

А.А. Калина¹, Є.М. Миськів²

¹ Національний лісотехнічний університет України,
м. Львів, Україна, <https://orcid.org/0009-0003-8191-9800>

² Національний лісотехнічний університет України,
м. Львів, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-1762-4728>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОВЖИНИ РІЗУ НА ШВИДКІСТЬ ПОДАЧІ

Анотація. Виконано серію експериментів з розкрою плитних матеріалів різного розміру на обладнанні з CNC типу пильний центр. Встановлено залежність максимальної швидкості робочої подачі пильного вузла від довжини різку. Досліджено, що для потреб розкрою заготовок невеликого розміру, достатнім є застосування обладнання з невеликими швидкостями робочих подач пильного вузла, а відповідно й нижчої вартості.

Ключові слова: технологічний параметр, плитний матеріал, меблева заготовка, швидкість подачі.

Масивна деревина та матеріали на основі деревини є дуже розповсюдженими та функціональними матеріалами, що використовуються для виробництва меблів та оздоблення інтер'єрів. Такі матеріали створюють затишок та комфорт [1, 2, 3], а унікальні для деревини текстура та колір дозволяють створити неповторні акценти в стилістичних рішеннях. Окрім того, широкого розповсюдження набули покриття для підлоги на основі деревини та її похідних.

Для виробництва меблевих виробів часто використовують такі плитні матеріали, як плити деревинностружкові, плити деревинноволокнисті, в тому числі ламіновані, тобто покриті тонкими меламіновими плівками або шпоновані. Крім того в елементах оздоблення інтер'єрів та підлогових покриттях широкого застосовуються такі матеріали як фанера, багат шарові дерев'яні панелі та плити деревинностружкові з орієнтованою стружкою, що також використовуються в будівництві [4].

Технологічний процес виготовлення виробів з плитних матеріалів розпочинається з розкрою матеріалу на заготовки потрібних розмірів. Ця операція має значний вплив на ефективність виробництва, що обумовлює наявність широкої номенклатури обладнання, доступного до застосування на даному етапі [5].

За необхідності виготовлення заготовок з криволінійними зовнішніми контурами або у випадку доцільності поєднання етапу розкрою плитних матеріалів з операціями свердління та фрезерування можливе застосування обробних центрів з CNC та технології «Nesting». Та все ж універсальним обладнанням для розкрою плитних матеріалів є форматно-розкрійні верстати та пильні центри з CNC [6]. Порівнюючи ці види обладнання можна виділити значну різницю у вартості не на користь останніх, а також те, що постійно зайнята площа виробничого приміщення, яка необхідна для встановлення пильного центру може бути дещо більшою. З іншого боку використання розкрійного обладнання з CNC має ряд переваг, серед яких: можливість автоматизації завантаження матеріалу на верстат; зручність одночасного розкрою декількох листів матеріалу (так званий «пакетний» розкрій); вища якість різку за рахунок наявності притискної балки, що особливо актуально при розкрої листів з наявним відхиленням від площинності; підвищення показників продуктивності за рахунок застосування спеціалізованого програмного забезпечення [7]; залучення меншої кількості кваліфікованих робітників, що особливо важливо з огляду на складність забезпечити виробництво необхідною кількістю персоналу робочих спеціальностей в умовах дії воєнного

стану, окрім того, зменшення фізичного навантаження на персонал збільшує можливості залучення жінок на посаду оператора.

Проте, питання вибору обладнання для розкрою плитних матеріалів, серед іншого, невід'ємно пов'язане з розрахунком продуктивності його роботи. Значну увагу розрахунку продуктивності процесу розкрою пилковими установками плитних деревних матеріалів із застосуванням спеціалізованого обладнання з CNC у складі автоматичних ліній та комплексних систем розкрою приділено в роботах Ю.І. Грицюка [8, 9]. Зокрема запропоновано алгоритм розрахунку продуктивності роботи розкрійного обладнання, наведено методику розрахунку тривалостей виконання основних та допоміжних операцій розкрою, а також тривалості робочого циклу.

