

«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Факультет природничих наук

Кафедра хімії

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього рівня магістра за спеціальністю 102«Хімія»

на тему: **Отримання та вивчення характеристик
целюлозних волокон з відходів**

Виконав

Студент курсу, групи Х-2м

Спеціальності 102 – Хімія

Смолянін Олег

Керівник: професор кафедри хімії,
д.т.н. Курта С.А.

Рецензент: доцент кафедри хімії
к.т.н. Хацевич О.М.

м. Івано-Франківськ, 2023 р.

Факультет Природничих наукСпеціальність ХіміяКафедра Хімії

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Зав. Кафедри

Миронюк І. Ф.

(підпис, прізвище, ініціали)

(дата)

ЗАВДАННЯ

На дипломну роботу студента 2 курсу денної форми навчання

Смолянїна ОлегаМиколайовича

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи Отримання та вивчення характеристикцелюлозних волокон з відходів

Ухвалена кафедрою хімії

(протокол № 4 від 4 грудня 2022 р.)

2. Термін здачі студентом закінченої роботи

" "

20 р.

3. Вихідні дані до роботи

Статті, патенти, монографії, підручники вітчизняних тазакордонних авторів

4. Розділи у дипломній роботі

Магістрська робота складається з наступних розділів:Літературний огляд;Експериментальна частина;Результати та обговорення.ВисновкиЛітературні джерела

5. Перелік графічного матеріалу

Робота містить 26 рисунків, 7 таблиць

6. Консультанти

Розділ	Консультант (прізвище, ініціали, вчене звання, ступінь)
Розділ 1. Літературний огляд	професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А
1.1. Промислові і побутові відходи їх види та класифікація	професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А
1.2. Сепарація, переробка та рециклінг сировини і матеріалів при переробці і утилізації твердих відходів полімер вмісної макулатури і полімерним покриттям для теплоізоляційних матеріалів	професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А

1.3. Види та властивості різних теплоізоляційних матеріалів	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
1.4. Властивості теплоізоляційних матеріалів	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
1.5. Характеристика та сфери використання теплоізоляційного матеріалу з целюлози типу «Екоізол»	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
Розділ 2. Експериментальна частина	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
2.1 Теоретична частина, методи підготовки та аналізу і обладнання для нанесення і використання теплоізоляційного матеріалу «Екоізол»	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
2.1.1. Тверді відходи виробництва полімер вмісної макулатури їх розділення і сепарації, обладнання та технологія подрібнення	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
2.1.2. Технічні характеристики дробарки-сепаратора ДС-150 для подрібнення і сепарації полімерної макулатури з полімерним покриттям	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
2.2. Целюлозні волокна одержані з полімерної макулатури спосіб їх модифікування	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
2.3. ІЧ-спектроскопія опис її методів, термогравіметричний аналіз целюлозних волокон та полівінілхлоридного покриття з полімерної макулатури	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
Розділ 3. Результати та обговорення	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
3.1 Результати по подрібненню та сепарації полімерної макулатури	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>
3.2 ІЧ-спектроскопія та ДТА аналіз целюлозних волокон та їх модифікації	<i>професор кафедри хімії, д.т.н Курта С.А</i>

7. Календарний план підготовки дипломної роботи

	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання	Форма контролю
1	Підбір та вивчення літературних джерел по отриманню теплоізоляційних матеріалів	04.12.22-06.01.23	Звіт
2	Підбір та вивчення літературних джерел про характеристику теплоізоляційних матеріалів.	06.01.22 – 02.02.23	Звіт

3	<i>Аналіз літературних джерел про види теплоізоляційних матеріалів</i>	<i>02.02.22 – 03.03.23</i>	<i>Звіт</i>
4	<i>Спосіб модифікування целюлозних волокон з полімер вмісної макулатури</i>	<i>03.03.22 – 14.04.23</i>	<i>Звіт</i>
5	<i>Опис методів ІЧ-спектроскопії та термогравіметричного аналізу целюлозних волокон та полівінілхлоридного покриття з полімер вмісної макулатури</i>	<i>14.04.22-01.05.2023</i>	<i>Звіт</i>
6	<i>Написання рукопису дипломної роботи</i>	<i>01.05.2022-01.06.2023</i>	<i>Рукопис</i>

8. Дата видачі завдання на дипломну роботу

" 4 " грудня 2022 р.

Науковий керівник _____ . Курта С.А.
(підпис) (дата) (прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Студент _____ . Смолянін О.М.
(підпис) (дата) (прізвище, ініціали)

Смолянін Олег. Отримання та вивчення характеристик целюлозних волокон з відходів. Дипломна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» 102. Кафедра хімії. Факультет природничих наук Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. 2023, - 74 с.

Дипломна робота це рукопис, в якому описано отримання та вивчення хімічних характеристик теплоізоляційних матеріалів на основі паперових відходів, що містять полімери. В роботі розглянуто подрібнення, сепарацію та рециклінг шпалер з полімерним покриттям, та іншої полімер вмісної макулатури шляхом сухого безводного відділення полімерного покриття від паперової основи целюлозних волокон та повторного їх використання, шляхом виготовлення теплоізоляційного матеріалу типу Екоізол з відходів паперу-макулатури. Вивчено властивості та характеристики отриманого теплоізоляційного матеріалу методами ІЧ-спектроскопії і ДТА аналізом. Проведено промислове випробування одержаної таким чином з полімерної макулатури вторинної целюлози для виготовлення листів азбестоцементного шиферу і показано їх вплив на фізико-механічні характеристики без азбестового шиферу.

Ключові слова: дробарка, папір, відходи, полімери, ТЕТРАПАК, лакофарбове, покриття, подрібнення, дробарка, целюлоза, волокно, полімер, покриття, сепарація, композиційні матеріали.

Thesis is a manuscript that describes the production and study of chemical characteristics of thermal insulation materials based on paper waste. The paper considers grinding, separation and recycling of wallpaper with a polymer coating, by dry separation of the polymer coating from the paper base of wallpaper-cellulose fibers and their reuse, by making insulating material such as ecowool from waste paper waste. The properties and characteristics of the obtained thermal insulation material were studied by IR spectroscopy and DTA analysis. An industrial test of loose cellulose obtained in this way from waste waste for the production of asbestos-cement slate sheets was carried out and their influence on the physical and mechanical characteristics of slate was shown.

Keywords: crusher, paper, waste, wallpaper, paint paint, coating, grinding cellulose, fiber, polymer, separation, compositional materials

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1.ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПЕРЕРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ЦЕЛЮЛОЗНИХ ВОЛОКОН З ВІДХОДІВ МАКУЛАТУРИ	12
1.1. Промислові і побутові відходи їх види та класифікація.....	12
1.2. Сепарація, переробка та рециклінг сировини і матеріалів при переробці і утилізації твердих відходів полімер вмісної макулатури з полімерним покриттям для теплоізоляції	14
1.3.Види та властивості деяких видів теплоізоляційних матеріалів	16
1.4 Властивості теплоізоляційних матеріалів.....	26
1.5. Характеристика та сфери використання теплоізоляційного матеріалу з целюлози типу «Екоізол».....	28
РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	31
2.1. Теоретична частина, методи підготовки та аналізу і обладнання для нанесення і використання теплоізоляційного матеріалу «Екоізол».....	31
2.1.1. Тверді відходи виробництва полімер вмісної макулатуриїх розділення і сепарації, обладнання для подрібнення.....	36
2.1.2. Технічні характеристики дробарки-сепаратора ДС-150 для подрібнення і сепарації макулатури з полімерним покриттям.....	38
2.2. Целюлозні волокна одержані з полімерної макулатури та спосіб їх модифікування.....	46
2.3. ІЧ-спектроскопія, термогравіметричний аналіз целюлозних волокон та полівінілхлоридного покриття з полімер вмісної макулатури.....	48
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ.....	50
3.1. Результати по подрібненню та сепарації відходів полімер вмісної макулатури	50
3.2. ІЧ-спектроскопія та ДТА аналіз целюлозних волокон	59
3.3.Техніко-економічне обґрунтування роботи.....	61
Висновки.....	65
Список використаної літератури.....	66

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема отримання та вивчення характеристик целюлозних волокон з відходів є актуальною в умовах сучасного інтенсивного розвитку промисловості. Використання замкнутих циклів у промисловості та впровадження технології переробки промислових відходів із повторним використанням отриманої вторинної сировини, та матеріалів для теплоізоляційних матеріалів . вимагає термінової уваги.

На підприємствах по виробництву шпалер з полімерним покриттям (в т. ч. ТОВ «Синтра» м. Калуш Івано-Франківської обл.), а також на сміттєзвалищах є велика кількість твердих видів відходів, які утворюються на підприємстві по виготовленню декоративних шпалер і упаковки з полімерним покриттям, У відходи потрапляє до 10-15% всієї продукції різних виробництв, вага яких досягає 1-4 тисяч тонн різної макулатури, та приблизно 200-400 тис. рулонів шпалер, вагою 5-10 кг/рулон, які до цього часу не мають реального способу переробки і утилізації з рециклінгом- тобто повторним використанням вторинної паперової основи та полімерного покриття.

Відповідно до існуючої технології виробництва, це рулони шпалер і упаковки типу тетрапак з дефектами на паперово-целюлозній або нетканій основі, на які наносять барвники, наповнювачі, піноутворювачі та полімерне покриття. Високий масовий вміст у них (10-50%) ускладнює утилізацію таких відходів шляхом спалювання через те, що в результаті в спалювання в атмосферу потрапляє велика кількість шкідливих сполук хлору, хлористого водню, та діоксинів. Таким чином, практичний інтерес представляє розробка технології переробки таких відходів з сепарацією-відокремленням полімерного покриття від паперової основи, розділенням їх на дві окремі фракції та їх повторним використанням в складі теплоізоляційних матеріалів. Існуючі технології відділення полімерного покриття від целюлозних волокон передбачають диспергування-розчинення целюлози у воді та осадженням полімерних

частинок з розчину. Це витратний і трудомісткий процес, в результаті якого утворюються велика кількість вторинних відходів - рідкі стічні води, а отримана таким чином целюлоза потребує сушки. Запропонована нами технологія сухого безводного розділення целюлозної основи від полімерного покриття дозволить повторно використовувати целюлозу та полімер для теплоізоляційних матеріалів, а також зробить процес обробки простим, екологічним та економічно вигідним для підприємств в Україні, де є декілька виробництв такого типу.

Зв'язок з науковими програмами. Тематика дипломної роботи відповідає сучасному напрямку наукових досліджень кафедри хімії факультету природничих наук Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника та державній програмі України «Хімія і технологія процесів переробки та утилізації промислових відходів виробництва шпалер», номер державної реєстрації в Україні №0111U005609 від 09.08 .2011 р.

Мета та завдання дослідження.

Мета роботи полягає у розробці економічно ефективної технології комплексної переробки твердих відходів бракованих рулонів шпалер з можливістю повторного використання (рециклінгу) паперової основи-целюлози та полімерного покриття і використання вторинної целюлози як теплоізоляційного матеріалу для будівельних конструкцій.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати шляхи і способи утворення дефектної продукції-рулонів шпалер з полімерним- покриттям, їх склад, відомі способи утилізації чи переробки їх в промисловості.
2. Розробити спосіб та запропонувати обладнання для сухого безводного подрібнення та сепарації паперової основи від полімерного покриття бракованих рулонів шпалер. Вивчити властивості одержаних з полімерної макулатури та легких волокон целюлози-Ековати.
3. Дослідити способи модифікації та гідрофобізації целюлозних волокон для розширення можливої сфери їх використання як теплоізоляційних матеріалів.

4. Провести випробування вторинної целюлози, одержаної з полімер вмісної макулатури, для отримання покрівельного та теплоізоляційного матеріалу.

Об'єкт дослідження – хімія і технологія комплексної переробки твердих відходів з полімерним покриттям та їх повторного використання, як вторинної сировини.

Предмет дослідження – целюлозні волокна з відходів.

Методи дослідження. Завдання вирішували за допомогою відомих методів досліджень – подрібнення, сепарації, коагуляції, флокуляції, адсорбції та окиснення. Для вивчення ступеня очистки одержаних продуктів використовувались фізичні та хімічні методи аналізу: ситовий аналіз, фізико-хімічні методи визначення вмісту забруднюючих компонентів (титриметрія, фотоелектроколориметрія), хімічний аналіз, методи гравіметричного аналізу, спектрофотометричне визначення забарвлення, ІЧ-спектроскопія, методи диференціального термічного аналізу (ДТА) та ін.

Обґрунтованість, точність та ступінь достовірності результатів підтверджується великим об'ємом експериментальних даних та випробувань, які проведені з використанням сучасних методів аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів.

Наукова цінність роботи полягає у комплексному підході до завдань переробки (сепарації та рециклінгу) твердих відходів полімер вмісної макулатури з полімерним покриттям. Запропоновано новий комплексний метод сухого безводного подрібнення, розділення та використання полімерного покриття і целюлози від бракованих шпалер за допомогою використання спеціально розробленої механічної триступеневої дробарки і сепаратора. Найбільш важливими науковими результатами одержаними у цьому контексті є наступні:

1. Запропоновано та сконструйовано спеціальну механічну трьох ступінчасту дробарку, для сухого безводного подрібнення, розділення та сепарації полімерної макулатури з відокремленням та виділенням двох фракцій : 1-окремої паперової основи у вигляді вторинної целюлози та 2-полімерного покриття.

2. Проаналізовано властивості та випробувано в промислових умовах одержані зразки вторинної целюлози і полімерного покриття шпалер в композиції для виготовлення будівельних матеріалів, з вивченням їх фізико-механічні властивостей.

Практичне значення отриманих результатів.

Технологія механічного сухого безводного подрібнення і розділення паперової основи від полімерного покриття бракованих рулонів шпалер з дефектами, дає можливість повністю утилізувати відходи рулонів шпалер, і полімер вмісної макулатури одержуючи при цьому економічний прибуток від утилізації та повторного використання-рециклінгу одержаних продуктів-целюлози і покриття. При цьому отримують вторинну сировину, а саме розпушені целюлозні волокна, які випробувані у виробництві покрівельних матеріалів – азбесто-цементних листів і шиферу. Відділене полімерне покриття, як дисперсний полімерний матеріал може бути використане, як співполімер або наповнювач в полімерних композиційних матеріалах та будівельних виробках.

Окрім того, при переробці відходів запропонованим способом відсутні вторинні відходи: шкідливі газові, пилові викиди в атмосферу та стічні води. Запропонований спосіб є універсальним для переробки відходів целюлозно-паперового виробництва, упаковки типу ТЕТРАПАК, макулатури та особливо рулонів шпалер з полімерним покриттям, що забезпечує їх комплексну утилізацію в рамках одного сучасного промислового комплексу та екологічну безпеку виробництва в цілому.

В роботі приведений техніко-економічний розрахунок та показано що собівартість отриманої з полімерної макулатури вторинної целюлози (Ековати) в 10 раз менша за природну целюлозу з деревини, а рентабельність запропонованого способу переробки, сепарації та використання отриманого продукту в якості теплоізоляційного матеріалу для будівельної промисловості складає 360%. Окупність пристрою, запропонованого для такої переробки (ДС-150) дробарки сепаратора) складає 1-3 місяці від початку її використання на ТОВ «Синтра» м. Калуш. Якою можна переробляти до 1-2 тис. тонн полімерної

м

а

З 1000 т полімерної макулатури можна буде отримати 500 т «Ековати», за об'ємом це складе $500\text{т} \times 20\text{м}^3/\text{т} = 10000\text{м}^3$ теплоізоляційного матеріалу для будівництва типу «Екоізол». Загальний економічний ефект від впровадження розробки на підприємстві «Синтра» може скласти з 1000 тон, або 310456 USD/рік.

Особистий внесок здобувача полягає в опрацюванні, аналізі та систематизації літературних джерел, присвяченим методам та способам переробки целюлозних волокон з відходів. Здобувач самостійно виконав експериментальну частину роботи, разом з науковим керівником опрацював та проаналізував одержані результати, провів їх узагальнення та сформулював висновки. Автор разом з науковим керівником брав участь у формулюванні мети, завдань та методів досліджень.

Структура та обсяг роботи. Робота складається із змісту, вступу, загальної характеристики, трьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел - 87. Повний обсяг роботи 74 сторінки, 26 рисунків.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПЕРЕРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ЦЕЛЮЛОЗНИХ ВОЛОКОН З ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА

1.1. Промислові і побутові відходи їх види та класифікація

У Законі України «Про відходи», є таке визначення поняття відходи: будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник має намір позбутися шляхом їх утилізації, видалення і переробки та рециклінгу [1]. Існують різні підходи до класифікації відходів, а саме, за агрегатним станом можна виділити:

1. тверді,
2. рідкі
3. газоподібні відходи;

За своїм походженням промислові відходи утворюються в процесі видобутку корисних копалин або діяльності підприємств металургійної, енергетичної, легкої, аграрної і інших галузей промисловості. Побутові відходи – це відходи, які утворюються в процесі життєдіяльності людини в житлових та нежитлових будинках (тверді, великогабаритні, сміття, рідкі, що не використовуються за місцем їх накопичення [1]. Відходи класифікуються за небезпекою для навколишнього природного середовища та здоров'я людини. До небезпечних належать відходи, які мають токсичні фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, що створюють значну небезпеку для навколишнього природного середовища та здоров'я людини та потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними. Небезпечні відходи містять речовини, які мають—токсичність, вибухонебезпечність, пожежо небезпечність, високу реакційну здатність або містять збудників інфекційних хвороб. В Україні небезпечні відходи поділяються на 4 класи небезпеки:

1. I клас - надзвичайно небезпечні;

2. II клас – високо небезпечні;
3. III клас - помірно небезпечні;
4. IV клас – мало небезпечні [2].

На підприємстві ТзОВ «Синтра» в м. Калуш Івано-Франківської обл. накопичуються, в основному тверді та рідкі відходи, тому зручно буде користуватися класифікацією видів відходів за агрегатним станом.

Під рідкими відходами (стічними водами) розуміють суміш різних категорій стічних вод: господарсько-побутових, виробничих, атмосферних). Господарсько-побутові стічні води утворюються при використанні у побуті водопровідної води і відводяться від житлових будинків, підприємств громадського харчування, установ, таких як школи, лікарні тощо. Атмосферні стічні води утворюються при таненні снігу, випаданні дощу і при митті вулиць. У свою чергу виробничі стічні води є надзвичайно різноманітними за кількістю і складом, які залежать від виду виробництва, сировини і технології, що застосовується, їх умовно поділяють на три види [3]:

1. Виробничі стічні води, що містять органічні речовини і не містять токсичних речовин (наприклад стічні води харчових підприємств). Такі стічні води можна скидати у міську каналізацію для їх дезактивації на очисних спорудах;

2. Виробничі стічні води, що містять органічні речовини, та токсичні домішки, що перешкоджають біохімічному окисненню цих органічних речовин. Такі стічні відходи піддають локальній очистці з метою видалення токсичних домішок, після чого скидають у міську каналізацію для дезактивації.

