

## **НАТУРНОЕ ИСПЫТАНИЕ БЕЗБАЛОЧНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ С ЛОКАЛЬНЫМ УСИЛЕНИЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ЛЕНТАМИ В Г. ОДЕССА**

Шеховцов И.В., Петраш С.В., Бондаренко А.В., Шеховцов В.И.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры  
г. Одесса, Украина

**АНОТАЦІЯ:** Наведено результати експериментальних досліджень, отриманих при натурному випробуванні безбалочного перекриття з локальним підсиленням, виконаним по периметру колони 9-ти поверхової каркасної монолітної залізобетонної будівлі.

**АННОТАЦИЯ:** Приведены результаты экспериментальных исследований, полученные при натурном испытании безбалочного перекрытия с локальным усилением, выполненным по периметру колонны 9-ти этажного каркасного монолитного железобетонного здания.

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

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** усиление, безбалочное перекрытие, испытание, деформации.

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 усилением представляет 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 этажом имеет сложную конфигурацию в плане. Колонны прямоугольного и квадратного сечений, шаг колонн переменный (от 2,725 до 6 м).

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

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

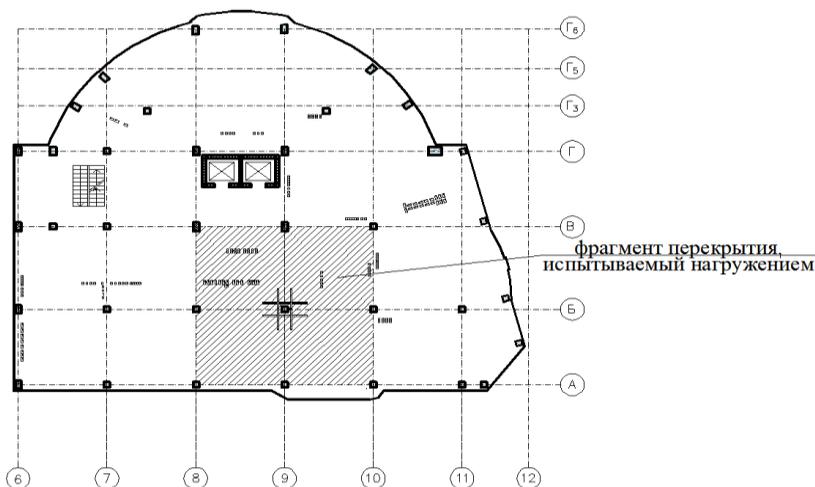


Рис. 1. Фрагмент перекрытия, испытываемого нагружением

Целью экспериментальных натурных исследований является:

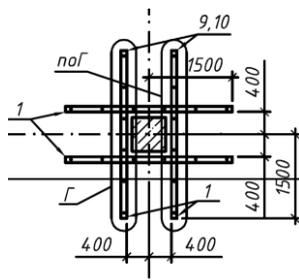
- нагружение перекрытия нормативной нагрузкой для проверки показателей жесткости;
- определение характера работы металлических лент усиления в местах сопряжения колонны с плитой перекрытия при нагружении последнего.

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 которых прочность бетона составила  $327 \text{ кг/см}^2$ .



а.



б.

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

Для определения механических характеристик металлических лент усиления было проведено их испытание на растяжение. Для определения продольных деформаций использованы тензометры Аистова с ценой деления  $0,001 \text{ мм}$ , установленные на двух противоположных гранях испытываемого образца. По результатам испытаний металлических лент построен график зависимости « $\sigma$ - $\epsilon$ ».

Непосредственно перед испытанием перекрытие было освобождено от дополнительных нагрузок. Значение контрольной нагрузки на перекрытие для проверки жесткости принято  $450 \text{ кг/м}^2$ . Для обеспечения свободного деформирования плиты между испытываемым перекрытием и перегородками нижележащего этажа был обеспечен зазор не менее  $50 \text{ мм}$ .

