

УДК 684.62.059

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

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧАТИ ДЛЯ ИМИТАЦИИ ТЕКСТУРЫ ЦЕННЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

Создание защитно-декоративных покрытий является заключительной технологической операцией при производстве изделий из древесины и древесных материалов. Использование современных технологий печати позволяет создавать высококачественные покрытия, имитирующие широкий спектр пород древесины. Исследование технологических параметров и свойств используемых материалов определяет эффективность применения технологии.

В статье рассмотрены основные способы печати. Особое внимание уделено методу цифровой фотопечати и оборудованию, позволяющему печатать изображение прямо с компьютера, без дополнительных процессов допечатной подготовки, что значительно экономит время на изготовление продукции. Рассмотрена технология печати и методика создания цифровых изображений текстур ценных пород древесины для ультрафиолетовой печати. В промышленных условиях подготовлены образцы погонажных деталей, окутанных с трех сторон. Исследованы реологические свойства красок ультрафиолетового отверждения для глубокой печати и цифровой фотопечати. Проведена оценка влияния температуры на кинематическую вязкость испытуемых материалов. На основании полученных результатов выбрана краска с наиболее стабильными параметрами, позволяющая достичь требуемого качества печати, а также рекомендован оптимальный температурный режим окружающей среды в процессе создания защитно-декоративных покрытий.

Ключевые слова: технология печати, имитация, текстура, краска, вязкость.

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

APPLICATION OF PRINTING TECHNOLOGY TO IMITATE THE TEXTURE OF PRECIOUS WOOD IN THE FURNITURE PRODUCTION

The creation of protective and decorative coatings is the final technological operation in the production of wood products and wood materials. The use of modern printing technologies allows you to create high-quality coatings that mimic a wide range of wood species. The study of technological parameters and properties of the materials used determines the effectiveness of the technology.

The article discusses the main methods of printing. Special attention is paid to the method of digital photo printing and equipment that allows you to print an image directly from a computer, without additional prepress processes, which significantly saves time on the production of products. The paper considers printing technology and methods for creating digital images of precious wood textures for UV-printing. In industrial conditions, samples of molded parts are prepared, wrapped on three sides. The rheological properties of UV-cured inks for gravure printing and digital photo printing are studied. The influence of temperature on the kinematic viscosity of the tested materials was evaluated. Based on the results obtained, we selected the paint with the most stable parameters that allows us to achieve the required print quality, and also recommended the optimal temperature regime of the environment in the process of creating protective and decorative coatings.

Key words: printing technology, imitation, texture, paint, viscosity.

Введение. Полиграфическая печать – один из наиболее распространенных методов имитации на предприятиях мебельной промышленности нашей страны и за рубежом. Этот метод поддается механизации и автоматизации, высокопроизводителен, обеспечивает высокое качество печати. Полученный таким образом рисунок по своим декоративным свойствам трудно отличим от рисунка естественной древесины.

Различают три основных способа печати: плоскую, плоскую и глубокую. Они различаются

видом печатных форм, с которых производится отиск рисунка.

В области имитации текстуры древесины наибольшее распространение получил способ глубокой печати [1–3].

При нем поверхность печатной формы имеет выступы и впадины, но в отличие от высокой печати печатающими (дающими отиск) являются впадины на поверхности печатной формы. Для этого первоначально вся поверхность формы заливается печатной краской. Затем

краску тщательно удаляют с поверхности выступов, оставляя ее только в углублениях. При печати краска из углублений переносится на бумагу или другой материал.

Основными недостатками данного способа являются необходимость в изготовлении печатных валов, а также повторяемость рисунка текстуры с определенным шагом.

Для решения данной задачи предложено использовать способ цифровой печати чернилами ультрафиолетового (УФ) отверждения [4–6].

Данный способ позволяет печатать изображение прямо с компьютера, без дополнительных процессов допечатной подготовки, что значительно экономит время на изготовление печатной продукции. Качество отпечатков, получаемых способом цифровой печати, не хуже, чем в офсетной печати. Использование метода цифровой печати позволяет персонализировать отпечатки, оперативно изменять вид структуры. Значительно уменьшаются не только затраты на стоимость допечатной подготовки, так как не требуется изготавливать печатные формы и пленки, но и риск потери качества на этих стадиях печати.

