

14. Стабилизаторы давления газа [Электронный ресурс] <https://progazosnabgenie.ru/gazovye-kotly-i-otoplenie/stabilizator-davleniya-gaza.html> (дата обращения 10.01.2020)
15. Регулятор-стабилизатор давления газа [Электронный ресурс] <https://istra-gaz.ru/drugoe/regulyator-stabilizator-davleniya-gaza.html> (дата обращения 11.01.2020)

© Т. В. Ефремова, Д. Ю. Мирнов

Ссылка для цитирования:

Т. В. Ефремова, Д. Ю. Мирнов. Особенности гидравлического режима сети газопотребления автономных крышных котельных для жилых зданий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 1 (31). С. 22–26.

УДК 624.21.012.4(043.3)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СЖИМАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
С КОРРОЗИОННЫМИ ПРОДОЛЬНЫМИ ТРЕЩИНАМИ В ЗАЩИТНОМ СЛОЕ БЕТОНА**

К. В. Шамшина

ГБУ при Губернаторе и Правительстве Пензенский области, г. Пенза, Россия

Обоснована возможность повышения работоспособности железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивных хлоридсодержащих сред, за счёт соблюдения конструктивной целостности их поверхности. Приведены разработанные методики и результаты длительных натурных и кратковременных лабораторных испытаний прямых моделей железобетонных конструкций. Представлены полученные расчётные функциональные зависимости изменения геометрических параметров коррозионных продольных трещин в защитном слое бетона при отсутствии действующей нагрузки, определяющих характер механизма коррозии арматуры в них как незатухающий электрохимический процесс, а также изменения абсолютных и относительных деформаций опытных образцов как с коррозионными продольными трещинами, так и без них в зависимости от относительных значений величины разрушающей сжимающей нагрузки.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, коррозионные продольные трещины, абсолютные и относительные деформации сжатия.

**EXPERIMENTAL RESEARCH RESULTS OF DEFORMATION PROPERTIES
OF COMPRESSIBLE REINFORCED CONCRETE STRUCTURES
WITH CORROSION LONGITUDINAL CRACKS IN THE PROTECTIVE LAYER OF CONCRETE**

K. V. Shamshina

GBU under the Governor and the Government of the Penza Region, Penza, Russia

The article deals with the possibility of increasing the efficiency of reinforced concrete structures operating under aggressive exposure of chloride-containing media due to compliance with their structural integrity surface. The developed methods and results of long-term natural and short-term laboratory tests of direct models of reinforced concrete constructions are shown. The article presents the calculated functional dependencies of changes in the geometric parameters of longitudinal corrosion cracks in the protective concrete layer in the absence of an active load which determines the mechanism of corrosion reinforcement in them as a continuous electrochemical process as well as changes in the absolute and relative deformations of prototypes as with longitudinal corrosion cracks and without them depending on the relative values of the value of destructive compressive load.

Keywords: reinforced concrete structures, longitudinal corrosion cracks, absolute and relative compression deformations.

Вводная часть

Воздействию агрессивных хлоридсодержащих сред подвергаются до 75 % инженерных конструкций на предприятиях металлургической, химической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной, текстильной и пищевой промышленности, а также в дорожно-мостовом хозяйстве и на объектах, расположенных вблизи морских побережий [1].

Основным фактором снижения срока службы железобетонных конструкций, в том числе перекрытий и покрытий, является коррозия стальной арматуры [2]. В России из-за коррозии арматуры фактическая долговечность автодорожных железобетонных пролётных строений мостов составляет не более 35 лет, по сравнению с нормативным сроком эксплуатации от 50 до 80 лет, с ежегодным однопроцентным обрушением от их общего количества [3].

Появление продольных трещин в железобетонных элементах является предвестником их катастрофы типа «Экстремум» [4].

Отечественные строительные нормы не содержат рекомендации, учитывающие влияние коррозии арматуры на трещиностойкость и деформативность железобетонных конструкций.

Автору данной научной работы не известны опубликованные в научных изданиях как в России, так и в зарубежных странах проводимые экспериментальные исследования на несущих железобетонных конструкциях с коррозионными продольными трещинами в защитном слое бетона, полученные естественным путём. Поэтому, из-за отсутствия научных результатов по этой научной проблеме, с учётом разработанной методики испытания, были проведены длительные натурные и кратковременные лабораторные экспериментальные исследования на прямых

моделях железобетонных конструкций с коррозионными продольными трещинами в защитном слое бетона, полученных естественным путём в агрессивной хлоридсодержащей среде.

Основная часть

Целью проведённых длительных натуральных и кратковременных лабораторных экспериментальных исследований является, во-первых, изучение влияния коррозии стальной арматуры на изменение геометрических параметров коррозионных продольных трещин в защитном слое бетона во времени, и, во-вторых, сопоставительный анализ абсолютных и относительных деформаций сжатия прямых моделей железобетонных конструкций как с коррозионными продольными трещинами в защитном слое бетона, так и без них при действии сжимающей нагрузки с различным эксцентриситетом с установлением соответствующих функциональных зависимостей [5, 6].

