




МРНТИ 67.11.31

Ж.Е. Ескермесов¹ – основной автор, | ©
Г.М. Баялиева², Ченг Йе Инг³

 ¹PhD, ²Канд. техн. наук, ³PhD, Ассоциированный профессор
ORCID ¹<https://orcid.org/0000-0001-6464-2748>; <https://orcid.org/0000-0002-9897-5740>
iD <https://orcid.org/0000-0002-6915-5647>

 ^{1,2}Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати,
 г. Тараз, Казахстан
³Технологический университет Петронас, г. Петронас, Малайзия


@ ¹Jake_19_84@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/LBJH4867>

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ ПО НАКЛОННОМУ СЕЧЕНИЮ НА НЕСУЩЮЮ СПОСОБНОСТЬ АРМИРОВАННЫХ РЕШЕТКОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК

Аннотация. Известно, что определение сопротивления конструкций действию поперечных сил является и остается одной из сложных задач в теории железобетона. Работа наклонных сечений железобетонных элементов, описывается совокупностью эмпирических и полуэмпирических зависимостей. Для изгибаемых элементов, отсутствует общая методика расчета. Наличие методики расчета позволяет выполнить расчет с учетом особенностей напряженно-деформированного состояния и схемы нагружения.

Ключевые слова: эксплуатация, железобетон, трещина, изгиб, арматура, бетон, элемент, продольный, сжатый, механизм.

 *Ескермесов, Ж.Е. Влияние различных факторов по наклонному сечению на несущую способность армированных решеткой железобетонных балок [Текст] / Ж.Е. Ескермесов, Г.М. Баялиева, Ченг Йе Инг // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №4(82). – С.92-97. <https://doi.org/10.55956/LBJH4867>*

Введение. При применении железобетона в практике массового строительства одной из самых сложных задач было изучение зоны действия поперечных сил гибких элементов. Методы расчета железобетона были в основном основаны на материалах, аналогичных работе однокомпонентных упругих изотропных материалов, таких как сталь. Первый метод был классическим методом расчета Мерша [1], который был разработан на основе определения основных растягиваемых напряжений. Однако этот подход дал оценку, очень близкую к емкости подшипников, и также не показал физического проявления разрушения. Первым важным шагом в этом направлении стала экспериментальная работа по определению несущей способности разрушения железобетонных элементов по наклонному сечению, выполненная А.А. Гвоздевым и М.С. Боришанским в 1936 году. Выявлены некоторые возможные схемы разрушения железобетонных элементов в зоне действия поперечных сечений – разрушения сжатой зоны,

разрушения при сжатии между наклонными трещинами, разрушения при срабатывании поперечных сил и изгибающих моментов.

Условия и методы исследования. Процесс моделирования железобетонных балок и определения их несущей способности, стандартные методы определения типа бетона и метод статистической обработки результатов исследований.

Результаты исследований и их обсуждение. Факторы, влияющие на несущую способность железобетонных элементов, условно можно разделить на две группы – внутреннюю и внешнюю. К внешним воздействиям относятся дополнительная схема и характер нагрузки, параметры внешней среды, в которой производится эксплуатация конструкции, к внутренним воздействиям – прочность и долговечность материалов, Особенности конструкции – влияние поперечной и продольной арматуры, размеры и формы сечения изгибаемого элемента, величина предварительного напряжения в продольной и поперечной арматуре.

Возможны три основных варианта загрузки гнутых железобетонных элементов с концентрированными силами, равномерными и равномерно распределенными нагрузками. В первом случае рассчитана максимальная работа, так как она реализуется только на испытаниях. Вторым случаем, также часто встречающимся, является проявление в значительно меньшей степени, так как равномерно распределенная нагрузка может быть заменена достаточной точностью сосредоточенных сил.

При нагрузке концентрированными силами (одной или двумя силами) характер разрушения зависит от полета разреза. При уменьшении балки разреза до h_0 и менее происходит значительное увеличение несущей способности, часто возникает односкатная трещина, по которой происходит разрушение. При еще меньших интервалах разреза элементы разрушаются от третьего механизма, то есть от раздавливания бетона на наклонной полосе между грузом и опорой или между хомутами. Наконец, при практически отсутствии на протяжении всего разреза разрушение происходит за счет чистого смещения вертикальных трещин между опорами и грузом (рис. 1) по данным исследования приведен график несущей способности балок с поперечной арматурой и без нее при постоянном проценте продольной арматуры.

