

DOI: <https://doi.org/10.36910/4293-52779-2025-17-01-06>
УДК 621.7

¹ Повстяной О. Ю.
д-р, техн., наук, професор
ORCID: 0000-0002-1416-225X
² Русаков Д. С.
викладач-методист

¹ Луцький національний
технічний університет / Україна
² Ковельський промислово-
економічний фаховий коледж /
Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ШПОНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ SOLIDWORKS

Анотація: обладнання для виробництва шпону. Це дозволить оптимізувати виробничу роботу із користю як для залучення додаткових інвестицій, так і для підтримання екологічного добробуту людини. Детальне вивчення процесу роботи автоматичної лінії дубового шпону, визначення основних недоліків в її роботі та методи їх усунення, а також основні методи оптимізації обладнання є актуальною в сучасних умовах виробництва. В роботі показано модернізацію корпусу гідроциліндра. Стаття показує розробку нових або перевірку існуючих пристроїв на придатність для використання в технології виготовлення деталей відповідної складності за допомогою сучасного програмного забезпечення SolidWorks.

Ключові слова: Шпон, оптимізація, гідроциліндр, SolidWorks.

ВСТУП, ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У даний час дубовий шпон – найпопулярніший матеріал в меблевій промисловості. Головні переваги шпону – низька вартість і простота обробки.

Шпон – дерев'яний матеріал, що являє собою тонкі листи деревини. Якість пиляного шпону значно вища, ніж струганого. Пиляний шпон виключає можливість внутрішніх тріщин, які можуть призвести до розтріскування лицевої сторони паркету. Крім того, текстура пиляного шпону не відрізняється від текстури масивної дошки для підлоги.

Повноцінним сировиною для шпону є породи листяних дерев. Наявність гідрофобізуючих, антисептичних та інших добавок обумовлює міцність і довговічність матеріалу.

Простота в виробничому процесі, все виробництво полягає в правильній, якісній обрізці листів потрібного розміру матеріалу.

Для виготовлення шпону використовується шпонострогальних верстат. Для виробництва такого виду шпону часто використовують більш цінні породи дерев, які мають гарну текстуру – дуб, акація, горіх, червоне дерево, ясен, береза тощо. Цей вид шпону найбільш популярний, так як саме на ньому видно всю красу порід деревини. Кожен лист матеріалу має свою унікальну текстуру, завдяки тому, що при зрізі змінюються кути щодо поперечної або

поздовжньої заготовки. струганий шпон набув значного поширення в меблевому виробництві.

Лінія ламінування ДСП складається з безлічі основних і допоміжних систем, що забезпечують транспортування, позиціонування, підтримку необхідних температур, пресування, сортування готової продукції.

Пресування являється основним етапом у процесі формування ламінованої плити, під час якого відбувається склеювання плівки з зовнішніми шарами шпону. Процес склеювання відбувається одночасно по всій поверхні шпону за рахунок великої площі траверси преса. Опускання траверси відбувається за допомогою шести силових гідроциліндрів. Також в установці преса присутні додаткові гідроциліндри призначені для піднімання траверси преса.

Для забезпечення роботи преса, на ньому встановлені силові гідроциліндри які опускають траверсу преса, після того як основні гідроциліндри спрацювали, з витримкою в декілька секунд спрацьовують гідроциліндри які піднімають траверсу преса. Гідравлічна система опускання та піднімання преса являється замкнутою та має три джерела живлення, а саме регульовані насоси Н1, Н2 з вихідним тиском 40МПа та 20МПа і гідроакумулятор А1 для накопичення та вирівнювання рівномірності тиску в гідросистемі.

Основним недоліком преса є швидкий знос ущільнень притискних гідроциліндрів, відбувається підтікання масла через ущільнення що зумовлює втрату тиску в порожнині гідроциліндра, змінюється сила притискання по всій поверхні траверси преса. Також підтікання гідравлічної рідини, може спровокувати її попадання на поверхню ламінованої ДСП, що може відобразитись на якості її покриття.

Втрата тиску в гідроциліндрах може призвести до перекосу траверси преса, що зумовить появу надломів на деревостружковій плиті а також появи задирів та рисок на поверхні штоків гідроциліндра. Частий знос ущільнень потребує постійного технічного обслуговування, що потребує зупинку лінії на 2-3 дні, один день потрібен на охолодження преса, та 2 на розбирання та заміну ущільнень або штоків вартість яких є дуже висока. Це зумовлює значні економічні втрати на виробництві. Температура гідроциліндрів по всій поверхні не є рівномірною.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вплив обробки, наприклад пресування плити, та його подальша оптимізація процесів виготовлення шпону представлена у [1, 2]. Тут проведено чисельне моделювання з формування, відкидання та деформації пресування шпону. Крім того, важливу роль в шпонуванні ДСП також відіграють пластифікатори, клеї тощо. Автори [3] вивчали застосування фенольних смол у формуванні шпону.

