

СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Рассмотрены способы усиления стержневых деревянных конструкций зданий и сооружений, находящихся в режиме эксплуатации. Указаны особенности применения различных способов усиления с учетом оценки их эффективности. Представлен обзор соединительных элементов, используемых при усилении, а также вариантов усиления деревянных конструкций с использованием высокоэффективных и технологичных типов связей.

Ключевые слова: стержневые конструкции, древесина, усиление, эксплуатируемые здания, соединительный элемент, витые стержни.

На территории России эксплуатируется множество зданий и сооружений, возведенных с использованием конструкций на основе древесины. Деревянные конструкции отличает простота обработки, малый вес, прочность, экологичность, химическая стойкость и т. д., что предопределяет целесообразность использования древесины наравне со сталью и бетоном в качестве основного строительного материала [1]. Немаловажным достоинством древесины по сравнению с другими конструкционными материалами является то, что она относится к возобновляемым ресурсам. Кроме того, при производстве большинства конструкционных материалов, за исключением дерева, требуются большие затраты энергии, дефицит которой ощущается во многих странах.

При соблюдении правильных условий эксплуатации и своевременно проводимых осмотров и ремонтов деревянные конструкции могут сохранять свои эксплуатационные характеристики столетиями. Однако зачастую 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.

Исторический пик строительства зданий и сооружений с использованием деревянных конструкций наблюдается после Великой Отечественной войны в 50–70-х годах XX века. Это обусловлено рядом объективных факторов, таких как восстановление жилых и производственных зданий и сооружений после военной разрухи, увеличение объемов сельского строительства, развитие малоэтажного домостроения, необходимость применения эффективных облегченных конструкций и др. При этом деревянные конструкции зачастую использовались в качестве несущих элементов покрытия, имея вид стержневых систем (ферма, стропильная система и пр.). Многолетний опыт работы в сфере обследования эксплуатируемых зданий и сооружений позволил выявить, что в процессе эксплуатации деревянных конструкций, как правило, выходит из строя не целиком вся конструкция, а ее составной элемент или локальный участок, имеющий какой-либо дефект. Таким образом, говоря об усилении стержневых деревянных конструкций, необходимо рассматривать способы усиления как всей системы в целом, так и ее простейших конструктивных элементов (балок и стоек).

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 измене-

нием 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. Также 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 ее

