

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

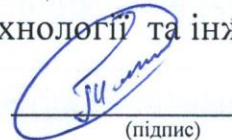
Інститут деревообробних технологій та дизайну

Кафедра технологій деревинних композиційних матеріалів,
целюлози та паперу

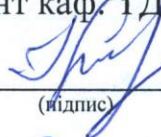
УДК 674.093.26

Пояснювальна записка
до дипломної роботи магістра на тему:
**Властивості арболітових виробів виготовлених з
використанням стебел ріпаку**

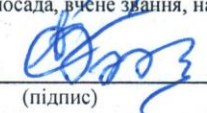
Виконав: студент групи ТДКМ(м)-61
Спеціальності 161“Хімічні
технології та інженерія”


Вархоляк Т.Р.
(підпис)

Керівник: доцент каф. ТДКМ, к.т.н.


Копанський М.М.
(підпис)

Рецензент: 
(посада, висне звання, науковий ступінь)

 **ФЕРЕНЦ О.Б.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут Деревооброблюваних технологій і дизайну
Кафедра Технологій деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу.

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 161"Хімічна технологія та інженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

д.т.н., проф. Козак Р.О.

" 17 " грудня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Вархоляку Тарасу Романовичу

Тема роботи: Властивості арболітових виробів виготовлених з використанням стебел ріпаку.

Керівник роботи: доц. каф. ТДКМ Копанський Микола Михайлович, к.т.н.

затвердженої наказом університету від " 24 " липня 2024 року № С-477

1. Термін подання студентом роботи _____ 14.12.2024р.

2. Вихідні дані до роботи 1. Дослідити властивості арболітових виробів виготовлених з використанням стебел ріпаку.

3. Здійснити аналіз впливу основних чинників процесу на механічні показники арболітових виробів .

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити)

Розділ 1. Стан питання та завдання досліджень.

Розділ 2. Характеристика об'єкта досліджень.

Розділ 3. Методика експериментальних досліджень.

Розділ 4. Обробка результатів експериментальних досліджень.

Розділ 5. Дослідження впливу сировини і матеріалів на властивості арболітових виробів .

Розділ 6. Висновки та рекомендації.

5. Дата видачі завдання _____ 25.07.2024р.

Студент _____

(підпис)

Вархоляк Т. Р.

Керівник проекту _____

(підпис)

Копанський М. М.

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота на тему «Властивості арболітових виробів виготовлених з використанням стебел ріпаку». У роботі досліджено вплив основних чинників процесу на фізико-механічні властивості арболітових виробів. Здійснено ґрунтовний аналіз залежностей вихідних параметрів від технологічних параметрів процесу та інших факторів. Дипломна магістерська робота складається з чотирьох основних розділів :

1. Аналіз стану питання.
2. Характеристика об'єкту дослідження.
2. Методика експериментальних досліджень.
3. Дослідження впливу сировини та матеріалів на властивості стружкових плит.

В першому розділі проведено аналіз досліджень з даної тематики та стан питання на сьогоднішній день.

У другому розділі здійснено характеристику ріпакової сировини як об'єкта дослідження. Проаналізовано можливість її використання для виготовлення деревинних композиційних матеріалів.

У третьому розділі наведена методика експериментальних досліджень. Описано процес виготовлення стружкових плит з використанням різної кількості ріпакових та деревинних частинок і клею.

У четвертому розділі було представлено отримані результати досліджень, здійснено аналіз впливу різних чинників на їх фізико-механічні властивості плит, зроблено узагальнені висновки.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
1.1. Аналіз забезпечення сировиною та матеріалами виробництв деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого.....	8
1.2. Використання рослинної сировини у виробництві деревинних композиційних матеріалів.....	15
1.3. Аналіз впливу деяких чинників на структурну міцність арболіту.....	23
1.4. Порівняльний аналіз складу та властивостей рослинної сировини із стебел ріпаку та інших лігноцелюлозних матеріалів.....	26
1.5. Висновки і завдання досліджень.....	29
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Вибір критерію оцінки якості виготовленого матеріалу.....	32
2.2. Матеріали, використані в експериментальних дослідженнях.....	33
2.3. Експериментальне обладнання та вимірювальна апаратура.....	34
2.4. Підготовки ріпакової сировини і визначення її параметрів.....	35
2.5. Виготовлення дослідних зразків.....	35
2.6. Визначення фізико – механічних властивостей деревинних композиційних матеріалів.....	41
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ.....	46

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	51
4.1. Вплив вмісту та фракції ріпакових частинок на фізичні властивості арболіту.....	51
4.2. Вплив вмісту та фракції ріпакових частинок на механічні властивості арболіту.....	54
4.3. Залежність фізико – механічних властивостей арболіту від його марки.....	56
4.4. Висновки.....	59
РОЗДІЛ 5. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
ДОДАТКИ.....	69

ВСТУП

Магістерська робота присвячена вирішенню важливого і актуального завдання – розширення сировинної бази для виготовлення деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого, завдяки залученню відходів сільськогосподарського виробництва, а саме ріпакової сировини, на основі вивчення закономірностей впливу технологічних параметрів на властивості деревинних композиційних матеріалів.

Актуальність теми. Попит на масивну деревину та деревинні композиційні матеріали (ДКМ) постійно зростає. Щорічно людство використовує понад 3,5 млрд. тонн деревини. Швидкість глобального вирубування лісів і його шкідливий вплив на довкілля змушує виробників які використовують деревину вести пошуку альтернативних джерел сировини. Переважно це лігноцелюозна сировина як відходи сільськогосподарського виробництва, зокрема це солома, кострець льону, відходи соняшника, оддубина, солома ріпаку та інші. Середня ринкова ціна вказаних відходів значно менша, ніж деревини. У разі застосування цієї сировини значно зменшуються енергетичні та фінансові затрати на її подрібнювання та сушіння. Крім цього, вона належить до швидко відновних джерел сировини.

Одним з найбільш перспективних видів деревинних композиційних матеріалів є матеріали виготовленні з використанням мінерального в'язучого.

Деревинні матеріали на основі мінерального в'язучого різноманітні за властивостями, зовнішнім виглядом та структурою. Вони мають високу міцність при малій, середній щільності, негорючі, біостійкі, нетоксичні. Ці композиційні матеріали містять деревний наповнювач, мінерально в'язучу речовину, воду і хімічні добавки, що прискорюють затвердіння цементу і покращують властивості деревинно-мінерального матеріалу.

Для виготовлення деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого (ДКММ) застосовуються різні мінеральні в'язучі

(цемент і його різновиди, гіпс, магнезіальні в'язучі); в якості наповнювача - деревина у вигляді тирси, дробленки, стружки і т. д.

Деревинний наповнювач володіє рядом унікальних властивостей: мала щільність, хороша змочуваність, легкість обробки. Однак деякі властивості деревини негативно позначаються на процесі структуроутворення, міцності та стійкості ДКМ до вологи. В таких умовах в першу чергу відбувається деструкція легко гідролізуючих вуглеводів, що негативно впливає на твердіння цементного тіста. Тому деревина листяних порід, що містить більшу, ніж хвойна деревина, кількість легко гідролізуючої геміцелюлози, меншою мірою придатна для отримання високоякісних матеріалів.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – встановити закономірності впливу технологічних параметрів на властивості деревинних композиційних матеріалів з використанням ріпакових відходів.

Відповідно до поставленої мети необхідно було вирішити такі основні завдання:

- встановити можливість і доказати доцільність використання ріпаку у виробництві деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого;
- вивчити властивості ріпаку та визначити розміри і фракційний склад подрібнених ріпакових частинок;
- дослідити вплив складу арболітової суміші, вмісту ріпакової сировини, кількості цементу на фізико-механічні властивості деревинних композиційних матеріалів.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого.

Предмет дослідження – закономірності впливу технологічних параметрів на властивості деревинних композиційних матеріалів.

Методи дослідження. В магістерській роботі для досягнення поставленої мети використані такі методи дослідження як експеримент,

вимірювання, порівняння. Ріпакову сировину виготовляли подрібненням методом різання, а до подрібнення виконували методом вільного удару на лопатевій дробарці. Дослідні зразки деревинних композиційних матеріалів виготовлено методом формування у формах.

Наукова новизна одержаних результатів. Виконано наукові дослідження зі створення нових деревинних композиційних матеріалів з використанням відходів ріпаку. Вперше отримано композиційний матеріал за технологічною схемою, прийнятою у виробництві арболіту. Доказано можливість і доцільність застосування ріпакової сировини для виробництва деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого.

Встановлено закономірності впливу виду сировини, її фракційного складу та кількості цементу на властивості деревинних композиційних матеріалів такі як водопоглинання, набрякання за товщиною, межі міцності на стиск композиційного матеріалу на основі мінерального в'язучого.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Аналіз забезпечення сировиною та матеріалами виробництв деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого

Широке застосування деревинних композиційних матеріалів пояснюється, насамперед, можливістю надавати їм в процесі виготовлення різноманітних наперед заданих властивостей. Деревинні композиційні матеріали – повноцінні замітники багатьох традиційних матеріалів (натуральної деревини, бетону, металів, пластмас тощо). Вони мають комплекс властивостей і особливостей, що відрізняють їх від традиційного конструкційного матеріалу деревообробки (масивної натуральної деревини) і у сукупності відкривають широкі можливості для розробки нових матеріалів та технологічних процесів. Розвиток виробництва деревинних композиційних матеріалів перспективний, оскільки для їх отримання використовуються відходи різних виробництв, що сприяє комплексному використанню сировини. При виробництві багатьох композиційних матеріалів майже не утворюється відходів. Це дає змогу створити реальні умови переведення деревообробних підприємств на роботу за маловідходною і безвідходною технологією [1].

До деревинних композиційних матеріалів відносяться матеріали, наповнені деревиною різного вигляду. Згідно з геометрією наповнювача (за параметрами наповнювача) деревинні композиційні матеріали поділяють на групи: масивні, листові, волокнисті, порошкоподібні та на основі комбінації різних наповнювачів [1,2]. За видом наповнювача деревинні композиційні матеріали можна поділити на: деревинні, рослинні та деревинно-рослинні.

Будова і властивості деревинного матеріалу залежать від його складових, природи наповнювача та його взаємного розташування і природи зв'язків між наповнювачем.

Найбільш масовою продукцією з ДКМ на основі мінерального в'язучого є арболіт.

Арболіт є різновидом легкого бетону, який виготовляється з рослинної сировини, целюлозовмістких наповнювачів (подрібнених відходів деревини коноплі, й кострецю льону, січки бавовнику, очерету і т. д.), мінерального в'язучого (звичайно портландцементу), води і хімічних добавок (ГОСТ 19322-84).

Вироби з арболіту, маючи порівняно невелику щільність (400-850 кг / м³), володіють відмінними будівельними та фізико-механічними властивостями. Вони добре обробляються різальними інструментами, є важкогорючими, не руйнуються у воді, морозостійкі та біостійкі, негіроскопічні і довговічні. З арболіту виготовляють стінові панелі і блоки, перекриття, перегородкові плити, тепло-і звукоізоляційні плити.

Для виготовлення арболіту можна використовувати наступні види відходів деревини:

1. Гілля, верхівки дерев, які знаходяться на нижніх складах лісозаготівельних підприємствах (орієнтовна кількість цих відходів на нижніх складах становить 75 м³ на 1000 м³ вивезеної деревини);

2. Відходи отримані від виробництва дрібної пилопродукції (тари, меблевих заготовок і т. д.);

3. Відходи лісопиляння в тих випадках, коли не вигідно виготовляти технологічну тріску для целюлозно-паперової промисловості.

Резервною сировиною для виготовлення арболіту можуть служити:

- Верстатна стружка, яка отримується при переробці деревини на деяких підприємствах лісової промисловості;

- Відходи при виготовленні технологічної тріски, призначеної для целюлозно-паперової промисловості;

- Дрова.

Залежно від вмісту простих водорозчинних цукрів, одні породи визнано вважати придатнішими для виробництва арболіту, інші менш придатними. Так, практикою встановлено, що найбільш придатними породами для виготовлення арболіту є хвойні, менш придатними вважаються листяні породи [6].

Проте це поняття є відносним, оскільки модрина, мабуть, є самою несприятливою деревиною для виробництва арболіту, вона містить в 4-7 разів більше простих водорозчинних цукрів в порівнянні з сосною і ялиною. І навпаки, деякі листяні породи деревини такі, як береза і бук, можуть успішно застосовуватися для виготовлення арболіту.

Найбільш несприятливою сировиною для виробництва арболіту є відходи лісозаготівель, отримані з крони, що пояснюється наявністю великої кількості простих цукрів в тканинах дерева, що розвивається. В питанні сприятливості деревини для виготовлення арболіту важко встановити перевагу хвойних порід над листяними. Беззаперечним являється той факт, що на першому місці по придатності для виготовлення арболіту знаходиться ялина, а на останньому – модрина.

Не менш важливе значення має час заготовки деревини. Несприятливим періодом є весняний, коли відбувається активний рух поживних речовин в зростаючому дереві. Найкращим часом заготовки деревини для виготовлення арболіту вважається зимовий період, коли процес руху поживних речовин тимчасово припиняється [8].

До деревного наповнювача ставляться такі вимоги:

- не рекомендується застосовувати великі деревні частки, оскільки після зволоження виробу вони збільшуються за об'ємом так, що це призводить до руйнування;
- застосування дрібних часток деревного наповнювача обумовлює більшу витрату цементного розчину.

Основний недолік деревного наповнювача - його хімічна активність.

У складі усіх органічних відходів рослинного походження багато розчинних водою речовин, з яких найшкідливішими для цементу є цукри. Щоб усунути цукри, деревину сировину витримують 3 і більше місяців на відкритому повітрі або ж обробляють органічний наповнювач вапняним розчином з розрахунку 2,2 кг вапна на кубометр наповнювача і 150 - 200 л води. Витримують вміст 3 - 4 дні, один-два рази на добу перемішування [7,9].

