

## РАЗВИТИЕ СПОСОБОВ УСИЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аркаев М.А., Огир А.Ю.  
ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,  
г. Оренбург

В процессе эксплуатации деревянных конструкций воздействие различных факторов (использование материалов ненадлежащего качества, механические и иные повреждения, нарушение правил эксплуатации и пр.) приводит к снижению их эксплуатационной надежности и долговечности. Кроме этого, при проведении технического перевооружения и реконструкции часто необходимо повышение грузоподъемности и интенсивности работы подъемно-транспортного оборудования, установка дополнительных коммуникаций и т.д., приводящих к увеличению нагрузки на несущие элементы. В связи с вышеизложенным возникает необходимость проведения работ по восстановлению и увеличению несущей способности деревянных конструкций путем их ремонта и усиления.

В настоящее время существует множество различных способов усиления (рис. 1) деревянных конструкций, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Работы по усилению деревянных конструкций в условиях эксплуатации имеют определенные специфические особенности. Связано это с ограниченным доступом к конструкциям и стесненными условиями при выполнении работ. В связи с этим, некоторые способы усиления, относящиеся к увеличению несущей способности с изменением статической схемы работы конструкции, зачастую не могут быть применены. В случае наличия дефектов на локальных участках конструкций, безусловно, целесообразнее применять способы по восстановлению несущей способности, указанные в классификации на рис.1. Так же, одним из вариантов усиления деревянных конструкций является разгрузка конструкций: полное или частичное. Вопрос о выборе способа усиления для каждого конкретного случая решается в зависимости от характера дефекта. В случае, когда необходимо увеличение несущей способности конструкции или его составляющего элемента – использование способов по восстановлению и разгрузению конструкций часто бывает недостаточным. Таким образом, для усиления деревянных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений наиболее рациональным способом является увеличение несущей способности без изменения статической схемы работы, при этом данные способы усиления рекомендуется (при необходимости) использовать совместно с восстановлением несущей способности и разгрузением конструкций.

Наиболее простым и в то же время эффективным способом усиления деревянных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений является увеличение площади поперечного сечения элементов. Усиление указанным способом основывается на включении дополнительных элементов (элементов усиления) в общую работу конструкции, при этом совместность их работы обеспечивается при помощи соединительных связей. Таким образом, на надежность усиливаемых конструкций оказывают влияние три составляющие: остаточная прочность

конструкции, прочностные характеристики элементов усиления, а так же тип и прочностные характеристики соединительных связей.

