

УДК 624.072

ОЦЕНКА УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ШПРЕНГЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

Лаврова Ольга Владимировна,

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

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Голиков Алексей Алексеевич,

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

студент.

Очкин Игорь Анатольевич,

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

студент.

Аннотация

Статья посвящена решению задачи усиления балок шпренгелями разного диаметра и определению коэффициента усиления в зависимости от процента армирования сечения продольной рабочей арматурой при изменении класса бетона. По результатам расчета построены графические зависимости коэффициента усиления от исследуемых параметров. Эти графики могут быть использованы в реальном проектировании.

Ключевые слова: продольная арматура, коэффициент усиления, прочность.

EVALUATION OF REINFORCEMENT OF REINFORCED CONCRETE BEAMS BY SPANGLE SYSTEMS

Lavrova Olga Vladimirovna,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Building Structures”.

Golikov Alexey Andreevich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

student.

Ochkin Igor Anatolyevich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

student.

Abstract

The article is devoted to solving the problem of reinforcing beams with spangles of different diameters and determining the gain coefficient depending on the percentage of reinforcement of the section with longitudinal working reinforcement when changing the concrete class. Based on the calculation results, graphical dependences of the gain coefficient on the studied parameters are constructed. These graphs can be used in real-world design.

Keywords: longitudinal reinforcement, gain factor, strength.

Усиление железобетонных балок в пролете достаточно часто выполняется с использованием шпренгельных систем. Способ отличается простотой исполнения и минимальным нарушением целостности усиливаемой конструкции, важное его достоинство – выполнение работ по усилению без предварительной разгрузки.

На сегодняшний день накоплен большой опыт по конструктивному решению шпренгельных систем, но практически отсутствует информация о резерве возможностей этого способа.

Применительно к балкам решается задача по изучению влияния геометрических форм и сечений элементов конструкций усиления на несущую способность железобетонных балок с целью выбора оптимального, экономически эффективного варианта.

На начальном этапе работы в этом направлении разработан алгоритм расчета, на основании которого составлена программа для ПЭВМ, позволяющая выполнять расчет комбинированной системы, представляющей собой балку и шпренгель, по определению предельной нагрузки при заданных параметрах балки и конструкции усиления, а также исследовать влияние процента армирования сечения балки продольной рабочей арматурой μ_s , диаметра шпренгельной арматуры d_1 и высоты шпренгеля h_1 на эффективность усиления.

Расчетная схема исследуемой конструкции представлена на рис.1. Рассматривалась балка натуральных размеров – сечением $b \times h = 250 \times 600$ мм, пролетом $L = 6,0$ м. Бетон тяжелый. Нижняя и верхняя продольная арматура – стержневая класса А400. Шпренгельная арматура – стержневая класса А400.

По результатам расчета построены графические зависимости коэффициента усиления $k = P_1 / P$ от исследуемых параметров, а именно μ_s, d_1, h_1, a_1, B , рис. 2-5, где P и P_1 – предельная нагрузка на балку до и после усиления.

При увеличении процента армирования сечения балки μ_s , как видно на рис.2, эффективность усиления снижается. Четко выделяется горизонтальный участок, соответствующий случаю армирования с $\zeta \geq \zeta_R$.

Для балки, усиленной шпренгельной арматурой диаметром 36 мм, при изменении μ_s от 0,77 до 2,43% коэффициент усиления k уменьшается с 1,41 до 1,04. При уменьшении диаметра шпренгельной арматуры d_1 диапазон изменения k также уменьшается. Следует отметить, что шпренгельная система, в отличие от дополнительного армирования, позволяет, хотя и незначительно уменьшать несущую способность переармированных балок при $d_1 = 36$ мм – на 4%.

Было исследовано влияние на эффективность усиления изменение прочности бетона. При снижении класса бетона с В25 до В15 удлиняется горизонтальный участок графика $k = f(\mu_s)$, соответствующий минимальному приращению несущей способности балки в пролете. При $\mu_s = 1,48\%$ коэффициент усиления $k = 1,27$ – для балок из бетона В25, $k = 1,07$ – для балок из бетона В15.

