

РАЗВИТИЕ ДЕФОРМАЦИЙ В ОСНОВАНИИ ФУНДАМЕНТОВ

Тугаенко Ю.Ф., Гайдас О.Л.

Приведены результаты исследований процесса развития деформаций в основаниях фундаментов, сложенных лессовыми грунтами. По результатам исследований построены графики зависимости между отдельными объемами зоны деформации и изменения плотности сухого грунта от размера подошвы квадратного фундамента.

В основании фундаментов, сложенных лессовыми просадочными грунтами, в зависимости от состояния грунтовой среды, возможно развитие двух видов деформаций: осадки и просадки. Осадка нарастает в процессе увеличения давлений по подошве фундамента. При низкой влажности (0,1–0,12) наблюдаются небольшие осадки фундаментов, при высокой (0,25–0,28), они значительно возрастают.

Просадка развивается в основании загруженного фундамента в процессе его увлажнения, при котором происходит снижение структурной прочности. На скорость её протекания влияет интенсивность замачивания основания. При непрерывном замачивании, скорость осадки на первой стадии деформации максимальна, но при продолжении движения фильтрационного потока, *в пределах зоны деформации*, наблюдаются постепенные затухания скорости просадки. При периодическом увлажнении, скорость нарастания просадки зависит от интенсивности и длительности замачивания. Процессы развития деформаций при осадке и просадке подобны. При осадке фундамента, развитие деформаций в замоченном основании протекает последовательно, по мере роста давлений по подошве и отжатия поровой воды. Уплотнение «тормозится» процессом консолидации. Просадка протекает в условиях загруженного фундамента. Процесс уплотнения сопровождается движением фронта фильтрационного потока вглубь основания, который способствует увлажнению на контактах между частицами без полного их водонасыщения. Необратимые деформации в основании

фундамента возникают при давлениях, превышающих структурную прочность $P_{стр}$ и развиваются под площадью подошвы Va_n и в стороны Va_b , за пределы вертикальной поверхности по его периметру.

Как осадка так и просадка, в основании фундамента, являются следствием развития процессов в объеме зоны деформации под площадью подошвы, где происходит два вида деформаций: уплотнение и боковое расширение. Часть осадки за счет уплотнения повышается с увеличением площади подошвы фундамента, и для фундаментных плит большой площади является преобладающей.

Степень уплотнения возрастает с увеличением давления и является результатом уменьшения пористости (повышения плотности сухого грунта). Долю осадки за счет уплотнения S_n под «пятном» фундамента можно установить по результатам определения плотности сухого грунта, по зависимости:

$$S_n = e_n \cdot H_n, \quad (1)$$

$$\text{где } e_n = 1 - \gamma_d / \gamma_{dcom} \quad (2)$$

e_n – относительная деформация за счет изменения плотности сухого грунта; H_n – глубина зоны деформации; γ_d и γ_{dcom} – плотность сухого грунта природного и уплотненного, в пределах объема Va_n (рис. 1,а). Плотность сухого грунта определяется после окончания испытания, с интервалом по глубине $0,2 \sqrt{A}$. Природное значение, – по образцам отобранным за пределами зоны деформации, а уплотненное, – под площадью подошвы [1]. Деформации бокового расширения (пластические) развиваются в процессе уплотнения, вызывая смещение частиц грунта в горизонтальном направлении. Величина горизонтальной составляющей возрастает с увеличением расстояния от вертикальной оси, проходящей через центр фундамента, достигая максимума у вертикальной поверхности, проведенной по периметру фундамента. Боковые деформации влияют на искривление траекторий частиц вертикально перемещающихся в процессе нарастания осадок. В любой горизонтальной плоскости, горизонтальная составляющая перемещения частиц тем больше, чем дальше от центральной оси она находится. На рис. 1,б приведены эпюры горизонтальной составляющей перемещений вертикально заложенных фиксаторов в основании штампа площадью $0,5 \text{ м}^2$ [1]. Из рисунка видно, что горизонтальные составляющие деформаций на эпюрах, построенных в трех

сечениях основания, возрастают от оси до вертикальной линии, проходящей по внешней грани фундамента, после чего убывают до нуля (на внешней границе зоны деформации). Плотность сухого грунта, имея максимальные значения в зоне под площадью фундамента, уменьшается, достигая на внешней границе природного значения (рис.1,в). При этом максимальные значения плотности сухого грунта наблюдаются на глубине максимальных горизонтальных смещений.

На рис.2 приведены траектории перемещений точечных фиксаторов, полученные методом фотофиксации в процессе протекания деформаций. Наблюдения выполнены в лабораторных условиях при испытании лессовой супеси высокой влажности модельным штампом, в лотке с прозрачной стенкой.

В результате боковых деформаций, по поверхности ограничивающей часть зоны деформации под площадью подошвы V_{a_n} , происходит выпирание грунта в стороны, объем которого равен объемной осадке V_{s_6} (см. рис. 1,а)

$$V_{s_6} = AЧ S_6, \quad (3)$$

где A – площадь фундамента;

$$S_6 = S - S_n \quad (4)$$

Напряжения, возникающие от выпирания грунта в стороны (от пластических деформаций), вызывают формирование зоны уплотнения в стороны от грани фундамента в пределах объема V_{a_6} .

