

Жукьян П.П.; Лазовский Д.Н., д-р техн. наук, проф.  
(ПГУ, г. Новополоцк)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ, ОПЕРТЫХ ПО КОНТУРУ И УСИЛЕННЫХ НАРАЩИВАНИЕМ БЕТОНА СЖАТОЙ ЗОНЫ

Одними из основных и наиболее ответственных конструкций зданий являются плиты междуэтажных перекрытий. На их долю приходится 20 – 25 % расхода стали и 20 % бетона от общей потребности на здание. В жилищном строительстве получили широкое применение однородные перекрытия со сплошными железобетонными плитами в качестве несущих конструкций.

Свободно опертыми считаются плиты, у которых имеющиеся по краям связи относительно слабые, и их работой можно пренебречь. К таким связям можно отнести, например, анкерные стержни, соединяющие соседние плиты в зданиях из сборного железобетона, силы трения на опорах, вызываемые нагрузкой только на рассматриваемое перекрытие, а при определенных условиях и более сложные типы связей. По статической схеме свободное опирание эквивалентно опиранию на подвижные шарниры. При расчете по деформациям частичное защемление перекрытой в платформенных стыках учитывается без снижения надежности расчета [1].

Исследование напряженно-деформированного состояния железобетонных плит перекрытия, опертых по контуру, усиленных наращиванием бетона сжатой зоны, как одного из эффективных методов усиления является весьма актуальной задачей. Актуальность этой проблемы также обусловлена массовым и всё ещё возрастающим объёмом строительства крупнопанельных зданий.

Экспериментально-теоретическое исследование железобетонных конструкций, усиленных увеличением поперечного сечения в сжатой зоне, включало испытание опытных образцов.

Общий объем эксперимента – испытания трех опытных плит прямоугольного поперечного сечения номинальным размером 1680×2480×70 мм.

Образцы испытывались в лаборатории в соответствии с рекомендациями [2].

Опытные плиты испытывались по схеме с шарнирным опиранием по контуру. При этом по контуру образцов устанавливались шарнирные подвижные шаровые опоры, а посередине трех сторон плит – шарнирные под-

вижные линейные опоры, две из которых, расположенные на противоположных сторонах, допускали поворот в одном направлении, а третья, расположенная на примыкающей стороне, допускала поворот в противоположном направлении [3].

Вертикальную нагрузку с помощью гидравлического домкрата, запитанного от насосной станции и системы распределительных траверс, передавали на плиты равномерно по площади в 16 точках. В местах передачи нагрузки на образцы устанавливались бетонные призмы, необходимые для выполнения наращивания бетона под нагрузкой. Расчетный пролет плит в длинном направлении составлял 2380 мм, в коротком – 1580 мм. Минимальная глубина опирания составляла 50 мм со стороны каждой грани элемента. В качестве варьируемого фактора был выбран характер нагружения плит при усилении.

На первом этапе испытания было произведено загрузке опытной плиты П2 до появления предельно допустимых трещин. Максимальная ширина раскрытия трещин составляла 0,5 мм. Нагрузка прикладывалась поэтапно с выдержкой на каждой ступени. Регулярно на каждой ступени нагружения образца снимались показания прогибомера и визуально фиксировались образование и развитие трещин.

На втором этапе испытания без разгрузки образца П2 было произведено усиление опытной конструкции путем добетонирования в сжатой зоне по всей площади конструкции. Совместная работа дополнительного бетона при увеличении поперечного сечения усиливаемых опытных образцов обеспечивалась путем устройства шероховатой поверхности. При этом со старого бетона по всей площади плиты снимался с помощью металлических щеток верхний слой растворной части бетона, поверхность тщательно очищалась и смачивалась водой. Новый бетон укладывался с вибрированием. Толщина дополнительного бетона усиления составляла 70 мм.

Усиление плиты П2 происходило с предварительным нагружением и непосредственно в испытательном стенде. После усиления опытные образцы выдерживали длительное время под нагрузкой для набора прочности бетоном усиления и полного включения его в работу конструкции.

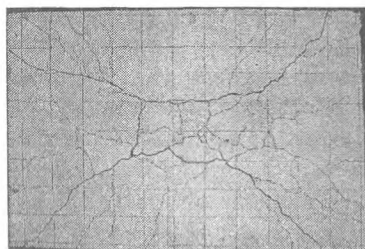
Опытный образец П1 испытывался без усиления и играл роль в исследованиях эталонного образца.

Опытный образец П3, усиленный бетоном наращивания в сжатой зоне по всей площади плиты в ненагруженном состоянии, испытывался без предварительного нагружения. Прогиб, образование и ширина раскрытия трещин регулярно фиксировались на каждом этапе нагружения с помощью специальных приборов до разрушения образцов.

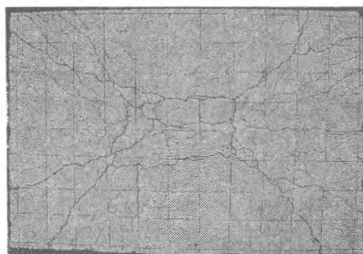
В результате проведенных экспериментальных исследований установлены параметры деформирования и развития трещин; характер разрушения и несущая способность опытных плит.

В процессе испытания опытных плит зафиксирована характерная форма разрушения. Эталонная плита П1 разрушилась в результате достижения арматурой предела текучести. Разрушение сопровождалось разрывом арматуры. Трещинообразование в плитах у нижней поверхности происходило по схеме симметричного «конверта». Общий вид разрушения и картина трещинообразования у нижней поверхности свободно опертой опытной плиты П1 представлены на рисунке 1.