Объективные результаты экспериментальных исследований деформационных свойств несущих железобетонных конструкций с коррозионным поражением арматуры могут быть получены только на прямых моделях железобетонных конструкций при испытании не менее шести образцов [7–9].

Разработанная программа исследований предусматривала использование опытных железобетонных образцов, которые по геометрическим размерам, конструктивному решению, армированию, механическим характеристикам бетона и арматуры являлись прямыми моделями железобетонных колонн [5, 6].

Экспериментальные конструкции изготовлены из тяжёлого бетона на портландцементе марки 400 с водоцементным отношением $v/c = 0,45$ и гранитном щебне фракции 5–10 мм. В качестве мелкого заполнителя был использован кварцевый песок с модулем крупности $M_{кр} = 2,2$.

Бесконсольные призматические колонны с геометрическими размерами по длине и поперечному сечению соответственно 1000 мм и 120×120 мм и толщине защитного слоя бетона $\delta_{зсб} = 15$ мм армированы объёмным арматурным каркасом с несущей арматурой в виде 4 стержней диаметром $\phi = 8$ мм класса А400 и распределительной арматурой диаметром $\phi = 4$ мм класса В_p500.

Одноконсольные колонны с геометрическими размерами по длине и поперечному сечению в центральной части соответственно 1000 мм и 120×120 мм при толщине защитного слоя бетона 15 мм содержат в верхней и нижней части по высоте с одной стороны колонн консоли длиной 100 мм.

Одноконсольные колонны армированы объёмным арматурным каркасом с четырьмя несущими арматурными стержнями диаметром

$\phi = 8$ мм класса А400 и распределительной арматурой диаметром $\phi = 4$ мм класса В500. В консолях применяется арматура диаметром $\phi = 5$ мм класса В_p500.

Коррозионные продольные трещины в защитном слое бетона возникали в процессе коррозии арматуры, вызываемой хлорид – ионами в результате введения в бетонную смесь во время бетонирования добавки в виде 5 % NaCl от массы цемента. В контрольных железобетонных образцах добавка отсутствовала.

Длительные натурные исследования опытных железобетонных конструкций проведены в период с 2010 по 2015 годы на опытном полигоне в атмосферных условиях в городе Пензе [5, 6].

Экспериментальные исследования проводились на 39 одноконсольных колоннах, в том числе на испытывающих воздействие агрессивной и неагрессивной среды соответственно 26 и 13 образцах, и на 34 бесконсольных призматических колоннах, в том числе на испытывающих воздействие агрессивной и неагрессивной среды соответственно 23 и 11 образцах. Все образцы в тёплый период года периодически не менее трёх раз в сутки увлажнялись водопроводной водой. По интенсивности коррозионного поражения арматуры в тяжёлом бетоне данные условия испытаний железобетонных образцов характеризуются как сильноагрессивные [5].

В процессе длительных натуральных испытаний не реже одного раза в месяц проводились измерения ширины раскрытия коррозионных продольных трещин с помощью трубки-микроскопа Бринелля с точностью отсчёта 25 мкм и их длины на поверхности четырёх граней железобетонных образцов.

Результаты камеральных измерений представлялись в виде разработанного интегрального параметра (ИП), определяемого как сумма произведений ширины раскрытия коррозионных продольных трещин a_T на их длину l в пределах отдельных дифференцированных участков, имеющих равные значения ширины раскрытия продольных трещин, на поверхности бетона образцов в виде
$$ИП = \sum (a_T \cdot l) . . .$$

Время до появления коррозионных продольных трещин в защитном слое бетона с начала испытаний образцов составляло 15 месяцев, что при периодическом воздействии в процессе эксплуатации железобетонных конструкций сильноагрессивной жидкой хлоридсодержащей среды в данных климатических условиях приравнивается к 20 годам [5].

По окончании натуральных испытаний классы бетона по прочности на сжатие бесконсольных призматических и одноконсольных колонн,

имеющих и не имеющих коррозионные продольные трещины, соответственно имели значения В49,4 и В50 при средней глубине карбонизации бетона 4 мм [5, 6].

В результате проведения длительных натуральных экспериментальных исследований на основе полученных опытных данных геометрических параметров коррозионных продольных трещин определены соответствующие функциональные зависимости. Усреднённая максимальная ширина раскрытия коррозионных продольных трещин $a_{T_{\text{сред}}}^{\text{max}}$ в миллиметрах

относительно времени испытания в годах, полученная по опытным данным с двадцати трёх бесконсольных призматических колонн и с двадцати шести одноконсольных колонн, представляется в виде соответствующих линейных функциональных зависимостей $a_{T_{\text{сред}}}^{\text{max}} = 0,253T - 0,143$ и $a_{T_{\text{сред}}}^{\text{max}} = 0,253T - 0,175$.

