

## АНАЛИЗ РАБОТЫ ПЕТЛЕВЫХ СТЫКОВ РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ

**Дорофеев В.С., д.т.н., проф., Малахов В.В., асп., Нестеренко С.С.**

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,  
Украина*

В связи с достаточно широким распространением сборно-монолитного железобетона в Украине возникла необходимость расширения области применения различных стыковых соединений. В частности, можно было бы существенно снизить вес некоторых конструкций, внедрив петлевые стыки изгибаемых элементов.

Достоинствами петлевых стыков является простота их изготовления и при использовании таких стыковых соединений малые затраты материала, а также возможность отказа от сварки в таких стыках при монтаже сборно-монолитных железобетонных конструкций.

В лаборатории тяжелых бетонов Одесской государственной академии строительства и архитектуры были проведены экспериментальные исследования [4] по определению прочностных и деформативных характеристик изгибаемых железобетонных элементов с петлевым стыком. В продолжение развития тематики была проведена серия испытаний аналогичных образцов со стыковыми соединениями различных видов: петлевой стык по технологии «КУБ-2.5», шпоночный стык, бесшпоночный стык (рис. 1). Для оценки полученных результатов наряду с конструкциями со стыками были изготовлены и испытаны изгибаемые железобетонные элементы без стыковых соединений.

Армирование опытных железобетонных балок длиной 1,2 м с поперечным сечением 100 × 150 см, выполненных из тяжелого бетона класса С12/15[2], принималось аналогичным с [4] (см. рис.2):

- для балок Б1 и Б2 (без стыковых соединений) - сварными пространственными каркасами с цельными стержнями Ø10A400С;
- для балок Б3 – Б7 (со стыками, расположенными в середине пролета) - двумя сварными пространственными каркасами с изогнутыми цельными стержнями Ø10A400С и двумя анкерными стержнями Ø10A400С в зоне стыка

Схема загрузки опытных образцов с расстановкой приборов приведена на рис. 3.

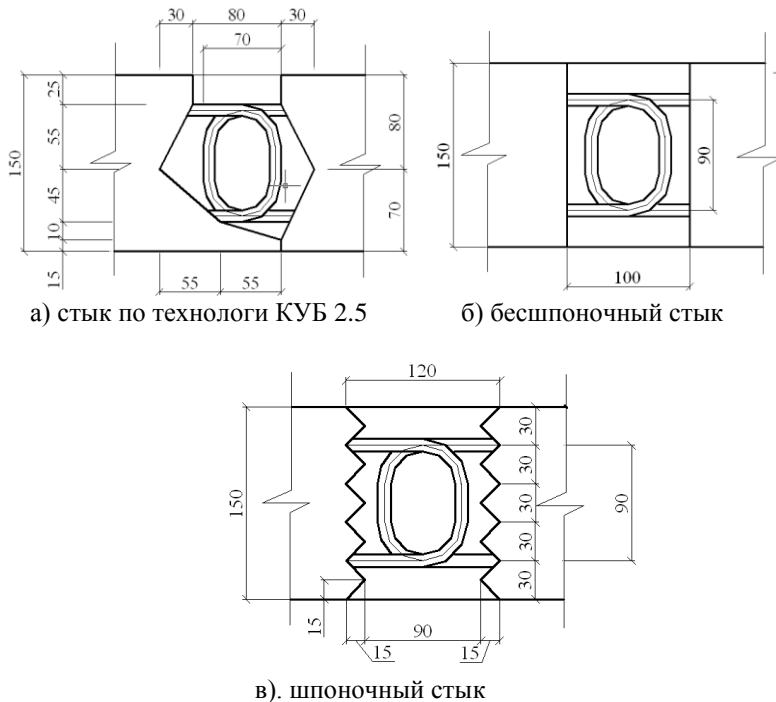


Рис.1 Схемы петлевых стыков экспериментальных образцов:  
 а). стык по технологи КУБ 2.5; б). бесшпоночный стык;  
 в). шпоночный стык

