

УДК 624.154.

ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ ГРУНТА В ОСНОВАНИИ КОЗЛОВЫХ СВАЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЫДЕРГИВАЮЩИХ НАГРУЗОК

Митинский В.М.

Исследована совместная работа козловых свай с грунтом основания в условиях действия выдергивающей нагрузки. Выявлен механизм образования зоны отрыва грунта для свай натуральных размеров и их моделей различного масштаба.

Работу козловой сваи [1] при выдергивании можно разделить на две стадии. Первая из них сопровождается нарастанием пропорционально увеличению нагрузки на сваю ее вертикального перемещения. При этом происходит развитие деформаций грунта в некотором объеме, имеющем форму близкую к усеченному телу вращения с криволинейной образующей.

Его размеры зависят от величины приложенной нагрузки [2].

После достижения общего перемещения сваи некоторого значения происходит ее “срыв” и работа основания переходит во вторую стадию. Она характеризуется резким снижением несущей способности сваи при одновременном нарастании ее перемещения. Если величину нагрузки несколько снизить, то может наступить стабилизация перемещения. Порог снижения тем выше, чем больше общая величина вертикального перемещения.

В основании сваи образуется зона отрыва, начинаясь с интенсивных деформаций грунта и завершаясь его распадом. Для суждения о действительных причинах происходящего были проанализированы результаты испытания 110 свай натуральных размеров и их моделей в грунтах ненарушенной структуры. Выполненный анализ позволил выявить характерные симптомы разрушения, в частности:

а) поверхность грунта выпучивалась, причем величина выпучивания достигала наибольшей величины в непосредственной близости от сваи и уменьшалась по мере удаления от нее;

б) деформации разуплотнения грунта развивались в замкнутом объеме, величина которых увеличивалась с ростом нагрузки;

в) зона разрушений образовывалась внутри зоны развития деформаций грунта и соотношение их размеров приближалось к единице с увеличением масштаба;

г) образование зоны разрушений характеризовалось резким и внезапным снижением нагрузки на сваю.

Все наблюдаемые в процессе исследования факты указывали на то, что выдергивание сваи происходило в результате сдвига ее нижних частей относительно массива грунта и отрыва зоны разрушений от подстилающего ее грунта. Процесс отрыва некоторого объема грунта происходил следующим образом.

Внешняя нагрузка, передаваемая через боковые поверхности элементов сваи и грунтовое ядро на окружающий ее грунт, могла уравновеситься некоторой толщиной массива. Когда же толщина массива, залегающего выше некоторой глубины в пределах длины погружения сваи, становилась недостаточной для уравновешивания сил трения, возникающих по боковой поверхности сваи и части защемленного между ее элементами грунта, а степень защемления этой части грунта была достаточной для его перемещения совместно со сваей, то на этой глубине образовывалась трещина. Массив, лежащий выше нее начинал перемещаться вверх совместно со сваей. Трещина сразу же приобретала возможность распространяться в радиальном направлении. Над трещиной образовывалась своего рода кольцевая “плита” из грунта с конусовидной нижней поверхностью, (рис. 1), которая зажималась между поверхностью сваи и грунтового ядра aa' с одной

стороны и цилиндрической поверхностью cc' , расположенной за пределами распространения трещины, с другой стороны.

По мере подъема сваи силы, действующие вдоль поверхности cc' , стремились оторвать оставшуюся часть $cc'b$ от зоны разрушений.

С уменьшением масштаба свай относительная глубина расположения точки, где толщина грунтового массива была недостаточна для восприятия сил трения по боковым граням сваи, возрастала за счет уменьшения абсолютной глубины их погружения. На этой глубине меньшая степень защемления грунта между элементами обеспечивала его перемещение совместно со сваем как недеформированного массива. Образующая объема зоны разрушений стремилась пересечь зону уплотнения, образованную вокруг сваи, там, где показатели плотности грунта наименьшие. В то же время отклонение ее от вертикали на больший угол увеличивало объем увлекаемого таким образом грунта. Таким образом, величина отклонения образующей от вертикали определялось условием наименьшего сопротивления грунта. При перемещении сваи вверх, являющейся как бы одной из опор грунтовой плиты и увеличений пролета cc в массиве грунта, образовавшем плиту, под влиянием моментов от собственного веса к растягивающим деформациям грунта добавлялись деформации прогиба, которые и служили условием раскрытия радиальных трещин. Возникающие деформации в периферийной части массива препятствовали постепенному раскрытию трещин, поэтому последовательный разрыв сменился, очевидно, в некоторый момент отрывом оставшегося массива грунта $cc'b$, при котором преодолевались как вес этого массива, так и силы сцепления грунта на отрыв вдоль всей нижней поверхности. Для свай масштаба 1:14 и 1:20 влияние моментов от собственного веса было незначительным и образование трещин на протяжении всего участка ab происходило мгновенно, о чем свидетельствовало отсутствие радиальных трещин на поверхности грунта вокруг моделей.

