

6. Металлические конструкции. Общий курс. / Г.С. Ведеников, Е.И. Беленя, В.С. Игнатъева. М. Стройиздат, 1998. - 760с.
7. Методика обследования технического состояния промышленных дымовых и вентиляционных труб. Стандарт саморегулирующей организации. / СТО СРО ЭТМП 03-2016. М., - Энерготеплометаллургпроект. - 2016. – 86с.
8. Надежность и жизнеспособность металлических дымовых труб компрессорных станций магистрального газопровода «Кременчуг-Ананьев-Черновцы-Богородчаны» после длительного срока эксплуатации. / Яровой С.Н., Горовый А.И. М.: - МГСУ. 2013. - С.251-256.
9. Промышленные дымовые и вентиляционные трубы. Справочник проектировщика. / Ф.П. Дужих, В.П. Осоловский, М.Г. Ладыгичев. М.: Теплотехник. 2004. – 233с.
10. Эксплуатационная пригодность металлических дымовых труб печей трубопрокатного цеха №1 ОАО «Тагмет» после длительного срока эксплуатации / И.И.Ведяков, М.И. Гукова, С.Н. Яровой // Строительная механика и расчет сооружений. Научно-технический журнал. №2. М.: - ЦНИИСК им. Кучеренко, 2016. – С.7-12.
11. EN 1991-1-4. Eurocode 1: Action on structures – Part 1-4 General actions – Wind action. –Brussels: CEN, 2002.
12. Steel Structures Design. USA: New Publication. Williams A.2010.

Рецензент: д-р техн. наук М.Ю. Избаш

УДК 691.328.43: 691.175.3, 691:620.173.22/.24

Орешкин Д.А.,

ООО Технологическая группа «ЭКИПАЖ», г. Харьков

Бондаренко Ю.В., Спиранде К.В., Мольский М.М.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТОРКРЕТИРОВАНИЕМ БЕТОНОМ С КОМПОЗИТНЫМ АМИРОВАНИЕМ

Введение. Одним из путей создания эффективных несущих строительных конструкций повышенной долговечности, особенно при эксплуатации в агрессивной по отношению к стальной арматуре среде, является разработка бетонных конструкций, армированных композитной (неметаллической) арматурой [1], в том числе стеклокомпозитной.

Помимо коррозионной стойкости достоинствами стеклокомпозитной арматуры являются: высокая прочность при растяжении, низкий удельный вес (легче металлической в 3...4 раза), химическая и магнитная инертность, диэлектрические свойства, радиопрозрачность и низкий коэффициент теплопередачи.

Проблема восстановления эксплуатационных показателей существующих конструкций зданий и сооружений, в том

числе сетей водоотведения, эксплуатируемых в условиях воздействия агрессивных сред, решается различными технологическими и конструктивными методами [2]. В практике усиления конструкций, работающих в агрессивных средах, нашли применение торкретбетонные рубашки и обоймы, армированные стержнями, решетками и сетками из неметаллической композитной арматуры. Одним из производителей такой арматуры является ООО ТГ «ЭКИПАЖ» (г. Харьков), выпускающее стеклокомпозитную арматуру марки 05АКСП («условно-гладкая») по ТУ 25.2-21191464-02:2008 и др.

Использование композитной арматуры, в том числе изготовленных из неё конструкционных сеток и решеток для усиления железобетонных несущих и ограждающих элементов различного назначения исследуется и узаконено рядом

отечественных и зарубежных [3-5, 7-9] документов. В нашем государстве нормы проектирования конструкций с применением композитной арматурой регламентируются ДСТУ-Н [10] и находятся в стадии дальнейшего совершенствования. В настоящее время расчеты рекомендуется выполнять согласно действующим нормам расчета железобетонных конструкций [11, 12], заменяя стальную арматуру неметаллической с учетом линейной диаграммы работы и ее расчетной прочности. Специальных расчетных зависимостей нормами других стран, например, РФ не вводится [13].

Цель и задачи исследования. Целью данной работы являлось проведение сравнительных испытаний бетонных изгибаемых элементов, армированных соответственно стеклокомпозитной и металлической проволочной арматурой с анализом полученных данных. Результаты этих исследований использовались ООО ТГ «ЭКИПАЖ» при разработке технической документации на усиление эксплуатируемых в условиях воздействий агрессивных по отношению к стальной арматуре среде и повреждённых коррозией железобетонных конструкций шахты №10 канализационного туннельного коллектора 761-го микрорайона в г. Харькове.

