

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 157–162.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 157–162.

Научная статья

УДК 674.02

DOI: 10.51318/FRET.2024.89.2.017

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ РИФЛЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕБЕЛЬНЫХ ФАСАДОВ

Денис Олегович Чернышев¹, Александр Андреевич Лукаш²,
Алексей Алексеевич Пыкин³, Сергей Николаевич Швачко⁴,
Кирилл Вадимович Разрезов⁵

¹ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

²⁻⁵ Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия

Автор, отвечающий за переписку: Денис Олегович Чернышев,
chernyshevdo@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы технологии изготовления фасадов корпусной мебели. Формирование рифленой поверхности осуществляется одновременно с облицовыванием. Целью исследований является разработка физической и структурной деформационных моделей, позволяющих описать процесс термдеформирующей обработки древесных материалов для улучшения их декоративных свойств. Предложен новый способ термдеформирующей обработки одновременно с облицовыванием фасадов корпусной мебели для улучшения декоративных свойств с использованием отечественного прессового оборудования. Разработаны физическая и структурная модели процесса, описывающие динамику процесса изменения толщины при создании и после снятия давления. Проведено экспериментальное исследование и установлены зависимости величины (глубины) рельефа на поверхности мебельных фасадов от параметров режима: давления, температуры и времени прессования. Установлено, что с увеличением давления, температуры и времени прессования глубина рельефа увеличивается. Приведены графические зависимости, иллюстрирующие влияние переменных факторов на целевую функцию. Показано, что максимальное значение глубины рельефа 3,2 мм достигалось при давлении 2 МПа, температуре плит пресса 115 °С и времени прессования 2 мин.

Ключевые слова: мебель, фасады, моделирование, остаточные деформации, рифленая поверхность

Для цитирования: Моделирование процесса формирования рифленых поверхностей мебельных фасадов / Д. О. Чернышев, А. А. Лукаш, А. А. Пыкин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 2 (89). С. 157–162.

Original article

MODELING OF THE PROCESS OF FORMING CORRUGATED SURFACES OF FURNITURE FACADES

Denis O. Chernyshev¹, Alexander A. Lukash², Alexey A. Pykin³,
Sergey N. Shvachko⁴, Kirill V. Razrezov⁵

¹ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

²⁻⁵ Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk, Russia

Corresponding author: Denis O. Chernyshev,
chernyshevdo@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses the issues of manufacturing technology of facades of cabinet furniture. The formation of a corrugated surface is carried out simultaneously with the cladding. The aim of the research is to develop physical and structural deformation models that allow describing the process of thermodefining wood materials to improve their decorative properties. A new method of thermal deforming treatment is proposed simultaneously with the cladding of facades of cabinet furniture to improve decorative properties using domestic pressing equipment. Physical and structural models of the process have been developed that describe the dynamics of the thickness change process during creation and after pressure relief. An experimental study was carried out and the dependences of the magnitude (depth) of the relief on the surface of furniture facades on the parameters of the regime: pressure, temperature and pressing time were established. It was found that with increasing pressure, temperature and pressing time, the depth of the relief increases. Graphical dependencies illustrating the influence of variable factors on the target function are presented. It is shown that the maximum relief depth of 3,2 mm was achieved at a pressure of 2 MPa, the temperature of the press plates was 115 °C and the pressing time was 2 minutes.

Keywords: furniture, facades, modeling, residual deformations, corrugated surface

For citation: Modeling of the process of forming corrugated surfaces of furniture facades / D. O. Chernyshev, A. A. Lukash, A. A. Pykin [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 2 (89). P. 157–162.

Введение

Исследование процессов термдеформирующей обработки показало, что древесина и древесные материалы обладают возможностью деформироваться под воздействием давления и температуры, а затем сохранять остаточные деформации после снятия нагружения (Хухрянский, 1964; Уголев и др., 2007; Хуажев, 2000; Шамаев, 2006). Это свойство было использовано для улучшения декоративных свойств (внешнего вида) путем создания декоративного поверхностного рисунка (Лукаш и др., 2010; Кирилина и др., 2016).

Фасады корпусной мебели в настоящее время изготавливают фрезерованием плит МДФ на

станках с ЧПУ и последующим облицовыванием пленкой ПВХ в мембранных прессах (Лукаш, 2017). Использование дорогостоящего импортного оборудования значительно удорожает продукцию. Поэтому разработан новый способ изготовления мебельных фасадов на отечественном прессовом оборудовании, причем формирование рифленной поверхности и облицовывание осуществляются одновременно.

