

К ВОПРОСУ О НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ ПЕТЛЕВЫХ СТЫКОВ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

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

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г.Одесса*

До настоящего времени еще нет единого мнения о достаточно обоснованном критерии применения и причинах разрушения петлевых стыков в изгибаемых элементах. При испытаниях петлевых стыков, проведенных в лабораториях ЛЕНЦИСа, ЦНИИСа, ВНИИГиМа [1,2,3] наблюдались различные характеры разрушения состыкованных элементов при схожих конструкциях стыка. Однако исследователи сходились во мнении, что основной принцип работы стыка как нагеля не используется в случае применения его в изгибаемых элементах (при расположении петель по всей высоте сечения). Такой стык, особенно с круглой петлей, не в состоянии воспринимать изгибающий момент сколь-нибудь значительной величины, являясь при этом своеобразным шарниром, заключенным в бетон. Во всех испытанных образцах наблюдалось развитие трещин по сечениям контакта бетона основного элемента и бетона стыка. При этом балки со стыками, работающими на изгиб, показали меньшую жесткость по сравнению с такими же конструкциями без стыков.

Научный интерес представляет изучение напряженно-деформированного состояния петлевых стыков изгибаемых элементов. Для этого было проведено численное моделирование работы изгибаемых элементов с петлевыми стыками при помощи ПК «Лира-САПР», а также сравнение полученных результатов расчета с опытными данными.

За основу была принята конструкция петлевого стыка [4], применяемая в технологии «КУБ-2.5» (рис. 1). Объемный арматурный каркас, используемый в расчетной схеме, представлен на рис.2, а общий вид исходной схемы для расчета балки с петлевым стыком – на рис. 3. Для контроля корректности задания расчетной схемы значения прогибов, полученные при численном моделировании, сопоставлялись с опытными данными (рис.5)[5].

