

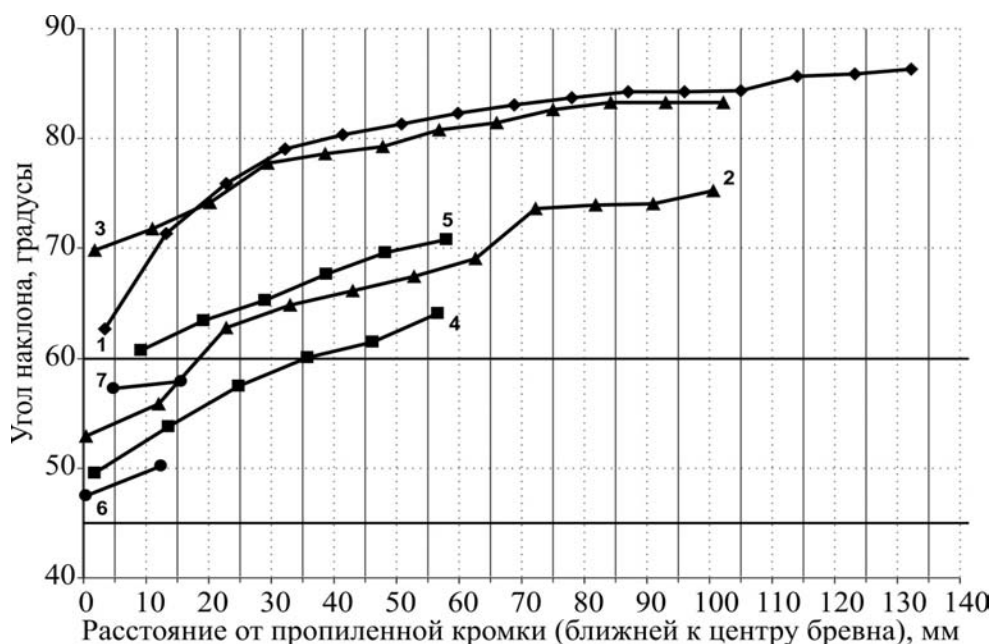


Рис. 2. Распределение углов наклона годовичных слоев к пласти доски при секторном способе распила: 1 – центральная доска 1 наружная и внутренняя пласти; 2 – боковая доска 2 наружная пласти; 3 – боковая доска 2 внутренняя пласти; 4 – боковая доска 3 наружная пласти; 5 – боковая доска 3 внутренняя пласти; 6 – боковая доска 4 наружная пласти; 7 – боковая доска 4 внутренняя пласти

Аналогічно с развально-секторным способом раскря [1], выход радиальных пиломатериалов при секторном способе раскря составляет 93 % от объемного выхода пиломатериалов. Опытный раскрой реальных бревна в производственных условиях подтвердил полученные результаты.

Литература

1. Клишова В.С. Теоретическая оценка радиальности пиломатериалов при развально-секторном способе раскря / В.С. Клишова, Н.Г. Лукьянова, П.Н. Рыбицкий, О.Б. Ференц // Проблемы развития дизайна и композиции художественных изделий : матер. Междунар. науч.-техн. конф. (Архангельск, 18-21 мая 2010) / под ред. П.Н. Рыбицкого. – Архангельск : Изд-во Северного (Арктического) федерального ун-та, 2010. – 163 с. – С. 23-28.

Лук'янова Н.Г., Рибіцький П.Н., Ференц О.Б., Ференц А.О. Теоретична оцінка радіальності пиломатеріалів при секторному способі розкряю

Розглянуто секторний спосіб розкряю. Проаналізована радіальність пиломатеріалів, отриманих при секторному способі розкряю. Побудована графічна модель розкряю з вказівкою кутів нахилу річних шарів до пласти дошки.

Lukyanova N.G., Rybitskiy P.N., Ferents O.B., Ferents A.O. Theoretical estimation of lumber radiality at the sector way of cutting

The sector way of cutting is considered. Radiality of the saw-timbers is analysed. Theoretical estimation of lumber radiality at the sector way of cutting.

