

УДК 624.011.1

Седов А.Н. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: sedovartur@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Трехслойный профилированный брус для малоэтажного строительства

Аннотация

Целью предлагаемого решения является создание надежного и долговечного конструктивного элемента стены, состоящего только из природных материалов – древесины и материалов ее переработки, обладающего повышенными теплотехническими и звукоизоляционными характеристиками, снижающего расход древесины, и не препятствующего естественной циркуляции влаги.

В качестве основы для бруса приняты существующие профили клееных брусьев для возведения стен. Отличительной особенностью является то, что наружный и внутренний лицевые слои бруса выполнены с финишной отделкой. В качестве среднего слоя используется изоляция из древесноволокнистых плит. Профилирование бруса выполняется с клееным утеплителем, что позволяет повысить точность изготовления.

Ключевые слова: профилированный брус, древесноволокнистая изоляция, технология изготовления бруса.

Малоэтажное строительство, на сегодняшний день является перспективной и развивающейся отраслью. Многообразие архитектурных решений для подобных зданий позволяет придать индивидуальность любому зданию, а для его владельца создать комфортные условия проживания. Рынок строительных материалов, а также технологии возведения зданий, позволяют выбрать наиболее приемлемые из них для любого ценового уровня.

Основными применяемыми техническими решениями по конструкциям стен на сегодняшний день являются:

- несущие или самонесущие стены из штучных материалов (кирпич, газобетон);
- каркасные стены с несущими элементами из дерева и заполнением изоляционными материалами;
- несущие стены из профилированных брусьев, бревен и т.п.

Все из перечисленных материалов, в той или иной степени, экологичны и могут быть использованы для создания современного жилья.

Так как с точки зрения затрат на отопление малоэтажное строительство относится к наиболее затратной технологии, вопрос выбора материалов, обеспечивающих максимальный коэффициент сопротивления теплопередачи и высокую теплоемкость при минимальном расходе, является актуальным. Причем наиболее эффективна будет конструкция не многослойная, а однородная или близкая к этому.

Наиболее полно указанным требованиям отвечают конструкции из древесины. Её применение в виде материала для стен, можно встретить в виде сплошных бревен (в т.ч. оцилиндрованных) и клееных профилированных брусьев. Оба решения сочетают в себе как достоинства, так и недостатки, главным из которых является усадка древесины и продувка швов, что вызывает необходимость проведения дополнительных затрат по их заделке или облицовки стен в целом.

На сегодняшний день существует множество конструкций профилированных брусьев. Некоторые из них оформлены в виде патентов на полезные модели или изобретения. Патент на изобретение № 2266376 РФ, кл. E04C3/12, 2005 г. [1], который посвящен клееному деревянному брусу, состоящему из пакета склеенных досок и продольных вставок с образованием пустотных камер по толщине бруса. Такое решение обладает рядом достоинств по сравнению со стандартным клееным полнотельным брусом, но и обладает некоторыми недостатками, такими как увеличенный расход древесины, значительное

количество склеиваемых элементов, что усложняет технологию его изготовления. Кроме того, пустотные камеры в дальнейшем не заполняются изоляционными материалами, что снижает величину сопротивления теплопередачи конструкции.

Патент № 2473757 РФ кл. E04C3/12, 2013 г. [2], посвящен способу изготовления деревянного составного бруса. Достоинствами решения является снижение трудоемкости изготовления и использование утеплителя в пустотах. Недостатком предлагаемого решения является наличие стальных соединительных лент, что будет приводить к коррозии, а также то, что доски соединяются в пакет будучи отфрезерованными, что может привести к неточностям сопряжения готовых брусьев между собой.

Патент № 2280741 РФ кл. E04C3/12, 2006 г. [3] посвящен клеедеревянному профилированному брусу, выполненному из двух продольных пластин, расположенных параллельно друг другу и третьей продольной пластины, располагаемой сверху или внизу поперечного сечения бруса. Перпендикулярно продольным пластинам с определенным шагом устанавливаются поперечные ребра из древесины. Образованные при этом полости могут быть заполнены любым утеплителем. К недостаткам предлагаемого решения относятся расположение продольного ребра по толщине бруса, что приводит к снижению теплотехнических свойств, а также то, что пластины соединяются отфрезерованными, поэтому при соединении брусьев между собой возможны неточности примыкания, что частично компенсируется уплотнительными лентами, усложняющими монтаж.

