Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)
Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Оптимізація виробничого процесу автоматизованої переробки макулатури**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи КАм-61
напряму підготовки (спеціальності) 151
Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	(підпис)	Креховецька В.М. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Коноваленко І.В. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Козбур І. Р. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	Микитишин А.Г. (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2019

Анотація

У дипломному проекті розроблено систему, для оптимізації автоматизованого виробництва макулатури, а саме такого процесу, як розволокнення макулатури, для різного виду целюлозно-паперових відходів таких, як коричневі та майстерні конверти, вуглецевий папір, паперові рушники, тканини, обгортки від цукерок (паперові), кавові чашки та коробки для піци. Завдяки оптимізації процесу розволокнення збільшили ефективність виготовлення кінцевої продукції, що забезпечує всі аспекти виготовлення паперових виробів. Виконано підбір обладнання та розроблено систему для керування цим процесом.

Досліджено такі питання, як охорона праці, екологічний вплив на атмосферу та економічну частину проектування, для переробки макулатури.

Ключові слова: сировина, целюлозно-паперові, відходи, макулатура, розволокнення, переробка, папір, система, автоматизація, мережа.

Annotation

The diploma project developed a system for optimization of automated waste paper production, namely such process as waste paper recycling, for various types of pulp and paper wastes such as brown and work envelopes, carbon paper, paper towels, fabrics, wrappers from sugar , coffee cups and pizza boxes. By optimizing the process of branching, the efficiency of manufacturing end products is increased, providing all aspects of paper products. The equipment has been selected and a system for managing this process has been developed.

Issues such as occupational safety, environmental impact and the economic part of design, for waste paper recycling have been investigated.

Keywords: raw materials, pulp and paper, waste, waste paper, branching, recycling, paper, system, automation, network.

ЗМІСТ

ВСТУП
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА
1.1. Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами……..…6
1.2. Актуальність виконання роботи…….9
1.3. Методи вирішення поставленої задачі……10
1.4. Висновки та постановка задач на дипломну роботу магістра……..13
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА
2.1. Характеристика виробу та його призначення…….....15
2.1.1. Аналіз умов роботи виробу, матеріалу та його властивостей……..….15
2.1.2. Аналіз конструктивних особливостей виробу та технологічних особливостей його виготовлення……....16
2.1.2.1. Процес виготовлення пакувального паперу та картону……..…17
2.1.2.2. Газетні та звичайні друкарські та письмові папери……...18
2.1.2.3. Гігієнічний папір і вторинний папір…….….20
2.1.3. Аналіз технічних умов на виготовлення виробу…….23
2.2. Розробка технологічного процесу виготовлення виробу……..24
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА
3.1. Аналіз вихідних даних на проектування, базового варіанту виробничої системи і розробка технічного завдання на проектування……...27
3.2. Обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизації……..….28
3.3. Обґрунтування вибору, опис та розрахунок технічних засобів автоматизації:
3.3.1. Підбір серійного обладнання, уточнення компоновки автоматизованої системи та розрахунок її технічних характеристик на основі паспортних даних серійного обладнання……30
3.3.2. Обґрунтування необхідності проектування, вимог і технічних показників нестандартного обладнання, що входить в автоматизовану систему……..32
3.3.3. Вибір та опис принципових схем нестандартного обладнання…….…32
3.4. Розробка системи керування автоматизованою системою…….36
3.4.1. Обґрунтування вибору варіанту схеми керування автоматизованою системою...…….…37
3.4.2. Обґрунтування вибору програмованих логічних контролерів (ПЛК) для системи керування…….....38
3.5. Розробка мережі передачі даних автоматизованої системи……..39
3..2. Проектування логічної топології мережі……....41
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА
4.1. Характеристика об’єкту або предмету дослідження…….….43
4.2. Програма і методика теоретичних та експериментальних досліджень…....45
4.3. Обробка результатів досліджень……...51
4.4. Аналіз і узагальнення отриманої інформації…….....53

4.5. Наукові і практичні висновки, пропозиції щодо використання результатів виконаних досліджень…….…..55
4.6. Розрахунок та моделювання системи автоматичного регулювання…..…...55

