

О РАБОТЕ СТАЛЕБЕТОННЫХ КРУГЛЫХ ПЛИТ ПОД НАГРУЗКОЙ

Ватуля Г.Л., к.т.н., доц., Шевченко А.А., ассистент

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков

Плоский стальной лист работает в условиях двухосного растяжения, благодаря чему повышается жесткость и несущая способность плиты при одинаковом расходе металла по сравнению с железобетонной [1, 2]. Настоящая работа является развитием исследований работы сталебетонных круглых плит [3, 4, 5].

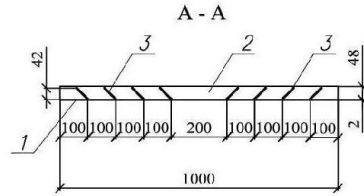
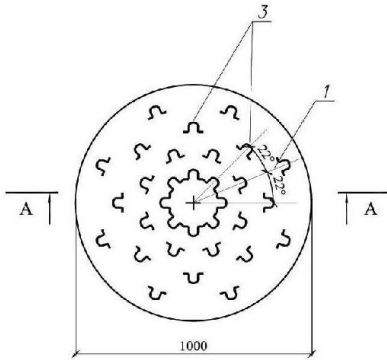
Целью данного экспериментального исследования является: определение характера деформирования и разрушения сталебетонной пластины при силовом загрузении и различных схемах расположения анкеров; определение предельных нагрузок на сталебетонные пластины и изучение предельного состояния; проверка разработанного расчетного аппарата путем сопоставления теоретических и экспериментальных данных.

Для изучения вопросов положенных в основу экспериментальных исследований, было изготовлено шесть опытных образцов, представляющих собой круглые в плане плиты радиусом 500 мм и толщиной 50 мм. Каждый образец состоял из следующих составных частей: армопалубочного элемента, выполненного из плоского металлического листа толщиной 2 мм и бетонного слоя. Конструктивное решение образцов показано на рис. 1.

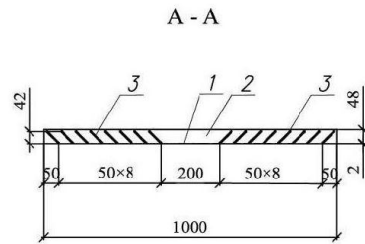
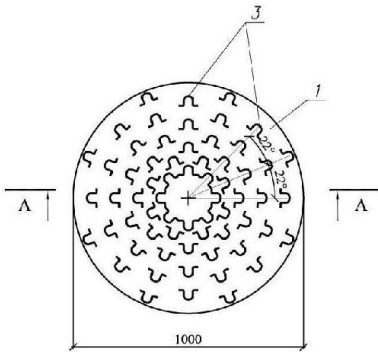
Образец П-1 и П-2 запроектирован и изготовлен в виде бетонной плиты с внешним армированием из листовой стали 1. Для совместной работы листовая арматура объединена с бетоном 2 наклонными петлевыми анкерами 3, расположенными по радиусам с шагом 100мм. Их наклон к горизонтальной поверхности составляет 45° в направлении от центра к контуру плиты.

Образец П-3 и П-4 отличается от П-1 и П-2 тем, что петлевые анкера 3 расположены с шагом 50 мм.

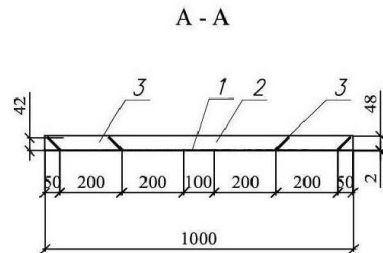
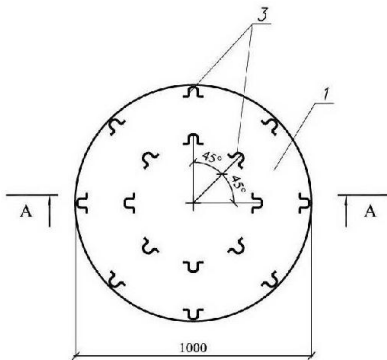
Образец П-5 и П-6 отличается от П-1 и П-2 тем, что петлевые анкера 3 расположены с шагом 200 мм.



