

Даулетиярова К., Малибекова Н., ст. гр. Стр-15-4*
Ажгалиева Б.А., м.т.н., ассистент профессора

Международная образовательная корпорация (Казахская головная архитектурно-строительная академия)

РЕШЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРОЧНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЕВРОНОРМ

В данной статье рассматривается пример определения площади растянутой арматуры с учетом требования еuronormы.

Ключевые слова: изгибаемые элементы; площадь арматуры; железобетонная конструкция; нормативные документы.

THE SOLUTION TO PRACTICAL PROBLEMS OF DURABILITY OF FLEXIBLE ELEMENTS ON THE BASIS OF EURONORM

International Education Corporation (Kazakh leading academy of architecture and civil engineering)

Dauletiyarova K.
Malibekova N.
Ajgalieva B.A.

In this article an example of determination of the area of the stretched fittings taking into account the requirement of euronorm is reviewed.

Keywords: flexible element; the area of rebar; concrete structure; normative documents.

Изгибаемые железобетонные элементы широко применяются в строительстве. В сечениях таких элементов одновременно с изгибающими моментами действуют поперечные силы, что вызывают необходимость установки в них поперечной арматуры. Ее содержание и расположение определяется расчетом с учетом конструктивных требований нормативных документов. Действие изгибающих моментов воспринимаются продольной арматурой, необходимый площадь сечения которой определяется расчетом прочности по нормальному сечению [1].

Рассмотрим пример определения площади сечения продольной растянутой арматуры по требованиям СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 «Проектирование железобетонных конструкций» [2].

В соответствии с СН РК EN нормативом, расчет железобетонных конструкций по прочности сечений, нормальных к продольной оси, выполненного из бетона класса не более С50/60 допускается производить по предельными усилиями с использованием уравнения равновесия всех продольных сил и уравнений равновесия моментов, относительно выбранных осей при расчетных сопротивлениях материалов (рис.1).

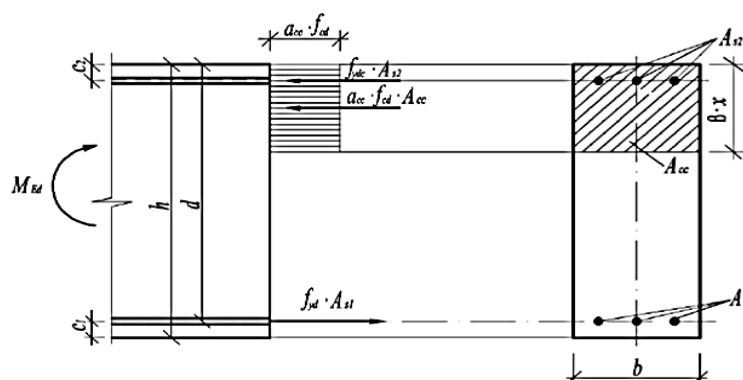


Рис – 1. Расчетная схема усилий и эпюра напряжений элементов

Согласно этой схеме предельное усилие в сечений определяется:

- в бетоне сжатой зоны – напряжение равно расчетному сопротивлению бетона сжатию f_{cd} , умноженному на коэффициент a_{cc} , учитывающий длительное действие нагрузки, неблагоприятный

способ ее приложения и т.д. При этом эпюра напряжений прямоугольная, равномерно распределенная по высоте условной сжатой зоны;

- в арматуре растянутой зоны – напряжение равно расчетному сопротивлению арматуры растяжению при высоте условной сжатой зоны сечения меньше граничной $x_{eff} \leq x_{eff,lim}$ ($x_{eff} = \lambda \cdot x$ см. рис.1);

- в арматуре сжатой зоны - напряжение равно расчетному сопротивлению арматуры сжатию (в расчетах элементов с одиночной арматурой сжатая арматура не учитывается).