В патентах № 2168594 РФ кл. E04C3/14, 2001 г. № 2011131361 РФ кл. E04C3/12, 2006 г. [4] представлены решения клееного бруса, состоящего из нескольких досок без образования пустот. К недостаткам подобных решений относятся необходимость обработки большого количества древесины, повышенный расход материалов, особые требования к оборудованию для соединения большого количества досок.

В работах [5, 6] представлены конструкции стеновых панелей по технологии «двойной брус», заполнение пустот в которых предусматривается с помощью эковаты, которая при задувке имеет плотность порядка 70 кг/м^3 и подвержена осадке.

С учетом недостатков существующих решений сформулирована цель предлагаемого решения, которая заключается в создании надежного и долговечного конструктивного элемента стены, состоящего только из природных материалов – древесины и материалов ее переработки, обладающего повышенными теплотехническими и звукоизоляционными характеристиками, снижающего расход древесины, и не препятствующего естественной циркуляции влаги.

Основой для формы поперечного сечения приняты существующие профили клееных брусьев для возведения стен. Составными частями бруса являются наружная и внутренняя лицевые доски и внутренний слой утеплителя. Доски толщиной 30-45 мм с финишной отделкой с лицевой стороны соединяются между собой с помощью вставок из сплошной клееной древесины, которые располагаются в торцах бруса, а также с определенным шагом по его длине. Схема расположения вставок показана на рис. 1. Профиль бруса показан на рис. 2.

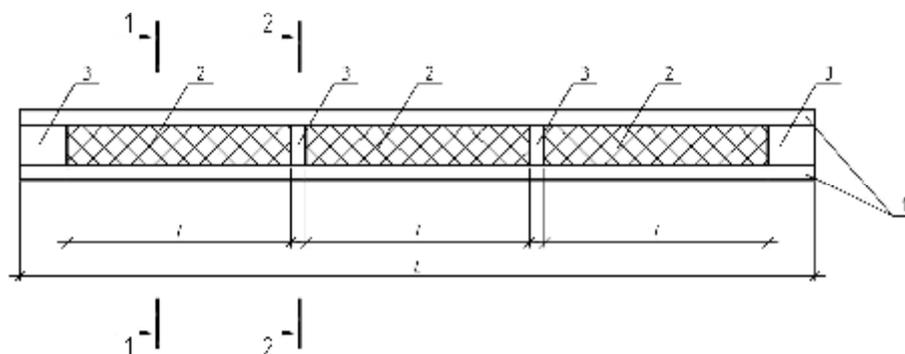


Рис. 1. Расположение вставок по длине бруса:

1 – лицевые доски; 2 – утеплитель из древесных волокон; 3 – вставка из дерева

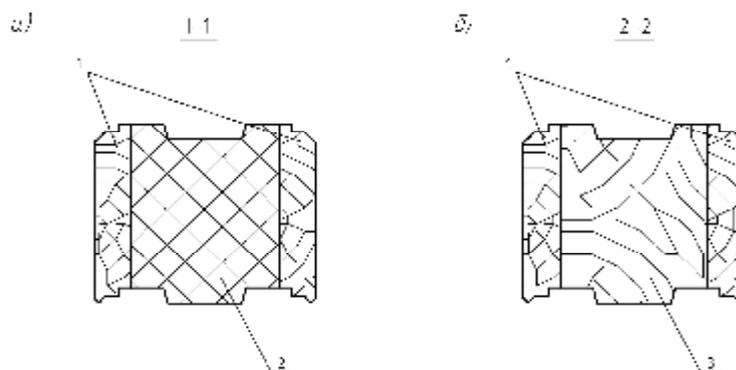


Рис. 2. Поперечное сечение 1-1 и 2-2

В качестве утеплителя, который устанавливается между внутренним и наружным лицевыми слоями, используются древесноволокнистые изоляционные плиты, обладающие высокими теплотехническими характеристиками и плотностью порядка 100 кг/м^3 , что до 5 раз меньше плотности древесины.

