

РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ГВОЗДЯХ. ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

В. В. Жук¹, Е. С. Матвеевко²

¹ К. т. н., доцент, доцент кафедры строительных конструкций
Брестского государственного технического университета, Брест, Беларусь

² Магистр, аспирант кафедры строительных конструкций
Брестского государственного технического университета, e-mail: Elizabeth.Brenkovich@yandex.by

Реферат

Проведен анализ методики расчета соединений деревянных элементов на гвоздях по отечественным и зарубежным нормам. Выполнен сравнительный расчет стыка неразрезного прогона по предельным состояниям несущей способности.

Ключевые слова: нормы проектирования, древесина, нагельное соединение, гвоздь, несущая способность.

CALCULATION OF JOINTS OF WOODEN ELEMENTS ON NAILS. DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE

V. V. Zhyk, E. S. Matweenko

Abstract

The analysis of the method for calculating the joints of wooden elements on nails according to domestic and foreign standards was carried out. A comparative calculation of the joint of a continuous run was performed according to the limit states of the bearing capacity.

Keywords: design standards, wood, dowel joint, nail, load-bearing capacity.

Введение

Проектирование деревянных конструкций в Республике Беларусь осуществлялось в соответствии со СНиП II-25-80 [1], введенными в действие с 1 января 1982 года. Данные нормы были разработаны на основе экспериментальных и теоретических работ, выполненных в СССР в 40–70-е годы прошлого столетия. 1 июля 2001 года взамен СНиП II-25-80 были введены в действие нормы Республики Беларусь СНБ 5.05.01-2000 [2]. 1 января 2010 года взамен СНБ 5.05.01-2000 был введен в действие технический кодекс установившейся практики ТКП 45-5.05-146 [3]. Нормативные документы [2, 3] были дополнены новыми положениями в части расчета деревянных конструкций по предельным состояниям (расчетные значения нагрузок, коэффициенты условий работы для учета влажности и класса длительности нагрузки и т. д.). С учетом появления новых механических связей для соединения деревянных элементов (металлические зубчатые пластины, наклонно вклеенные стержни), были введены положения по расчету и конструированию данных соединений. В то же время положения по расчету соединений нагельного типа, в частности соединений деревянных элементов на гвоздях, практически не изменялись по сравнению со СНиП II-25-80.

Начиная с 80-х годов прошлого столетия заводы по производству метизов, кроме обычных гвоздей из стальной проволоки, начали выпускать гвозди с кольцевой и винтовой резьбой, с винтовой резьбой и заершённые, с заершёнными стержнями [4], в том числе из термически упрочненной стали. Проведенные испытания соединений деревянных элементов на профилированных гвоздях при действии кратковременной нагрузки показали, что гвозди с кольцевой и винтовой резьбой, изготовленные из термически обработанных сталей, при сдвиге обладают большей кратковременной несущей способностью в 1.5 раза по сравнению с соединениями на обычных проволочных гвоздях [5].

С целью приведения национальных стандартов и норм проектирования в строительстве в соответствии с международной и европейской практикой в Республике Беларусь с 01.01.2010 года [6, 7], были введены в действие нормы проектирования Европейского Союза, в том числе ТКП EN 1995-1-1-2009 [8], идентичные европейскому стандарту EN 1995-1-1:2004+A1 [9].

В настоящее время проектирование деревянных конструкций осуществляется в соответствии со строительными правилами

СП 5.05.01-2021 [10], введенными в действие с 1 июня 2021 года. С выходом СП 5.05.01-2021 действующий в Республике Беларусь ТКП 45-5.05-146 утратил силу.

Внедряя в практику технического регулирования строительной сферы европейские подходы, Минстройархитектуры столкнулось с трудностями: не успевают создаваться испытательные центры и лаборатории, отсутствуют практические пособия для расчета конструкций по еврокодам, имеют место ошибки в оригиналах еврокодов [6].

Вступая в Евросоюз, новые члены, например, как Польша, Чехия, Литва, Латвия взяли обязательства ввести Еврокоды на территории своих стран. И они в течение последних лет постепенно их внедряют в практику. Так, в соседней Польше до 2010 года одновременно действовали национальный стандарт PN-B [11] и польская версия Еврокодов PN-EN, в Чехии – ČSN [12] и ČSN P ENV. Такой «мягкий» переход к Еврокоду 5 позволил нашим соседям разработать национальные приложения (со значениями параметров, установленных национальными органами стандартизации), обеспечить проектировщиков нормативно-методической литературой, переиздать учебники и пособия для расчета конструкций из древесины [13–16].