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 конст-

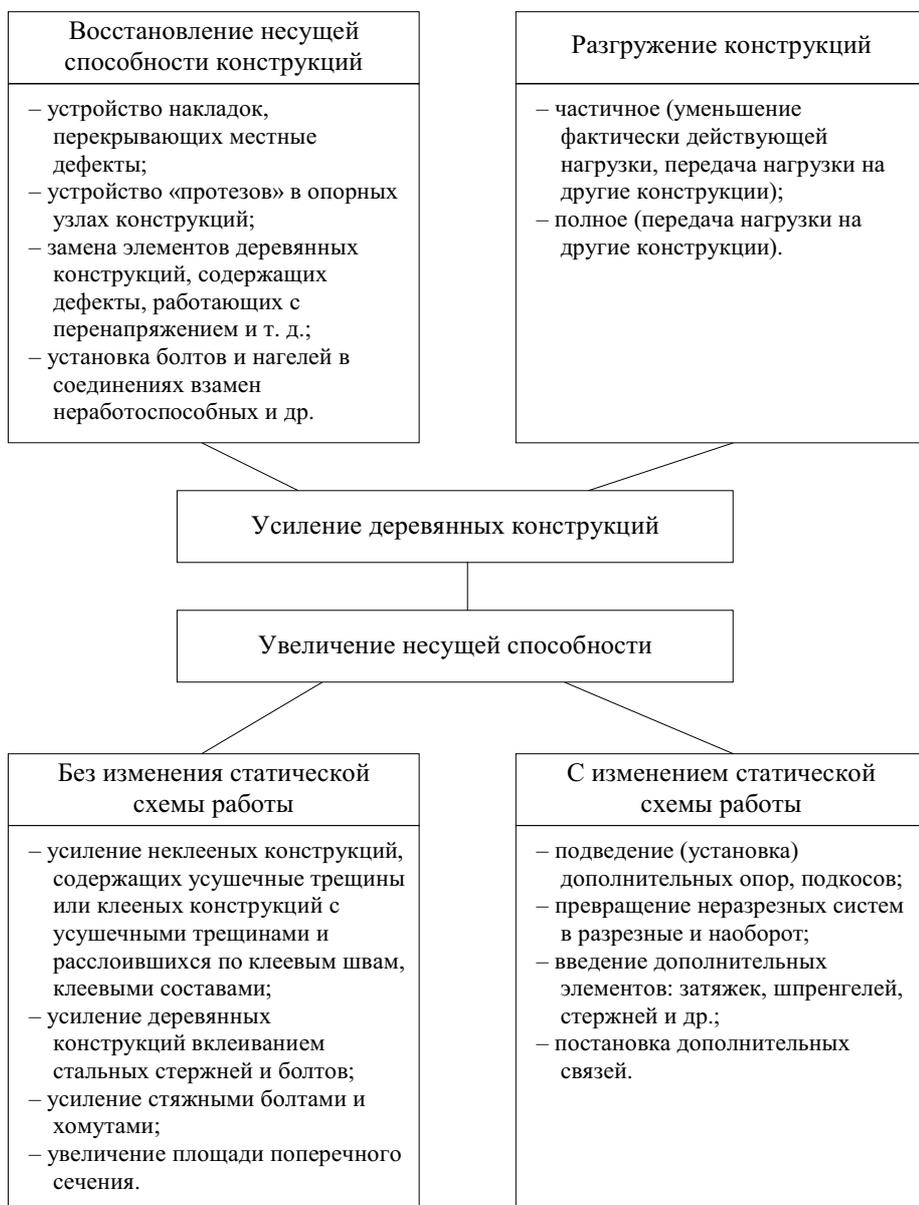


Рисунок 1. Классификация способов усиления деревянных конструкций

рукций 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 также тип и прочностные характеристики соединительных связей.

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.

На сегодняшний день рынок предлагает большое количество различных вариантов соединительных элементов. Выделим основные качественные характеристики средств соединений, оказывающие наибольшее влияние на эффективность конструктивных решений.

1. Функциональные – определяющие возможности многоцелевого использования средств соединения, а именно: для сплачивания, сращивания и образования угловых сопряжений. Значимость этих характеристик особенно возрастает при изготовлении конструкций комплектной поставки, так как ими предопределяется возможность применения однотипной технологии при изготовлении разнотипных конструкций.

2. Конструктивные – определяющие прочность и жесткость средств соединения, а также степень их влияния на соответствующие показатели соединяемых элементов.

3. Технологические – определяющие трудоемкость и достоинство изготовления как самих

средств соединения, так и полную (заводскую и построечную) конструкцию на их основе.

4. Специальные – определяющие сопротивляемость воздействиям внешней среды и формирующие таким образом область применения конструкций с точки зрения условий эксплуатации.

В зависимости от конкретных обстоятельств значимость указанных показателей неодинакова, поэтому критика достоинств и недостатков различных средств соединения по отдельным показателям условна. Решающее значение имеет комплекс свойств, определяющий в итоге эффективность конечного продукта – усиливаемых конструкций. Вместе с тем сравнительный анализ существующих и перспективных видов соединений по конструктивно-технологическим показателям открывает возможности для выявления путей их совершенствования.

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

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 расверловки «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 расверловки 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 прямоугольной формы с возможностью их огнестрельной забивки. Такие нагели исключают необходимость предварительного сверления отвер-

стей, 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 также расширения области применения, в Оренбургском государственном университете был предложен и разработан соединительный элемент в виде стального витого стержня крестообразного поперечного сечения (рис. 3).

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 созданного 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.

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 также не проводились. Практическая значимость дальнейшего изучения указанного типа стержней заключается в разработке рекомендаций по конструированию соединений на витых стержнях, работающих на изгиб



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

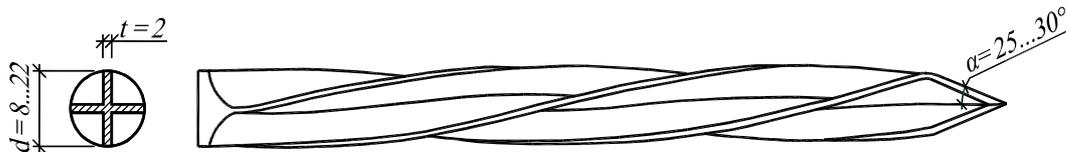
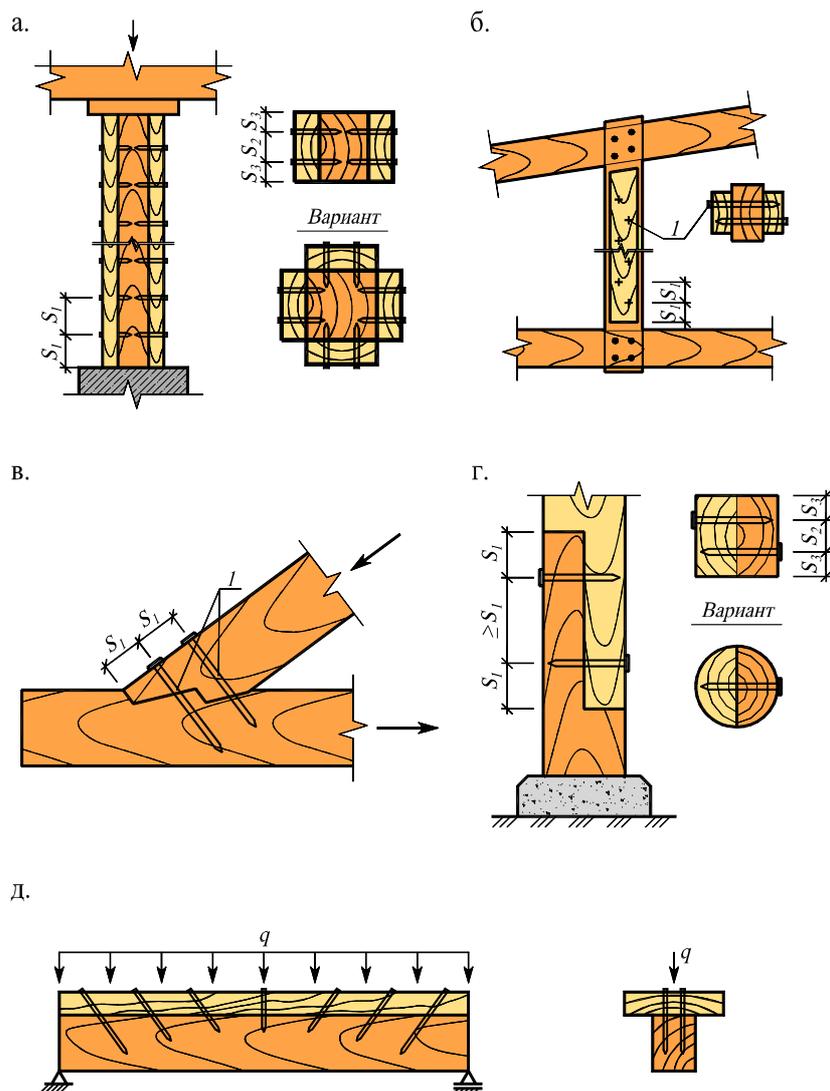