Результаты исследования. Для указанных экспериментальных лабораторных исследований были изготовлены методом торкретирования следующие образцы (рис. 1):

- железобетонные плиты (серия ПЖБ), армированные стальными сетками из проволочной арматуры класса Вр-I диаметром 4,0 мм (в дальнейшем – плиты серии ПЖБ-1÷ПЖБ-2); композитобетонные плиты (серия ПКБ), армированные сетками из композитной полимерной арматуры марки 04 АКСП («условно-гладкая») по ТУ У 25.2–21191464–023:2008 номинальным диаметром 4,0 мм (в дальнейшем – плиты серии ПКБ-1÷ПКБ-2), поверхность композитных стержней была предварительно пропитана защитным кремнийорганическим составом торговой марки «Силол» (ТУ У В.2.7-24.1-

31911658.001-2002 Суміші «Силол». Технічні умови);

- железобетонные балки (серия БЖБ), армированные проволочной рифленой арматурой класса Вр-I диаметром 4,0 мм (в дальнейшем - балки серии БЖБ-1÷БЖБ-6); композитобетонные балки (серия БКБ), армированные стеклокомпозитной арматурой марки 04 АКСП («условно-гладкая») по ТУ У 25.2–21191464–023:2008 с аналогичной поверхностной пропиткой арматурных стержней сетки (в дальнейшем – балки серии БКБ-1 ÷ БКБ-6).



Рис. 1. Опытные образцы плит и балок

Опытные образцы плит были изготовлены из тяжелого бетона на мелком щебне методом торкретирования (рис. 2.).



Рис.2. Изготовление опытных образцов плит методом торкретирования

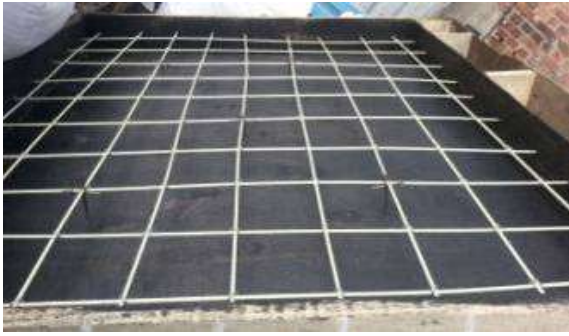


Рис.3. Установка армирующей сетки

В плитах серии ПЖБ использованы сварные сетки (контактная сварка) с рабочей арматурой в двух направлениях (100×100мм). В плитах серии ПКБ для армирования использованы сетки с одинаковым шагом арматуры в двух направлениях ~100мм. Соединение стержней арматуры между собой выполнено с помощью металлических серег. По высоте плиты сетки были уложены посередине сечения (рис. 3).

Изготовление опытных образцов балок серии БЖБ выполнялось по следующей технологии. Методом торкретирования изготавливалась железобетонная квадратная 1,0м×1,0м плита толщиной ~100 мм, армированная указанной стальной сварной плоской сеткой. После набора прочности и распалубки плита разрезалась на отдельные полосы – балки шириной 100 мм с одним продольным арматурным стержнем, расположенным в центре тяжести сечения балки (рис. 4). Полученные балки имели габаритные размеры: длина ~1000мм ± (1мм); высота ~100мм ± (от 91,3мм до 114,0мм); ширина ~100мм ± (от 94,5мм до 100,1мм).

Технология изготовления балок со стеклокомпозитной арматурой серии БКБ аналогична изготовлению образцов серии БЖБ.

Работы по определению деформативно-прочностных характеристик исследуемых образцов проводились в Испытательной лаборатории кафедры железобетонных и каменных конструкций ХНУСА на стандартном оборудовании.



Рис. 4. Разрезка плит на балки

Для испытания балок применялась гидравлическая универсальная машина УИМ-50 мощностью до 500 кН (50т) с маятниковым силоизмерителем (ГОСТ 8905). Передача сосредоточенного усилия от прессового оборудования на опытный образец осуществлялась через инвентарную распределительную стальную траверсу в двух точках в третях пролета балки (рис. 5). Для измерения прогибов использовались механические прогибомеры с проволочной связью ПАО-6 системы Аистова Н.Н. (модель VI). Точность измерения деформаций перемещения равна 0,01мм. По условиям испытания требовалось измерение перемещений балок вплоть до разрушения. Прогибомер был вынесен из плоскости конструкции и устанавливался сбоку от нее. Гибкая стальная нить, соединяющая конструкцию с прогибомером, пропусклась через металлический блок, укрепленный на траверсе испытательной машины. Величина осадки опор в балках фиксировалась индикаторами часового типа КИ с точностью измерения 0,01мм.

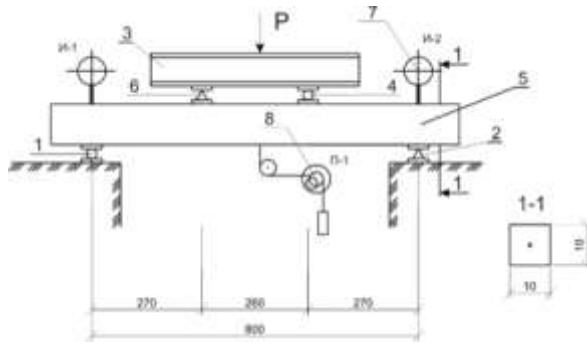


Рис.5. Схема испытания балки на двух опорах 1 - подвижная опора; 2- неподвижная опора; 3- распределительная балка; 4- подвижная опора распределительной балки; 5- испытываемая балка; 6- неподвижная опора; 7- индикаторы часового типа; 8- прогибомер ПАО-6