Основная часть. Предварительно с использованием современных программных средств (Adobe Photoshop [7, 8]) были воссозданы несколько типов текстур. Для того чтобы при печати придать изображению необходимый рельеф, требуется выделить выступающие элементы и создать для них специальные маски, которые хранятся в альфа-каналах. Изменяя параметры канала, можно регулировать расход краски, количество проходов и высоту рельефа.

Для создания подобного вида объемного изображения использовали гибридный широкоформатный принтер УФ-печати LinkPrint P200R6 [9] (рис. 1).



Рис. 1. Гибридный широкоформатный принтер УФ-печати LinkPrint P200R6

Применяемый принтер позволяет производить печать на различных типах поверхностей и материалов (рулонные, плитные и имеющие сложную форму). За счет использования вакуумной системы подачи чернил обеспечен максимально качественный и стабильный процесс печати. LED-UV система отверждения

чернил позволила осуществить процесс мгновенной полимеризации чернил на поверхности запечатываемого материала. Использование специальных УФ-светодиодных излучателей (LED-UV блоки), имеющих намного более долгий срок службы, обеспечивает экономию потребления электроэнергии. Также они отличаются низким уровнем выделения тепла, что значительно расширяет спектр запечатываемых материалов.

Для создания объемного изображения используют специальные чернила (L-ink UV). Особенность использования данных чернил заключается в их способе отверждения. Как правило, они представлены мономерами, которые способны мгновенно образовывать поперечные связи под действием УФ-излучения и создавать в результате фотохимической реакции полимерную пленку. УФ-технология получила свое название оттого, что в данном случае используется лучистая энергия источников света ультрафиолетового диапазона (длины волн 200–450 нм).

Стоит также отметить, что применяемые в исследованиях УФ-чернила практически не содержат вредных летучих органических соединений.

В результате проведенной работы были созданы образцы текстур, напечатанные на поверхности бумаги (рис. 2).

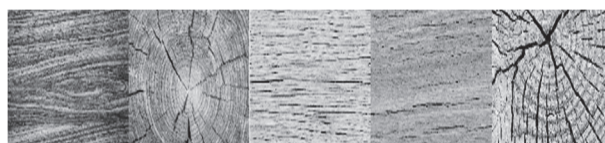


Рис. 2. Текстуры поверхностей древесины различных пород

Нанесение текстурированной бумаги на поверхность деталей производили при помощи специального оборудования – окутывающего станка Barberan серии PL [10].

Общий вид оборудования представлен на рис. 3.

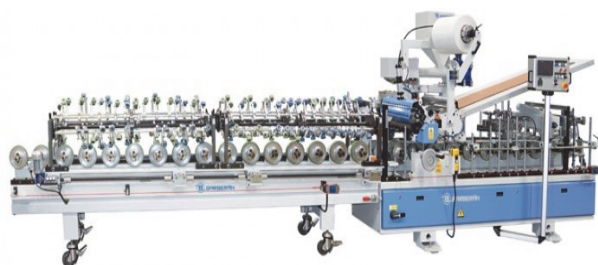


Рис. 3. Общий вид окутывающего станка Barberan PL

Станок предназначен для нанесения листовых и рулонных материалов: облицовочных бумаг, CPL и шпона – на профильные погонажные изделия, изготовленные из массива древесины,

ДСтП, MDF и прочих материалов на древесной основе, с использованием клеев-расплавов (ЭВА, полиолефин). Максимальная ширина наносимого покрытия: 280–290 мм.

Технологический процесс окутывания состоит из следующих операций [11].

Предварительно оператор подготавливает текстурированную бумагу для окутывания и устанавливает рулон в магазин станка. После этого он укладывает заготовку на станину оборудования и запускает конвейер подачи. Сперва заготовка проходит через обеспыливающие щетки. В это время на подаваемый из магазина рулонный материал происходит нанесение этилен-винил-ацетатного (EVA) клея-расплава горизонтальным клеевым валом. Далее основа и облицовочный материал подаются в зону окутывания, представляющую собой систему стальных штанг круглого сечения с обрезиненными роликами, настраиваемыми в зависимости от геометрии обертываемого профиля. Затем оба материала стыкуются между собой и, проходя через ряд обрезиненных роликов, прижимаются друг к другу под установленным давлением. В завершение операции окутывания происходит торцовка окутанного профиля дисковой пилой в необходимый размер. Готовые заготовки укладывают в паллеты и перемещают в зону технологической выдержки.

