

ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

УДК 694.7

А. А. Барташевич, Л. В. Игнатович, С. В. Шетько, С. С. Гайдук
Белорусский государственный технологический университет

ДЕКОРИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕБЕЛИ И СТОЛЯРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ТИСНЕНИЯ ТЕКСТУРЫ ДРЕВЕСИНЫ И ИМИТАЦИЕЙ РЕЗЬБЫ

Снижение доли использования ценных пород древесины является одной из актуальных задач деревообрабатывающей промышленности Республики Беларусь. Сравнительно невысокие физико-механические и декоративные свойства мягколиственных пород не позволяют использовать их в качестве полноценной замены ценных твердолиственных пород древесины. Из малоценных пород древесины могут изготавливаться декоративные элементы, которые наиболее часто используются с целью индивидуализации внешнего вида мебели и столярно-строительных изделий. Декорирование элементов может достигаться за счет применения трехмерного и двухмерного прессования, тиснения, тонирования, точения, различных видов резьбы, фрезерования, мозаики, имитации ценных пород древесины. Наиболее широко применяемыми способами декорирования являются тиснение и прессование, которые позволяют получить на поверхности древесины рисунок с глубиной профиля до 3 мм и более 3 мм соответственно. Тиснение и прессование древесины и древесных материалов с целью облагораживания осуществляют, как правило, горячее, но не исключено и холодное с применением специальной матрицы (шаблона-клише). Пластификация древесины происходит за счет перехода лигнина из стеклообразного в высокоэластичное состояние под воздействием высокой температуры, что в конечном итоге позволяет увеличить формоустойчивость и термостабильность материала. Исследования микроструктуры древесины после уплотнения показали, что происходит уменьшение межклеточного пространства и пористости, смачиваемость клеевым материалом не изменяется и происходит уменьшение толщины клеевой прослойки. Для придания элементам мебели и столярно-строительных изделий из мягколиственных пород древесины высоких декоративно-художественных свойств методом тиснения и глубокого прессования наиболее эффективным является способ горячего тиснения на оборудовании проходного типа.

Ключевые слова: декорирование, мебель, столярно-строительные изделия, имитация, текстура, прессование, тиснение

A. A. Bartashevich, L. V. Ignatovich, S. V. Shet'ko, S. S. Haiduk
Belarusian State Technological University

DECORATION ELEMENTS OF FURNITURE AND WOOD-CONSTRUCTION PRODUCTS BY STAMPING WOOD TEXTURE AND IMITATION THREAD

Decrease in the share of the use of valuable wood species is one of the topical tasks of the wood-working industry of the Republic of Belarus. Comparatively low physical, mechanical and decorative properties of soft-leaved species do not allow using them as a full-fledged replacement of valuable hardwood species of wood. Of low value woods, decorative elements can be made, which are most often used for the purpose of individualizing the appearance of furniture and joinery products. Decoration of elements can be achieved through the use of three-dimensional and two-dimensional pressing, embossing, toning, turning, various types of threads, milling, mosaic, imitation of valuable wood species. The most widely used decoration methods are embossing and pressing, which allow to obtain on the surface of wood a pattern with a profile depth of up to 3 mm and more than 3 mm, respectively. Stamping and pressing of wood and wood materials for the purpose of upgrading is usually hot, but it is possible and cold with the use of a special matrix (template). Plastification of wood occurs due to the transition of lignin from vitreous to highly elastic state under the influence of high temperature, which ultimately allows to increase the form stability and thermal stability of the material. Studies of the micro-

structure of wood after compaction showed that the intercellular space and porosity decrease, the permeability of adhesive materials does not change and the thickness of the adhesive layer decreases. To make the elements of furniture and carpentry-building products from soft-leaved species of wood of high decorative and artistic properties embossed and deeply pressed, the most effective method is hot stamping on pass-through equipment.

Key words: decorating, furniture, carpentry, imitation, texture, pressing, stamping.

Введение. В настоящее время основной задачей лесной и деревоперерабатывающей промышленности является рациональное использование лесосырьевых ресурсов и производство экологически безопасной и конкурентоспособной продукции. Разработка эффективных экономически целесообразных изделий из древесины обусловлена необходимостью ресурсо- и энергосбережения, импортозамещения в деревообработке. Проблема может быть решена за счет разработки специальной технологии использования более дешевых мягколиственных пород древесины, вместо ценных и твердых лиственных.