Продуктивність роботи такого обладнання, як пильний центр, залежить від сукупності технічних та технологічних факторів: швидкості горизонтального та вертикального переміщення пильного вузла, швидкості переміщення штовхача матеріалу, швидкості руху притискної балки, можливості одночасного розкрою декількох листів матеріалу за однією схемою та висоти такого «пакету», технічних характеристик ріжучого інструменту, конфігурації схеми розкрою матеріалу, кількості однакових деталей (смуг) в схемі розкрою, кількості необхідних послідовних поворотів матеріалу оператором та ін.

Збільшення продуктивності роботи обладнання має безпосередній вплив на низку факторів ресурсоощадності виробництва: зменшення витрат сировини, скорочення часу виготовлення продукції, оптимізація витрат енергоресурсів, вплив на фонд заробітної плати.

В розрахунку тривалості операції розкрою невід'ємним етапом є визначення тривалості робочого циклу, що складається з часу переміщення штовхача матеріалу на необхідну позицію, часу фіксації заготовки або пакету заготовок притискною балкою, часу підйому та опускання пил, а також тривалості робочого горизонтального руху пильного вузла та повернення його в початкове положення. При цьому для різних верстатів час неробочих переміщень пильного вузла може суттєво відрізнитись в залежності від комплектації та оснащення верстату і суміщуватись з часом переміщення інших вузлів та агрегатів.

Час робочого горизонтального переміщення пильного вузла залежить від швидкості його руху та відстані, що необхідно подолати. Ця відстань може бути фіксованою, як у випадку руху пильного вузла на всю довжину його направляючих, так і може залежати від розміру матеріалу, що розкроюється. В такому випадку зі збільшенням розміру деталі відстань переміщення пильного вузла збільшується і навпаки. В свою чергу швидкість руху пильного вузла зазвичай є регульованою, що дає можливість налаштовувати верстат в залежності від потужності обладнання, характеристик та стану ріжучого інструменту, властивостей та кількості матеріалу, що одночасно обробляється, необхідної якості пропилю. Максимальна швидкість робочої подачі пильного вузла у різних моделей верстатів є різною і залежить від технічних характеристик обладнання. При цьому верстати, що здатні забезпечити більшу швидкість робочої подачі пильного вузла, зазвичай є дорожчими та мають складнішу технічну конструкцію.

Розрахунок тривалості робочого циклу та безпосередньо часу робочого горизонтального переміщення пильного вузла ускладнюється тим, що швидкість руху пильного вузла не є сталою величиною, а змінюється в залежності від ділянки руху пильного вузла. Кожне робоче горизонтальне переміщення пильного вузла в межах одного циклу містить ділянку розгону, ділянку руху на встановленій швидкості та ділянку гальмування (рис.1). Інформація про такі відстані, інтенсивність прискорення і гальмування зазвичай відсутня в технічних характеристиках обладнання, що може значно ускладнювати розрахунок прогнозованої тривалості робочого циклу.

З метою встановлення впливу довжини різу на швидкість подачі у виробничих умовах проведено експериментальні дослідження із застосуванням пильного центру з CNC моделі KA100. Для мінімізації часу виконання циклу розкрою матеріалу даний верстат оснащений функцією вимірювання розміру деталі. При активації даної функції пильний вузол спершу

виконує горизонтальне переміщення з метою визначення розташування плитного матеріалу на столі верстату, після чого відбувається цикл розкрою. За такої схеми роботи відстань робочого ходу пильного вузла є найменшою.