В ходе выполнения НИР на кафедре технологии и дизайна изделий из древесины в соответствии с разработанной технологией формирования декоративных покрытий на поверхности конструкционного и/или облицовочного материала методом глубокой печати лакокрасочными материалами УФ-отверждения были изготовлены образцы пленочных облицовочных материалов для технологического процесса окутывания погонажных заготовок (облицовывание с трех сторон). На поверхности этих пленок была сформирована имитационная текстура древесных материалов.

В производственных условиях на участке облицовывания погонажных изделий была изготовлена опытная партия продукции с использованием полученных облицовочных пленочных материалов.

Основой для облицовывания являлись заготовки из древесных волокнистых композиционных материалов (MDF) в соответствии с СТБ 622–2009 [12]. Облицовывание проводилось по стандартному режиму с использованием клея-расплава на линии Barberan PL.

Режим технологического процесса: давление 1 МПа, расход клея 315 г/м², температура плавления клея 180°C, скорость подачи материала 4–6 м/мин.

Оценивалось визуально качество склеивания – отсутствие дефектов в виде пузырей, пробития клея, изменения цвета, растрескивания сформированного декоративного покрытия.

В результате изготовления опытной партии погонажных деталей мебели все детали признаны качественными и пригодными для использования в дальнейшем технологическом процессе.

Опытные образцы погонажных деталей мебели и облицовочных материалов с отделкой на основе технологии глубокой печати показаны на рис. 4.



Рис. 4. Опытный образец погонажной детали, окутанной с трех сторон

Во многом качество печати зависит от применяемой краски (чернил). Основным показателем, отражающим реологические свойства чернил, является вязкость – это свойство, характеризующее сопротивление жидкости действию внешних сил, вызывающих ее течение [13]. Количественно вязкость оценивают коэффициентом вязкости, который отражает зависимость напряжений сдвига от скорости сдвига при различных температурах. Чернила в значительной степени меняют вязкость при изменении температуры, что существенно сказывается на качестве печати. Снижение вязкости при высоких температурах может привести к их избыточному истечению, накоплению на поверхности печатающей головки и в результате к появлению клякс на печатном изображении. Повышение вязкости при снижении температуры приводит к тому, что чернила не успевают поступать с необходимой частотой в зону выпрыска. Как следствие – неравномерная полосчатая печать с пропаданием того или иного цвета.

В связи с этим поставлена задача измерить вязкость чернил различных производителей и выявить те, которые способны обеспечить высококачественную печать.

Для проведения испытаний были выбраны чернила следующих производителей: L-ink RE-300 UV [14], Mimaki LH-100, Arista, Apex, Lipla, INKY+ UV WOW, SIR-TOS-UV-SOL, UV-NC-LED01, InkMate.

В качестве основного параметра была выбрана кинематическая вязкость, которая определяется отношением динамической вязкости жидкости к ее плотности при той же температуре. Кинематическая вязкость является мерой сопротивления течению жидкости под влиянием силы тяжести (силы гравитации). Испытания проводились согласно ГОСТ 33768–2015 [15].

Сущность метода заключается в измерении стекланным капиллярным вискозиметром (ВПЖ-2) времени истечения определенного объема испытуемого образца чернил под влиянием силы тяжести. Кинематическая вязкость

жидкости v равна произведению времени t истечения через капилляр определенного ее объема на постоянную вискозиметра C . Постоянная C не зависит от температуры и определяется только геометрическими размерами вискозиметра.

На отводную трубку вискозиметра надевали резиновый шланг, соединенный с грушей, и, зажав пальцем колено, переворачивали вискозиметр. Затем опускали отверстие колена в сосуд с чернилом, засасывали его в вискозиметр с помощью резиновой груши до метки M_2 , следя за тем, чтобы в расширениях не образовывалось разрывов жидкости. Затем колено вынимали из жидкости и снимали шланг с отводной трубки.

После этого на колено надевали резиновую трубку; вискозиметр погружали в жидкостной термостат так, чтобы расширение оказалось в жидкости, и укрепляли строго вертикально с помощью зажима на штативе. Другим зажимом укрепляли термометр, шарик которого находился на одном уровне с серединой капилляра. В термостате устанавливали температуру $(20 \pm 0,2)^\circ\text{C}$ и вискозиметр выдерживали при этой температуре 10–15 мин.

