



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 1**

**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 1

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. Шептур, канд. техн. наук, доцент кафедри деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу Державного біотехнологічного університету.

ТЗ8 Технологія деревних композиційних матеріалів і фанери. Частина 1. 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. – 26 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.....	4
Лабораторна робота № 1. Визначення характеристик деревного наповнювача при одержанні мінерально-деревних композиційних матеріалів..	5
Лабораторна робота № 2. Одержання й випробування мас деревних пресованих	10
Лабораторна робота № 3 Одержання зразків з мас деревних пресувальних методом пресування	20

Загальні методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт

Виконання лабораторних робіт складається з домашньої підготовки і роботи в 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 в послідовності, наведеної в методичних вказівках.

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

Лабораторна робота № 1
ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕРЕВНОГО НАПОВНЮВАЧА
ПРИ ОДЕРЖАННІ МІНЕРАЛЬНО-ДЕРЕВНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ
МАТЕРІАЛІВ

Мета роботи – визначити фракційний склад і геометричну форму часток деревного наповнювача трьох видів; підготувати наповнювач для одержання мас деревних пресувальних.

Матеріали й устаткування: тирса вологістю 6–12%; деревна стружка; дробленка (подрібнення шпону, відходи пластику); набір сит 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25; мікроскоп оптичний; лупа з 3– 4-кратним збільшенням; вібростіл; технічні ваги.

Загальні відомості

Деревні наповнювачі використовують у виробництві композиційних матеріалів, таких як арболіт, цементностружкові плити, фіброліт, ксилоліт та ін. Сировинна база для їхнього одержання не обмежена. Властивості композиційних матеріалів багато в чому залежать від якості деревного наповнювача: розміру й площі поверхні часток, їх об'ємної частки, породного складу й пористості часток, характеру їх розподілу у виробі та ін. Основними показниками, що впливають на технологічні властивості деревного наповнювача, є фракційний склад, розмір і форма часток. Форма дискретних часток може бути кулястої, кубічної, пластинчастої, голчастої, неправильної та ін.

Плоска стружка – стружка, ширина якої в декілька разів більше товщини.

Голчаста стружка – стружка з незначною шириною, близькою до товщини.

Закручена стружка – стружка отримана при струганні або фрезуванні.

Кубикоподібні частки – частки стружки, що мають приблизно однакові розміри по довжині, ширині та товщині.

Дрібні частки та пил – частки фракції 1/0.

Розмір часток має вплив, головним чином, на механічні властивості виробу: збільшення довжини часток наповнювача сприяє підвищенню межі міцності при вигині й ударної в'язкості, але знижує його міцність при стиску. Дрібні частки забезпечують збільшення гідрофобності, тому що відбувається більш глибоке й рівномірне просочення наповнювача сполучним. Розміри часток вимірюють за допомогою ситового аналізатора. У цьому випадку визначають геометричні параметри сукупності часток наповнювача, розміри яких обмежені максимальним і мінімальними діаметрами сит, використуваних для фракціонування, що характеризує його дисперсність. Під розподілом часток наповнювача по розмірах слід розуміти відношення маси часток однієї фракції до загальної маси. Однак при однаковому характері розподілу по розмірах частки можуть мати різну величину питомої поверхні, яка залежить від пористості наповнювача. При укладанні деревних часток у процесі формування матеріалу утворюються порожнечі між частками. Пористість одержуваного матеріалу залежить від крупності часток, ступені ущільнення та інших факторів. Чим нижче пористість, тим вище щільність композиційного матеріалу, яка коливається в межах від 800 до 1200 кг/м³. Зі збільшенням щільності композитів підвищується його міцність і зменшується водопоглинання. Поглинання вологи оболонками кліток деревних часток супроводжується розбуханням, що в остаточному підсумку приводить до погіршення якості матеріалу. Частки деревного наповнювача мають пружність, яка негативно позначається на ефекті пресування при виготовленні формованих виробів, що необхідно враховувати при розробці технологічних режимів їх одержання. На властивості композиційних матеріалів суттєво впливає вологість наповнювача, яка залежить від породи, температурно-вологих умов зберігання й ін. При переробці сильно зволоженої, а також висушеної сировини частки деревини виходять низької якості, що виявляє несприятливу дію на однорідність композита. Найбільш часто в якості наповнювача використовують

стружку, дроблену, волокно. Неоднорідність здрібненої деревини по величині часток приводить до зміни питомого обсягу прес-матеріалу й негативно позначається на його сипкості, тобто здатності рівномірно висипатися з бункера, а також викликає нерівномірний прогрів наповнювача при переробці. Створення композиційних матеріалів із заздалегідь заданим комплексом технологічних і експлуатаційних характеристик неможливо без обліку особливостей будови, хімічного складу і властивостей деревного наповнювача, що й визначає важливість проведення випробувань показників його якості.

Порядок виконання роботи

Визначення фракційного складу.

