

Невдах А.А.

## ВЛИЯНИЕ СЖАТОЙ ЗОНЫ БЕТОНА НА СОПРОТИВЛЕНИЕ СРЕЗУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК

*Брестский государственный технический университет. Магистрант строительного факультета, специальности строительство зданий и сооружений. Научный руководитель: Кривицкий П.В., к.т.н, доцент, заведующий отраслевой лабораторией «Научно-исследовательский центр инноваций в строительстве».*

В приопорной зоне железобетонные балочные конструкции работают в условиях плоского напряженного состояния при совместном действии нормальных и касательных напряжений. В результате на данном участке элемента образуются наклонные трещины, ориентированные под некоторым углом  $\theta$  к направлению продольной растянутой арматуры. Их первоначальное положение определяется траекториями главных растягивающих напряжений. Диагональные трещины традиционно образуются в середине высоты сечения балки независимо от наклонных трещин либо развиваются как продолжение наклонных трещин, меняющих свое направление, располагаясь под углом  $\theta$  к продольной оси элемента. Развитие этого типа наклонных или диагональных трещин типично для балок с большим пролетом среза или «гибких» балок.

Таким образом, из-за совместного действия изгибающих моментов и поперечных сил в железобетонной конструкции возникает система наклонных (диагональных) трещин, разделяющих элемент на отдельные блоки, соединенные продольным армированием в растянутой зоне и не цельной части бетона над вершиной наклонной трещины.

Анализ экспериментальных исследований отечественных и зарубежных авторов показывает, что на сопротивление срезу балок существенное влияние оказывают прочность бетона на сжатие, поперечное и продольное армирование, виды бетона, а также геометрические размеры сечения и отношение длины пролета среза к рабочей высоте балки ( $a/d$ ). В результате в элементе возникают внутренние усилия, сопротивляющиеся срезу, одним из которых является перерезывающее усилие, возникающее в сжатой зоне бетона.

Модель, предложенная К. Н. Reineck [1], позволяет рассчитывать «гибкие» железобетонные балочные элементы без поперечного армирования. По Reineck, усилие среза в основном передается в зоне натяжения элемента за счет трения по берегам трещины и за счет «нагельного эффекта» в продольной арматуре. Автором предполагается простое распределение напряжений трения вдоль трещин и четко описывается результирующее состояние напряжений в полотне элемента, которое может быть представлено моделью (рисунок 1).

Существующая модель предлагает вертикальное равновесие сил среза и расчет поперечной силы  $V_c$ , воспринимаемой сжатым бетоном над наклонной трещиной, имеет вид:

$$V_c = \frac{2}{3} c \cdot b_w \cdot \tau_n = \frac{2}{3} c \cdot V \quad (1)$$

Максимальный вклад сжатого бетона в сопротивлении срезу согласно К. Н. Reineck составляет до 20%.

Коллектив под руководством профессора А. С. Залесова [2] на базе метода предельного равновесия разработал модель, учитывающую совместное сопротивление продольной и поперечной арматуры, сжатой зоны бетона и трения по берегам наклонной трещины. Авторы при анализе проведенных испытаний выделили

наличие зон концентраций деформаций бетона и арматуры при раздроблении бетона над наклонной трещиной и предложили диско-связевую систему. В зависимости от формы разрушения, коллектив рассматривает особенности распределения внутренних усилий в наклонной трещине и соответствующие уравнения равновесия.

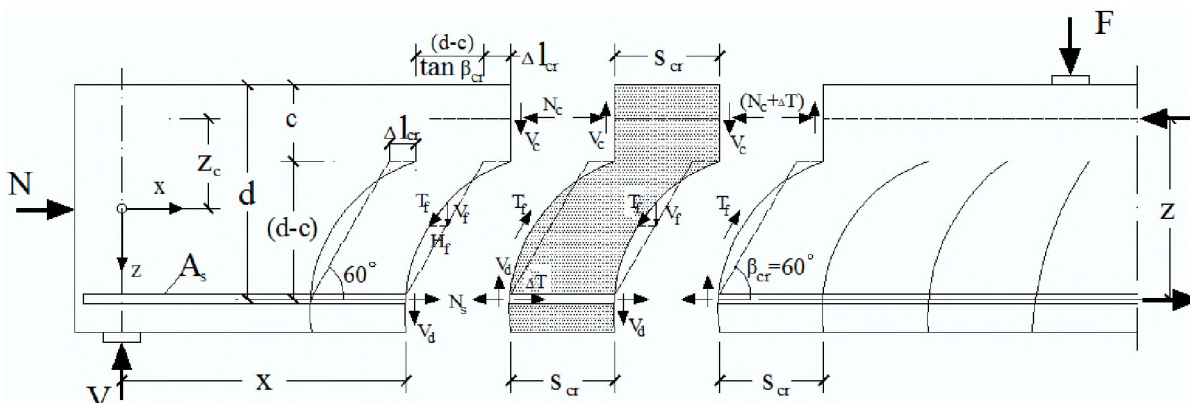
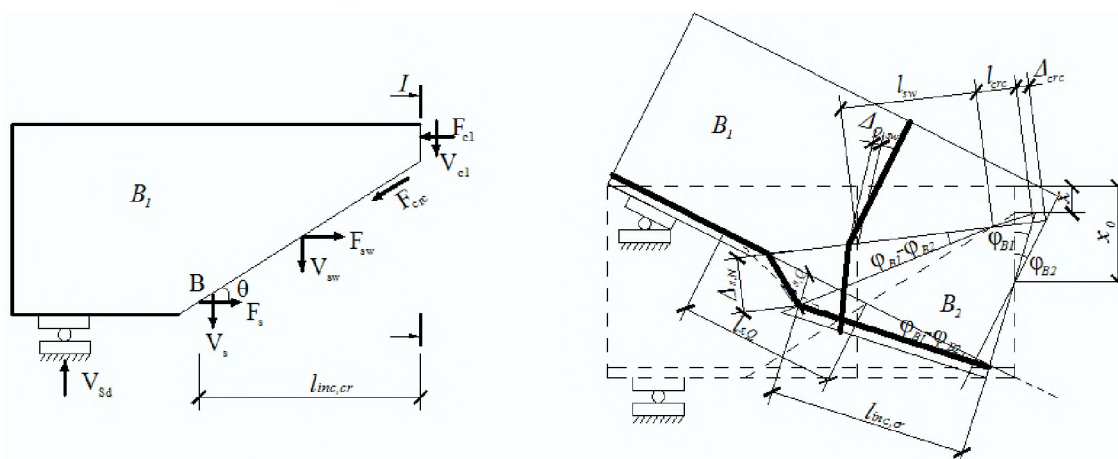