Затем грушей, присоединенной к резиновой трубке, засасывали жидкость в колено примерно до $1/3$ его высоты, следя за тем, чтобы не образовалось разрывов жидкости или пузырьков воздуха.

Прекратив засасывание, давали жидкости стекать в расширение и наблюдали опускание уровня жидкости. Как только уровень вытекающей жидкости касался метки M_1 , включали секундомер; когда уровень жидкости касался метки M_2 , останавливали секундомер. Записав время истечения жидкости, повторяли определение не менее четырех раз. Затем вискозиметр промывали, сушили, вновь заполняли испытуемой жидкостью и вновь производили не менее четырех определений.

В ходе испытаний были получены результаты (таблица) и построены диаграммы, представленные на рис. 5.

Из полученных графиков видно, что чернила L-ink RE-300 UV обладают практически идентичной вязкостью, равной в среднем $3,1 \text{ мм}^2/\text{с}$, в то время как у других производителей наблюдается существенный разброс кинематической вязкости (3–24%). Это может негативно сказаться на стабильности при разбрызгивании чернил при печати, текучести их внутри картриджа и головки, их кавитации, проникновении и резкости.

Поскольку в процессе печати может происходить некоторое колебание температуры окружающей среды, то это будет также оказывать влияние на изменение кинематической вязкости чернил.

Кинематическая вязкость чернил при $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, $\text{мм}^2/\text{с}$

Цвет	Производитель								
	L-ink E-300 UV	Mimaki LH-100	Arista	Apex	Lipla	INKY+ UV WOW	SIR-TOS-UV-SOL	UV-NC-LED01	InkMate
Черный	3,1	2,5	3,2	2,4	2,8	3,9	3,0	3,8	2,6
Синий	3,0	2,9	3,5	2,9	3,4	2,8	2,7	2,4	2,7
Голубой	3,1	2,9	3,0	2,7	2,8	2,6	2,7	2,5	3
Пурпурный	3,1	3,4	3,3	2,7	3,5	2,6	2,8	2,5	2,9
Розовый	3,1	2,8	3,1	2,6	2,7	2,8	2,6	2,5	2,9
Желтый	3,0	2,9	3,0	2,7	2,3	3,2	2,9	2,8	2,4

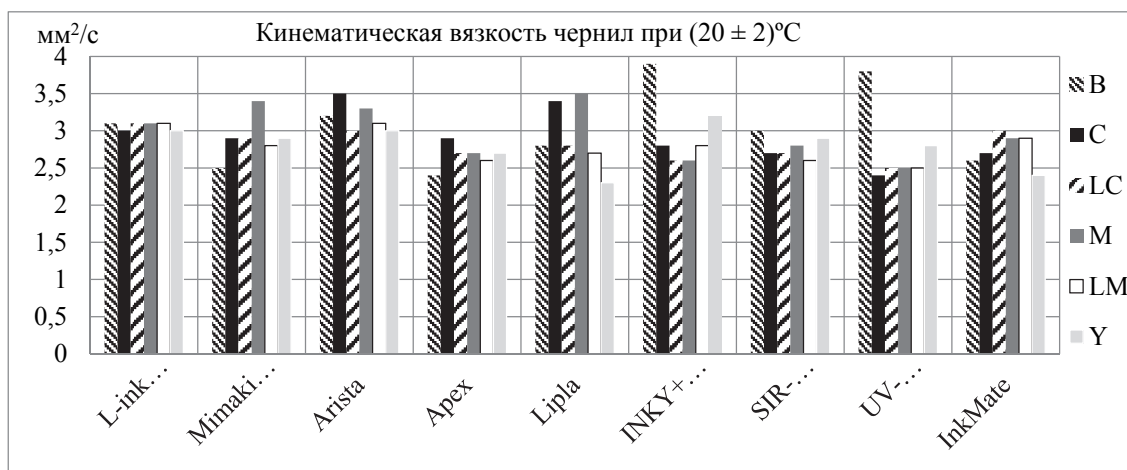


Рис. 5. Результаты измерения вязкости чернил при помощи вискозиметра ВПЖ-2

В связи с этим требовалось установить изменение вышеперечисленного параметра в зависимости от изменения температуры. Для этого температуру жидкости в термостате изменяли от 10 до 35°C с шагом 5°C. В результате эксперимента были построены графики.