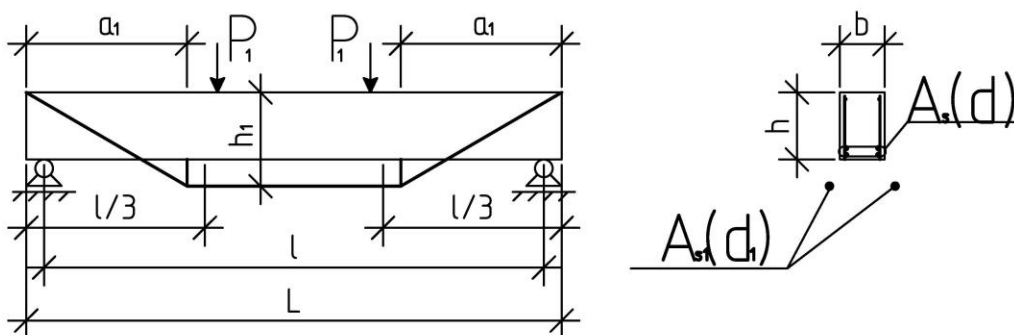


Рисунок 1 – Расчетная схема исследуемой железобетонной балки, усиленной шпренгелем

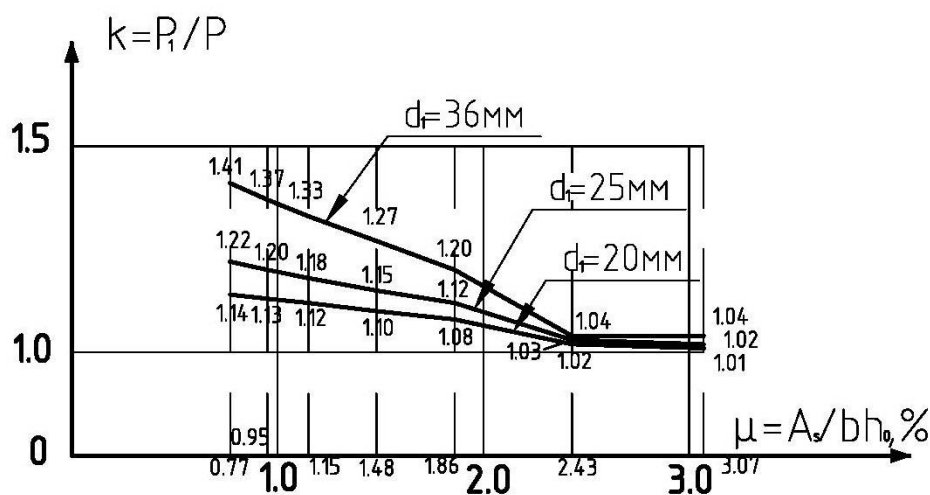


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента усиления балки k от процента армирования сечения продольной рабочей арматурой μ при изменении диаметра шпренгельной арматуры $d_1(A_{s1})$

