

РОЗКОЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ З НАЯВНИМИ В ПЛОЩИНІ ДІЛЕННЯ СУЧКАМИ

Доц. В. В. Кий, канд. техн. наук
(НЛТУ України, м.Львів)

Розглянуто вплив наявності сучка, розміщеного в площині розколювання кряжа в початковий момент його вкорінювання на величину максимального зусилля розколювання. Отримана математична залежність для визначення величини максимального зусилля розколювання кряжа у випадку розміщення сучка в площині розколювання в початковий момент вкорінювання клина в деревину.

Ключові слова: розколювання, кряж, сучок, площина розколювання, клин, деревина.

Постановка проблеми та аналіз основних публікацій. Згідно статистичних даних Державного агентства лісовихресурсів в Україні заготовлюється в середньому щорічно близько 15 млн. м³ ліквідної деревини, із яких 1,7 млн. м³ є низькоякісна деревина та відходи [1]. І найбільш ефективний напрям використання низькоякісної деревини - переробка її на технологічну та паливну тріску [2], що забезпечується спеціальним технологічним обладнанням – рубальними машинами, завантажувальні патрони яких обмежують величину поперечного розміру (тобто діаметру) деревної сировини, що подається, чого не можна сказати про її довжину.

Попередніми дослідниками [2, 3, 4, 5] встановлено, що найбільш ефективний спосіб поздовжнього поділу деревини, тобто зменшення її поперечного розміру, у випадку відсутності вимог, щодо чистоти оброблюваної поверхні, а саме в нашому випадку - під час подрібнення лісоматеріалів на тріску - має місце такий факт, є один із способів механічної обробки деревини – розколювання, яке виконується з допомогою древокольних верстатів.

Вивчення процесів, що проходять під час розколювання деревини, здійснювалось переважно на взірцях, рідше на лісоматеріалах промислових розмірів, без наявності будь-яких вад. Разом з тим відомо, що окремі вади, зокрема сучки, можуть суттєво вплинути на процес розколювання. Так в працях професора С.І. Рахманова [5] відмічається, що наявність крупних сучків збільшує зусилля розколювання на 100....150%. Це, відповідно, веде до збільшення енергоємності колунів, їх металоємності, збільшення габаритних параметрів тощо.

Доречно зауважити, що і продуктивність дровокольних верстатів напряду залежать від виникаючих в процесі роботи технологічних зусиль, зокрема, від максимального розколюючого зусилля, на величину якого суттєво впливає наявність тих чи інших вад [2, 6].

Постановка завдання. Із наведеного випливає, що дослідження процесу розколювання деревини, в площині ділення якої розміщені сучки, особливо, в початковій стадії вкорінювання клина в кряж є питанням актуальним, оскільки наявність сучків може різко збільшити величину необхідного розколюючого зусилля.

Попередніми дослідниками цьому питанню приділялося мало уваги. Відомі в науковій літературі твердження, щодо збільшення необхідної розколюючої сили кряжів із наявністю в них сучків, базується в основному, на експериментальних дослідженнях. Тому нами ставилося завдання теоретично дослідити процес розколювання деревини, яка містить сучки, зокрема, в початковій стадії розколювання.

Виклад основного матеріалу. Найбільш несприятливими умовами роботи дровокольного верстата буде випадок, коли лезо клина впирається в тіло сучка в початковий момент розколювання, рис. 1. В цьому випадку відбувається розрізування сучка лезом клина. Інша частина кряжа, де відсутній сучок, піддається звичайному розколюванню. Крім того, оскільки, як показано на рис. 1, сучок є врослим, він стискається волокнами деревини, які під час вкорінювання клина будуть піддаватися поперечним розтягуючим

