

Конструктивные решения деревянных зданий и сооружений из оцилиндрованных бревен и брусьев

Б.М. Языев, С.В. Скуратов, И.А. Ким, И.М. Зотов

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Рассмотрено конструктивное решение стен деревянных домов из оцилиндрованного бревна или профилированного бруса, устанавливаемого вертикально (деревянный стоевый элемент). Предлагается устраивать два продольных фрезерованных паза прямоугольной формы, расположенных в диаметральной плоскости сечения бревна для установки листовых фанерных шпонок, что позволяет включать в совместную работу смежные стоевые элементы при работе на изгиб из плоскости стены. Вариант устройства обвязок, предлагается использование металлических прокатных профилей швеллерообразного и двутаврового сечения, соединяемых с устанавливаемыми в углах каркаса металлическими стоевыми элементами трубчатого (коробчатого) сечения.

Ключевые слова: оцилиндрованное бревно, профилированный брус, листовые фанерные шпонки, стоевые элементы трубчатого сечения.

В практике отечественного и зарубежного малоэтажного строительства широко применяются деревянные конструкции сооружений, как с использованием различных видов каркасных и щитовых систем, так и с вариантами из лесо- и пиломатериалов таких, как оцилиндрованное бревно, профилированный цельный или клееный брус, расположенных в конструкции горизонтально [1-5].

Анализ технической литературы по вопросам строительства подобных зданий и сооружений позволяет сделать вывод о том, что наряду с несомненными преимуществами, такими как экологический комфорт, эстетические свойства, высокая энергоэффективность, имеют место недостатки, к которым относится усадка древесины вследствие ее усушки [1]. Древесина по структуре является волокнистым пористым материалом, который в период, эксплуатации постоянно впитывает и отдает влагу в окружающую атмосферу и при этом соответственно увеличивается, и уменьшается в объеме за счет циклического воздействия атмосферных

факторов. Основное воздействие происходит по толщине бревен в диаметральной плоскости сечения и в значительно меньшей степени затрагивает их длину. Известно, что линейная усушка вдоль волокон древесины обычно мала, поэтому ею пренебрегают. Усушка в радиальном направлении находится в пределах 2-8,5%, а в тангенциальном направлении 2,2-14% [6]. Неравномерность деформирования приводит к появлению щелей в деревянных стенах, растрескиванию и скручиванию бревен и брусьев, к перекосу сооружения, сдавливанию оконных и дверных проемов, к потере общей формы сооружения [7].

В зависимости от первоначальной влажности исходного материала усадка сооружения составляет в среднем 5-8%. Кроме того, под действием собственного веса конструкции происходит смятие бревен и раскрытие трещин, что добавляет еще 2% усадки от исходной высоты строения. В результате суммарная усадка доходит до 7-10%, а с условием изначально большой влажности достигает 15-17%. Самый большой процент усадки имеет сооружение, возводимое из свежесрубленных бревен. Дом из профилированного бруса влажностью до 20% даст усадку на 3-5%, величина усадки дома из оцилиндрованного бревна достигает 7%, что означает уменьшение высоты трехметровой стены за год на 20см.

Срок усадки дома и величина уменьшения высоты его стен определяются следующими факторами: вид материала сруба (простое или оцилиндрованное бревно, профилированный или клееный брус), размеры материала, влажность древесины, технология и сезон строительства. Снижение негативного воздействия этих факторов предлагается учитывать различными способами: устройство окосячки (подвижной конструкции коробок) с применением винтовых домкратов, применение при соединении винтов так называемой «канадской чашки», преимущество которой состоит в особой клинообразной форме стыка, благодаря чему усушка бревна не

приводит к образованию щели, а дополнительно уплотняет шов под действием веса вышележащих венцов и кровли. При сборке сруба рекомендуется использование для его нижних венцов прочных и долговечных пород древесины (дуб, лиственница). В срубах из оцилиндрованного бревна устанавливают компенсаторы усадки, пружинные узлы «Сила» и специальные металлические крепежные элементы для стропильных ног с целью обеспечения правильной усадки деревянного сруба. В оконных и дверных проемах устраивают посадочное место-зазор от 6 до 10 см.

С целью устранения недостатков, возникающих в процессе возведения и эксплуатации деревянных срубов с традиционным горизонтальным расположением венцов целесообразно рассмотреть конструктивное решение стен деревянных домов из оцилиндрованного бревна или профилированного бруса, устанавливаемого вертикально (деревянный стоевой элемент).