Рифленая структурная поверхность формируется под действием разнотолщинной пресс-формы на легкодеформируемый подслой и высокоэластичную ПВХ-пленку. Замена МДФ на ДСтП, сокращение операций, использование отечественного вместо дорогостоящего импортного

оборудования обеспечат снижение производственных затрат при изготовлении корпусной мебели. Данный способ является новым, поэтому для установления условий формирования рифленого рисунка на мебельных фасадах разработаны физическая и структурная деформационные модели.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Целью исследований является разработка физической и структурной деформационных моделей, проведение экспериментальных исследований, позволяющих описать процесс термомодеформирующей обработки древесных материалов. Задача исследований – установление условий формирования рифленой поверхностной структуры облицовываемых мебельных фасадов для улучшения их декоративных свойств. Методика – экспериментальные исследования влияния параметров режима: температуры плит пресса, давления и времени прессования на объект исследований – глубину поверхностного рельефа. Материалы: основа щита – ДСтП марки Р1; облицовка – пленка ПВХ, подслои – картон толщиной 4 мм; карбамидоформальдегидная смола КФ120-65(Ф) ТУ2311-001-00252569-944.

Результаты и обсуждение

Разработан новый способ термомодеформирующей обработки одновременно с облицовыванием фасадов корпусной мебели для улучшения декоративных свойств с использованием отечественного прессового оборудования. Процесс создания поверхностного рельефа (рифленой поверхности) иллюстрирует физическая модель способа (рис. 1).

Динамика изменения толщины пакета до, при создании давления и после снятия давления проиллюстрирована структурной моделью (рис. 2).

Одна из плит пресса создает равномерно распределенное давление P_3 . Впадины пуансона создают давление P_1 , которое необходимо для введения в соприкосновение составных компонентов мебельного щита. Выступы пуансона создают давление P_2 , которое необходимо для деформи-

рования подслоя 2 и ПВХ-пленки 3. До обработки (см. рис. 1, а) суммарная толщина компонентов H_C , мм, составляет:

$$H_C = H_1 + H_2 + H_3, \quad (1)$$

где H_1, H_2, H_3 – толщина до обработки соответственно основы из ДСтП, подслоя и ПВХ-пленки, мм.

Под действием давления и температуры происходит уменьшение толщины составляющих элементов прессуемого пакета. Суммарная толщина пакета становится минимальной (рис. 2, б). После снятия давления происходит частичное восстановление всех элементов пакета (рис. 2, в), а их толщина снятия давления h_C , мм, составит:

$$h_C = h_1 + h_2 + h_3, \quad (2)$$

где h_1, h_2, h_3 – толщина элементов пакета после деформационной обработки соответственно основы из ДСтП, подслоя и ПВХ-пленки, мм.

Процесс термомодеформирования трехслойного пакета описывается дифференциальными уравнениями изменения толщины по времени, температуре и давлению. Эта задача решается для постоянных значений этих факторов. В условиях непостоянства плотности вещества при нагревании и деформировании использовать дифференциальные уравнения изменения толщины для инженерных расчетов не представляется возможным.

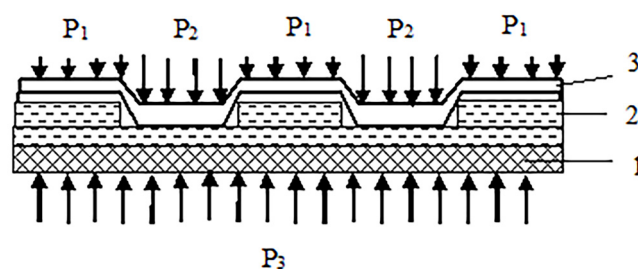


Рис. 1. Физическая модель способа:
 1 – основа мебельного щита; 2 – легкодеформируемый подслои; 3 – ПВХ-пленка;
 P_1 – давление, создаваемое впадинами пуансона;
 P_2 – давление выступов пуансона;
 P_3 – давление плиты пресса
 Fig. 1. Physical model of the method:
 1 – the basis of a furniture board made;
 2 – an easily deformable sublayer; 3 – PVC film;
 P_1 – pressure created by the depressions of the punch;
 P_2 – pressure of the protrusions of the punch;
 P_3 – pressure of the press plate

