

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 624-2/9

### УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНЕ СРЕЗА

*А.С. КОЛОДИНСКАЯ, М.А. МИХНО*

*(Представлено: канд. техн. наук Е.Д. ЛАЗОВСКИЙ)*

*Рассматривается усиление в зоне среза конструкции с увеличением её поперечного сечения путем устройства наращивания, железобетонных обойм, рубашек, а также с помощью наклейки высокопрочных фиброармированных пластиков и изменение расчетной схемы.*

Любая строительная конструкция имеет свойство изнашиваться. Обычно к усилению конструкции прибегают после повреждения, в результате которого снизилась ее несущая способность. Технологии усиления строительных конструкций можно поделить на три большие группы. Первый метод приводит к увеличению площади приложения сил, иными словами – к повышению площади поперечного сечения рабочей арматуры, второй, основан на применении высокопрочных материалов нового поколения. Так как усиление конструкции достаточно дорогое и трудоемкое мероприятие, то хорошей альтернативой в этом вопросе будет изменение расчетной схемы, т.е. возможность обеспечить дальнейшую надежную эксплуатацию строительных конструкций без усиления путем изменения условий их работы.

В каждом конкретном случае выбор метода усиления конструкции производится с учетом возможности достижения требуемого значения ее прочности, а также с учетом требований экономичности и технологичности. На выбор способа усиления железобетонных конструкций также влияют такие факторы, как агрессивность внешней среды, требуемая степень огнестойкости, возможность уменьшения габаритов помещения, необходимость остановки производства, унификация и требования экологии.

Для усиления железобетонных конструкций под нагрузкой применяют обоймы с однородным и двухрядным расположением арматуры и рубашки. При однорядном размещении дополнительная арматура может соединяться с основной сваркой либо без сварки при передаче воздействий через силы сцепления «старого» и «нового» бетонов. При усилении элементов большой несущей способности (больших размеров сечений) может применяться как однорядное, так и двухрядное расположение арматуры. В последнем случае устойчивость стержней обеспечивается либо установкой анкеров, заделываемых в тело усиливаемой конструкции, либо постановкой шпилек, соединяющих плоские каркасы в объемный каркас.

Конструкции рубашек представляют собой обетонки, не замкнутые с одной стороны. Они армируются продольной и поперечной арматурой, часть которой является рабочей, а часть ставится конструктивно (рис. 1, в, г). Поперечная арматура рубашек выполняется в виде отдельных стержней или открытых хомутов. Железобетонные рубашки должны покрывать всю арматуру и иметь надежное сцепление с ней, обволакивая ее. Если рубашки устанавливаются только на поврежденных участках усиливаемых элементов, то их необходимо распространять на неповрежденные части не менее длины анкеровки продольной арматуры рубашки, не менее пяти толщин стенок рубашки, не менее ширины грани или диаметра усиливаемого элемента и не менее 500 мм [1].

Обоймы (рис. 2, в) устраиваются замкнутыми, благодаря чему они охватывают усиливаемый элемент со всех граней. При происходящей усадке обоймы плотно зажимают элемент, увеличивая надежность связи, и работают с усиливаемой конструкцией как единое целое. Это свойство обойм очень ценно, так как даже при некачественном производстве работ гарантируется совместность работы обойм с усиленными или исправленными элементами конструкций.

Усиление наращиванием (рис. 1, д, е) заключается в том, что усиливаемая конструкция увеличивается по высоте или ширине (снизу, с боков или сверху усиливаемого элемента).

Для прикрепления дополнительной арматуры к существующему сечению элемента вскрывается защитный слой бетона вплоть до соответствующей арматуры конструкции, которая оголяется. К оголенной арматуре привариваются новые стержни добавочной арматуры посредством специальных отгибов или коротышей. Применение коротышей позволяет приварить новую арматуру непосредственно около существующей арматуры конструкции, создав зазор между ними в толщину коротыша. Совместная работа старого бетона и нового обеспечивается путём устройства в бетоне насечек, поперечных шпонок.

