

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ СТРУКТУРИ МАТЕРІАЛІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ ПРЕСУВАННЯМ ДЕРЕВИННО-КЛЕЙОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ, НА ЇХ МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

*к.т.н., доц. Малахова О.С., магістрант Лакида Ю.П. (Національний університет біоресурсів і природокористування України)*

### ANALYSIS of INFLUENCE of PARAMETERS of STRUCTURE of the MATERIALS MADE PRESSING of WOOD-GLUE COMPOSITION, ON THEIR MECHANICAL PROPERTIES

*Ph.D. O. S. Malakhova, assist. Lakyda U.P. (National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine)*

**Анотація:** Проаналізовано структуру ПДКК із застосуванням моделі напруженого стану одичного елемента структури зі зв'язком, що займає частину його поверхні, та тензорний аналіз напруженого стану такого елемента.

**Ключові слова:** Пресована деревинно-клейова композиція, структура, напруження

**Annotation:** The conducted analysis of structure of ПДКК is with application of model of the tense state of single element of structure with connection, that occupies part of his surface, and tensor analysis of the tense state of such element.

**Keywords:** Pressed wood-glue composition, structure, tension

В наш час широкого розповсюдження набули матеріали на основі пресованої деревинно-клейової композиції (ПДКК). Вони активно застосовуються у меблевій, будівельній та інших галузях. Їх структура, а відповідно і механічні властивості, визначаються параметрами та співвідношенням основних складових (деревинного компоненту і зв'язуючого) та режиму пресування. Саме цими факторами відрізняються технології виробництва плит ДСП, OSB, ДВП, MDF тощо. Розуміння закономірностей структуроутворення таких матеріалів дає основу для виготовлення матеріалів з прогнозованими властивостями.

Аналіз структури ПДКК свідчить про їхню істотну відмінність від моделі ізотропії однорідного тіла [1], покладеної в основу класичних теорій міцності.

Структурі ПДКК притаманна наявність локальних особливостей, що відрізняються фізичними і механічними властивостями. Характер взаємного розташування структурних елементів ПДКК формується в процесі пресування, коли відбувається стискання стружкового килима і твердіння зв'язуючого з виникненням клейових прошарків у місцях контактів деревинних часток.

Механізм виникнення напружень при навантаженні матеріалу, структура якого складається зі з'єднаних клейовими прошарками деревинних часток, може бути проаналізована на моделі, що зображена на рис.1. Деревна частка в ПДКК може розглядатися в якості одиничного елемента структури зі зв'язком, що займає деяку частину його поверхні.

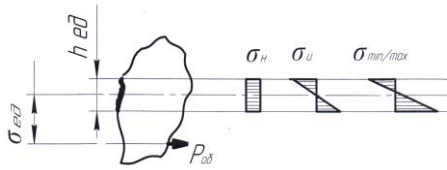


Рис. 1. Аналіз напруг в одиничному структурному елементі

Навантаження, що сприймаються одиничним структурним елементом, можна звести до узагальненої сили ( $\mathbf{P}_{\text{заг}}$ ). Якщо площу одиничного контакту представити у вигляді прямокутника з розмірами  $\mathbf{h}_{\text{од}}$  і  $\mathbf{b}_{\text{од}}$ , то нормальні ( $\sigma_n$ ) і згинаючі ( $\sigma_{зг}$ ) напруги, що виникають в результаті впливу сили  $\mathbf{P}_{\text{заг}}$ , будуть:

$$\sigma_n = \frac{P_{\text{заг}}}{b_{\text{од}} h_{\text{од}}}; \quad \sigma_{зг} = \frac{P_{\text{заг}} \sigma_{\text{од}}}{W_{\text{од}}} = \frac{6P_{\text{заг}} \sigma_{\text{од}}}{b_{\text{од}} h_{\text{од}}^2} \quad (1)$$

Нормальні й згинаючі напруги додаються й, таким чином, на площині одиничного зв'язку утворюються напруги:

$$\sigma_{\text{max/min}} = \frac{P_{\text{заг}}}{b_{\text{од}} h_{\text{од}}} \left( 1 \pm \frac{6\sigma_{\text{од}}}{h_{\text{од}}} \right), \quad (2)$$

які створюють моментні напруги (крутні моменти) в одиничних структурних елементах. Градієнт поздовжніх напруг за товщиною матеріалу, який спостерігається при згинаючому навантаженні, підсилює ефект прояву моментних напруг, що сприяє їхньому виявленню.

