

Выводы

Результаты выполненных лабораторных исследований разработанного штифтового соединения минераловатных плит показали его высокую эффективность:

- все испытанные образцы разрушились по материалу утеплителя из-за истощения его несущей способности на изгиб;
- состояние штифтового соединения по итогам испытаний образцов до разрушения следует признать «удовлетворительным» – существенных разрушений материала минераловатных плит не произошло.

Анализ результатов выполненных исследований (табл. 1 и рис. 3) показал, что при соотношении между длиной деревянного штифта (l) и его диаметром (d), равном $l/d=4,0$, и шаге расстановки штифтов не более $10d$, разработанное решение стыка плитного утеплителя, воспринимающего ветровые воздействия, можно считать эффективным для минераловатных плит «Белтеп» плотностью не ниже 150 кг/м^3 .

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 17177. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1996. – 56 с.
2. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П., Монастырев П.В. Индустриальные методы облицовки фасадов зданий при их утеплении // Промышленное и гражданское строительство. – 1997. – №6. – С. 49–51.

3. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 160 с.
4. Езерский В.А., Монастырев П.В. Повышение водонепроницаемости стыков облицовочных панелей // Жилищное строительство. – 1998. – №11. – С. 12–14.
5. Анализ и проектирование конструкций. Т.8. Композиционные материалы. Под ред. К Чамиса. / Пер. с англ. Под. ред. Л. Браутмана и Р. Крока. – М.: Машиностроение, 1978. – 264 с.
6. В.С. Деревягин. Безметалльные составные балки и металлодеревянные сборные фермы. – М.: Стройиздат, 1947. – 80 с.
7. Бартев Г.М. Прочность и механизм разрушения полимеров. – Наука, 1964. – 279 с.
8. Старение и стабилизация полимеров. / Под. ред. А.С. Кузьмицкого – М.: Химия, 1966. – 208 с.
9. Исследования прочностных и упругих характеристик плитных утеплителей: отчет о НИР по теме «Разработка научно-обоснованных принципов осуществления тепловой реабилитации ограждающих конструкций эксплуатируемых зданий на основе термического экрана» / Брест. госуд. техн. ун-т; рук. В.Н. Черноиван. – Брест, 2006. – 36 с. – № ГР 20063374.
10. Морозова В. «Гомельстройматериалы»: выход на новый уровень // Архитектура и строительство. – 2005. – №6. – С. 96–100.

Материал поступил в редакцию 10.01.08

CHERNOIVAN V.N., CHERNOIVAN N.V. Constructive solution of the joint of plate heater of systems of additional heat-shielding of exterior walls of buildings «ventilated front»

In article the analysis of maintenance characteristics rebate and open joints of plate heater, used in existing systems of additional heat-shielding of exterior walls of buildings «ventilated front» is given.

The constructive solution of the open joint of plate heater with usage of wood pins and a procedure of laboratory tests of the joint taking up load is offered. Results of laboratory researches offered joint with wood pins on a static bending are presented. By results of the fulfilled researches, recommendations on design of the joint with wood pins for mineral wool plates of the trade mark «Beltep» are given.

УДК 624.011.1:539.4

Петрукович А.Н.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК, СПЛАЧЕННЫХ ВКЛЕЕННЫМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ СТЕРЖНЯМИ

Введение. Данная работа посвящена вопросу оценки моментов инерции балок, сплаченных металлическими стержнями, в плоскости минимальной жесткости. Это вызвано необходимостью оценки устойчивости балок из плоскости действия нагрузки и последующего проектирования связей по покрытию проектируемого здания бассейна.

В результате выполненных исследований получены значения моментов инерции балок в плоскости их наименьшего сопротивления, изучено влияние вклейки металлических стержней на работу балок сплаченных сечения в сравнении с балками цельного сечения аналогичных размеров.

В отчете приведены рекомендации по совершенствованию технологии сплачивания элементов балок вклейкой металлических стержней, а также по увеличению их жесткости.