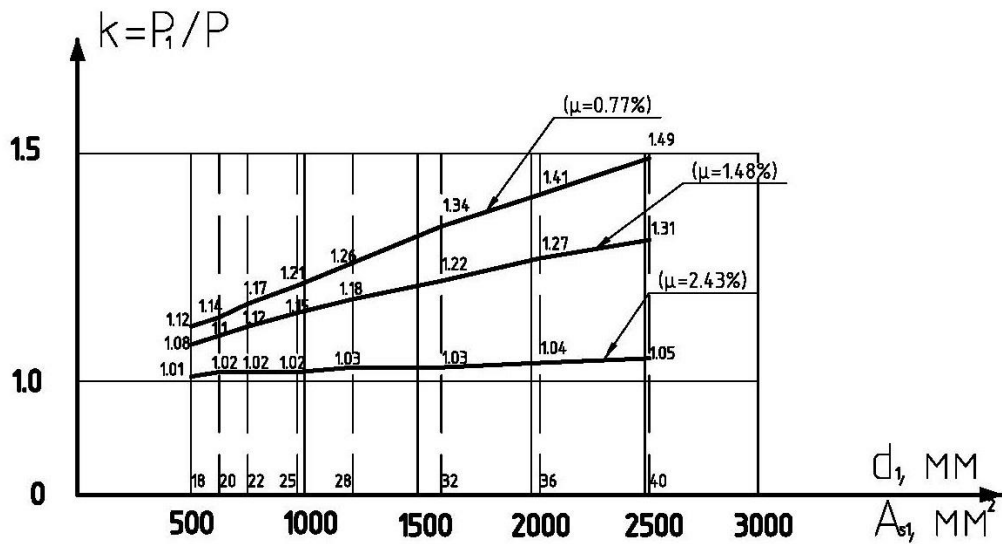


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента усиления балки k от диаметра шпренгельной арматуры $d_1 (A_{s1})$, при изменении процента армирования сечения продольной рабочей арматурой

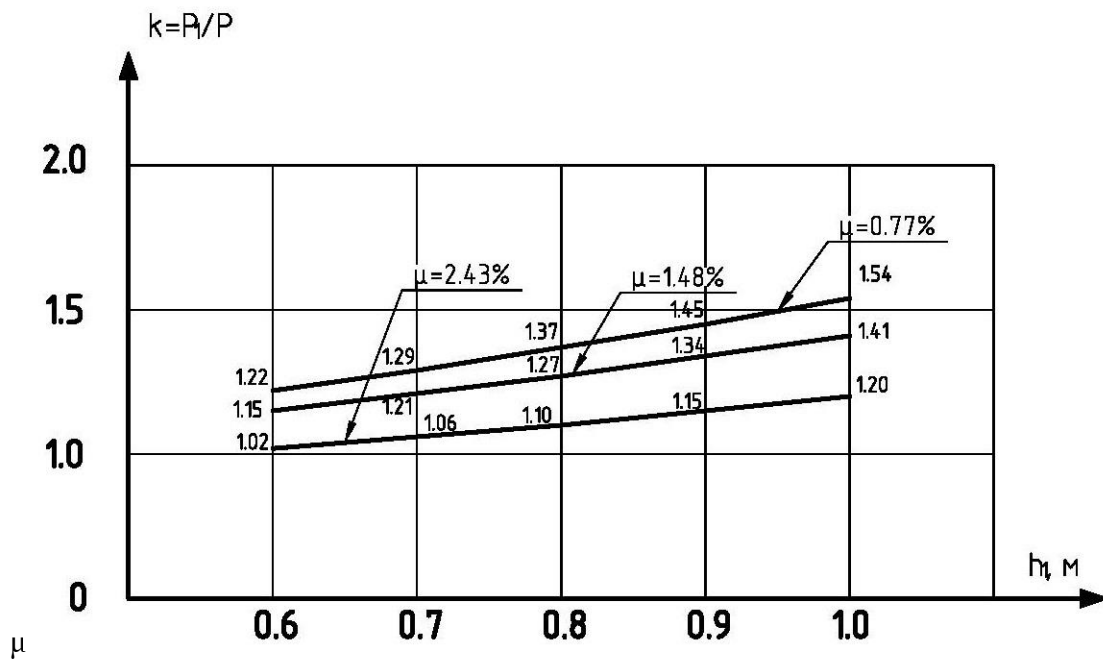


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента усиления балки k от высоты шпренгеля h_1 при диаметре шпренгельной арматуры $d_1 = 25$ мм