После пяти лет натурального испытания экспериментальных конструкций, содержащих агрессивную добавку, максимальная средняя ширина раскрытия продольных трещин на бесконсольных призматических и одноконсольных образцах составила $a_{T_{\text{сред}}}^{\text{max}} = 1,1$ мм.

Усреднённая максимальная длина коррозионных продольных трещин $\ell_{T_{\text{сред}}}^{\text{max}}$ с учётом

времени испытания, полученная по экспериментальным данным с двадцати трёх бесконсольных призматических колонн и с двадцати шести одноконсольных колонн, имеет соответствующие линейные функциональные зависимости в виде $\ell_{T_{\text{сред}}}^{\text{max}} = 9,0507 \cdot T - 0,25$ и

$$\ell_{T_{\text{сред}}}^{\text{max}} = 8,975 \cdot T - 3,075.$$

Усреднённая величина интегрального параметра геометрических параметров коррозионных продольных трещинах, рассчитанная по данным с двадцати трёх бесконсольных призматических колонн и двадцати шести одноконсольных колонн, выражается соответствующими линейными функциональными зависимостями относительно времени в виде $ИП = 520,35T - 424,75$ и $ИП = 493,38T - 434,90$.

Полученные линейные функциональные выражения геометрических параметров коррозионных продольных трещин в зависимости от длительности времени испытания показывают, что продукты электрохимического процесса на поверхности стали в образующихся коррозионных продольных трещинах не замедляют коррозионный процесс на арматуре во времени.

По окончании длительных натуральных испытаний экспериментальные исследования опытных образцов были продолжены в лабораторных условиях при воздействии на них кратковременной сжимающей нагрузки. Исследование абсолютных деформаций опытных конструкций до разрушения происходило согласно ГОСТ 8829-94 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жёсткости и трещиностойкости» на гидравлическом прессе ПММ-125 с помощью прогибомера системы Аистова с ценой деления 0,01 мм.

На центральное сжатие были испытаны тридцать четыре бесконсольные призматические колонны, в том числе одиннадцать контрольных образцов без коррозионных продольных трещин.

При нагружении одноконсольных колонн внецентренным сжатием изгибающий момент создавался за счёт создания малого с $E_1 = 40$ мм, среднего с $E_2 = 80$ мм и большого с $E_3 = 120$ мм эксцентриситетов между геометрическим центром поперечного сечения центральной части колонны и точкой приложения равнодействующей сжимающей нагрузки.

Анализ экспериментальных данных показывает, что разрушающая нагрузка сжатия для бесконсольных призматических и одноконсольных колонн, как с коррозионными продольными трещинами, так и без них, является величиной не одинаковой, и зависит от значений эксцентриситета [5,6].

Функциональное изменение средней величины разрушающей нагрузки сжатия для бесконсольных призматических и одноконсольных колонн с коррозионными продольными трещинами в зависимости от величины эксцентриситета при соответствующем количестве опытных образцов $E_1 = 0$ см (23 образцов), $E_2 = 4$ см (11 образцов), $E_3 = 8$ см (11 образцов), $E_4 = 12$ см (4 образца) имеет вид

$$P_p = 40 \cdot 2,718^{-0,17e}.$$

Изменение средней величины разрушающей нагрузки сжатия для бесконсольных призматических и одноконсольных колонн без коррозионных продольных трещин в зависимости от величины эксцентриситета при соответствующем количестве опытных образцов $E_1 = 0$ см (11 образцов), $E_2 = 4$ см (5 образцов), $E_3 = 8$ см (5 образцов), $E_4 = 12$ см (3 образца) представляется функциональным выражением $P_p = 50 \cdot 2,718^{-0,16e}$.

С учетом наличия неоднозначных величин кратковременной разрушающей нагрузки сжатия для всех опытных образцов сравнительный

анализ абсолютных и относительных деформаций сжатия прямых моделей железобетонных колонн был осуществлен не при абсолютных величинах нагружающей нагрузки, а при её относительных значениях от величины разрушающей нагрузки, что позволяло проводить объективный сравнительный анализ деформаций в экспериментальных конструкциях, имеющих равные значения напряжения.

При регрессионном анализе влияния коррозионных продольных трещин и значений эксцентриситета приложенной сжимающей нагрузки на абсолютные деформации бесконсольных призматических и одноконсольных образцов при выводе функциональных зависимостей использовались среднеарифметические значения абсолютных деформаций отдельных опытных образцов с одинаковыми величинами эксцентриситета.

