

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ПРИ ЗГИНАННІ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ ІЗ ВРАХУВАННЯМ НАЯВНОСТІ СУЧКІВ

О.С. Малахова, кандидат технічних наук

Наведено теоретичний аналіз впливу розмірів і розташування сучків у пиломатеріалі на напружений стан при вигинанні на пластять і на крайку на моделі у вигляді бруса з неоднорідностями у формі циліндра.

Пиломатеріал, сучки, вигинання, пружність.

Механічні властивості, притаманні деревині різних порід позбавленій вад, досить добре вивчено [1, 4]. Проте наявність у пиломатеріалах вад порушує структурні закономірності [1]. За наявності сучка зайнята ним частина перерізу при деформації сприймає напруги інакше, ніж масивна деревина.

Мета досліджень – вивчення взаємозв'язку між структурними параметрами і механічними характеристиками пиломатеріалів для створення нормативних основ раціонального використання конкретних пиломатеріалів.

Матеріали та методика досліджень. Проаналізуємо вплив наявності, розмірів і розташування дефекту у вигляді сучка в пиломатеріалі при вигинанні на пластять і крайку. Розглянемо механічну модель пиломатеріалу у вигляді бруса, що має неоднорідність у формі циліндра, діаметр якого дорівнює 15 % ширини, що приблизно відповідає середньому розміру сучка за даними експерименту, а вісь – перпендикулярна пласті.

При вигинанні на пластять пиломатеріалу, позбавленого вад, момент інерції перерізу ($J_{пл}$) розраховується за загальновідомою [3, 5] формулою:

$$J_{пл} = \frac{bh^3}{12},$$

а за наявності сучка (рис.1), момент інерції частини перерізу, що має властивості бездефектної деревини ($J_{пл.с}$), буде

$$J_{пл.с} = \frac{(b - 0.15b)h^3}{12} = 0.85J_{пл}$$

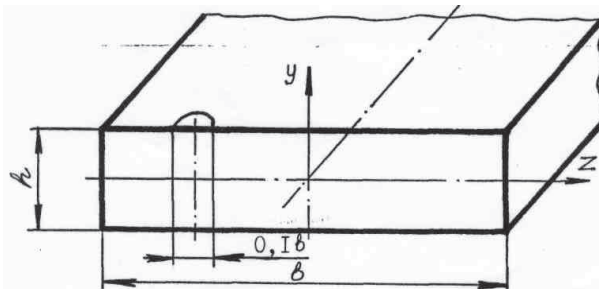


Рис. 1. Схема для аналізу впливу сучка при вигинанні пиломатеріалу на пластять

Слід зазначити, що тут ширина сучка фігурує як константа, а координати сучка по осі Z не мають значення.

Якщо коефіцієнт, що коригує, позначити K, то отримаємо:

$$J_{пл.с} = K_{пл} J_{пл}. \quad (1)$$

Моменти опору перерізу при такому вигинанні відповідно дорівнюють:

$$W_{пл} = \frac{J}{h/2} = \frac{1}{6}bh^2; \quad W_{пл} = \frac{0,85}{6}bh^2. \quad (2)$$

Аналогічно при вигинанні на крайку момент інерції перерізу пиломатеріалу, позбавленого вад, дорівнює:

$$J_{пл} = \frac{hb^3}{12},$$

а момент інерції перерізу з сучком (рис. 2) :

$$J_{кр.с} = \frac{0,85^3 hb^3}{12} + 0,075^2 hb = \frac{0,614hb^3}{12} + 0,0056hb;$$

або

$$J_{кр.с} = K_{кр} J_{кр}. \quad (3)$$

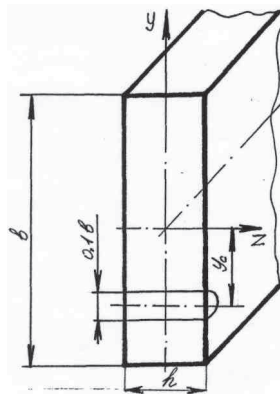


Рис. 2. Схема для аналізу впливу сучка при вигинанні пиломатеріалу на крайку

Моменти опору при вигинанні на крайку відповідно дорівнюють:

$$W_{кр} = \frac{1}{6}hb^2; \quad W_{кр} = \frac{0,722}{6}hb^2 \quad (4)$$

Порівняння між собою виразів (2) і (4) свідчить про те, що має місце істотний для жорсткості вплив сучків у пиломатеріалах. Очевидно, що при навантаженні на крайку вплив буде більше, ніж при навантаженні на пласть.

