

ЗАЛЕЖНІСТЬ СПОЖИВАНОЇ ПОТУЖНОСТІ ВІД КОНСТРУКЦІЇ КРУГЛОЇ ПИЛКИ ПІД ЧАС ПИЛЯННЯ ДЕРЕВИНИ

Білецький М.О., аспірант, Сірко З.С., доцент
(НУБіП України)

Хлуд В.І.
(УкрНДІНанобіотехнології)

Досліджено вплив конструкції круглої пилки на споживану потужність під час пиляння деревини.

В умовах дефіциту сировини для лісопиляння першочерговою задачею ставиться підвищення ресурсощадності лісопиляльного виробництва. Одним з найвагоміших її показників є кількість витраченої електроенергії на виготовлення одиниці продукції, що характеризується споживаною потужністю устаткування. Основу лісосировинної бази України складає деревина малих та середніх діаметрів. Відомо, що для її перероблення найкращими є лісопиляльні лінії на базі круглопилкового обладнання [1,2,3,4]. Основною перевагою круглопилкових колодопиляльних верстатів над лісопиляльними рамами та стрічкопилковими верстатами є простота конструкції, нескладна експлуатація, порівняно висока точність розпилювання та висока продуктивність, зумовлена високими швидкостями різання та подачі[5].

Мета дослідження – дослідження впливу конструкції дереворізального інструменту (круглої пилки) та інших параметрів процесу поздовжнього розпилювання деревини на величину споживаної потужності.

Методика дослідження

Споживана потужність напряму залежить від сили різання та швидкості різання і визначається формулою [6]:

$$N=(P_d \cdot v)/(1000 \cdot \eta) \quad (1)$$

де η - ККД приводу: для вбудованого електроприводу $\eta=0,9$, для приводу з пасовою передачею $\eta=0,8$;

P_d – сила різання, Н;

v – швидкість різання, м/с.

Сила різання прямопропорційна питомому опору різанню, ширині пропила і товщині розпилюваного матеріалу:

$$P_d=(k \cdot b \cdot h \cdot i \cdot u)/(60 \cdot v) \quad (2)$$

де k – питомий опір різанню, МПа;

b – ширина пропилу, мм;

h – товщина розпилюваного матеріалу, мм

i – кількість пил, що приймає участь у різанні, шт.;

Питомий опір різання визначається залежністю:

$$k = a_{\text{п}} \cdot a_{\text{в}} \cdot a_{\text{в}} \cdot (k_{\text{п}} + k_{\text{з}} + k_{\text{тер}}), \quad (3)$$

де $a_{\text{п}}$ – поправковий коефіцієнт, що враховує породу деревини;

$a_{\text{в}}$ – поправковий коефіцієнт, що враховує вологість розпилюваної деревини;

$a_{\text{в}}$ – поправковий коефіцієнт, що враховує вид схеми пиляння: при зустрічному 1,0 при попутному 1,1;

$k_{\text{п}}$ – питомий опір різанню по передній грані зубів пили;

$k_{\text{з}}$ – питомий опір різанню по задній грані зубів пили;

$k_{\text{тер}}$ – питомий опір від тертя тирси об стінки пропилу.

Питомий опір від тертя тирси об стінки пропилу визначається від ширини пропилу b та товщини розпилюваної заготовки h та інтенсивності тертя стружки об стінки пропилу α .

$$k_{\text{тер}} = (\alpha \cdot h) / b. \quad (4)$$

Відомо, що при розпилюванні пилами з плющеними зубами інтенсивність становить 0,57 МПа, при розпилюванні пилами з розведеними зубами 0,71 МПа. Грунтуючись на залежностях (1, 2, 3, 4) можемо вивести формулу для визначення інтенсивності тертя стружки об стінки пропилу залежно від споживаної потужності.

$$\alpha = \frac{N \cdot \eta \cdot a_{\text{п}} \cdot a_{\text{в}} \cdot a_{\text{в}} \cdot 6 \cdot 10^4}{i \cdot h} - k_{\text{з}} \cdot \frac{b}{h} - k_{\text{п}} \cdot \frac{b}{h} \quad (5)$$

де N – споживана потужність, кВт.

Величина інтенсивності тертя стружки об стінки пропилу α залежить від способу розширення зубчастого вінця пили(розведення чи плющення)[8], кутових параметрів зубів пили[9], а також інших конструкційних параметрів (наявність пазів для компенсації температурних напружень, прорізів для гасіння вібрацій, обмежувачів подачі на зуб, пластин для очищення пропилу від

тирси).

Проаналізувавши конструкційні параметри круглих пилок, які можуть впливати на інтенсивність тертя тирси об стінки пропилу авторами було запропоновано конструкцію пилки[5], яка б забезпечила зменшення величини інтенсивності тертя. Для досліджень авторами використовувались дві конструкції круглих пилок: запропонована та за ГОСТ 9769-79[10] діаметром 400мм.