При проектировании большепролетных деревянных клееных конструкций очень часто приходится сталкиваться с проблемой выбора рационального поперечного сечения. Это непосредственно связано с ограничениями высоты и ширины пакетов, обусловленными технологией изготовления деревянных клееных конструкций. Причем параметр ширины главным образом продиктован существующим сортаментом пиломатериалов. Поэтому поперечное сечение требуемых размеров чаще всего получают из двух и более пакетов, сплаченных между собой в плоскости наименьшей жесткости посредством стальных связей. В качестве таких связей в основном используются стальные стержни, вклеенные перпендикулярно боковым поверхностям с определенным шагом.

1. Опытные образцы для проведения испытаний. Для проведения испытаний были изготовлены два опытных образца в соответствии с проектным решением для натуральных конструкций. Образцы представляют собой клееные деревянные балки, выполненные из двух клееных пакетов из древесины ели, сплаченных между собой вклеенными металлическими стержнями – 14 стержней для образца №1 (рис. 1) и 10 стержней для образца №2 (рис. 2).

В результате осмотра и измерения образцов были установлены их геометрические размеры, а так же количество и расположение вклеенных стержней. Высота образца № 1 составляла 925 мм, ширина сечения из двух пакетов шириной по 140 мм составляла 280 мм. Стержни вклеены в два ряда по высоте сечения – симметрично, с отступом от края 150 мм, расстояние между стержнями по высоте – 625 мм; по длине балки стержни вклеены в 7 рядов с шагом 1400 мм, с отступом от торцов балки – 300 мм. Высота образца № 2 составляла 900 мм, ширина сечения из двух пакетов шириной 140 мм и 138 мм составляла 278 мм. Стержни вклеены в два ряда по высоте сечения – симметрично, с отступом от края 150 мм, расстояние между стержнями по высоте – 600 мм; по длине балки стержни вклеены в 5 рядов с шагом 2000 мм, с отступом от торцов балки – 500 мм.

Для сплачивания деревянных элементов использованы арматурные стержни $\varnothing 20$ мм А-400 ГОСТ 5781-82, длиной 240 мм, что соответствовало проектному решению для натуральных конструкций.

Петрукович Андрей Николаевич, ассистент кафедры сопротивления материалов и теоретической механики Брестского государственного технического университета.
Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

