

8. Бетонные и железобетонные конструкции: СНиП 2.03.01-84*– [Введен 1986-01-01] – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с.
9. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6 – 98: 2009– [Введений в дію 1.07.2011] – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
10. Вахненко, П.Ф. Современные методы расчета железобетонных конструкций на сложные виды деформаций. / П.Ф. Вахненко – К.: Будівельник, 1992. – 112 с.
11. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. – М.: Стройиздат, 1976. – 208 с.
12. Касаев, Д.Х. Прочность элементов железобетонных конструкций при кручении и изгибе с кручением / Д.Х. Касаев // Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 2001. – 176 с.
13. Клюка, О.М. Розрахунок міцності нормальних перерізів залізобетонних елементів при згині з крутінням: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.01/ Клюка Олена Миколаївна; Полтавський нац. техн. унів. ім. Ю. Кондратюка, - П., 2010. – 23 с.
14. Срібняк Н.М. Крутильна жорсткість залізобетонних елементів перекриттів з нормальними тріщинами// Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. Одеса, 2009. – 23.
15. Улицкий Б.Е. Пространственные расчёты мостов / Б.Е. Улицкий, А.А. Потапкин, В.И. Руденко, И.Д. Сахарова, Ю.М. Егорушкин.– М.: Транспорт, 1967. – 404 с.
16. Чистова Т.П. Исследование деформативности железобетонных элементов прямоугольного сечения при кручении, изгибе с кручением и при совместном действии изгибающего и крутящего моментов и поперечной силы: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01/ Чистова Т.П. – М., 1973. –123 с.
17. Яременко О.Ф. Несуча здатність та деформативність залізобетонних стержневих елементів в складному напруженому стані/ О.Ф. Яременко, Ю.О. Школа// Одеськ. держ. академія будівництва та архітектури. – Одеса: Евен, 2010. – 136 с.
18. Ячменева Н.Н. Исследование жесткости и трещиностойкости железобетонных элементов таврового сечения при действии крутящих изгибающих моментов и осевой силы: автореф. канд. техн. наук: 05.23.01 / Ячменева Наталья Николаевна; Всесоюзн заочн. инж.-строит. инст. – Москва, 1977. – 24 с.
19. Azizov T.N. Effect of torsional rigidity of concrete elements with normal cracks onto special work of bridges and floorings./ T.N. Azizov// International Science Ukrainian Edition. Volume 3. USA – December, 2010. – P.55-59.

У статті представлена формула визначення коефіцієнта пружнопластичності залізобетонного елемента, на який діє згин з крученням з врахуванням виникнення нормальних тріщин. Це дає можливість визначити крутильну жорсткість залізобетонного елемента з врахуванням нелінійності його деформування.

The article presents a formula for determining the coefficient of elastic-plastic reinforced concrete element subjected to bending and torsion, taking into account the formation of normal cracks. This makes it possible to determine the torsional rigidity of reinforced concrete elements, taking into account the nonlinearity of its deformation.

Дата надходження в редакцію: 15.03.12 р.
Рецензент: д.т.н., професор Симановський В.І.

УДК 624.012.45

К ВОПРОСУ О ПРОЧНОСТИ ПРИ КРУЧЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ С НОРМАЛЬНЫМИ ТРЕЩИНАМИ

Азизов Т.Н., д.т.н., професор, Уманський державний педагогічний університет ім. Павла Тичини, м. Умань, Україна

Шпота В.В., Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Рассматривается современная методика расчета прочности железобетонных элементов с нормальными трещинами при действии крутящего момента. Выясняются особенности расчета и ставятся новые задачи исследования.

Анализ исследований и постановка задачи. Известно, что жесткость железобетонных элементов на кручение оказывает существенное влияние на перераспределение усилий в статически неопределимых системах. В свою очередь

на крутильную жесткость отдельных элементов этих систем оказывают влияние различные трещины [2, 9]. В работах [2, 8, 9] показано, что перераспределение локальной нагрузки зависит практически в равной мере, как от изгибной, так и

от крутильной жесткостей отдельных балок (ребер) плитно-ребристых систем. Исследования крутильных жесткостей при наличии только нормальных трещин находится в начальной стадии [1, 3]. В [5] начинает рассматриваться и прочность при кручении железобетонных элементов прямоугольного сечения с нормальными трещинами.