В якості органічного наповнювача при виготовленні арболіту використовують подрібнену соломку ріпаку.

Арболіт призначається для виготовлення теплоізоляційних і конструкційних матеріалів і виробів, які використовуються в будівлях різного призначення з відносною вологістю повітря приміщень не більше 60% і за відсутності агресивних газів. У інших випадках допускається застосовувати арболіт при дотриманні вимог будівельних норм і правил по захисту будівельних конструкцій від корозії, як для захисних конструкцій, з комірчастих бетонів, а також вимог ГОСТ 19222-84. Арболіт залежно від середньої щільності у висушеному до постійної маси стані поділяється на:

- теплоізоляційний – середньою щільністю до 500 кг/м³;
- конструкційний – середньою щільністю понад 500 (до 850) кг/м³

В якості органічного наповнювача при виготовленні арболіту використовують подрібнені стебла бавовника, рису і іншу соломку, тирсу

Арболіт – унікальний мінерально-органічний будівельний матеріал, різновидність легкого бетону, який входить своїм корінням в глибину тисячоліть. [4,5] В якості в'язучих матеріалів для виготовлення арболітової суміші слід застосовувати портландцемент, портландцемент з мінеральними добавками, сульфатостійкий цемент, що відповідають вимогам ГОСТ 10178-85 і ГОСТ 22266-94 марок не нижче:

- 300 – для теплоізоляційного арболіту;
- 400 – для конструкційного арболіту.

Арболіт сьогодні поступово повертається в малоповерхове житлове будівництво, не лише завдяки своїм високим тепло-, енергозберігаючим і звукоізоляційним властивостям, але й малій вартості в порівнянні з іншими будівельними матеріалами [4]. Суттєвою перевагою цього будівельного матеріалу є те, що він використовує у своєму складі відходи деревообробної промисловості і є композит: до 80-90% арболітового блоку складає кришиво із деревини нормованих розмірів, а в якості зв'язуючого компоненту використовується високо марочний цемент [7].

Переваги арболіту:

- арболіт інертний і довговічний;
- не горить;
- майже не гниє, оскільки слабо вражається мікроорганізмами і грибками (пліснявою);
- стійкий до дії хімічних речовин;
- міцний;
- має підвищений опір ударним навантаженням, тобто не тріскається. Це важливо як при експлуатації будівель, так і при перевезенні арболітових блоків автомобільним транспортом. Цієї властивості не має жоден інший матеріал на мінеральній основі;
- має високу межу міцності при вигині;
- конструкційний арболіт може відновлювати свою форму після тимчасового перевищення граничних навантажень;
- технологічний;
- цвяхи і гачки в арболіт можна забивати так само легко, як в деревину;
- легко піддається вирубуванню, обробці свердлінням і пиленням;
- екологічний;
- нешкідливий для здоров'я і довкілля;
- забезпечує хорошу звукоізоляцію приміщень;
- економічний;

- добре зберігає тепло - стіна з арболітового блоку завтовшки 30 см відповідає по теплопровідності стін з цегли товщиною 1 м. Це дозволяє зменшити витрати на опалювання, понизити витрату матеріалу при будівництві, збільшити житлову площу будинку за рахунок скорочення товщини стінок.



Рис. 1.2. Блок арболіту

До недоліків арболіту можна віднести високу вологопроникність і знижену вологостійкість. Зовнішня поверхня конструкцій з арболіту, дотичних до атмосферної вологи, повинна мати захисний оздоблювальний шар. Вологість повітря в приміщеннях із стінами з арболіту бажано підтримувати не вище 75%.

Крім того, арболіт нестійкий до дії агресивних газів. Також недоліком арболіту є висока витрата відносно дорогих матеріалів (цемент і деревина) при його виробництві. До суб'єктивних недоліків арболіту можна віднести його "непрестижність" на думку деяких забудовників [5].

Для виготовлення арболітової суміші вводять деякі хімічні речовини, призначенні для прискорення твердіння портландцементу, чи для нейтралізації дії шкідливих цементних отрут. Часто ці речовини називають мінералізаторами. Добавками служать хімічні речовини, які локалізують

уповільнюючу дію редуруючих речовин, що містяться в органічному целюлозному наповнювачі, чи покривають частки наповнювача водонепроникною плівкою, що перешкоджає зіткненню шкідливих речовин наповнювача з цементним тістом [29].

Деякі прискорювачі твердіння скорочують термін дії шкідливих речовин на гідроліз і гідратацію цементів. Ці добавки значно скорочують терміни твердіння стінних будівельних блоків із арболіту і підвищують їх міцність при стискуванні.

До таких добавок відносяться однокомпонентні і комплексні добавки:

- прискорювачі твердіння – хлорид кальцію CaCl_2 ; нітрат кальцію $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; нітрит, нітрат і хлорид кальцію, сірчаноокислий глинозем; хлорид кальцію + оксид кальцію ($\text{CaCl}_2 + \text{CaO}$);

- речовини, що утворюють на поверхні наповнювача плівку – рідке натрієве скло, рідке скло + хлорид кальцію, рідке скло + сірчаноокислий глинозем, рідке скло + фуриловий спирт.

Для підвищення морозостійкості, зменшення середньої щільності арболіту і поліпшення технологічних властивостей арболітової суміші (легкоукладуваності, однорідності та ін.) рекомендуються наступні добавки:

- піноутворюючі – рідко-скляний піноутворювач ЖСПО (ЖС + каніфоль + NaOH), алкілсульфонатна паста СП-1, речовина рідка миюча "Прогресс-3";

- повітряновхоплюючі – смола деревна обмилена (СДО), смола нейтралізована повітряновхоплюючі (СНП), обмилений деревний пек (ЦНИПС-1).

Вибір хімічних добавок залежить від хімічної активності целюлозного наповнювача, тобто вміст цукрів у водорозчинних екстрактних речовинах. При застосуванні наповнювачів з хвойної витриманої деревини ефективним прискорювачем твердіння є хлорид кальцію і комплексні добавки на його основі, а для наповнювача зі свіжозрубаної деревини - сульфат алюмінію і комплексні добавки на його основі. Якщо використовується наповнювач із

змішаних порід деревини або модрини, то найбільш ефективні комплексні добавки: хлорид кальцію + рідке скло або хлорид кальцію + вапно [30,31].

Введення хімічних речовин в арболітову суміш можна здійснювати двома способами. При першому способі хімічну добавку застосовують у вигляді водного розчину певної концентрації і перемішують із заздалегідь зволуженим целюлозо вмістним наповнювачем. При другому способі хімічну добавку заздалегідь розчиняють у воді, призначеній для замочування наповнювача. У обох випадках хімічна речовина осідає на поверхню наповнювача і частково заповнює його пори.

Оптимальна доза добавки – це мінімальна кількість добавки, що дає можливість одержати максимальний основний технологічний або технічний ефект без зниження (або з допустимим рівнем зниження) інших показників якості бетонної/розчинної суміші або бетону/розчину [31, 35].

Вода додається в розчин для гідратації гіпсу. Оскільки мінімальна кількість води необхідної для гідратації занадто мало, щоб забезпечити достатню оброблюваність, додаткова вода необхідна, щоб "пластифікувати" суміш і зробити можливими її обробку та укладання на місці.

Вода для приготування розчину повинна відповідати вимогам ГОСТ 23732-79 [28].

1.2. Використання рослинної сировини у виробництві деревинних композиційних матеріалів

В багатьох країнах для виробництва деревинних композиційних матеріалів (які в зарубіжній технічній літературі називають лігноцелюлозними композиційними матеріалами (ЛЦКМ)) традиційною сировиною була і залишається деревина. Проте, для виготовлення ЛЦКМ також придатна рослинна сировина. В основному це лігноцелюлозна сировина сільськогосподарського виробництва у вигляді продукту: волокна льону, коноплі, джуту, кенафу та інших культур і відходів: стебла бавовнику, ріпакові

відходи, солома, виноградна лоза, кострець льону і коноплі, багаса (жом цукрової тростини), відходи насіння бавовни, рисова і соняшникова лузга тощо. Можливе застосування очерету та інших дикорослих рослин, які не використовуються або мало використовуються в промисловості.

Рослинні волокна залежно від того, в якій частині рослини вони формуються класифікують на: стеблові; листкові; насінні [11, 12, 13]. Стеблові агроволокна розрізняють: луб'яні, ядрові та насінні.

Луб'яні волокна формуються волокнистими пучками у лубі рослинного стебла по всій його довжині (волокна льону, коноплі, джуту, кенафу та інші). Ядрові – серцевинні волокна таких рослин як джут і кенаф, їх може бути понад 85% від сухої маси цих рослин [11]. Листкові волокна розташовані по довжині листків (волокна сізалью, абаки (манільської коноплі) та інші). Насінні – формуються на поверхні насінин (бавовняне та інші волокна).

В табл. 1.1 наведено хімічний склад і розміри деяких рослинних волокон. Для порівняння наведена характеристика деревинних волокон.

Характеристика деяких рослинних волокон [18, 19]

Тип волоконна	Хімічний склад, %					Розміри	
	Целю- лоза	Лігнін	Пенто зани	Зола	Крем- незем	Довжин а, мм	Діаметр, мкм
<i>Стеблове луб'яне</i>							
пшениця	29-51	16-21	26-32	4,5-9	3-7	1,5	15
жито	33-50	16-19	27-30	2-5	0,5-4	–	–
ячмінь	31-45	14-15	24-29	5-7	3-6	–	–
овес	31-48	16-19	27-38	6-8	4-6,5	–	–
Рис	28-48	12-16	23-28	15-20	9-14	0,6-3,5	5-14
ріпак	30,7- 39,3	18,5	20,2	10,9	1-3,5	-	-
бамбук	26-43	21-31	15-26	1,7-5	0,7	2,7-4	15
льон	72-74	2-4	4,9-5	1	–	4-69	8-31
конопля	65-68	4-8	5,6-6,5	1,6	–	5-55	16
<i>Стеблове ядрове</i>							
кенаф	37-49	15-21	13-24	2-4	–	0,6	30
джут	41-48	21-24	18-22	0,8	–	1,06	26
<i>Листкове</i>							
абака	56-63	8-15	15-17	3	–	2-12	6-40
сізаль	47-62	7-9	21-24	0,6-1	–	0,8-7	8-48
<i>Насінне</i>							
бавовник	85-90	1-1,6	1-3	0,8-2	–	10-50	12-25
<i>Деревинне</i>							
хвойне	46-54	24-30	7-14	<1	–	3,2-3,5	35-50
листяне	40-45	20-25	19-26	<1	–	1-1,3	15-30

Целюлоза – головна складова клітинних стінок рослин. Вона створює каркас стінки. Геміцелюлози служать матрицею, а лігнін, який просочує стінку, – інкрустуючою речовиною. Лігнін разом з геміцелюлозами визначають міцність стовбурів і стебел рослин. Найбільш близькі до деревини за хімічним складом і розмірами стеблові агроволокна, за винятком волокон льону, коноплі.

Щільність рослинних волокон приблизно однакова – 1,45-1,5 г/см³ [18, 19]. Найжорсткіші і відносно найміцніші – луб'яні волокна [12, 13, 14]. Листкові волокна складають приблизно половину жорсткості луб'яних. У насінних волокон найменші властивості на міцність.

З агроволокон створюють геотекстильні вироби, фільтри, сорбенти, упаковку [11, 13]. На їх основі, додаючи різноманітні в'язучі речовини, виготовляють будівельні матеріали, суцільно пресовані вироби різної форми. Змішуючи волокна з полімерами, металами і мінеральними в'язучими можна отримати багато корисних матеріалів.

В ЛЦКМ волокна і частинки рослин є зміцнювальним елементом або головним компонентом. Спеціально виготовлені волокна в основному застосовуються для зміцнення матеріалу (обклеювання поверхонь, армування). Завдяки личкуванню стружкової плити волокнами льону суттєво підвищується міцність та покращуються інші їх властивості [15]. Використання джутового волокна як наповнювача-підсилювача полієфіру дозволяє отримати високоміцний композиційний полімерний матеріал [16].

Рослинні волокна можна використовувати для армування як терморезистивних, так і термопластичних полімерних матеріалів. При армуванні ними поліпропілену, поліетилену, полістиролу та інших термопластичних полімерів, отримані позитивні результати [16].

Полімери, наповнені різними рослинними частинками з агровідходів (в кількості 50% від маси абсолютно сухих частинок), мають вищі механічні властивості, ніж вихідні полімери [14, 17].

З різних видів відходів переробки однорічних сільськогосподарських рослин найбільш повно існуючим вимогам до сировини для арболітового виробництва відповідають виноградна лоза, тростина очерету, кострець льону і коноплі. За готовністю до використання найбільш придатні для виготовлення арболіту кострець льону і коноплі. З успіхом можуть використовуватися ріпакова сировина та відходи насіння бавовни, рисова і соняшникова лузга. Стебла бавовнику, після їх подрібнення, також придатні для виготовлення арболіту. Одна тонна стебел бавовнику замінює близько 2 тис. м³ ділової деревини.

В нашій країні є великі запаси ріпакової сировини. На цій підставі її можна вважати найбільш перспективною рослинною сировиною.

Одним із перспективних видів рослинної сировини для виготовлення деревинних композиційних матеріалів є стебла ріпаку. Ріпак – надзвичайно цінна кормова культура, але він також може бути і одним з елементів сировинної бази у виробництві вказаних матеріалів.

