

УДК 69

АРМИРОВАННЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Бусаргин Дмитрий Александрович

магистрант 2 курса, кафедра "Строительные конструкции", Институт архитектуры и строительства ФГБОУ ВО "НИ МГУ им. Н. П. Огарева", г. Саранск

E-mail: busargin20@mail.ru

Осина Полина Николаевна

магистрант 1 курса, кафедра "Строительные конструкции", Институт архитектуры и строительства ФГБОУ ВО "НИ МГУ им. Н. П. Огарева", г. Саранск

Аннотация

В данной статье проведен анализ различных показателей и приведены выводы из результатов исследований, которые указывают на актуальность использования армированных деревянных конструкций в строительстве РФ. Древесина обладает множеством преимуществ, а недостатки, которые влияют на прочностные характеристики ДК, устраняются внешним и внутренним армированием различными элементами.

Ключевые слова: армированные деревянные конструкции, деформативность, прочность

REINFORCED WOODEN STRUCTURES

Dmitry A. Busargin

2 st year master's student, Department of " Building Constructions", Institute of Architecture and Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

"National Research of Mordovia State University. N. P. Ogarev", Saransk

E-mail: busargin20@mail.ru

Polina N. Osina

1 st year master's student, Department of " Building Constructions", Institute of Architecture and Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

"National Research of Mordovia State University. N. P. Ogarev", Saransk

ABSTRACT

This article analyzes various indicators and draws conclusions from the research results, which indicate the relevance of the use of reinforced wooden structures in the construction of the Russian Federation. Wood has many advantages, and the disadvantages that affect the strength characteristics of the DC are eliminated by external and internal reinforcement with various elements.

Keywords: reinforced wooden structures, deformability, strength

Использование древесины в качестве строительного материала началось еще в первобытном обществе, тогда его применяли в жилых постройках, навесах, заборов, оград для скота и орудиях труда. Со временем усовершенствовалась деревообработка, она стала механизированной, что значительно ускорило процесс получения конструкций из дерева.

К настоящему времени на территории РФ ресурсо-сырьевая база древесины по данным Большой Российской энциклопедии составляет 1/4 от всех мировых запасов, но при всем богатстве – доля использования её в строительстве всего 12 %, в то же время в Европе этот показатель – 40 % по данным ЛЕСПРОМИНФОРМ. Проблема большего внедрения древесины в строительство кроется в недостаточной изученности данного материала, как напряженно-деформированного анизотропного тела, его свойств и характера разрушения под нагрузкой.

В связи с быстрым развитием строительной отрасли в России, требуется разработка новых и совершенствование существующих конструкций, которые бы отвечали требованиям надежности, прочности, экономичности и материалоемкости. Древесина обладает рядом достоинств: экологичность, низкая звуко- и теплопроводность, повышенная химическая стойкость, способность гасить вибрации, относительно небольшой удельный вес, относительная высокая прочность, легкость в обработке и формообразовании и т. д. Это приводит к необходимости применения такого материала в строительных конструкциях, тем самым повысив конкурентоспособность и расширив область применения древесины [3, 4].

Но учитывая все достоинства древесины, есть так же и недостатки (ползучесть, разная прочность слоев, зависимость свойств материала от строения – пороки и т. д.), которые ограничивают область применения и требуют значительного расхода только качественных сортов, а остатки идут в отходы, либо используются в других сферах промышленности. Все это приводит к вопросу об усилении деревянных конструкций (ДК) армированием, которое направлено на устранение недостатков древесины [2].

Армирование деревянных и клеенодеревянных конструкций (АДК) стальной или композитной арматурой позволяет уменьшить эффект ползучести, сократить влияние пороков и т. д. Так же благодаря армированию уменьшится расход материала, масса конструкции, а качество, прочность и надежность таких конструкций многократно возрастет [2]. С технологической точки зрения при использовании АДК повысится сборность таких конструкций, т. к. армирование позволит более эффективно устраивать узловые соединения и стыки ДК; облегчится так же транспортировка, монтаж, ремонт и реконструкция действующих конструкций. Поэтому вопрос расширения области применения является очень актуальным в настоящее время, для этого необходимо проведение испытаний и экспериментов, направленных на понимание характера поведения ДК при нагружении.

