

**ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ
НАГРУЗКАХ С НЕДИНАМИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ
ИНТЕНСИВНОСТЬЮ**

Дьяков И.М., к.т.н., доцент, Дьяков А.И., аспирант

*Национальная академия природоохранного и курортного
строительства, г.Симферополь, Украина*

Введение. Большинство существующих в настоящее время методик расчета фундаментов на продавливание и изгиб рассматривают предельное равновесие системы фундамент-грунт, как возникшее при одноразовом нагружении конструкции. При этом предполагается, что работа грунта основания осуществляется лишь в упругой стадии.

В реальных условиях нагрузка на большинство отдельно-стоящих фундаментов носит переменный, циклический характер, что приводит к трансформации силового взаимодействия системы «фундамент-грунт», связанной с возникновением пластических и других остаточных деформаций. Соответственно должна изменяться и величина несущей способности фундамента.

Анализ публикаций. Фундаменты зданий и сооружений являются одними из наиболее ответственных конструкций, что обуславливает значительное количество проведенных экспериментальных и теоретических исследований их работы и силового взаимодействия с грунтовым основанием. Значительный вклад в выявление процесса разрушения фундаментов, поведения грунтового основания внесли С.А. Ривкин, Сорочан Е.В., Н.Н. Коровин, Ю.Н. Мурзенко, А.Н. Тетиор, Н.И. Карпенко, В.М. Алексеев и др.

В настоящее время выявлены многие особенности работы фундаментов и их взаимодействия с грунтовым основанием, разработаны различные методики расчета конструкций. Вместе с тем большинство исследований работы отдельно стоящих фундаментов проводились под действием статических нагрузок с однократным нагружением либо динамических нагрузок.

Отдельные исследования влияния повторности нагружения на перемещения и несущую способность основания, проведенные в ходе штамповых испытаний и исследований в компрессионном приборе [1], [2] свидетельствуют о том, что многократные действия нагрузок вы-

зывает постоянное накопление остаточных деформаций в грунте, неравномерность осадок сооружения, что нарушает условия эксплуатации зданий. Выявлено, что осадка, крен, горизонтальные перемещения штампов и моделей фундаментов возрастают с увеличением числа циклов, уровня нагрузки, уменьшением коэффициента асимметрии цикла, плотности основания. При этом причиной роста перемещений фундаментов признаны постоянная переориентация частиц, разрушение контактных зацеплений и зерен.

В данных и других исследованиях не исследовано влияние повторных нагружений на изменение силового взаимодействия фундамента и грунтового основания, работу фундамента, не выявлено изменение несущей способности конструкций после воздействия повторных нагрузок, что вызывает необходимость проведения целенаправленных исследований.

Цель статьи – анализ результатов экспериментальных исследований работы отдельно стоящих фундаментов при нагрузках с изменяющейся интенсивностью нединамического характера.

Задачи статьи:

- Изучение и анализ результатов экспериментальных исследований работы отдельно стоящих фундаментов
- Выявление особенностей работы отдельно стоящих фундаментов при нагрузках с изменяющейся интенсивностью;
- Оценка актуальности проведения дальнейших исследований в рассматриваемой области.

Методика исследований. Для проведения экспериментальных исследований было изготовлено пять одинаковых моделей фундаментов размерами в плане 0,5х0,5 м и толщиной плиты 0,05 м, армированных плоскими сетками из арматуры Вр-1. Испытания проводили в металлическом грунтовом лотке размерами 2 х 2 х 2, м, заполненном кварцевым песком. Нагрузку прикладывали домкратом ДГ-50-2 в комплекте с автономной насосной станцией высокого давления НСР-400М, оборудованной образцовым манометром на 20 т, класса точности 0,4. Величину нагрузки увеличивали дискретно по 10% от заданной величины, давая на каждой ступени выдержку в 10-15 минут, необходимую для перераспределения напряжений.

В процессе экспериментов измеряли уровень внешней нагрузки, нормальные контактные напряжения под подошвой фундамента, напряжения в рабочей арматуре. Для измерения нормальных контактных напряжений под подошвой фундамента применяли месдозы.

