

Черепанов В.С.

магистрант

2 курс, факультет «Строительный»

Санкт-Петербургский государственный архитектурно строительный

университет

Россия, г. Санкт-Петербург

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, ПОДВЕРЖЕННЫХ КОСОМУ ИЗГИБУ

***Аннотация:** Статья посвящена анализу методов расчета железобетонных балок на косой изгиб. Рассмотрены методы расчета разработанные М.С. Торяником, С.И. Глазером, О.Н. Тоцким, И.К. Никитиным и А.С. Залесовым. Описываются основные предпосылки, достоинства и недостатки методик. Выполнено сравнение описанных подходов к расчету.*

***Ключевые слова:** железобетонная балка, арматура, косой изгиб, изобенты, нейтральная ось.*

***Annotation:** The article is devoted to the analysis of methods for calculating reinforced concrete beams for biaxial bending. The calculation methods developed by M.S. Toryanik, S.I. Glazer, O.N. Trotsky, I.K. Nikitin and A.S. Zalesov are considered. The main prerequisites, advantages and disadvantages of the methods are described. The described calculation approaches are compared.*

***Key words:** reinforced concrete beam, reinforcement, biaxial bending, inventors, neutral axis.*

В строительной практике железобетонные элементы, работающие на косой изгиб, встречаются достаточно часто. В таких условиях работы могут

находиться сборные железобетонные прогоны, уложенные по верхним поясам ферм, подкрановые балки, горизонтальные элементы фахверка. Возможны и более общие случаи при сложном напряженном состоянии.

Не смотря на достаточное количество исследований, речь о которых пойдет далее, вопросы точного расчета железобетонных элементов и рационального размещения арматуры в сечении остается.

М.С. Торяник в своих работах [1] изложил способ расчета элементов с одиночной и двойной арматурой по предельному состоянию при всех практически возможных случаях положения нейтральной оси.

Основываясь на уравнениях предельного состояния, расчет также подразумевает необходимость предварительного задания отношения габаритов сечения и отношения армирования вдоль взаимно перпендикулярных граней сечения. Являясь довольно трудоемким в исполнении данный расчет показывает удовлетворительное соответствие экспериментам. Среднее арифметическое отклонение теоретических разрушающих моментов от экспериментальных при окончательном разрушении балки составило 9,68 % согласно экспериментам проведенным Н.И. Смолиным (Горьковский инженерно-строительных институт). Однако данный метод позволяет производить не только проверку заданного армирования, но и непосредственный расчет требуемой арматуры, что является безусловным достоинством.

С.И. Глазер в своих работах [2], основываясь на уравнениях равновесия, пришел к выводу, что подбор сечений при косом изгибе можно производить по формулам и таблицам для обычного изгиба с введением поправочного коэффициента и заменой величины h_0 на $h_{ок}$. Для упрощения расчета была составлена таблица необходимых для расчета параметров.

Отдельного внимания заслуживает расчет сечений железобетонных конструкций методом изокривых, предложенный О.Н. Тоцким [3]. Расчет основан на свойстве изобенты: касательная к изобенте пересекает параметрическую ось в той же точке, что и нейтральная линия,

соответствующая положению центра тяжести сжатой зоны бетона в точке касания. Расчетная схема приведена на рисунке 1.

При горизонтальном положении нейтральной линии центр тяжести сжатой зоны бетона находится в точке O_1 . Положение точки O_2 соответствует некоторому наклонному положению нейтральной линии, при этом практикой расчетов установлено, что нет необходимости регламентировать какое-либо определенное положение нейтральной линии при отыскании точки O_2 . Таким образом, кривая описывает всевозможные случаи положения центра сжатой зоны бетона. Все необходимые для расчета величины определяются геометрически.

Данный метод достаточно прост в расчетах и позволяет вычислить требуемое армирование при заданном сечении. Кроме того О.Н. Тоцкий установил, что соблюдение изложенных им принципов обеспечивает снижение требуемой по расчету площади арматуры до 40% в сравнении с расчетами М.С. Торяника и С.И. Глазера, однако в то же время экспериментально установлено, что приближенный способ заметно (до 20%) занижает разрушающие изгибающие моменты по сравнению с опытными значениями.