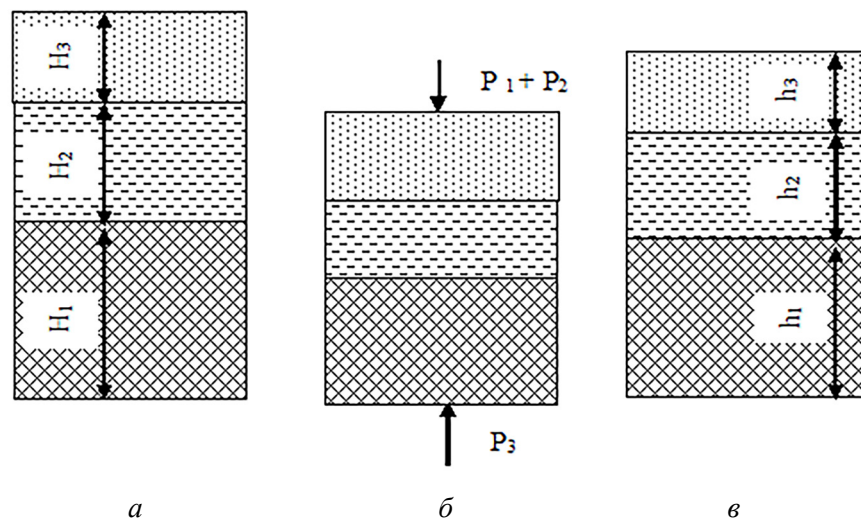


Рис. 2. Структурная модель деформирования пакета в процессе обработки:

a – до создания давления; *б* – под давлением; *в* – после снятия давления;

P_1 – давление, создаваемое впадинами пуансона; P_2 – давление создаваемое выступами пуансона;

P_3 – давление, создаваемое плитой пресса

Fig. 2. Structural model of package deformation during processing:

a – before pressure is created; *b* – under pressure; *c* – after pressure is removed;

P_1 – pressure created by the depressions of the punch; P_2 – pressure created by the protrusions of the punch;

P_3 – pressure created by the press plate

Поэтому проведены экспериментальные исследования влияния параметров режима прессования на глубину рельефа. Исследования проводились

в условиях кафедры «Лесное дело и технология деревообработки» ФГБОУ ВО «БГИТУ». Постоянные факторы: расход клея – 100–110 г/м²; материал основы – ДСтП толщиной 16 мм марки Р1; облицовка – пленка ПВХ; подслой – картон толщиной 4 мм; марка смолы – карбамидоформальдегидная КФ120-65(Ф). При реализации исследований применялся трехфакторный план Бокса ВЗ (Пижури, Пижури, 2005). Построение математической модели, описывающей влияние температуры плит пресса (95–115 °С), давления (2–4 МПа) и времени прессования (1–2 мин) на глубину рельефа, выполнялось методом композиционного планирования эксперимента (КПЭ) с помощью компьютерных программ PlanExp V-D13, Excel и SigmaPlot. Получено уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние температуры (x_1), давления (x_2) и времени прессования (x_3) на глубину рельефа:

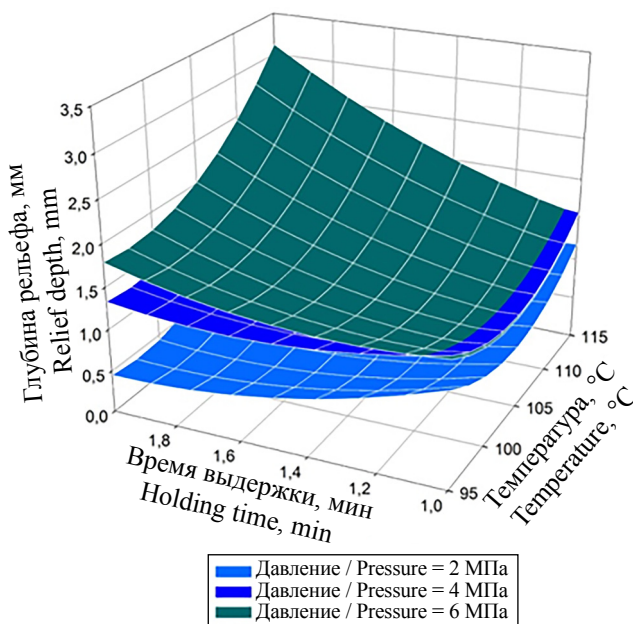


Рис. 3. Влияние параметров режима на глубину рельефа
Fig. 3. The effect of the mode parameters on the depth of the relief

$$y = 1,147 + 0,34x_1 + 0,43x_2 + 0,21x_3 + 0,44x_1^2 + 0,01x_2^2 + 0,225x_3^2 + 0,212x_1x_2 + 0,188x_1x_3 + 0,313x_2x_3, \quad (3)$$

Графическая интерпретация результатов исследований проиллюстрирована на рис. 3.

Выводы

1. Предложен новый способ термомодеформирующей обработки одновременно с облицовыванием фасадов корпусной мебели для улучшения декоративных свойств с использованием отечественного прессового оборудования.

2. Разработаны физическая и структурная модели процесса, описывающие динамику процесса изменения толщины при создании и после снятия давления. Проведено экспериментальное исследование и установлены зависимости величины (глу-

бины) рельефа на поверхности мебельных фасадов от параметров режима: давления, температуры и времени прессования.