Два образца фундаментов Ф-1 и Ф-3 были испытаны при однократном нагружении до разрушения.

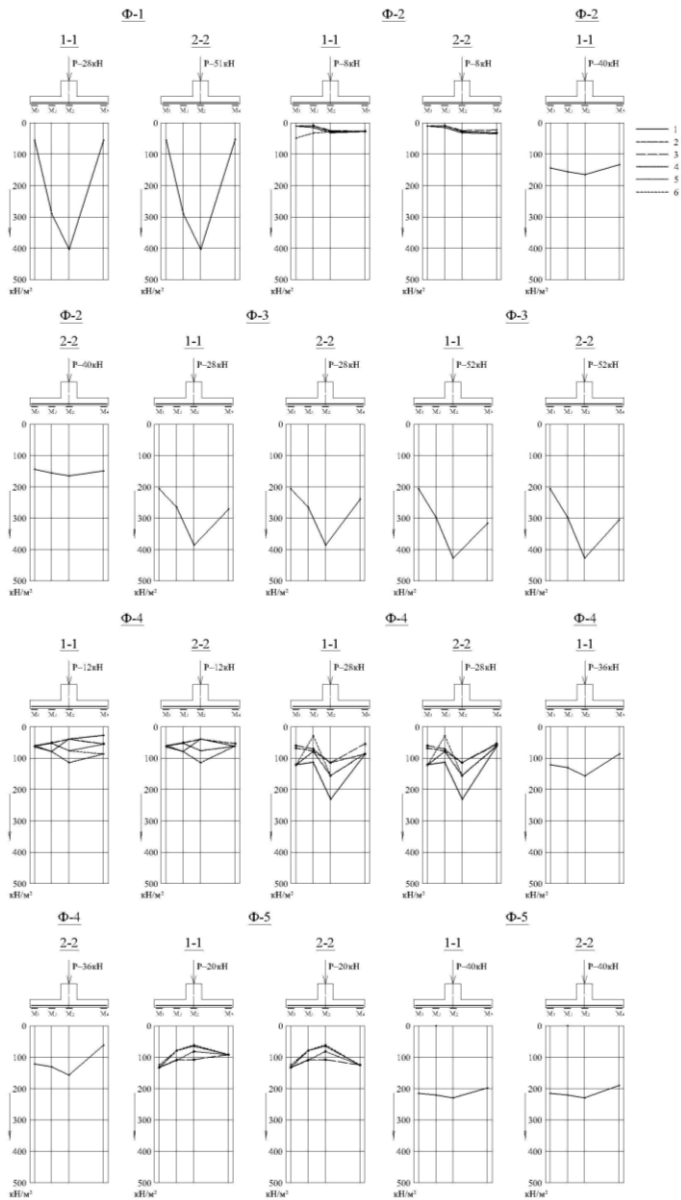


Рис. 1. Эпюры нормальных контактных напряжений под образцом Φ-1, Φ-2, Φ-3, Φ-4, Φ-5

Образцы Ф-2, Ф-4, Ф-5 испытывались при пятикратном предварительном нагружении нагрузкой интенсивностью 25%, 50%, 75% от расчетной разрушающей нагрузки соответственно. После каждого нагружения до необходимой интенсивности и выдержки 20-25 минут, нагрузка сбрасывалась до нулевого значения и через 10-15 минут осуществлялось повторное нагружение модели. Шестое нагружение осуществлялось до процесса разрушения конструкции. Нагрузка прикладывалась ступенчато с шагом 400 кг.

Результаты исследований и анализ.

Образец Ф-1. Разрушающая нагрузка составила 5100 кг. Эпюра нормальных контактных напряжений под подошвой фундамента на начальных стадиях нагружения приобрела параболическую форму. При увеличении внешней нагрузки наблюдалось увеличение нормальных контактных напряжений под центральной частью фундамента и замедляющийся рост напряжений под краевыми зонами подошвы конструкции. Перед разрушением конструкции величина нормальных контактных напряжений под центральной частью подошвы фундамента составила $2,9 \text{ кг/см}^2$, а под краевыми зонами в среднем $0,55 \text{ кг/см}^2$. Форма разрушения сочетает продавливание плитной части конструкции с выделением пирамиды продавливания и разрушение от изгиба.

