

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет машинобудування, екології та хімічних технологій
Кафедра Хімічні технології

До захисту допущено
Зав. кафедрою
«Хімічні технології»

_____ Збиковський С.І.
(підпис) (ініціали, прізвище)

«_____» _____ 2020р

Випускна кваліфікаційна робота
магістра

на тему: Дослідження місцевої сировини міста Покровськ для виготовлення паперу

Виконав: студента 2 курсу, групи ХТм-19
(шифр групи)

Спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ Шишков Р.Д.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник к.т.н, доцент, доцент каф.ХТ Швець І.І
(посада, науковий ступень, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Демченко В.О., начальник виробництва
(посада, науковий ступень, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Кутняшенко О.І., к.т.н каф.
(посада, науковий ступень, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Покровськ – 2020

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет машинобудування, екології та хімічних технологій

Кафедра хімічні технології

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія».

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Збиковський Є.І. /_____/

«_____» _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Шишков Руслан Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження місцевої сировини міста Покровськ для виготовлення паперу

Керівник роботи к.х.н, доцент, доцент каф. Хт Швець І.І.,

(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвердженні наказом від «5» вересня 2020 року

2. Строк подання студентом роботи: 19 грудня 2020
3. Вихідні данні до проекту(роботи): місцева сировина очерет, кропива.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки(перелік питань які необхідно розробити): загальні відомості, фізичні властивості паперу, схема виробництва паперу, отримання паперу, внутрішній світ паперу, випробування.
5. Перелік графічного матеріалу(з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проекту(роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 5 вересня 2020 року.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту(роботи)	Строк виконання етапів проекту(роботи)	Примітка
1	Загальні відомості	21.01 - 05.03	
2	Фізичні властивості паперу	05.03-10.04	
3	Схема виробництва паперу	10.05-30.06	
4	Отримання паперу	30.06- 30.09	
5	Внутрішній світ паперу	30.09-25.10	
6	Випробування	25.10-05.11	
7	Оформлення роботи	05.11-30.11	
8	Захист дипломної роботи	22.12	

Студент

Керівник

(підпис)_____
(підпис)Шишков Р.Д.

(прізвище та ініціали)

Швець І.І.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шишков Р.Д. «Дослідження місцевої сировини міста Покровськ для виготовлення паперу». Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 161 Хімічна технологія та інженерія – Державний вищий навчальний заклад Донецький національний технічний університет, м.Покровськ, 2020.

У роботі розглянуто загальні відомості про папір, фізичні властивості:, жорсткість, товщина вологість, властивості отриманого матеріалу, досліджено структуру паперу та вихідної сировини за допомогою мікроскопу, описана технологія промислового виробництва та приведено лабораторний метод отримання паперу з очерету чистого та з додаванням різних матеріалів. Наведено методи визначення фізичних характеристик отриманого матеріалу. Розглянуто процес приготування лабораторним методом паперу з очерету.

ПАПІР, ВИЗНАЧЕННЯ, ПРИГОТУВАННЯ, ОЧЕРЕТ, ЖОРСТКІСТЬ,
ТОВЩИНА, ВОЛОГІСТЬ, МІКРОСКОП

ANNOTATION

Shishkov RD "Research of local raw materials of the city of Pokrovsk for paper production". Graduation qualification work for the degree of "Master" in the specialty 161 Chemical Technology and Engineering - State Higher Educational Institution Donetsk National Technical University, Pokrovsk, 2020.

The paper considers general information about paper, physical properties: stiffness, thickness, moisture, properties of the obtained material, studied the structure of paper and raw materials with a microscope, describes the technology of industrial production and provides a laboratory method of obtaining paper from pure reeds and adding different materials. Methods for determining the physical characteristics of the obtained material are given. The process of laboratory preparation of reed paper is considered.

PAPER, DEFINITION, COOKING, RED, HARDNESS, THICKNESS, HUMIDITY, MICROSCOPE

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	10
1.1 Що таке папір?.....	10
1.2 Класифікація сировини для виробництва.....	12
1.3 Види паперу.....	12
1.4 Призначення.....	13
2 ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАПЕРУ.....	15
2.1 Щільність паперу.....	15
2.2 Товщина отриманого матеріалу.....	15
2.3 Жорсткість на згині.....	16
2.4 Шорсткість поверхні.....	17
2.5 Вологість матеріалу.....	17
2.6 Питомий об'єм паперу.....	17
3 СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ.....	19
3.1 Технологічна схема виробництва паперу.....	19
3.2 Підготовка сировини.....	21
3.3 Наповнення маси.....	22
3.4 Проклеювання та фарбування паперової маси.....	23
3.5 Очищення.....	24
3.6 Розподілення на сітку, пресування паперового полотна, сушка.....	26
4 ОТРИМАННЯ ПАПЕРУ.....	29
4.1 Підготовка сировини.....	29
4.2 Визначення вологості.....	34
4.3 Основи процесу приготування паперової маси з очерету.....	35
4.4 Варіння.....	37
4.4.1 Очерет без домішок.....	37
4.4.2 Очерет з додаванням льону.....	40
4.4.3 Очерет з додаванням кропиви.....	41
4.5 Промивання отриманої целюлози.....	42
5 ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОСКОПІЄЮ.....	44
5.1 Очерет без домішок.....	44
5.2 Очерет з додаванням льону.....	46
5.3 Очерет з додаванням кропиви.....	48
6 ВИПРОБУВАННЯ ОТРИМАНОГО МАТЕРІАЛУ.....	53
6.1 Щільність паперу.....	53
6.2 Товщина середня.....	53
6.3 Вологість при стандартній сушці.....	55
6.4 Жорсткість на згині.....	56

ВИСНОВКИ
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ВСТУП

Папір – це волокна (матеріал з волокнами) з додаванням мінералів для підвищення міцності та цілісності матеріалу.

Папір ще з давніх давен для, можна сказати, передачі інформації з покоління у покоління. Найпоширенішими матеріалами, з яких виготовлявся «папір», того часу :

- Плитки з глини;
- Шкіра різних видів тварин;
- Пальмове листя;
- Деревина, розпилена на дощечки.

Застосовується такий матеріал, який було найлегше обробити.

Життя людини складно представити без паперу, його застосування має дуже широкий спектр:

- Схеми;
- Креслення;
- Малювання;
- Особисті помітки;
- Читаємо з нього;
- Друкування;

Завдяки цьому пролягає швидка передача інформації між людьми у різних сферах. Здається що папір можливо швидко замінити на його електронну версію, а як би не так, він дуже широко використовується для пакування різновидних товарів, для друку газет, журналів, книг, з нього виготовляють різні коробки, ящики, використовується у машинобудівництві, як матеріал для ізоляції.

Папір має ряд недоліки при його застосуванні у повсякденному житті:

- Мала вологостійкість;
- Пліснява;
- Сонячного випромінення;

На мою думку актуальність теми дипломної роботи зумовлена тим, що у сучасному світі такий матеріал як папір є просто не від'ємною його частиною, але для цього потрібно вирубати дуже велику кількість сировини, а саме дровисини.

Деревина є вичерпним ресурсом на нашій планеті, тому потрібно шукати альтернативу у цьому питанні. У дипломній роботі я розглянув один вид сировини, як альтернативу деревині.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Що таке папір?

Папір – це целюлоза (матеріал з волокнами) з додаванням мінералів для підвищення міцності та цілісності матеріалу. Не розчиняється у воді, але після намокання та висушування втрачає свою форму, у місці намокання можуть з'явитись потертості або взагалі отвір, що призводить до неможливості використання такого паперу.

Виготовлення паперу (папір подібний) було відоме ще здавна, 105 рік н.е. у Китаї. Папір, який рахується класичним у наші роки був винайдений Цай Лунєм. Тільки не ця технологія стала відомою, одразу були винайдені методи її удосконалення, додавання:

- Крохмалю;
- Клею;
- Барвників природніх (як різновид використання).

Застосування паперу у сучасному світі:

- Виробництво грошей;
- Шпалери;
- Коробки, мішки (матеріал для упакування);
- Фільтри;
- Книги, журнали, газети (Печать та письмо);
- Матеріал для очищення.

Та як ще дуже багато різновидів застосування у світі.

Країни з найбільшим виробництвом паперу:

- США;
- Португалія;
- Фінляндія;
- Австрія;
- ЮАР;

Класифікація класів довговічності:

- LDK 6-40 до 50 років;
- LDK 6-70 до 100 років;
- LDK 12-80 до 300 років;
- LDK 24-85 до 1000 років.

Хронологія від винаходження паперу до його розповсюдження та видозмінення приведено у Таблиці 1.

Таблиця 1 – Хронологія змін у паперовому виробництві паперу.

