

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1 (88). С. 193–200.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 1 (88). P. 193–200.

Научная статья

УДК УДК 674.02

DOI: 10.51318/FRET.2023.88.1.020

## ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ: ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО РЕЛЬЕФА МЕБЕЛЬНЫХ ЩИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРЕССОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Олег Николаевич Чернышев<sup>1</sup>, Александр Андреевич Лукаш<sup>2</sup>,  
Сергей Николаевич Швачко<sup>3</sup>, Кирилл Вадимович Разрезов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>2,3,4</sup> Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия

<sup>1</sup> olegch62@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9396-1246>

<sup>2</sup> mr.luckasch@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5675-6304>

<sup>3</sup> sshvachko@mail.ru.

<sup>4</sup> razrezowkirill@gmail.com.

**Аннотация.** В статье изложены закономерности формирования поверхностного рельефа при изготовлении мебельных щитов. Предметом исследования являются остаточные деформации фасадов корпусной мебели, возникающие в процессе прессования. Цель исследований – разработка импортозамещающей технологии получения декоративных поверхностных рельефов с использованием отечественного прессового оборудования. Методологической основой являются методы анализа физико-механических и эксплуатационных характеристик изделий из древесины, а также теории анизотропии и прочности. Разработана импортозамещающая технология изготовления фасадов корпусной мебели с поверхностным рельефом с сохранением целостности лицевого слоя лицевой поверхностью, что позволяет производить конкурентоспособную продукцию на отечественном прессовом оборудовании и обеспечить снижение себестоимости продукции.

Теоретически обоснованы и практически подтверждены научные принципы формирования рельефной структуры с применением легкодеформируемого подслоя для сохранения остаточных деформаций и высокоэластичной ПВХ-пленки для сохранения целостности лицевой поверхности. Проведено исследование влияния параметров пресс-формы и структуры пакета на размеры рельефа. Область применения – производство фасадов корпусной мебели. В результате проведения исследований установлено, что на исследуемый параметр оказывают положительное влияние все переменные факторы. Получена математическая модель процесса термомеханического деформирования, позволяющая прогнозировать размеры поверхностного рельефа и управлять технологическими параметрами для образования требуемой структуры мебельного щита. Установлено, что максимальное значение размера рельефа составляет 3,6 мм и достигается при толщине пластины 3,9 мм; толщине подслоя 3,8 мм и расстоянии между пластинами 40 мм.

**Ключевые слова:** мебель, фасад, рельеф, прессование, технология, термомеханическое деформирование, облицовывание, импортозамещение

*Для цитирования:* Импортозамещение: закономерности формирования поверхностного рельефа мебельных щитов с использованием отечественного прессового оборудования / О. Н. Чернышев, А. А. Лукаш, С. Н. Швачко, К. В. Разрезов // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1 (88). С. 193–200.

Original article

## IMPORT SUBSTITUTION: REGULARITIES OF THE FORMATION OF THE SURFACE RELIEF OF FURNITURE PANELS USING DOMESTIC PRESSING EQUIPMENT

Oleg N. Chernyshev<sup>1</sup>, Alexander A. Lukash<sup>2</sup>, Sergey N. Shvachko<sup>3</sup>, Kirill V. Razrezov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2,3,4</sup> Bryan State University of Engineering and Technology, Bryansk, Russia

<sup>1</sup> olegch62@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9396-1246>

<sup>2</sup> mr.lukasch@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5675-6304>

