



## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕКЛЕЙНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ СТОЛЯРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И МЕБЕЛИ

Татьяна В. Ефимова<sup>1</sup>, tanechka-ef@rambler.ru

Татьяна Л. Ищенко<sup>1</sup>, tl\_ischenko@mail.ru.

Максим А. Послухаев<sup>2</sup>, somovo05@mail.ru

Александр Н. Чернышев<sup>2</sup>, alnik19@yandex.ru

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация

<sup>2</sup>ООО ХК «Мебель Черноземья», г. Воронеж, Российская Федерация

Каждому промышленному предприятию для повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции необходимо обеспечить такие ее качественные показатели, как формоустойчивость и ремонтпригодность в течение всего гарантийного срока эксплуатации. Данные показатели на практике обеспечиваются соблюдением правил конструирования. Особенно актуальна эта проблема при проектировании столярно-строительных и мебельных изделий, эксплуатируемых в переменных климатических условиях. Цель исследования состояла в том, чтобы установить оптимальные технологические цепочки получения переклейных конструктивных элементов; найти оптимальные размеры ламелей, делянок и сборочных единиц под склейку; обосновать целесообразность фанерования клееных элементов пиленным шпоном, конструирование изделий в целом без использования шипов и клея. Все исследования проводились в условиях реальных производств: на ООО «Фирма «Кавказский лес», Республика Адыгея, Майкопский р-н, п. Тульский и ООО ХК «Мебель Черноземья», г. Воронеж. Из проведенных исследований ясно, что технология переклейных заготовок позволяет в несколько раз снизить коробление и повысить формоустойчивость конструктивных элементов; операция фанерования позволяет рационально использовать в производстве низкосортную древесину.

**Ключевые слова:** конструирование, массивная древесина, склеивание, технология, коробление

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Особенности конструкции и технологии переклейных деревянных конструктивных элементов для столярно-строительных изделий и мебели / Т. В. Ефимова, Т. Л. Ищенко, М. А. Послухаев, А. Н. Чернышев // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11. – № 2 (42). – С. 91–98. – Библиогр.: с. 96–97 (12 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.2/9>.

**Поступила:** 25.01.2021 **Принята к публикации:** 15.06.2021 **Опубликована онлайн:** 01.07.2021

## FEATURES OF CONSTRUCTION AND TECHNOLOGY OF PANEL WOOD CONSTRUCTION ELEMENTS FOR JOINT-BUILDING PRODUCTS AND FURNITURE

Tatyana V. Efimova<sup>1</sup>, tanechka-ef@rambler.ru

Tatyana L. Ishchenko<sup>1</sup>, tl\_ishchenko@mail.ru

Maksim A. Poslukhaev<sup>2</sup>, somovo05@mail.ru

Alexander N. Chernyshov<sup>2</sup>, alnik19@yandex.ru

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 8, Timiryazev street, Voronezh, Russian Federation, 394087, Voronezh, Russian Federation

<sup>2</sup>LLC HC "Mebel Chernozemya", Voronezh, Russian Federation

### Abstract

Each industrial enterprise, in order to increase the competitiveness of its products, must ensure such quality indicators as dimensional stability and maintainability during the entire warranty period. In practice, these indicators are ensured by observing the design rules. This problem is especially relevant in the design of joinery and construction and furniture products operated in variable climatic conditions. The purpose of the study was to establish the optimal technological chains for the production of re-adhesive structural elements; find the optimal sizes of lamellas, plots and assembly units for gluing; substantiate the expediency of veneering the glued elements with sawn veneer; design of products as a whole without the use of spikes and glue. All studies were carried out in real production conditions: at LLC Firm "Caucasian Forest", Republic of Adygea, Maikop district, settlement Tulskey and LLC HC "Mebel Chernozemya", Voronezh. It is clear from the studies carried out that the technology of re-glued blanks allows several times to reduce warpage and increase the dimensional stability of structural elements; veneering operation allows rational use of low-grade wood in production.