Формулировка цели статьи. В связи с вышесказанным целью настоящей статьи является освещение тематики расчета прочности железобетонных элементов с нормальными трещинами при действии крутящих моментов.

Изложение основного материала. В [5] предложен новый метод расчета прочности железобетонных (изгибаемых) элементов с нормальными трещинами при действии крутящего момента. Показано, что такой расчет должен обязательно проводиться для элементов в составе пространственно деформирующихся систем (мостовые сооружения, перекрытия), так как имеющиеся исследования, касающиеся прочно-

сти железобетонных элементов при действии крутящего момента [6, 7], предполагают наличие пространственных (спиральных) трещин. На практике, в ребрах плитно-ребристых систем (перекрытия, мостовые сооружения) возникают только нормальные трещины в результате действия изгибающего момента. При действии локальных нагрузок в этих ребрах кроме изгибающих возникают еще и достаточно существенные крутящие моменты.

Экспериментальными исследованиями [4] установлено, что прочность железобетонного элемента с нормальной трещиной при кручении существенно ниже прочности элемента без трещин, если элемент армирован только продольной арматурой.

Рассмотрим предложенный в [5] метод расчета элементов с нормальными трещинами на прочность при кручении. Схема усилий, действующих в нормальном сечении с трещиной при действии крутящего момента (рис. 1).

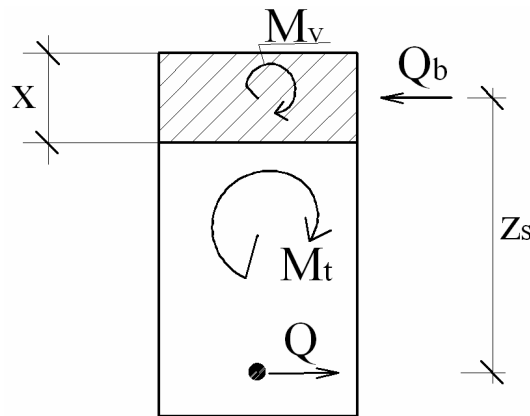


Рис.1. Схема усилий, действующих в нормальном сечении при кручении

На рис. 1 заштрихованная часть – сжатая от изгиба зона.

Внешний крутящий момент M_t воспринимается частично крутящим моментом M_v , действующим непосредственно в сжатой от изгиба зоне и моментом M_Q , воспринимаемым парой сил

Q и Q_b от нагельной силы в арматуре. Из условия равновесия на горизонтальную ось (в направлении Q) вытекает естественная зависимость:

$$Q_b = Q \quad (1)$$

Момент этой пары сил (рис. 1) равен:

$$M_Q = Q \cdot Z_s \quad (2)$$

Условие равновесия (кручения вокруг продольной оси элемента) записывается в виде:

$$M_t - M_Q = M_v \quad (3)$$

Т.е. момент M_v - это часть внешнего крутящего момента, воспринимаемого бетоном сжатой от изгиба зоны.

Величина M_Q определяется после вычисления нагельной силы Q по методике[1].

Схема разрушения может быть в двух вариантах:

1 вариант – разрушение от среза сжатой зоны бетона в результате действия силы Q_b (рис.1);

2 вариант – разрушение сжатой от изгиба зоны в результате действия крутящего момента M_v , воспринимаемого этим участком.

Очевидно, что изначально были сделаны некоторые упрощения, благодаря которым решена поставленная задача. Не учитывалась арматура в сжатой от изгиба зоне бетона, что и дало сделать два варианта разрушения. В подтверждение этому были проведены эксперименты, в которых разрушение происходило по сжа-

той зоне бетона. Армирование стандартной железобетонной балки прямоугольного сечения существенно отличается от принятого в первоначальной задаче: имеется как продольная арматура в сжатой зоне, так и поперечная. В дальнейшем, если учитывать арматуру в сжатой зоне бетона, то теоретически добавится еще как минимум два варианта разрушения: от смятия бетона и изгиба арматуры в растянутой и сжатой зонах. А если учитывать поперечную арматуру, то необходимо рассмотреть вариант ее расположения непосредственно в трещине, как и учет ее влияния в расчетах при близком ее нахождении от трещины.