Проведений аналіз останніх досліджень з використання відходів сільськогосподарського виробництва для виготовлення продукції целюлозно-паперового виробництва та виробництва ДКМ дає підстави зробити висновок про те, що, окрім пшеничної та житньої соломи, є доцільним використання з цією метою і стебел ріпаку. Із соломи ріпаку (2-6 тонн з гектара) можна виготовляти папір, целюлозу, картон. З одного гектара ріпакового поля можна виготовити до 2 т паперу. Такі технології успішно застосовуються у Великобританії, Угорщині, Іспанії, Португалії. Із рослинної сировини у світі виробляють вже близько 10% целюлози.

Треба відзначити, що при використанні дешевшої, недефіцитної агросировини потрібно менше енергетичних витрат. При використанні кострецю і відходів насіння значно спрощується технологічний процес, оскільки відпадає необхідність в таких операціях як подрібнення і сушіння.

За останні роки в галузі композиційних матеріалів на основі вторинної агросировини активізувалися дослідження щодо застосування термопластичних полімерів. При використанні первинного і вторинного поліетилену та поліпропілену отримані позитивні результати. Створені матеріали, що містять кострець льону і термопластичні в'язучі в кількості 25%, мають руйнівне напруження при згині – 18,3-21,6 МПа [17]. Отримані ЛЦКМ мають певні екологічні і технологічні переваги над матеріалами на основі термореактивних полімерів.

З арболіту із стебел бавовнику можна виготовляти панелі і блоки для стін та перегородок одно- і двоповерхових будинків. Надлегкий арболіт щільністю до 350-360 кг/м³ із стебел бавовнику використовують для теплоізоляції залізобетонних зовнішніх стін, горіщних перекриттів тощо .

За останні 30 років багато досліджень проводиться з проблеми використання відходів ріпаку як альтернативної сировини для деревинних композиційних матеріалів [19]. Зокрема, проводилися дослідження деревинних композиційних матеріалів виготовлених з використанням відходів ріпаку на основі карбамідоформальдегідних смол. Створені матеріали мали такі фізико-механічні властивості: товщина плити 14 мм, щільність – 700 кг/м³, межа міцності при статичному згині – 15,39 МПа, набрякання за товщиною – 33,8%, водопоглинання – 64,2% за витрати клею 14% [60]; товщина – 10мм, щільність – 650 кг/м³, межа міцності при статичному згині – 20,43 МПа, набрякання за товщиною – 40,8%, водопоглинання – 67,3% за витрати клею 14%.

Можливості практичного застосування рослинної сировини у виробництві ЛЦКМ величезні. В зв'язку зі збільшенням потреб на композиційні матеріали, які мають велике значення для усіх галузей народного господарства, очікується розширення використання агросировини для їх виробництва. В умовах України це дасть змогу суттєво поповнити

галузь виробництва деревинних композиційних матеріалів, зокрема плитних та арболіту необхідною сировиною.

В цілому ріпакова сировина може використовуватися у таких напрямках:

- сировина для виготовлення деревинних композиційних матеріалів;
- сировина для виготовлення целюлози;
- сировина для сухої перегонки;
- використання ріпаку сировини на добриво;
- використання ріпакової сировини як палива (спалювання у котлах тюків ріпаку);
- виготовлення паливних брикетів.

Для найменш лісистих областей України, куди деревина завозиться з інших, було б особливо важливим вирішення поставленого питання. За рахунок використання місцевих сировинних вторинних ресурсів можна вивільнити багато первинної сировини, яка знайде більш корисне застосування у інших галузях деревообробної промисловості.

Переваги ріпаку як сировини для деревинних композиційних матеріалів:

1. Специфіка переробки відходів ріпаку на композиційний матеріал впливає з її анатомічної будови і її хімічних властивостей.

2. Залучення в технологічний процес виготовлення деревинних композиційних матеріалів з відходів ріпаку призведе до введення коректив у відлагоджену технологію композиційних матеріалів, адже:

- хімічний склад ріпакової сировини відмінний від деревини: порівняно з деревиною ріпак містить більше геміцелюлоз, золи і кремнезему та менше лігніну;
- ріпакова сировина морфологічно більш складна і менш однорідна, ніж деревина;
- ріпакові частинки гідрофобніші, ніж деревинні;
- міцнісні властивості ріпаку набагато нижчі порівняно з деревиною;

– ріпакові частинки довші, тонші і мають меншу ширину, ніж деревинні. Тому відношення довжини до товщини є в 5-7 раз більше порівняно з відповідними значеннями для деревинних частинок.

3. Перевагами ріпаку як сировини для деревинних композиційних матеріалів є: щорічне поновлення, в декілька разів менша середня ринкова ціна за деревину, менші витрати на подрібнювальне і сушильне обладнання тощо.

4. Аналіз властивостей ріпакової сировини та параметрів ріпакових частинок як наповнювача композиційних матеріалів, створює певні передумови застосування ріпакової сировини у виробництві деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого без суттєвих змін у технології останніх.

Перешкоди використання ріпаку як сировини для арболіту[20.21]:

1. Високий вміст золи і кремнезему. Це призводить до великих витрат енергії, а також обмежує час експлуатації робочих елементів подрібнювального обладнання.

2. Ріпакова сировина – побічний, а не цільовий продукт сільськогосподарського виробництва. Тому, заготівля і обробка здійснюється передусім в напрямку максимального урожаю зерна, а не соломи. Об'єми заготовленої ріпакової сировини будуть залежати від погодних умов під час збирання урожаю, тобто для цього виду сировини характерна сезонність збирання, транспортування і зберігання.

3. Транспортування ріпакової сировини на далеку відстань економічно невиправдане. Враховуючи низьку насипну щільність ріпаку, рекомендується пакувати і транспортувати її в тюках (спресованих пачках);

Підсумовуючи, можемо констатувати, що використання відходів з ріпаку як сировини для деревинних композиційних матеріалів з екологічної точки зору можна розглядати як велике досягнення. Враховуючи, що ціни на деревину в майбутньому будуть зростати, можна стверджувати, що в

недалекому майбутньому ріпакова сировина стане повноцінною сировиною у виробництві деревинних композиційних матеріалів.

1.3. Аналіз впливу деяких чинників на структурну міцність арболіту

Міцність арболіту залежить від активності цементу і його витрати на 1 м³ цього матеріалу, щільності, коефіцієнта ущільнення, адгезії деревного наповнювача до цементного в'язучого, міцності наповнювача, коефіцієнта форми деревних частинок, їх питомої поверхні, вмісту водорозчинних речовин.

Для одержання арболіту з високими механічними показниками повинні бути локалізовані шкідливі для цементу речовини, знижені вологісні деформації, а структура арболіту повинна бути оптимальною. Відповідно до теорії І.А. Риб'єва, оптимальній структурі відповідає комплекс найкращих показників основних властивостей конгломерату [44]. Оптимальна структура характеризується рівномірним розподілом твердої фази у дисперсному середовищі, гранично можливою щільністю упакування макрочасток відповідно у конгломераті й у його в'язкій частині, наявністю неперервного прошарку в'язучого з утворенням міцного структурного каркаса.

Арболіт має крупно пористу структуру з незаповненими міжзерновими порами. Крупно пориста будова арболіту визначається технологією його виготовлення і залежить від складу арболіту, гранулометричного складу наповнювача, коефіцієнта форми його часток, якості перемішування, ступеня ущільнення, а також від умов твердіння і сушіння цього матеріалу. Загальна пористість арболіту складається з між зернової пористості і пористості деревного наповнювача. Об'єм пор у наповнювачі залежить від виду деревної породи. Пористість деревини визначають за формулою:

$$P = 100(1 - \gamma_0 / 1.54), \quad (1.1)$$

де: P – величина пористості деревини, %;

ρ_0 – щільність деревини, г/см³.

За щільності деревини 0,3; 0,5 і 0,7 г/см³ пористість її дорівнює відповідно 81, 68 і 55 %. Міжзернова пористість деревного наповнювача залежить в основному від фракційного складу й істотно впливає на його основні міцнісні, деформативні й теплофізичні властивості, тому у процесі формування структури арболіту її необхідно регулювати.

Структура арболіту формується на всіх етапах технології його виробництва: при підготовці заповнювача, дозуванні складових компонентів, їхньому перемішуванні, укладанні й ущільненні арболітової суміші, а також при твердінні виробів з цього матеріалу. При підготовці наповнювача необхідно приділяти особливу увагу його хімічному й гранулометричному складу, коефіцієнту форми часток. При дозуванні необхідно дотримуватися точності співвідношення компонентів арболітової суміші оптимального складу[35,36,37].

Технологічна операція перемішування повинна забезпечувати однорідність суміші, рівномірність розподілу в'язучого по частинках наповнювача. У процесі формування (ущільнення) необхідно прагнути до мінімальної пористості арболіту, тобто найкращому просторовому упакуванню наповнювача, що забезпечило б найбільше число контактів, а також найбільше зміцнення структурних елементів і структурних зв'язків між ними.

При тепловій обробці арболіту, насамперед, необхідно забезпечити оптимальні умови для твердіння, гідратації і структуроутворення цементного в'язучого за наявності органічного наповнювача, а також зменшити внутрішні напруження й усадочні деформації. Таким чином, на всіх стадіях технології виробництва арболіту необхідно прагнути до створення його оптимальної структури. Важливим моментом структури арболіту є те, що у загальному об'ємі арболітової маси органічний наповнювач займає 80-90 % і має

анізотропні властивості, характерні для деревини. Так, межа міцності деревини ялини уздовж волокон під час стискання дорівнює 42,2 МПа, під час розтягу 108,6 МПа, а під час стискання в тангентальному напрямку тільки 7,9 МПа. Аналогічні співвідношення показників цих властивостей існують і для інших деревних порід, що застосовуються для одержання органічного наповнювача[40,42].

У процесі формування арболітової суміші деревні частки, що мають розміри за довжиною значно більші, ніж в інших напрямках, розташовуються у визначеній закономірності. Як правило, вони орієнтуються своїми подовжніми напрямками у площині, перпендикулярній напрямку зусиль пресування, розташовуючись при цьому хаотично, внаслідок чого арболіт володіє чітко вираженою анізотропністю властивостей у двох напрямках. Проведені дослідження показали, що арболіт має кращі показники деформативності і міцності в напрямку, перпендикулярному зусиллю ущільнення (паралельно шарам укладання суміші). Ця закономірність справджується при усіх відомих способах формування арболітових виробів.

1.4. Порівняльний аналіз складу та властивостей рослинної сировини із стебел ріпаку та інших лігноцелюлозних матеріалів

Одним із головних чинників які перешкоджають використанню соломи як сировини для виробництва арболіту, є наявність воску з досить складним хімічним складом, який у соломі не розпорошений у всій її масі, як це має місце у деревині, а знаходиться практично повністю на поверхні стебла. Утворення такого антиадгезійного шару на поверхні частинок соломи перешкоджає змочуванню поверхні частинок і погіршує з'єднання. Однак привабливість солом'яної сировини змушує шукати шляхи, які дали б змогу застосовувати її у виробництві деревинних композиційних матеріалів. Запропоновано різні методи хімічного оброблення поверхні частинок соломи. Відомий спосіб отримання плит з рослинної сировини, обробленої аміаком,

яка перед цим обробляється водяною парою за температури 140-200°C з подальшим формуванням і гарячим пресуванням. Недоліком цього способу є складність технології та токсичність аміаку.

Хімічний склад соломи залежить від виду рослин, клімату, способів збирання і зберігання. Використовують пшеничну солому з таким осередненим вмістом основних компонентів від абсолютно сухої сировини: 46,2 % целюлози, 18,6 % лігніну, 25,2% пентозанів, 6,6% золи, 5,2% смол, жирів та воску. За хімічним складом солома має порівняно з деревиною дещо менший вміст лігніну та більший вміст полісахаридів-геміцелюлоз, екстрактивних і мінеральних речовин.

Проведений аналіз останніх досліджень з використання відходів сільськогосподарського виробництва для виготовлення продукції целюлозно-паперового виробництва та виробництва ДКМ дає підстави зробити висновок про те, що, окрім пшеничної та житньої соломи, є доцільним використання з цією метою і стебел ріпаку. Із соломи ріпаку (2-6 тонн з гектара) можна виготовляти папір, целюлозу, картон. З одного гектара ріпакового поля можна виготовити до 2 т паперу. Такі технології успішно застосовуються у Великобританії, Угорщині, Іспанії, Португалії. Із рослинної сировини у світі виробляють вже близько 10% целюлози.

Ріпак – друга в Україні олійна культура за площею посіву та валовим виробництвом. Вирощуванням культури зайнято більш ніж 3000 сільськогосподарських підприємств. Середня урожайність озимого ріпаку 2008 році становила 20,8 ц/га, у 2009 18,7 ц/га, у 2010 17,5 ц/га. Під урожай у 2013 році засіяно озимим ріпаком 1031800 га. Грунтово - кліматичні умови України сприятливі для нормального росту та розвитку рослин ріпаку як озимого, так і ярого та відповідають його біологічним вимогам.

За хімічним складом ріпакова солома подібна до пшеничної, але має низку особливостей [табл.1.2.]. Кількість ріпакової соломи у 2013 сягає близько 5 – 6 млн.т.

Варто зазначити, що стебла ріпаку відрізняються від соломи різних злаків підвищеною товщиною і жорсткістю, через що не набули застосування для традиційних сільськогосподарських потреб.

На відмінну від пустотілих стебел жита, осьовий канал стебел ріпаку заповнений пористою білою паренхімною тканиною. Форма її комірок на поперечних розрізах близька до гексагональної, а поперечні розміри комірок не дуже перевищують поздовжні. Комірчаста структура паренхімної тканини за формою та розмірами комірок відрізняється від стінки стебла, що дає змогу легко визначити межі між цими компонентами. У стінці стебла ріпаку капіляри вужчі ніж у соломи, їх діаметр не перевищує 50 мкм, з перевагою розмірів 20 мкм, а це – менше ніж у периферійному шарі стебел жита.

