

ах энергетических, материальных и финансовых ресурсов.

1. Шагин А.Л. Конструкции с локальным предварительным напряжением // Науч.-тракт. проблемы совр. железобетона. – К.: НИИСК, 1996. – С.193-196.

2. Шагин А.Л., Домбаев И.А., Платонова Е.Э. Конструкции сборно-монолитных перекрытий облегченного типа // Науковий вісник будівництва. Вип.8. – Харків: ХДГУБА, 1999. – С. 68-71.

Получено 04.09.2002

УДК 624.012

М.Ю.СМОЛЯНИНОВ

Харьковская государственная академия городского хозяйства

ВЛИЯНИЕ АКРИЛОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПРОЧНОСТЬ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Приводится методика и результаты экспериментальных исследований прочности и трещиностойкости обычных и упрочненных акриловым композитом железобетонных балок при кратковременном статическом нагружении. Установлено, что с увеличением толщины покрытия повышаются пределы прочности и трещиностойкости.

Наиболее эффективным и перспективным способом по восстановлению и повышению несущей способности элементов конструкций зданий и сооружений при их ремонте и реконструкции является использование акриловых полимеррастворов в качестве упрочняющих покрытий [1, 2]. Для усиления изгибаемых элементов полимерный упрочняющий слой может быть нанесен в виде обоймы (замкнутого слоя) по всей длине элемента, или, с целью экономии полимерраствора, только на поверхности бетона растянутой зоны. Очевидно, толщина наносимого на поверхности изгибаемого элемента слоя полимерраствора будет играть определяющую роль. Чем больше толщина слоя акрилового полимерраствора, тем ощутимее повышение несущей способности и трещиностойкости изгибаемых железобетонных элементов.

Целью испытаний обычных и упрочненных акриловым полимерраствором железобетонных балок кратковременной статической нагрузкой являлось экспериментальное определение влияния толщины слоя покрытия на его прочность и трещиностойкость.

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены железобетонные балки сечением 120x130 мм и длиной 200 ± 1 см из тяжелого бетона класса В30. Схема армирования приведена на рисунке.

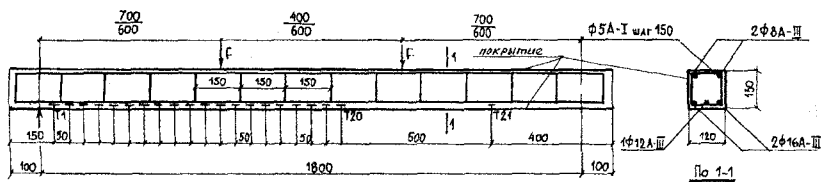


Схема загрузки и армирования железобетонных балок

Перед испытанием железобетонных балок производилось определение класса бетона и его призмочной прочности по стандартной методике. Класс бетона В30, а призмочная прочность $R_{pr} = 28,5$ МПа. Возраст бетона к моменту испытаний составил свыше 3-х месяцев. Для изменения деформаций растянутой арматуры в продольных стержнях диаметром 12 мм по всей длине в бороздках шириной 5 мм и глубиной 2,5 мм были наклеены тензорезисторы типа ПКБ-20-200, которые изолировали акриловым клеем от попадания влаги во время бетонирования. Для изменения деформаций сжатого и растянутого бетона, на каждую из четырех граней в середине пролета балок были наклеены тензорезисторы типа ПКБ-50-400. Затем на поверхности балок наносили упрочняющее покрытие из акрилового полимерраствора состава 100:100:150 масс-частей, имеющего высокие адгезионные и когезионные свойства [3]. После полимеризации упрочняющего покрытия в тех же местах, что и на бетоне, наклеивали тензорезисторы типа ПКБ-50-400 для измерения продольных деформаций покрытия (см. рисунок). Толщина слоев покрытия составила 3, 6 и 9 мм. Всего было подготовлено к испытаниям 12 опытных балок, три из которых не имели упрочняющего покрытия. Регистрация деформаций растянутой арматуры, растянутого и сжатого бетона и покрытия производилась методом электротезометрии. Измерение прогибов в середине пролета, под силами и осадка опор производилось с помощью индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм. Ширину раскрытия трещин измеряли с помощью МПБ-2 с 24-х кратным увеличением.