Наиболее подходящими по требуемому составу и характеристикам являются изоляционные плиты производителей Gutex и Steico с коэффициентом сопротивления теплопередаче в интервале $0,037-0,045 \text{ Вт/мК}$ (для дерева $0,14 \text{ Вт/мК}$), удельной теплоемкостью порядка $2100 \text{ Дж/кг}^\circ\text{К}$ (для дерева $1700 \text{ Дж/кг}^\circ\text{К}$) и толщине однородного слоя до 240 мм . По данным производителей такие изоляционные плиты содержат в своем составе только древесное волокно, получаемое при размалывании щепы – отхода при производстве пиломатериалов. Стабильность формы таких плит на протяжении всего срока эксплуатации достигается за счет надежного соединения волокон между собой, а также добавления до 4% по объему полиуретановой смолы. Формовка плит нужной толщины производится в прессах методом прокатки с последующей нарезкой и выдерживанием при повышенных температурах. В процессе эксплуатации изоляционные плиты, изготовленные по данной технологии, не дают усадку и не осаживаются по высоте стены, чем достигается длительная надежная эксплуатация и отсутствие необходимости использовать дополнительные уплотнители в стыках брусев, что также повышает качество и скорость монтажа.

Благодаря как пористой структуре волокон древесины, из которых изготовлены плиты, так и высокому объемному весу подобных изоляционных плит, достигаются наилучшие звукоизоляционные показатели конструкций крыши. За счет высокой диффузионной открытости и способности принимать атмосферную влагу до 20% от собственного веса, а затем отдавать ее без ущерба для теплотехнических свойств, изоляционные плиты оказывают благоприятное воздействие на микроклимат внутри помещения. В сочетании с отделочным слоем – древесиной, подобный процесс протекает без сопротивления, что обеспечивает комфортный микроклимат внутри помещений при любых внешних условиях.

Предложенное техническое решение по конструкции трехслойного бруса не содержит по толщине клеевого слоя, который препятствовал бы циркуляции пара через него. Роль пароизоляции, в данном случае, выполняет внутренний слой бруса.

В работах [7, 8] показано устройство для повышения эффективности деревянной вставки внутри бруса, что также может быть использовано при производстве, с той лишь разницей, что в качестве утеплителя в основе предлагаемого решения используются полимерные строительные материалы.

К основным достоинствам технического решения трехслойного бруса с древесноволокнистым утеплителем можно отнести следующее:

- отсутствие непроницаемого клеевого шва по толщине бруса, что обеспечивает циркуляцию пара сквозь конструкцию;
- применение только природных материалов (древесины, полиуретановой смолы) для изготовления;
- точность изготовления;
- малые деформации усадки;

- высокое сопротивление теплопередаче и теплоемкость, что обеспечивает снижение потерь тепла, а также снижение затрат на отопление и кондиционирование по сравнению с другими конструкциями;

- снижение отходов при изготовлении.

К недостаткам можно отнести следующее:

- повышенные требования к качеству сырья, как для изготовления лицевого слоя, так и для изоляционных плит;

- высокие требования к качеству монтажа.

Отличительной особенностью технологии изготовления является то, что продольные доски допускается строгать только по наружной стороне, обеспечивая более надежное сопряжение с волокнами утеплителя. При этом приклеивание утеплителя к доскам осуществляется с помощью полиуретановой смолы при повышенной температуре и давлении. Для обеспечения точности изготовления и последующего сопряжения брусков между собой без пустот, профилирование (создание пазов по длине) осуществляется вместе с утеплителем. Срезанные участки допускается повторно использовать в качестве сырья для производства изоляционных плит, что обеспечивает снижение отходов при производстве бруса.

Процесс склейки наружных и внутренних слоев, а также профилирование, практически не отличается от технологии изготовления клееного бруса, поэтому подобную конструкцию можно изготовить без существенной модернизации линий по производству.

Подобная технология также позволяет изготовить брус с пустотами под утеплитель, при этом его задувку выполнить после монтажа бруса на всю стену. При этом в качестве утеплителя используется древесное волокно – основа для изготовления древесноволокнистых изоляционных плит. Плотность утеплителя при этом снижается до величин порядка 35-50 кг/м³, не снижая при этом теплотехнических показателей. Для задувки используются машины Catolet или подобные. При этом необходимо учитывать требования по минимальной величине внутренних пустот, которые могут быть от 80 мм.

На конструкцию трехслойного профилированного бруса с утеплителем из древесноволокнистых плит, а также технологию его изготовления поданы заявки на полезные модели.

