

## РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА БЕЗ ПОПЕРЕЧНОЙ АРМАТУРЫ

Расчет по наклонному сечению на действие поперечных сил согласно [1] п.6.2.34 производится на основе уравнения равновесия внешних и внутренних поперечных сил, действующих в наиболее опасном наклонном сечении:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}. \quad (1)$$

Расчет элементов без поперечной арматуры на действие поперечной силы производится из условия (1) при  $Q_{sw} = 0$ :

$$Q \leq Q_b = \frac{M_b}{c}, \quad (2)$$

где  $M_b = 1,5R_{bt}bh_0^2$ .

При этом поперечная сила  $Q_b$ , воспринимаемая сжатым бетоном, принимается не более  $2,5R_{bt}bh_0$  и не менее  $0,5R_{bt}bh_0$ .

При действии произвольных нагрузок задаются рядом наклонных сечений при различных значениях  $c$  и сравнивают значения  $Q$  и  $Q_b$ . В некоторых частных случаях возможно проанализировать условия выполнения неравенства (2).

Рассмотрим загрузку балки сосредоточенной силой в середине пролета. В этом случае поперечная сила  $Q$  наклонном сечении является постоянной, тогда наиболее опасное наклонное сечение – это сечение с длиной проекции наклонной трещины  $c = 3h_0$ . Проверка прочности в данном случае сводится к проверке условия:

$$Q = R \leq 0,5R_{bt}bh_0.$$

Для оценки прочности можно использовать график, на котором показаны линии  $Q$  и  $Q_b$  (рис. 1). Если линия  $Q$  лежит ниже  $Q_b$ , то поперечная арматура не требуется и условие прочности обеспечено. В случае пересечения этих линий, заштрихованная часть свидетельствует о необходимости постановки поперечной арматуры.

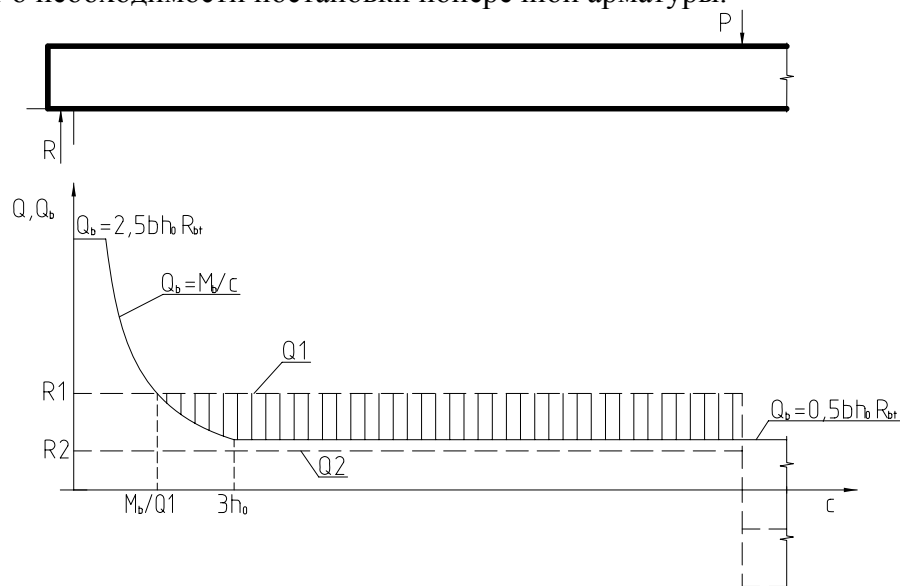


Рис. 1. К расчету элементов без поперечной арматуры при постоянной поперечной силе

При действии на изгибаемый элемент равномерно распределенной нагрузки, приложенной сверху возможно различное соотношение поперечной силы в наклонном сечении от внешней нагрузки и предельной поперечной силы, воспринимаемой бетоном

без установки поперечной арматуры (рис. 2). Проверка прочности в данном случае сводится к проверке условия:

$$Q = R - qc \leq \frac{M_b}{c}.$$

Определить участки, где условие прочности не выполняется, можно решив уравнение  $R - qc = \frac{M_b}{c}$ , корни этого уравнения равны  $c_{1,2} = \frac{R}{2q} \pm \sqrt{\frac{R^2}{4q^2} - \frac{M_b}{q}}$ . Для анализа прочности необходимы некоторые дополнения. Если уравнение имеет действительные корни, но  $c_1 > 3h_0$  и  $c_2 > 3h_0$ , то при этом  $Q < Q_{b,\min} = 0,5bh_0R_{bt}$  и условие прочности выполняется. В случае, если только  $c_2 > 3h_0$ , то длина участка, где по расчету поперечная сила не воспринимается только бетоном определяется соотношением  $c_1 < c < \frac{R - 0,5bh_0R_{bt}}{q}$ .

Если эпюра  $Q$  находится целиком внутри эпюры  $Q_b$ , то условие прочности обеспечено. Заштрихованная часть показывает невыполнение условия прочности в случае пересечения линий  $Q$  и  $Q_b$ .

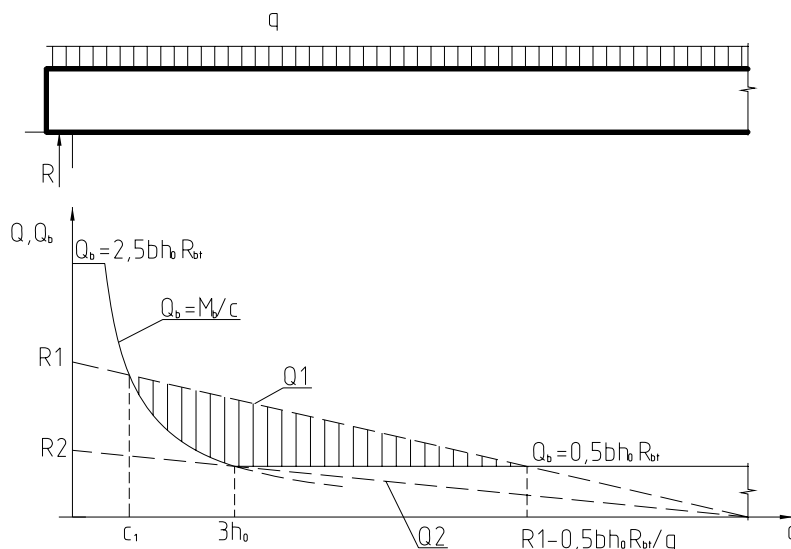


Рис. 2. К расчету элементов без поперечной арматуры при равномерно распределенной нагрузке

При рассмотрении некоторых частных случаев предложено аналитическое определение участков балки, где необходимо поперечное армирование.

Обратим внимание, что при некоторых значениях внешней нагрузки возможно невыполнение условия прочности в сечениях, расположенных дальше приопорных участков. То есть поперечное армирование у опор может отсутствовать, когда в участках пролета оно необходимо. Это обстоятельство отличает подход к поперечному армированию по старым нормам [2] от новых норм.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. М.:ЦИТП,2004
2. СНиП 2.03.01-84\*. Бетонные и железобетонные конструкции. М.:ЦИТП, 1989