Таблиця 1.2

Компонентний склад різних видів рослинної та деревинної сировини, %

Матеріал	Целюлоза	Лігнін	Пентозани	Смоли, жири, віск	Зола
Солома пшенична	44,3	16,5	26,7	5,22	6,65
Солома житня	45,2	19,3	26,2	5,86	4,63
Солома ріпакова	39,3	18,5	20,2	3,12	10,9
Тирса	46,1	28,5	10,7	2,93	0,18

Пшенично-житня солома характеризується більшою однорідністю за довжиною стебла. Найбільш однорідною сировиною є житня сировина. Об'єм її осьового каналу складає більшу частину від об'єму стебла, його діаметр практично однаковий по всій довжині. У ріпаку, залежно від ділянки стебла (прикореневої, центральної, верхівки) об'єм осьового каналу становить 38,0-54,0% від загального об'єму стебла, щільність паренхімної тканини, яка заповнює осьовий канал надзвичайно мала. Внутрішня паренхімна структура стебла ріпаку характерна надзвичайно високою пористістю. Склад пентозанів

у паренхімній тканині ріпаку, становить відповідно 15,3-17,3% . Стебла ріпаку за загальними показниками пористості лиш незначно поступаються соломі [3].

Отже, наведений порівняльний аналіз складу стебла ріпаку та інших лігноцелюлозних матеріалів та їх деяких властивостей дає змогу зробити такі висновки:

- насипна щільність ріпакових частинок нижча порівняно з деревинними. Насипна щільність ріпакових частинок становить 44 кг/м^3 , а насипна щільність промислових деревинних частинок – 124 кг/м^3 , практично в 3 рази менше . Внаслідок цього ступінь ущільнення ріпаку під час гарячого пресування більший, ніж деревини. Це накладає обмеження на економічний радіус збирання і доставляння ріпакової сировини та на розміри частинок, що виготовляються;

- розміри волокон ріпаку менші порівняно з деревинними. Довжина клітин ріпакової сировини наближається до довжини клітин деревини твердолистяних порід і в 2-3 рази менша довжини клітин деревини хвойних порід;

- ріпакові частинки гідрофобніші, ніж деревинні. Криві гігроскопічної рівноваги ріпаку схожі на аналогічні криві для деревини;

- міцнісні властивості стебел ріпакової сировини набагато нижчі, ніж деревини. Наприклад, міцність на розривання ріпакового стебла становить 9-38 МПа, ялини – 139 МПа, бука – 180 МПа;

- ріпакові частинки довші, тонші і мають меншу ширину, ніж деревинні. Тому відношення довжини до товщини є в 5-7 раз більше порівняно з відповідним значенням для деревинних частинок, внаслідок чого, поліпшується міцність на згин плит з відходів ріпаку.

1.5. Висновки і завдання досліджень

На основі проведеного аналізу літературних джерел можна зробити такі висновки:

1. Попит на масивну деревину та деревинні композиційні матеріали постійно зростає. Щорічно людство використовує понад 3,5 млрд. тонн деревини, а споживання арболіту зростає приблизно на 4%. Швидкість глобального вирубування лісів і його вплив на навколишнє середовище, нестача деревинних ресурсів заставляє виробників арболіту шукати і залучати альтернативну сировину.

2. Вибір сировини для виробництва деревинних композиційних матеріалів визначається економічною доцільністю з врахуванням її запасів, умов заготівлі, доставляння і зберігання. Традиційною сировиною у виробництві деревинних композиційних матеріалів була і залишається деревина. Проте придатна і недеревинна лігноцелюлозна сировина – рослинна.

3. Серед багатьох видів рослинної сировини в Україні наявні значні запаси ріпаку, і вона може вважатися перспективною рослинною сировиною для виробництва деревинних композиційних матеріалів. Щорічно отримується 2,5-3,0 млн. тонн ріпакової сировини.

Виходячи з результатів аналізу стану питання, в даній роботі необхідно вирішити наступні завдання:

- встановити можливість і доказати доцільність використання відходів ріпаку у виробництві деревинних композиційних матеріалів на мінеральній основі;
- дослідити вплив складу арболітової суміші на фізико-механічні властивості деревинних композиційних матеріалів на мінеральній основі;
- дослідити вплив фракційного складу частинок на фізико-механічні властивості деревинних композиційних матеріалів на мінеральній основі;
- дослідити залежність фізико – механічних властивостей арболіту від його марки.

РОЗДІЛ 2
МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основними факторами, які впливають на властивості готових деревинних композиційних матеріалів, вважають вид сировини, породу деревини, тип отриманих частинок, вид в'язучого, його кількість і розподіл, спеціальні добавки. Разом з впливом всього комплексу властивостей вихідних елементів, якість деревинних композиційних матеріалів також визначається особливостями її конструкції-структури. Структура деревинних композиційних матеріалів диференційована на різні рівні: макро-, мікро- і субмікроскопічний [14]. В основному властивості деревинних композиційних матеріалів визначаються зміною макроструктури. Структура визначає основні властивості матеріалу, а формування її в плиті – багатофакторний процес. Майже всі параметри так чи інакше взаємодіють один з одним. Очевидно, що зміна одного з параметрів призводить до зміни інших в процесі виробництва. Отже, кожний з параметрів не можна розглядати ізольовано, вважаючи, що його можна легко змінити на свій погляд для регулювання процесу виробництва. При невдалому поєднанні елементів конструкції і властивостей її вихідних матеріалів виріб при експлуатації не забезпечує необхідних якісних показників, хоча окремі випробування його елементів повністю задовільні .

Дослідження проводилися за трьома напрямками.

Перший напрямок дослідження направлений на визначення впливу співвідношення ріпакових і деревинних частинок у деревинно – цементній композиції чи фізико – механічні властивості арболіту. При цьому виготовлялися зразки за складом компонентів для марки арболіту М25.

Другий напрямок досліджень був присвячений визначенню впливу фракції ріпакових часток на фізико – механічні показники арболіту. При цьому виготовлявся арболіт марки М25, як найбільш поширений у будівництві.

Третій напрямок досліджень направлений на визначення фізико – механічних властивостей арболіту різних марок виготовлених тільки з використанням ріпакового наповнювача. Компонентний склад карболітової

суміші підбирався згідно існуючих норм витрат для арболіту виготовленого з деревинного наповнювача.

Компонентний склад арболітової суміші для кожної серії досліджень показано у Додатках А – В.

2.1. Вибір критерію оцінки якості виготовленого матеріалу

Досліджуючи закономірності впливу технологічних параметрів на властивості деревинних композиційних матеріалів, виготовлених на існуючому обладнанні у виробництві деревинних композиційних матеріалів, постала необхідність вибору критеріїв оцінки якості виготовленого матеріалу.

Показниками якості (показниками призначення) деревинних композиційних матеріалів під час приймально-здавальних випробуваннях для галузі застосування арболіту будівельне виробництво є: межа міцності на стиск, МПа; водопоглинання, %; набрякання за товщиною, %;

Механічні властивості матеріалів характеризують їхню здатність чинити опір впливу зовнішніх механічних сил. З огляду на умови роботи матеріалів у різних конструкціях, для характеристики їхніх механічних властивостей треба знати характеристики міцності [21].

Міцністю на стиск називається здатність матеріалу опиратися внутрішнім напруженням, які виникають у результаті дії зовнішніх навантажень.

Водопоглинання характеризує здатність деревинних композиційних матеріалів поглинати воду, визначається відношенням маси поглинутої води до початкової маси плити. Під впливом поглинутої води змінюється форма деревинних частинок і відбувається їх розпресування, порушується їх початкова структура, що спричинює збільшення розмірів арболіту.

Набрякання – властивість арболіту збільшувати свої розміри після витримки у воді або у вологому середовищі. Поглинута вода більше руйнує деревинно-композиційний матеріал, ніж суцільну деревину. На відміну від

натуральної деревини, яка під час сушіння майже повністю відновлює початкові розміри, деревинно-композиційний матеріал не відновлюють початкових розмірів, тобто в них спостерігається залишкова деформація і зменшення компактності (щільності) матеріалу.

2.2. Матеріали, використані в експериментальних дослідженнях

Для виконання досліджень використовувались такі матеріали:

- деревинні частинки, які використовуються у промисловому виготовленні арболіту;

- відходи ріпакової сировини, виготовлені шляхом подрібнення на лопатевій дробарці, яка використовується для подрібнення органічних матеріалів ;

- портландцемент марки М 400;

- затверджувач: хлорид кальцію (ГОСТ 3773-72);

- вода питна (ГОСТ 2874-82);

- фільтрувальний папір;

- вода дистильована (ГОСТ 6709-72);

Деревинні частинки були типовими відповідних розмірів частинками, які використовуються у виготовленні арболіту.

2.3. Експериментальне обладнання та вимірювальна апаратура

Для проведення експериментів використовувалось наступне обладнання:

- форма для виготовлення контрольних зразків марки ЗФК-100;

- аналізатор ситовий механічний марки АЛГ-М з набором контрольних сит з отворами діаметром 30, 15, 10, 5 мм і піддонами;

- лопатева дробарка для подрібнення органічних речовин;
- лабораторна сушильна шафа ТС-80М;
- вага механічна (точність вимірювання 0,001 г);
- вага механічна (точність вимірювання 0,01 г);
- сито аналізатор для визначення фракційного складу частинок з розмірами сит 6,3; 4; 2; 1; 0,63; 0,4 мм і піддоном;
- товщиномір мікрометр (ГОСТ 166-89) для визначення товщини частинок;
- штангенциркуль (ГОСТ 166-80);
- лінійка металева (ГОСТ 427-75);
- товщиномір для визначення товщини плити;
- мікрометр (ГОСТ 6507-78);
- лабораторна випробувальна машина РМ – 05 (ГОСТ 28840);
- посудина для води з термостатом, яка забезпечує сталу температуру $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$, з пристроєм для утриманням зразків під водою;
- склянки хімічні з мітками, ступка, тиглі, чашки, бюретки тощо;
- персональний комп'ютер для математичної обробки та оформлення результатів досліджень.

2.4. Підготовлення ріпакової сировини і визначення її параметрів

Основним структурним елементом деревинних композиційних матеріалів є деревинні частинки (стружка). З метою встановлення характеру подібності (відмінності) параметрів ріпакових і деревинних частинок та вивчення залежностей впливу умов підготовки (подрібнення) ріпакової сировини на властивості деревинних композиційних матеріалів використовували класичний експеримент.

Виготовляли ріпакові частинки шляхом подрібнення на лопатевій дробарці для подрібнення органічних матеріалів.

Фракційний склад ріпакових частинок визначався з ситового аналізатора, розміри частинок вимірювали за допомогою індикаторного товщиноміра і штангенциркулів і мікрометра. Довжину частинок визначали з точністю до 0,1 мм, ширину – до 0,02 мм, товщину – до 0,01 мм.

2.5. Виготовлення дослідних зразків

Експериментальні дослідження проводилися у лабораторії НЛТУУ на лабораторному обладнанні.

Процес виготовлення зразків складався з п'яти етапів: підготовки ріпакової сировини, розчинення хімічної добавки у воді, змішування частинок з цементом і водою, приготування арболітової суміші приготування з неї зразків-кубів розміром 100x100x100 мм, їх витримка для подальшого затвердіння, і випробовування на міцність [46,47]. Для проведення даних експериментальних досліджень застосовуються такі матеріали:

- деревний наповнювач – подрібнена деревина;
- ріпакові частинки;
- портландцемент М400;
- хімічні добавки: прискорювач твердіння цементу хлорид кальцію CaCl_2 ;
- вода.



**Рис. 2.1. Подрібнення ріпакової сировини
лопатевою дробаркою**



Рис2.2. Подрібнена ріпакова сировина

Після подрібнення частинки сортувалися на відповідні фракції, щоб відокремити великі частинки і порошок.

Для проведення експериментальних досліджень здійснювалося приготування арболіту.

Спочатку готується арболітова суміш, в розрахунку на три зразки. На електронних вагах зважується деревний та ріпаковий наповнювач . Він не повинен містити в собі великі деревні частки, оскільки після зволоження виробу останні значно збільшуються в об'ємі, що призводить до руйнування зразка. Кількість води також береться згідно рецептури. У місткість, в якій готується арболітова суміш, насипається органічний наповнювач і поливається водою з розчиненою в ній хімічною добавкою. Ретельно перемішується. Потім додається цемент і вся маса перемішується до отримання однорідної суміші. В хорошій суміші всі деревні частинки покритті цементом.

Арболітова маса повинна бути несипучою, що визначається наступним чином. Беруть в руку трохи арболіту, стискають в грудочку і прокочують по долоні, при цьому вона повинна зберігати форму і не розсипатися. Воду вводять не усю відразу, а по частинах, періодично перевіряючи масу вказаним способом.



Рис.2.3. Змішування компонентів для отримання арболітової суміші

Зразки виготовляють у провірених формах, що відповідають вимогам ГОСТ 22685 (рис. 2.4.). Перед використанням форм їх внутрішні поверхні мають бути покриті тонким шаром мастила або обкладені поліетиленом, щоб не залишалось плям на поверхні зразків і щоб не змінювались властивості поверхневого шару бетону. Арболітову масу укладають у форму в два-три прийоми, пошарово з трамбуванням кожного шару, за допомогою спеціального пристосування. Досить важливо добре її утрамбувати, оскільки від цього залежить якість майбутнього арболітового зразка.



Рис. 2.4. Формування арболітової суміші

Сформовані зразки витримуються у формах протягом 1 доби. Після цього їх виймають з форм і витримують у сушильній шафі за температури 40 °С протягом 24 години, пізніше їх витримують ще 10 днів за температури 18-22 °С(рис. 2.5.). Потім зразки досліджують на водопоглинання, набрякання за товщиною та на міцність на стиск.



