

**УДК 674.815**

**ЗАЛЕЖНІСТЬ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
ПРЕСОВАНОЇ ДЕРЕВИННО-КЛЕЙОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ  
ВІД СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ**

**Малахова О.С. доцент, Лакида Ю.П. аспірант  
(НУБіП України)**

*Розглянуто особливості структури матеріалів, пресованих з деревинно-клеювої композиції, залежність їх механічних властивостей від розташування і розмірів деревинного компоненту.*

У багатьох будівельних, меблевих та інших виробках дерев'яні деталі успішно замінюються матеріалами, пресованими з деревно-клеювої композиції

(далі - ПДКК), що дозволяє економити деревину, а також утилізувати низькоякісну деревину та відходи деревообробки [1].

Терміном "композиційний матеріал" визначається штучно створений неоднорідний суцільний матеріал, що складається з двох або більше компонентів [7]. В наш час широко розповсюджені композиційні матеріали на основі деревинного компоненту і різних зв'язуючих. Це - плитні матеріали (ДСтП, ДВП, МДФ, OSB, фанера тощо) та вироби (гнутоклеєні, пресовані з ПДКК тощо).

Матеріалам пресованим з деревинно-клеювої композиції, так само як і деревині, властива наявність локальних структурних особливостей, які відрізняються фізичними і механічними властивостями. Однак, на відміну від деревини, структура якої формується в процесі природного росту, структура ПДКК визначається технологічними і конструктивними факторами її виготовлення.

Характер взаємного розташування структурних елементів ПДКК формується в процесі пресування, коли відбувається стиснення стружкового килима і твердіння зв'язуючого з утворенням клейових прошарків у місцях контактів деревних частинок [2].

Для успішного вирішення питань забезпечення певного рівня якості матеріалу важливо знати взаємозв'язок його механічних властивостей і факторів, що впливають на них. Численні роботи, присвячені вивченню цього питання [2, 3, 5, 6 та ін.] явно або побічно підтверджують визначальне значення технологічних факторів при формуванні структури цього матеріалу.

Макроструктурними параметрами такого матеріалу є характеристики його компонентів (деревних частинок, клейових прошарків і повітряних проміжків) і їх взаємне розташування, а мікроструктурний рівень відповідає структурі складових його деревних частинок і отверженого сполучного.

Елементи макроструктури ПДКК - деревні частки і клейові прошарки мають різну природу, володіють різною структурою і різними властивостями. Клейові прошарки у досліджуваному матеріалі утворені поліконденсаційними

смолами, які є високомолекулярними сполуками. При затвердінні вони набувають тривимірну структуру за рахунок з'єднання лінійних молекул, поперечними хімічними зв'язками у вигляді містків, утворених різними атомами [8, 9].

Основними параметрами клейових прошарків, що впливають на характер структури ПДКК, є розмір їх площі відносно площі контактів деревних частинок (яка залежить від кількості зв'язуючого, якості розподілу його по поверхні деревних частинок і щільності матеріалу[4-8]) і міцності клейових з'єднань (залежної від якості сполучного і умов його поліконденсації [4, 9]). Оскільки елементи структури затверділого зв'язуючого знаходяться на молекулярному рівні і не мають будь-якої орієнтованості, матеріал клейових прошарків можна вважати ізотропним однорідним.

Маса деревних частинок складає значну частину деревно-клейової композиції (до 88% [3]) і в значній мірі саме характеристики деревних частинок та їх розташування визначають структурні параметри пресованого матеріалу.

Теоретичний аналіз процесу утворення структури стружкового килима при засипці ДКК в прес-форму, а також принципи переміщення деревних частинок в процесі здавлювання його при пресуванні наведено в [2]. Аналіз руху окремих частинок показав, що при здавлюванні стружкового килима плитами преса частинки, розташовані горизонтально, зберігають своє положення, частинки, що знаходяться в похилому стані, повертаються і розташовуються приблизно паралельно пласті, а, розташовані вертикально, при поздовжньому стисканні втрачають рівновагу, розламуються, та їх частини також прагнуть до горизонтального положення. При цьому деревні частки набувають переважно таке положення, що їх довжина і ширина знаходяться в площині, паралельній пласті. Таким чином, головною особливістю структури матеріалу, пресованого з ПДКК, є орієнтація деревних частинок переважно паралельно пласті. Це надає їй характер ортогональної ізотропії [8].