В связи с вышеизложенным изменится количество неизвестных в выражениях (1)-(3). Следовательно, необходимо проводить дальнейшие исследования, поиск новых формул, разработку методики расчета.

Еще одним фактором не учтенным в расчетах [5] является учет нелинейных свойств бетона сжатой зоны при кручении, т.к. нагельная сила в арматуре зависит от модуля деформаций бетона, а крутящий момент, воспринимаемый сжатой зоной, в свою очередь зависит от величины этой силы.

Остается еще и вопрос взаимодействия плоскостей бетона в месте образования трещины: насколько бетон сопротивляется кручению, и какой процент запаса будет иметься и при каких трещинах, то есть ширины раскрытия.

Расчет по образованию нормальных трещин рекомендуется производить по известным методикам, включая нормативную. При этом опреде-

ляется, в том числе, и высота сжатой зоны бетона. После определения высоты сжатой от изгиба зоны прочность элемента проверяется не только на действие изгибающего момента, но и на действие крутящего момента по методике [5]. Результаты расчетов показали, что проверка прочности при кручении элементов с нормальными трещинами обязательна при проектировании перекрытий с учетом пространственной работы.

Выводы из проведенных исследований.

Расчеты по рассмотренной выше методике показали, что прочность элемента с нормальной трещиной при кручении существенно меньше прочности элемента без трещин. Такой расчет должен обязательно проводиться для элементов в составе пространственно деформирующихся систем (мостовые сооружения, перекрытия). Рассмотренный новый метод расчета прочности железобетонных (изгибаемых) элементов с нормальными трещинами при действии крутящего момента необходимо усовершенствовать для решения практических задач при проектировании. Это позволит более экономично проектировать железобетонные изгибаемые элементы. В перспективе необходимо провести исследования и выявить степень влияния неучтенных факторов на существующую методику расчета и разработать новую методику расчета прочности элементов с нормальными трещинами для использования ее в инженерном проектировании, а также исследовать вопрос работы прямоугольных элементов с наклонными трещинами при кручении.

Список використаної літератури:

1. Азизов Т.Н. Определение крутильной жесткости железобетонных элементов с трещинами//Дороги і мости. Збірник наукових праць. Вип. 7. Том 1. - Київ: ДерждорНДІ, 2007. – С. 3-8.
2. Азизов Т.Н. Пространственная работа железобетонных перекрытий. Теория и методы расчета: Дисс. ... докт. техн. наук: 05.23.01 / Полтавский национальный технический университет. – Полтава, 2006. – 406 с.
3. Азизов Т.Н. Общий подход к определению крутильной жесткости железобетонных элементов с трещинами//Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Вип. 17., – Рівне: Нац. ун-т водного господарства та природокористування, 2008. – С. 92-99.
4. Азізов Т.Н., Голодкова Н.М. Експериментальна методика визначення крутильної жорсткості елементів збірного залізобетонного перекриття з нормальними тріщинами // V-я міжнародная научно-практическая Интернет-конференция «Состояние строительной науки-2007».
5. Азизов Т.Н., Срибняк Н.Н. Прочность при кручении железобетонных элементов прямоугольного сечения с нормальными трещинами//Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Вип. 17., – Рівне: Нац. ун-т водного господарства та природокористування, 2008. – С. 100-104.
6. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. – М.: Стройиздат, 1976.
7. Карпенко Н.И. общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. – 416 с.
8. Лантух-Лященко А.И. Развитие дискретно-континуальных методов расчета комбинированных систем: Автореф. дисс. ... докт. техн. наук: 05.23.17/ КИСИ. – К., 1992. – 30 с.
9. Улицкий Б.Е., Потапкин А.А, Руденко В.И., Сахарова И.Д., Егорушкин Ю.М. Пространственные расчёты мостов. – М.: Транспорт, 1967. – 404 с.