Розглянемо тепер вплив сучка на процес деформації пиломатеріалу залежно від схеми випробування.

Рівняння кривизни пружної лінії, що відповідає епюрі моментів від докладання сили (P) в одній точці на середині довжини зразка, має вигляд:

$$E_{II} = \frac{PL^3}{48}hb^2,$$

звідки, знаючи величину прогину (f), можна визначити модуль пружності при вигинанні:

$$E_{II} = \frac{PL^3}{48} J_f,$$

У випадку докладання навантаження в двох точках величина моментів у проміжку між елементами навантаження буде постійною, а рівняння пружної лінії буде:

$$EJf_{\max} = \frac{P(L-L_1)}{96} [3L^3 - (L-L_1)^2].$$

У такому разі

$$E = \frac{P(L-L_1)[3L^3 - (L-L_1)^2]}{96Jf_{\max}}. \quad (5)$$

Розглянемо вплив розташування сучка по довжині пиломатеріалу у разі вигинання з докладанням навантаження на середині довжини. Як бачимо на рис. 3, момент, що вигинає, в перерізі, розташованому на відстані X від опори, за наявності сучка, дорівнює $M_p = 0,5 P X$, а при одиничному навантаженні ($P = 1$), $M_p = 0,5 X$.

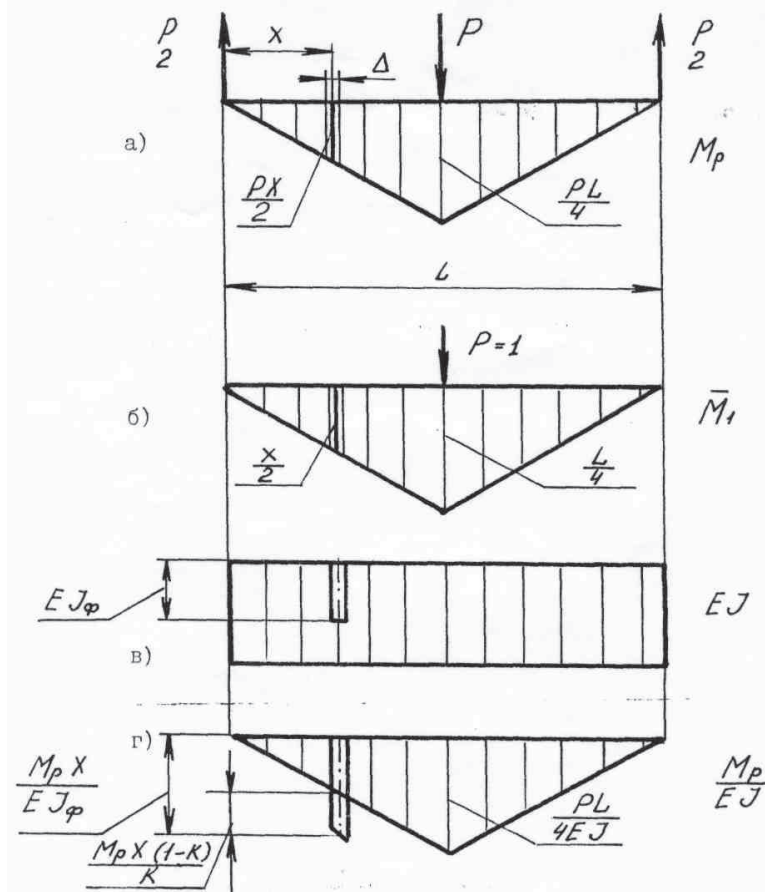


Рис. 3. Епюри моментів, що вигинають (а) та моментів від одиничної сили (б), жорсткості (в) і прогинів (г) при вигинанні пиломатеріалу із сучком

Як зазначено вище (формули (1), (2)), наявність сучка середнього розміру знижує момент інерції частини перерізу, що має властивості масивної деревини, при вигинанні на пластъ на 85 %, а при вигинанні на крайку (при крайньому положенні сучка) – на 61 %, що відповідно змінює в

цьому перерізі жорсткість пиломатеріалу. Внаслідок цього еюра кривизни, отримана діленням моментів на жорсткість, показує схильність до локальної зміни прогину в цьому перерізі. Таким чином, у перерізі з сучком кривизна пружної лінії прагне до виду:

$$\frac{M_p X}{EJ_{пл.с.}} = \frac{M_p X}{EJ_{пл.К}} = \frac{M_p X}{EJ_{пл}} + \frac{M_p X(1-K)}{EJ_{пл.К}} \quad (6)$$

