

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

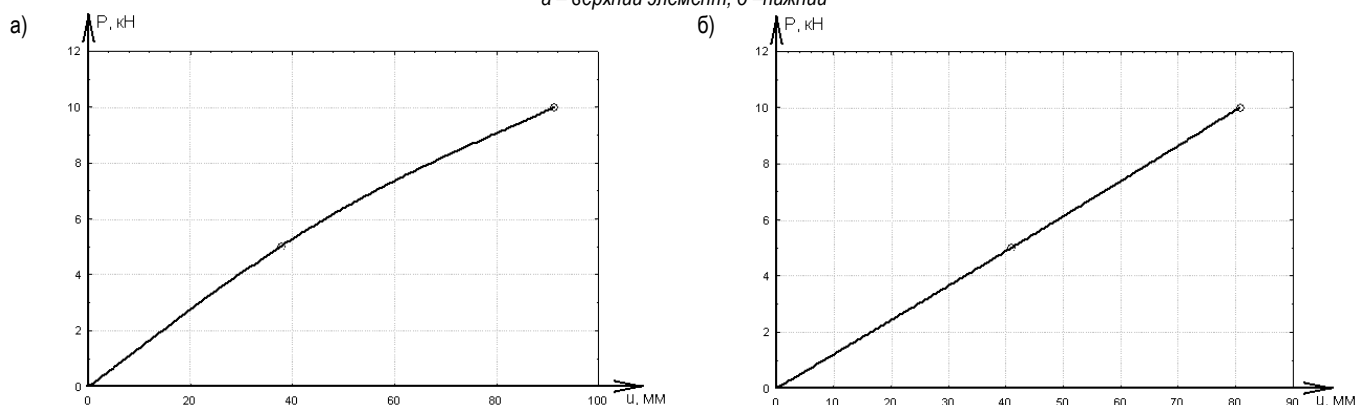


Рис. 10. Зависимость прогиба от нагрузки для образца № 2:  
а – верхний элемент, б – нижний

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.

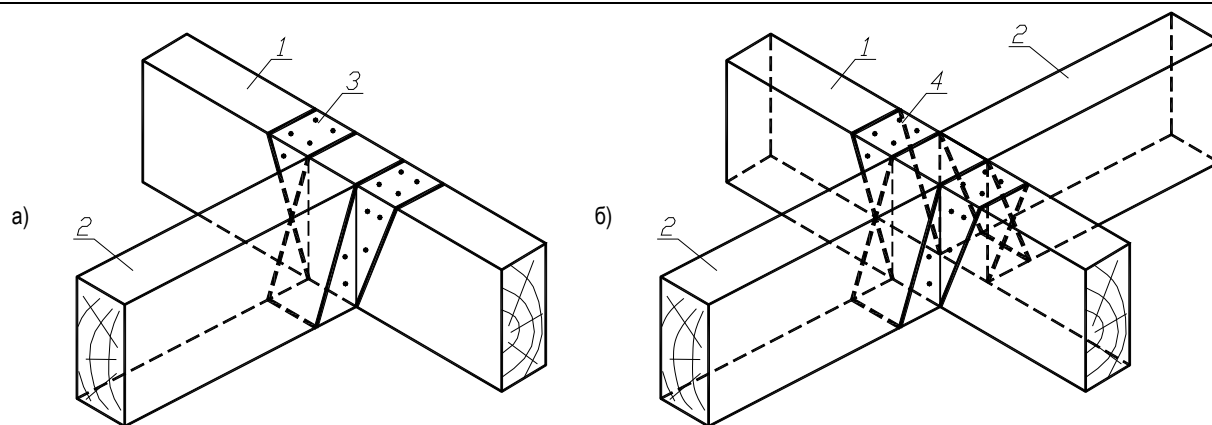


Рис. 1. Крепление балок на металлических хомутах (1-главная балка, 2-второстепенные): а – односторонний (3); б – двухсторонний (4)