Експериментально споживана потужність визначалась за формулою:

$$N_{сп} = N_{п} \cdot \eta_{ел} \cdot \eta_{кпп} - N_{хх} \cdot \eta_{ел} \cdot \eta_{кпп}, \quad (6)$$

де $N_{п}$ – потужність при різанні за показами приладу, кВт;

$\eta_{ел} = 0,875$ – ККД двигуна;

$\eta_{рп} = 0,95$ – ККД клино-пасової передачі;

$N_{хх}$ – потужність, яка витрачається при холостому ході пилки.

Потужність підведена до електродвигуна $N_{п}$ розраховувалась за формулою з показів амперметра, напруга при розрахунках була 220 вольт. Точність вимірів потужності становила 0,1 кВт.

$$N_{п} = U \cdot I_{дв}, \quad (7)$$

де $I_{дв}$ – сила струму, що виміряна на вході в електродвигун під час різання. Потужність холостого ходу $N_{хх}$ визначалась аналогічно. Сила струму холостого ходу двигуна $I_{хх}$ визначалась амперметром до початку різання після повного розгону валу двигуна.

Досліди проводились на експериментальній установці в лабораторії сертифікації УкрНДІ Нанобіотехнології. Установка призначена для дослідження процесів різання деревини круглими пилами, на ній може здійснюватись розпилювання круглими пилами зразків з деревини різної товщини круглими пилами при різних швидкостях подачі. Основним досліджуваним фактором була конструкція пил, супутніми швидкість подачі та товщина розпилюваного зразка. Для проведення розпилювань було обрано 2 величини швидкості подачі – 2м/хв., 5м/хв. Товщина пропилу складала 50мм та 100мм.

За результатами досліджень наведених в роботах[11],[12] було визначено необхідну кількість повторень досліду та проведено планування експерименту. Кожен дослід складався з 10 спостережень. Було визначено 8 варіантів комбінацій факторів. Конструкції 1 відповідає конструкція пилки за ГОСТ 9769-79[10], конструкції 2 відповідає запропонована конструкція.

Результати досліджень

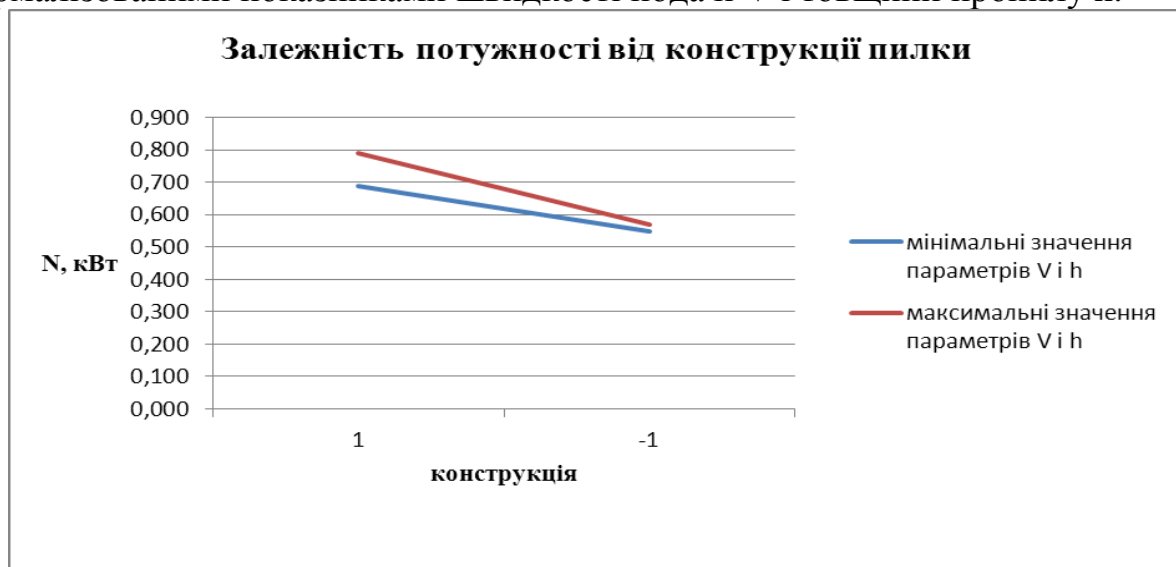
В таблиці 1 наведені значення споживаної потужності та статистичні показники отримані в результаті досліджень.

Таблиця 1. Результати дослід з визначення впливу конструкції інструменту на величину споживаної потужності.

