

УДК 624.07

**ВЛИЯНИЕ ФИБРОВОГО АРМИРОВАНИЯ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ**

Зернов Владимир Викторович,

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

кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».

Подшивалова Кристина Сергеевна,

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

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и безопасность
движения».*

Аннотация

Проведены экспериментальные исследования влияния послойного фибрового армирования на сопротивление железобетонных балок по наклонному сечению. Установлено, что видимое обрушение сжатой зоны является результатом неспособности продольной арматуры воспринимать нагельную силу.

Ключевые слова: фибра, наклонное сечение, прочность, балка.

**THE INFLUENCE OF FIBER REINFORCEMENT ON THE RESISTANCE
OF REINFORCED CONCRETE BEAMS UNDER THE ACTION OF SHEAR
FORCES**

Zernov Vladimir Viktorovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Mechanics”.

Podshivalova Kristina Sergeevna,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department "Organization and traffic safety".

Abstract

Experimental studies of layer-by-layer effect of fiber reinforcement on the resistance of reinforced concrete beams in inclined section. It is established that the apparent collapse of a compacted zone is a result of the failure of the longitudinal reinforcement to perceive nagelneu force.

Keywords: fiber, the inclined cross-section, strength, beam.

По данным [1, 3], в опорном блоке железобетонных балок без поперечной арматуры, отделенном магистральной наклонной трещиной и нормальным сечением, проведенным через ее вершину, действуют вертикальные усилия в сжатой зоне, продольной арматуре и по берегам трещины. Для выбора критерия оценки прочности балки необходимо установить механизм изменения этих усилий. Ввиду сложного напряженного состояния сделать это пока не удалось.

В отечественных и большинстве зарубежных норм величиной поперечной силы в продольной арматуре и вертикальной составляющей сил зацепления пренебрегают; выдвигается гипотеза о зависимости несущей способности элемента только от прочности сжатой зоны. Однако непосредственная экспериментальная проверка этой гипотезы не производилась, а справедливость полученных зависимостей устанавливается по результатам испытаний балок, когда марка бетона изменяется не отдельно в сжатой зоне, а во всей балке по длине и высоте.

В данной статье проводятся результаты такой проверки. Для этого использовался сталефибробетон. Введение фибр в растворную матрицу позволяет несколько раз увеличить прочность материала на растяжение без увеличения его призмочной прочности в любой заранее выбранной зоне конструкции, что не удается сделать при использовании обычного бетона. Таким образом, появляется возможность непосредственной проверки принятого

в нормах механизма разрушения и оценки влияния прочности и податливости арматуры и сжатой зоны на несущую способность железобетонного элемента.

Программа исследований включала кратковременное испытание сосредоточенной нагрузкой пяти типов образцов с зонным фибровым армированием в возрасте 7 дней. Схема армирования балок и испытания представлена на рисунке 1. Дисперсное армирование фиброй (заштрихованная область на рисунке 1) составляло 1,4%. В качестве фибр использовались отрезки проволоки диаметром 0,32 мм с разрывным усилием 77 кг/мм². Пролет среза при испытании составлял $3,42h_0$.