На верхней поверхности перекрытия в месте проведения нагружения (колонна в осях 9/Б) выполнена разметка на грузовые ячейки. Для последовательного нагружения перекрытия нагрузкой до уровня характеристического значения использовались 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. 3, 4.

Вертикальная нагрузка на перекрытие создавалась путем размещения тарированных грузов на перекрытии. Загружение фрагмента перекрытия велось этапами (ступенями). На каждом этапе загрузки (ступени 1-9) на пронумерованном фрагменте перекрытия размещались грузы, вес которых соответствовал значению характеристической нагрузки, после чего давалась десятиминутная выдержка между ступенями. После достижения последней ступени загрузки делалась 30-ти минутная выдержка при полной нагрузке на фрагмент перекрытия для проверки его жесткости.

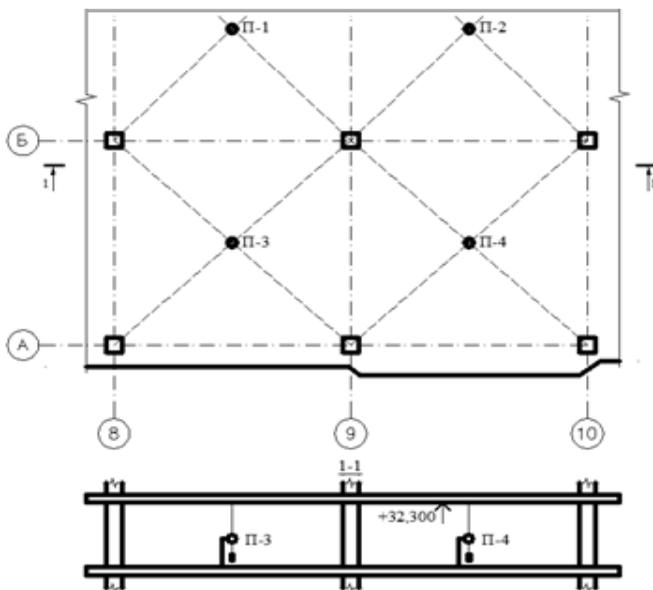


Рис. 3. Схема установки прогибомеров:  
П-1...П-4 – прогибомеры типа ПАО-6

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.

На всем протяжении испытания проводился визуальный контроль за появлением трещин на нижней и верхней поверхности испытываемого перекрытия. По окончании испытания и достижении контрольной нагрузки было установлено, что трещины не появились. По результатам измерений прогибов перекрытия построен график перемещений нижней поверхности плиты перекрытия по ступеням нагружения (см. Рис 5).

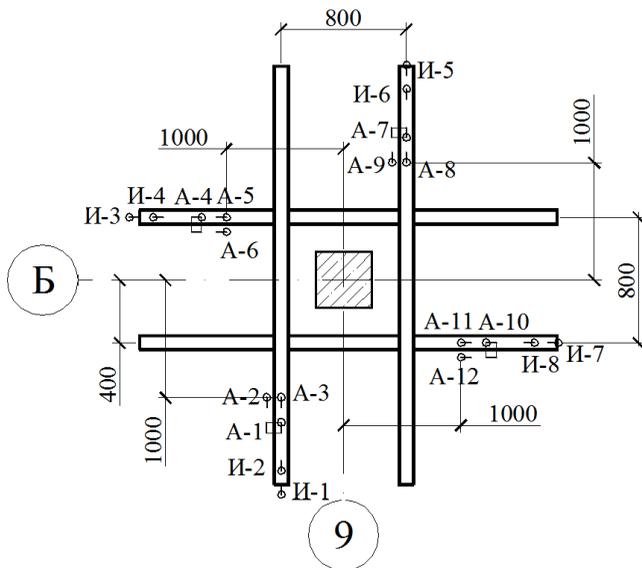


Рис. 4. Схема расстановки тензометров Аистова (А) и индикаторов часового типа (И):

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.