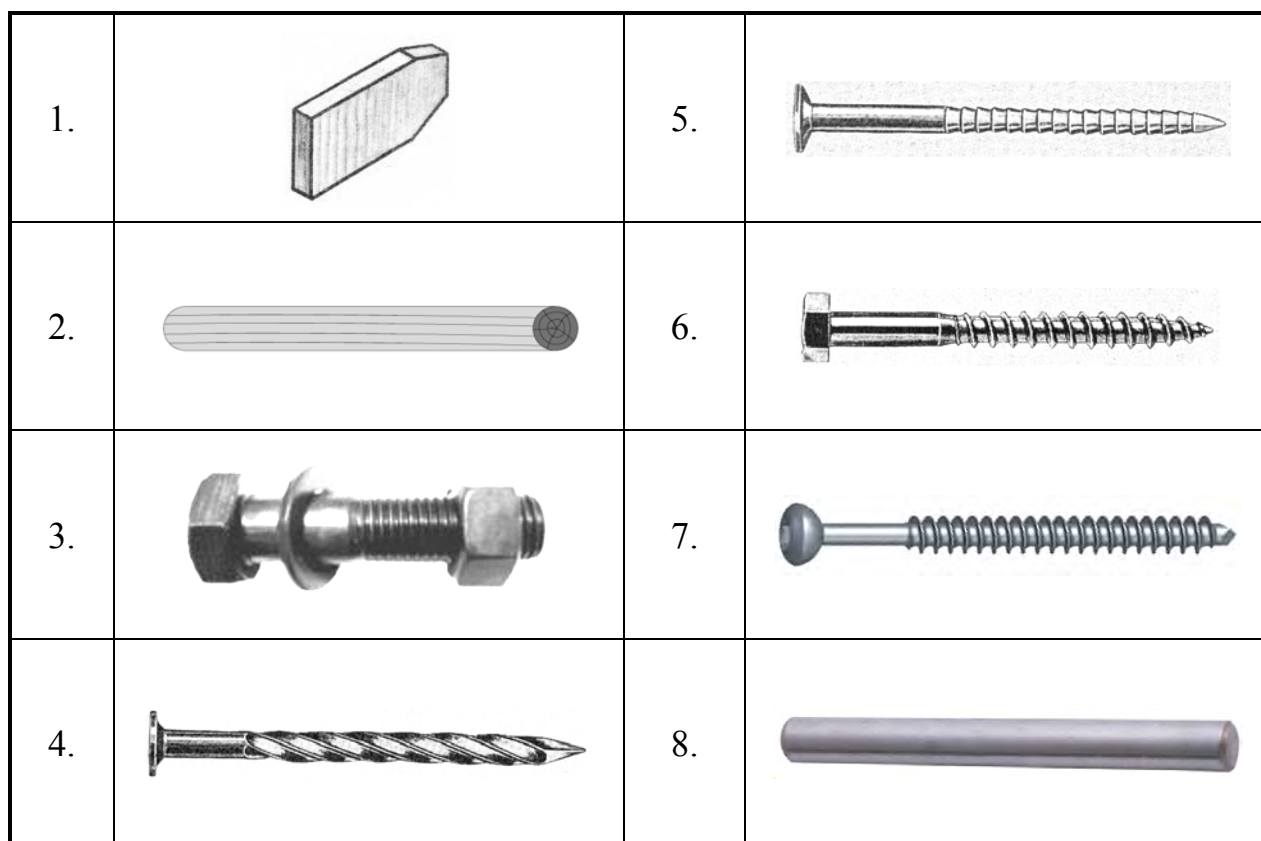


Рис. 1 Классификация способов усиления деревянных конструкций

Остаточную несущую способность конструкции можно определить, используя разработанные методики и нормативно-техническую литературу, при этом в расчетах необходимо учесть наличие дефектов и степень их влияния на работу конструкции. При производстве работ по усилению путем увеличения

площади поперечного сечения элементов конструкции в качестве материала элементов усиления целесообразнее всего использовать материал с характеристиками, аналогичными свойствам усиливаемой конструкции, а в случаях, когда этого недостаточно необходимо использовать элементы усиления с более высокими прочностными показателями. Как уже было сказано выше, надежность усиливаемых конструкций зависит и от соединительных элементов.

К основным типам соединительных элементов в деревянных конструкциях относятся нагели, болты, гвозди, шурупы, винты, штифты (рис. 2).



1 – пластинчатый нагель В.С. Деревягина, 2 - деревянный нагель, 3 – болт, 4 – винтовой круглый гвоздь, 5 – гвоздь кольцевой, 6 – шуруп, 7 – винт, 8 - штифт

Рис. 2 Основные типы соединительных элементов для конструкций на основе древесины

Вместе с тем при проведении работ по усилению деревянных конструкций необходимо учитывать ряд характерных особенностей этих соединительных элементов:

- гвозди и винты могут быть внедрены в массив древесины без предварительной рассверловки «пилотных» отверстий при диаметре не более 6 мм, имея при этом незначительную несущую способность;

- для повышения несущей способности соединения применяют стальные цилиндрические нагели диаметром 10 мм и более, однако это требует предварительной рассверловки отверстий равного с нагелями диаметра;

– известные типы винтов исключают возможность применения ударных, в том числе огнестрельного, способов их внедрения в древесину.

Для устранения вышеперечисленных недостатков канд. техн. наук, доцентом НГАСУ (г. Новосибирск) Шведовым В.Н. был разработан и исследован новый тип соединительных элементов в виде крупноразмерных нагелей крестообразного поперечного сечения прямолинейной формы с возможностью их огнестрельной забивки. Такие нагели исключают необходимость предварительного сверления отверстий, обладают высокой прочностью и жесткостью. В рамках исследований была изучена работа стальных стержней крестообразного поперечного сечения на изгиб, доказана их техническая эффективность и экономическая целесообразность применения [2].