Опытные образцы балок испытывались однократной статической нагрузкой до физического разрушения. Перед началом испытаний балки были подвергнуты тщательному освидетельствованию (осмотру), которое заключалось в проверке геометрических размеров, а также в детальном осмотре поверхности образца с целью обнаружения возможных начальных дефектов. При осмотре поверхности выявлялись и фиксировались трещины, раковины, сколы бетона. Освидетельствование образца проводилось до его побелки. Загрузка балок производилась ступенями, не превышающими 5-10% от ожидаемой разрушающей нагрузки, составляющими 50 кгс. Нагрузка возрастала плавно, без рывков с постоянной скоростью. После приложения каждой ступени нагрузки производился осмотр поверхности образца, фиксировались появившиеся трещины, измерялись прогиб в середине пролета и осадка опор. Ширина раскрытия трещин фиксировалась в местах максимального раскрытия. Производилась фотофиксация трещин.

Общая длина l балок составила $\sim 1,0$ метр, расчетный пролет $l_0 = 800$ мм, проектная высота ~ 100 мм, проектная ширина ~ 100 мм. Образцы испытывались, как однопролетные свободно лежащие балки, загруженные в третях пролета двумя сосредоточенными силами F . Общая нагрузка P на балку, равная $2F$ фиксировалось по шкале силоизмерителя УИМ 50 (рис. 6).



Рис.6. Испытание опытных образцов балок при «чистом изгибе» на универсальной испытательной машине УИМ 50

При выбранной схеме загрузки балок, в средней трети пролета, усилия поперечной силы Q отсутствуют, а значения изгибающих моментов постоянны, что позволяет фиксировать напряженно-деформированное состояние в нормальных сечениях балок без влияния касательных напряжений, то есть наблюдать так называемый «чистый изгиб» (рис. 7).

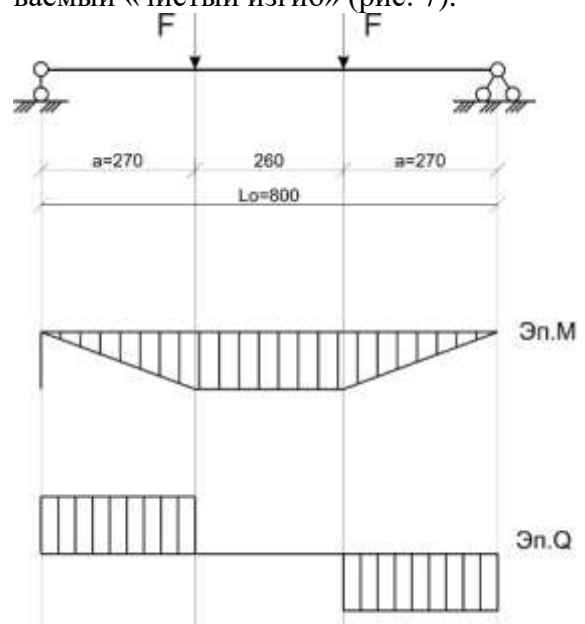


Рис.7. Расчетная схема и эпюры внутренних усилий в испытываемых балках

Сравнительные испытания эффективности работы на растяжение стальной и стеклокомпозитной арматур в изгибаемых железобетонных элементах при такой схеме загрузки с нашей точки зрения наиболее показательны.

Для испытания плит использовался металлический сборно-разборный стенд с гидравлическим домкратом и насосной

станцией. Стенд состоит из двух вертикальных стоек с анкерными траверсами, закрепленными на фундаментной железобетонной плите (силовом полу). К стойкам крепится поперечная траверса. Испытуемые плиты укладывались на специально изготовленную раму (опорный стол), обеспечивающий возможность опирания испытываемых конструкций и приложения к ним нагрузок по заданной схеме.

По условиям опирания плиты являлись свободно опертыми по контуру и имели систему шарнирных опор по периметру плит на верхней плоскости опорного стола. Опоры допускали вращение, исключая возникновение опорных моментов при загрузке плит. Конструктивно шарнирные опоры представляли собой свободно лежащие металлические круглые в поперечном сечении стержни диаметром 40мм и длиной ~104мм, на которые опирался испытуемый образец (рис. 8).