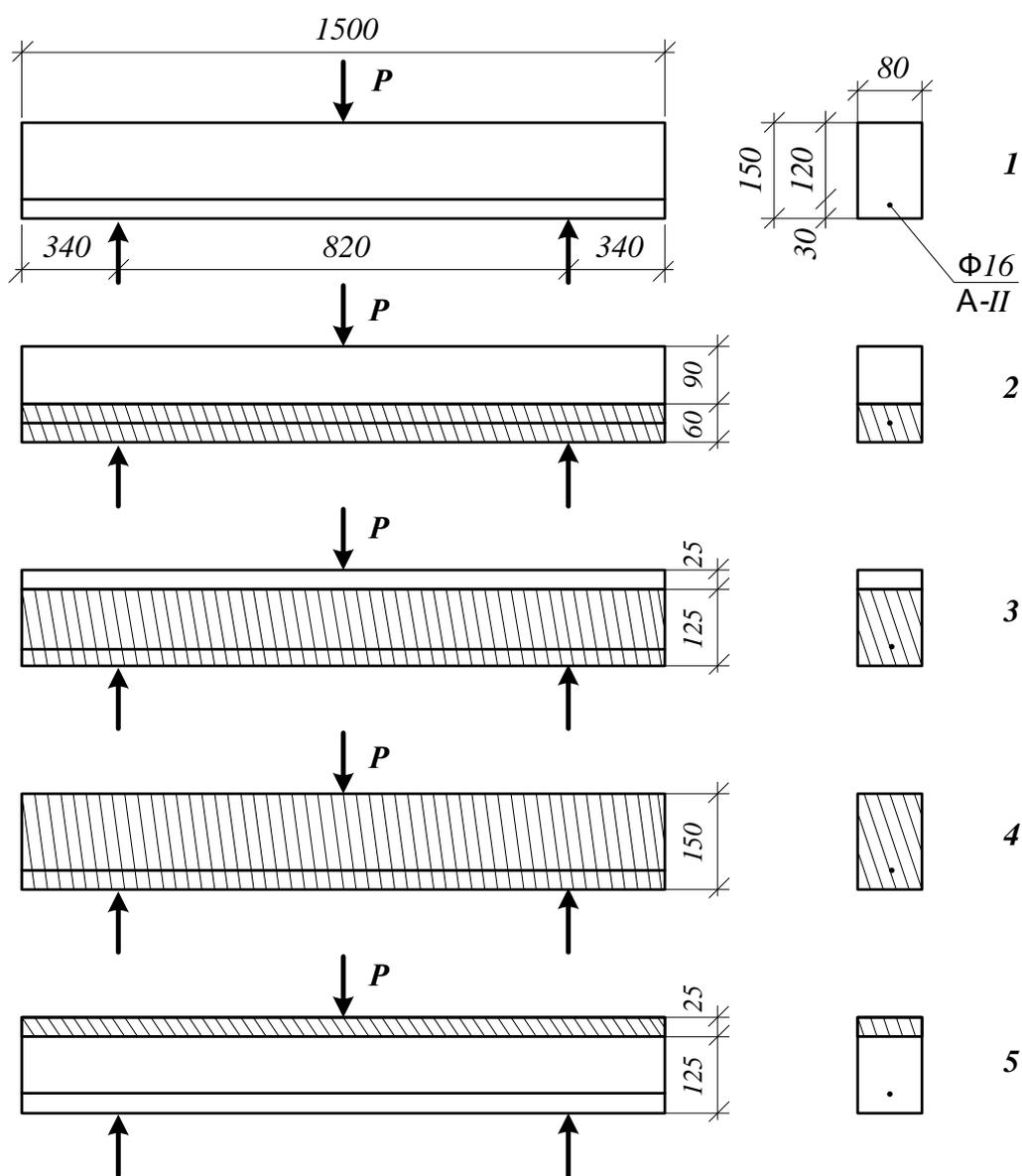


Рисунок 1 –Схема зонного армирования и испытания образцов

Основные результаты исследований приведены в таблице 1. Прочность материалов определялась согласно ГОСТ 10180-74 по испытаниям на раскалывание кубиков с ребром 10 см и призм размером 10×10×40 см.

Как показали экспериментальные исследования, введение фибр в нижнюю зону железобетонной балки приводит к увеличению несущей способности образца на 33,3%. Дополнительное дисперсное армирование на высоту 6,5 см в третьем типе балок повышает прочность еще на 15%. При изготовлении образцов полностью из фибробетона разрушающая нагрузка возросла на 57,2% по сравнению с балкой без фибрового армирования. Следовательно, армирование сжатой зоны увеличивало несущую способность элемента только на 8,9%, хотя одновременно прочность бетона на растяжение возросла на 55%. Подобный результат получен при испытании пятого типа образцов, когда зонное армирование фибра осуществлялось приблизительно на высоту сжатой зоны, которая в обычных балках составляла 1,3 – 1,6 см.