УДК 634.0.812

Асист. Л.О. Флуд – НЛТУ України, м. Львів

ПОБУДОВА КРИТЕРІЮ ТРИВАЛОЇ МІЦНОСТІ ДЛЯ ДЕРЕВИНИ

Узагальнено критерій короточасної міцності Е.К. Ашкеназі на довгочасну міцність. Розроблено методику визначення тензора довгочасної міцності ортотропних матеріалів. На її основі встановлено функціональні залежності для обчислення значень його компонентів тензора довгочасної міцності деревини.

Актуальність та аналіз відомих результатів. На сьогодні досліджено конструктивну міцність деревини з рівномірно розподіленими полями напружень, деформацій, вологи, та температури [1-2, 4, 5]. Але в умовах тепломасообміну розподіл цих полів є нерівномірним [6], а їх дія тривалою. Отже, актуальними є задачі визначення міцності деревини зі змінними у часі і за координатами точок середовища матеріалу полями напружень. Одним із шляхів вирішення є узагальнення існуючих критеріїв короткочасної міцності на довгочасну міцність. У такій постановці задачі доцільно обмежитися розглядом тих критеріїв, які узгоджуються з результатами експериментальних випробовувань деревини на міцність, зокрема розглядом критерію Е.К. Ашкеназі [1]. Цей критерій є результатом апроксимації експериментальних досліджень поверхні міцності деревини для короткочасних навантажень. Він задовільно описує закономірності опору матеріалу процесам руйнування залежно від орієнтації прикладених одновісних механічних зусиль.

У розгорнутій формі запису для деревини з плоским напруженим станом у тангентально-радіальній площині структурної симетрії цей критерій має вигляд

$$(a_{1111}\sigma_{11}^2 + a_{2222}\sigma_{22}^2 + 2a_{1122}\sigma_{11}\sigma_{22} + 4a_{1212}\sigma_{12}^2)^2 - \sigma_{11}^2 - \sigma_{22}^2 - \sigma_{11}\sigma_{22} - \sigma_{12}^2 = 0. \quad (1)$$

Компоненти a_{iknm} тензора короткочасної міцності, зокрема для однакових індексів ($k = n = m = i$) у (1) визначають з одновісних випробовувань деревних зразків на розтяг (стиск). Значення a_{iknm} є обернено пропорційні межі міцності

$$a_{1111} = 1/\sigma_0, \quad a_{2222} = 1/\sigma_{90}, \quad (2)$$

де: σ_0 – межа міцності матеріалу при одновісному розтязі в напрямку осі x , σ_{90} – межа міцності матеріалу при одновісному розтязі в напрямку осі y .

Значення величин a_{iikk} визначають за формулою

$$2a_{1122} = \frac{4}{\sigma_{45}} - \frac{1}{\sigma_0} - \frac{1}{\sigma_{90}} - \frac{1}{\tau_0}, \quad (3)$$

де σ_{45} – межі міцності при розтягу (стиску) в діагональному напрямі, який з осями симетрії x, y становить кут 45° і лежить у площині x, y .

Аналіз формул (1)-(3) свідчить, що компоненти тензора короткочасної міцності a_{iknm} є сталими величинами, у них не враховано впливу часу, температури та вологи деревини на поверхню міцності в явному вигляді. Отже, використання критерію міцності Ашкеназі Е.К. у задачах визначення технологічної міцності пиломатеріалів в умовах гідротермічного оброблення можливе лише за умови узагальнення співвідношень (1)-(3) на область довгочасної міцності.