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА
5.1. Обґрунтування програмного забезпечення для керування лінією розволокнення макулатури…….….59
5.2. Розробка керуючої програми на мові структурного тексту…….....60
5.3. Обґрунтування вибору програмного забезпечення для програмованого логічного контролера……..…..62
6. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
6.1. Технічні характеристики транспортера сортування макулатури……..…...64
6.2. Визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва……...65
6.3. Визначення трудомісткості і обсягу робіт технологічної підготовки виробництва……...67
6.4. Складання сіткового графіка технічної підготовки виробництва……67
6.5. Визначення економічної ефективності……70
7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ
7.1. Стандарти безпеки……78
7.2. Стандарти зберігання макулатури……...80
7.3. Оцінка безпеки машин переробки паперу……81
7.4. Ефективна оцінка виробничих ліній……...83
7.5. Значення автоматизації виробничих процесів в питаннях охорони праці……85
8. ЕКОЛОГІЯ
8.1. Огляд введеної сировина та енергії, а також вивантаженої продукції……86
8.2. Відходи від переробки макулатури……..89
8.2.1. Споживання води під час переробки паперу……....90
8.2.2. Використання хімічних добавок при переробці відходів……...92
8.2.3. Використання палива та енергії при переробці макулатури……..96
8.2.4. Викиди у воду при переробці макулатури……..100
8.2.5. Викиди в твердих відходів при переробці макулатури……102
8.2.6. Викиди в атмосферу при переробці макулатури……...106
8.2.7. Шум від переробки паперових відходів……108
ВИСНОВКИ……109
БІБЛІОГРАФІЯ……....110
ДОДАТКИ……112

ВСТУП

Сміття – це глобальна проблема суспільства двадцять першого століття. Адже, кожного дня всі на планеті викидають певні відходи і тільки в окремих випадках їх сортують, за родом обробки, та відправляють у відповідні місця, для переробки.

Якщо брати до уваги той факт, що скло, папір (різного типу), поліетиленові вироби, тощо підлягають певній переробці, тоді чому досі в більшості міст немає, спеціально обладнаних підприємств для реалізації цього, та вирішення такої глобальної проблеми?

Все більше і більше часу папір в житті кожної людини відіграє велику роль, але чим більше ми розвиваємось, тим коректніше стає використання цього продукту. Та не зважаючи на це, щороку в Україні викидають тисячі, а можливо і мільйони тонн, непотрібного, але все-таки можливого для переробки матеріалу.

Багато хто не знає, а можливо і не здогадується , що на території України, нараховується приблизно 30 тисяч несанкціонованих сміттєзвалищ. Отже, виходячи з цього факту, можна сказати більше ніж 90% відходів не сортується, як для переробки так і для подальшого використання, цих продуктів в повсякденному житті людини.

Для вирішення цієї проблематики потрібно створити умови та оптимізувати процес перевезення та переробки целюлозно-паперових матеріалів.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами

Неефективні або погано сплановані системи поводження з відходами - це тягар для суспільства та економіки. Наприклад, надмірно довгі маршрути транспортування відходів можуть мати негативний вплив на велику частку населення. Це посилюється швидкою урбанізацією, що відбувається в усьому світі та в країнах, що розвиваються. Питання сталого розвитку повинні враховуватися на кожному етапі прийняття рішень, від стратегічного до щоденного.

За останні десятиліття було проведено кілька аналізів стану навколишнього середовища на території України. Аналізи були зроблені багатьма державними природничими організаціями, такими як: «Департамент охорони навколишнього середовища», «Міністерство охорони здоров'я та захист навколишнього середовища», «Міністерство природних ресурсів та охорони навколишнього середовища», а також деякими міжнародними організаціями «Економічна комісія ООН Європи». За висновками цих досліджень, проведені аналізи показують, що найбільшою проблемою екології України є некоректне поводження держави з відходами.

З метою вирішення існуючої проблематики та майбутніх масштабних екологічних проблем потрібно оптимізувати всі процеси збирання та переробки, будь-яких відходів.