Вначале были испытаны три железобетонные балки, не имеющие упрочняющего покрытия, на изгиб кратковременной статической нагрузкой, а затем по три балки с толщиной покрытия 3, 6 и 9 мм соответственно. Испытания производили на гидравлическом прессе МУФ-20 со шкалой силоизмерителя 100 кН. Схема загрузки показана на рисунке. Нагрузка на балки прикладывалась равными ступенями по $F=2,5$ кН вплоть до разрушения. На каждой ступени производилась выдержка в течение 10-15 мин и в это время снимались все необходи-

мые замеры. Все три балки без упрочняющего покрытия разрушились по косому сечению. В бетоне всех трех балок первые волосные нормальные трещины возникли при $M=3$ кНм, т.е. при (0,17 ... 0,18) M_{\max} , а ширина их раскрытия составляла 0,01...0,03 мм. С увеличением нагрузки количество и ширина раскрытия нормальных трещин увеличивалась, а высота их развития достигла 70 мм (т.е. 0,5...0,6*h*). Ширина раскрытия нормальных трещин в зоне чистого изгиба к моменту разрушения достигала 0,2 мм, причем после возникновения косых трещин нормальные трещины практически не развивались по высоте и ширине.

После нагружения силой $2F=45$ кН количество косых трещин и ширина из раскрытия с увеличением нагрузки непрерывно увеличилась.

Результаты испытания трех железобетонных балок с упрочняющим покрытием толщиной слоя 3 мм показывают, что первые нормальные трещины в бетоне появились при $M=4,8$ кНм, а в покрытии они возникли только при $M=10,4...10,8$ кНм. Результаты испытаний обычных и упрочненных акриловым полимерраствором железобетонных балок приведены в таблице.

Прочностные и деформативные свойства обычных и упрочненных акриловым полимерраствором железобетонных балок

№ балок	Предельный изгибающий момент, M_{\max} , кНм	Предельная сила, F_{\max} , кН	Максимальная величина растягивающего напряжения в арматуре, МПа	Максимальные величины		Момент возникновения первых нормальных трещин, кНм	
				деформация сжатого бетона, $\varepsilon_{\max} \cdot 10^{-5}$	деформация растянутого бетона, $\varepsilon_{\max} \cdot 10^{-5}$	в бетоне, M_e	в покрытии, M_m
1	16,5	27,5	396,5	210	50	3,0	-
2	16,5	27,5	387,3	218	56	3,0	-
3	17,4	29,0	349,7	203	74	3,0	-
Толщина слоя упрочняющей обоймы 3 мм							
4	18,36	30,6	408,6	212	51	4,8	10,5
5	18,54	30,9	418,5	218	56	4,8	10,4
6	18,9	31,5	401,3	216	54	4,8	10,8
Толщина слоя упрочняющей обоймы 6 мм							
7	20,87	34,8	419,7	210	52	6,1	13,3
8	20,3	33,8	410,3	215	57	6,0	13,6
9	21,2	35,4	425,1	217	55	6,2	14,2
Толщина слоя упрочняющей обоймы 9 мм							
10	23,0	38,3	438,0	221	53	6,9	16,9
11	22,7	37,8	428,4	218	59	7,3	16,1
12	23,46	39,1	458,8	222	57	7,4	16,7

Анализ результатов опытов показывает, что слой акриловой композиции, нанесенный на железобетонную конструкцию повышает ее несущую способность, жесткость и трещиностойкость, воспринимая на себя часть усилий и изменяя напряженно-деформированное состояние бетона, увеличивает прочность поверхностных слоев бетона на растяжение и его предельную растяжимость.

