

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСКЛЕЕВЫХ ШИПОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ДВЕРНЫХ
СТОЛЯРНЫХ ПОЛОТНАХ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ТВЕРДЫХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД****THE USE OF GLUE-FREE STUD JOINTS IN DOOR JOINERY****MADE OF SOLID HARDWOOD**

Послухаев М.А., исполнительный директор ООО ХК «Мебель Черноземья», Россия, Воронеж.

Poslukhaev M.A., Executive Director of HC Mebel Chernozemya LLC, Russia, Voronezh.

Чернышев А.Н., кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по техническому развитию ООО ХК «Мебель Черноземья», Россия, Воронеж.

Chernyshev A.N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy General Director for Technical Development of HC Mebel Chernozemya LLC, Russia, Voronezh

Кантиева Е.В., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Kantieva E.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia

Пономаренко Л.В., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

Ponomarenko L.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. При работе с изделиями из массивной древесины применяются различные способы соединения деталей как по длине, ширине и толщине, так и соединения в конструкции. Одним из самых распространенных способов соединения деталей считается соединение типа шип–паз. С его помощью скрепляют детали оконных рам, дверных проёмов, различные элементы мебели, стенки деревянных ящиков. Соединение на шипах имеет хорошую механическую прочность, удобно в использовании. Шиповые соединения в плотницком и столярном деле придумывались с целью создания прочной связки двух деталей без применения дополнительных металлических фиксаторов. Так как соединение достаточно давно применяется, не удивительно, что оно видоизменялось и улучшалось. Сегодня существует несколько видов такого крепежа. В мебельном и столярном производстве, где необходима надежность соединения, он пользуется наибольшей популярностью. Но зная такие свойства древесины как гигроскопичность, в ряде случаев, во время эксплуатации изделия, при изменении условий эксплуатации (повышение или понижение температуры и влажности окружающей среды) происходит разбухание древесины, или же усушка. Это приводит к появлению таких дефектов, как растрескивание, расхождение полос, появление щелей. Предложенный в статье способ соединения брусков массивной древесины является актуальным.

Summary. When working with solid wood products, various ways of connecting parts are used, both in length, width and thickness, as well as connections in the structure. One of the most common ways to connect parts is considered to be a spike-groove connection. It is used to fasten the details of window frames, doorways, various furniture elements, and the walls of wooden boxes. The joint on the spikes has good mechanical strength, convenient to use. Spike joints in carpentry and carpentry were invented in order to create a strong bundle of two parts without the use of additional metal fasteners. Since the compound has been used for a long time, it is not surprising that it has been modified and improved. Today, there are several types of such fasteners. In the furniture and carpentry industry, where the reliability of the connection is necessary, it is most popular. But knowing such properties of wood as hygroscopicity, in some cases, during the operation of the product, when the operating conditions change (increasing or decreasing the temperature and humidity of the environment), the wood swells, or shrinks. This leads to the appearance of such defects as cracking, divergence of strips, the appearance of cracks. The method of connecting solid wood bars proposed in the article is relevant.

Ключевые слова: массивная древесина, склеивание, способ соединения, шип-паз, качество

Keywords: solid wood, bonding, joining method, spike-groove, quality

В течение многих десятков лет длится взаимовыгодное плодотворное сотрудничество лесопромышленного факультета ВГЛТУ и ООО ХК «Мебель Черноземья», начавшееся непосредственно после освобождения г. Воронежа от немецко-фашистских захватчиков. Предлагаемый материал также является результатом совместных разработок ведущих специалистов обоих учреждений.

В современных условиях жесткой рыночной конкуренции холдинговой компании для удержания позиций одного из отраслевых лидеров необходимо заниматься постоянным обновлением не только ассортимента выпускаемой продукции, но и расширять ее номенклатуру. Совместные маркетинговые исследования показали, что перспективным направлением может стать технология массивных столярных дверных блоков. Хотя эта ниша уже освоена, в том числе и отечественными производителями, однако перед ними у компании есть ряд преимуществ: принципиальная технологическая схожесть направлений изделий мебели и дверных блоков; наличие технологического оборудования, культуры, опыта и традиций сушки и переработки массивной древесины; возможность изготовления столярных изделий в стилях существующих гарнитуров и наборов мебели «Жасмин», «Барокко», «Новелла», «Элеганца», «Орхидея», «Марсель» и др. как единого архитектурно-художественно-технологического решения.