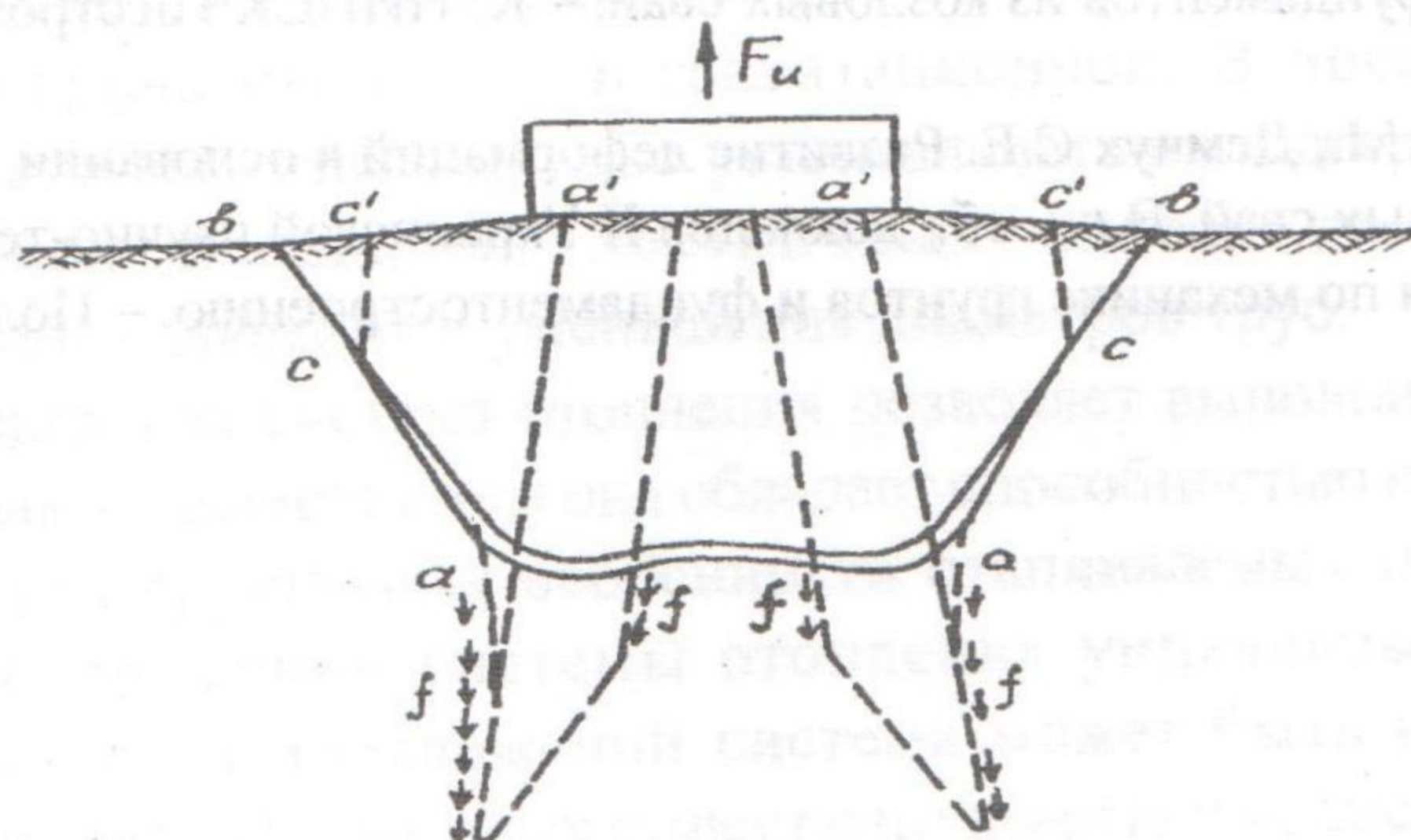
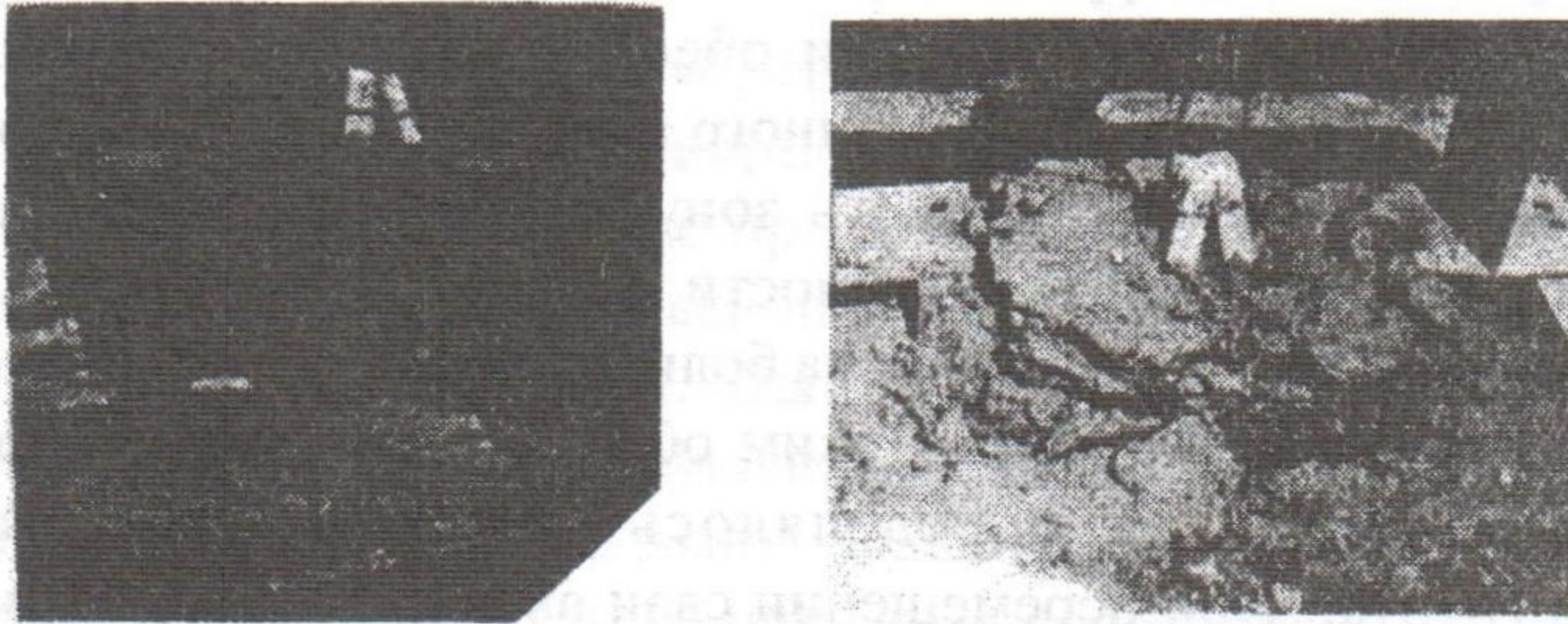


