



Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства, деревооброблювальних технологій
та землевпорядкування

Кафедра деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу

**ТЕХНОЛОГІЯ ДЕРЕВИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ
МАТЕРІАЛІВ І ФАНЕРИ
Частина 2**

**Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт**

**для здобувачів денної та заочної форм навчання
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 187 Деревообробні та меблеві технології**

**Харків
2024**

Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства,
деревооброблювальних технологій та землевпорядкування

Кафедра деревооброблювальних технологій та
системотехніки лісового комплексу

**ТЕХНОЛОГІЯ ДЕРЕВИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ
МАТЕРІАЛІВ І ФАНЕРИ
Частина 2**

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання зі спеціальності
спеціальності 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Затверджено
рішенням Вченої ради факультету
лісового і господарства,
деревообробних технологій та
землевпорядкування
Протокол № 7
від 21 березня 2024 р.

Харків
2024

УДК 694.6(076)
ТЗ8

Схвалено
на засіданні кафедри деревооброблювальних технологій та
системотехніки лісового комплексу.
Протокол №10 від 12 березня 2024 р.

Рецензенти:

О. Б. Калюжний, канд. техн. наук, доцент кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка Державного біотехнологічного університету.

О. А. Шентур, канд. техн. наук, доцент кафедри дерево-оброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу Державного біотехнологічного університету.

ТЗ8 Технологія деревних композиційних матеріалів і фанери. Частина 2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форм навчання спеціальності 187 Деревообробні та меблеві технології / Держ. біотехнол. ун-т; уклад.: В. І. Д'яконов, Ю. О. Градиський, В. К. Погорілий – Харків [б.в.], 2024. – 25 с.

УДК 694.6(076)

Відповідальний за випуск: В. І. Д'яконов, к-т техн. наук, доцент

© Д'яконов В.І. Градиський Ю.О., Погорілий В.К., 2024
© ДБТУ, 2024

ЗМІСТ

Загальні методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт.....	5
Лабораторна робота № 4. ВИПРОБУВАННЯ ЗРАЗКІВ З МАС ДЕРЕВНИХ ПРЕСУВАЛЬНИХ	6
Лабораторна робота № 5. ОДЕРЖАННЯ Й ВИПРОБУВАННЯ АРБОЛІТУ	14
Лабораторна робота № 6 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОСОЧЕННЯ ДЕРЕВИНИ	19
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	25

Загальні методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт

Виконання лабораторних робіт складається з домашньої підготовки і роботи у лабораторії. Під час домашньої підготовки слід вивчити тему, по якій буде виконуватись лабораторна робота, порядок виконання лабораторної роботи, підготуватись до відповіді на контрольні питання.

Робота в лабораторії починається з перевірки підготовленості студентів. Лабораторна робота виконується у послідовності, наведеної у методичних вказівках.

Завершивши оформлення звіту, у кінці заняття кожен студент здає лабораторну роботу по теоретичним питанням домашньої підготовки та матеріалам виконаної роботи.

Лабораторна робота № 4

ВИПРОБУВАННЯ ЗРАЗКІВ З МАС ДЕРЕВНИХ ПРЕСУВАЛЬНИХ

Мета роботи – освоїти методики фізико-механічних випробувань виробів із МДП; визначити фізико-механічні показники отриманих зразків.

Матеріали й устаткування: зразки у формі бруска й диска; штангенциркуль; мікрометр; маятниковий копер; випробувальна машина Р-0,5; технічні ваги; ванна з водою (температура 20 °С); прилад для вимірювання твердості.

Загальні відомості

Експлуатаційні параметри виробів із МДП характеризують комплексом показників, обумовлених у процесі проведення їх випробувань. Вид і кількість показників повинні бути достатніми для оцінки якості виробів, і це залежить від їхнього складу й технології виготовлення. Великий вплив на властивості виробів із МДП виявляють: розміри й форма деревних часток, порода деревини, зміст і вид сполучного, наявність різних добавок, режим переробки прес-маси (вологість прес-композиції, тиск, температура, тривалість пресування). Ромбовидна й подовжена форма часток суттєво поліпшує всі основні якісні показники виробів із МДП. Зміст сполучного впливає на їхню плинність і водостійкість. Від виду сполучного й складу МДП залежать теплофізичні, діелектричні й антифрикційні властивості. Крім того, даний матеріал може зберігати свої фізико-механічні властивості при зміні температур від мінус 60 °С до +60 °С, має атмосферо-, бензо- та кислотостійкість. Істотний вплив на властивості виробів виявляють режими переробки, обираючи залежно від складу прес-маси, призначення й профілю готового виробу. Застосування дрібних фракцій здрібненої деревини, підвищення змісту сполучного, використання пластифікуючих добавок, модифікація наповнювача, а також виготовлення виробів простої форми допускають застосування менших тисків пресування (30–40 МПа). При низькій плинності прес-маси використовують підвищений тиск пресування (50–80 МПа). Збільшення тривалості витримки від 1 хв/мм до 2 хв/мм приводить до росту механічних властивостей і водостійкості зразків.

Підвищення температури пресування до 150–160 °С також позитивно впливає на всі показники МДП, подальше ж збільшення нагрівання погіршує їхній властивості. Спрямована зміна й регулювання властивостей прес-мас подрібненої деревини може бути досягнуте модифікацією наповнювача, зв'язувального речовини, застосуванням пластифікуючих і затверджуючих добавок. Випробуванню на фізико-механічні показники піддають як стандартні зразки, так і готові вироби. Для них обов'язкове визначення межі міцності при статичному вигині й стиску, ударній в'язкості, водопоглинення за 24 год, щільності й вологості; інші показники, такі як твердість, діелектричні, теплофізичні, антифрикційні властивості, оливо-, бензо- та кислотостійкість, випробовують у випадку їх функціонування в особливих умовах експлуатації.

