УДК 624.074

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ОПОРНЫХ ЗОН РИГЕЛЕЙ С ПОДРЕЗКОЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СИЛ С РАЗЛИЧНЫМИ ПРОЛЕТАМИ СРЕЗА

Комаров Виктор Александрович,

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза.

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Самохин Николай Алексеевич,

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза.

аспирант кафедры «Строительные конструкции».

Аннотация

Определены особенности напряженно-деформированного состояния опорных зон ригелей с подрезкой при действии вертикальных сил с различными пролетами среза на основе расчета численным методом.

Ключевые слова: опорная зона ригелей, подрезка, вертикальные силы, пролет среза, напряжение.

STRENGTH OF COMPRESSED CONCRETE STRIPS IN THE SUPPORT ZONES OF DAPPED-END BEAMS REINFORCED WITH LONGITUDINAL AND TRANSVERSE BAR REINFORCEMENT

Komarov Viktor Aleksandrovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department "Building Structures".

Samokhin Nikolai Alekseevich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Postgraduate student of the department "Building Structures".

Abstract

The features of the stress-strain state of the support zones of dapped-end girders under the action of vertical forces at various shear spans have been determined based on numerical analysis.

Keywords: girder support zone, dapped end, vertical forces, shear span, stress.

Для анализа напряженно-деформированного состояния приопорных участков ригелей с подрезками был произведен расчет численным методом. Расчет производился методом конечных элементов по пакету прикладных программ автоматизированного проектирования (ППП АПЖБК).

Для получения расчетных схем, приопорные участки ригелей разбивались на прямоугольные ячейки с размером 4,5×3,0; 4,5×5,0см всего 166 ячеек.

На рисунке 1 показана расчетная схема при нагружении вертикальной нагрузкой.

Схема рассчитывалась при трех вариантах положения вертикальной силы относительно оси опоры, т.е. при α/h_{oc} поочередно равном 0,9; 1,5 и 2,5

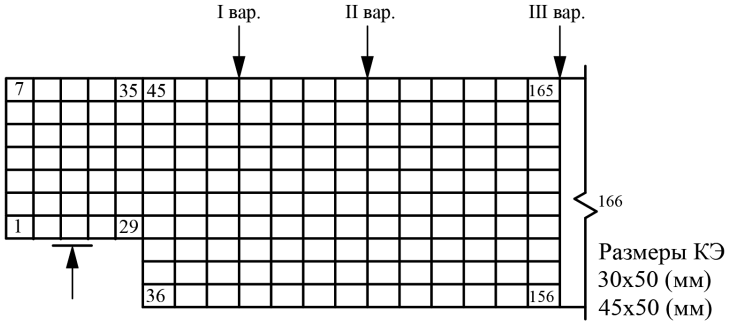


Рисунок 1 – Расчетная схема консольных опор при нагружении вертикальными нагрузками

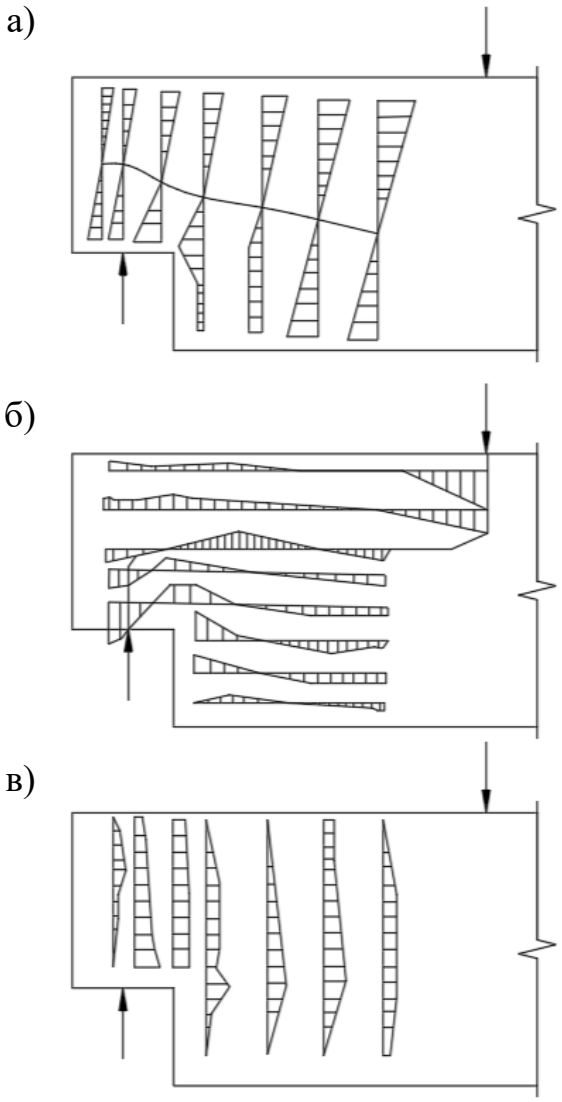
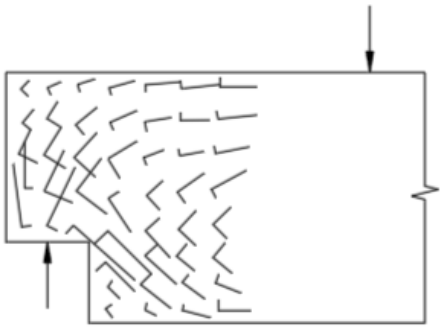


