

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 624.012.45

### РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ СОЕДИНЕНИЙ ПРОДОЛЬНОЙ И ПОПЕРЕЧНОЙ АРМАТУР, ИХ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

**А.С. КОРОТКИЙ, Д.Х. ФАРРАН**

*(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.И. КОЛТУНОВ)*

*В данной статье рассматривается вопрос о влиянии различных типов соединений поперечной и продольной арматур на прочность, жесткость и трещиностойкость изгибаемых железобетонных элементов по наклонным сечениям при действии поперечных сил.*

**Введение.** Обеспечение капитального строительства сведениями о требуемой прочности соединения продольной и поперечной арматуры в арматурных изделиях с нормируемой прочностью стыка дает решение задач, связанных с надежностью и экономичностью в производстве железобетона.

**Данные ранее проведенных экспериментов.** На основании предшествующих экспериментов сделан вывод, что факторы, оказывающие наибольшее влияние на несущую способность изгибаемых железобетонных элементов при действии поперечных сил, могут быть условно разделены на две основные группы:

1. Конструктивные свойства элементов;
2. Влияние внешних факторов (воздействий).

К конструктивным факторам элемента относятся прочность бетона, размеры и формы поперечного сечения, процент продольного и поперечного армирования, условия анкеровки арматуры, ее сцепление с бетоном и т.д. Вторая группа — это такие факторы, как условия опирания и схема загрузки элемента, режим и разновидность действия поперечной нагрузки и т.д.

В работе рассматривается влияние конструктивных факторов, а именно влияние различных типов соединения продольной и поперечной арматур.

К соединениям поперечных и продольных стержней в арматурных изделиях предъявляют различные требования [13]:

- гарантирующие равнопрочность (крестообразные соединения типов K1 и K2 должны обеспечивать восприятие арматурой сеток и каркасов напряжений не менее ее расчетных сопротивлений)
- ненормируемой прочности (применяются для обеспечения взаимного расположения стержней арматурных изделий в процессе их транспортирования, изготовления и бетонирования конструкций (при отсутствии указаний о нормируемой прочности этих соединений в рабочих чертежах изделий)

**Соединение поперечной и продольной арматур посредством сварки.** Точечная контактная сварка - сварочный процесс, при котором детали соединяются в одной или одновременно в нескольких точках. Прочность соединения определяется размером и структурой сварной точки, которые зависят от формы и размеров контактной поверхности электродов, силы сварочного тока, времени его протекания через заготовки и т.д. [1].

Основным видом арматурных изделий железобетонных конструкций являются перпендикулярно пересекающиеся поперечные и продольные стержни, которые образуют сетки и плоские каркасы. Для сварки таких арматурных элементов применяют контактную точечную сварку.

Контактная точечная сварка дает ряд преимуществ по сравнению с другими видами сварки: возможность повышения производительности труда благодаря более низкой трудоемкости при изготовлении арматурных каркасов и сеток по сравнению с электродуговой сваркой; небольшое потребление электроэнергии вследствие применения жестких режимов сварки с использованием тока большой плотности в течение очень малого отрезка времени; возможность механизации и автоматизации процесса; отсутствие расхода металла (в электродах) [17].

Сущность процесса точечной сварки состоит в следующем. От вторичного витка сварочного трансформатора через медные шины, хоботы, электрододержатели и электроды ток подводят к пересечению арматурных стержней, зажатых между электродами. Электроды имеют водяное охлаждение. Сопротивление в месте соприкосновения арматурных стержней во много раз превышает сопротивление остальных участков цепи, поэтому именно в этом месте интенсивно выделяется тепло, которое нагревает металл арматурных стержней до пластического состояния. Под действием усилия сжатия электродов происходит их сварка [17].

Чтобы получить сварные соединения требуемой прочности, необходимо выполнять сварку на определенных режимах. Режим сварки выбирают в зависимости от диаметра свариваемой арматуры и марки стали, из которой она изготовлена. Правильность выбора режима сварки проверяют контрольным испытанием прочности на срез сварных образцов арматуры. Если прочность сварных соединений из-за непровара окажется менее требуемой, то увеличивают плотность тока или время его протекания. Если прочность недостаточна из-за пережога, эти же показатели соответственно уменьшают [17].

Контактная точечная сварка обеспечивает крестовое соединение стержней, оси которых наиболее близки к одной плоскости, в связи с взаимной осадкой стержней. Вследствие этого уменьшаются эксцентриситеты, а, следовательно, и дополнительные изгибающие моменты, возникающие при работе сварного соединения на срез в процессе эксплуатации железобетонных элементов, армированных сварными сетками и каркасами, а также обеспечивается высокая прочность со стабильными показателями [18]. Крестообразные сварные соединения относятся к соединениям с нормируемой прочностью, а диапазон свариваемых толщин варьируется от нескольких миллиметров до 40 мм [2].