В Беларуси ценные твердолиственные породы составляют примерно 4% от основных лесобразующих пород, в то же время, доля малоценных пород составляет примерно 30%, в том числе: береза – 17%, ольха – 8%, тополь и осина – 5%. В Республике Беларусь, при общей заготовке древесины около 19 млн. м³ в год, для производства изделий мебели и столярно-строительных изделий ее не хватает, особенно ценных твердолиственных пород. Сказанное предопределяет целесообразность снижения доли использования древесины твердолиственных пород в производстве декоративных элементов столярно-строительных изделий и мебели за счет замещения их мягколиственными породами, использование которых не нашло широкого применения в связи со сравнительно низкими физико-механическими и эксплуатационными показателями. В прошлом предпринимались различные попытки заменить твердолиственные породы в изготовлении декоративных элементов мебели и столярно-строительных изделий.

Для изделий из древесины интересный и привлекательный дизайн имеет определяющее значение. Среди приемов декорирования используют различные технологии, в том числе основанные на тиснении и прессовании древесины и древесных материалов с внедрением в материал пуансона, штампов и пресс-форм [1–3, 11, 13, 15].

Основная часть. Классическим способом индивидуализации мебели и столярно-строительных изделий является декорирование фасадных элементов – трехмерное и двухмерное прессование, тиснение, тонирование, точение, различные виды резьбы и фрезерования, мозаика, имитация текстуры ценных пород и др. [5]. В классическом исполнении эти декоративные приемы весьма

трудоемки, даже при применении фрезерных станков с числовым программным управлением. Современные технологии позволяют имитировать текстуру любой породы древесины с большей или меньшей степенью подобия при помощи: тиснения (методом плоского прессования и прокатом); прямой цифровой печати; нанесения текстуры методом печатания.

Под тиснением понимается формирование на поверхности деталей и элементов относительно неглубокого, до 3 мм, профиля; под прессованием понимается формирование элементов глубиной более 3 мм при большом давлении. Тиснение и прессование древесины с целью ее облагораживания осуществляют в большинстве случаев горячее, но не исключено и холодное.

Имитировать резьбу можно методом горячего прессования древесины, а имитировать текстуру древесины – методом горячего тиснения поверхности. Тиснение – метод, при котором матрица (шаблон-клише) с нанесенным рельефным рисунком устанавливается между плитами пресса, нагревается до температуры 150–200°C. Под воздействием нагретой металлической матрицы (шаблон-клише) на древесине отпечатывается текстура. При усилии пресса, например, 1000–1500 кН остается на поверхности, помещенной в пресс заготовки из древесины, рельефный рисунок. При более высоком давлении (выше 1000–1500 кН), превышающем предел прочности древесины на сжатие поперек волокон, формируются элементы, имитирующие резьбу.

Матрицы изготавливаются из алюминия, стали или бронзы. Алюминиевые пресс-формы из-за их низкой твердости обычно используются для тиснения простых рельефов, стальные – применяются для более глубокого тиснения. Стальные формы могут быть получены только методом фрезерования металла с последующим гравированием. Наилучшие результаты дают пресс-формы, изготовленные из бериллиевой бронзы. Твердость этого материала составляет 80–90 единиц по Роквеллу и может быть увеличена за счет термообработки. Пресс-формы из бериллиевой бронзы можно получать литьем с последующим гравированием мелких деталей рельефа [16].

На рис. 1, 2 показаны пример и схема имитации текстуры древесины – методом горячего тиснения поверхности при помощи матрицы (шаблон-клише) [12].



Рис. 1. Фрагмент декоративного элемента с заданным рисунком текстуры древесины

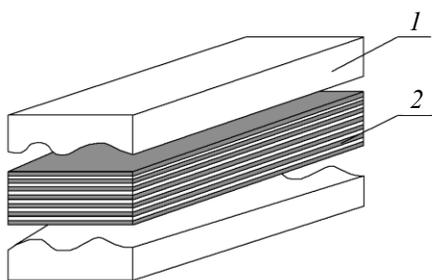


Рис. 2. Схема тиснения в матрице (шаблон-клише):
1 – шаблон-клише; 2 – заготовка

При высоких температурах нагрева матрицы прессуемой заготовки возможно изменение цвета ее поверхности. Однако потери прочности материала (обугливания) при этом еще не происходит [19].