Рисунок 2 – Распределение напряжений в сечениях приопорных участков ригелей при наружении вертикальной нагрузкой α-эпюра σ_x.; б-эпюра σ_y.; в-эпюра τ_{xy}

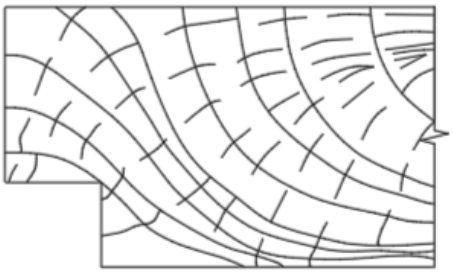
Для каждой расчетной схемы были получены напряжения σ_x; σ_y; τ_{xy}, а также главные напряжения σ_1; σ_2; и угол наклона главных напряжений, приводятся эпюры распределения указанных напряжений приопорной зоны ригеля, соответствующие основной расчетной схеме, при нагружении вертикальной силой, расположенной на расстоянии 2,5 h_{oc} от опоры.

Они показаны на рисунке 2. Вертикальные и горизонтальные сечения проходят через центры конечных элементов, принятых для расчета.

а)



б)



в)

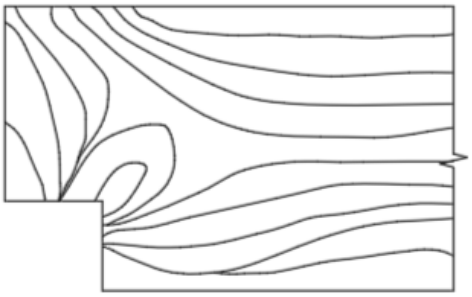


Рисунок 3 – Поле деформаций приопорных участков ригелей (а), траектории главных напряжений (б), линии напряжений (в) при вертикальном нагружении

Величины и соотношения главных напряжений, а также угол их наклона показаны на рисунке 3. Точки пересечения векторов также соответствует центру конечных элементов.

Рассмотрим распределение напряжений по сечениям приопорного участка ригеля по результатам расчета основной расчетной схемы.

Распределение нормальных напряжений можно представить в следующем виде. Максимальные растягивающие напряжения располагаются в зоне входящего угла подрезки. Характерно, что эти напряжения располагаются примерно симметрично относительно вершины угла, поднимаясь вверх и вниз по вертикальному сечению, проходящему за подрезкой на высоту приблизительно равную пятой части высоты консоли. Затем растягивающие напряжения с удалением вниз резко уменьшаются до нуля на уровне одной трети высоты консоли, и меняя знак становятся сжимающими.

Сжимающие напряжения достигают максимальных значений в верхнем конечном элементе. Линия, проходящая через нулевые точки вертикальных сечений имеет тенденцию к снижению с удалением вглубь ригеля.

Характерным является увеличение максимальных сжимающих напряжений по верхней грани и растягивающих по нижней грани ригеля при перемещении от опорного сечения консоли к центру приложения силы (рисунок 2а)

Распределение напряжений в приопорной зоне имеет следующие особенности. Максимальные значения местных напряжений располагаются в зоне опорной реакции и в зоне действия внешней силы. Характерным является тот факт, что напряжения меняют знак с перемещением от опорной реакции к вертикальному сечению, проходящему через подрезку и достигают максимальных значений, составляющих примерно половину значений под опорной реакцией. С дальнейшим перемещением в глубь ригеля напряжения резко уменьшаются (рисунок 2б).

