

Научная статья  
УДК 674.052

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ОБЖИМА ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ОПЕРАЦИИ ТОРЦОВОГО ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Ольга Анатольевна Рублева<sup>1</sup>, Ярослав Дмитриевич Ведерников<sup>2</sup>,  
Елизавета Сергеевна Васильева<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup> Вятский государственный университет, Киров, Россия

<sup>1</sup> rubleva@vyatsu.ru

<sup>2</sup> vedernikov@vyatsu.ru

<sup>3</sup> usr23573@vyatsu.ru

**Аннотация.** Установлены зависимости для определения усилия обжима заготовки при торцовом прессовании древесины. Экспериментально подтверждена необходимость применения обжимной оснастки для двустороннего формирования шипов. Полученные результаты будут использованы для расчета узлов оснастки.

**Ключевые слова:** торцовое прессование, древесина, ресурсосбережение, прессование, усилие обжима

**Для цитирования:** Рублева О. А., Ведерников Я. Д., Васильева Е. С. Определение усилия обжима заготовки для операции торцового прессования древесины // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVII Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 323–328.

Original article

## DETERMINATION OF THE WORKPIECE CLAMPING FORCE FOR WOOD END FACE PRESSING OPERATION

Olga A. Rubleva<sup>1</sup>, Yaroslav D. Vedernikov<sup>2</sup>, Elizaveta S. Vasilyeva<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Vyatka State University, Kirov, Russia

<sup>1</sup> rubleva@vyatsu.ru

<sup>2</sup> vedernikov@vyatsu.ru

<sup>3</sup> usr23573@vyatsu.ru

**Abstract.** Dependences for determining the workpiece clamping force during end face pressing of wood have been established. The necessity of using clamping

tooling for double-sided tenon forming has been experimentally confirmed. The obtained results will be used for calculating tooling components.

**Keywords:** end face pressing, wood, resource conservation, pressing, clamping force

**For citation:** Rubleva O. A., Vedernikov Ya. D., Vasilyeva E. S. (2026) *Opređenje usiliya obzhima zagotovki dlya operacii torczovogo pressovaniya drevesiny* [Determination of the workpiece clamping force for wood end face pressing operation]. *Effektivnyi otvet na sovremennye vyzovy s uchetom vzaimodeystviya cheloveka i prirody, cheloveka i tekhnologii* [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies] : materials of the XVII International Scientific and Technical Conference. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 323–328. (In Russ).

Повышение эффективности производства лесоперерабатывающих предприятий напрямую связано с углублением переработки древесины и вовлечением в производство низколиквидных отходов, таких как короткомерные отрезки. Одним из перспективных направлений утилизации такого сырья является сращивание заготовок по длине на шипы для получения качественных крупномерных изделий. Традиционно для формирования торцовых шипов применяется метод фрезерования. Однако альтернативой ему выступает инновационный способ – местное торцовое прессование, позволяющее создавать шипы за счет пластической деформации древесины без образования стружки [1]. Данный метод обладает значительным ресурсосберегающим потенциалом, но его внедрение требует решения ряда технологических задач, одной из которых является создание штампового устройства.

Целью работы является определение необходимой величины обжима заготовки, которая не позволит прижимному устройству разрушить заготовку и вместе с тем позволит избежать пластического деформирования противоположной стороны заготовки.

*Задачи исследования:*

- 1) практически определить усилие, необходимое для прессования шипов без обжимной оснастки;
- 2) практически проверить возможность прессования шипов с двух сторон заготовки без обжимной оснастки;
- 3) составить схему сил, возникающих в обжимной матрице приспособления;
- 4) определить усилие обжима, компенсирующее осевую нагрузку.

Для практического определения усилия прессования был проведен ряд опытов с заготовками из древесины сосны влажностью 8 %. Размеры заготовок составили 20×40×160 мм. Параметры рабочей части пуансона: толщина шипов – 2,2 мм, ширина проушин – 2 мм, высота шипов – 10 мм, точность изготовления всех элементов – по 10 качеству. Прессование

шипов осуществлялось на гидравлическом прессе П6324 без применения обжимной оснастки. Результаты опытов показали возможность прессования шипов без применения оснастки с одной стороны заготовки (рис. 1). Среднее усилие прессования составило 13000 Н.

