

Научная статья
УДК 674.049.2

МЕХАНИЗМ НЕРАВНОМЕРНОГО ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ, ПОДВЕРГНУТОЙ ОБЖИГУ И БРАШИРОВАНИЮ

Наталья Александровна Тарбеева¹, Ольга Анатольевна Рублева²

^{1,2} Вятский государственный университет, Киров, Россия

¹ nataly.ntar534@yandex.ru

² olga_ru@vyatsu.ru

Аннотация. Для изготовления облицовочных изделий из древесины хвойных пород с помощью комбинированной обработки обжигом, брашированием, прессованием и термообработкой необходимо исследование механизма неравномерного прессования заготовок. В статье описаны закономерности деформирования рельефной заготовки, определена неравномерность уплотнения ее зон и установлена минимально необходимая степень деформации.

Ключевые слова: неравномерное прессование древесины, рельефная заготовка, степень деформации

Для цитирования: Тарбеева Н. А., Рублева О. А. Механизм неравномерного прессования древесины, подвергнутой обжигу и брашированию // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. 2022. С. 71–76.

Original article

MECHANISM OF UNUNIFORM PRESSING FIRED AND BRASHED WOOD

Natalya A. Tarbeeva¹, Olga A. Rubleva²

^{1,2} Vyatka State University, Kirov, Russia

¹ nataly.ntar534@yandex.ru

² olga_ru@vyatsu.ru

Abstract. For the manufacture of facing products from coniferous wood using combined firing, brushing, pressing and heat treatment, it is necessary to study the mechanism of uneven pressing. The article describes the patterns of deformation of a relief wood blank, determines the uneven compaction of its zones, and establishes the minimum required degree of deformation.

Keywords: uneven pressing of wood, relief wood blank, degree of deformation

For citation: Tarbeeva N. A., Rubleva O. A. Mechanism of ununiform pressing fired and brashed wood // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century. 2022. P. 71–76.

Россия обладает значительными запасами лесных ресурсов и входит в тройку самых богатых лесных держав [1]. При этом большую часть лесных насаждений и заготавливаемой древесины составляют хвойные породы (~80 %), имеющие ограниченное применение для изготовления изделий с высокими прочностными показателями [2]. Нехватка запасов твердолиственной древесины для производства высококачественных облицовочных изделий, напольных покрытий, изделий мебели и другой продукции ставит необходимость поиска альтернативных видов древесных ресурсов и технологий их обработки, позволяющих имитировать свойства дефицитного сырья.

В качестве альтернативы твердолиственной древесины для изготовления облицовочных изделий авторами предложено использование заготовок из недефицитных хвойных пород после комбинированной обработки, включающей операции обжига, браширования, прессования и термической обработки, что позволяет улучшать их декоративные и физико-механические свойства [3, 4]. Ключевой операцией способа комбинированной обработки, вносящей наибольший вклад в формирование физико-механических свойств заготовок (плотности и твердости), является прессование. Прессование заготовки, подвергнутой обжигу и брашированию, становится неравномерным. Для определения рациональных режимов неравномерного прессования заготовок необходимо исследование указанного процесса. В связи с этим целью данной работы является изучение механизма неравномерного прессования древесины, подвергнутой обжигу и брашированию. Задачи исследования: установить закономерности одноосного прессования древесины, подвергнутой обжигу и брашированию; определить неравномерность деформации заготовки по ее сечению; определить минимально необходимую относительную степень деформации заготовки для эффективного повышения физико-механических свойств древесины.

Для исследования механизма прессования древесины, подвергнутой обжигу и брашированию, рельефную заготовку рассматривали упрощенно, как набор чередующихся брусков двух высот, равных толщине заготовки в зоне гребней (зоне Г) и в зоне впадин (зоне В) (рис. 1, б).

Процесс прессования рельефной заготовки (рис. 1, а) начинается с деформации зоны гребней (рис. 2). При соприкосновении пуансона с их вершинами давление пуансона передается нижележащим слоям клеток и ранняя зона годичного слоя под гребнями начинает упруго деформироваться.