На підставі проведених аналізів визначається морфологічний склад відходів, що утворюються середньостатистичним жителем України . Аналіз показує, що найбільша частина відходів органічного походження (залишки їжі 65,3%), коли найбільшу частку неорганічних відходів посідає папір (целюлозно-паперові відходи) відсоток, якого складає – 9,8%, далі йде пластик 9,4%, скло 6,8% і т.д..

Виходячи з цього в Україні працює близько 16 штук заводів з переробки, 17 з переробки паперових відходів, 16 заводів з переробки скла, 36 з переробки вторинних полімерів, а також багато інших. Та все ж при цьому вони не є

повністю завантаженими. Наприклад, заводи по переробці паперу мають потужність приблизно 1200 тисяч тонн сировини для переробки, проте переробляють тільки половину – 600тисяч тонн, це стосується не лише целюлозно-паперових відходів, а й інших. Як би парадоксально це не звучало, але папір та скло, імпортують, оскільки, своєї сировини не вистачає. Макулатуру заводи України по переробці целюлозно-паперових відходів привозять з-за кордону, близько 340 тисяч тонн.

Стала і інтегрована система поводження з відходами - це складний процес, що включає різного роду характеристики. Ці характеристики складаються з:

а) зменшення впливу на навколишнє середовище;

б) забезпечення здоров'я населення;

в) розробка методик та способів переробки, що стосуються відходів;

г) економічно доцільні проблеми;

д) організація відповідної інфраструктури, каналу обслуговування та забезпечення для мешканців шляхом розуміння потреб суспільства;

е) встановлення мети та цілей для ефективного планування та розвитку політики щодо управління відходами.

Взявши до уваги всі характеристики, можна утворити взаємозв'язок між цими аспектами та їх складністю. Розробка надійної стратегії життєво важлива для системи поводження з відходами. Стратегія визначається як процес поводження з відходами (рис. 1.1.1.), яка визначає траєкторії відходів та їх системи управління в Україні.

Найкращим варіантом у інтегрованій системі поводження з відходами є: мінімізація кількості утвореного сміття, тоді як найпершим варіантом для оптимізації є: сортування сміттєзвалищ, на початковій стадії. Тому, що проміжні варіанти залежать від типу відходів, які можна обробляти на інших етапах системи.

Усі етапи в інтегрованій системі відходів виконують важливу функцію. Коли можлива переробка певних видів відходів, переробка є кращим варіантом порівняно з такими способами виробництва енергії, як спалювання або

анаеробне перетравлення. Причиною тому, що переробка матеріалів, є позитивний вплив на зміну клімату, свідчать доповіді країн Північної Європи.

Рис.1.1.1 Вигляд інтегрованої системи поводження з відходами

Завдяки цьому процесу, буде можливе уникнення сміттєзвалищ для органічних відходів, оскільки цінніші продукти можна отримати шляхом компостування або анаеробного перетравлення.

Поля для сміття - це не завжди поганий вибір, а для деяких типів відходів належне сміттєзвалище є найкращим та бажаним способом обробки. Наприклад, деякі види небезпечних відходів повинні надійно зберігатися на контрольованих і закритих звалищах. Для таких матеріалів не можна уникнути сміттєзвалища, оскільки це є остаточним і єдиним в даний час обробкою в круговій економіці для постійної детоксикації ресурсів.

Завданням системи поводження з відходами є каналізація кожного окремого типу відходів до його оптимального рівня в системі відходів. Крім того, надзвичайно важливо забезпечити, щоб жодні відходи не закінчувались як неконтрольоване захоронення чи розповсюдження, що знаходиться поза системою. Ключовим моментом у цій стратегії є перетворення лінійної та

традиційної економіки, тобто виробництво-споживання, у кругову економіку (рис.1.1), яка заохочує до переробки та повторного використання матеріалів та відновлення енергії в їх економічному циклі як можна довше. У 2015 році Європейський Союз розробив план дій для заохочення кругової економіки серед членів ЄС шляхом встановлення цілей від виробництва до кінця життєвого циклу для конкретного продукту, включаючи поводження з відходами та поводження з ними.