В соответствии с техническими условиями на изготовление оцилиндрованных бревен диаметром $d_{\text{бревна}} = 200 - 400 \text{ мм}$ предлагается устраивать два продольных фрезерованных паза прямоугольной формы, расположенных в диаметральной плоскости сечения бревна для установки листовых фанерных шпонок. Размеры пазов по ширине зависят от толщины шпонок. Размеры пазов по ширине зависят от толщины шпонок ($\delta = 10, 12 \text{ мм}$), по глубине ($h_{\text{сп}}$) определяются в соответствии с конструктивными требованиями, предъявляемыми к шпоночным соединениям: $3 \text{ см} \leq h_{\text{сп}} \leq \frac{1}{4} d_{\text{бревна}}$. Фанерные шпонки длиной $l_{\text{шп}} \geq 5h_{\text{сп}}$ клеиваются с конструктивным шагом 500 мм в полосовой эластичный уплотнитель, размещаемый по длине соединяемых смежных стоевых бревен. Размеры поперечного прямоугольного сечения полосового уплотнителя $a \times b$

принимаются в зависимости от диаметра бревна. Ширина шпонки ($b_{шп}$) равна $2h_{вр}$, длина шпонки ($l_{шп}$) - из конструктивных соображений 100 мм (рис. 1). Постановка шпонок позволяет включать в совместную работу смежные стоевые элементы при работе на изгиб из плоскости стены.

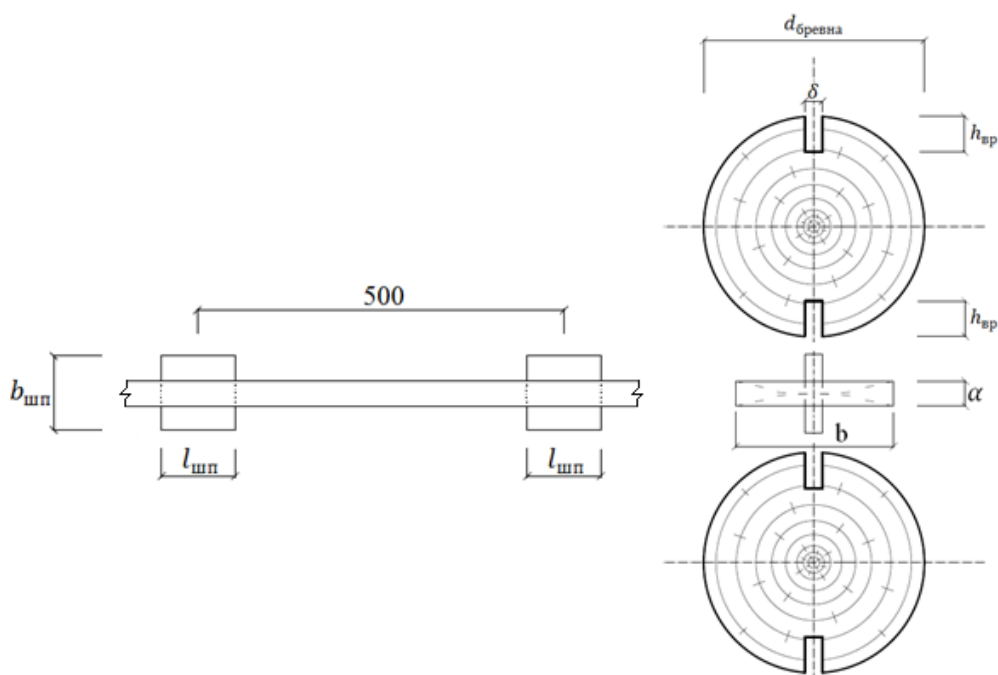


Рис. 1. Размеры поперечного прямоугольного сечения полосового уплотнителя в зависимости от диаметра бревна.

Для соединения смежных стоевых элементов в плоскости набираемой стены используются традиционные скобы металлические строительные прямые [8], способ постановки которых – забивка заостренных концов П-образной скобы в древесину поперек волокон смежных стоевых бревен, предварительно стянутых друг к другу монтажными струбцинами. Также сборку ведут на металлических стержнях, поставленных в плоскости набираемой стены в отверстия, просверленные через диаметральные сечения в плоскости расположения продольных пазов. Постановка металлических стержней необходима также при сборке участков стены над оконными и

дверными проемами. Такие стержни, устанавливаемые по высоте стены с минимальным шагом $7d_{\text{стержня}}$, препятствуют кручению бревен.

