

УДК 624.072.21

ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА В РАСЧЁТНЫХ СЕЧЕНИЯХ НАКЛОННЫХ ПОЛОС КОНСОЛЬНЫХ ОПОР БАЛОК

Комаров Виктор Александрович,

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

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

Ласьков Александр Николаевич,

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

аспирант кафедры «Строительные конструкции».

Аннотация

Представлена методика определения прочности бетона в расчетных сечениях наклонных полос консольных опор ригелей в результате действия усилий сжатия и усилий среза.

Ключевые слова: стержневая система, усилия сжатия и среза, прочность бетона.

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".*

Laskov Alexander Nikolayevich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Postgraduate student of the Department "Building Construction".

Abstract

A method for determining the strength of concrete in the calculated cross-sections of the inclined strips of the cantilever supports of bolts as a result of the compression forces and shear forces is presented.

Keywords: core system, compression and shear forces, concrete strength.

При выявлении предельного состояния бетона в наклонных полосах в результате усилий сжатия S , усилий среза S_τ используется нормативный подход [2].

Согласно норм проектирования за предельное состояние сечений принимается состояние, когда напряжения сжатия, среза достигают расчётных предельных величин.

Прочность бетона по наклонной полосе характеризуется максимальным значением поперечной силы, которая может быть воспринята бетоном наклонной полосы, находящейся под воздействием сжимающих усилий, направленных вдоль полосы, и растягивающих усилий от поперечной арматуры, пересекающей наклонную полосу бетона. При этом прочность бетона определяется по сопротивлению бетона осевому сжатию R_b с учётом влияния сложного напряжённого состояния в наклонной полосе.

Предлагается сопротивление бетона сжатию в наклонных полосах консольных опор ригелей оценивать зависимостью, рекомендованной [1]:

$$Q \leq R_b b l_{\text{sup}} \sin^2 \theta (1 + 5\alpha\mu_w) .$$

При расчёте среза схемы предельных усилий принимаются аналогично схеме, принятой в [4].

На рисунке 1 показаны схемы предельных усилий при расчёте прочности бетона в наклонных полосах от действия сжатия и среза.

Эпюры сжимающих напряжений принимаются равномерными, прямоугольного очертания, эпюры касательных напряжений – параболического очертания.

$$S = F \sin \theta.$$

Усилия S_τ и в расчетной стержневой модели СМ-τ определяются по следующим зависимостям:

$$S_\tau = F / (2 \sin \theta \cos \theta_\tau),$$

где θ – угол наклона оси X-образных стержней, определяемый по зависимости

$$\operatorname{tg} \theta = h_{0I} / (a - 0,5 l_{sup,v});$$

θ_τ – угол между стержнями, образующими X-образный элемент модели.

$$\theta_\tau = \theta_2 - \theta_1.$$

здесь θ_1 , θ_2 – углы наклона соответствующих стержней X-образного элемента модели.

$$\operatorname{tg} \theta_2 = h_{0I} / (a - 0,5 l_{sup,v} - 0,5 l_{sup,d});$$

$$\operatorname{tg} \theta_1 = (h_{0I} - \sin \theta \cos \theta (l_{sup,v} + l_{sup,d})) / (a - 0,5 l_{sup,v} + l_{sup,v} \sin^2 \theta + l_{sup,d} - l_{sup,d} \sin^2 \theta).$$

Расчет прочности полосы бетона при срезе производится по следующим зависимостям:

$$S_\tau \leq R_{bt}^* b L$$

или

$$F \leq 2 R_{bt}^* b L \sin \theta \cos \theta_\tau,$$

где θ , θ_τ – углы наклона сечений среза, L – длина диагонального участка линии среза,

$$L = h_{0I} / \sin \theta_2.$$

Здесь θ_2 – угол наклона сечения среза.

R_{bt}^* – прочность бетона при срезе с учетом влияния предельных напряжений,

$$R_{bt}^* = \gamma_\tau R_{bt},$$

где γ_τ – коэффициент, определяемый на основании критерия прочности профессора А. А. Гвоздева, учитывающий влияние плоского напряжённого состояния предельных касательных напряжений τ в зависимости от нормальных σ_x и σ_y напряжений.

Расчетные зависимости для определения критерия прочности бетона

записываются следующими формулами:

в области «сжатие – растяжение»

$$m(\tau_{xy}/R_{bt})^2 - 1/m(\sigma_x/R_b)(\sigma_y/R_b) - (\sigma_x/R_b - \sigma_y/R_b) = 0 ;$$

$$m(\lambda - m)^2(\tau_{xy}/R_{bt})^2 + \lambda((\sigma_x/R_b)^2 - (\sigma_y/R_b)^2) -$$

$$- (\lambda^2 + m^2)/m(\sigma_x/R_b)(\sigma_y/R_b) - (\lambda m)(\sigma_x/R_b + \sigma_y/R_b) - m = 0$$

в области «сжатие – сжатие»

$$v^2(\tau_x/R_{bt} - \sigma_x/R_b \cdot \sigma_y/R_b + \sigma_x/R_b + \sigma_y/R_b) - 1 = 0 ,$$

где $m = R_{bt}/R_b$.