Результаты экспериментальных исследований изменения средних абсолютных значений деформаций сжатия бесконсольных призматических образцов как с коррозионными продольными трещинами, так и без них, нагруженных кратковременной центрально приложенной сжимающей нагрузкой с эксцентриситетом $e = 0$ см, а также одноконсольных образцов, как с коррозионными продольными трещинами, так и без них, нагруженных внецентренно приложенной сжимающей нагрузкой с соответствующими значениями эксцентриситетов $e = 4$ см, $e = 8$ см, $e = 12$ см, представлены на рисунках 1–

4. Анализ полученных данных показывает наличие линейной функциональной зависимости между абсолютными деформациями сжатия и относительными значениями разрушающей сжимающей нагрузки для бесконсольных призматических и одноконсольных образцов как с коррозионными продольными трещинами, так и без них. В отличие от центрального сжатия при внецентренном сжатии линейные абсолютные деформации оказываются больше у образцов без коррозионных продольных трещин по сравнению с образцами, имеющими их, с тенденцией повышения этого количественного относительного различия при увеличении значений эксцентриситета. Так, для $e = 4$ см относительное количественное несоответствие этого показателя составляет для $P/P_{разр} = 1 - 2$ %, для $e = 8$ см – 20 % и для $e = 12$ см – 31 %. В тоже время, при центральном сжатии с $e = 0$ см наблюдается относительное снижение на 12 % абсолютных деформаций для $P/P_{разр} = 1$, для образцов без коррозионных продольных трещин по сравнению с образцами, имеющими их.

По-видимому, относительное снижение деформативности образцов с коррозионными продольными трещинами, по сравнению с образцами без них, при действии внецентренно приложенной сжимающей нагрузки объясняется влиянием действующего изгибающего момента.

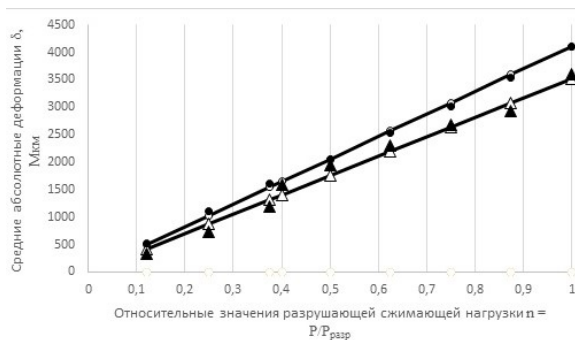


Рис. 1. Изменение средних абсолютных значений деформаций сжатия бесконсольных призматических образцов, нагруженных кратковременной центрально приложенной сжимающей нагрузкой с эксцентриситетом $e = 0$ см, в зависимости от относительных значений разрушающей нагрузки, полученных соответственно с двадцати трёх образцов с коррозионными продольными трещинами и с одиннадцати образцов без них.

Условные обозначения: \bullet , \circ – соответственно экспериментальные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам с коррозионными продольными трещинами, с функциональной зависимостью $f\delta_0^k = 4114 \cdot n$; \blacktriangle , \triangle – соответственно экспериментальные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам без коррозионных продольных трещин, с функциональной зависимостью $f\delta_0 = 3510 \cdot n$.

Буквенные и численные значения в верхней (к) и нижней (0) частях индексах функциональных зависимостей соответ-

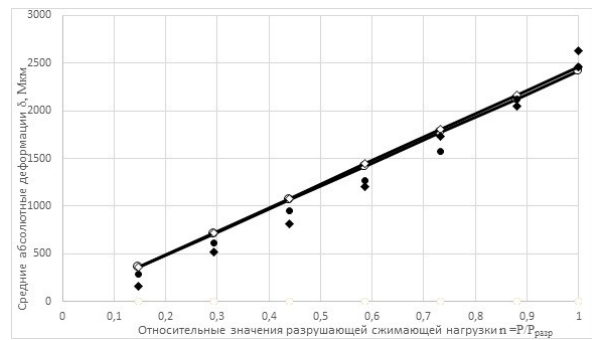


Рис. 2. Изменение средних значений абсолютных деформаций сжатия одноконсольных образцов в зависимости от относительных значений кратковременной разрушающей нагрузки сжатия, приложенной с эксцентриситетом $e = 4$ см, полученных соответственно с одиннадцати образцов с коррозионными продольными трещинами и с пяти образцов без них.

Условные обозначения: \bullet , \circ – соответственно экспериментальные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам с коррозионными продольными трещинами, с функциональной зависимостью $f\delta_4^k = 2416 \cdot n$; \blacklozenge , \diamond – соответственно экспериментальные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам без коррозионных продольных трещин, с функциональной зависимостью $f\delta_4 = 2482 \cdot n$.

