

## Армирование деревянных конструкций

*А.С. Кавелин, А.Д. Тютина, В.Э. Нуриев, В.А. Колтакова*

*Донской государственной технической университет*

**Аннотация:** В данной статье проведен анализ технико-экономических показателей и приведены результаты исследований, подтверждающие востребованность армированных деревянных конструкций в современном строительстве. Данный материал наиболее конкурентоспособен благодаря своим уникальным свойствам: экологичность, экономичность, простой монтаж и транспортировка, уменьшенная масса конструкций и их объем. Приведённые в данной статье факты могут и должны быть рассмотрены в качестве рекомендаций для проектирования.

**Ключевые слова:** армирование, конструкции, древесина, АДК, строительство, проектирование, арматура, экологичность, монтаж, испытания, нагрузка, деформативность.

В России сохранилась положительная тенденция развития строительной отрасли, отвечающая современным критериям экономичности и модернизации. Поэтому исследования и анализ эффективности проведенные в данной статье как никогда актуальны. Деревянные конструкции занимают лидирующие позиции в условиях рыночной конкуренции, благодаря своей экологичности, высоким конструктивным свойствам и диверсификации области их применения.

За устранение минусов отвечает армирование деревянных конструкций-АДК. Именно оно помогает снизить эффект ползучести, сократить влияние пороков и т.д. Также повышается сборность, упрощает монтаж, реконструкцию и транспортировку конструкций с помощью компоновки узловых соединений [1]. Появление АДК стало возможным благодаря появлению новых синтетических клеев, обеспечивающих надежность соединения разнородных материалов. В армировании применяют как предварительно напряженную, так и обычную арматуру. Отличительной особенностью применения обычной арматуры являются экономичность и низкие трудозатраты без потери качества [2].

В ходе экспериментов было выявлено, что несущая способность АДК в 2-3,5 раза выше, чем у прочих неармированных конструкций. Экономичность

применения армированных конструкций обусловлена уменьшением монтажного веса на 15-20% и сокращением расхода древесины на 35-45% [3].

В дальнейшем испытания помогли определить, что прочность АДК подчинена общепринятым временным закономерностям при продолжительной нагрузке. Диапазон подобной нагрузки в 0,4 – 0,7 от предела временной прочности имеет две области затухающей и не затухающей ползучести. При нагрузке в данных областях предел длительной прочности имеет значение 0,5 – 0,75 от предела временной прочности. Сохранение сцепления арматуры с древесиной по всей площади, возможно даже при разрушении АДКД. Деревянная неразрушенная часть сечения и поддержание влияния арматуры обеспечивает показатели нагрузки в 0,5-0,75 от разрушающей [4].

Процесс перераспределения усилий, происходящий в АДК из разнородных материалов, возникает при длительной нагрузке. Уменьшение нормального напряжения в древесине и его увеличение в арматуре, происходит при распределении их усилий за счет разной степени ползучести материалов АДК [5]. Данный эффект является положительным, потому что при эксплуатации армированных деревянных конструкций осуществляется догружение арматуры и разгрузка древесины. В ходе экспериментов было выявлено, что характер загрузения имеет наибольшее значение при последующих деформациях. Рассмотрение древесины как упруго-вязкого материала, связано с изменением ее деформативности при долговременной нагрузке, может быть трактовано как линейная ползучесть [6].

Деревянная балка является нововведением в области армированных деревянных конструкций, с применением наклонно вклеенных стержней и внешнего армирования [7]. Древесина и стальной прокат (арматурные стержни, швеллера) приходятся основными элементами этих балок. Установка швеллера осуществляется либо в растянутой, либо в сжатой зоне

---

балки. Наклонно вклеенные арматурные стержни класса А-400 с периодическим профилем  $d=10\text{мм}$  служат для крепления швеллера к балке. Их расположение по балке происходит по растягивающим либо сжимающим напряжениям с шагом  $300\text{мм}$  и под углом  $45^\circ$  градусов. Повышение несущей способности и уменьшение деформативности композитных балок в сравнении с деревянными достигается путем их армирования. Что в свою очередь повышает их конкурентоспособность и экономичность [8].

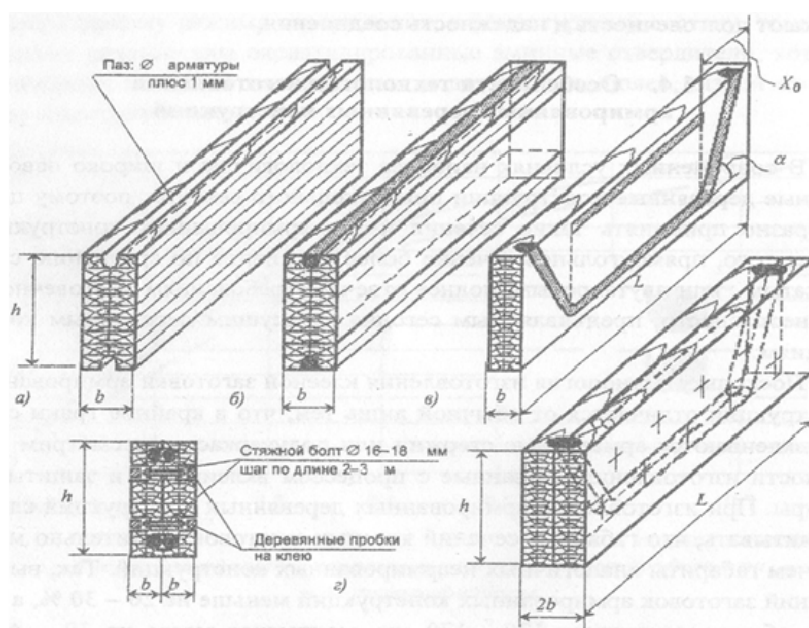


Рис. 1. – Особенности технологии изготовления армированных деревянных

Сейчас активно разрабатываются углеродные нановолокна для применения их в различных областях в том числе и АДК [9]. Их широкая область применения обусловлена термическими, механическими и электрическими свойствами. Стеклоткань из базальтового волокна, древесина и эпоксидная матрица являются основополагающими элементами деревоклееной композитной балки. Они обеспечивают повышенную прочность, сниженную деформативность и снижение поперечного сечения.



