**Учёт влияния отличия модулей упругости на сжатие и растяжение при расчёте на прочность армированных балок с заполнителем из фибропенобетона.**

Е. Э. Кадомцева, Л.В. Моргун

При расчёте железобетонных балок рекомендуется рассчитывать их по предельным состояниям, считая, что во всей растянутой зоне нормальные растягивающие напряжения достигли предельного разрушающего значения [1]. Далее расчёт на прочность железобетонной балки проводится с учётом только сжатой зоны [2]. При этом считается, что модули упругости на растяжение и модуль упругости при сжатии одинаковы. На самом деле для некоторых видов бетона, например для фибропенобетона, [3].

 Целью данной работы является выяснить как влияет на прочность армированных балок учет отличия аполнителя [4,5].

Рассмотрим армированную бетонную балку произвольного поперечного сечения, произвольно опёртую и произвольно нагруженную изгибающими нагрузками, вызывающими плоский изгиб.

Обозначим:

 - изгибающий момент относительно нейтральной линии в произвольном поперечном сечении балки,

n – число стержней арматуры,

- осевой момент инерции поперечного сечения одного стержня арматуры,

- изгибающий момент, возникающий в одном стержне арматуры,

 - модуль упругости при растяжении стержней арматуры,

 - изгибающий момент, возникающий в бетонной части балки,

- изгибающий момент, возникающий в растягивающей части бетона,

 - модуль упругости бетона (заполнителя) при растяжении,

 - осевой момент инерции растягивающей части бетона,

- изгибающий момент, возникающий в сжимающей части бетона,

- модуль упругости бетона (заполнителя) при сжатии,

- осевой момент инерции сжимающей части бетона.

Найдём формулы для определения изгибающих моментов, возникающих в стержнях арматуры, сжатой и растянутой части бетона (заполнителя) [6]. Используя методы сопротивления материаловимеем следующую зависимость между изгибающими моментами [7,8]

 , где , (1)

(2), где

 - радиус кривизны растянутой зоны заполнителя (бетона),

 - радиус кривизны сжатой зоны заполнителя (бетона),

 - радиус кривизны стержня арматуры,

 - радиус кривизны балки.

Формула радиуса кривизны имеет вид . Соответственно

 (3)

Подставив (3) в (1), (2) , получим:

 , (4)

, (5)

 . (6)

Найдём зависимость между нормальными напряжениями, возникающими в растягивающей и сжимающей зоне заполнителя (бетона) и соответствующими изгибающими моментами [9].

Для заполнителей, у которых верен закон Гука , можно использовать известные зависимости (7), (8) при выводе нормальных напряжений

 . (7)

 Где, - площади поперечного сечения растянутой и сжимающей зоны заполнителя.

. (8)

Подставив (8) в (7), найдём выражение для радиуса кривизны нейтрального слоя:

 . (9)

Найдём выражения нормальных напряжений, возникающих в заполнителе, подставив (8) в (9).

= = , (10)

= = , (11)

Где z – расстояние от нейтральной линии 0y до точки, в которой определяется нормальное напряжение [10].

Для определения положения нейтральной линии воспользуемся условием:

Подставив (10), (11) в (12), получим выражение

 и из этого выражения получаем формулу для определения положения нейтральной линии

 (14)

Где - центробежные моменты инерции относительно произвольных осей, но ось 0y перпендикулярна плоскости действия приложенных нагрузок.

Рассмотрим условие (13).

 (15)

 Где - статические моменты инерции относительно нейтральной линии, совпадающей с осью 0y.

Для определения положения нейтральной линии из выражения (15) получаем:

 (16)

Если ось 0z является главной осью, то условие (14) удовлетворяется тождественно и положение нейтральной линии определяется из условия (16).

Используя условие (16) и формулы (10),(11), найдём положение нейтральной линии и выражения максимальных растягивающих и сжимающих напряжений для армированных балок прямоугольного поперечного сечения:

,

, (17)

,

. (18)

Где- высота растягивающейся зоны, - высота сжимающейся зоны,

- высота прямоугольного поперечного сечения балки.

Используя формулы (17), (18) для максимальных нормальных напряжений можно проводить расчёт на прочность как по допускаемым напряжениям, так и по предельным состояниям армированных балок прямоугольного поперечного сечения с любыми заполнителями, материал которых следует закону Гука. Таким требованиям, например, отвечает фибропенобетон .

**Литература:**

1. Андреев В.И., Языев Б.М. Выпучивание продольно сжатых стержней переменной жесткости при ползучести// Инженерный вестник Дона, вып. 4(ч.2), 2012
2. Н. А. Бескопыльный, М. И. Кадомцев, А. А. Ляпин Методика исследования динамических воздействий на перекрытия пешеходного перехода при проезде транспорта // Инженерный вестник Дона, вып. 4, 2011
3. Моргун Л.В., Смирнова П.В., Моргун В.Н., Богатина А.Ю.

Конструкционные возможности фибропенобетона неавтоклавного

 твердения// Ж. «Строительные материалы», 2012, №4. – С.14…16.

1. Филин А.П. Прикладная механика твёрдого деформируемого тела.

 Т.1. - М. изд-во” Наука”, Гл. ред. физ.-мат. литературы, 1981.-832 с.

1. Кадомцева Е.Э. Прочность при ударе по составной балке. ”Строительство 2009”, Материалы юбилейной международной научно- практической конференции/Ростовский государственный строительный университет - Ростов-на-Дону: редакционно-издательский центр РГСУ, 2009.-228с.
2. Чепурненко А.С., Языев Б.М. Оптимизация формы поперечного сечения сжатых стержней из условия устойчивости//Научное обозрение. 2012.  № 6.  — С. 45-49.
3. Fabrikant V.I. Applications of Potential Theory in Mechanics. Selection of New Results. Kluwer, 1989 [(djvu)](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Fabrikant1989en.djvu)
4. Fabrikant V.I. Mixed Boundary Value Problems of Potential Theory and thА. eir Applications in Engineering. Kluwer, 1991 [(djvu)](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Fabrikant1991en.djvu)
5. Чепуренко А.С., Андреев В.И., Языев Б.М. Построение модели равнопрочной многопролётной балки // Инженерный вестник Дона, вып. 1, 2013
6. Языев Б.М. Устойчивость жесткого сетчатого полимерного стержня с учетом начальных несовершенств. – М.: Обозрение прикладной и промышленной математики, 2008, Том 15, вып. 2.