Кожний показник фізико-механічних характеристик визначають у відповідності з існуючими стандартами. Період часу між пресуванням зразка і його випробуванням повинен становити не менш 16 год, включаючи час його кондиціонування. Фізико-механічні показники зразків із МДП визначають по наступних методиках:

1) *щільність* – шляхом гідростатичного зважування зразка на повітрі й у дистильованій воді при температурі $(20 \pm 1,5)^\circ\text{C}$, при цьому тривалість його перебування у воднім середовищі не повинна перевищувати 1 хв;

2) *водопоглинання* – за приростом ваги зразка після його занурення у воду на 24 год при температурі $(20 \pm 1,5)^\circ\text{C}$;

3) *межа міцності при статичному вигині* – шляхом навантаження зразка, що вільно лежить своєю широкою стороною на двох опорах, посередині за допомогою наконечника, який рухається з постійною заданою швидкістю щодо опор;

4) *межа міцності при стиску* – приміщенням зразка у вигляді бруска між двома паралельними плитами, що зближаються при постійній швидкості;

5) *ударну в'язкість* – шляхом удару молота при швидкості 2,9 м/с посередині зразка, що вільно лежить на двох опорах маятнікового копра, з визначенням роботи, витраченої на його руйнування;

б) *твердість* – за допомогою вимірювання глибини вдавлення металевої кульки діаметром 5 мм у випробуваний зразок під дією перпендикулярного додатка навантаження 960 Н;

7) *коефіцієнт тертя* – шляхом ковзання зразка по сталевій поверхні без змащення при швидкості 0,75 м/с і навантаженню 4,9 МПа протягом не менш 30 хв;

8) *зношування при терті катання* – по втраті маси зразка, вираженої в міліграмах на 1 м шляху його стирання при сухім терті катання із проковзуванням по площині сталевого контртіла за схемою вал – втулка;

9) *абразивне зношування* – при стиранні бруска квадратного перетину з розміром сторін 12 мм × 12 мм і висотою 15 мм поверхнею абразиву. У лабораторній роботі передбачене визначення усадки, щільності, ударній в'язкості, модуля пружності при вигині, міцності при статичному вигині, твердості, міцності при стиску.

Порядок виконання роботи

Визначення усадки. Усадка характеризує зменшення розмірів виробу при його охолодженні від температури переробки до кімнатної. Визначається усадка як різниця розмірів холодної прес-форми й відформованих, охолоджених у ній зразків, віднесена до розмірів прес-форми й виражена у відсотках. Усадка обумовлена стиском матеріалу при охолодженні, яке приводить до зміни його структури. Про величину усадки матеріалу, викликаної його стиском, можна судити за коефіцієнтом лінійного розширення. Усадочні процеси в ряді випадків є небажаними, тому що можуть приводити до жолоблення виробів. Величина усадки залежить від природи сполучного й наповнювача, їх співвідношень у композиції, наявності летучих речовин, а також від тиску й температури переробки. Для визначення усадки використовують бруски й диски, витримані протягом не менш 16 год при температурі (20 ± 5) °С і відносної вологості (50 ± 5) %. Усадку встановлюють по розмірах прес-форми й зразка в напрямку, перпендикулярному напрямку пресування. Для брусків – це довжина, для диска – діаметр. Розмір прес-форми

визначають при температурі $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Точність визначення становить 0,02 мм.

Усадку MS , %, обчислюють по наступних формулах:

$$MS = \frac{L_0 - L_1}{L_0} 100\%, MS = \frac{d_0 - d_1}{d_0} 100\%$$

де L_0, d_0 – розміри частин, що оформляють, прес-форм, мм; L_1, d_1 – довжина й діаметр виробу відповідно, мм. За результати випробування ухвалюють середнє арифметичне не менш трьох паралельних вимірів.

Визначення щільності. Щільність визначають методом обмірювання й зважування зразків. Обсяг допускається вимірювати й іншими методами – наприклад, по витиснутому обсягу рідини. Величину щільності розраховують по загальновідомих співвідношеннях. Для визначення використовують бруски й диски. Лінійні розміри знаходять із точністю до 0,01 мм, масу – з точністю 0,01 г.

Визначення ударної в'язкості. Ударною в'язкістю називається робота удару, необхідна для руйнування зразка, віднесена до площі його поперечного перерізу. Сутність методу полягає в руйнуванні зразка, який установлений на двох опорах, поперечним ударом. При цьому використовуються зразки з надрізом і без надрізу. Ударна в'язкість визначається на зразках розміром 120 мм × 15 мм × 10 мм і виражається в джоулях на квадратний метр (Дж/м²).

Випробування проводять на маятниковому копрі, у якому випробуваний зразок лежить вільно на двох опорах. Навантаження здійснюється за допомогою маятника, що робить удар по всій ширині зразка. Прилад установлюють так, щоб при ударі маятника за зразком не був зсуву. Необхідно, щоб площина хитання була перпендикулярна поздовжньої осі зразка, установленного на опорах, і проходила через середину прольоту між ними. Розміри стандартного зразка, ножа маятника й опор повинні відповідати, наведеним на рис. 6. Перед випробуванням вимірюють ширину й товщину зразка в середній частині з точністю до 0,01 мм. Заміряють кут зльоту маятника на холостому ході, при цьому стрілку шкали встановлюють у початковій положенні й дають маятнику вільно падати з його верхнього положення. При

правильній роботі копра стрілка покажчика зупиняється проти нульового розподілу шкали.

Випробуваний зразок укладають на опори так, щоб удар довівся по його широкій стороні; при цьому зразок повинен прилягати до стінок опор. Потім стрілку приладу опускають униз до збігу з максимальним значенням шкали.

Випробування починають із підйому маятника у верхнє вихідне положення, у яким він утримується засувкою. Потім при опущеній стрілці шкали в нижнє крайнє положення звільняють маятник, даючи йому вільно падати. Після руйнування зразка маятник зупиняють і по шкалі виконують відлік роботи, витраченої на руйнування зразка, з точністю, рівній половині ціни поділу відповідної шкали копра. Удар по зразку роблять тільки один раз; якщо зразок при випробуванні не зруйнувався, він повинен бути замінений іншим.