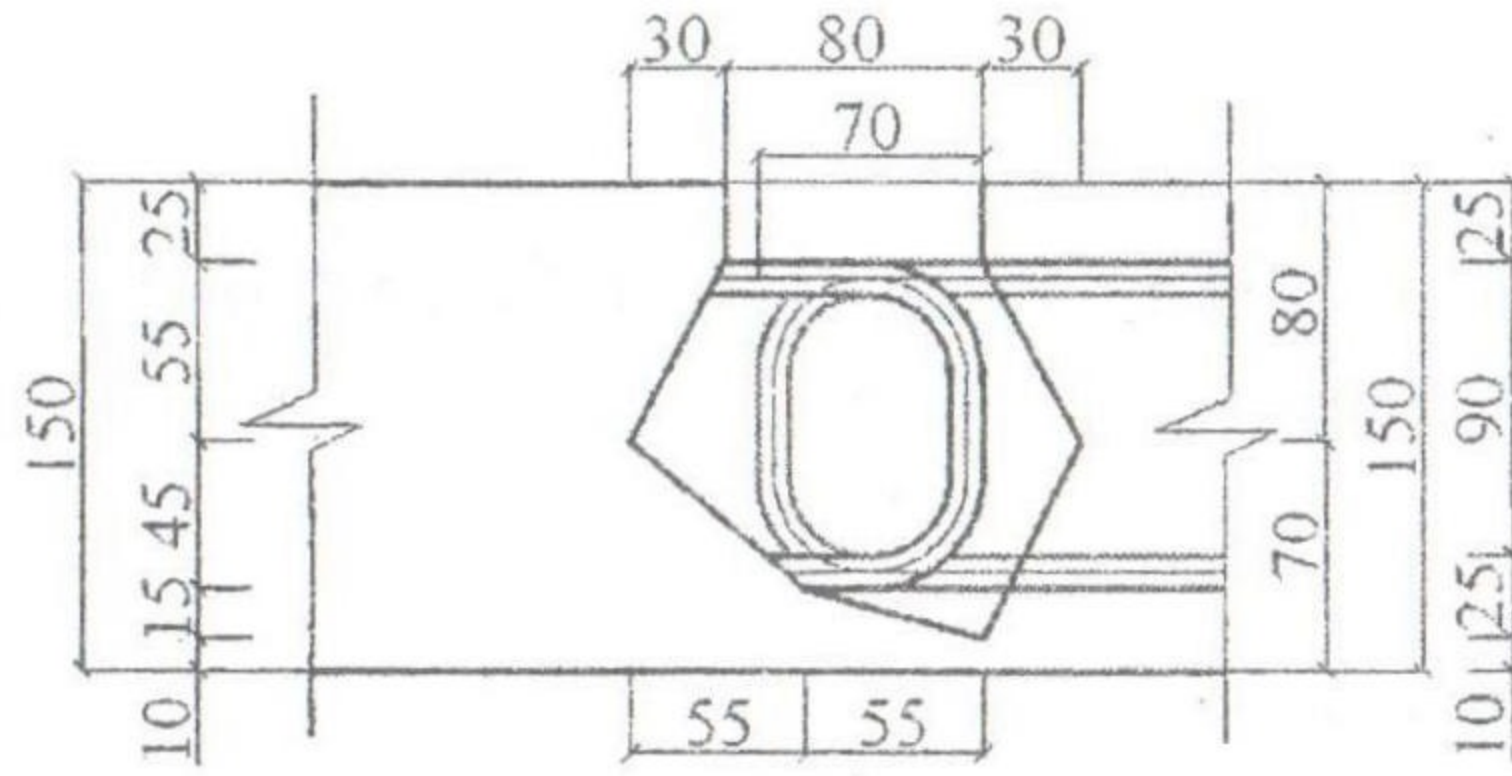


Рис. 1. Конструкция стыка «передерия» по системе КУБ-2,5

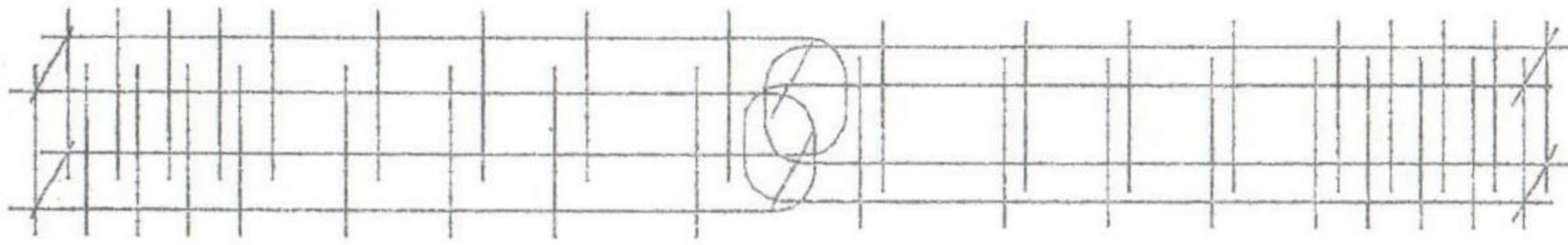


Рис. 2. Объемный арматурный каркас

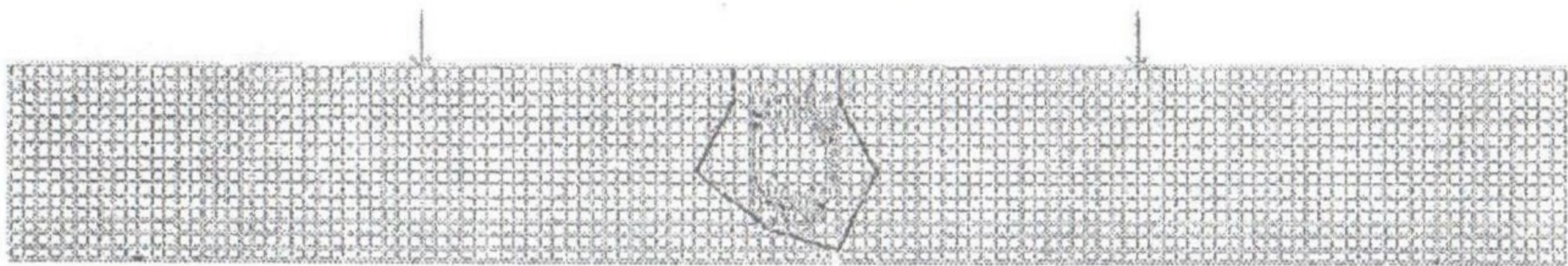


Рис. 3. Расчетная схема балки (вид с боку).



Рис. 4. Деформированная схема при разрушающей нагрузке.

При рассмотрении напряженно-деформированного состояния исследуемого типа балок можно отметить следующее. Характер распределения и значения напряжений N_x на боковой поверхности балок и в плоскости среза по арматурным стержням каркаса практически идентичны (рис. 6).

