

Струлев В. М., Воеводкин В. Ю., Зайцев А. А., Попов Е. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСАДКИ КРУГЛЫХ И КОЛЬЦЕВЫХ ШТАМПОВ НА ВЛАЖНОМ ПЕСЧАНОМ ОСНОВАНИИ

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Струлева В. М.

ТГТУ, Кафедра «Конструкции зданий и сооружений»

В настоящее время плитные фундаменты под специальные инженерные сооружения башенного типа (дымовые трубы, телевизионные башни, градирни, водонапорные башни и др.) выполняются в виде круглых или кольцевых пластин, лежащих на естественном основании [1...4]. Данные сооружения являются очень ответственными конструкциями, к которым предъявляются повышенные эксплуатационные требования – жесткости, прочности, устойчивости и т.д.

Одним из основных эксплуатационных требований является ограничение осадки фундамента. В СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений» даны рекомендации по определению осадок только для круглых фундаментов. Расчет осадок кольцевых фундаментов рекомендуется определять как для круглых фундаментов, что может привести к ошибке в их определении. Данная работа посвящена экспериментальным исследованиям влияния условия передачи нагрузки на осадку круглых и кольцевых штампов с одинаковой площадью контакта, лежащих на влажном песчаном основании и нагруженных центрально.

Достоверность полученных экспериментальных результатов обеспечивается проведением экспериментов с необходимым количеством повторных испытаний; статистической обработкой экспериментальных данных; сопоставлением результатов исследований с аналогичными данными других авторов. Анализ работ других авторов показал недостаточную изученность характера деформирования и разрушения основания кольцевых фундаментов, влияние формы и размеров фундаментов.

Испытания штампов проводились в лотке с размерами 2х2.5х1.5 м. Нагрузка на штампы передавалась с помощью гидравлического домкрата, контроль усилия осуществляется с помощью образцового динамометра на сжатие (ДОС-5), установленного на домкрате. Для измерения осадки штампа используются индикаторы часового типа (ИЧ-5), с ценой деления 0.01 мм. Нагрузка подается ступенчато по 0.1 от максимальной нагрузки, с выдержкой по 20 мин. на каждой ступени до наступления условной стабилизации перемещений. Нагрузка прикладывается центрально через жесткий металлический диск, а также через кольцевую

оснастку, изготовленную индивидуально для каждого штампа. Передача нагрузки через кольцевую оснастку осуществлялась по середине ширины штампа.

Были изготовлены и испытаны штампы с одинаковой площадью контакта с отношением внутренних и наружных диаметров $d/D=0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8$. Штампы были изготовлены из тяжелого бетона класса В10 с базовым размером круглого штампа 264 мм. Все штампы армировались сварными сетками $\varnothing 4$ мм. класса Вр-I. Основанием служил песок с модулем крупности $M_k < 2$, со средней плотностью $1,7 \text{ г/см}^3$, увлажненный до 10%.

На рис. 1 представлены графики зависимости осадки штампов от центральной нагрузки, приложенной через сплошной жесткий диск. Из графиков видно, что сплошной штамп $d/D=0$ и кольцевой $d/D=0,4$ имеют практически равную осадку, а наиболее оптимальным с точки зрения осадки является штамп с соотношением $d/D=0,2$. При изменении отношения d/D от 0,2 до 0,8 наблюдается снижение несущей способности основания.

