

УДК 624.072.21

МОДИФИКАЦИИ СТЕРЖНЕВЫХ МОДЕЛЕЙ КОНСОЛЬНЫХ ОПОР РИГЕЛЕЙ

Комаров Виктор Александрович,

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

*кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Строительные
конструкции».*

Еркин Дмитрий Валерьевич,

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

аспирант кафедры «Строительные конструкции».

Аннотация

Рассмотрены принципы построения стержневых моделей сопротивления сжатию и срезу бетонных полос, расположенных между наклонными сечениями в ригелях с консольными опорами.

Ключевые слова: консольная опора ригеля, опорная и условная грузовая площадки, сжатая полоса, стержневые модели сжатия и среза.

MODIFICATIONS OF STEMNEY MODELS OF CONSOLE SUPPORT CROSSBARS

Komarov Viktor Alexandrovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department
"Building Construction".*

Erkin Dmitry Valerievich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Postgraduate student of the Department "Building Construction".

Abstract

The principles of constructing rod models of resistance to compression and shearing of concrete strips located between inclined sections in crossbars with console supports are considered.

Keywords: cantilever support of the bolt, supporting and conventional cargo platforms, compressed strip, rod compression and shear models.

Проведёнными исследованиями в ригелях с подрезкой экспериментально установлено наличие двухуровневых условных грузовых опор, образуемых узлами сопряжения продольной арматуры ригеля и пакетом замкнутых сосредоточенных хомутов, устанавливаемых за подрезкой, которые выполняют роль условных грузовых площадок.

Верхняя опора является условной опорой консоли, а нижняя – условной опорой ригеля (рисунок 1).

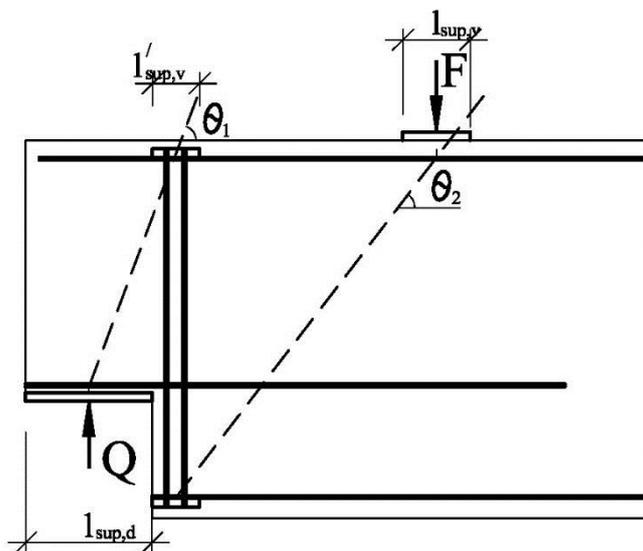


Рисунок 1 – Фрагменты физических и условных грузовых и опорных площадок

Верхняя грузовая условная площадка формирует наклонную сжатую полосу над опорной площадкой короткой консоли ригеля.

Расчётную модель сжатой полосы бетона в консольной опоре ригеля предлагается рассматривать по аналогии стержневой модели короткой консоли балки [1] при пролётах среза $a < 0,9h_{01}$.

Для моделирования принимается метод копирования схем разрушения и комплексный подход к оценке влияния основных факторов. Модификации расчётных моделей определяются изменением напряжённо-деформированного состояния сжатой бетонной полосы в зависимости от условий её работы в короткой консоли ригеля.

Принцип построения стержневой модели сопротивления сжатию бетонных полос, расположенных между наклонными сечениями в ригелях с консольными опорами, заключается в определении стержневых элементов, входящих в модель, ключевых точек, углов наклона, ширины полосы поверху и понизу.

Для ригелей с консольными опорами верхние ключевые точки располагаются у верхней грани на уровне продольной арматуры A_s' , нижние – на уровне продольной арматуры консоли ригеля A_{sc} . Наклонными стержнями моделируются сжатые бетонные полосы, в пределах которых концентрируются главные сжимающие напряжения.