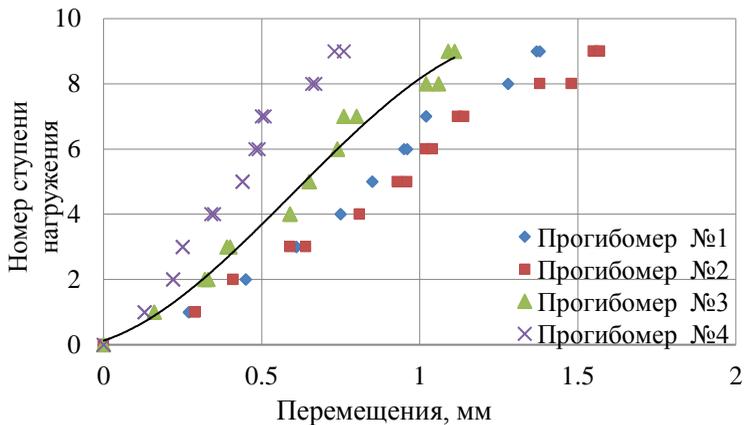


Рис. 5. Сравнительный график перемещений нижней грани плиты перекрытия по ступеням нагружения.

По результатам экспериментальных исследований установлено:

1) Прочность бетона перекрытия на момент проведения испытания нагружением составила  $327 \text{ кг/см}^2$ .

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

- напряжения, соответствующие границе текучести,  $\sigma_T = 363 \text{ МПа}$ ;

- напряжения, соответствующие временному сопротивлению на разрыв,  $\sigma_B = 431 \text{ МПа}$ ;

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

- относительные деформации  $\varepsilon = 0,00224$  при напряжениях  $360 \text{ МПа}$ ;

3) При испытании фрагмента перекрытия нагружением был достигнут контрольный критерий - контрольная нагрузка для проверки показателей 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, получено:

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

- Относительные деформации бетона  $\varepsilon$  в районе металлических лент усиления составили:  $\varepsilon_2 = -0.05 \cdot 10^{-4}$ ,  $\varepsilon_6 = -0.3 \cdot 10^{-4}$ ,  $\varepsilon_9 = 0.15 \cdot 10^{-4}$  и  $\varepsilon_{12} = 0.15 \cdot 10^{-4}$ .

- Относительные деформации материала металлических лент усиления  $\varepsilon$  составили:  $\varepsilon_3 = 0.85 \cdot 10^{-4}$ ,  $\varepsilon_5 = 0$ ,  $\varepsilon_8 = -0.15 \cdot 10^{-4}$ ,  $\varepsilon_{11} = 0$ .

- Сдвиговые деформации между бетоном и лентами усиления по данным тензодатчиков составили:  $\Delta_1=0,002$  мм,  $\Delta_4=0$ ,  $\Delta_7=-0,038$  мм,  $\Delta_{10}=0,002$  мм.

- Отрывные деформации между бетоном и лентами усиления составили:  $\delta_2=0.01$  мм,  $\delta_4=0$ ,  $\delta_6=-0.008$  мм,  $\delta_8=0.002$  мм.

- При загрузении перекрытия контрольной нагрузкой полученные экспериментальные данные свидетельствуют о включении металлических лент усиления в работу перекрытия.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. ДСТУ В 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. Dorfman A.E, Levontin L.N., Проектирование безбалочных безкапительных перекрытий. Москва. Стройиздат 1975 г.
4. «Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам»/ЦНИИПромзданий ГОССТРОЯ СССР. – М.:1989. - 43с.

### **REFERENCES**

1. DSTU B V.2.6-7-95 (GOST 8829-94) Reinforced concrete and prefabricated concrete building products. Loading test methods. Assesment of strength, rigidity and crack resistance.
2. Guidance on planning of reinforce-concrete constructions with girderless floors. Moscow. Stroyizdat 1979
3. Dorfman A.E, Levontin L.N., Planning of girderless bezkapitel'nykh floors. Moscow. Stroyizdat 1975
4. «To recommendation as evaluated by reliability of build constructions on external priznakam»/CNIIPromzdaniy GOSSTROYA of the USSR. – М.:1989. – 43p.