Арматуру класса S500 производят из сталей спокойных и полуспокойных марок с содержанием углерода до 0,24. Углерод, во многом, определяет свойства стали при ее обработке и сварке.

Плюсы контактно-точечной сварки:

1. Возможность повышения производительности труда благодаря более низкой трудоемкости при изготовлении арматурных каркасов и сеток по сравнению с электродуговой сваркой;
2. Небольшое потребление электроэнергии вследствие применения жестких режимов сварки с использованием тока большой плотности в течение очень малого отрезка времени;
3. Возможность механизации и автоматизации процесса; отсутствие расхода металла (в электродах).
4. Усадка дает крестовое соединение стержней, оси которых наиболее близки к одной плоскости. Вследствие этого уменьшаются эксцентриситеты, а, следовательно, и дополнительные изгибающие моменты, возникающие при работе сварного соединения на срез в процессе эксплуатации железобетонных элементов, армированных сварными сетками и каркасами, а также обеспечивается высокая прочность со стабильными показателями.

Минусы контактно-точечной сварки:

1. Наличие большого процентная содержания углерода в химическом составе арматурных изделий снижает их свойство свариваемости;
2. Коррозия арматурных изделий значительно уменьшает прочность стыка.
3. Для получения требуемой прочности стыка необходимо выполнять сварку на определенных режимах. Режим сварки выбирают в зависимости от диаметра свариваемой арматуры и марки стали, из которой она изготовлена.

**Соединение поперечной и продольной арматур посредством вязки при помощи проволоки.** При помощи арматуры, состоящей из металлических прутков, формируется силовой каркас, который по своей геометрии напоминает клетку. Такая армирующая клетка, как правило, состоит минимум из двух горизонтальных слоев, включающих в себя как горизонтальные, так и вертикальные перемычки.

Различные допуски по отклонению расположения продольной арматуры в поперечных хомутах и допуски отклонений геометрических размеров этих хомутов, в конечном итоге, дают деформативность готовых арматурных изделий. Примеры отклонений представлены на рисунке 1, 2.

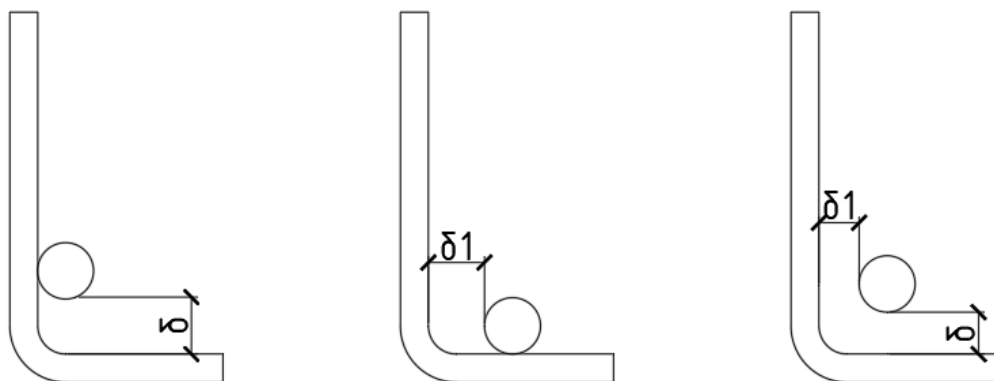


Рисунок 1. – Допуски по отклонению расположения продольной арматуры в поперечных хомутах

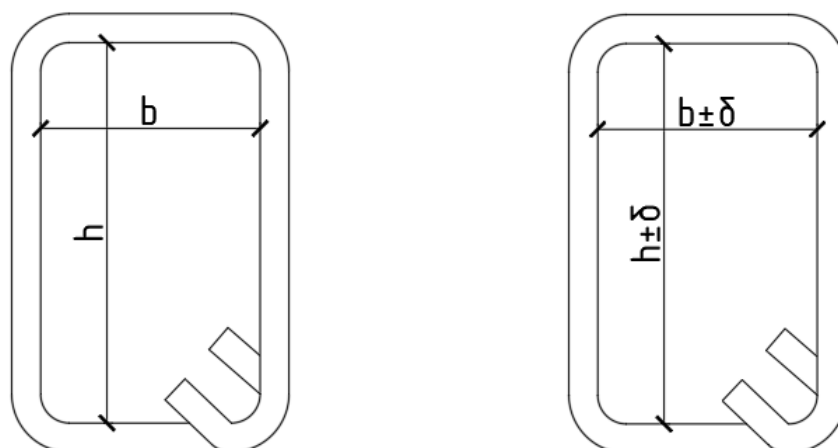


Рисунок 2. – Допуски по отклонению геометрических размеров хомутов

Для получения стыка с требуемой прочностью необходимо выполнить хомуты без отклонений геометрических размеров и расположить продольную арматуру

Соединение стержней между собой таким методом можно выполнять тремя способами:

1. Плоскогубцами;
2. Крючком;
3. Пистолетом.