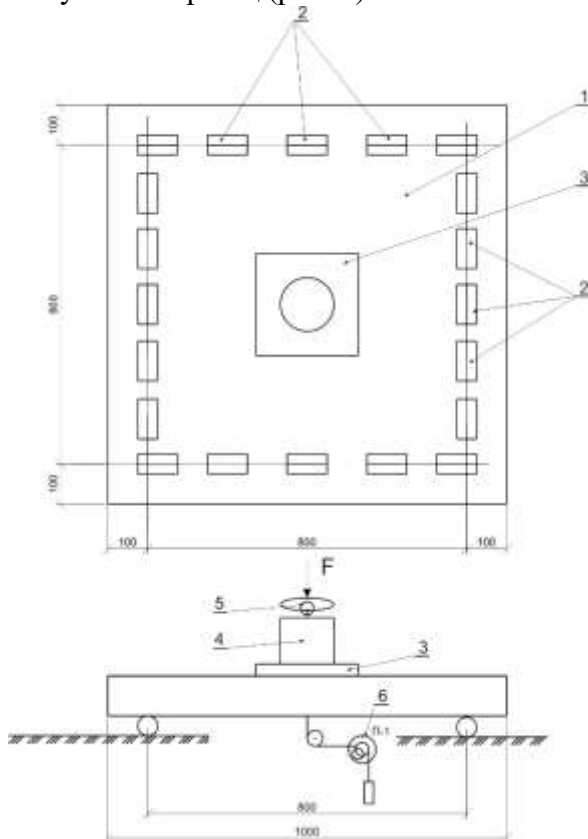


Рис.7. Схема испытания плит опертых по контуру

1 - испытуемая плита; 2 - цилиндрические катки; 3 - распределительная плита; 4 - гидравлический домкрат; 5 - ДОСМ -5 - образцовый динамометр; 6 - прогибомер ПАО-6

Загружение опытных образцов плит производилось с помощью гидравлического домкрата мощностью 100кН (10т) специально предназначенного для испытания конструкций. Подбор домкрата ДС-10 производился таким образом, чтобы контрольная нагрузка по прочности не превосходила 85% и была не ниже 20-25% мощности домкрата.

Усилия при статических испытаниях плит измерялись техническим манометром класса точности $\pm 2,5\%$, вмонтированного в систему насосной станции и контролировались образцовым динамометром ДОСМ-5 мощностью 50 КН (5,0т). Использование динамометра позволило контролировать нагрузку на каждом этапе загрузки с точностью до 3%. Для измерения прогибов использовались механические приборы (рис. 5-9) системы Аистова Н.Н. (модель VI).

Испытание плит производилось в горизонтальном положении загрузкой сверху. По условиям испытания плиты были оперты по четырем сторонам (опирание по контуру). Такая расчетная схема плит была принята для проведения сравнительных испытаний по согласованию с ООО ТГ «ЭКИПАЖ» (действительная схема работы плит в реальных условиях эксплуатации может отличаться от расчетной).

Схема опытного образца плиты с размещением загружающего устройства и контрольно-измерительных приборов приведена на рис. 9. Нагружение опытных образцов производилось ступенями по 250 кгс таким образом, чтобы можно было построить зависимости увеличения прогибов от нагрузки и установить момент появления первых трещин.



Рис.9. Испытание опытных образцов плит

Определение прочности бетона, изготовленного методом торкретирования, в каждой опытной балке определяли методами неразрушающего контроля по ГОСТ 22690 (метод упругого отскока) с применением склерометра типа «Оникс» (рис.10). Прочность бетона устанавливалась в трех зонах на боковой поверхности по длине балки – на двух приопорных участках и в средней части балки. В каждой из зон прочность бетона определялась у верхней и нижней грани балки.



Рис. 10 Определение прочности бетона в опытных образцах балок с помощью склерометра «Оникс»

Результаты испытаний балок серии БЖБ приведены в табл. 1, серии БКБ – в табл. 2 и на рис. 11, 12. Разрушение всех образцов произошло по нормальному сечению в зоне чистого изгиба вследствие разрыва арматуры (рис. 13). Следует отметить, что во всех испытанных образцах разрушения бетона в сжатой зоне не наблюдалось.

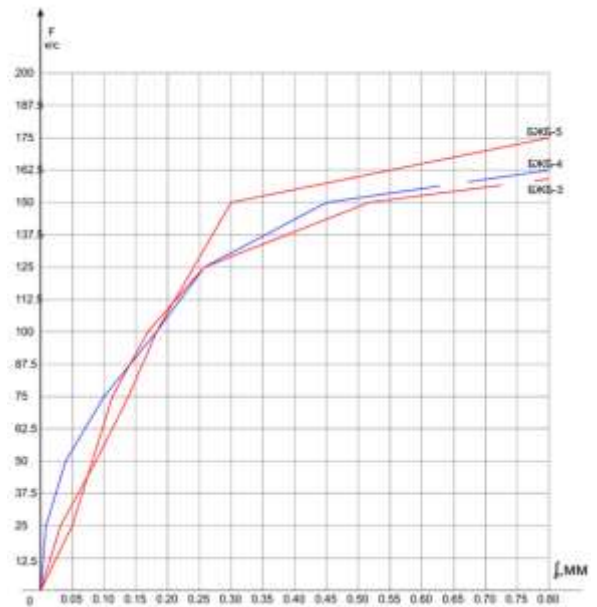


Рис.11. Графики развития прогибов балок серии БЖБ (графики БЖБ-1, БЖБ-2 и БЖБ-6 не показаны в силу «выброса» показаний прибором при испытании)