Відмінність властивостей композиційних матеріалів при навантаженні вздовж і впоперек площини пресування підтверджується результатами

експериментального дослідження міцності і пружності композиційних деревних пластиків [4], яке показало позитивний регресійний взаємозв'язок міцності і пружності. Експериментальні дані досліджень пружних властивостей деревостружкових плит [5], які свідчать про те, що орієнтування деревних частинок в процесі формування стружкового килима порушує ізотропією властивостей матеріалу в площині пресування, також є підтвердженням наявності ортогональної ізотропії плоско-пресованих матеріалів.

Теоретичний аналіз впливу обмеженості деформацій в композиційних деревних матеріалах проведений А. Б. Ізраелітом [12]. У своїй роботі він зазначив, що причинами цього ефекту є відмінності механічних властивостей деревини і зв'язуючого. Він аналітично виявив, що ступінь обмеженості деформацій залежить від співвідношень модулів пружності структурних елементів та їх кількісного вмісту, а також, що обґрунтоване використання ефекту обмеженості деформацій може бути спрямоване на регулювання властивостей композиційних матеріалів. В роботі [13] він аналітично обґрунтував прояв ефекту обмеженості деформацій на моделі матеріалу, який складається шарів з різними пружними і міцними властивостями, зазначивши при цьому, що, як правило, цей ефект призводить до додаткового навантаження в поздовжньому напрямку найбільш слабкого шару і до появи напружень у поперечному напрямку. На основі теоретичного аналізу спільності деформацій компонентів в композиційних деревних матеріалах за умовою рівноваги в роботі того ж автора [13] зазначається, що оскільки міцність деревного скелету пластика зазвичай значно більше, ніж зв'язуючого, збільшення модуля пружності деревного компонента має сприяти оптимізації властивостей композиційного матеріалу.

На вплив форми і розмірів деревинних частинок звернули увагу вже перші дослідники властивостей і технології виготовлення деревостружкових плит. Дослідженню впливу форми і розмірів деревних частинок на властивості ПДКК, зокрема - деревостружкових плит, приділено багато уваги, як в нашій країні, так і за кордоном [1, 3, 14, 16].

Форма, розміри і якість поверхні деревних частинок зумовлюються методами і параметрами процесу подрібнення. Прагнення отримувати стружку з гладкою поверхнею обумовлено тим, що шорсткість збільшує питому поверхню деревних частинок, спричиняє нерівномірне нанесення зв'язуючого і, таким чином, погіршує якість склеювання деревних частинок [2].

Щодо довжини деревних частинок існує єдина думка про те, що з її збільшенням міцність плит зростає, однак при довжині, більшій 40 мм, ускладнюється робота технологічного обладнання. В роботі [2] зазначається, що збільшення довжини деревних частинок збільшує ймовірність їх горизонтального укладання при формуванні стружкового килима.

Щодо товщини деревних частинок встановлено, що її зменшення до певних розмірів сприяє підвищенню міцності при згині, однак є розбіжності з приводу її оптимального значення. Так Г. М. Шварцман [16] і Е. Е. Анисова [17] вважають, що найкращі показники дає використання стружки товщиною 0,2 - 0,4 мм, а роботи Е. А. Михайлова, І. М. Дискіна [18, 19] та Ю. Г. Лапшина [20] показують, що зміна товщини деревних частинок від 0,1 до 0,75 мм практично не впливає на міцність плит при вигині, але збільшення її до 0,75 мм дещо підвищує міцність при розтягуванні перпендикулярно пласті. Останнє можна пояснити зменшенням питомої поверхні деревних частинок, що сприяє збільшенню відносної кількості поверхні, вкритої зв'язуючим, і, отже, збільшенню відносної кількості клейових зв'язків в місцях контактів. Висновок про негативний вплив збільшення товщини стружок [16] заснований на порівнянні властивостей плит з спеціальних стружок і з дробленого шпону.