ственно показывают наличие коррозионных продольных трещин и величину эксцентриситета

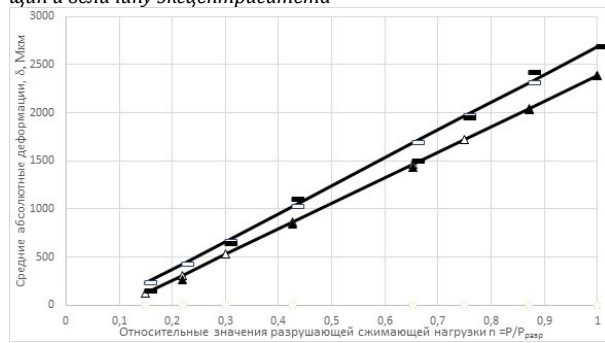


Рис. 3. Изменение средних абсолютных значений деформаций сжатия одноконсольных образцов в зависимости от относительных значений кратковременной разрушающей нагрузки сжатия, приложенной с эксцентриситетом $E = 8$ см, полученных соответственно с одиннадцати образцов с коррозионными продольными трещинами и с пяти образцов без них.

Условные обозначения: \blacktriangle , \triangle – соответственно экспериментальные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся образцам с коррозионными продольными трещинами, с функциональной зависимостью $f\delta_8^k = 2644 \cdot n - 264$; \blacksquare , \square – соответственно экспериментальные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам без коррозионных продольных трещин, с функциональной зависимостью $f\delta_8 = 2890 \cdot n - 202$

В таблице представлены абсолютные и относительные значения абсолютных деформаций бесконсольных призматических и одноконсольных образцов, как с коррозионными продольными трещинами, так и без них, нагруженных кратковременной сжимающей нагрузкой с соответствующими эксцентриситетами $E = 0$ см, $E = 4$ см, $E = 8$ см, $E = 12$ см, полученные по функциональным выражениям в зависимости от относительных значений разрушающей сжимающей нагрузки, представленных на рисунках 1–4.

С увеличением эксцентриситета относительные значения абсолютных деформаций δ/δ^k бесконсольных призматических и одноконсольных образцов возрастают по всей линейки относительных значений разрушающей сжимающей нагрузки (рис. 5). Для эксцентриситетов $E = 0$ см, $E = 4$ см, $E = 8$ см и $E = 12$ см при относительном значении разрушающей нагрузки $P/P_{разр} = 1$ выражение $(\delta/\delta^k) \cdot 100$ соответственно составляет 85,3 %, 102,7 %, 110,3 % и 148,0 % с линейной функциональной зависимостью $f(\delta/\delta^k) \cdot 100 = 85,3 + 4,35 \cdot e$ (рис. 6). По отношению к центрально приложенной

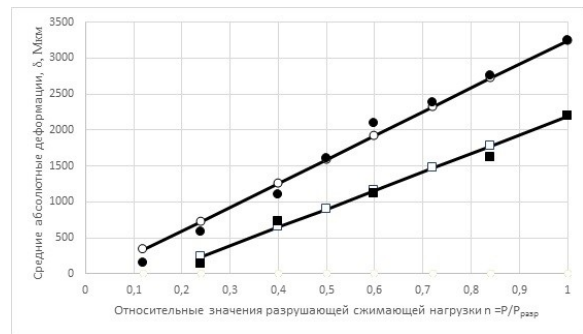


Рис. 4. Изменение средних абсолютных значений деформаций сжатия одноконсольных образцов в зависимости от относительных значений кратковременной разрушающей нагрузки сжатия, приложенной с эксцентриситетом $E = 12$ см, полученных соответственно с четырёх образцов с коррозионными продольными трещинами, и с трёх образцов без них.

Условные обозначения: \blacksquare , \square – соответственно экспериментальные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам, с коррозионными продольными трещинами, с функциональной зависимостью $f\delta_{12}^k = 2575 \cdot n - 383$; \bullet , \circ – соответственно экспериментальные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам без коррозионных продольных трещин, с функциональной зависимостью $f\delta_{12} = 3316 \cdot n - 66$

сжимающей нагрузке с $E = 0$ см в случае принятия значения 85,3 % за единицу вышеуказанные величины выражения $(\delta/\delta^k) \cdot 100$ для эксцентриситетов $E = 4$ см, $E = 8$ см и $E = 12$ см увеличивается соответственно в 1,20; 1,29 и 1,74 раза.

Анализ сопоставления отношений абсолютных деформаций одноконсольных образцов, как коррозионными продольными трещинами, так и без них, нагруженных с эксцентриситетами $E = 4$ см, $E = 8$ см и $E = 12$ см, к отношениям абсолютных деформаций бесконсольных призматических образцов, как с коррозионными продольными трещинами, так и без них, нагруженных центрально приложенной сжимающей нагрузкой с эксцентриситетом $E = 0$ см, показывает более значительные количественные величины этих соотношений для образцов без коррозионных продольных трещин с максимальной величиной различия этих соотношений более 30 % (рис. 7). Это характеризует о более высоком влиянии увеличивающихся значений эксцентриситета на рост деформативности образцов с коррозионными продольными трещинами по отношению к образцам без них.