Предложенный вариант изменения расположения оцилиндрованных бревен в конструкции стен позволяет исключить нежелательные последствия вертикальной усадки сооружений в деревянном домостроении, но влияние радиальной усушки бревен будет проявляться в виде увеличения щелей между смежными стоевыми элементами. В целях учета последствий радиальной усушки рекомендуется задаваться таким размером ширины фанерных шпонок $b_{\text{шп}}$, чтобы не потерялось их функциональное назначение в обеспечении совместной работы стоевых элементов, и принимать толщину полосового эластичного уплотнителя « α » такой, чтобы в результате циклической усушки-разбухания древесины под действием атмосферных температурно-влажностных факторов этот уплотнитель надежно выполнял функции влаго- и термостойкого нащельника.

Для закрепления деревянных стоевых элементов стен необходимо устройство нижней и верхней обвязки. В качестве обвязки применяют брус цельного сечения, укладываемый непосредственно сверху на конструкцию ленточного фундамента при условии выполнения гидроизоляционного слоя (нижний обвязочный брус). Обвязочный брус дополняется двумя бортовыми досками, образующими паз для размещения концов бревен или брусьев (рис.2). На верхний обвязочный брус (мауэрлат) в варианте одноэтажного здания осуществляется опирание стропильных ног покрытия. Аналогично с устройством обвязки стен, предлагается устройство обрамления дверных и оконных проемов сооружений. Используя сортамент оцилиндрованных бревен (длина 6м) возможно проектирование одно- и двухэтажных зданий при соответствующем размещении вертикальных связей, обеспечивающих пространственную жесткость сооружений.

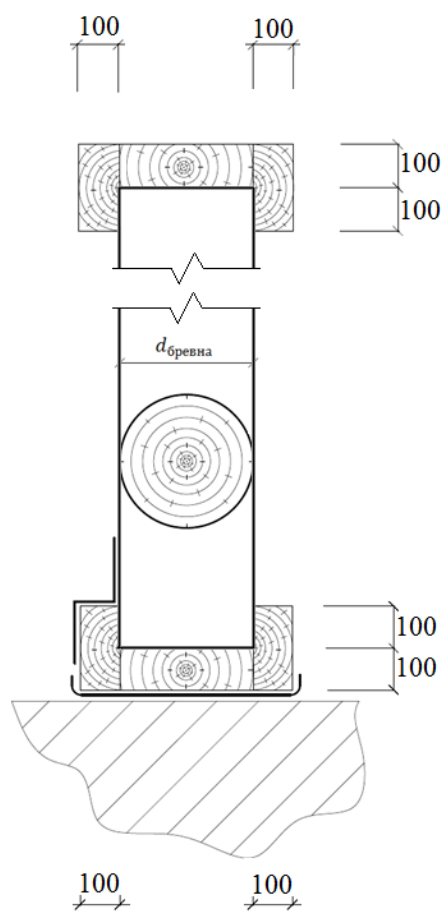


Рис. 2. Обвязочный брус с двумя бортовыми досками, образующими паз для размещения концов бревен

Как вариант устройства обвязок, предлагается использование металлических прокатных профилей швеллерообразного и двутаврового сечения, соединяемых с устанавливаемыми в углах каркаса металлическими стоевыми элементами трубчатого (коробчатого) сечения. Например, для набора стены из оцилиндрованного бревна диаметром 200мм в качестве такой обвязочной обоймы могут использоваться прокатные профили [№22 и I№22 [10].

Для обеспечения пространственной жесткости деревянных каркасных систем используют связи двух видов: горизонтальные, в плоскостях крыши и потолка, и вертикальные, в плоскостях стен. Горизонтальные (ветровые) связи проектируют из полосовой стали, фанеры, древесно-стружечных плит и

диагональной обшивки. Вертикальные связи выполняются в виде простого раскоса и полурамы [1,11,12]. Пространственная жесткость деревянных щитовых систем обеспечиваются устройством в углах здания и на участках между углами жестких и прочных на сдвиг стеновых элементов в виде плоских систем. Примыкающие к наружным стенам под прямым углом внутренние перегородки также следует заполнять жесткими стеновыми элементами.