Этот процесс соответствует степени деформации заготовки $\varepsilon \leq 3 \div 6 \%$ (фаза I' рис. 3) [5].

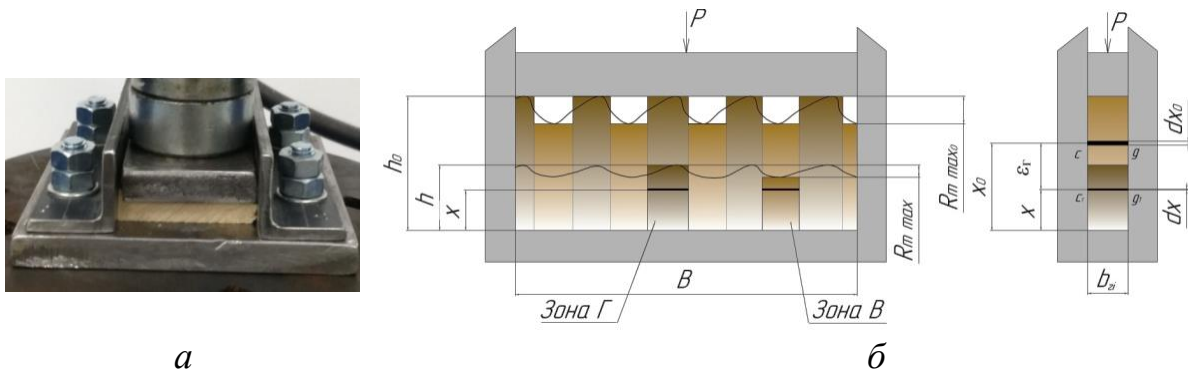


Рис. 1. Прессование заготовки, подвергнутой обжигу и брашированию:
а – заготовка в момент запрессовки; б – упрощенная схема заготовки