Фракціонуванню піддають деревні частки, попередньо висушені при температурі (100 ± 5) °С. Масову порцію деревних часток у кількості близько 50 г поміщають на верхнє сито. Комплект сит установлюють на вібростіл і закріплюють настановними гайками. Час фракціонування одної порції становить 5 хв. По закінченню розсіву сита розбирають, кожену фракцію зважують із точністю до 0,01 г. Кількісний вміст фракцій у масовій порції виражають у відсотках до загальної маси. Номер фракцій позначається розмірами сит, між якими вона була зібрана, наприклад, 10/7, 7/5 і т.д. Фракціонування проводять не мене трьох раз, остаточний результат обчислюють як середнє арифметичне. Отримані дані для кожного наповнювача представляють у вигляді гістограми «частка фракції – номер фракції». Приклад побудови й вид гістограми наведений на рис. 1.

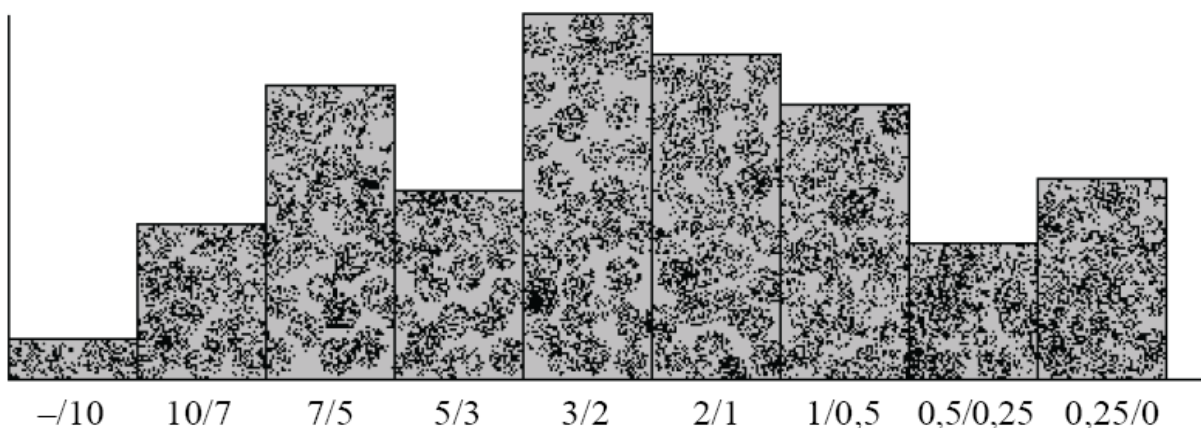


Рисунок 1 – Приклад побудови гістограми: по вертикалі – частина фракції у відсотках; по горизонталі – номер фракції

Виходячи з отриманих даних, розраховують середній фракційний розмір часток за формулою:

$$\Phi_{cp} = \frac{q_{10}d_{10} + q_7d_7 + \dots + q_{0,5}d_{0,5} + q_{0,25}d_{0,25}}{q_{10} + q_7 + \dots + q_{0,5} + q_{0,25} + q_0}$$

де Φ_{cp} – середній фракційний розмір часток, мм;

$g_{10}, g_7, \dots, g_{0,5}, g_{0,25}, g_0$ – кількість деревних часток окремих фракцій, г;

$d_{10}, d_7, \dots, d_{0,5}, d_{0,25}$ – розмір отворів сита окремих фракцій, мм.

Оскільки розмір дрібної фракції (пилу) прирівнюється до нуля, множник з d_0 у чисельнику формули не вказується.

Визначення геометричної форми часток.

Для встановлення геометричної форми використовують частки однієї фракції (за вказівкою викладача). За допомогою лупи й пінцета частки (не менш 5 шт) сортують залежно від форми, відносячи до тієї або іншої групи (плоскі, голчасті, сферичні, кубикоподібні). Потім визначають масу окремих груп часток і розраховують їхній процентний вміст у загальній масі. Для кожного виду часток роблять малюнок із вказівкою основних розмірів.

Результати визначення оформляють у вигляді табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика деревних наповнювачів

Показник	Вид наповнювача		
	опилки	стружка	дрібні частинки
Фракційний склад, %:			
-/10			
10/7			
7/5			
5/3			
3/2			
2/1			
Маса часток форми, % від загальної кількості:			
- плоскі			
- голчасті			
- сферичні			
- кубикоподібні			
Геометричні розміри часток форми, мм:			
- плоскі			
- голчасті			
- сферичні			
- кубикоподібні			

Підготовка наповнювача до виготовлення мас деревних пресувальних.

Усі наступні лабораторні роботи виконуються з одним з видів наповнювача (за завданням викладача). Підготовка наповнювача полягає в одержанні певного фракційного складу й вологості. Вологість наповнювача, використовуваного при одержанні виробів, не повинна перевищувати 8-10%, що забезпечується сушінням його при температурі (103 ± 2) °С. Необхідну фракцію наповнювача одержують за допомогою набору сит. Масу наповнювача для виконання лабораторних робіт розраховують, використовуючи співвідношення, наведені далі.