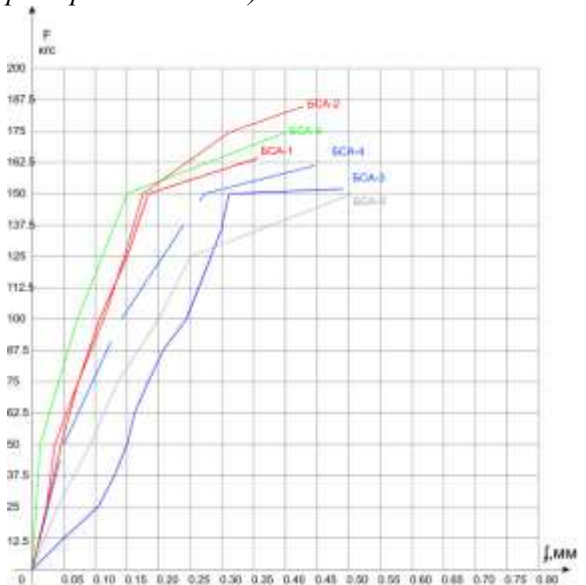


Рис. 12. Графики прогибов балок серии БКБ

Таблиця 1 - Результаты испытаний балок серии БЖБ

№ п/п	Шифр образца	Прочность бетона, МПа		Нагрузка F , кгс (кН)		Фактический изгибающий момент, кгс·см (кН·см)		Прогиб в момент образования трещины f , мм
		Верхняя зона	Нижняя зона	В момент образования трещины F_{crc}	В момент разрушения F_{uet}	Момент трещинообразования	Разрушающий момент	
1	БЖБ-1	37,1	39,8	60,0 (0,6)	140,0 (1,4)	1620,0 (16,2)	3780,0 (38,70)	0,45
2	БЖБ-2	35,4	33,5	100,0 (1,0)	162,5 (1,62)	2700,0 (27,0)	4387,5 (43,87)	1,62
3	БЖБ-3	34,0	28,4	150,0 (1,5)	160,0 (1,6)	4050,0 (40,50)	4320,0 (43,20)	0,52
4	БЖБ-4	41,6	39,7	150,0 (1,5)	165,0 (1,65)	4050,0 (40,50)	4455,0 (44,55)	0,45
5	БЖБ-5	41,7	37,6	175,0 (1,75)	180,0 (1,8)	4725,0 (47,25)	4860,0 (48,50)	0,79
6	БЖБ-6	41,5	41,9	50,0 (0,5)	160,0 (1,6)	1350,0 (13,50)	4320,0 (43,20)	0,55

Таблиця 2 - Результаты испытаний балок серии БКБ

№ п/п	Шифр образца	Прочность бетона, МПа		Нагрузка F , кгс(кН)		Фактический изгибающий момент, кгс см (кН см)		Прогиб в момент образования трещины f , мм
		Верхняя зона	Нижняя зона	В момент образования трещины F_{crc}	В момент разрушения F_{uet}	Момент трещинообразования	Разрушающий момент	
1	БКБ-1	42,8	30,7	165,0 (1,65)	235,0 (2,35)	4455,0 (44,55)	6345,0 (63,45)	0,36
2	БКБ-2	46,1	31,3	185,0 (1,85)	195,0 (1,95)	4995,0 (49,95)	5265,0 (52,65)	0,38
3	БКБ-3	41,1	32,9	155,0 (1,55)	200,0 (20,0)	4185,0 (41,85)	5400,0 (54,00)	0,53
4	БКБ-4	39,7	38,6	160,0 (1,6)	195,0 (1,95)	4320,0 (43,20)	5265,0 (52,65)	0,47
5	БКБ-5	42,6	27,2	175,0 (1,75)	185,0 (1,85)	4725,0 (47,25)	4995,0 (49,95)	0,40
6	БКБ-6	40,3	32,7	150,0 (1,5)	200,0 (2,00)	4050,0 (40,50)	5400,0 (54,00)	0,52



Рис. 13. Разрушение опытной балки по нормальному сечению в зоне «чистого изгиба»

Испытание плит на изгиб производилось статической нагрузкой вплоть до разрушения. Результаты испытаний плит серии ПЖБ приведены в табл. 3, серии ПКБ – в табл. 4 и на рис. 14, 15. Разрушение всех плит начиналось с образования трещин вдоль арматуры, которые к моменту

разрушения объединялись с диагональными (рис. 16).

