УДК 624.012.82

БЕЗБАЛОЧНОЕ ПЕРЕКРЫТИЕ С ЛОКАЛЬНЫМ УСИЛЕНИЕМ

И.В.Шеховцов, *к.т.н., доц.*, **С.В.Петраш,** *к.т.н., доц.,*
А.В.Бондаренко, *к.т.н., доц.*, **В.И.Шеховцов,** *к.т.н.*

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В последние годы строительство каркасных монолитных железобетонных зданий с плоскими безбалочными перекрытиями на территории Украины получило массовое распространение.Рекомендации по расчету и конструированию безбалочных перекрытий базируются, как правило, на основании результатов теоретических исследований или на основании результатов расчетов, полученных при использовании различных программных комплексов. Экспериментальных исследований работы безбалочных перекрытий, включая элементы их усиления на построенных объектах практически не проводится, поэтому вопрос об экспериментальном исследовании работы безбалочного перекрытия с локальным усилениемпредставляет значительный интерес.

Для определения характера работы безбалочного перекрытия с локальным усилением было проведено натурное испытание нагружением фрагмента перекрытия в построенном здании.

Каркасное 9-ти этажное здание с подвальной частью и техническим этажомимеет сложную конфигурацию в плане с колоннами прямоугольного и квадратного сечений. Шаг колонн различный от 2,725 до 6 м.

Испытываемый фрагмент перекрытия, толщиной 220 мм 8-го этажа здания, расположен в осях 8-10/А-В (см. Рис. 1). Шаг колонн 6,0 м и 5,5 м сечение 40х40см.

На верхней поверхности перекрытия по периметру колонны в осях 9/Б выполнено усилениепри помощи четырехметаллических лент (см. Рис. 2) поперечным сечением 10х100 мм и длиной 3 м каждая.Крепление пластин усиления к перекрытию выполнено на эпоксидном клее Sikadur 31 фирмы «Sika», и при помощи анкеров, установленных в заранее засверленные отверстия в плите перекрытия.

Целью экспериментальных натурных исследований является:

- нагружение перекрытия нормативной нагрузкой для проверки показателей жесткости;
- определение характера работы металлических лент усиления в местах сопряжения колонны с плитой перекрытия при нагружении последнего.

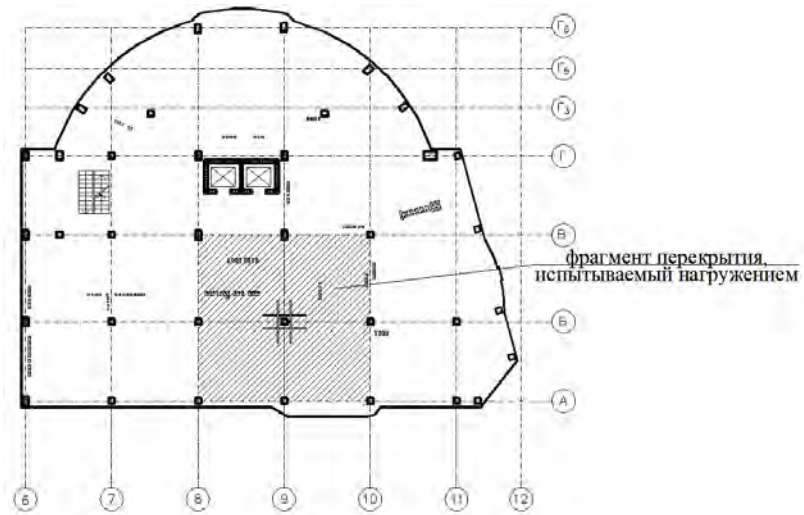
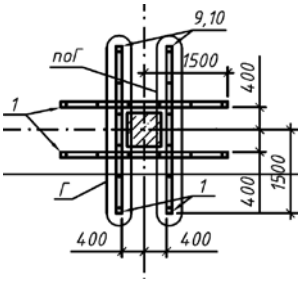


Рис. 1 Фрагмент перекрытия, испытываемого нагружением



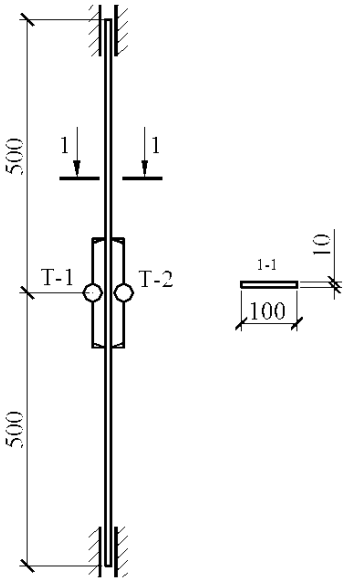
а. б.