Зона максимальных растягивающих напряжений располагается в нижней части балки в средней части пролета, в бетонной вставке —

вдоль горизонтальных участков нижних арматурных стержней. Максимальные растягивающие напряжения на боковой поверхности балки имеют значения на 3-5% больше соответствующих напряжений, возникающих в плоскости сечения по арматуре. В зоне между арматурными петлями находится область сжатия, которая при перемещении к разрезу посередине вытесняется областью растягивающих напряжений до половины высоты сечения балки.

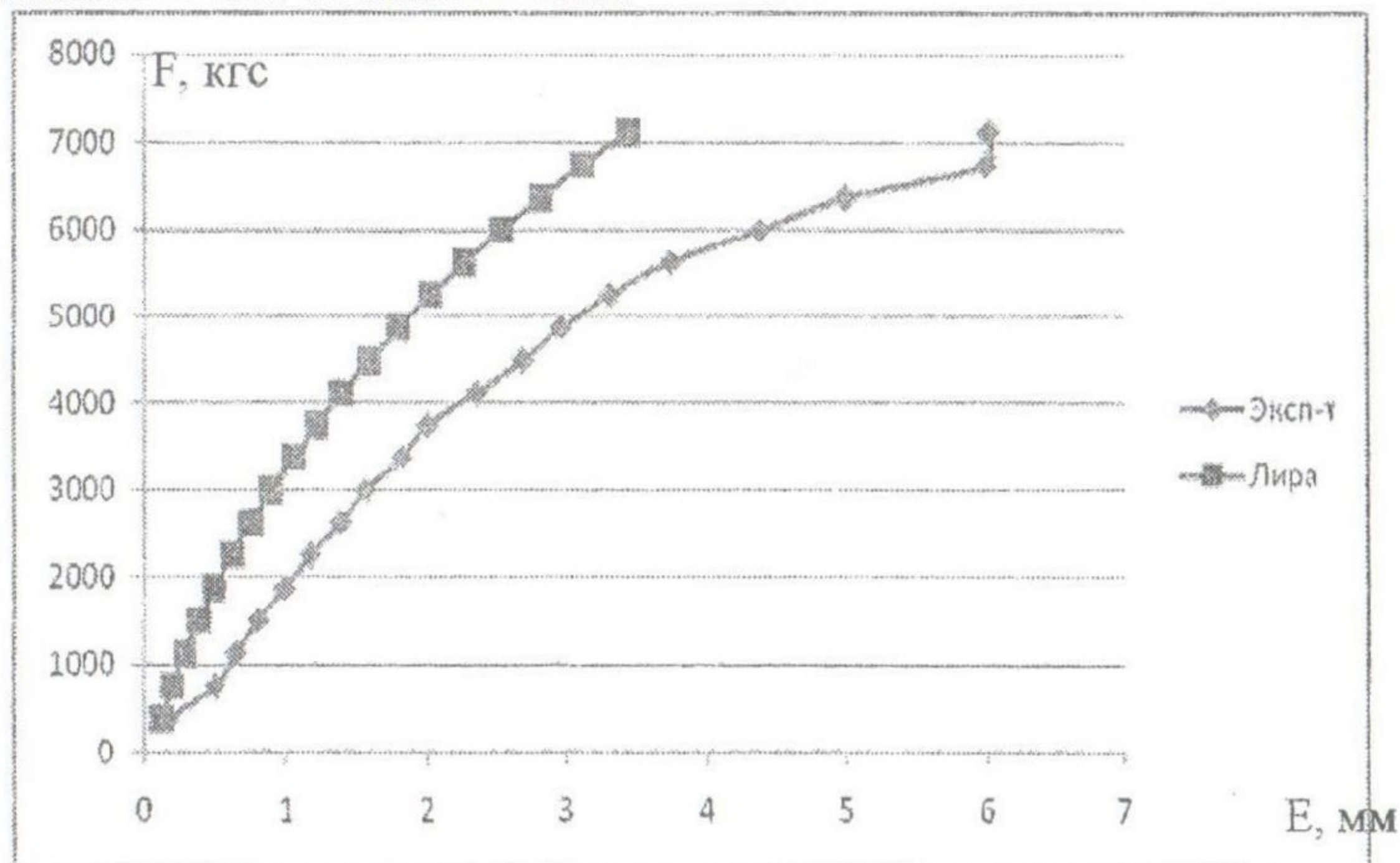


Рис. 5. График зависимости прогибов от нагрузки

-1.63+003 -1.36+003 -1.09+003 414 -540 -271 -12 12 120

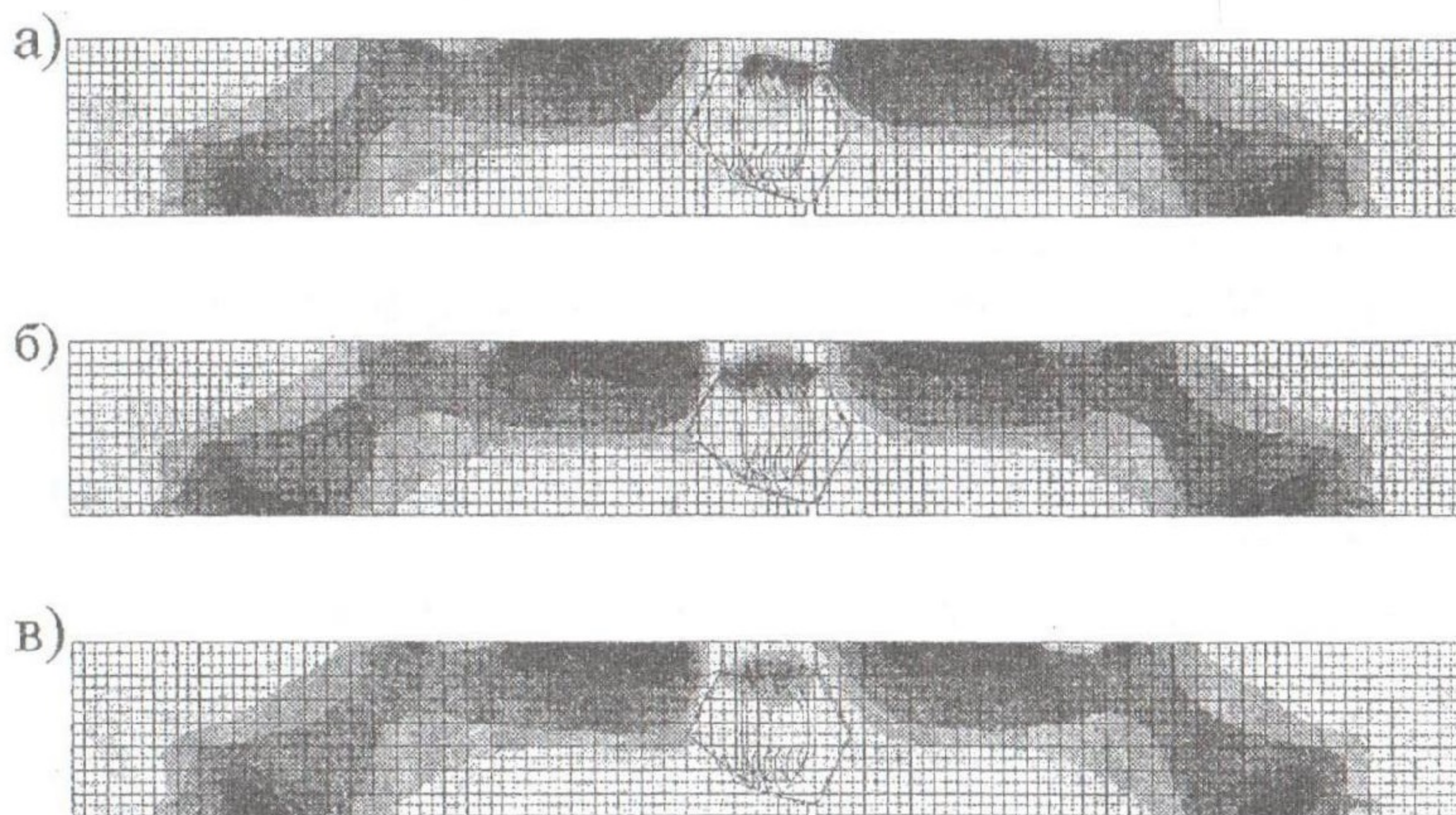


Рис. 6. Изополя напряжений N_x при нагрузке 60% от разрушающей:
 а). сечение по центру; б). сечение по арматуре; в). сечение по боковой грани.

Анализ напряженно-деформированного состояния балки

Характер распространения и значения напряжений N_y на боковой поверхности балки и в плоскости среза по арматурным стержням идентичен (рис. 7).