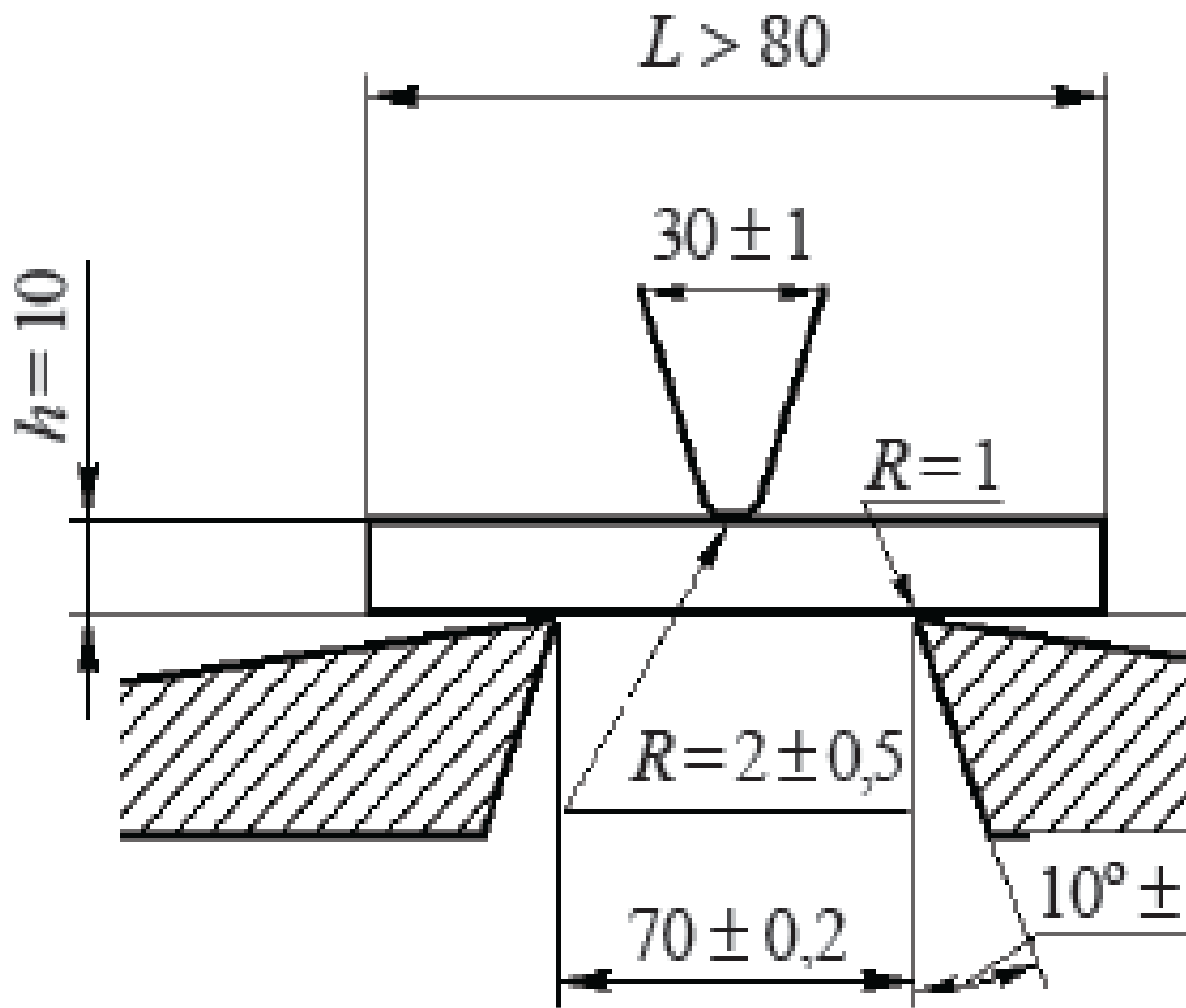


Рисунок 6 – Ніж та опори для стандартного брусу

Ударну в'язкість a , Дж/м², обчислюють за формулою:

$$a = \frac{A}{bh}$$

де A – робота, витрачена на руйнування зразка, Дж; b – ширина зразка, м; h – товщина зразка, м.

За результат ухвалюють середнє арифметичне всіх паралельних випробувань. Характеристику розкиду даних, оцінювану по величині стандартного відхилення, розраховують по наступній формулі:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - Nx^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{\sum (x-x)^2}{N-1}}$$

де x – величина показника зразка; N – число випробуваних зразків; \bar{x} – величина середнього арифметичного значення з результатів випробувань зразків.

Визначення межі міцності при статичному вигині.

Сутність методу полягає в короткочасному додатку навантаження на зразок, при яким визначають:

1) міцність при вигині як відношення згинального моменту до моменту опору поперечного перерізу зразка;

2) прогин у момент руйнування як відстань, на яку відхиляється від свого вихідного положення поздовжня вісь зразка при вигині посередині між опорами. Зразки для випробувань мають розмір $L \times b \times h = 120 \text{ мм} \times 15 \text{ мм} \times 8 \text{ мм}$.