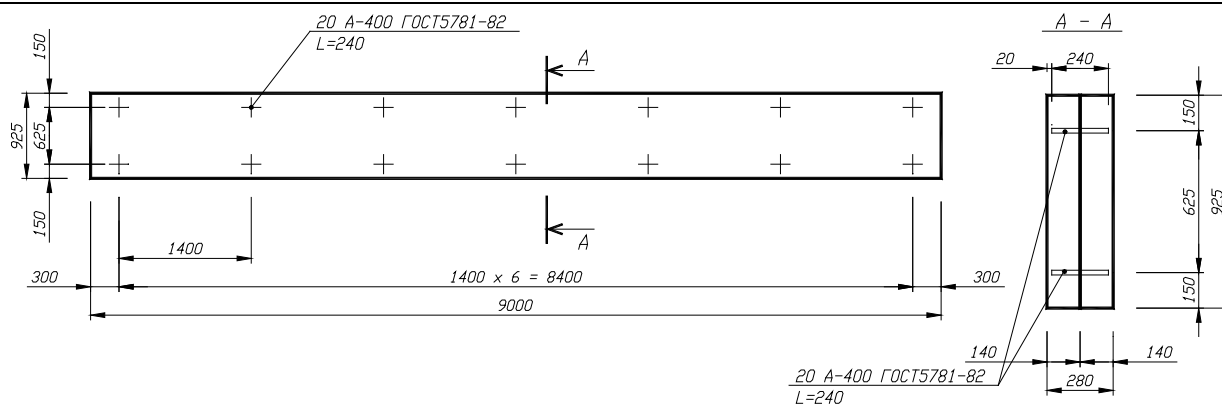


Рис. 1. Опытный образец № 1

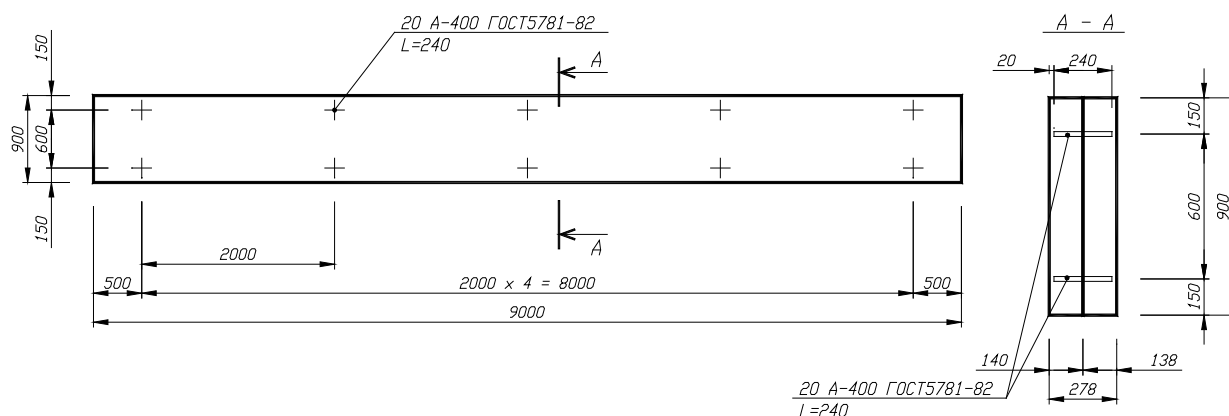


Рис. 2. Опытный образец № 2

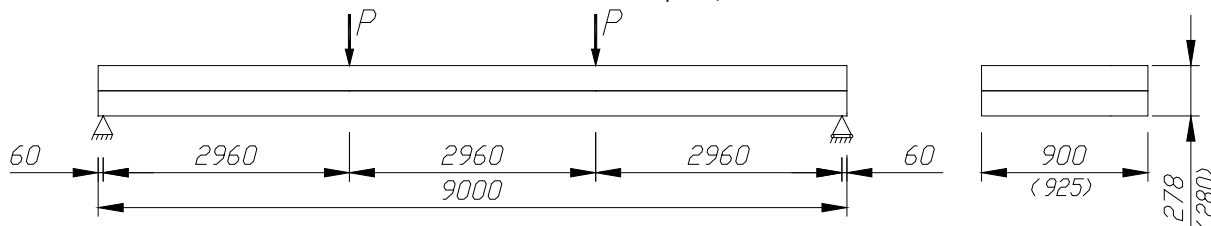


Рис. 3. Схема испытаний опытных образцов

2. Методика проведения испытаний. Целью испытаний являлось определение момента инерции клеенных деревянных балок, сплеченных с помощью вклеенных металлических стержней в плоскости наименьшей жесткости. Испытание осуществлялось по балочной схеме (рис. 3). Нагружение образцов осуществлялось двумя приложенными сосредоточенными силами в $1/3$ пролета от каждой из опор. Испытание образцов осуществлялось методом статического нагружения. В результате испытаний определялись прогибы балок и относительные смещения торцов сплавляемых элементов в зависимости от величины прикладываемой нагрузки.

Для нагружения балок использовался стенд с гидравлическими домкратами и насосной станцией. Нагружение осуществлялось ступенями по 5 кН.

Нагрузка от домкратов к балкам передавалась через траверсы по всей ширине сечения (рис. 4). Опоры были выполнены из металлических элементов с пластинами для предотвращения локального смятия древесины поперек волокон. Для устранения действия сил трения одна из опор (шарнирно-подвижная) была выполнена с применением стального катка. Измерение прогибов осуществлялось прогибомерами механического типа с ценой деления 0,01 мм, которые были установлены с двух сторон балки: по линии действия прикладываемых нагрузок, в середине пролета и на опорах (рис. 4). Относительное смещение торцов элементов определялось по показаниям индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм, установленных попарно в торцах балок (рис. 4).

3. Проведение испытаний и их результаты. Испытание образцов проводилось при температуре окружающего воздуха $+25^{\circ}$, и влажности 65%. В процессе испытаний регистрировались значения нагрузок и величины соответствующих вертикальных перемещений по линии действия сил и в середине пролета, смятия древесины на опорах и взаимное смещение торцов балок. Диаграммы прогибов в середине пролета и взаимного смещения торцов приведены на рис. 5-8.

