

Научная статья
УДК 674.052

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗОНЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ШИПА НА ТОЧНОСТЬ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ ТОРЦОВЫМ ПРЕССОВАНИЕМ БЕЗ БАЗИРУЮЩЕЙ ОСНАСТКИ

Ярослав Дмитриевич Ведерников¹, Елизавета Сергеевна Васильева²,
Ольга Анатольевна Рублева³

^{1, 2, 3} Вятский государственный университет, Киров, Россия

¹ vedernikov@vyatsu.ru

² usr23573@vyatsu.ru

³ rubleva@vyatsu.ru

Аннотация. Местное торцовое прессование – инновационный перспективный способ формирования шипов на торцах деревянных заготовок для последующего их склеивания по длине. Для обеспечения качественного клеевого соединения необходимо выдерживать определенные точностные параметры. Одним из наиболее существенных является толщина шипа. Цель исследования – оценить влияние положения шипа на торце заготовки относительно ее кромки на отклонение размеров толщины шипа.

Ключевые слова: прессование древесины, шиповое соединение, точность

Для цитирования: Ведерников Я. Д., Васильева Е. С., Рублева О. А. Экспериментальная оценка влияния зоны расположения шипа на точность его формирования торцовым прессованием без базирующей оснастки // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 492–496.

Original article

EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE SPIKE LOCATION ZONE ON THE ACCURACY OF ITS FORMATION BY LONGITUDINAL PRESSING WITHOUT BASING EQUIPMENT

Yaroslav D. Vedernikov¹, Elizaveta S. Vasilyeva², Olga A. Rubleva³

^{1, 2, 3} Vyatka State University, Kirov, Russia

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

¹ vedernikov@vyatsu.ru

² usr23573@vyatsu.ru

³ rubleva@vyatsu.ru

Abstract. Local longitudinal pressing is an innovative promising method of forming spikes on the ends of wooden blanks for their subsequent gluing along the length. To ensure a high-quality adhesive connection, it is necessary to maintain certain accuracy parameters. One of the most significant is the thickness of the spike. The purpose of the study is to evaluate the effect of the position of the spike at the end of the workpiece relative to its edge on the deviation of the size of the thickness of the spike.

Keywords: wood pressing, spike connection, precision

For citation: Vedernikov Ya. D., Vasilyeva E. S., Rubleva O. A. (2025) Eksperimental'naya ocenka vliyaniya zony raspolozheniya shipa na tochnost' ego formirovaniya torcovym pressovaniem bez baziruyushchej osnastki [Experimental evaluation of the influence of the spike location zone on the accuracy of its formation by longitudinal pressing without basing equipment]. Nauchnoe tvorчество molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 492–496. (In Russ).

Использование короткомерных отходов деревообработки в производстве является одним из вариантов глубокой переработки древесины. Одним из наиболее рентабельных способов является склеивание заготовок по длине. Для увеличения прочности клеевого соединения на торцах заготовок выполняются конструктивные элементы – шипы. Существует несколько способов формирования шипов на торцах заготовок: в том числе фрезерование, являющееся наиболее распространенным, а также – инновационный способ – местное торцовое прессование [1, 2].

Одной из задач внедрения способа торцового прессования в производство является определение оптимальных параметров инструмента для формирования шипов. Такие параметры были предложены в работе [1], где рассматривалось формирование прямоугольных шипов в специальной оснастке, обжимающей заготовку со стороны кромок. Однако в работе [1] не рассмотрена зависимость точности формирования отдельного шипа от его расположения относительно кромки заготовки.

Целью работы является экспериментальная оценка влияния зоны расположения шипа на торце заготовки относительно кромки на отклонения размеров толщины шипа.

Задачи исследования:

1) произвести обработку необжатых деревянных заготовок с целью получения прессованных шипов на торце;

- 2) произвести замеры толщин шипов;
- 3) оценить влияние положения шипа относительно кромки на его толщину при помощи инструментов статистического анализа.

Материалы и методы

В качестве материала заготовок использовалась древесина сосны влажностью 8 %. Размеры заготовок составили 20×40×160 мм. Параметры рабочей части пуансона: ширина шипов – 2,1 мм, ширина проушин – 2,1 мм, высота шипов – 10 мм, точность изготовления всех элементов – по 14 квалитету. Материал пуансона – сталь Ст3. Прессование шипов осуществлялось на гидравлическом прессе П6324, усилие прессования – 800...1100 кгс, скорость прессования – 2...4 мм/с. Замеры толщины шипов производились на инструментальном микроскопе ИМЦЛ 150×75.

Результаты исследования и их обсуждение

У каждой заготовки была обозначена лицевая сторона, нумерация шипов проводилась слева направо. Результаты измерения шипов приведены в таблице.

Результаты измерения шипов, мм

Обо- значе- ние шипа	№ детали										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Шип 1	2,207	2,268	2,298	2,178	2,025	2,309	2,186	2,174	2,398	2,198	2,267
Шип 2	2,183	2,139	1,995	2,249	2,143	2,242	2,105	2,086	2,142	2,528	2,198
Шип 3	2,271	2,113	2,060	2,124	2,105	2,222	2,102	2,058	2,227	2,276	2,109
Шип 4	2,234	2,175	2,057	2,077	2,230	2,176	2,246	2,228	2,259	2,238	2,184
Шип 5	2,261	2,251	2,149	2,074	2,137	2,249	2,231	2,209	2,291	2,294	2,211
Шип 6	2,173	2,093	1,995	2,171	1,998	2,210	2,170	2,111	2,238	2,194	2,288
Шип 7	2,153	2,119	2,145	2,173	2,780	2,100	2,130	2,246	2,196	2,109	2,230
Шип 8	2,043	2,130	2,209	2,017	2,246	2,143	2,159	2,137	2,277	2,188	2,264
Шип 9	2,133	1,939	2,067	2,276	2,132	2,326	2,132	2,084	2,023	2,111	2,174

Для определения наличия влияния расположения шипа относительно кромки детали на отклонения толщины использовались инструменты статистического анализа MS Excel: диаграмма размаха (рис. 1) и однофакторный дисперсионный анализ (рис. 2).