Проведя испытания древесины на сжатие, можно сказать, что разрушение древесины происходит за несколько обособленных процессов, финальной точкой которых является потеря устойчивости отдельных столбов волокон, которые были сформированы на предыдущих стадиях нагружения и разрушения. Процесс деформирования сопровождается образованием «линий сдвига (скольжения)» частей образца относительно друг друга, на диаграмме «деформации-напряжения» (рис. 1, 2) можно наблюдать области временного упрочнения образца. Можно уверенно сказать о том, что причиной разрушения деревянного образца при осевом сжатии является нарушение внутренней

целостности связей между волокнами, которые приводят к появлению продольных трещин и отщеплению волокон друг от друга. На начальном этапе времени можно наблюдать линейный характер, где только происходит рост напряжений без видимых деформаций. До разрушения виден волнообразный характер диаграммы – прирост напряжений, приводящий к разрушению более слабых межструктурных связей, а затем происходит так называемое «временное упрочнение» образца. Окончательное разрушение происходит от потери устойчивости отдельных столбов волокон.

Так как древесина слоистый материал и состоит из множества мономеров, то исходя из этого был сделан следующий вывод – несущая способность ДК зависит от несущей способности ее волокон и их связей на каждом структурном уровне. Усиление ДК армированием позволит пренебречь малой прочностью волокон и связей.

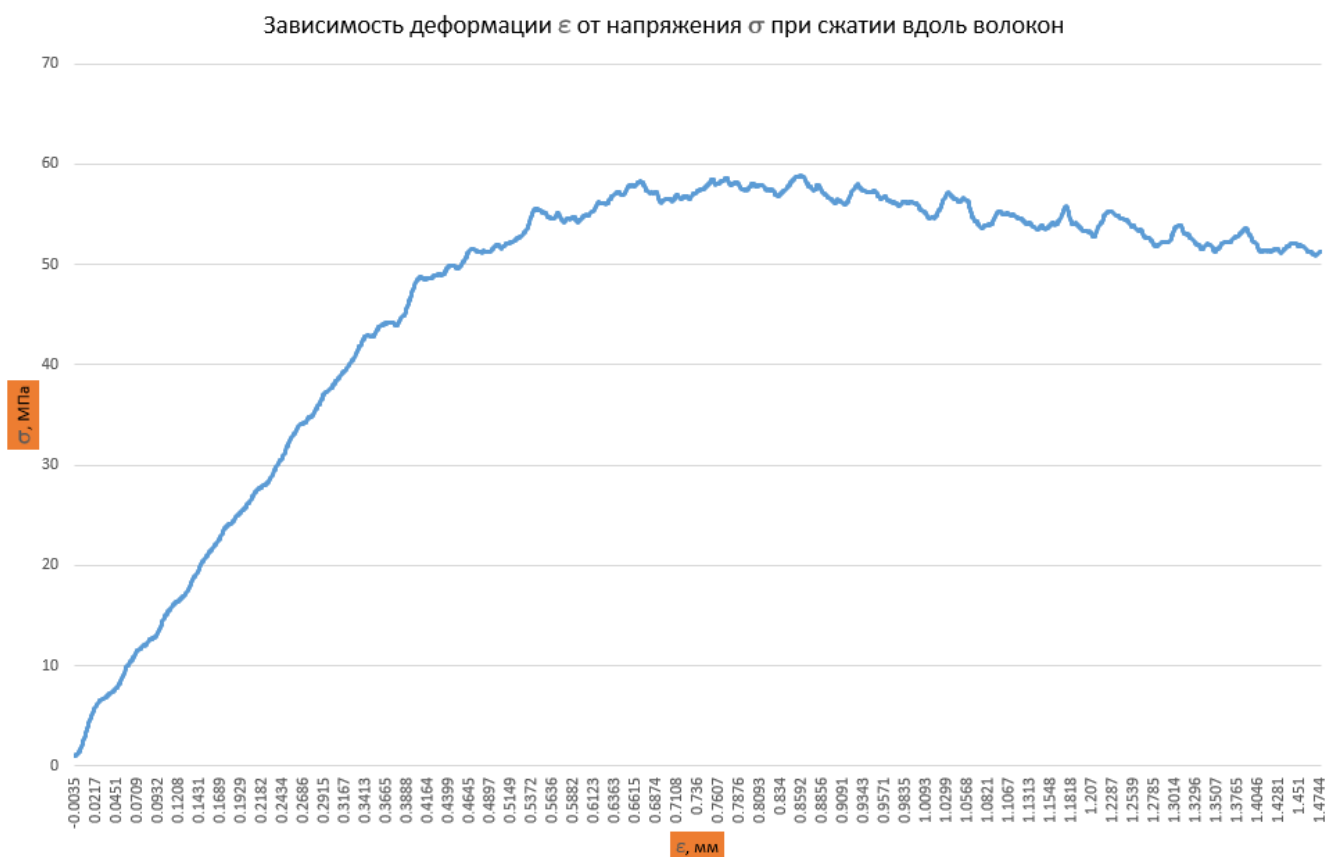


Рисунок 1– Диаграмма «деформации-напряжения» при испытании на сжатие деревянной прямоугольной призмы №16 размерами 20x20x30 см (авторский эксперимент)