Контрольні питання

1. Види й властивості деревного наповнювача.
2. Фракційний склад деревного наповнювача.
3. Геометрична форма часток деревного наповнювача.

Лабораторна робота № 2

ОДЕРЖАННЯ Й ВИПРОБУВАННЯ МАС ДЕРЕВНИХ ПРЕСОВАНИХ

Мета роботи – одержати масу пресованої деревини на основі деревного наповнювача й карбамідо- або фенолформальдегідних олігомерів; визначити її технологічні характеристики.

Матеріали й устаткування: деревний наповнювач; карбамідо- або фенолформальдегідна смола; уротропін; хлористий амоній (20%-ний водяний розчин); скляна ємність на 2 л; скляна склянка обсягом 50 мл; металеві листи; термошафа; прилади й оснащення для визначення: насипної щільності, сипкості, плинності й таблетування прес-композицій.

Загальні відомості

Маси деревні пресувальні (МДП) являють собою терморективні пластичні маси, одержувані обробкою здрібненої деревини фенол, карбамідо- і меламіноформальдегідними смолами й спеціальними добавками – змащувальними, твердіючими й зафарбовуючими речовинами. Їх виготовляють як на спирто-, так і на водорозчинних смолах. При виборі полімерного сполучення беруть до уваги потенційну можливість утворенню міцному адгезійному зв'язку між полімером і деревним наповнювачем, що визначає кінцеві властивості матеріалу. Технологія МДП включає операції здрібнювання, сушіння, розсіювання деревних часток на фракції, дозування й змішання компонентів, сушіння отриманої маси.

Для вибору технології й режимів пресування виробів, забезпечення високої продуктивності при мінімальній витраті сировини необхідно знати технологічні властивості МДП. Основними видами властивостей є: насипна щільність, плинність, тривалість перебування у в'язкопластичному стані, швидкість затвердіння, таблетування, усадка, вміст вологи і летких речовин.

Насипна щільність задає спосіб дозування й розміри завантажувальної порожнини прес-форми й залежить від структури наповнювача, вологості, кількості в'язучого та модифікувальних добавок. Насипну щільність

визначають виходячи з маси прес-композиції, що заповнює посудину певної висоти й об'єму. Для різних марок МДП величина насипної щільності перебуває в межах 150–300 кг/м³.

Плинність впливає на вибір тиску пресування. Матеріали з підвищеною плинністю добре заповнюють прес-форми складної конфігурації навіть при низьких тисках. Плинність визначають по методу Рашига шляхом оцінки довжини «стріли» – тонкого стрижня матеріалу, що поринає в спеціальну прес-форму. Залежно від марки наповнювача плинність становить 30-80 мм. Однак цей спосіб непридатний при перевищенні розміру деревних частинок розміру каналів прес-форми Рашига. У цьому випадку використовують метод запресовування зразка диска між плоскопаралельними плитами при певній температурі й тиску. За показник плинності по цьому способу приймають приведений діаметр і товщину одержуваного диска.

Визначення *в'язкопластичних властивостей* і тривалості отвердіння виконують на приладі ППР-1, виготовленому по типу еластоміру Канавця. При пресуванні зразків на приладі самописець вичерчує криву зміни в'язкості матеріалу в часі, а динамометр реєструє напруження здвигу, при якій в'язкість системи відповідає $2 \cdot 10^9$ П, характерній для отвердіння зразка.

Швидкість отвердіння прес-матеріалу визначають за допомогою пластоміру за час, який витрачено до повного затвердіння зразка; воно залежить від температури й конфігурації прес-форми, товщини виробу, властивостей матеріалу. Існують методи оцінки швидкості отвердіння по хімічних і фізико-хімічних характеристиках відпресованих зразків.

Час отвердіння можна визначити методом екстракції розчинної частини полімеру, що витримується у відпресованих зразках, яка становить ,зазвичай, 5–7%. Найбільш частий час отвердіння встановлюють при пресуванні стандартних зразків у вигляді брусків і дисків з наступним визначенням їх властивостей і знаходять залежність властивостей від часу отвердіння зразка.

Швидкість і час отвердіння – найбільш істотні властивості, що обумовлюють якість виробів і продуктивність праці.

Під *таблетуванням* розуміють здатність прес-матеріалів спресовуватися під впливом тиску й зберігати задану форму. Виготовлення таблеток із МДП проводять при наступних режимах: тиск – 20 МПа; температура таблетування – 20–60 °С; витримка в прес-формі – 0,5–1,0 хв на 1 мм готової таблетки.

Усадка характеризується зменшенням лінійних розмірів виробу, витягнутого з форми, стосовно розмірів формуючого інструмента у відсотках. Вона в значній мірі залежить від конфігурації виробу, умов пресування, властивостей прес-маси (вологості, анізотропії наповнювача, його орієнтації в момент заповнення форми). Розрахункова усадка деревних прес-мас перебуває в межах 0,15-0,51%.