Определенная работа в части обеспечения проектировщиков нормативной литературой проводится и в Республике Беларусь. В 2013 был введен в действие кодекс установившейся практики ТКП 45-5.05-175-2012 [17], установивший правила расчета деревянных конструкций при проектировании в соответствии с ТКП EN 1995-1-1. После ввода в действие строительных правил СП 5.05.01-2021 с целью обеспечения студентов учебно-методической литературой в Брестском государственном техническом университете изданы методические указания по расчету ограждающих и несущих конструкций покрытия [18–20].

Авторами предпринята попытка сравнить методики расчета соединений элементов из древесины на гладких с круглым поперечным сечением гвоздях, работающих на сдвиг по отечественным [8, 10] и зарубежным нормам [9, 11, 12, 21–23], разработанным на основе Еврокода 5 [9], со значениями параметров, установленных национальными органами стандартизации.

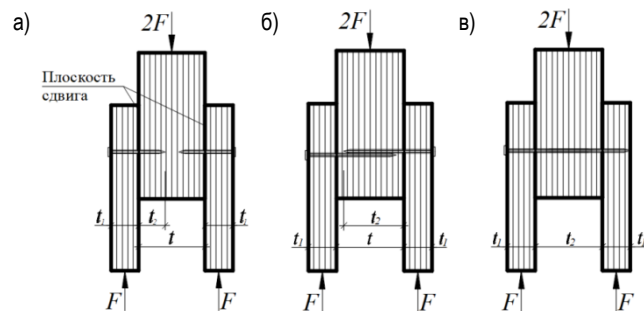
Методика расчета соединений нагельного типа по отечественным нормам

Несущая способность $F_{V,ef,Rd}$ однорядного соединения с одной плоскостью сдвига (рисунок 1а, б) и расположением нагелей по направлению волокон определяют по формуле

$$F_{V,ef,Rd} = F_{V,Rd} \cdot n_{ef}, \quad (1)$$

где $F_{V,Rd}$ – расчетное значение несущей способности для одного среза нагеля в ряду соединения;

n_{ef} – расчетное число нагелей в ряду, параллельном направлению волокон.



а) и б) – примеры соединений с одной плоскостью сдвига;
в) – пример с двумя плоскостями сдвига

Рисунок 1 – Схемы соединений элементов на нагелях

Расчетное значение несущей способности $F_{V,Rd}$ для одного среза нагеля в соединении определяют по формуле

$$F_{V,Rd} = K_{mod} \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M}, \quad (2)$$

где K_{mod} – коэффициент модификации (таблица 5.4 [10]);

$F_{v,Rk}$ – характеристическое значение несущей способности для одного среза нагеля в соединении, рассчитываемое по формулам таблицы 9.1 [10];

γ_M – частный коэффициент свойств материалов и изделий (таблица 5.6 [10]).

Согласно [8, 10] минимальное характеристическое значение несущей способности для каждой из плоскостей сдвига на один элемент (гвоздь) в соединениях древесины с древесиной определяется из выражений:

– для односрезовых соединений:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d, & (a) \\ f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d, & (b) \\ \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right], & (в) \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}, & (г) \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + 2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}, & (д) \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}. & (e) \end{cases} \quad (3)$$

– для двухсрезовых соединений:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d, & (a) \\ 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d, & (б) \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}, & (в) \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}, & (г) \end{cases} \quad (4)$$

где $f_{h,i,k}$ – характеристическое значение сопротивления древесины i-го элемента соединения вдавливанию нагеля плашмя по направлению волокон и определяемое по формулам;

$f_{h,k} = 0,082\rho_k d^{0,3}$ – для соединений с использованием гвоздей диаметром до 8 мм без предварительного сверления отверстий;

$f_{h,k} = 0,082(1 - 0,01d)\rho_k$ – для соединения с использованием гвоздей диаметром до 8 мм с предварительным сверлением отверстий; здесь ρ_k – характеристическое значение плотности древесины, кг/м³ (таблица 6.2 [10]);

d – диаметр гвоздя, мм;

t_1 – толщина элемента, в который забивается гвоздь, если соединение с одной плоскостью сдвига (рисунок 1а, б);

t_1 – минимальное значение из толщин элементов с основной частью гвоздя и величины забитой части гвоздя в случае с двумя плоскостями сдвига в соединении (рисунок 1в);

t_2 – величина забитой части гвоздя с острием, если соединение с одной плоскостью сдвига (рисунок 1а, б);

t_2 – толщина среднего элемента в случае с двумя плоскостями сдвига в соединении (рисунок 1в);