Анализ напряжённого состояния показал, что основной угол наклона главных сжимающих напряжений близок к углу наклона линии, соединяющей центры опорной и условной грузовой площадок.

Сжатая полоса бетона в консольной опоре ригеля формируется между опорной и условной грузовой площадкой. Поэтому границы расчётной полосы определяются линиями, соединяющими внешние и внутренние грани площадок.

Ширина наклонной полосы определяется по перпендикуляру к основному направлению между внешней и внутренней границами.

Наиболее опасной, или расчётной, зоной в бетонной полосе консольных опор ригелей является её нижняя опорная зона. В этой зоне бетон испытывает продольное наклонное сжатие и поперечное растяжение.

Анализ напряжённо-деформированного состояния бетона в наклонной полосе позволяет считать, что расчётным является сечение над опорной площадкой консоли ригеля.

Расчётная стержневая модель сопротивления сжатию наклонной полосы бетона представлена на рисунке 2.

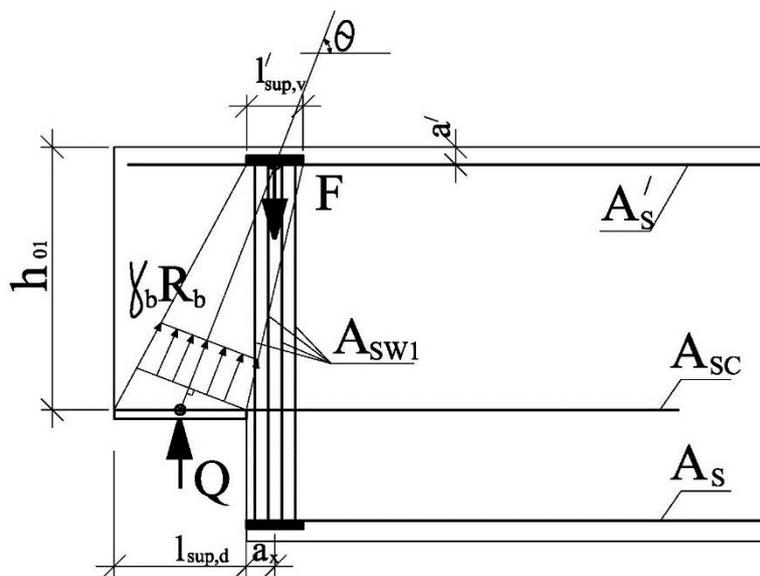


Рисунок 2 – Стержневая модель сжатой полосы бетона короткой консоли ригеля между опорной и условной грузовой площадками

Процесс разрушения бетона в сжатой полосе между опорной и грузовой площадками в результате среза согласно исследованиям [3] происходит в такой последовательности. Образуются граничные трещины Т-Г сдвига полосы относительно окружающего бетона. Затем происходит увеличение высоты верхнего и нижнего клиньев, формирующихся в зонах смятия бетона под опорными и грузовыми площадками, одновременно с развитием пластических деформаций.

Боковые поверхности клиньев, сближаясь, образуют X-образные диагональные плоскости среза сжатой полосы.

Поперечные растягивающие усилия распределяются по треугольной эпюре вдоль боковых граней бетонных полос-призм (см. рисунок 3, б).

При нагрузке примерно $0,8-0,85F_{test}$ происходит увеличение объёма призмы в результате активного процесса трещинообразования в бетоне полосы,

сдерживающее влияние оказывает окружающий бетон. Эпюра бокового сопротивления бетона является зеркальным отражением треугольной эпюры поперечных растягивающих усилий.