Известно, что древесина является упруго-пластическим материалом, она может хорошо деформироваться без разрушения волокон, особенно при влажности, близкой к насыщению волокон (30%), и при температуре, близкой к 100°C, а при снятии давления восстанавливать структуру [4, 8, 14]. Пластификация древесины происходит за счет перехода лигнина из стеклообразного в высокоэластичное состояние под воздействием высокой температуры. Лигнин – наиболее термостабильный высокомолекулярный компонент древесины. Это обусловлено его ароматической природой, а также протекающими при нагревании реакциями конденсации, которые способствуют переходу лигнина в более термостабильную форму. Особенностью лигнина является его значительная роль в проходящих реакциях. К ним относятся все реакции вшивания цепей с образованием новых углерод-углеродных связей, независимо от механизма, приводящие к увеличению молекулярной массы, снижению растворимости и реакционной способности лигнина.

В процессе уплотнения под действием высоких температуры и давления прессующей матрицы в материале древесины происходят изменения, приводящие к переходу лигнина в высокоэластичное состояние и образованию в результате

реакций конденсации связей $\alpha - 5$. В процессе охлаждения уплотненной древесины лигнин переходит в стеклообразное состояние, в результате чего фиксируются деформации, произошедшие под влиянием механического воздействия.

Лиственные породы древесины содержат 18–24% лигнина, что говорит о широких возможностях использования этих пород в процессах тиснения и прессования. Использование хвойных пород древесины для данного вида обработки затруднено, так как в них находятся экстрактивные вещества, которые затрудняют процесс обработки.

Размягчение лигнина происходит в определенном интервале температур. Температуры размягчения лигнинов в зависимости от древесной породы колеблются в пределах от 130 до 190°C для сухих образцов со структурой, близкой к природному лигнину.

На температуру размягчения лигнинов влияет присутствие влаги. Вода оказывает на лигнин пластифицирующее действие и снижает температуру размягчения (до 80–130°C). Однако этот эффект вызывается лишь небольшим количеством воды. Так, при влагосодержании около 2% температура размягчения природного лигнина снижается до 110–115°C [9,10].

Следовательно, в процессе уплотнения древесины мягких лиственных пород влажностью 6%, при температуре плит прессы 110°C, происходит переход лигнина в высокоэластичное состояние, в результате чего происходит пластификация древесины.

В результате горячей термообработки повышается прочность верхнего слоя, древесина становится мало подверженной гниению и действию грибов. Такую древесину можно использовать при наружных условиях эксплуатации, а также где важна экологичность.

На рис. 3, 4 показаны снимки (микросъемка) образцов натуральной и уплотненной древесины ольхи с нанесенным клеевым материалом, увеличение в 200 раз.

Анализируя полученные снимки структуры древесины и ее контакта с клеевым материалом на микроуровне с использованием микроскопии, можно сделать следующие выводы:

- при нанесении клеевого материала на натуральную и уплотненную древесину отчетливо видна глубина проникновения клеевого состава и профиль границы «клеевой материал – основа», повторяющий профиль поверхности древесины;
- на снимке образца уплотненной древесины с нанесенным клеевым материалом видно уменьшение клеточного пространства и пористости уплотненной древесины, а также изменение характера ее поверхности, граница древесины и клеевого материала четко различима и

однородна, площадь контакта клеевого материала с поверхностью древесины меньше по сравнению с натуральной;

- проницаемость клеевым материалом можно оценить максимально возможной, как для натуральной, так и для уплотненной древесины. Клеевой материал заполняет все открытые неровности поверхности древесины;

- при нанесении клеевого материала на уплотненную древесину заметно уменьшение толщины его слоя.