Рис. 2 Фрагмент перекрытия, усиленного металлическими лентами.
а – общий вид перекрытия с усилением; б – схема усиления верхней поверхности перекрытия

Для определения фактических (на момент проведения испытаний) механических характеристик бетона и металлических лент усиления было выполнено испытание отдельных опытных образцов. Для определения механических характеристик бетона были выбурены керны из испытываемого перекрытия, по результатам испытаний которыхпроч-

ность бетона составила 327 кг/см^2.

Для определения механических характеристик металлических лент усиления проведено их испытание на растяжение. Для определения продольных деформаций использованы тензометры Аистова с ценой деления 0,001 мм, установленные на двух противоположных гранях испытываемого образца (см.Рис. 3).



а. б.

Рис. 3. Испытание металлических лент усиления
а – общий вид испытательной установки; б – схема испытания

По результатам испытаний металлических лент построен график зависимости «σ-ε» (см. Рис 4).

Непосредственно перед испытанием перекрытие было освобождено от дополнительных нагрузок складированные на его поверхности.

Значение контрольной нагрузки на перекрытие для проверки жесткости принято 450кг/м^2.

Между испытываемым перекрытием и перегородками нижележащего этажа был обеспечен зазор не менее 50 мм для обеспечения свободного деформирования плиты.

На верхней поверхности перекрытия в месте проведения нагружения (колонна в осях 9/Б) выполнена разметка на грузовые ячейки (см. рис. 7).

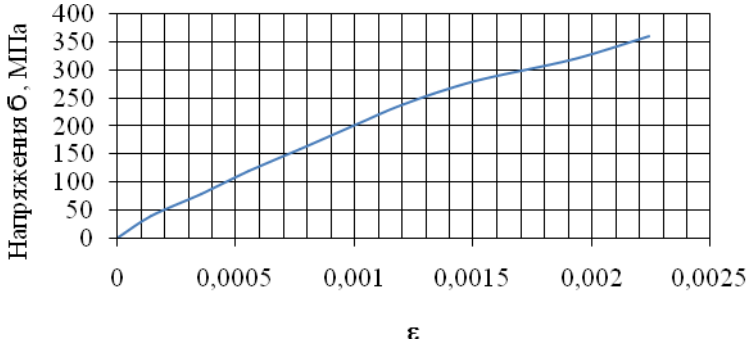


Рис. 4. График «σ-ε» для металлических лент усиления

Для последовательного нагружения перекрытия нагрузкой до уровня характеристического значения использованы штучные грузы, предварительно взвешенные и замаркированные.

Во время проведения испытаний измерению подлежали:

- прогибы перекрытия;
- деформации бетона в районе расположения металлических лент усиления;
- деформации материала металлических лент усиления;
- сдвиговые деформации между бетоном и лентами усиления.

Для измерения деформаций бетона и металлических лент усиления, а так же сдвиговых деформаций между бетоном и лентами при нагружении перекрытия использованы тензометры Аистова с ценой деления 0,001 мм и индикаторы часового типа с ценой деления 0,001 мм.

Измерение прогибов осуществлялось при помощи четырех прогибомеров ПАО-6 с ценой деления 0,01мм.

Схемы расстановки приборов на нагружаемом перекрытии приведены на рис. 5, 6.

Вертикальная нагрузка на перекрытие создавалась путем размещения тарированных грузов на перекрытии. Загружение фрагмента перекрытия велось этапами (ступенями). Последовательность загружения по этапам приведена на рис 7. На каждом этапе загружения (ступени 1-9) на пронумерованном фрагменте перекрытия размещались грузы, вес которых соответствовал значению характеристической нагрузки. На каждом этапе загружения давалась десятиминутная выдержка между

ступенями.