Зміст води й летучих речовин визначають по різниці мас навішення матеріалу до й після її висушування при 100–105 °С до постійної маси. Підвищена вологість і зміст летучого низькомолекулярного продукту найбільш часто приводить до шлюбу виробів, одержуваних пресуванням, сприяють різкому погіршенню фізико-механічних і діелектричних властивостей матеріалу, викликають його формозмінність і старіння.

Порядок виконання роботи

Дозування й змішування компонентів. Витрата компонентів визначається масою зразків, що виготовляються із МДП. На основі співвідношень між окремими складовими із МДП, отриманих у лабораторній роботі, будуть виготовлені вироби у вигляді брусків розміром 120 × 15 × 8 мм і дисків діаметром 50 мм, товщиною 3 мм. Для проведення фізико-механічних випробувань досить 12 брусків і 4 диска. Визначення витрат компонентів проводять по заданих: щільності (ρ , кг/м³) і вологості (W_e , %) виробу, витраті смоли ($P_{см}$, %) і добавки ($P_{доб}$, %). Витрата абсолютно сухого наповнювача m_n , кг, на один виріб обсягом V , м³, становитиме:

$$m_H = \frac{10^6 V \rho}{(100 + W_g)(100 + P_{cm})(100 + P_{доб})}$$

Витрата наповнювача в m_H , кг, з вологістю W_H , %, дорівнює:

$$m_H^B = \frac{m_H (100 \cdot W_H)}{100}$$

Витрата смоли m_{cm} , кг, зі змістом сухого залишку C_{cm} , %, на виріб становитиме:

$$m_{cm} = \frac{m_H P_{cm}}{C_{cm}}$$

Витрата добавок $m_{доб}$, кг, на виріб дорівнює:

$$m_{доб} = \frac{m_H P_{доб}}{C_{доб}}$$

де $C_{доб}$ – концентрація добавок, %.

Загальна потреба в компонентах МДП визначається з урахуванням кількості виробів і витрати матеріалу на випробування, яке становить 20% від розрахункового. Підготовлені компоненти МДП змішують у скляній ємкості, насипаючи деревний наповнювач у смолу. Якщо в композиції МДП містяться інші добавки, то їх уводять у смолу перед подачею наповнювача. Перемішування проводять до одержання рівномірно змоченої маси. Потім її вивантажують на листи, розпушують і сушать у термошафі при температурі 70-80°C протягом 1,0-1,5 год. Сушіння необхідне для видалення надлишкової вологи. Підвищена вологість МДП приводить до утворення міхурів, тріщин на поверхні матеріалу, збільшує час його витримки в прес-формі. Висушену масу використовують для проведення випробувань. Зберігають МДП у щільно закритих поліетиленових ємностях.

Випробування мас деревних пресувальних.

Сипкість прес-матеріалу, тобто здатність прес-матеріалу рівномірно заповнювати прес-форму, характеризується кутом внутрішнього тертя. Прес-матеріал на основі здрібненої деревини можна віднести до сипучих тіл, що володіють здатністю утворювати сили зчеплення між окремими частками. У

вільно насипаному стані сипучі тіла ухвалюють обриси форми конуса. Кут природного укосу між утворюючої конуса й горизонтальною площиною називається кутом внутрішнього тертя. Знання кута природного укосу використовують при визначенні нахилу стінок завантажувальних конусів, місткостей транспортних засобів і бункерів. Для характеристики сипкості визначають не тільки кут природного укосу, але й кут обвалення. Перша величина ставиться до формування укосу шляхом поступової насипки матеріалу, друга величина характеризує положення поверхні укосу, що утворювався в результаті сповзання частини матеріалу. Її називають також статистичним кутом укосу. Кут обвалення завжди більше кута природного укосу.

Для визначення кута природного укосу застосовують пристрій, що полягає із трьох взаємно перпендикулярних пластин (рис. 2, а). Нижня пластина у вигляді сектору, що служить підставою, має кільцеві ризики. Бічні пластинки, виконані з органічного скла, теж мають ризики. На лінії перетинання вертикальних пластин укріплена вирва. При насипанні матеріалу утворюється геометричне тіло у вигляді чверті конуса. Насипання припиняють, коли вершина конуса досягає верхнього краю пластин. Останні порції матеріалу зручно підсипати з ложки. Кут нахилу укосу визначають по ризиках на вертикальних пластинках, усереднюючи дані 4-5 досвідів.