<sup>3</sup> sshvachko@mail.ru

<sup>4</sup> razrezovkirill@gmail.com

**Abstract.** The article describes the regularities of the formation of surface relief in the manufacture of furniture panels. The subject of the study is the residual deformations of the facades of cabinet furniture that occur during the pressing process. The purpose of the research is to develop an import-substituting technology for producing decorative surface reliefs using domestic pressing equipment. The methodological basis is the methods of analysis of physical, mechanical and operational characteristics of wood products, as well as the theory of anisotropy and strength. An import-substituting technology for manufacturing facades of cabinet furniture with a surface relief has been developed while preserving the integrity of the front layer with the front surface, which makes it possible to produce competitive products on domestic pressing equipment and ensure a reduction in production costs. The scientific principles of the formation of a relief structure with the use of an easily deformable sublayer to preserve residual deformation and a highly elastic PVC film to preserve the integrity of the front surface are theoretically substantiated and practically confirmed. The influence of the parameters of the mold and the structure of the package on the relief dimensions was studied. Scope of application – production of facades of cabinet furniture. As a result of the research, it was found that all variable factors have a positive effect on the parameter under study. A mathematical model of the thermomechanical deformation process has been obtained, which makes it possible to predict the dimensions of the surface relief and control the technological parameters for the formation of the required structure of the furniture panel. It is established that the maximum value of the relief size is 3,6 mm and is achieved with a plate thickness of 3,9 mm; the thickness of the sublayer is 3,8 mm and the distance between the plates is 40 mm.

**Keywords:** furniture, facade, relief, pressing, technology, thermal deformation, cladding, import substitution

**For citation:** Substantiation of standards of completeness and stock of pine stands of the middle Urals / O. N. Chernyshev, A. A. Lukash, S. N. Shvachko, K. V. Razrezov // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 1 (88). P. 193–200.

### Введение

Исследования процессов деформирующей обработки древесины проводились с середины прошлого века (Хухрянский, 1964; Ветошкин и др., 2015; Уголев, 2007; Хуажев, 2000; Чубинский, Сергеевичев, 2007; Шамаев и др., 2006). Выявлено, что древесина и древесные материалы обладают возможностью деформироваться под воздействием давления и температуры, а затем сохранять остаточные деформации после снятия нагружения. Это свойство древесины было использовано для улучшения декоративных свойств древесных материалов за счет создания рельефного рисунка на лицевой поверхности (Лукаш, 2002; 2010; Кирилина и др., 2016).

На современных мебельных предприятиях для создания рельефной поверхности используют зарубежные технологии и оборудование: фрезеруют профиль на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), а затем облицовывают в мембранном прессе пленками ПВХ (Лукаш, 2017). В качестве основы применяют древесноволокнистую плиту средней плотности (MDF).

### Цель, задача, методика и объекты исследования

Целью исследований является установление закономерностей формирования поверхностного рельефа мебельных щитов. Задача исследований – обеспечение возможности эффективно управления процессом структурообразования рельефа.

Методика исследований – фиксирование остаточных деформаций, возникающих после прессования объекта исследований – мебельного щита из ДСтП, легкодеформируемого подслоя и ПВХ-пленки. Величину остаточных деформаций оценивали по разнице максимальной и минимальной толщины щита.

Построение математической модели поверхностного рельефа, включающей в себя зависимости величины рельефа от исследуемых параметров, выполнялось методом композиционного планирования эксперимента (КПЭ) с помощью компьютерных программ PlanExp B-D13, Excel и SigmaPlot.

### Результаты и обсуждения

Для импортозамещения в условиях постоянно-го санкционного давления со стороны зарубежных стран необходимы разработка и широкое использование отечественных технологий и оборудования. Авторами разработан способ создания декоративного рельефа на лицевой поверхности мебельных щитов. Для применения данного способа не требуется зарубежных дорогостоящих станков с ЧПУ, а использование отечественного прессового оборудования вместо мембранных прессов импортного производства обеспечит снижение амортизационных отчислений на ремонт и обслуживание.

Применение разнотолщинного в поперечном сечении пуансона обеспечивает возможность склеивания фанеры с рельефным рисунком на лицевой поверхности (Лукаш, 2002). Однако в ряде случаев возникают поверхностные трещины и разрывы. Принципы формирования рельефной поверхности следующие: применение легкодеформируемого подслоя для сохранения остаточных деформаций; использование высокоэластичной ПВХ-пленки для сохранения целостности лицевого слоя; одновременное формирование рельефа, облицовывание ПВХ-пленкой и склеивание слоистого пакета.

Схема реализации способа проиллюстрирована на рис. 1.