Комп'ютерні технології та моделювання широко використовуються в галузі виробництва та застосування деревини [4]. Найбільш часто використовуваною технологією для оптимізації є багат шарове сприйняття, природа якого як наближення універсальної функції робить його потужним

інструментом для моделювання складних зв'язків між змінними для оптимізації параметрів [5].

Метод Тагучі дозволив визначити ефект параметрів та вплив їх на оптимізацію [6]. Однак часто цього буває недостатньо для оцінки параметрів, дотримуючись єдиної функції оптимізації. У таких випадках використовуються методи оптимізації з кількома змінними.

Відповідаючи на ці потреби, концепція оптимізації роботи та вдосконалення агрегатів та вузлів пресувального обладнання для ДСП спрямована на оптимізацію роботи просявають рішення, які необхідно прийняти на загальному рівні.

З огляду на це, інструменти оптимізації широко використовуються для підтримки ефективності і надійності рішення у виробничих та технологічних системах. Шляхом моделювання процесів прийняття рішень відповідно до критерії ефективності та обмеження, а також впровадження алгоритмів оптимізації можна підвищити продуктивність пресувального обладнання, одночасно зменшуючи витрати та вирішуючи проблему [7].

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

У ході визначення недоліків роботи гідроциліндрів було прийнято наступні завдання: встановити більш зносостійкі ущільнення для даного діапазону температур і внутрішнього тиску силових гідроциліндрів; здійснити повторний розрахунок розрахунок деформації корпусу гідроциліндра; провести розрахунок посадок для ущільнень; визначити основну причину такого зносу та виготовити новий гідроциліндр; провести економічне обґрунтування модернізації автоматичної лінії ламінування шпону.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Гідроциліндри піднімання служать для піднімання траверси преса після процесу ламінування. В спроектованому пресі їх встановлено 4. Основним недоліком даних гідроциліндрів являється відсутність їхньої синхронної роботи. Для ліквідації даного недоліку було спроектовано гідроциліндри із гідравлічною системою синхронізації. За основу для проектування було взято стару конструкцію гідроциліндрів. На рисунку 1 зображено нову конструкцію гідроциліндрів піднімання.

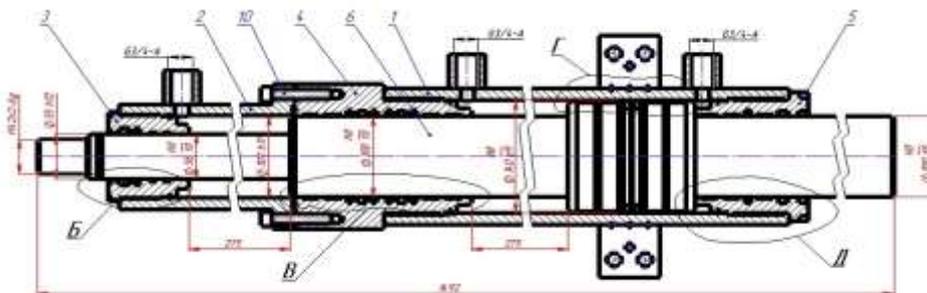


Рисунок 1 – Гідроциліндр піднімання траверси преса

У новій конструкції гідроциліндрів було встановлено додаткову синхронізуючу гільзу 2, який через систему клапанів має зв'язок із робочою порожниною основного гідроциліндра, ця гільза закріплена за допомогою 12 гвинтів М12 до кришки 4. В гідроциліндрі встановлений двохступінчастий шток з монолітним поршнем, який має хід 275 мм, ущільнення для забезпечення коректної роботи штока встановлені в кришках 4,5,3. Для запобігання перекосу штока та надмірного зносу ущільнень гідроциліндра в кришках встановлені направляючі із поліуретану. Для забезпечення точності складальної одиниці, гідроциліндр було спроектовано в системі Solid Works та перевірено на наявність конфліктів деталей в зборці за допомогою команди «перевірити інтерференцію». Всі недоліки складальної одиниці біло усунено після чого був проведений повторний аналіз.

На рисунку 2 зображено результати аналізу даної конструкції.

