

УДК 624.072.2:624.046

**ОЦЕНКА ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
БАЛОК С МАЛЫМ ПРОЛОТОМ СРЕЗА НА ОСНОВЕ КАРКАСНО-
СТЕРЖНЕВЫХ МОДЕЛЕЙ**

Лаврова Ольга Владимировна,

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

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Голиков Алексей Андреевич,

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

студент.

Аннотация

Статья посвящена решению задачи оценки влияния количества и вида поперечного армирования в коротких железобетонных балках на их прочность. Решение основано на использовании метода расчета прочности указанных конструкций на основе разработанной аналоговой каркасно-стержневой модели, сопровождается графиками и представлено в виде формул. Эти формулы могут быть использованы в реальном проектировании.

Ключевые слова: поперечная арматура, прочность, формула.

**EVALUATION OF TRANSVERSE REINFORCEMENT OF
REINFORCED CONCRETE BEAMS WITH A SMALL SECTION SPAN
BASED ON FRAME-ROD MODELS**

Olga Vladimirovna Lavrova,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the Department of Construction
Structures.*

Alexey Andreevich Golikov,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

student.

Abstract

The article is devoted to solving the problem of assessing the impact of the number and type of transverse reinforcement in short reinforced concrete beams on their strength. The solution is based on the use of the method of calculating the strength of these structures based on the developed analog frame-rod model, accompanied by graphs and presented in the form of formulas. These formulas can be used in real design.

Keywords: transverse reinforcement, strength, formula.

Экспериментально установлено влияние поперечной арматуры на несущую способность железобетонных коротких балок. Степень влияния зависит от количества, вида и ориентации арматуры относительно оси сжатой полосы бетона. В каждом случае несущая способность сжатого бетона увеличивалась.

Учитывать влияние поперечной арматуры можно эмпирическим путем, вводя коэффициент φ_{w2} , определяемый по формуле

$$\varphi_{w2} = 1 + 5 \alpha (\mu_{sw,g} + \mu_{sw,v}),$$

$$\text{где } \alpha = E_s/E_b, \mu_{sw,g} = A_{sw,g}/b S_g, \mu_{sw,v} = A_{sw,v}/b S_v.$$

Соотношение опытных и расчетных величин разрушающей нагрузки составляет в среднем 1,2 раза, то есть работа поперечной арматуры учитывается недостаточно точно.

Исследования показали, что поперечная арматура, располагаясь в пределах наклонной сжатой зоны, оказывает препятствие развитию поперечных деформаций и, тем самым, косвенно участвует в работе сжатой полосы. С другой стороны, она оказывает сопротивление развитию деформаций укорочения вдоль наклонной полосы и, тем самым, принимает прямое участие

в работе сжатого бетона. Таким образом, поперечная арматура в виде горизонтальных или вертикальных хомутов, располагаясь под углом к сжатой полосе бетона, выполняет две функции, осуществляя косвенное и прямое участие в работе сжатой полосы. Степень того или другого вида работы зависит от величины проекций усилий в арматуре на поперечную и продольную ось сжатой полосы. Усилие, воспринимаемое поперечной арматурой, можно подсчитать по формуле

$$F_s = 2(T_{sw} + N_{sw}) \sin \alpha,$$

где T_{sw} и N_{sw} - усилия в арматуре соответственно при прямом и косвенном участии в работе сжатого подкоса, определяемые по формулам

$$T_{sw} = \varphi_s \varphi_{sw} \mu_{sw} R_s b l_b \sin \theta$$

$$N_{sw} = \varphi_s \mu_{sw} R_s b l_b \cos \theta$$

где φ_{sw} - коэффициент косвенного армирования, определяется по СНиП 2.01.03-84; $\varphi_s=0,8$ – опытный коэффициент; θ - угол между направлением соответствующего вида арматуры и осью наклонной полосы бетона.

Таким образом, прочность наклонной сжатой полосы бетона с учетом работы поперечной арматуры определяется по формуле

$$F \leq 2\varphi_{b1} \varphi_b \check{R}_b l_b \sin \alpha + F_s.$$

При таком подходе к оценке работы поперечной арматуры можно определять оптимальный в каждом случае вид поперечной арматуры в коротких балках. Соотношение опытной и расчетной величин разрушающей нагрузки составило 1,09.

Увеличение высоты коротких балок повышает несущую способность по сжатой зоне. Это влияние в расчетной схеме учитывается увеличением угла наклона сжатой полосы бетона.

Влияние сварных сеток в зоне передачи нагрузки на рост несущей способности короткой балки условно можно учесть коэффициентом k_2 . Значение этого коэффициента приближенное можно определить из соотношения длины опорной площадки, определенной из условия смятия, и действительной ее длины.

При несимметричном расположении грузовой площадки, что соответствует действительной работе подкрановых ригелей, целесообразно расчетную схему строить, не нарушая принципа, принятого при построении схемы для центрально нагруженных балок. В этом случае точки, определяющие направление осей сжатых наклонных полос бетона определяются следующим образом. Нижние узловые точки определяются по аналогии со случаем центрального приложения нагрузки. Верхние точки образуются на пересечении равнодействующих внешних сил на уровне верхней грани балки справа и слева от линии действия силы с линией действия главных сжимающих напряжений. Ширина опорной площадки поверху со стороны действия эксцентриситета условно может определяться по перпендикуляру между границами расчетной полосы. Границами расчетной полосы являются линии, проведенные параллельно оси наклонной полосы из точек, образуемых справа на пересечении линии, проходящей через центр половины площадки опирания силы с верхней гранью балки, слева путем отложения образовавшегося участка симметрично точке пересечения оси полосы с верхней гранью.

Ширина расчетной полосы поверху с противоположной действию эксцентриситета стороны, определяется аналогично.

Такое решение объясняется тем, что в рассмотренной схеме нагружения, характерной для подкрановых ригелей, наблюдается неравномерность эпюры напряжений под грузовыми площадками, вызванная наличием расстояния между грузами и различными величинами этих нагрузок.

При этом ширина расчетной полосы понизу будет определяющей при расчете несущей способности короткой балки. Анализ результатов расчета коротких балок и их разновидностей показал, что максимальное значение соотношения опытной и расчетной разрушающей силы составляет 1,14 – по сжатой зоне и 1,2 – по растянутой зоне, минимальное значение соотношения составляет 1,0 – по сжатой зоне; 1,02 – по растянутой зоне.

На основании предлагаемого метода расчета были разработаны и испытаны с точки зрения использования арматуры виды армирования и

облегчения конструктивной формы перемычек и подкрановых ригелей с устройством отверстия треугольного очертания. Опыты показали эффективность устройства отогнутой вдоль сжатой полосы арматуры ветвей колонны. При этом повышается эффективность арматуры в работе сжатой полосы за счет ее прямого участия в работе.

Рациональным является применение спирали с переменным по высоте шагом, при этом наиболее снижается расход арматуры.

Использование предлагаемого метода расчета и рационального армирования перемычек и подкрановых ригелей дает значительный экономический эффект. При проектировании колонн промышленных зданий с крановыми нагрузками расход арматуры на перемычки снижается до 50%; бетона - на 50%; расход арматуры на подкрановые ригели снижается на 60%, бетона – на 20%.

Библиографический список:

1. Лаврова О.В. Методика расчета прочности железобетонных коротких балок, усиленных на основе каркасно-стержневой модели // Региональная архитектура и строительство. 2019. № 4. С. 482.