Рис. 2. – Внешнее армирование несущих деревянных конструкций углеродной лентой.

Для повышения химической и огнестойкости древесины используется стеклоткань из базальтового волокна, а сама конструкция также радиопрозрачна и немагнитна аналогично древесине. Использование нанотрубок в армированных композитных конструкциях обеспечивает пластичность при их разрушении. Подобные конструкции широко используются в гражданском и транспортном строительстве [10].

АДК имеют не только положительные стороны, описанные выше, но также сохраняют существенные недостатки деревянных конструкций, такие как: возгораемость, подверженность гниению. Для того, чтобы минимизировать данные отрицательные факторы, необходимо обрабатывать деревянные конструкции защитными покрытиями против гниения и огня.

Обобщая вышесказанное и основываясь на технико-экономических показателях, можно утверждать, что использование АДК в сравнении с неармированными конструкциями на 20-25% снижает издержки, а также уменьшает массу конструкций на 25%, сокращая при этом расход древесины

на 1,5-2 раза - тем самым оптимизируя затраты на монтаж, транспортировку. А путем уменьшения объема здания сокращаются издержки на отопление и ограждающие конструкции. Приведённые в данной статье факты могут и должны быть рассмотрены в качестве рекомендаций для проектирования.

### Литература

1. Карлсен Г.Г., Большаков В.В., Каган М.Е., Александровский К.В., Бочкарев И.В., Фоломин А.И. Деревянные конструкции. 1998. 39с.
2. Башкова Ю.Б., Шкуркина А.И., Вшивков Е.П. Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. XLV междунар. науч. практ. конф. № 4(41). Новосибирск: СибАК, 2015. 72с.
3. Орлович Р.Б. Длительная прочность и деформативность конструкций из современных древесных материалов при основных эксплуатационных воздействиях: Автореф. дис.д-ра техн. наук. Л.: ЛИСИ, 1991. 51с.
4. Каган М.Е. Сопряжения элементов деревянных конструкций на нагелях. Изд-во Военно-инженерной академии Красной Армии им. В.В. Куйбышева, М. 1940. С. 43-56.
5. Шеина С.Г., Чулкова Е. В. Анализ эффективности энергосберегающих мероприятий, 2011. 56 с.
6. Гуськов И.М. Эксплуатация деревянных конструкций. М.: МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1982. 101с.
7. Коченов В.М. Несущая способность элементов и соединений деревянных конструкций. М.: Госстройиздат, 1963. 320 с.
8. Guyer E.C. Handbook of Applied Thermal Design. USA: CRC Press, 1999. С. 75-76.
9. Herschel W. The Scientific Papers of Sir William Herschel. USA: Cambridge University Press, 2013. С. 25-26.

10. Зильберова И.Ю., Петров К.С., Зильберов Р.Д. Разработка предложений по повышению энергоэффективности многоквартирных жилых домов массовой застройки // Инженерный вестник Дона, 2012, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1080.

### References

1. Karlsen G. G., Bol'shakov V. V., Kagan M. E., Aleksandrovskij K. V., Bochkarev I. V., Folomin A. I. Derevjannye konstrukcii [Wooden structure], 1998. 39 p.
2. Bashkova Ju.B., Shkurkina A.I., Vshivkov E.P. Tehnicheskie nauki ot teorii k praktike, 2015, № 4(41).72 p.
3. Orlovich P.B. Dlitel'naja prochnost' i deformativnost' konstrukcij iz sovremennyh drevesnyh materialov pri osnovnyh jekspluacionnyh vozdejstvijah [Long-term strength and deformability of structures from modern wood materials under the main operational impacts] Avtoref. dis. d-ra tehn. nauk. L. LISI, 1991. 51 p.
4. Kagan M.E. Soprzjazhenija jelementov derevjannyh konstrukcij na nageljah [Conjugation of elements of wooden structures on nails]. Izd-vo Voenno-inzhenernoj akademii Krasnoj Armii im. V.V. Kujbysheva, M.1940. pp. 43-56.
5. Sheina S.G., Chulkova E. V. Inzenernyj vestnik Dona, 2011, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2011/707.
6. Gus'kov I.M. Jekspluacija derevjannyh konstrukcij [Bearing capacity of elements and joints of wooden structures]. M.: MISI im. V.V. Kujbysheva, 1982, 101 p.
7. Kochenov V.M. Nesushchaya sposobnost' elementov i soedinenij derevyannyh konstrukcij [Bearing capacity of elements and joints of wooden structures]. M.: Gosstrojizdat, 1963, 320 p.



8. Guyer E.C. Handbook of Applied Thermal Design. USA: CRC Press, 1999, pp. 75-76.
9. Herschel W. The Scientific Papers of Sir William Herschel. USA: Cambridge University Press, 2013, pp. 25-26.
10. Zil'berova I.YU, Petrov K.S., Zil'berov R.D. Inzenernyj vestnik Dona, 2012, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1080](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1080).