

УДК 624.072.2:624.012.45:539.37

К вопросу о напряженно-деформированном состоянии поврежденных железобетонных балок таврового сечения.

Клименко Е.В., д.т.н., проф.; Чернева Е.С., к.т.н.; Арез Мохаммед Исмаел, аспирант (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Клименко Є.В., д.т.н., проф.; Чернева О.С., к.т.н.; Арез Мохаммед Исмаел, аспірант (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

Klymenko Y.V., doctor of technical sciences, professor, Chernieva H.S., candidate of technical sciences, Arez Mohammed Ismael, aspirant (The Odessa State Academy of Building and Architecture, Odessa)

Проведен анализ влияния поврежденности железобетонных балок таврового сечения в зоне чистого изгиба на прочность и деформативность.

Проведено аналіз впливу пошкодженості залізобетонних балок таврового перерізу в зоні чистого згину на міцність та деформативність.

The effect of the reinforced concrete T-beams damage's in the pure bending area on strength and deformability is analyzed at the article.

Ключевые слова:

Поврежденность, железобетон, балки, прочность, изгиб, деформация.

Пошкодженість, залізобетон, балки, міцність, згин, деформація.

Damage, reinforced concrete, beams, strength, bending, deformation.

Состояние вопроса и задачи исследования. Поврежденным элементам конструкций было посвящено большое количество научных работ, среди которых можно выделить работы [Бондаренко В.М.](#)[1], [Гузеев Е.А.](#)[2], [Алексеев С.Н.](#)[3], [Алмазов В.О.](#)[4], [Астафьев Д.О.](#)[5], [Бабушкин В.И.](#)[6], [Бондаренко С.В.](#)[7], [Гениев Г.А.](#)[8], [Клевцов В.А.](#)[9], [Мизернюк Б.М.](#)[10], [Рыбаков Ю.Д.](#)[11], [Сисин И.Л.](#)[12], [Пахомова Е.Г.](#)[13], [Пищулёв А.А.](#)[14,15], [Санжаровский Р.С.](#)[16], [Smith Roger W.](#)[17], [Adhikary V.B.](#) [18], [Hassan A.](#) [19], [J.Jayaprakash](#) [20], [Constantin E. Chaliotis and Constantin N. Pourzitidis](#) [21], [Wu Hao](#) [22], [Al-Bayati N.](#) [23] и др.

В статьях рассматриваются наиболее часто встречающиеся в практике случаи дефектного состояния различных железобетонных конструкций, признаки его внешнего проявления, описаны причины возникновения

дефектов. Приведены некоторые апробированные способы устранения повреждений, восстановления и усиления дефектных или обладающих недостаточной прочностью железобетонных конструкций.

В работе Мизернюк Б.М. [10] описаны дефекты и разрушения железобетонных конструкций, наблюдавшиеся в эксплуатируемых сооружениях при обследованиях, отобранные из большого числа работ, проводившихся Центральной лабораторией теории железобетона НИИЖБ и Бюро внедрения НИИЖБ, причины появления которых зависят от проектных предпосылок, исключая случаи брака производства.

Рыбаков Ю.Д. [11] рассмотрел различные дефекты, встречающиеся при монтаже железобетонных сборно-монолитных конструкций многоэтажных промышленных зданий. В работе приведены проверенные практикой способы усиления конструкций и исправлений возникающих дефектов.

Авторы работы [12] выявили характерные повреждения железобетонных подкрановых балок пролетом 12 м. и произвели оценку несущей способности и трещиностойкости подкрановой балки в расчетных сечениях от эксплуатационных нагрузок. Предложена конструкция усиления подкрановых балок.

В работе Smith Roger W [17] проведены экспериментальные исследования воздействия коррозии на структурное поведение железобетонных балок. Результаты эксперимента испытания балок показали, что несущая способность уменьшается с увеличением площади коррозии и показали постепенную потерю прочности в связи с увеличением площади коррозии.

Hassan A. изучал влияние коррозии на прочность, использовал образцы с четырьмя разными типами бетона и тремя различными типами стали. Зарубежный опыт [19] показывает, что прочность для коррозионной арматуры и нержавеющей стали была ниже, чем у арматур постоянного профиля из углеродистой стали. При низком уровне коррозии (примерно от 0,5 до 1% общей массы) наблюдается незначительное улучшение прочности. Прочность уменьшается с увеличением уровня коррозии для всех типов образцов.