Рисунок 1 – Железобетонная конструкция с «зубчатыми» элементами [1]

При проверке прочности сжатой зоны бетона над наклонной трещиной (рисунок 2) составляющая по бетону составляет 25-35% от суммы всех составляющих и определяется по следующей зависимости:

$$V_{cd} = B/l_{inc,cr} = 0,15R_u \cdot b \cdot d^2/l_{inc,cr} \quad (2)$$



а) – расчетная модель; б) – кинематическая схема.

Рисунок 2 – Модели предельного равновесия в наклонном сечении при раздроблении бетона [2]

В 2006 году Park H., Choi K. И Wight J.K. [3] была разработана теоретическая модель для прогнозирования сопротивления срезу «гибких» железобетонных балок без поперечного армирования. Предполагалось, что усилию среза сопротивляется в первую очередь сжатая зона неповрежденного бетона, а не растянутая. Способность сопротивления срезу определялась на основе критериев разрушения железобетонного балочного образца: разрушение, происходящее по сжатой зоне бетона, и разрушение – по растянутой арматуре.

При оценке сопротивления срезу исследователи также учитывают нормальные напряжения, создаваемые изгибающим моментом в поперечном сечении. Так как величина и распределение нормальных напряжений изменяются из-за деформации балки при изгибе, сопротивление срезу балки определялась как функция деформации

при изгибе. По [3] сопротивление срезу достигает своего минимального значения в момент, когда наклонная трещина достигает нейтральной оси. В исследовании была предложена упрощенная модель прочности, которая базируется на теории упругости согласно сечениям a-b и a-c (рисунок 3).

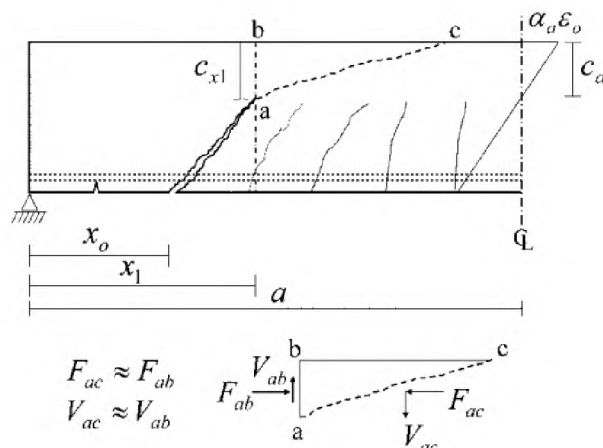


Рисунок 3 – Идеализированные результирующие силы в зоне сжатия [3]

Авторы предложили определять значение сопротивления срезу балки по зависимости (3), отражающей в полном объеме вклад сжатой зоны бетона:

$$V_c = \lambda_s \sqrt{f_t [f_t + \bar{\sigma}]} \times c_{x1} / d \quad (3)$$

Исходя из выше сказанного, влияние сжатой зоны бетона на сопротивление срезу железобетонных балочных конструкций характеризуется существенным вкладом, который на данный момент в полной мере не изучен.

*Список использованных источников:*

1. Reineck, K.-H. Ultimate Shear Force of Structural Concrete Members without Transverse Reinforcement Derived from a Mechanical Model / K.-H. Reineck // ACI Structural Journal. – Sept.-Oct., 1991. – Vol. 88, № 5. – P. 592-602.
2. Залесов, А. С. Прочность железобетонных конструкций при действии поперечных сил / А. С. Залесов, Ю. А. Климов. – К. : Будивэльнык, 1989. – 104 с.
3. Wight, J. Strain-Based Shear Strength Model for Slender Beams without Web Reinforcement / J. Wight, H.-G. Park, K.-K. Choi // ACI Structural Journal. – Jan., 1991. – Vol. 103, № 6. – P. 783-793.

**Шикеля М.В.**

### **АНАЛИЗ ПРИНЦИПАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПО РЕМОНТУ ВНУТРИСЕТНЫХ КИРПИЧНЫХ ДЫМОВЫХ КАНАЛОВ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ**

*Брестский государственный технический университет. Магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. Научный руководитель: Новосельцев В.Г., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.*

Для введенных в эксплуатацию зданий жилых домов необходимо проводить их техническое обслуживание и осмотр с целью обеспечения работоспособности и