Рис. 2.5. Витримка зразків за кімнатної температури



Рис 2.6. Зовнішній вигляд арболітового виробу

Для проведення подальших досліджень з виготовленого матеріалу вирізались експериментальні зразки відповідних розмірів для визначення фізико-механічних властивостей. Виготовлені зразки нумерувались і випробовувались. Перед випробуванням визначалися розмірні і вагові показники.

При визначенні водопоглинання і набрякання за товщиною деревинних композиційних матеріалів, зразки занурювали у воду на 24 год у спеціальну посудину для води з термостатом, яка забезпечувала сталу температуру (20 ± 1) °C і мала пристрій для утримання зразків під водою (рис. 2.7). Після витримання у воді зразки повторно зважували і вимірювали їх розміри.

Визначення фізико-механічних властивостей деревинних композиційних матеріалів здійснювали після 12 діб з дня витримки виробу.

2.6. Визначення фізико-механічних властивостей деревинних композиційних матеріалів

Визначення фізичних властивостей деревинних композиційних матеріалів.

Згідно ГОСТ 10634-88 вологість визначають на зразках довільної форми і розмірів, масою не менше 25 г, що мають площу не менше 25 см², набрякання у воді за товщиною, водопоглинання визначають на зразках, що мають форму прямокутного паралелепіпеда товщиною, рівною товщині арболіту, і розміром довжини та ширини 100x50 мм.

Визначення водопоглинання і набрякання у воді за товщиною

Зразки зважують з похибкою не більше 0,1% не пізніше ніж через 0,5 год після кондиціонування. Вимірюють товщину зразка в чотирьох точках відповідно до рис. 2.7. За товщину зразка приймають середнє арифметичне значення результатів чотирьох вимірювань.

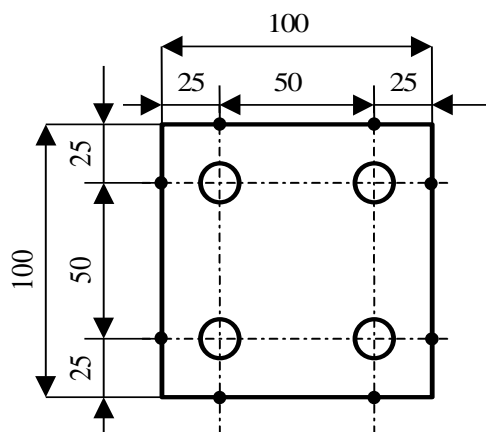


Рис. 2.7. Схема вимірювання довжини, ширини і товщини

При визначенні набрякання арболіту за товщиною зразки занурюють в посудину з водою за температури (20 ± 1) °С, розташовуючи у вертикальному положенні, при цьому вони не повинні торкатися один одного, а також дна і бокових стінок посуду. Зразки повинні утримуватися на (20 ± 2) мм нижче рівня поверхні води (рис. 2.8). Час витримки зразків у воді повинен бути 24 год ± 15 хв. Після витримки зразки вилучають з води.

При визначенні набрякання за товщиною висушують поверхню зразків від крапель води фільтрувальним папером.

При визначенні водопоглинання зразки розміщують кожний окремо в горизонтальному положенні між аркушами фільтрувального паперу і складають в стопи.

Зразки повторно зважують і вимірюють товщину не пізніше ніж через 10хв після вилучення їх з води.



Рис.2.8.Робочий момент проведення випробування на водопоглинання

Водопоглинання зразка (Δ_W) в процентах розраховують за формулою:

$$\Delta_W = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100, \quad (2.1)$$

де m_1 – маса зразка до занурення у воду, г;

m_2 – маса зразка після занурення у воду, г.

Результат заокруглюють з точністю до першого десяткового знака.

Набрякання у воді за товщиною зразка (t_w) в процентах розраховують за формулою:

$$t_w = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де t_1 – товщина зразка до занурення у воду, мм;

t_2 – товщина зразка після вилучення з води, мм.

Результат заокруглюють з точністю до першого десяткового знака.

За результат випробування арболіту приймають середнє арифметичне значення результатів випробувань всіх зразків, відібраних з даного арболіту.

Визначення механічних властивостей деревинних композиційних матеріалів

Механічні властивості матеріалів характеризують їхню здатність чинити опір впливу зовнішніх механічних сил. З огляду на умови роботи матеріалів у різних конструкціях, для характеристики їхніх механічних властивостей треба знати характеристики міцності [41].

Міцністю називається здатність матеріалу опиратися внутрішнім напруженням, які виникають у результаті дії зовнішніх навантажень. У приміщенні для випробування зразків слід підтримувати температуру повітря в межах (20 ± 5) °C і відносну вологість повітря не менше 55 %. В цих умовах зразки мають бути витримані до випробування в розпалубленому виді протягом не менше 24 год, якщо вони тверднули у воді, і протягом не менше 4 год, якщо вони тверднули в повітряно-вологих умовах або в умовах теплової обробки.

Перед випробуванням зразки піддають візуальному огляду, встановлюючи наявність дефектів.

Випробування зразків проводимо відповідно до ДСТУ Б В.2.7-82-99.

Для випробування використовується універсальна машина «ЗИМ» УММ 5 (рис. 2.9.).

Навантажування зразків проводили безперервно зі швидкістю, що забезпечує підвищення розрахункової напруги у зразку до його повного руйнування.

Максимальне зусилля, досягнуте в процесі випробування, прийняли за руйнівне навантаження.



Рис. 2.9. Універсальна машина «ЗИМ» УММ 5

Межу міцності на стиск зразка ($\sigma_{зс}$) в МПа обчислюють за формулою:

$$\sigma_{\bar{\sigma}} = \frac{F}{S} \quad , \quad (2.3)$$

де F – сила навантаження, що діє на зразок у момент руйнування, Н;

S – площа поперечного перерізу m^2 ;

Результат заокруглюють з точністю до першого десяткового знака.

За результат випробування арболіту приймають середнє арифметичне значення результатів випробування всіх зразків, відібраних із даного арболіту.

РОЗДІЛ 3

ОБРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

Точність, об'єктивність, надійність визначення дійсного значення вимірюваної характеристики i , відповідно, правильність всіх подальших висновків залежить від того, наскільки правильно будуть оброблені результати експериментів. Тому, після завершення експериментів спочатку проводилася попередня статистична обробка експериментальних даних для прискорення подальших розрахунків і попередження помилок.

Під час первинної обробки результатів експериментів при дослідженнях закономірностей впливу технологічних параметрів на властивості деревинно-ріпакових виробів визначалися такі основні статистичні параметри: середнє арифметичне значення вибірки (вибіркової статистичної сукупності) \bar{y} ; вибіркова дисперсія S^2 ; середнє квадратичне відхилення S ; коефіцієнт варіації v ; середня квадратична помилка середнього значення $S_{\bar{y}}$; показник точності дослідження P . Також визначалися інтервал довіри для математичного сподівання середнього значення генеральної статистичної сукупності M_y та необхідна кількість дубльованих спостережень (необхідний обсяг вибірки) у кожному досліді експерименту, що забезпечувало репрезентативність вибірки.

Незважаючи на те, що експериментальні дані кожного дослідження піддавалися попередньо статистичній обробці, з метою знаходження грубих спостережень (промахів), сумнівні результати крім цього перевірялися за допомогою t -критерію Стюдента. В цьому випадку сумнівний результат y_i тимчасово виключали із вибірки, а за даними, що залишилися розраховували середнє арифметичне \bar{y} , оцінку дисперсії S^2 і розрахункове значення t -критерію Стюдента.

$$t_{\text{розр}} = \frac{|y_i - \bar{y}|}{S}. \quad (3.1)$$

З таблиць розподілу Стюдента за вибраним рівнем значущості $q=0,05$ і кількістю ступенів свободи f , яка пов'язана з дисперсією S^2 , знаходили

табличне значення t -критерію Стюдента $t_{табл}$ і порівнювали його з розрахунковим значенням t -критерію Стюдента.

Якщо $t_{розр} > t_{табл}$, то сумнівний результат вважали промахом і виключали з вибірки. Дослід у такому випадку повторювали, щоб зберегти рівномірне дублювання дослідів у експерименті.

Після обробки результатів експериментів і отримання рівнянь регресії, приступали до їх статистичного аналізу. Вирішували два основних завдання: оцінювали значущість коефіцієнтів рівняння регресії і перевіряли адекватність математичної моделі.

Згідно вимог регресійного аналізу правильна обробка і використання результатів досліджень можливі тільки у випадку, коли дисперсії вимірювань відгуку в кожній точці досліду однакові. Така властивість називається однорідністю дисперсій. Перевірку однорідності дослідів проводили за G -критерієм Кохрена. Розрахункове значення G -критерію Кохрена визначали за формулою:

$$G_{розр} = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}, \quad (3.2)$$

де S_{\max}^2 – найбільша з дисперсій, що розглядаються;

$\sum_{j=1}^N S_j^2$ – сума всіх дисперсій.

Дисперсію для j -го досліду визначали за формулою:

$$S_j^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_j)^2 \quad (3.3)$$

де n – кількість спостережень, що дублюються в кожній серії дослідів;

y_{ji} – значення відгуку в i -му спостереженні j -тої серії дослідів;

\bar{y}_j – середнє значення відгуку за результатами j -ї серії дослідів.

З таблиць розподілу Кохрена за вибраним рівнем значущості $q=0,05$, кількістю ступенів свободи кожної вибірки $f=n-1$ і кількістю вибірок m знаходили табличне значення G -критерію Кохрена $G_{табл}$ і порівнювали його з розрахунковим значенням G -критерію Кохрена.

Якщо $G_{розр} < G_{табл}$, то гіпотеза про однорідність дисперсій приймалася.

Оцінку значущості коефіцієнтів рівняння регресії здійснювали за допомогою t -критерію Стюдента. Коефіцієнт рівняння регресії вважався значущим, якщо виконувалась умова

$$|b_i| \geq t_{табл} \cdot S\{b_i\}, \quad (3.4)$$

де $|b_i|$ – абсолютне значення відповідного коефіцієнта рівняння регресії;

$S\{b_i\}$ – середнє квадратичне відхилення відповідного коефіцієнта рівняння регресії;

$t_{табл}$ – табличне значення t -критерію Стюдента знайдене за вибраним рівнем значущості $q=0,05$ і кількістю ступенів свободи $f=N \cdot (n - 1)$.

Якщо умова (3.7) не виконувалася, то коефіцієнт рівняння регресії b_i вважався незначущий і відповідний член у рівнянні регресії відкидався.

Перевірку адекватності математичної моделі здійснювали за допомогою F -критерію Фішера. Розрахункове значення F -критерію Фішера визначали за формулою:

$$F_{розр} = \frac{S_{ад}^2}{S^2\{y\}}, \quad (3.5)$$

де $S_{ад}^2$ – дисперсія адекватності;

$S^2\{y\}$ – дисперсія відтворюваності.

Дисперсію адекватності математичної моделі обчислювали за формулою:

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{N - p} \cdot \sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - y_j^p)^2 \quad (3.6)$$

де N – кількість дослідів;

p – кількість оцінюваних коефіцієнтів регресії математичної моделі;

\bar{y}_j – середнє значення результатів експерименту в j -тій серії дубльованих дослідів;

y_j^p – значення вихідної величини, розраховане за рівнянням регресії для j -го дослідів.

Як дисперсію відтворюваності приймали середнє арифметичне дисперсій дослідів S_j^2

$$S^2\{y\} = \frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N}. \quad (3.7)$$

Табличне значення F -критерію Фішера $F_{табл}$ знаходили з таблиць за вибраним рівнем значущості $q=0,05$, кількістю ступенів свободи f_{ad} дисперсії адекватності та кількістю ступенів свободи f_y дисперсії експериментів:

$$f_{ad} = N - p \quad (3.8)$$

Рівняння регресії вважалось адекватним, якщо виконувалась умова

$$F_{розр} < F_{табл} \quad (3.9)$$

Адекватна математична модель може бути використана для опису об'єкта.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив вмісту та фракції ріпакових частинок на фізичні властивості арболіту

Оцінка властивостей деревинних композиційних матеріалів, виготовлених із застосуванням цементу, який використовує будівельна промисловість, показала, що часткова заміна деревинних частинок відходами ріпаку дає задовільні результати (рис 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

Залежність водопоглинання плит від вмісту у них ріпакової сировини показана на рис.4.1.

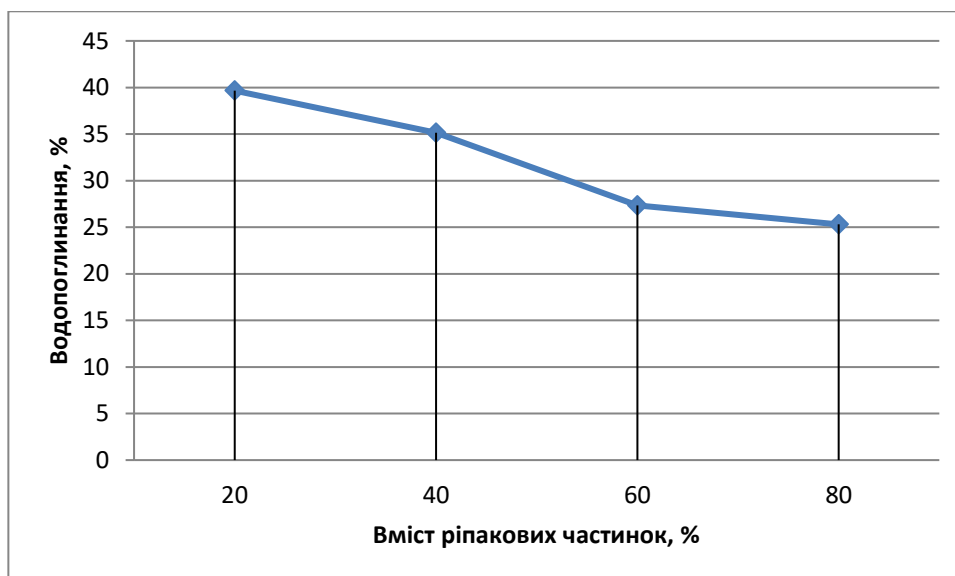


Рис. 4.1. Залежність водопоглинання арболіту від вмісту ріпакової сировини

Як видно з графіка при збільшенні вмісту ріпакової сировини водопоглинання арболіту зменшується. Ця залежність близька до лінійної. Така закономірність пояснюється тим, що при збільшенні вмісту ріпакових частинок пористість матеріалу зменшується, оскільки стебла ріпаку маючи меншу порівняно з деревиною твердість і жорсткість, спресовуються під дією тиску пресування. Частина пор заповнюється цементним молочком.