Расчётные значения в микронах по функциональным зависимостям для абсолютных и относительных деформаций бесконсольных призматических и одноконсольных образцов, как имеющих, так и не имеющих коррозионные продольные трещины, нагруженных кратковременной сжимающей нагрузкой, с учётом величины эксцентриситета и относительных значений разрушающей сжимающей нагрузки

Функциональные зависимости для абсолютных и относительных деформаций	Относительные значения разрушающей сжимающей нагрузки $n = P/P_{разр}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\delta_0 = 3510 \cdot n$	351	702	1053	1404	1755	2106	2457	2808	3159	3510
$\delta_0^k = 4114 \cdot n$	411	823	1234	1646	2057	2468	2880	3291	3703	4114
$(\delta/\delta_0^k) \cdot 100, \%$	85,4	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3
$\delta_4 = 2482 \cdot n$	248	496	745	993	1241	1489	1737	1986	2233	2482
$\delta_4^k = 2416 \cdot n$	242	483	725	966	1208	1450	1691	1933	2174	2416
$(\delta_4/\delta_4^k) \cdot 100, \%$	102,5	102,7	102,8	102,8	102,7	102,7	102,7	102,7	102,7	102,7
$\delta_8 = 2890 \cdot n - 202$	87	376	665	954	1243	1532	1821	2110	2399	2688
$\delta_8^k = 2644 \cdot n - 264$	0,4	265	529	794	1058	1322	1587	1851	2116	2380
$(\delta_8/\delta_8^k) \cdot 100, \%$	217,5	141,9	125,8	120,2	117,5	115,9	114,7	114,0	113,4	112,9
$\delta_{12} = 3316 \cdot n - 66$	266	597	929	1260	1592	1924	2255	2587	2918	3250
$\delta_{12}^k = 2575 \cdot n - 383$	123	132	390	647	905	1162	1420	1677	1935	2192
$(\delta_{12}/\delta_{12}^k) \cdot 100, \%$	216,3	452,3	238,2	194,7	175,9	165,6	158,8	154,3	150,8	148,3
$(\delta_4^k/\delta_0^k) \cdot 100, \%$	58,9	58,7	58,8	58,7	58,7	58,8	58,7	58,7	58,7	58,7
$(\delta_8^k/\delta_0^k) \cdot 100, \%$	0,1	32,2	42,9	48,2	51,4	53,6	55,1	56,2	57,1	58,9
$(\delta_{12}^k/\delta_0^k) \cdot 100, \%$	30,0	16,0	31,6	39,3	44,0	47,1	49,3	51,0	52,3	53,3
$(\delta_4/\delta_0) \cdot 100, \%$	70,7	70,7	70,8	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7
$(\delta_8/\delta_0) \cdot 100, \%$	24,8	53,6	63,2	68,0	70,8	72,7	74,1	75,1	75,9	76,6
$(\delta_{12}/\delta_0) \cdot 100, \%$	75,8	85,0	88,2	89,7	90,7	91,3	91,8	92,1	92,4	92,6

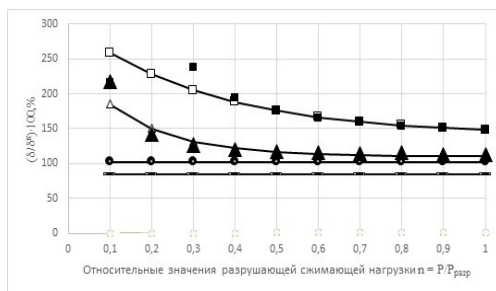


Рис. 5. Изменение относительных значений абсолютных деформаций бесконсольных призматических и одноконсольных образцов, в зависимости от относительных значений разрушающей кратковременной нагрузки сжатия, приложенной соответственно с эксцентриситетами $e = 0$ см, $e = 4$ см, $e = 8$ см и $e = 12$ см, полученных как на образцах с коррозионными продольными трещинами, так и без них.

Условные обозначения: \blacksquare , \square – соответственно табличные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам как не имеющим, так и имеющим коррозионные продольные трещины, загруженные центрально приложенной сжимающей нагрузкой с эксцентриситетом $e = 0$ см,

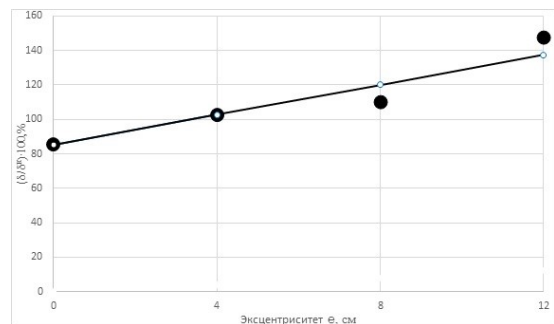


Рис. 6. Изменение относительных абсолютных деформаций бесконсольных призматических и одноконсольных образцов, соответственно не имеющих и имеющих коррозионные продольные трещины, в зависимости от значения эксцентриситета при относительном значении разрушающей сжимающей нагрузки $P/P_{разр} = 1$.