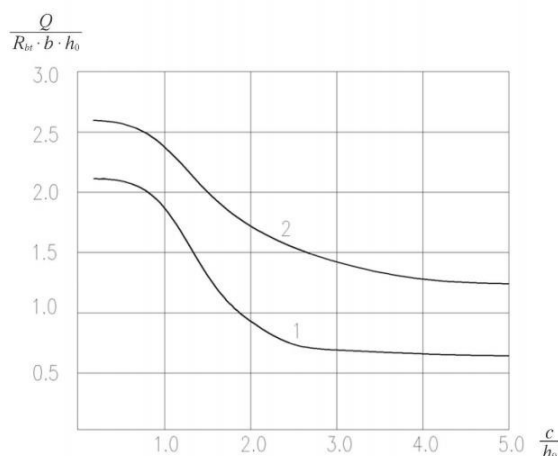


Рис.1. Зависимость грузоподъемности по наклонному сечению от интервала разреза для балок с поперечной (1) и поперечной арматурой (2)

Дробление сжатой зоны бетона преобладает в балках, нагруженных равномерно распределенной нагрузкой. При этом на продольной оси элемента образуется ряд наклонных царапин, изменяющих свой наклон с 45 градусов до вертикального угла, то есть переходящих в нормальные трещины. На рисунке 2 зависимость несущей способности железобетонных элементов от относительной длины элемента при нагрузке равномерно распределенной по рабочим данным нагрузки.

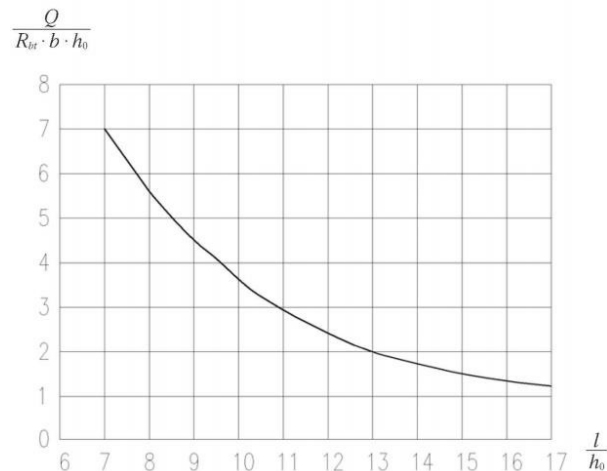


Рис. 2. Зависимость несущей способности железобетонных элементов при нагрузке равномерно распределенной по данным нагрузки от относительной длины элемента

При увеличении эксцентриситета к сжатому краю предельная сила, принимаемая наклонными сечениями, увеличивается, а при увеличении эксцентриситета начинает уменьшаться. В зависимости от величины заданной продольной силы сжатия изменяется и характер разрушения. При разрушении при малых значениях вызвано дроблением сжатого бетона в верхней части наклонной трещины.

При дальнейшем увеличении силы разрушение происходит из-за напряжений зажима головки на наклонной полосе между грузом и опорой. Сила продольного растяжения отрицательно влияет на несущую способность – ее уменьшение не линейно по квадратной параболе.

На рисунке 3 по результатам вышеуказанных исследований приведены графики зависимости несущей способности по наклонным сечениям при наличии сжимающей или растягивающей силы.

Кроме того, на длину элемента влияет форма эпюры моментов [2,3]. Характерной особенностью разрушения изгибаемых элементов при эпюре неопределенности моментов является разрушение бетона при дроблении в сжатых зонах балок – т. е. под грузом и на опоре (рис. 4). При больших балках разреза в зоне действия одного знакового момента появляются две наклонные царапины соответственно по одной. При малых интервалах разреза ($2h_{0кем}$) наклонные царапины заливаются в один магистраль, который распространяется от груза к стойке и пересекает как зону положительных моментов, так и отрицательных моментов.

