

УДК 624.012

**ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ И ПРОДОЛЬНОЙ АРМАТУРЫ НА
ПРОЧНОСТЬ СЖАТЫХ БЕТОННЫХ ПОЛОС СОПРЯЖЕНИЯ
РИГЕЛЕЙ С КОНСОЛЯМИ КОЛОНН СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ
КАРКАСОВ**

Комаров Виктор Александрович,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г.Пенза,*

профессор, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Ласьков Сергей Николаевич,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г.Пенза,*

ассистент кафедры «Строительные конструкции».

Аннотация

Рассмотрены особенности разрушения сжатых бетонных полос по результатам экспериментальных исследований. Предложена стержневая аналоговая модель прочности. Даны рекомендации по расчету прочности на основе методики СП 63.13330.2018 с учетом уточнений коэффициента армирования учитывающего влияния поперечной и продольной арматуры, пересекающей наклонную сжатую полосу.

Ключевые слова: многоэтажные каркасы, сборно-монолитные узлы, поперечная и продольная арматура, сжатые полосы.

**INFLUENCE OF TRANSVERSE AND LONGITUDINAL
REINFORCEMENT ON THE STRENGTH OF COMPRESSED CONCRETE
STRIPS BETWEEN TRANSOMS AND COLUMN CANTILEVERS OF
PREFABRICATED MONOLITHIC FRAMES**

Komarov Victor Aleksandrovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Professor, Associate Professor of the department "“Building Structures”

Laskov Sergei Nikolaevich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

assistant of the Department “Building Structures”.

Abstract

The features of fracture of compressed concrete strips according to the results of experimental studies are considered. The rod analog model of strength is proposed. Recommendations on strength calculation based on the methodology of SP 63.13330.2018 are given, considering the clarification of reinforcement coefficient considering the influence of transverse and longitudinal reinforcement crossing the inclined compressed strip.

Keywords: multi-storey frames, prefabricated monolithic units, transverse and longitudinal reinforcement, compression bars.

Введение

Сборно-монолитный каркас является одним из наиболее перспективных вариантов несущего железобетонного каркаса многоэтажного здания. Использование такого вида конструктивной системы позволяет совместить положительные качества сборных и монолитных конструкций.

Наиболее ответственными элементами являются сборно-монолитные узлы сопряжения ригелей с колоннами, обеспечивающие пространственную работу каркаса, что делает актуальным совершенствование расчета узловых соединений.

Результаты и методы.

Для изучения конструктивной надежности узлового сопряжения ригелей с колоннами проведены экспериментальные исследования крупномасштабных

образцов сборно-монолитных узлов со скрытой консолью в уровне сборного ригеля [1].

Эксперименты показывают, что прочность опорных зон ригелей с малыми пролетами среза $a \leq 0,9 \cdot h_{01}$ следует оценивать по стадии разрушения сжатых бетонных полос между грузовыми и опорными площадками. Экспериментально получена схема разрушения наклонной бетонной полосы в результате раздавливания бетона при достижении главными сжимающими напряжениями предела прочности, рис.1.

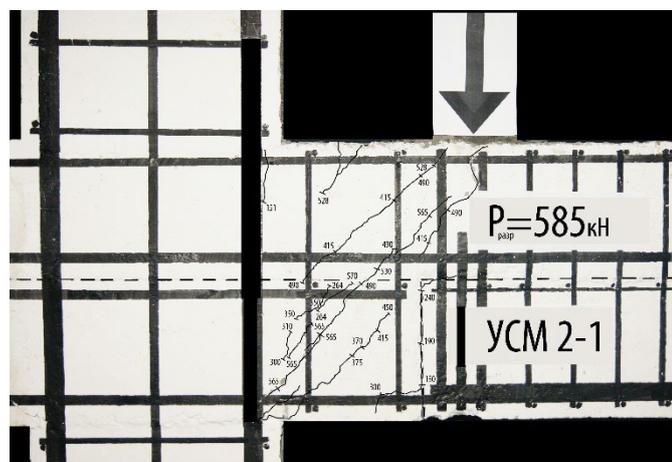


Рисунок 1 - Схема разрушения приопорной зоны узлового соединения ригеля с колонной при пролете среза $a = 0,9 \cdot h_{01}$ от действия сжатия

При пролетах среза $a \leq 0,9 \cdot h_{01}$ проявляются особенности коротких элементов, то есть на характер образования и развития трещин и схем разрушения в зоне действия поперечных сил оказывают как внутренние силовые факторы, действующие в рассматриваемых по длине пролета среза элемента сечениях (моменты и поперечные силы), так и местные возмущения напряженного состояния в местах приложения сосредоточенных сил. Грузовые площадки формируют сжатые полосы и способствуют концентрации главных сжимающих напряжений [2].