Nсп								
Товщина пропилу	50мм				100мм			
Швидкість подачі	2м/хв		5м/хв		2м/хв		5м/хв	
Конструкція	1	2	1	2	1	2	1	2
№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8
сер.зн.,Вт	684,2	552,2	730,4	587,4	750,2	745,8	783,2	574,2
Nсп, кВт	0,68	0,55	0,73	0,59	0,75	0,75	0,78	0,57
Середнє кв. відхилення	0,038	0,048	0,042	0,079	0,053	0,086	0,046	0,087
Коефіцієнт варіації	0,56%	0,86%	0,58%	1,35%	0,70%	1,16%	0,59%	1,52%
Показник точності	0,18%	0,27%	0,18%	0,43%	0,22%	0,37%	0,19%	0,48%

Споживана потужність при розпилюванні складала від 0,55 кВт до 0,78 кВт. При чому під час розпилювання пилами запропонованої конструкції (варіанти 1,3,5,7) споживана потужність була меншою ніж при застосуванні конструкції за ГОСТ 9769-79[10] (варіанти 2,4,6,8). Мінливість досліджуваної величини споживаної потужності, яка характеризується коефіцієнтом варіації, лежить у межах від 0,56 % до 1,52%, а показник точності перебуває в межах допустимих значень - від 0,18 % до 0,48 % і не перевищує прийнятого в лісовій промисловості показника точності, рівного 5 %. Для наглядності впливу досліджуваних факторів на величини відкликів було побудовано графіки.

Рисунок 1 - Графік залежності потужності від конструкції пилки за нормалізованими показниками швидкості подачі V і товщини пропилу h .



Показнику 1 відповідає конструкція пилки за ГОСТ 9769-79 [10], показнику -1 відповідає запропонована конструкція пилки згідно патенту[7].

Висновки

Теоретичні розрахунки та проведені експериментальні дослідження показали, що за рахунок конструктивних параметрів інструменту можливо суттєво знизити споживану потужність і зменшити енергоємність процесу пиляння деревини. При застосуванні пилки запропонованої конструкції споживана потужність нижча ніж при застосуванні пилки конструкції за ГОСТ9769-79, більше це відчутно при максимальних значеннях швидкості подачі та товщини пропилю.

Під час проведення експериментальних досліджень було виявлено, що при розпилюванні пилкою запропонованої конструкції зразків товщиною 100мм стружка виноситься не так ефективно, як при розпилюванні зразків товщиною 50мм. Отже для розпилювання зразків товщиною 100мм і більше конструкція має бути вдосконалена шляхом встановлення додаткових очисних пластин ближче до центру диска пили таким чином, щоб очищувалась вся поверхня пропилю.

Список використаної літератури

1. Якунин Н.К. Распиловка бревен и брусьев на круглопильных станках/ Н. К. Якунин. – М.–Л.: ГОСЛЕСБУМИЗДАТ, 1960. 44с.
2. Якунин Н.К. Лесопиление в Швеции/ Н.К. Якунин. – М.: Лесн. пром–сть, 1964. — 145 с.
3. Стахийев Ю.М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил/ Ю.М.Стахийев.— М.: Лесн. пром–сть, 1977. — 296 с.,
4. Якунин Н.К. Распиловка тонкомерного леса на многопильных круглопильных станках/ Н.К. Якунин. — М.–Л.: ГОСЛЕСБУМИЗДАТ, 1960. — 83с.
5. Амалицкий В.В. Оборудование отрасли/ В.В. Амалицкий.— М: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005.—584с.
6. Бершадский А.Л. Резание древесины/ А.Л. Бершадский, Н.И. Цветкова.– /Минск: Высш.шк., 1975. – 297с.
7. Патент на корисну модель № 72632 Україна, МПК В27В 33/00. Кругла пилка з пластинами для винесення стружки/ Білецький М.О., Сірко З.С.;УкрНДІ «Ресурс», НУБіП України. № u 2012 01347 заявл. 08.02.2012; опубл. 27.08.2012, Бюл. №16 4с.
8. Коробовский А.А. Резание древесины. Расчет силы и мощности резания: методические указания к выполнению расчетно-графических работ. / А.А. Коробовский, Л.Ф. Кулешов, А.М. Моргачев. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2005. 45 с.
9. Івановський А.В. Повышение эффективности продольного пиления древесины мягких лиственных пород круглыми пилами : автореф. дис. на

- соискание ус.степени кандидата техн. наук: 05.21.05/ Александр Владимирович Ивановский. Воронеж, 2012. 16 с.
10. Пилы дисковые с твердосплавными пластинами для обработки древесных материалов. Технические условия: ГОСТ 9769–79[Чинний від 1981–01–01]. М: Изд–во стандартов, 1998. — 15 с. — (Міждержавний стандарт країн СНД).
 11. Ковалев Л.А. Повышение точности пиления древесины круглыми пилами: дис. кандидата техн. наук: 05.21.05/ Ковалев Леонид Александрович. Архангельск., 2011. 128с.
 12. Пижурин А.А. Исследование процессов деревообработки / А.А. Пижурин, М.С. Розенблит. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 232с.

Аннотация

ЗАВИСИМОСТЬ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ ОТ КОНСТРУКЦИИ КРУГЛОЙ ПИЛЫ ПРИ ПИЛЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ

М.А. Белецкий, З.С. Сирко, В.И. Хлуд

Исследовано влияние конструкции круглой пилы на потребляемую мощность при пилении древесины.

Abstract

DEPENDENCE OF ABSORBED POWER OF DESIGN CURCULAR SAW FOR CUTTING WOOD

Biletskiy M., Sirko Z., Khlud V.

The influence of design circular saw for cutting wood on absorbed power was investigated.