Графическое объяснение расчетного критерия прочности бетона в координатах τ_{xy}/R_{bt} и σ_x/R_b при различных значениях σ_y/R_b представлено на рисунке 2.

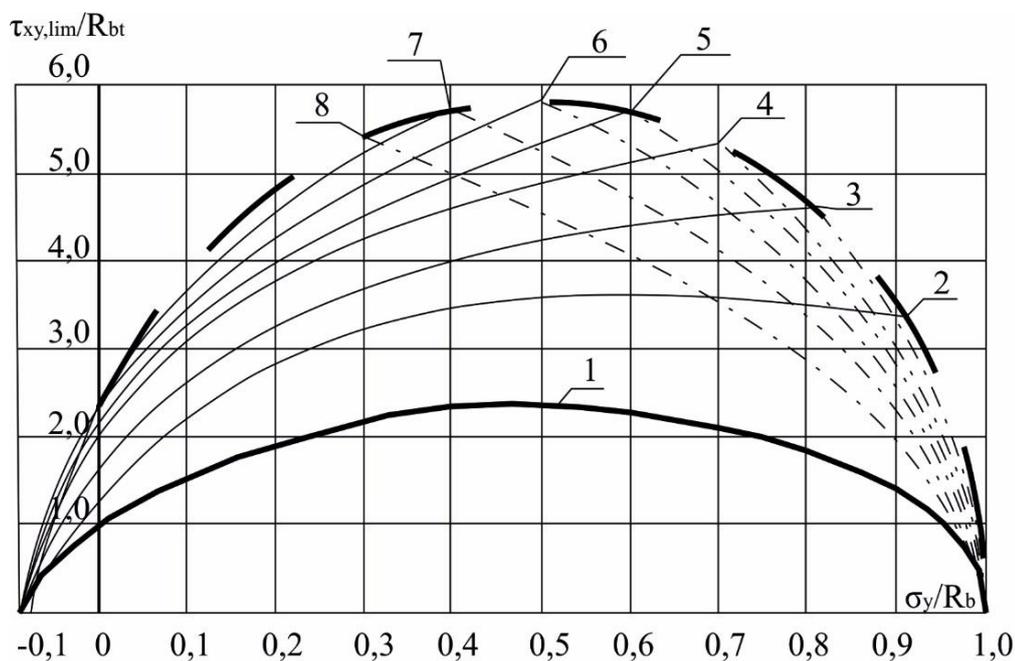


Рисунок 2 – Расчетный критерий прочности бетона при плоском напряженном состоянии в координатах нормальных и касательных напряжений:

- 1 – $\sigma_y/R_b=0,2$; 2 – $\sigma_y/R_b=0,1$; 3 – $\sigma_y/R_b=0,2$; 4 – $\sigma_y/R_b=0,3$; 5 – $\sigma_y/R_b=0,4$;
 6 – $\sigma_y/R_b=0,5$; 7 – $\sigma_y/R_b=0,6$; 8 – $\sigma_y/R_b=0,7$

При значительных напряжениях σ_y , характерных для коротких элементов, касательные напряжения резко возрастают.

$$\tau_{xy,lim}^{max}=1/m(\sigma_y/R_b-(\sigma_y/R_b)^2)^{1/2}R_{bt}.$$

Вывод: прочность бетона в наклонных полосах в результате действия усилий сжатия, среза следует оценивать по методике, принятой СП 63.13330.2012 с использованием критерия прочности бетона А. А. Гвоздева.

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. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. М., 2013.
3. Баранова Т.И., Залесов А.С. Каркасно-стержневые расчетные модели и инженерные методы расчета железобетонных конструкций. М.: АСВ, 2003. 240с.
4. Баранова Т.И. Расчетные модели сопротивления срезу сжатых зон железобетонных конструкций. Пенза: ПГУАС, 2005. 250с.
5. Баранова Т.И. Короткие железобетонные элементы (экспериментально-теоретические исследования, методы расчета, конструирования): дис. ... д-ра техн. наук. М.: НИИЖБ, 1986. 486с.
6. Баранова Т.И., Скачков Ю.П. Теория расчета железобетонных конструкций на основе аналоговых каркасно-стержневых моделей. М.: Спутник+, 2011. 224с.
7. Комаров В.А. Экспериментальная теория сопротивления ригелей с подрезкой : монография. М.: Спутник +, 2013.
8. Комаров В.А. Бочкарёв И.Г. Метод расчета опорной консоли // Эффективные строительные конструкции: теория и практика: Сб. статей. Пенза: Приволжский дом знаний, 2013.
9. 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.