Большое влияние на повышение предела прочности и трещиностойкости железобетонных балок оказывают внутренние воздействия - усадочные процессы происходящие при полимеризации покрытия. При этом необходимо помнить, что механизм протекания усадки в системе покрытия существенно отличается от усадки не связанной с покрываемой поверхностью адгезионными силами. В результате усадочных деформаций обойма покрытия находится в сложном напряженном состоянии. При этом опасными напряжениями являются не результирующие значения усадки, а составляющие, которые совпадают по направлению с нормальными напряжениями. Такие напряжения действуют в плоскости адгезионного слоя. Толщина наносимого на конструкции полимерного слоя определяется расчетом, при этом предполагается совместность деформаций.

При отверждении полимерраствора усадка обжимает поверхность конструкции. Кроме того, акриловое покрытие сдерживает появление трещин в бетоне под покрытием. Усадочные деформации, а следовательно, и вызванные ими усадочные напряжения в этом случае оказывают положительное действие, отдаляя момент появления трещин в бетоне и повышая несущую способность изгибаемых упрочненных акриловым полимерраствором элементов.

Анализ результатов экспериментальных исследований (см. таблицу) позволяет сделать вывод, что с увеличением толщины акрилового покрытия повышается несущая способность и трещиностойкость железобетонных изгибаемых элементов. Появление трещин в покрытии происходит значительно позже, чем в растянутом бетоне в связи с высокими когезионными и адгезионными свойствами акриловых композиций.

1.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Гарбуз А.О. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип. 54. – К.: НДБК, 2001. – С. 810-814.

2.Золотов М.С., Смолянинов М.Ю. Прочность и деформативность центрально сжатых, упрочненных акриловым композитом железобетонных элементов при динамических нагрузениях различной частоты // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вип. 39. – К.: Техніка, 2002. – С. 330-338.

3.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Гарбуз А.О. Ресурсосберегающий модифицированный акриловый клей с повышенной адгезионной прочностью и термостойкостью //

УДК 624.016 : 539.4.001.24

А.Л.ШАГИН, д-р техн. наук, М.Ю.ИЗБАШ, канд. техн. наук, Р.Н.ШЕМЕТ
Харьковский государственный технический университет
строительства и архитектуры

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛОКАЛЬНО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

На основе положений предельного равновесия разработана методика расчета прочности локально обжатых сталежелезобетонных изгибаемых элементов.

Рассматриваемый в статье новый тип несущих конструкций уже нашел применение на объектах Харькова. Так, подведение локально обжатых сталеторкретжелезобетонных изгибаемых элементов под существующее деревянное перекрытие было успешно реализовано при реконструкции помещений первого этажа здания по ул. Сумской, 6. Указанные элементы будут использованы при реконструкции жилого дома по ул.Полтавский шлях, 31. Вполне понятно, что их применение должно основываться на строгой расчетной оценке несущей способности. Строгость той или иной методики расчета строительных конструкций определяется в первую очередь степенью учета нелинейных диаграмм деформирования материалов, из которых они выполнены, действительных схем работы элементов под нагрузкой.

Локально обжатые сталежелезобетонные изгибаемые элементы состоят из железобетонной плиты, располагаемой в сжатой зоне, стальных двутавровых балок и приваренных к их стенкам с обеих сторон арматурных стержней (рис.1). Обжатие осуществляется оттягиванием арматурных стержней вниз силой F_{sp} и фиксации их положения приваркой упоров. В балке создается выгиб за счет воздействия напрягаемой арматуры на упоры F_{sp} и эксцентricности приложения усилия обжатия H_{sp} . Величина возникающего вследствие выгиба изгибающего момента, обратного по знаку изгибающему моменту, вызываемому эксплуатационной нагрузкой, соответствует

$$M_{sp} = \frac{F_{sp}l_{sp}}{4} + H_{sp}e_{sp}, \quad (1)$$

где l_{sp} – расстояние между точками закрепления напрягаемой арма-