В сооружениях деревянного домостроения из вертикально расположенных стоевых элементов рекомендуется устройство для угловых стоек вертикальных связей в виде раскосов или полурам из досок или брусьев. Размещение вертикальных связей следует выполнять в зависимости от привязки оконных и дверных проемов. По аналогии с деревянными щитовыми системами возможно образовать жесткие на сдвиг элементы за счет обшивки соответствующих участков стен листовыми материалами на основе древесины (фанера, ДСтП, ОСП).

Одним из важных аспектов в деревянном домостроении является влаго-, огне- и биозащита конструкций и изделий на весь период возведения и эксплуатации сооружений. В практике современного строительства при условии активного развития прикладной химии широкое применение получили препараты, позволяющие не только выполнять защитные функции, но и сохранять текстурный колорит древесины. Химическая промышленность предлагает такие антисептики, как Сенеж, ЗелестХортос, ВЮФА, огнезащитные составы ОФП-9, ВП-9, NULLIFIRE, АК-151КРОЗ, ППЛ, антипирены бура, хлористый аммоний, сернокислотный аммоний, которые с использованием различных способов нанесения, позволяют повысить долговечность эксплуатации деревянных конструкций и изделий. Следует отметить, что при устройстве срубов с традиционным горизонтальным расположением в венцах бревен и брусьев, при условии

качественной защиты всех поверхностей сооружения не возникает необходимость во внутренней и наружной отделке помещений. В предлагаемом варианте вертикального расположения бревен и брусьев возникает необходимость в такой отделке, несущей декорирующие функции. Внутренняя отделка, скрывающая вертикальные связи по стеновым ограждениям и соединения между смежными стоевыми элементами (скобы), может выполняться по существующим технологиям в строительстве. Наружная отделка стен может быть произведена с применением сайдинг-панелей из полимерных материалов, прикрепляемых к каркасу из металлического профиля. При условии прикрепления вертикальных стоек металлического каркаса, отцентрированных относительно продольной оси деревянных стоевых элементов, поперечная усадка древесины не повлияет на геометрию стеновой поверхности. С целью предотвращения продольных деформаций сайдинг-панелей вследствие температурных воздействий, приводящих к их выпучиванию из плоскости стены, рекомендуется предусматривать в сайдинге отверстия овальной формы под крепежные саморезы с шайбами, которые не следует плотно затягивать при закручивании. В процессе выполнения работ по наружной отделке при вариантах обшивки из сайдинг-панелей и других листовых материалов возможно размещение в толщине металлического каркаса слоя утеплителя. В случае бескаркасного решения допускается крепление сайдинга непосредственно к стене сооружения.

Предлагаемые конструктивные решения стен из деревянных стоевых элементов обладают преимуществами по сравнению с традиционными стенами из горизонтальных венцов, исключая необходимость решения технических задач, имеющих место при усадке сооружений рассмотренного типа.

Литература



1. Атлас деревянных конструкций / Гётц К.-Г., Хоор Д, Мёлер К., Натгерер Ю.; под ред. Ермолова В. В. –М.: Стройиздат, 1985. – 272с.
 2. Возняк Е. Р. Архитектура православных храмов на примере храмов Санкт-Петербурга: учеб. Пособие – СПб: СПбГАСУ, 2010. -80с.
 3. Справочник по сельскохозяйственному строительству. Том 1. - М: Гос. изд. сельхоз. лит-ры, 1950.- 648с.
 4. Ярцев В. П., Киселева О. А. Проектирование и испытание деревянных конструкций: Учебное пособие – Тамбов: Тамб.гос.техн.ун-т, 2005. – 128с.
 5. Методические указания по технологии изготовления и монтажа строительных систем деревянных домов из оцилиндрованных бревен для студентов строительных специальностей / Скуратов С. В. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2013. -9с.
 6. Конструкции из дерева и пластмасс / Слицкоухов Ю. В., Буданов В. Д., Гаппоев М. М. и др.; под ред. Г. Г. Карлсена и Ю. В. Слицкоухова. – М.: Стройиздат, 1986. – 543с.
 7. Лукашевич Э. Б., Вержбовский Г. Б., Саар В. А. К расчету несущих элементов деревянных брусчатых домов / Легкие строительные конструкции: Сб. науч.трудов. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2009. – с.63-68.
 8. Отрешко А. И. Справочник проектировщика. Деревянные конструкции. - М.: Гос. изд. лит-ры по строительству и архитектуре, 1957. – 264с.
 9. Металлические конструкции. Т.1. Элементы стальных конструкций: Учебное пособие для строительных вузов/ Горев В. В., Уваров Б. Ю., Филиппов В. В. и др.; Под ред. В. В. Горева: - М.: Высш. шк. 1997. -527с.
 10. Карамышева А.А., Языев Б.М., Чепурненко А.С., Языева С.Б. Оптимизация геометрических параметров двухскатной балки прямоугольного сечения // Инженерный вестник Дона. 2015 г. №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_55_karamysheva.pdf_9eaad3038e.pdf
-