зусиллям, що призводитиме до розщеплення. Виходячи із сказаного, сумарне розколююче зусилля буде рівним

$$P_p = P_1 + P_2 + P_3 \quad (1)$$

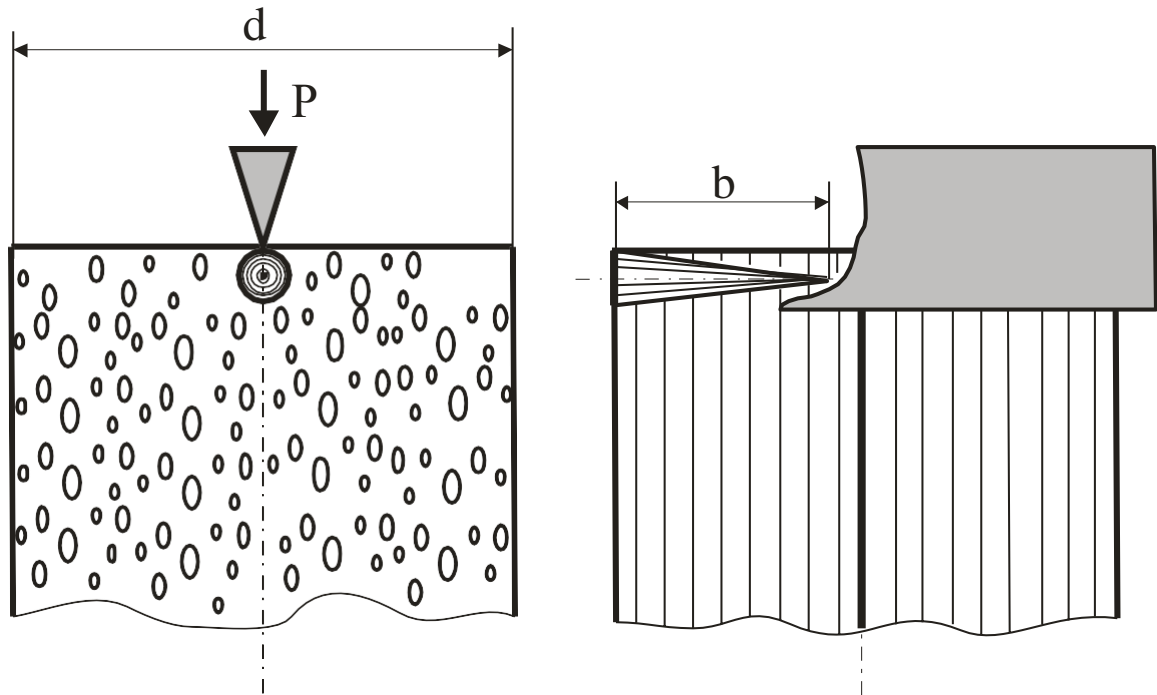


Рис.1. Схема вкорінювання клина в деревинну

Де P_p - сумарне зусилля розколювання; P_1 - величина розколювання деревини без сучка; P_2 - зусилля, що витрачається на розрізання сучка;

P_3 - зусилля необхідне для розщеплення волокон деревини, що огинають сучок.

Величина розколювання деревини без сучка P_1 може бути визначена, наприклад, за формулою професора К.Ф.Гороховського [6], в якій замість діаметра кряжа необхідно підставити довжину лінії контакту b_k клина із деревиною, де відсутній сучок.

$$P = 2a_3 K p L d a_n a_{\alpha p}, \quad (2)$$

де K – коефіцієнт клина;

$$K = \tan \left(\rho + \frac{\alpha}{2} \right), \quad (3)$$

де ρ – кут тертя; p – питомий опір розколюванню (H/cm^2); L –

довжини колоди, см; d – діаметр колоди, см; a_n - коефіцієнт, який враховує породу дерева; $a_в$ - коефіцієнт, який враховує вологість деревини; a_p - коефіцієнт, який враховує вплив розміру опори; $a_з$ – коефіцієнт, що враховує затушення клина.

Як видно із рис. 1

$$b_k = d - b, \quad (4)$$

де b – довжина сучка, см.

Тоді формула (1) прийме вигляд

$$P_1 = 2a_з K_p L (d - b) a_n a_в a_p \quad (5)$$

Нами вже відмічалось, що при розколюванні кряжа, як показано на рис 1, відбувається звичайне різання сучка «елементарним різцем». Величина зусилля, що виникає під час елементарного різання може бути визначена за формулою, наведеною в роботах [3, 5, 6].

$$P_2 = K_1 b_1 e \quad (6)$$

де K_1 – коефіцієнт питомого опору різання, Н/мм²; b_1 – ширина стружки, мм; e – товщина стружки, мм.