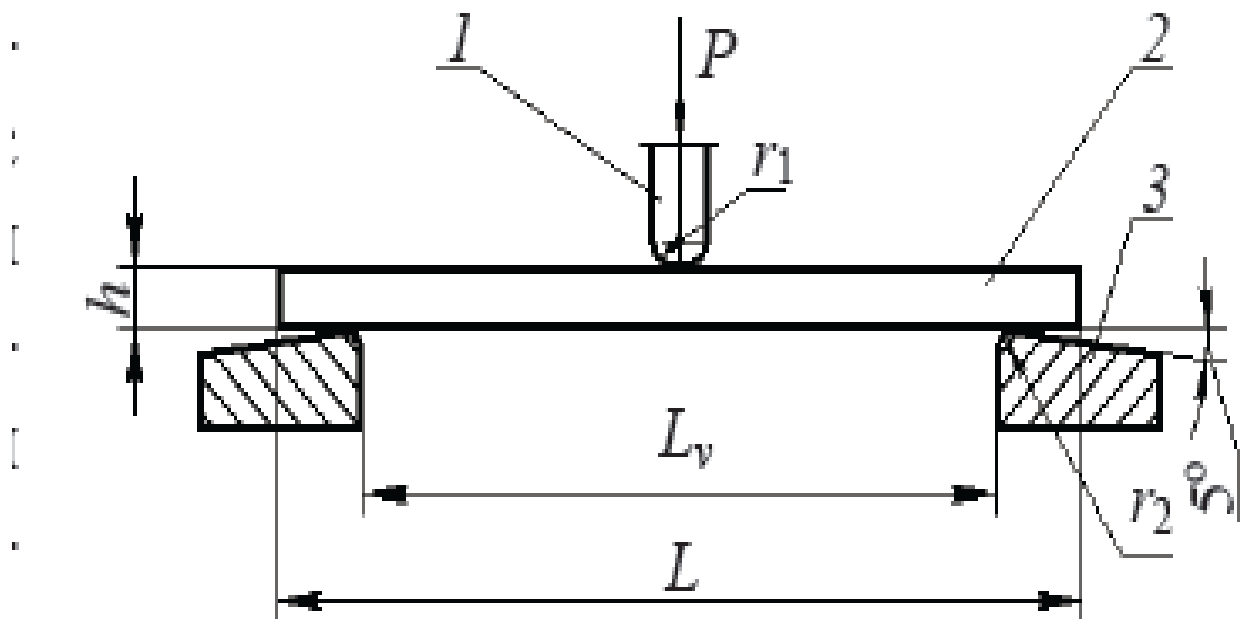


Рисунок 7 – Схема визначення міцності при статичному вигині:

1 – наконечник; 2 – зразок; 3 – опори

На іспитовій машині розміщують пристрій з наконечником, що навантажує, і опорами, що забезпечує можливість установки й закріплення приладу на необхідній відстані (рис. 7). Прогин вимірюють із погрішністю, що

не перевищує 2% от вимірюваної величини. Перед випробуванням у середній частині довжини зразка заміряють його ширину з точністю не менше 0,1 мм і товщину з точністю не менш 0,02 мм. Залежно від товщини зразка відстань між опорами L_v , мм, встановлюють згідно зі співвідношенням $L_v = 16h + 0,5$.

Зразок розташовують на опорах і роблять плавне, без поштовхів навантаження його посередині між опорами. Швидкість зближення наконечника, що навантажує, становить 59 мм/хв. У процесі навантаження зразка заміряють навантаження в момент його руйнування. Міцність при вигині σ , МПа, знаходять за формулою:

$$\sigma = \frac{3P\ell}{2bh^2}$$

де P – максимальне навантаження, Н; ℓ – відстань між опорами, м; b – ширина зразка, м; h – товщина зразка, м.

Визначення твердості зразків. Твердість зразків визначають на приладі, що забезпечує перпендикулярне вдавнення сталеві кульки діаметром 0,5 см у поверхню випробуваного зразка із заданою основною силою (за Бринелем). Плавний додаток основної сили за (30 ± 2) зі здійснюють після приведення індикаторної стрілки приладу до нульової оцінки. Основна сила повинна бути рівної 490,5 Н (50 кгс); якщо сила в 50 кгс недостатня, допускається застосовувати силу 100 кгс. Конструкція приладу виключає вплив деформації важелів, тяг і інших деталей на відлік глибини вдавнення. Для випробування використовують бруски розміром $120 \times 15 \times 10$ мм. Випробування здійснюють на неопрацьованій рівній і гладкій поверхні зразка, який не повинен мати тріщин, раковин, здуттів і задирок. Допускається робити випробування зразків, складених по товщині з декількох пластин (не менш трьох).

Випробування виконують у такий спосіб. Випробуваний зразок укладають на стіл приладу так, щоб забезпечувалося щільне прилягання його до плити приладу й відсутність згинання при вдавненні кульки. Потім обертанням маховика зразок уводять у зіткнення з кулькою доти, поки він не впреться в обмежник, після чого індикатор, що відраховує величину вдавнення, встановлюють на нуль. Центр кульки при цьому повинен перебувати від краю

зразка на відстані не менш 0,5 см, а від центру сусіднього відбитка – близько 1,0 см. Потім до попереднього зусилля плавно протягом (30 ± 2) с додають основну силу. По закінченню додатка сили заміряють глибину вдавнення кульки в матеріал.

Глибина вдавнення кульки до моменту витікання 60 с повинна бути постійної. Відлік ведуть із точністю не менш 0,005 см. На кожному зразку виконують не менш двох-трьох визначень. Величину твердості H , Па, обумовлену по глибині вдавнення кульки при заданій основній силі, обчислюють із наступного співвідношення:

$$H = \frac{P}{\pi Dh}$$

де P – величина основної сили вдавнення, Н; D – діаметр кульки, м; h – максимальна глибина вдавнення, м.

Випробування зразків на стиск. Зразки для випробування можуть мати форму циліндра, паралелепіпеда із квадратним або прямокутною підставою. Опорні площини зразків повинні бути паралельними в межах допуску 0,1% від висоти зразка в напрямку, перпендикулярному напрямку додатка навантаження. Для випробування використовують зразки розміром 30.15.10 мм. Поверхня їх повинна бути гладкої, рівної, без здуттів, сколовши, тріщин, раковин і інших видимих дефектів. Кількість зразків, узятих для випробування, становить не менш п'яти.