Как видно из диаграммы зависимости относительного смещения торцов балок от нагрузки для образца № 1, до нагрузки 15 кН значительное влияние на работу сплеченных элементов оказывало наличие клея между плоскостями сплавляемых элементов в местах расположения металлических стержней. Для дальнейшего анализа использованы результаты повторного испытания образца № 1. Что же касается прогибов сплеченных балок, то следует отметить, что для образца с 14 вклеенными стержнями они на 5,4 % меньше, чем для образца с 10 вклеенными стержнями. Это объясняется не только большей жесткостью связей, но и качеством клеевой стержней, а также влиянием дефектов изготовления, в частности – неполного заполнения пустот клеем, наличие участков стержней, по которым клеевая прослойка отсутствует, что было установлено после высверливания арматурных стержней. После испытания сплеченных балок они были разделены, и выполнены испытания отдельных элементов для определения модуля упругости древесины при изгибе. Были получены зависимости прогибов для каждого элемента, которые приведены на рис. 9, 10.



Рис. 4. Нагружение балки, измерительные приборы

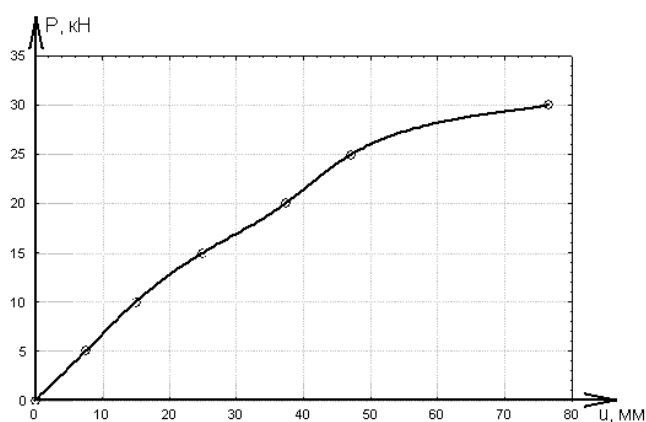


Рис. 5. Зависимость прогиба в середине пролета балки от нагрузки (образец № 1)

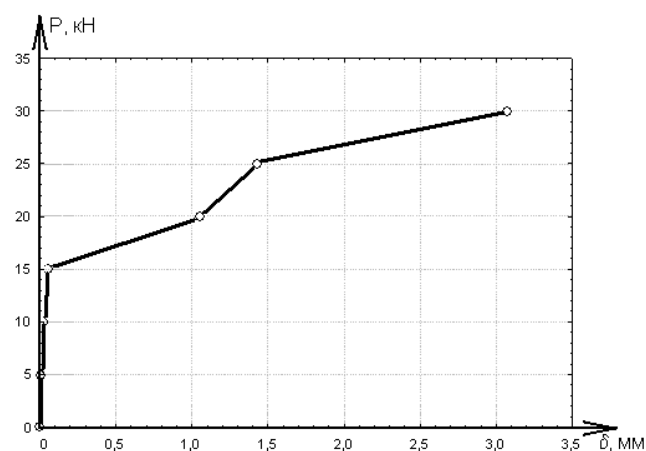


Рис. 7. Зависимость относительного смещения торцов балок от нагрузки (образец № 1)

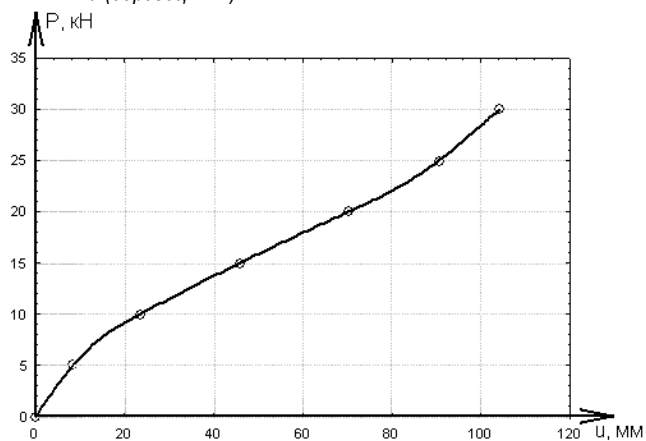


Рис. 6. Зависимость прогиба в середине пролета балки от нагрузки (образец № 2)