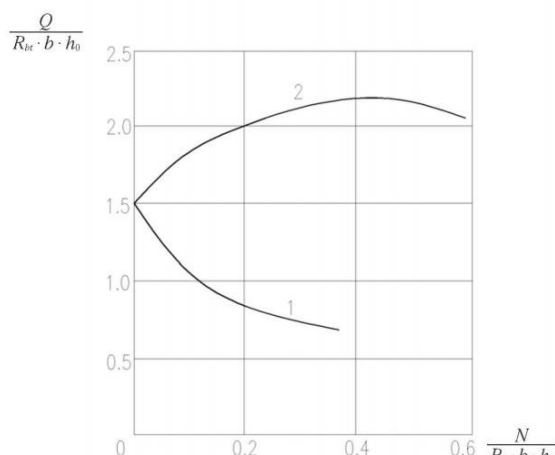
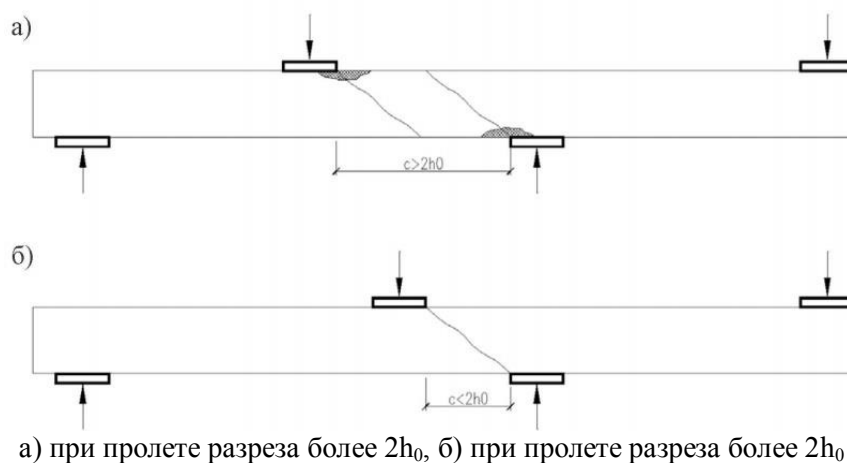


Рис. 3. Зависимость грузоподъемности по наклонным сечениям при наличии силы сжатия (2) или растяжения (1) по данным



а) при пролете разреза более $2h_0$, б) при пролете разреза менее $2h_0$

Рис.4. Схема разрушения элементов с двузначной эпюрой под действием поперечной силы

Продольное армирование увеличивает несущую способность по наклонному сечению, а также силу образования наклонных трещин, причем в наибольшей степени в элементах без поперечного армирования. Продольное армирование принимает до 50% поперечной силы в элементах без хомутов и до 30% в элементах с хомутами, когда сжатая зона бетона разрушается. Также влияет не только площадь арматуры, но и ее диаметр, фактический момент инерции или сопротивление сечения арматурных стержней, а также тепловые характеристики арматуры G_{as} .

При рассмотрении простейшей формы изгибаемых железобетонных элементов тисков – высота сечения, зависимость от ширины сечения фактически прямо пропорциональна. Эффект высоты элемента близок к параболической зависимости. Аналогичная картина наблюдается и в элементах переменной высоты. При осмотре указанных элементов появляется одна особенность царапины, образующиеся под действием изгибающего момента, нормально располагаются на нижней грани элемента,

а не на продольной оси. При увеличении угла наклона сжатого ребра повышается несущая способность, а предельная поперечная сила в элементах с наклонно вытянутым ребром несколько выше, чем при сжатии склона. На балках знакового сечения с полкой в сжатой зоне существенно влияет несущая способность полки. С увеличением ширины полки грузоподъемность маркировочного элемента увеличивается до определенного предела, при котором разрушение не наблюдается при увеличении всей ширины полки – ломается только часть полки, которая включается в работу по наклонному сечению. Увеличение грузоподъемности не наблюдается при увеличении ширины ломается только часть полки, которая включается в работу по наклонному сечению. Увеличение толщины полки фактически влияет на грузоподъемность сети и позволяет увеличить грузоподъемность до 1,5 раза. При этом на балках без поперечной арматуры практически отсутствует влияние зажатых светильников стеллажа, так как в процессе загрузки происходит разделение стенок и полок.

Заключение. При наклонном освещении сила подвешивания является одним из наиболее важных факторов, влияющих на несущую способность элементов, изгибаемых по наклонному сечению. Распределение сил сцепления на каждом этапе нагрузок различно (в противном случае наклон зависит от ширины проема света), поэтому задача определения их величины и закона изменения представляет большие трудности. Экспериментальным исследованиям этого вопроса посвящено большое количество работ. В первой группе экспериментов тестируются балки с первичным дефектом, имитирующие свет шириной 1,6 мм. Первичного дефекта, показанного на второй опоре элемента юбки, не было. По результатам эксперимента разница в несущей способности дефектной области составила около 45% по сравнению с дефектной областью. На основании этих результатов автор сделал вывод о существенном вкладе в несущую способность сил сцепления. Во второй группе исследования элемент пояса был разделен на блоки, сжатая область была заменена динамометром, домкратом, способным измерять силу в обоих направлениях. По результатам измерений и из условий равновесия получены напряжения отсечки по длине трещины. Таким образом, во всех проведенных естественных испытаниях были нарушены не реальные железобетонные элементы, а их аналоги и модели, отражающие частичную реальную работу железобетона в зоне действия поперечных сил.