Для моделирования разной толщины пуансона в поперечном сечении применялись металлические пластины толщиной 1,3; 2,6 и 3,9 мм. Под действием пуансона 2 легко подслоя 4 и ПВХ-пленка 5 приобретают форму (оттиск) разнотолщинного в поперечном сечении пуансона. Обрабатываемый пакет выдерживают под давлением в течение времени, необходимого для полного отверждения клея. Термопластичная пленка ПВХ обеспечивает сохранение целостности лицевого слоя. Для установления влияния условий прессования и параметров пресс-формы на размеры рельефа проведены эксперименты по плану Бокса Б-3. Постоянные факторы: карбамидоформальдегидная смола КФ120-65; расход клея 100–110 г/м<sup>2</sup>; время выдержки под давлением 2 мин.

Размеры рельефа оцениваются разницей  $H_p$  между наибольшей  $H_1$  и наименьшей толщиной щита  $H_2$ :  $H_p = H_1 - H_2$  (рис. 2).

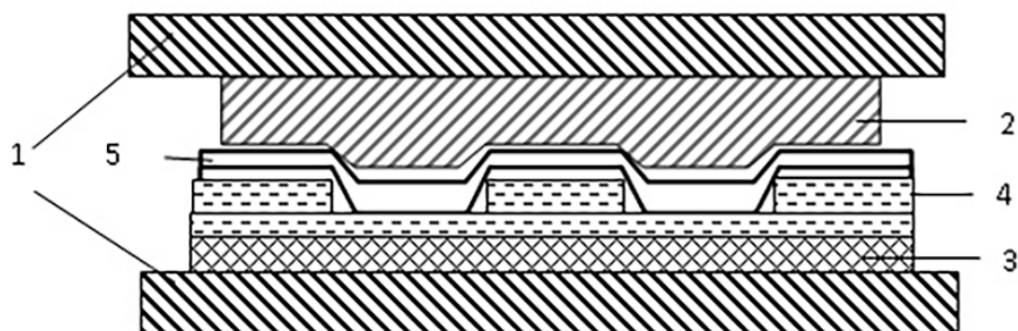


Рис. 1. Схема реализации способа:

1 – плиты пресса; 2 – разнотолщинный пуансон; 3 – основа мебельного щита из ДСтП;  
4 – подслой; 5 – ПВХ-пленка

Fig. 1. The scheme of implementation of the method:

1 – press plates; 2 – a multi-thickness punch; 3 – the basis of a furniture board made of DStP;  
4 – sublayer; 5 – PVC film



Рис. 2. Схема установления размеров рельефного рисунка

Fig. 2. The scheme of establishing the dimensions of the relief pattern

Факторы и уровни варьирования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Факторы и уровни варьирования

Factors and levels of variation

Факторы Factors	Натуральный вид Natural view	Кодированный вид Coded view	Интервал варьирования Variation interval	Уровни варьирования levels of variation		
				-1	0	1
Толщина Plate thickness	$B$	$X_1$	1,3	1,3	2,6	3,9
Число слоев Number of sublayer	$N$	$X_2$	1	0	1	2
Расстояние между пластинами Distance between plates	$L$	$X_3$	8	24	32	40



Матрица планирования эксперимента приведена в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

Матрица планирования эксперимента  
Experiment planning matrix

№	Кодированный вид Coded view			Натуральный вид Natural view			Размеры рельефа, мм Dimensions relief, mm
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$B$	$N$	$L$	
1	–	–	–	1,3	0	24	1,0
2	–	–	+	1,3	0	40	1,0
3	+	+	–	3,9	2	24	3,0
4	–	+	+	1,3	2	40	0,7
5	+	–	–	3,9	0	24	1,5
6	+	–	+	3,9	0	40	1,4
7	–	+	–	1,3	2	24	1,2
8	+	+	+	3,9	2	40	3,8
9	–	0	0	1,3	1	32	1,0
10	+	0	0	3,9	1	32	4,0
11	0	0	–	2,6	1	24	2,5
12	0	0	+	2,6	1	40	1,7
13	0	–	0	2,6	0	32	2,0
14	0	+	0	2,6	2	32	2,5
15	0	0	0	2,6	1	32	0,8