**Keywords:** construction, solid wood, gluing, technology, warpage

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Efimova T.V., Ishchenko T.L., Poslukhaev M.A., Chernyshev A.N. (2021) Features of construction and technology of panel wood construction elements for joint-building products and furniture. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest Engineering journal], Vol. 11, No. 2 (42), pp. 91-98 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.2/9>.

**Received:** 25.01.2021 **Accepted for publication:** 15.06.2021 **Published online:** 01.07.2021

### Введение

Каждому промышленному предприятию для повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции необходимо обеспечить такие ее качественные показатели, как формоустойчивость и ремонтпригодность в течение всего гарантийного срока эксплуатации. Изделия из массивной древесины стоят в этом ряду особняком по той причине, что ни один природный, искусственный или синтетический материал не сравнится с ней по разности

свойств в трех основных проекциях, известной как анизотропия. Действительно, если взять, к примеру, такие конструкционные материалы как кирпич, металлический прут или листовое стекло, то физико-механические показатели этих материалов по длине, ширине и толщине одинаковы. Однако этого нельзя сказать о деревянном бруске того же размера, у которого разность в аналогичных показателях может доходить до трех порядков. Кроме того, существует еще и такое объективное физическое яв-

ление, как гистерезис сорбции, в результате которого после увлажнения и последующего высыхания изделие никогда не вернется к прежним размерам и форме [1, 2, 3]. Эти обстоятельства обязывают специалистов-деревообработчиков при проектировании и изготовлении изделия, принимая меры к их нейтрализации и купированию [4]. При этом внешний вид и эстетические показатели изделия должны соответствовать нормативно-технической документации и договору поставок, утвержденным в установленном порядке. Кафедра механической технологии древесины ВГЛТУ в сотрудничестве с различными российскими предприятиями регулярно проводит научные исследования в этом направлении, и настоящие исследования являются продолжением и развитием подобных работ [5].

Условия обеспечения вышеназванных показателей на практике диктуются первым, вторым и четвертым правилами конструирования, предложенными деканом факультета ТДО ВЛТИ Михайловым Н.А. [6]:

Первое правило. Конструировать изделия надо так, чтобы неизбежная деформация отдельных частей происходила свободно, но без нарушения формы и прочности самого изделия;

Второе правило. Отдельные детали изделия надо конструировать так, чтобы неизбежные изменения размера и формы были наименьшими;

Четвертое правило. Изделия необходимо проектировать так, чтобы они по своей форме, размерам и конструкции были рациональными, отвечали назначению, удовлетворяли техническим условиям и санитарно-гигиеническим требованиям.

Следовательно, правила конструирования настоятельно рекомендуют изготавливать отдельные элементы конструкции не из цельного отрезка древесины, а из нескольких, оптимально мелких, соединенных клеем [7, 8]. Элементы соединять в единое целое не жестко, а оставлять возможность их взаимного перемещения. Тогда напряжения, возникающие в отдельных элементах сборочной единицы или узла, будут взаимно уравновешиваться при изменении их размера и формы без нарушения целостности изделия в целом. Особенно актуальна эта проблема при проектировании столярно-

строительных и мебельных изделий, эксплуатируемых в переменных климатических условиях [9, 10].

Таким образом, целью настоящих исследований было:

- установление оптимальных технологических цепочек получения переклейных конструктивных элементов;
- установление оптимальных размеров ламелей, делянок и сборочных единиц под склейку;
- обоснование целесообразности фанерования клееных элементов пиленным шпоном;
- конструирование изделий в целом без использования шипов и клея.

### Материалы и методы

В данной работе исследуется первое направление склеивания древесины при промышленном использовании (рис. 1, б). Для повышения объективности конечных результатов исследования проводились в условиях реальных производств двух регионов России на древесине твердых лиственных пород рубок Северного Кавказа и Центрально-Черноземного региона:

1) деревообрабатывающего предприятия ООО «Фирма «Кавказский лес», Республика Адыгея, Майкопский р-н, п. Тульский, специализирующегося на выпуске столярно-строительных изделий из массивной древесины;

2) мебельного предприятия ООО ХК «Мебель Черноземья», г. Воронеж, специализирующегося на выпуске бытовой корпусной, мягкой и решетчатой мебели.