Побудова критерію тривалої міцності деревини. Для врахування впливу часу дії напружень σ_{ik} на міцність деревини скористаємося результатами досліджень [2], де сформульовано основні правила переходу від короткочасних до довгочасних критеріїв міцності. Виходячи із зазначених робіт для досягнення поставленої мети запишемо (1) у вигляді

$$a_{1111}^2 \sigma_{11}^4 + a_{2222}^2 \sigma_{22}^4 + 2a_{1111}a_{2222}\sigma_{11}^2\sigma_{22}^2 + 2a_{1122}^2\sigma_{11}^2\sigma_{22}^2 + 4a_{1111}a_{1122}\sigma_{11}^3\sigma_{22} +$$

$$+ 4a_{1111}a_{1122}\sigma_{11}\sigma_{22}^3 - \frac{1}{a_{1111}}a_{1111}\sigma_{11}^2 - \frac{1}{a_{2222}}a_{2222}\sigma_{22}^2 - \sigma_{11}\sigma_{22} = 0 \quad (4)$$

Використаємо заміну доданків $a_{iknm}\sigma_{ik}\sigma_{nm}$ суми лівої частини умови

(5) на оператори $\int_0^{\tau^*} \Omega_{iknm}(\tau^* - \tau)\sigma_{ik}(\tau)\sigma_{nm}(\tau)d\tau$, де: $\Omega_{iknm}(\tau^* - \tau)$ – тензори дов-

гочасної міцності, які характеризують залежність механічних властивостей матеріалу від часу його перебування під навантаженням $\sigma_{ik}(\tau^*)$; τ^* – тривалість дії компонентів напружень $\sigma_{ik}(\tau^*)$, за який напружено-деформівний стан матеріалу досягне граничного значення, межі міцності. Внаслідок такої заміни одержимо узагальнення критерію Е.К. Ашкеназі.

$$\left(\int_0^{\tau^*} \Omega_{1111}(\tau^* - \tau)\sigma_{11}^2(\tau)d\tau \right)^2 + \left(\int_0^{\tau^*} \Omega_{2222}(\tau^* - \tau)\sigma_{22}^2(\tau)d\tau \right)^2 +$$

$$+ 2 \int_0^{\tau^*} \Omega_{1111}(\tau^* - \tau)\sigma_{11}^2 d\tau * \int_0^{\tau^*} \Omega_{2222}(\tau^* - \tau)\sigma_{22}^2(\tau)d\tau +$$

$$2 \left(\int_0^{\tau^*} \Omega_{1122}(\tau^* - \tau)\sigma_{11}(\tau)\sigma_{22}(\tau)d\tau \right)^2 + 4 \int_0^{\tau^*} \Omega_{1122}(\tau^* - \tau)\sigma_{11}(\tau)\sigma_{22}(\tau)d\tau *$$

$$* \int_0^{\tau^*} \Omega_{1111}(\tau^* - \tau)\sigma_{11}^2 d\tau + 4 \frac{a_{1111}}{a_{2222}} \int_0^{\tau^*} \Omega_{1122}(\tau^* - \tau)\sigma_{11}(\tau)\sigma_{22}(\tau)d\tau *$$

$$* \int_0^{\tau^*} \Omega_{2222}(\tau^* - \tau)\sigma_{22}^2(\tau)d\tau - \frac{1}{a_{1111}} \int_0^{\tau^*} \Omega_{1111}(\tau^* - \tau)\sigma_{11}^2 d\tau -$$

$$- \frac{1}{a_{2222}} \int_0^{\tau^*} \Omega_{2222}(\tau^* - \tau)\sigma_{22}^2(\tau)d\tau - \frac{1}{a_{1122}} \int_0^{\tau^*} \Omega_{1122}(\tau^* - \tau)\sigma_{11}(\tau)\sigma_{22}(\tau)d\tau = 0 \quad (5)$$

Невідомі компоненти Ω_{iknm} визначають погодженням умови (3) з результатами експериментальних вимірювань тривалої міцності деревини.