На основе анализа данных, полученных при испытании балок, установлен характер образования и развития трещин, область распространения которых сосредоточена в середине пролета в месте устройства петлевого стыка балок. В основном наблюдались нормальные трещины, но при этом имело место образование горизонтальных трещин вдоль продольных арматурных стержней сжатой зоны балок в середине пролета при нагрузке 55-70% от разрушающей. Трещинообразование в образцах с петлевыми стыками начиналось с появления волосяных трещин в растянутой зоне в средней части пролета и на границе бетона балок и бетона стыка при нагрузке, составляющей 0,2-0,25 от разрушающей. Дальнейшее трещинообразование проходило идентично для всех образцов с петлевыми стыками. При нагрузках, составляющих 0,8-0,9 от разрушающей, непосредственно перед разрушением наблюдалось резкое раскрытие трещин в зоне стыка. Разрушение всех опыт-

ных образцов с петлевыми стыками проходило по нормальному сечению в середине пролета. Схема расположения трещин по боковым поверхностям экспериментальных балок при разрушающей нагрузке показана на рис. 4.

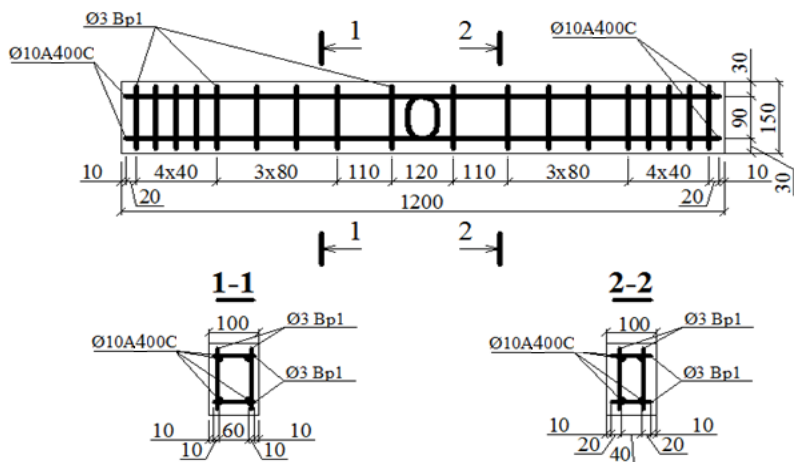


Рис.2. Схема армирования опытных железобетонных балок Б3 – Б7

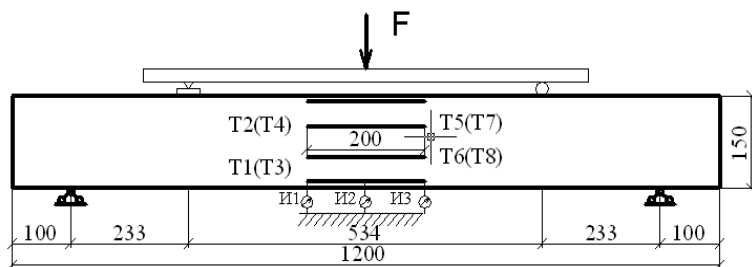


Рис.3. Схема загрузки опытных образцов с расстановкой приборов, где Т1...Т8 - электротехнические тензометры Аистова с базой 200 мм, И1...И3 - индикаторы часового типа.