Таблица 1 – Результаты исследований

Тип образца	R_p , кг/см ²	$\frac{R_p - R_p^I}{R_p} 100\%$	R_{np} , кг/см ²	$\frac{R_{np} - R_{np}^I}{R_{np}} 100\%$	P , т	$\frac{P - P^I}{P} 100\%$
1	11,1	–	138	–	1,6	–
2	20,0	44,5	152	9,3	2,4	33,3
1	10,8	–	147	–	1,5	–
3	22,4	52,8	163	9,8	2,9	48,3
1	8,5	–	110	–	1,2	–
4	19,3	55	141	22	2,8	57,2
1	12,9	–	162	–	2,0	–
5	28,2	54,2	185	12,5	2,1	4,8

Анализ проведенных экспериментальных исследований дает основание полагать, что преждевременное разрушение по наклонным сечениям (по сравнению с нормальными) наступает в результате увеличения нагельного

эффекта в продольной арматуре, а видимое обрушение сжатой зоны – следствие этого явления. Этим отчасти объясняется отсутствие значительного влияния сжатой арматуры на прочность по наклонным сечениям [1].

Если обратиться к схеме разрушения Кани [2], то согласно ей (рисунок 2) наклонные трещины, развиваясь по траекториям главных сжимающих напряжений, разделяют железобетонную балку на систему сжатых арок.

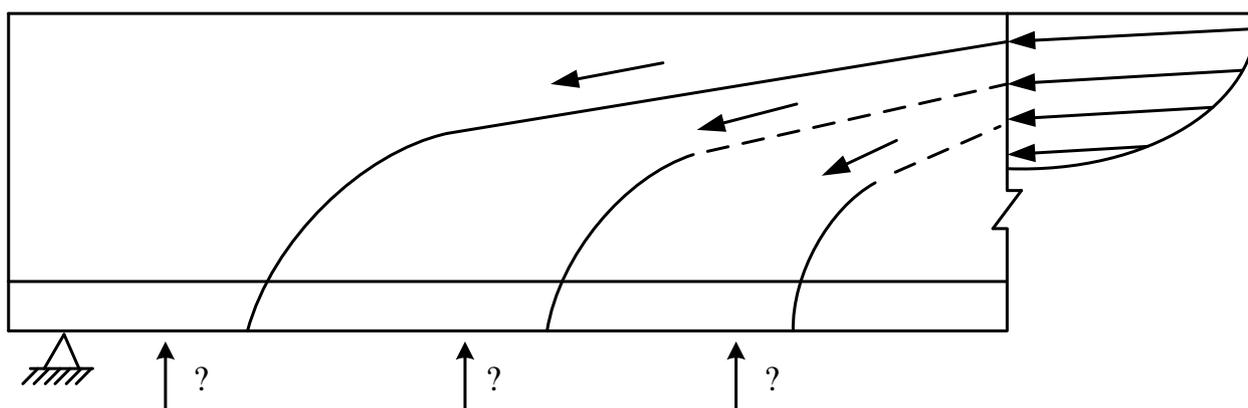


Рисунок 2 – Арочная модель разрушения

В результате их разной жесткости продольная арматура в пролете срезается подвергается внецентренному выдергиванию из бетона (нагельный эффект), что является причиной появления в нем продольных трещин вдоль стержня и трещин ответвления перед разрушением. В таком случае податливость арматуры будет определяться не только площадью продольного стержня, но и сопротивлением защитного слоя бетона отрыву (растяжению) и сдвигу.

Фибры, окружая арматуру, увеличивают прочность бетона на растяжение и улучшают условия ее анкерования. Первая трещина появляется позже, поскольку надо преодолеть сопротивление защитного фибрового слоя. С другой стороны, фибры практически предотвращают появление продольных трещин. И то и другое способствует уменьшению податливости продольной арматуры, не говоря уже о том, что фибры, попадая в верхнюю часть, увеличивают силы зацепления на ее поверхности и препятствуют смещению арок относительно друг друга.

К сказанному следует добавить, что в четвертой серии образцов трещиностойкость по наклонным сечениям при ширине раскрытия трещин $a_T=0,1$ мм с введением фибр увеличилась в 1,9 раза, а несущая способность – приблизительно в 2,3 раза.

Библиографический список:

1. The shear strength of Reinforced Concrete Members // Journal of the Structural division. 1973. Vol. 99. №ST6.
2. Kani G. N. A Rational theory for the fuction of Web Reinforcement // ACI Journal. 1969. Vol. 68.
3. Гвоздев А.А., Залесов А.С., Титов И.А. Силы зацепления в наклонных трещинах // Бетон и железобетон. 1975. № 7. С. 44-46.