По способу изготовления стальные хомуты подразделяются на сварные и гнутые. В первом случае все элементы выполняются из листовой стали толщиной 5 – 8 мм, и соединены между собой посредством электросварки, а сам хомут крепится к деревянным элементам с помощью болтов. Вторые изготавливаются из жести толщиной 1 – 3 мм посредством гнутья необходимой формы и соединяются с деревянными элементами посредством гвоздей или шурупов. По способу опирания хомутов на главные балки их можно подразделить на хомуты с опорной площадкой и без опорной площадки. Первые в свою очередь подразделяются на двухсторонние (симметричные), которые обхватывают на определенном участке верхнюю грань главной балки и односторонние (не симметричные), которые имеют опорные площадки по верхней грани главной балки и располагаются на одной из ее боковых граней (рис. 1). Чаще всего на практике применяются двусторонние хомуты. Вместе с тем, в крайних пролетах зданий и сооружений, в местах расположения витражей, фонарей, значительной ширине поперечного сечения несущей конструкции и т.п. применяются односторонние хомуты. В нашей Республике примерами использования хомутов в соединениях деревянных прогонов с несущими клееными конструкциями являются покрытия спортивного зала олимпийского комплекса «Стайки», дворца легкой атлетики «Динамо» в г. Гомеле, спортивного комплекса «Трудовые резервы» в г. Минске, крытого рынка в г. Гомеле.

Несущая способность узлов с использованием хомутов зависит от способа их опирания на главную балку и элементов крепления. Так, для узлов с симметричными хомутами, несущая способность определяется прочностью смятия древесины поперек волокон, расположенной под опорными площадками хомута. Что же касается несущей способности узлов с несимметричными хомутами, то определить ее расчетным путем не представляется возможным в силу отсутствия каких-либо рекомендаций в существующих нормах [1]. Вместе с тем при проектировании покрытия ледовой арены и плавательного бассейна в г. Пинске возникла необходимость в применении узлов с односторонними хомутами. Поэтому для решения данной задачи был выполнен комплекс экспериментальных исследований, целью которых являлось определение несущей способности узлов сопряжения элементов покрытия, выполненных с использованием односторонних хомутов, в зависимости от количества и места расположения гвоздей.

**1. Конструктивное решение.** Исследуемые хомуты были изготовлены путем гнутья из листовой стали толщиной 2 мм с защитным антикоррозийным покрытием. Крепление хомутов к деревянным элементам осуществлялось с помощью гвоздей диаметром 3 мм, длиной: для варианта 1 (проектное решение) – 40 мм, остальных – 70 мм.

Всего было испытано 6 типов узлов (рис. 2), отличающихся количеством крепежных элементов (гвоздей) и местом их расположения в элементах хомута. Деревянные элементы узлов изготавливались из клееной древесины поперечным сечением  $b \times h = 140 \times 600$  мм для главной балки и  $b_1 \times h_1 = 140 \times 225$  мм для прогонов.

**2. Методика проведения испытаний.** Испытание узлов проводилось по балочной схеме (рис. 3). Нагружение узлов осуществлялось ступенчато с помощью гидравлического домкрата, подсоединенного к насосной станции. Величина ступени принималась равной 0,1 от величины разрушающего усилия  $F_{разр}$ , которое было установлено предварительным испытанием одного узла. Нагрузка прикладывалась на каждой ступени в течении 30 сек с выдержкой 10-15 мин.

Для определения перемещений элементов соединения использовались индикаторы часового типа с ценой деления 0,001 мм. Смещения определялись в вертикальном и горизонтальном направлениях.

В процессе испытаний с помощью индикаторов часового типа фиксировались горизонтальные и вертикальные смещения хомута относительно древесины главной балки. В остальном испытание узлов соответствовало методике, приведенной в [2].

**3. Результаты испытаний.** На основании результатов измерений были построены диаграммы относительных смещений хомутов (рис. 4, 5), анализируя которые можно отметить, что такой вид соединений деревянных элементов относится ко второй группе. В процессе испытаний разрушение узлов происходило в результате смятия древесины гвоздевого соединения и смещения хомутов, т.е. имело пластический характер. Об этом свидетельствует характер диаграмм, где при нагружении за верхней границей области упругих деформаций происходило развитие нелинейных деформаций и их непрерывный рост без изменения величины нагрузки. Поэтому несущая способность узлов определялась по формуле:

$$R = F_{max} / \gamma_c, \quad (1)$$

где  $F_{max}$  – максимальная разрушающая нагрузка;

$\gamma_c$  – коэффициент надежности при пластическом разрушении конструкции, определяемый по формуле:

$$\gamma_c = 1,38(1,94 - 0,116 \lg t), \quad (2)$$

где  $t$  – время в секундах, приведенное к неизменному действию нагрузки, равное

$$t = t_1 / 38,2, \quad (3)$$

где  $t_1$  – время (в секундах) доведения нагрузки до разрушающей величины  $F_{max}$ .

