

УДК 624.072

УСИЛЕНИЕ СТЕН ПРИ СОВМЕЩНОМ ДЕЙСТВИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СИЛ НА ОСНОВЕ КАРКАСНО-СТЕРЖНЕВОЙ МОДЕЛИ

Лаврова Ольга Владимировна,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Аннотация

В работе описывается способ усиления поврежденных стен при совместном действии вертикальных и горизонтальных сил на основе каркасно-стержневой модели, применяемой для расчета прочности железобетонных конструкций с малым пролетом среза. Приводится конструкция усиления поврежденных стен.

Ключевые слова: стена, прочность, усиление, каркасно-стержневая модель, сжатые наклонные полосы бетона, растянутый арматурный пояс.

REINFORCEMENT OF WALLS UNDER COMBINED ACTION OF VERTICAL AND HORIZONTAL FORCES BASED ON FRAME-ROD MODEL

Lavrova Olga Vladimirovna,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the Department "Building Structures".

Abstract

The work describes a method of strengthening damaged walls under the combined action of vertical and horizontal forces based on a frame-rod model used to calculate the strength of reinforced concrete beams with a small span of shear. The reinforcement structure of damaged walls is given.

Keywords: wall, strength, reinforcement, frame-rod model, compressed inclined strips of concrete, stretched reinforcement belt.

Введение.

Известно, что в стенах при совместном действии вертикальных и горизонтальных сил основную роль играют главные сжимающие и растягивающие напряжения. В большинстве случаев соотношение вертикальных и горизонтальных сторон стен, т.е. пролет среза H/L не превышает 2,5.

Исследования показали, что работа таких стен хорошо моделируется каркасно-стержневой моделью, применяемой для конструкций с малым пролетом среза. Данные исследования представлены в работах Барановой Т.И.[1] и Гринькова В.Н.[2]. Следовательно, при усилении или разгрузке поврежденных стен эффективными конструктивными решениями усиления являются решения, разработанные на основе каркасно-стержневой модели. Особенностью каркасно-стержневой модели стен является тот факт, что наклонная сжатая полоса испытывает растяжение в поперечном направлении. Таким образом, расчетная модель стен представляет собой ферменную аналогию и состоит либо из двух \angle -образных моделей, в которых наклонные элементы в одном случае имитируют работу сжатой полосы, в другом - растянутой, либо расчетная модель представляет собой замкнутый прямоугольный контур с X -образными наклонными диагональными сторонами.

На Рисунке 1 приведен вариант конструктивного решения усиления поврежденных стен. При разработке этого варианта в основу были положены каркасно-стержневые модели, описанные выше.

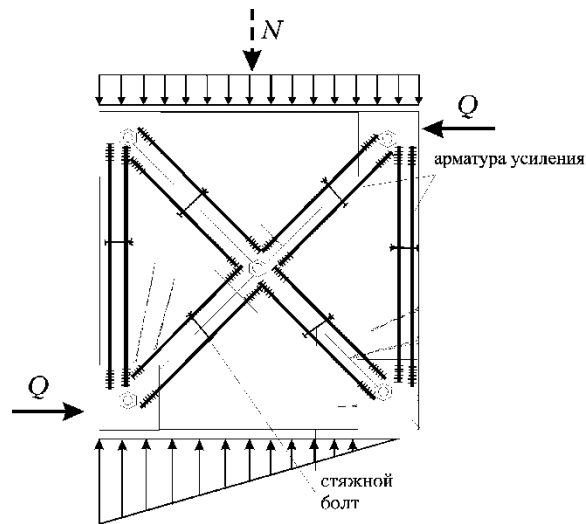


Рисунок 1 – Схема усиления стен при совместном действии вертикальных и горизонтальных сил