Образец П-1 и П-2: 1 – стальной лист, 2 – бетонный слой, 3 – петлевые анкера



Образец П-3 и П-4: 1 – стальной лист, 2 – бетонный слой, 3 – петлевые анкера



Образец П-5 и П-6: 1 – стальной лист, 2 – бетонный слой, 3 – петлевые анкера

Рис. 1. Конструкции круглых сталебетонных плит

Для изготовления анкеров использовали рифленую проволочную арматуру диаметром 4 мм класса Вр-1. Анкера приваривались к листовой арматуре ручной полуавтоматической сваркой. Испытание плит проводили на действие сосредоточенной в центре нагрузки, которая передавалась через штамп радиусом 10 см при шарнирном опирании. Испытание производили нагружением образцов ступенями примерно 4 кН. За нулевой отсчет принимали показания регистрирующих приборов под нагрузкой только от собственного веса. После каждой ступени нагружения плиты оценивалось состояние бетонной поверхности и стального листа. Появившиеся признаки разрушения фиксировались в журнале испытаний и помечались мелом на поверхности плиты. На каждой ступени нагружения образцы выдерживались под нагрузкой в течении времени, необходимого для снятия показаний со всех приборов.

По полученным результатам экспериментальных исследований сталебетонных плит проведен сравнительный анализ полученных данных по сериям, а также анализ напряженно-деформированного и предельного состояния каждой серии плит.

Результаты испытаний плит приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение экспериментальных и теоретических значений несущей способности сталебетонных круглых плит

| № плит | $F_{он}$, кН | $F_{теор}$, кН | $F_{теор}$ ЛИРА, кН | $\Delta = \frac{F_{теор} - F_{он}}{F_{он}}$ % | $\Delta = \frac{F_{теор} \cdot ЛИРА - F_{он}}{F_{он}}$ % |
|--------|---------------|-----------------|---------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 |
| П-1 | 122 | 119 | 118,6 | 2 | 3 |
| П-2 | 118 | 119 | 118,6 | 1 | 1 |
| П-3 | 143 | 139 | 138 | 3 | 3 |
| П-4 | 149 | 139 | 138 | 7 | 7 |
| П-5 | 86 | 82 | 82,4 | 5 | 4 |
| П-6 | 85 | 82 | 82,4 | 4 | 3 |

В данной таблице приведены и сопоставлены результаты расчетов экспериментальной плиты в программном комплексе ЛИРА, а также по разработанному математическому аппарату под руководством проф. Чихладзе Э.Д. [6]. Погрешность в данном сопоставлении не превышает 10 %, что свидетельствует о нормальной сходимости полученных результатов.

Анализ диаграммы «нагрузка-прогиб» (рис. 2) для всех образцов показал, что графики имели нелинейный характер, который обусловлен

образованием трещин в растянутой зоне бетона и развитием деформаций в компонентах сечения. На данной диаграмме приводятся сопоставление экспериментальных результатов с расчетными данными прогибов в середине плиты, полученными при помощи программного комплекса ЛИРА. Несущая способность сталебетонных плит с шагом анкеров 50 мм (плиты П-3 и П-4) оказалась наибольшей. Это объясняется характером деформирования и развития пластических свойств стального листа к моменту разрушения, что позволяет говорить об исчерпании несущей способности данного образца. Плиты с шагом 200 мм (плиты П-5 и П-6) имели наименьшую несущую способность. Что объясняется стремительным ростом деформаций при малом нагружении и разрушением сжатой зоны бетона под штампом.