Образец Ф-2 пятикратно нагружался до нагрузки 800 кг, что составляет 20% от экспериментальной разрушающей нагрузки. Разрушение произошло при внешней нагрузке 4000 кг. Эпюра нормальных контактных напряжений на пяти первых нагружениях имела вогнутую седлообразную форму (рис.1). На шестом нагружении при нагрузке 1600 кг произошла трансформация эпюры от вогнутой к параболической. Перед разрушением эпюра носила выпуклую параболическую форму. При этом величина нормальных контактных напряжений под центральной частью подошвы фундамента составила $1,65 \text{ кг/см}^2$, а под краевыми зонами в среднем $1,43 \text{ кг/см}^2$.

Образец Ф-3. Разрушающая нагрузка составила 5700 кг. Эпюра нормальных контактных напряжений под подошвой фундамента на начальных стадиях нагружения имела вогнутую седлообразную форму (рис. 1). В процессе нагружения происходила ее трансформация к параболической форме. При внешней нагрузке 1200 кг эпюра полностью трансформировалась от вогнутой седлообразной формы до выпуклой параболической. При дальнейшем увеличении нагрузки происходило увеличение нормальных контактных напряжений под центральной частью фундамента и замедление роста напряжений под краевыми зонами подошвы конструкции.

При испытании фундамента Ф-4 производилось 5 загрузок до нагрузки равной 75% от расчетной разрушающей (2800 кг). Разрушение модели при 6 загрузке произошло при нагрузке 4000 кг. В фундаменте Ф-4 трансформация эпюры при первом нагружении от вогнутой к выпуклой произошла при нагрузке 2400 кг (рис.1). В последующих нагружениях, включая последнее, величина внешней нагрузки, при которой происходила трансформация эпюры от седловидной к параболической форме снизилась до 1600 кг. При разрушении эпюра носила выпуклую (параболическую) форму.

При испытании фундамента Ф-5 производилось 5 загрузок до нагрузки равной 50% от расчетной разрушающей (2000 кг). Разрушение на 6-ом нагружении произошло при нагрузке 4200 кг. В фундаменте Ф-5 трансформация эпюры от вогнутой к выпуклой произошла только на последнем нагружении при нагрузке 2700-2800 кг (рис.1). При разрушении эпюра носила выпуклую (параболическую) форму.

На подошве всех испытанных фундаментов (рис.2) после разрушения видна пирамида продавливания и нормальные трещины как параллельные граням плиты, так и расположенные по диагоналям подошвы. Угол наклона поверхности пирамиды продавливания в среднем составляют 27-35 градусов.

Таким образом, наличие предварительного нагружения фундаментов приводит к снижению несущей способности фундамента. При этом влияние величины нагрузки предварительных нагружений в рассмотренном диапазоне, в достаточной степени не выявлено.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что работа фундаментов на изгиб и продавливание, а так же их силовое взаимодействие с грунтовым основанием при циклически изменяющихся нагрузках нестационарного характера не являются достаточно изученными. Требуется проведение дополнительных экспериментов, которые позволят выявить роль таких факторов, как: гибкость и армирование плитной части конструкции, режим нагружений и т.д. Необходима разработка методики расчета фундаментов на изгиб и продавливание, учитывающей как особенности системы фундамент-грунт, так и историю нагружений фундаментов.