Методика исследования. Для экспериментальных исследований были изготовлены тавровые железобетонные балки длиной 2000мм и высотой 250мм, высотой полки 60мм, шириной полки 400мм, ширина ребра 70мм, в количестве 15шт. В зоне чистого изгиба в полке были заложены технологические повреждения в месте максимального изгибающего момента (рис.1).



Рис.1. Образцы поврежденных балок для испытаний

В рамках планируемого эксперимента принята трехфакторная модель с факторами варьирования:

Матрица планирования экспериментальных исследований, перечень факторов и их кодирование приведены в табл.1.

Таблица 1

Условия планирования эксперимента

Исследуемые факторы Y серии		Уровни варьирования			Интервал варьирования
Натуральное значение	Код	«-1»	«0»	«+1»	
Поврежденная часть полки b_1/b_1'	X_1	$0/165=0$	$82,5/165=0,5$	$165/165=1$	0,5
Глубина повреждения a_1/h_f'	X_2	$0/60=0$	$30/60=0,5$	$60/60=1$	0,5
Угол повреждения α	X_3	$0/90=0$	$22,5/90=0,25$	$45/90=0,5$	0,25

В качестве факторов варьирования приняты:

- поврежденная часть полки, выраженная отношением (b_1/b_1') , где b_1 – величина повреждения; b_1' – величина свесов полки;
- глубина повреждения a_1 , выраженная через отношение глубины повреждения полки к толщине полки (a_1/h_f') ;
- угол повреждения, выраженный через отношение угла повреждения к углу наклона полки $= 90^0$.

Проведение эксперимента даст возможность исследовать основные факторы, которые влияют на несущую способность и напряженно-

деформированное состояние тавровых железобетонных балок, с повреждением в зоне чистого изгиба.

Опытные образцы будут испытываться по статической схеме однопролетной, свободно-опертой балки, нагруженной одной силой. Такая расчетная схема достигается путем ее опирания на шарнирно-подвижную опору. Опытные балки армированы таким образом, чтобы разрушение проходило по нормальному сечению в заранее установленной исследуемой зоне (рис.2). Для этого в зоне чистого изгиба будет исключена арматура поперечная и конструктивная на длину равную 1/3 части пролета между местами приложения сил.

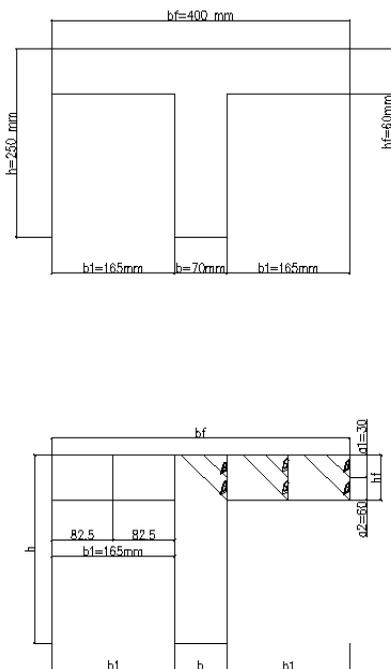


Рис. 2 Геометрические размеры балок

Выводы: Изучение напряженно деформированного состояния и прочности железобетонных тавровых балок является актуальной задачей и недостаточно изученной, так как тавровые балки являются наиболее важной частью железобетонных мостов. Мосты – это эффективный способ передвижения транспорта через водоемы, реки, способствующий уменьшению пробок в больших городах. В дальнейшем планируется получить результаты экспериментальных исследований поврежденных железобетонных балок таврового сечения и на основе полученных данных о прочности и трещиностойкости будет предложена достаточно простая и эффективная методика расчета для инженеров и научных сотрудников.