В случае необходимости значительного увеличения высоты наращивания применяются специальные приваренные отгибы, вертикальные и наклонные хомуты и крючки. Иногда отгибы устраиваются на концах самой добавочной арматуры. Таким образом, к оголенной существующей арматуре приваривается новая арматура, после чего устанавливаются соответствующие короба опалубки и производится бетонирование наращивания.

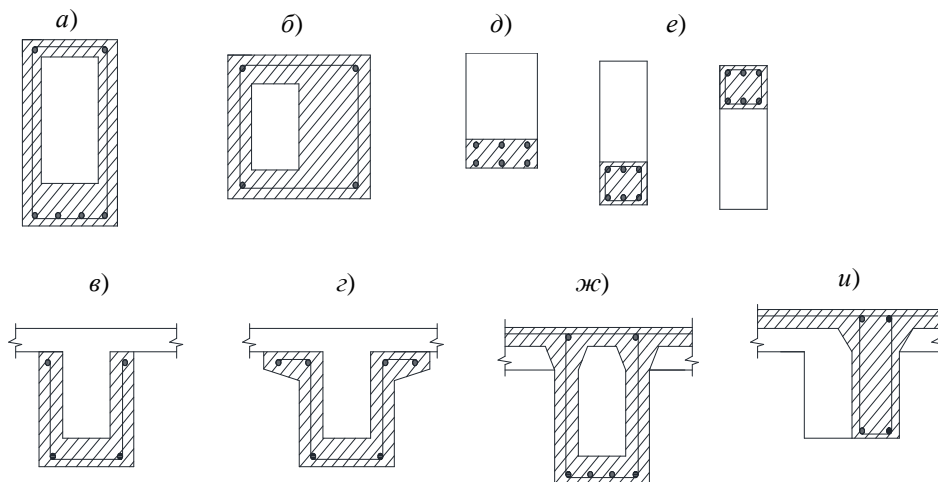


Рис. 1. Конструкции усиления путём обетонирования с добавочной арматурой:  
*a* – обойма; *б* – обойма с утолщённой одной стороной; *в*, *г* – трехсторонняя рубашка;  
*д* – одностороннее наращивание снизу; *е* – одностороннее наращивание сверху;  
*ж* – замкнутая обойма с одновременным усилением плиты;  
*и* – одностороннее боковое наращивание при одновременном усилении плиты перекрытия

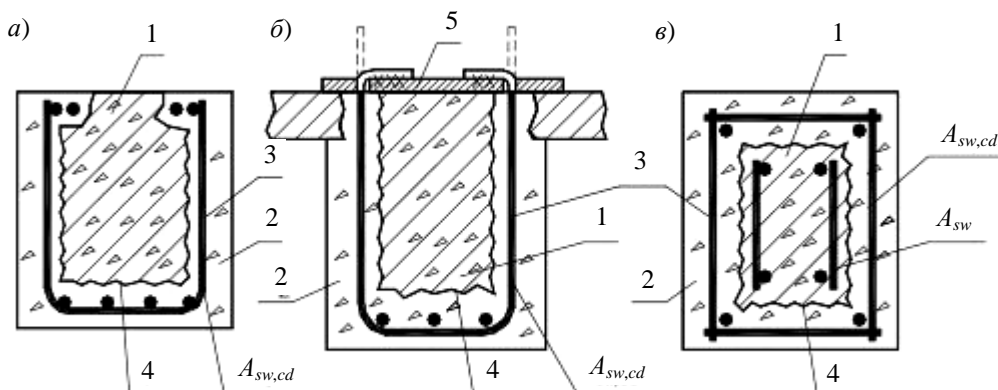


Рис. 2. Усиление зоны среза конструкций увеличением поперечного сечения:  
*a* – рубашкой при прямоугольном сечении; *б* – рубашкой при тавровом сечении; *в* – обоймой;  
1 – усиливаемая конструкция; 2 – монолитный бетон; 3 – дополнительная поперечная арматура;  
4 – насечка поверхности; 5 – анкерная пластина

Усиление железобетонных конструкций с помощью эффективной современной технологии – наклейки высокопрочных фиброармированных пластиков (далее – ФАП). Правильное использование этих материалов дает следующие значительные преимущества по сравнению с традиционными материалами и методами усиления:

