

Научная статья
УДК 674.052

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ярослав Дмитриевич Ведерников¹, Ольга Анатольевна Рублева²,
Елизавета Сергеевна Васильева³

¹⁻³ Вятский государственный университет, Киров, Россия

¹ vedernikov@vyatsu.ru

² rubleva@vyatsu.ru

³ usr23573@vyatsu.ru

Аннотация. Использование местного торцового прессования для формирования прямоугольных шипов в торцах деревянных заготовок является перспективным, энергоэффективным и ресурсосберегающим способом изготовления деталей для последующего их склеивания по длине. Определение основных параметров режимов процесса местного торцового прессования является одной из задач исследования, направленной на формирование требований к энергосиловым и точностным параметрам проектируемого штампового оборудования. Цель исследования – установить комплекс параметров режимов процесса местного торцового прессования, основываясь на результатах анализа параметров режимов процессов обработки давлением различных конструкционных материалов.

Ключевые слова: торцовое прессование, древесина, ресурсосбережение, обработка давлением, параметры процесса

Для цитирования: Ведерников Я. Д., Рублева О. А., Васильева Е. С. Анализ параметров режимов процесса обработки давлением конструкционных материалов // 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 XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 255–261.

Original article

ANALYSIS OF PARAMETERS OF MODES OF PRESSURE TREATMENT OF STRUCTURAL MATERIALS

Yaroslav D. Vedernikov¹, Olga A. Rubleva², Elizaveta S. Vasil'eva³

¹⁻³ Vyatka State University, Kirov, Russia

© Ведерников Я. Д., Рублева О. А., Васильева Е. С., 2025

¹ vedernikov@vyatsu.ru

² olga_ru@vyatsu.ru

³ usr23573@vyatsu.ru

Abstract. The use of local face pressing to form rectangular spikes in the ends of wooden blanks is a promising, energy-efficient and resource-saving way of preparing parts for subsequent gluing along their length. Determination of the main parameters of the modes of the local face pressing process is one of the tasks of the study aimed at forming requirements for the power and precision parameters of the designed stamping equipment. The purpose of the study is to establish a set of parameters of the modes of the local face pressing process, based on the results of the analysis of the parameters of the modes of pressure treatment of various structural materials.

Keywords: longitudinal pressing, wood, resource conservation, pressure treatment, process parameters

For citation: Vedernikov Ya. D., Rubleva O. A., Vasil'eva E. S. (2025) Analiz parametrov rezhimov processov obrabotki davleniem konstrukcionnykh materialov [Analysis of parameters of modes of pressure treatment of structural materials]. *Effektivnyi otvet na sovremennye vyzovy s uchetom vzaimodeistviya cheloveka i prirody, cheloveka i tekhnologii* [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies] : proceedings of the XVI International Scientific and Technical Conference. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 255–261. (In Russ).

Глубокая переработка древесины и использование в производстве низколиквидных и малоценных древесных отходов существенно повышают конкурентоспособность продукции и эффективность производства лесоперерабатывающих предприятий. Сращивание заготовок по длине является одним из способов использования короткомерных отходов лесопиления. Наиболее распространенным способом получения торцовых шипов для склеивания заготовок по длине является фрезерование. Существует альтернативный инновационный способ получения шипов в торцах заготовок, обладающий рядом технологических преимуществ, – местное торцовое прессование [1].

Одной из проблем широкого внедрения данного способа обработки является отсутствие разработанной технологической оснастки [2], в частности, отсутствие требований к энергосиловым и точностным параметрам проектируемого штампового оборудования.

Целью работы является поиск необходимого набора параметров режимов для процесса обработки давлением древесины способом местного торцового прессования.

Задачи исследования:

- 1) определить наиболее распространенные способы обработки давлением различных конструкционных материалов;
- 2) выявить параметры режимов обработки, наиболее существенно влияющие на качество получаемых изделий или материалов;
- 3) предложить набор параметров режимов для процесса торцового прессования древесины.

Для проведения сравнительного анализа выделим в конструкционных материалах три группы: металлы и их сплавы, пластмассы, древесина и древесные материалы. Проведенный анализ опубликованных работ в области обработки давлением показал, что все эти группы материалов подвергаются обработке давлением для изменения формы, размеров или механических характеристик; также обработка давлением может быть использована непосредственно для создания какого-либо из этих материалов.