Для нашого випадку відбувається різання сучка поперек волокон і замість товщини стружки e необхідно підставити середню товщину (середній діаметр) сучка d_c^1 так як сучок має конічну форму; замість ширини стружки b_1 – довжину лінії контакту леза клина із сучком (довжину сучка) b

Якщо прийняти, що сучок в перерізі має форму рівнобедренного трикутника, то середній діаметр сучка d_c^1 (рис. 2) може бути знайдений із залежності

$$\frac{0,5b}{b} = \frac{d_c^1}{d_c} \quad (7)$$

Звідки

$$d_c^1 = 0,5d_c \quad (8)$$

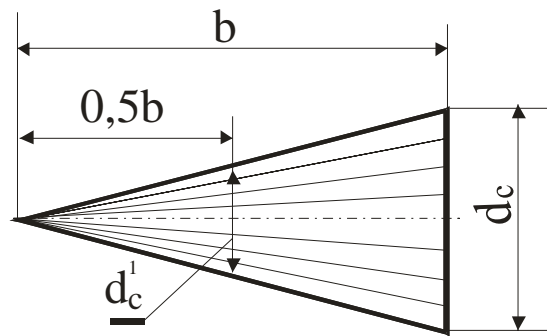


Рис. 2. Розрахункова схема сучка

Отже, підставивши значення (8) у формулу (6) із врахуванням прийнятих вище допущень матимемо

$$P_2 = K_1 b 0,5 d_c \quad (9)$$

Згідно досліджень, проведених на кафедрі доцентом Гомонайом В.В. [4] зусилля, яке необхідне для розщеплення кряжа може бути визначене за формулою

$$P_3 = \sigma_y \cdot b \cdot s_0 \cdot \frac{\rho}{\eta}, \quad (10)$$

де σ_y – границя міцності деревини на розрив вздовж волокон; b – частина діаметра колоди, яка піддається розщепленню; s_0 – довжина випереджуючої тріщини; ρ, η – коефіцієнти, формули для визначення яких наведені у роботі [4].

Відомо, що при появі випереджуючої тріщини довжиною s_0 пройде різке падіння величини розколюючої сили P . З цього моменту відколота частина кряжа буде представляти собою лману консольну балку, довжина якої рівна сумі довжин s_0 випереджуючої тріщини і величини n_0 – величини граничного входження клина в деревину (рис.3).

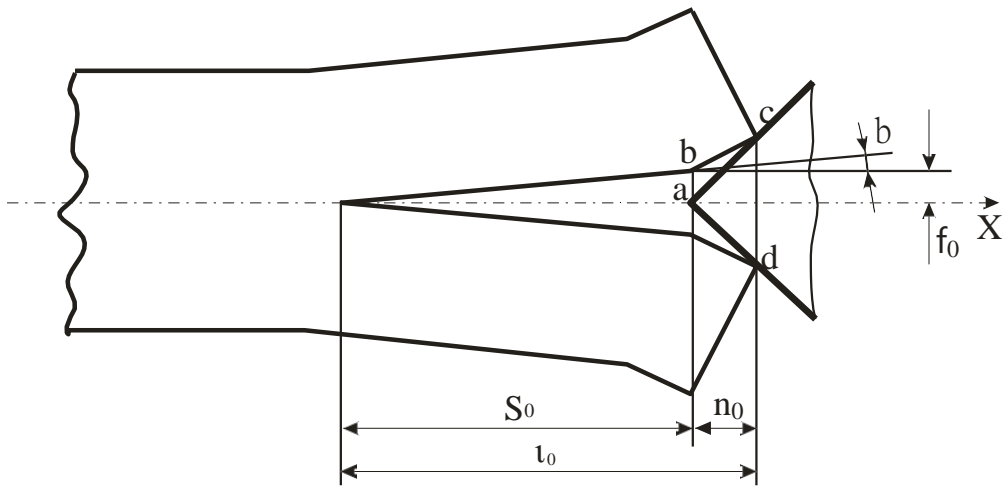


Рис. 3.Схема утворення випереджуючої тріщини

Виходячи із рисунка (3)