Расчетную модель сжатой полосы бетона в опорной зоне ригелей между грузовой и опорной площадкой предлагается рассматривать по аналогии

нормативной стержневой модели консоли колонны, копирующей физическую работу сжатого бетона [3].

Для моделирования принимается метод копирования схем разрушения и комплексный подход к оценке влияния основных факторов [4, 5, 6].

Принцип построения стержневых моделей сопротивления сжатию бетонных полос заключается в определении стержневых элементов входящих в модель, ключевых точек, углов наклона, ширины полосы.

Анализ образования и развития наклонных трещин в сжатых полосах бетона показывает, что их угол наклона близок к углу наклона линии, соединяющей наружный край грузовой площадки с входящим углом примыкания консоли к колонне. Поэтому, целесообразно за основной угол наклона главных сжимающих напряжений в сжатой полосе принять угол наклона к горизонтали линии соединяющей край грузовой площадки с входящим углом примыкания скрытой консоли к колонне. Границы сжатой бетонной полосы определяются грузовой опорной площадкой, ширина – перпендикуляром к основному углу наклона главных сжимающих напряжений в границах сжатой полосы. Расчетная модель прочности сжатой бетонной полосы на сжатие показана на рис. 2.

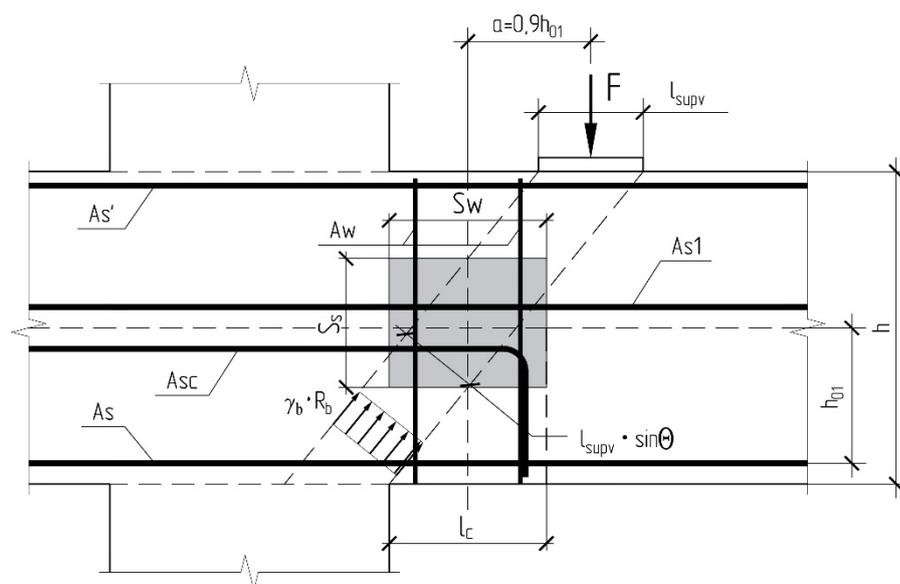


Рисунок 2 - Расчетная модель прочности сжатой бетонной полосы на сжатие

Бетонная полоса ориентирована по направлению главных сжимающих напряжений при непосредственной передаче усилия на опору. Сжатая бетонная полоса под действием главных напряжений и деформаций находится в условиях плоского напряженно-деформированного состояния (растяжение-сжатие).

После образования наклонных трещин главные растягивающие напряжения (действующие «поперек» трещин) способствуют снижению прочности при сжатии бетона, заключенного между трещинами в наклонной сжатой полосе.