Для узлов по вариантам 1–6 несущая способность соответственно оказалась равной  $R_1=10,7$  кН;  $R_2=13,28$  кН;  $R_3=24,9$  кН;  $R_4=14,11$  кН;  $R_5=13,28$  кН и  $R_6=4,98$  кН.

Анализируя значения несущей способности узлов можно отметить, что закрепление опорных площадок на верхней грани главной балки посредством гвоздей способствует повышению их несущей способности. Это объясняется тем, что часть сдвигающего усилия воспринимается гвоздями опорной площадки, т.е. сам хомут работает как гибкая нить. Увеличение числа гвоздей и их длины повышает несущую способность узла.

С учетом результатов испытаний, для восприятия проектных нагрузок при строительстве ледовой арены и плавательного бассейна в г. Пинске, было предложено выполнять крепление хомутов к боковым граням несущей конструкции покрытия на 14, а опорных площадок – на 8 гвоздях диаметром 3 мм и длиной 70 мм (рис. 6).

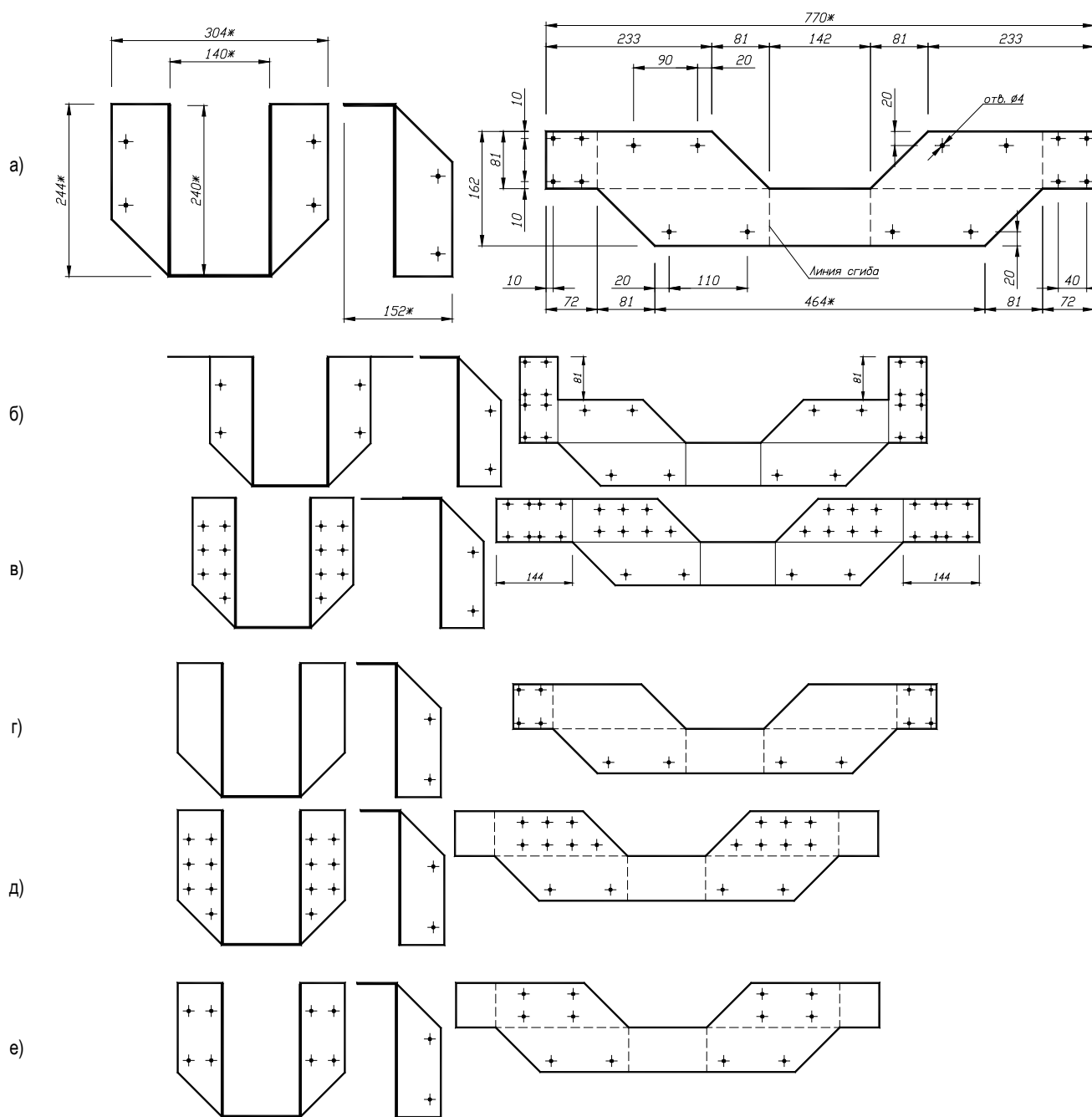


Рис. 2. Конструктивные схемы хомутов:  
 а – вариант 1 (проектное решение); б – вариант 2; в – вариант 3; г – вариант 4; д – вариант 5; е – вариант 6

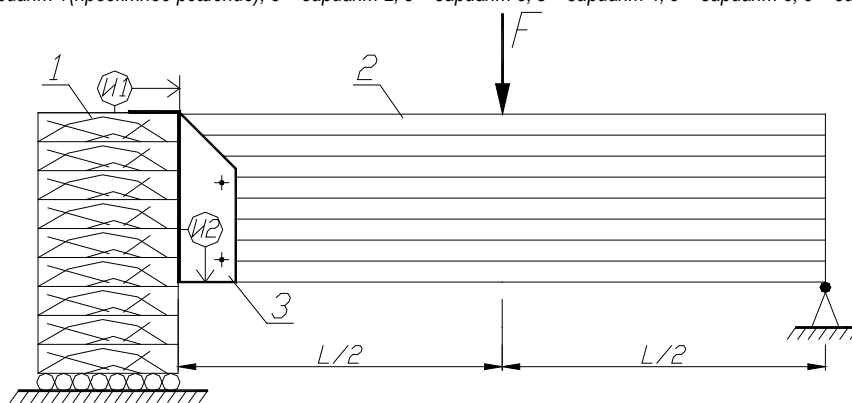


Рис. 3. Схема испытаний:  
 1 – главная балка; 2 – второстепенная; 3 – хомут; И1, И2 – индикаторы часового типа

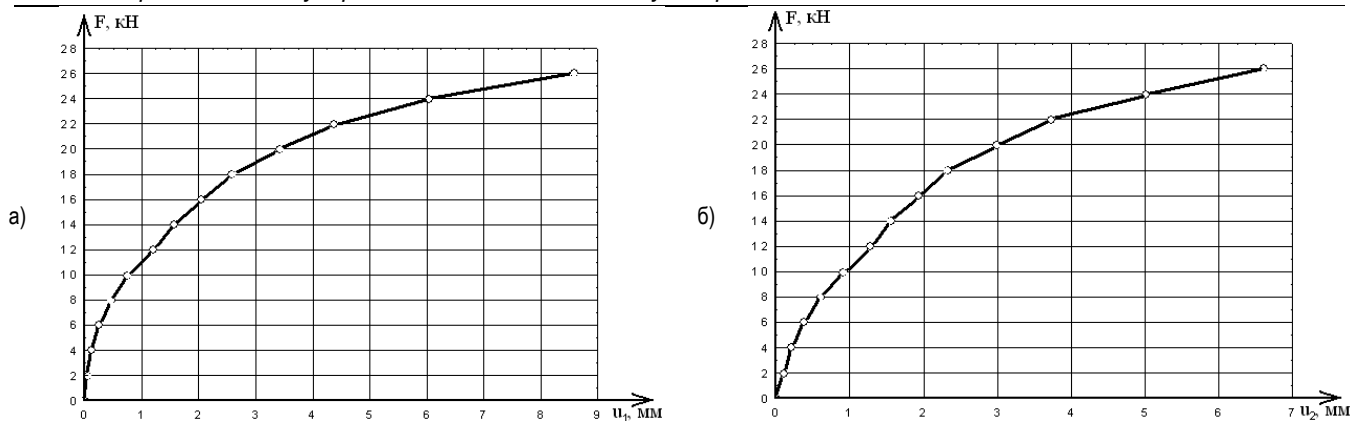


Рис. 4. Диаграммы смещений хомутов для узла по варианту 1:  
а – горизонтальные; б – вертикальные