Як бачимо, величина моментних напруг задається геометричними параметрами як одиничних структурних елементів ( $\mathbf{h}_{од}$ ,  $\mathbf{b}_{од}$ ), так і матеріалу ( $\mathbf{h}_m$ ), які проєктуються на вісь  $Y$ . Для ПДКК такими параметрами є товщина матеріалу й розміри деревних часток.

У найбільш загальному випадку об'ємний напружений стан ортотропного середовища, як відомо, визначається трьома нормальними  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$  і шістьма дотичними компонентами  $\tau_{xy}$ ,  $\tau_{xz}$ ,  $\tau_{yx}$ ,  $\tau_{yz}$ ,  $\tau_{zx}$ .

При цьому дотичні напруження в ортогональних площинах згідно із законом парності рівні за величиною:  $\tau_{xy} = \tau_{yx}$ ;  $\tau_{yz} = \tau_{zy}$ ;  $\tau_{zx} = \tau_{xz}$ .

Тут індекси нормальних напруг позначають паралельну їм вісь, а подвійна індексація дотичних напружень визначає площину, у якій вони виникають, причому перший індекс збігається з віссю, перпендикулярною напрузі, а другий - з паралельною їй. Тензор напруженого стану для тривісного навантаження має вигляд:

$$T = \begin{vmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{vmatrix} \quad (3)$$

В окремих випадках навантажений тензор спрощується за рахунок відсутності деяких компонентів напруг або розбіжності зон дії їх максимальних величин. Щодо цього необхідно докладніше зупинитися на оцінці вигину – деформації, що по суті визначає роботу виробів з деревних матеріалів.

У загальному випадку поперечного вигину тензор напруженого стану має вигляд:

$$T = \begin{vmatrix} \sigma_x & 0 & 0 \\ \tau_{yx} & 0 & \tau_{yz} \\ 0 & 0 & \sigma_z \end{vmatrix} \quad (4)$$

Максимальні нормальні напруги виникають у крайніх волокнах перетинів, а дотичні в них відсутні. Тому для цих небезпечних волокон тензор спрощується:

$$T = \begin{vmatrix} \sigma_x & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_z \end{vmatrix} \quad (5)$$

При прямому поперечному вигині без врахування нормальних напружень тензор  $\sigma_z$  набуває вигляду:

$$T = \begin{vmatrix} \sigma_x & 0 & 0 \\ \tau_{yx} & 0 & \tau_{yz} \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad (6)$$

При оцінці міцності матеріалу в зоні нейтральної осі, де  $\sigma_x = 0$  і діють тільки дотичні компоненти, тензор також спрощується:

$$T = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \tau_{yx} & 0 & \tau_{yz} \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}, \quad \tau_{yx} = \tau_{yz} \quad (7)$$

Нарешті, при чистому вигині, коли дотичні напруження відсутні, а нормальні діють тільки уздовж волокон, тензор набуває найбільш простої форми:

$$T = \begin{vmatrix} \sigma_x & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad (8)$$

Така форма напруженого стану найдоцільніша при проведенні експериментів.

Теоретичне обґрунтування методу випробування шаруватих матеріалів в умовах чистого згину та обладнання для проведення таких випробувань було розроблено у Ленінградській лісотехнічній академії під керівництвом проф. А.Б.Ізраеліта [2, 3, 4].

Фактична міцність виробів з деревини й деревних матеріалів визначається всіма діючими компонентами напруг. Наведені вище форми тензорів напруженого стану дозволяють у кожному конкретному випадку виявляти найважливіші напруги для наступного аналізу.

Відзначимо, що, оскільки міцність є характеристикою граничних можливостей матеріалу, на її величину впливають багато факторів, що "маскують" прояв впливу параметрів структури. Це наочно демонструється при аналізі процесу деформування на реологічній моделі.