Рисунок 8 – Схема випробування зразка на стискання:

1,2 – площадки; 3 - зразок

Перед випробуванням заміряють висоту, ширину, товщину зразка з погрішністю не більш 0,01 мм. Зразок розташовують на опорних майданчиках (рис. 8.) таким чином, щоб поздовжня вісь зразка збігалася з напрямком дії навантаження. Установлюють необхідну величину швидкості зближення майданчиків.

Після виконання підготовчих операцій випробуваний зразок піддають дії зростаючого навантаження до його руйнування. По шкалі машини відраховують величину навантаження в одиницях кілограм-сили, при якій відбулося руйнування зразка. Межа міцності при стиску $\sigma_{сж}$, Па, розраховують за формулою

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F}$$

де P – руйнуюче зусилля, Н; F – мінімальна площа поперечного перерізу зразка, м².

Результати випробувань зразків із МДП зтягають у табл. 4 і аналізують у порівнянні з даними, отриманими для зразків, виготовлених з інших наповнювачів.

Таблиця 4 – Фізико-механічні властивості зразків із МДП

Показник	Вид наповнювача в зразках, виготовлених з мас деревних пресувальних		
	Ошурки	Стружки	Дробленка
Усадка, %:			
- для брусків			
- дисків			
Щільність, кг/м ³ :			
- для брусків			
- дисків			
Ударна в'язкість, Дж/м ²			
Межа міцності при статичному вигині, МПа			
Прогин, мм			
Твердість, Н			
Межа міцності при стиску, Па			

Контрольні питання

1. Види показників, що визначають властивості виробів із МДП.
2. Фактори, що впливають на показники якості виробів із МДП.
3. Визначення фізичних властивостей виробів із МДП.

Лабораторна робота № 5

ОДЕРЖАННЯ Й ВИПРОБУВАННЯ АРБОЛІТУ

Мета роботи – одержати по двом режимам арболіт заданої марки й провести його випробування.

Матеріали й устаткування: портландцемент марки 400 або 500; хлорид кальцію; деревний заповнювач двох видів; розбірна форма для арболіту розміром 140 мм × 100 мм × 30 мм; скляна ємність на 2 л.

Загальні відомості

Арболіт являє собою легкий бетон, одержуваний у результаті формування й твердіння суміші, що полягає з мінерального в'язкого (звичайно, портландцементу), заповнювачів (відходів лісозаготівель, лісопиляння або деревообробки), хімічних добавок і води. Він, маючи порівняно невисоку середню щільність від 400 кг/м³ до 850 кг/м³, має відмінні будівельні властивості: легко піддається свердлінню, обробці різальним інструментом і оштукатурюванню. Вироби з арболіту не горять, не руйнуються у воді, морозота біостійкі, не гігроскопічні, довговічні. Його застосовують для виготовлення теплоізоляційних матеріалів, конструкційно-теплоізоляційних виробів, експлуатованих у зборень і монолітних будинках різного призначення з відносною вологістю повітря в приміщеннях не більш 75%.

Залежно від призначення виготовляють арболіт наступних марок: 5 і 10 – для теплоізоляційних виробів і матеріалів; 15, 25 і 35 – для конструкційно-теплоізоляційних виробів. За марку арболіту ухвалюється міцність при стиску контрольних кубів розміром 150 мм × 150 мм × 150 мм, випробуваних після 28 діб витримки. Технологічний процес виготовлення арболіту складається з наступних операцій: підготовки заповнювача, готування хімічних добавок, дозування компонентів, готування арболітової суміші, укладання її у форми й ущільнення, термообробки й витримки виробів. В якості заповнювача найчастіше застосовують деревну стружку голчастої форми товщиною 3-5 мм. Така форма часток сприяє зниженню негативного впливу вологих деформацій заповнювача на структуроутворення й міцність арболіту. Істотне значення має вологість заповнювача, яка багато в чому залежить від умов зберігання, породи деревини тощо. Хімічний склад деревини змінюється під впливом сильно

лужний середовища, яке створюють мінеральні в'язкі речовини. У цих умовах у першу чергу деструктуються вуглеводи, які легко гідролізуються, що впливає на твердіння й міцність арболіту. Листяні породи деревини містять значно більше геміцелюлоз (які легко гідролізуються), ніж хвойні, тому меншою мірою придатні для одержання високоякісного матеріалу. Існує кілька способів боротьби із цементними отрутами, сутність яких полягає в частковій видаленні цих речовин з деревини, перекладі найпростіших цукрів у нерозчинні або нешкідливі з'єднання, у створенні умов, при яких твердіння цементу прискорюється, і в ізолюванні фази деревини від в'язкого. Ці способи ділять на фізичні, біологічні, механічні й хімічні. Фізичний метод – це обробка водою й тривала витримка на повітрі. Біологічний спосіб – уведення в деревину в процесі зберігання спеціальних дріжджів для прискорення шумування водорозчинних цукрів. Механічний метод – обробка часток заповнювача тонкоподрібненими відходами від обрізки цементно-стружкових плит, змішаними з водою. Хімічний спосіб, що одержав найбільше поширення серед інших методів, – обробка деревних часток розчинами хлориду й нітрату кальцію, рідкого скла, сірчаноокислого глинозему, вапна тощо. Однією з головних операцій одержання арболіту, яка багато в чому визначає його фізико-механічні характеристики, вважається готування арболітової суміші, а саме: ретельне дозування компонентів, перемішування цементу й заповнювача, рівномірний розподіл в'язкого по частках заповнювача, порядок уведення компонентів суміші, її однорідність тощо. Арболітову суміш вважають якісною, якщо частки заповнювача повністю покриті цементним тестом і цементне «молоко» не стікає при формуванні виробів. Час із моменту закінчення готування суміші до початку укладання її у форми повинне бути мінімальним. У цей час застосовують наступні технологічні способи формування: пресування в горизонтальних і вертикальних формах, трамбування, пошарове укладання за допомогою роликів, вібрація із привантаженням, вібропресування, силовий прокат. Після укладання суміші й розрівнювання форми направляють на склад для твердіння виробів, де їх витримують у формах до 4-5 діб. Для прискорення

набору розопалубочної міцності використовують хімічні добавки – прискорювачі твердіння, а також теплову обробку, після якої роблять витримку виробів і, при необхідності, їх обробку. Основними властивостями арболіту є: середня щільність, характеристики міцності й деформативності при впливі різних навантажень, теплофізичні показники й довговічність.