Построение математической модели поверхностного рельефа, включающей в себя зависимости глубины рельефа от параметров пресс-формы и структуры пакета от толщины пластины  $B$  ( $x_1$  – 1,3–3,9 мм), количества листов подслоя ( $x_2$  – 0–2 шт.) и расстояния между пластинами ( $x_3$  – 24–40 мм), выполнялось методом композиционного планирования эксперимента (КПЭ) с помощью компьютерных программ PlanExp B–D13, Excel и SigmaPlot. Получены уравнение математической модели, адекватно описывающие процесс:

$$y = 2,21 + 0,52x_1 + 0,43x_2 - 0,4x_3 - 0,04x_1^2 - 0,19x_2^2 - 0,28x_3^2 + 0,05x_1x_2 + 0,03x_1x_3 + 0,63x_2x_3.$$

На основе полученных зависимостей построены номограммы влияния переменных факторов на размеры рельефа (разница  $H_1 - H_2$ ) (рис. 3).

Использование импортозамещающей технологии мебельных фасадов обеспечивает возможность получения поверхностного рельефа на лицевой поверхности с сохранением целостности лицевого слоя (рис. 4).

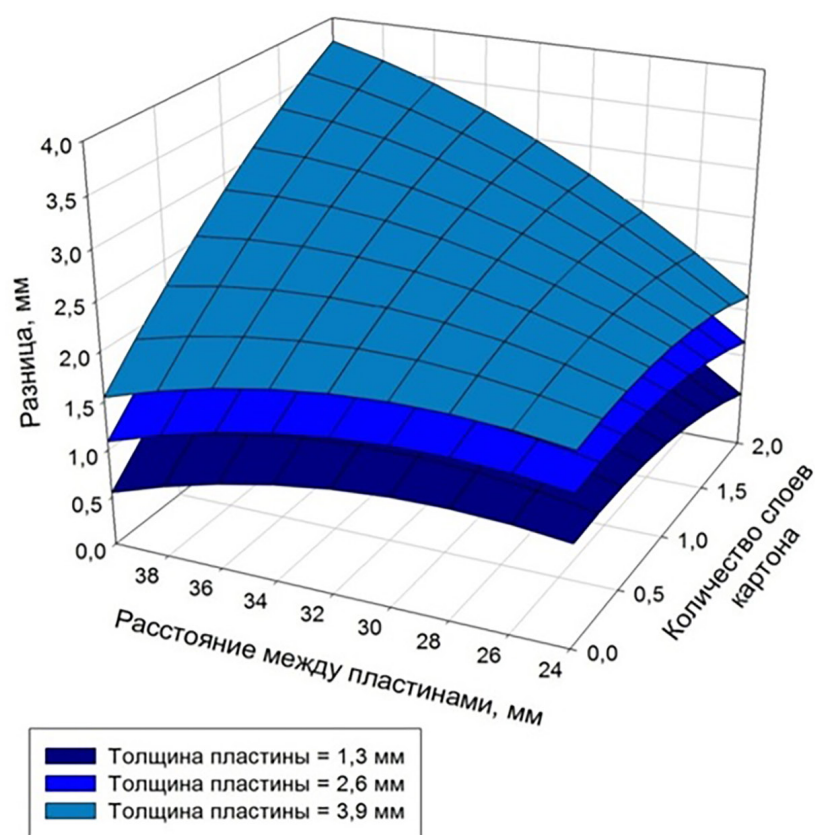


Рис. 3. Зависимость размеров рельефа (разницы  $H_1 - H_2$ , мм) от количества слоев и расстояния между пластинами при толщине пластины соответственно 1,3; 2,6; 3,9 мм  
 Fig. 3. Dependence of relief dimensions (differences  $H_1 - H_2$ , mm) on the number of layers and the distance between the plates with a plate thickness of 1.3; 2.6; 3.9 mm respectively



Рис. 4. Поверхностный лицевой рельеф  
 Fig. 4. Surface facial relief

### Выводы

1. Разработана импортозамещающая технология изготовления фасадов корпусной мебели с поверхностным рельефом, что позволяет производить конкурентоспособную продукцию на отечественном оборудовании.

2. Теоретически обоснованы и практически подтверждены научные принципы термомеханического способа изготовления мебельных щитов.

Обоснован метод оценки размеров рельефа как разницы в толщине щита.