β – коэффициент, учитывающий отношение характеристического значения сопротивления материала элемента 1 и элемента 2 при вдавливании в них жесткого нагеля плашмя, определяемый по формуле $\beta = f_{h,2,k} / f_{h,1,k}$;

$F_{ax,Rk}$ – характеристическое значение несущей способности нагеля при выдергивании из элемента соединения, определяемое в соответствии с правилами 9.4 [10];

$M_{y,Rk}$ – характеристическое значение момента, вызывающего образование пластического шарнира в поперечном сечении нагеля, определяемое для гладких гвоздей круглого поперечного сечения по формуле $M_{y,Rk} = 0,3f_u d^{2,6}$;

здесь f_u – прочность материала проволоки гвоздя при растяжении.

Технический кодекс установившейся практики ТКП EN 1995-1-1-2009 [8] и строительные правила СП 5.05.01-2021 [10], по сравнению с методикой расчета по СНиП II-25-80 [1], учитывают большее число параметров, влияющих на величину несущей способности одного среза гвоздя в соединениях древесины с древесиной: учитываются механические характеристики материалов (характеристическое значение сопротивления вдавливанию нагеля плашмя, характеристическое значение момента, вызывающего образование пластического шарнира в поперечном сечении нагеля, характеристическое значение несущей способности нагеля при выдергивании); физические характеристики (плотность древесины, технологию установки гвоздей).

Результаты сравнительного анализа расчета [24] узла крепления элемента решетки к нижнему поясу фермы из досок (пример 5.1 [13]) по ТКП EN 1995-1-1-2009 [8] и СНиП II-25-80 [1] показали, что расчетное значение несущей способности $F_{V,Rd}$ для одного среза гвоздя в соединении в 1,5 раза выше соответственно, что, в свою очередь, позволяет уменьшить число крепежных изделий.

Отметим, что в выражениях (3) и (4) второе слагаемое $F_{ax,Rk}/4$, учитывающее эффект нити, согласно ТКП EN 1995-1-1-2009 [8] ограничивалось по величине в процентном отношении от несущей способности по теории пластичности Джохансена – для гладких гвоздей 15 %. Более того, согласно п. 8.2.2 [8], расчет нагельных соединений древесины с древесиной можно было вести без учета эффекта нити, при условии, что характеристическое значение несущей способности нагеля при выдергивании $F_{ax,Rk}$ не определено. Данные положения не были включены в СП 5.05.01-2021 [10].

Методика расчета соединений нагельного типа по зарубежным нормам

В последнем нормативном документе по проектированию деревянных конструкций в Украине ДБН В.2.6-161:2017 [21], который фактически содержит положения нормативных документов ТКП EN 1995-1-1-2009 [8] и СП 5.05.01-2021 [10], формулы для расчета

значения несущей способности $F_{v,Rk}$ для одного среза нагеля аналогичны формулам (2), (3) и (4).

Расчетное значение несущей способности R_d для одного среза нагеля в соединениях деревянных элементов по польским нормам PN-B-03150:2000 [11] определяют по формулам:

– для односрезовых соединений:

$$R_d = (\min.) \begin{cases} f_{n,1,d} \cdot t_1 \cdot d, & (a) \\ f_{n,2,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta, & (b) \\ \frac{f_{n,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right], & (b) \\ 1,1 \frac{f_{n,1,d} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,d}}{f_{n,1,d} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right], & (r) \quad (5) \\ 1,1 \frac{f_{n,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,d}}{f_{n,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right], & (d) \\ 1,1 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,d} \cdot f_{n,1,d} \cdot d}, & (e) \end{cases}$$

– для двухсрезовых соединений:

$$R_d = (\min.) \begin{cases} f_{n,1,d} \cdot t_1 \cdot d, & (a) \\ 0,5 f_{n,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta, & (b) \\ 1,1 \frac{f_{n,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,d}}{f_{n,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right], & (b) \quad (6) \\ 1,1 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,d} \cdot f_{n,1,d} \cdot d}, & (r) \end{cases}$$