Подібна закономірність спостерігається і при визначенні впливу вмісту ріпакової сировини на набрякання за товщиною ДКМ (рис.4.2), однак спадання цього параметра при збільшенні вмісту ріпакової сировини є менш інтенсивне.

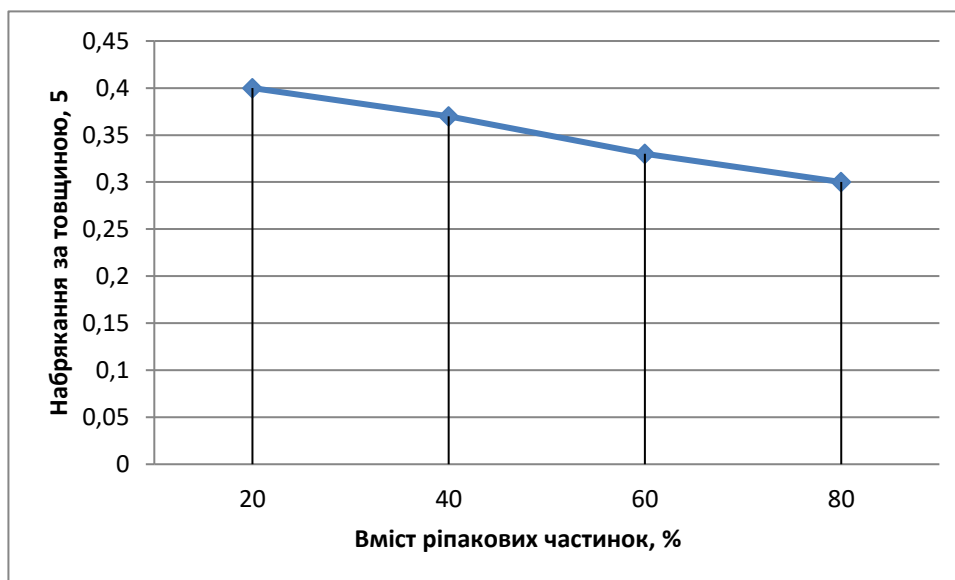


Рис. 4.2. Залежність набрякання арболіту за товщиною від вмісту ріпакової сировини

Графічна залежність має лінійний характер. При цьому інтенсивність зміни вихідного параметра є незначною. Тобто набрякання арболіту під час збільшення вмісту ріпакової сировини зменшується мінімально, це пояснюється тим, що цементний каркас втримує частинки компенсуючи напруження деформації. Деревні частинки мають більшу здатність до набрякання, тому що у них каркас жорсткіший і ці частинки більше здатні до деформації, а ріпакові частинки мають менш жорсткіший каркас і тому вони менше здатні до набрякання.

Вплив розмірів ріпакових частинок на водопоглинання. показано на рис. 4.3. Як видно з графіка, що при збільшенні розмірів ріпакових частинок, вони важче спресовуються, відповідно мають більшу пористість і більшу здатність до водопоглинання.

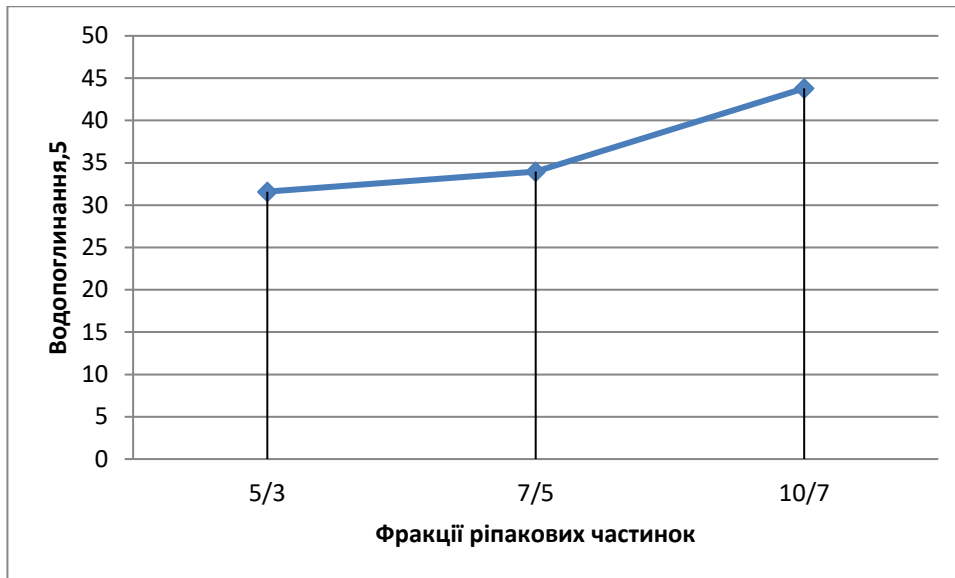


Рис. 4.3. Залежність водопоглинання арболіту від фракції ріпакової сировини

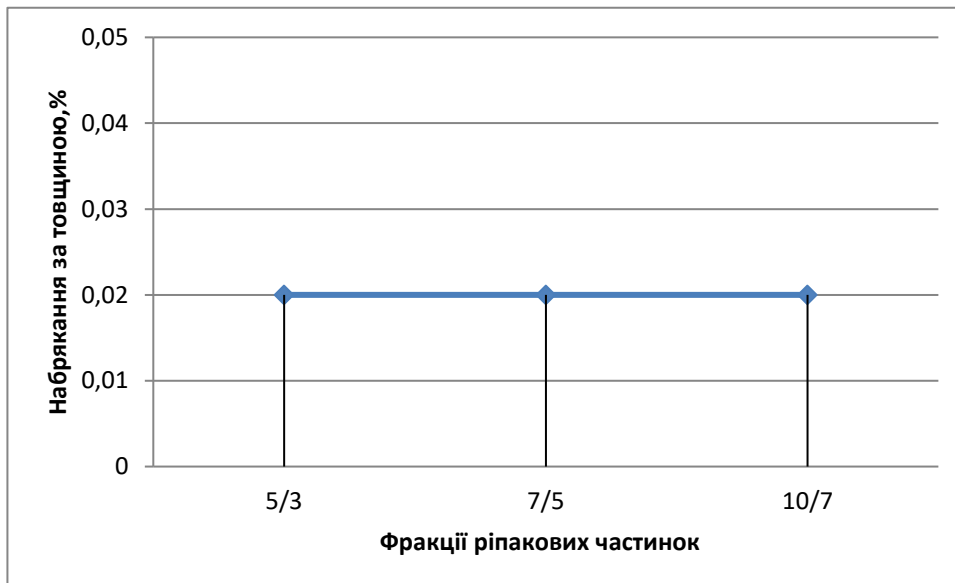


Рис. 4.4. Залежність набрякання арболіту за товщиною від фракції ріпакової сировини

Як бачимо з графіка (рис. 4.4.) набрякання арболіту під час його вимочування у воді не відбувається. Це пояснюється тим, що напруження, які виникають при контакті з водою у частинках є меншими за компенсаційні напруження цементної матриці, яка є достатньо жорсткою і тому набрякання близьке до 0.

4.2. Вплив вмісту та фракції ріпакових частинок на механічні властивості арболіту

Проводилось визначення межі міцності на стиск до і після витримки зразків у воді (рис 4.5., 4.6., 4.7., 4.8.).

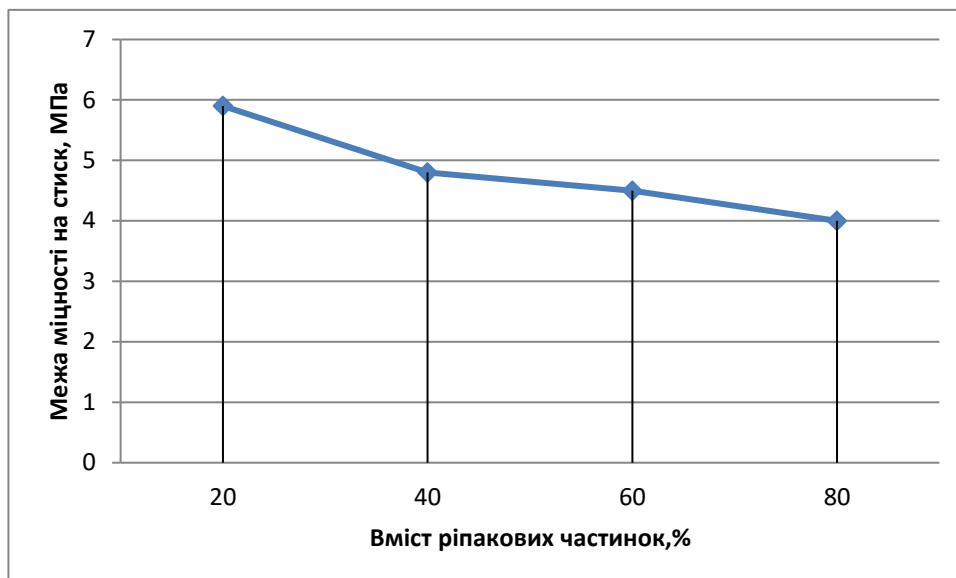


Рис. 4.5. Залежність межі міцності арболіту на стиск від вмісту ріпакових частинок

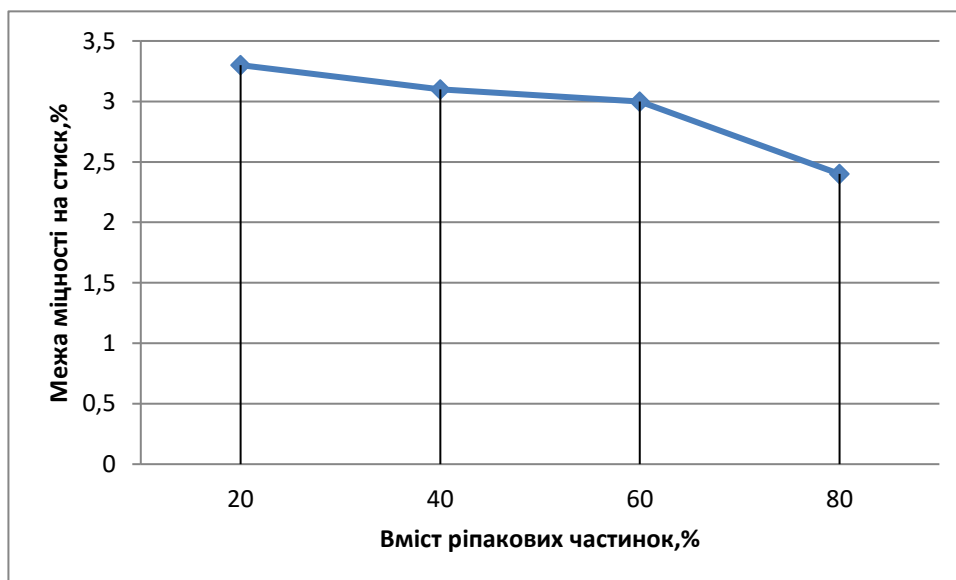


Рис. 4.6. Залежність межі міцності арболіту на стиск після витримки у воді протягом 24 год від вмісту ріпакових частинок

Як видно з графіків при збільшенні вмісту ріпакових частинок межа міцності на стиск зменшується. Такий характер пояснюється тим, що міцність

ріпакових частинок менша за міцність деревинних частинок, а це впливає і на міцність арболіту.

Залежність межі міцності арболіту на стиск від фракції ріпакових частинок показано на графіку (рис.4.7).

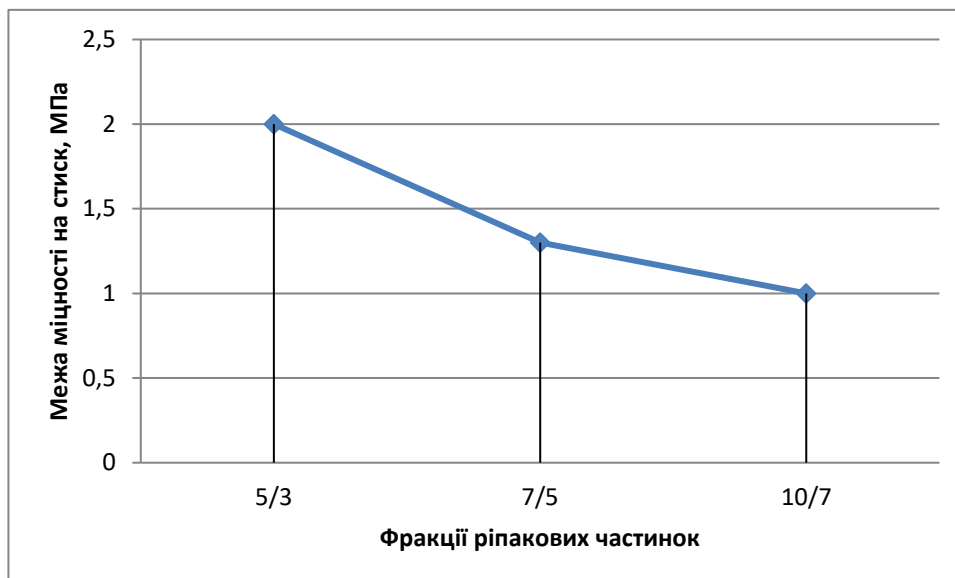


Рис. 4.7. Залежність межі міцності арболіту на стиск від фракції ріпакових частинок

Дана залежність має характер близький до лінійного. Зменшення розмірів ріпакових частинок спричиняє зростання межі міцності на стиск. Це пояснюється тим, що менші частинки краще упаковуються ніж більші і це позитивно впливає на міцність виробу. Також це можна пояснити тим, що менші частинки краще перемішуються з цементом, краще упаковуються при формуванні виробу, а також спостерігається деяке проникнення цементного молочка у поверхневий шар частинки, а це спричиняє модифікування шляхом цементації поверхневого шару і змішування виробу в цілому.