$$l_0 = S_0 + n_0, \quad (11)$$

Нехай прогин балки в точці над вершиною клина рівний f_0 , а кут нахилу дотичної до лінії прогину в цій же ж точці рівний β . Тоді із трапеції $ABCD$ знайдемо

$$|CD| = |AB| + |BC| \cdot \sin(\alpha - \beta), \quad (12)$$

Або враховуючи, що

$$|CD| = |AD| \cdot \tan \alpha$$

де $AC \approx BC$ із (12) маємо

$$n_0 \cdot \tan \alpha = f_0 + n_0 \cdot \tan \alpha \cdot \cos \beta - n_0 \cdot \sin(\alpha - \beta), \quad (13)$$

Розкриваючи $\sin(\alpha - \beta)$, після спрощень, отримаємо

$$n_0 \cdot \tan \alpha = f_0 + n_0 \cdot \tan \alpha \cdot \cos \beta - n_0 \cdot \sin \beta, \quad (14)$$

Враховуючи, що в момент утворення тріщини кут β є невеликий, тобто $\cos \beta \approx 1$, $\sin \beta \approx \beta$ із (14) матимемо

$$f_0 = n_0 \cdot \beta, \quad (15)$$

В курсах опору матеріалів для прогину і кута нахилу дотичної до лінії прогину консольної балки даються співвідношення, які у згаданій вище точці, тобто при $n_0 = S_0$ і в наших позначеннях приймуть вигляд

$$f_0 = \frac{Y * S_0^2}{2 * E * I} \left(\frac{2}{3} * S_0 + n_0 \right), \quad (16)$$

$$f^1 = tq\beta \approx \beta = \frac{Y * S_0}{2 * E * I} (S_0 + 2 * n_0), \quad (17)$$

Вносячи (16) і (17) у співвідношення (15) після спрощень, знайдемо

$$S_0^2 = 3 * n_0^2, \quad (18)$$

Звідси довжина випереджуючої тріщини в залежності від величини граничного входження клина (входження клина, при якому появляється випереджуюча тріщина) виразиться співвідношенням

$$S_0 = \sqrt{3} * n_0. \quad (19)$$

Використовуючи отриману залежність наведемо графічну інтерпретацію впливу величини входження клина в деревину на довжину випереджуючої тріщини, рис. 4.

Із наведеного графіка видно, що залежність між величиною входження клина n_0 та довжиною випереджуючої тріщини S_0 існує прямо пропорційна залежність. Збільшення числового значення n_0 призводить відповідно до зростання S_0 – довжини випереджуючої тріщини.

Підставивши отримане значення довжини випереджуючої тріщини S_0 із (19) у формулу (10) отримаємо

$$P_3 = \sigma_y \cdot b \cdot \sqrt{3} \cdot n_0 \cdot \frac{\rho}{\eta} \quad (20)$$



Рис.4. Вплив величини входження клина в деревину n_0 на довжину випереджуючої тріщини S_0

В даній залежності величина σ_y - границя міцності деревини на розрив вздовж волокон, є для даної породи деревини величиною постійною і береться із довідкової літератури; n_0 - величина граничного входження клина в деревину для нашого випадку може бути прийнятою $n_0 = d_c^l$; ρ - коефіцієнти, значення яких наведені в роботі [4].

Таким чином підставивши отримані значення виразів (5, 9, 20) у залежність (1) отримаємо

$$P_p = 2a_3 K_p L (d - b) a_n a_b a_p + K_1 b 0,5 d_c + \sigma_y b \sqrt{3} n_0 \frac{\rho}{\eta} \quad (21)$$

Залежність (21), отримана шляхом теоретичних досліджень, дозволяє розрахувати максимальне зусилля розколювання кряжів в площині розколювання яких, в початковий момент вкорінювання клина, знаходиться сучок. Проведемо відповідні розрахунки необхідного розколюючого зусилля в залежності від діаметра врослого сучка d_c та його довжини. Значення відповідних коефіцієнтів приймемо згідно даних, наведених в літературних джерелах [3,4,5,6]. Результати розрахунків представимо графічно, рис.5.