где $f_{n,i,d}$ – расчетное значение сопротивления древесины i -го элемента соединения вдавливанию нагеля плашмя по направлению волокон и определяемое по формуле $f_{n,i,d} = K_{mod,i} \cdot f_{n,i,k} / \gamma_M$; здесь $K_{mod,i}$ – коэффициент модификации (таблица 3.2.5 [11]);

$f_{n,i,k}$ – характеристическое значение сопротивления древесины i -го элемента сопротивления вдавливанию нагеля плашмя по направлению волокон;

γ_M – частный коэффициент свойств материалов (таблица 3.2.2 [11]);

t_1 – толщина элемента, в который забивается гвоздь, если соединение с одной плоскостью сдвига (рисунок 1а, б);

t_1 – минимальное значение из толщин элементов с основной частью гвоздя и величины забитой части гвоздя в случае с двумя плоскостями сдвига в соединении (рисунок 1в);

t_2 – величина забитой части гвоздя без острия за вычетом зазора между соединяемыми элементами, если соединение с одной плоскостью сдвига (рисунок 1а, б);

t_2 – толщина среднего элемента в случае с двумя плоскостями сдвига в соединении (рисунок 1в);

d – диаметр гвоздя;

β – коэффициент, определяемый по формуле

$$\beta = f_{n,2,d} / f_{n,1,d};$$

$M_{y,d}$ – расчетное значение момента, вызывающего образование пластического шарнира в поперечном сечении нагеля, определяемое по формуле $M_{y,d} = M_{y,k} / \gamma_M$;

здесь $M_{y,Rk} = 0,3f_u d^{2,6}$ – характеристическое значение момента, вызывающего образование пластического шарнира в поперечном сечении гладкого гвоздя круглого поперечного сечения;

f_u – прочность материала проволоки гвоздя при растяжении.

Анализ нормативно-технической литературы, изданной в Чехии, показывает, что при расчете соединений древесины на гвоздях используется методика как в Еврокоде 5 [9], так и методика немецких

норм DIN 1052:2004 [14, 15]. При определении расчетного значения несущей способности для одного среза нагеля в соединении [14] используют формулу

$$R = \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_y \cdot f_{n,d} \cdot d}, \quad (7)$$

где $M_y = M_{y,k} / \gamma_M$, $f_{n,d} = f_{n,k} \cdot K_{mod} / \gamma_M$.

При конструировании соединений деревянных элементов на гвоздях предполагают, что в соединении раньше наступит нелинейное разрушение при изгибе нагеля. Такой подход позволяет значительно сократить время расчета – вместо шести формул Еврокода 5 использовать одну.

В Китае при расчете соединений деревянных элементов на гвоздях используют положения Еврокода 5 [9] – формулы (5) и (6).

Литовские нормы STR 2.05.07:2005 [22] включают положения Еврокода 5 в части общих указаний по проектированию деревянных конструкций и механических свойств древесины и плитных материалов на ее основе. Остальные положения по проектированию, в том числе и соединений деревянных элементов на гвоздях, фактически повторяют СНиП II-25-80 и СП 64.13330.2011 [26].

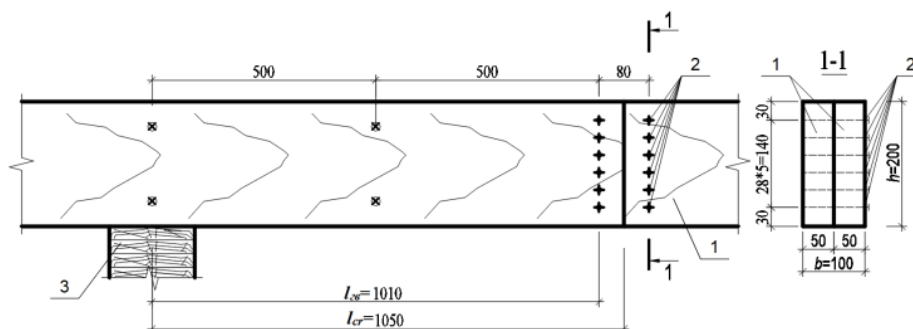
Анализ результатов расчета по разным нормам

Нормы по проектированию деревянных конструкций, действующие в Республике Беларусь и странах ближнего и дальнего зарубежья, за исключением литовских норм, приведены в соответствии с нормами Европейского Союза. На основе научных исследований и опыта строительства, в процессе внедрения Еврокода 5, были разработаны национальные приложения, которые отличаются от положений по проектированию, рекомендуемых Еврокодом. Так, только в нормы Беларуси и Украины, при расчете соединений деревянных элементов на гвоздях, включено второе слагаемое $F_{ax,Rk}/4$ (формулы (3) и (4)), учитывающее эффект нити. В практических расчетах при конструировании, например, стыков спаренных прогонов [14] или расчете элементов крепления обшивок к деревянному каркасу стеновых панелей [25], когда сопротивление стержня гвоздя непосредственному выдергиванию из древесины является доминирующим в работе соединений, определяют расчетное значение нагеля при выдергивании $F_{ax,Rd}$.