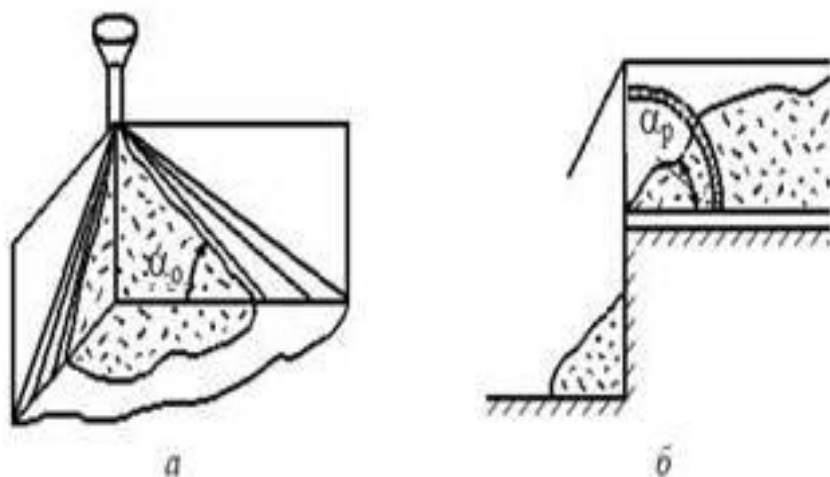


Рисунок 2 – Визначення кута природного укосу

Пристосування для визначення кута обвалення являє собою коробці з відкидною стінкою (рис. 2, б). Дві бічні стінки виконані прозорими. Заповнивши коробці матеріалом, відкидають стінку. Частина матеріалу у вигляді трикутної призми сповзає, при цьому утворюється укіс. Кут нахилу укосу визначають по ризиках на бічних стінках або транспортиром з лінійкою. Нахилиючи коробці до обвалення нової порції матеріалу, можна провести на тому ж зразку ще 1-2 виміру. У момент обвалення положення коробки фіксують і по транспортиру вимірюють кут укосу.

Насипну щільність МДП визначають, використовуючи прилад, зображений на рис. 3. Перед початком випробувань вимірювальний циліндр 1 ємністю 100 см³ зважують із точністю до 0,1 г. Воронку 3, укріплену на штативі 4, установлюють вертикально таким чином, щоб її нижній отвір 2 перебував над вимірювальним циліндром на відстані 20–30 мм і був пов'язаним з ним. Потім при закритому нижньому отворі засипають у воронку (рис. 3) прес-матеріал. Після цього відкривають засувку воронки й дають можливість матеріалу просипатися у вимірювальний циліндр.

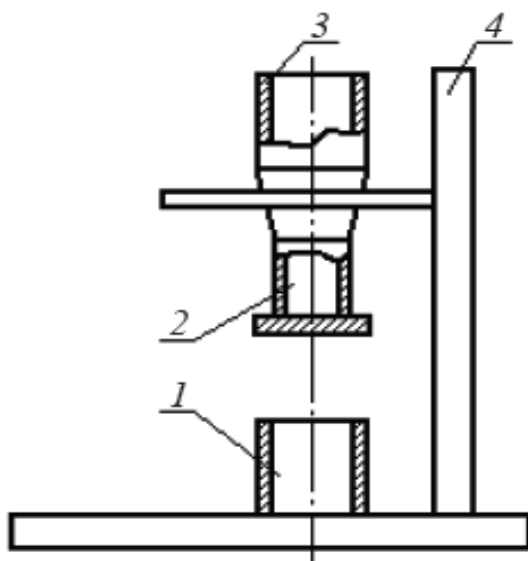


Рисунок 3 – Прилад для визначення насипної щільності прес-композиції:

1 – вимірювальний циліндр; 2 – отвір; 3 – воронка; 4 – штатив

За необхідності (для кращого просипання) прес-матеріал можна перемішувати паличкою. Після заповнення вимірювального циліндра матеріалом надлишок його зрізують ножом і наповнений циліндр зважують. Насипну щільність прес-матеріалу обчислюють за формулою:

$$\rho = G / 10^{-4}$$

де G – маса прес-матеріалу у вимірювальному циліндрі, кг.

Таблетування прес-композиції обумовлює можливість високопродуктивної переробки прес-маси у виробі. Її визначають шляхом запресовування прес-матеріалу у формі. Таблетуванням здатність матеріалу спресовуватися в таблетки під дією тиску при кімнатній температурі (18-20) °С. При цьому з неоформленої, пухкої прес-маси утворюється щільна таблетка певної форми, розміру й маси. У процесі таблетування із прес-матеріалу віддаляється повітря, що приводить до росту його теплопровідності в порівнянні з нетаблетованим. Підвищення теплопровідності, у свою чергу, прискорює розігрів матеріалу в прес-формі, що дає можливість зменшити його витримку під тиском при виготовленні виробів. Крім того, застосування таблеток дозволяє просто й порівняно точно по кількості таблеток дозувати навішення прес-матеріалу перед пресуванням, зменшуючи розмір завантажувальної камери прес-форми.