Подія	Країна	Рік
Винаходження	Китай	105
Початок	Корея	600
Початок	Японія	625
Початок	Західні країни	751
Перший розмелювальний апарат	Ірак	800
Початок	Іспанія	1100
Фабрика	Іспанія	1238
Перші листи без візерунка	Англія	1770
Перший патент на виробництво	Англія	1799
Встановлення першої паперовиробничої машини	Англія	1803
Копіювальний папір	Англія	1806
Перша паперовиробнича машина	Росія	1816
Перша паперовиробнича машина	США	1827
Картон	США	1856
Отримання паперу із дерева	США	1857
Початок виробництва туалетного паперу	США	1884

1.2 Класифікація сировини для виробництва

Основними видами сировини для виробництва всіх видів паперу служать:

- Маса тряпчяна;
- Древесина (целюлоза);
- Солома;
- Конопля;
- Рис;
- Тросник;
- Полуцелюлоза;
- Макулатура;

Для спеціальних видів паперу використовують азбест та шерсть, або інші текстильні волокна.

1.3 Види паперу

Існує багато видів, основні з них:

- Картон – це папір, з масою квадратного метра до 250 г;
- Рисовий папір – це папір, який використовується при приготуванні їжі.
- Микалентний папір – папір, який має дуже велику міцність, у порівнянні зі звичайним папером;
- Фальцований папір – це спеціальний папір, для використання в деяких видах печатних станків;
- Папірус – це папір, виготовлений з болотних рослин;
- Мілований папір – це папір, який використовується для виробництва глянцевого газет(журналів);
- Китайський папір;
- Калька – це папір для креслення;
- Копіювальний папір – це папір, завдяки якому можливо виготовляти копії;
- Паперова тканина.

1.4. Призначення

В першу чергу папір використали і використовують як річ для передачі інформації. З давніх давен для цього слугували:

- Плитки з глини;
- Шкіра різних видів тварин;
- Пальмове листя;
- Деревина.

Тобто писали на тому матеріалі, який простіше за все було знайти або виготовити.

Найпрадавніший з матеріалів – це пергамент зі шкіри вівці.

У древньому Єгипті писали на папірусі, який було виготовлено з очерету.

Життя людини складно представити без паперу, бо ми на ньому:

- Робимо різні документи;
- Схеми;
- Креслення;
- Малювання;
- Особисті помітки;
- Читаємо з нього;
- Друкування;

Завдяки цьому пролягає швидка передача інформації між людьми у різних сферах. Здається що папір можливо швидко замінити на його електронну версію, а як би не так, він дуже широко використовується для пакування рідновидних товарів, для друку газет, журналів, книг, з нього виготовляють різні коробки, ящики, використовується у машинобудівництві, як матеріал для ізоляції або як перетин між гарячими частинами двигунів від холодних. Не так давно, років 120 тому, з нього навіть намагались сконструювати та побудувати мости та навіть літаки.

У наш час папір має найбільш поширене розповсюдження для переносу інформації, як не дивно це все в епоху інтернету, він має:

- Відносну дешевизну;
- Доступний;
- Має дуже гарну якість.

У той самий час папір дуже важко зберегти, із-за того що:

- «Боїться» вологи;
- Дуже швидко пліснявіє;
- Не переносить сонячного випромінювання;
- Спеціальні умови зберігання.

Ці причини і ставляють людство перед думкою яким матеріалом можливо замінити папір, щоб він так само мав такіж самі властивості і був якомога дешевим.

2 ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАПЕРУ

Визначення фізичних властивостей для паперу, можна сказати, є найважливішим процесом після приготування. Тому що саме по фізичним характеристикам визначають сферу застосування паперу. Найважливішими характеристиками є визначення:

- Щільність;
- Товщина;
- Жорсткість;
- Шорсткість;
- Вологість;
- Питомий об'єм.

2.1 Щільність визначається згідно ГОСТ 27015-86 [5].

Щільність – це фізична величина, відношення маси до об'єму тіла що вимірюється.

Визначення щільності паперу проводять по формулі:

$$\rho = \frac{m}{D_{\text{ср}} \times 1000}, \quad \text{г/см}^3 \quad (2.1)$$

де, m – це маса паперу з площею 1 м^2 , г;

$D_{\text{ср}}$ – товщина паперу, мм;

Масу та товщину потрібно вимірювати на одному і тому зразку.

Результати записують до другого знаку, відносна похибка не повинна перевищувати 8,5% з вірогідністю до 0,95%.

Загальноприйнятою вагою для офісного паперу є 81 г/м^2 . Така маса є прийнятою для всіх країн, цей показник обумовлений сучасними технологіями, тобто мається на увазі що папір з більшою вагою буде мати інші властивості і із-за цього просто не зможе швидко пройти через принтер.

Дана характеристика має вплив і на жорсткість і на товщину, мається на увазі при одному стандартному розмірі.

2.2 Товщина визначається згідно ГОСТ 27015-86 [5].

Товщина – це фізична величина, середнє арифметичне всіх вимірів, кількість вимірів достатньо 5.

Товщину паперу вимірюють по формулі:

$$D_{\text{ср}} = \frac{\sum D_i}{n_1 \times n_2 \times n_3}, \text{ мм} \quad (2.2)$$

де, D_i – товщина зразка у місці виміру, мм;

n_1 – кількість зразків у стопі, шт;

n_2 – кількість вимірів у стопі, шт;

n_3 – кількість стоп які були виміряні окремо, шт.

Відносна похибка вимірювання товщини у точках виміру не повинна бути більшою ніж 7,5% з вірогідністю до 0,95%.

Товщина вимірюється в мікронах, по ньому можна судити про жорсткість та прозорість паперу, також цей параметр має великий вплив на його характеристики у сфері застосування.

Товщина в більшості залежить від:

- Кількості золи після згорання;
- Від маси паперу;
- Від сировини;
- Температури сушки;
- Кількість разів розкатування, в промисловості цей показник називається «Цикли кландрування».

2.3 Жорсткість визначається згідно ГОСТ 30435-96 [6].

Жорсткість – це відношення моменту згину паперу до його ширини пружкої деформації.

Жорсткість вимірюють по формулі:

$$S = \frac{E \times l}{b}, \quad (2.3)$$

де, E – модуль пружкості, модуль Юнга;

l – момент інерції площі поперечного перерізу відносно осі, яка лежить в цій площині і перпендикулярно по направленню цього згину;

b – ширина площі поперечного перерізу.

Це, можна сказати, найважливіший показник властивостей паперу, для застосування у сучасній техніці. Чим папір має більшу жорсткість, тим краще, зменжується шанс його застрягання у, наприклад, принтері. Жорсткість залежить від:

- Маса;
- Кількості мінеральних добавок;
- Природою добавок;
- Виду сировини;
- Товщиною.

2.4 Шорсткість визначається згідно ГОСТ 25142-82 [7].

Шорсткість – це нерівності на поверхні матеріалу з відносно малими кроками між один одним на базовій поверхні(довжені).

Вимірюється за формулою:

$$\bar{P} = \frac{1}{k} \times \sum_{i=1}^k \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n R_j, \quad (2.4)$$

де, k - число одиничних довжин оцінки;

R_j - значення параметру, виділене на довжині бази;

n – число базових довжин на довжині оцінювання.

2.5 Вологість визначається згідно ГОСТ 13525.19-91 [8].

Вологість – це кількість води в папері.

Визначається відношенням втрати маси у зразку паперу при сушінні до його маси на початку виміру при відбиранні проби. Вираз у відсотках.

Вологість вимірюється за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100, \% \quad (2.5)$$

де, m – маса посуду для взвішування, г;

m_1 – маса посуду з навіскою, г;

2.6 Питомий об'єм визначається згідно ГОСТ 27015-86 [5].

Питомий об'єм – це об'ємна одиниця маси речовини, величина яка обернена до густини або фізична величина яка дорівнює об'єму на масу цієї речовини.

Рахується за формулою:

$$V = \frac{D_{\text{cp}} \times 1000}{m}, \frac{\text{см}^3}{\text{г}} \quad (2.6)$$

де, m – маса паперу, що має площу 1 м^2 , г;

D_{cp} – товщина паперу, мм;

Масу та товщину міряють на одних і тих самих зразках. Робиться для того щоб відносна похибка не була більшою ніж 8-9 %.

3 СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ

Існує багато технологічних схем виробництва паперу в залежності від типу застосування паперу, від віду домішок які додаються до завантаження маси. Найбільш узагальненою схемою виробництва є представлено схема на Рисунку 1[1]..

3.1 Технологічна схема виробництва паперу

В загальному сировиною для виробництва паперу може слугувати все що у своєму складі містить клітковину:

- Дерево;
- Льон;
- Різні види злакових;
- Різні види трав.