1.2. Актуальність виконання роботи

Відходи вважаються, будь-якою, небажаною речовиною з життя людини. Термін "відходи" взагалі може використовуватися в різних описових термінологіях, таких як сміття, побічний продукт, та інші. Незалежно від того, яку термінологію використовують, відходи завжди супроводжують та є невіддільні від людини, а також її життя, і це вимагає належного поводження з ними для «кращого завтра».

Тим не менш, відходи стали проблемою для світу, та сучасні промислові революції з новим міським життям і цивілізацією, які мають різні моделі відходів, часто задаються одним питанням. Адже зміна моделей споживання серед людей призвела до зміни кількості утворених відходів і, крім того, відходи утворюється з різних потоків, таких як упаковка з пластику та паперу, а також небезпечні та токсичні відходи. Трансформація світу є швидкою та тривожною з точки зору кількості населення, структури споживання та соціально-економічного статусу на основі розвитку в кожній країні.

Світовий банк підрахував, що утворення твердих побутових відходів у світі зросте з 3,5 мільйона тонн на день у 2010 році більше 6 мільйонів тонн на день у 2025 році, що майже вдвічі перевищило п'ятнадцять років і потребує гострої уваги та контролю. Підрахувавши, що утворення твердих побутових відходів до 2100 року виросте з 9 до 12 мільйонів тонн на день, що ґрунтується на цивілізаційному зростанні. Оскільки Африка на південь від Сахари ще не розвиватиметься, вона буде головним фактором. Однак очікується, що у Європі та Центральній Азії утворення відходів залишатиметься. Тому грамотне

поводження з відходами стане важливою частиною інфраструктури, враховуючи той факт, що кількість та різноманітність відходів різко зростають. Ефективний підхід управління - це потреба людини, а якщо цього не зробити, це призведе до серйозних наслідків, включаючи перевантаження реципієнтів забруднення (повітря, води та ґрунту), збільшення виснаження матеріальних ресурсів, зміни клімату, загрозу постачанню енергії тощо.

Глобальне збільшення побутових відходів призведе до посилення впливу на навколишнє середовище, що створюватиме нові завдання для дослідників у пошуку вирішення цих проблем. Варто зазначити, що паперові побутові відходи - це незначна частка загальної кількості утворених відходів. Тим не менш, це відходи, які впливають на навколишнє середовище, і тому необхідно приймати певні рішення та вирішувати проблематику.

Стала система по переробці макулатури необхідна для вирішення зростаючої кількості паперових відходів у всій Україні та світі. Збільшення переробки матеріалів в системі поводження з паперовими відходами є дуже складним завданням, що включає в себе, як і соціальні, так і технічні аспекти. Перетин цих двох аспектів є ключовою частиною поділу джерел, тобто розділення відходів там, де вони утворюються.

Деякі українські компанії з переробки, вважають, що переробка матеріалів є складною проблемою через відсутність інструменту аналізу, який може допомогти вдосконалити систему поділу джерел на місцевому рівні.

Основна точка цієї тези зосереджена на створення інструменту аналізу, який можна використовувати для поліпшення сортування в, будь-якій, системі збору відходів.

1.3. Методи вирішення поставленої задачі

У великої кількості високорозвинених країн по всьому світі та їхніх мегаполісах на рівень їхнього розвитку та статус, впливає і такий аспект, як переробка відходів та вміння якісно з ними поводитись, завдаючи навколишньому середовищу найменшої шкоди. Ефективність використання

інтегрованої системи поводження з відходами визначає визначає ієрархію відходів у чотирьох рівнях зверху вниз:

1) зменшення джерел відходів;
2) переробка;
3) перетворення відходів, що включає в себе фізичну, біологічну, а також в деяких випадках і хімічну обробку;
4) сміттєзвалища – це завершальний етап, для тих відходів, які не піддаються переробці.

Для того, що реалізувати більш ефективніший процес переробки відходів ввели шість функціональних елементів в рамках інтегрованого управління переробки відходів. Важливо зазначити, що взаємозв'язок, цих шести функціональних компонентів: від утворення до знешкодження (рис.1.3.1) має вирішальне значення для досягнення представленого методу.

