

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ПО НАКЛОННЫМ
СЕЧЕНИЯМ НАГРУЖЕННЫХ И КОРРОЗИОННО ПОВРЕЖ-
ДЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СОСТАВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Н.В. КЛЮЕВА, доктор технических наук, профессор*

Д.В. КАРПЕНКО, аспирант**

А.А. КАЩАВЦЕВ, аспирант**

*Юго - западный государственный университет,

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д.94, klynavit@yandex.ru

**Государственный университет – УНПК,

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, д.29, loleit2@gmail.com

Представлена методика экспериментальных исследований прочности и трещиностойкости нагруженных и коррозионно повреждаемых конструкций составного сечения с наклонными трещинами, позволяющая определить опытные параметры сдвига в швах между элементами составной конструкции, несовместность деформаций бетона и арматуры, эффект нарушения сплошности бетона и приращения перемещений в момент образования наклонных трещин.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экспериментальные исследования, железобетонные составные конструкции, прочность, жесткость, трещиностойкость, наклонные сечения, силовое нагружение, коррозионное повреждение

Постановка задач исследований. Несмотря на то, что составные железобетонные конструкции занимают одно из ведущих мест в капитальном строительстве, до настоящего времени остается малоизученным вопрос их силового и среднего сопротивления в зоне с наклонными трещинами. Основой такого анализа, несомненно, является постановка и проведение экспериментальных исследований по установлению особенностей и закономерностей деформирования, трещинообразования и разрушения железобетонных составных конструкций при моделировании их силового нагружения и коррозионных повреждений.

Эти сведения с одной стороны позволяют заметно уточнить зависимости для определения ширины раскрытия трещин нагруженных составных железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивной внешней среде, с другой – могут дать более полное представление об особенностях сопротивления железобетона при проектных нагрузках и, так называемых, запроектных воздействиях [1,2]. В частности, для оценки живучести конструктивных систем с составными конструкциями [3], важным является экспериментальное определение приращений перемещений в конструкции в момент образования трещин и в момент хрупкого разрушения конструкции по шву контакта между элементами составной конструкции.

Методика планируемых экспериментальных исследований предусматривает решение следующих задач:

- экспериментальное определение параметров прочности с анализом возможных разрушений от выкалывания бетона, его раздавливания, отрыва или среза, а также возможности потери сцепления с арматурой в приопорной зоне неповрежденных и поврежденных коррозией составных конструкций;
- экспериментальное определение наклонных трещин и ширины раскрытия наклонных трещин на уровне оси продольной растянутой арматуры и в нескольких уровнях над растянутой арматурой;
- определение изменения расстояния между трещинами и длины трещин по мере увеличения нагрузки в неповрежденных и поврежденных коррозией составных конструкциях;
- определение деформаций сжатого бетона и средних деформаций арматуры, высоты сжатой зоны бетона;
- экспериментальное определение приращений ширины раскрытия трещин и приращений перемещений при образовании наклонных трещин и хрупком разрушении шва контакта между элементами составной конструкции.

Конструкции опытных образцов. Программа исследований включает лабораторные испытания пяти серий железобетонных конструкций. Основные параметры экспериментальных конструкций приведены на рис. 1.