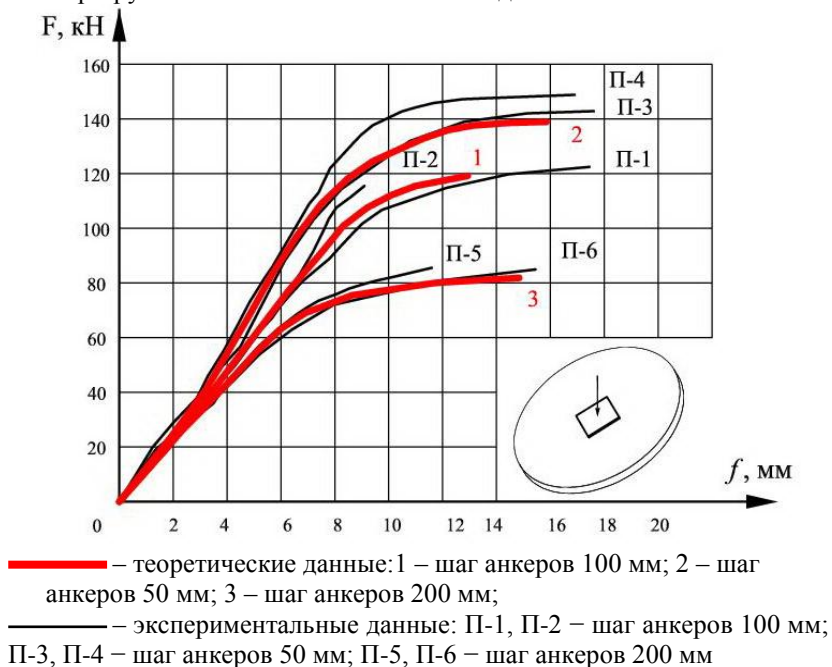


Рис. 2. Экспериментальные и теоретические кривые прогибов сталебетонных круглых плит

Заключение

В результате испытания опытных образцов сталебетонных круглых плит были получены данные о характере их напряжённо-

деформированного состояния на различных ступенях нагружения, а также данные о характере трещинообразования и предельном состоянии рассмотренной конструкции. Запроектированные модели экспериментальных образцов позволяют оценить влияние на несущую способность плит различных способов армирования и шага расположения анкеров. Также разработанный расчетный аппарат позволяет довольно точно оценить несущую способность данных плит различных размеров.

Summary

The authors provide the theoretical and experimental researches of round steel concrete slabs. The deformation and failure behavior of steel concrete slab under the loading depending from anchor arrangement were determined together with values of ultimate loads. The reasonableness of design model and methodology were proved by normal convergence of theoretical and experimental results.

1. Чихладзе Э.Д. Теория деформирования сталебетонных плит [Текст] / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов // Совершенствование методов расчета и проектирования конструкций и сооружений: сб. науч. трудов. – Харьков, ХарьГАЖТ, 1996. – Вып. 27 – С. 4-39.

2. Chikhladze, E.D. Experimental Researches of Steel-Concrete Plates [Text] / Chikhladze, E.D., Vatulya G.L. // Shells and spatial structures: from resent past to the next millennium // Proceedings of the IASS 40th Anniversary Congress – Madrid, – 1999. – Vol. 1. – P.13-18.

3. Китов, Ю.П. Расчет круглых сталебетонных тонких плит [Текст] /Ю.П. Китов, А.А. Шевченко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне, НУВГП, 2011. – Вып. 22. – С. 368-375.

4. Китов Ю.П. Расчет тонких сталебетонных плит как упругих двухслойных композитных пластинок / Ю.П. Китов, А.А. Шевченко // Сб. науч. трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение». Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. – Днепропетровск, 2011. – Вып. 61. – С. 213-218.

5. Ватуля Г.Л. Исследование работы сталебетонной круглой плиты при силовом воздействии / Г.Л. Ватуля, А.А. Шевченко Н.В. Смолянюк // Материалы научно-практической конференции «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе» – Пермь, 2012. – Т.4. – С. 59-66.

6. Чихладзе Э.Д. Предельное состояние композитных пластинок / Э.Д. Чихладзе, С.Ю. Берестянская, А.А. Шевченко, А.А. Петрушевская // Наук.-техн. збірник «Комунальне господарство міст» – Харків, 2011. – Вып. 99. – С. 442-447.