

Современное положение вопроса расчета нагельных соединений в деревянных стеновых панелях

А.С. Кавелин

Донской государственной технической университет

Аннотация: Новые строительные материалы и изделия требуют проведения исследований, направленных на устранение затруднений проектирования и использования, связанные с отсутствием нормативной документации. В настоящей статье делается попытка распространить действие отечественных нормативов на новые типы листовых материалов и виды гвоздей, используемых в деревянном каркасном домостроении.

Ключевые слова: деревянные конструкции, нагель, деревянные панели, деревянные слоистые диафрагмы, гвоздевые соединения, легкокаркасное домостроение.

Современное строительное искусство России отличается большим разнообразием материалов и технологий [1]. Очень часто отечественный опыт используется наравне с зарубежными новациями. Такой симбиоз приводит к появлению новых строительных систем и конструкций. Примеры подобных подходов можно найти в любой отрасли строительства, в том числе и в деревянном домостроении.

Казалось бы, что для России, богатой историческими традициями деревянного зодчества, трудно найти новые области использования древесины, да и этот исходный материал не предполагает больших инноваций, однако в последнее время в нашей стране начинает широко использоваться зарубежный опыт легкокаркасного домостроения. Теперь вместе с новыми технологиями в нашу страну приходят новые строительные материалы и изделия, а также расчетные и проектные программы [2, 3]. В то же время, отечественные нормативные документы не содержат указаний об использовании таких материалов и их свойствах, что вызывает серьезные затруднения в продвижении на российский рынок зарубежных систем.

Первый опыт использования деревянных панельных зданий, которые оказываются наиболее близкими по конструктивной схеме к легкокаркасным, в нашей стране относится к 30-м годам XX века. Тогда многие

деревообделочные предприятия Приморского края изготавливали комплекты сборно-разборных домов [4]. Вертикальные трехслойные панели с фанерными обшивками ставили кольцом и стягивали обручами. Панели крыши опирались на стены и печь.

Отечественные СП изучают работу нагельных соединений элементов из древесины между собой или со стальными накладками, причем соединение осуществляется при помощи гладких цилиндрических нагелей [5]. В то же самое время иностранные фирмы предлагают применять в роли обшивок фанеру, древесноволокнистые, древесностружечные, ориентированно-стружечные, цементно-стружечные плиты, гипсоволокно, стекломагнезитовые листы, гипсокартонные листы и др. Такие обшивки способны фиксироваться на стойках каркаса при помощи различных гвоздей: квадратных, с винтовой и кольцевой нарезками, а также круглых цилиндрических.

Расчет нагельных соединений базируется на том положении, что действующее на соединение усилие не должно быть больше расчетной несущей способности соединения.

Зарубежные исследователи несколько расширили перечень применяемых материалов. В то время как, в строительных нормах, помимо цилиндрических нагелей, можно найти зависимости для определения несущей способности гвоздей квадратного сечения, соединяющих древесину со сталью, фанерой и ориентированно-стружечными плитами. Тем не менее, до настоящего времени не разработано общего метода расчета различных гвоздевых соединений [6].

На сегодняшний день существует несколько различных методов теоретического исследования работы нагельных соединений. Нагель рассматривают как балку, лежащую на сплошном упругопластическом основании – древесине нагельного гнезда. Расчетная несущая способность

одного среза нагеля определяется единственно из условий его изгиба и смятия древесины гнезда в обоих прилегающих к шву элементах. Соединения делятся на три основные схемы: несимметричную односрезную, кососимметричную и симметричную двухсрезную. Они могут быть выражены одной обобщенной схемой (рис. 1), которая при изменении соотношений между силами T_1 и T_2 и моментами M_1 и M_2 в пределах от +1 до -1 охватывает все основные и промежуточные схемы.

При разработке этого метода (автор – доктор технических наук В.М. Коченов) для упрощения расчета были введены следующие утверждения:

- принята диаграмма деформирования идеального упругопластического материала (рис. 2) для смятия древесины и изгиба нагеля;
- ось нагеля принимается прямолинейной до образования в нем пластического шарнира.

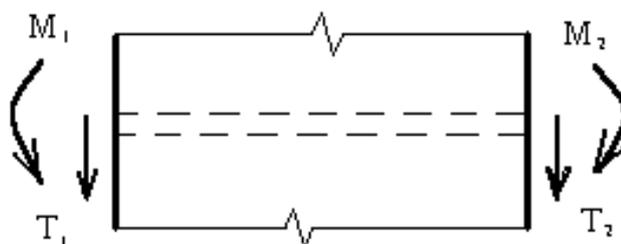


Рис. 1. – Обобщенная схема соединения

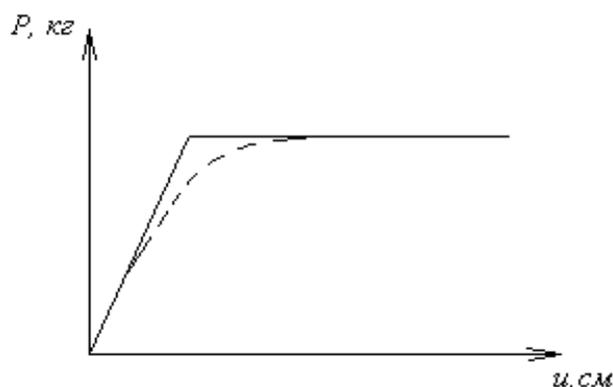


Рис. 2. – Диаграмма деформирования идеального упругопластического материала

В российских нормативных документах считается, что при работе деревянной стеновой панели, состоящей из обшивок и рёбер, сдвиговые воздействия воспринимаются только обшивками [7]. На самом деле реберный каркас играет немалую роль в работе панели и в этом случае СП дает слишком большой запас прочности.

