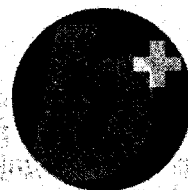




АС'05



АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО – 2005

ARCHITEKTUR UND BAUWESEN – 2005

I Международный научно-практический семинар

I Internationales wissenschaftlich-praktisches Seminar

КОНСТРУКЦИОННАЯ ФАНЕРА ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ МАССИВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Черноиван В.Н.¹, Черноиван Н.В.²

Соединения элементов деревянных конструкций на нагелях, благодаря простоте изготовления, нашли широкое применение в строительстве. Однако, как показывает практика, в процессе эксплуатации строительных конструкций, выполненных из массивных деревянных элементов, соединенных с использованием накладок из цельной древесины, появляются дефекты в стыках (узлах) – зазоры между элементами и накладками. Нарушение целостности в узлах (стыках) соединения массивных деревянных элементов конструкций с соединительными деревянными накладками вызвано знакопеременными деформациями усушки и разбухания цельной древесины, ее короблением и растрескиванием. Напомним, что изменение влажности древесины на 1 % приводит к ее набуханию или усушке поперек волокон на 0,2 %, что для элемента высотой сечения 100 см составляет 1 см.

Кроме выше перечисленных недостатков, древесина как анизотропный материал имеет неоднородность строения, и в ней присутствуют пороки. Поэтому подбор пиломатериала 1-го сорта из цельной древесины для накладок в стыках (узлах) строительных конструкций, воспринимающих растягивающие усилия, сопряжен со значительными трудностями. На практике данная проблема решается заменой накладок из древесины на металлические накладки.

Однако использование металлических накладок для соединения деревянных элементов в стыках нельзя признать эффективным. Оно имеет ряд существенных недостатков. Это – дополнительные затраты на защиту древесины специальными пастами на контакте с металлом от загнивания; необходимость постоянной защиты металла (стали) от коррозии. Кроме того, применение металлических накладок в стыках (узлах) деревянных конструкций, эксплуатируемых в неотапливаемых помещениях или на открытом воздухе, нежелательно, так как значения коэффициента линейного расширения металла почти в 2,5 раза выше, чем у древесины. А это может привести к большим дополнительным напряжениям в местах установки нагелей и снижению несущей способности стыка.

Металлические накладки не рекомендуется ставить на всю высоту сечения, так как деформации древесины поперек волокон от изменения влажностного режима могут привести к разрушению деревянного элемента.

Исходя из изложенного, и учитывая высокую стоимость металла, можно сделать вывод, что область рационального применения металлических накладок в стыках (узлах) соединения деревянных элементов строительных конструкций ограничена.

¹ Черноиван Вячеслав Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Брестский государственный технический университет (БГТУ)

² Черноиван Николай Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, Брестский государственный технический университет (БГТУ)

Следовательно, можно сделать заключение: разработка эффективного конструктивно-го решения узлов, соединения массивных элементов деревянных конструкций, является актуальной проблемой.

Учитывая, что постановка самих нагелей в древесину, особенно шурупов и гвоздей, является простой технологической операцией, авторы статьи считают, что для расширения области эффективного использования нагельных соединений целесообразно соединительные накладки выполнять из древесины с улучшенными свойствами. Анализ литературных источников позволяет сделать вывод, что целесообразно для накладок использовать фанеру [7, 8].

Фанера – это слоистый материал, состоящий из склеенных между собой листов древесного шпона. Благодаря малой толщине листов шпона (1,8+3,2 мм) в этом материале наиболее полно реализован принцип рассредоточения и компенсации пороков, которые сильно проявляются в крупных сортаментах древесины и снижают ее прочностные характеристики.

Согласно действующим нормам (п. 6.2.1.1 [1]) для строительных конструкций в Республике Беларусь рекомендовано применять фанеру клееную березовую или из древесины лиственницы марки ФСФ по ГОСТ-3916. Фанера по ГОСТ 3916 выпускается с нечетным числом слоев шпона. Фанера считается изготовленной из той породы древесины, из которой изготовлены ее наружные слои. Фанеру, изготовленную из древесины одной или различных пород, подразделяют соответственно на однопородную и комбинированную. Наружные слои фанеры рекомендуется выполнять из древесины лиственных пород: березы, ольхи, осины, бука, тополя, липы, клена. Для внутренних слоев, кроме названных, также применяют шпон древесины хвойных пород: ели, сосны, пихты, кедра, лиственницы.

По сравнению с цельной древесиной фанера имеет более равномерную прочность вдоль и поперек волокон наружных слоев. Объясняется это тем, что листы древесного шпона склеены между собой в пакете при взаимно перпендикулярных направлениях волокон в смежных слоях. Такое строение пакета существенно "выравнивает" анизотропию прочностных характеристик древесины.