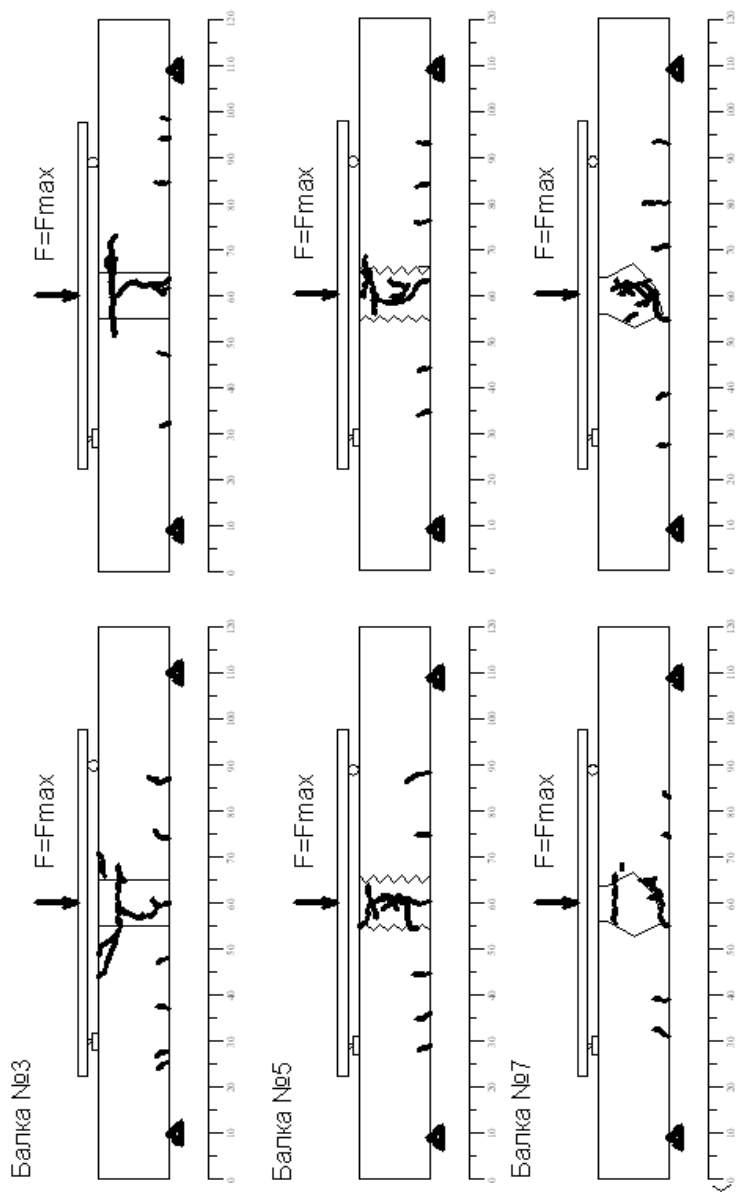


Рис. 4 Схема распространения трещин по боковым поверхностям экспериментальных балок

Значения разрушающей нагрузки для балок Б1...Б7 сведены в таблицу 1.

Таблица 1. - Величина разрушающей нагрузки

Балка	R, МПа	Способ испытания	Fu max, кН
Б1 (без стыка)	34,7	на изгиб	115
Б3 (бесшпоночный стык)		на изгиб	55
Б5 (шпоночный стык)		на изгиб	62,5
Б7 (стык по технологии КУБ-2.5)		на изгиб	71,25

Общие деформации бетона сжатой зоны, также как и деформации бетона растянутой зоны в балках со шпоночным и бесшпоночным стыками превышали аналогичные значения для балки со стыком, выполненным по технологии КУБ 2,5.

Максимальный прогиб  $f$ , зафиксированный перед разрушением балки с бесшпоночным стыком составлял 8,35 мм в центре пролета (прибор И2) и 8,16 мм и 7,4 мм на расстоянии по 10 см от центра балки (приборы И1 и И3). Максимальный прогиб  $f$ , зафиксированный перед разрушением балки со шпоночным стыком составлял 7,55 мм в центре пролета (прибор И2) и 6,45 мм и 5,75 мм на расстоянии по 10 см от центра балки (приборы И1 и И3). Балка с петлевым стыком, выполненным по технологии КУБ 2,5 имела максимальный прогиб  $f=6,01$  мм, зафиксированный перед разрушением в центре пролета (прибор И2) и 6 мм и 5,24 мм на расстоянии по 10 см от центра балки (приборы И1 и И3). Для сравнения: максимальный прогиб  $f$  перед разрушением балки, армированной цельным арматурным каркасом составлял 5,2 мм в центре пролета (прибор И2) и 4,58 мм и 5,22 мм на расстоянии по 10 см от центра балки (приборы И1 и И3).

По полученным данным испытаний были построены графики зависимости прогибов в среднем по длине сечения балки и на расстоянии по 10 см от него от величины нагрузки (рис 5.1-5.3).

### **Выводы**

1. Прогибы балки с петлевым стыком, выполненным по системе КУБ-2.5, оказались наименьшими по сравнению с аналогичными значениями для испытанных образцов со стыковыми соединениями в середине пролета. Прогибы балок со шпоночным стыком и с бесшпоночным стыком превышали прогибы в балках с петлевым стыком (по системе КУБ-2,5) на 7-36%. В свою очередь прогибы в балке без стыко-

вого соединения отличались в меньшую сторону (на 5-7%) от прогибов балки с петлевым стыком, выполненным по системе КУБ-2.5.