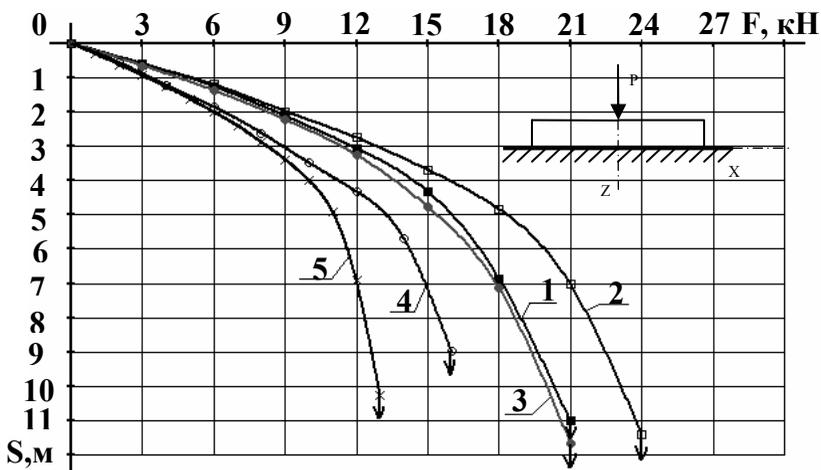


Рис. 1. Зависимость осадки штампов, с одинаковой площадью контакта, от центральной нагрузки, приложенной через сплошной жесткий диск при влажности основания $w=10\%$: 1 - $d/D=0$; 2 - $d/D=0.2$; 3 - $d/D=0.4$; 4 - $d/D=0.6$; 5 - $d/D=0.8$.

На рис. 2 представлены графики зависимости осадки штампов от центральной нагрузки приложенной через кольцо. Кольцевая нагрузка прикладывалась через оснастку: для кольцевого штампа по середине кольца, а для сплошного штампа на расстоянии $1/3$ от края. Анализируя

графики можно сделать вывод, что наиболее оптимальным является штамп с соотношением $d/D=0,2$, как и при нагрузке, приложенной через сплошной жесткий диск.

Если сравнить значения осадки для каждого штампа при нагрузке, приложенной через сплошной жесткий диск и через кольцо, то можно сделать вывод, что кольцевая передача нагрузки более предпочтительна, т.к. она значительно увеличивает несущую способность штампа.

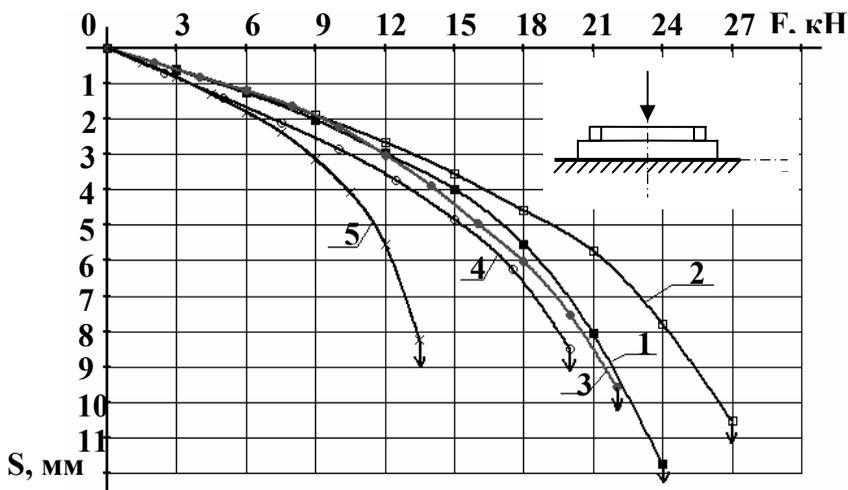


Рис. 2. Зависимость осадки штампов, с одинаковой площадью контакта, от центральной нагрузки, приложенной через кольцо при влажности основания $w=10\%$: 1 - $d/D=0$; 2 - $d/D=0.2$; 3 - $d/D=0.4$; 4 - $d/D=0.6$; 5 - $d/D=0.8$.

Для анализа влияния соотношения d/D на напряженно-деформированное состояние, были определены значение максимальных изгибающих моментов M_r , M_θ и поперечной силы Q_r для нагрузки равной, передаваемой через кольцо. Значения M_r , M_θ и Q_r представлены на рис. 3,4,5.

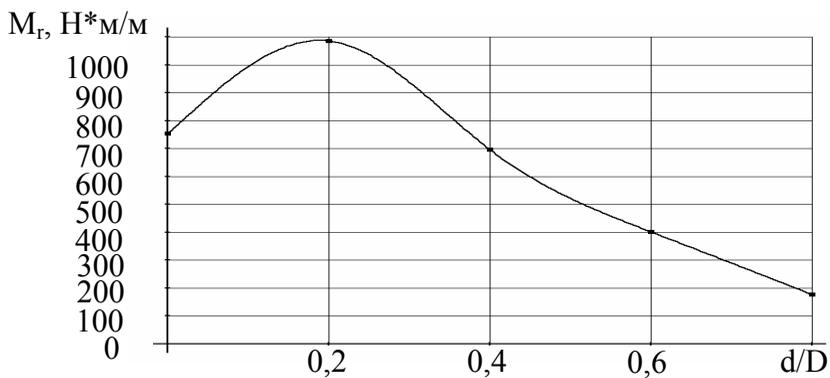


Рис. 3. График зависимости M_{rmax} от отношения d/D .