Рис. 1. Схематичне зображення складових робочого горизонтального переміщення пильного вузла в межах одного різну (зображено без збереження пропорцій)

Для проведення ряду послідовних експериментів в якості плитного матеріалу використали листи фанери загального призначення розміром 2500×1250мм та товщиною 12мм. З яких попередньо підготували прямокутні заготовки різних розмірів, що відповідали довжинам різів: 200, 400, 600 ... 2400мм. В іншому напрямку всі заготовки мали однаковий розмір 1250мм.

На час проведення експерименту швидкість подачі пильного вузла в системі керування верстату встановили на максимальний показник 110м/хв. Виконали серію різів на кожній заготовці окремо (рис. 2), відповідно довжина різів послідовно збільшувалась від 200мм до 2400мм з кроком у 200мм. Під час руху пильного вузла за допомогою індикації системи керування визначили максимальну швидкість подачі робочого ходу пильного вузла, що була досягнута.



Рис. 2. Розкрій заготовки фанери загального призначення під час експериментальних досліджень

Спираючись на отримані дані (табл. 1) встановили, що при розкрої заготовок з малою довжиною різів пильний вузол не досягав максимальної швидкості подачі робочого ходу за рахунок того, що довжина ділянки його розгону перевищувала довжину різів разом з відстанню підводу пильного вузла до заготовки, тобто в схемі руху пильного вузла ділянка

руху на встановленій швидкості була відсутня, а процес його розгону переходив у гальмування.

Таблиця 1

Максимальна швидкість робочої подачі пильного вузла
при розкрої заготовок різного розміру

Довжина різі, мм	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
Максимальна швидкість подачі пильного вузла, м/хв	39,6	52,8	66,0	79,2	88,0	101,2	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0

Зі збільшенням довжини різі збільшилась і максимальна швидкість руху пильного вузла, а на заготовці розміром 1400×1250мм при довжині різі 1400мм пильний вузол досягнув встановленої максимальної швидкості 110м/хв. Цей показник зберігся і на деталях більших розмірів.

Для зручності аналізу результатів побудували графічну залежність максимальної швидкості руху пильного вузла від довжини різі (рис. 3). За аналізом результатів експериментальних досліджень встановили, що при розкрої плитних матеріалів великих розмірів, наприклад при розкрої плит на смуги, швидкість переміщення пильного вузла може досягати максимальних показників, а при розкрої менших заготовок або при розкрої смуг на окремі заготовки максимальна швидкість подачі пильного вузла буде залежати від розміру матеріалу в напрямку розкрою (від довжини різі). Крім того можна припустити, що при виконанні певних виробничих задач за необхідності виконання значної кількості різів на заготовках невеликих розмірів, швидкість руху пильного вузла може не досягати максимальних значень, а отже, в такому випадку можливе застосування інших моделей подібного обладнання, що мають менший діапазон швидкостей робочих подач пильного вузла та, часто, відповідно меншу вартість.