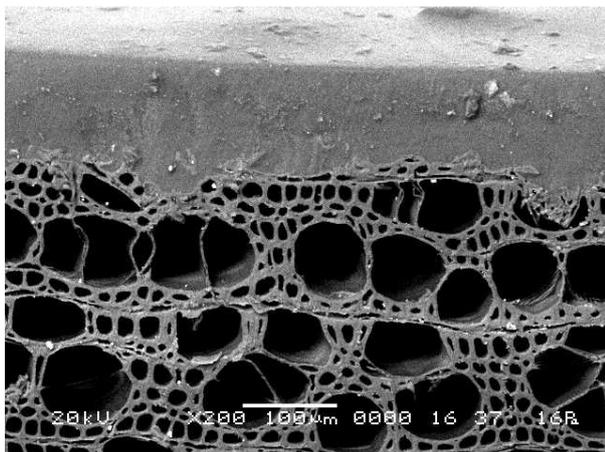


Рис. 3. Образец натуральной древесины с нанесенным модифицированным клеевым материалом (увеличение в 200 раз)

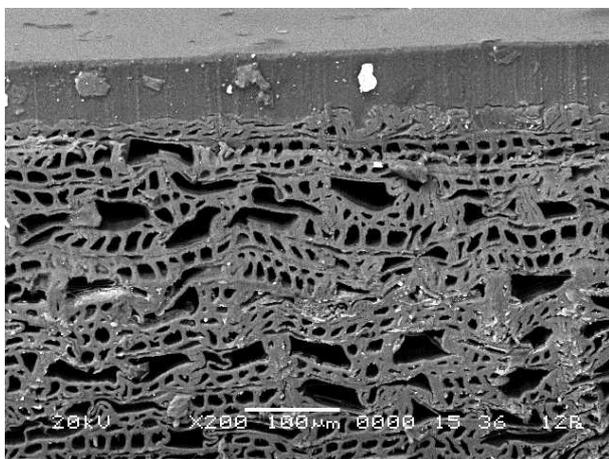


Рис. 4. Образец уплотненной древесины с нанесенным клеем (увеличение в 200 раз)

В целях снижения энерго- и трудоемкости процесса формирования рельефных оттисков на поверхности древесины, уменьшения напряжения и деформации внутри детали альтернативой может быть предложена технология художественно-декоративной отделки методом холодного тиснения [6, 7].

Она включает следующие операции: подготовка образцов и оборудования; формирование пакета для прессования; прессование (глубина

прессования 2,5 мм, продолжительность 2 мин, пуансон диаметром 5 мм); снятие слоя древесины на глубину уплотненных волокон до гладкой поверхности; обильное увлажнение поверхности, в результате которого уплотненные волокна восстанавливают свою форму и создают рельефный оттиск; сушка 24 ч при температуре 20–25°C; формирование защитно-декоративного покрытия.

Эксперименты проводились на древесине липы, бука, груши и дали положительные результаты. Но заметим, что данная технология при всей ее привлекательности требует значительного времени и большого числа шаблонов (на каждый рисунок свой шаблон). Пока эта технология не нашла широкого практического применения.

Недостаток способа формирования декоративной резьбы и имитации текстуры древесины на фасадных элементах мебели и столярно-строительных изделий методом горячего тиснения поверхности в прессах при помощи матрицы (шаблон-клише) – их ограниченная длина, определяемая размерами плит пресса и прессующей матрицы.

Поэтому некоторыми европейскими (в основном итальянскими) фирмами были созданы станки проходного типа для горячего тиснения рельефов по натуральной древесине, клеевой фанере и ДВП (MDF), обеспечивающие получение деталей неограниченной длины. Это станки, рабочим органом которых служит нагреваемый вращающийся приводной ролик из закаленной стали с выгравированным на поверхности контррельефом, способный продавливать в материале неглубокие рельефы (до 3 мм) [16–19].

На рис. 5 показаны варианты рельефных рисунков, полученных тиснением горячим вальцом в станках проходного типа.



Рис. 5. Варианты образцов рельефных оттисков

На рис. 6 показаны схемы тиснения при помощи вала с нанесенной на его поверхность контр-

формой элементов резьбы или текстуры древесины и варианты декоративных элементов [16].