Наблюдается разный подход к назначению величины частного коэффициента свойств материала соединений γ_M . В нормах Беларуси, Украины и Литвы этот коэффициент принят равным 1,3, в Польше, Чехии и Китае – 1,1. Кроме того, в нормах Беларуси, Украины, Китая и Литвы приняты разные величины γ_M для пиломатериалов – 1,3; для клееной древесины – 1,25; LVL, фанеры, ОСП – 1,2. В Польше и Чехии вышеперечисленные материалы объединены в одну группу, для которой принят коэффициент $\gamma_M = 1,3$.

Отметим разный подход и к определению величины забитой части гвоздя (t_2). В польских нормах при определении величины t_2 не учитывают острие гвоздя ($1,5d$) и зазоры между соединяемыми элементами (1 мм на зазор). Это положение заложено в литовские нормы с той лишь разницей, что величина зазора принимается равной 2 мм.

В качестве примера конструирования деревянных элементов на гвоздях рассмотрим расчет стыка спаренного прогона (рисунок 2) по предельным состояниям несущей способности. Исходные данные для расчета приняты по данным примера 4 [18]. Результаты расчета по нормам Республики Беларусь, Польши, Чехии, Китая и Литвы представлены в таблице 1.



1 – доски сечением 50x200 мм; 2 – гвозди Ø4 мм, $l = 100$ мм; 3 – несущая конструкция

Рисунок 2 – Стык неразрезного прогона

Таблица 1 – Результаты расчета стыка прогона

Нормативный документ	Минимальная величина значения несущей способности для одного среза гвоздя, Н	Число гвоздей, N_{ef}
СП 5.05.01-2021 [10], ДБН В.2.6-161:2017 [21]	$F_{v,Rk} = 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} \cdot f_{n,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$ $= 1,15 \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{1+1}} \sqrt{2 \cdot 6616 \cdot 20 \cdot 4} + \frac{546}{4} =$ $= 1319 \text{ Н},$ $F_{v,Rd} = \frac{0,8 \cdot 1319}{1,3} = 811,6 \text{ Н}$	$\frac{5,39}{6}$
PN-B-03150:2000 [11], 木结构 [23]	$R_d = 1,1 \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}} \sqrt{2M_{y,d} \cdot f_{n,1,d} \cdot d} =$ $= 1,1 \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{1+1}} \sqrt{2 \cdot 6615 \cdot 15,4 \cdot 4} = 860,8 \text{ Н}$	$\frac{5,29}{6}$
ČSN 73 1702:2007 [12]	$R_k = \sqrt{2M_{y,k} \cdot f_{n,1,k} \cdot d} = \sqrt{2 \cdot 6016 \cdot 20 \cdot 4} = 1029 \text{ Н},$ $R_d = \frac{k_{mod} \cdot R_k}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 1029}{1,1} = 748,4 \text{ Н}$	$\frac{6,08}{7}$
STR 2.05.07:2005 [22]	$R_{1,d} = (2,5d^2 + 0,01t_1^2) \sqrt{k} =$ $= (2,5 \cdot 0,4^2 + 0,01 \cdot 4,2^2) \sqrt{0,9} \cdot 10^3 = 546,8 \text{ Н}$	$\frac{8,3}{9}$
<p>Примечание :</p> <p>1. $M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_M} = \frac{6616}{1,1} = 6015 \text{ Н} \cdot \text{мм};$</p> <p>2. $f_{n,1,d} = \frac{f_{n,1,k}}{\gamma_M} = \frac{20}{1,3} = 15,4 \text{ Н/мм}^2;$</p> <p>3. $t_1 = t_2 - 1,5d - 2\text{мм} = 50 - 1,5 \cdot 4 - 2 = 42 \text{ мм};$</p> <p>4. $k=0,9$ – коэффициент, учитывающий класс эксплуатации 2 (п. 8.8.2 [22])</p>		