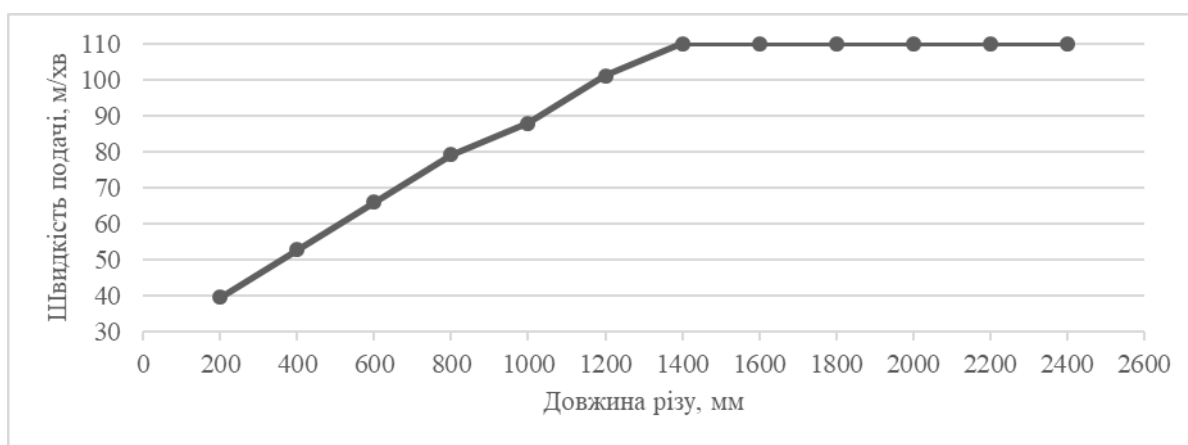


Рис. 3. Графік залежності максимальної швидкості робочої подачі пильного вузла від довжини різі

Щодо розрахунку продуктивності роботи обладнання та калькуляції тривалості робочого циклу важливо врахувати той факт, що швидкість робочої подачі пильного вузла не є сталою величиною, а врахування часу прискорення та гальмування пильного вузла є важливим аспектом.

Висновки. Аналіз результатів експериментальних досліджень свідчить, що довжина різі впливає на швидкість подачі при розкрої плитних матеріалів на пильному центрі з CNC моделі KA100. Встановлено, що збільшення довжини різі впливає на збільшення швидкості подачі пильного вузла, а максимальна швидкість досягається на заготовках з довжиною різі

1400мм і більше. Досліджено, що для випадків виконання операцій розкрою в основному заготовок малих розмірів достатнім є застосування обладнання з невеликими швидкостями робочих подач пильного вузла, а відповідно й нижчої вартості.

Перелік використаних джерел

1. Shen, J., Zhang, X., & Lian, Z. (2020). *Impact of Wooden Versus Nonwooden Interior Designs on Office Workers' Cognitive Performance. Perceptual and Motor Skills*, 127(1), 36-51. <https://doi.org/10.1177/0031512519876395>
2. Alapieti, T., Mikkola, R., Pasanen, P. et al. (2020). *The influence of wooden interior materials on indoor environment: a review. Eur. J. Wood Prod.*, 78, 617-634. <https://doi.org/10.1007/s00107-020-01532-x>
3. Strobel, K., Nyrud, A. Q. and Bysheim, K. (2017) *Interior wood use: Linking user perceptions to physical properties. Scandinavian Journal of Forest Research*, 32(8), 798-806. <https://doi.org/10.1080/02827581.2017.1287299>
4. de Alencar, S. O. D. B., Vasconcelos, C. M., Bezerra, O., & Bezerra, I. F. O. (2019) *Constructive Process of using plates OSB (Oriented Strand Board) in sustainable structural systems in a Residential building in the city of Manaus-AM. International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6(10), 85-91. <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.610.14>
5. Пустюльга С.І. Удосконалення технологічного процесу розкрою плит ДСП для виробництва меблів: монографія /С.І. Пустюльга, В.С. Пуць, В.Р. Самостян. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2020. – 124 с.
6. Павленко Н.О., Сивко С.П. Порівняльний аналіз використання форматних верстатів та пиляльних центрів у сучасних умовах виробництва меблевих виробів. *Вісник ХНТУСГ*. – 2016. – Вип. 169. – С. 91-94.
7. Грицюк Ю.І. Оптимізація технологічного процесу розкрою плитних деревних матеріалів на меблеві заготовки: монографія. – У 2-х кн. / Ю.І. Грицюк. – К. : Вид-во "Основа", 2005. – Кн. 1. – 480 с.
8. Грицюк Ю.І. Розрахунок продуктивності роботи спеціалізованого розкрійного обладнання // *Науковий вісник УкрДЛТУ*. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.4. – С. 131-142.
9. Грицюк Ю.І. Розрахунок тривалості операцій процесу розкрою пиловими установками плитних деревних матеріалів / Ю.І. Грицюк // *Науковий вісник УкрДЛТУ*. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 14.1. – С. 97-108.