Из полученных результатов следовало, что вязкость чернил L-ink RE-300 UV находится приблизительно на одном уровне при прочих равных условиях, что положительно сказывается на работе печатающей головки. Также стоит отметить, что, несмотря на разброс вязкости отдельных цветов даже одного производителя в целом, отношение между значением вязкости при 20 и 30°C у разных чернил не сильно отличаются и составляют порядка 1,32–1,35 раз, и это подтверждает, что все исследуемые чернила подчиняются одному и тому же закону, описывающему кривые изменения вязкости от температуры среды.

Также проведенное исследование позволило выявить оптимальные температурные интервалы (20–27°C), в которых качество изображения будет наилучшим.

Заключение. В результате проведенного исследования была подробно рассмотрена технология цифровой печати красками (чернилами) ультрафиолетового отверждения. В ходе выполнения работы были разработаны цифровые макеты текстур различных пород древесины и напечатаны на бумаге в производственных условиях. Также были исследованы реологические свойства красок для печати. Исходя из полученных данных можно отметить, что наиболее стабильными параметрами обладают чернила L-ink RE-300 UV, а наиболее высокое качество печати достигается при температуре окружающей среды 20–25°C.

Список литературы

1. Громыко И. Г. Технология печатных и отделочных процессов при производстве упаковки и тары: тексты лекций. Минск: БГТУ, 2019. 242 с.
2. Технология печатных процессов / А. П. Раскин [и др.]. М.: Книга, 1989. 301 с.
3. Тягунов А. Г. Специальные виды печати. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2017. 168 с.
4. Современное состояние и тенденции развития полиграфического рынка [Электронный ресурс] // КомпьюАрт. Москва, 2005. URL: <https://compuart.ru/article/8390> (дата обращения: 14.03.2020).
5. Широкоформатная печать – УФ печать. УФ принтеры [Электронный ресурс] // Рекламное агентство Энергия. Москва, 2020. URL: http://www.ra-energy.ru/stati/shirokoformatnaja_pechat--uf_pечат_uf_printeru (дата обращения: 14.03.2020).
6. Чернила для печати [Электронный ресурс] // Технологии производства визуальной рекламы. Москва, 2020. URL: https://www.signbusiness.ru/theory_print/chernila-dlya-pechati.php (дата обращения: 14.03.2020).
7. Топорков С. Adobe Photoshpe CS в примерах. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 376 с.
8. Серадков А. Adobe Photoshpe Lightroom 3. Комплексная обработка цифровых фотографий. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 301 с.
9. Гибридный широкоформатный УФ-принтер LinkPrint P200 [Электронный ресурс] // Поинт Техно. Минск, 2020. URL: <https://point.by/uvprinter/gibridnyj-shirokoformatnyj-uf-printer-linkprint-p200n-model-2019g.html> (дата обращения: 14.03.2020).
10. Barberan PL 32 [Электронный ресурс] // Hochsmann technology for wood. Германия, 2020. URL: https://wtp.hochsmann.com/ru/lexikon/16769/pl_32 (дата обращения: 14.03.2020).
11. Игнатович Л. В., Шетько С. В. Технология производства мебели и столярно-строительных изделий: учеб.-метод. пособие. Минск: БГТУ, 2017. 241 с.
12. Плиты древесно-волоконистые. Технические требования. Часть 5. Требования к плитам, изготовленным по сухому методу (MDF): СТБ EN 622–5–2009. Введ. 01.01.2010. Минск: БелГИСС, 2010. 30 с.
13. Уарова Р. М., Ванников А. В., Чуркин А. В. Основы цифровой печати: учеб. пособие. М.: Моск. гос. ун-т печати, 2005. 448 с.
14. L-INK RE-300 UV [Электронный ресурс] // Поинт Техно. Минск, 2020. URL: <https://point.by/catalog/chernila-promyvka-prajmer/l-ink-re-308-uv-epson-4567-uv-led.html> (дата обращения: 14.03.2020).
15. Метод определения кинематической вязкости и расчет динамической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей: ГОСТ 33768–2015. Введ. 01.02.2017. М.: ФГУП «ВНИИР», 2017. 20 с.