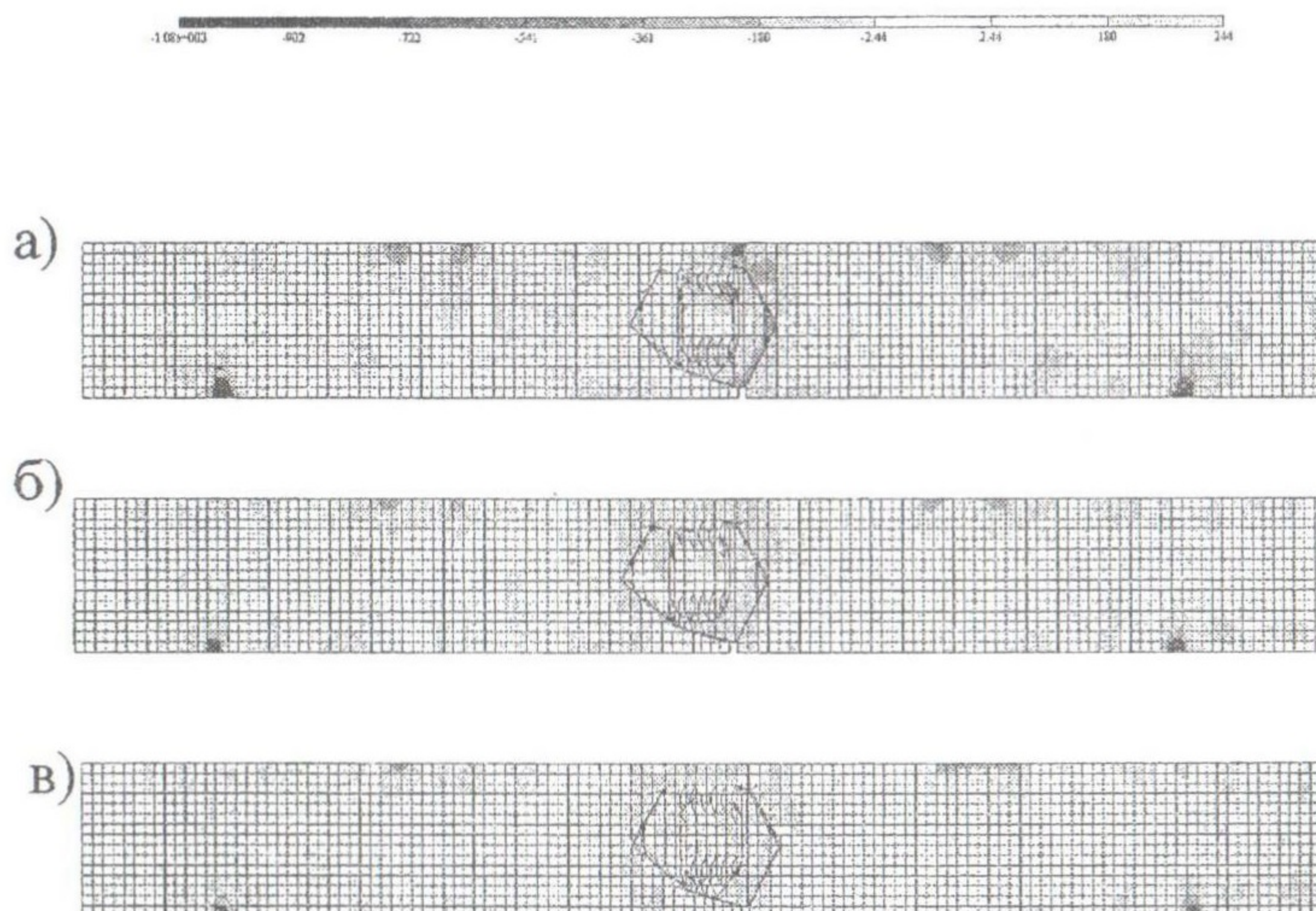


Рис. 7. Изополя напряжений N_y при нагрузке 60% от разрушающей: а). сечение по центру; б). сечение по арматуре; в). сечение по боковой грани.