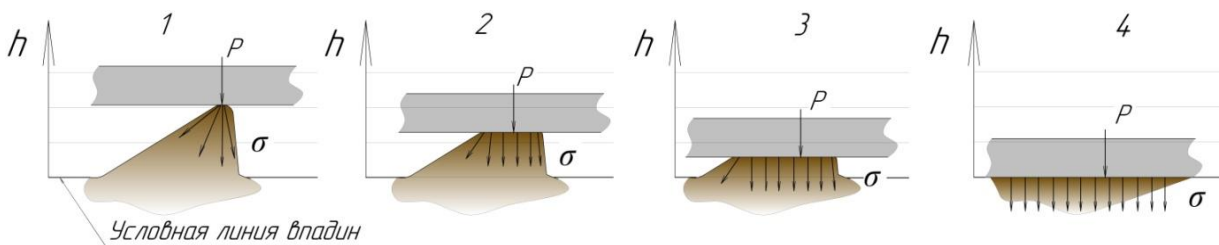


Рис. 2. Этапы прессования зоны гребней

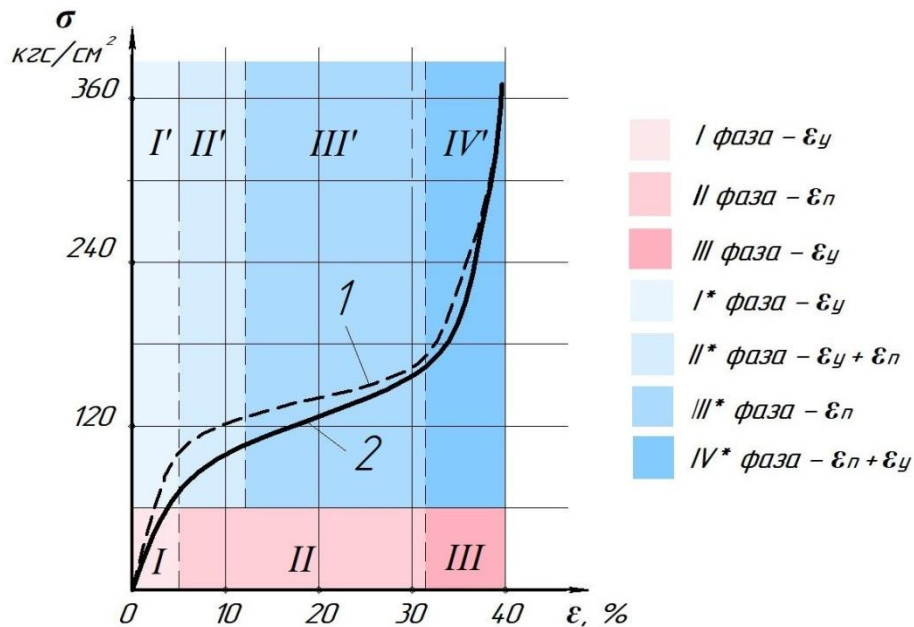


Рис. 3. Диаграмма деформация-напряжение $\varepsilon - \sigma$
при сжатии древесины в сухом состоянии:
1 – при равномерном прессовании; 2 – при неравномерном прессовании
после обжига и браширования

Далее при достижении $\varepsilon = 3 \div 6 \%$ в рассматриваемой зоне заготовки (зоне Г) начинается пластическое течение и смятие оболочек клеток ранней древесины. После соприкосновения пуансона с поверхностью впадин ($\varepsilon = 9 \div 12 \%$) клетки ранней зоны годичного слоя под впадиной начинают упруго деформироваться. В этот момент общая деформация складывается из упругой и пластической составляющих. На диаграмме деформация-напряжение $\varepsilon - \sigma$ (рис. 3) данный процесс соответствует фазе II'; участок кривой 2 (в отличие от кривой 1 для равномерного прессования [5]) характеризуется более крутым подъемом.

При дальнейшем прессовании ($\varepsilon = 12 \div 30 \%$) деформация заготовки в обеих зонах (зонах Г и В) протекает преимущественно за счет пластической деформации (фаза III') при незначительном повышении давления. Предельная величина деформации заготовки в этой фазе определяется объемным весом древесины: чем ниже вес исходной древесины, тем больше конечная величина деформации в этой фазе. Для заготовок из хвойных пород (сосны и ели) при их прессовании в сухом состоянии конец данной фазы соответствует $\varepsilon = 33 \div 37 \%$.

После смятия клеток ранней древесины по всей ширине заготовки начинается процесс деформации клеток поздней древесины, сначала в зоне гребней, а затем в зоне впадин (фаза IV'). В связи с тем, что протекание установленных Хухрянским фаз деформации [5] в зонах Г и В заготовки происходит неодновременно, то переход между выделенными фазами на кривой 2 более плавный по сравнению переходами на кривой 1.

В результате прессования зоны Г и В характеризуются разной степенью деформации. Зона заготовки под гребнем деформируется в большей степени, чем зона заготовки под впадиной. Основываясь на выводе П. Н. Хухрянского о том, что для получения высокопрочной древесины прессование необходимо доводить до третьей фазы деформации [5], важным условием прессования рельефной заготовки, подвергнутой обжигу и брашированию, является то, что после обработки степень деформации обеих зон должна соответствовать третьей фазе. Но так как при одноосном прессовании степень деформации уменьшается по толщине заготовки [5], а для облицовочных изделий наиболее важны физико-механические характеристики поверхностного слоя, будем считать, что указанное условие должно выполняться только в поверхностном слое, глубиной равной не менее $1/3$ толщины заготовки.

Используя принцип равновесия элементарного слоя для описания процесса равномерного прессования [5], определены зависимости степени деформации заготовки в зоне гребней ε_{Γ} и в зоне впадин ε_{δ} :

$$\varepsilon_{\varepsilon} = \frac{1}{b} \ln \frac{\sigma_{\varepsilon} e^{\frac{-2\eta\mu(h-x)}{b_{\varepsilon}}}}{a}; \quad (1)$$

$$\varepsilon_{\sigma} = \frac{1}{b} \ln \frac{\sigma_{\sigma} e^{\frac{-2\eta\mu(h-x-0.002R_{m\max 0})}{b_{\sigma}}}}{a}, \quad (2)$$

где σ_2 и σ_{σ} – напряжение в зоне гребней и в зоне впадин соответственно, кгс/см²;

η – коэффициент внутреннего трения древесины;

μ – коэффициент поперечной деформации;

h – высота бруска после прессования, мм;

x – расстояние от дна матрицы и до слоя sg в спрессованном состоянии, мм;

$R_{m\max 0}$ – шероховатость поверхности заготовки до прессования, мкм;

a и b – коэффициенты, зависящие от породы и предварительной обработки древесины.

