

REINFORCEMENT OF REINFORCED CONCRETE BRIDGE BEAMS WITH HIGH-STRENGTH COMPOSITE MATERIALS

Ispandiyarova O.E. (Republic of Uzbekistan)

Email: Ispandiyarova455@scientifictext.ru

*Ispandiyarova O'g'loy Erkin qizi – Assistant,
DEPARTMENT CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES,
JIZZAKH POLYTECHNIC INSTITUTE, JIZZAK, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: *the article reflects the methodology, results and features of the studies carried out to assess the strength of reinforced concrete beams of rectangular cross-section in transverse bending. The technique of using high-strength polymer composites for strengthening reinforced concrete bending elements is shown. The characteristics of the tested samples, the test procedure are given, the influence of the main factors affecting the strength of the beams is shown. The experimental results show that the technology of using a bidirectional UPVM strip can be used to significantly increase the strength.*

Keywords: *strength, bending, polymer composite, beam, reinforced concrete, reinforcement, tension, rectangular beam, load-deflection, load-deformation.*

УСИЛЕНИЕ МОСТОВЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ВЫСОКОПРОЧНЫМИ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Испандиярова У.Э. (Республика Узбекистан)

*Испандиярова Углой Эркин кизи – ассистент,
кафедра строительства зданий и сооружений,
Джизакский политехнический институт, г. Джизак, Республика Узбекистан*

Аннотация: *в статье отражена методология, результаты и особенности проведенных исследований по оценке прочности железобетонных балок прямоугольного сечения при поперечном изгибе. Показана методика использования высокопрочных полимерных композитов для усиления железобетонных изгибаемых элементов. Приведена характеристика испытанных образцов, методика испытаний, показано влияние основных факторов, влияющих на прочность балок. Результаты эксперимента показывают, что технология использования двуправленной полосы УПВМ может использоваться для значительного увеличения прочности.*

Ключевые слова: *прочность, изгиб, полимерный композит, балка, железобетон, армирование, растяжение, прямоугольная балка, нагрузка-прогиб, нагрузка-деформация.*

Вопросы оценки технического состояния и усиления железобетонных мостов и сооружений являются основными при их эксплуатации, так как во многих из них при обследовании обнаруживаются серьезные повреждения от совместного действия эксплуатационных нагрузок и окружающей среды. Эти повреждения, накапливаясь и развиваясь со временем, снижают их несущую способность и могут привести к катастрофическим последствиям. Наиболее опасными дефектами являются сокращения площади сечения арматуры в результате её коррозии и трещины, развивающиеся в при опорных наклонных сечениях балочных пролетных строений мостов. Известны многие традиционные методы усиления в т. ч. распространенный метод усиления стенки балок стальными листами или усиление растянутой зоны с использованием стальных накладок и тяжей. Вместе с тем в последние годы наиболее эффективным методом усиления бетонных конструкций является использование углепластиковых волокнистых материалов (УПВМ), которые, отличаясь высокими прочностными и технологическими характеристиками, используются для внешнего усиления поврежденной зоны конструкций.

Целью наших исследований являлось изучение прочности и видов разрушения при срезе железобетонных прямоугольных балок, усиленных углепластиковыми полимерными волокнистыми материалами (УПВМ). Изучалась зависимость прочности от продольного армирования, отношения пролета среза к рабочей высоте, интервала и количества стальных хомутов, интервала полос УПВМ, количества и ориентации полос УПВМ.

Было изготовлено 18 балок длиной 2980 мм без внутренних хомутов, а также испытаны образцы подгруппы ВТ1, BS1 при двухточечном нагружении и сосредоточенной нагрузкой в центре до разрушения (балки подгруппы ВТ2, BS2). Главная серия В была сгруппирована в две группы ВТ и BS. Серия ВТ была подразделена на две подгруппы ВТ1 и ВТ2 с отношением пролета среза к рабочей высоте соответственно 2.5 и 4.0. Также была подразделена серия BS на две подгруппы BS1 и BS2. Серии ВТ и BS были армированы жесткой высокопрочной арматурой диаметром стержня соответственно 20 мм и 16 мм и процентом продольного армирования соответственно $\rho = 1.689\%$ и $\rho = 1.081\%$. В балках не было

предусмотрено поперечное армирование Средняя деформация стержня диаметром 16 мм при пределе текучести 311,22 МПа и диаметра 20 мм – 554,17 МПа.