Методика визначення компонентів тензора довгочасної міцності деревини в основних напрямках анізотропії. За даними робіт [1, 3] криві довгочасного опору деревини хвойних порід вздовж та поперек волокон для одновісного стиску (розтягу) описуються експоненціальними залежностями вигляду

$$\frac{\sigma_{ii}(\tau^*)}{\sigma_m^{(ii)}} = \frac{\sigma_{m\partial o}^{(ii)}}{\sigma_m^{(ii)}} + \left[1 - \frac{\sigma_{m\partial o}^{(ii)}}{\sigma_m^{(ii)}} \right] \exp\left(-\frac{\tau^*}{\alpha_{ii}}\right), \quad (6)$$

де: $\sigma_m^{(ii)}$, $\sigma_{m\partial o}^{(ii)}$ – межі міцності та довгочасного опору матеріалу вздовж основних напрямків анізотропії, які визначаються індексами (ii); α_{ii} – час релаксації кривих довгочасного опору. Зазначимо, що величини $\sigma_m^{(ii)}$, $\sigma_{m\partial o}^{(ii)}$, α_{ii} залежать від різних факторів, зокрема від вологості, температури, породи деревини, способу навантаження (стиск, розтяг, зсув) тощо.

З іншого боку, згідно з (5), у разі одновісного розтягу чи стиску для $\sigma_{ii}(\tau^*)$ повинна виконуватися рівність

$$\left(\int_0^{\tau^*} \Omega_{1111}(\tau^* - \tau) \sigma_{11}^2(\tau) d\tau \right)^2 = \frac{1}{a_{1111}} \int_0^{\tau^*} \Omega_{1111}(\tau^* - \tau) \sigma_{11}^2 d\tau, \quad (7)$$

яку після деяких математичних перетворень запишемо у вигляді

$$\sigma_{ii}(\tau^*) = \frac{1}{\sqrt{P_{iiii} \int_0^{\tau^*} \Omega_{iiii}(\tau^* - \tau) d\tau}} \quad (8)$$

Підставивши (6) у (8), отримаємо

$$\int_0^{\tau^*} \Omega_{iiii}(\tau^* - \tau) d\tau = \frac{1}{\left[\frac{\sigma_m^{(ii)}}{P_{iiii}} \right]^2 \left[\frac{\sigma_{m\partial o}^{(ii)}}{\sigma_m^{(ii)}} + \left(1 - \frac{\sigma_{m\partial o}^{(ii)}}{\sigma_m^{(ii)}} \right) \exp\left(-\frac{\tau^*}{\alpha_{ii}}\right) \right]^2}. \quad (9)$$

Звідси, продиференціювавши (9) по параметру τ^* , одержимо шукані функціональні залежності для компонентів тензора довгочасної міцності від аргументу $(\tau^* - \tau)$ для деревини хвойних порід

$$\Omega_{iiii}(\tau^* - \tau) = \frac{2P_{iiii}(1 - \sigma_{m\partial o}^{(ii)} / \sigma_m^{(ii)}) \exp\left(-\frac{\tau^* - \tau}{\alpha_{ii}}\right)}{\left[\sigma_m^{(ii)} \right]^2 \alpha_{ii} \left(\sigma_{m\partial o}^{(ii)} / \sigma_m^{(ii)} + (1 - \sigma_{m\partial o}^{(ii)} / \sigma_m^{(ii)}) \exp\left(-\frac{\tau^* - \tau}{\alpha_{ii}}\right) \right)^3}. \quad (10)$$

Висновки. Узагальнено критерій короткочасної міцності Е.К. Ашкенази на довгочасну міцність. Отримано аналітичні співвідношення для визначення компонентів тензора довгочасної міцності з результатами експериментальних випробовувань матеріалу.

Література

1. Ашкенази Е.К. Анизотропия конструкционных материалов / Е.К. Ашкенази, Э.В. Ганов. – Л. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1972. – 216 с.
2. Белянкин Ф.П. Деформативность и сопротивляемость древесины как упруго-вязко-пластического тела / Ф.П. Белянкин, В.Ф. Яценко. – К. : Изд-во АН УССР, 1957. – 186 с.
3. Гольденблат И.И. Длительная прочность в машиностроении / И.И. Гольденблат, В.Л. Бажанов, В.А. Копнов. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1977. – 248 с.
4. Леонтьев Н.Л. Длительное сопротивление древесины / Н.Л. Леонтьев. – М. : Гослесбумиздат, 1957. – 132 с.
5. Соколовський Я.І. Механічні властивості деревинних композитних матеріалів / Я.І. Соколовський, М.Л. Гірник, І.М. Шикеринець, Б.П. Поберейко // Препринт, № 95.8. – УкрДЛТУ, 1996. – 53 с.
6. Соколовський Я.І. Дослідження вологісних і залишкових напружень у процесі сушіння / Я.І. Соколовський, Б.П. Поберейко // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1998. – Вип. 8.1. – С. 196-207.