Характер распределения напряжений в деревянной стеновой панели, работающей на сдвиг, можно проследить с помощью метода конечных элементов (МКЭ). В иностранной литературе описывается следующая методика [8]: рассматривается панель, в которой листовый материал обшивки заменен пластиной, ребра – стержнями, вся конструкция делится на элементарные составляющие, и определяются деформации и напряжения в каждом элементе. Такой подход является не совсем корректным. Для получения более качественной картины распределения напряжений и деформаций целесообразнее рассматривать отдельно гвоздевое соединение, применяя методику твердотельного моделирования [9].

Материалы различных производителей отличаются разными свойствами. Гвозди производства Канады выполняются из стали более высокой прочности, чем Российские [10]. Кольцевая или винтовая нарезки гвоздей могут иметь разные профили. Таким образом, для выработки единого подхода к исследованию работы соединения предлагается проводить экспериментальное исследование, аналогичное описанному в, получать соответствующие графики и пытаться аппроксимировать их зависимостями общего вида, которые и использовать при определении предельных горизонтальных нагрузок на панели [11].

Немецкие DIN приводят вместо расчетных зависимостей таблицы несущей способности различных соединений. Такой подход, хотя и представляется удобным с инженерных позиций, не дает возможности предложить универсальные зависимости, охватывающие все возможные

варианты. На наш взгляд удобнее было бы получить несколько переходных коэффициентов, на которые умножать полученную по СП несущую способность эталонного соединения двух деревянных элементов при помощи гладкого гвоздя.

Выполненное исследование литературы по теме показало, что российские нормативы по расчету деревянных конструкций не отвечают современным требованиям в части расчета нагельных соединений. Желательны всесторонние экспериментально-теоретические исследования, которые позволили бы увеличить область применения СП и позволили бы корректно определять несущую способность различных гвоздевых соединений деревянных обшивок с листовыми материалами, а также назначать рациональное расстояние между гвоздями в стеновых панелях.

Литература

1. Слицкоухова Ю.В. Конструкции из дерева и пластмасс. 5-е изд. М.: Стройиздат, 1986. 542 с.
2. Кавелин А.С., Изучение работы панели из дерева при действии сдвиговой нагрузки // Инженерный вестник Дона, 2018, №2, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4850
3. National Design Specifcacion for Wood Construction, American Forest and Paper Association. 2000, pp. 46-81.
4. Филимонов Э.В., Гаппоев М.М, Гуськов И.М Конструкции из дерева и пластмасс. 6-е изд. М.: Издательство АСВ, 2016. 451 с.
5. Кавелин А.С., Цели и задачи экспериментальных исследований работы на сдвиг нагельного соединения // Инженерный вестник Дона, 2015, №2, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2947
6. Tuomi R.L. and Gromala D.S. Racking Strenght of Light-Frammr Nailed Walls. Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 104, No. ST7, July, 1978, pp. 1131-1140.

7. Щуцкий С. В., Кавелин А. С. К расчету гвоздевых соединений в элементах деревянных конструкций // Научное обозрение, 2013, №12, URL: elibrary.ru/item.asp?id=21219123
8. Cockrell, R.A. A Study of the Screw-holding Properties of Wood. Technical Bulletin 44, New York State College of Forestry 1933. 45 p.
9. Карлсен Г. Г. Конструкции из дерева и пластмасс. М.: Стройиздат, 1975. 688 с.
10. Коченов В.М. Несущая способность элементов и соединений деревянных конструкций. М.: Госстройиздат, 1963. 320 с.
11. Кавелин А.С. Несущая способность гвоздевых соединений элементов деревянных стеновых панелей: Автореферат канд. тех. наук. – Ростов-на-Дону., 2004. - 13с.

References

1. Slickouhova Ju.V. Konstrukcii iz dereva i plastmass [Construction of wood and plastics] 5-e izd. M. Strojizdat, 1986. 542 p.
 2. Kavelin A.S., Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №2, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4850
 3. National Design Specificalion for Wood Construction, American Forest and Paper Association. 2000, pp. 46-81.
 4. Filimonov Je.V., Gappoev M.M, Gus'kov I.M Konstrukcii iz dereva i plastmass [Construction of wood and plastics] 6-e izd. M. Izdatel'stvo ASV, 2016. 451 p.
 5. Kavelin A.S., Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2947
 6. Tuomi R.L. and Gromala D.S. Racking Strenght of Light-Framr Nailed Walls. Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 104, № ST7, July, 1978, pp. 1131-1140.
-



7. Shhuckij S. V., Kavelin A. S., Nauchnoye obozreniye, 2013, №12
URL: elibrary.ru/item.asp?id=21219123
8. Cockrell, R.A. A Study of the Screw-holding Properties of Wood. Technical Bulletin 44, New York State College of Forestry 1933. 45 p.
9. Karlsen G. G. Konstrukcii iz dereva i plastmass [Construction of wood and plastics]. M. Strojizdat, 1975. 688 p.
10. Kochenov V.M. Nesushhaja sposobnost' jelementov i soedinenij derevjannyh konstrukcij [Bearing capacity of elements and joints of wooden structures]. M. Gosstrojizdat, 1963. 320 p.
11. Kavelin A.S. Nesushhaja sposobnost' gvozdevyh soedinenij jelementov derevjannyh stenovyh panelej [The bearing capacity of nailing joints of elements of wooden wall panels], Avtoreferat kand. teh. nauk. Rostov-na-Donu, 2004. 13p.