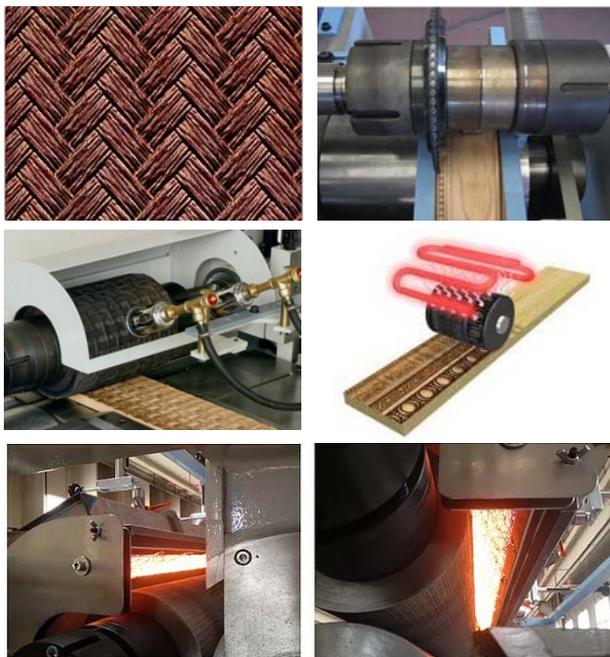


Рис. 6. Схемы тиснения при помощи вала с нанесенной на его поверхность контр-формой элементов резьбы или текстуры древесины и варианты декоративных элементов

Частота повторения рисунка (рапорт) зависит от диаметра тиснильного вала [18].

В станках такого типа заготовка, уложенная на плоский стол станка, базируется между двумя направляющими линейками, захватывается этим роликом и проходит под ним, в результате чего на ее поверхности отпечатывается рисунок.

Нагрев вала-шаблона может осуществляться открытым пламенем, но этот вариант пожароопасный. Более безопасным следует признать способ нагрева шаблона с помощью специальных керамических нагревателей. Разогретый ролик с усилием прокатывается по поверхности изделия и оставляет на ней соответствующий рельеф.

Рабочая ширина такого станка может составлять до 900 мм, что позволяет осуществлять тиснение не только на брусках, но и на щитовых деталях, например, на филенках дверей корпусной мебели. На поверхности древесины формируются различные рельефные отски, с сохранением их стабильности и формы за счет высушивания до влажности 8% и охлаждения до комнатной температуры.

Характерной особенностью способа также является потемнение древесины по контурам тисненого рельефа, что оттеняет и дополнительно подчеркивает полученный рисунок.

Одним из способов декорирования также является использование древесной пульпы, которая является идеальным сырьем для мебельного декора, имеющим свойства и характеристики натуральной древесины. Готовые изделия практически не отличаются от деревянных и служат великолепной альтернативой дорогостоящим элементам декора из древесины. При помощи специальных вальцов и форм масса формируется, прессуется, приобретая форму нужного элемента. Использовать ее можно на деревянных поверхностях, вне зависимости от формы и неровности основания. Это возможно благодаря составу пульпы и мягкости самого материала (готовый состав похож на пластилин), который может принимать любые замысловатые формы узоров в декорировании различных изделий (рис. 7) [20].



Рис. 7. Декоры, получаемые с использованием древесной пульпы

Эффективность резьбы и тиснения может быть усилена отделкой (подкрашивание, металлизация, золочение, отделка лаками или эмалями).

Заключение. Таким образом, декорирование элементов мебели и столярно-строительных изделий из древесины мягких лиственных пород методом тиснения текстуры ценных пород является экономически целесообразным и обусловлено необходимостью ресурсосбережения и импортозамещения в деревообработке. Данная проблема может быть решена за счет разработки специальной технологии использования более дешевых малоценных лиственных и хвойных пород древесины, вместо ценных и твердых лиственных.

Литература

1. Барташевич А. А., Игнатович Л. В., Шетько С. В. Технология изделий из древесины. Минск: БГТУ, 2015. 437 с.
2. Барташевич А. А. Технология производства мебели. Ростов н/Д: Феникс, 2003. 480 с.
3. Барташевич А. А., Трофимов С. П. Конструирование мебели. Минск: Совр. школа, 2006. 335 с.