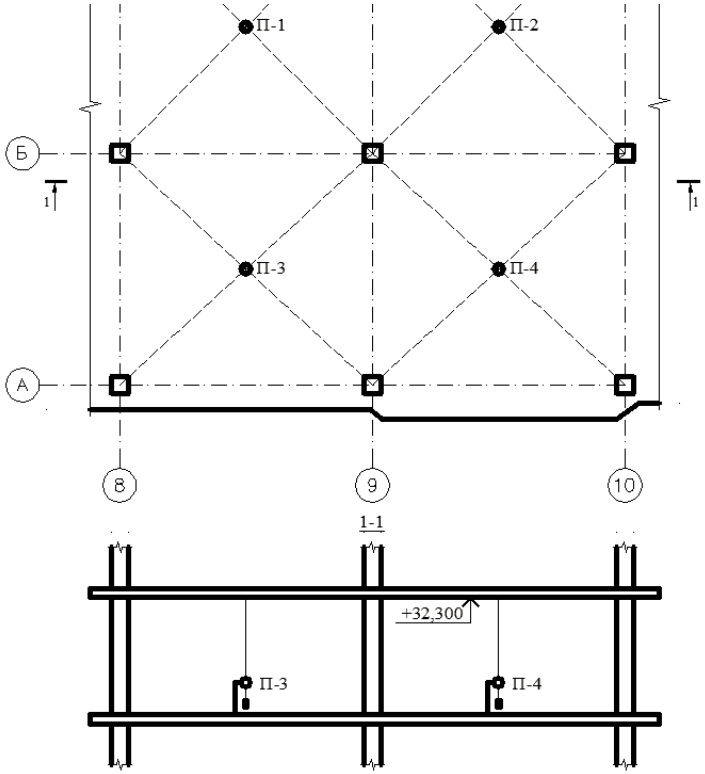


Рис 5. Схема установки прогибомеров:
П-1…П-4 – прогибомеры типа ПАО-6

После достижения последней ступени загружения делалась 30-ти минутная выдержка при полной нагрузке на фрагмент перекрытия для проверки его жесткости.

Критерием для окончания испытания перекрытия нагружением являлось достижение одного из следующих параметров:

а. достижение уровня нагрузки на перекрытие уровня контрольной для проверки жесткости;

б. появление и раскрытие на верхней или нижней поверхности перекрытия трещин с шириной раскрытия не более a_{crc} = 0.2 мм;

в. достижение прогибов в середине пролетов значений f = 2 мм;

Испытание перекрытия нагружением выполнено до достижения нагрузки, уровня равного контрольной нагрузке.

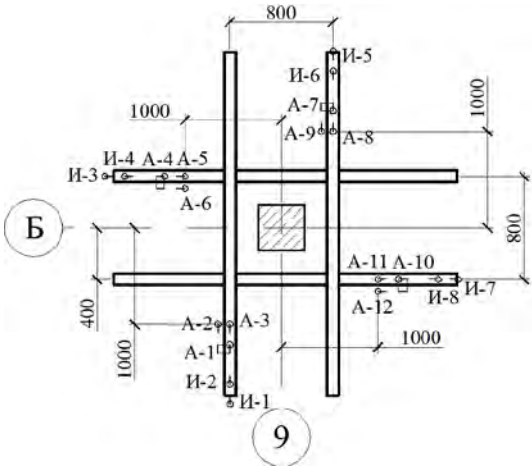


Рис 6. Схема расстановки тензометров Аистова (А) и индикаторов часового типа (И): А-2, А-6, А-9, А-12 – для измерения деформаций бетона; А-3, А-5, А-8, А-11 – для измерения деформаций лент усиления; А-1, А-4, А-7, А-10 – для измерения сдвиговых деформаций; И-1, И-3, И-5, И-7 – для измерения сдвиговых деформаций; И-2, И-4, И-6, И-8 – для измерения отрывных деформаций

На всем протяжении испытания проводился визуальный контроль за появлением трещин на нижней и верхней поверхности испытываемого перекрытия. По окончанию испытания и достижении контрольной нагрузки было установлено, что трещины не появились.

По результатам измерений прогибов перекрытия построенграфик перемещений нижней поверхности плиты перекрытия по ступеням нагружения. График представлен на рис 8.