Розглядається сучасна методика розрахунку міцності залізобетонних елементів з нормальними тріщинами при дії крутного моменту. З'ясовуються особливості розрахунку і ставляться нові завдання дослідження.

The modern method of calculation of durability of reinforce-concrete elements is examined with normal cracks at the action of twisting moment. The features of calculation turn out and the new tasks of research are put.

Дата надходження в редакцію: 11.04.12 р.
Рецензент: д.т.н., професор Симановський В.І.

УДК 624.012.45:624.042.2

НДС ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТРИКУТНОГО ПРОФІЛЮ З НОРМАЛЬНИМИ ТРІЩИНАМИ ПРИ КРУЧЕННІ

Азізов Т.Н., д.т.н., професор, Уманський державний педагогічний університет ім. Павла Тичини, м. Умань, Україна

Мельник О.С., Уманський державний педагогічний університет ім. Павла Тичини, м. Умань, Україна

У статті наведено чисельний аналіз напружень за розробленою авторами методикою визначення міцності залізобетонного елементу порожнистого трикутного перерізу за дії крутного моменту. Розрахунок максимальних напружень в зоні без тріщин дозволяє передбачити запас міцності елементу при дії кручення.

Ключові слова: порожнистий трикутний профіль, крутний момент, максимальні напруження, запас міцності.

Вступ. Питання визначення напружено-деформованого стану залізобетонних елементів при дії крутного моменту є на сьогодні одним із ключових. Проте в роботах багатьох учених не приділено достатньо уваги визначенню міцності залізобетонних елементів з нормальними тріщинами при дії кручення [6]. Як показали зарубіжні вчені, нехтування крутильного моменту призвело до цілого ряду аварій в США та Канаді.

Аналіз останніх джерел і публікацій. Схема розподілення напружень при дії крутного моменту в бетоні і арматурі отримала всесвітнє визнання [9]. Р. Залігер вперше запропонував використання паль трикутного перерізу, як найбільш ефективні. Дослідженням роботи трикутних згинальних залізобетонних елементів займався Бабіч

Є.Є.[5]. Т.Н. Азізов вперше запропонував використання балок порожнистого трикутного профілю у мостових конструкціях [1].

Виділення загальної проблеми. Загально-го методу визначення напружено-деформованого стану залізобетонних елементів порожнистого трикутного профілю з нормальними тріщинами при крученні не існує.

Тому, **метою статті** є розрахунок напружень у зоні без тріщин залізобетонних балок порожнистого трикутного перерізу.

Основний матеріал і результати. Розглянемо схему зусиль, що діють в нормальному перерізі з тріщиною. (рис.1).

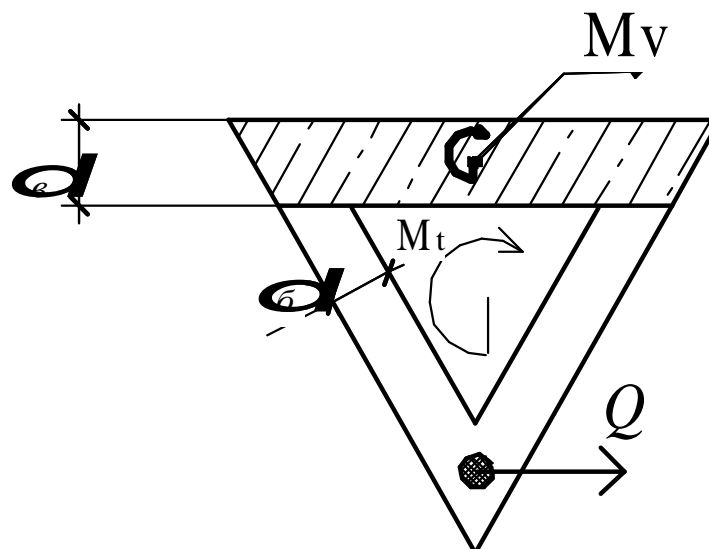


Рис. 1. Зусилля в поперечному перерізі пустотілого трикутного профілю з нормальною тріщиною