Порядок виконання роботи

Виготовлення арболіту. Технологічний процес одержання виробів з арболіту складається з наступних операцій: підготовки заповнювача (здрібнювання та ін.), готування арболітової суміші, формування виробів з арболіту, твердіння, розпалубки виробів, їх комплектації й обробки. Витрата матеріалів на виготовлення 1 м³ арболіту визначають виходячи з даних, наведених у табл. 5.

Таблиця 5 – Дані для розрахунків рецептури арболіту

Марка арболіту	Витрата цементу марки 400, кг/м ³	Витрата сухих деревних часток, кг/м ³	Витрата сухих деревних часток, кг/м ³
5	290	180	330
10	310	200	360
15	330	220	390
25	360	240	430
35	390	250	460

У лабораторній роботі використовується готовий заповнювач (деревна стружка, дробленка з відходів лісопиляння й деревообробки, ошурки й ін.). Одержання арболітової суміші роблять по двом варіантам порядком, що відрізняється, готування. Перед одержанням арболітової суміші здійснюють складання двох форм, згідно з рис. 9, які змазують олеїновою кислотою.

I варіант. В ємність для змішання завантажують необхідна кількість заповнювача, водяний розчин мінералізатора – хлориду кальцію й 1/3 необхідної на заміс кількості води. Після перемішування суміші протягом 2-3 хв додають необхідна кількість в'язкого – цементу й решта кількість води, після чого перемішують суміш ще 1-2 хв.

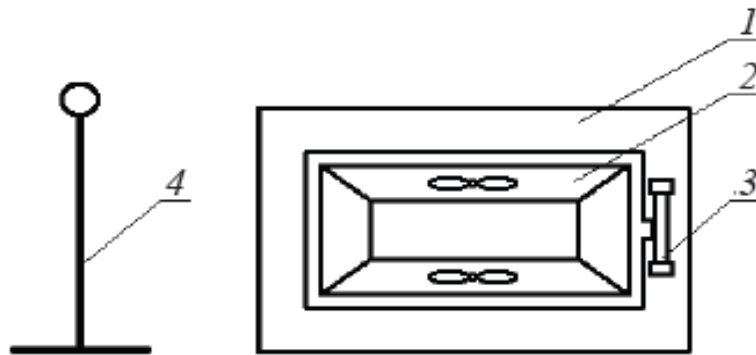


Рисунок 9. Форма для отримання арболіту: 1 – основа; 2 – знімні стінки; 3 – фіксуючі гвинти; 4 - трамбівка

II варіант. Для більш ефективного зниження негативного впливу цементних отрут деревного заповнювача на твердіння цементу й прискорення цього процесу використовують двостадійне змішування. Спочатку частина цементу (приблизно 15-20% загальної його кількості на заміс), підігрітого до 150-250 °С, змішують протягом 1-2 хв із заповнювачем. Потім у суміш додають іншу частину цементу нормальної температури, воду, підігріту до 80 град., і водяний розчин мінералізатора, після цього суміш перемішують протягом 2-3хв.

Для обох варіантів тривалість змішування компонентів з моменту завантаження всіх матеріалів у ємність для змішання до початку вивантаження суміші становить приблизно 3-5 хв. Час із моменту закінчення готування до моменту укладання арболітової суміші у форму повинне бути не більш 30 хв. Укладання арболітової суміші у форму здійснюється шляхом заповнення форми й пошарового ущільнення маси за допомогою трамбування. Розпалубка виробу проводиться не менш чому через 24 год після укладання арболітової суміші у форму. Обробка арболіту виконується за додатковим завданням викладача.

Випробування арболіту. *Щільність* арболіту визначають методом обмірювання й зважування. Лінійні розміри отриманого зразка (сформованого виробу) установлюють із точністю до 0,1 див, масу – з точністю до 0,1 г.

Міцність при стиску визначають, згідно з методикою. При цьому зразки вирізують відповідно до розмірів у міліметрах, зазначеними на рис. 10. Для випробувань беруть не менш трьох зразків кожного розміру. Результати випробувань оформляють у вигляді табл. 6 і аналізують, порівнюючи з даними, отриманими іншими студентами.

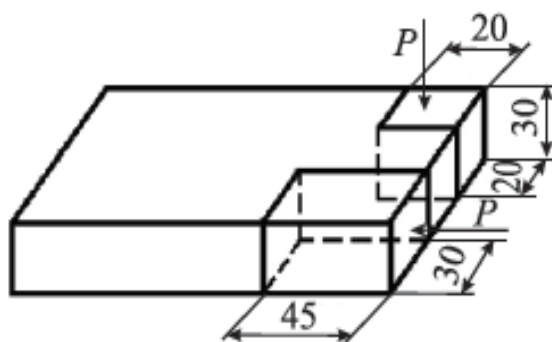


Рисунок 10 – Схема отримання зразків для випробувань: P – напрямок прикладення руйнуючого зусилля при випробуванні

Таблиця 6 – Властивості арболіту, отриманого на основі деревного заповнювача різного виду

Показник	Зразки арболіту, виготовлені по варіанту, на основі заповнювача у вигляді					
	дробленки	ошурок	стружки	дробленки	ошурок	стружки
Щільність, кг/м ³						
Межа міцності						

Контрольні питання

1. Композиція, марки й застосування арболіту.
2. Основні операції в технології арболіту.
3. Цементні отрути й способи боротьби з ними при одержанні арболіту.
4. Основні показники арболіту і їх визначення.

Лабораторна робота № 6

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОСОЧЕННЯ ДЕРЕВИНИ

Мета роботи – визначити ефективність просочення деревини термореактивними олігомерами з одержанням модифікованої деревини.