Условные обозначения: \bullet , \circ – соответственно данные с рис.5 и расчётные результаты по полученной функциональной зависимости $f(\delta/\delta^k) \cdot 100 = 85,3 + 4,35 \cdot e$

с функциональной зависимостью $f(\delta_0 / \delta_0^k) \cdot 100 = 85,3$; ●, ○ – соответственно табличные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам как не имеющим так и имеющим коррозионные продольные трещины, загруженные с эксцентриситетом $e = 4$ см, с функциональной зависимостью $f(\delta_4 / \delta_4^k) \cdot 100 = 102,7$; ▲, △ – соответственно табличные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам как не имеющим, так и имеющим коррозионные продольные трещины, загруженные с эксцентриситетом $e = 8$ см, с функциональной зависимостью $f(\delta_8 / \delta_8^k) \cdot 100 = 110 + 140 \cdot e^{-6,2 \cdot n}$; ■, □ – соответственно табличные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам как не имеющим, так и имеющим коррозионные продольные трещины, загруженные с эксцентриситетом $e = 12$ см, с функциональной зависимостью $f(\delta_{12} / \delta_{12}^k) \cdot 100 = 140 + 160 \cdot e^{-3 \cdot n}$

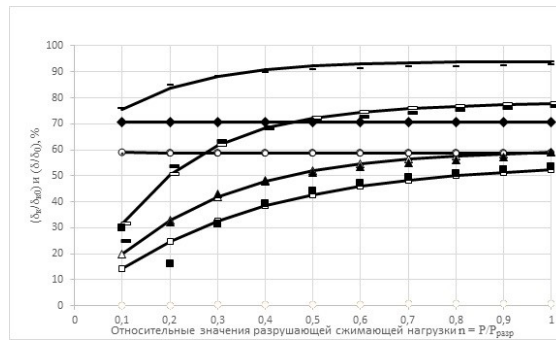


Рис. 7. Относительные значения абсолютных деформаций одноконсольных железобетонных образцов по отношению к бесконсольным призматическим образцам, загруженных с эксцентриситетом $e = 0$ см, в зависимости от относительных значений разрушающей кратковременной нагрузки сжатия, приложенной соответственно с эксцентриситетами $e = 0$ см, $e = 4$ см, $e = 8$ см и $e = 12$ см, полученных на опытных конструкциях, как с коррозионными продольными трещинами, так и без них.

Условные обозначения: ●, ○ – соответственно табличные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам с коррозионными продольными трещинами, загруженных соответственно нагрузкой сжатия с эксцентриситетами $e = 4$ см и $e = 0$ см, с функциональной зависимостью $f(\delta_4^k / \delta_0^k) \cdot 100 = 58,7$; ▲, △ – соответственно табличные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам с коррозионными продольными трещинами, загруженных соответственно нагрузкой сжатия с эксцентриситетами $e = 8$ см и $e = 0$ см, с функциональной зависимостью $f(\delta_8^k / \delta_0^k) \cdot 100 = 60 - 60 \cdot e^{-4 \cdot n}$; ■, □ – соответственно табличные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам с коррозионными продольными трещинами, загруженных соответственно нагрузкой сжатия с эксцентриситетами $e = 12$ см и $e = 0$ см, с функциональной зависимостью $f(\delta_{12}^k / \delta_0^k) \cdot 100 = 55 - 55 \cdot e^{-3 \cdot n}$; ◆, ◇ – соответственно табличные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам без коррозионных продольных трещин, загруженных соответственно нагрузкой сжатия с эксцентриситетами $e = 4$ см и $e = 0$ см, с функциональной зависимостью $f(\delta_4 / \delta_0) \cdot 100 = 70,7$; —, □ – соответственно табличные и расчётные по полученной функциональной зависимости данные, относящиеся к образцам без коррозионных продольных трещин, загруженных соответственно нагрузкой сжатия с эксцентриситетами $e = 8$ см и $e = 0$ см, с функциональной зависимостью $f(\delta_8 / \delta_0) \cdot 100 = 78 - 78 \cdot e^{-5,2 \cdot n}$; - - относится к образцам без коррозионных продольных трещин, загруженных соответственно нагрузкой сжатия с эксцентриситетами $e = 12$ см и $e = 0$ см, с функциональной зависимостью $f(\delta_{12} / \delta_0) \cdot 100 = 94 - 34 \cdot e^{-6 \cdot n}$

Заключение

С использованием разработанной методики исследования конструктивной целостности несущих железобетонных элементов и их работоспособной деформативности при воздействии сжимающей нагрузки проведены длительный натурный и кратковременный лабораторный эксперименты на прямых моделях железобетонных конструкций, содержащих агрессивную