В результате многолетних натурных исследований были отработаны технологические режимы, описанные в [5]. Практика показала, что лучшим исходным сырьем для подобных технологий является необрезная доска толщиной 32 мм, сушка которой происходит относительно быстро и равномерно, а раскрой оптимален для подавляющего большинства изделий: дверные полотна и коробки, панели, ступени лестниц, наличники, декор, мебельные фасады и т. п. После выдержки весь материал строгаются по обеим пластям на рейсмусовой станке в размер 28 мм без прифуговки и сортируется на две неравные части: малая часть высшей категории качества предназначена для изготовления чистовых лицевого ламелей и после обрезки в раз-

мер по ширине раскраивается на реброделительном станке в размер по толщине 4 мм в четном количестве, что позволяет производить симметричный подбор фасадных элементов, пример которого представлен на рис. 1, а. Большая часть предназначена для изготовления переклейных основ конструктивных элементов по следующей технологической цепочке: поперечный раскрой на заготовки с припуском по длине, продольный раскрой по ширине в размер 40 и 75 мм, сращивание по длине в размер с припуском, 4-стороннее строгание, сплачивание по кромке в размер по ширине с припуском в заготовку основы, 4-стороннее строгание, облицовывание основы по одной или обеим пластям.

Далее, в зависимости от назначения, облицованные заготовки либо поступают в чистовую обработку в качестве брусков рамок фасадов, коробок, наличников и пр., либо склеиваются по кромке и далее обрабатываются по технологии в филенки, ступени, бруски каркасов полотен и пр. (рис. 2). Сбеговая рейка также перерабатывается под двойную склейку по толщине (рис. 2, б, в), что повышает как итоговый полезный выход, так и формоустойчивость элемента.

Как видно, технология изготовления переклейных изделий достаточно сложна и поэтому

подходит только для крупных технологически оснащенных производств под поточную продукцию. В этом случае подобная технология позволяет рационально использовать как высококачественное, так и низкосортное сырье и получать на выходе востребованный продукт с низкой себестоимостью и высокой добавленной стоимостью, а также надежностью и долговечностью при эксплуатации [11, 12].

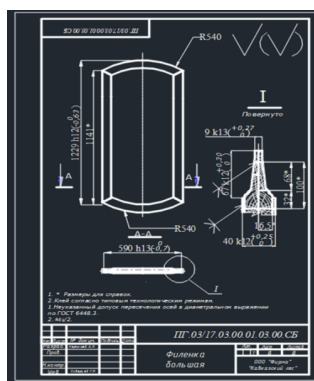
Для определения оптимальных размеров делянок и сблочных единиц были проведены натурные исследования, проходившие в период с 01.09.2018 по 01.04.2019 гг. на Северном Кавказе и с 01.09.2019 по 01.04.2020 гг. в г. Воронеже. Для этого партии вертикальных брусков полотен и наличников, цельные и переклейные, по 16 шт. каждого вида, размещали свободно разложенными на стеллажах в помещениях и с постоянными комнатными и переменными комнатными климатическими условиями. Каждый рабочий день снимались показания психрометров в помещениях, каждую неделю фиксировалась влажность древесины и степень коробления.

### Результаты

Конечные усредненные результаты исследований представлены в табл. 1.



а)



б)

Рис. 1. Пример правильного исполнения правил конструирования:

- а) правило № 4 – посредством симметричного подбора пиленого шпона по переклейным основам филенки, каркаса полотен и наличников, б) правило № 2 – чертеж филенки с переклейной основой из делянок шириной 100 мм, фанерованных по обеим пластям шпоном пиленным

Источник: собственные разработки

Figure 1. An example of the correct execution of design rules:

- а) rule No. 4 – by symmetrical selection of sawn veneer on the re-glued panels of the panel, frame of linen and platbands, б) rule No. 2 – drawing of a panel with a plywood base made of plots 100 mm wide, veneered on both sides with sawn veneer

Source: own composition

Результаты натурных исследований воздействия климатических условий в помещениях на степень коробления конструктивных элементов