Каждый элемент усиливающей конструкции представляет собой пакет арматурных стержней, концы которых привариваются к косынкам-шайбам, расположенным в узлах соединения описанных выше ферменных аналогий. Косынки-шайбы, как и сама усиливающая конструкция-ферма являются двусторонними, т.е. располагаются по внешнему и внутреннему полю стены. Объединение ферм усиления в единую систему осуществляют болтовые соединения, располагаемые в центре косынок-шайб (Рисунок 1). Характерно, что описываемая конструкция является модулем конструкции усиления в целом, т.е. при габаритных стенах модули прямоугольного или квадратного очертания могут быть использованы в любом количестве и иметь любые размеры. Подключение в работу усиливающей конструкции осуществляется с помощью искусственного специально предусмотренного предварительного напряжения за счет стягивания арматурных стержней с помощью специальных устройств. Таким образом, материал поврежденной стены находится в стесненных условиях в предварительно обжатом состоянии, в результате которого ограничивается, либо исключается развитие деформаций, трещин в поврежденной стене. Характерно, что разработанный вариант усиления может быть использован как разгружающая конструкция при условии, что в пределах одного этажа здания поля поврежденных стен будут усиливаться единым

модулем - фермой, образуемой пакетами арматурных стержней (Рисунок 1). При этом включение в работу разгружающих конструкций осуществляется не стягиванием арматурных стержней-пакетов, а наоборот - с помощью создания распора в каждом элементе модуля с помощью специального устройства. При этом металлические косынки - шайбы играют роль грузовых и опорных площадок. В стенах при совместном действии вертикальных и горизонтальных сил повреждения имеют разнообразный характер, соответствующий их сложному напряженно-деформированному состоянию. Ранее проведены исследования поврежденных и усиленных стен и сделан вывод о том, что определяющую роль в сопротивлении стен имеют главные напряжения. Углы наклона этих напряжений, как растягивающих, так и сжимающих, изменяются от 45° до 90° . В стенах образуются трещины в растянутой и сжатой зонах, расположенных вдоль вертикальных граней стен, а также в диагональных направлениях. Кроме того, имеет место знакопеременный характер сопротивления стен.

Такое положение приводит к тому, что при усилении или разгрузении поврежденных стен конструктивные решения усиливающих металлических систем имеют многообразный характер. Для упрощения рассмотрим три характерных варианта.

К первому варианту отнесем предварительное обжатие или растяжение по всему полю стен. На Рисунке 2 показаны фрагменты такого усиления. Стержневая система покрывает поверхности стен с внешней и внутренней стороны и соединяется между собой болтовыми соединениями на металлических прокладках-косынках. Схема их расположения может быть различна и зависит от степени повреждения. Система в целом имеет паутинообразный вид, в котором в зависимости от вида предварительного напряжения повторяются либо \times -образные, либо \diamond -ромбообразные микросистемы. В тех случаях, когда разгружается растянутая зона, создается предварительное обжатие с помощью стягивания двух соседних параллельных стержней, т.е. с помощью \times -образных элементов. В тех случаях, когда

разгружается сжатая зона, создается предварительное растяжение с помощью распорных, \diamond -ромбообразных стержневых элементов.