References

1. Gromyko I. G. *Tekhnologiya pechatnykh i odelochnykh protsessov pri proizvodstve upakovki i tary: teksty lektsiy* [Technology of printing and finishing processes in the production of packaging and containers: lecture texts]. Minsk, BSTU Publ., 2019. 242 p.
2. Raskin A. N., Romeykov I. V., Biryukova N. D., Muratov Yu. A., Efremova A. N. *Tekhnologiya pechatnykh protsessov* [The technology of the printing processes]. Moscow, Kniga Publ., 1989. 301 p.

3. Tyagunov A. G. *Spetsial'nye vidy pechati* [Special types of printing]. Yekaterinburg, Ural State University Publ., 2017. 168 p.
4. *Sovremennoe sostoyanie i tendentsii razvitiya poligraficheskogo rynka* [Current state and development trends of the printing market]. Available at: <https://compuart.ru/article/8390> (accessed 14.03.2020).
5. *Shirokoformatnaya pechat' – UF pechat'. UF printery* [Large format printing-UV printing. UV-printer]. Available at: http://www.ra-energy.ru/stati/shirokoformatnaja_pechat--uf_pechat_uf_printery (accessed 14.03.2020).
6. *Chernila dlya pechati* [Printing ink]. Available at: https://www.signbusiness.ru/theory_print/chernila-dlya-pechati.php (accessed 14.03.2020).
7. Toporkov S. *Adobe Photoshpe CS v primerakh* [Adobe Photoshop CS in the examples]. St. Petersburg, BHV-Petersburg Publ., 2005. 376 p.
8. Seradkov A. *Adobe Photoshpe Lightroom 3. Kompleksnaya obrabotka tsifrovyykh fotografy* [Adobe Photoshop Lightroom 3. Complex processing of digital photos]. St. Petersburg, BHV-Petersburg Publ., 2012. 301 p.
9. *Gibridnyy shirokoformatnyy UF-printer LinkPrint P200* [Hybrid wide-format UV printer LinkPrint P200]. Available at: <https://point.by/uvprintery/gibridnyj-shirokoformatnyj-uf-printer-linkprint-p200n-model-2019g.html> (accessed 14.03.2020).
10. Barberan PL 32. Available at: https://wtp.hoechsmann.com/ru/lexikon/16769/pl_32 (accessed 14.03.2020).
11. Ignatovich L. V., Shet'ko S. V. *Tekhnologiya proizvodstva mebeli i stolyarno-stroitel'nykh izdeliy: ucheb.-metod. posobie* [Technology of production of furniture and joinery: textbook]. Minsk, BSTU Publ., 2017. 241 p.
12. STB EN 622–5–2009. Fiberboards. Specifications. Part 5. Requirements for dry process boards (MDF). Minsk, BelGISS Publ., 2010. 30 p. (In Russian).
13. Uarova R. M., Vannikov A. V., Churkin A. V. *Osnovy tsifrovoy pechati: uchebnoe posobie* [Basics of digital printing: tutorial]. Moscow, Moscow State University of Printing Publ., 2005. 448 p.
14. L-INK RE-300 UV. Available at: <https://point.by/katalog/chernila-promyvka-prajmer/l-ink-re-308-uv-epson-4567-uv-led.html> (accessed 14.03.2020).
15. GOST 33768–2015. Method for determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity of transparent and opaque liquids. Moscow, FGUP VNIIR Publ., 2017. 20 p. (In Russian).

Информация об авторах

Шетько Сергей Васильевич – 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: tidid@belstu.by

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, lignatovich6@gmail.com

Гайдук Сергей Сергеевич – 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: haiduk@belstu.by

Чуйков Алексей Сергеевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: offlex88@mail.ru

Information about the authors

Shet'ko Sergey Vasil'yevich – 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: tidid@belstu.by

Ignatovich Lyudmila 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, lignatovich6@gmail.com

Haiduk Sergey Sergeevich – 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: haiduk@belstu.by

Chuikov Aleksey Sergeevich – PhD (Engineering), Senior Lecturer, the Department of Technology and Design of Wooden Articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: offlex88@mail.ru

Поступила 14.03.2020