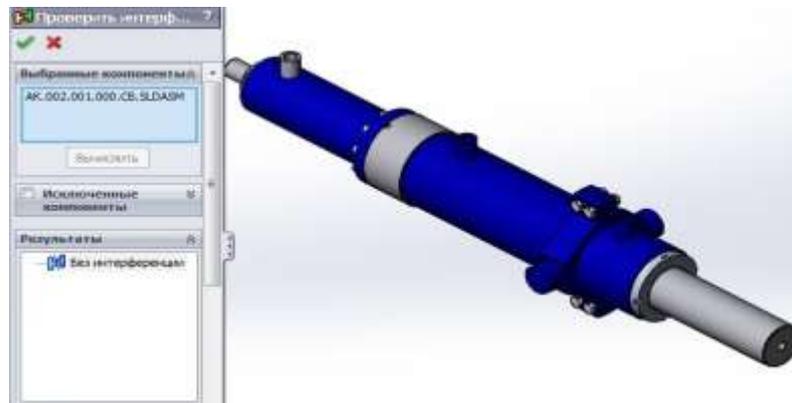


Рисунок 2 – Аналіз конфліктуєчих деталей складальної одиниці

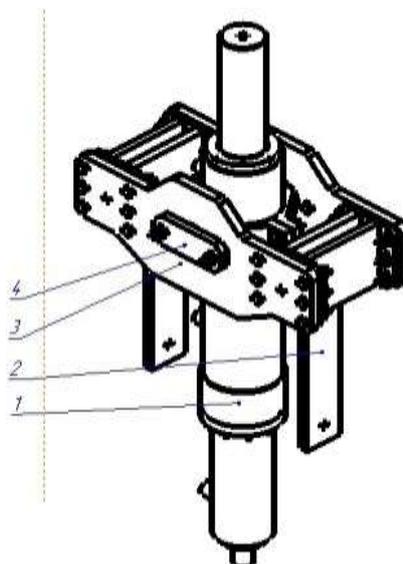


Рисунок 3 – Конструкція кріплення гідроциліндра синхронізації

Після створення нової конструкції гідроциліндрів, з'явилась необхідність в проектуванні нової конструкції кріплення гідроциліндрів. За основу нового кріплення було взято кріплення старого зразка. Нова конструкція кріплення гідроциліндра зображена на рисунку 3.

Кріплення складається із двох кронштейнів 2, несучих балочний пластин 3 та фіксуючих кришок гідроциліндрів 4. Для перевірки стійкості нового кріплення гідроциліндрів було виконано статичний аналіз пласти 3 в SolidWorks Simulation. Модель була навантажена силою яка з'являється під час підйому траверси преса та безпосередньо діє на посадочне місце кріплення гідроциліндра. В результати досліджу зображено на рисунку 4.