Металлы и сплавы. Наиболее распространенными способами обработки металлов давлением являются: прессование порошков и металлов, волочение, ковка и объемная штамповка, прокатка. Основными факторами, влияющими на процесс деформирования и формируемые свойства металлов, являются: степень деформации, температура деформации, скорость деформации, величина силы трения (которая зависит от химического состава металла, наличия или отсутствия смазки и ее типа, состояния поверхности инструмента и обрабатываемого металла и других факторов), геометрия прессового инструмента [2, 3].

В табл. 1 представлены наиболее существенные, с точки зрения авторов [2, 3], параметры обработки давлением металлов на примере нескольких видов обработки. Знаком + отмечены параметры, имеющее большее влияние на качество обработки давлением.

Таблица 1

Параметры обработки давлением металлов
для различных видов обработки [2, 3]

Параметр обработки	Прессование порошков	Прессование металлов	Волочение	Прокатка	Ковка и объемная штамповка
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Температура деформации	+	+	+	+	+
Скорость деформации	—	+	+	+	+
Степень деформации/Давление	+	+	+	+	+

Окончание табл. 1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Сила трения	–	+	+	+	–
Время выдержки под давлением	+	–	–	–	–
Структура металла	–	+	+	+	–
Геометрия инструмента	–	+	+	+	–

Проанализировав данные табл. 1, можно сделать вывод, что для обработки давлением металлов наиболее существенными параметрами большинства режимов являются: температура деформации, степень деформации или величина давления и скорость деформации.

Пластмассы. Пластмассы делятся на газонаполненные, порошковые и волокнистые [4]. Диапазоны режимов обработки давлением при получении деталей из указанных видов пластмасс приведены в табл. 2 [4, 5]. Время заполнения полости пресс-формы и время выдержки под давлением зависит от толщины изделия и рассчитывается по эмпирическим формулам для каждой обрабатываемой детали.

Таблица 2

Параметры обработки давлением пластмасс [4, 5]

Параметр обработки	Прессовый метод переработки газонаполненных пластмасс в изделия	Прессовый метод переработки порошковых пластмасс в изделия	Получение волокнистых пластмасс
Температура разогрева пресс-формы, °С	110–190	110–190	110–190
Давление прессования, МПа	30–40	15–50	40–70
Время, мин	0,5–60	0,5–60	0,5–60

Анализ источников [4, 5] позволяет отнести к существенным параметрам режимов обработки пластмасс температуру, давление прессования и время выдержки под давлением.

Древесина и древесные материалы. Б. Н. Уголев в работе [6] подразделяет древесину на цельную, модифицированную, строганую и измельченную. В отдельной группе Б. Н. Уголев рассматривает композиционные древесные материалы, среди которых выделяет клееную массивную древесину и материалы, изготовленные из измельченной древесины [6].

Прессование цельной массивной древесины рассмотрено в трудах П. Н. Хухрянского [7], В. А. Шамаева [8], О. А. Рублевой [1] и некоторых других авторов. Результаты анализа этих трудов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры обработки давлением массивной древесины [1, 7, 8]

Параметр обработки	Модифицированная древесина	Немодифицированная древесина
Температура прессования, °С	100–180	18–25
Давление прессования, МПа	20–30	30
Время прессования, мин	0,5–2000	0,5–10
Влажность, %	30	5–18
Степень деформации, %	до 50	–

В работах [9,10] рассмотрены режимы производства и обработки композиционных древесных материалов. Результат анализа работ представлен в табл. 4.

Таблица 4

Параметры обработки давлением композиционных древесных материалов [9, 10]

Параметр обработки	Фанера	Древесно-стружечная плита	Древесно-волокнистая плита	Ориентированно-стружечная плита
Температура прессования, °С	105–115	105–120	200–220	150
Давление прессования, МПа	1,8–2,5	1,4–4,0	3,5–7	4
Время прессования, мин	2–13	10–12	7–11	6,3
Влажность, %	4–12	2–4	6–30	4–8

Анализ данных, приведенных в табл. 3 и 4, позволяет сделать вывод, что значимыми параметрами для обработки давлением древесины

и древесных материалов являются температура прессования, давление прессования, время прессования и влажность древесины.