Выводы

– Воздействие на отдельно стоящие фундаменты нагрузок с изменяющейся интенсивностью нестационарного характера приводят к снижению несущей способности фундаментов на продавливание и изгиб после повторных нагружений;

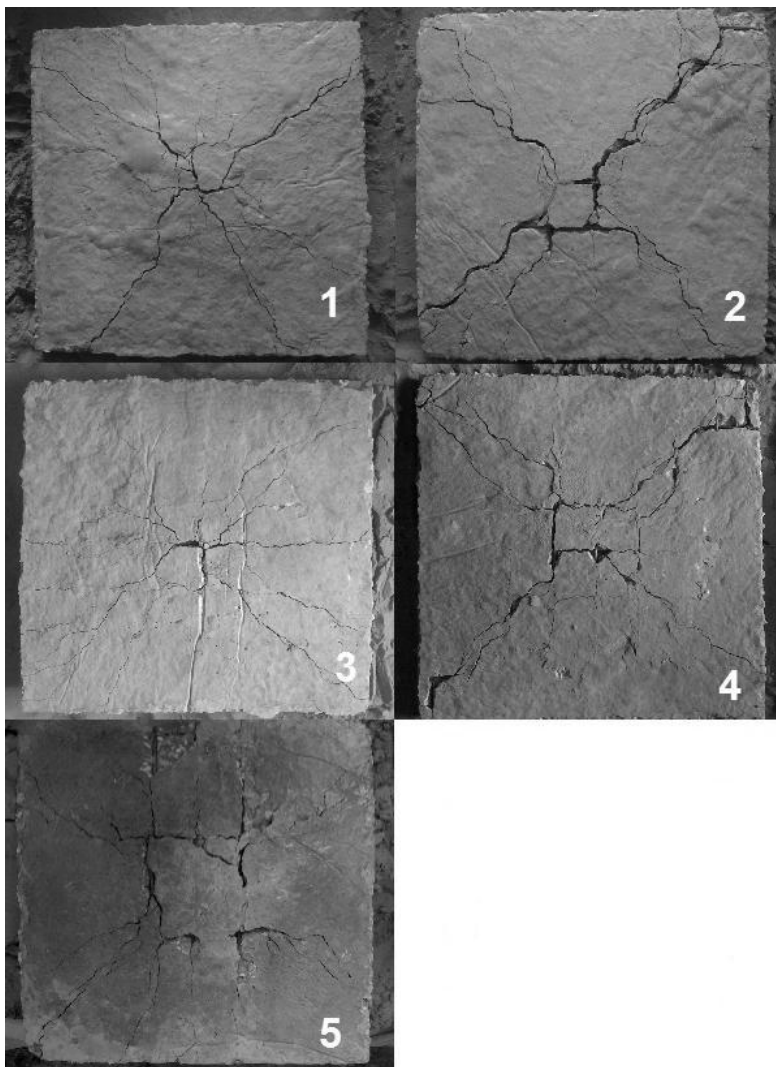


Рис. 2. Схемы разрушения образцов Ф-1, Ф-2, Ф-3, Ф-4, Ф-5

– При повторных нагружениях у гибких фундаментов эпюра нормальных контактных напряжений имеет форму менее трансформированную в параболическую, чем при первичном нагружении. Одной из причин является то, что зона уплотнения грунта первоначаль-

чально возникает под центральной частью фундамента и при повторных нагружениях она развивается к краям подошвы конструкции.

– Менее криволинейная эпюра нормальных контактных напряжений при повторных напряжениях приводит к более быстрому росту напряжений в нормальных и наклонных сечениях фундамента, что обуславливает снижение его несущей способности на изгиб и продавливание.

– Для разработки методики расчета фундаментов с учетом влияния повторных нагружений целесообразно проведение дальнейших исследований, которые позволят выявить влияние таких факторов, как история нагружений, конструктивные особенности фундамента и др.

Summary

The experimental results of the free-standing concrete foundations for loads with varying intensity. Study some features of the force interaction with the foundation soil foundation. The effect of preload on the bearing capacity of foundations.

Литература

1. Евдокимцев О.В. Влияние повторности нагружения на перемещения и несущую способность основания. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.-Тамбов.: ТГТУ, 2001.-27 с.

2. Алексеев В.М., Евдокимцев О.В., Леденев В.В. Экспериментальные исследования работы фундаментов при действии центральной и внецентренной многократно повторной нагрузки. ВНИИТПИ, № 11691.- М., 1998. - 25 с.