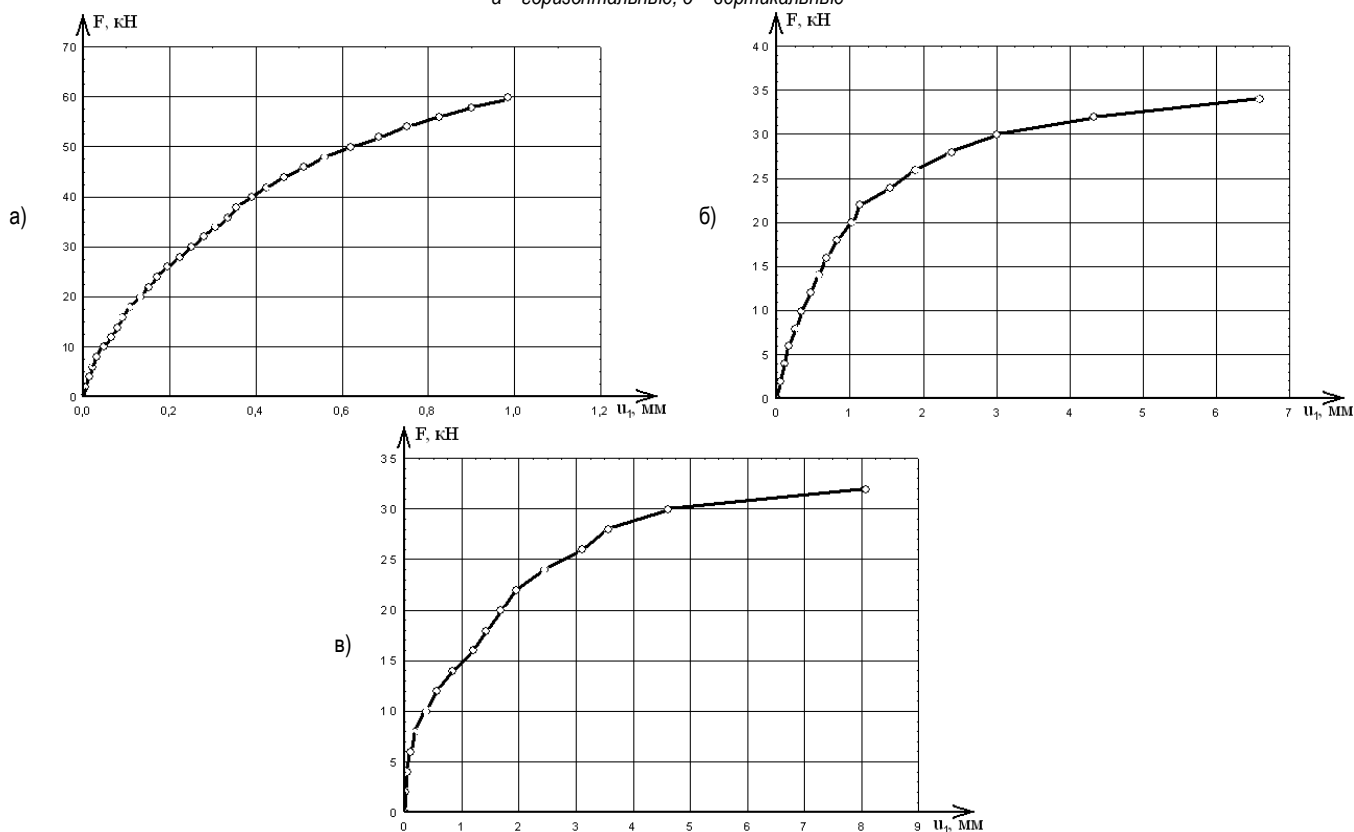


Рис. 5. Диаграммы горизонтальных смещений хомутов для узлов:  
а – по варианту 3; б – по варианту 4; в – по варианту 5