В работе проанализирована имеющаяся в источниках информация об обработке давлением различных материалов и выявлены наиболее существенные параметры режимов процессов прессования. На основе данного анализа можно предположить, что для нового способа местного прессования деревянных заготовок вдоль волокон определяющими факторами, влияющими на качество обработанных заготовок, являются давление прессования, время прессования, влажность древесины, температура прессования. Задачей для дальнейшего исследования является формирование требований к энергосиловым и точностным параметрам проектируемого штампового оборудования для изготовления деталей с прессованными шипами с учетом влияния параметров режимов процесса обработки.

Список источников

1. Рублева О. А. Формирование шиповых соединений деталей из древесины на основе технологии торцового прессования : дисс. ... д-ра техн. наук / Рублева Ольга Анатольевна. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 346 с.
2. Смирнов В. С. Теория обработки металлов давлением : учебник для студентов вузов. М. : Металлургия, 1973. 496 с.
3. Северденко В. П. Теория обработки металлов давлением : учебник для вузов по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением». Минск : Вышш. школа, 1966. 223 с.
4. Машиностроительные материалы : краткий справочник / В. М. Раскатов [и др.]. 3-е изд. М. : Машиностроение, 1980. 511 с.
5. Басов Н. И., Брагинский В. А., Казанков Ю. В. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов : учебник для вузов. М., 1991. 352 с.
6. Уголев Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение: учебник. М. : Академия, 2011. (Среднее профессиональное образование. Воспроизводство и переработка лесных ресурсов).
7. Хухрянский П. Н. Прессование древесины. 3-е изд., испр. и доп. М. : Лесная пром-сть, 1964. 351 с.
8. Шамаев В. А., Никулина Н. С., Медведев И. Н. Модифицирование древесины : монография. М. : ФЛИНТА, 2013. 448 с.
9. Васечкин Ю. В. Технология и оборудование для производства фанеры : учебник для лесотехн. техникумов. М. : Лесн. пром-сть, 1983. 312 с.

10. Вигдорович А. И., Сагалаев Г. В., Поздняков А. А. Древесные композиционные материалы в машиностроении : справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1991. 233 с.

References

1. Rubleva O. A. The formation of spike joints of wood parts based on the technology of face pressing : dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences / Rubleva Olga Anatolyevna. Yekaterinburg : USFEU, 2020. 346 p.

2. Smirnov V. S. Theory of metalworking by pressure : textbook for university students. M. : Metallurgy, 1973. 496 p.

3. Severdenko V. P. Theory of metalworking by pressure : textbook for universities specializing in «Machines and technology of metalworking by pressure». Minsk : Higher School, 1966. 223 p.

4. Mechanical engineering materials: A short reference / V. M. Raskatov [et al.]. 3rd. ed. M. : Mechanical engineering, 1980. 511 p.

5. Basov N. I., Braginsky V. A., Kazankov Yu. V. Calculation and design of forming tools for the manufacture of products from polymer materials: Textbook for universities, 1991. 352 p.

6. Ugolev B. N., Ugolev B. N. Wood science and forest commodity science : a textbook for students of educational institutions of secondary vocational education studying in the specialties Logging technology. 4th ed., revised. Moscow : Academy, 2011. (Secondary vocational education. Reproduction and processing of forest resources).

7. Khukhriansky P. N. Wood pressing. 3rd ed., ispr. and add. Moscow : Lesnaya prom., 1964. 351 p.

8. Shamaev V. A., Nikulina N. S., Medvedev I. N. Wood modification : monograph . M. : FLINT, 2013. 448 p.

9. Vasechkin Yu. V. Technology and equipment for the production of plywood : [Textbook for forestry. technical schools]. M. : Lesn. prom-st, 1983. 312 p.

10. Vigdorovich A. I., Sagalaev G. V., Pozdnyakov A. A. Wood composite materials in mechanical engineering : Handbook. 2nd ed., reprint. and an additional one. M. : Mashinostroenie, 1991. 233 p.