8,0 кг/см² начался дальнейший процесс консолидации этих глин, главным образом за счет уплотнения тончайших пятнисто-разбросанных прослоек мучнистого песка. Вследствие некоторой эксцентричности приложения нагрузки на жесткий штамп под его углами глина была обжата на различные величины.

Таблица 1

№ угла жесткого штампа	Расчетное напряжение в кг/см ²	Осадка угла штампа в мм	Остат. величины осадок углов штампа в мм
4	~16,5	7,9	-0,9
3	~18,0	9,5	-0,1
1	~18,7	10,0	2,1

Последующая полная разгрузка штампа дала и соответственные значения остаточных величин осадок его углов (табл. 1). Отрицательные значения у части этих величин свидетельствуют о некотором разрушении

структурных связей хазарских глин при обжатии их штампом и снижении сопротивления набуханию при их разгрузке (1-4).

Воздействие свай, нижние концы которых опираются на подобную глину, при испытаниях статической нагрузкой уподобляются воздействию штампа (массивного фундамента) на грунты оснований. На рис. 2 приведены результаты статического испытания стальной трубчатой сваи

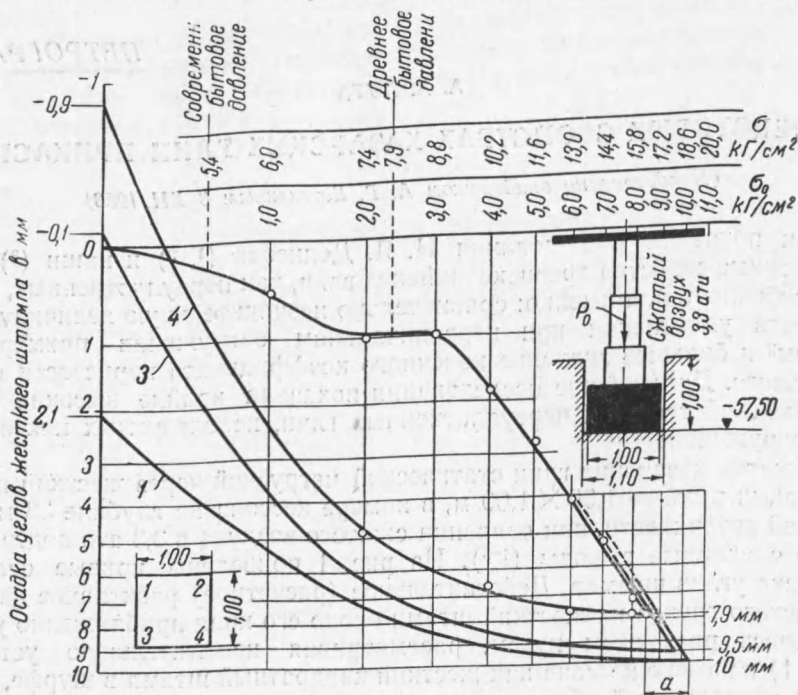


Рис. 1. Кривые осадка—нагрузка углов 1, 3 и 4 жесткого квадратного штампа, наиболее заглубившихся в грунт дна шурфа. $\sigma = (3,3 + \sigma_0)$ 1,4 — расчетное напряжение на глину под жестким штампом под местом измерения осадки; 3,3 кг/см² — давление сжатого воздуха в камере кессона; σ_0 — усредненное напряжение по подошве штампа от действия гидравлического домкрата; 1,4 — приближенная безразмерная расчетная величина; a — влияние эксцентрисичности приложения нагрузки

наружным диаметром 48 см, длиной 31,6 м, забитой до туго пластичных глин хазарского яруса. Кривая осадка — нагрузка, построенная в поллогарифмических координатах, наглядно показывает пересечение ветви первоначального нагружения ветвями разгрузок. После нагрузки сваи до 126 т и последующей полной ее разгрузки остаточная осадка головы сваи получила отрицательное значение ($A = -1,75$ мм); второй цикл загрузки сваи до 179 т не дал уже петли гистерезиса — типичного для большинства грунтов пересечения ветвью нагрузки предыдущей ветви разгрузки.

Разрушение структурных связей хазарской глины в некоторой зоне вокруг острия сваи при первом цикле нагружения (до 126 т) и последующее набухание этой глины при разгрузке привело к некоторому подъему сваи по сравнению с исходным ее положением. Последующее, повторное нагружение сваи до 126 т (усредненное напряжение под острием сваи $\sim 4,8$ кг/см² при боковом трении сваи ~ 100 т) не вернуло ее к положению, которое она занимала при этой же загрузке первым циклом. Для возврата сваи в это положение, т. е. для уплотнения глины до исходного состояния, потребовалась загрузка до 135 т, что дало под острием сваи усредненное напряжение на хазарскую глину $\sim 6,3$ кг/см², близкое к расчетному древнему (3) бытовому давлению ($\sim 6,4$ кг/см²). Современное

бытовое давление в плоскости основания конуса сваи $\sim 3,9 \text{ кг/см}^2$. Таким образом, потребовалась загрузка хазарской глины до древнего бытового давления с тем, чтобы восстановить ее первоначальную плотность. Последующее повышение нагрузки до 179 т (напряжение на хазарскую глину под острием сваи $\sim 4,2 \text{ кг/см}^2$) привело уже к существенному повторному упрочнению структурных связей, что сказалося при полной повторной разгрузке: выход головы сваи выше исходного нулевого горизонта снизился с $A = -1,75 \text{ мм}$ до $A = -1,00 \text{ мм}$.