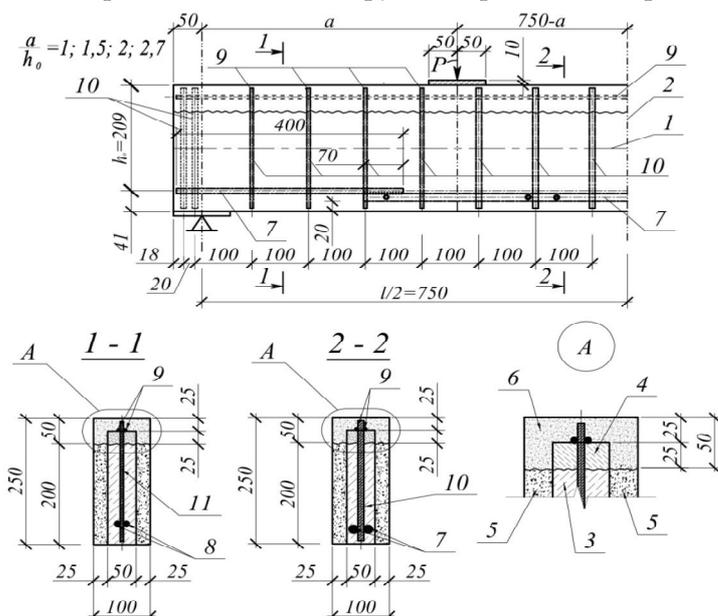


Рис. 1. Конструкции опытных образцов: 1,2 - продольная и вертикальная оси образца; 3 - основной бетон (класс В20); 4 - бетон усиления (класс В30); 5,6 - коррозионно-поврежденные основной бетон (класс В12,5) и бетон усиления (класс В20); 7,8 - рабочая арматура в середине пролета (2Ø16 А400С) и в приопорной зоне (2Ø10 А400С); 9 - арматура в сжатой зоне (2Ø6 А240С); 10 - поперечные стержни (Ø6, Ø10 А240С)

Количество испытываемых конструкций в каждой серии принято с учетом варьирования диаметра и шага поперечных стержней, продольного армирования, класса основного и дополнительного бетонов и пролета «среза», наличием или отсутствием ослабленных слоев, моделирующих коррозионные повреждения. В состав каждой серии входят образцы конструкций, имеющие слои бетона более низкой прочности по отношению к основному бетону и образцы конструкций с неповрежденным бетоном в каждом элементе.

При назначении класса ослабленного бетона, моделирующего коррозионное повреждение [4], проводятся вспомогательные испытания по определению градиента длительной прочности нагруженного и корродирующего бетона по методике, приведенной в описании к патенту [5]. Эти испытания позволяют назначить приведенную прочность наружных поврежденных слоев составной конструкции по определенной экспериментально предельной глубине коррозионного повреждения.

Одновременно с основными конструкциями для определения прочностных и деформативных характеристик бетона в возрасте 28 суток и в момент испытаний предусматривается испытания вспомогательных групп бетонных образцов из бетонов того же состава: кубов 100 x100x100, бетонных и армированных призм 100 x100x400 по 5 шт. каждой группы. Испытания последних на срез выполняются с целью определения жесткостных характеристик шва контакта между элементами составной конструкции.

Методика испытаний. Конструкции испытываются в горизонтальном положении (со свободным доступом к растянутой зоне). Это позволяет детально изучить картины деформирования, образования, развития, раскрытия трещин и характер разрушения составных конструкций. Механические приборы с ценой деления 0,001мм для измерения деформаций устанавливаются на берегах шва контакта элементов составной конструкции и на продольной рабочей арматуре с помощью специальных приспособлений (рис. 2,а).

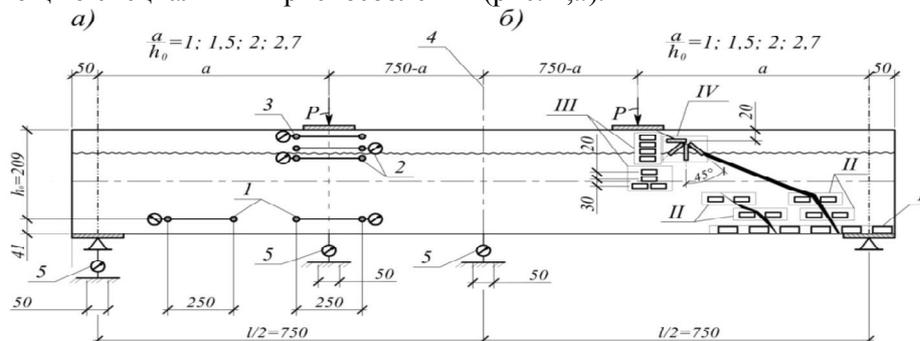


Рис. 2. Схема установки механических приборов (а) и электротензорезисторов (б): 1- механические приборы, установленные по оси арматуры; 2,3 - механические приборы, расположенные на берегах шва контакта и на сжатой фибре бетона; 4 - ось симметрии опытной конструкции; 5 - прогибомеры; I - IV - группы электротензорезисторов

В окрестности шва контакта между бетонами механические приборы используются для определения местных продольных деформаций и их приращений в момент образования трещин по шву контакта и наклонных трещин в приопорной зоне. Для измерения прогибов предусмотрена установка прогибомеров с ценой деления 0,01 мм в середине, четверти пролета и на опорах.