Сучасна технологічна схема виробництва (Рисунок 1) паперу складається з таких ступенів:

- Підготовка сировини;
- Наповнення;
- Проклеювання;
- Фарбування;
- Очищення;
- Розподілення на сітці;
- Пресування;
- Сушка;
- Кінцева обробка паперу.

1 – конвеєр для подачі сухого волокна, 2 – пульпатор з водою для зволоження, 3 – збірник маси, 4 – апарат для наповнення маси, 5 – перекачування, 6 – насос для волокна, 7 – додаткове очищення волокон, 8 - приймач волокна, 9 – рекельний ніж, 10 – розподільча сітка, 11 – ролики для початкової сушки, 12 – сушка отриманого матеріалу, 13 – кінцева сушка, 14 – рулонна установка, 15 – подача хімікатів та барвників.

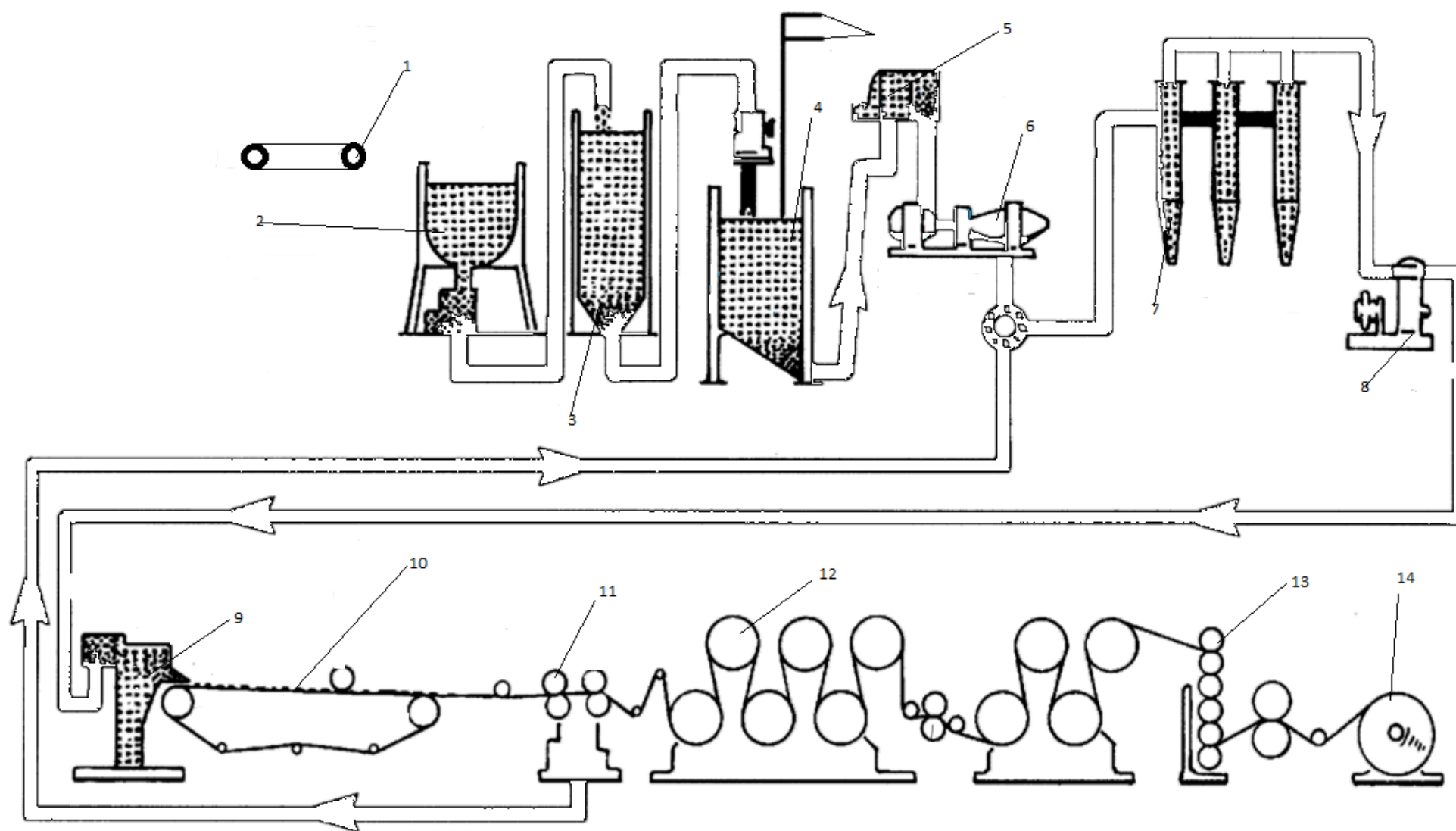


Рис. 1 – Сучасна технологічна схема виробництва паперу.

Волокниста маса зі складу конвеєром 1 направляється до гідропульпатору 2, де проходить її розмочування до стану здатним для перекачування та переробки сировини. Далі з апарату 2 вже розмочена маса направляється до бака з наповнювачем маси 3 де проходить їх змішування з хімікатами та матеріалами для окрасу сировини. Далі через рафінер 4 насосом 5 маса перекачується до очищувача 6, з якого направляється до сита 7. Після сита 7, маса направляється до напорного ящика 8, де проходить додаткове різання ракульним ножом. Проходячи ніж, маса випускається на сітку з валом для розподілення шару товщини 9. Після сітки, маса надходить до пресувальної секції 10, на виході з якої розташована попередня сушка 11 з гарячими валками, через яку сировина потрапляє у відділення сушки 12 з більш потужно нагрітими валками. Після чого відбуваються останні маніпуляції, а саме змотування на рулонній установці 13.

3.2 Підготовка сировини

Сировина після прийому на склад, направляється до апарату де волокнисту масу промивають або обдають гарячою водяною парою. Потім волокниста маса проходить стадію розмелювання, щоб створити максимальний зміцнювальний ефект, потім проходить змішування з іншими компонентами для варки та очищення[2]..

Зазвичай очищення це ще один процес промивання та обдавання гарячою парою води.

Розмелювання маси відбувається за допомогою двох плит, одна з яких кріпиться до нерухомої опори, а інша це планка яка виконує поступальні рухи, на поверхні якої знаходяться шипи для найбільш точного і грубішого помелу.

3.3 Наповнення

Під наповнення маси розуміють – то що до самих волокон як хімічні так і мінеральні добавки. Це потрібно для того щоб придати кінцевому продукту тих характеристик, які потрібні спеціально для замовника. Популярними є такі як:

- CaCO_3 ;
- TiO_2 ;
- $(\text{Al}[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8)$;

- Тальк;
- Силікати;
- Цинкові та силікатні пігменти.

Кількість таких наповнювачів залежить від багатьох факторів, але відносна відсоткова закладка складає від 2 відсотків до 35 відсотків від маси всього продукту. В багатьох випадках залежить від замовлення обох ОСТ-ів виробництва.

Добавки які приводяться вище, деякі з них застосовуються для створення паперу, а деякі вводяться для того щоб готовий продукт тримав свої властивості на протязі великого часу. Також до закладки можуть добавляти інші волокнисті речовини для більш міцного складу та пружності матеріалу[15].

До наповнювачів пред'являються деякі вимоги:

- Мати щільність трохи меншу чим у паперу, це потрібно для того щоб матеріал (наповнювач) гарно тримався на поверхні волокон;
- Мав хімічну не взаємодію з волокном, тобто щоб він був інертним до них;
- Максимально подрібненим, а розмір має не перевищувати 0.2 мкм;
- Мають бути свого роду м'якими, щоб не завдати шкоди перероблюючим апаратам
- І найголовніше економічна сторона, має бути дешевим ніж його аналоги.

3.4 Проклеювання та фарбування паперової маси

Існує два види проклеювання паперу:

- Проклеювання на поверхності маси;
- Проклеювання у масі.

При проклеюванні паперу на поверхності клей наносять з обох сторін на папір, тобто клей знаходиться лише на поверхні, а в середині листу чи рулону залишається не проклеєною. При проклеюванні у масі клей вноситься прямо до варильного розчину де він рівномірно розподіляється по всій масі продукту[14].

При проклеюванні лише поверхні витрата клею чого матеріалу

значно знижується, але для цього на підприємство треба встановлювати додаткове обладнання, та виділяти під нього місце та обслуговувати. Тому у більшості випадків застосовують проклейку матеріалу у масі, хоча це веде за собою втрату клею при виробництві паперу, частина його витрачається при самому виробництві, а частина при промиванні майже готової продукції. Майже 65 відсотків виробництв використовують проклейку в масі[3].

По степені проклеювання існують три групи паперу, які в свою чергу діляться на типи:

- Речовини що надають гідрофобність – тобто ці речовини перешкоджають попаданню вологи у матеріал, що веде за собою більшу міцність паперу;
- Які збільшують міцність матеріалу;
- Речовини які надають найбільшу міцність до вологи.