ООО ХК «Мебель Черноземья» силами собственного экспериментального участка выпускает различные эксклюзивные столярно-строительные изделия, однако постановка их в серию заставляет взглянуть на проблему качества уже с учетом интересов массового потребителя. Как известно, показатели качества изделия принципиально разнятся покупателем и изготовителем. Так, к примеру, покупателя интересуют долговечность и формоустойчивость, изготовителя – технологичность и экономичность. Ситуация разрешается применением правил конструирования изделий из массива, предложенными

деканом факультета ТДО ВЛТИ Михайловым Н.А. [1]. Исследования, удовлетворяющие второму правилу, были проведены ранее [2], поэтому к рассмотрению необходимо принять первое, которое гласит, что *конструировать изделия надо так, чтобы неизбежная деформация отдельных частей происходила свободно, но без нарушения формы и прочности самого изделия*. Согласно ему, филенки дверных полотен никогда не сажают в шпунты на клей, однако сами полотна собираются на шипах с клеем в жестко заземленный неподвижный каркас, что уже противоречит правилу и может приводить к потере формоустойчивости, растрескиванию, короблению и браку (рисунок 1).



А)



Б)

а) угловое концевое, б) угловое срединное соединения

Рисунок 1. Брак в виде растрескивания по сборочным швам

Для оценки величины предела прочности, при которой может наблюдаться минимальное расхождение конструктивных элементов по швам, были проведены одиночные серии опытов на твердых листовых породах: дуб плотностью $\rho_8=680 \text{ кг/м}^3$, бук плотностью $\rho_8=710 \text{ кг/м}^3$ и ясень плотностью $\rho_8=670 \text{ кг/м}^3$ по ГОСТ Р 9330-2016 и ГОСТ Р 23166-99. Для проведения опытов были заготовлены образцы каждой породы под соединения УК-6 и УС-1 в количестве 16 шт. каждой партии с шипами толщиной 10(Н13/ze13) по ГОСТ Р 6449.1-82 после 48-часовой выдержки в сухом проветриваемом закрытом помещении. Таким образом, минимальный натяг шипового соединения составил 0,02 мм, max – 0,40 мм. Применялся клей ПВАД марки KLEIBERIT 303.2. В результате было зафиксировано, что уже при нагрузке 300-400 Н проявляются трещины, пример которых приведен на рисунке 2, что для изделия стоимостью несколько десятков тысяч рублей неприемлемо. При весе полотна размерами 2000×800×40 мм в 40-45 кг расхождение по швам может происходить под одним его весом, с учетом возможных колебаний климатических параметров среды оно становится практически неизбежным.

Предел прочности трещинообразования вычислялся по формуле:

$$\sigma_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{тр.}}}{b \cdot s}, \text{ Мпа}, \quad (1)$$

где: $P_{\text{тр.}}$ – нагрузка, при которой наблюдается образование трещины, Н;

b – ширина образца, 12 см для УК и 7 см для срединка УС;

s – толщина образца, 4 см.



а)



б)

а) в угловом концевом б) в угловом срединном соединениях

Рисунок 2. Трещины после приложения нагрузок

Во время проведения испытаний было замечено, что после нанесения клея на шип в процессе сборки узла большая часть клея сдвигается со щечек шипа внутренними гранями паза из-за натяга. Так как основная прочность склеивания обеспечивается именно поверхностями щечек шипов, то из-за такого явления проявляется так называемое «голодное склеивание». Устранить его вальцеванием шипа по типу шкантов технологически невозможно, а долевые узкие кромки даже у овальных шипов (рисунок 3б) прямых брусков изготавливаются в зазор с целью придания возможности выравнивания сопряжений под угол 90° . У калевочных поверхностей изготовление скругленного шипа невозможно конструктивно, поэтому там зазоры еще больше (рисунок 3а).



а)



б)

а) в калевочный профиль с прямым шипом, б) в прямой профиль со скругленным шипом

Рисунок 3. Комплектация сборочных узлов УС-1 шип-паз

Фрезеровать шипы под посадку с зазором нельзя — клеевой шов необходимо прессовать для обеспечения его максимальной прочности. Кроме того, из рисунка 3 хорошо видно, что если сборка узлов УК в прямой профиль со скругленным шипом не представляет затруднений, то в калевочный профиль с прямым шипом нижнюю узкую грань шипа приходится дорабатывать, вырубая, как правило вручную, 10-15 мм стамеской для осуществления сборки, что для поточного производства опять неприемлемо.