С целью улучшения технических характеристик разработанных крестообразных стержней, а так же расширения области применения в Оренбургском государственном университете Столповским Г.А. был предложен и разработан соединительный элемент в виде стального витого стержня крестообразного поперечного сечения (рис. 3).

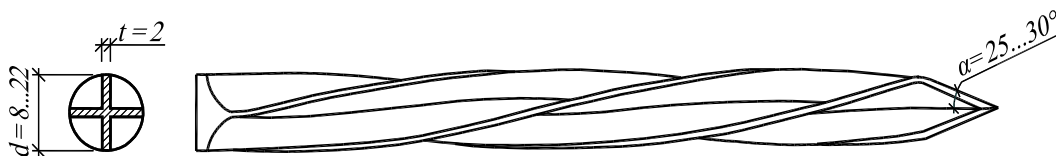
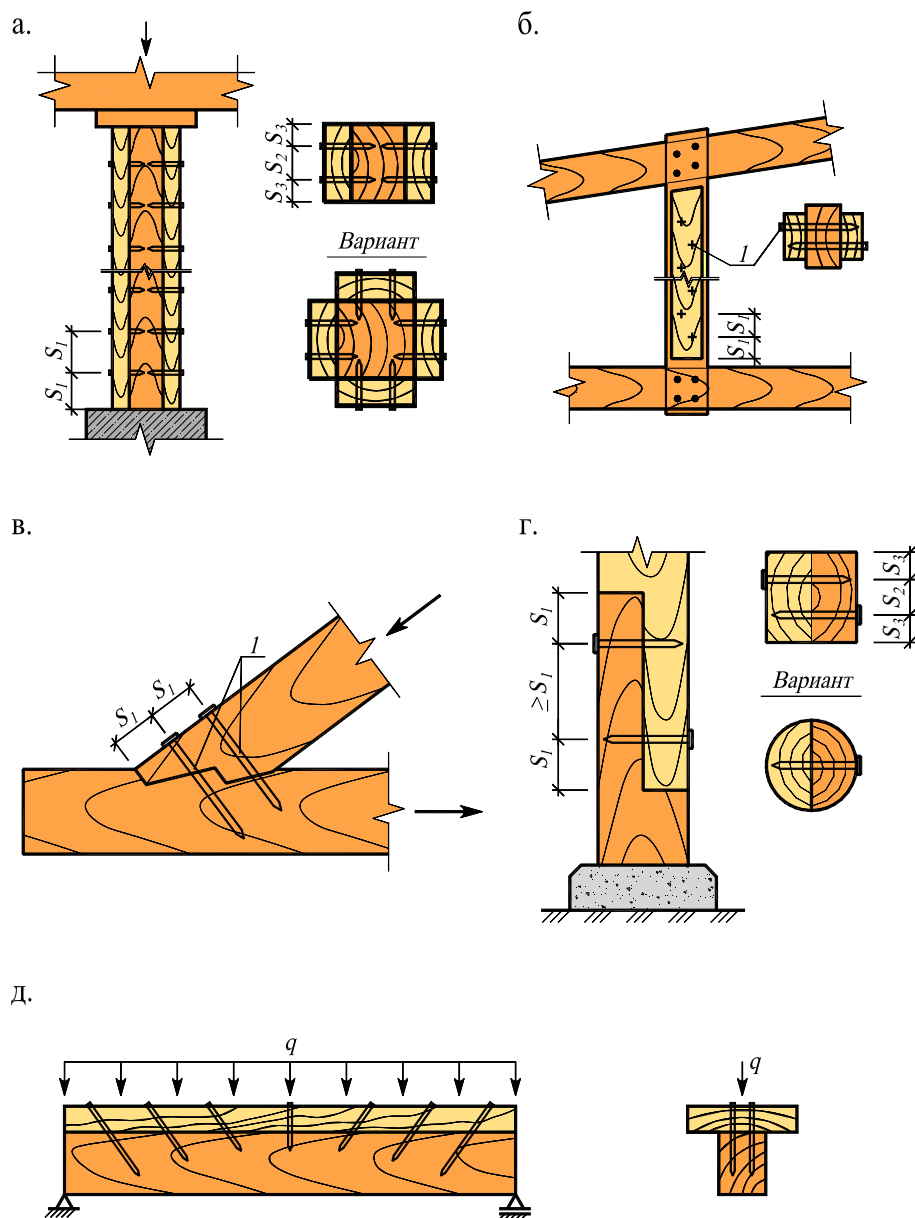