До першого виду речовин відносяться:

- Воск;
- Силікони;
- Парафін;
- Стеарати;
- Каніфоль.

До других:

- Латекс;
- Казин;
- Крохмаль кухонний;
- Клей з переробки тварин.

До третіх:

- Смоли різновид них модифікацій формальдегіду.

Також розрізняють чотири види проклеювання:

- Високопроклеєні;
- Слабкопроклеєні;
- Непроклеєні.

Фарбування паперового полотна відбувається за допомогою різних фарбуючих засобів, які в свою чергу можна розділити на такі види:

- Органічні;
- Неорганічні.

Фарбування паперової маси відбувається при загрузці матеріалу або поверхневим фарбуванням вже готового матеріалу за допомогою поліграфії, при нанесенні при печаті за допомогою промислового оснастки в паперовій промисловості, таке устаткування як прес для проклейки, або машина для фарбування[13].

Найбільше поширення у промисловості для фарбування паперу це неорганічні сполуки, так як вони мають найбільш високий спектр кольорів для фарбування паперу та картону. Найчастіше це кислотні або основні сполуки, які застосовуються у розведеному вигляді[12].

3.5 Очищення

Очищення паперової маси потрібно для того щоб підвищити якість паперу що виготовляється. Чистка відбувається від мінеральних частинок та непотрібних часток рослинного походження.

Очищення потрібно для забезпечення захисту устаткування від пошкодження та для якості, дуже часто вміст непотрібних часток призводить до обриву паперового полотна, це призводить до зупинення виробництва[4].

Найбільше розповсюдження для очищення паперової маси отримали два апарати:

- Верховий очиститель (Рисунок 2);
- Циліндричний (Рисунок 3).

Верховий очиститель встановлюють у вигляді батареї в декілька ступенів, зазвичай 2-4 ступені.

Циліндричний являє собою трубу в яку маса подається під тиском. Завдяки простоті конструкції цей апарат отримав найбільшу поширеність при виробництві паперу.

1 – вхід волокон, 2 – корпус, 3 – розподільчі шнеки, 4 – вихід з апарату.

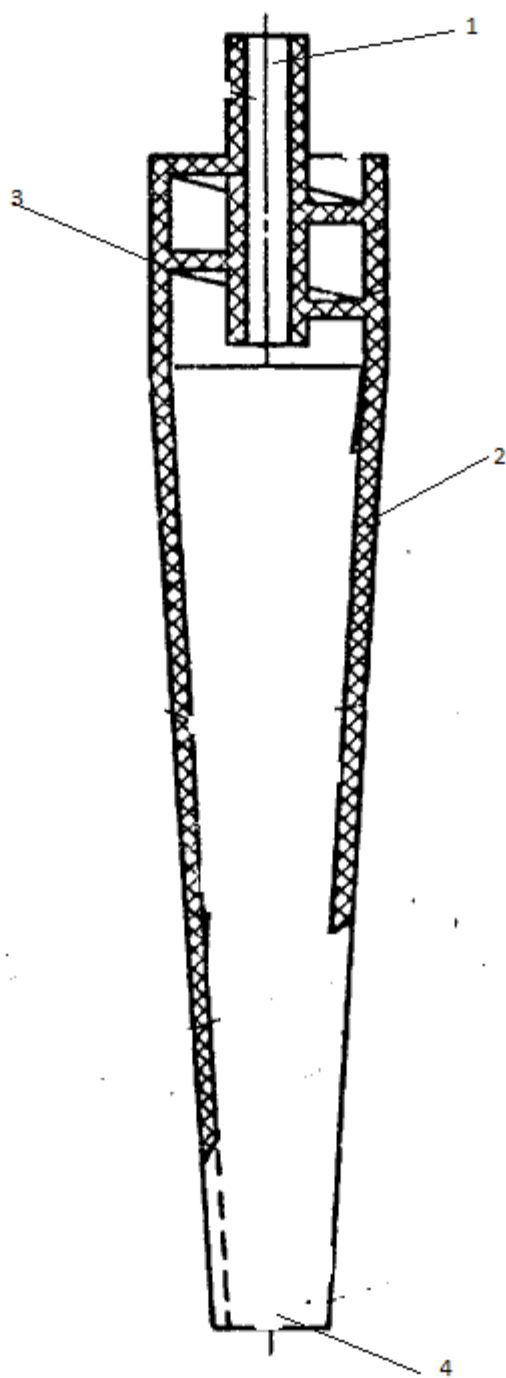


Рис. 2 – Верховий очиститель

1 – вхід волокон до апарату, 2 – вихід волокон із апарату, 3 – корпус, 4 – насадка[9].

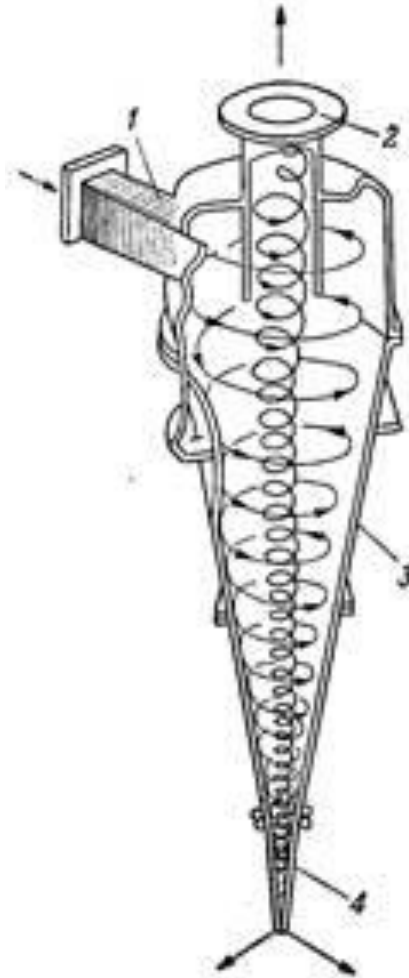


Рис. 3 – Циліндричний очиститель

3.6.Розподілення на сітку

Під випуском на сітку розуміють закладку паперової маси у паперовиробничю машину (Рисунок). Паперововиробнича машина – це апарат з багатьма секціями які діють на протязі всього часу закладу в апарат паперової маси.

Вже приготована маса насосом подається до басейну, де відбувається постійне її перемішування, за допомогою цього відбувається доповнюючи розмел маси та концентрації всього об'єму маси.

Паперовиробнича машина складається з таких частин:

- Сіткової частини;
- Пресовочної частини;
- Сушильної частини;
- Отделочной частини.

1 – Подача маси, 2 – Валок, 3 – Подача пари, 4 – Прийом пари, 5 – Притяжний валок, 6 – Валок розкатки, 7 – Вирівнюючий валок, 8 – Валок останньої розкатки, 9 – Оборотна вода, 10 – Волок для подвчі оборотної води, 11 – Прийом більшого об'єму маси.

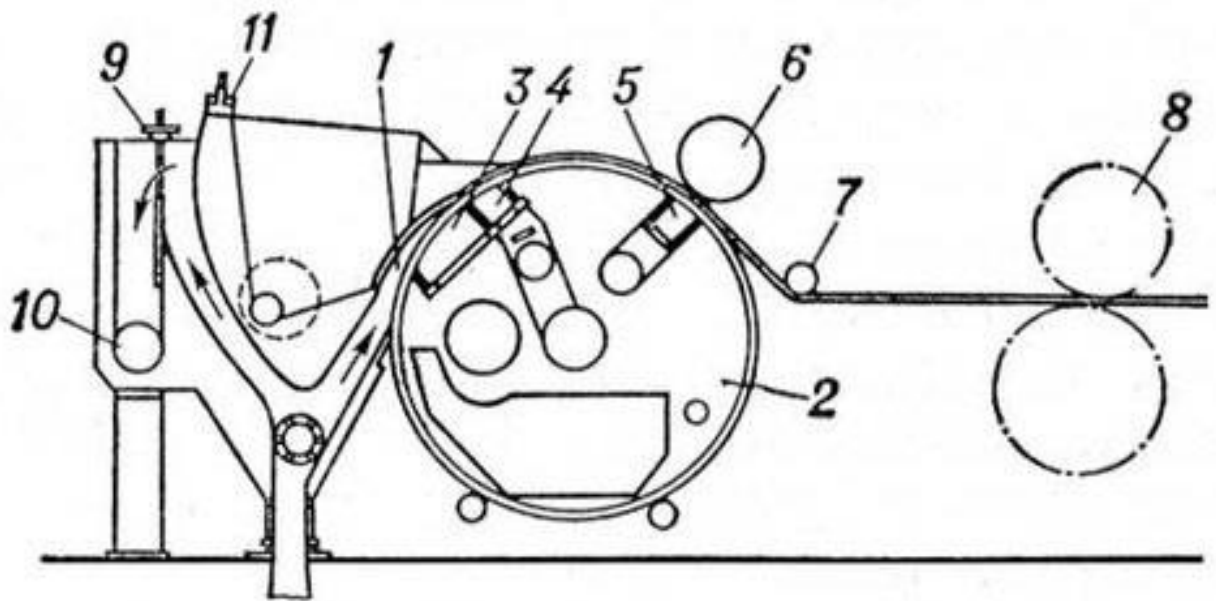


Рис. 4 – Паперовиробнича машина

Сіткова частина – це сітка яка крутиться по колу за допомогою роликів.