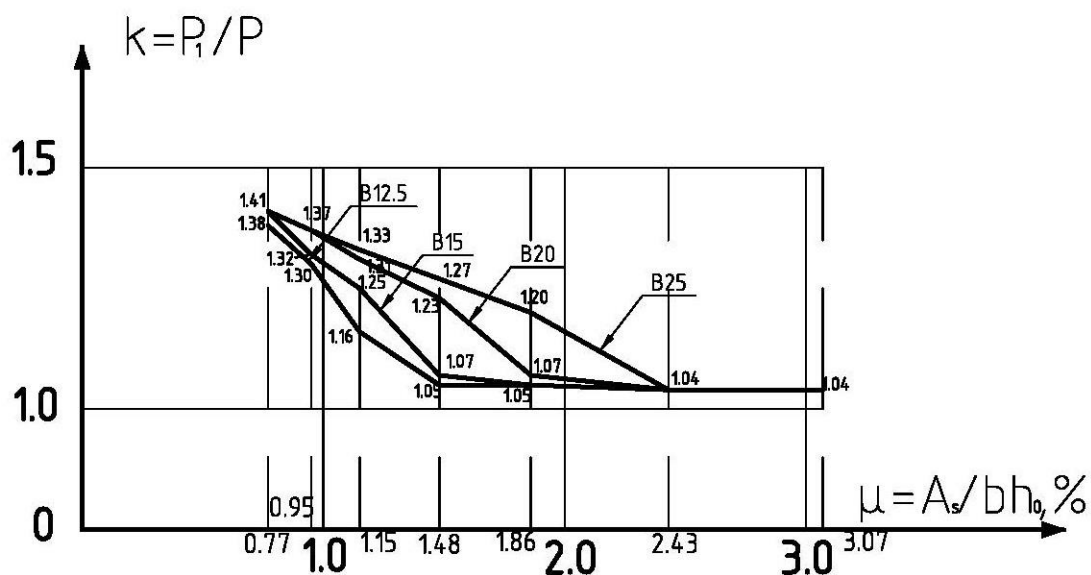


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента усиления балки k от процента армирования сечения продольной рабочей арматурой μ , при изменении класса бетона ($d_1 = 36$ мм)

То есть при снижении прочности бетона в виду наступившего переармирования сечения балки продольной арматурой, резко снизилась эффективность усиления.

Графическая зависимость коэффициента k от диаметра шпренгельной арматуры d_1 для балок из бетона B25 близка к линейной (рис.3). При увеличении процента армирования сечения балки μ_s , угол наклона графиков к оси абсцисс уменьшается, т.е. уменьшается диапазон приращения несущей способности.

При изменении d_1 в пределах 18-36 мм коэффициент усиления k увеличивается с 1,12 до 1,34 – для балок с $\mu_s = 0,77$ %, с 1,08 до 1,22 – для балок с $\mu_s = 1,48$ %. Для переармированных балок с $\mu_s = 2,43$ %, коэффициент k изменяется очень незначительно от 1,01 до 1,04.

Графическая зависимость коэффициента k от высоты шпренгеля практически линейная, рис.4. Для балок из бетона B25 увеличение высоты шпренгеля на 100 мм позволяет повысить несущую способность балки в пролете на 7 % при $\mu_s = 0,77$ %, на 6 % при $\mu_s = 1,48$ %, на 4 % - при $\mu_s = 2,43$ %.

Т.е. и в этом случае большая эффективность усиления отмечается у балок с меньшим процентом армирования.

На основании анализа графических зависимостей можно констатировать, что при увеличении процента армирования сечения железобетонной балки продольной рабочей арматурой, коэффициент усиления k уменьшается. Но даже для перearмированных балок k больше единицы. При значительном снижении прочности бетона возможно резкое уменьшение эффективности усиления даже при среднем проценте армирования балок. При увеличении диаметра шпренгельной арматуры d_1 коэффициент k увеличивается, причем более интенсивно для балок с малым и средним процентом армирования μ_s . Для перearмированных балок эта тенденция сохраняется, но в значительно меньшей степени. Увеличение высоты шпренгеля h_1 также не повышает эффективность усиления балок.

Исследовалось также влияние изменения места перегиба шпренгельной арматуры, изменялось расстояние a_1 . Выявлено, что расположение места перегиба шпренгельной арматуры существенного влияния на несущую способность усиленной балки не оказывает.

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.