Рис. 3 Крупноразмерный стальной витой стержень крестообразного поперечного сечения.

Внедрение винтового стержня в массив древесины может быть осуществлено вручную при помощи тяжёлого молотка, вдавливанием гидравлическим прессом, огнестрельным способом. Для огнестрельной забивки стержней в построечных условиях используется отечественный строительно-монтажный пистолет типа ПЦ-84 с модернизированными наконечниками. Основным преимуществом предложенного типа соединительного элемента является его возможность воспринимать значительные выдергивающие усилия [3].

С использованием разработанного витого крестообразного стержня авторами были разработаны варианты схем усиления элементов деревянных стержневых конструкций, отличающиеся простотой выполнения и технико-экономической эффективностью (рис. 4).

При исследовании стальных витых стержней крестообразного поперечного сечения были определены их оптимальные параметры, подобрана марка стали и способы ее обработки, оценено влияние способа забивки и плотности древесины на работу стержней и пр. Следует отметить, что изучение указанного типа стержней производилось в рамках их работы преимущественно на восприятие выдергивающих усилий. Вместе с тем, при усилении деревянных конструкций работа соединительных стальных стержней на выдергивание часто сочетается с их работой на изгиб, когда соединительные связи работают как изгибаемые и растянуто-изгибаемые элементы.



а – усиление стоек деревянными накладками, б – усиление сжатой стойки фермы, в – лобовая врубка, г – узел опирания стойки на фундамент, д - усиление изгибаемого элемента

Рис. 4 Варианты схем усиления деревянных конструкций

В настоящее время в нормативно-технической литературе отсутствуют какие-либо данные о работе витых крестообразных стержней на растяжение с изгибом, кроме того исследования соединений при воздействии на указанный тип стержней чистых изгибающих усилий так же не проводились. Практическая значимость дальнейшего изучения указанного типа стержней заключается в разработке рекомендаций по конструированию соединений на витых стержнях, работающих на изгиб и выдерживание с изгибом, что позволит обеспечить широкомасштабное внедрение предложенного типа связей в отечественную и зарубежную практику работ по усилению деревянных конструкций.

Список литературы

1. **Жаданов В.И., Абовский В.П., Енджиевский Л.В.** Индустриальные конструкции для строительства малоэтажных зданий и сооружений. Учебное пособие. ИПК ГОУ ОГУ, 2009. 416с.
2. **Столповский Г.А., Жаданов В.И., Руднев И.В.** Соединение элементов деревянных конструкций быстровозводимых зданий и сооружений винтовыми крестообразными нагелями. Статья. Вестник ОГУ, 2010. 150-154 с.
3. **Гарипов В.С., Жаданов В.И., Столповский Г.А.** Применение методов планирования эксперимента при поиске оптимальных параметров винтового стержня, влияющих на усилие его выдергивания из массива древесины. Статья. Изв.вузов.Строительство, 2011. 109-116 с.
4. **Шведов В.Н.** Соединения деревянных элементов на нагелях крестообразного сечения, забитых огнестрельным способом // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Новосибирск 1999 г. – 185 с.
5. **Столповский Г.А.** Соединения деревянных элементов на витых крестообразных стержнях, работающих на выдергивание // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Оренбург 2011 г. – 186 с.
6. **Аркаев М.А., Столповский Г.А., Шмелев К.В., Сергеев М.И.** Способы усиления стержневых деревянных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений (статья). Вестник Оренбургского государственного университета, 2013, №5. - с. 158-163