В исследовании была использована двунаправленная ткань УПВМ (Sika 160С, 0/90 градус) в виде внешнего усиления системы, а также эпоксидная смола Sikadur-330. Листы волокна были приклеены эпоксидной смолой к поверхности бетона. Связующая прочность эпоксидной смолы 4 МПа, предел прочности 30 МПа, модуль упругости 3,80 МПа. УПВМ использовались в форме сухого двунаправленного рулонного листа толщиной 0,09 мм, шириной 600 мм и длиной 5м с ориентацией волокон под углом 0/90 градуса. Значения предела прочности листа УПВМ 3,80 МПа, модуля упругости 230,0 МПа были определены испытанием образцов при растяжении (спецификации Sika). Углеродистые ткани волокна были приклеены на поверхность бетона вручную. Поверхность образцов отшлифована механически, острые грани или углы конструкции были округлены с радиусом не менее 10 мм. Поверхность бетона была очищена продуванием и высушена. Все трещины, шириной раскрытия больше 0.25 мм и большие поры были заделаны эпоксидной смолой.

Оценка сопротивления балок при срезе проводилась в зависимости от процента продольного рабочего армирования – μ , отношения пролета среза к рабочей высоте сечения – a_v/h_o , интервала, количества и ориентации полос УПВМ (табл.1). Все образцы снабжались 120 мм полосой УПВМ наклеенной по нижней поверхности балки. На поверхности бетона наклеивались 10 тензодатчиков для измерения деформаций в арматуре и полосах УПВМ.

Таблица 1. Ведомость испытанных прямоугольных балок

Описание образцов	f_c (МПа)	a_v/d	Растянутая арматура (мм)	Полоса усиления УПВМ	
				Ширина-интервал (мм)	Ориентация (градус)
¹ BS1a	44.55	2.5	16 Ø	---	---
¹ BS1aa		2.5	16 Ø	---	---
² BS1-1		2.5	16 Ø	U-полоса 80 –150	0/90
² BS1-2		2.5	16 Ø	U-полоса 80 – 200	0/90
¹ BT1a		2.5	20 Ø	---	---
¹ BT1aa		2.5	20 Ø	---	---
² BT1-1		2.5	20 Ø	U-полоса 80 – 150	0/90
³ BT1-1I		2.5	20 Ø	U-полоса 80 – 150	0/90
³ BT1-2I		2.5	20 Ø	U-полоса 80 – 200	0/90
¹ BS2a		4.0	16 Ø	---	---
² BS2-1		4.0	16 Ø	U-полоса 80 – 200	0/90
² BS2-2		4.0	16 Ø	Наклонная полоса 80 – 150	45/135
³ BS2-2I		4.0	16 Ø	Наклонная полоса 80 – 150	45/135
³ BS2-1I		4.0	16 Ø	U-полоса 80 – 150	0/90
¹ BT2a		4.0	20 Ø	---	---
² BT2-1		4.0	20 Ø	U-полоса 80 – 150	0/90
² BT2-2		4.0	20 Ø	Наклонная полоса 80 – 150	45/135
² T2-2I		4.0	20 Ø	Наклонная полоса 80 – 150	45/135

¹– контрольные образцы; ²– преднаруженные/восстановленные образцы (усиленные образцы с повреждениями); ³– первоначально усиленные образцы (усиленные образцы без повреждений).

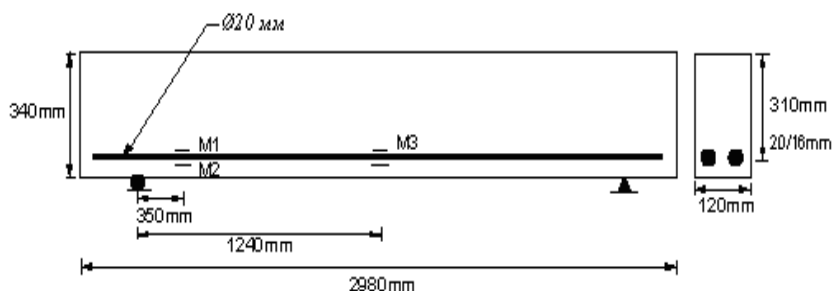


Рис. 1. Схема расположения внутренних датчиков на продольной арматуре

Из них четыре датчика напряжения были использованы для измерения деформаций продольной арматуры, а остальные шесть датчиков были приклеены на поверхности бетона и на полосу УПВМ. Кроме того, были также измерены деформации на поверхности бетона в пределах середины пролета прямоугольных балок с помощью шести реперов. Реперные точки L1, L2, L3, L4, L5 и L6 расположены