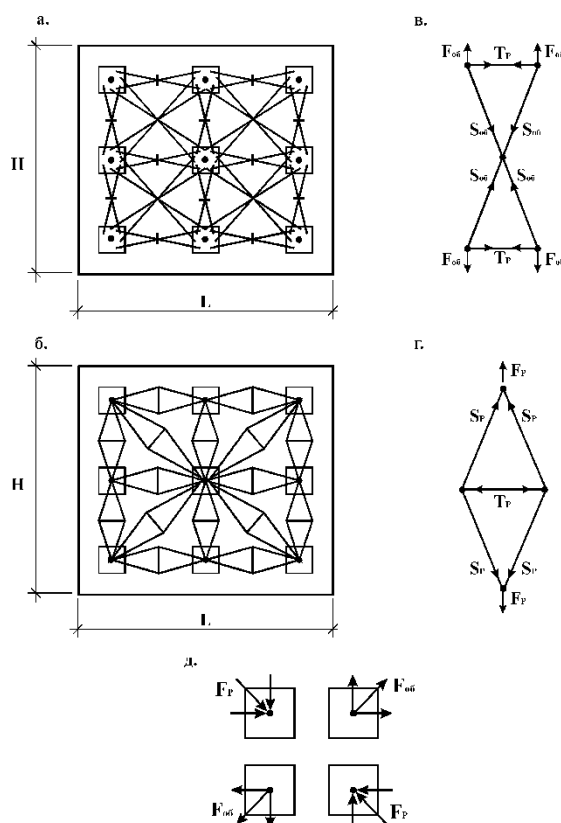


Рисунок 2 – Фрагменты поврежденных стен, усиленных предварительно напряженной металлической системой а) обжатия; б) растяжения; в), г) мини-модели элементов стержневых систем усиления; д) схемы усилий

Построение расчетных моделей предварительного напряжения показано на Рисунке 2в и 2г. Величины усилий предварительного обжатия или растяжения – $S_{об}$, S_r определяются в зависимости от величины перемещений стержней при стягивании, либо распоре, которые изначально располагаются параллельно друг другу. На Рисунке 2д показана схема усилий в узловых соединениях модели стержневой системы. Такая система в зависимости от конструктивных решений, величины предварительного напряжения может выполнять несколько функций. При небольших усилиях предварительного напряжения система включается в совместную работу с материалом стен и выполняет своеобразную роль каркаса, стесняющего развитие деформаций. При больших повреждениях стен на основе перераспределений усилий и

соответствующих конструктивных решений стержневая система может полностью разгрузить стеновые конструкции и выполнять роль несущего каркаса. При этом поврежденные стены выполняют ограждающую роль. При повышении предварительного напряжения рассматриваемая стержневая система повышает сопротивление стен, т.к. требуются дополнительные усилия для погашения напряжений.

В заключение следует отметить, что при усилении стен может быть разработано комбинированное решение системы с совместным использованием элементов с усилиями обжатия и распора.

Заключение. Таким образом, расчетные модели пространственной стержневой системы усиления стен в целом, а также расчетные модели отдельных стержневых элементов системы представляют собой стержневые аналоги самих себя (Рисунок 2). Ключевые точки всей системы определяются положением осей болтовых поперечных соединений, объединяющих две плоские системы усиления, которые располагаются по полю стены с одной и другой стороны. Ключевые точки мини моделей отдельных элементов общей паутинообразной системы усиления определяются местом расположения стягивающих или распирающих устройств. Как правило, они располагаются в середине длины напрягаемых стержней. Опорные ключевые точки мини моделей располагаются в центре крепления напрягаемых стержней к пластинам-косынкам, которые также выполняют роль шайбы в болтовых соединениях. Углы наклона стержней мини моделей определяются геометрическими параметрами, а также величиной поперечных перемещений при их предварительном напряжении.

Библиографический список:

1. Баранова Т.И. Прочность коротких железобетонных элементов при действии поперечных сил: дис. ... канд. техн. наук. М., 1976.

2. Гриньков В.Н. Совершенствование методов расчета и конструктивных решений усиления железобетонных конструкций на основе каркасно-стержневых моделей: дис. ... канд. наук. М., 2000.

3. Лаврова О.В. Прочность железобетонных коротких балок на основе каркасно-стержневых моделей // Региональная архитектура и строительство. 2018. №1(36). С. 91-96.

4. Лаврова О.В., Маслов А.Д., Клейменов А.С. Закономерность изменения усилий образования трещин и разрушающих усилий при увеличении пролета среза, длины опорных и грузовых площадок // Эффективные строительные конструкции: теория и практика. XVI Международная научно-техническая конференция. 2016. С.91-96.

5. Лаврова О.В. Расчет прочности железобетонных балок на основе каркасно-стержневой модели при изменении пролета среза. // Эффективные строительные конструкции: теория и практика. XV Международная научно-техническая конференция. 2015. С. 81-84.