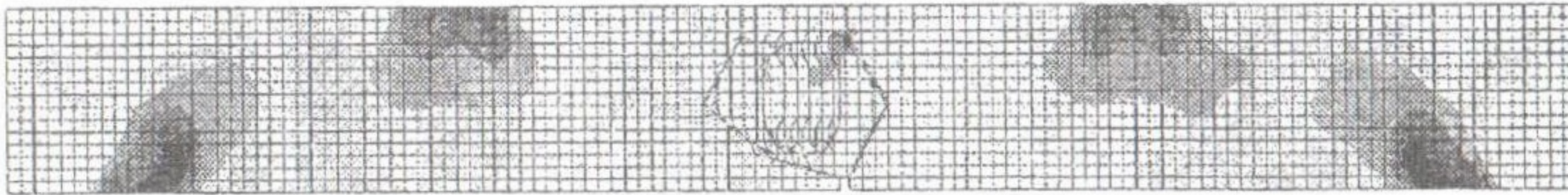
Зона максимальных растягивающих напряжений сосредоточена в левой части контура бетонной вставки. При перемещении от центра балки к ее внешним граням зона сконцентрированных растягивающих напряжений рассеивается по направлению к противоположной стороне вставки. В зоне между арматурными петлями располагается область сжатия, которая при перемещении к разрезу посередине мигрирует на вертикальный участок возле правого контура вставки.

Характер распределения и значения напряжений N_z (рис. 8) на боковой поверхности балки и в плоскости сечения по арматурным стержням практически идентичны.

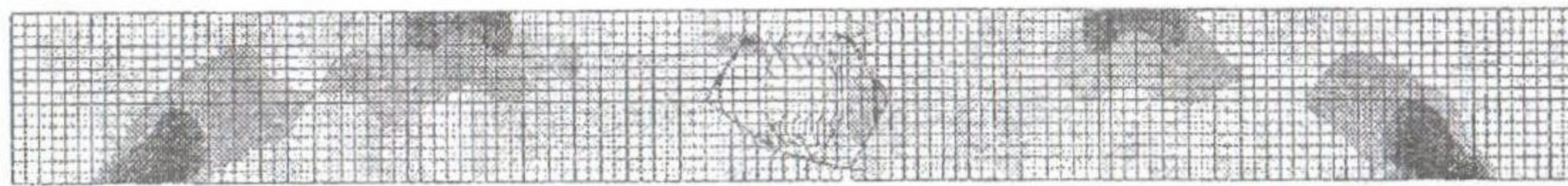
Зона максимальных растягивающих напряжений расположена в нижней трети сечения по высоте балки в бетонной вставки возле контура слева. Также – в верхней трети сечения по высоте балки справа от контура вставки. При рассмотрении среза по центру зона растяжения мигрирует на область, соответствующую расположению петель арматурного каркаса в бетонной вставки. Зона сжимающих напряжений N_z распространяется практически по всей области бетонной вставки, включая и зону между арматурными петлями.



а)



б)



в)



Рис. 8. Изополя напряжений N_z при нагрузке 60% от разрушающей: а). сечение по центру; б). сечение по арматуре; в). сечение по боковой грани.

Выводы

1. Настоящая работа посвящена изучению напряженно-деформированного состояния петлевого стыка, используемого в изгибаемых элементах в зоне чистого изгиба. Моделирование конструкции выполнялось при помощи конечных элементов, учитывающих геометрическую и физическую нелинейность материала.

2. По результатам численного исследования работы железобетонной балки установлено, что бетон в пространстве между арматурными петлями работает на двухстороннее сжатие (по направлению осей X , Z). В направлении оси Y наблюдается растяжение бетона в пространстве между арматурными петлями. Максимальные значения сжимающих усилий наблюдаются на уровне расположения верхних арматурных стержней. Сложный контур вставки способствует распространению растягивающих напряжений в вертикальном направлении.

3. Значения прогибов, полученных по результатам расчета, имеют минимальные отклонения от значений прогибов, полученных в результате эксперимента, что свидетельствует о корректности задания расчетной схемы.

Summary

This is a study of the stress-strain state of loop joint used in the area of flexible elements in pure bending. The simulation of the bending elements using PC "Lira-CAD", and comparing the calculation results with the experimental data.

Литература

1. Быц И.Д. К вопросу о напряженном состоянии петлевых стыков гидросооружений. Водоснабжение, канализация, гидротехнические сооружения. Вып.6. Будівельник, 1968г.

2. Алперина О.Н. О петлевых стыках в изгибаемых железобетонных элементах железобетонных конструкций. Исследование бетона и железобетонных конструкций транспортных сооружений. 1960г. Вып.36.

3. Мельников. Петлевые стыки в изгибаемых плитах сборных железобетонных мостов. Транспортное строительство №11 1962г.

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

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