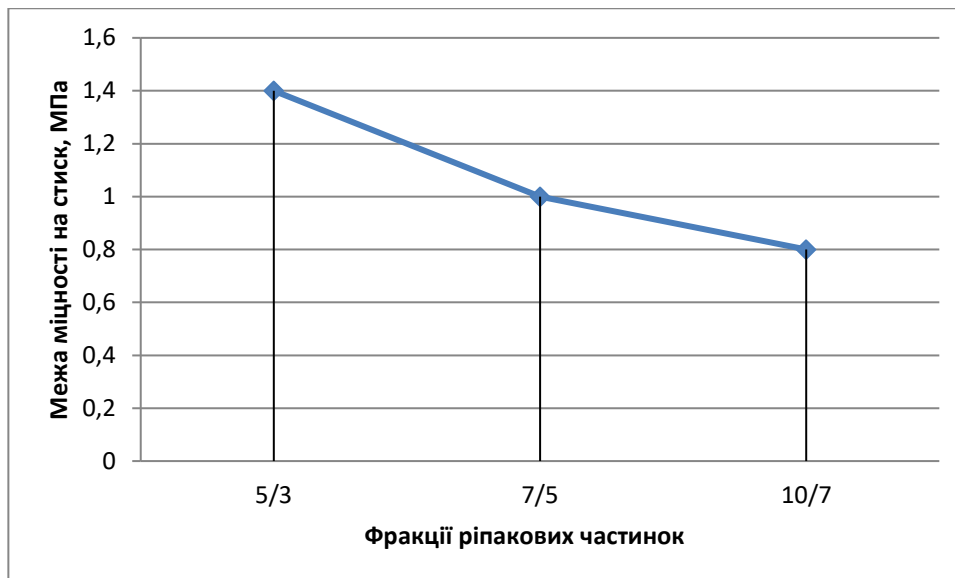


Рис. 4.8. Залежність межі міцності арболіту на стиск після витримки у воді протягом 24год від фракції ріпакових частинок

Як бачимо є зменшення міцності арболіту після витримки його у воді, а це пояснюється тим, що під час вимочування зразків виникають внутрішні напруження, які сприяють руйнуванню зразка. За збільшення розмірів часток у цьому випадку збільшуються сумарні внутрішні напруження, отже міцність зменшується.

4.3. Залежність фізико – механічних властивостей арболіту від його марки

При зростанні марки арболіту збільшується кількість цементу у вихідній суміші, а це покращує фізико-механічні властивості деревинних композиційних матеріалів. Однак, варто зазначити, що вміст цементу у виробі значною мірою визначає як якість, так і собівартість композиційних матеріалів. На виробництві стараються використовувати його мінімально. Залежно від вимог, що ставляться до властивостей композиційних матеріалів, марку арболіту встановлюють дослідним шляхом.

Закономірності впливу марки арболіту на фізико-механічні властивості деревинних композиційних матеріалів наведено на рис. 4.9., 4.10., 4.11., 4.12.

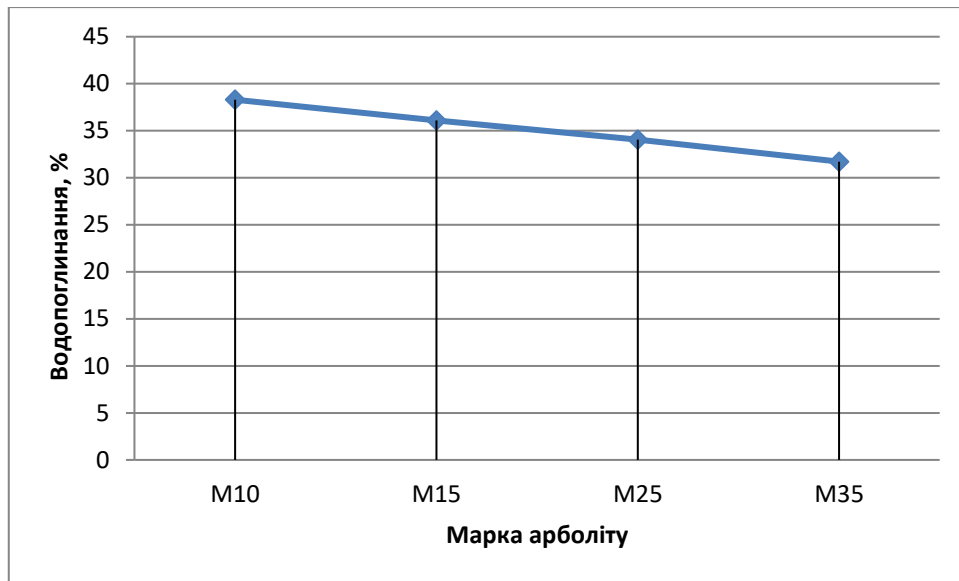


Рис. 4.9. Залежність водопоглинання арболіту від його марки

Такий характер залежності пояснюється тим, що зменшується кількість ріпаку, а кількість цементу збільшується, а оскільки цемент заповнює пори наповнювача, то і водопоглинання буде зменшуватись.

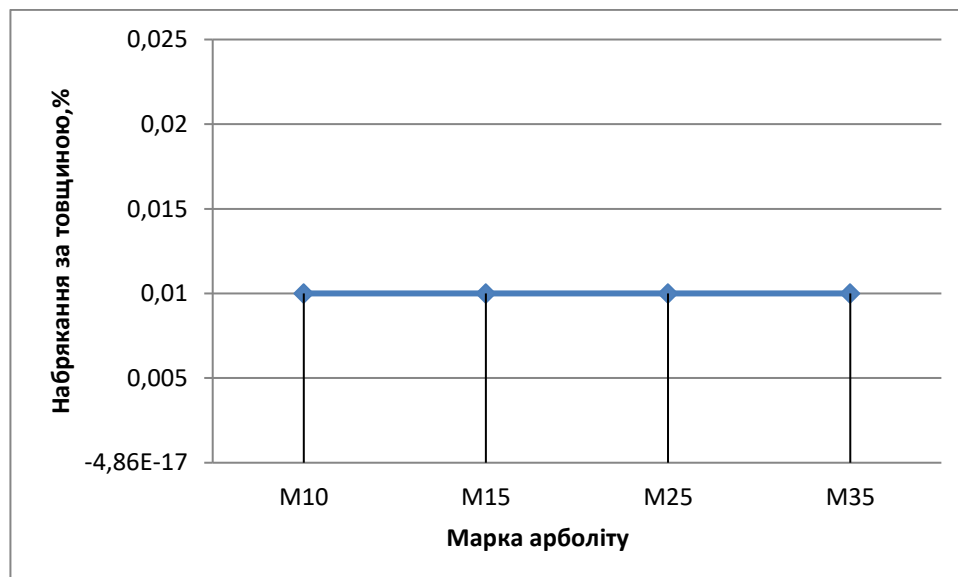


Рис. 4.10. Залежність набрякання арболіту від його марки

Як видно з графіка набрякання приблизно рівне 0 для всіх марок арболіту. Це пояснюється достатньо жорсткою структурою цементного каркаса, який обмежує деформування частинок.

На рис. 4.11. – 4.12. показано залежність межі міцності арболіту на стиск до і після витримки у воді протягом 24год від його марки.

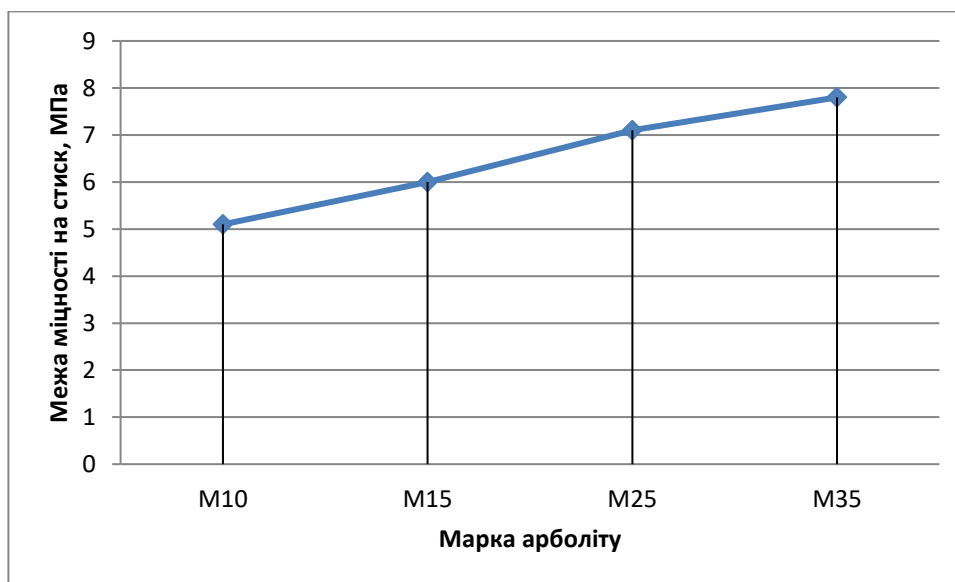


Рис. 4.11. Залежність межі міцності арболіту на стиск від його марки

Як бачимо з графіка, що збільшення кількості цементу спричиняє покращення фізико – механічних властивостей деревинних композиційних матеріалів. Такий характер залежності пояснюється тим, що збільшення кількості цементу обумовлює зростання площі з'єднання мінерального в'язучого між частинками, а це призводить до зростання межі міцності на стиск.

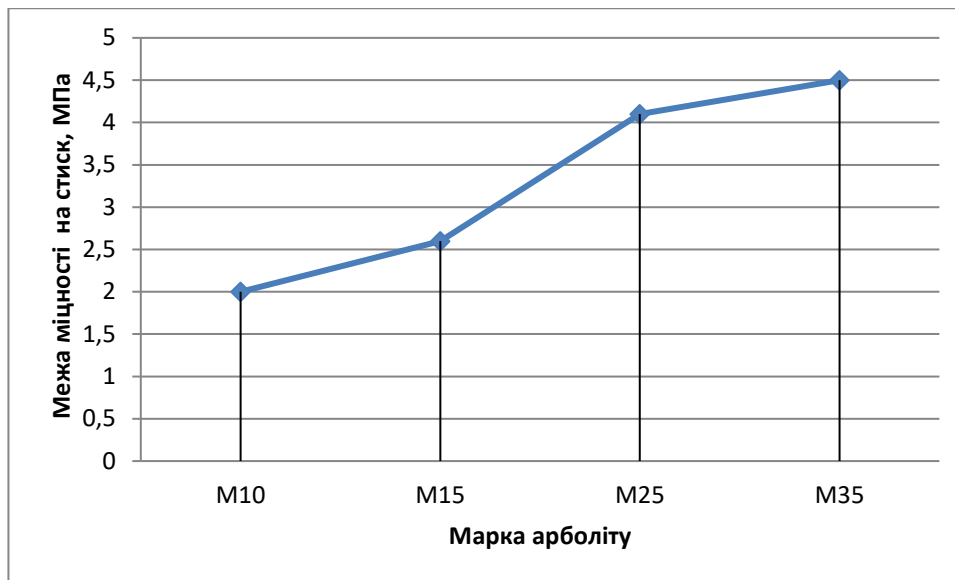


Рис. 4.12. Залежність межі міцності арболіту на стиск після витримки у воді протягом 24 год від його марки

Як бачимо вимочування арболіту у воді сприяє виникненню внутрішніх напружень. Через це спостерігається зменшення його міцності для всіх марок арболіту.

4.4. Висновки

Аналіз результатів експериментальних досліджень закономірностей впливу сировини і матеріалів на властивості деревинних композиційних матеріалів дозволили зробити такі висновки:

1. Додавання у вихідну композицію арболітової суміші частинок ріпаку погіршує механічні показники і покращує фізичні показники виробів.
2. Вимочування виробів у воді протягом 24 години не спричиняє суттєвого набрякання виробів за товщ

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У магістерській роботі вирішено важливе для промисловості завдання – розширення сировинної бази для виготовлення деревинних композиційних матеріалів, завдяки залученню відходів сільськогосподарського виробництва, а саме ріпакової сировини, на основі вивчення закономірностей впливу технологічних параметрів на властивості деревинних композиційних матеріалів.

На основі аналізу результатів досліджень можемо зробити такі висновки:

1. Проведені у відповідності із поставленими завданнями експериментальні дослідження дозволили отримати результати, які забезпечують встановлення закономірностей впливу технологічних параметрів на властивості арболіту виготовленого з використанням відходів ріпаку.