Эффект разупрочнения бетона, проявляющийся в снижении прочности бетона при сжатии в условиях плоского напряженного состояния «растяжение-сжатие», связывают, как правило, с развивающимися в направлении, перпендикулярном к наклонной сжатой полосе, растягивающими деформациями [7].

В приложении Ж СП 63.13330.2018 приводятся рекомендации по расчету коротких консолей колонн при относительном пролете среза $l_1 \leq 0,9 \cdot h_{01}$ на действие поперечной силы по наклонной сжатой полосе между грузом и опорой из условия:

$$Q \leq 0,8 \cdot R_b \cdot b \cdot l_{sup} \cdot \sin^2 \theta \cdot (1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w) \quad (1)$$

в котором правая часть принимается не более $3,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0$ и не менее $2,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0$.

Где

0,8 – эмпирический коэффициент;

l_{sup} – длина площадки опирания нагрузки вдоль вылета консоли;

θ – угол наклона расчетной сжатой полосы к горизонтали;

$\mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot s_w}$ – коэффициент армирования хомутами, расположенными по

высоте консоли;

здесь s_w – расстояние между хомутами, измеренное по нормали к ним.

В расчетном сечении по высоте монолитной консоли и монолитной части ригеля установлена поперечная арматура A_{sw} , горизонтальная арматура в монолитной консоли A_{sc} и по низу монолитного ригеля продольная арматура A_{s1} .

На прочность бетонной сжатой полосы оказывает влияние вертикальная поперечная и горизонтальная арматура, пересекающие сжатую бетонную полосу и способствующие снижению поперечных деформаций внутри сжатой бетонной полосы.

При расчете прочности предлагается учитывать их влияние обобщенным коэффициентом армирования

$$\mu_{ws} = \sqrt{\mu_w^2 + \mu_s^2} \quad (2)$$

где $\mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot s_w}$ – коэффициент армирования вертикальной поперечной арматурой;

$\mu_s = \frac{A_s}{b \cdot s_s}$ – коэффициент армирования продольной арматурой;

s_s – расстояние между продольной арматурой по вертикальному сечению.

Расчетная зависимость (1) примет вид:

$$Q \leq 0,8 \cdot R_b \cdot b \cdot l_{sup} \cdot \sin^2 \theta \cdot (1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_{ws}) \quad (3)$$

Вывод

Расчет прочности сжатой бетонной полосы сопряжения ригелей с консолями колонн сборно-монолитных каркасов предлагается производить по методике СП 63.13330.2018 с учетом обобщенного коэффициента армирования

μ_{ws} , учитывающего влияние поперечной и продольной арматуры, пересекающей наклонную полосу. Среднее отклонение Q_{test}/Q_{calc} составляет 1,12.

Библиографический список:

1. Комаров, В. А. Сборно-монолитные узлы сопряжения несущих конструкций каркасов многоэтажных зданий: особенности деформирования, трещинообразования и разрушения / В. А. Комаров, С. Н. Ласьков // Региональная архитектура и строительство. – 2023. – № 3(56). – С. 136-143;
2. Ласьков, С. Н. Напряженное состояние опорной зоны балок сборно-монолитных узлов со скрытой консолью / С. Н. Ласьков // Региональная архитектура и строительство. – 2023. – № 2(55). – С. 96-105;
3. СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003» Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. - М. – 2018;
4. Баранова, Т.И. Каркасно-стержневые расчетные модели и инженерные методы расчета железобетонных конструкций / Баранова Т.И., Залесов А.С. // М.: Изд-во АСВ. – 2003;
5. Баранова, Т.И. Расчетные модели сопротивления срезу сжатых зон железобетонных конструкций. – Саратов: СГТУ. – 2006. – 159 с;
6. Колчунов, В.И. Метод физических моделей сопротивления железобетона / Колчунов В.И., Яковенко И.А., Ключева Н.В. // Промышленное и гражданское строительство. – М. Изд-во ПГС. – 2013. – № 12. – с.51-55;
7. Гвоздев, А.А. Прочность бетона при двухосном напряженном состоянии / А.А. Гвоздев, Т.М. Бич //Бетон и железобетон. – 1974. – №7. – с.16-22.