Заключение

По окончанию экспериментальных исследований получено:

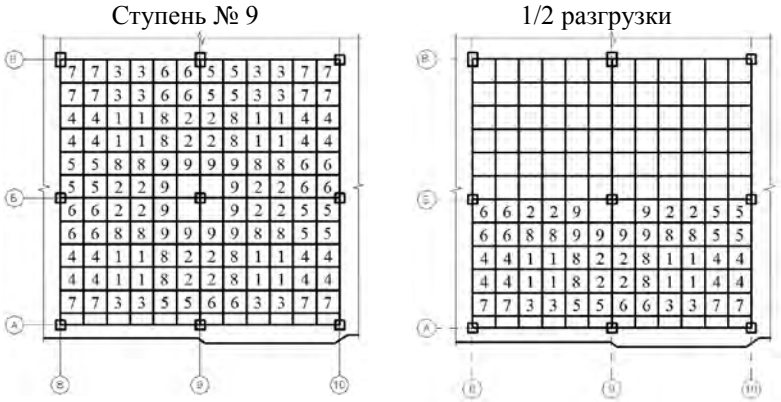
1)Прочность бетона перекрытия на момент проведения испытания нагружением перекрытия составила 327кг/см^2.

2) По результатам испытаний металлических лент усиления получены следующие их механические характеристики:

- напряжения, соответствующие границе текучести, $\sigma_т$ =363 МПа;

- напряжения, соответствующие временному сопротивлению на разрыв, $\sigma_в$ =431 МПа;

- относительное равномерное удлинение $\delta_р$ = 18%;



а. б.

Рис 7. Схема последовательно расположения грузов на перекрытии
а – при нагружении; б – при разгрузке ½ перекрытия

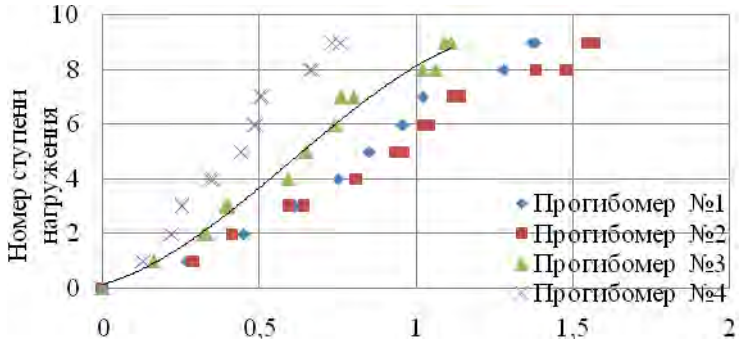


Рис. 8 Сравнительный график перемещений нижней грани плиты перекрытия по ступеням нагружения

- относительные деформации ε = 0,00224 при напряжениях 360 МПа;

3) При испытании фрагментаперекрытиянагружением был достигнут контрольный критерий - контрольная нагрузка для проверки пока-

зателей жесткости.

4) При проведении испытания вплоть до достижения контрольной нагрузки появление на верхней и нижней поверхности перекрытия трещин зафиксировано не было.

5) При испытании перекрытия нагружением при нагрузке, равной контрольной, для проверки жесткости получены следующие данные:

- Величины прогибов составили: y_1 = 1.38 мм, y_2 = 1.57 мм, y_3 =1.11 мм, y_4 = 0.76 мм. Среднее значение прогиба составило 1.205 мм.

- Относительные деформации бетона ε в районе металлических лент усиления составили: ε_2 =-0.05·10^{-4}, ε_6 =-0.3·10^{-4}, ε_9 =0.15·10^{-4} и ε_{12} =0.15·10^{-4}.

- Относительные деформации материала металлических лент усиления ε составили: ε_3 =0.85·10^{-4}, ε_5 =0, ε_8 =-0.15·10^{-4}, ε_{11}=0.

- Сдвиговые деформации между бетоном и лентами усиления по данным тензодатчиков составили: Δ_1 =0,002 мм, Δ_4 =0, Δ_7 =-0,038 мм, Δ_{10} =0,002 мм.

- Отрывные деформации между бетоном и лентами усиления составили: δ_2 =0.01 мм, δ_4 =0, δ_6 =-0.008 мм, δ_8 =0.002 мм.

-Установлено, что при загружении перекрытия контрольной нагрузкойполучены экспериментальные данные которые свидетельствуют о включении металлических лент усиления в работу перекрытия.

Summary

The experimental results of field test of girderless floor with local strengthening on column's perimeter in nine-story monolith frame building are given.

1. ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94) Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости.

2. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями. Москва. Стройиздат 1979 г.

3. Дорфман А.Э, Левонтин Л.Н., Проектирование безбалочных безкапительных перекрытий. Москва. Стройиздат 1975 г.

4. «Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам»/ЦНИИПромзданий ГОССТРОЯ СССР. – М.:1989. - 43с.