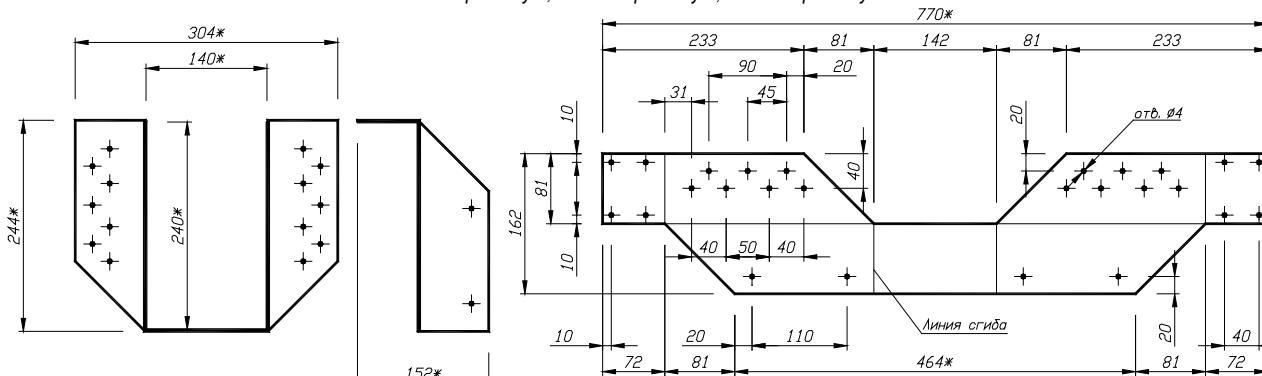


Рис. 6. Конструктивная схема хомута (рекомендуемый вариант)

**Выводы**

Выполненные экспериментальные исследования позволили:

1. Оценить несущую способность конструкций опорного узла со стальными хомутами на гвоздях.

- Установить влияние на несущую способность соединения количества и расположения гвоздей.
- Разработать конструктивное решение соединения, обеспечивающее восприятие проектных нагрузок. Рекомендуемая конструкция узла обеспечивает восприятие расчетной нагрузки 20 кН в соответствии с принятой конструктивной схемой.

**СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- СНБ 5.05.01-2000 Деревянные конструкции. – Минск: Минстройархитектуры. – 2001. – 70 с.
- Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций. ЦНИИСК – М.: Стройиздат, 1981, 40 с.

Материал поступил в редакцию 10.01.08

**NAJCHUK A.J., PETRUKOVICH A.N. Assessment of loading capacity of construction units for glued timber beams with attachment clips**

Some results of experimental research of construction units with steel attachment clip for timber beams resting are writing in article. Attachment clips vary in positioning and number of nails. Diagrams are also introduced.

УДК 624.011.2

**Жук В.В., Замойская Н.В.**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПРОФИЛИРОВАННЫХ ГВОЗДЕЙ НА ДЕЙСТВИЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ВЫДЕРГИВАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ**

**Введение.** Способность удерживать крепление (гвозди, шурупы, скобы, костыли и др.) является одним из важнейших показателей технологических свойств древесины. Гвозди – наиболее распространенный вид крепления в строительных конструкциях и изделиях из древесины. При возведении деревянных каркасных и панельных домов гвозди служат для соединения элементов каркаса и обшивок из древесноплитных материалов. В процессе изготовления конструкций и в процессе эксплуатации здания гвозди воспринимают не только сдвигающие, но и выдергивающие нагрузки. Под воздействием собственной массы нижней обшивки и веса утепляющего слоя может произойти выдергивание элементов крепления в панелях перекрытия и покрытия здания.

Соединение обшивок с каркасом с помощью гвоздей может быть выполнено как в заводских условиях, на специализированных линиях, так и с помощью стационарного или ручного инструмента. При механической забивке с помощью пневматических, электрических и пиротехнических инструментов применяются специальные профилированные гвозди из термически обработанных гвоздей.