Результаты испытаний представлены в виде таблиц 1 и 2.

Таблица 1. Результаты испытаний клеевых швов сборочных узлов

№ п/п	Нагрузка усредненная $R_{тр.}$, Н		Предел прочности усредненный $\sigma_{скл.}$, Мпа	
Дуб				
УК-6			УС-1	
1-4	40	33	11,112	11,786
5-8	43	35	11,944	12,500
9-12	46	34	12,776	12,143
13-16	44	36	12,224	12,857
Бук				
УК-6			УС-1	
1-4	36	28	10,000	10,000
5-8	39	29	10,832	10,357
9-12	34	26	9,444	9,285
13-16	37	31	10,276	11,071
Ясень				
УК-6			УС-1	
1-4	46	37	12,776	13,214
5-8	43	35	11,944	12,500
9-12	48	38	13,332	13,571
13-16	47	38	13,052	13,571

По результатам исследований было принято решение отказаться от шиповых соединений и осуществлять сборку каркасов полотен толщиной 40 мм без шипов и клея шурупами хромированными 8x100.2.216 ГОСТ Р 11473-75 через шайбу плоскую и пружинную по обеим кромкам полотна в трех точках (рисунок 4а), для полотен толщиной 50 мм — шпильками резьбовыми сквозными ГОСТ Р 22042-76: подобная сборка выдерживает даже условия наружной эксплуатации (рисунок 4б). Сборочные отверстия закрываются пробками: пластмассовыми для серийных изделий, либо деревянными — для индивидуальных. В случае возникновения необходимости в ремонте достаточно разобрать такое полотно, заменить или отремонтировать негодный конструктивный элемент и смонтировать по месту эксплуатации.



А)



Б)

а) на шурупах (по кромке видны три отверстия под массивными пробками), б) на шпильках

Рисунок 4. Примеры готовой продукции на бесклеевых шиповых соединениях

Выводы:

- дверные полотна из твердых лиственных пород имеют риски возникновения трещин по клеевым сборочным швам каркаса вследствие одного собственного веса без учета климатических воздействий;

- предел прочности трещинообразования по буку несколько ниже, чем по ясеню и дубу, что можно объяснить его мелкокорассеяннососудистой структурой, на которой при сборке почти не остается клея, задерживаемый в порах кольцесосудистых пород;

- использование шиповых клеевых соединений полотен дверных блоков из твердых лиственных пород настоятельно требует их дополнительного укрепления, что в условиях серийного производства приводит к необходимости отказа от клея и шипов;

- обеспечить необходимые показатели качества изделий, удовлетворяющие требованиям как потребителя, так и производителя, достаточно использованием метизных резьбовых изделий с антикоррозийным покрытием, обеспечивающих необходимое регулируемое усилие сборки и ремонтпригодность.

Список литературы

1. Гарин, В.А. Технология изделий из древесины : учеб. пособие для лесотехн. вузов по спец. 0902 «Технология деревообработки» / В. А. Гарин, Н. А. Михайлов. - Воронеж, 1985. – 223 с.
2. Пономаренко, Л.В. Натурное исследование прочности склеивания массивной древесины современными клеями при эксплуатации в различных условиях / Л.В. Пономаренко, Е.В. Кантиева, М.А. Послухаев, А.Н. Чернышев // Лесотехнический журнал. – 2020. – Т. 10. – № 1 (37). – С. 105-115.

References

1. Garin, V. A. Technology of wood products: Textbook for forest-tech. 0902 “Technology of woodworking” / V. A. Garin, N. A. Mikhailov. – Voronezh, 1985. – 223 p.
2. Ponomarenko, L. V. Full-scale study of the strength of gluing a massive wood with modern adhesives during operation in various conditions / L. V. Ponomarenko, E. V. Kantieva, M. A. Poslukhaev, A. N. Chernyshev: Lesotechnicheskiy zhurnal. – Voronezh, 2020. Vol. 10. №1 (37). P. 105-115.