3. Виробничі стічні води, що не містять органічних речовин. Такі стічні води у міську каналізацію не приймаються. До такого типу стоків належать і рідкі відходи ТзОВ «Синтра» . Через високу концентрацію неорганічних домішок їх потрібно очищати перед скиданням у промислову каналізацію для дезактивації на очисних спорудах ТОВ Карпатнафтохім.

Тверді відходи – залишки речовин, матеріалів, предметів, виробів, товарів, продукції, що не можуть у подальшому використовуватися за призначенням [3]. За оцінками консалтингової компанії «Інвентика», щорічно у світі утворюється 1 млрд. твердих відходів [4]. Схематична класифікація цих відходів наведена на рис. 1.

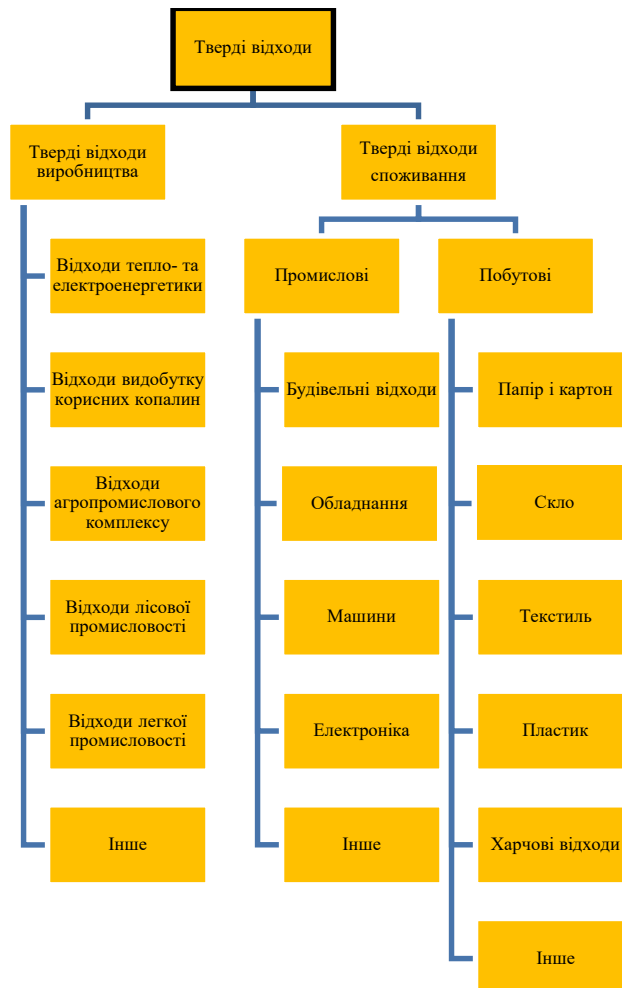


Рис.1.1 - Схема класифікації твердих відходів [4]

1.2. Сепарація, переробка та рециклінг сировини і матеріалів при переробці і утилізації твердих відходів полімер вмісної макулатури з полімерним покриттям для теплоізоляції

Існують різні способи утилізації та переробки паперових виробів з нанесеним на них полімерним покриттям та які містять полімери. Так існують спеціальні технології, що передбачають видалення друкарської фарби з поверхні відходів паперу з застосуванням хімічних реагентів або води [17]. У цьому випадку макулатура розщеплюється з утворенням паперової суспензії, а прикріплені

частинки чорнила видаляються шляхом флотації або промивання на наступній стадії. Як реагенти для відділення фарб від паперу застосовують алкоксилати швидковисихаючих олив, які легко полімеризуються у присутності кисню повітря. Реагенти ПАР для відділення друкарських фарб вводять на етапі розмивання паперу або перед етапом відмивання чи флотації, у кількості від 0,02% до 2% від маси висушеного паперового стоку. Проте такі методи переробки мають ряд недоліків, у тому числі складність, багато стадійність, а також застосування водних розчинів, що ускладнює наступне відділення волокон целюлози, знижує їх якість та приводить до утворення нових рідких відходів, які теж треба утилізувати.

Існує новий спосіб переробки паперових відходів (побутових та промислових) з плівковим покриттям, за допомогою:

- а) сухого безводного подрібнення,
- б) пневмо сепарації,
- в) просіювання,
- д) зволоження суміші частинок паперу, плівки
- є) повторної сепарації [13].

При обробці відходів за цим способом в процесі їх сухого безводного подрібнення відбувається значне пошкодження волокна. При цьому не відбувається повного відшарування плівкового покриття від паперу-основи, що в кінцевому підсумку впливає на якість волокна і не дозволяє з достатньою повнотою розділити плівку і волокно.

Новою та перспективною є також технологія переробки відходів паперу з одно- або двостороннім плівковим покриттям за допомогою механічної обробки відходів шляхом одночасного впливу колючого, розриваного зусилля і пропарювання гострим паром при температурі 60-100⁰С та подрібненні шляхом одночасного впливу зусиль стиску і зсуву з наступним промиванням і сортування [19]. Недоліками такої технології є обмежена область застосування, її доцільно застосовувати тільки при переробці ламінованих целюлозовмісних матеріалів, оскільки попередня обробка відходів здійснюється з метою їх

розшарування і зниження адгезії між папером-основою і полімером. Крім того, подрібненню піддаються по суті три різних матеріали: папір-основа, поліетиленова плівка та ламінований матеріал, що не розшарувався на попередній стадії обробки. В результаті подрібнення утворюється неоднорідна трьох компонентна маса паперу, поліетилену та ламінованого лако-фарбового покриття, що потребує додаткового розділення, сушки і утилізації.

Такі матеріали з дерева, як тріски, збірні відходи деревини, паперових гільз, ламінованих і вологостійких видів паперу і картону переробляють у дробарках ножового типу при швидкості руху валів 20 - 40 об./хв. Потім сепарують попередньо оброблені відходи через спеціальне сито. Після цього проводять подрібнення відходів у повітряному потоці молоткового млина з молотками зі двостороннім скосом робочої поверхні при окружній швидкості молоткового ротора 1000-3000 об./хв. і швидкості руху повітряно-матеріального потоку 10 - 25 м/с. Видалення готового подрібненого продукту ведуть через камеру з розрідженим повітрям, вакуум до 90-130 мм водяного стовпа. Такий спосіб переробки відходів теж має ряд серйозних недоліків. Так при переробці відбувається суттєве скорочення довжини волокон та погіршення їх властивостей, а також не досягається достатньо повного розділення різнорідних фракцій, полімер не достатньо повно відділяється від целюлозної основи. Таким чином важливим і актуальним завданням є розробка такої технології, яка б дала можливість повністю відділити полімерне покриття від целюлозних волокон, зі збереженням якості самих волокон.

1.3. Види та властивості деяких видів теплоізоляційних матеріалів

Залежно від тієї чи іншої сировини, з якої виготовляються різні види утеплювачів, вони набувають різних характеристик, і відповідно до них використовуються в тому чи іншому вигляді теплоізоляції.

1). **Полімерний пінопласт** — це теплоізоляційний матеріал, що характеризується пористою структурою з наповнених повітрям, сплавлених або сконденсованих між собою полімерних частинок і складається в основному зі вспіненого: полістиролу, поліуретану, поліетилену, полівінілхлориду,

карбамідо-меламіно-формальдегідних смол та інших.



Рис.1.2. Пінополістирол, мікро-капсульований.

Така структура дозволяє забезпечувати мінімальний рівень теплопровідності, а значить і ефективну теплоізоляцію. Основні властивості полімерних пінопластів, це стійкість до більшості водно-солевих розчинів, кислот і будівельних розчинів; а саме:

- а)водостійкість;
- б)стійкість до утворення цвілі і грибка;
- в)довговічність та екологічність.

Завдяки малій вазі і оптимальним ізоляційним характеристикам пінопласт широко застосовується для утеплення та звукоізоляції житлових, адміністративних, виробничих і складських об'єктів, а також для виготовлення спеціальної опалубки. Високу ефективність застосування має пінополістирол у вигляді утеплювача житлових приміщень. Його теплопровідність в 3 рази менше, ніж теплопровідність дерева або керамзиту, і в 17,5 разів нижча, ніж у цегли. Пінополістирол товщиною 7-12 сантиметрів зберігає тепло так само ефективно, як цегляна стіна, товщиною в 210 сантиметрів.



Рис. 1.3. Залежність товщини теплоізоляційних матеріалів в залежності від їх теплопровідності.

2). **Мінеральна вата** – волокнистий матеріал, отриманий з розплавів гірських порід, доменних шлаків або їхніх сумішей. Це група легких теплоізоляційних матеріалів, в яку входять такі різновиди, як базальтова вата, скловата і шлаковата.



Рис. 1.4. Фото мінеральна базальтова вата.

Відмінністю різновидів є вихідна сировина, з якої вони виготовлені. Для виготовлення скловати використовується:

1. розплавлене скло;
2. базальтова вата виробляється з гірських розплавлених порід, таких як базальт або базаніт.

Для виготовлення шлаковати використовуються розплави доменних шлаків.

Вату (кам'яну та шлакову) в залежності від діаметра волокна підрозділяють на три види[12]:

- 1) ВМСТ — вата мінеральна із супер тонкого волокна D від 0,5 до 3 мкм;
- 2) ВМТ — вата мінеральна із тонкого волокна діаметром від 3 до 6 мкм;
- 3) ВМ — вата мінеральна діаметром волокна від 6 до 12 мкм.

Положення або структура шарів у мінеральній ваті може бути різною: горизонтально-шаруватою, вертикально-шаруватою і просторовою. Цей теплоізоляційний матеріал випускається, як правило, у вигляді м'яких плит, матів і рулонів. Основними властивостями вати є стійкість до високих температур, до 350-700°C і впливу хімічних речовин, вона має високий рівень паропроникності до 70% і низьке волого поглинання, не більше 0,1%. Мінеральна вата відзначається малою об'ємною масою (75—125 кг/м³), низьким

коефіцієнтом теплопровідності (при температурі 25 ± 5 °С становить $0,045 \dots 0,050$ Вт/(м·К)) [12]. Мінеральна вата зменшує рівень шумів в будинку з вулиці до 23дБ.

3). **Скловата** – це волокнистий мінеральний теплоізоляційний матеріал, виготовлений з хаотично переплєтених скляних волокон.



Рис.1.5. Фото Скловати.

Сировина для скловолокна така ж, як і для виробництва звичайного скла або відходів скляної промисловості. Вихідною сировиною для виробництва скловати є: пісок, сода, доломіт, вапняк, бура.. Основні компоненти битого скла засипаються в бункер. Далі відбувається етап плавлення маси. Дозатори завантажують їх у плавильну піч у строгій відповідності до рецептури, щоб при досягненні температури у 1400 °С, суміш мала задані механічні властивості для отримання як найтонших ниток. Нитки отримуються при роздуванні і охолодженні струминою водяної пари або нагрітого стиснутого газу розплавленої скляної маси, що вилітає з центрифуги через фільтри.

Об'ємна маса скловати до 130 кг/м³. Діаметр волокон становить орієнтовно $5\text{—}12$ мкм а довжина — від 15 до 50 мм. Коефіцієнт теплопровідності (при температурі 25 ± 5 °С) $0,35$ Вт/(м·К) більший ніж у базальтової вати. Хімічна стійкість скловати більша, ніж інших різновидів мінеральної вати. Температуростійкість скляної вати — 450 °С.

Незалежно від її форми або конфігурації, скловата є ефективним варіантом теплоізоляції для будівельних конструкцій і трубопроводів, які мають нерівні поверхні. Подібно до виробів з мінеральної вати, застосування майже однакове. В авіації широко використовується як теплоізоляційний матеріал для

трубопроводів і високотемпературних вузлів, а також для теплозвукоізоляції кабін. [16]

4). **Карбамідо-формальдегідний піно-поропласт** – це теплоізоляційний матеріал на основі карбамідо-формальдегідної смоли, типу піноізол (КФП) і є найдешевшим і технологічним теплозвукоізоляційним будівельним матеріалом. Для виробництва піноізолу використовують переважно карбамідну смолу із зменшеним вмістом вільного формальдегіду, але при затвердженні КФП виділяється величезна кількість газоподібного формальдегіду до 1-10мг/м³, концентрація якого значно перевищує гранично допустиму концентрацію в робочій зоні (ГДК-0,5мг/м³).



Рис.1.6. Карбамідо-формальдегідний поропласт-піноізол.

Для порівняння енергоємності виробництва окремих пінопластів на базі сумарної оцінки витрат енергії на виготовлення вихідних матеріалів і напівпродуктів, що входять до складу композицій кінцевого продукту, може бути використаний показник енергетичного еквівалента. Порівняно низький показник енергетичного еквівалента – 40 МДж/кг для карбамідних пінопластів проти 2950 МДж/кг для пінополіуретану і 1360 МДж/кг для пінополістиролу є одним із найважливіших моментів, що підвищує конкурентоспроможність карбамідних пінопластів з іншими видами пінопластів[13].

Карбамідні пінопласти визначаються теплоізоляційними властивостями, в першу чергу, їх надзвичайно низькими густинами, тобто більшим високим

вмістом повітря в матеріалі. Теплоізоляційні властивості пінопласту в 17 раз кращі, ніж цегли тієї ж товщини. Коефіцієнт теплопровідності цих матеріалів, особливо при помірних температурах, близький до коефіцієнта теплопровідності повітря $0,023 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Теплоємність пінопластів також дуже мала і становить $1,13 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Проте навіть незначне зволоження самого матеріалу різко погіршує його теплоізоляційні властивості. Як наслідок пінопласт може швидко висихати в тих випадках, коли стикається з зволженими матеріалами, його теплопровідність знижується до вихідного рівня, і теплоізоляційні властивості відновлюються.

Відкрито пориста структура та наявність капілярних каналів обумовлюють прекрасні звукоізоляційні властивості карбамідних пінопластів. Найбільш інтенсивне поглинання звуку спостерігається при декілька 3200 Гц, максимальне – при 1000 Гц, що пояснюється явищем резонансу в комірках і капілярах піни. [14]. Карбамідо-формальдегідний пінопласт є стійким до дії ультрафіолету, має антибактеріальні характеристики - не піддається дії бактерій, грибків і плісені, а також не є середовищем розмноження мікроорганізмів, гризунів і комах.

Однак, разом з такими важливими властивостями як дешевизна і доступність, хороші тепло- і звукоізолюючі властивості, дуже низька уявна густина (до $5 \text{ кг}/\text{м}^3$), негорючість, хімічна і біологічна стійкість, добра змішуваність з водою, карбамідним смолам і композиційним матеріалам на їх основі властиві серйозні недоліки: велика усадка (до 20%) при затвердінні, крихкість і низька механічна міцність менше $1 \text{ кг}/\text{см}^2$, що зменшує можливість використання пінопластів в якості легкого конструкцій-ного матеріалу. Великим недоліком карбамідо-формальдегідного пінопласту є велика емісія вільного формальдегіду при виготовленні і експлуатації, що в 10 раз перевищує допустимі норми. [15].

5). **Керамзит** являє собою пористий будівельно-ізоляційним матеріал, що характеризується високою пористою структурою і відносно невеликою вагою.



Рис.1.7. Керамзит (від грец. кέραμος — «глина») [17] —штучний пористий заповнювач, тепло- і звукоізолятор.

Теплоізоляційний керамзитобетон використовується як теплоізоляційний матеріал в захисних конструкціях будівель. Його щільність (у висушеному стані) від 350 до 600 кг/м³; міцність при стисненні від 5 до 25 кг/см², коефіцієнт теплопровідності 0,11-0,17 Вт/(м·К). Керамзитове зерно — склоподібна пориста маса, із замкнутими порами сферичної форми, вкрита тонкою оболонкою. З керамзитами марки 700, можна отримувати легкі бетони. Межа міцності таких бетонів при стисненні — 20, 30, 40 МПа. Бетони використовуються для виробництва панелей перекриття, в мостобудуванні, скрізь, де необхідно знизити масу конструкцій. Його випуск може здійснюватися як у вигляді піску, так і у вигляді щебеню або гравію, а завдяки екологічній чистоті керамзит використовується як універсальний утеплювач. Процес виготовлення цього матеріалу полягає у вспучуванні легкоплавких сортів глини при дуже високих температурах[17]. Це сприяє утворенню герметичної оболонки і забезпечує високу міцність, стійкість до механічних пошкоджень і вологостійкість.

6). **Перліт** - це особливий вид матеріалу, який використовується в малоповерховому будівництві в якості спеціальної теплоізоляційної засипки, при цьому діапазон температур може варіюватися від -200°C до + 175 °C. Перліт

- це аморфне вулканічне скло з відносно високим вмістом води, яке зазвичай утворюється в результаті гідратації обсидіану. Це відбувається природним шляхом і має незвичайну властивість сильно розширюватися при достатньому нагріванні. Це промисловий мінерал, придатний "як керамічний потік для зниження температури спікання", і комерційний продукт, корисний при низькій щільності після обробки. [16]

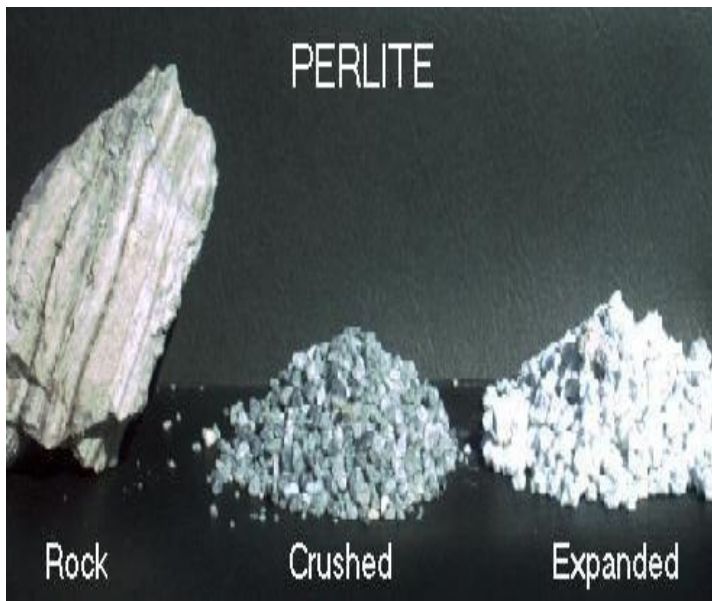


Рис. 1.8 . Перліт камінь, подрібнений, вспучений для утеплення будинків.