Флуд Л.О. Построение критерия длительной прочности для древесины

Обобщен критерий кратковременной прочности Е.К. Ашкенази на долговременную прочность. Разработана методика определения тензора долговременной прочности ортотропных материалов. На ее основе установлены функциональные зависимости для вычисления значений его компонентов тензора долговременной прочности древесины.

Flud L.O. Construction strength criterion for long wood

A synthesis of short-term strength criterion E.K. Ashkenazi long-term strength. The method of determining long-term strength tensor of orthotropic materials. It was used to set the functional dependence for calculating the tensor components, long-term strength of wood.

УДК 630.*36(100)

Асист. Н.В. Шевченко – НЛТУ України, м. Львів

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ ЛІСОВОЗНОГО АВТОМОБІЛЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЙОГО ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Розглянуто результати моделювання поступального руху типовим маршрутом лісовозного автомобіля на I-V та на V передачах коробки передач. За результатами моделювання розв'язано часткові задачі багатокритеріальної оптимізації основних параметрів лісовозного автомобіля з різними наборами критеріїв та зроблено порівняльний аналіз результатів оптимізації.

Покращити тягово-швидкісні, паливно-економічні властивості чи транспортну продуктивність лісовозного автомобіля (ЛА), що є тягачем автопотяга, можна шляхом оптимального вибору його основних параметрів. За основні параметри автопотяга, які потрібно оптимізувати, прийнято: вантажність автопотяга m_Q і власну масу лісовозного автомобіля-тягача m ; максимальну теоретичну швидкість $V_{\max}$ автопотяга, що відповідає мінімальному загальному передатному числу $u_{mp \min}$; максимальну потужність $N_{e \max}$ і номінальну частоту обертання вала двигуна n_N .

Розглядаємо дві часткові задачі оптимізації для визначення цих параметрів за результатами моделювання розгону з місця автопотяга на I-V передачах та за результатами моделювання розгону до заданої швидкості на V передачі коробки передач, і з різними наборами критеріїв.

Отримати аналітичний опис критеріїв оптимізації можна шляхом математичного моделювання поступального руху, крутильних коливань у трансмісії та вертикальних коливань автомобіля з подальшою апроксимацією залежностей критеріїв з урахуванням параметрів автомобіля, дороги та водія. Прийнято один з ймовірних варіантів маршруту вивезення деревини на підприємствах лісового господарства, у якому усереднена частка доріг з асфальтовим покриттям становить 55 %, щебеневим – 35 %, ґрунтових – 10 % у загальному маршруті вивезення деревини автопотягами.

Для першої задачі багатокритеріальної оптимізації, беручи до уваги ДСТУ [1], взято такі критерії: $t_{roz \geq 60}$, с – час розгону до 60 км/год; t_{V_k} , с – час розгону до деякої кінцевої швидкості V_k ; G_{60c} , л/100 км – середня витрата пального за час розгону до $V=60$ км/год; G_{tk} , л/100 км – витрата пального на момент кінця розгону до V_k , км/год; G_{ck} , л/100 км – середня витрата пального за час розгону до V_k , км/год; W_{ck} , т·км/год – середня продуктивність для розгону до V_k км/год; W_{tk} , т·км/год – продуктивність на момент кінця розгону t_k , коли $V=V_k$ км/год; σ_{Mtr} , Н·м – середнє квадратичне відхилення динамічного крутного моменту у валах трансмісії, визначене для розгону тільки на V передачі.

За критерії оптимізації у другій задачі оптимізації прийнято: G_{100} – витрата пального, л/100 км; W – продуктивність лісового автопотяга, т·км/год;