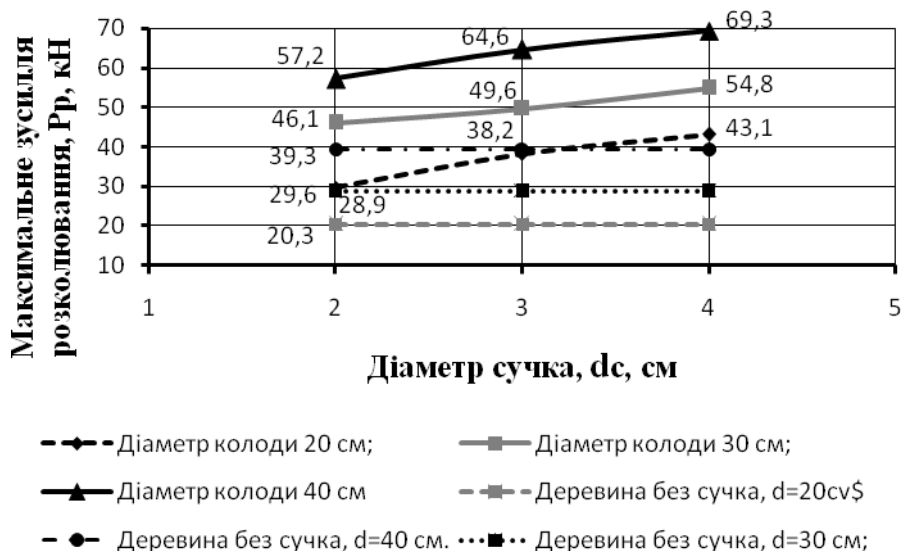


Рис.5. Вплив діаметра сучка на величину максимального зусилля розколювання

Як видно із наведених графіків наявність сучка в площині розколювання суттєво впливає на величину розколюючої сили. Крім цього, зростання діаметра сучка також веде до збільшення величини зусилля розколювання.

Результати розрахунків впливу довжини сучка, розміщеного в площині розколювання в початковий момент вкорінювання клина в деревину, на максимальне зусилля розколювання представимо графічно, рис. 6.

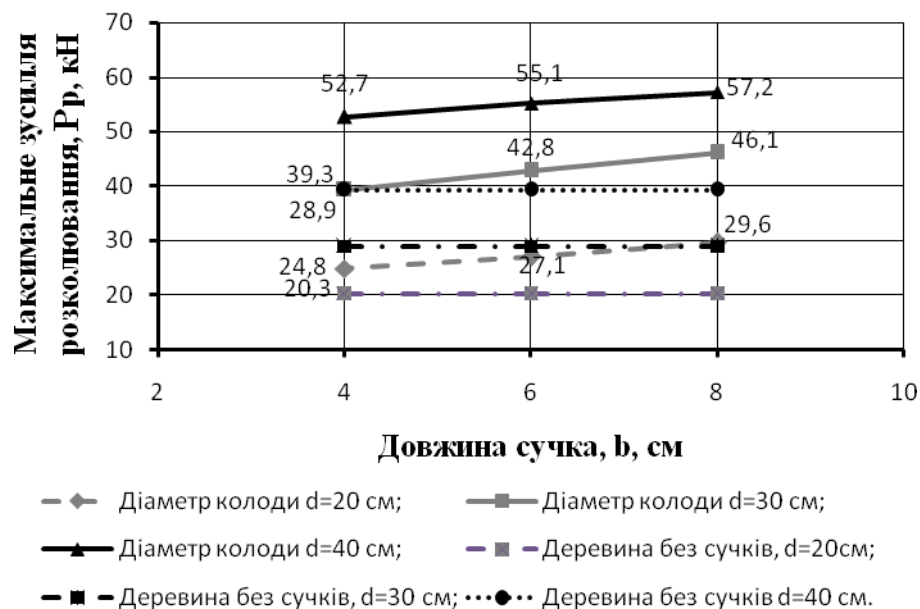


Рис.6. Вплив довжини врослого сучка на величину максимального зусилля розколювання

Із наведеного графіка, рис. 6, видно, що збільшення довжини сучка веде до збільшення величини розколюючої сили. Разом з тим слід відмітити, що збільшення діаметра сучка більш суттєво впливає на максимальне зусилля розколювання в порівнянні з довжиною сучка.