Заключение

По результатам сравнительного анализа методики расчета соединений деревянных элементов на гвоздях по отечественным и зарубежным нормам можно сделать следующие выводы:

1. Отечественные и зарубежные нормы, гармонизированные с Еврокодом 5, учитывают большее число параметров соединений деревянных элементов на гвоздях, влияющих на величину расчетного значения несущей способности для одного среза нагеля, что позволяет в 1,5 раза увеличить $F_{v,Rd}$, по сравнению с расчетами по российским нормам [26], а это, в свою очередь, позволяет снизить расход металла на крепежные детали и расход древесины на накладки из условия конструирования нагельного соединения. Более того, разработанные нормы расширяют область применения методики расчета соединений деревянных элементов: можно рассчитывать соединения на квадратных гвоздях, гвоздях с кольцевой и винтовой резьбой, в том числе из термически упрочненной стали.
2. Введение национальных приложений (со значениями параметров, установленных национальными органами стандартизации), отличающихся от положений Еврокода 5 [9], незначительно влияют

на результаты расчета соединений деревянных элементов на гвоздях: расхождение результатов расчета по СП 5.05.01-2021 и ČSN 73 1702 составляет 12,8 %.

3. Учитывая, что отечественные нормы по проектированию деревянных конструкций, гармонизированные с Еврокодом 5, создают предпосылки для использования мировых достижений строительной науки и дают шанс для качественных изменений в строительстве, необходимо форсировать работы по обеспечению проектировщиков нормативно-методической литературой, переработать учебники и пособия для расчета конструкций из дерева.

Список цитированных источников

1. Деревянные конструкции. Нормы проектирования : СНиП II-25-80. – Введ. 01.01.1982. – Москва : Стройиздат, 1983. – 31 с.
2. Деревянные конструкции : СНБ 5.05.01-2000. – Введ. 01.07.2001. – Минск : Минстройархитектуры, 2001. – 70 с.
3. Технический кодекс установившейся практики. Деревянные конструкции. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-5.05-146-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск : Министерство арх. и ства Респ. Беларусь, 2009. – 63 с.