Очевидно, что стремление усреднить механические свойства фанеры вдоль и поперек листа нельзя считать рациональным, для эффективного ее использования в качестве накладок в соединениях (узлах), работающих на растяжение. Видимо, целесообразнее не ликвидировать природную анизотропию древесины в строительной фанере, а приспособить ее к конкретным условиям работы материала, создавая специализированную вторичную анизотропию за счет конструктивных решений набора пакета фанеры.

Установлено, что прочностные характеристики фанеры зависят от количества шпонов в пакете, уложенных вдоль волокон (т.е. ||) к количеству шпонов, уложенных поперек волокон (т.е. ⊥). Выполненные исследования показали, что чем выше это соотношение, тем выше и прочностные характеристики фанеры вдоль волокон [2, 3].

Очевидно, что максимальные по величине прочностные характеристики вдоль волокон будет иметь ориентированная фанера, у которой все слои пакета уложены вдоль волокон.

Как показали исследования, применение фанерных изделий с параллельным расположением всех слоев шпона в пакете возможно только для элементов, имеющих поперечные размеры до 100 мм, эксплуатируемых в условиях с незначительным колебанием влажности и температуры [5].

Для элементов, выполненных из ориентированной фанеры и эксплуатируемых в условиях повышенной (или переменной) влажности воздуха и имеющих поперечные размеры более 100 мм, с целью уменьшения влияния влажностных деформаций и обеспечения прочности слоистого материала на срез необходимо наличие в пакете элемента перекрестно расположенных листов шпона. Исследования показали, что процентное количество поперечных слоев шпона в пакете, равное 28%, можно считать условно оптимальным для ориентированной фанеры, когда при достаточно высокой прочности материала на растяжение и сжатие обеспечивается высокая его прочность на срез [6]. Таким образом, пакет для изготовления семислойной ориентированной фанеры будет иметь следующее строение: 5 слоев шпона, уложенного вдоль волокон и 2 слоя – поперек волокон, т.е. 5|| + 2⊥.

Для предотвращения коробления строительных элементов, выполненных из ориентированной фанеры в процессе эксплуатации, рекомендуется поперечные листы шпона располагать симметрично относительно оси пакета. Не рекомендуется располагать их в качестве "ру-

башек", так как при этом уменьшится продольная несущая способность материала на изгиб. Так как наружные слои ориентированной фанеры закреплены только с одной стороны, колебания влажности вызывают большие напряжения в наружных клеевых слоях. Величина влажностных напряжений в наружных клеевых слоях зависит от толщины наружных слоев, плотности применяемого шпона, степени изменения влажности и температуры. В связи с этим, рекомендуется для наружных слоев ориентированной фанеры применять более тонкий шпон.

Рекомендуемая схема набора пакета ориентированной семислойной фанеры приведена на рисунке 1.

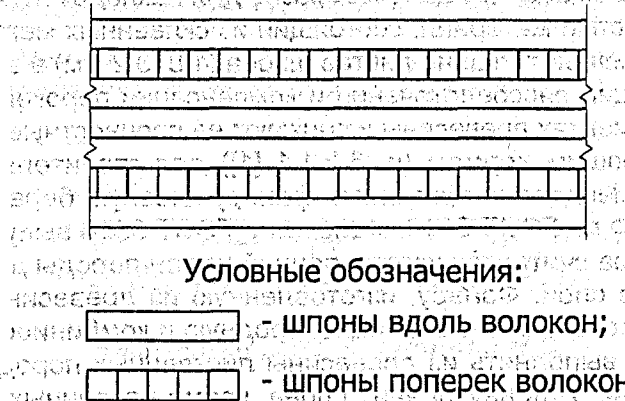


Рисунок 1 – Рекомендуемая схема набора пакета ориентированной семислойной фанеры

Одной из причин сложившегося положения является дефицит березового шпона.

Для выправления сложившегося положения ряд предприятий налаживают выпуск комбинированной фанеры (рубашки – из березы, серединки – из березы и сосны). На сегодня выпуск такой фанеры на предприятиях Беларуси достигает 25%.

Прочностные и упругие характеристики выпускаемой ольховой и комбинированной фанеры в нормативных документах Республики Беларусь не приводятся, поэтому эти виды фанеры в строительных конструкциях не применяются.

Для оценки прочностных характеристик фанеры ольховой и комбинированной авторами статьи были выполнены исследования материала со следующей схемой набора пакета (см. рис. 2).