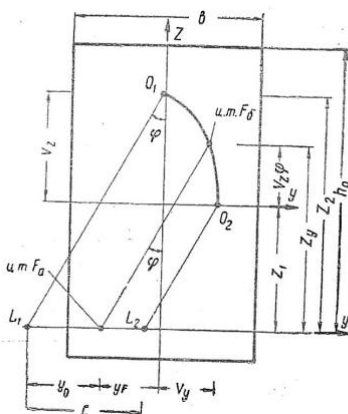


Рисунок 1 – Расчетная схема приближенного способа расчета косоизгибаемых железобетонных элементов

В работе И.К. Никитина и А.С. Залесова [4] было отмечено, что при действии изгибающих моментов в плоскости обеих осей симметрии X и Y

предельный изгибающий момент в плоскости оси X , который может воспринять сечение, зависит от величины изгибающего момента в плоскости оси Y , и наоборот. Таким образом, предельные моменты в плоскостях обеих осей симметрии связаны для рассматриваемого сечения определенной зависимостью, которая характеризует предельное состояние сечения по прочности. Эту зависимость можно представить в виде уравнения:

$$F(m_x, m_y) = 0. \quad (1)$$

Величины m_x и m_y в работе И.К. Никитина и А.С. Залесова зависят от параметров армирования и габаритов сечения. Результатом исследования и расчетов является графическое представление уравнения (1). График изображен на рисунке 2.

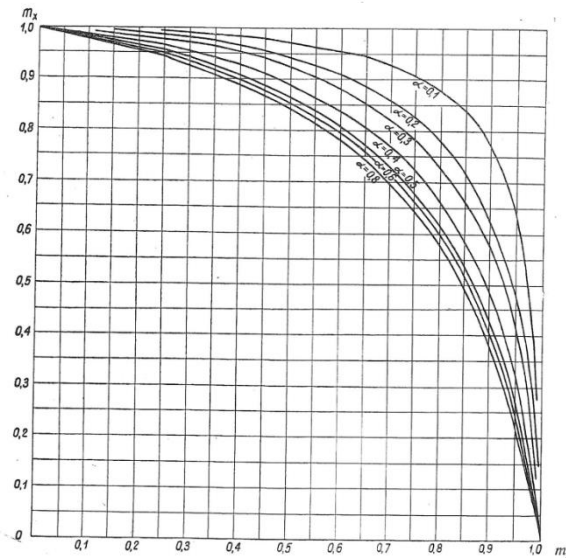


Рисунок 2 – График функции « $F(m_x, m_y) = 0$ »

$$m_x = \frac{M_x}{M_{xnp}} = \frac{A_0}{A_x^0}, \quad (2)$$

$$m_y = \frac{M_y}{M_{ynp}} = \frac{A_0}{A_y^0}, \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{(F_a - F'_a) R_a}{bhR_H}. \quad (4)$$

Данный метод позволяет осуществить проверку подобранного сечения и армирования, определив величины (2), (3), (4). Метод рассматривает прямоугольные сечения, однако поскольку вывод о справедливости

рассуждений был сделан на сравнении характеристик, зависящих от габаритов сечения и параметров армирования, а М.С. Торяник вводит при расчете те же характеристики, можно сделать предположение о применимости данного способа проверки для других сечений при внесении необходимых корректировок в вывод уравнений и график функции.

Использованные источники:

1. Торяник М.С. Расчет на кривой изгиб железобетонных элементов // Известия высших учебных заведений министерства высшего образования СССР. – 1958. – №6. – С. 103–115.
2. Глазер С.И. Расчет железобетонных балок прямоугольного сечения при кривой изгибе // Бетон и железобетон. – 1958. – №8. – С. 316–320.
3. Тоцкий О.Н. К расчету сечений железобетонных конструкций методом изогнутых // Строительная механика и расчет сооружений. – 1964. – №6. – С. 46–50.
4. Никитин И.К., Залесов А.С. Практический метод расчета железобетонных элементов на кривой изгиб и кривое внецентренное сжатие // Строительное проектирование промышленных предприятий. – 1965. – №6. С. 12–19.