Впливу ширини деревних частинок приділено значно менше уваги, проте наголошується, що її зменшення сприяє поліпшенню показників міцності [16]. Це можна пояснити зменшенням опору вигинанню і тому кращим контактуванням таких частинок.

Результати досліджень, проведених компанією "International Paper Co" показали, що якнайкращі механічні властивості (при щільності 1000 кг/м<sup>3</sup>) мають плити з стружки товщиною від 0,076 до 0,102 мм, а оптимальна ширина -

38,1 мм і більше [14].

Наведені в [18] графіки, отримані за експериментальними даними Mottelet, свідчать, що збільшення товщини волокон дугласової сосни приблизно до 0,2 мм збільшує міцність деревостружкових плит, а при подальшому збільшенні знижує її. Аналогічним чином, довжина волокон при збільшенні приблизно до 20 мм сприяє підвищенню міцності, а потім - зниженню [14].

Експериментальні дослідження [16] показали, що наявність 10 - 15% часток фракції 1/0 (пилу) підвищує міцність деревостружкових плит, що пояснюється їх сприянням поліпшенню контактів між великими частками. Слід, однак, відзначити, що досліджувався матеріал щільністю до 800 кг/м<sup>3</sup>, де пил сприв заповненню повітряних проміжків. При більшій щільності наявність пилу, можливо, має інші наслідки.

Теоретичні дослідження [17, 21] підтверджують визначальний вплив форми і розмірів деревних частинок на характер контактів деревних частинок в пресованому матеріалі. Дослідження з визначення формул для розрахунку площі контактів в зоні руйнування при розтягуванні перпендикулярно пласті, які враховують форму деревних частинок, проводилися Е.К.Анісовою на основі структурної моделі деревостружкової плити, яка апроксимує форму деревних частинок еліпсами [17].

Виключний вплив щільності на механічні властивості ПДКК, підтверджується всіма дослідниками [16, 17, 21]. Так, модуль пружності при статичному згинанні одношарових плит середньої щільності безперервного пресування дорівнює 1500 МПа, а важких - 2000-2500 МПа [16]. У США вважається оптимальним співвідношення щільності деревостружкових плит та використовуваної для їх виготовлення деревини 1,3/1,0 [14].

Вплив щільності та інших технологічних факторів на ступінь контактності деревних частинок досліджувався Шестаковою З. Я [21]. Розрахунки, засновані на імовірнісному підході до розподілу зусиль і деформацій у стружковому килимі і законах статистичної механіки зернистих

середовищ, дозволили запропонувати рівняння для визначення ступеня контактності деревних частинок в будь-якому по товщині перетині залежно від середнього для даного перетину значення напруги і середнього значення початкового ступеня контактності. У цьому дослідженні експериментально підтверджено, що із збільшенням щільності матеріалу ступінь контактності деревних частинок збільшується, а відмінність між контактністю у периферійному і нижньому перетинах зменшується. Відзначено також, що збільшення тиску пресування сприяє підвищенню межі міцності при статичному вигинанні.

Такими чином, на підставі аналітичного огляду досліджень можна зробити висновки про те, що визначальний вплив на механічні властивості ПДКК мають чинники, які формують структуру; структура цього матеріалу залежить від властивостей і параметрів деревних частинок і клейових прошарків; розташування деревинних частинок у ПДКК плоского пресування переважно паралельно пласті обумовлює ортогональну анізотропію матеріалу; збільшення довжини деревних частинок, зменшення їх ширини і підвищення щільності матеріалу мають позитивний вплив на механічні властивості ПДКК.