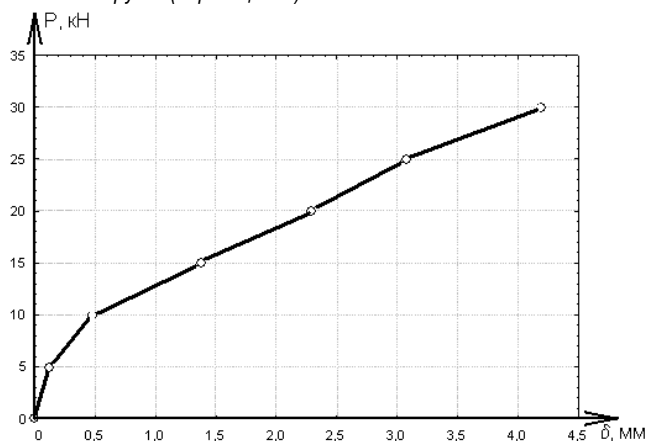


Рис. 8. Зависимость относительного смещения торцов балок от нагрузки (образец № 2)

4. Численное определение моментов инерции балок. На основании численного расчета с помощью программы, в основу которой положен метод конечных элементов (МКЭ) получена следующая зависимость для прогибов балок в середине пролета:

$$y_x = \frac{24.85P}{EI},$$

где y_x – прогиб балки на расстоянии x от левой опоры (м);

P – нагрузка по схеме рис. 3 (кН);

EI – жесткость при изгибе (кН·м²).

Для известных значений прогибов и моментов инерции отдельных элементов были определены значения модуля упругости древе-

сины при изгибе. Значение модуля упругости составило 13500 ± 13920 МПа.

Выводы

1. Результаты экспериментальных и численных исследований показали, что для образца № 1 (14 клеенных стержней) значение момента инерции составило 0,405 от момента инерции балки цельного сечения аналогичных размеров; для образца № 2 (10 клеенных стержней) снижение момента инерции составило 0,315 по отношению к моменту инерции балки цельного, равного по внешнему обмеру и площади, сечения.

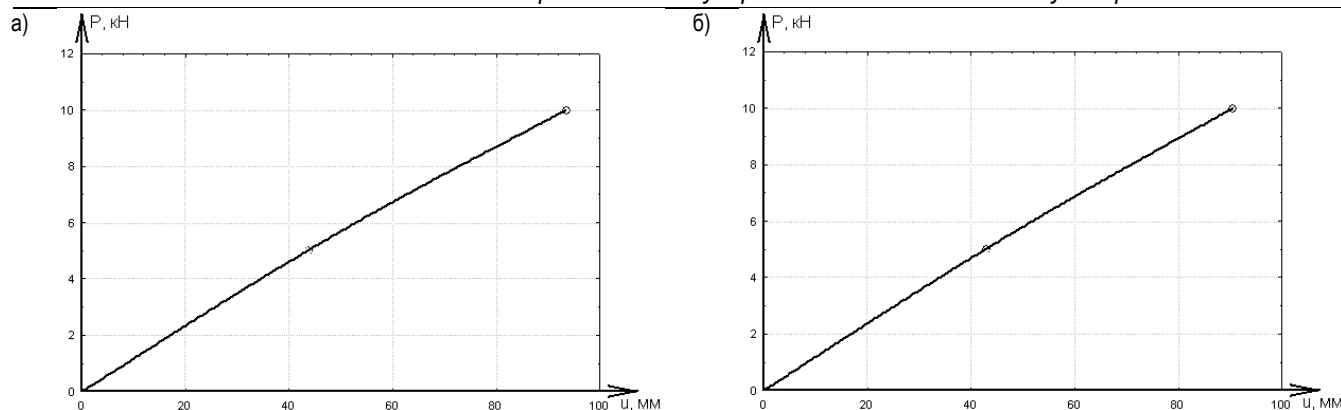


Рис. 9. Зависимость прогиба от нагрузки для образца № 1:
а – верхний элемент, б – нижний