4. Справочное руководство по древесине Лаборатория лесных продуктов США : пер. с англ. / под ред. С. Н. Горшина и [др.]. – Москва : Лесн. пром-сть, 1979. – 544 с.
5. Жук, В. В. Исследование соединений деревянных элементов на профилированных гвоздях при действии кратковременных нагрузок / В. В. Жук, Н. В. Замойская, К. М. Куиш // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2004. – № 1(25) : Строительство и архитектура. – С. 213–214.
6. Лешкевич, Ю. Жизнь по Еврокодам / Ю. Лешкевич // Мастерская. Современное строительство. – 2010. – № 2. – С. 77–79.
7. Лишай, И. Л. Совершенствование системы технического нормирования и стандартизации в области строительства. Основные итоги и перспективы / И. Л. Лишай // Техническое нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве. – 2011. – № 6. – С. 60–61.
8. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 5. Проектирование деревянных конструкции. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий : ТКП EN 1995-1-1:2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск : Министерство арх. и ст-ва Респ. Беларусь, 2010. – 98 с.
9. Eurocod 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings6: EN 1995-1-1:2004+A1 : 2004. – Brussel: European Committee for standardization, Introduced 16 April 2004. – 121 p.
10. Деревянные конструкции. Строительные правила Республики Беларусь : СП 5.05.01-2021. – Введ. 01.06.2021. – Минск : Минстройархитектуры, 2021. – 115 с.
11. PN-B-03150-2000. Konstrukcje drewniane – Obliczenia statyczne i projektowanie.
12. ČSN 73 1702:2007. Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí, Obecná pravidla pro pozemní stavby.
13. Kotwica, J. Konstrukcje drewniane w budownictwie tradycyjnym / J. Kotwica. – Warszawa: Arkady, 2004. – 357 s.
14. Krämer, V. Dřevěné konstrukce. Příklady a řešení podle ČSN 73 1702. Modifikovaný překlad 2. Vydání publikace Für den Holsbau - Aufgaben und Lösungen nach DIN 1052 / V. Krämer. – Praha : ČKAIT, 2009. – 316 s.
15. Blass, H. J. Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Komentář k ČSN 73 1702:2007. Modifikovaný překlad vesvětívek k německé normě DIN 1052:2004 / H. J. Blass, J. Ehlbeck, H. Kreuzinger, G. Steck. – Praha : ČKAIT, 2008. – 226 s.
16. Nożyński, W. Konstrukcje budowlane. Przykłady obliczeń konstrukcji budowlanych z drewna / W. Nożyński. – Wydanie drugie zmienione. – Warszawa : WSiP, Akcyjra, 2000. – 359 s.
17. Технический кодекс установившейся практики. Деревянные конструкции. Правила расчета : ТКП 45-5.05-275-2012 (02250). – Введ. 01.06.2013. – Минск : Минстройархитектуры, 2013. – 111 с.
18. Ограждающие конструкции покрытий зданий из древесины и плитных материалов на ее основе / А. Я. Найчук, И. Ф. Захаркевич; под ред. А. Я. Найчука, И. Ф. Захаркевича. – Брест : Издательство БрГТУ, 2021. – 67 с.
19. Арки из древесины и материалов на ее основе / А. Я. Найчук, И. Ф. Захаркевич, А. Б. Шурин; под ред. А. Я. Найчука, И. Ф. Захаркевича, А. Б. Шурина. – Брест : Издательство БрГТУ, 2022. – 68 с.
20. Рамы из древесины и материалы на ее основе / А. Я. Найчук, И. Ф. Захаркевич, А. Б. Шурин; под ред. А. Я. Найчука, И. Ф. Захаркевича, А. Б. Шурина. – Брест : Издательство БрГТУ, 2022. – 68 с.
21. Дерев'яні конструкції. Конструкції будинків і споруд : ДБН В.2.6-161:2017. – Введ. 01.02.2018. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 111 с.
22. Medinių konstrukcijų projektavimas : STR 2.05.07:2005.
23. 成茂王永伟, 木结构 / 成茂王永伟; 安景龙主编. – 2009. – 229 s.
24. Жук, В. В. К вопросу оценки несущей способности соединений деревянных элементов на гвоздях / В. В. Жук // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: материалы международных академических чтений / редкол.: С.И. Меркулов (отв. ред.) и [др.] : Курск : гос. ун-т – Курск : 2011. – С. 79-88.
25. Navrhování stěnových panelů podle ČSN 73 1702.
26. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 : СП 64.13330.2011. Введ. 05.20.2010. – Москва : Минрегион России, 2010. – 86 с.
3. Tehniceskij kodeks ustanovivshejsya praktiki. Derevyannye konstrukcii. Stroitel'nye normy proektirovaniya : TKP 45-5.05-146-2009. – Vved. 01.01.2010. – Minsk : Ministerstvo arh. i st-va Resp. Belarus', 2009. – 63 s.
4. Spravochnoe rukovodstvo po drevesine Laboratoriya lesnyh produktov SSHA ; per. s angl. / pod red. S. N. Gorshina i [dr.]. – Moskva : lesn. prom-st', 1979. – 544 s.