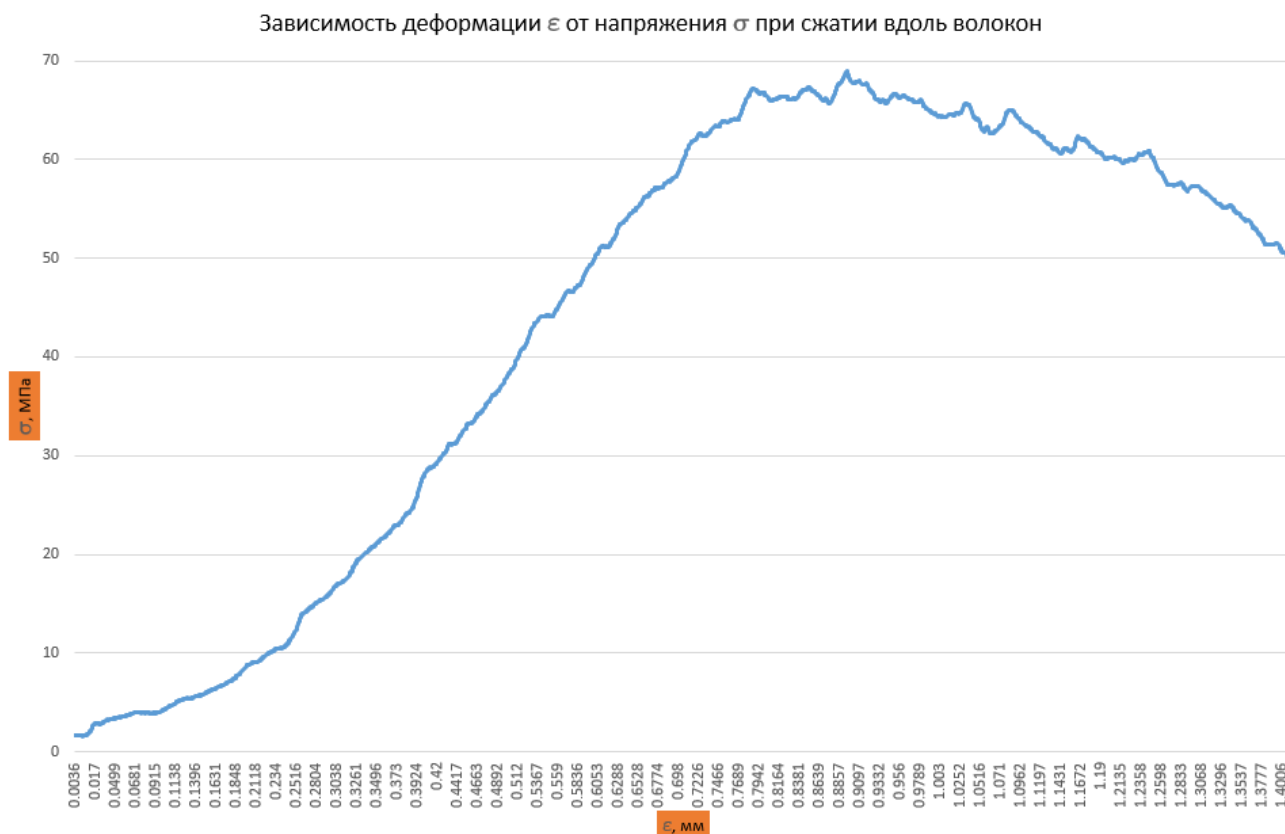


Рисунок 2 – Диаграмма «деформации-напряжения» при испытании на сжатие деревянной прямоугольной призмы №17 размерами 20 × 20 × 30 см (авторский эксперимент)

Для усиления ДК, как правило, используют обычную и предварительно напряженную арматуру, стальную и композитную арматуру, стеклоткань и углеволокно. При введении предварительно напряженной арматуры деформативность ДК снижается в 2–8 раз по сравнению с неармированными конструкциями, но прочность оказывается значительно меньше, чем при введении ненапрягаемой арматуры при одинаковом проценте армирования [5]. Так же предварительное напряжение арматуры создает дополнительные сдвигающие усилия в древесине, которые вместе с напряжениями, возникающими от действия внешних нагрузок, приводят к преждевременному достижению предельных значений сдвигающих усилий в древесине приопорной зоны, а в дальнейшем и к разрушению от действия поперечных сил. Стеклоткань и углеволокно обычно располагают в приопорных зонах ДК, где идет постепенное увеличение значения изгибающего момента (рис. 3). Для закрепления армирующих элементов в теле древесины используют различные синтетические клеи, которые обеспечивают надежное соединение разнородных материалов.