Рисунок 3. Крупноразмерный стальной витой стержень крестообразного поперечного сечения



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

Рисунок 4. Варианты схем усиления деревянных конструкций

и выдергивание с изгибом, что позволит обеспечить широкомасштабное внедрение предложенного типа связей в отечественную и зару-

бежную практику работ по усилению деревянных конструкций.

14.01.2013

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.U02.21.0129.

Список литературы:

1. Жаданов, В. И. Индустриальные конструкции для строительства малоэтажных зданий и сооружений / В. И. Жаданов, В. П. Абовский, Л. В. Енджиевский. – ИПК ОГУ, 2009. – 416 с.
2. Столповский, Г. А. Соединение элементов деревянных конструкций быстровозводимых зданий и сооружений винтовыми крестообразными нагелями / Г. А. Столповский, В. И. Жаданов, И. В. Руднев // Вестник ОГУ. – 2010. – С. 150–154.
3. Гарипов, В. С. Применение методов планирования эксперимента при поиске оптимальных параметров винтового стержня, влияющих на усилие его выдергивания из массива древесины / В. С. Гарипов, В. И. Жаданов, Г. А. Столповский // Изв. вузов. Строительство. – 2011. – № 2. – С. 109–116.

Сведения об авторах:

Аркаев Максим Александрович, аспирант кафедры строительных конструкций
Оренбургского государственного университета, e-mail: arkaevrus@mail.ru

Столповский Георгий Александрович, старший преподаватель кафедры строительных конструкций
Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 2127, тел. (3532) 912123, e-mail: stolpovskij@mail.ru

Шмелев Константин Владимирович, учебный мастер I категории кафедры сопротивления материалов
Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 2109, тел. (3532) 912123, e-mail: Cschemelev@gmail.com

Сергеев Максим Иванович, студент Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 2127, тел. (3532) 912123, e-mail: maxibon.07@mail.ru

UDC 624.011.1

Arkaev M.A., Stolpovsky G.A., Lisov S.V., Sergeev M.I.

Orenburg state university, e-mail: organ-2003@bk.ru

WAYS OF STRENGTHENING OF THE ROD WOODEN DESIGNS OF OPERATED BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

Ways of strengthening of rod wooden designs of buildings and the constructions being in a mode of operation are given. Features of application of various ways of strengthening taking into account an assessment of their efficiency are specified. The review of the connecting elements used at strengthening, and as options of strengthening of wooden designs with use of highly effective and technological types of communications is submitted.

Key words: rod designs, wood, strengthening, operated buildings, connecting element, twisted cores.

Bibliography:

1. Zhadanov, V. I. Industrial designs for construction of low buildings and constructions / V. I. Zhadanov, V. P. Abovsky, L. V. Endzhiyevsky. – Publishing and printing complex Orenburg State University, 2009. – 416 p.
2. Stolpovsky G. A., Zhadanov V. I. Rudnev I. V. Connection of elements of wooden designs of fast-erected buildings and constructions twisted crosswise nogs / G. A. Stolpovsky, V. I. Zhadanov, I. V. Rudnev // Vestnik OSU. – 2010. – P. 150–154.
3. Garipov V. S., Zhadanov V. I. Stolpovsky G. A. Application of methods of planning of experiment by search of optimum parameters of the screw core influencing effort of its wrest from the massif of wood / V. S. Garipov, V. I. Zhadanov, G. A. Stolpovsky // Izv. vuzov. Construction. – 2011. – № 2. – P. 109–116.