11. Карамышева А.А., Языев Б.М., Чепурненко А.С., Языева С.Б. Оптимизация формы ступенчато-призматической балки при изгибе // Инженерный вестник Дона. 2015 г. №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_54_karamysheva.pdf_dff7f7bf1a.pdf
12. Karamysheva A.A., Yazyev S.B., Avakov A.A. Calculation of plane bending stability of beams with stiffness. ICIE, 2016, pp. 1872-1877.
13. Timoshenko S.P., Gere J.M. Theory of elastic stability, McGraw-Hill, New York, 1961, second edition, 541 p.

References

1. Atlas derevyannykh konstruktsiy [Atlas of wooden structures] Goetz K.-G., Hoare D., Möhler K., Natterer J.; Ed. V.V. Ermolov. Moscow: Stroyizdat, 1985. 272 p.
2. Voznyak Ye. R. Arkhitektura pravoslavnykh khramov na primere khramov Sankt-Peterburga: ucheb. posobiye [Architecture of Orthodox churches on the example of the temples of St. Petersburg: Tutorial]. Saint Petersburg: SPbGASU, 2010. 80 p.
3. Spravochnik po sel'skokhozyaystvennomu stroitel'stvu. Tom 1. [Handbook of agricultural construction. Volume 1]. Moscow: State publishing house of agricultural literature, 1950. 648 p.
4. Yartsev V. P., Kiseleva O. A.. Proyektirovaniye i ispytaniye derevyannykh konstruktsiy: uchebnoye posobiye [Designing and testing of wooden structures: Tutorial]. Tambov: Tambov State Technical University, 2005. 128 p.
5. Skuratov S. V. Metodicheskiye ukazaniya po tekhnologii izgotovleniya i montazha stroitel'nykh sistem derevyannykh domov iz otsilindrovannykh breven dlya studentov stroitel'nykh spetsial'nostey [Methodical instructions on the technology of manufacturing and installation of building

systems of wooden houses from rounded logs for students of construction specialties]. Rostov-on-Don: RGSU, 2013. 9 p.

6. Slitskoukhov Yu. V., Budanov V. D., Gappoyev M. M. et al. Konstruktsii iz dereva i plastmass [Constructions of wood and plastics]. Moskva: Stroyizdat, 1986. 543 p.

7. Lukashevich E. B., Verzhbovskiy G. B., Saar V. A. K raschetu nesushchikh elementov derevyannykh bruschatykh domov [To the calculation of load-bearing elements of wooden cobbled houses]. Legkiye stroitel'nyye konstruktsii: Sb. nauch.trudov. [Lightweight building constructions: Collection of scientific papers]. Rostov-na-Donu: RGSU, 2009. Pp. 63-68.

8. Otreshko A. I. Spravochnik proyektirovshchika. Derevyannyye konstruktsii [Handbook of the designer. Wooden structures]. Moskva: Gos. izd. lit-ry po stroitelstvu i arhitekture, 1957. 264 p.

9. Gorev V. V., Uvarov B. Yu., Filippov V. V. et al. Metallicheskiye konstruktsii. T.1. Elementy stal'nykh konstruktsiy: Uchebnoye posobiye dlya stroitel'nykh vuzov [Metal constructions. Vol.1. Elements of steel structures: A textbook for construction universities]. M.: Vyssh. shk, 1997. 527 p.

10. Karamysheva A.A., Yazyev B.M., Chepurnenko A.S., Yazyeva S.B. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_55_karamysheva.pdf_9eaad3038e.pdf

11. Karamysheva A.A., Yazyev B.M., Chepurnenko A.S., Yazyeva S.B. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_54_karamysheva.pdf_dff7f7bfla.pdf

12. Karamysheva A.A., Yazyev S.B., Avakov A.A. Calculation of plane bending stability of beams with stiffness. ICIE, 2016, pp. 1872-1877.

13. Timoshenko S.P., Gere J.M. Theory of elastic stability, McGraw-Hill, New York, 1961, second edition, 541 p.