2. Основними чинниками, що впливають на міцність арболіту є вміст водорозчинних речовин у деревному наповнювачі, адгезія деревного наповнювача до цементного в'язучого, міцність наповнювача, активність цементу і його витрата на 1 м³ цього матеріалу.

3. Додавання хімічних добавок (мінералізаторів) до арболітової суміші дозволяє нейтралізувати шкідливі речовини і суттєво пришвидшити процес твердіння арболіту.

4. Підвищений вміст мінеральних речовин у стеблах ріпаку матиме позитивний вплив на адгезію з мінеральними в'язучими.

5. Наявність високопористої внутрішньої паренхімної тканин у стеблах ріпаку робить можливим його використання за вмістом більше 35% у стружковій масі для виготовлення теплоізоляційних деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого.

6. Експериментально доведено, що деревинні композиційні матеріали, виготовлені за звичайною технологією, з додаванням у композиційні

матеріали деревинних частинок до 80% ріпакових частинок мають механічні показники що відповідають вимогам державного стандарту ДСТУ EN 312-2:2003.

7. На основі результатів експериментальних досліджень запропоновано способи виготовлення композиційного матеріалу з використанням відходів ріпаку які дають змогу розширити сировинну базу для їх виготовлення завдяки залученню відходів сільськогосподарського виробництва, а саме ріпакової сировини, зменшити собівартість арболіту і, відповідно, з економити ціну на деревинну сировину.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бехта П.А. Технология деревянных композиционных материалов: учеб. / П.А. Бехта. – К.: Основа, 2003. – 336 с.
2. Бехта П.А. Классификация деревянных композиционных материалов / П.А. Бехта, Р.Г. Салабай // Научные работы Лесовичей академии наук Украины. – Львов, 2002. – № 1. – С. 114-117.
3. Торгашов В.И. Сравнительное исследование условий выделения, морфологии и свойств целлюлозы из стеблей злаковых и масличных культур. /Е.В. Герт, О.В. Зубец, Ф.Н. Капуцкий // Химия растительного сырья. – Минск.– 2009. №4.
4. Битько М. М. Арболит – прогрессивный строительный материал современности / М. М. Битько, В. В. Бойко, Н. О. Архангельська // Вісник ЧДТУ/ - 2008. - №4 – с. 76-78.
5. Филатов А. А. Технико-экономические показатели производства арболитовых блоков / А. А. Филатов. – Химки: ЦНИИМЭ. – 1974. – 18 с.
6. Бужевич Г. А. Арболит повышенной прочности / Г. А. Бужевич, А. С. Щербаков, - Москва: Стройиздат. – 1971. – с. 180-194.
7. Наназашвили И. Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции / И. Х. Наназашвили. – Ленинград: Стройиздат. – 1990. – 414 с.
8. Бухаркин В. И. Производство арболита в лесной промышленности / В. И. Бухаркин, С. Г. Свиридов, З. П. Рюмина. – Москва: Лесная промышленность. – 1969. – 142 с.
9. Бухаркин В. И. Использование древесных отходов для производства арболита / В. И. Бухаркин, С. Г. Свиридов, П. Н. Умняков, Е. М. Саргина. – Москва: Лесная промышленность. – 1975. – 192 с.
10. Строительные и физико-механические свойства арболита. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.stroytechnolog.ru/books/arbolit5.html>

11. Rowell R. M. A new generation of composite materials from agro-based fiber / R. M. Rowell // Proceedings of the 3d international conference on frontiers of polymers and advanced materials. – Kuala Lumpur, 1995. – P. 659-665.
12. Примаков О.А. Стебло конопель як сировина для використання на енергетичні цілі / О.А. Примаков, Р.Н. Гілязетдінов, С.П. Коропченко // Актуальні питання розвитку галузей льонарства та коноплярства: Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених (Глухів, 7 грудня 2006 р.). – Суми: ПП “Нота бене”, 2007. – С. 70-73.
13. Угрюмов С.А. Костра льна, как сырье для производства композиционных материалов / С.А. Угрюмов, Е.А. Боровков, А.Е. Щербаков, Е.А. Абрамов, П.Ю. Даншин [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журн.: <http://science-bsea.narod.ru>
14. Свириденко А.И. Экологически чистые композиционные материалы на основе вторичных растительных ресурсов и термопластичных полимеров / А.И. Свириденко и др. // Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности: междунар. науч.-техн. конф.: материалы докл. – Минск: БГТУ, 1999. – С. 340-342.
15. Ситнік І.Д. Технологія вирощування озимого та ярого ріпаку / І.Д. Ситнік. – К.: Знання
16. Вирощування і переробка ріпаку / [за ред. В.М. Павловського]. – Тернопіль: Збруч,
17. Бардин Я.Б. Ріпак від сівби до переробки / Я.Б. Бардин. – К.: Світ, 2000. – 102 с.
18. Сайко В.Ф. Раціональне землекористування – ключ до підвищення конкурентоспроможності продукції рослинництва / С.Ф. Сайко // Агроінком. – 1997.
19. Коротич П. Європейська олійна культура. Тепер і в Україні? / П. Коротич // Пропозиція. – 1999. – № 2. – С. 12–16.
20. Європейська перспектива Виробництва ріпаку В Україні // Зерно. – 2008. - №7. - С. 48. А. с. 656868 СССР, М. Кл² В 29 J 5/00.

- 21.** Гайдаш В.Д. Гуринович С.Й. Мазур В. О. Юхимчук Г.В. Що потрібно знати про ріпак? 100 запитань і відповідей. – Івано-Франківськ,
- 22.** 2002. – 60с. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников. – Москва: Стройиздат. – 1979. – с. 476.
- 23.** Ли Ф. М. Химия цемента и бетона / Ф. М. Ли. – Москва: Госстройиздат. – 1969. – с. 445.
- 24.** Наназашвили И. Х. Исследование адгезии в структуре конгломерата древесина - цементный камень / И. Х. Наназашвили // В сб.: Совершенствование заводской технологии железобетонных изделий на предприятиях сельстройиндустрии. – Москва: ОНТИ ЦНИИЭПсельстрой. – 1979. – с. 14.
- 25.** Производство арболитовых блоков. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.arbolitstroy.com/2010-07-27-08-22-46/2010-07-29-11-55-18>
- 26.** Евсеев Г. А. Исследование процессов гидратации цемента в присутствии водорастворимых экстрактивных веществ древесины (на примере получения арболита) / Г. А. Евсеев // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к. т. н. – Москва: ВНИИНСМ. – 1971. – 21 с.
- 27.** Браунинг Б. Л. Химия древесины / Б. Л. Браунинг. - Москва: Лесная промышленность. – 1967. – 415 с.
- 28.** Дринберг А. Я. Технология пленкообразующих веществ / А. Я. Дринберг. – Москва: Госхимиздат. – 1948. – с. 102.
- 29.** Невиль А. М. Свойства бетона / А. М. Невиль. – Москва: Издательство литературы по строительству. – 1972. – 344 с.
- 30.** Ваньков П. И. Исследование по технологии получения арболита повышенной прочности / П. И. Ваньков, Г. В. Клар // Строительство в районах Восточной Сибири и Крайнего Севера. – Красноярск: Промстройниипроект. – 1971. – 213 с.

- 31.**Щербаков А. С. Арболит повышение качества и долговечности / А. С. Щербаков, Л. П. Хорошун, В. С. Подчуфаров. – Москва: Лесная промышленность. – 1979. – 160 с.
- 32.**Наназашвили И. Х. Производство арболита - эффективный способ утилизации древесных отходов / И. Х. Наназашвили // Москва: ЦБНТИ Строительная индустрия. – 1972. – вып. № 11.
- 33.**Копанський М. М. Аналіз впливу деяких чинників на структурну міцність арболіту / М. М. Копанський, С. О. Манзій // Наук. вісник: Зб. наук.-техн. пр. – Львів: УкрДЛТУ. – 2008. – с. 119-121.
- 34.**Филимонов П. И. Проблемы расширения производства и применения арболита в строительстве / П. И. Филимонов, И. Х. Наназашвили // Москва: ЦБНТИ Строительные индустрия. – 1981. – вып. №11.
- 35.**Савин В. И. Поризованный арболит на основе древесной дробленки / В.И. Савин, Н. И. Абраменков, Л. Е. Будашкина. – Москва: ВНИИНС Госстроя СССР. – 1980.
- 36.**Наназашвили И. Х. Пути повышения структурной прочности и стойкости арболита в условиях попеременного увлажнения и высыхания / И. Х. Наназашвили, А. И. Минас // В сб.: ЦНИИЭПсельстроя. – Москва. – 1976. – № 15. – с. 112-118.
- 37.**Наназашвили И. Х. Влияние давления набухания древесного заполнителя из лиственницы и других хвойных пород на процессы структурообразования арболита / И. Х. Наназашвили // В сб.: Эффективные методы и оборудование для производства сборного железобетона в сельском строительстве. – Москва: ОНТИ ЦНИИЭПсельстрой. – 1981.
- 38.**Бужевич Г.А. Использование отходов дубильно-экстрактовой промышленности при производстве арболита / Г. А. Бужевич, А. С. Щербаков, В. И. Бабкин // ВИНТИ легкой промышленности. – Москва. – 1968. – с. 12-16.

39. Бутерин В. И. Ускорение твердения арболита химическими добавками / В. И. Бутерин, А. С. Щербаков, Н. Н. Силина и др. // Научные труды МЛТИ. – вып. №93. – с. 106-112.
40. Техничко - физические показатели арболита. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://nikvik.ru/info.html>
41. Бужевич Г. А. Арболит новый строительный материал / Г. А. Бужевич. – Москва: Стройиздат. – 1968. – с. 244.
42. ГОСТ 10180-90. Методы определения прочности по контрольным образцам. – Москва: Стройиздат. – 1991. – 35 с.
43. ГОСТ 24211-80 Испытание химических добавок в арболитовых смесях и арболите.
44. Рыбьев И. А. Исследование общих закономерностей в структуре и свойствах арболита / И. А. Рыбьев, М. И. Клименко // Изв. высших учебных заведений. Строительство и архитектура. – 1972. – вып. № 2. – с. 56-63.
45. Салабай Р.Г. Композиційні матеріали з рослинної сировини / Р.Г. Салабай // Науковий вісник УкрДЛТУ: Збірник науково-технічних праць. – Львів: УкрДЛТУ, 1999. – Вип. 9.13. – С. 42-45.
46. Салабай Р.Г. Растительное сырье в производстве композиционных материалов / Р.Г. Салабай // Интеграция фундаментальной науки и высшего лесотехнического образования по проблемам ускоренного воспроизводства, использования и модификации древесины: междунар. науч.-практич. конф., 13-16 июня 2000 г.: материалы конф. – В 2-х т. – Воронеж: ВГЛТА, 2000. – Т.2. – С. 196-201.
47. Салабай Р.Г. Агросировина – значний резерв для виробництва композиційних матеріалів / П.А. Бехта, Р.Г. Салабай // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К.: НАУ, 2000. – Вип. 27. – С. 340-346.
48. Заключний звіт НДР ДБ 22.04 – 2000. – Львів, УкрДЛТУ, 2002. – 75 с.

- 49.** Курдюмова В.М. Технология изготовления и свойства арболита из стеблей хлопчатника. / В.М. Курдюмова, В.М. Хрулев // Механическая обработка древесины: (обзорн. информ.). – М.: ВНИПИлеспром, 1987. – Вып. 2. – С. 17-24.
- 50.** Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали / П. В. Захарченко, Е. М. Долгий, Ю. О. Галаган та ін. – К.: Інтертехнологія, 2005. – 511 с.
- 51.** Салабай Р.Г. Деревинно-солом'яні композиційні матеріали / Р.Г. Салабай // I-а Всеукраїнська науково-практична конференція з хімії та хімічної технології студентів, аспірантів та молодих вчених, 27-29 квітня 2006 р.: збірка тез доповідей. – К.: Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, 2006. – С. 76.
- 52.** Лихочвор В.В. Рослинництво. Технологія вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Лихочвор. – Львів: НВФ “Українські технології”, 2002. – 800 с.
- 53.** Колібаба Р.О. Дослідження стану аграрної галузі [Електронний ресурс]. – 2005. – Режим доступу: http://minfin.gov.ua/control/uk/publish/printable_article?art_id=57447.
- 54.** Україна: валовий збір основних сільськогосподарських культур в 2005 р. [Електронний ресурс]: дані Держкомстату. – 2006. – Режим доступу: <http://agroua.net/tops/news.php?newsid=8569>.
- 55.** Підсумки збору врожаю основних сільськогосподарських культур у 2006 році. [Електронний ресурс]. За даними Держкомстату. – 2007. – Режим доступу: http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=64527556&cat_id=3211761.
- 56.** Андреева А. Врожай зерна в 2007 р. склав 29,3 млн тонн. [Електронний ресурс]: згідно з даними Державного комітету статистики. – 2008. – Режим доступу: <http://www.utro.ua/ukr/articles/2008/01/10/71784.shtml>.
- 57.** Статистичний щорічник України за 1994 рік / Міністерство статистики України: Відпов. за випуск В.В. Самченко. – К.: Техніка, 1995. – 519 с.

- 58.**Енергетичний потенціал деревини та соломи злакових культур в Україні в 1998 р. [Електронний ресурс]. Підготовлено в рамках українсько-датського проекту між громадською організацією “Енергія майбутнього століття” та OVE – організації з питань поновлюваної енергії за підтримки Фонду Малого гранту Датської Відкритої Ради. – Режим доступу: http://www.climate.org.ua/new_energy/straw.html.
- 59.**Композиционные материалы: Справочник / В. В. Васильев и др. – М. : Машиностроение, 1990. – 512 с.
- 60.**Композиционные материалы: Справочник / Под ред. В. В. Васильева, Ю. М. Тарнапольского. – М. : Машиностроение, 1990.