### **Список літератури**

1. Максимчук А. Изготовление композиционных материалов из мягких отходов переработки древесины: Доклад научно-практической конференции "Инвестиционный потенциал ЛПК Красноярского края - СибГТУ, 2012 [Электронный ресурс] : Режим доступа <http://atmwood.com.ua/2012/01/13/yzhotovlenye-kompozitsyonnyih-materyalov-uz-myahkyh-othodov-pererabotky-drevesyny>
2. Гарасевич Г.И. Формованные изделия из древесно-клеевой композиции / Г.И.Гарасевич, А.А.Семеновский. – М.: Лесная пром-сть. – 1972, - 160с.
3. Бехта П.А. Технологія деревинних плит і пластиків / Павло Антонович Бехта – К.: Основа, 2004. – 780 с.
4. Израелит А.Б. Взаимосвязь упругих и прочностных свойств

композиционных пластиков / А.Б.Израелит, Л.С.Асоцкий. – Реф. иформ. 1972. №7

5. Израелит А.Б. Исследование прочности древесностружечных плит в зависимости от ориентации частиц / А.Б.Израелит, М.Ш.Пильцер – Лесной журнал. – 1972 №3 с. 24.

6. Деревянко И.Г. Исследование влияния основных технологических факторов на деформативность материалов, прессованных из измельченной древесины со связующим: дисс ... канд.техн.наук: Деревянко Иван Григорьевич. – К., 1978. – 220 с.

7. Композиционный материал. – [Электронный ресурс] : Режим доступа <http://ru.wikipedia.org/wiki>

8. Ашкенази Е.К. Анизотропия древесины и древесных материалов / Е.К. Ашкенази. – М.: Лесная пром-сть. – 1978.- 224с.

9. Берзегов А. Клеи на основе поликонденсационных смол./ 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://moshud.info/moshud-article/article/klei-na-osnove-polikondensacionnykh-smol>

11. Израелит А.Б. Повышение прочности древесностружечных плит путем ориентации частиц в электромагнитном поле / Б.Израелит, М.Ш.Пильцер – Реф. инф. 1973, №3 с. 9-10.

12. Израелит А.Б. Влияние стесненности деформаций на упругие свойства композиционных пластиков / Арон Борисович Израелит – Тез. докл. научно-тех конф. Гомель. 1973

13. Израелит А.Б. Фактические упругие характеристики и напряжения в слоистых материалах. Изв. вузов: – Лесной журнал. – 1971 №4 с. 48-51.

14. Мелони Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит / Т.Мелони – М.: Лесная пром-сть, 1982, 237 с.

15. Свиткин М.З. Технология изготовления изделий из измельченной древесины / М.З.Свиткин, Д.А.Щедро – М.: Лесная пром-сть. – 1976. 144 с.

16. Шварцман Г.М. Производство древесностружечных плит / Г.М.Шварцман – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 312 с.

17. Анисова Н.П. Исследование влияния структурно-механических и



технологических факторов на физико-механические свойства древесностружечных плит: дисс ... канд.техн.наук: – Красноярск, 1973

18. Михайлов Н.А. Исследование влияния технологических режимов изготовления древесностружечных плит на прочность при растяжении перпендикулярно пласти: дисс ... канд.техн.наук: – Воронеж, 1971

19. Дыскин И.М. Влияние формы и размеров древесных частиц на физико-механические свойства древесностружечных плит: дисс ... канд. техн. наук: – М., 1961

20. Лапшин Ю.Г., Поташев О.Е, Шапиро А.М. Рациональные размеры древесных частиц в производстве древесностружечных плит / Лапшин Ю.Г., Поташев О.Е, Шапиро А.М. Обзорная инф. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1979. 21 с.

#### **Аннотация**

### **ЗАВИСИМОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЕСОВАННОЙ ДРЕВЕСНО-КЛЕЕВОЙ КОМПОЗИЦИИ ОТ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ**

Малахова О.С. Лакида Ю.П.

*Рассмотрены особенности структуры материалов, прессованных из древесно-клеевой композиции, зависимость их механических свойств от расположения и размеров древесного компонента.*

#### **Abstract**

### **DEPENDENCE OF MECHANICAL PROPERTIES OF THE PRESSED WOOD AND GLUE COMPOSITION FROM THE STRUCTURAL OF PARAMETERS**

Malakhov O. S. Lakida Yu.P.

*Features of structure of the materials pressed from wood and glue composition, dependence of their mechanical properties on an arrangement and the sizes of a wood component are considered.*