Вывод

Применение трехслойного профилированного бруса с утеплителем из древесных волокон позволит существенно сократить толщину стены с сохранением требуемого уровня сопротивления теплопередаче и звукоизоляции. За счет увеличенной теплоемкости обеспечит меньшую скорость прогрева стены и экономию на кондиционировании, а также позволит снизить собственный вес конструкции за счет снижения плотности внутреннего слоя и, следовательно, нагрузку на фундамент.

Список библиографических ссылок

1. Клееный деревянный брус: пат. 2266376. Рос. Федерация; заявл. 23.03.2004; опубл. 20.12.2005. Бюл. № 35. – 10 с.
2. Способ изготовления деревянного составного строительного бруса: пат. 2473757 Рос. Федерация; заявл. 13.04.2011; опубл. 27.01.2013. Бюл. № 3. – 7 с.
3. Профилированный клееный деревянный брус: пат. 2280741 Рос. Федерация; заявл. 29.09.2004; опубл. 27.07.2006. Бюл. № 21. – 6 с.
4. Клееный деревянный элемент: пат. 2280741 Рос. Федерация. № 2011131361; заявл. 29.12.1999; опубл. 10.06.2001. Бюл. № 4. – 5 с.
5. Трехслойная строительная панель: пат. 2344246 Рос. Федерация; заявл. 26.12.2006; опубл. 20.01.2009. Бюл. № 2. – 7 с.
6. Хайруллин Л.Р. Исследование несущей способности стен деревянного дома, выполненной по технологии «двойной брус» // Известия КГАСУ, 2015, № 4 (34). – С. 178-182.

7. Цветков Д.Н. Теплотехническое обоснование наружных ограждений зданий из клееных деревянных энергоэффективных сортиментов // Вестник ТГАСУ, 2012, № 2. – С. 81-90.
8. Цветков Д.А. Повышение эксплуатационных свойств клееного профилированного бруса с утеплителем // Вестник ТГАСУ, 2012, № 2. – С. 163-169.

Sedov A.N. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: sedovartur@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Three-layer corrugated board for the low-rise building

Resume

The article presents a structural element and a method of manufacturing a three-layer profiled wooden wall beam, consisting of the exterior wood boards with a thickness of 30-45 mm with final finishing, and an inner layer of insulation made of wood-fiber plates. As the cross sectional shape of the beam taken existing profiles laminated boards for walls. For bonding all layers use polyurethane resin. Grading lumber is performed with inserted insulation, which improves the accuracy of manufacture.

The advantages of the proposed technical solution of three-layer beams is the lack of an impermeable adhesive joint according to the thickness of timber that circulates steam through design, using only natural materials (wood, polyurethane resins) for the manufacture, high manufacturing precision, small deformation of the shrinkage of the finished structure, high heat transfer resistance and heat capacity, which reduces heat loss and also reduce the cost of heating and air conditioning in comparison with other designs, reuse of waste in manufacturing. The disadvantages include higher requirements for quality of raw materials for the manufacture of face layers and for the insulation boards, as well as high demands on the quality of installation.

Keywords: profiled timber, wood fiber insulation, technology for the production of timber.

Reference list

1. Glued wooden timber: patent 2266376 of the Russian Federation. It is declared 23.03.2004; it is published 20.12.2005. The bulletin № 35. – 10 p.
2. Method of manufacturing a wood composite construction with timber: patent 2473757 of the Russian Federation. It is declared 13.04.2011; it is published 27.01.2013. The bulletin № 3. – 7 p.
3. Profiled glued timber: patent 2280741 of the Russian Federation. It is declared 29.09.2004; it is published 27.07.2006. The bulletin № 21. – 6 p.
4. Glued wooden element: patent 2280741 of the Russian Federation. № 2011131361; It is declared 29.12.1999; it is published 10.06.2001. The bulletin № 4. – 5 p.
5. Ehree-layered construction panel: patent 2344246 of the Russian Federation.; It is declared 26.12.2006; it is published 20.01.2009. The bulletin № 2. – 7 p.
6. Khairullin L.R. Study of bearing capacity of walls of wooden houses, made by technology «dual beam» // Izvestiya KGASU, 2015, № 4 (34). – P. 178-182.
7. Tsvetkov D.N. Thermo technical justification for exterior building envelopes of laminated wood energy efficient assortments // Vestnik TGASU, 2012, № 2. – P. 81-90.
8. Tsvetkov D.A. Increasing of operational properties of glued timber with a heater // Vestnik TGASU, 2012, № 2. – P. 163-169.