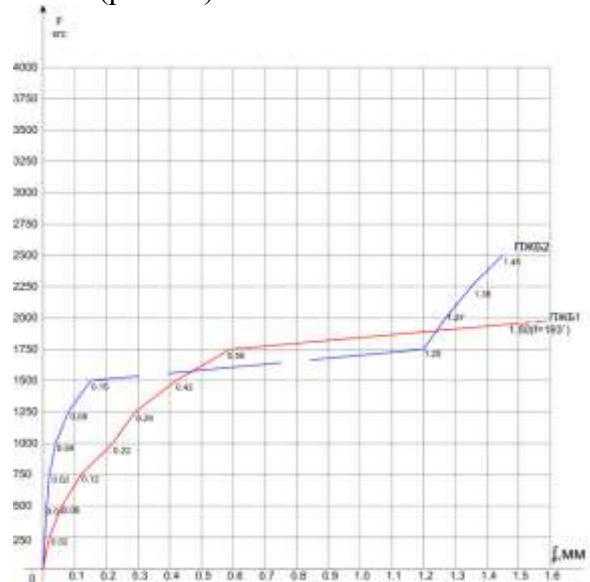


Рис. 14. Графики прогибов плит серии ПЖБ, опертых по контуру

Таблица 3 - Результаты испытания плит серий ПЖБ

№ п/п	Шифр образца	Прочность бетона, МПа		Нагрузка F , кгс(кН)		Прогиб плиты f , мм	
		Верхняя зона	Нижняя зона	В момент образования трещины	В момент разрушения F_{uet}	Момент трещинообразования	Разрушающий момент
1	ПЖБ-1	43,9	-	1930,0 (19,30)	2750,0 (27,50)	1,50	4,16 (при нагрузке 90,91% от F_{uet})
2	ПЖБ-2	49,3	22,6	1750,0 (17,50)	3500,0 (35,00)	8,92	8,92 (при нагрузке 92,85% от F_{uet})

Таблица 4 - Результаты испытания плит серий ПКБ

№п/п	Шифр образца	Прочность бетона, МПа		Нагрузка F , кгс(кН)		Прогиб плиты f , мм	
		Верхняя зона	Нижняя зона	В момент образования трещины	В момент разрушения F_{uet}	Момент трещинообразования	Разрушающий момент
1	ПКБ-1	47,0	-	2500,0 (25,00)	3500,0 (35,00)	0,98	10,89 (при нагрузке 92,85% от F_{uet})
2	ПКБ-2	38,5	29,2	2250,0 (22,5)	3800,0 (38,00)	0,49	3,79 (при нагрузке 98,68% от F_{uet})

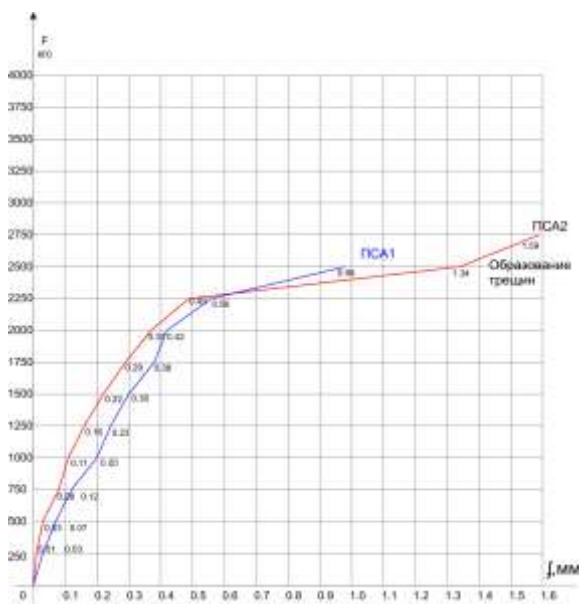


Рис. 15. Графики прогибов плит серии ПКБ, открытых по контуру

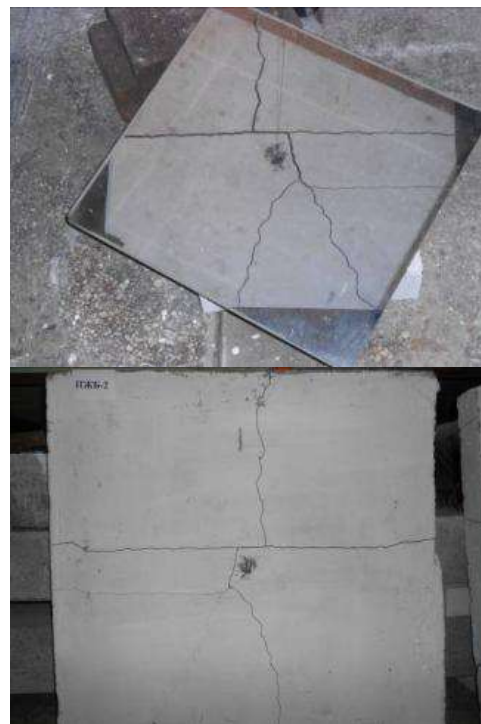


Рис. 16. Раскрытие трещин в плитах в процессе испытания

Во всех проведенных испытаниях балок серий БЖБ и БКБ отмечен общий характер разрушения путем разрыва арматуры в нормальном сечении. При этом после образования нормальных трещин наблюдалось существенное нарастание прогибов со скоростью, практически не позволяющей их фиксацию установленными приборами. Характерно, что в процессе испытаний не зафиксировано появления наклонных трещин, что можно объяснить относительно малой рабочей высотой сечений (расстояния между центром тяжести продольной арматуры и верхней сжатой гранью сечений) – около 50 мм при расчетном пролете 800 мм и достаточно высоком классе бетона (среднее значение кубиковой прочности - 37,7 МПа).