Матеріали й устаткування: карбамидо- і фенолоформальдегідна смоли; зразки берези розміром 120 мм × 15 мм × 10 мм; ванни для просочення зразків; маятниковий копер; штангенциркуль; аналітичні ваги; випробувальна машина Р-0,5; віскозиметр ВЗ-4; мікроскоп з мікрометричною шкалою.

Загальні відомості

Деревина має унікальний комплекс фізико-хімічних властивостей, найбільш важливими з яких є: твердість, пружність, межа міцності при вигині, стиск, розтягання уздовж волокон і ін., вона легко обробляється пилянням, струганням, свердлінням. Однак не можна не відзначити особливості будови деревини, що обмежують сферу її технічного застосування, такі як анізотропність, гігроскопічність, усушка, жолоблення, обмежена стійкість до агресивних середовищ, займистість, схильність впливу грибків, бактерій, комах. Тому проблема поліпшення природних властивостей деревини дуже актуальна й може бути вирішена модифікуванням.

Модифікування – це процес спрямованого зміни властивостей деревини з метою розширення сфер її застосування. Розрізняють фізичні й хімічні способи її модифікування. Фізичні методи змінюють анатомічну структуру деревини за рахунок зменшення відносного об'ємного змісту порожнин кліток шляхом пресування поперек волокон або заповнення порожнин інертними матеріалами. Хімічні способи – це обробка деревини різними речовинами, у результаті якої відбуваються хімічні зміни матеріалу клітинних стінок. Залежно від природи процесів, що протікають, модифікування деревини можна розділити на наступні методи:

1) що змінюють природу активних функціональних груп високомолекулярних компонентів деревини шляхом заміщення гідроксильних груп компонентів у клітинних стінках іншими групами (ацетильними, ефірними та ін.);

2) в основі яких лежать реакції, що змінюють густоту сітки поперечних зв'язків у клітинних стінках (модифікування формальдегідом, карбонатами, діізоціанатами, опроміненням гамма-променями та ін.);

3) що зменшують щільність сітки лігнін-вуглеводного комплексу (пластифікація водними розчинами аміаку, карбаміду, лужними розчинами або безводним аміаком);

4) утворюючі в структурі матеріалу порожнин кліток і клітинних стінок деревини полімерів у результаті реакцій поліконденсації й полімеризації різних оліго- або мономерів;

5) усілякі різновиди, що поєднують, перших чотирьох – наприклад, модифікування деревини деякими мономерами з наступною обробкою в поле іонізуючих випромінювань, яке створює сприятливі умови для утвору хімічних зв'язків мономера з компонентами деревини.

У практиці модифікування зустрічається комбінація хімічних і фізичних методів: збільшення відносного об'ємного змісту матеріалу клітинних стінок деревини за рахунок стиску її елементів під впливом механічного пресування з попередньої або одночасною хімічною обробкою. Комплексне поліпшення властивостей дає модифікування деревини полімерами, тому що при цьому утворюється чотирьохкомпонентний композиційний матеріал. Просочення деревини є досить ефективним способом підвищення її біостійкості, фізико-механічних показників, термо-, водо- і вологостійкості. Ефективність просочення визначається природою й біологічними властивостями речовини, використовуюваного для просочення, морфологічною будовою деревини. Відомий ряд методів просочення, що відрізняються технікою проведення процесу й властивостями одержуваних зразків. У промислових масштабах найбільше часто застосовується просочення у вакуумі, або під тиском. У лабораторних умовах просочення ведуть при нормальних умовах, використовуючи спосіб горячехолодних ванн. По цьому методу деревину спочатку прогривають у гарячій ванні, при цьому повітря, що перебуває в капілярно-пористій системі, розширюється й частково виходить назовні. Потім

деревину поміщають у ванну з холодним просочувальним составом; повітря, що залишилося усередині деревини, зменшується в обсязі, створюючи усередині неї вакуум, який заповнюється розчином смоли. Способом горячехолодних ванн добре просочуються тільки деревини з невеликою вологістю (до 10%). Для просочення ж деревини з підвищеною вологістю застосовується прискорений високотемпературний метод, у якому чергуються гаряча (до 160 °С) і холодна ванни. Просоченню піддають найчастіше зразки з деревини берези вологістю не більш 10%.

Порядок виконання роботи

Підготовка просочувальних составів і зразків. Для просочення використовують водянні розчини карбамідо- і фенолоформальдегідної смол (КФС і ФФС). Перед просоченням смоли розбавляють до концентрації 10–12 % і заміряють в'язкість отриманого розчину по віскозиметру ВЗ-4. Розведення до необхідної концентрації смоли для гарячої ванни роблять водою температурою 80 °С. Обсяг розчину смоли становить 200 мл. Приготовлений розчин поміщають у просочувальну ванну, яку встановлюють на водяній лазні. Якщо зразки деревини, що зазнають просоченню, мають високу (більш 10%) вологість, то їх підсушують у сушильній шафі при температурі (103 ± 2) °С. Перед просоченням визначають масу зразків з точністю до 0,01 г і заміряють їхні лінійні розміри з точністю до 0,01 мм. При виконанні лабораторної роботи одержують 6 зразків.

Просочення. Просочення зразків проводять методом горячехолодних ванн. Для цього зразки, підготовлені для просочення (3 зразка для кожного состава), поміщають у гарячу ванну й витримують протягом 1 год (температура просочувального состава 80 °С). Потім за допомогою захватів їх переносять у холодну ванну температурою 20 °С, де витримують протягом 1 год. Після закінчення просочення зразки витягають із ванни, шпателем видаляють надлишок просочувального состава з бічних граней і торців і поміщають у сушильну шафу, де витримують при температурі (103 ± 2) °С не менш 1 год. Потім їх прохолоджують в ексикаторі й піддають випробуванням.