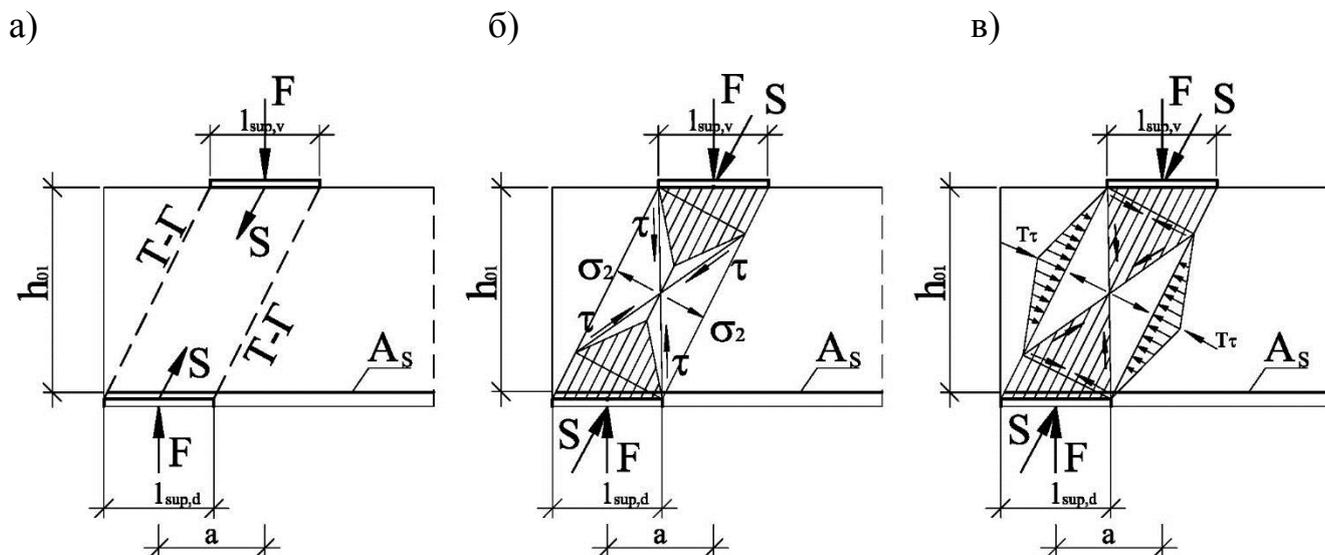


Рисунок 3 – Схема поэтапного сопротивления разрушения бетона сжатой полосы: а – схема образования трещин; б – схема формирования диагональных сечений среза; в – схема сопротивления бетона, окружающего расчётную бетонную полосу

Сопротивление бетона, окружающего расчётную полосу-призму, условно названо эффектом обоймы.

Разрушение сжатых полос при срезе происходит по диагональному сечению, соединяющему грани условной грузовой и опорной площадок. При моделировании выделяется призма – полоса бетона с разными по длине диагоналями – сечениями среза.

Одно из диагональных сечений имеет большую длину среза, в связи с этим форма разрушения сжатой полосы выглядит как разрушение по диагонали с меньшей длиной.

Сопротивление бетона, окружающего расчётные сжатые полосы бетона, является несимметричным.

Причинами являются различный характер напряжённого состояния и объём бетона, окружающего сжатые полосы с внешней и внутренней сторон. Бетон с внутренней стороны наклонной полосы испытывает растяжение, максимальное значение которого соответствует уровню расположения продольной арматуры A_s .

Образование и раскрытие начальной граничной трещины происходит в результате совместного действия сдвигающих и растягивающих усилий.

В дальнейшем при росте нагрузки образуются и раскрываются трещины по ширине полосы с образованием граничной трещины у края опорной площадки. В связи с тем, что ординаты треугольных эпюр сопротивления окружающего бетона имеют небольшие значения, при оценке сопротивления бетона ими можно пренебречь.

При построении стержневой модели сопротивления бетона срезу в сжатой полосе $СМ-\tau$ принят принцип моделирования сопротивления срезу сжатой полосы-призмы, предложенный в [3].

Модель $СМ$ (см. рисунок 2) дополняется диагональными стержнями, имитирующими срез наклонной полосы. При этом упраздняются стержни, ранее входящие в $СМ$, имитирующие боковые грани полосы. Модель $СМ-\tau$ образуется путём замены каждого наклонного стержня в модели $СМ$ двумя наклонными X -образными стержнями, расположенными по направлению диагональных сечений среза сжатой бетонной полосы.

Сложная стержневая система состоит из симметрично расположенных относительно вертикальной оси ферменных аналогий сопротивления, в которых возникают растягивающие усилия среза S_τ .