1. Бондаренко В.М. Развитие инженерных методов расчета силового сопротивления железобетонных конструкций, ослабленных коррозионными повреждениями/ В.М. Бондаренко, О.Б. Чупичев//РААСН 1994-1998. – М.: РААСН, 1999. - С. 97-102.
2. Гузеев Е.А. Расчет напряженно деформированного состояния нормальных сечений железобетонных изгибаемых элементов с учетом кинетики сульфатной коррозии бетона. Защита бетона и железобетона от коррозии/ Е.А. Гузеев, Н.В. Савицкий, А.А.Тытук. - М., 1990. - С. 59-65.
3. Алексеев С.Н. и др. Долговечность железобетона в агрессивных средах/ С.Н. Алексеев. - М.:Стройиздат,1998. - 217с.
4. Алмазов В.О. Современные подходы к оценке долговечности железобетонных конструкций (зарубежный опыт)/ В.О. Алмазов, А.В. Забегаев // Долговечность и защита конструкций от коррозии: Сборник научных трудов. - М.: НИИЖБ, 1999. - С.37-43.
5. Астафьев Д. О. Расчёт реконструируемых железобетонных конструкций/ Д.О. Астафьев. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 1995. -158с.
6. Бабушкин В.И. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона/ В.И. Бабушкин. -М.: Стройиздат, 1968.-187с.
7. Бондаренко С.В. Теория сопротивления строительных конструкций режимным нагрузениям/ С.В. Бондаренко. - М.: Стройиздат, 1984. - 352с.
8. Гениев Г.А. Практический метод расчета длительной прочности бетона/ Г.А. Гениев // Бетон и железобетон. – М.: 1995.- № 4. С.4-6.
9. Клевцов В.А. Методы обследования и усиления железобетонных конструкций/ В.А. Клевцов // Бетон и железобетон. – М.:1995. -№2.-С. 17-24.
10. Мизернюк Б.М. Некоторые требования к проектированию элементов железобетонных конструкций на основе изучения дефектов эксплуатируемых сооружений/ Б.М. Мизернюк. - Москва, Стройиздат, 1981. – С.4-50.
11. Рыбаков Ю.Д. Из опыта обследования и усиления сборно-монолитных железобетонных конструкций/ Ю.Д. Рыбаков. – М.: Стройиздат, 1981. – С.51-59.
12. Сисин И.Л. Эксплуатационные особенности железобетонных подкрановых балок пролетом 12м/ И.Л. Сисин, А.Р. Баштанник. – М.: Стройиздат, 1981 – С. 60-65.
13. Пахомова Е.Г. К оценке напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций при коррозионных повреждениях/ Е.Г. Пахомова // Сб. статей междунаучно-техн. конф. "Эффективные строительные конструкции". - Пенза, 2005. - С.236-240.
14. Пищулёв А.А. К вопросу определения прочности бетона, ослабленного дефектами/ А.А. Пищулёв// Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы 64-й Всероссийской научно-техническойконференции по итогам НИР университета за 2006г. – Самара: СГАСУ, 2007. - С.459-460.
15. Пищулёв А.А. К вопросу определения ресурса несущей способности изгибаемых железобетонных элементов, имеющих коррозионные повреждения сжатой зоны бетона/ А.А. Пищулёв // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы 65-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР университета за 2007г. – Самара: СГАСУ, 2008. - С.444-446.
16. Санжаровский Р.С. Усиления при реконструкции зданий и сооружений. Устройство и расчёты усиления зданий при реконструкции/ Р.С. Санжаровский, Д.О. Астафьев, В.М. Улицкий, Ф. Зибер. - СПб.: СПбгос. архит.-строит. ун-т., 1998. - 637с.
17. Smith Roger W. The effects of corrosion on the performance of reinforced concrete beams/ Roger W Smith// Theses and dissertations.- 2007. - 149pp.
18. Adhikary B.B., Mutsuyoshi H. Behaviour of concrete beams strengthened in shear with carbon fibre sheets/ B.B. Adhikary, H. Mutsuyoshi// Journal of composites for construction. -2004. - 8(3). – P.258-264.
19. Hassan A. Bond of Reinforcement in Concrete with Different Types of Corroded Bars/ A. Hassan// MASC Thesis. – Toronto: Ryerson University, 2003. – P.14-19.
20. J. Jayaprakash. An

Experimental Investigation on Shear Enhancement of Partially Cracked RC Beams with Bi Directional Carbon Fabrics/ J. Jayaprakash, A.A. Abdul Aziz, A.A. Abang, A.A. Ashrabort// Sixth International Congress, Global Construction-Ultimate Concrete Opportunities, 5-7, July 2005. – UK, 2005. – P. 56-60. **21** Constantin E. Chaliotis. Rehabilitation of Shear-Damaged Reinforced Concrete Beams Using Self-Compacting Concrete Jacketing/ Constantin E. Chaliotis and Constantin N. Pourzitidis. - ISRN Civil Engineering. – 2012. – P.12. **22**. Wu Hao. Bond Degradation and Residual Flexural Capacity of Corroded RC Beams// Theses and dissertations. -2012. - 708pp. **23**. Al-Bayati N. The Effect of Corrosion on Shear Behaviour of Self-consolidating Concrete Beams./ N. Al-Bayati// MASC Thesis. – Toronto: Ryerson University, 2009. – P.20-25.