4. Боровиков А. М., Уголев Б. Н. Справочник по древесине. М.: Лесная пром-сть, 1989. 294 с.
5. Дубовская Л. Ю. Технология отделки мебели и столярных изделий. Минск: РИПО, 2016. 295 с.
6. Кирилина А. В. Технология декоративной отделки поверхности древесины холодным тиснением: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05. Екатеринбург, 2017. 20 с.
7. Кирилина А. В., Ветошкин Ю. И. Различие и особенности горячего и холодного тиснения древесины // *Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды междунар. Евразийского симпозиума, Екатеринбург, 23–25 сент. 2014 г.* / Урал. гос. лесотехн. ун-т; редкол.: В. Г. Новоселов (отв. ред.) [и др.]. Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. С. 73–77.
8. Игнатович Л. В., Шетько С. В. Технология производства мебели и столярно-строительных изделий. Минск: БГТУ, 2017. 241 с.
9. Особенности термомеханического модифицирования древесины и физико-механические характеристики уплотненного шпона / Е. В. Коробко [и др.]. Минск: ИТМО имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2014. 48 с.
10. Игнатович Л. В., Утгоф С. С. Особенности структурных изменений при термомеханическом модифицировании древесины сосны и ольхи // *Труды БГТУ. 2016. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть.* С. 192–196.
11. Прохорчик С. А. Технология и оборудование деревообрабатывающих производств. Минск: БГТУ, 2011. 154 с.
12. Игнатович Л. В. Способ изготовления паркетных изделий из шпона с заданным рисунком лицевого слоя // *Труды БГТУ. 2015. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть.* С. 94–100.
13. Рыбин Б. М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий для древесины и древесных материалов. М.: МГУЛ, 2003. 320 с.
14. Справочник мебельщика / под ред. В. П. Бухтиярова. М.: МГУЛ, 2005. 600 с.
15. Черепахина А. Н. История художественной обработки изделий из древесины. М.: Высшая школа, 1982. 192 с.
16. Рельефный погонаж // *Сочинский профессиональный техникум.* URL: http://www.pl19.ru/school/article/index.php?LSECTION_ID=377&ELEMENT_ID=3383 (дата обращения 01.03.2018).
17. Горячее тиснение по дереву [Электронный ресурс] / *dekordrev.by.* URL: <http://dekordrev.by/stati/2015-03-18/novaya-zapis> (дата обращения 01.03.2018).
18. Зайдес С. А., Шерстнева Е. Ю. Влияние влажности древесины на способность к деформированию при локальном нагружении // *Дизайн. Теория и практика. 2016. № 23.* С. 57–67.
19. Федосенко И. Г. Физические и механические свойства древесины, термически модифицированной в органических маслах // *Труды БГТУ. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть, 2012.* С. 151–153.
20. Древесная пульпа [Электронный ресурс] / *nikidekor.ru.* URL: <http://nikidekor.ru/materialy/pulpa/drevesnaya-pulpa-pasta> (дата обращения: 01.03.2018).

References

1. Bartashevich A. A., Ignatovich L. V., Shet'ko S. V. *Tekhnologiya izdeliy iz drevesiny* [Technology of wood products]. Minsk, BGTU Publ., 2015. 437 p.
2. Bartashevich A. A. *Tekhnologiya proizvodstva mebeli* [Technology of furniture production]. Rostov-on-Don, Feniks Publ., 2003. 480 p.
3. Bartashevich A. A., Trofimov S. P. *Konstruirovaniye mebeli* [Furniture design]. Minsk, Sovremennaya shkola Publ., 2006. 335 p.
4. Borovikov A. M., Ugolev B. N. *Spravochnik po drevesine* [Wood Handbook]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1989. 294 p.
5. Dubovskaya L. Yu. *Tekhnologiya otdelki mebeli i stolyarnykh izdeliy* [Technology of furnishing of furniture and joiner's products]. Minsk, RIPO Publ., 2016. 295 p.
6. Kirilina A. V. *Tekhnologiya dekorativnoy otdelki poverkhnosti drevesiny kholodnym tisnieniem: Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk* [Technology of decorative finishing of the wood surface with cold stamping. Abstract of thesis cand. techn. sci.]. Ekaterinburg, 2017. 20 p.
7. Kirilina A. V., Vetoshkin Yu. I. [Difference and features of hot and cold wood embossing]. *Trudy mezhdunarodnogo Evraziyskogo simpoziuma (Derevoobrabotka: tekhnologii, oborudovaniye, menedzhment XXI veka)* [Proceedings of the International Eurasian Symposium (Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century)]. Ekaterinburg, 2014, pp. 73–77 (In Russian).
8. Ignatovich L. V., Shet'ko S. V. *Tekhnologiya proizvodstva mebeli i stolyarno-stroitel'nykh izdeliy* [Technology of production of furniture and carpentry products]. Minsk, BGTU Publ., 2017. 241 p.
9. Korobko Ye. V., Bilyk V. A., Ignatovich L. V., Shet'ko S. V., Utgof S. S., Bartashevich A. A. *Osobennosti termomekhanicheskogo modifitsirovaniya drevesiny i fiziko-mekhanicheskie kharakteristiki*