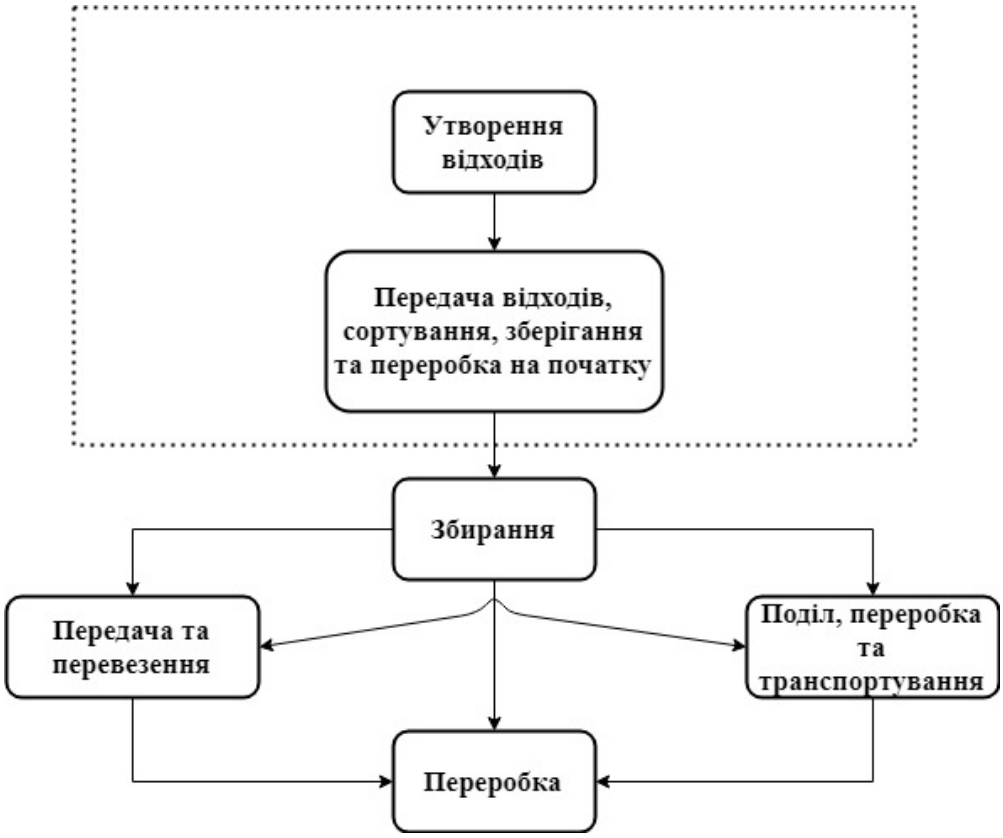

Рис.1.3.1 Взаємозв'язок шести функціональних компонентів для переробки

У цьому методі відокремлення відходів на початку є найважливішою частиною для досягнення бажаних варіантів в методі побудованому на ієрархії відходів, тобто повторного використання, повторного перевтілення та, можливо, навіть зменшення цих відходів в цілому. Сортування відходів на джерелі, яке також називають поділом за походженням, - це процес відокремлення різних фракцій відходів у місці, де вони утворюються, тобто вдома.

Як зрозуміло з рис.1.3.1, розподіл - це певна функція, коли людина бере безпосередню участь у системі поводження та покращення процесу переробки відходів, де суспільство дає свій внесок у функцію, під час сортування відходів.

Тому важливо розуміти важливість функції поділу відходів на початку як з точки зору користувача, так і з технічної точки зору та важливість цієї функції в системі поводження з відходами.

Існує багато способів розподілу відходів по різних фракцій у потоці. Наприклад, сортування може бути впроваджено у сховищах для переробки матеріалів, яке відбувається шляхом сортування машин або сортування декількох фракцій відходів у домашніх умовах за мешканцями. Серед таких, поділ відходів на джерелі їх створення - це, в основному, простий та ефективний спосіб для систем управління твердими відходами.