Перліт використовується в процесі виробництва різних видів звуко- і теплоізоляційних матеріалів, для утеплення приватних будівель, садових будинків і котеджів, як заповнювач при виробництві жаростійкого і теплоізоляційного бетону, як заповнювач в грубих штукатурних сумішей при приготуванні вогнетривких розчинів. **Типовий склад перліту:**

- 1) 70–75% діоксиду кремнію: SiO_2
- 2) 12–15% оксиду алюмінію: Al_2O_3
- 3) 3–4% оксиду натрію: Na_2O
- 4) 3–5% оксиду калію: K_2O
- 5) 0,5–2% оксиду заліза: Fe_2O_3
- 6) 0,2–0,7% оксиду магнію: MgO
- 7) 0,5–1,5% оксиду кальцію: CaO
- 8) 3–5% втрат при займанні (хімічна/комбінована вода) [19]

Використовуючи перліт в промисловому і приватному будівництві, можна оптимально вирішити проблеми, пов'язані із забезпеченням звукоізоляції будівель, вогнезахисту і найкращих експлуатаційних характеристик всіх будівельних поверхонь.

7). Пінополіуретан (ППУ) – це теплоізоляційний і гідроізоляційний матеріал, який має невелику вагу і відмінну міцність, унікальну структуру, завдяки чому має найнижчий коефіцієнт теплопровідності в порівнянні з іншими теплоізоляційними матеріалами. Пінополіуретан - вид пластику з комірчастою структурою. Поліуретанові листи охоплюють надзвичайно широкий діапазон жорсткості, твердості та щільності. [20] Ці матеріали включають:

- 1) Еластичний пінопласт низької щільності, що використовується для оббивки, постільних речей, сидінь у автомобілях та вантажних автомобілях, а також нові матеріали для садів на даху або стіні
- 2) Еластомери низької щільності, що використовуються у взутті
- 3) Тверді жорсткі пластмаси, що використовуються в якості електронних інструментальних рам і конструкційних деталей
- 4) Гнучкі пластмаси, що використовуються як ремінці та стрічки
- 5) Литі під тиском деталі для різних ринків - тобто для сільського господарства, військової, автомобільної, промислової тощо.

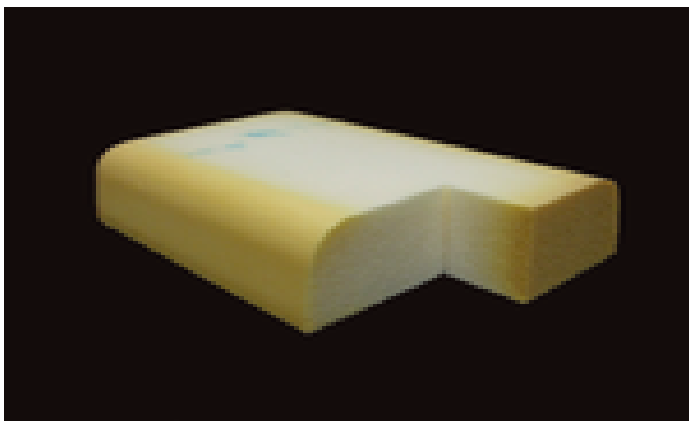


Рис. 1.9. Пінополіуретан виготовлений з ароматичним ізоціанатом, який зазнав впливу УФ-світла. Легко очевидним є зміна кольору, що відбувається з часом.

У наступній таблиці №1 наведено приклад того, як поліуретани використовувались в одній країні понад десяток років тому (дані США за 2014 рік):

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1) Будівництво та будівництво | 1459 мільйони фунтів- 26 % |
| 2) Перевезення | 129декілька мільйони фунтів - 23,9% |
| 3) Меблі та постільні приналежності | 1127 мільйони фунтів- 20,6% |
| 4) Побутова техніка | 27декілька мільйони фунтів -5,1% |
| 5) Упаковка | 251 мільйони фунтів- 4,6% |
| 6) Текстиль, волокна та одяг | 1декілька 1 мільйони фунтів- 3,3% |
| 7) Машини та ливарне виробництво | мільйони фунтів- 17декілька 3,3% |
| 8) Електроніка | 75 мільйони фунтів- 1,4% |
| 10) Взуття | 39 мільйони фунтів -0,7% |
| 11) Інше використання | 55декілька мільйони фунтів -10,2% |
| 12) Всього | 5444 мільйони фунтів -100,0% |

Таблиця 1. Використання поліуретану в програмі (мільйони фунтів) Частка від загальної кількост

За своїми властивостями у всьому світі пінополіуретан визнаний одним з найкращих, він є ізоляційним матеріалом з низьким коефіцієнтом теплопровідності, в якому тільки 3% від обсягу ППУ складає твердий матеріал, що представляє каркас з ребер і стінок, решта 97% складають закриті пори, заповнені інертними газами і повітрям, які є поганим провідником тепла. Стійкість пінополіуретану до дії бактерій гниття, цвілі і грибків залежить від вмісту вологи в матеріалі.

У відкрито - комірчастому матеріалах, таких як: мінеральна вата, пінопласт, Екоізол та інші, створюються набагато сприятливіші умови для зростання цих організмів, ніж у закрито-комірчастому пінополіуретані. Дійсно, при дослідженні біологічної стійкості жорсткого закрито-комірчастого пінополіуретану зростання грибків цвілі інших мікроорганізмів виявлено не було. Гризуни та комахи просто не гризуть ППУ, тому що він отруйний, їх шлунки пінополіуретан просто не перетравлюють. Більше того ППУ – хімічно

стійка сполука, яка не розчиняється навіть в концентрованій соляній кислоті. [20]

Пінополіуретан є абсолютно екологічним це підтверджується не тільки численними гігієнічними сертифікатами, але і фактичним станом речей: Висока хімічна стійкість - визначає дуже високий термін служби матеріалу, а, отже, і екологічність (ППУ, як в загальному, то й просто поліуретан, не розкладається, так як не взаємодіє, ні з чим, тобто абсолютно інертний). [21] З пінополіуретану виготовляють матраци, подушки, всі транспортні сидіння, дивани і крісла. ППУ застосовується і в якості теплоізолятора в холодильниках, бойлерах, термостатах і інших девайсах, що безпосередньо стикаються з продуктами споживання людини. ППУ активно використовується навіть в бджільництві для теплоізоляції вуликів. [21]

1.4 ВЛАСТИВОСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

1) Температуростійкість визначається максимальною температурою матеріалу. Вище цієї температури матеріал змінює свою структуру, об'єм, форму і втрачає механічну міцність і руйнується, а органічні матеріали можуть займатися. Гранична температура нанесення встановлюється трохи нижче значення термостійкості з метою безпеки і вказується в технічних характеристиках матеріалу;

2) Теплоємність має велике значення в умовах частоті зміни тепла, тому що в цих умовах необхідно враховувати тепло, що поглинається (акумулюється) теплоізоляційним шаром. Теплоємність неорганічних матеріалів коливається від 0,67 до 1 кДж / кг °С. За рахунок збільшення вологості матеріалу його теплоємність різко зростає, тому що для води при 4 °С вона складає 4,2 кдж / кг °С;

3) Вогнестійкість та температурний діапазон використання.

Наприклад, діапазон температур ізоляції труб зі спіненого поліетилену Thermaflex становить від - декілька 0°С до + 95°С. Листовий утеплювач з цього ж матеріалу може працювати в режимі до + 110°С. При цьому треба пам'ятати, що лист слід приклеювати до поверхні точково. Для теплоізоляції зі спіненого синтетичного каучуку Eurobatex температурний діапазон становить від -200°С

до +105°C. Однак є деякі особливості при використанні матеріалу в негативному діапазоні температур, зокрема, це стосується температур нижче -45°C. Провідні європейські виробники спінених утеплювачів часто вказують температури, при яких матеріал зберігає свої теплоізоляційні властивості протягом усього терміну експлуатації системи.

Вогнестійкість характеризує горючість матеріалу, тобто його здатність займатися і горіти при дії відкритого вогню. Застосовувати горючі матеріали можна тільки при вживанні заходів щодо захисту від пожежі та можливості застосування вогнегасних засобів. Горючість визначають при впливі температури від 50°C і вище і витримці 20 хв.

4) Теплопровідність. Одним з основних показників якості теплоізоляційних матеріалів є коефіцієнт теплопровідності. Однак його визначення є дуже трудомістким і вимагає використання спеціального обладнання для теплоізоляції холодильних камер, тому на практиці в якості такого показника - марки теплоізоляційних матеріалів – величина їх насипної маси в сухому стані використовується стан виражений в кг/м³, який в достатньому наближенні характеризує теплопровідність теплоізоляційних матеріалів. Виходячи з цього визначається ще один показник - ефективність теплоізоляції. Визначається термічним опором (R) ізолюючої конструкції. Для одношарової конструкції

$$R = d / \lambda,$$

де d - товщина шару теплоізоляційного матеріалу.

Цей показник можна збільшити двома способами:

- 1 - Застосовувати високопористі матеріали (від 70 до 90 %);
- 2 - Використовувати багатошарові конструкції з повітряними прошарками.

Так само враховуються такі показники як об'ємна маса і міцність (Мн / м²).

5) Коефіцієнт опору дифузії водяної пари.

Це безрозмірний коефіцієнт, який дорівнює відношенню паропроникності повітря (δв) до паропроникності матеріалу (δ) :

$$\mu = \delta_v / \delta.$$

Іншими словами, це показує, наскільки краще цей матеріал протистоїть

дифузійному проникненню водяної пари, ніж шар повітря такої ж товщини. Водяна пара, яка має здатність проникати в шар теплоізоляції, не тільки сприяє стрибкоподібному збільшенню коефіцієнта теплопровідності, але також може випадати в структурі матеріалу у вигляді конденсату (за умови так званого досягнення температурної точки роси). Хорошим матеріалом для системи, що працює в діапазоні негативних температур, можна вважати такий матеріал, для якого мю-фактор становить щонайменше 7000[22].

1.5. Характеристика та сфери використання теплоізоляційного матеріалу з целюлози типу «Екоізол»

Екоізол не містить летючих і шкідливих для здоров'я хімікатів, не викликає алергії, що дає їй виключну перевагу в порівнянні з іншими пінополістирольними матеріалами. Через те, що в матеріалі є вміст антисептика в ньому не заводяться гризуни, комахи або різні види грибків.

Після укладання, нанесення, напилення на дерев'яну поверхню Екоізол має властивість запобігати процесу гниття, якщо там вже є грибок він його знищує і не дає йому подальшого розширення, при цьому матеріал добре продовжує термін експлуатації дерев'яних конструкцій.

При цьому Екоізол має властивість дозволяти будівлі дихати, адже є природним утеплювачем. Завдяки природним властивостям целюлози, створює і підтримує мікроклімат в приміщенні, що робить целюлозний утеплювач привабливим для споживача.

Тонковолокниста структура матеріалу, з низькою повітропроникністю пояснює теплоізоляційні властивості Ековати. Теплопровідність волокна дуже низька, становить 0,037-0,04Вт/м гад, в залежності від щільності нанесеного шару утеплення.

Екоізол зберігає свою ізоляційну здатність при пожежі та ефективно уповільнює розповсюдження вогню крізь конструкцію. Для того, щоб збільшити вогнестійкість матеріалів використовують спеціальні речовини – антипірени. Базується використання антипіренів на плавленні під дією температури легкоплавких речовин, які вводяться до складу матеріалу (солі борної кислоти).

Кристалізаційна вода з боратів і вологість Ековати вивільняються при підвищенні температури, завдяки чому Екоізол довго протистоїть дії полум'я. При горінні (тлінні), Ековати на поверхні ізоляційного шару утворюється достатньо грубий шар деревного вугілля. Завдяки більш низькій теплопровідності деревне вугілля захищає целюлозу, яка знаходиться під ним, від подальшого нагрівання. Висока теплоємність целюлози (Ековати), дуже важлива для пожежозахисту. Тому висока температура пожежі не проникає крізь елементи будівлі так швидко, вона блокується в середині ізоляційного матеріалу. Одним із важливих факторів для порятунку людського життя у випадку пожежі є те, що Екоізол не плавиться.

Технічна характеристика целюлозного теплоізолятора «Ековати»

Таб 2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ УТЕПЛЮВАЧ ЕКОІЗОЛ

1.	ЕКОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ	Виготовляється з деревного волокна, є чистим екологічним продуктом. Процес виробництва і застосування утеплювач «ЕКОІЗОЛ» не забруднює навколишнє середовище відходами і не витрачає жодних невідновлюваних природних ресурсів.
2.	ГІГІЄНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ	Не містить летких, шкідливих для здоров'я хімікатів.
3.	БІОСТІЙКІСТЬ	Ефективно захищає ізольовані поверхні від гниття, грибків, Комах і гризунів.
4.	ВОЛОГОСТІЙКІСТЬ	Паропроникний (паропроникність - 0,3 мг/(мчПа)), поглинає вологу і вирівнює поверхню, завдяки чому вирішується проблема з конденсатом. Усадка повністю відсутня. Сорбційонне зволоження (ГОСТ 17177.5) за 72 години - 16%, Значення рН = 7, декілька - декілька ,3; При попаданні вологи здатний утримувати вологість, при цьому зовсім не втрачає своїх властивостей теплоізоляції, має властивість дихати, тобто матеріал - дихаючий. Він легко віддає вологу в навколишнє середовище за рахунок самої капілярної структури целюлозних волокон і потім при висиханні, знову-таки не втрачає свої властивості.
5.	ПОВІТРЯ ПРОНИКЛИВІСТЬ	Низька, при щільності матеріалу 35 - 40 кг/м ³ всього (декілька 0-120) x 10-6 м ³ /мсПа
6.	ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ	Коефіцієнт теплопровідності 0,031-0,042 Вт/(м*К).
7.	ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ	Вловлює 63 дБ шумів.
8.	ПРОТИПОЖЕЖНІ	Ефективно уповільнює поширення вогню. Група горючості Г2 –

	ВЛАСТИВОСТІ	помірно горюча (ГОСТ 30244) Займистість В2 (DIN 4102) - помірно займиста (ГОСТ 30402) Димоутворююча Д2 - помірно димоутворювальною здатністю (2.14.2 і 4.1 декілька ГОСТ 12.1.044), Поширення полум'я РП-1 -по поверхні«О»(ДСТУ Б В.2.7-3 декілька -95).
9.	МОРОЗОСТІЙКІСТЬ	Більше -50 градусів С морозу
10.	ЩІЛЬНІСТЬ	35-60 кг/м ³
11.	ГАРАНТІЙНИЙ ТЕРМІН ЕКСПЛУАТАЦІЇ	Більше 70 років. Матеріал целюлозний утеплювач ЕКОІЗОЛ є хімічно пасивним середовищем і не викликає корозії на контактують з нею металів.

Завдяки використанню целюлозного утеплювача Екоізол є можливість споживачеві зробити економію на стадії будівництва знизити капітальні вкладення до 30% витрат, енергоносіїв до 50%. Всі інші властивості ековати представлені в таб.1.

РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Теоретична частина, методи підготовки та аналізу і обладнання для нанесення і використання теплоізоляційного матеріалу «Екоізол»

Близьким до способу та обладнання, який пропонується для переробки та сепарації відходів паперу з полімерним покриттям є спосіб "Technology for removing printing ink from printed paper waste or from circulating water formed during paper washing" [23], який передбачає видалення друкарської фарби з поверхні відходів паперу з застосуванням хімічних реагентів. В даному винаході відходи паперу розщеплюють до утворення паперової суспензії, а прикріплені частинки друкарської фарби видаляються флотацією або відмиванням на наступній стадії. Реагентами для відділення фарб від паперу у цьому винаході є ПАР - алкоксилати швидковисихаючих масел, що легко полімеризуються у присутності кисню повітря. На етапі розчеплення паперу і/або перед етапом відмивання чи флотації для відділення реагенти друкарських фарб вводять, у кількості від 0,02% до 2% (мас.) від маси висушеного паперового стоку. Даний спосіб має недоліки це його багатостадійність, складність, а також застосування водного середовища, яке в свою чергу ускладнює наступне відділення волокон целюлози від води та знижує їх якість.

До об'єкту є близьким, який заявляється є [24] спосіб переробки паперових відходів (побутових та промислових) з плівковим покриттям, що включає сухе подрібнення, пневмосепарацію, просіювання, зволоження суміші частинок паперу і плівки і повторну сепарацію "Method for recycling paper waste (domestic and industrial) with a film coating" (French patent № 2,263, декілька 21 B03B9 / 06, D21B1 / 32, from 1975). Відходи макулатури при обробці за цим способом в процесі їх сухого безводного подрібнення відбувається значне пошкодження скорочення довжини волокна, але не повне відшарування плівкового покриття від паперу-основи яке, в кінці впливає на якість волокна і не дозволяє з достатньою повнотою розділити плівку і волокно.

Відомим, а також дуже близьким до запропонованого нами є [24] спосіб переробки відходів паперу з одно- або двостороннім плівковим полімерним покриттям. Спосіб полягає в попередній механічній обробці відходів шляхом одночасного впливу колючого і розриваючого зусилля і пропарювання гострим паром за температури 60-100⁰С, а також подрібненні шляхом одночасного впливу зусиль стиску і зсуву з наступним промиванням і сортуванням. Спосіб має головний недолік це обмежена область застосування. Доцільно застосовувати цей спосіб тільки при переробці ламінованих целюлозовмісних матеріалів, бо попередня обробка відходів здійснюється для їх розшарування і зниження адгезії між папером-основою і поліетиленом. Окрім цього, подрібненню піддаються три різних матеріали: папір-основа, поліетиленова плівка та ламінований матеріал який, не розшарувався на попередній стадії обробки. Як результат подрібнення утворюється неоднорідна трьох компонентна маса паперу, поліетилену та ламінату, яка потребує додаткового розділення-сепарації, сушки і утилізації.

Серед відомих і опублікованих способів та композицій найближчим до нашої пропозиції є відомий спосіб [25], що передбачає попередню обробку целюлозовмісних відходів (збірних відходів деревини, трісок, паперових гільз, ламінованих і вологостійких видів паперу і картону) в апараті ножового типу при швидкості руху валів 20 -40 об./хв. Пізніше у вказаному способі здійснюється сепарація попередньо оброблених відходів через сито. Після цього проводиться подрібнення відходів у повітряному середовищі за допомогою молоткового млина з молотками з двостороннім скосом робочої поверхні при окружній швидкості молоткового ротора 1000-3000 об./хв. і швидкості руху повітряно-матеріального потоку декілька -25 м/с. Через камеру воздухоудвки ведуть видалення готового подрібненого продукту з розрідженим повітрям 90-130 мм водяного стовпа. Даний спосіб призначений для переробки твердих відходів целюлозно-паперової промисловості, що не підлягає переробці традиційним способом – розпуском у водному середовищі.

«Спосіб переробки целюлозовмісних відходів» та пристрій, що використовується для цього має декілька недоліків:

1) При три стадійному способі механічний вплив на папір призводить до скорочення довжини волокон та погіршення їх властивостей.