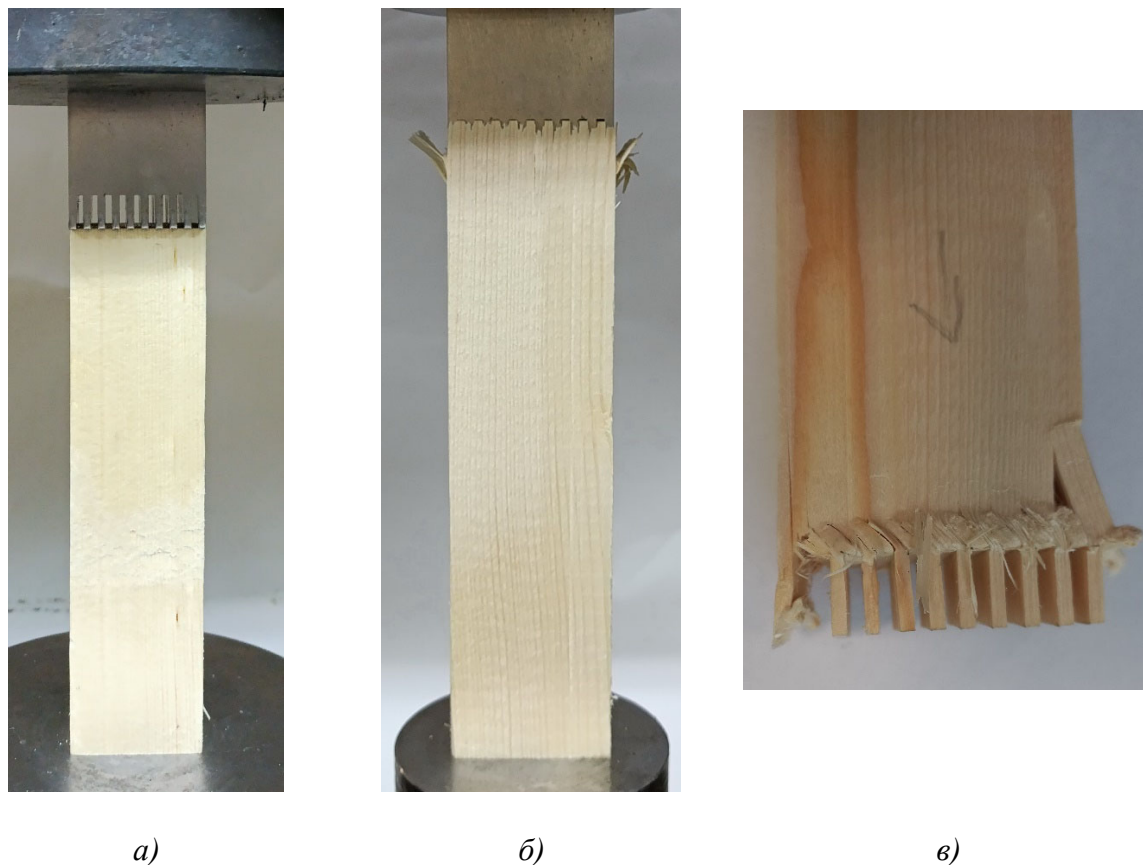


Рис. 1. Прессование шипов без обжимной оснастки:  
а) начало процесса; б) конец процесса; в) излом шипов

Также в процессе выполнения опытов была проверена гипотеза о возможности прессования шипов с двух сторон. Гипотеза была опровергнута: из-за отсутствия боковой поддержки или обжима заготовки в процессе прессования происходит перекося заготовки, в результате чего усилие прессования передается на нижние шипы неравномерно и происходит их перекося и излом.

Для анализа силового взаимодействия была разработана расчетная схема сил. В основу модели обжимного устройства положена конструкция обжимной матрицы, представленная в исследовании [2].

На рис. 2, а показаны силы обжима заготовки:  $F_{\text{приж1}}$  – сила обжима заготовки правой прижимной планкой;  $F_{\text{приж2}}$  – сила обжима заготовки передней прижимной планкой. На рис. 2, б показано распределение сил для правой прижимной планки:  $F_{\text{пресс}}$  – усилие прессования;  $N_{\text{приж1}}$  – сила реакции опоры от действия  $F_{\text{приж1}}$ ,  $N_{\text{приж1}} = F_{\text{приж1}}$ ;  $F_{\text{тр1}}$  – сила трения между

заготовкой и правой прижимной планкой,  $F_{тр2}$  – сила трения между заготовкой и левой базирующей плоскостью матрицы,  $F_{тр1} = F_{тр2}$ . Распределение сил для передней прижимной планки аналогично (рис. 2, в).