Дивлячись на поводження з відходами по всьому світу, виявляється, що міста, які застосовували систему сортування відходів біля джерела, різко зменшили сміттєзвалище та збільшили рівень переробки. У межах поділу джерел існують різні системи, такі як колекціонування збору каналів, система підведення або випадання та система збору закриття майна. Дивлячись на всі ці системи можна зробити висновок, що їхня мета полягає в тому, щоб зібрати вторинну сировину з потоку відходів, для того, щоб уникнути неналежного поводження, тобто спалювання, або утворення великих сміттєзвалищ.

Зрозуміло, що для досягнення цієї мети необхідна безпосередня участь громадян у цій системі. Для цього необхідно, всебічно пояснити тип системи

поділу джерел та важливість ролі поділу відходів у системі поводження з відходами.

Відокремлення джерел - це поширений метод, який застосовувався і в більшості країн західної Європи. Розподіл джерел відіграє важливу роль у поводженні з паперовими відходами. Розмежування джерел поширене в багатьох інших країнах, включаючи країни, що розвиваються, де вони ставлять цілі для досягнення .

У містах, де відходи не відокремлюються, зазвичай всі відходи транспортуються на сміттєзвалище. Ось чому сміттєзвалища перетворюються на місце, де люди, які не мають власного житла шукають матеріали для заробітку. Це спричиняє багато екологічних та соціальних проблем у цих містах.

1.4. Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу магістра

Отже, вивчення способів встановлення та вдосконалення поділу відходів на джерелі завжди важливо в інтегрованому поводженні з твердими відходами. З цієї причини участь (зменшення, повторне використання та переробка) є загальним вираженням у багатьох країнах у поводження з відходами. Дослідження факторів, що впливають на поведінку утилізації, зазвичай проводили дослідники в психологічних, соціологічних та наукових дисциплінах. Дослідникам було цікаво з'ясувати, чому одні люди переробляють, а інші - не переробляють. В одному з найбільш ранніх досліджень, досліджували ефект спонукання та близькості контейнерів до збільшення збору паперу для переробки.

В огляді літератури було показано, що різні фактори впливають на поведінку утилізації, з яких зручні фактори, такі як легкий доступ та близькість до сортування інфраструктури, були найважливішими незалежно від географічного положення та соціально-демографічних факторів .

Можна виділити три фактори, які спонукають діяти, кожного по-різному : внутрішні, зовнішні та соціально-демографічні фактори. Внутрішні фактори можуть впливати на ставлення та намір до переробки. Прикладами внутрішніх

факторів, про які йшлося, є повторна переробка, приписування відповідальності, ставлення до переробки.

Зовнішні фактори - це ті, що полегшують знання та дії щодо переробки. Зручна інфраструктура для утилізації, доступ до споруд для переробки, відстань до станцій утилізації, що мають достатньо місця вдома, швидке забезпечення винагород та відгуків в деяких дослідженнях визначаються як зовнішні фактори. У деяких дослідженнях досліджуються також соціально-демографічні фактори, такі як стать, вік та дохід. Ці фактори відіграють головну роль у поведінці утилізації, але як це впливає на таку поведінку, досі незрозуміло. Люди і їх поведінка у відділенні джерел, що також називається поведінкою утилізації, є життєво важливим для розуміння, цієї проблематики.

Отже, метою переробки макулатури є отримання в кінці напівфабрикату для подальшого його використання, тобто для утворення нового матеріалу – паперу та картону, різних видів, в залежності від виробництва.

Завданням процесу переробки целюлозно-паперових відходів є його оптимізація. А завданням самого процесу переробки паперу – відновлення його властивостей для утворення вторинного волокна під час процесу видалення сторонніх домішок, якнайшвидше в технологічному процесі переробки.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика виробу та його призначення

Вторинні волокна стали незамінною сировиною для паперової промисловості, охопленої приблизно однією загальною кількістю споживаної волокнистої сировини. Це призвело до нижчої ціни з урахуванням відповідних видів целюлози та просування на ринок вторинної переробки макулатури у багатьох європейських країнах.

Середня норма використання макулатури в Європі становить 43%. Висновки, що дорівнюють цій цифрі, враховують той факт, що повністю використані та інші властивості для виготовлення паперу необхідні для додання кількості використаних незайманих волокон.