Results of field studies of the impact of indoor climatic conditions on the degree warpage of structural elements

Вид элемента	Размеры в чистоте, мм	Набор и количество деталей, шт.	Регион			
			Постоянные условия		Переменные условия	
			Вид коробления	Величина коробления, мм	Вид коробления	Величина коробления, мм
Брусок полотна долевой (рис. 2, а)	2000x120x40	Цельный	По пласти	До 5,0	Крыловатость	До 12,0
		1020x62x34 - 4	По пласти	До 3,0	Крыловатость	До 5,0
		520x42x34 - 12	По пласти	До 1,5	По пласти	До 3,5
		320x21x34 - 42	-	-	По пласти	До 2,5
Брусок полотна поперечный нижний (рис. 2, б и 2, в)	760x175x40	Цельный	По пласти	До 2,5	По пласти	До 5,0
		390x88x34 - 4	По пласти	До 1,5	По пласти	До 2,5
		390x36x17 - 20	По пласти	До 1,0	По пласти	До 1,5
		270x18x17 - 60	-	-	По пласти	До 1,0
Брусок коробки долевой (рис. 2, г)	2100x80x40	Цельный	По пласти	До 4,0	Крыловатость	До 10,5
		1060x42x24 - 4	По пласти	До 2,5	По пласти	До 5,0
		530x21x24 - 16	По пласти	До 1,5	По пласти	До 2,0
		355x21x24 - 24	-	-	По пласти	До 1,5
Наличник долевой (рис. 2, д)	2200x80x17	Цельный	По пласти	До 6,0	Крыловатость	До 35,0
		1120x42x14 - 4	По пласти	До 3,0	Крыловатость	До 13,0
		560x22x14 - 16	По пласти	До 1,5	Крыловатость	До 5,5
		375x22x14 - 24	-	-	По пласти	До 3,0

Источник: собственные вычисления (разработки)

Source: own calculations

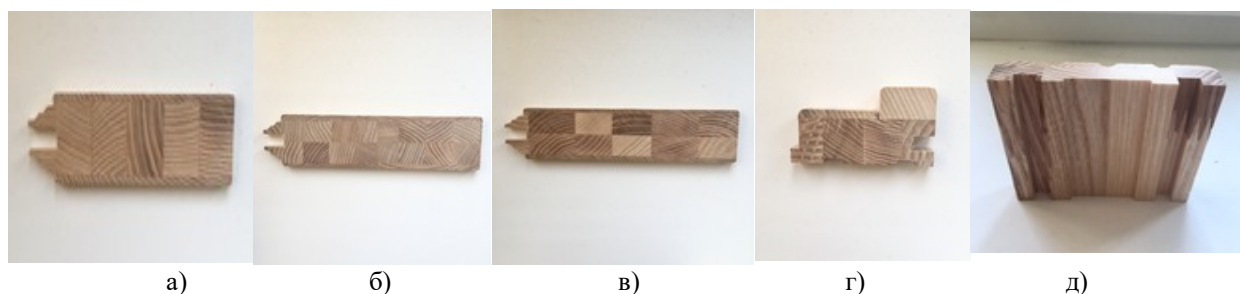


Рис. 2. Примеры практической технологии переклейных конструктивных элементов дверного полотна: а) брусок полотна, б) и в) брусок поперечный нижний полотна, г) брусок коробки, д) наличник

Источник: собственные вычисления (разработки)

Figure 2. Examples of practical technology of re-adhesive door structural elements canvases: a) a bar of a linen, b) and c) a bar of a transverse lower web, d) a bar of a box, e) a platband

Source: own calculations

### Заключение

1. Технология переклейных заготовок позволяет в несколько раз снизить коробление и повысить формоустойчивость конструктивных элементов даже в переменных комнатных условиях (входные группы, тамбуры, мансарды, чердаки, сауны, бани).

2. Необходимым и в принципе достаточным для склеивания заготовок из древесины твердых лиственных пород в столярно-строительных и мебельных конструкциях бытового и административного назначения с последующим фанерованием по пластям является однослойный способ. Для особо нагруженных конструктивных элементов возможен двухслойный. Три и более слоя на практике неприемлемы из-за выпадания из зоны оптимальности.