Для того щоб паперова маса завжди йшла одним потоком, по краям цієї сітки встановлено бар'єри. Для того щоб вода стекла з маси, її придавлюють валками, це знижує витрати на сушку. Для того щоб маса не розривалась було прийнято щоб кількість оборотів сітки не перевищувала 320 обертів на хвилину. Далі, після сітки паперова маса попадає у відстояний ящик, де під дією вакууму з неї додатково витягується вода і навіть після таких операцій у масі знаходиться ще

дуже багато води до 73 відсотків від загальної маси. Далі маса направляється до пресованої частини, де за допомогою пресів з неї віджимається вода. Завдяки цьому папер набуває нових властивостей, таких як:

- Зниження пористості;
- Стає міцнішою;
- Менше вбирає води;
- Зменшується прозорість.

Часто для придання гладкості паперу додатково встановлюють преси для зглажування, вони мають малу шерохватість у порівнянні з першими.

Далі з пресувальної частини, маса вже у вигляді листу направляється до сушильної частини апарату. В сушильній частині знаходяться вали в середину яких під тиском подається гаряча пара, за допомогою якої і проходить сушка маси, вали розташовані у порядку, так званому як на шахматній досці, завдяки цьому проходи рівномірні, сушка і є менша вероятність розриву полотна. З сушильної частини полотно направляється у частину обробки[10].

У обробній частині папер проганяють через вали з дуже малою долею шерохватогсті. За допомогою цього приему папер вже останній раз ущільняється і стає потрібної товщини, а саме головне гладким, далі він вже готовий надходить до машини яка призводить намотування у великі рулони, близько 1 000 метрів на один рулон[11].

4 ОТРИМАННЯ ПАПЕРУ

Не зважаючи на стрімку комп'ютеризацію нашого світу, кількість виробництва паперу у світі не зменшується, а лише набирає типів виробництва із року в рік. Логічним, на мою думку, було б використання джерел для виробництва паперу, які «дуже» швидко відновлюються, такі як:

- Різні види трав;
- Кропива;
- Листя;
- Ива;
- Очерет.

Строк відновлення деревини складає 50-70 років, з сучасним ростом потреб, вже дуже скоро потрібно це буде чим то замінювати. Тому, я пропоную використовувати місцеві джерела м.Покровськ, для виготовлення паперу, а саме це: очерет та кропива. Думаю що вже найближчим часом майже кожному ОТГ буде потрібним наладити виробництво в своїй громаді. В цьому рішенні я бачу ряд позитивних моментів:

- Збереження кількості деревини;
- Зменшення забруднення вулиць міста;
- Річки та озера матимуть більш приємний вигляд;
- Зменшення забруднення повітря у сезон «підпалів».

Опираючись на вище сказане, за допомогою цього методу ми зменшимо вирубку лісів, люди самі почнуть прибирати вулиці для того щоб віднести сировину на виробництво і отримати від цього винагороду, наші водоеми стануть більш приємними на вигляд. В сезон, так званих підпалів, ми всі скаржимося на те що неможливо вдихнути повітря, це може стати вирішенням ще і такої проблеми.

4.1 Підготовка сировини

Сировиною для мого дипломного проєкту служить «Очерет звичайний». Також були використані «домішки» поліпшуючі властивості одержаної сировини, а саме:

- Зерна льону;
- Кропива.

Льон – це рослина, яка використовується як сировина для промисловості з виготовлення текстилю. А саме зерна льону завдяки тому, що у їх складі присутні:

- Протеїни 20%;
- Цукри 5-10%;
- Олеїнова кислота 10%;
- Стеаринова кислота 5%;
- Ліноленова кислота 30%;
- Та ще деякі гліцериди до 60%.

З додаванням цього компоненту до складу вихідної сировини, надає готовому продукту еластичності та в деякій мірі міцності.

Перейдемо до самої підготовки.

Першим етапом до отримання цільового продукту є збирання сировини. Так як всі операції проводились у лабораторних умовах, проходило ручне збирання (Рисунок 5.1 Рисунок 5.2).



Рис. 5.1 – Збирання сировини (очерету).



Рис. 5.2 – Збирання сировини (очерету).

Наступним етапом (другим) йшло розмелювання (розрізання) очерету на невеликі частинки 1-2 см у довжину та його миття (Рисунок 6).



Рис. 6 – Розрізання очерету.

Для чого потрібне розмелювання (розрізання) сировини?!

При різанні проходить не тільки механічна обробка сировини, а ще йде так званий процес розчеплення волокон, що призводить до:

- Більш високої адсорбції води, у порівнянні до механічної обробки;
- Проходить зміна властивостей, матеріал стає більш гнучким, що призводить до полегшення його обробки та зносостійкість апаратів при виробництві паперу стає більшою;
- Та створюються умови, за якими зв'язки між волокнами

матеріалу стають сильнішими.

Ці умови і визначають характеристики цільового продукту, а саме:

- Зменшує повітропроникність;
- Збільшує міцність;
- Матеріал стає більш гнучким.

Далі відбувалось закладення очерету у варильну ємність (каструлю), заливалась тепла вода так щоб покрити весь об'єм зразка, далі додавався луг NaOH. Після додавання всіх компонентів, ємність ставилась на електро плитку, де підтримувалась температура води 96-101°C, а в саму ємність опускалась мішалка для рівномірного розмішування всіх компонентів у об'ємі зразка (Рисунок 7.1, 7.2, 7.3).



Рис. 7.1 – Початок варіння.



Рис. 7.2 – Початок варіння.



Рис. 7.3 – Початок варіння.

4.2 Визначення вологості

Визначення вологості у наважці за допомогою сушильної шафи є найбільш розповсюдженим, простим для реалізації та досить точним, щоб покладатись на його результати.

Сушіння відбуваються у сушильній шафі (Рисунок 8) при температурах 100-120°C. Сам процес проходить досить швидко та просто. Для початку беруть бюкс (металевий) та поміщають у сушильну шафу, де висушують його до постійної маси. Після того в бюкс поміщають наважку і вже разом з нею відбувається процес встановлення вологи від маси у наважці. Слід зробити це в 3-4 етапи, для більш точного встановлення даних по вмісту вологи у сировині.



Рис. 8 – Сушильна шафа.

Розрахунки проводять за формулою 2.5, що наведена вище.

Вже за результатами розрахунків попередньої формули визначають вихід целюлози після варіння. Рахується за формулою:

$$N = \frac{\text{маса до варіння} \times 100}{\text{маса після варіння}}$$

На практиці це відбувалось так, був взятий бюкс постили його на 30 хвилин до сушильної шафи, зважили. Після знову бюкс помістили до шафи на 25 хвилин. Маса після останнього не змінилась. Бюкс було розміщено до ексикатору, де він знаходився на протязі 15 хвилин. Після чого, була взята наважка масою 1,0124 г поміщена до бюксу, закрилась кришкою та відправлено до шафи на 3 години. Через 3 години наважка відправились до ексикатору на 15 хвилин для вистигання. Після зважування маса наважки зменшилась на 2%, в перерахунок на масу це 0,9911 г. Далі бюкс знову відправився до шафи на 1 годину. Маса зменшилась до 0,9871 г. Маса зменшилась, це означає що у наважці ще залишилась якась кількість вологи, бюкс знову у шафу на 1 годину. Після чого відбулось контрольне взвішування, маса не змінилась і дорівнює 0,9871 г.

Проводимо розрахунок вологи:

$$W = \frac{4,1369 - 4,1116}{4,1369 - 3,1245} \times 100 = 2,499 \%$$

Тобто вологість очерету на момент закладки для варки 2,5%.

4.3 Основи процесу приготування очерету

Процес варіння підготовленого зразка, це процес при якому відбувається так звана обробка сировини (очерету чистого або з домішками) при його поступовому підігріві до температур близьких кипінню води. При цьому відбувається виділення із сітки клітин лігніну.

Для варіння застосовується луг (NaOH) для виділення лігніну. Він також застосовується для відновлення витрати гідроксиду натрію що знаходиться в середині сировини. Целюлоза отримана методом лужного варіння в більшості випадків застосовується у якості мішківини або обгортки.