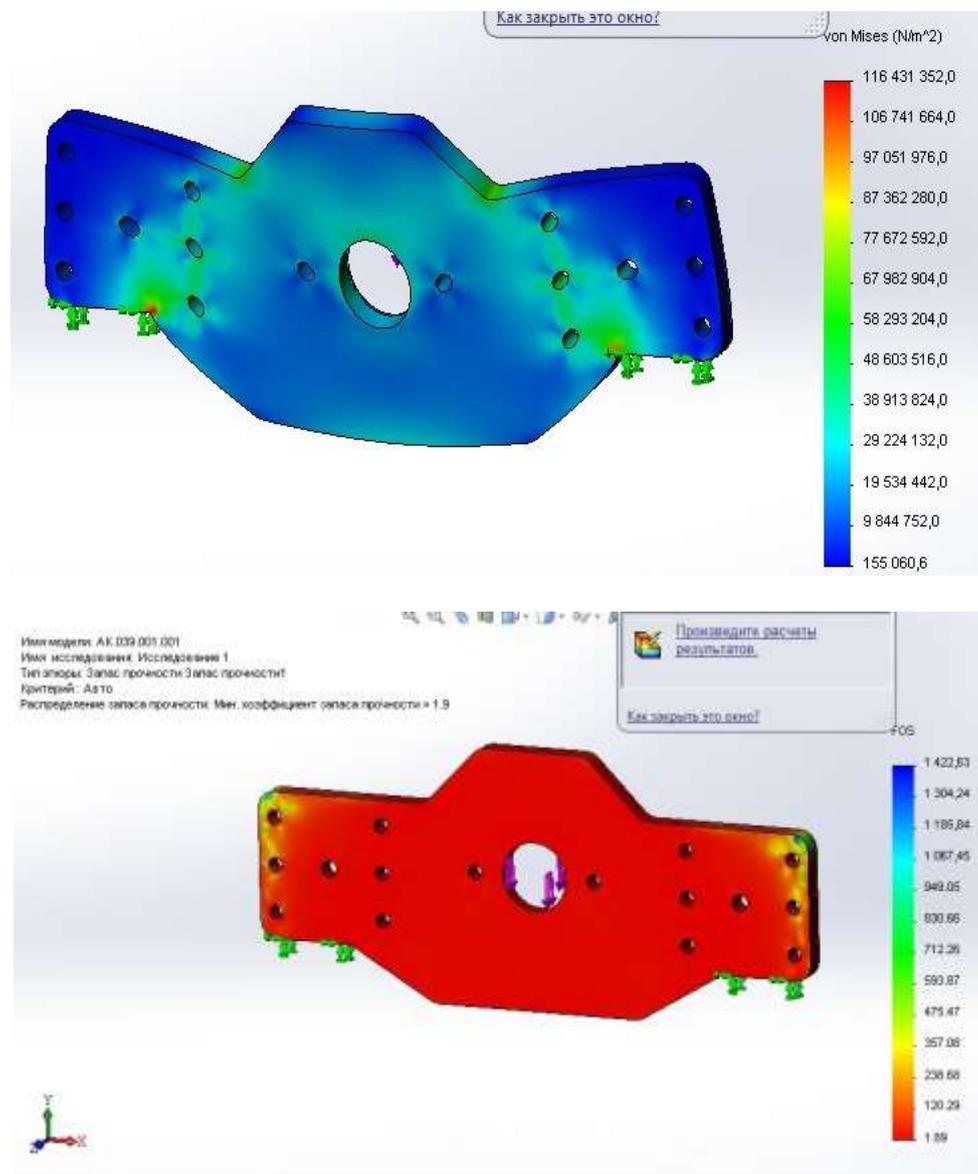


Рисунок 4 – Статичний аналіз деталі

ВИСНОВКИ

Обґрунтовані технічні рішення щодо виготовлення деталі з найбільш доцільним і ефективним використанням технологічного устаткування обумовлені розрахунками та розробкою нових конструкцій гідроциліндрів. Було проведено відповідне аналітичне та розрахункове дослідження з описом розробки конструкції гідроциліндра в SolidWorks Simulation. За результатами аналізу можна зробити висновок, що кріплення гідроциліндрів відповідає експлуатаційним вимогам та має запас міцності 1,9.

Слід відмітити, що підбираючи обладнання і інше технологічне оснащення, необхідно досягати максимального розширення універсальності модернізації вузла та виготовлення деталі.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Hong, S.; Gu, Z.; Chen, L.; Zhu, P.; Lian, H. Synthesis of phenol formaldehyde (PF) resin for fast manufacturing laminated veneer lumber (LVL). *Holzforschung* 2018, 72. Pp. 745-752.
- [2] Ormarsson, S.; Sandberg, D. Numerical simulation of hot-pressed veneer products: Moulding, spring-back and distortion. *Wood Mater. Sci. Eng.* 2007, 2. Pp. 130-137.
- [3] Franke, T.; Herold, N.; Buchelt, B.; Pfriend, A. The potential of phenol-formaldehyde as plasticizing agent for moulding applications of wood veneer: Two-dimensional and three-dimensional moulding. *Eur. J. Wood Wood Prod.* 2018, 76. Pp. 1409-1416.
- [4] *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 40:41-51.
- [5] Gupta, A.; Vaishya, R.; Khan, K. L. A.; Walia, R. S.; Singh, H., 2019: Multi-response optimization of hybrid filler composition for pultruded jute fiber reinforced polymer composite. *Materials Research Express*, 6 (11). Pp. 1-14. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab4945>
- [6] A. Lobos and J. R. Vera. «Intertemporal stochastic sawmill planning: Modeling and managerial insights» *Comput. Ind. Eng.* 2016, vol. 95. Pp. 53-63.
- [7] C. G. Lundahl. «Optimized processes in sawmills». Licentiate thesis, Dept. Eng. Sci. Math., Luleå Univ. Technol., Division Wood Technol., Skellefteå Campus, Skellefteå, Sweden, 2007.

OPTIMIZATION OF EQUIPMENT DESIGNS FOR VENEER PRODUCTION USING SOLIDWORKS SOFTWARE

¹ *Povstianoi O. DThSc., Professor*

² *Rusakov D. Teacher-Methodologist*

¹ *Lutsk National Technical University / Ukraine*

² *Kovel Industrial and Economic Vocational College / Ukraine*

Abstract. The article shows the introduction of computer technologies for optimizing the designs of equipment for the production of veneer. This will allow

optimizing production work with the benefit of both attracting additional investments and maintaining human environmental well-being. A detailed study of the process of operation of an automatic oak veneer line, identifying the main shortcomings in its operation and methods for their elimination, as well as the main methods of optimizing equipment is relevant in modern production conditions. The paper shows the modernization of the hydraulic cylinder housing. The article shows the development of new or testing existing devices for suitability for use in the technology of manufacturing parts of appropriate complexity using modern SolidWorks software.

Keywords: veneer, optimization, hydraulic cylinder, SolidWorks.

Дата першого надходження
статті до видання
17.03.2025 р.

Дата прийняття статті до друку
статті після рецензування
30.04.2025 р.

Дата
оприлюднення
21.06.2025 р.