Таблетування прес-маси залежить від її гранулометричного состава, насипної щільності, питомого обсягу й змісту вологи. Таблетування здійснюють у спеціальній прес-формі на настільному гідравлічному пресі при питомому тиску 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 МПа. Час пресування становить 20–30 с. Тиск пресування P , МПа, розраховують за формулою:

$$P = P_{num} FK$$

де P_{num} – питомий тиск пресування, МПа;

F – площа таблетки, м²;

K – коефіцієнт втрат на тертя, дорівнює 0,85.

Оцінку якості таблетки роблять на іспитовій машині шляхом вдавнення на її поверхню сталеві кульки діаметром 0,5 см під дією сили P . Таблетка вважається якісною, якщо вона не руйнується під дією сили $P = 400\text{--}500$ Н. Визначають щільність таблетки й будують графік залежності щільності від питомого тиску пресування.

Плинність прес-композиції встановлюють, використовуючи таблетку діаметром 5 см, обсягом 10 см^3 , отриману при питомому тиску 0,6 МПа. Плинність характеризує здатність матеріалу при певній температурі й тиску в процесі переробки заповнювати порожнина форми. Плинність МДП обумовлена силами внутрішнього й зовнішнього тертя, а також швидкістю отвердіння сполучного. Внутрішнє тертя залежить від природи й кількості наповнювача і сполучного, вологості матеріалу й інших добавок. Для підвищення плинності в матеріал уводять змащувальні речовини: стеарин, олеїнову кислоту тощо.

Плинність суттєво залежить від змісту летучих з'єднань у прес-матеріалі. Збільшення їх змісту приводить до підвищення плинності в початковій стадії пресування, але при цьому спостерігається погіршення фізико-механічних властивостей готових виробів. Знання плинності прес-матеріалу дозволяє правильно вибрати режим пресування, тобто встановити оптимальну температуру й тиск; вибрати доцільну конфігурацію поверхні, що оформляє, прес-форми для одержання виробів високої якості.

Для визначення плинності плоский зразок-диск (таблетку) поміщають на нижню плиту прес-форми (рис. 4), а потім пресують при температурі $150\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 0,5-1,0 хв до припинення руху стрілки індикатору. Зусилля пресування становить 15 т. Початкова швидкість змикання плит преса коливається від 2 мм/с до 3 мм/с.

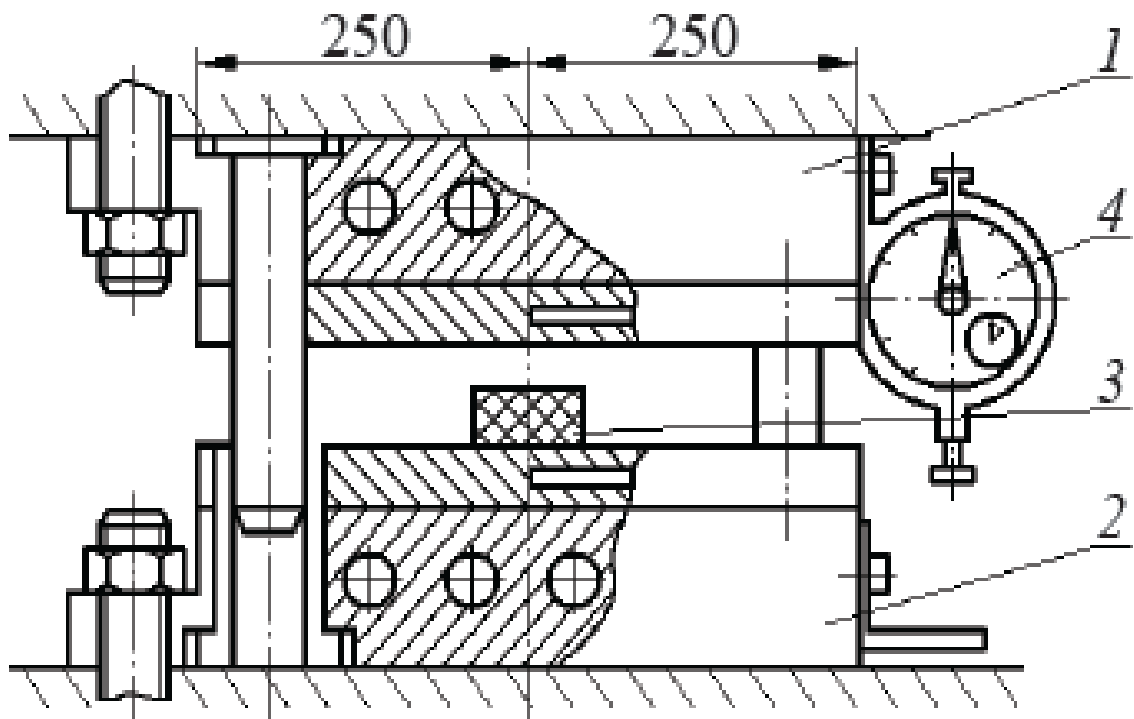


Рисунок 4 – Прес-форма для визначення плинності прес-композиції:
1, 2 – плити прес-форми; 3 – зразок; 4 – індикатор годинникового типу

Товщину пресованого зразка визначають із погрішністю виміру не більш 0,01 мм. За показник плинності МДП D , мм, ухвалюють наведений діаметр пресованого зразка, який обчислюють за формулою

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785}} = \frac{113}{\sqrt{h}}$$

де V – обсяг зразка, дорівнює 10^4 мм³;

h – товщина зразка після пресування, мм.