Их анализ показал, что при $x \geq 0,67h$ выполняется соотношение $\varepsilon_{\sigma} = 0,89\varepsilon_{\Gamma}$. Соответственно для обеспечения в поверхностном слое в зоне В третьей фазы деформации ($\varepsilon_{\sigma} \geq 35\%$) деформация поверхностного слоя зоны Г должна составлять $\varepsilon_{\Gamma} \geq 40\%$. Переведя эти значения в величину относительной деформации заготовки по толщине, установлено, что толщина заготовки после прессования должна быть не более 67 % от ее начальной толщины.

Таким образом, в результате исследования процесса неравномерного прессования заготовок, подвергнутых обжигу и брашированию, определен механизм процесса и выделены основные четыре фазы деформирования. Путем условного деления рельефной заготовки на зоны гребней и впадин получены теоретические зависимости степени деформации каждой зоны. Установлено, что в поверхностном слое заготовки степень деформации зоны гребней превышает степень деформации зоны впадин на 5–7 %. Для изготовления с помощью комбинированной обработки высококачественных облицовочных изделий относительная деформация заготовки, подвергнутой обжигу и брашированию, в результате процесса прессования, должна составлять не менее 33 %.

Список источников

1. Рыжов Н. И. Природные ресурсы как составляющая национального богатства России: качественно-количественные характеристики, народно-хозяйственная роль и проблемы повышения эффективности использования // Российский экономический журнал. – 2018. – № 5. – С. 43–57.

2. Шамаев В. А. Перспективы производства и применения модифицированной древесины // Политематический сетевой электронный научный

журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №. 78. – С. 258–268.

3. Патент № 2754909 Российская Федерация МПК E04F 13/08 (2021.02). Способ изготовления облицовочной панели из упрочненной древесины : № 2020139525 : заявлено 02.12.2020 : опубликовано 08.09.2021 / О. А. Рублева, Н. А. Тарбеева ; заявитель ВятГУ. – 7 с.

4. Тарбеева Н. А. Экспериментальное исследование комбинированного процесса изготовления облицовочных изделий на основе пьезотермической обработки деревянных заготовок / Н. А. Тарбеева, О. А. Рублева, А. Г. Гороховский, Е. Е. Шишкина // Системы. Методы. Технологии. – 2021. – № 1 (49). – С. 90–97.

5. Хухрянский П. Н. Прессование древесины. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Лесная промышленность, 1964. – 361 с.

References

1. Ryzhov N. I. Natural resources as a component of the national wealth of Russia: qualitative and quantitative characteristics, national economic role and problems of increasing efficiency of use // Russian Economic Journal. – № 5. – P. 43–57.

2. Shamaev V. A. Prospects for the production and use of modified wood // Politematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. – 2012. – № 78. – P. 258–268.

3. Patent No. 2754909 Russian Federation МПК E04F 13/08 (2021.02). Method of manufacturing facing panel from hardened wood : № 2020139525: declared 02.12.2020 : published 08.09.2021 / O. A. Rublev, N. A. Tarbeeva ; applicant VyatSU. – 7 p.

4. Tarbeeva N. A. Experimental study of the combined process of manufacturing facing products based on piezothermal processing of wooden billets / N. A. Tarbeeva, O. A. Rublev, A. G. Gorokhovskiy, E. E. Shishkina // Systems. Methods. Technologies. – 2021. – № 1 (49). – P. 90–97.

5. Khukhryansky P. N. Wood pressing : 2nd ed., Edited and added. / P. N. Khukhryansky. – Moscow : Forest industry, 1964. – 361 p.