на расстоянии соответственно 10 мм, 40 мм, 73 мм, 135 мм, 220 мм и 310 мм от верхней поверхности балки.

Тензодатчики были приклеены на поверхности бетона и полос УПВП для измерения деформаций на поверхности, рис. 1. Подгруппы балок ВТ1, BS1 были подвергнуты четырехточечному изгибу с отношением пролета среза к рабочей высоте 2.5. Образцы были помещены должным образом на опорах с расчетным пролетом 2480 мм между точками опор. Образцы группы ВТ2, BS2 были загружены сосредоточенной нагрузкой в середине пролета с отношением пролета к рабочей высоте 4.0. Сосредоточенная нагрузка была приложена на расстоянии 1240 мм от левого и правого краев образцов. Схема усиления и ориентация полос УПВП, расположения датчиков на поверхности полосы УПВП и бетона, а также схема загрузки балок показаны на рис. 2.

Контрольная балка (ВТ1а) сначала загружали для развития предварительных трещин с разгрузкой до нуля, а затем загружали до разрушения. Однако, восстановленные или усиленные образцы (например, ВТ1-1, ВТ2-1) были подвергнуты загрузке для развития предварительных трещин и перезагружали для расширения этих трещин. Перезагрузка была подвергнуто до того же самого уровня, как первая загрузка. Далее образец был усилен или восстановлен с полосой УПВП. После применения полосы УПВП, образцы были загружены обычным нагружением до разрушения. Первоначально усиленные образцы (например, ВТ1-1), были усилены без предварительного нагружения и раскалывания. Эти образцы были загружены после усиления полосами УПВП до разрушения. Во время нагружения, поведение балки наблюдалось относительно первой трещины, образования критической трещины, нарушения сцепления или отделения тканей листов от поверхности бетона или разрыва волокна. Были измерены изменения деформаций в полосах УПВП и внутренних арматурных стержнях. Распространение трещин четко прослеживалось для каждого приращения нагрузки в течение всего испытания, рис. 2.



Рис. 2. Испытание экспериментальной прямоугольной балки при двухточечном изгибе

Результаты испытаний были представлены в виде зависимостей «нагрузка–прогиб» в середине пролета, «нагрузка–деформация» растянутых арматурных стержнях, стальных хомутах, в полосах УПВП и на поверхности бетона. Результаты эксперимента показывают, что технология использования двунаправленной полосы УПВП может использоваться для значительного увеличения прочности. Несущая способность балок подгрупп ВТ1, BS1, ВТ2 и BS2 различалась соответственно в пределах 40 % – 81%, 36% – 62%, 87% – 139% и 11% – 76%. В целом, прочность балок была больше на 11% – 139% по сравнению с контрольными.

Список литературы / References

1. *Ашрабов А.А.* Лёгкий бетон и железобетон для индустриального строительства. Ташкент. Изд-во “Мехнат”, 1988. 252 с.
2. *Sagatov B.U.* About transfer of effort through cracks in ferro-concrete elements // European science review, 2016. № 7-8. С. 220-221.
3. *Ашрабов А.А., Сагатов Б.У.* О передаче напряжений через трещины железобетонных элементах // Молодой ученый, 2016. № 7-2. С. 41-45.
4. *Асатов Н.А. и др.* Исследования влияния тепловой обработки бетона повышенной водонепроницаемости на его прочность // Молодой ученый, 2016. № 7-2. С. 34-37.
5. *Asatov N., Jurayev U., Sagatov B.* Strength of reinforced concrete beams hardened with high-strength polymers // "Problems of Architecture and Construction", 2019. Т. 2. № 2. С. 63-65.