2) При переробці цим способом відходи паперу з плівковим лакофарбовим покриттям в апараті ножового типу при швидкості руху валів не більше 20 -40 об./хв. не дозволяють достатньо повно розділити лакофарбову плівку і волокно.

3) При впливі механічного зсуву відходи ламінованого паперу в молотковому млині з молотками з двостороннім скосом робочої поверхні при окружній швидкості молоткового ротора 1000-3000 об./хв., не повно розшаровують лакофарбове покриття від паперової основи, про що свідчить і значний залишок не розшарованого матеріалу, що не пройшов через сито.

4) Під час процесу подрібнення відходів утворюється велика кількість (до 5) дрібних фракцій полімерної плівки та волокон, що ускладнює їх подальше сепарацію і розділення

5) Необхідне направлення отриманих фрагментів паперу на подальшу додаткову переробку, для перетворення подрібненого паперу у розпушене целюлозне волокно, відокремлювати папір не дозволяє від лакофарбового покриття у відходах з достатньою повнотою.

6) В даному способі не описані методи розділення фракцій розпушеного паперу і лакофарбового покриття та повітряного потоку, який вимагає додаткового проведення цих операцій на спеціальному обладнанні.

Популярним обладнанням для нанесення Ековати в Україні є установка «Тайфун», дана установка призначена для прийому целюлозно-волоконного матеріалу в завантажувальну воронку машини, що проходить через багатоетапну систему розпушення і потрапляє в обертову шлюзову камеру. Волоконний матеріал з часом повертається на 10° , звідки повітря з повітродувки виштовхує волокно з обертових камер через видувний шланг. Матеріал як і повітря, перебуваючи в шлюзі, не можуть потрапити назад в установку завдяки гумовим ущільнювачам, що відповідають внутрішній стінці шлюзу під час обертання

камер. Двигун повітродувки є як двох, так і триступінчатим, високошвидкісним пристроєм з низькою силою струму. (Через вентиляторну камеру повітродувки волокно не проходить). Налаштована потужність і високий тиск забезпечують низьку силу струму, низькі шуми і мінімальний пил. Це в свою чергу вирішує проблему закупорювання і забезпечує довгий цикл функціонування [70]



Рис. 2.1. – Установка для нанесення теплоізоляційного матеріалу Екоізол, «Тайфун» моделі ПВМ-02

Назва	<i>ТАЙФУН</i>
Споживана потужність (кВт)	1.9
Напруга мережі (В)/(Гц)	220/50;3декілька 0/50;
Габарити (мм)	650x1100x1400
Максимальна довжина трубопроводу (м)	50
Максимальная висота підйому (м)	20
Продуктивність(кг/год)	450
Маса (кг)	107

Таблица 2.1 Технічні дані установки «Тайфун» моделі ПВМ-02 [70]

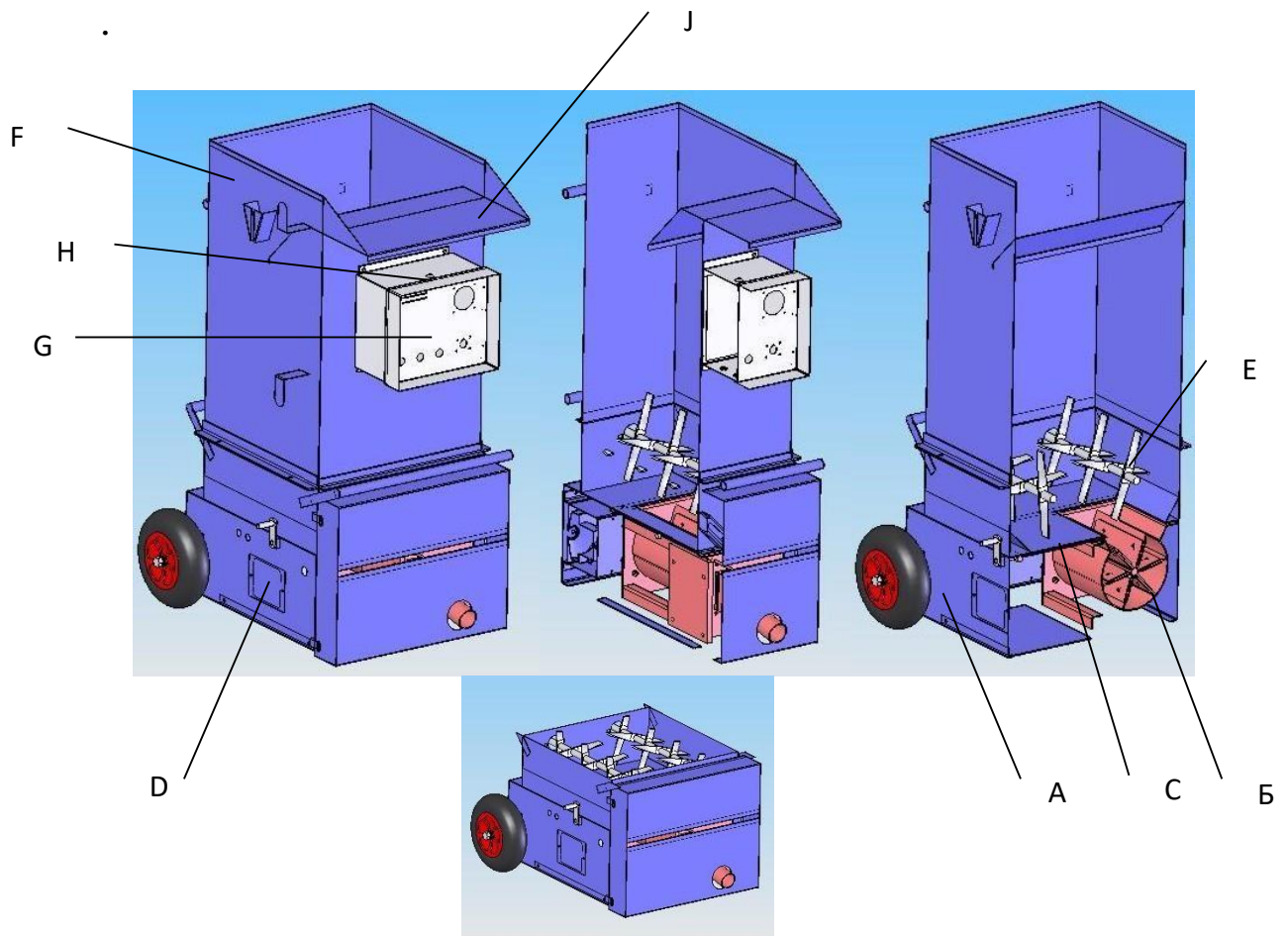


Рис.2.2. - Вигляд основних компонентів установки «Тайфун». На якому можна дізнатись його призначення, а також розташування кожного компонента [70].

- А) Базова платформа являє собою нижній остов, що підтримує завантажувальну воронку, двигун, редуктор, повітродувку, шлюз.
- В) Шлюз – захоплює волоконний матеріал і повітря, видає дозований потік.
- С) Заслінка – дозує кількість волоконного, що потрапляє в шлюз.
- Д) Редуктор швидкості – збільшує вихідну потужність в той час як зменшує швидкість приводного електродвигуна розпушувача шлюзу.
- Е) Розпушувач - обробляє волоконний матеріал в завантажувальній воронці.

- Е) Завантажувальна воронка - верхня частина установки, яка містить волоконний матеріал.
- Ф) Головна панель управління - з'єднується з головним джерелом живлення. Дозволяє управляти установкою як прямо із неї, так і з пульта дистанційного керування.
- Г) Вимикач екстреної зупинки – захисний механізм, призначений для негайної зупинки машини.
- Н) Лоток завантажувальної воронки (опціональна поставка) - збільшує ємність завантажувальної воронки і полегшує завантаження. [70]

2.1.1 Тверді відходи виробництва полімер вмісної макулатури їх розділення і сепарації, обладнання для подрібнення.

У два етапи на двох типах дробарок здійснювали подрібнення. Перший етап на рубально-ріжучій дробарці дискового типу (рис.2.3) з двома регульованими рубальними ножами і одним контрножем, зі швидкістю обертання дисків 500-1000 об./хв., що дало можливість порушити цілісність поверхні лакофарбової плівки і паперу-основи з одночасним частковим розшаруванням плівки і паперу-основи та їх розподілом на фрагменти. Одержання первинної фракції подрібнених паперових відходів з розміром частинок 3-40 мм.

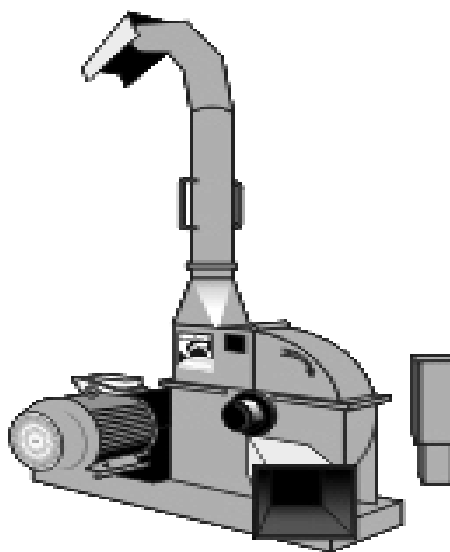


Рис.2.3. - Промислова дробарка, що застосовувалася на першому етапі подрібнення, рубально-дискового типу МРД-1000

Під час другого етапу використовували плоско-ножову або роторно-молоткову дробарку швидкість обертання якої 1500-3000 об./хв., що дало можливість розділити паперовий (целюлозний) шар від лакофарбового покриття та одержати частинки з розмірами 0,01-2 мм. Структура паперу-основи розпушується одночасно, це дозволяє волокнам набрякати при подальшій обробці і значно знизити адгезійні сили між поверхнею лакофарбової плівки та волокнами паперу.

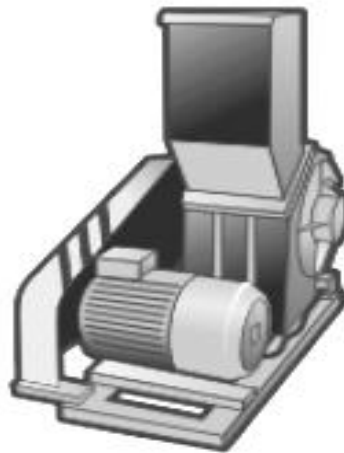


Рис.2.4. - Промислова дробарка, що застосовувалася на другому етапі подрібнення, барабанного типу МРБ-3.

Третій етап. Сепарацію здійснювали в повітряно-матеріальному потоці у центробіжному циклоні, де виділяли першу фракцію — лакофарбове покриття з розмірами частинок 0,1-2 мм, та з допомогою матерчатого рукавного фільтра уловлювали другу фракцію – целюлозно-волокнисту основу з розпушеного паперу і розмірами волокна при співвідношенні товщини волокна до його довжини як 1: 10 -100, при цьому відділяли повітряний потік і очищали його від відходів.

Також подрібнення можна здійснювати на комплексній дробарці шляхом суміщення дробарки з рубально-ріжучими дисками- МРД-1000, дробарки з ріжучо-молотковими ножами та сепаруючими пристроями- МРБ-3. , в якому суміщено використовують центробіжну подачу повітряно-матеріального потоку в циклон і потім в рукавний матерчатий фільтр, призводить до посилення

синергічної дії всіх цих пристроїв на подрібнювальний матеріал. Тому збільшується інтенсивність подрібнення і однорідність 2-х фракцій подрібнених частинок, розділеного лакофарбового покриття від паперової основи.

Вивчали ефективність подрібнення за допомогою ситового аналізу. Після другого етапу дроблення не сепаровані відходи розсівали на чотирьох ситах з різним діаметром отворів: 1 мм, 20×2 мм, 25×2 мм та 7 мм та визначали частку та склад кожної фракції. Проте ефективність подрібнення і основне це сепарація-відділення полімерного покриття шпалер від целюлозної основи на відомих, описаних пристроях була не можлива, тому було запропоновано свою конструкцію, описану в наступному розділі

2.1.2. Технічні характеристики дробарки-сепаратора ДС-150 для подрібнення і сепарації макулатури з полімерним покриттям.

Було розроблено сконструйоване разом з МПП «Імекс» і нами нове обладнання-дробарка для подрібнення та сепарації полімерної макулатури з полімерним покриттям, виробництва фіми «Синтра» в м. Калуш Івано-Франківської області, що зображено на рис. 2.5.[26]

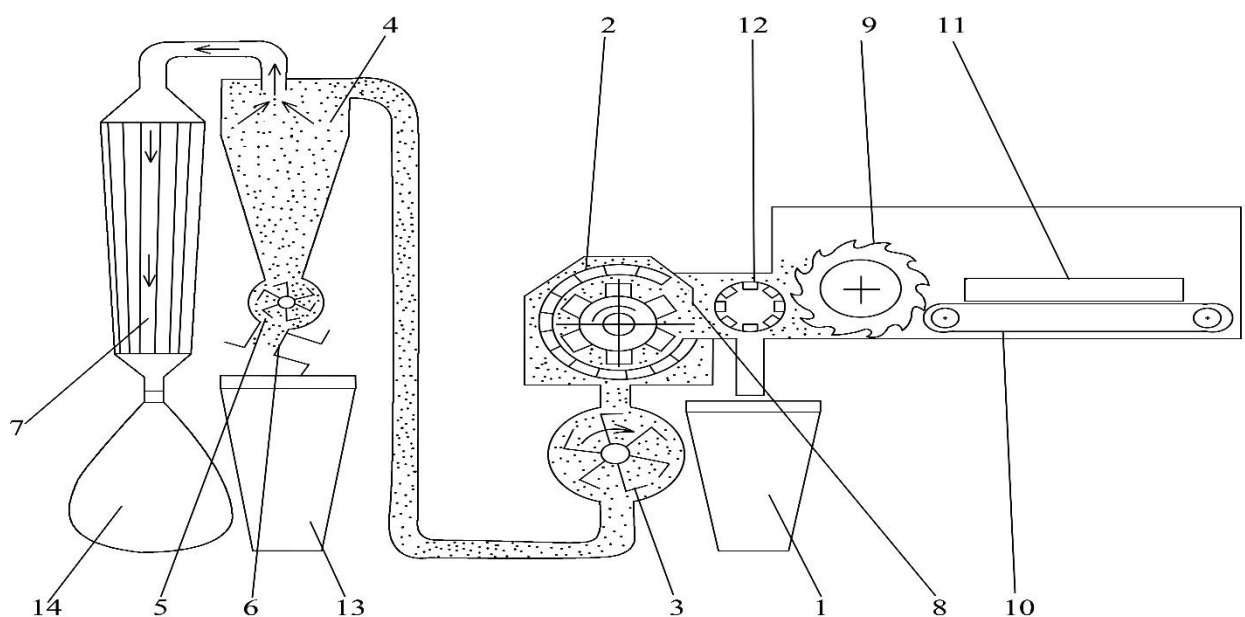


Рис. 2.5. ДС-150, Технічна схема комплексного подрібнювача целюлозовмісних відходів, макулатури і рулонів паперових шпалер з лакофарбовим покриттям: 1-бункер для металевих домішок, 2-дробильний

плоско-ножевий або молотковий барабан, 3-вентилятор, 4-циклон, 5-раструб, 6-шлюзовий затвір, 7-матерчатий фільтрувальний рукав, декілька -заслінка, 9-різально-рубальні ножі, 10-стрічка-конвер для подачі рулонів, 11-рулони паперу, 12- магнітний сепаратор 13-бункер для частинок лакофарбового покриття, 14-матерчатий мішок для целюлози.

Технічні характеристики універсальної дробарки сепаратора ДС-150 представлені в таблиці 2.2.

№	Тип УДС-150	Стационарна, двох модульна, 5-стадійна
1	Продуктивність за годину роботи (залежно від виду шпалер або паперу, їх вологості, розміру і співвідношення паперової основи і полімерного покриття на шпалерах і кількості фракцій), в кг/год.	50,0 -200,0
2	Маса не більше при комплектації електродвигунами, в кг	900-1000
3	Сумарна потужність і характеристики електродвигунів, кВт, в т.ч: 1) електродвигун первинної дробарки в кВт: 2) електродвигун вторинної дробарки в кВт: 3) електродвигун повітрорудки в кВт: 4) електродвигун сепаратора в кВт:	35.5-39,50 7.5-декілька x2=15-16 1декілька -20 2-2.5 0.55-1
4	Розмір та чистота розділених фракції подрібнених і сепарованих шпалер з покриттям(паперова основа(ПО):полімер(П)=50:50 1-паперова (флізелін) основа шпалер (целюлозне волокно, товщина :довжина-0,001:0,1 мм,% 2-полімерне (лако-фарбне) покриття шпалер, (част. d=0,1-2 мм, %	декілька 5-95 75-декілька 5
5	Ємність бункера дробарки, куб. м.	0,1
6	Габаритні розміри дробарки (довжина, ширина, висота):Розміри двох модулів в ряд, в цілому, мм Розміри первинного модуля: первинної і вторинної дробарок, мм Розміри вторинного модуля: сепаратора, повітрорудки і рукавного фільтра, мм	2500 x1300 x 2100 декілька 00 x1300 x 1300 2000 x 900 x 2100
7	Обслуговуючий персонал, працівників, чоловік.	1

декілька	Термін служби дробарки УДС-150, при дотриманні споживачем вимог «Технічного опису та інструкції по експлуатації», років.	1-2
9	Коефіцієнт готовності дробарки УДС-150, при дотриманні споживачем вимог «Технічного опису та інструкції по експлуатації», %	9декілька - 99

Таблиця 2.2. Дробарка з сепаратором ДС-150, 2-х модульна, 5 стадійна дробарка для подрібнення полімерної макулатури(макулатури) з полімерним покриттям і розділенням, сепаруванням окремо: паперу-целюлозної (флізеллінової) основи і полімерного покриття з додатковим сепаруванням, очищенням повітряного потоку від пилу

Новий технічний результат був отриманий нами від використання описаної дробарки ДС-150 було розширено асортимент відходів, що переробляються, целюлозно-паперового виробництва, іншої макулатури і у першу чергу рулонів бракованих шпалер з полімерним лакофарбовим покриттям. Ще одними технічними результатами нашого обладнання ДС-150 є підвищення повноти розділення волокна паперу від лакофарбової плівки покриття, при переробці паперових відходів з одно- і двостороннім плівковим лакофарбовим покриттям, а також зменшення пошкодження волокна. Окрім цього, з'являється можливість більш повного вилучення цінних речовин при переробці відходів, які містять майже чисту 90-95% целюлозу та саме лакофарбове покриття. Як результат здійснення цього процесу з паперових відходів (макулатури) з лакофарбовим покриттям (в тому числі шпалер) можна одержати 50-95% чистої целюлози та 5-50% твердих лакофарбових відходів, при цьому целюлозу можна використати для повторного одержання паперу, а лакофарбові відходи використовувати, як наповнювач для полімерних композицій та будівельних матеріалів.