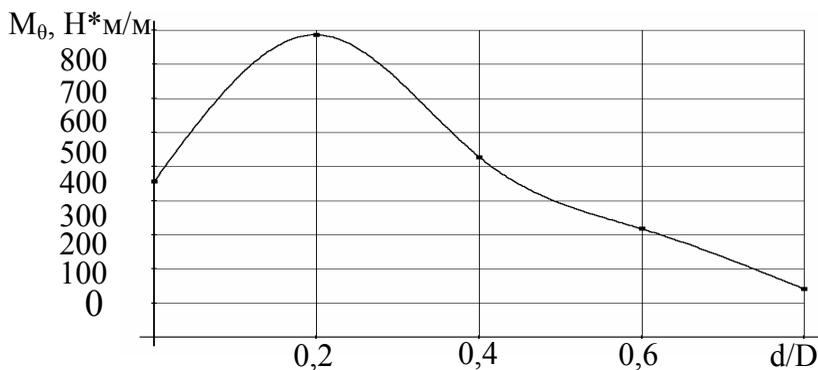


Рис. 4. График зависимости M_{0max} от отношения d/D .

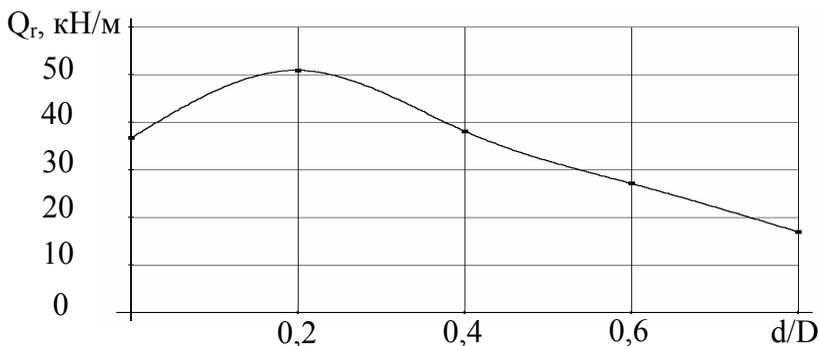


Рис. 5. График зависимости Q_{rmax} от отношения d/D .

Все графики имеют экстремум при значении $d/D=0.2$. При этом увеличение значений изгибающих моментов в 1.4...2 раза выше чем в

сплошном штампе. При значениях $d/D \geq 0.4$ наблюдается уменьшение значений внутренних силовых факторов. Следует отметить, что внутренние усилия получены при передаче усилия через кольцевые оснастки, диаметры которых не соответствуют оптимальным значениям внутренних силовых факторов.

Вывод: осадка круглых и кольцевых штампов и несущая способность зависит в значительной мере от отношения внутреннего и наружного радиусов штампа. Предварительные результаты показали, что наименьшие осадки имеют кольцевые штампы с отношением $d/D=0,2$. Передача нагрузки через кольцевую оснастку более эффективна, чем через жесткий сплошной диск. Что касается внутренних силовых факторов, то необходим поиск оптимальных диаметров передачи кольцевой нагрузки.

Список литературы

1. Ю. Ф. Тугаенко, С. И. Кушак Деформации оснований кольцевых фундаментов.- Основания, фундаменты и механика грунтов. 1985, №4.
2. М. А. Бородин, В. Г. Шаповал, В. Б. Швец Исследования осадок основания кольцевых фундаментов.- Основания, фундаменты и механика грунтов. 2001, №1.
3. А. В. Худяков, В. В. Леденев, В. М. Струлев К расчету армирования фундаментов сооружений башенного типа. // Труды ТГТУ, вып. №6, Тамбов. 2001.
4. А. В. Худяков Опыты с кольцевыми штампами. // Расчет и проектирование оснований и фундаментов в сложных инженерно-геологических условиях. Межвузовский сборник научных трудов. Воронеж. 1992.