За отриманим даними можна обчислити основний показник матеріалу, що характеризує його пластичні властивості, – опір зрушенню. Для зусилля пресування 15 т і обсягу зразка 10 см³ опір зрушення τ_{co} , МПа, можна розрахувати за формулою:

$$\tau_{\text{св}} = \frac{750h}{1 + \frac{0.5945}{h\sqrt{h}}}$$

Результати випробувань МДП затають у табл. 2 і аналізують у порівнянні з даними, отриманими для інших наповнювачів.

Таблиця 2 – Технологічні характеристики МДП

Показник	Вид наповнювача в зразках мас деревних пресованих		
	Ошурки	Стружка	Дробленка
Насипна щільність, кг/м ³			
Щільність таблетки, кг/м ³ , при питомому тиску пресування:			
- 0,2 МПа			
- 0,4 МПа			
- 0,6 МПа			
- 0,8 МПа			
Приведений діаметр пресованого зразка, мм			
Опір зрушенню, МПа			

Контрольні питання

1. Загальна характеристика МДП.
2. Характеристика основних властивостей МДП.
3. Одержання в лабораторних умовах МДП.
4. Визначення основних технологічних властивостей МДП.

Лабораторна робота № 3

ОДЕРЖАННЯ ЗРАЗКІВ З МАС ДЕРЕВНИХ ПРЕСУВАЛЬНИХ МЕТОДОМ ПРЕСУВАННЯ

Мета роботи – одержати зразки із МДП у формі брусків розміром 120 мм □ 15 мм □ 10 мм і дисків діаметром 50 мм, товщиною 3 мм прямим пресуванням.

Матеріали й устаткування: прес гідравлічний; прес-форми для одержання бруска й диска; технічні ваги; маса деревна пресувальна у вигляді таблеток; олеїнова кислота.

Загальні відомості

Переробку прес-композицій – мас деревних пресувальних у вироби називають *формуванням*. У його основі лежать операції гарячого пресування МДП, у результаті яких одержують вироби у вигляді плит різного профілю, погонажних і штучних деталей. Способи формування композиційних матеріалів класифікують по наступних ознаках.

1. Залежно від напрямку зусилля пресування відносно пласти виробу розрізняють плоске, екструзійне й комбіноване пресування, яке проводять прямим методом або методом лиття. Деталі й вироби зі здрібненої деревини одержують переважно способом прямого пресування (рис. 5).

2. У відповідності зі ступенем обмеження робочого простору, у яким відбувається стиск деревної композиції, виділяють формування між плитами преса, у каландрах, у каналі (екструзія) і в прес-формах.

3. За характером процесів формування розрізняють періодичний, безперервний і пульсуючий способи.

4. Залежно від організації процесу формування виділяють одно-, дво- і багатопозиційний методи. Жоден з перерахованих способів формування композиційних матеріалів і виробів не позбавлений недоліків, тому при виборі одного з них необхідно враховувати економічні фактори виробництва й вимоги, пропоновані до форми і якості виробів, що випускаються.

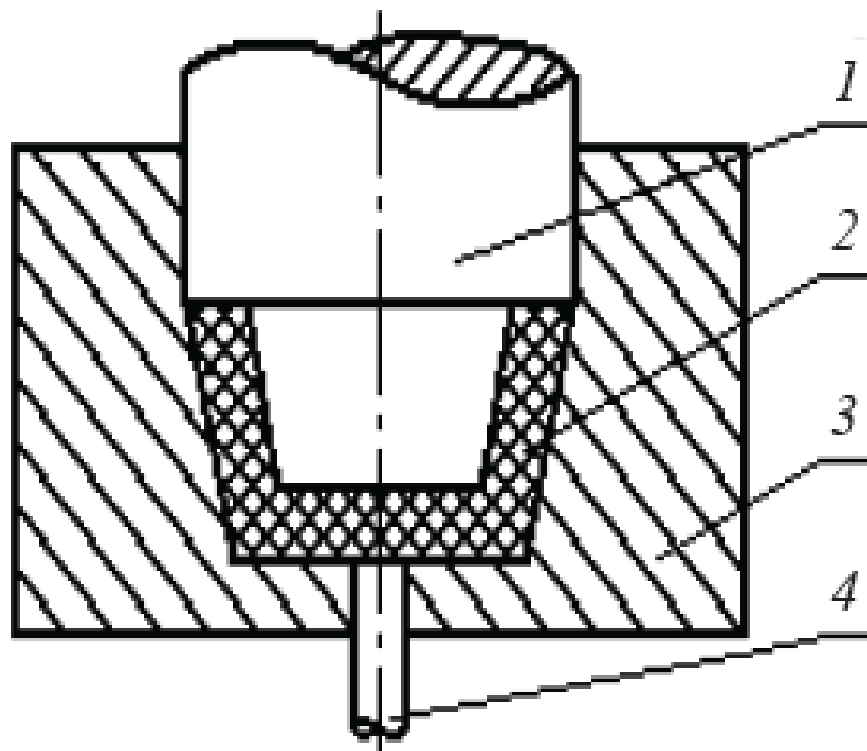


Рисунок 5 – Схема прямого пресування:

1 – пуансон; 2 – виріб; 3 – матриця; 4 - виштовхувач

Основними технологічними факторами, що визначають режим пресування, є: тиск, температура й тривалість пресування. Величина питомого тиску при прямім пресуванні виробів зі здрібненої деревини становить від 30 МПа до 50 МПа й залежить від способу й принципу пресування, складності й щільності виробів, виду здрібненої деревини, витрати сполучного й вологості прес-матеріалу. Температура прес-форми при прямім пресуванні виробів із МДП досягає 145 °С. Тривалість пресування обумовлена товщиною й щільністю виробів, температурою пресування, часом отвердіння сполучного, видом обігріву прес-форми й становить від 0,5 хв до 1,0 хв на 1 мм товщини виробу. Основне устаткування для виробництва виробів із МДП – гідравлічні преси, призначення яких полягає в створенні необхідного зусилля при формуванні виробів у прес-формах. По напрямкові додатка тиску розрізняють преси з верхнім, нижнім або комбінованим тиском; по конструкції станини – колончасті й рамні; по характеру

привода – з індивідуальним або груповим приводом; по числу плит – одно-, дво- і багатопверхові. Прес-форми встановлюють на плити преса. Прес-форма в простому випадку складається з верхньої виступаючої частини, що оформляє внутрішню поверхню виробу (пуансон), і нижньої заглибленої частини, що оформляє зовнішню поверхню виробу (матриця) (див. рис. 5). Залежно від виду пресованих виробів, способів їх пресування й нагрівання прес-форми бувають відкритого й закритого типів, знімні, напівзнімні й стаціонарні, одно- і багатогніздні. Прес-форми виготовляють із загартованої високоякісної сталі, тому що в процесі роботи вони підпадають під вплив високих температур, тиску, зношуванню й корозійному впливу. Формуючі поверхні ретельно полірують і хромують для одержання виробів з гарним зовнішнім виглядом. Прес-форми обігрівають електричними елементами або індукційним методом. При конструюванні деталей із МДП уникають гострих кутів, глибоких западин і виступів, тому що плинність прес-маси мала й для її збільшення необхідно або модифікувати наповнювач, або використовувати відповідні добавки. Гаряче пресування виробів із МДП у прес-формах передбачає завантаження матеріалу, його переклад при нагріванні у в'язкоплинний стан і формування виробу під дією тиску. Фіксація заданої конфігурації виробу, що відбиває конфігурацію порожнини форми, відбувається в результаті отвердження сполучного при високій температурі. Завдяки необоротним змінам у структурі матеріал переходить у неплавкий стан, тобто зберігає формостійкість і не вимагає охолодження перед добуванням із прес-форми.

Порядок виконання роботи

Технологічний процес пресування складається з наступних стадій: дозування прес-матеріалу (вагарня, об'ємна); попереднього підігріву прес-форми; завантаження прес-матеріалу у форму; приміщення прес-форми на нижню плиту преса; змикання прес-форми; витримки прес-матеріалу у формі; розпресування; добування виробів з форми. Дозування прес-матеріалу в прес-форму роблять відповідно до розрахунків, виконаних у роботі нижче для одержання брусків і

дисків. Прес-форма на бруски дозволяє одночасно одержувати 4 зразка. Навішення прес-матеріалу завантажують у прес-форму, яку закривають і поміщають між плитами, що обігріваються, преса. Перед завантаженням прес-матеріалу прес-форма повинна бути підігріта. Пресування зразків ведуть по режиму, який вибирають відповідно до табл. 3.

Таблиця 3 – Рекомендовані режими пресування зразків виробів із МДП

Наповнювач маси деревної пресувальної	Режим пресування для виробу у формі					
	Бруска			Диска		
	температура , °C	тиск пресування, МПа	Витримка, хв	температура, °C	тиск пресування, МПа	витримка, хв
Тирса	145-155	45	8	145-155	45	6
Деревна стружка	120-130	39	10	120-130	39	5
Здрібнені відходи	150-160	55	10	150-160	55	6

Контрольні питання

1. Способи формування виробів із МДП.
2. Види прес-форм.
3. Фактори процесів пресування виробів із МДП.

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
ЧАСТИНА 1

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт

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