Випробування зразків. Ступінь просочення визначають шляхом порівняння маси зразків до (m_1 , кг) і після (m_2 , кг) просочення й розраховують за формулою

$$C = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 100\%$$

Глибину просочення зразків знаходять шляхом дослідження отриманих зрізів, як показано на рис. 11.

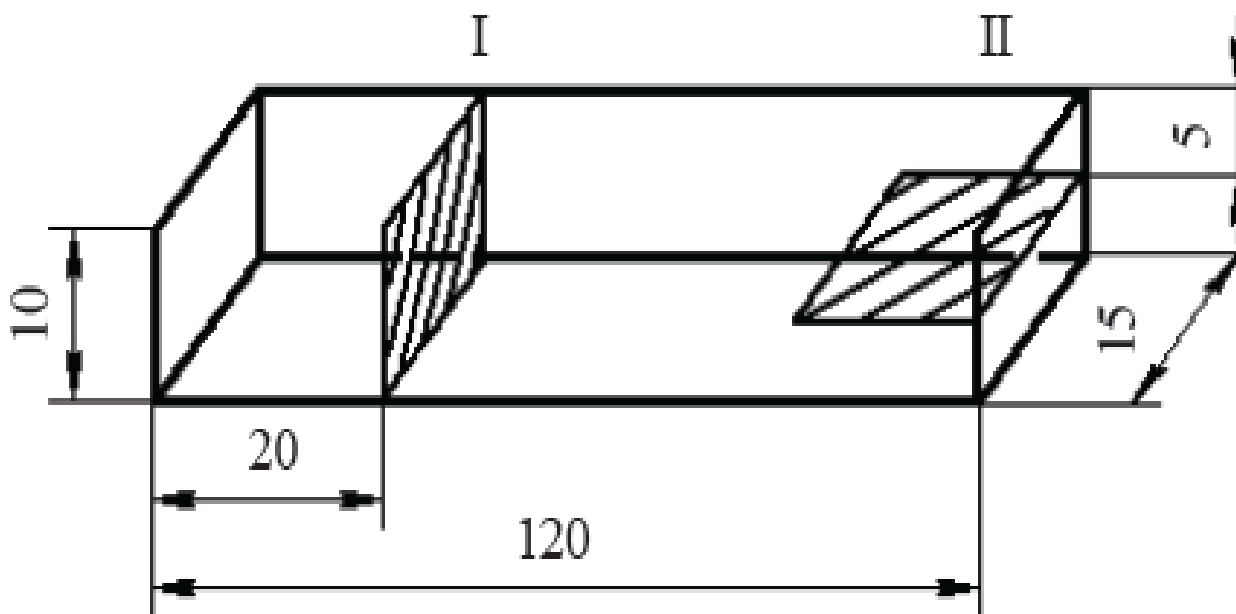


Рисунок 11 – Схема розташування зрізів для визначення глибини просочення:

1 – поперек волокон; 2 – вздовж волокон

Дослідження зрізів проводять за допомогою мікроскопа з мікрометричною шкалою. При цьому визначають максимальну глибину проникнення просочувального состава X , мм, і за отриманим даними розраховують гадану швидкість V , мм/хв, капілярного руху рідини в поперечному й поздовжньому напрямках протягом 2 год (120 хв):

$$V = \frac{X}{120}$$

Для просочених зразків проводять випробування з визначенням щільності, міцності при вигині, твердості, ударній в'язкості. Аналогічним

випробуванням піддають і непросочені зразки. Результати випробувань оформляють у вигляді табл. 7.

Таблиця 7 – Оцінка ефективності просочення деревини синтетичними смолами

Показник	Непросочена деревина	Зразки деревини, просочені смолою	
		КФС	ФФС
В'язкість смоли, з	-		
Маса зразка, г			
Розміри зразка, мм:			
- довжина			
- ширина			
- товщина			
Ступінь просочення, %	-		
Максимальний глибина проникнення складу X, мм, у напрямку:	-		
- поздовжньому			
- поперечному	-		
Гадана швидкість капілярного руху складу V, мм/хв, у напрямку:	-		
- поздовжньому			
- поперечному	-		
Щільність, г/см ³			
Межа міцності при вигині, МПа			
Ударна в'язкість, Дж/м ²			
Твердість, Н			

Контрольні питання

1. Сучасні методи модифікування деревини.
2. Техніка просочення деревини в промислових і лабораторних умовах.
3. Методи, використовувані при випробуванні отриманих зразків просоченої деревини.

Перелік використаних джерел

1. Бехта П.А. Виробництво і обробка лущеного та струганого шпону: Навч. посібник. - К.: ІСДО, 1995. - 296 с.
2. Бехта П.А. Технологія виробництва фанери: Навч. посібник. - К.: ІЗМН, 1996. - 280 с.
3. Бехта П.А. Технологія і обладнання для виробництва деревностружкових плит: Навч. посібник. - К.: ІСДО, 1994. - 456 с
4. Bekhta P. Recent Developments in Eco-Friendly Wood-Based Composites II. MDPI AG, Basel, Switzerland, 2023, ISBN 978-3-0365-7509-4 (hardback); ISBN 978-3-0365-7508-7
5. Bekhta P., Antov P., Zhou Y., Savov V. Eco-Friendly Wood Composites: Design, Characterization and Applications. MDPI AG, Basel, Switzerland, 2023, ISBN 978-3-0365-7187-4 (hardback), ISBN 978-3-0365-7186-7
6. Krystofiak T., Bekhta P. (2023): Performance and Modification of Wood and Wood-Based Materials. MDPI AG, Basel, Switzerland, 2023, ISBN 978-3-0365-7667-1 (hardback); ISBN 978-3-0365-7666

Навчальне видання

ТЕХНОЛОГІЯ ДЕРЕВИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ
І ФАНЕРИ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
Частина 2

Укладачі:

Д'ЯКОНОВ Василь Іванович
ГРАДИСЬКИЙ Юрій Олександрович
ПОГОРІЛИЙ Вадим Костянтинівич

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. __.
Наклад __ пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44