Спосіб і обладнання ДС-150 запропоновані нами дають можливість зменшити кількість стадій технологічного процесу, зробити його у вигляді одного агрегату-дробарки з подачею, попередньою порізкою та вторинним подрібненням і розділенням двох фракцій целюлози і лакофарбового покриття,

що робить його менш трудомістким і більш компактним, високопродуктивним і екологічно чистим.

Запропоновані нами спосіб і обладнання ДС-150 дозволять підвищити якість і однорідність 2-х фракцій готового подрібненого продукту.

У нашому способі і обладнанні ДС-150 за допомогою суміщення ріжучої та ножової дробарки, циклону та рукавного фільтру, на першій стадії використовують рубально-ріжучу дробарку дискового типу з двома регульованими рубальними ножами і одним контрножем, швидкість обертання дисків яких 500-1000 об./хв., що дозволяє порушити цілісність поверхні лакофарбової плівки і паперу-основи з одночасним частковим розшаруванням плівки і паперу-основи та їх розподілом на фрагменти. З одержанням первинної фракції подрібнених паперових відходів з розміром частинок 3-40 мм.

Обладнання запропоноване нами ДС-150 на другій стадії використовують плоско-ножову або роторно-молоткову дробарку зі швидкістю обертання 1500-3000 об./хв., це дозволяє розділити паперовий (целюлозний) шар від лакофарбового покриття та одержати частинки з розмірами 0,01-2 мм. Структура паперу-основи розпушується одночасно, що дозволяє волокнам набрякати при наступній обробці і відповідно знизити адгезійні сили між волокнами паперу та поверхнею лакофарбової плівки.

У обладнанні ДС-150 для переробки та сепарації паперових відходів і макулатури з лакофарбовим покриттям на третій стадії сепарацію в повітряно-матеріальному потоці проводять в центробіжному циклоні, де виділяють першу фракцію — лакофарбове покриття з розмірами частинок 0,1-2 мм, та з допомогою матерчатого рукавного фільтру уловлюють другу фракцію — целюлозно-волокнисту основу з розпушеного паперу з розмірами волокна при співвідношенні товщини волокна до його довжини як 1:10-100, при цьому відділяють повітряний потік і очищають його від відходів.

Авторами обладнання ДС-150 було встановлено, що оснащення комплексної дробарки шляхом суміщення, рубально-ріжучими дисками, ріжучо-молотковими ножами та сепаруючими пристроями, в якості якого суміщено

використовують центробіжну подачу в циклон і потім в рукавний матерчатий фільтр, призводить до посилення синергічної дії всіх цих пристроїв на подрібнювальний матеріал. Як наслідок збільшується інтенсивність подрібнення і однорідність 2-х фракцій подрібнених частинок, розділеного лакофарбового покриття від паперової основи.

Тому, при переробці відходів запропонованим сухим способом немає шкідливих газів і пилових викидів в атмосферу та скидання стічних вод у водойми, а також запропонований спосіб є універсальним для переробки відходів целюлозно-паперового виробництва, макулатури та рулонів шпалер з лакофарбовим покриттям тому забезпечує їх комплексну утилізацію в рамках одного сучасного промислового комплексу та екологічну безпеку виробництва в цілому.

Здійснений спосіб на обладнанні ДС-150-універсальної дробарки-сепаратора, для утилізації та переробки целюлозовмісних та паперових відходів з лакофарбовим покриттям здійснюють наступним чином.

Стрічковим-конвеєром подають рулони шпалер з полімерним лакофарбовим покриттям, комплексного подрібнювача, розміщеного над попереднім рубально-ножевим подрібнювачем, перпендикулярно до двох ножів і одного контрножа (декілька лопастей), що прикріплені до ротора є розміщеними на його поверхні в шаховому порядку. Далі подрібнені частинки через з'єднувальний канал подаються на вторинний дробильний барабан ножового або молоткового типу, вихідний канал, в ньому встановлений відцентровий вентилятор.

Відцентровий вентилятор, з'єднаний з дробильним барабаном через центральний осевий отвір, що перекривається барабаном ножів або молотків в осьовому напрямку.

Під час роботи комплексного пристрою макулатуру і паперові відходи подрібнюють шляхом розривання і різання паперу у вторинному подрібнювачі ножового або молоткового типу при 1500-3000 об./хв., практично без скорочення волокон це забезпечує високу якість подрібнених волокон целюлози, що використовується для виготовлення паперу. Для того, щоб полегшити розділення

розпушеного паперу (целюлози) від лакофарбового покриття комплексний пристрій для подрібнення обладнаний циклоном, де відділяються важкі частинки лакофарбового покриття, а також рукавним матерчатим фільтром, де відділяються легші частинки відходів волокна целюлози, з розмірами волокна при співвідношенні товщини волокна до його довжини як 1:10-100, при цьому повітряний потік, який виходить через пори матерчатого рукавного фільтру очищають від відходів і паперового мішка для приймання целюлози.

Використання ДС-150 здійснювалось наступним чином. На стрічковий конвеєр комплексного подрібнювача подавались браковані рулони полімер вмісної макулатури з полівінілхлоридним лакофарбовим покриттям червоного кольору. Довжина шпалер або інших рулонів паперу не повинна бути більшою 1500-2000 мм, а розмір не повинен перевищувати в діаметрі 100-150 мм., кількість рулонів не більше 2 шт. Після вмикання первинного і вторинного подрібнювачів, вмиканням відповідних електродвигунів та передачі крутячого моменту на осі обох дробарок та центробіжного вентилятора клино-ремінною передачею, включають подаючий механізм стрічкового контейнера. Після того як відбулось проходження рулонами шпалер первинного подрібнювача дробарки рубально-ножового типу з кількістю обертів валу 1000 об./хв., утворюються частинки розірваного та розрізаного паперу з розміром 3-30 мм. Частинки, що отримались одразу поступають в приймальний пристрій бункеру вторинної дробарки ножового типу з кількістю обертів валу 3000 об./хв. Після цього частинки відходів, пройшовши сито навколо периметру дробарки, втягуються з низу дробарки осевим входом центробіжного вентилятора (3000 об./хв.) і відповідно подаються на сепарацію і розділення на фракції в напрямку дотичної осі циклона. В циклоні відділяють в нижній частині конічного корпусу важкі і більші частинки лакофарбового покриття з розміром 0,1-2 мм червоного кольору. Повітряний потік з верхньої частини циклона разом з меншими частинками розпушеного паперу-целюлози білого кольору, поступає в рукавний матерчатий фільтр, при цьому відділяють повітряний потік і очищають його від відходів він виходить через пори матерчатого рукавного фільтру і пори

паперового мішка для приймання целюлози з розмірами волокна при співвідношенні товщини волокна до його довжини як 1:100. Унаслідок утворюються дві фракції відходів. Одна складається в основному з червоних частинок відходів лакофарбового покриття з вмістом останнього 50% мас., що відділяються взнизу циклона, а також 50% мас. білих частинок волокна чистої целюлози (90%), розпушеного паперу, що відділяються в рукавному, матерчатому фільтрі.

Браковані рулони паперових шпалер з лакофарбовим водоемульсійним покриттям зеленого кольору подаються на стрічковий конвеєр комплексного подрібнювача. Розміри шпалер або інших рулонів паперу не перевищують в діаметрі 100-150 мм., довжина більша 1500-2000 мм., кількість рулонів не більше 2 шт. Після вмикання первинного і вторинного подрібнювачів, вмиканням відповідних електродвигунів та передачі крутячого моменту на осі обох дробарок та центробіжного вентилятора клино-ремінною передачею, включають подаючий механізм стрічкового конвеєра. Після того як відбулось проходження рулонами шпалер первинного подрібнювача дробарки рубально-ножового типу з кількістю обертів валу 750 об./хв., утворюються частинки розірваного та розрізанного паперу з розміром 3-20 мм. Отримані частинки відповідно одразу поступають в приймальний пристрій бункеру вторинної дробарки молоткового типу з кількістю обертів валу 2500 об./хв. Після цього, пройшовши сито навколо периметру дробарки, втягуються знизу дробарки осевим входом центробіжного вентилятора (2500 об./хв.) та подаються на сепарацію і розділення на фракції в напрямку дотичної осі циклона. В циклоні відділяють в нижній частині конічного корпусу важкі і більші частинки лакофарбового покриття з розміром 0,05-1 мм зеленого кольору. З верхньої частини циклону повітряний потік разом з меншими частинками розпушеного паперу-целюлози білого кольору, поступає в рукавний матерчатий фільтр, при цьому відділяють повітряний потік і очищають його від відходів, який виходить через пори матерчатого рукавного фільтру і пори паперового мішка для приймання целюлози з розмірами волокна при співвідношенні товщини волокна

до його довжини як 1:50. Утворюються дві фракції відходів. Одна складається в основному з зелених частинок відходів лакофарбового покриття з вмістом останнього 25% мас., які відділяються знизу циклона, а також 75% мас. білих частинок волокна чистої целюлози (93%), розпушеного паперу, що відділяються в рукавному, матерчатому фільтрі

З друкованих видань журналів та газет макулатура з лакофарбовим друкованим покриттям різного кольору подається на стрічковий конвеєр комплексного подрібнювача. Кількість макулатури по об'єму не перевищує 0, декілька м³., відповідно до об'єму бункеру для прийому відходів комплексного подрібнювального пристрою. Після включення первинного і вторинного подрібнювачів, шляхом включення відповідних електродвигунів та передачі крутячого моменту на осі обох дробарок та центробіжного вентилятора клино-ремінною передачею. Після того як відбулось проходження макулатури первинного подрібнювача дробарки рубально-ножового типу з кількістю обертів валу 500 об./хв., утворюються частинки розірваного та розрізаного паперу з розміром 2-10 мм. Частинки, що отримались одразу поступають в приймальний пристрій бункеру вторинної дробарки молоткового типу з кількістю оборотів валу 1500 об./хв. Після цього, частинки відходів, пройшовши сито навколо периметру дробарки, втягуються знизу дробарки осевим входом центробіжного вентилятора (1500 об./хв.) і подаються на сепарацію і розділення на фракції в напрямку дотичної осі циклона. В циклоні нижній частині конічного корпусу відділяють важкі і більші частинки лакофарбового покриття з розміром 0,01-0,1 мм сірого кольору. З верхньої частини циклону повітряний потік разом з меншими частинками розпушеного паперу-целюлози білого кольору, поступає в рукавний матерчатий фільтр, тому відділяють повітряний потік і його очищають від відходів він виходить через пори матерчатого рукавного фільтру і пори паперового мішка для приймання целюлози з розмірами волокна при співвідношенні товщини волокна до його довжини як 1:30. Утворюються дві фракції відходів. Одна складається в основному з сірих частинок відходів лакофарбового покриття з вмістом останнього 5% мас., що відділяються знизу

циклона, а також 95% мас. білих частинок волокна чистої целюлози (95%), розпушеного паперу, що відділяються в рукавному, матерчатому фільтрі.

Таблиця 2.3. Результати подрібнення целюлозовмісних відходів паперу з лакофарбовим покриттям

№ прикладу	Вид Відходів	К-ть (швидкість) обертів первин. дробарки	К-ть (швидкість) обертів. вторин. дробарки	Розмір частинок відходів первин. дробарки	Співвідношенні товщини волокна до його довжини	Вихід частинок лакофарбових відходів	Вихід частинок лакофарбових відходів волокна чистої целюлози
Розм	-	об./хв.	об./хв.	мм	1:	%	%
Прототип пат. РФ	Вологостійкий картон (5% пол.)	2 декілька -40	1000-3000	50x50	1-10	1-2	10-20
№1	Вініл. Шпалери	1000	3000	3-30	1:100	50	50
№2	Папер. Шпалери	750	2500	3-20	1:50	25	75
№3	Макулатура	500	1000	2-10	1:30	5	95

2.2. Целюлозні волокна одержані з полімерної макулатури та спосіб їх модифікування.

Гідрофобізацію волокон целюлози одержаних з полімер вмісної макулатури здійснювали за допомогою силіконової оливи (поліметилсилоксан-ПМС-100), гексаметилендисилазану, диметилдихлорсилану та триметилхлорсилану. Волокна целюлози перед обробкою замочували у 10-15%-му розчині лугу (натрій гідроксиду) протягом 1 години. Після замочування в лузі волокна занурювалися у розчин гідрофобізатора. Суміш етанолу застосовувався як розчинник, бензину «Галоша» та води у співвідношенні 4:5:1. Волокна витримувалися в гідрофобізуючому розчині протягом 2 год., а потім їх

просушували у сушильній шафі при температурі $150 \pm 5^\circ\text{C}$. Після чого визначали водо- та волого поглинання волокон до та після обробки.

По ГОСТ 12730.3-7 визначали водо поглинання [10]. Поміщали зразки у ємність, наповнену водою так, щоб рівень води в ємності був вище верхнього рівня покладених зразків приблизно на 50 мм. Укладали зразки так, щоб висота зразка була мінімальною. В ємності температура води повинна бути $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Зважували зразок через кожні 24 год водопоглинання на звичайних або гідростатичних вагах з похибкою не більше 0,1%. Масу води, що витекла з пор зразка на чашку ваг включали в масу насиченого зразка. Проводили випробування доти, поки результати двох послідовних зважувань будуть відрізнятися не більше ніж на 0,1%.

Згідно ГОСТ 164декілька 3.19-72 визначали волого поглинання [11]. В бюксах висушували зразки до абсолютно сухого безводного стану згідно з вимогами ГОСТ 164декілька 3.7-71 і зважували з похибкою не більше 0,001 г. Насичений розчин соди наливають на дно ексикатора. Бічною поверхнею встановлюють зразки на вставку ексикатора так, щоб вони не торкалися один одного і стінок ексикатора, закривають кришкою і витримують при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$. У бюксах періодично зважують зразки з похибкою не більше 0,001 г, через добу проводять перше зважування.

Волокна целюлози, які не модифіковані застосовували для приготування композиції для виробництва азбестоцементної плити. З суміші з азбесту різних марок готували композицію, ці волокна розпушували, перемішуючи старанно з цементуючими речовинами у воді до одержання гомогенної маси, потім в яку вводили додаткову кількість від 1 до 9% вторинної волокнистої целюлози ($L=0,1\text{ см}$, $D=0.001\text{ мм}$), одержаної з подрібнених відходів рулонів шпалер та воду для одержання азбестоцементної суспензії. Формували з цієї суспензії азбестоцементні листи з видаленням більшої частини води та придання листам потрібного розміру та форми, пресування, твердіння в'язучого компоненту, що міститься у виробі, під час процесу він набуває необхідної механічної міцності.

2.3. ІЧ-спектроскопія, термогравіметричний аналіз целюлозних волокон та полівінілхлоридного покриття з полімер вмісної макулатури.

Складається диференціальний термічний аналіз (ДТА) з нагріву проби, що аналізується та термічно інертного еталонного взірця. В 2-х окремих комірках відбувається нагрівання, в одному загальному нагрівальному блоці. Швидкість нагрівання для обох взірців однакова. При цьому, за допомогою диференціальної термопари реєструється різниця температур взірців. Супроводжуються фізичні або хімічні зміни, зміною температури проби відносно еталону. Відображає ці зміни графік різниці температур взірця і еталону від середньої температури.

Базується термогравіметричний аналіз (ТГА) на нагріві взірця з контролюємою швидкістю в реакційній атмосфері або інертній при безперервній реєстрації його ваги. Відбувається зміна ваги внаслідок випаровування, або хімічних процесів, що протікають при нагріванні. Тому в результаті будується графік залежності ваги взірця від температури. Термогравіметричний метод аналізу застосовувався для визначення термічної стабільності матеріалів та для аналізу складних сумішей речовин.

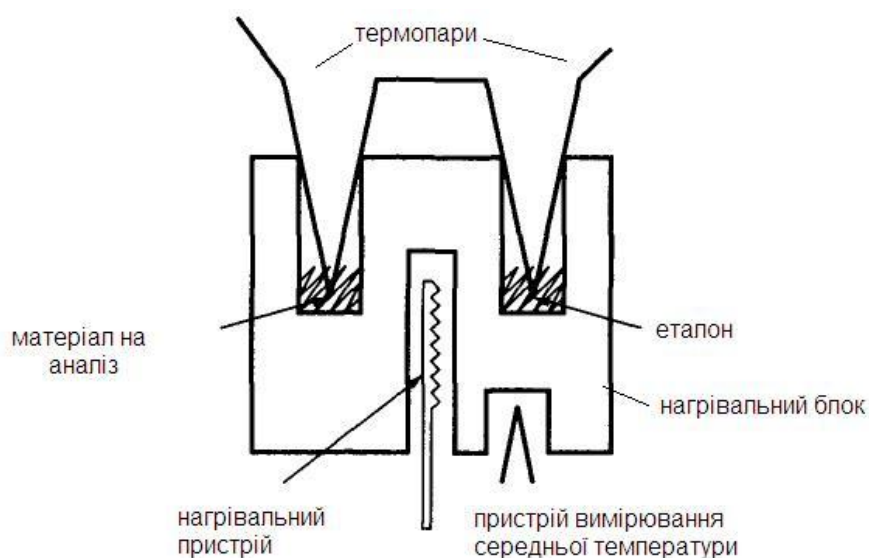


Рис. 2.6. - Принципова схема приладу для ДТА аналізу

Проводились термогравіметричні дослідження за допомогою дериватографа марки Q-1500 фірми MOM (Угорщина) з комп'ютерною реєстрацією даних в області температур 15-1000 °С. У всіх вимірах параметри вимірювань були

однаковими: ТГ – 500; ДТА – 250 мкВ; ДТГ – 500 чутливість; 50 мг; швидкість нагріву – 10град./хв. Нагрівали зразки в керамічному тиглі, для всіх наважка вимірювань складала $50,55 \pm 0,45$ мг. Реєстрували одночасно криві ДТА, ТГ і ДТГ.

З використанням спектрометра Thermo Nicolet Nexus FT-IR (співвідношення зразок : KBr = 1 : 10) реєстрували спектри дифузного відбиття в інтервалі 4000-400 cm^{-1}

РОЗДІЛ 3.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Результати по подрібненню та сепарації відходів полімер вмісної макулатури.

Браковані рулони шпалер за розробленою технологією [4], що є твердими відходами ТзОВ «Синтра» подрібнювалися на двох типах дробарок. Перший етап: відходи рулонів шпалер направлялися у дробарки рубально-ріжучого типу, де вони лише розрізались, а вже на другому етапі відходи перероблялись в дробарках барабанного типу, у яких відбувалося відділення волокон основи від полімерного покриття. Проводилися дослідження як на промислових установках так і в лабораторних умовах. Розділення паперових целюлозних волокон від полімерного покриття відбувалося на ситах з різним діаметром отворів в лабораторних умовах.