Интенсивность процессов, протекающих в основании фундаментов при прочих равных условиях, зависит от их площади. Чем меньше площадь фундамента, тем больше объем боковых деформаций и выше плотность сухого грунта в объеме зоны деформаций под подошвой. Соотношение между объемом зоны, возникшим в результате выпора грунта V_{a_6} , общим объемом зоны деформации V_a и объемом зоны под подошвой штампа V_{a_n} , уменьшается с увеличением площади подошвы фундамента. На рис. 3,а приведены эти зависимости по результатам испытаний, приведенных в работах [1;2] . С увеличением площади фундамента снижается средняя плотность сухого грунта под его подошвой в зоне V_{a_n} .

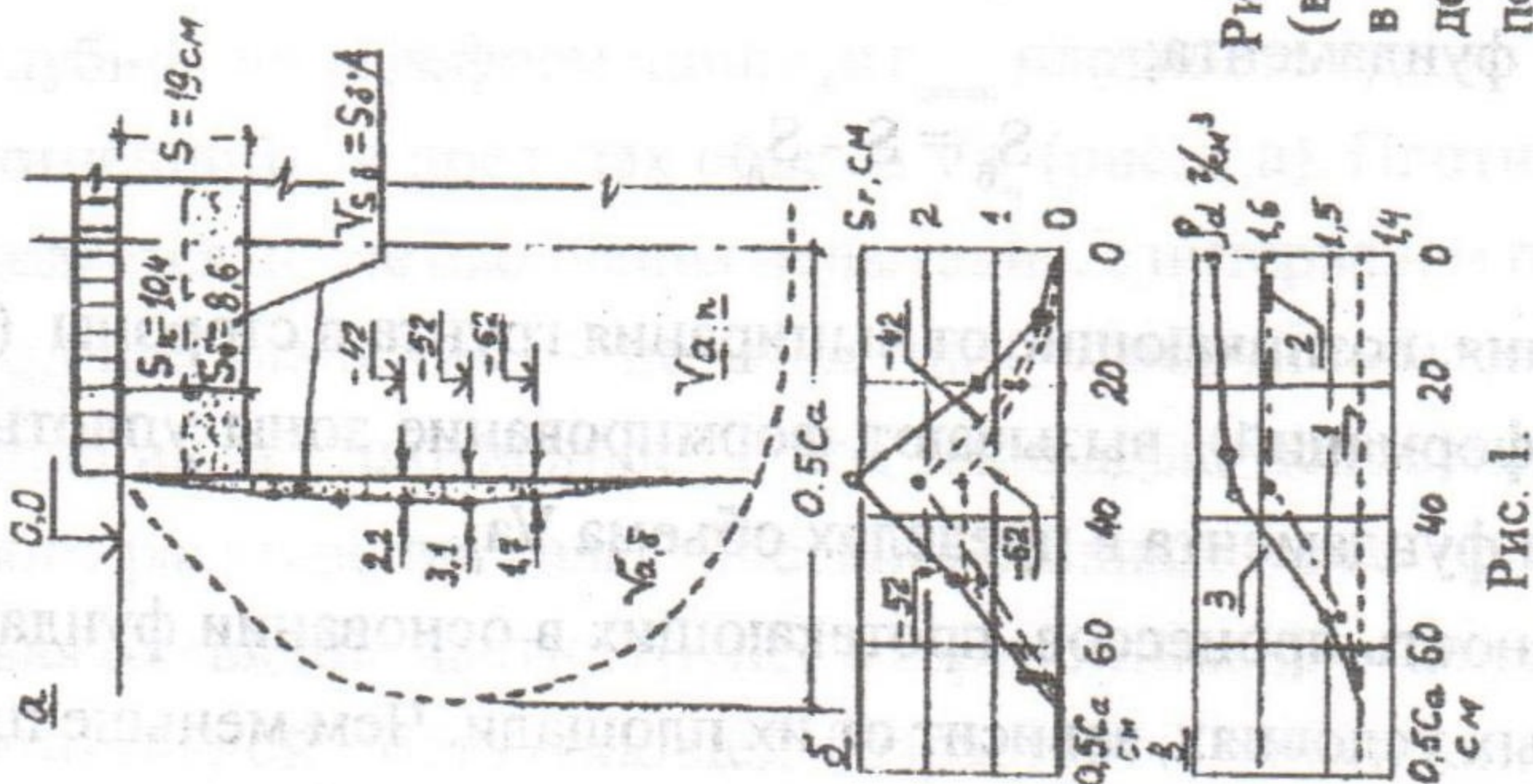


Рис. 1.