Рисунок 3 – Внешнее армирование несущих деревянных конструкций композитной лентой

[Режим доступа: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=32288>]

Установлено, что АДК имеют несущую способность в 1,5–3,5 раза больше, чем аналогичные неармированные конструкции. Экономический эффект от замены обычных конструкций на армированные достигается за счет снижения расхода древесины на 30–40 %, монтажного веса на 2–20 %, приведенных затрат на 4–8 % [1].

Прочность элементов АДК подчинена общим временным закономерностям изменения прочности древесины при длительном действии нагрузки. В ходе испытаний конструкций длительно действующей нагрузкой в диапазоне 0,35–0,65 от предела временной прочности определены две области затухающей и незатухающей ползучести [1].

Нагрузка, разделяющая эти области, характеризует предел длительной прочности, который по экспериментальным данным составляет 0,5–0,7 предела временной прочности [1].

При разрушении АДК арматура сохраняет сцепление с древесиной по всей длине, что позволяет конструкциям длительное время выдерживать нагрузку до 0,5–0,7 от разрушающей за счет поддерживающего влияния арматуры и деревянной неразрушенной части сечения [1].

Армированные деревянные конструкции все равно подвергаются коррозии: биологической, химической, а также возгоранию, поэтому для того, чтобы защитить ДК от воздействия агрессивных сред требуется обработка древесины и армирующих элементов различными защитными покрытиями.

Подводя итог, можно сказать, что применение АДК сокращает трудозатраты, расход древесины на 1,5–2 раза, минимизирует издержки на 20–25%, ускоряет процесс монтажа и транспортировки, а также масса конструкций уменьшается на 20–25% [3]. Для повышения изгибной прочности и жесткости ДК необходимо применение армирующих элементов из высокомодульных материалов – стальная арматура, углепластиковые холсты, стеклокомпозитная арматура и т. д. Использование таких конструкций в РФ более чем рационально, так как $\frac{1}{4}$ всех мировых запасов леса сосредоточена в России

Список литературы:

1. Енютина М. К. Особенности применения армированных деревянных конструкций // Наука молодых – будущее России: Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Т. 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 142–145.
2. Кавелин А.С., Тютина А.Д., Нуриев В. Э., Колтакова В.А. Армирование деревянных конструкций // Инженерный вестник Дона. 2019. № 8(59). С. 44–50.
3. Рощина С. И. Армирование – эффективное средство повышения надежности и долговечности деревянных конструкций // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2008. № 2. С. 71–74.
4. Рощина С. И. Армированные деревянные конструкции // Архитектура и строительство России. 2008. № 3. С. 32–37.
5. Рощина С. И., Сергеев М. С., Лукина А. В. Армированные деревянные конструкции // Вестник Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Педагогические и психологические науки. 2014. С. 56–59.

References:

1. Enyutina M. K. Features of the use of reinforced wooden structures [Osobennosti primeneniya armirovannykh derevyannykh konstrukcij] Nauka molodyh – budushchee Rossii: Sbornik nauchnyh statej 4-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii perspektivnyh razrabotok molodyh uchenyh. Vol. 6. – Kursk: Southwestern State University/ 2019. Pp. 142–145. (rus)
2. Kavelin A.S., Tyutina A.D., Nuriev V.E., Koltakova V.A. Reinforcement of wooden structures [Armirovanie derevyannykh konstrukcij]. Engineering Bulletin of the Don. 2019. No. 8(59). Pp. 44–50. (rus)
3. Roshina S.I. Reinforcement – an effective means of improving the reliability and durability of wooden structures [Armirovanie – effektivnoe sredstvo povysheniya nadezhnosti i dolgovechnosti derevyannykh konstrukcij]. Russian Forestry Journal. 2008. No. 2. Pp. 71–74. (rus)
4. Roshchina S.I. Reinforced wooden structures [Armirovannyye derevyannyye konstrukcii]. Architecture and construction of Russia. 2008. No. 3. Pp. 32–37. (rus)
5. Roshchina S. I., Sergeev M. S., Lukina A. V. Reinforced wooden structures [Armirovannyye derevyannyye konstrukcii]. Bulletin of the Vladimir State University. Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov. Series: Pedagogical and psychological sciences. 2014. Pp. 56–59. (rus)