Перший етап: відходи, що пройшли рубально-ріжучу дробарку фракціонувалися для визначення розміру частинок, що утворилися. На даному етапі целюлоза не відділяється від полімерного покриття.

Основна кількість частинок шпалер на першому етапі подрібнених на спеціально сконструйованій дробарці в лабораторних умовах має площу 5-15 см² (Рис. 3.1(а)). Після першого етапу подрібнення на промисловій дробарці рубально-дискового типу МРД-1000 розміри частинок більші ніж одержані у лабораторних умовах і складали від 20 до 100 см² і більше (Рис. 3.1(б)), що пов'язано з різною конструкцією та продуктивністю промислової і лабораторної дробарки.

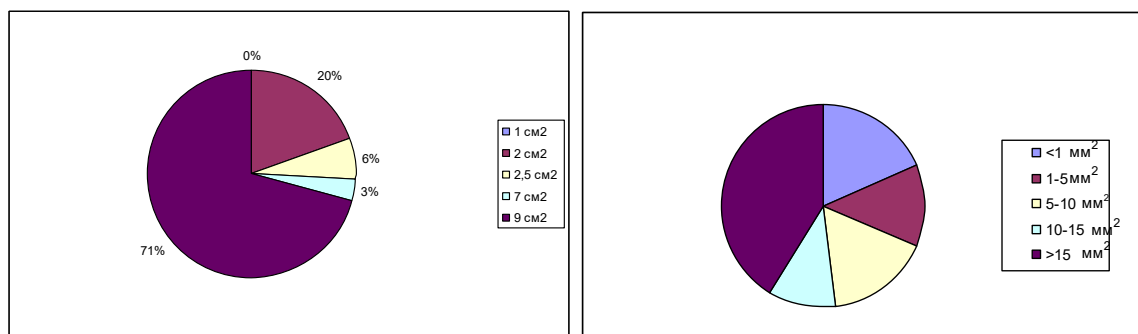


(a)

(б)

Рис. 3.1. Фото частинок шпалер з покриттям після першого подрібнення в лабораторних (3.1.а) та промислових умовах (3.1.б) на дробарках рубально-ріжучого типу.

Потім всі дослідження проводили на універсальній дробарці сепараторі УДС-150. На рис.3.2. (а, б) зображені кругові гістограми розподілу частинок по площі після лабораторного подрібнення відходів рулонів шпалер на дробарках різного типу. Як видно з рисунку 3.2.(а), при використанні дробарок рубально-дискового типу утворюються до 72% і більше частинок великих розмірів 2,5-9 см². Тоді ж при використанні дробарок диско-ножевого типу ми одержали частинки менших розмірів до 60% з розмірами 0,1-1,5 мм². На даному етапі ще не проводили розділення частинок полімерного покриття від волокон целюлози-паперової основи.



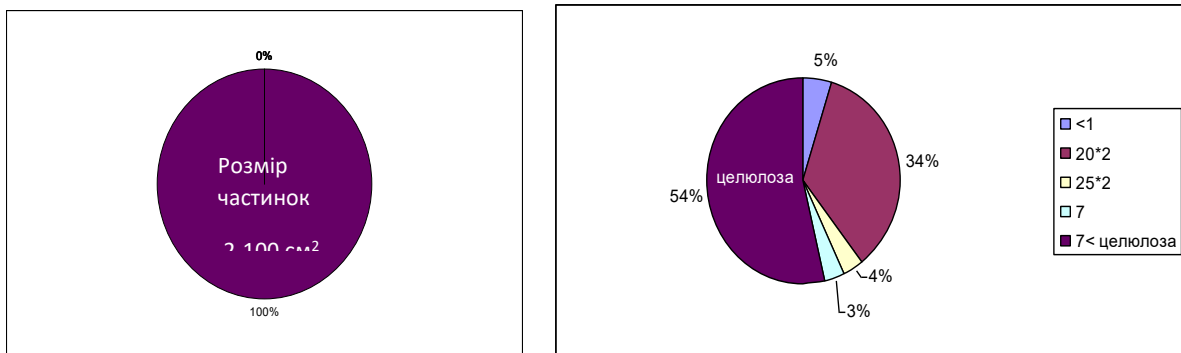
(а) 1-ий етап подрібнення

(б) 2-ий етап подрібнення

Рис. 3.2 - Кругова діаграма масового розподілу частинок рулонів шпалер подрібнених у лабораторних умовах на дробарках рубально-дискового (1-ий етап подрібнення) та диско-ножевого типу (2-ий етап подрібнення) Для того, щоб встановити кращу ефективність відділення целюлозних волокон в лабораторних умовах вивчалися такі параметри як різна загрузка дробарки (повна та неповна загрузка робочої камери) та час подрібнення [5]. Найкраща ефективність роботи дробарки спостерігається як встановлено тоді коли вона завантажена на половину. Ефективність відділення целюлози у диско-ножовій дробарці залежить від часу подрібнення, при зростанні часу подрібнення, ефективність відділення целюлози зростала, проте при досягненні 5 хв. кількість та якість відділеної целюлози не змінюється. Досліджувався оптимальний час у

лабораторних умовах обробки шпалер у ножовій дробарці. В таких умовах найефективніше подрібнення здійснюється протягом 5 хв. подрібнення. Обробки волокна при меншому часі обробки не повністю відділяються від полімерного покриття, а при більшому кількість целюлози не збільшується, тому проводити цей процес є економічно не вигідним більше 5 хв.

На першому етапі подрібнення в промислових умовах (рис.3.3.а.) утворюються частинки розміром 2-100 см², рис. 3а, що полегшує транспортування і перенесення таких відходів у дробарку другого етапу.



(а) 1-ий етап подрібнення

(б) 2-ий етап подрібнення

Рис. 3.3. Кругова діаграма масового розподілу частинок рулонів шпалер подрібнених у промислових умовах на дробарках рубально-дискового типу МРД-1000 (1-ий етап подрібнення) та рубально-барабанного типу МРБ-3 (2-ий етап подрібнення) (розмір частинок зазначено у мм в залежності від розміру сита) На другому етапі після подрібнення на дробарках дисково-ножового та рубально-барабанного типу частинки подрібнених шпалер з нерозділеними частинками та целюлозного волокна паперу рис. 3а, за для визначення ефективності розділення відходи фракціонувалися за допомогою чотирьох сит з діаметром отворів 1<, 20×2, 25×2 та >7 мм. Одержували п'ять фракцій. Маса фракції з найбільшим розміром частинок >7 мм -54%, складалася з відділених волокон целюлози, а найдрібніша фракція 1< мм складалася з шматочків полімерного покриття. Суміш не відділених шматочків покриття різного розміру містили три проміжні фракції.

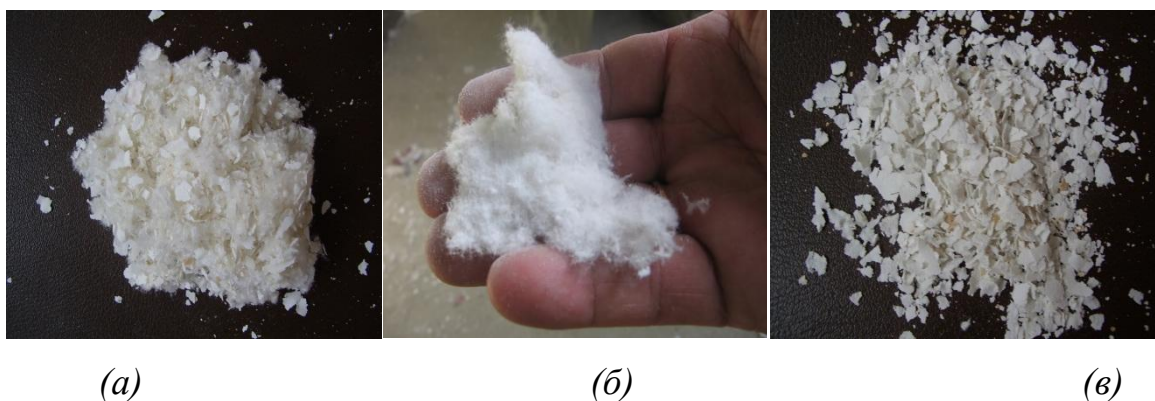


Рис.3.4. Фото нерозділених подрібнених целюлозних волокон (3.4.а) відділеного полімерного покриття (3.4.в) та відділених целюлозних волокон (3.4.б), при переробці одержаних відходів рулонів шпалер шляхом сухого безводного подрібнення з фракціонуванням та розділенням паперової основи і полімерного покриття в промислових масштабах.

На промислових установках при подрібненні кількість відділеної целюлози збільшується до 60-75% у порівнянні з лабораторними випробуваннями.



Рис. 3.5. - Кругова гістограма масового розподілу частинок волокна целюлози з паперової основи шпалер та полімерного покриття після вторинного промислового подрібнення полімер вмісної макулатури.

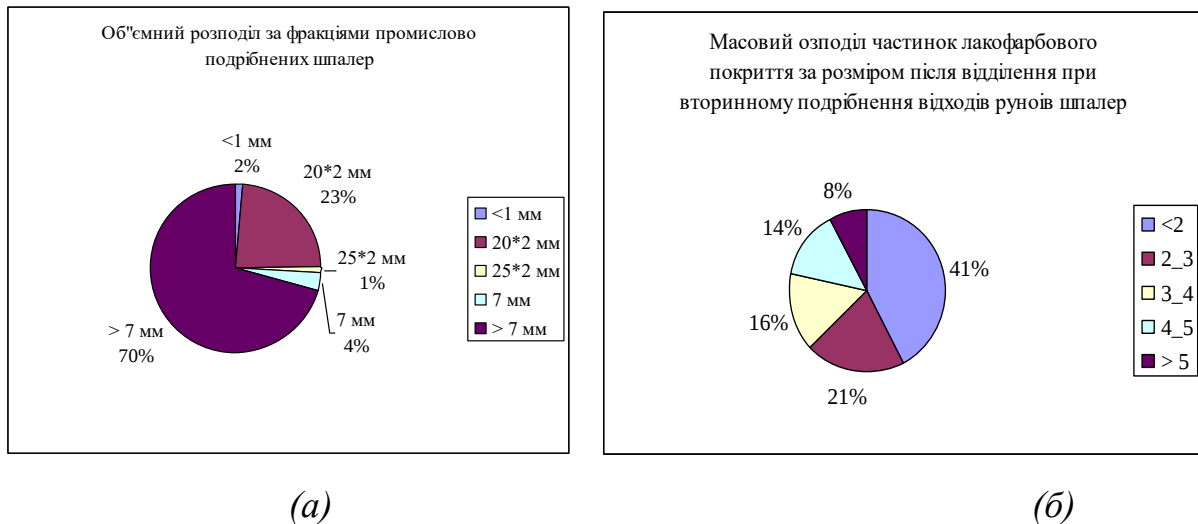


Рис.3.6. - Кругові діаграми об'ємного розподілу частинок промислово подрібнених і фракціонованих полімерної макулатури(3.6.а) та масового розподілу відділено полімерного покриття(3.6.б) на цих шпалерах.

Промислове подрібнення при цьому показало ефективність двох стадійного подрібнення з фракціонуванням та уловленням окремо волокон целюлози та частинок полімерного покриття з подрібнених рулонів шпалер в спеціально сконструйованих циклоні і матерчатому фільтрі. Об'ємний вміст фракції волокон відділеної целюлози збільшувався з 50% для лабораторного до 75% для промислового, а розмір частинок - покриття коливався з 1 до 5 мм. Селективність розділення та відділення цих двох фракцій паперової основи-волокон целюлози та частинок полімерного покриття один від одного складала 90-95% по чистоті.

Відділені волокна целюлози від полімерного покриття на поверхні шпалер, можуть бути надалі використанні. Гідрофобізацію волокон целюлози, одержані з полімер вмісної макулатуриздійснювали за допомогою силіконової оливи (ПМС-100), гексаметилендисилазану, диметилдихлорсилану та триметилхлорсилану. Волокна целюлози перед обробкою замочували у 10-15%-му розчині лугу (натрій гідроксиду) протягом 1 години. Після замочування в лузі волокна занурювалися у розчин гідрофобізатора. Застосовувалася як розчинник суміш етанолу, бензину «Галоша» та води у співвідношенні 4:5:1. В розчині гідрофобізуючому волокна витримувалися протягом 2 годин, а потім їх просушували у сушильній шафі при температурі $150 \pm 5^\circ\text{C}$.

Випробування таких волокон були проведені у якості армуючого наповнювача в складі композиції для азбестоцементного шиферу, замість целюлозних або ПВА волокон за рахунок зменшення кількості азбесту в шифері, на ВАТ «Івано-Франківськцемент». Під час формування листів азбесту з додаванням вторинної целюлози, з відходів рулонів шпалер, замість природної целюлози, були одержані наступні технологічні параметри: вологість накату листа шиферу – 25%; об’ємна вага сирого листа шиферу – 1,52 г/см³, концентрацію відходячих з ванн вод в с/ц – 3,0; 3,9; 4,9. Під час формування листів параметри з додаванням природної целюлози складали: вологість накату листа шиферу – 22-24%; об’ємна вага сирого листа шиферу – 1,52 – 1,54 г/см³, концентрацію виходячи з ванн вод в с/ц – 3,0. Всі параметри вкладались в норми. Випробування показали, що навіть не фракціоновані подрібнені відходи виробництва шпалер з покриттям можуть бути використані в складі азбестоцементного шиферу до 5-10-15% мас.. Фізико-механічні та технологічні властивості азбестоцементного шиферу при цьому не погіршуються, але зменшується вміст інших добавок в шифері в тому числі азбесту, а за рахунок значно зниженої ціни на ці целюлозні відходи подрібнення шпалер, в порівнянні з ціною на вказані природні добавки і навіть азбест, можна отримати значний економічний ефект, а також зменшити токсичність не безпеку використання азбестоцементного шиферу для оточуючого середовища.

Целюлоза розпушена, одержана з відходів рулонів шпалер ТзОВ «Синтра» м. Калуш, була випробувана на промисловій установці для одержання листів азбестоцементного шиферу. На поверхні азбестоцементного шиферу (рис.3.7(а)) практично непомітно включень полімерного покриття, а після фарбування поверхні шиферу в темні тони фарби включення частинок взагалі стають абсолютно не помітними.

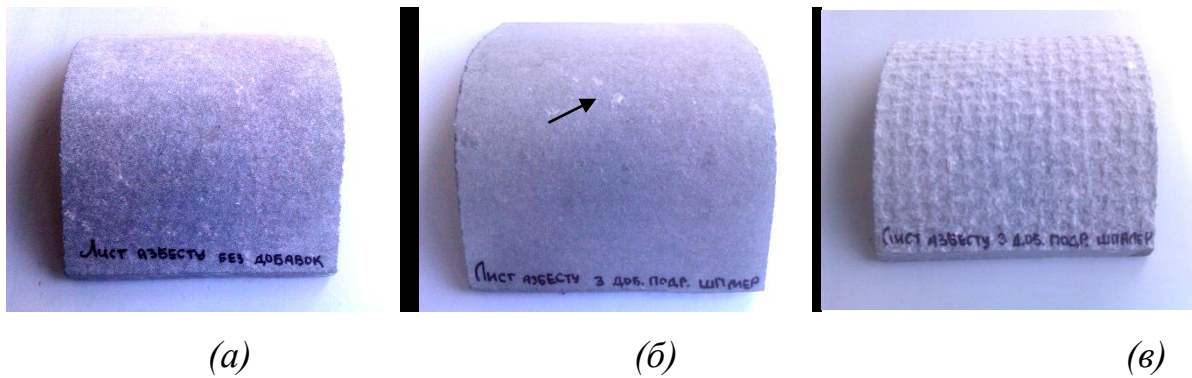


Рис.3.7. Фото поверхні зразків азбестоцементного шиферу без використання 3.7.а, та з використанням в складі до 5% вторинної целюлози з подрібнених та не розділених від -покриття паперових шпалер 3.7.б, 3.7.в.

Фізико-механічні результати випробувань листів азбестоцементного шиферу одержаних з розпушеними целюлозними волокнами, одержаними з подрібнених відходів рулонів шпалер наведені в табл. 3.1 (зразки 1,2,3 – виготовлені з додаванням целюлози одержаної з полімер вмісної макулатури, зразки 4,5- одержані за технологією виробництва з використанням звичайних волокон природної целюлози). Тому листи, хоч і поступаються за фізико-механічними параметрами листам виготовленим зі стандартних матеріалів, але відповідають і вкладаються в параметри технічних умов для листів азбоцементного шиферу та можуть використовуватися у будівельній промисловості.

Часткове зниження фізико-механічних параметрів азбестоцементного шиферу представлених з виготовленого на основі целюлозних волокон з відходів подрібнених шпалер в порівнянні з цементним шифером на основі природної целюлози, пов'язане на нашу думку з частковим скороченням довжини волокон целюлози у процесі механічної обробки полімерної макулатури на паперовій основі, а також з неврегульованим розміщенням самих волокон та залишками в ньому до 5-10-15% частинок, в складі азбестоцементного шиферу, а також правильною формою волокон в порівнянні з ПВА –волокнами.

Таблиця 3.1. – Фізико-механічні властивості листів азбестоцементного шиферу одержаного з використанням целюлозних волокон та з полімерної макулатури

Назва показника	Одиниці вимірювання	Норма	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5
			Зразки одержані з додавання волокон одержаних з полімер вмісної макулатури			Зразки з додаванням природної целюлози	
Планкове навантаження (7 днів)	Н/м	не менше 2500	Здекілька 26	3753	40декілька 2	4262	45декілька 4
Планкове навантаження (14 днів)			3309	3565	3104	4262	45декілька 4
Планкове навантаження (2декілька днів)			355декілька	3474	34декілька 7	4262	45декілька 4
Границя міцності при згині(7 днів)	МПа	не менше 160	206,9	211,3	231,1	175,5	21декілька , 6
Границя міцності при згині(14 днів)			169,7	157,4	175,6	175,5	21декілька , 6
Границя міцності при згині(2декілька днів)			166,4	161,4	146,9	175,5	21декілька , 6
Момент згину (7 днів)	Н/м	не менше 40	79,3	декілька 3,0	декілька 5,5	76,2	90,0
Момент згину (14 днів)			6декілька ,7	67,2	62,1	76,2	90,0
Момент згину (2декілька днів)			63,3	70,6	63,3	76,2	90,0
Об'ємна вага (14 днів)	г/см ³	не менше 1,6	1,64	1,64	1,64декілька	1,669	1,765
Об'ємна вага (2декілька днів)			1,67	1,6декілька 9	1,6декілька 1	1,669	1,765
Ударна в'язкість(7 днів)	кДж/м ²	не менше 1,4	1,9	1,декілька а	1,декілька 7	2,19	2,22
Ударна в'язкість (2декілька днів)			1,декілька декілька	1,декілька а 2	1,декілька 7	2,19	2,22

Таблиця 3.1. Фізико-механічні властивості листів азбестоцементного шиферу одержаного з використанням целюлозних волокон та з полімерної макулатури

При тому для покриття, відділеного від паперової поверхні подрібнених шпалер на промислових дробарках спостерігається більша чистота (90-95%) відділення від паперу, ніж на лабораторних.