Из графика на рис. 17 следует, что прогибы балок со стеклокомпозитным армированием при одинаковой нагрузке существенно ниже, чем балок со стальной арматурой практически на всем диапазоне нагрузжений. Из графика следует, что нагрузка, при которой образовались трещины в образцах серии БКБ значительно выше (~ на 30%), чем соответствующая – для образцов серии БЖБ. При этом прогибы образцов серии БКБ были значительно меньшими величины прогибов образцов серии БЖБ (рис 18). Среднее значение нагрузки, при которой образовались трещины в балках серии БКБ – 165кгс (1,65 кН), в балках серии БЖБ – 115 кгс (1,15 кН). Средняя величина разрушающей нагрузки F для образцов серии БКБ - 201кгс (2,01 кН) и существенно выше, чем аналогичная величина для образцов серии БЖБ – 161 кгс (1,61кН).

Средняя величина нагрузки, при которой фиксировалось появление трещин в испытанных плитах серии ПКБ – 2375 кгс (23,75 кН), величина прогиба -0,49 мм, а серии ПЖБ – 1840 кгс (18,4 кН), величина прогиба – 5 мм. Величина разрушающей нагрузки для плит серии ПКБ – 3650кгс (36,5 кН), а серии ПЖБ – 3125 кгс (31,25 кН).

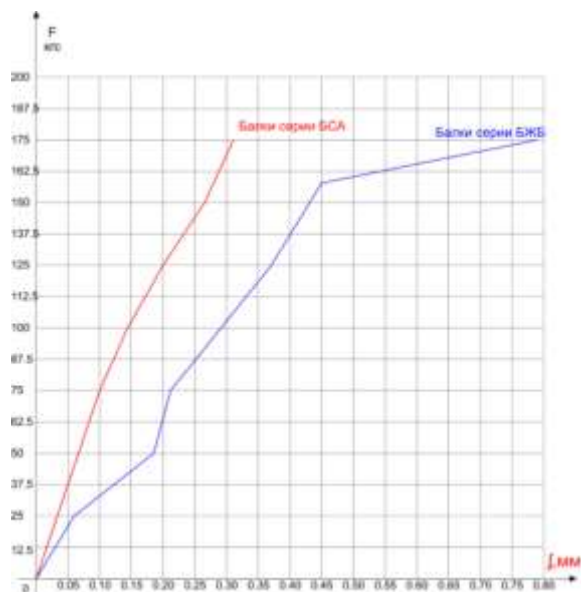


Рис.17. Графики усредненных значений прогибов балок серии БЖБ и БКБ

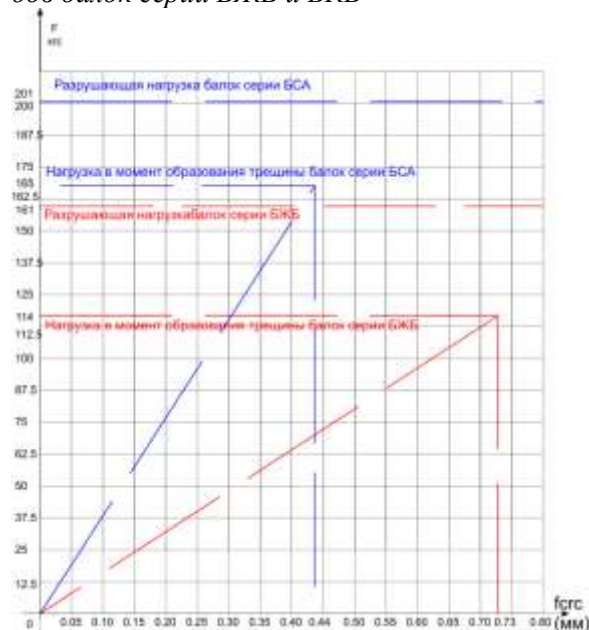


Рис.18. График прогибов, соответствующих образованию трещин в балках серий БЖБ и БКБ по усредненным данным

Результаты приведенных исследований были использованы при принятии решения применить (вместо сальных) композитные сетки 4СКС 100x100, 6000x2000 ТУ У В.2.7-25.2-21191464-025:2010 производства ООО ТГ «ЭКИПАЖ» с предварительной пропиткой защитным кремнийорганическим составом торговой марки «Силлол» при устройстве армирующей прослойки защитной торкретбетонной оболочки повреждённого коррозией бетона и стальной арматуры железобетонной шахты №10 канализационного туннельного коллектора 761-го микрорайона г.