Рис. 1. Схема образования зоны отрыва.

В момент отрыва поднимаемая грунтовая плита превращалась в консольную. В основании свай натуральных размеров и их моделей масштабов 1:8 и 1:10 грунт, не будучи в состоянии оказывать сопротивление моментам от собственного веса, распадался на отдельные части, что приводило к резкому и внезапному снижению сопротивления грунта выдергивающей нагрузке. Модели свай масштабов 1:14 и 1:20 поднимались совместно с грунтом, образующим зону отрыва, рис. 2.



а)

б)

Рис. 2. Образование зоны отрыва в основании модели козловых свай в масштабе 1:10.

а) – отрыв массива грунта; б) – свая с частью объема зоны отрыва.

В этом случае снижение сопротивления происходило за счет мгновенного распространения трещины по всей длине образующей зоны отрыва.

Выявленный механизм образования зоны отрыва позволил установить, что сопротивление грунта в основании выдергиваемых свай мобилизовалось не за счет сопротивления сдвигу, а за счет сопротивления отрыву.

Литература

1. Митинский В.М., Юдин В.А., Зак Е.Г. Рекомендации по проектированию и устройству фундаментов из козловых свай. – К: НИИСК Госстроя СССР, 1988. – 48 с.
2. Митинский В.М., Демчук С.Е. Развитие деформаций в основании выдергиваемых свай. В кн. сб. докладов II Украинской научно-технической конференции по механике грунтов и фундаментостроению. – Полтава, 1995. – с. 51-55.