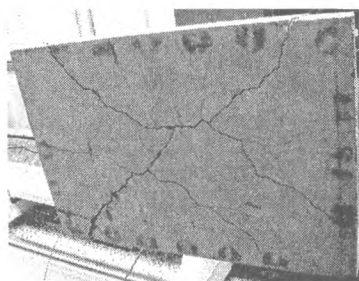
Разрушение усиленных плит П2 и П3, как и неусиленной, сопровождалось разрывом арматуры. Трещинообразование у нижней поверхности в опытных образцах П2 и П3 происходило также по схеме симметричного «конверта». Общий вид разрушения и картина трещинообразования у нижней поверхности свободно опертых плит П2 и П3 представлен на рисунке 1.



*а)*



*б)*



*в)*

Рис. 1. Общий вид образцов после испытания:  
*а* – образец П1 (эталонная плита без усиления);  
*б* – образец П2 (усиление с предварительным нагружением);  
*в* – образец П3 (усиление без предварительного нагружения)

Зависимости прогибов и ширины раскрытия трещин на нижней поверхности плит от нагрузки представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

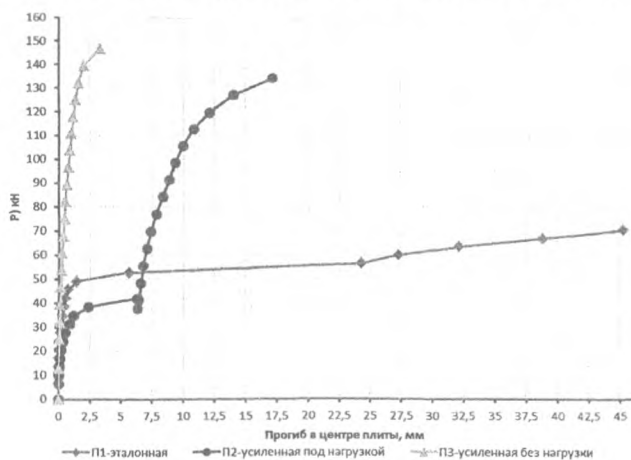


Рис. 2. Зависимость прогиба в центре плиты от нагрузки для опытных плит

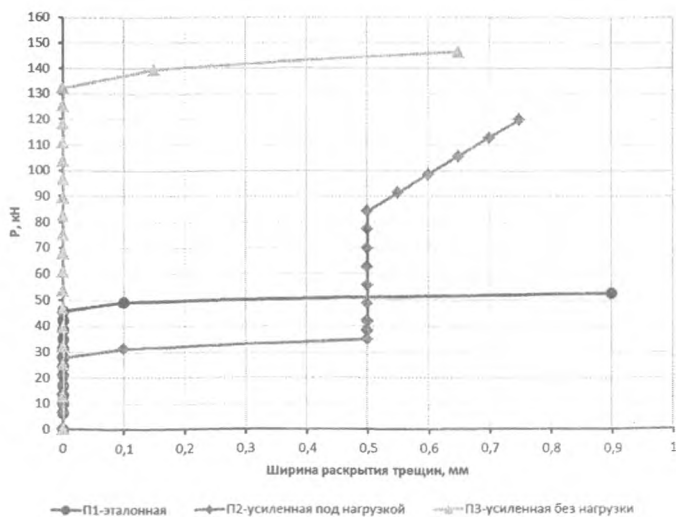


Рис. 3. Зависимость ширины раскрытия трещин от нагрузки для опытных плит

Проанализировав показатели разрушающей нагрузки для исследуемых плит, можно сделать следующие выводы: разрушающая нагрузка увеличилась в 1,9 раза для усиленного под нагрузкой образца П2 по отношению к эталонной П1 (не усиленной) плите, для образца, усиленного без предварительно приложенной нагрузки, данное соотношение составило 2,07 раза.

Плита П2 была доведена до образования трещин шириной раскрытия 0,5 мм (при нагрузке 42,1 кН). После усиления дальнейшее раскрытие трещин на последующих этапах нагружения до нагрузки 105,7 кН (момент образования трещин) не происходило.

Образование трещин опытного образца П3 (усиленного без предварительно приложенной нагрузки) происходило при нагрузке 139,5 кН близко к разрушающей. Анализ образования трещин опытного образца П3 показывает повышенную жесткость по отношению к эталонной плите П1. Отношение нагрузки образования трещин для образцов плиты П3 и плиты П1 составляет 2,83 раза. Приведенные показатели свидетельствуют об увеличении жесткости конструкции плит исследуемым методом усиления.

Анализ показателей жесткостей и прочности и трещиностойкости опытных образцов показал эффективность усиления наращиванием бетона сжатой зоны плит перекрытия, опертых по контуру.

1. Экспериментально установлен характер образования трещин, усиленных наращиванием со стороны верхней грани железобетонных плит, опертых по контуру, в том числе при усилении под нагрузкой.

2. Получены новые экспериментальные данные о прочности, жесткости и трещиностойкости плит, опертых по контуру, усиленных наращиванием бетона сжатой зоны, в том числе и под нагрузкой.

3. Полученные результаты экспериментальных исследований могут служить предпосылкой для совершенствования методов расчета усиленных наращиванием бетона плит перекрытия, опертых по контуру.

## Литература

1. Зырянов, В.С. Пространственная работа железобетонных плит опертых по контуру / В.С. Зырянов; ЦНИИЭП жилища. – М., 2002.
2. Рекомендации по испытанию и оценке прочности, жесткости и трещиностойкости опытных образцов железобетонных конструкций. – М.: НИИЖБ, 1987. – 36 с.
3. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости. Межгосударственный стандарт: ГОСТ 8829-94. – Минск 1997.