Расчет изгибаемых элементов с одиночной арматурой производится исходя из условия прочности

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (1)$$

Подбор продольной арматуры (алгоритм) производят следующим образом:

Вычисляют значение

$$a_m = M_{Ed} / f_{cd} \cdot b \cdot d^2 \quad (2)$$

При условии, что $a_m < a_{lim}$, сжатая арматура по расчету не требуется. Тогда из формулы (5) определяют плечо внутренней пары сил $z = \eta \cdot d$, а площадь арматуры в растянутой зоне определяют из условия

$$M_{Rd} = F_{st} \cdot z = f_{yd} \cdot A_{s1} \cdot z \quad (3)$$

отсюда при $M_{Ed} = M_{Rd}$,

$$A_{s1} = M_{Ed} / f_{yd} \cdot z \quad (4)$$

Коэффициент η определяется по формуле

$$\eta = z/d = 0,5 + \sqrt{0,25 - a_m/2} \quad (5)$$

или по формуле

$$A_{s1} = f_{cd} \cdot b \cdot d \cdot (1 - \sqrt{1 - 2a_m}) / f_{yd} \quad (6)$$

Если $a_m > a_{lim}$, требуется увеличить сечение или повысить класс бетона, или установить сжатую арматуру согласно п. Д.1.2.5 [3].

Пусть дано изгибаемый элемент прямоугольного сечения с размерами $b=300$ мм, $h=600$ мм; $c_1 = 40$ мм; Бетон нормальный класса С12/15 ($f_{ck}=12$ МПа, $\gamma_c=1,5$, $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 12 / 1,5 = 6,8$ МПа, $\alpha_{cc}=0,85$). Арматура класса S500 ($f_{yk}=500$ МПа, $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435$ МПа, $E_s = 20 \cdot 10^4$ МПа). Изгибающий момент, действующий в сечении $M_{Ed} = 150$ кН·м. Требуется определить площадь сечения продольной арматуры.

Расчет. $d=600-40=560$ мм. По формуле (2) вычисляем значение a_m

$$a_m = M_{Ed} / f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 150 \cdot 10^6 / 6,8 \cdot 300 \cdot 560^2 = 0,235$$

По табл. Д.1 [3] находим $a_{lim} = 0,372$. Так как $a_m = 0,235 < a_{lim} = 0,372$, растянутая арматура достигла предельных деформаций.

Тогда находим $\eta = z/d = 0,5 + \sqrt{0,25 - a_m/2} = 0,5 + \sqrt{0,25 - 0,118} = 0,863$.

Требуемую площадь сечения растянутой арматуры определяем по формуле (4)

$$A_{s1} = M_{Ed} / f_{yd} \cdot z = M_{Ed} / f_{yd} \cdot \eta \cdot d = 150 \cdot 10^6 / 435 \cdot 0,863 \cdot 560 = 713 \text{ мм}^2.$$

Принимаем 4Ø16 S500 ($A_{s1} = 804,2 \text{ мм}^2$).

Выполняем расчет с использованием формулы (6)

$$A_{s1} = f_{cd} \cdot b \cdot d \cdot (1 - \sqrt{1 - 2a_m}) / f_{yd} = 6,8 \cdot 300 \cdot 560 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,235}) / 435 = 714 \text{ мм}^2.$$

Принимаем 4Ø16 S500 ($A_{s1} = 804,2 \text{ мм}^2$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Евстифеев В.Г. Железобетонные и каменные конструкции. В 2 ч. Ч. 1. Железобетонные конструкции. – М.: Изд. центр «Академия», 2011. – 432 с.
2. СН РК EN 1992-1-1:2004/2011. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1.1. – Астана. Агентство РК по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства, 2011. – 266 с.
3. Нормативно-техническое пособие РК 02-01-1.1-2011 (СН РК EN 1992-1-1:2004). Проектирование бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых бетонов без предварительного напряжения арматуры. – Астана. Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами и национальной экономики РК, 2015. – 228 с.