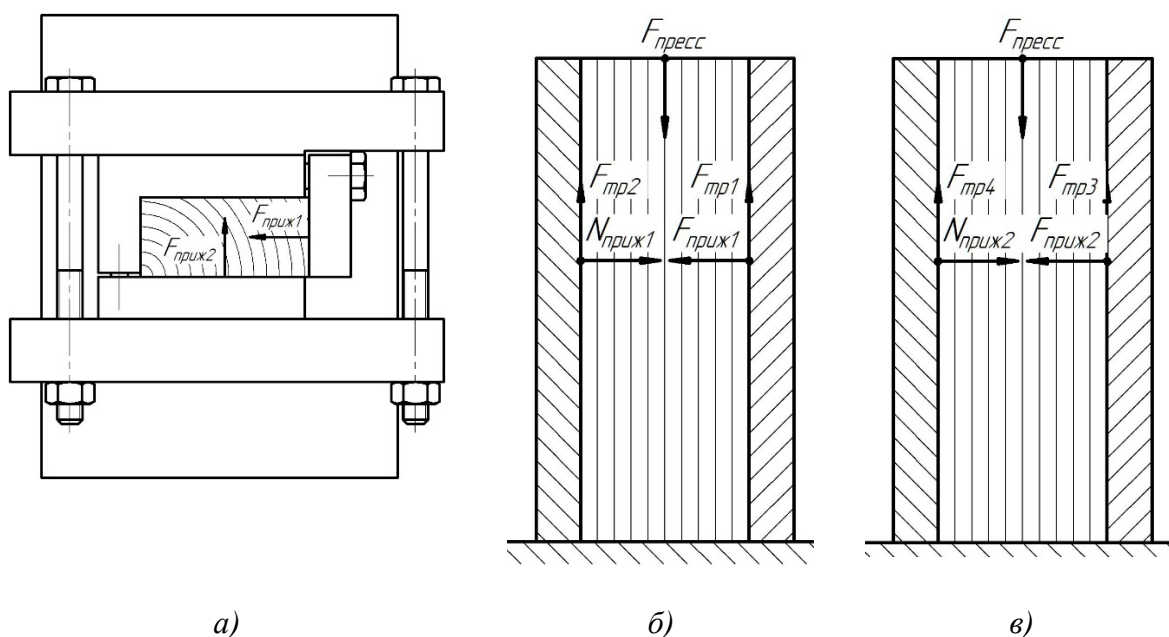


Рис. 2. Распределение сил при прессовании шипов в обжимном устройстве: а – обжимная матрица (вид сверху) [2]; б – схема сил для правой прижимной планки; в – схема сил для передней прижимной планки;

Анализируя схемы распределения сил (см. рис. 2), получаем следующее уравнение равновесия:

$$F_{пресс} = F_{тр1} + F_{тр2} + F_{тр3} + F_{тр4}. \quad (1)$$

Для создания условий равномерного обжатия заготовки зададим равенство усилий обжима

$$F_{приж1} = F_{приж2}. \quad (2)$$

Тогда с учетом равенства всех сил трения

$$F_{пресс} = 4F_{тр}, \quad (3)$$

принимая во внимание, что

$$F_{тр} = fF_{приж}, \quad (4)$$

где  $f$  – коэффициент трения, получаем формулу для нахождения усилия прижима каждой прижимной планки

$$F_{\text{приж}} = F_{\text{пресс}}/4f. \quad (5)$$

Принимаем значения  $F_{\text{пресс}} = 13000$  Н, а коэффициента трения древесины по металлу  $f = 0,4$  [3, с. 35], получаем

$$F_{\text{приж}} = 8125 \text{ Н.}$$

Площади боковых граней заготовки составили, соответственно: правой  $S_1 = 3200\text{мм}^2$  и передней  $S_2 = 6400\text{мм}^2$ , тогда давление на боковые грани, определенное по формуле

$$P = F/S, \quad (6)$$

будет равно  $S_1 = 2,54$  Мпа;  $S_2 = 1,27$  Мпа.

Сравнивая полученные значения давления с величиной расчетного сопротивления сжатию и смятию по всей площади поперек волокон  $R^A = 2,7$  МПа из СНиП II-25-80 [4], можно сделать вывод, что усилие прижима  $F_{\text{приж}} = 8125$  Н не приведет к повреждению древесины заготовки.

#### *Выводы*

В работе опытным путем определено усилие, необходимое для пресования прямоугольных шипов в торце заготовки без обжимной оснастки. Опровергнута возможность получения шипов с двух сторон заготовки без применения обжимной оснастки. Определена величина необходимого обжима заготовки, компенсирующего осевую нагрузку и позволяющего формировать шипы с двух сторон заготовки. Данные расчеты необходимо использовать при проектировании элементов обжимной матрицы, в частности для расчетов параметров прижимных винтов.

#### *Список источников*

1. Рублева О. А. Формирование шиповых соединений деталей из древесины на основе технологии торцового пресования : дис. ... д-ра техн. наук / Ольга Анатольевна Рублева. Екатеринбург, 2020. 346 с.
2. Ведерников Я. Д., Рублева О. А., Васильева Е. С. Обоснование конструктивных особенностей устройства для пластического деформирования древесины // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : материалы XIX Международного евразийского симпозиума (Екатеринбург, 18–20 сентября 2024 г.). Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 43–48.
3. Глебов И. Т. Физика древесины. Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. 80 с.
4. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. М. : Минстрой России, 2017. 100 с.

*References*

1. Rubleva O. A. The formation of tenon joints of wood parts based on the technology of cross-face pressing : dis. ... of Doctor of Technical Sciences / Olga Anatolyevna Rubleva. Ekaterinburg, 2020. 346 p.
2. Vedernikov Ya. D., Rubleva O. A., Vasilyeva E. S. Justification of the Design Features of a Device for Plastic Deformation of Wood // Woodworking: Technologies, Equipment, Management of the 21st Century : materials of the XIX International Eurasian Symposium (Ekaterinburg, September 18–20, 2024). Ekaterinburg : USFEU, 2024. P. 43–48.
3. Glebov I. T. Wood Physics : textbook for students of forestry universities. Ekaterinburg : USFEU, 2018. 80 p.
4. SR 64.13330.2017. Wood constructions. Updated version of CNR (SNIIP) II-25-80. M : Ministry of Construction of Russia, 2017. 100 p.