При закупке технологических линий по производству элементов панельных домов, как правило, поставщик поставлял и специальное оборудование по изготовлению крепежа [1]. В 90-е годы отечественный производитель гвоздей и шурупов (Речицкий метизный завод) закупил оборудование ведущих производителей метизов (WAFIUS, BELWINKO, HILGELAND и др.), что позволило не только расширить ассортимент крепежа, но и производить его по мировым стандартам и присутствовать на рынке практически всех европейских стран [2].

В нормативно-технической литературе [3-5] приводится методика определения величины удельного сопротивления выдергиванию проволочных гвоздей и шурупов, а также средние значения сопротивления выдергиванию гвоздей и шурупов из древесины некоторых пород при влажности 12%.

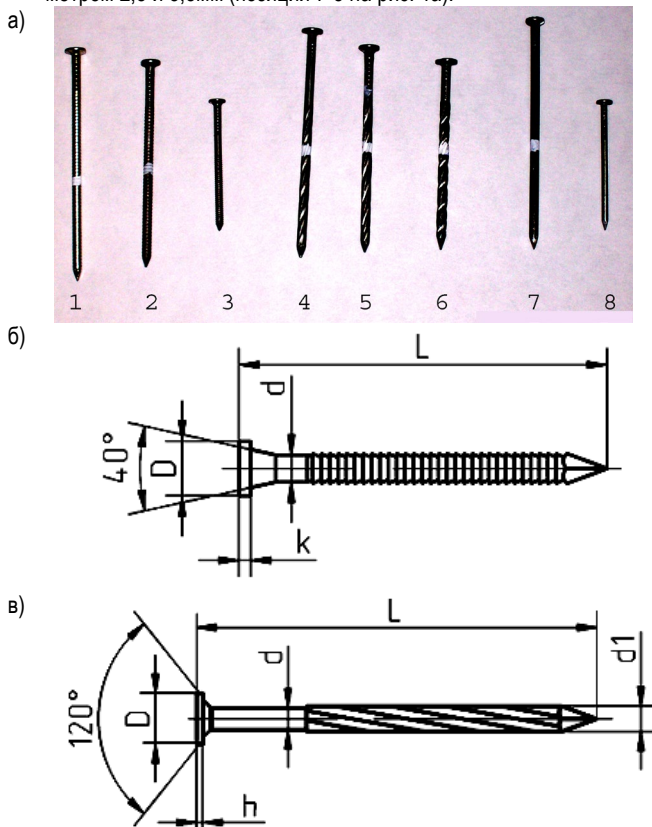
Сдерживающими факторами для широкого применения профилированных гвоздей в практике строительства является их более высокая стоимость по сравнению с круглыми проволочными гвоздями и отсутствие данных о несущей способности поперечно нагруженных и нагруженных по оси профилированных гвоздей в СНБ 5.05.01 – 2000.

**Методика испытаний.** Образцы для испытаний были изготовлены с учетом требований [3] в форме прямоугольного бруска сечением 50х50мм и длиной вдоль волокон 150мм. Бруски были получены путем распиловки сосновых досок толщиной 50мм. Влажность древесины, определенная косвенным экспресс-методом с помощью влагомера МГ-4, составила 10-12%.

Испытанию подвергнуты гвозди трех типов (рис. 1):

- ершенные (кольцевые) №7811-7120 диаметром 3,0 и 3,5мм (позиции 1–3 на рис. 1а);

- винтовые №7811-7070 и винтовые машинные №7811-7115 диаметром 3,5мм (позиции 4 – 6 на рис. 1а);
- круглые проволочные неоцинкованные по ГОСТ 4028-63 диаметром 2,5 и 3,5мм (позиции 7-8 на рис. 1а).



**Рис. 1.** Гвозди, применяемые для испытаний  
а) виды гвоздей; б) ершенный (кольцевой) гвоздь; в) винтовой гвоздь

Отобранные гвозди обезжировались. Расстановку гвоздей производили в соответствии с требованиями [3]. В образец перпендикулярно его поверхности в радиальном и тангенциальном направлениях забивались гвозди по схеме разметки образца (рис. 2). Гвозди забивались вручную с помощью молотка Б7 без предварительного рассверливания отверстий за 2-3 часа до испытаний. Глубина забивания гвоздей (без заострения) принималась 30мм.

**Жук Василий Васильевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета (БрГТУ).

**Замойская Надежда Владимировна**, старший преподаватель кафедры архитектурных конструкций БрГТУ.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.