Висновки.

1. Отримана математична залежність (21) дозволяє визначити максимальне зусилля розколювання кряжа у випадку розміщення сучка в площині розколювання в початковий момент його вкорінювання в деревину.

2. Проведені теоретичні дослідження показали, що сучки суттєво впливають на процес розколювання і можуть призвести до збільшення розколюючого зусилля у 2,5 рази, якщо сучок знаходиться в площині розколювання і відбувається його розрізування поперек волокон лезом клина в початковий момент розколювання.

3. Діаметр сучка має більший вплив на величину зусилля розколювання ніж його довжина. З метою зменшення негативного впливу сучків на процес розколювання необхідно кряж, що піддається розколюванню, встановлювати так, щоб уникнути розрізання сучка лезом клина.

Список літератури

1. Заготовка и переработка древесины – Государственный комитет лесного хозяйства [Електронний ресурс] Режим доступу: dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=32969.

2. Шкіря Т. М. Совершенствование и динамика кадрово-кольных станков: [підручник для студентів]/ Тиберій Шкіря. – Львів: Вища школа, 1977р. – 160 с.

3. Шкіря Т. М. Машины та обладнання лісосічних та лісоскладських робіт [підручник для студентів]/ Тиберій Шкіря. – Львів: Тріада плюс, 2005р. – 436с.

4. Гомонай В.В. Исследование процесса раскалывания древесины на древокольном станке расщепляющего действия: Дис. канд. тех. наук. – Львов, 1982. – 219 с.

5. Рахманов С. И. Машины и оборудование лесоразработок: / С. Рахманов, К. Гороховский. – Москва: Лесная пром-сть, 1967г. – 528 с. (426-443с.)

6. Гороховский К. Ф. Технология и машины лесосечных и лесоскладских работ : Учебное пособие для вузов. / Гороховский К. Ф., Калиновский В. П., Лившиц Н. В. – Москва: Лесн. пром-сть, 1980г. – 384 с.(35-64с., 297-300с.).

7. Кий В. В. Обоснование параметров оборудования для раскалывания длинномерных и крупных лесоматериалов: Дис. канд. тех. наук. / Володимир Кий – Львов, 1992г. – 227с.

Аннотация

РАСКАЛЫВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ С НАЛИЧИЕМ В ПЛОСКОСТИ ДЕЛЕНИЯ СУЧКОЙ

В. В. Кий

Рассмотрено влияние сучьев, находящихся в плоскости раскалывания в начальный момент внедрения клина в древесину на максимальное усилие раскалывания. Получена математическая зависимость для определения величины максимального усилия раскалывания кряжа в случае размещения сучка в плоскости раскалывания в начальный момент внедрения клина в древесину.

Abstract

SPLITTING OF TIMBER WITH KNOTS IN THE PLANE OF DIVIDING

V.V. Kyu

The influence of the presence of a knot placed in the log splitting plane at the initial moment of its penetration on the value of maximum splitting force has been considered in the article. The mathematical relation for the determination of the maximum value of a log splitting force at the case of placing a knot in the splitting plane at the initial time of a wedge penetration into the wood has been obtained.

УДК 630.37: 621.225

ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСМІСІЇ ФОРВАРДЕРА НА ЙОГО ПРОДУКТИВНІСТЬ

Літовка С.В., к.т.н.

*(Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка)*

Проведено теоретичне дослідження впливу технічного стану трансмісії на продуктивність форвардера. Показано, що при зменшенні коефіцієнта подачі насоса і об'ємного коефіцієнта корисної дії гідромотора відбувається зменшення продуктивності форвардера, величина якої досягає 17% при гранично-допустимому стані гідромашин.

Вступ. Сучасне машинобудування досягло значного розвитку, зокрема, в лісогосподарській сфері. Лісозаготівельні машини типу «ФОРВАРДЕР» оснащені об'ємним гідравлічним приводом трансмісії (ОГТ). Дані машини вміщують велику кількість гідроагрегатів, які постійно працюють в несприятливих умовах, що сприяє їх швидкому зношуванню і подальшому