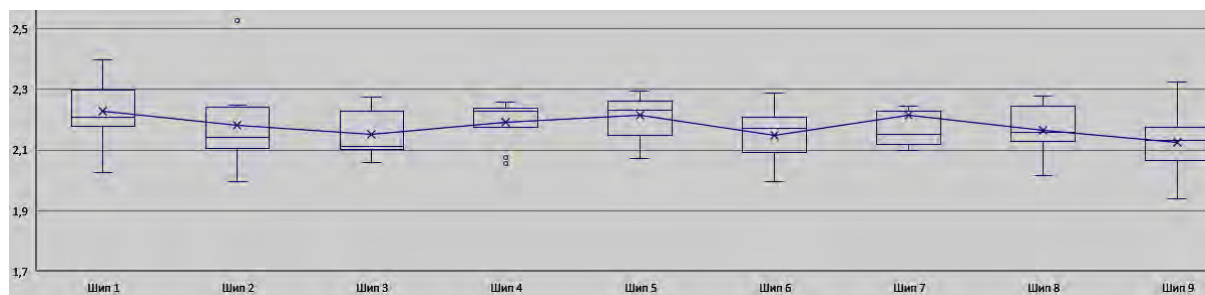


Рис. 1. Диаграмма размаха

По диаграмме размаха (см. рис. 1) можно сделать выводы о том, что средние значения толщины шипов находятся в пределах от 2,1 мм до 2,25 мм, а 75 % всех значений толщины находятся в пределах от 2,1 до 2,3 мм. Согласно ГОСТ 25346–2013 [3] значение отклонение 0,2 мм для номинального размера 2,1 мм соответствует 14 качеству точности. Также обращает на себя внимание разброс размеров шипов 1, 2, 8, 9, он выше, чем у шипов, находящихся внутри заготовки, что говорит о влиянии отсутствия бокового обжатия на стабильность размеров крайних шипов.

При выполнении однофакторного дисперсионного анализа в качестве нулевой гипотезы H_0 была принята гипотеза о том, что расположение шипа относительно кромки заготовки (номер шипа) не влияет на его точность. В качестве номинативной переменной использовался порядковый номер шипа. В качестве зависимой переменной (отклика) использовалось количественное значение – толщина шипа. При выполнении анализа были исключены выбросы, обнаруженные на диаграмме размаха (см. рис. 1).

Однофакторный дисперсионный анализ						
ИТОГИ						
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
Шип 1	11	24,508	2,228	0,0093212		
Шип 2	10	21,482	2,1482	0,0057784		
Шип 3	11	23,667	2,151545455	0,006622273		
Шип 4	9	19,97	2,218888889	0,001015861		
Шип 5	11	24,357	2,214272727	0,004720818		
Шип 6	11	23,641	2,149181818	0,008558564		
Шип 7	10	21,601	2,1601	0,002535211		
Шип 8	11	23,813	2,164818182	0,007068764		
Шип 9	11	23,397	2,127	0,0115962		
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	0,114095	8	0,014261927	2,183099968	0,036486389	2,047958467
Внутри групп	0,561828	86	0,006532879			
Итого	0,675923	94				

Рис. 2. Однофакторный дисперсионный анализ

В результате однофакторного дисперсионного анализа получаем статистическую значимость $p = 0,036$, что меньше уровня значимости $\alpha = 0,05$, это позволяет опровергнуть нулевую гипотезу об отсутствии влияния положения шипа на его точность. Вероятность того, что было принято неверное решение и отвергнутая гипотеза верна, составляет 3,6 %. Также необходимость отвергнуть нулевую гипотезу подтверждает значение критерия Фишера $F = 2,18$, которое больше его критического значения $F_{\text{критическое}} = 2,05$.

Выводы

В работе проанализированы результаты измерения ширины шипов, полученных торцовым прессованием и доказано, что положение шипа относительно кромки заготовки влияет на точность получаемого размера ширины шипа. Для однозначного определения причины повышенного разброса размеров крайних шипов необходимо провести эксперименты с образцами в специальной оснастке заготовками, это позволит исключить изменение размеров шипов за счет подпора внутренних слоев заготовки.

Задачей для будущих исследований также является оценка влияния точности изготовления пуансона на точность шипов и оценка совместного влияния двух факторов: расположения шипа относительно кромки и точности изготовления пуансона, для этих целей возможно использовать такой инструмент статистического анализа, как двухфакторный дисперсионный анализ.

Список источников

1. Рублева О. А. Формирование шиповых соединений деталей из древесины на основе технологии торцового прессования : дис. ... д-ра техн. наук / Ольга Анатольевна Рублева. Екатеринбург, 2020. 346 с.
2. Ведерников Я. Д., Рублева О. А. Разработка конструкции матрицы для формирования прямоугольных шипов способом торцового прессования // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : материалы XV международной научно-технической конференции (Екатеринбург, 8 февраля 2024 года). Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 536–539.
3. ГОСТ 25346–2013. Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические : межгосударственный стандарт. Введен 01.07.2015. М. : Стандартинформ, 2019. 41 с.