Список литературы

1. Алиев, Г.С. Влияние поперечной арматуры на прочность стенок двутавровых железобетонных балок [Текст]/ Г.С. Алиев // Вопросы прочности, деформативности и трещиностойкости железобетона, вып.6 – Ростов-на-Дону: 1978 (РИСИ).
2. Жарницкий, В.И. Теория прочности сжатой зоны бетона над наклонной трещиной [Текст]/ В.И. Жарницкий // Вестник МГСУ. – 2011. – №2. Т.1. – С.28
3. Залесов, А.С., Пашанин, А.А. Расчет прочности железобетонных балок с использованием объемных конечных элементов в развитие норм по проектированию железобетонных конструкций [Текст] / А.С. Залесов, А.А. Пашанин, // Строительная механика и расчет сооружений. – 2011. – №4.

Материал поступил в редакцию 12.12.23

Ж.Е. Ескермесов¹, Г.М. Баялиева¹, ЧенгЙе Енг²

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлікуниверситеті, Тараз, Қазақстан

²Петронас технологиялық университеті, Петронас, Малайзия

ТОРЛЫ АРМАТУРАЛАНҒАН ТЕМІРБЕТОН АРҚАЛЫҚТАРДЫҢ ЖҮК КӨТЕРГІШТІГІНЕ КӨЛБЕУ ҚИМАСЫ БОЙЫНША ӘРТҮРЛІ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Көлденеу күштердің әсеріне конструкциялардың кедергісін анықтау темірбетон теориясындағы күрделі міндеттердің бірі болып табылатыны және болып қала беретіні белгілі. Темірбетон элементтерінің көлбеу қималарының жұмысы эмпирикалық және жартылай эмпирикалық тәуелділіктер жиынтығымен сипатталады. Иілгіш элементтер үшін есептеудің жалпы әдістемесі жоқ. Есептеу әдістемесінің болуы кернеулі деформацияланған күй мен жүктеме схемасының ерекшеліктерін ескере отырып есептеуге мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: пайдалану, темірбетон, жарықшақ, иілу, арматура, бетон, элемент, бойлық, сығылған, механизм.

J.E. Eskermesov¹, G.M. Bayaliev¹, Cheng Ye Ying²

¹M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

²Petronas University of technology, Petronas, Malaysia

THE INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE INCLINED CROSS-SECTION ON THE BEARING CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE BEAMS REINFORCED WITH A LATTICE

Abstract. It is known that determining the resistance of structures to the action of transverse forces is and remains one of the most difficult tasks in the theory of reinforced concrete. The work of inclined sections of reinforced concrete elements is described by a set of empirical and semi-empirical dependencies. For bendable elements, there is no general calculation method. The availability of the calculation method allows you to perform the calculation taking into account the characteristics of the stress-strain state and the loading scheme.

Keywords: operation, reinforced concrete, crack, bend, reinforcement, concrete, element, longitudinal, compressed, mechanism.

References

1. Aliev G.S. Vliyaniye poperechnoy armatury na prochnost' stenok dvutavrovyykh zhelezobetonnykh balok [The influence of transverse reinforcement on the strength of the walls of I-beam reinforced concrete beams] // Voprosy prochnosti, deformativnosti i treshchinostoykostizhelezobetona [Questions of strength, deformability and crack resistance of reinforced concrete], vol.6. Rostov-on-Don: 1978. [in Russian]
2. Zharnitsky V.I. Teoriya prochnosti s zhatoy zony betona nad naklonnoy treshchinoy [Theory of strength of the compressed zone of concrete over an inclined crack] // Bulletin of MGSU. 2011. Vol.1, No.2. P.28-32 [in Russian]
3. Zalesov A.S., Pashanin A.A. Raschet prochnostizhelezobetonnykh balok s ispol'zovaniyem ob'yemnykh konechnykh elementov v razvitiye norm poproyektirovaniyuzhelezobetonnykh konstruktsiy [Calculation of the strength of reinforced concrete beams using volumetric finite elements in the development of standards for the design of reinforced concrete structures] // Stroitel'nayamekhanikairaschetsooruzheniy [Construction mechanics and calculation of structures]. No.4. 2011 [in Russian]