Рассмотрение результатов ряда испытаний позволяет высказать мнение о существовании некоторого оптимального напряжения (по всей видимости, порядка древнего бытового), при снятии которого подобные глины дадут максимальную величину набухания — максимальную величину подъема

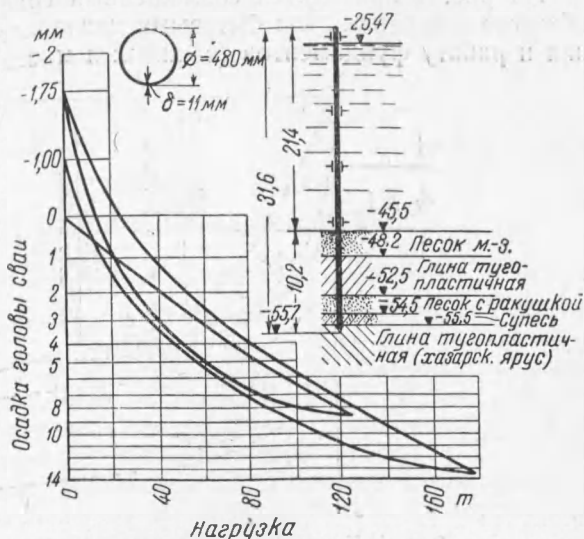


Рис. 2

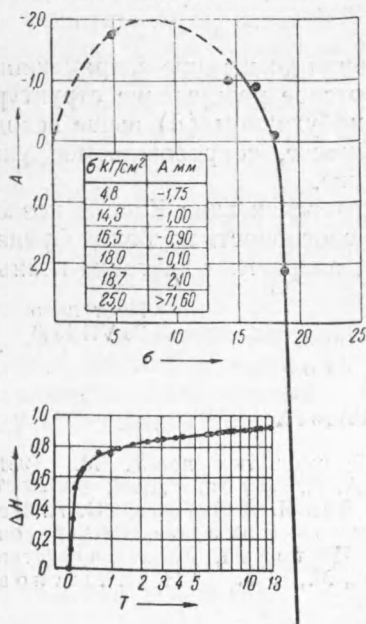


Рис. 3. σ — расчетное напряжение на хазарскую глину; A — остаточная величина обжатия; ΔH — набухание в мм; T — время в сутках

начальная 30,05%, конечная 35,05%. Пористость: начальная 45,98%, конечная 48,17%. Характер набухания подтверждает также выводы Н. Я. Денисова (1), что породы переуплотненные, в стадии структурно-

адсорбционных деформаций, являющихся обратимыми, склонны к набуханию не только при уменьшении или устранении сцепления упрочнения, но и при уменьшении испытываемого ими давления.

На рис. 4 приводится смещенный график, показывающий в схеме обжатие хазарских глин бытовыми давлениями за период их формирования и работу фундаментов (свайных и массивных), опирающихся на эти

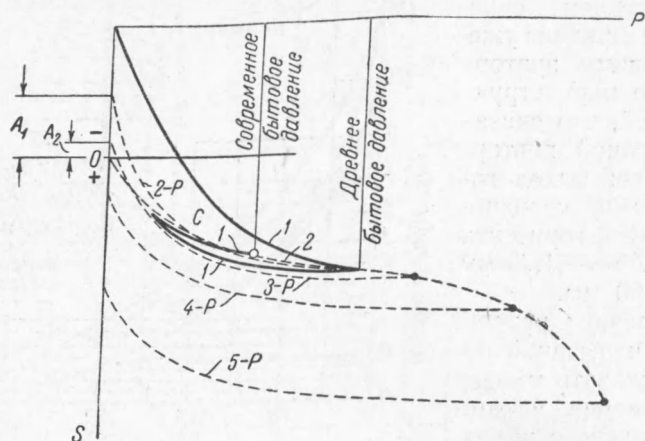


Рис. 4. Кривые осадка—нагрузка: 1 — хазарских глин от воздействия бытовых давлений за период их формирования, 2 — сваи или штампа, опирающихся на эту глину; 2 — P — ветвь разгрузки с давления менее древнего бытового; 3 — P, 4 — P и 5 — P — ветви разгрузок с давлений, превышающих древнее бытовое; C — зона многократных и весьма длительных обжатий в периоды ряда трансгрессии древнего Каспия

глины. При повышении расчетного напряжения до и выше современного бытового давления происходит сначала некоторое разрушение структурных связей, сопровождаемое при разгрузке набуханием (A) выше исходного, затем постепенное повторное их упрочнение, сопровождаемое уже необратимыми процессами в грунтовом массиве.

Приведенные результаты исследований хазарских глин Каспия позволяют значительно полнее оценивать несущую способность глубоких фундаментов как массивного, так и свайного типа, опираемых на такие глины.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт железнодорожного строительства
и проектирования
Министерства путей сообщения СССР

Поступило
25 VII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Я. Денисов, О природе деформаций глинистых пород, М., 1951.
² Н. Я. Денисов, ДАН, 58, № 6 (1947). ³ А. А. Луга, ДАН, 90, № 6 (1953). ⁴ Н. Я. Денисов, ДАН, 59, № 2 (1948). ⁵ Н. Я. Денисов, П. А. Ребиндер, ДАН, 54, № 6 (1946). ⁶ М. И. Горбунов-Посадов, Расчет конструкций на упругом основании, М., 1953. ⁷ Н. А. Цытович, Механика грунтов, М., 1951. ⁸ Н. Н. Маслов, Инженерная геология, М., 1941. ⁹ Н. Н. Маслов, Прикладная механика грунтов, М., 1949.