3. Проведено исследование и получена математическая модель, описывающая влияние параметров пресс-формы и структуры пакета на размеры рельефа. Установлено, что максимальное значение размера рельефа составляет 3,6 мм и достигается при толщине пластины 3,9 мм, толщине подслоя 3,8 мм и расстоянии между пластинами 40 мм.

### Список источников

- Ветошкин Ю. И., Золкин А. П., Кирилина А. В.* О механизме упруго-вязко-пластического деформирования клеток древесины // Математическое моделирование механических явлений : матер. Всерос. науч.-техн. конф. Екатеринбург : УГГУ, 2015. С. 69–72.
- 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 : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2017. 137 с.
- Лукаш А. А.* Технология получения фанеры с рельефной поверхностью из кускового шпона // Деревообрабатывающая промышленность. 2002. № 2. С. 18–19.
- 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.
- Уголев Б. Н.* Древесиноведение с основами лесного товароведения : учебник для вузов. Изд. 3-е, 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.
- Чубинский А. Н., Сергеевичев В. В.* Моделирование процессов склеивания древесных материалов : моногр. СПб. : Герда, 2007. 176 с.
- Шаммаев В. А., Скориданов Р. В., Постников В. В.* Получение модифицированной древесины с высокими прочностными свойствами // Известия вузов. Лесной журнал. 2006. № 4. С. 78–83.

### References

- Chubinsky A. N., Sergeevichev V. V.* Modeling of the processes of gluing wood materials : monograph. St. Petersburg : Izdat. Gerd's house, 2007. 176 p.
- Khuazhev O. Z.* Formation of decorative elements of furniture made of wood by thermal pressing : dissertation of Doctor of Technical Sciences : specialty 05.21.05 / *Khuazhev Oleg Zakireevich.* Voronezh, 2000. 293 p.
- Khukhriansky P. N.* Wood pressing. Moscow : Forest Industry, 1964. 361 p.
- Kirilina A. V., Vetoshkin Yu. I., Zolkin A. P.* Decoration of furniture details embossing by cold pressing / Materials of the XII All-Russian Scientific and Technical Conference of students and postgraduates and the competition under the program “Smart Guy”. Yekaterinburg : UGLTU, 2016. Part 1. P. 51–12. (In Russ.)
- Lukash A. A.* Fundamentals of designing wood products. Cabinet furniture design: textbook. St. Petersburg : Lan, 2017. 137 p.
- Lukash A. A.* Technology of obtaining plywood with a relief surface from lump veneer // Woodworking industry. 2002. № 2. P. 18–19. (In Russ.)
- Lukash A. A., Danilkina Yu. V., Pikashov N. N.* Facades for cabinet furniture with a color relief pattern on the front surface // Woodworking industry. 2010. № 4. P. 10–12. (In Russ.)
- Shamaev V. A., Skoridanov R. V., Postnikov V. V.* Obtaining modified wood with high strength properties // Izvestiya vuzov. Forest Journal. 2006. № 4. P. 78–83. (In Russ.)
- Ugolev B. N.* Wood science with the basics of forest commodity science : textbook for universities. Ed. 3rd, reprint. and add. Moscow : MGUL, 2007. 340 p.

*Vetoshkin Yu. I., Zolkin A. P., Kirilina A. V.* On the mechanism of elastic-visco-plastic deformation of wood cells // *Mathematical modeling of mechanical phenomena : Materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference.* Yekaterinburg : UGSU, 2015. P. 69–72. (In Russ.)

***Информация об авторах***

*О. Н. Чернышев – кандидат технических наук, доцент;*

*А. А. Лукаш – доктор технических наук, профессор;*

*С. Н. Швачко – кандидат технических наук, доцент;*

*К. В. Разрезов – аспирант.*

***Information about the authors***

*O. N. Chernyshev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;*

*A. A. Lukash – Doctor of Technical Sciences, Professor;*

*S. N. Shvachko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;*

*K. V. Razrezov – postgraduate student.*

*Статья поступила в редакцию 02.10.2023; принята к публикации 10.11.2023.*

*The article was submitted 02.10.2023; accepted for publication 10.11.2023.*

---

---