- малый собственный вес элементов усиления;
- малые габаритные размеры и отсутствие выступающих частей;
- легкость транспортировки;
- высокие прочностные характеристики материалов;
- в сочетании с усиливаемой конструкцией хорошо воспринимают сейсмические воздействия, а также ударные и взрывные нагрузки;

- высокая стойкость к агрессивным воздействиям внешней среды;
- отсутствие коррозии;
- низкая энергоемкость и трудоемкость производства работ;
- проведение работ по усилению без перерыва движения по мостам;
- простота устройства пересечения ламелей и холстов;
- высокая степень выносливости материалов.

В большинстве случаев производство ремонтных работ с помощью углепластиков оказывается экономически более выгодным, по сравнению с традиционными способами, несмотря на высокую стоимость исходных материалов.

Наиболее часто технологии с использованием ФАП находят применение в следующих случаях:

- восстановление несущей способности элементов мостов и путепроводов при наличии дефектов, влияющих на грузоподъемность и долговечность сооружений (трещины, выщелачивание бетона, коррозия арматуры);
- повышение несущей способности и уменьшение прогибов элементов пролетных строений, требующих усиления в связи с увеличением временной нагрузки;
- для значительного увеличения сопротивления ударным и динамическим нагрузкам;
- сохранение несущей способности конструкций при изменении расчетных схем;
- повышение сейсмостойкости сооружений.

Наиболее распространенными формами применяемых для усиления композиционных материалов являются холсты различного плетения и полосы (ламинаты). Холсты представляют собой гибкую ткань с одно- или двунаправленным расположением волокон. При установке на конструкцию они утапливаются в полимерный слой – матрицу, обеспечивающую их плотное прилегание к усиливаемой конструкции. Такой способ применения композиционных материалов называется «по месту».

Полосы или ламинаты – это изготовленные в заводских условиях изделия из ФАП, непосредственно приклеиваемые на заранее подготовленную поверхность усиливаемой конструкции. Объемное содержание армирующих волокон в полимерной матрице колеблется от 25...35 % в холстах, до 50...70 % в ламинатах.

Холсты предназначены для усиления элементов конструкций, в которых возникают значительные по величине растягивающие и касательные напряжения от суммарных эксплуатационных нагрузок. Этот материал применяется при усилении опор и пролетных строений мостов, имеющих сложную конфигурацию или поперечное сечение (круг, тавровые и коробчатые сечения), где применение лент (ламинатов) затруднено.

Таким образом, каждая из рассмотренных технологий усиления имеет свои преимущества и недостатки. При выборе метода усиления конструкции в конкретных условиях необходимо учитывать приемлемость того или иного метода с точки зрения технического состояния усиливаемой конструкции, агрессивности, пожаро- и взрывоопасности среды, возможности достижения необходимой степени увеличения прочности, выполнения усиления без остановки производства, в минимальные сроки, с минимальным уменьшением габаритов помещения, технологичности и экономичности, эстетичности и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Железобетонные каркасы [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://beton-karkas.ru/index.php/2009-10-13-08-09-56/65-2009-09-29-09-17-50/98-2009-09-29-10-33-20>. – Дата доступа: 25.09.2015.
2. Усиление железобетонных конструкций: пособие П1-98 к СНиП 2.03.01-84\*. – Минск: Минстрой-архитектуры, 1998. – 189 с.
3. Лазовский, Д.Н. Проектирование реконструкции зданий и сооружений: учеб.-метод. компл. для студ. специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»: в 3 ч. / Д.Н. Лазовский; М-во образования Респ. Беларусь, Полоцк. гос. ун-т. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – Ч. 2: Оценка состояния и усиление строительных конструкций. – 335 с.
4. Пецольд, Т.М. Прочность изгибаемых железобетонных элементов, усиленных в зоне среза / Т.М. Пецольд, Е.Д. Лазовский // Проблемы современного бетона: материалы 3 междунар. симпоз.: в 2-х т. Т. 1. – Минск: Минскпроект, 2011. – С. 288–297.