Методикой экспериментальных исследований предусмотрена установка четырех групп электротензорезисторов на основные опытные конструкции (рис. 2,б). Первая группа (I) электротензорезисторов устанавливается в приопорной зоне конструкции для определения деформации арматуры до и после трещинообразования в бетоне. Вторая группа (II) электротензорезисторов устанавливается после образования наклонных трещин на берегах этих трещин. Третья

группа (III) электротензорезисторов устанавливается по высоте поперечного сечения опытных конструкций, в четверти пролета, начиная от верха сжатой зоны бетона и ниже уровня расчетного значения нулевой линии, а также на берегах шва контакта двух бетонов. Целью установки этих электротензорезисторов является изучение распределения деформаций составной конструкции по высоте сжатой зоны, определение размеров сжатой зоны и фактической высоты развития трещин. Четвертую группу (IV) электротензорезисторов составляют розетки над наклонной трещиной в сжатом бетоне в зоне, прилегающей к сосредоточенной силе. Розетки размещаются под силой и используются для выявления характера деформирования и разрушения в исследуемой сжатой зоне бетона.

С целью повышения информативности и достоверности экспериментальных данных на опытные образцы устанавливаются не только дублирующие группы электротензорезисторов, но также механические приборы и розетки.

Вывод. Разработанная методика экспериментальных исследований железобетонных составных конструкций позволяет получить наиболее полные и достоверные данные о сложном напряженно-деформированном состоянии в исследуемых пролетах «среза». Она обеспечивает изучение широкого круга параметров, которые необходимы при разработке усовершенствованного расчетного аппарата деформирования и разрушения нагруженных и коррозионно-повреждаемых составных конструкций, в том числе при запроектных воздействиях.

Л и т е р а т у р а

1. Колчунов В.И., Ключева Н.В., Бухтиярова А.С., Андросова Н.Б. Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях. – М.: Издательство АСВ, 2014. - 208с.
2. Травуш В.И., Колчунов В.И., Ключева Н.В. Некоторые направления развития теории живучести конструктивных систем зданий и сооружений//Промышленное и гражданское строительство (ПГС). - №3. - 2015. – С. 4-11.
3. Бондаренко В.М., Ключева Н.В., Андросова Н.Б. Некоторые результаты анализа и обобщенных научных исследований по теории конструктивной безопасности и живучести// Строительство и реконструкция. - 2012. - № 4. - С. 3-16.
4. Колчунов В.И., Андросова Н.Б. Прочность корродирующего бетона при одновременном проявлении силовых и средовых воздействий// Строительство и реконструкция.-2013.-№5.-С. 3-8.
5. Патент RU 2473878 C2//Способ экспериментального определения градиента длительной прочности нагруженного и корродирующего бетона и устройство для его осуществления// <http://allpatents.ru/patent/2473878.html>

R e f e r e n c e s

1. Kolchunov, V.I., Kljueva, N.V., Buhitjarova, A.S., Androsova, N.B. (2014). Zhivuchest' zdaniy i sooruzhenij pri zaproektnyh vozdeystvijah. Mocsow: "Izdatel'stvo ASV", 208 p.
2. Travush, V.I., Kolchunov, V.I., Kljueva, N.V. (2015). Some Directions of Development of Survivability Theory of Structural Systems of Buildings and Structures. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo (PGS)*, № 3, p. 4-11.
3. Bondarenko, V.M., Kljueva, N.V., Androsova, N.B. (2012). Some results of analysis and scientific research on structural safety and survivability theory. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija*, №4, p. 3-16.
4. Kolchunov V.I., Androsova N.B. (2013). Durability corrosion concrete at simultaneous manifestation of power and environmental influences. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija*, №5, p. 3-8.
5. Patent RU 2473878 C2//Method for experimental determination of long-term strenght gradient of loaded and corroding concrete and device for its realization// <http://allpatents.ru/patent/2473878.html>

TESTING TECHNIQUE FOR STRUCTURES OF LAYERED REINFORCED CONCRETE WITH CORROSION DAMAGE FOR SHEAR STRENGTH AND SHEAR CRACK RESISTANCE STUDY

KLYUEVA N.V. *, KARPENKO D.V. **, KASHCHAVCEV A.A. **
 * Southwest State University, ** State University-ESPC

The paper presents a testing technique for structures of layered reinforced concrete with corrosion damage and shear cracks for strength and crack resistance study, which is aimed at determination of experimental parameters of shear between concrete layers, unequal deformation of concrete and reinforcement and effect of discontinuity of concrete and displacement increments at the moment of shear crack formation.

KEY WORDS: experimental study, structures of layered reinforced concrete, strength, stiffness, crack resistance, shear plane, loading, corrosion damage.