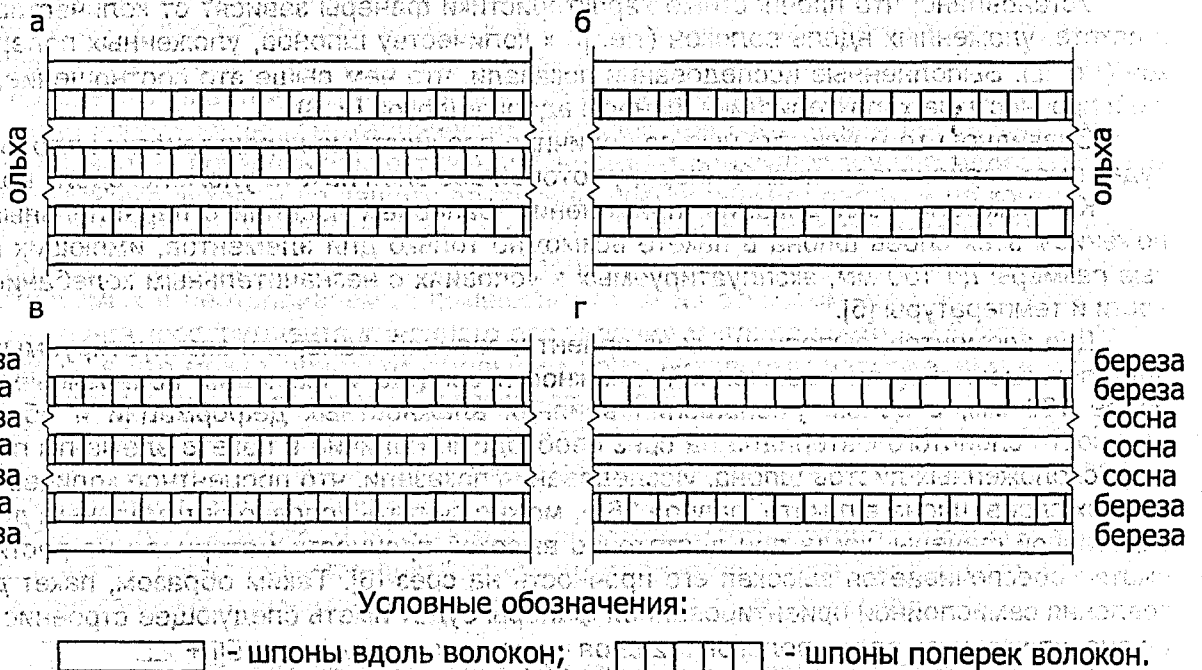


Рисунок 2 – Схема набора пакета материалов

Образцы для испытаний материала, были изготовлены из фанеры выклеенной в фанерном цехе Пинского деревообрабатывающего объединения. Испытания материала выполнялись по действующим нормативным документам.

Рекомендуемые значения расчетных сопротивлений фанеры (в МПа), вычисленные по известной формуле при следующих коэффициентах безопасности по материалу: сжатие вдоль и поперек волокон – 2,54; растяжение вдоль волокон – 2,8; изгиб вдоль волокон – 2,53 – приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Рекомендуемые расчетные сопротивления фанеры, МПа

Тип фанеры	сжатие вдоль волокон	сжатие поперек волокон	растяжение вдоль волокон	изгиб вдоль волокон
Комбинированная (4 береза + 3⊥сосна)	11,5	10,5	10,0	24,5
Ориентированная комбинированная (3 сосна + 2⊥береза+ 2 береза)	12,5	7,5	15,5	21,5
Ольховая(4 + 3⊥)	11,3	9,0	13,6	16,3
Ориентированная ольховая(5 + 2⊥)	12,5	8,0	13,0	16,5

Анализ полученных прочностных характеристик материала фанеры ольховой и комбинированной (береза + сосна) позволяют сделать следующий вывод.

Наиболее перспективным материалом для накладок в соединениях (узлах), работающих на растяжение, является фанера ориентированная комбинированная (3||сосна + 2⊥береза + 2||береза). Расчетное сопротивление ее на растяжение в 1,55 раза выше, чем у древесины сосны 1-го сорта. Использование такого слоистого материала позволит более чем в 1,5 раза снизить расход древесины на соединительные накладки и исключить появление дефектов в стыках соединения массивных деревянных элементов при изменениях влажности воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНБ 5.05.01-2000. Деревянные конструкции / Минстройархитектуры РБ. – Мн.: РУП «Минсктиппроект», 2001. – 72 с.
2. Орлович Р.Б., Черноиван В.Н. Упругие свойства фанеры с целенаправленной структурой. – Деревообрабатывающая промышленность. – 1991. – №9.
3. Черноиван В.Н. Прочностные и упругие свойства ольховой и комбинированной фанеры. – Деревообрабатывающая промышленность. – 1992. – №2.
4. Орлов А.Т., Стрижев Ю.Н. Новое в технологии слоистой клееной древесины – М.: Лесная промышленность. 1980. – 144 с.
5. Израелит А.Б. Оптимизация конструктивных форм гнутоклееных изделий из шпона. – М.: Лесная промышленность. 1977. – 72 с.
6. Душечкин С.А. Прочностные и упругие характеристики фанерных профилей. // Повышение надежности и долговечности строительных конструкций. Межвузовский темат. науч.-техн. сб. – Л., 1972. Вып. 2.
7. Максимович Б.Г. Проектирование и производство конструкций из клееной древесины. – Мн.: Выш. школа, 1981. – 212 с.
8. Иванов В.А., Клименко В.З. Конструкции из дерева и пластмасс. – Киев: Вища школа, 1983. – 279 с.