5. Zhuk, V. V. Issledovanie soedinenij derevyannyh elementov na profilirovannyh gvozdyah pri dejstvii kratkovremennyh nagruzok / V. V. Zhuk, N. V. Zamojskaya, K. M. Kuish // Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. – 2004. – № 1(25) : Stroitel'stvo i arhitektura. – S. 213–214.
6. Leshkevich, Yu. Zhizn' po Evrokodam / Yu. Leshkevich // Masterskaya. Sovremennoe stroitel'stvo. – 2010. – № 2. – S. 77–79.
7. Lishaj, I. L. Sovershenstvovanie sistemy tehničeskogo normirovaniya i standartizacii v oblasti stroitel'stva. Osnovnye itogi i perspektivy / I. L. Lishaj // Tehničeskoe normirovanie, standartizaciya i sertifikaciya v stroitel'stve. – 2011. – № 6. – S. 60–61.
8. Tehniceskij kodeks ustanovivshejsya praktiki. Evrokod 5. Proektirovanie derevyannyh konstrukcii. CHast' 1-1. Obshchie pravila i pravila dlya zdaniy : TKP EN 1995-1-1-2009. – Vved. 01.01.2010. – Minsk : Ministerstvo arh. i st-va Resp. Belarus', 2010. – 98 s.
9. Eurocod 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings6: EN 1995-1-1:2004+A1 : 2004. – Brussel: European Committee for standardization, Introduced 16 April 2004. – 121 p.
10. Derevyannye konstrukcii. Stroitel'nye pravila Respubliki Belarus' : SP 5.05.01-2021. – Vved. 01.06.2021. – Minsk : Ministrojarhitektury, 2021. – 115 s.
11. PN-B-03150-2000. Konstrukcje drewniane – Obliczenia statyczne i projektowanie.
12. ČSN 73 1702:2007. Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí, Obecná pravidla pro pozemní stavby.
13. Kotwica, J. Konstrukcje drewniane w budownictwie tradycyjnym / J. Kotwica. – Warszawa: Arkady, 2004. – 357 s.
14. Krämer, V. Dřevěné konstrukce. Příklady a řešení podle ČSN 73 1702. Modifikovaný překlad 2. Vydání publikace Für den Holsbau - Aufgaben und Lösungen nach DIN 1052 / V. Krämer. – Praha : ČKAIT, 2009. – 316 s.
15. Blass, H. J. Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Komentář k ČSN 73 1702:2007. Modifikovaný překlad vesvětívek k německé normě DIN 1052:2004 / H. J. Blass, J. Ehlbeck, H. Kreuzinger, G. Steck. – Praha : ČKAIT, 2008. – 226 s.
16. Nożyński, W. Konstrukcje budowlane. Przykłady obliczeń konstrukcji budowlanych z drewna / W. Nożyński. – Wydanie drugie zmienione. – Warszawa : WSiP, Akcyjra, 2000. – 359 s.
17. Tehniceskij kodeks ustanovivshejsya praktiki. Derevyannye konstrukcii. Pravila rascheta : TKP 45-5.05-275-2012 (02250). – Vved. 01.06.2013. – Minsk : Minstrojarhitektury, 2013. – 111 s.
18. Ograzhdayushchie konstrukcii pokrytij zdaniy iz drevesiny i plitnyh materialov na ee osnove / A. Ya. Najchuk, I. F. Zaharkevich ; pod red. A. Ya. Najchuka, I. F. Zaharkevicha. – Brest : Izdatel'stvo BrGTU, 2021. – 67 s.
19. Arki iz drevesiny i materialov na ee osnove / A. Ya. Najchuk, I. F. Zaharkevich, A. B. SHurin; pod red. A. Ya. Najchuka, I. F. Zaharkevicha, A. B. SHurina. – Brest : Izdatel'stvo BrGTU, 2022. – 68 s.
20. Ramy iz drevesiny i materialy na ee osnove / A. Ya. Najchuk, I. F. Zaharkevich, A. B. Shurin; pod red. A. Ya. Najchuka, I. F. Zaharkevicha, A. B. Shurina. – Brest : Izdatel'stvo BrGTU, 2022. – 68 s.
21. Derevyani konstrukcii. Konstrukcii budinkiv i sporud : DBN V.2.6-161:2017. – Vved. 01.02.2018. – Kiiiv : Ministerstvo regional'nogo rozvittku, budivnictva ta zhitlovo-komunal'nogo gospodarstva Ukraini, 2017. – 111 s.
22. Medinių konstrukcijų projektavimas : STR 2.05.07:2005.
23. 成茂王永伟, 木结构 / 成茂王永伟; 安景龙主编. – 2009. – 229 s.
24. Zhuk, V. V. K voprosu ocenki nesushchej sposobnosti soedinenij derevyannyh elementov na gvozdyah / V. V. Zhuk // Bezopasnost' stroitel'nogo fonda Rossii. Problemy i resheniya: materialy mezhdunarodnyh akademicheskikh chtenij / redkol.: S.I. Merkulov (otv. red.) i [dr.] : Kursk : gos. un-t – Kursk : 2011. – S. 79-88.
25. Navrhování stěnových panelů podle ČSN 73 1702.
26. Derevyannye konstrukcii. Aktualizirovannaya redakciya SNIP II-25-80: SP 64.13330.2011. Vved. 05.20.2010. – Moskva : Minregion Rossii, 2010. – 86 s.

References

1. Derevyannye konstrukcii. Normy proektirovaniya : SNiP II-25-80. – Vved. 01.01.1982. – Moskva : Strojizdat, 1983. – 31 s.
2. Derevyannye konstrukcii : SNB 5.05.01-2000. – Vved. 01.07.2001. – Minsk : Minstrojarhitektury, 2001. – 70 s.

Материал поступил в редакцию 01.07.2022