3. Установлено, что с увеличением давления, температуры и времени прессования глубина рельефа увеличивается. Приведены графические зависимости, иллюстрирующие влияние переменных факторов на целевую функцию. Показано, что максимальное значение глубины рельефа 3,2 мм достигалось при давлении 2 МПа, температуре плит пресса 115 °С и времени прессования 2 мин.

Список источников

- Кирилина А. В., Ветошкин Ю. И., Золкин А. П. Декорирование деталей мебели тиснением путем холодного прессования // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XII Всерос. науч.-техн. конф. студ. и аспирантов и конкурса по программе «Умник». Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. Ч. 1. С. 51–12.
- Лукаш А. А. Основы конструирования изделий из древесины. Дизайн корпусной мебели : учебное пособие. СПб. : Лань, 2017. 137 с.
- Лукаш А. А., Данилкина Ю. В., Пикашов Н. Н. Фасады для корпусной мебели с цветным рельефным рисунком на лицевой поверхности // Деревообрабатывающая промышленность. 2010. № 4. С. 10–12.
- Пижурин А. А., Пижурин А. А. Основы научных исследований в деревообработке. М. : МГУЛ, 2005. 304 с.
- Уголев Б. Н., Скориданов Р. В., Постников В. В. Древесиноведение с основами лесного товароведения : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М. : МГУЛ, 2007. 340 с.
- Хуажев О. З. Формирование декоративных элементов мебели из древесины методом термопрессования : дис. ... д-ра техн. наук : 05.21.05 / Хуажев Олег Закиреевич. Воронеж, 2000. 293 с.
- Хухрянский П. Н. Прессование древесины. М. : Лесн. пром-сть, 1964. 361 с.
- Шамаев В. А. Получение модифицированной древесины с высокими прочностными свойствами // Известия вузов. Лесной журнал. 2006. № 4. С. 78–83.

References

- Huazhev O. Z. The formation of decorative elements of furniture made of wood by thermal pressing : dissertation of the Doctor of technical Sciences : 05.21.05 / Huazhev O. Z. Voronezh, 2000. 293 p.
- Kirilina A. V., Vetoshkin Yu. I., Zolkin A. P. Decoration of furniture details embossing by cold pressing // Scientific creativity of youth in the forestry complex of Russia : Materials of the XII All-Russian Scientific and Technical Conference of students and aspirants and the competition under the program “Umnik”. Yekaterinburg : UGLTU, 2016. Part 1. P. 51–12. (In Russ.)
- Khukhriansky P. N. Pressing of wood. Moscow : Forest industry, 1964. 361 p.
- Lukash A. A. Fundamentals of designing wood products. Cabinet furniture design : a textbook. St. Petersburg : Lan, 2017. 137 p.
- Lukash A. A., Danilkina Yu. V., Pikashov N. N. Facades for cabinet furniture with a colored relief pattern on the front surface // The wood processing industry. 2010. № 4. P. 10–12. (In Russ.)
- Pyzhurin A. A., Pyzhurin A. A. Fundamentals of scientific research in woodworking. Moscow : MGUL, 2005. 304 p.

Shamaev V. A. Obtaining modified wood with high strength properties // *Izvestiya vuzov. Forest magazine.* 2006. № 4. P. 78–83. (In Russ.)

Ugolev B. N., Skoridanov R. V., Postnikov V. V. Wood science with the basics of forest commodity science : textbook for universities. Ed. 3rd, reprint. and add. Moscow : MGUL, 2007. 340 p.

Информация об авторах

Д. О. Чернышев – кандидат технических наук, доцент,
chernyshevdo@m.usfeu.ru; <http://orcid.org/0000-0002-5802-2697>

А. А. Лукаш – доктор технических наук, профессор,
mr.luckasch@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-5675-6304>

А. А. Пыкин – кандидат технических наук, доцент,
alexem87@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1369-4884>

С. Н. Швачко – кандидат технических наук, доцент,
sshvachko@mail.ru, [http:// http://orcid.org/0009-0002-7670-1527](http://orcid.org/0009-0002-7670-1527)

К. В. Разрезов – аспирант,
razrezowkirill@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0003-6676-2219>

Information about the authors

D. O. Chernyshev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
chernyshevdo@m.usfeu.ru; <http://orcid.org/0000-0002-5802-2697>

A. A. Lukash – Doctor of Technical Sciences, Professor,
mr.luckasch@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-5675-6304>

A. A. Pykin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
alexem87@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1369-4884>

S. N. Shvachko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
sshvachko@mail.ru, <http:// http://orcid.org/0009-0002-7670-1527>

K. V. Razrezov – postgraduate student,
razrezowkirill@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0003-6676-2219>

Статья поступила в редакцию 05.12.2023; принята к публикации 01.02.2024.

The article was submitted 05.12.2023; accepted for publication 01.02.2024.