3. Использование цельной массивной древесины при эксплуатации изделий столярно-строительного и мебельного назначения в перемен-

ных климатических условиях недопустимо ввиду быстрой и безвозвратной потери ими формоустойчивости. Кроме того, даже при мелкосерийном производстве в этом случае крайне затруднен подбор дефанок под склейку, что резко снижает эстетичность готового изделия и его цену.

4. Фанерование элементов пиленным шпоном позволяет не только вовлечь в производство большие объемы низкосортной древесины, но и резко повышает эстетичность и привлекательность изделия, что благоприятно отражается на его сбыте.

5. Для конечного внедрения в производство необходимо провести сравнительные технико-экономические расчеты норм времени на операции, производительности технологического оборудования и калькуляции себестоимости по обеим технологиям, что и планируется сделать в течение ближайшего года.

### Список литературы

1. Уголев Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение. Москва: Академия, 2010. 266 с. ISBN: 978-5-7695-5828-3.
2. Kyuchukov G., Jivkov V. Furniture Construction. Structural Elements and Furniture Joints. Publisher: Bismar, 2016. 443 p. DOI: 10.13140/RG.2.2.15573.83680.
3. Никитина А. В., Исакова В. В., Ашихмина А. А. Древесина и клеи, применяемые при изготовлении клееных деревянных конструкций. Интеграция наук. 2018; 8 (23): 431-433. ISSN: 2500-2449.
4. Fink G., Köhler J., Brandner R. Application of European design principles to cross laminated timber. Engineering Structures. 2018; 171: 934-943. DOI: 10.1016/j.engstruct.2018.02.081.
5. Натурное исследование прочности склеивания массивной древесины современными клеями при эксплуатации в различных условиях / Е. В. Кантиева, Л. В. Пономаренко, М. А. Послухаев, А. Н. Чернышев // Лесотехнический журнал. – 2020. – № 1. – С. 105–114. – DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.1/11.
6. Гарин В. А., Михайлов Н. А. Технология изделий из древесины : учеб. пособие. Воронеж, 1985. 223 с.
7. Sikora K. S., McPolin D. O., Harte A. M. Effects of the thickness of cross-laminated timber (CLT) panels made from Irish Sitka spruce on mechanical performance in bending and shear. Construction and Building Materials. 2016; 116: 141–150. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.04.145.
8. Wang Z., Gong M., Chui Y.-H. Mechanical properties of laminated strand lumber and hybrid cross-laminated timber. Construction and Building Materials. 2015; 101: 622–627. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2015.10.035.
9. Ebadi M. M., Doudak G., Smith I. Vibration responses of glulam beam-and-deck floors. Engineering Structures. 2018; 156: 235-242. DOI: 10.1016/j.engstruct.2017.11.051.
10. Беляева З. В., Разводов Р. И. Эффективность применения клееных деревянных конструкций в современном строительстве. Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2019; 1 (40): 74-78. DOI 10.25628/UNIP.2019.40.1.013.
11. Harte A. M. Mass timber – the emergence of a modern construction material. Journal of Structural Integrity and Maintenance. 2017; 2 (3): 121-132. DOI: 10.1080/24705314.2017.1354156.

12. Brandner R., Flatscher G., Ringhofer A., Schickhofer G., Thiel A. Cross laminated timber (CLT): overview and development. *European Journal of Wood and Wood Products*. 2016; 74: 331-351. DOI: 10.1007/s00107-015-0999-5.