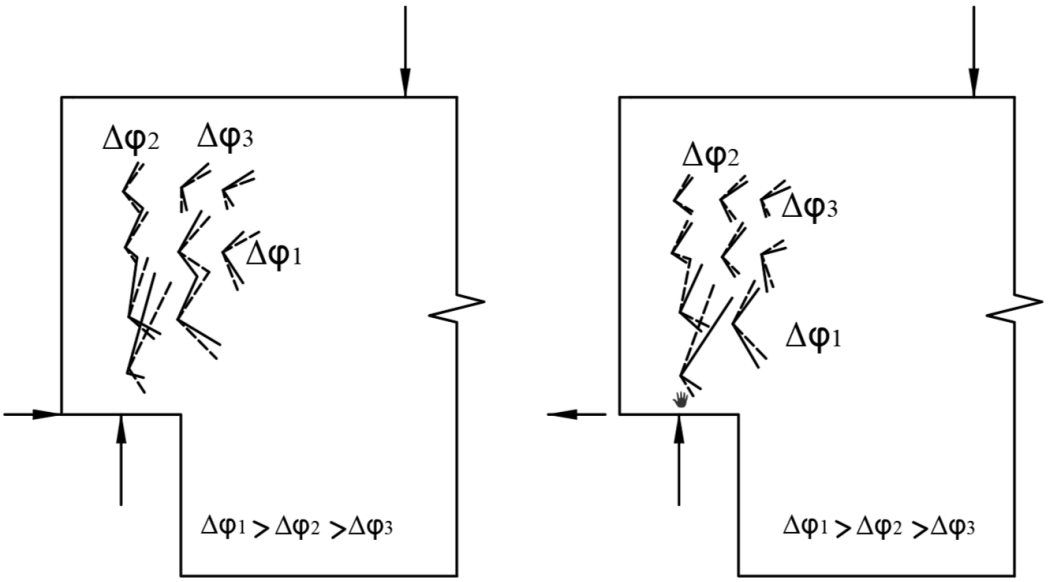


Рисунок 4 – Изменение углов наклона главных сжимающих напряжений при совместном действии вертикальных и сжимающих (а) и растягивающих (б) нагрузок

Касательные напряжения распределяются по вертикальным сечениям консоли, изменяясь от максимальных значений в опорных конечных элементах до минимальных значений в элементах у верхней грани ригеля.

В сечении, расположенном за подрезкой, эпюра напряжений имеет резкие изменения в зоне входящего угла подрезки, в верхней и нижней части ригеля напряжения приближаются к нулю. Во всех других сечениях эпюра приобретает спокойный характер, изменяясь от минимальных, почти нулевых значений поверху и по низу ригеля до максимальных, уровень которых снижается относительно сечения, проходящего через нижнюю грань консоли (рисунок 2,в).

Рассматривая поле деформаций, показанное на рисунке 3,а, следует отметить, что максимальные сжимающие напряжения располагаются в пределах наклонного участка, расположенного в консоли и переходящего в горизонтальный участок, расположенный вдоль верхней грани консоли.

Главные растягивающие напряжения являются максимальными у входящего угла подрезки, располагаются в пределах наклонного участка, переходящего в горизонтальный с приближением к нижней грани консоли.

Средние углы наклона потоков главных напряжений отражают ломанные линии, траектории которых показаны на рисунке 3,б; пунктиром выделены граничные линии характерных участков. Траектории главных напряжений показаны на рисунке 3,в.

При положении нагружающей силы относительно оси опоры на расстоянии 1,5 и 2,5 от высоты консоли качественная картина напряженно-деформированного состояния почти не изменяется и является подобной рассмотренной выше.

При положении силы на расстоянии 0,9 от высоты консоли изменения касаются главных сжимающих напряжений, которые ориентируются на центры приложения сил. Значения растягивающих напряжений выравниваются на участке между опорной реакции и опорным сечением консоли. В остальном характер распределения напряжений близок к выше рассмотренному.

На основе рассмотренных результатов расчета приопорных участков ригелей можно сделать следующие выводы:

1. Распределение главных напряжений по поверхности ригеля, полученное численным методом, имеет одинаковый характер с распределением, полученным в опытах.

2. С увеличением расстояния приложения силы нагружения относительно оси опоры от 1,5 до 2,5 от высоты консоли значение главных растягивающих усилий увеличивается, область их действия распространяется к нижней грани ригеля.

3. При расположении силы нагружения от оси опоры на расстоянии 0,9 от высоты консоли главные сжимающие напряжения в консоли направлены от центра опоры к центру приложения силы.

4. Зона концентрации растягивающих напряжений располагается у вершины входящего угла подрезки. Зона концентрации сжимающих напряжений располагается в консоли и формируется в наклонную полосу с общим направлением в сторону опорного сечения консоли.

Библиографический список

1. Комаров В.А. Экспериментальная теория сопротивления ригелей с подрезкой: монография. – М.: Спутник+ ,2013. – 199 с.