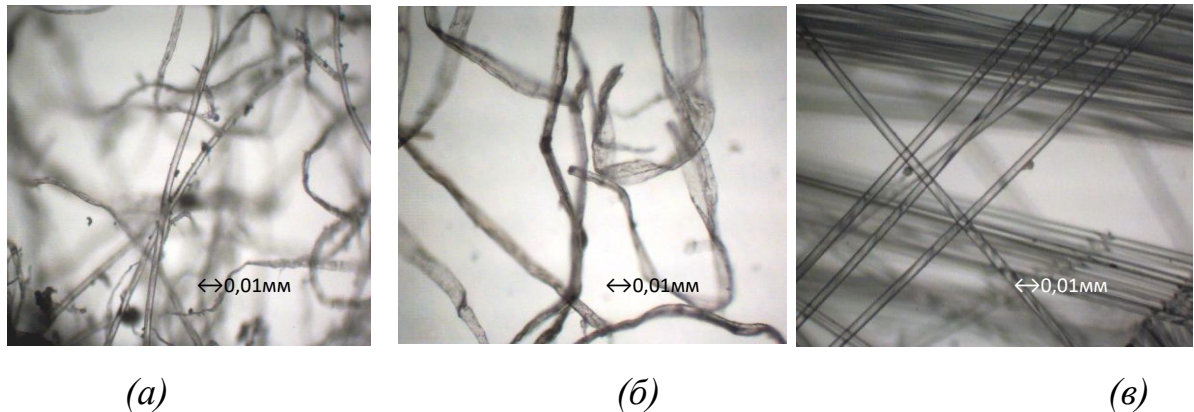
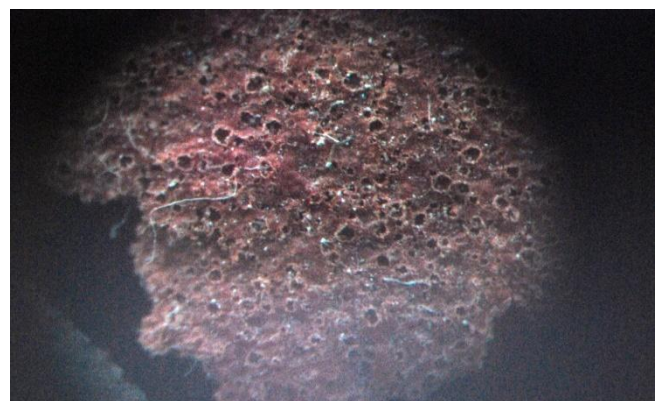


Рис.3. декілька . Мікрофото волокон целюлози, одержаних при подрібненні полімер вмісної макулатури, та природних волокон паперу, та ПВА волокна, що використовуються на ВАТ “Івано-Франківськцемент” для одержання а

з Розмір волокон целюлози $L=0,1-10$ см, $D=0.01-0.1\text{mm}$. За допомогою б Мікроскопа РВ-3320 (з масштабом 1:100) зроблені фото де видно, що в складі є залишається до 20% залишкових волокон целюлозної основи подрібнених шпалер.



(a)



(б)

Рис.3.9. Фото частинок полівінілхлоридного- полімерного покриття, відділеного від поверхні паперових шпалер в ході переробки відходів рулонів шпалер шляхом сухого безводного подрібнення з фракціонуванням та розділенням паперової основи і полімерного покриття в промислових (рис.3.9.а) і лабораторних (рис.3.9.б) умовах.

р
у
.

3.2. ІЧ-спектроскопія та ДТА аналіз целюлозних волокон.

Припущення про додаткове скорочення довжини, та розшаруванню целюлозних волокон при їхньому сухому механічному подрібненні в складі відходів рулонів шпалер підтверджується ІЧ- та термогравіметричними дослідженнями волокон одержаних з відходів рулонів шпалер та волокон, що використовуються для виготовлення листів.

Пов'язана широка смуга поглинання в області 3350 см^{-1} ІЧ-спектру целюлози з валентними коливаннями гідроксильних груп, які включені у водневі зв'язки. Спостерігаються валентні коливання С-Н зв'язків метиленових та метильних груп целюлози у області $2900\text{-}2\text{декілька } 00\text{ см}^{-1}$. Валентні коливання в спектрі модифікованої целюлози накладаються на поглинання груп CH_3 , які входять до диметилсилільного покриття волокон целюлози, це приводить до збільшення інтенсивності смуг поглинання частоти 2900 см^{-1} за рахунок того, що на поверхню целюлози прививаються додаткові групи CH_3 при взаємодії модифікатора диметилдихлорсилана з поверхневими групами целюлози. У спектрі при частотах $1470\text{-}1430\text{ см}^{-1}$ та $13\text{декілька } 0\text{-}1370\text{ см}^{-1}$ також проявляється коливання С-Н зв'язків. Зменшення інтенсивності смуги поглинання модифікованої целюлози у порівнянні з немодифікованою може бути пов'язане зі зменшенням ступеня кристалічності целюлози у результаті проведення хімічної модифікації.

С ефірних зв'язків циклічної структури целюлозних волокон, для природної не подрібненої целюлози вона значно інтенсивніша, ніж для подрібнених волокон целюлози як варіант це пов'язано з розривом цих зв'язків під час подрібнення целюлози, як показано на схемі реакції №2. В той же час ця смуга сильно зміщується до $1125\text{-}1025\text{ см}^{-1}$ і зростає в інтенсивності на 20 - 30% при взаємодії модифікатора диметилдихлорсилана з поверхневими целюлозними -С-ОН групами, що утворюються при розриві зв'язків целюлозних залишків шестичленних циклів.

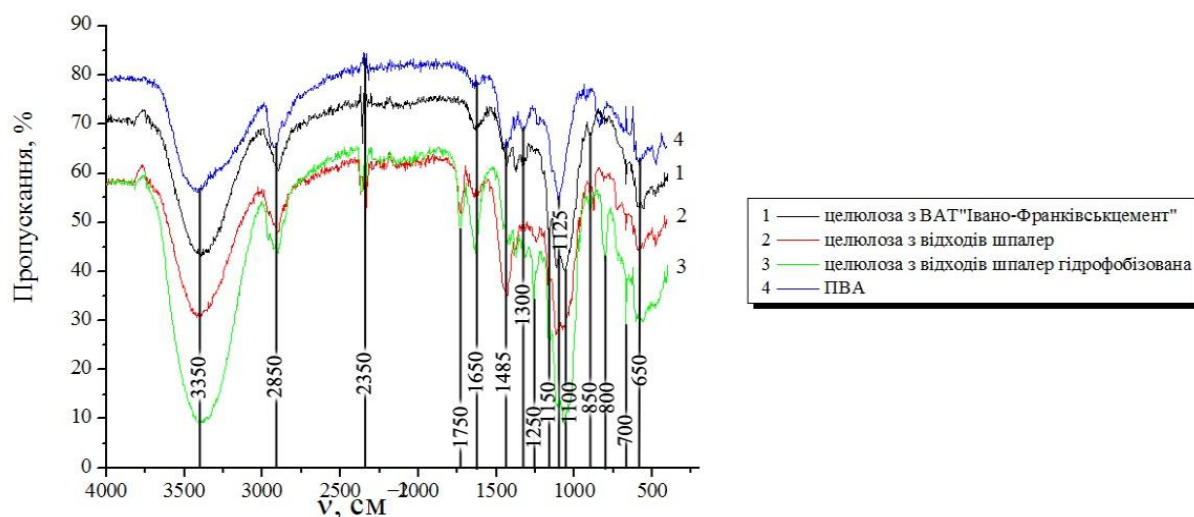


Рис. 3.10. - ІЧ-спектри поглинання волокон: 1 – волокна целюлози, що використовуються для виготовлення азбестоцементних листів; 2 – волокна целюлози одержані переробкою полімер вмісної макулатури; 3 – волокна целюлози одержані переробкою полімер вмісної макулатури, поверхня яких модифікована кремнійорганічними гідрофобізаторами; 4 – полівінілацетатні волокна, що використовуються для наповнення азбестоцементних листів.

В ІЧ-спектрі целюлози смугу 1150 см^{-1} відносять до валентних коливань С-О-Антисиметричним синфазним валентним коливанням піранозного циклу відповідає смуга 1100 см^{-1} . При цьому смуги поглинання в області $1020\text{-}1100\text{ см}^{-1}$ є характерними для коливання силоксанових зв'язків, що пояснює збільшення інтенсивності смуг поглинання в цій області для целюлози модифікованої диметилдихлорсиланом за схемою реакції № 1. Поява смуги підтвержує поглинання при $1240\text{-}1250\text{ см}^{-1}$, характерної для ефірних зв'язків. Поглинають молекули адсорбованої води в області 1650 см^{-1} .

В спектрі при 1750 см^{-1} подрібненої целюлози спостерігається карбонільна група, утворитися яка може при розриві піранозного шестичленного циклу по ефірних зв'язках всередині або зовні циклів (реакція № 2). З'являється ця смуга у спектрах целюлози одержаної при подрібненні рулонів шпалер, це може свідчити про руйнування хімічних зв'язків целюлозних залишків шестичлених циклів, у процесі механічної обробки целюлози зображену на рис. 17..

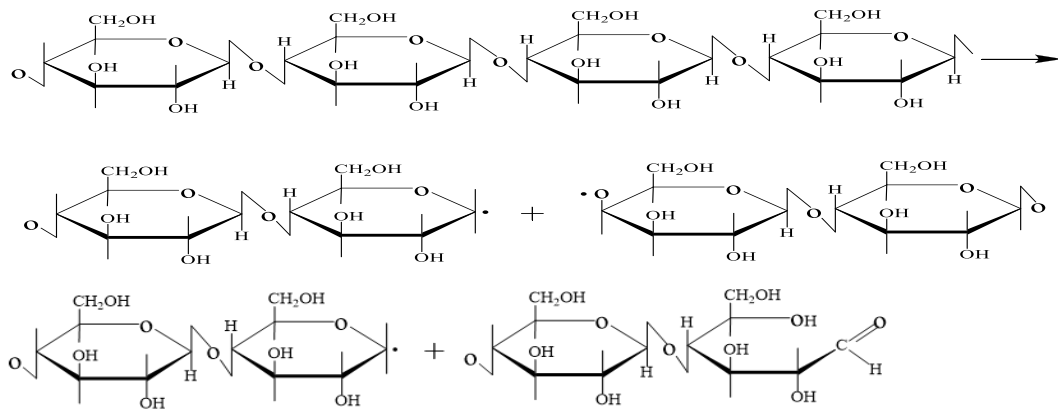


Рис.3.11. Схема деструкції-руйнування целюлозних волокон механічним способом.

Техніко-економічне обґрунтування роботи .

Техніко-економічне обґрунтування було проведено нами для можливостей впровадження запропонованого способу з допомогою універсальної дробарки сепаратора УДС-150. Результати приведені нижче.

Розрахунок окупаємості впровадження комплексного способу переробки та утилізації відходів рулонів шпалер з полімерним покриттям на спеціальній двох стадійній дробарці ДС-150з фракціонуванням за рахунок реалізації після подрібнення вторинної паперової основи-целюлози або флізеліну, та лако-фарбного покриття .

Кількість відходів рулонів шпалер на ТОВ «Синтра»- 100-200 т/міс., або 1000-2000 т/рік.

2. Продуктивність дробарки ДС-150по подрібненню полімерної макулатури з полімерним покриттям—складає 150 кг/год, або за х 20 год/день(3 зміни)=3600кг/день=3,6т/день.

Прогнозований прибуток від переробки і утилізації відходів рулонів шпалер після подрібнення, розділення по фракціям на покриття та розпушену паперову основу шпалер-целюлозу (Екоізол[декілька 7]вартістю-10-тис.грн/т) -(1000\рік) х

При вартості виготовлення спеціальної комплексної двох стадійної дробарки з пристроєм для розділення і сепарації окремо целюлозної або флізелінової основи і лако-фарбного покриття -(200+50+20) тис. грн.=270000 грн.

Терміни окупаємості комплексного способу переробки та утилізації відходів рулонів шпалер з полімерним покриттям за рахунок реалізації після подрібнення тільки вторинної паперової основи шпалер складає: 270000грн. / декілька декілька 2,32грн/т в день = 32-робочі дні=1 місяць .

Розрахунок собівартості і рентабельності продукції, при подрібнення полімерної макулатури та розділенні і сепарації фракцій целюлози та лако-фарбного покриття в розрахунку на 1 т. прод.

1 т. сировини-шпалер дробиться за =20 год.

потужність установки ДС-150=45 кВт/год.

вартість електроенергії= 1,90 грн (з ПДВ) 1 кВт·год

вартість подрібнення 1 т. шпалер на ДС-150 за день -20 год:

$B = 20 \text{ год} * 45 \text{ кВт} * 1,9 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год} = 1710 \text{ (грн/т)}$ для подрібнення і сепарації полімерної макулатури=3,6т/день .При цьому отримають(50:50%) 1,декілька т целюлози і 1,декілька т відходів, Тобто затрати електроенергії отримання 1,декілька т целюлози-Ековати складуть 1710 грн/т *1,декілька т=3 07декілька грн.

5) З 1 т. шпалер одержується 0,5т мас. Целюлози(ековати) і 0,5т) Тоді враховуючи насипну густину ековати=50кг/м³ можна порахувати, що з 1 т шпалер можна отримати 1000кг/50кг/м³= 20 м³. ековати .

6) На 1м³.продукції (густина теплоізоляційного матеріалу Екоізол=50кг/м³) йде 50 кг целюлози зі шпалер. Зі шпалер- 1000кг/50кг/м³ =20м³ можна отримати такий об'єм ековати. При цьому собівартість 1 м³ ековати шпалер буде дорівнювати= 1 344,6декілька грн/т : 20м³/т=67,234грн\м³.

7) Оплата праці робітника декілька 4000 грн./міс. (4 грн./год) обслуговуючий персонал, працівників-декілька 4000 грн./міс., або 4 грн/год x 20 год(день)=960 грн/т.

Таб. 3.2. Економічний розрахунок затрат, валового доходу та прибутку при подрібненні відходів рулонів шпалер на одній універсальній дробарці ДС-150з розрахунку на 1 т. відходів.

Затрати	Доходи
---------	--------

Вид затрат	Вартість, грн. /т про д.	Вид прибутку	Вартість, грн. /т прод.
1. Енергозатрати		Економія витрат за вивіз і утилізацію полімер вмісної макулатури з території заводу «Синтра» (вивіз 1 т шпалер 273,0 грн.)	
Затрати електроенергії на подрібнення на спеціально сконструйованих, ком- плексній двох стадійній дробарці ДС-150 з сепаратором.	20 год x 45 квт.год x 1,9 грн. кв т = 1710 грн	Дохід від продажу 1 тони вторинної целюлози (середня вартість якої 10000 грн./т Ековати [декілька 7]) одержану від подрібнення та сепарації шпалер на УДС-150	
2. Трудові затрати			
1. Зарплата обслуговуючого персоналу (1 чол.) при роботі на ДС-150 з сепаратором.			
3. Додаткові витрати на обслуговуючий персонал	декільк а		
4. Транспортні витрати	декільк а ,0		
5. Витрати на упакування (3 %)	декільк а , декіл ька		
6. Втрати продукції (1 %)			
7. Накладні розходи			
декілька . Сумарний витрати, собівартість в т .ч. Амортизація (20%) ΣB	B=1152,6 д екілька декільк		
9. Дохід у розрахунку на 1 т продукції (собівартіс ть)			Д=9727,0

11. Прибуток, Пр. грн		Як різниця між затратами і доходами на 1 т	декілька декілька 2,32грн/т
12. Рентабельність, конфі-цієнт рент. Установки ДС-150, %		Відношення прибутку до сумарних витрат $\Sigma \frac{B}{Pr.} = \frac{\text{декілька 344,6 грн/т}}{\text{декілька 2,32 грн/т}} \times 100\% =$	

1 місяць складає окупність запропонованого пристрою ДС-150 універсальної дробарки сепаратора від початку її використання на ТОВ «Синтра» м. Калуш, і отримує до 1-2 тис. тон відходів цих шпалер на рік під час виробництва шпалер з покриттям. З 1000т різних відходів можна буде отримати 500т ековати, в перерахунку на обсяг це буде $500\text{т} \times 20\text{м}^3/\text{т} = 10000\text{м}^3$ теплоізоляційного матеріалу для будівництва типу «Екоізол». Економічний ефект від впровадження розробки на цьому підприємстві Синтра може в загальному складати $E\Phi = \text{декілька } 2,32\text{грн/т} \times 1000\text{тон} = \text{декілька } 2\,320 \text{ грн/рік, або } 310,456 \text{ USD/рік.}$

ВИСНОВКИ

1. Дослідження, наведені в роботі, показують можливість поділу різних відходів на дві основні фракції: полімерну та паперову у вигляді пухких целюлозних волокон. При такій утилізації полімерної макулатури відсутні шкідливі викиди газу і пилу в атмосферу та стічні води.

2. Переробка полімер вмісної макулатуриного виробництва шляхом подрібнення і сепарації передбачає отримання двох фракцій, на які поділяють до 40-60% полімерного покриття і паперової основи у вигляді целюлозних волокон 40-60% (за масою). При цьому досягається чистота відділення целюлози від полімеру.

3. Гідрофобізація силанами вторинної целюлози з макулатури забезпечує водо і вологостійкість ізоляційного матеріалу, з якого можна виготовляти Ековату з хорошими теплоізоляційними властивостями. ІЧ-спектральними та ДТА дослідженнями підтверджено можливість отримання хімічно модифікованих целюлозних волокон, з гідрофобними та водовідштовхувальними властивостями.

4. Техніко-економічні розрахунки показують, що собівартість вторинної целюлози (Ековати), отриманої з різних відходів, у 10 разів нижча, ніж отриманої з деревини. Таким чином, з 1000т різних відходів можна буде отримати 500т ековати, в об'ємах це становитиме $500\text{т} \times 20\text{м}^3/\text{т} = 10000\text{ м}^3$ теплоізоляційного матеріалу для будівельних робіт (Екоізол). Окупність запропонованого пристрою – дробарки-сепаратора універсального (УДС-150) становить 1-3 місяці з моменту початку експлуатації на ТОВ «Синтра» (м. Калуш) при переробці 1-2 тис.тонн різних відходів на рік.