### References

1. Ugolev B. N. *Drevesinovedenie i lesnoe tovarovedenie [Wood science and forestry]*. Moskva: Akademiya, 2010, 266 p. ISBN: 978-5-7695-5828-3. (in Russian).
2. Kyuchukov G., Jivkov V. *Furniture Construction. Structural Elements and Furniture Joints*. Publisher: Bismar, 2016. 443 p. DOI: 10.13140/RG.2.2.15573.83680.
3. Nikitina A. V., Isakova V. V., Ashikhmina A. A. *Drevesina i klei, primenyaemy'e pri izgotovlenii kleenykh derevyannykh konstrukcij. Integratsiya nauk = Integration of Sciences*, 2018; 8(23): 431-433 (in Russian). ISSN: 2500-2449.
4. Fink G., Köhler J., Brandner R. Application of European design principles to cross laminated timber. *Engineering Structures*. 2018; 171: 934-943. DOI: 10.1016/j.engstruct.2018.02.081.
5. Kantieva E. V., Ponomarenko L. V., Poslukhaev M. A., Chernyshev A.N. (2020) *Naturnoe issledovanie prochnosti skleivaniya massivnoj drevesiny sovremennymi kleyami pri ekspluatatsii v razlichnykh usloviyakh. Lesotekhnicheskii zhurnal [Forest Engineering Journal]*, Vol. 10, no. 1, pp. 105-114 (in Russian). DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.1/11.
6. Garin V. A., Mikhajlov N. A. *Tehnologija izdelij iz drevesiny: uchebnoe posobie [Technology of wood products. Student's book]*. Voronezh, 1985. 223 p. (in Russian).
7. Sikora K. S., McPolin D. O., Harte A. M. Effects of the thickness of cross-laminated timber (CLT) panels made from Irish Sitka spruce on mechanical performance in bending and shear. *Construction and Building Materials*. 2016; 116: 141–150. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.04.145.
8. Wang Z., Gong M., Chui Y.-H. Mechanical properties of laminated strand lumber and hybrid cross-laminated timber. *Construction and Building Materials*. 2015; 101: 622–627. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2015.10.035.
9. Ebadi M. M., Doudak G., Smith I. Vibration responses of glulam beam-and-deck floors. *Engineering Structures*. 2018; 156: 235-242. DOI: 10.1016/j.engstruct.2017.11.051.
10. Belyaeva Z. V., Razvodov R. I. *Effektivnost primeneniya kleenykh derevyannykh konstrukcij v sovremennom stroitelstve. Akademicheskij vestnik URALNIIPROEKT RAASN*. 2019; 1 (40): 74-78 (in Russian). DOI: 10.25628/UNIIP.2019.40.1.013.
11. Harte A. M. Mass timber – the emergence of a modern construction material. *Journal of Structural Integrity and Maintenance*. 2017; 2 (3): 121-132. DOI: 10.1080/24705314.2017.1354156.
12. Brandner R., Flatscher G., Ringhofer A., Schickhofer G., Thiel A. Cross laminated timber (CLT): overview and development. *European Journal of Wood and Wood Products*. 2016; 74: 331-351. DOI: 10.1007/s00107-015-0999-5.

### Сведения об авторах

✉ *Ефимова Татьяна Владимировна* – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация; e-mail: tanechka-ef@rambler.ru.

*Ищенко Татьяна Леонидовна* – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация; email: tl\_ishchenko@mail.ru.

*Послухаев Максим Алексеевич* – исполнительный директор ООО ХК «Мебель Черноземья», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: somovo05@mail.ru.

*Чернышев Александр Николаевич* – кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по техническому развитию ООО ХК «Мебель Черноземья», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: alnik19@yandex.ru.

### Information about authors

✉ *Efimova Tatiana Vladimirovna* – Cand. Sci (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mechanical Wood Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 8, Timiryazev str., Voronezh, 394087, Russian Federation; e-mail: tanechka-ef@rambler.ru.

*Ishchenko Tatiana Leonidovna* – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mechanical Wood Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 8, Timiryazev str., Voronezh, 394087, Russian Federation; e-mail: tl\_ischenko@mail.ru.

*Poslukhaev Maksim Alekseevich* – Executive Director, LLC НС «Furniture of Chernozemye», Voronezh, Russian Federation; e-mail: somovo05@mail.ru.

*Chernyshev Aleksandr Nikolaevich* – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Deputy General Director for Technical Development, LLC НС «Furniture of Chernozemye», Voronezh, Russian Federation; e-mail: al-nik19@yandex.ru.

✉ – Для контактов/Corresponding author