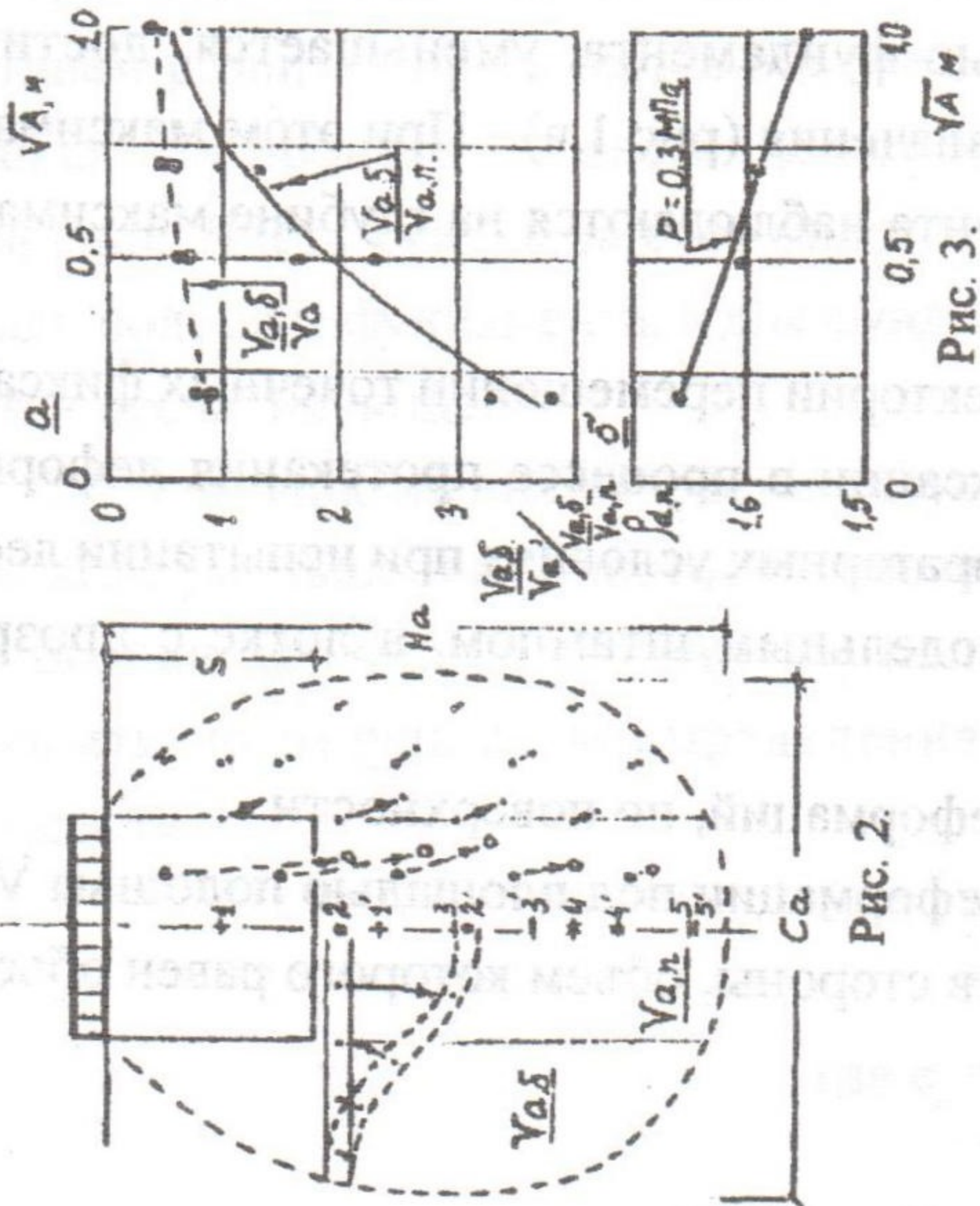


Рис. 2.

Рис. 3.

Рис. 1. Результаты испытаний штампа площадью $0,5 \text{ м}^2$ (все размеры в см.): а) горизонтальные перемещения в плоскости грани фундамента в результате боковых деформаций; б) эпюры горизонтальных составляющих перемещений; в) графики изменения плотности сухого грунта в горизонтальном сечении: 1- природное; 2-среднее значение; 3- в сечении на глубине «- 52».

Рис. 2. Траектории перемещений точечных фиксаторов в основании модельного штампа. 1-1'; 2-2'; 3-3'; 4-4'; 5-5' - начальные и конечные положения центральных фиксаторов.

Рис. 3. а) графики зависимости соотношений между частными объемами деформации от размера фундамента; б) зависимость среднего значения ρ_d в пределах $V_{a,n}$ от размера фундамента.

Литература

1. Раевский И.Е. Влияние размеров штампов на характер просадки лессовых грунтов (По данным полевых испытаний) // Основание фундаментов и механика грунтов. 1962 г. № 5 С. 14-18.
2. Тугаенко Ю.Ф., Марченко М.В. Некоторые особенности развития деформаций в основаниях опытных фундаментов // Инженерная геология. 1988 г. № 3, С 46 – 54.