Схема расчётной модели оценки прочности сопротивления бетона срезу сжатой полосы консольной опоры по направлению к условной грузовой площадке при пролётах среза $a < 0,9h_{01}$ приведена на рисунке 4.

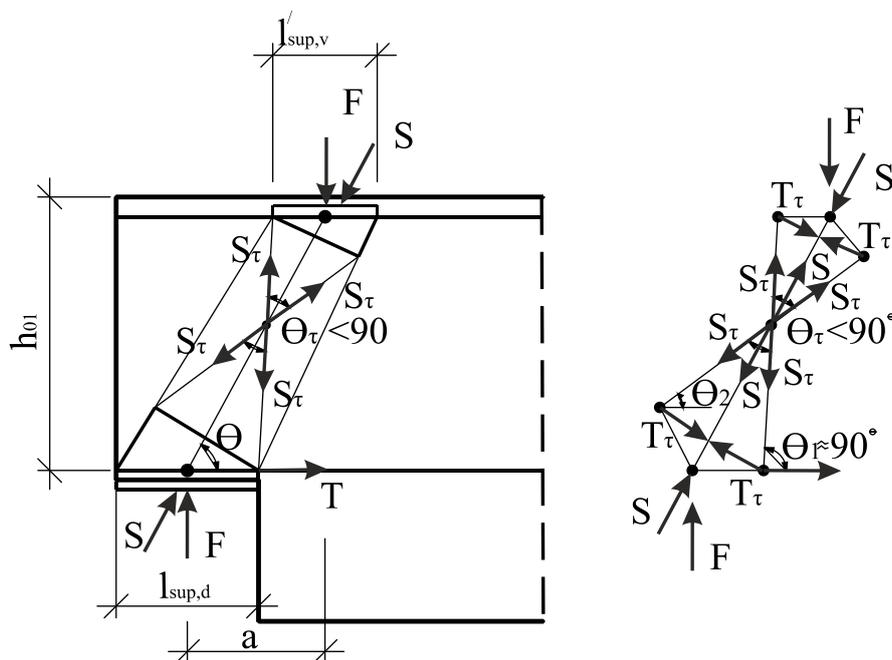


Рисунок 4 – Схема стержневой модели среза СМ-т при оценке прочности бетона в сжатой полосе между опорной и грузовой условной площадками

С уменьшением пролёта среза границей возможного среза является случай, когда диагональ среза сжатой полосы совпадает с высотой консольной опоры ригеля. В этом случае грани грузовых и опорных площадок совпадают по вертикальному сечению.

Вывод: при оценке прочности бетона в наклонной сжатой полосе консольной опоры ригеля при одновременном использовании моделей сжатия и среза предлагается рассматривать модели, исходя из схемы разрушения между опорной и грузовой условной площадками.

Библиографический список:

1. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01-84*). М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.
2. Баранова Т.И., Залесов А.С. Каркасно-стержневые расчетные модели и инженерные методы расчета железобетонных конструкций. М.: АСВ, 2003. 240с.

3. Баранова Т.И. Расчетные модели сопротивления срезу сжатых зон железобетонных конструкций. Пенза: ПГУАС, 2005. 250с.
4. Баранова Т.И. Короткие железобетонные элементы (экспериментально- теоретические исследования, методы расчета, конструирования): дис. ... д-ра техн. наук. М.: НИИЖБ, 1986. 486с.
5. Баранова Т.И., Скачков Ю.П. Теория расчета железобетонных конструкций на основе аналоговых каркасно-стержневых моделей. М.: Спутник+, 2011. 224с.
6. Комаров В.А. Экспериментальная теория сопротивления ригелей с подрезкой : монография. М.: Спутник +, 2013.
7. Комаров В.А. Бочкарёв И.Г. Метод расчета опорной консоли // Эффективные строительные конструкции: теория и практика: Сб. статей. Пенза: Приволжский дом знаний, 2013.
8. Комаров В.А. Болдырева О.В. Расчёт сжатой полосы бетона короткой консоли ригеля с подрезкой // Эффективные строительные конструкции: теория и практика: Сб. статей IX международной научно-технологической конференции. Пенза: Приволжский дом знаний, 2014.