Для того щоб почати процес варіння спочатку готують розчин для варки, на 300 г сировини (очерету) він має наступний склад:

- 3000 г води;
- 36 г NaOH;

- Домішки (різновид та кількість залежно від потреб).

Така кількість води обумовлена повнотою покриття всього об'єму очерету, для повноти проходження процесу витягу лігніну із сировини достатньо 32 г NaOH, але для прискорення процесу було прийнято рішення підвищити закладку лугу на 11% від маси. Що в свою чергу прискорило процес з 10 годин безперервного варіння до 6,5 годин, тобто збільшуючи витрату лугу на 11% процес варіння прискорюється на майже 30 % від попереднього.

З цього можна зробити висновок про те, що не значне збільшення витрати компоненту є доцільним, що в свою чергу тягне за собою зменшення витрат на електроенергію, на зношування варильної ємності, змішувальної установки, тобто є як економічно вигідно, так і є дуже великою вигодою по часу готування продукції.

Факторами які мають вплив на процес:

- Температура (має найбільший вплив);
- Час;
- Концентрація лугу;

Процес проготування умовно розбитий на три частини:

- Реакція при низьких температурах;
- Середній час;
- Останні години.

Реакція при низьких температурах.

Хімічна реакція виділення відбувається на самому початку процесу, тобто ще при змішуванні сировини (очерету), додаванні варильного розчину та добавок, за необхідністю. Реакція розчинення починає відбуватись при тому, що нагрівання та перемішування всіх компонентів навіть і не відбувалось. Після однієї години процесу у розчин переходить тільки приблизно сім відсотків целюлози, а лігнін залишається у своїй початковій концентрації. Температура варильного розчину складає близько 98-100 градусів.

Середній час

Близько до чотирьох годин варіння розчинення та виділення лігніну тільки починає відбуватися, а в свою чергу виділення целюлози становить до 30 відсотків від маси. Вже ближче до шести годин процесу варіння різкий спад процесу розчинення лігніну та виділення целюлози.

Останні години

Протягом наступних трьох годин температура варильного розчину піднімається до 105 градусів, вихід целюлози близько 45 відсотків, а лігніну десь 4,5 відсотки.

4.4 Варіння

4.4.1 Очерет без домішок

Спочатку проводять дроблення отриманої сировини (Рисугнок 9.1, 9.2), після чого проходить закладення до варильної ємності, і після чого проходить сам процес варіння з добавкою варильного розчину. Після приготування готову масу треба промити дуже великою кількістю води для зупинення реакції витягу лігніну з сировини. Потім, отриману паперову масу, перекладають у ємність для подрібнення, де саме й відбувається сам процес.



Рис. 9.1- Подрібнення



Рис. 9.2- Подрібнення

Проведення пресування (Рисунок 10).



Рис. 10 – Пресування

Після пресування паперова маса висушувалась при кімнатній температурі на протязі 48 годин. (Рисунок 11)



Рис. 11 – Місце сушки.

Вже отриманий сухий папір було підвержино обробці, тобто придався гарний вид. (Рисунок 12)



Рис. 12 – Оброблений папір

4.4.2 Очерет з додаванням льону

Після проведення дроблення отриманої сировини, проходило закладення варильної ємності, і після чого проходить сам процес варіння з добавкою варильного розчину та закладенням зерен льону (Рисунок 13). Після приготування готову масу треба промити дуже великою кількістю води для зупинення реакції витягу лігніну з сировини.

По закінченню процесу проводяться ті самі операції як і в минулому разі.



Рис. 13 – Подрібнення та заклад зерен

4.4.3 Очерет з додаванням кропиви

Процес дроблення, закладки та додавання варильного розчину такий самий як і у минулих двох випадках, за відміною тільки у добавці, якою у цьому випадку слугує кропива.

Для цього потрібно спочатку було зібрати кропиву (Рисунок 14).



Рис. 14 – Збір кропиви

Потім провести процес дроблення та промивання (Рисунок 15).



Рис. 15 – Дроблення кропиви

4.5 Промивання отриманої целюлози

Після всіх приведених процесів вище, для зупинки процесу потрібно було промити отриману масу великою кількістю води (Рисунок 16).



Рис. 16 – Промивання целюлози

Далі проходило випуск на сітку та розподілення отриманого продукту (Рисунок 17). Для більш швидкого процесу сушки та щоб матеріал був якомога тоншим та придатним для подальших операцій над ним.



Рис. 17 – Випуск на сітку

5 ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОСКОПІЇ

Отриманий папір було підвержено дослідженням мікроскопією. За цими даними можна встановити структуру отриманого матеріалу, визначити які процеси впливають на той чи інший показник.

5.1 Очерет без домішок

В якості першого зразку у варильну ємність було завантажено лише очерет, без домішок. Проведення операцій по наступній схемі:



Період після початку приготування і початком промивання отриманої маси склав 10 годин.

Далі отриману масу було промито для закінчення процесу лугування, після паперову масу було подрібнено за допомогою кухонного блендера і після того привівся випуск на сітку та відбулося його пресування ручним методом до встановлення єдиного шару зразку по всій його площі і зразок залишився для сушки при кімнатній температурі на 34 години. Після сушіння зразок було досліджено під мікроскопом (Рисунок 19), для встановлення розміру, частини пустот та щільності волокон матеріалу.

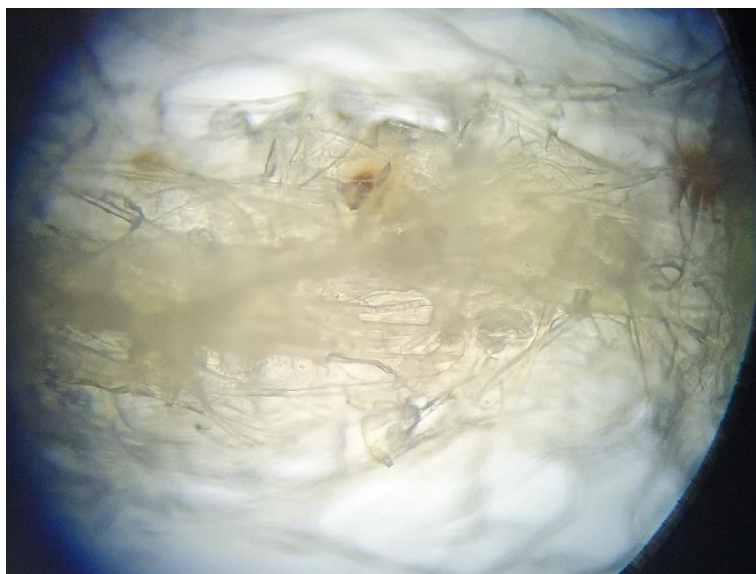


Рисунок 19 – Зразок паперу виготовленого з очерету без домішок.

5.1.1 Властивості

За допомогою мікроскопу було встановлено що, розмір волокон занадто великий для того щоб міцно тримати форму і було зроблено додатковий розмел паперової маси. Знову було зроблено випуск на сітку та ручне пресування, він залишився для сушки на 32 години. Після чого знову за допомогою мікроскопу було досліджено зразок (Рисунок 20).



Рисунок 20 – Зразок після додаткового розмелювання.

Після додаткового розмелювання розміри волокон зменшились, що призвело до збільшення міцності зразку, розміри так званих пустот теж зменшились і в свою чергу матеріал став більш щільнішим. Над зразками проводились випробування, дивитися нижче.

5.2 Очерет з додаванням льону

В якості другого зразку у варильну ємність було завантажено очерет та зерна льону у якості домішок. Проведення операцій по наступній схемі:





Період після початку приготування і початком промивання отриманої маси склав 11 годин.

Далі отриману масу було промито, після паперову масу було подрібнено за допомогою блендеру і після того провівся випуск на сітку та відбулося його пресування ручним колесом до встановлення єдиного шару зразку по всій його площі і зразок залишився для сушки при кімнатній температурі на 40 години. Після сушіння зразок було досліджено під мікроскопом (Рисунок 21), для встановлення розміру, частини пустот та щільності волокон матеріалу.



Рисунок 21 – Зразок паперу виготовленого з очерету з зернами льону.

5.2.1 Властивості

За допомогою мікроскопу було встановлено що, додаток до закладки у варильну ємність зерен льону не дає результатів, а тільки перешкоджає утворенню міцних зв'язків між волокнами паперової маси, що в свою чергу приводить до розвалювання готового продукту. Період у 11 годин було встановлено не просто так, а для більш повного зв'язування волокон целюлози та зерен льону, але нажаль це не дало результатів. Над зразками проводились випробування, дивитися нижче.

5.3 Очерет з додаванням кропиви

В якості другого зразку у варильну ємність було завантажено очерет та кропиву у якості домішок. Проведення операцій по наступній схемі:





Період після початку приготування і початком промивання отриманої маси склав 12 годин.