Харькова в ноябре 2016 г., восстановив таким образом эксплуатационные характеристики сооружения (рис. 19). При этом была использована стандартная технология торкретирования поверхности крепи шахты толщиной 50-60 мм бетоном класса С12,5/15 на основе сульфатостойкостью цемента.



Рис.19. Усиление стены шахты №10 канализационного туннельного коллектора 761-го микрорайона в г. Харькове торкретбетонным покрытием армированным стеклокомпозитными сетками

Выводы

Анализ полученных результатов позволяет сделать заключение о возможности успешной замены стальных сеток на композитные для армирования бетонных конструкций торкретбетонных слоев и оболочек с позиций обеспеченности их несущей способности.

В результате экспериментальных исследований деформативно-прочностных

характеристик бетонных балок и плит, изготовленных методом торкретирования, установлено, что прочность и жесткость бетонных балок и плит, армированных сетками из стеклокомпозитной арматуры при принятых коэффициентах армирования, характерных для конструкций армобетонных рубашек усиления, существенно (на треть) выше, показателей аналогичных образцов, армированных сетками из стальной арматуры.

При этом следует отметить, что полученные результаты необходимо рассматривать как качественную оценку эффективности замены стальной арматуры на композитную. Для получения более точных данных, с расчётом количества композитной арматуры для замены стальной при эквивалентной прочности с оценкой такой замены с учётом начальных затрат и долговечности нормальной эксплуатации конструкции в агрессивных средах, требуется проведение дальнейших экспериментально - теоретических исследований.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения композитных арматуры и сеток в торкретбетонных слоях и оболочках для усиливаемых и вновь возводимых конструкций, эксплуатируемых в агрессивных к стальной арматуре средах, что должно существенно повысить их надежность и долговечность, расширить сферу их применения.

Использование указанной композитной арматуры может быть особенно эффективным в сочетании со стойкими к агрессии бетонами (например, торкретирования бетоном на основе сульфатостойкого цемента, доменных шлаков и др.).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кузеванов Д. В. Научно-технический отчет «Конструкции с композитной неметаллической арматурой. Обзор и анализ зарубежных и отечественных нормативных документов», 2012г. [Электронный ресурс] // НИИЖБ им. А.А.Гвоздева Лаборатория №2 URL: <http://www.niizhb2.ru/Article/nka2012.pdf> . Дата обращения 15.04.2016.
2. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения.

- Монографія.- Харьков:Консум, 2008. - 400 с ілюстр.: 57. Цв. вкл. Библиогр.: 312.
3. Методические рекомендации по применению конструкционных композитных сеток и решеток вместо стальных при их использовании для укрепления сводов тоннелей и подпорных стен методом торкретирования. Отраслевой дорожный методический документ. ОДМ 218.2075-2016; Москва, 2016.
 4. ГОСТ 32492-2013 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения физико-механических характеристик. Введен 01.01.2015.
 5. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 . Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склорівінгу. Введено в дію 28.09.2012.
 6. ACI 440.1R-15. Guide for the design and construction of structural concrete reinforced with FRP Bars. ACI Committee 440, American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich. 2015. 83 p.
 7. CAN/CSA-S6-02. Design and construction of building components with fibereinforced polymers, CAN/CSA S806-02. Canadian Standards Association, Rexdale, Ontario, Canada, 2002. - 177 p.
 8. CNR-DT 203/2006. Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione e il Controllo di Strutture di Calcestruzzo armato con Barre di Materiale Composito Fibrorinforzato. Rome: CNR, 2007. - 42 p. (in Italian)
 9. Recommendation for Design and Construction of Concrete Structures Using Continuous Fiber Reinforcing Materials // Japan Society of Civil Engineers (JSCE). Concrete Engineering Series No. 23. - 1997. - 325 p.
 10. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 . Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склорівінгу. Введено в дію 28.09.2012.
 11. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Введено в дію 01.07.2011.
 12. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. Введено в дію 01.06.2011.
 13. СТО 02495307-007-2012 Применение неметаллической композитной арматуры АСП и АБП в бетонных конструкциях.

Рецензент: д-р техн. наук С.Л. Фомін

УДК 69.059

Гапонова Л.В.,

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

Гребенчук С.С.,

ОАО «Строитель» г. Харьков

Константинов А.С.,

директор ООО «РАТЬ»

Чибаров Д.В.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ОБСЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ В ГОРОДЕ ХАРЬКОВЕ

Введение. Формирование городской среды не является делом одного столетия, это труд многих поколений. Каждое столетие оставляет свой отпечаток на городском облике, на особенностях стилевого решения зданий, наполняет новыми архитектурными шедеврами. Поэтому одной

из первейших задач, связанных с развитием городского пространства, является сохранение исторических улиц. Сегодня историческая среда требует максимально бережного к себе отношения, нельзя искажать ее чуждыми ей архитектурными элементами. Актуальность проблемы сохра-