За наявності одного сучка розміром d_c уздовж зразка, розташованого на відстані X від опори

$$EJf_{max} = \frac{PL^3}{48} + \frac{PX}{2} \frac{(1-K)}{K} + \frac{d_c}{2},$$

а при кількості сучків n :

$$EJf_{max} = \frac{PL^3}{48} + \sum_{i=1}^n \frac{PX^2_i(1-K_i)d_{ci}}{4K_i}$$

Результати досліджень. На підставі наведеного теоретичного аналізу процесу деформування пиломатеріалів з сучками можна припустити, що при вигинанні на пласть, крім кількості і розмірів сучків, важливе значення має їх розташування по довжині ділянки, що згинається, а при вигинанні на крайку – кількість сучків, їх розмір і розташування по ширині пиломатеріалу в зоні розтягування.

Висновки

Встановлення суттєвого впливу наявності сучків на пружні характеристики дає підстави для застосування методу оцінювання якості конструкційних пиломатеріалів шляхом визначення величини їх пружних характеристик відносно аналогічних характеристик бездефектних еталонів.

Список літератури

1. Ашкенази Е.К. Анизотропия древесины и древесных материалов / Е.К. Ашкенази. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 224с.
2. Боровиков А.М. О показателях качества пиломатериалов/ А.М. Боровиков, В.Н. Лохов, М.Р Копчевская // Лесной журнал. – 1987. – № 3 – С. 127–133.
3. Михайлов А. М. Сопротивление материалов/ А.М. Михайлов. – М.: Изд-во: Академия, 2007. – 448 с.
4. Перельгин Л.М. Влияние пороков на технические свойства древесины / Л.М. Перельгин. – М. – Л.: Госбумиздат, 1949. – 160 с.
5. Сопротивление материалов: учеб. для вузов / [под общ. ред. акад. АН УССР Г. С. Писаренко. — 4-е изд., перераб. и доп.] — К: Высш. шк, 1979. — 696 с.

Приведен теоретический анализ влияния размеров и размещения сучков в пиломатериале на напряженное состояние при изгибе на пласть и на крайку на модели в виде бруса с неоднородностями в форме цилиндра..

Пиломатериал, сучки, изгиб, упругость.

The article contains theoretical analysis of the impact of knots' size and location at the timber on the tense state under bending at seams and at the edge. Shown on the model of a block with cylindrical inhomogeneity.

Timber, knots, bending, elasticity.

УДК 674.09: 674.093

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ РАДІАЛЬНИХ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

Н.В. Марченко, кандидат технічних наук

Наведено результати експериментальних досліджень витрати сировини під час виготовлення радіальних пиломатеріалів. За допомогою розробленої та запропонованої імітаційної моделі, в якій враховано фактичну розмірно-якісну характеристику сировини та специфікацію пиломатеріалів отримано об'ємний вихід суто радіальних пиломатеріалів із колод за умови розкрою їх розвальню-секторною та секторною схемами.

Радіальні пиломатеріали, пиловник, секторна схема розкрою, розвальню-секторна схема розкрою, пиломатеріал обрізний, пиломатеріал загального призначення, об'єм колод, збіжність колод.

На сучасному етапі розвитку теорії розкрою деревини було встановлено, що ресурсозбереження сировини можливе за умови інтенсифікації лісопильного виробництва шляхом спеціалізації підприємств за призначенням [3]. Окрім того, нині існує досить багато комп'ютерних програм для розрахунку схем розпилювання колод на пиломатеріали без чіткого розмежування їх виходу залежно від виду розпилювання, тобто радіальних, тангентальних чи змішаних. Тому, актуальними задачами у лісопильні є розроблення зручного для практичного використання програмного забезпечення з прогнозування об'ємного виходу пиломатеріалів заданої специфікації (розмірів, виду перерізу, якості та кількості) та удосконалення технологічних процесів лісопилення, спрямованих на отримання максимально можливого корисного виходу таких пиломатеріалів [11, 5].

Відомо [6, 2], що пиломатеріали радіального та напіврадіального виду пиляння дають найкращий результат за формостійкістю і збалансованістю внутрішніх напружень, що виникають у конструкціях, а саме: брусків для віконного та дверного виробництва, столярних щитів великого формату, дерев'яних балок тощо.

Матеріали, які використовують у будівництві, в дерев'яних конструкціях, оцінюються за співвідношенням міцності і маси. Відношення