Далі отриману масу було промито, після паперову масу було подрібнено за допомогою блендеру і після того провівся випуск на сітку та відбулося його пресування ручним колесом до встановлення єдиного шару зразку по всій його площі і зразок залишився для сушки при кімнатній температурі на 40 години. Після сушіння зразок було досліджено під мікроскопом (Рисунок 22), для встановлення розміру, частини пустот та щільності волокон матеріалу.

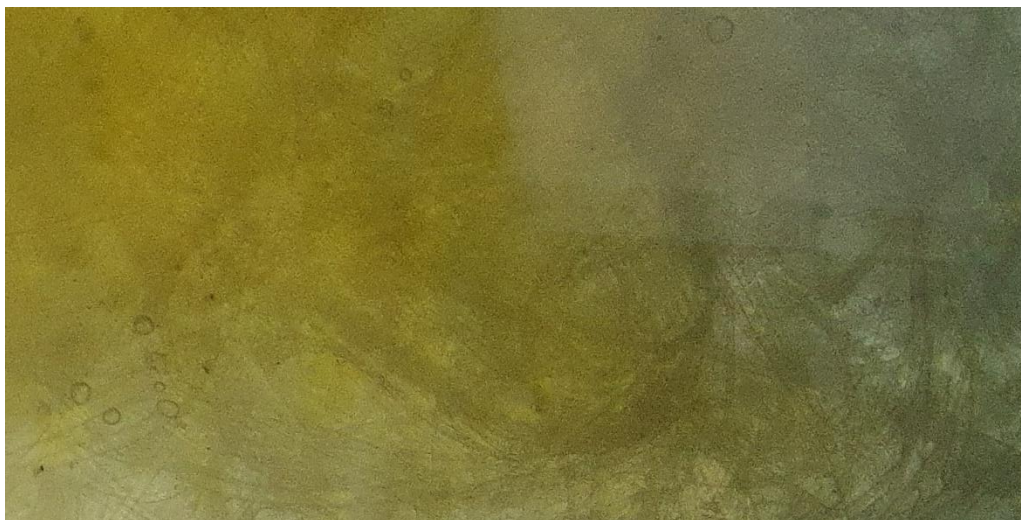


Рисунок 22 – Зразок паперу виготовленого з очерету з додаванням кропиви.

5.3.1 Властивості

За допомогою мікроскопу було встановлено що, період приготування у 12 годин малий для повної зв'язки компонентів між собою, тому отриману масу знову було завантажено у варильну ємність та додано варильний розчин з концентрацією лугу у два рази меншою від початкової. Після проходження ще 3 годин зразок знову був випущений на сітку та за допомогою ручного пресування розкатаний, він залишився для сушки на 40 години. Після чого знову за допомогою мікроскопу було досліджено зразок (Рисунок 23).

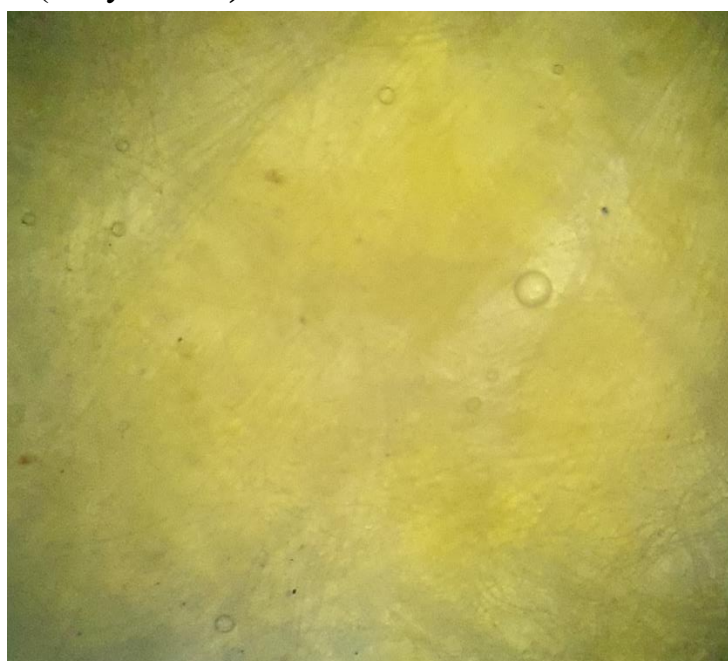


Рисунок 23 – Зразок після додаткового розмелювання.

За допомогою мікроскопу було встановлено що, додаток до закладки у варильну ємність кропиви допомагає створити більш міцні зв'язки між волокнами, що в свою чергу призвело до заповнення пустот між волокнами. В результаті отримали дуже міцний папір, у порівнянні з попереднім. Над зразками проводились випробування, дивитися нижче.

Всі аналізи проводились на медичному мікроскопі мікроскопі XS-90 (Рисунок 24).



Рисунок 24 – Мікроскоп XS-90

Для порівняння отриманих результатів приведу фотографію очерету під мікроскопом (Рисунок 25).

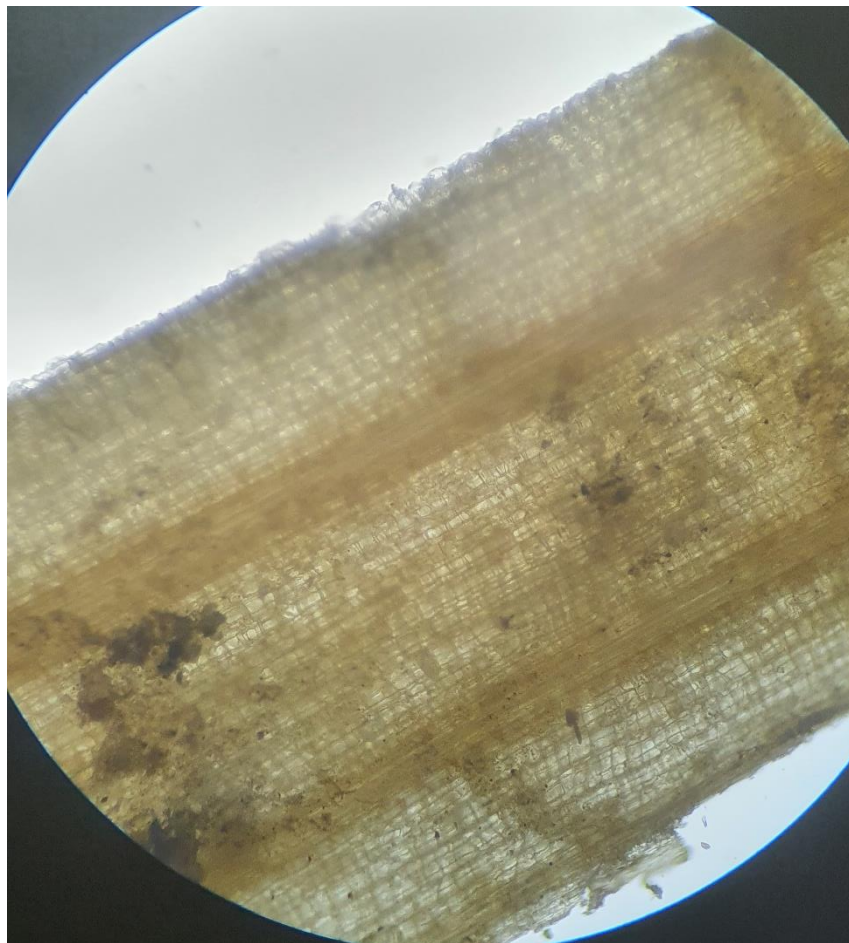


Рисунок 25 – Очерет під мікроскопом.

6 ВИПРОБУВАННЯ

Отриманий матеріал було підвернено ряду випробування на встановлення таких характеристик:

- Щільність;
- Товщина;
- Вологість;
- Жорсткість.

6.5 Щільність визначається згідно ГОСТ 27015-86 [5].

Щільність – це фізична величина, відношення маси до об’єму тіла що вимірюється.

Визначення щільності паперу проводять по формулі:

$$\rho = \frac{m}{D_{\text{ср}} \times 1000}, \quad \text{г/см}^3 \quad (2.1)$$

де, m – це маса паперу з площею 1 м^2 , г;

$D_{\text{ср}}$ – товщина паперу, мм;

$$\rho = \frac{2.8}{0,00203 \times 1000} = 14 \text{ г/м}^2$$

Вимірювання щільності проводилось на зразку 1 см^2 . Його вага 2,8 грами, товщина 2 міліметра.

Даний показник показує що у порівнянні, наприклад, з офсетним папером показник щільності отриманого зразку у чотири рази менший ніж у промислового, але це аж ніяк не впливає на ті показники для сфери впровадження даної технології у виробництво.

Даний вид паперу призначено для використання лише у технічних цілях, тобто мається на увазі використання його, наприклад, для пакування товарів (продукти, матеріалів для будівництва та інших).