добавку по отношению к арматуре в виде хлорида – натрия. Результатами экспериментальных исследований являются следующие основные выводы:

1) получены линейные функциональные зависимости геометрических параметров коррозионных продольных трещин во времени, свидетельствующие о не затухании коррозион-

ного процесса на арматуре в коррозионных продольных трещинах;

2) в связи с неоднозначными величинами кратковременной разрушающей сжимающей нагрузки как для образцов с коррозионными продольными трещинами, так и без них, с учётом наличия эксцентриситетов с различной величиной, анализ абсолютных деформаций опытных образцов проведён при относительных значениях нагрузки по отношению к разрушающей сжимающей нагрузке;

3) в отличие от центрального сжатия при внецентренном сжатии линейные абсолютные деформации оказываются выше у образцов без коррозионных продольных трещин, имеющих тенденцию повышения этого количественного показателя при увеличении эксцентриситета;

4) относительные значения абсолютных деформаций δ/δ^k бесконсольных призматических и одноконсольных образцов возрастают при увеличении эксцентриситета;

5) установлена линейная функциональная зависимость влияния эксцентриситета на изменение относительных значений абсолютных деформаций δ/δ^k бесконсольных призматических и одноконсольных образцов;

6) количественное сопоставление отношений абсолютных деформаций одноконсольных образцов как с коррозионными продольными трещинами, так и без них, нагруженных внецентренной сжимающей нагрузкой, к отношениям абсолютных деформаций бесконсольных призматических колонн как с коррозионными продольными трещинами, так и без них, нагруженных центрально приложенной сжимающей нагрузкой, показывает рост влияния увеличивающихся значений эксцентриситета на повышение деформативности образцов с коррозионными продольными трещинами по отношению к образцам без них.

Список литературы

1. Shamshina K V, Migunov V N, Ovchinnikov I G. Here influence of corrosion longitudinal cracks on rigidity and strength of reinforced concrete structures. // IOP Conference series: Materials Science and Engineering (MSE). This content was downloaded from IP address 95.152.62.99 on 24/12/2018 at 14:36 (Scopus). pp 1-7.
2. Исследование аспектов хлоридной коррозии железобетонных конструкций / Смоляго Г.А [и др.] // Вестник БГТУ им. Шухова. 2014. №2. С. 22-24.
3. Маринин А.Н., Гарибов Р.Б., Овчинников И.Г. Сопротивление железобетонных конструкций воздействию хлоридной коррозии и карбонизации. Саратов: ИЦ «Рата», 2008. 259 с.
4. Скоробогатов С.М. Катастрофы и живучесть железобетонных сооружений (классификация и элементы теории). Екатеринбург: УрГУПС, 2009. 485 с.
5. Шамшина К.В. Влияние коррозионных продольных трещин на деформационные и прочностные свойства железобетонных конструкций: научно-квалификационная работа (диссертация): Пенза, ПГУАС, 2019. 145 с.
6. Мигунов В.Н. Длительные экспериментальные исследования моделей железобетонных конструкций с трещинами в агрессивной хлоридсодержащей среде: монография. Пенза: Изд-во ПГУАС, 2016. 404 с.
7. Васильев А.И. Оценка коррозионного износа рабочей арматуры в балках пролётных строений автодорожных мостов // Бетон и железобетон. 2000. №2. С. 20-23.
8. Сидоров А.В. О физической сущности масштабных коэффициентов при моделировании железобетонных конструкций // Строительство и архитектура серии Известия Вузов. 1990. №6. С. 3-6.
9. Мигунов В.Н. Экспериментально-теоретическое исследование коррозии и долговечности железобетонных конструкций с трещинами. Часть 2: монография. Пенза: Изд-во ПГУАС, 2013. 304 с.

© К. В. Шамшина

Ссылка для цитирования:

К. В. Шамшина. Результаты экспериментальных исследований деформационных свойств сжимаемых железобетонных конструкций с коррозионными продольными трещинами в защитном слое бетона // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 1 (31). С. 26–33.

УДК 340.691

ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

С. Ю. Калашников, Е. В. Гурова, Р. Х. Курамышин

Институт архитектуры и строительства

Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград, Россия

В статье изучены вопросы употребления терминов «объект капитального строительства» и «объект недвижимого имущества» при проведении строительно - технических экспертиз с учетом наличия межотраслевых связей в механизме правового регулирования оборота недвижимости. Рассмотрена их взаимосвязь, обращено внимание на интерпретацию толкования при их использовании. Исследованы особенности применения понятия «специальных знаний» с точки зрения профессиональных знаний эксперта или специалиста, проводящего судебную строительно-техническую экспертизу. Приведены примеры противоположных по смыслу судебных решений. Сделан вывод о необходимости внесения дополнений в за-