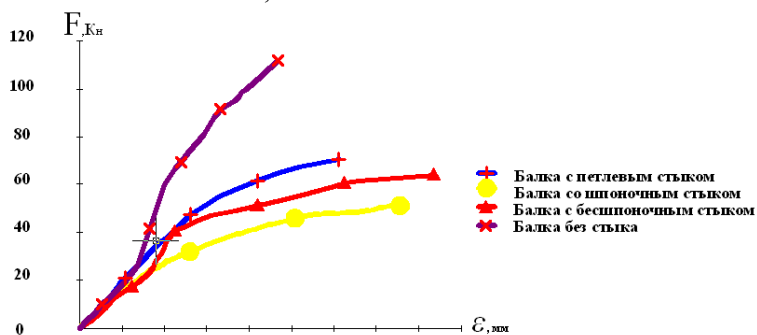


Рис 5.1. График зависимости прогиба от нагрузки в месте установки прибора И1

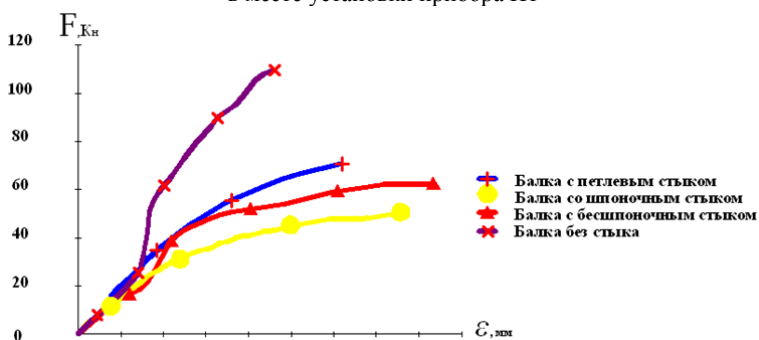


Рис 5.2. График зависимости прогиба от нагрузки в месте установки прибора И2

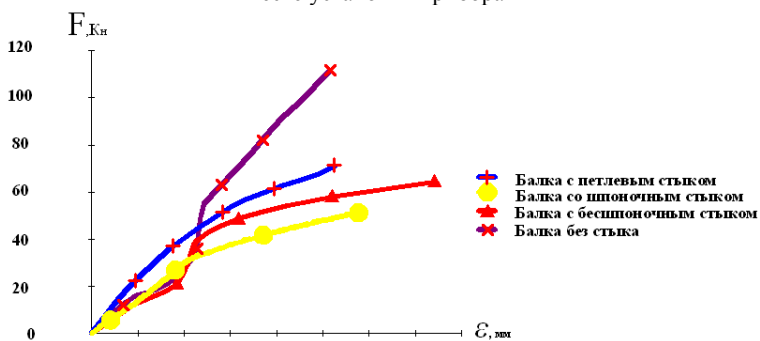


Рис 5.3. График зависимости прогиба от нагрузки в месте установки прибора И3

2. Деформации бетона сжатой зоны в экспериментальных балках со шпоночным стыком и с бесшпоночным стыком, превышали аналогичные значения в балках с петлевым стыком (по системе КУБ 2,5) на 6-55% соответственно.

3. Деформации бетона растянутой зоны в экспериментальных балках со шпоночным стыком и с бесшпоночным стыком, превышали аналогичные значения в балках с петлевым стыком (по системе КУБ 2,5) на 6-46%.

### Summary

**The analysis of loop joints located in the zone of pure bending, at different ends of the variants docked elements was done. The nature of the formation and development of cracks in beams with loop joints were established, deflections were determined.**

1.«Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса КУБ-2,5». НПСО «Монолит»; ЦНИИПИ «Монолит». Москва, 1990.

2. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.

3. ДСТУ Б.В.2.6.-7-95(ГОСТ 8829-94). Конструкції будинків і споруд. Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантажуванням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості. Київ, 1997.

4. Дорофеев В.С., Петраш С.В., Шеховцов И.В., Малахов В.В. «Прочность и деформативность балок со стыком «передерия». Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди// Збірник наукових статей. Вип. 22. Рівне, 2011р.-с.328-333.