Масу та товщину потрібно вимірювати на одному і тому зразку.

Результати записують до другого знаку, відносна похибка не повинна перевищувати 8,5% з вірогідністю до 0,95%.

6.6 Товщина визначається згідно ГОСТ 27015-86 [5].

Товщина – це фізична величина, середнє арифметичне всіх вимірів, кількість вимірів достатньо 5.

Товщину паперу вимірюють по формулі:

$$D_{\text{ср}} = \frac{\sum D_i}{n_1 \times n_2 \times n_3}, \text{ мм} \quad (2.2)$$

де, D_i – товщина зразка у місці виміру, мм;

n_1 – кількість зразків у стопі, шт;

n_2 – кількість вимірів у стопі, шт;

n_3 – кількість стоп які були виміряні окремо, шт.

Відносна похибка вимірювання товщини у точках виміру не повинна бути більшою ніж 7,5% з вірогідністю до 0,95%.

Товщини зразків були виміряні у трьох місцях, зразки у кількості трьох штук.

Товщина першого зразка:

- D_1 – товщина 1,86 мм;
- D_2 – товщина 2,23 мм;
- D_3 – товщина 2,01 мм;

Товщина другого зразка:

- D_1 – товщина 1,75 мм;
- D_2 – товщина 2,12 мм;
- D_3 – товщина 1,92 мм;

Товщина третього зразка:

- D_1 – товщина 1,28 мм;
- D_2 – товщина 2,31 мм;
- D_3 – товщина 2,8 мм;

Визначення середньої товщини зразку:

$$D_{\text{cp}} = \frac{1,86 + 2,23 + 2,01 + 1,75 + 2,12 + 1,92 + 1,28 + 2,31 + 2,8}{1 \times 3 \times 3} = 2,03$$

Всі виміри проводились за допомогою електронного штангенциркуля Re2ls(Рисунок)



Рисунок 25 - Електронний штангенциркуль Re2ls

6.7 Вологість визначається згідно ГОСТ 13525.19-91 [8].

Вологість – це кількість води в папері.

Визначається відношенням втрати маси у зразку паперу при сушінні до його маси на початку виміру при відбиранні проби. Вираз у відсотках.

Вологість вимірюється за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100, \% \quad (2.5)$$

де, m – маса посуду для вивішування, г;

m_1 - маса посуду з навіскою, г;

m_2 – маса навіски, г.

Був взятий бюкс поставив його на 30 хвилин до сушильної шафи, зважив. Після знову бюкс помістили до шафи на 25 хвилин. Маса після останнього не змінилась. Бюкс було розміщено до ексикатору, де він знаходився на протязі 15 хвилин. Після чого, була взята наважка масою 1,0283 г поміщена до бюксу, закрилась кришкою та відправлено до шафи на 3 години. Через 3 години наважка відправилась до ексикатору на 15 хвилин для вистигання. Після зважування маса наважки зменшилась на 2%, в перерахунок на масу це 0,9992 г. Далі бюкс знову відправився до шафи на 1 годину. Маса зменшилась до 0,9983 г. Маса зменшилась, це означає що у наважці ще залишилась якась кількість вологи, бюкс знову у шафу на 1 годину. Після чого відбулось контрольне взвішування, маса не змінилась і дорівнює 0,9983 г.

Проводимо розрахунок вологи:

$$W = \frac{5,2633 - 5,2350}{5,2633 - 4,3523} \times 100 = 3,186 \%$$

Тобто вологість паперу після варки склала 3,2 %.

6.8 Жорсткість визначається згідно ГОСТ 304354-96 [6].

Жорсткість – це відношення моменту згину паперу до його ширини пружкої деформації.

Жорсткість вимірюють по формулі:

$$S = \frac{E \times l}{b}, \quad (2.3)$$

де, E – модуль пружості, модуль Юнга;

l – момент інерції площі поперечного перерізу відносно осі, яка лежить в цій площині і перпендикулярно по напрямленню цього згину;

b – ширина площі поперечного перерізу.

Але у моїх лабораторних умовах цей параметри виміряти за допомогою даного методу виміряти не можливо, тому було винайдено та сконструювано установку, за допомогою якої цей метод було спрощено.

Метод оснований на порівнянні отриманого паперу, з папером який

використовується для печаті, офсетним папером. Принцип роботи такий, закріпити отриманий папір за дві сторони, одна з яких міцно закріплена до корпусу установки, а інший до тросу, який висить на роликах. З другого краю тросу прикріплюються грузи різної маси.

Стандартний лист А4 має жорсткість 5927 мН, що в свою чергу дорівнює 59,27 кг.

Стандартний зразок було закріплено на установці, до якої по черзі підвищувались грузила різної маси:

- 1 кг;
- 2 кг;
- 3 кг;
- 4 кг.

На чотирьох кілограмах зразок розірвало, тому було прийнято змінювати масу по черзі кроки по 100 г.

Експеримент показав, що папір витримує навантаження у 3 кг 200 г, що у перерахунок отримуємо 320 мН.

У підсумку можу сказати, що даний показний такий малий із-за того що у папер не вводилось доповнюючих домішок, завдяки яким він міг стати міцніший.

ВИСНОВКИ

1. У процесі роботи було встановлено, що вибрана сировина підходить для виготовлення паперу.

2. У лабораторних умовах були відтворені основні стадії процесу:

- Збирання;
- Дроблення;
- Очищення;
- Варка;
- Відділення від лігніну;
- Промивання;
- Випуск на сітку;
- Пресування;
- Сушка.

3. Було встановлено, що в залежності від часу приготування змінюються характеристики отриманого паперу, а саме показник щільності.

4. Отримані зразки були підвернені випробуванням, визначались такі характеристики:

- Щільність – 14 г/м^2 ;
- Товщина -2,03 мм ;
- Вологість – 3,2%;
- Жорсткість – 320 мН ;

5. Було проаналізовано отримані зразки за допомогою мікроскопу, аналіз показав що одна з двох добавок внесла позитивні зміни до закладки та отриманого паперу.

У висновок хочу сказати, що отримані результати задовольняють вимоги тої сфери у якій може використовуватись даний матеріал.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ковернинський Н.Н. Основи технології переробки дерева хімічним методом: Навчальний посібник для Університетів. - М.: Лісова промисловість, 1984. – 184 с.
2. Кастров І.П. Технологія паперового виробництва. Матеріали: в 3 томах .Том 1.Частина друга. Виробництво напівабрикатів та сировина. Виробництво напівфабрикатів. – СПб.: Політехніка: «Лісова промисловість», 2003. – 633 с.
3. Іванов С.М. Технологія паперу. Посібник для вузів. Друге видавництво перероблено/Івановим С.Н . : Лісова промисловість , 1970. – 696 с.
4. Неленін Н.Н. Технологія виробництва целюлози: в трьох томах.: Навчальний посібник для вузів./Н.Н. Неленін, Ю.Н. Неленін. – друге видавництво., перероблено – М.: Екологія, 1994. – 592 с.
5. ГОСТ 27015-86 Міждержавний стандарт папір та картон, методи визначення товщини, щільності і питомого об'єму.
6. ГОСТ 30435-96 Міждержавний стандарт папір та картон, методи визначення жорсткості при згині.
7. ГОСТ 25142-82 Міждержавний стандарт папір та картон, методи визначення шероховатості поверхні паперу.
8. ГОСТ 13525.19-91 Міждержавний стандарт папір та картон, методи визначення вологості паперу.
9. Физикохимия целлюлозы и ее производных: курс лекций / сост. А.В. Косточко, Ю.М. Шубина, Е.Б. Смола; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 1988. – 36 с.
10. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. Т II. Производство бумаги и картона. Ч. I. Технология производства и обработки бумаги, картона. – СПб. : Политехника, 2005, 423 с/
11. Непенин Н.Н. Технология целлюлозы. В 3-х т. Т. 1. Производство сульфитной целлюлозы. Изд. 2-е, перераб.-М.: «Лесная промышленность» - 1976. – 624 с.
- 12.. Роговин З.А. Химия целлюлозы. - М.: Химия, 1972. - 520 с.
13. Никитин В.М. Химия древесины и целлюлозы. Учеб. пособие для вузов/ В.М. Никитин, А.В. Оболенская, В.П. Щеголев. М.: Лесн. пром-сть, 1962. 711 с.
14. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные

материалы: в 3 томах. Том I. Часть 2: Сырье и производство полуфабрикатов. Производство полуфабрикатов. – СПб.: Политехника, 2003. – 633 с.

15. Никитин В.М. Химия древесины и целлюлозы. Учеб. пособие для вузов/ В.М. Никитин, А.В. Оболенская, В.П. Щеголев. М.: Лесн. пром-сть, 1962. 711 с.