Для вязки арматуры используют вязальную проволоку. Хомуты нужно выбирать в соответствии с ГОСТ «Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия». Материал должен пройти обработку обжигом, которая позволит увеличить гибкость и упростить работу по вязке каркаса из арматуры. При этом прочность хомутов для соединения не уменьшается, что позволяет не беспокоиться о надежности. При диаметре арматуры для фундамента не более 16 мм рекомендуется применять проволоку сечением 1,2-1,4 мм. Хомуты меньшего размера не смогут гарантировать прочность соединения, поэтому их складывают в несколько раз. При этом важно помнить, что чем толще проволока, тем сложнее ее будет изогнуть [13].

Плюсы соединений, выполненных посредством вязки при помощи проволоки:

1. Быстрота выполнения работ;
2. Вязка арматуры не требует профессиональных навыков;
3. Легко устранить недочеты;
4. Процесс армирования можно выполнять прямо в опалубке.

Минусы соединений, выполненных посредством вязки при помощи проволоки:

1. Деформативность готового арматурного изделия, что требует дополнительной его фиксации;
2. Жесткие требования по отклонениям при изготовлении поперечной арматуры в виде замкнутых хомутов.

**Выводы.** В представленной статье выявлены положительные и отрицательные стороны фиксации продольной и поперечной арматуры при помощи контактно-точечной сварки и с использованием вязальной проволоки.

Исследования в области железобетонных конструкций, которые разрушаются наклонным сечением все еще актуальны.

В соответствии с полученными данными нынешнее исследование ставит перед собой задачу изготовить и испытать изгибаемые железобетонные элементы, чтобы детально изучить влияния различных типов соединений поперечной и продольной арматур на прочность, жесткость и трещиностойкость.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Универсальная интернет-энциклопедия со свободным контентом Википедия [Электронный ресурс] /. – Режим доступа: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). – Дата доступа: 11.09.2019.
2. ГОСТ 14098-91. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. – М.:Стройиздат,1992. – 32с.

3. AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) (1994): "LRFD Bridge Design Specifications" 1<sup>st</sup> ed., Washington, D.C., 1091 pp.
4. ТКП EN 1992-1-1-2009\* (02250). Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий. – Введ. 2009-12-10. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2015. – 205 с.
5. ГОСТ 10922-90. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. - М.:Стройиздат, 1990. – 24 с.
6. Двоскина Л.Г., Кудзис А.П. применение метода планирования эксперимента при изучении влияния некоторых факторов на прочность железобетонных элементов в наклонном сечении. Железобетонные конструкции. Труды Вильнюсского инж. строит. ин-та. –Вильнюс, 1979.-№9.– 111–121 с.
7. Залесов А.С. Сопротивление железобетонных элементов при действии поперечных сил. Теории и новые методы расчета прочности. Автореф. дисс. ...докт.техн.наук:01.23.01/НИИЖБ.-М.1980.-46с.
8. Залесов А.С., Попов Г.И., Усенбаев Б.У. Расчет прочности приопорных участков балок на основе двухблочной модели// Бетон и железобетон. – 1986, №2 – 34–35 с.
9. Изотов Ю.Л. Прочность железобетонных балок. – Киев: Будзивельник, 1978. – 158 с.
10. Колтунов А.И. Прочность и трещиностойкость по наклонным сечениям изгибаемых железобетонных элементов с поперечной арматурой класса Ат600с. Дисс. канд. техн. наук, спец 5.23.01, ПГУ – Новополоцк, 1998 – 153 с.
11. Кочергин, К.А. Контактная сварка / К.А. Кочергин. – Ленинград: Машиностроение, 1987. – 240 с: ил.
12. Хуссам Сабри М.Х. Прочность, жесткость и трещиностойкость изгибаемых элементов с различными типами соединения продольной и поперечной арматуры. дис. маг. техн. наук. Новополоцк. -2019. – 39 с.
13. Соколов Б.С. Прочность и трещиностойкость железобетонных балок-стенок. Автореф. дисс. докт. техн. наук. –Ленинград, 1989.– 40 с.
14. Терин В.Д., Колтунов А.И., Соловьев Д.С. Применение арматуры класса Ат600С в качестве поперечной в изгибаемых железобетонных элементах. Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: Сб. научных статей. Под ред. Т.М. Пецольда. –Брест, 1997. – 142–145 с.
15. И.Г. Совалов, Я.Г. Могилевский, В.И. Остромогольский Бетонные и железобетонные работы Стройиздат, 1988. – 336 с.: ил.
16. И.И. Улицкий, С.А. Ривкин Железобетонные конструкции. Расчет и конструирование Рипол Классик, 1972 – 402 с.: ил.