Реологічна модель (рис. 2), запропонована І.Г.Деревянко [5] при дослідженні ПДКК, може бути застосована також при аналізі властивостей інших деревних матеріалів. Вона заснована на моделі типового тіла, але містить крім традиційних пружних елементів (моделюють пружну реакцію целюлозного кістяка деревних часток) і демфера (моделює внесок сил внутрішнього тертя) елементи у вигляді гнучких нерозтяжних ниток. Ці елементи моделюють міцнісні

реакції одиничних зв'язків, що руйнуються в міру збільшення навантаження. У межах пружних деформацій міцнісні властивості одиничних зв'язків не проявляються. Це, а також те, що жорсткість ( $C=EJ$ ) є інтегральною властивістю, оскільки містить у собі як характеристику пружних властивостей - модуль пружності ( $E$ ), так і геометричні параметри матеріалу - момент інерції перетину ( $J$ ), підтверджує доцільність вибору у якості вихідних параметрів при дослідженні впливу параметрів структури деревних матеріалів саме пружних характеристик.

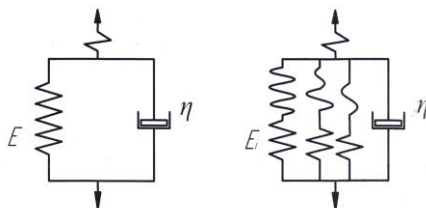


Рис. 2. Реологічна модель типового тіла та пресованої деревинно-клейової композиції

Таким чином, у якості показника неоднорідності ( $\phi$ ) може розглядатися відношення величини характеристики матеріалу, наведеної з урахуванням впливу структурно-механічних параметрів ( $X_n$ ) до її величини уздовж осі вигину ( $X_x$ ), і в загальному виді виглядає так:

$$\phi = \frac{X_n}{X_x} \quad (9)$$

Такий показник, заснований на жорсткості, являє собою відношення наведеної жорсткості ( $C_n$ ) до жорсткості матеріалу уздовж осі  $X$  ( $C_x$ ):

$$\phi = \frac{C_n}{C_x} \quad (10)$$

При теоретичному аналізі показника неоднорідності деревних матеріалів слід враховувати, що регулярний тип структури ПДКК обумовлює статистичний характер прояву її параметрів, що дає підставу для залучення при її дослідженні положень теорії моментних напружень [6, 7].

На підставі викладеного можна зробити наступні висновки.

1. Проведений аналіз структури ПДКК із застосуванням моделі напруженого стану одиничного елемента структури зі зв'язком,

що займає частину його поверхні, свідчить, що величина моментних напруг задається такими параметрами є товщина матеріалу й розміри деревних часток.

2. Проведений тензорний аналіз напруженого стану одиничного елемента дає підставу для дослідження впливу параметрів деревних матеріалів на їх механічні властивості із застосуванням положень моментних напружень.

2. Кількісна оцінка впливу структурно-механічних параметрів на механічні властивості ПДКК може бути виражена у вигляді відношення величини наведеної характеристики механічних властивостей в умовах чистого вигину до її величини уздовж осі вигину.

3. Експериментальні дослідження впливу параметрів неоднорідності на механічні властивості ПДКК слід проводити в зоні пружних деформацій.

#### *СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ*

1. Ашкенази Е.К. Прочность анизотропных древесных и синтетических материалов / Е.К.Ашкенази. – М.: Лесн. пром., 1966. 167 с.

2. Израелит А.Б. Фактические упругие характеристики и напряжения в слоистых материалах. / А.Б. Израелит //Изв. вузов: Лесной журна. - 1971. - №4. С.48-51.

3. Израелит А.Б. Влияние стесненности деформаций на упругие свойства композиционных пластиков. / А.Б. Израелит // Тез докл научно-техн конференции. Гомель. 1993. – С.55-62.

4. Заготовки гнутоклееные. Определение прочности при статическом изгибе: ГОСТ 19921-74

5. Деревянко И.Г. Исследование влияния основных технологических и эксплуатационных факторов на деформативность материалов, прессованных из измельченной древесины со связующим.- Дисс.к.т.н. – Иван Григорьевич Деревянко. – К., 1978. – 220с.

6. Аэро Э.Л., Кувшинский Е.В. Основные уравнения теории упругости сред с вращательными взаимодействиями частиц – Физика твердого тела, 1960, т.2. –вып.7

7. Деревянко Н.И. Моментные напряжения в упругих стержнях и оболочках. – Автореф. дисс. к.т.н. – Николай Иванович Деревянко. - Харьков., – 1967. – 175с.