5. Отже, даний спосіб переробки відходів целюлозно-паперового виробництва, макулатури, а також рулонів шпалер з полімерним покриттям забезпечує комплексну утилізацію відходів в рамках одного сучасного промислового комплексу та екологічну безпеку виробництва в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Закон України «Про відходи»: за станом на 6 липня 2012р. / Відомості Верховної Ради України, 199декілька р. – № 36-37. – ст.242.
2. Інструкція щодо заповнення форми державного статистичного спостереження N 1-небезпечні відходи "Звіт про утворення, оброблення та утилізацію відходів I-III класів небезпеки" / Державний комітет статистики України від N 494, 24.10.2006. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 листопада 2006 р. за N 1195/13069.
3. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», - 2002. – 622 с.:іл. – Библиогр. В конце гл. – ISBN 966-735декілька -24-0.
4. Твердые бытовые отходы в РФ. Исследование рынка управления ТБО в России / Объемы рынка, региональная структура, ключевые игроки. – М.:ООО «Инвентика», 2010.
5. Adel Al-Kdasi. Treatment of Textile Wastewater by Advanced Oxidation Processes – a Review. – 2004. – Vol. 6, No. 3. – P. 222-230.
6. Bogoeva-Gaceva G., Buzarovska A., Dimzoski Bojan. Discoloration of Synthetic Dyeing Wastewater Using Polyaluminium Chloride//G.U. Journal of Science. – 200декілька . – Vol. 21, No.4. – P. 123-12декілька .
7. Cheremisinof N. P. Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies. – Woburn, 2002. – 654 p.
8. Cosma C., Nitoi I., Patroescu V. Pre-treatment Technology of Waste Water Discharged From the Washing Process of ‘Denim’ Textile Texture//Journal of Environmental Protection and Ecology. – 2003. – No. 3. – P. 712-716.
9. Hosokawa T. Handbook of Water Treatment. – Tokyo. 1999. – 459 p.
- 10.Klimiiuk E., Filipkowska U., Libeck B. Coagulation of Wastewater Containing Reactive Dyes With the Use of Polyaluminium Chloride (PAC)//Polish Journal of Environmental Studies. – 1999. – Vol. декілька , No. 2. – P. декілька 1-декілька декілька .

11. Klimiuk E., Filipkowska U., Libeck B.. Effects of pH and Coagulant Dosage on Effectiveness of Coagulation of Reactive Dyes from Model Wastewater by Polyaluminium Chloride (PAC)//Polish Journal of Environmental Studies. – 1999. – Vol. декілька , No. 2. – P. 73-79.
12. Мінеральна вата // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 125. — ISBN 97декілька -966-7407-декілька 34.
13. Берлин А.А. Упрочненные газонаполненные пластмассы / А.А. Берлин, Ф.А. Шутов. — М.: Химия, 19декілька 0. — 356 с.
14. Дементьев А.Г., Тараканов О.Г. Структура и свойства пенопластов. — М.: Химия, 19декілька 3. — 176 с.
15. Cavity wall insulation. Unlocking the potential in existing dwelling. Energy Saving Trust. London, 2006. — P. 5.
16. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Скловата>
17. Керамзит; Керамзитобетон // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 107; 10декілька . — ISBN 97декілька -966-7407-декілька 3-4.
18. Reka, Arianit A.; Pavlovski, Blagoj; Lisichkov, Kiril; Jashari, Ahmed; Boev, Blažo; Boev, Ivan; Lazarova, Maja; Eskizeybek, Volkan; Oral, Ayhan; Makreski, Petre (24 October 2019). "Chemical, mineralogical and structural features of native and expanded perlite from Macedonia". *Geologia Croatica*. 72 (3): 215–221–215–221. doi:10.4154/gc.2019.1декілька . ISSN 1333-4декілька 75. Retrieved 4 January 2020.
19. Md Arifuzzaman and H. S. Kim, "Prediction and evaluation of density and volume fractions for the novel perlite composite affected by internal structure formation", *Construction and Building Materials*, Vol 141, 2017, 201–215.
20. "Polyurethane Applications in Heavy Duty Industrial Casters and Heavy Duty Industrial Wheels". *Caster Concepts*. Retrieved 21 May 2014.
21. Owens, Katherine (October 23, 2017). "A new polyurethane-based material could mean self-hardening, almost impenetrable helmets". *Defense Systems*. Retrieved .
22. КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ТЕХНІЧНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ <https://euroterm.com/news-13-kriteriyi-viboru-tehnichnoyi-izolyaciyi/>
23. Патент США, № 5,512,134, D21C 5/02, від 30.04.1996 р.) "Technology for removing printing ink from printed paper waste or from circulating water formed during paper washing"

24. "Method for recycling paper waste (domestic and industrial) with a film coating" (French patent № 2,263, декілька 21 B03B9 / 06, D21B1 / 32, from 1975)
25. Спосіб переробки целюлозосодержащих отходов», патент РФ № 2177060, D21B1 / 32 от 20.12.2001).
26. Курта С.А. Воронич О.Л., Миронюк І.Ф., Курта М.С. «Спосіб утилізації та переробки целюлозовмісних, паперових відходів з лакофарбовим покриттям», МКИ D21B1/32; D21B1/00; D21B1/02; D21C5/02; B07B1/2 декілька, УДК 676.157 676.03 декілька. 22 Патент на корисну модель №6 декілька 40 декілька, заявлено 07.2011 року, заявн. Прикарпатський нац. У-тет ім. В. Стефаника, м Івано-Франківськ Україна.
27. Sharma Y.C., Gode F. Adsorptive Removal of a Basic Dye from Water and Wastewater by Activated Carbon//Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation. – 2009. – Vol. 4, No. 1. – P. 21-2 декілька.
28. Uddin Helal. Effectiveness of Peat Coagulant for the Removal of Textile Dyes from Aqueous Solution and Textile Wastewater//Malaysian Journal of Chemistry. – 2003. – Vol. 5, No.1. – P. 34-43.
29. Waste-Water Treatment Technologies: a General Review– New York, 2003. – 122 р.
30. Wong Pei Wen. Removal of Disperse Dye and Reactive Dye by Coagulation – Flocculation Method. – P.264-269.
31. Yuan Yu-li. Treatment of Wastewater from Dye Manufacturing Industry by Coagulation//Journal of Zhejiang University SCIENCE A. – 2006. – P. 340-344.
32. А.М. Кагановский, Н.А. Клименко. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – И.: Химия, 19 декілька 3. – , ст. 14-2 декілька.
33. Коагуляция колоидов сборник статей под редакцией Рабиновича А.И., Васильева П.С. М-Л. 1936.
34. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / Запольський А.К., Мішкова -Клименко Н.А. та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
35. Воронич О.Л., Курта С.А., Використання процесу коагуляції та флокуляції в умовах очистки промислових стічних вод. // Матеріали конференції «Сучасні проблеми довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очищення природних і стічних вод», м. Миргород, Україна, 13-17.04.2010 р.

- К.:Знання, 2010 – С.32-35.
- 36.Бамедов Е.Д. Очистка воды коагулянтами М.: Наука, 1994. – С.125.
 - 37.Рада И.Г. Очистка и использование сточных вод в пром. водоснабжении. М.: «Химия», 1994. – С.14-20.
 - 38.Process for removing printing inks from printed wastepaper or from paper (Технологія видалення друкарських чорнил з друкованих відходів паперу або з оборотних вод, що утворились при промивці паперу): Пат. 5512134, США. МКІ D21C 502 / Peter Daute, Berthold Schreck, Klaus Hornfeck. - № 256996; Заявл. 29.07.1994; Опубл. 30.04.1996.
 - 39.Спосіб переробки паперових відходів (побутових і промислових) з плівковим покриттям. Пат. 226321, Франція. МКІ B03B9/06, D21B1/32; Опубл. 1975
 - 40.Способ переработки бумажных отходов. Пат. 2019607, РФ. МКІ D21B1/00, D21B1/02 / А.М.Кряжев; Ф.В.Шпаков; А.И.Глазунов. – № 504609; Заявл. 04.06.1992; Опубл. 15.09.1994.
 - 41.Спосіб переробки целюлозовмісних відходів. Пат. 2177060, РФ. МКІ D21B1/32 / С.Б.Ефимов; П.С.Осипов; А.Е.Гущин; Артык Ахмедов; Л.А.Галкина. – № 200110; Заявл. 29.03.2001; Опубл. 20.12.2001.
 - 42.Обзор рынка переработки отходов / Статья подготовлена Research.Techart // Твердые бытовые отходы. -2010. - № 5. – С.42 – 46.
 - 43.Новые технологии переработки различных видов отходов / Ю. Н. Шаповалов, Е. В. Складнев, В. А. Андреев, П. Ю. Саликов // Твердые бытовые отходы. - 2011. - № 1. – С.20 – 27.
 - 44.Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10.
 - 45.Якість води. Визначання рН: ДСТУ 4077-2001 (ISO 10523:1994. MOD). – [Чинний від 01.07.2003]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 16 с.: табл. – (Національний стандарт України).

46. Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов: ГОСТ 4245-72. – [Введ. 01.01.1974, послед. изм. от 16.04.2009]. М.: Госстандарт, 1974. - 7 с.
47. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов: ГОСТ 4326-72. – [Введ. 01.01.1974, послед. изм. от 16.01.2009]. М.: Госстандарт, 1974. - 7 с.
48. Вода питьевая. Методы определения содержания нитратов: ГОСТ 1126-73. – [Введ. 01.01.1974]. М.: Госстандарт, 1974. - 7 с.
49. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения нитрит-ионов: ГОСТ 2326-73. – [Введ. 01.01.1974]. М.: Госстандарт, 1974. - 4 с.
50. Вода питьевая. Методы определения содержания полифосфатов: ГОСТ 11309-72. – [Введ. 01.01.1974]. М.: Госстандарт, 2010. - 5 с.
51. Вода питьевая. Метод определения содержания сухого безводного остатка: ГОСТ 1164-72. – [Введ. 01.01.1974]. М.: Госстандарт, 1974. - 4 с.
52. Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений скляночным методом: РД 52.24.420-2006. – Ростов-на-Дону: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2006. – 15 с.
53. Бетоны. Метод определения водопоглощения: ГОСТ 12730.3-73. – [Введ. 01.01.1974]. М.: Госстандарт, 1974. - 4 с.
54. Древесина. Метод определения влагопоглощения: ГОСТ 1643-72. – [Введ. 01.01.1974]. М.: Госстандарт, 1974. - 4 с.
55. Изделия асбестоцементные листовые. Методы испытаний: ГОСТ 747-73. – [Введ. 01.07.1974]. М.: Госстандарт, 1974. - 23 с.
56. Способ переработки бумажных отходов: Пат. Рос. Фед. МКИ D21B1/00, D21B1/02/ А.М.Кряжев; Ф.В.Шпаков; А.И.Глазунов. – № 2019607; Заявл. 04.06.1992; Опубл. 15.09.1994.

- 57.Способ переработки целлюлозосодержащих отходов: Пат. Рос. Фед. МКИ D21B1/32/ С.Б.Ефимов; П.С.Осипов; А.Е.Гущин; Артык Ахмедов; Л.А.Галкина.— № 2177060; Заявл. 29.03.2001; Опубл. 20.12.2001
- 58.Ванчаков М.В. Выделение макулатуры из бытовых отходов и ламинированных бумаг. Материалы Международной научно- практической конференции «Современные технологии и системы подготовки бумажной массы»—С. 55—5декілька .
- 59.Листы асбестоцементные волнистые. Технические условия: ГОСТ 30340-95. — [Введ. 01.09.1996]. М.: Госстандарт, 1996. — 20 с.
- 60.Алентьев А.А. Кремнийорганические гидрофобизаторы / А.А. Алентьев, И.И. Клетченков, А.А. Пащенко. — К.: Гос.изд. тех. лит. УССР, 1962. — С. 55 — 105.
- 61.3. И.В.Котенёва, В.И.Сидоров, И.А,Котлярова. Анализ модифицированной целлюлозы методом ИК-спектроскопии.// Химия растительного сырья, 2011. — №1. — С.21-24
- 62.Жбанков Р.Г. Инфракрасные спектры и структура углеводов // Изд-во “Наука и техника”, 1972. — 456 с.
- 63.Шур А.М. Высокомолекулярные соединения: Учебник для ун-тов. — 3-е изд., перераб и доп. — Высш. Шк., 19декілька 1. — 656 с.
- 64.Никитин В. М., Оболенская А. В., Щеголев В. П. Химия древесины и целлюлозы. — М.: Лесная промышленность, 197декілька . — 36декілька с.
- 65.Байклз Н. , Сегал Л. Целлюлоза и её производные. Том 2. Под редакцией З.А. Роговина — М.: Мир, 1974. — 510 с.
- 66.Kogerman A. Comparison of the results of thermal analysis and stepwise pyrolysis gas chromatography by investigating thermal destruction of some cellulose derivatives // J.Thermochimica Acta. — 19декілька 5. — V. 93. — Р. 425 — 42декілька .
- 67.Курта С.А., Курганський В.С., Курта М.С., Воронич О.Л., Неспляк Н.І. Властивості полімерних композицій на основі емульсійного полівінілхлориду // Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Серія Хімія. – Івано-Франківськ: Гостинець. Видавець Третяк І. Я. – 2009. – Випуск VII. – С. 45 – 49.

бдекілька .Курта С.А., Закржевський О.Ю., Курта М.С., Воронич О.Л., Іванишак Н.В. Поліконденсація хлорорганічних та сульфідовмісних відходів на поверхні розділу фаз // Фізика і хімія твердого тіла. № 3. – Т.11. – 2010 р.– С. 696–701.

69.Воронич О.Л., Курта С.А. Очистка та освітлення промислових стічних вод методом коагуляції та окиснення гіпохлоритом натрію // Екологія и промышленность. – Харків. – № 4(25) – 2010 р. – С. 63–66.

70.Воронич О.Л., Курта С.А., Струмінська О.О. Переробка та утилізація відходів рулонів шпалер з полімерним покриттям // Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Хімія. – Івано-Франківськ: Гостинець. Видавець Третяк І.Я. – 2011. – Випуск XIII. – С.–130–133.

71.Воронич О.Л., Курта С.А., І.Я. Сулим І.Я. Фізико-хімічні властивості целюлозних волокон одержаних при переробці полімер вмісної макулатури. (Стаття подана до друку у журнал ФХТТ).

72. Воронич А.Л., Курта С.А.,Струмінська О.О. Переработка отходов производства обоев с рециклингом бумажной основы и полимерного покрытия. (Стаття подана до друку у журнал ТБО, Росія публікацій).

73. Спосіб утилізації та переробки целюлозовмісних та паперових відходів з лакофарбовим покриттям. Автори: Курта С.А., Воронич О.Л., Миронюк І.Ф., Курта М.С. МКИ D21B1/32; D21B1/00; D21B1/02; D21C5/02; B07B1/2декілька . Заяв.№ u2011 10426 від 29.0декілька .2011 р.

74. Композиція для азбестоцементних листів з додаванням волокнистої целюлози одержаної з відходів. Автори: Курта С.А., Воронич О.Л. (Патент подано на розгляд)

75. Курта С.А., Воронич О.Л., Михайлович М.М. Вплив коагулянтів та флокулянтів на ефективність очистки промислових стоків виробництва емульсійного полівінілхлориду // Матеріали конференції: «Сучасні проблеми

охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очищення природних стічних вод» (6 – 10 квітня 2009 р., м. Миргород. Ред. кол. Повякель Л. І., Хоружний П.Д.). – К.: Т-во «Знання» України, 2009. – Т.1. – С. 51 – 53.

76. Курта С.А., Воронич О.Л., Курта М.С. Екологічні ресурсозберігаючі технології в агрохімії при використанні полімерних плівкоутворювачів для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» (7 – 11 вересня 2009 р., м. Алушта). – УкрНДІЕП. – Х.: Райдер, 2009. – Т.2. – С. 324 – 32декілька .

77.Воронич О.Л., Курта С.А. Використання процесу коагуляції та флокуляції в умовах очистки промислових стічних вод // Матеріали конференції «Сучасні проблеми охорони довкілля та раціонального використання ресурсів у водному господарстві» (13 – 17 квітня 2010 р., м. Миргород). – К.:Товариство «Знання»України. – С. 32–35.

78. .Воронич О.Л. Курта С.А. Очистка та освітлення стічних вод за допомогою коагуляції та окиснення гіпохлоритом натрію // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» (6 – 10 вересня 2010 р., м. Алушта). – УкрНДІЕП. – Х.: Райдер, 2010. – Т.1. – С. 2декілька 6 – 290.

79.Воронич О.Л. Курта С.А. Розробка технології очистки стічних вод з промисловими дисперсіями // Материалы XXIV научной конференции стран СНГ «Дисперсные системы» (20-24 вересня 2010 р., м. Одеса). – Одеса: «Астролит», 2010. – С. 71–72.

80.Воронич О.Л., Курта С.А. Очищення висококонцентрованих стічних вод з рекуперацією води та утилізуванням осаду//Матеріали VIII Міжнародної конференції «Сотрудничество для решения проблемы отходов» (23-24 лютого 2011р., м. Харків). – Х., 2011. – С. 106–107.81.

81..Voronych O.L., Kurta S.A. Chemical Method of Preparing Colloidal Silver Liquid Composition // Матеріали XIII Міжнародної конференції «Фізика і технологія тонких плівок та наносистем» (16-21 травня 2011 р., с.м.т.Верховина). – Івано-

Франківськ: Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2011. – Т.1. – С. 292.

82.Курта С. А., Воронич О. Л., Курта М. С. Перероблення бракованих рулонів шпалер з рециклінгом целюлози та лакофарбових покриттів// Матеріали 9-ї Міжнародної конференції «Сотрудничество для решения проблемы отходов» (2-9 березня 2012р., м. Харків). Електронний збірник матеріалів. ISBN 966-декілька 337-14-X.

83.Воронич О.Л., Курта С.А. Модифікування поверхні целюлозних волокон, одержаних з відходів виробництва декоративних шпалер, кремнійорганічними гідрофобізаторами. Матеріали II-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Современные ресурсосберегающие технологии. проблемы и перспективы» (01–05 жовтня 2012 р., м.Одеса).

84.М.Kurta, O.Voronych. Processing and Recycling of Polymer-coated Wast Paper. «International Scientific Conference Actual Problems of Chemistry and Chemical Technology of Organic Substances» // Матеріали міжнародної наукової конференції «Актуальні проблеми хімії та технології органічних речовин (АРСТОС) Україна, Львів, 6–декілька листопада 2012 р. с. ____ . .

декілька

85.[http://ekovata.if.ua/wp-content/uploads/2017/04/ Технічний паспорт](http://ekovata.if.ua/wp-content/uploads/2017/04/Технічний_паспорт_ТАЙФУН.pdf) - ТАЙФУН.pdf.

декілька

86.https://moyahata.org.ua/ua/articles/teploizolyatsiya/teploizolyatsionnye_materialy_kak_vybrat_uteplitel_dlya_doma/.

87.<https://www.ppu.cv.ua/teploizoliatsiia-ppu/vlastyvosti-pinopoliuretanu.html/>.