uplotnennogo shpona [Features of thermomechanical modification of wood and physicomechanical characteristics of compacted glass]. Minsk, ITMO imeni A. V. Lykova NAN Belarusi, 2014. 48 p.

10. Ignatovich L. V., Utgof S. S. Features of structural changes in thermomechanical modification of pine and alder wood. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2016, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 192–196 (In Russian).

11. Prokhorchik S. A. *Tekhnologiya i oborudovanie derevoobrabatyvayushchikh proizvodstv* [Technology and equipment for woodworking industries]. Minsk, BGTU Publ., 2011. 154 p.

12. Ignatovich L. V. The method of manufacturing parquet products from veneer with a given pattern of the face layer. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2015, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 94–100 (In Russian).

13. Rybin B. M. *Tekhnologiya i oborudovanie zashchitno-dekorativnykh pokrytiy dlya drevesiny i drevesnykh materialov* [Technology and equipment of protective and decorative coatings for wood and wood materials]. Moscow, MGUL Publ., 2003. 320 p.

14. *Spravochnik mebel'shchika* [Directory of the furniture maker]. Ed. by V. P. Bukhtiyarov. Moscow, MGUL Publ., 2005. 600 p.

15. Cherepakhina A. N. *Istoriya khudozhestvennoy obrabotki izdeliy iz drevesiny* [History of artistic processing of wood products]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1982. 192 p.

16. *Rel'yefnyy pogonazh* [Embossed mouldings]. Available at: http://www.school/article/index.php?LSECTION_ID=377&ELEMENT_ID=3383 (accessed 01.03.2018).

17. *Goryachee tisnenie po derevu* [Hot stamping on wood]. Available at: <http://dekordrev.by/stati/2015-03-18/novaya-zapis> (accessed 01.03.2018).

18. Zaydes S. A., Sherstneva Ye. Yu. Effect of wood moisture on the ability to deform under local loading. *Dizayn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice], 2016, no. 23, pp. 57–67 (In Russian).

19. Fedosenko I. G. Physical and mechanical properties of wood thermally modified in organic oils. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2012, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 151–153 (In Russian).

20. *Drevesnaya pul'pa* [Wood pulp]. Available at: <http://nikidekor.ru/materialy/pulpa/drevesnaya-pulpa-pasta> (accessed 01.03.2018).

Информация об авторах

Барташевич Александр Александрович – кандидат технических наук, почетный доктор, профессор, профессор кафедры технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: BAArch_AABS@mail.ru

Игнатович Людмила Владимировна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: ignatovich@belstu.by

Шетько Сергей Васильевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: tidid@belstu.by

Гайдук Сергей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: haiduk@belstu.by

Information about the authors

Bartashevich Alexandr Aleksandrovich – PhD (Engineering), Honorary Doctor, Professor, Professor, the Department of Technology and Design of Wooden Articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: BAArch_AABS@mail.ru

Ignatovich Ludmila Vladimirovna – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Technology and Design of Wooden Articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ignatovich@belstu.by

Shet'ko Sergey Vasil'yevich – PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Technology and Design of Wooden Articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tidid@belstu.by

Haiduk Sergey Sergeevich – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Technology and Design of Wooden Articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: haiduk@belstu.by

Поступила 05.03.2018