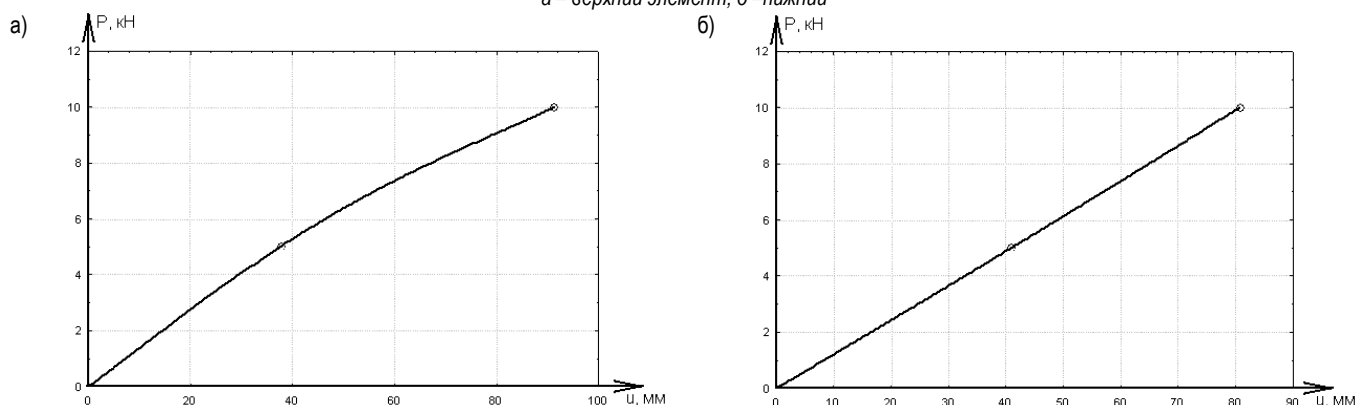


Рис. 10. Зависимость прогиба от нагрузки для образца № 2:
а – верхний элемент, б – нижний

2. Ввиду трудности создания плотного контакта между плоскостями сплавляемых элементов и необходимости повышения качества клеевой стержней, рекомендуется:
 - сплавляемые элементы уложить в горизонтальное положение и закрепить от возможных смещений, в соответствии с проектом выполнить разметку установки стержней;
 - нанести в зоне расположения стержней прослойку из эпоксидного клея вязкостью выше, чем ЭПЦ-1 диаметром на 10-15 мм больше диаметра отверстия для предотвращения вытекания клея при последующей клеевке стержней;

- высверлить отверстия заданных размеров и выполнить клеевку стержней.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТБ 1591-2005 Конструкции деревянные и металлодеревянные. Методы испытаний на нагружение. Правила оценки прочности и жесткости. – Минск: Минстройархитектуры. – 2006 г. – 12 с.
2. СНБ 5.05.01-2000 Деревянные конструкции. – Минск: Минстройархитектуры. – 2001 г. – 70 с.

Материал поступил в редакцию 10.01.08

PETRUKOVICH A.N. Calculation of the second moment of area for glued beams with steel connectors

Article contains the results of experimental and theoretical research of the second moment of area for glued beams with different number of steel connectors. Requirements for gluing are also added.

УДК 624.011.1:539.4

Найчук А.Я., Петрукович А.Н.

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХОМУТОВ

Введение. Деревянные конструкции находят широкое применение в строительстве как малоэтажных жилых домов, так и при строительстве уникальных большепролетных сооружений. И в том и другом случае зачастую возникает необходимость устройства покрытия и перекрытия, в котором опирание второстепенных несущих элементов на главные требуется выполнить ограниченной высотой. Как правило, высота перекрытия (несущих конструкций), не должна превышать строительную высоту основных несущих элементов. Поэтажное опирание конструкций применяется редко, так как ограничи-

вает полезную высоту помещений, либо приводит к увеличению строительного объема здания при неизменном полезном объеме помещений. Поэтому при проектировании деревянных конструкций часто используются стальные хомуты (кронштейны), которые соединяются с деревянными элементами посредством гвоздей, винтов или болтов и образуют узлы сопряжения. Использование таких узлов позволяет выполнить опирание второстепенных блок на главные без увеличения строительной высоты перекрытия.

Найчук Анатолий Яковлевич, доктор технических наук, директор филиала РУП «Институт БелНИИС» – Научно-технический центр. Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267/2.