При ефективному використанні макулатури її потрібно збирати, сортувати та розділяти на сорти відповідно до її якості. Після збирання макулатура потрапляє до пунктів збору, які сортуються та розділяються. Перед переробкою речовини, що містяться в макулатурі видаляють. Завод макулатури, як правило, працюють з різними верстатами. Перероблений папір із стандартних джерел постачається та обробляється в установках, інтегрованих з паперовими виробництвами.

2.1.1. Аналіз умов роботи виробу, матеріалу та його властивостей

Лінії для обробки відходів відрізняються залежно від типу паперу, що випускається, наприклад пакувального паперу, газетного паперу або паперового паперу та складу використовуваної паперової маси. Як правило, обробку макулатури можна розділити на дві основні категорії:

- Процеси, що застосовують тільки механічне очищення, тобто без знебарвлення, включаючи виробництво таких виробів, як: тестлайнер, гофрований папір, картон без покриття та картон для коробки.
- Процеси, що включають механічне очищення та знебарвлення, що використовуються у виробництві таких виробів, як: газетний папір, гігієнічний паперовий папір, папір для друку та письма, ілюстровані

журнальні газети, картон та картон з покриттям, або маркована знебарвлена ринка.

Європейські паперові комбінати використовують безліч різних систем переробки макулатури, але всі вони включають подібні етапи в процесі. Системи можуть поєднуватися різними способами для вирішення конкретних завдань. Всі вони включають розволокнення, видалення домішок, тобто ефективне розділення волокнистого матеріалу та домішок. Заводи для переробки макулатури складаються з подібних "блоків" для конкретних цілей.

2.1.2. Аналіз конструктивних особливостей виробу та технологічних особливостей його виготовлення

Різні властивості виробу вимагають різної чистоти та білості переробленого паперу. Тому поняття процесу переробки макулатури залежать від цих властивостей. Наприклад, знебарвлення не є необхідним у виробництві багатьох видів картону. Однак для виготовлення тонких паперів, виготовлених на швидкісних машинах, або коли потрібна висока білість паперу, необхідний дуже ефективний багатоступеневий процес.

Ступінь складності всього процесу залежить від використовуваного волокнистого складу та типу виготовленого паперу. Тому немає сенсу описувати "одну типову" систему переробки макулатури.

Основні системи, що використовуються для цього, описані більш докладно, спираючись на приклади переробки макулатури:

- підготовка макулатури для виготовлення пакувального паперу та картону (тест-лайнер і папір для гофрованого шару-маховик);
- підготовка вторинного паперу для виробництва газетних та звичайних друкарських паперів, а також для письма;
- підготовка вторинного паперу для виробництва високоякісних поліграфічних паперів та для письма;
- підготовка на ринку вторинного паперу для тканин та знебарвленого вторинного паперу.

Завдяки використанню різних вхідних волокон системи переробки макулатури можуть відрізнятися. Це пов'язано з різним впливом на навколишнє середовище стічних вод та відходів з точки зору попиту на енергію та прісну воду.

2.1.2.1. Процес виготовлення пакувального паперу та картону

У процесі виготовлення пакувального паперу та картону, тобто паперу для плоских шарів (тестлайнеру) та гофрованого картону, використовується тільки механічне очищення, тобто не потрібно знебарвлення целюлозно-паперової маси.

Зазвичай, для виготовлення цих паперів використовують макулатуру супермаркетів та змішану макулатуру. На діаграмі нижче представлений процес підготовки масового виробництва у виготовленні тестлайнерів. Процес підготовки маси для тест-лайнера може включати більш складну систему, що складається з двох контурів (рис. 2.1.2.1.1), або більш дешеву систему, що складається лише з одного контуру.

Двоконтурна система дозволяє легше керувати процесом, що призводить до підвищення ефективності паперової машини. Описана система включає ступінь сортування за масовим постачанням і є лише заходом безпеки. Під час грубої очистки великі забруднення відокремлюються і розмір шматочків попередньо коригується. Наступна багатоступенева система сортування та очищення видаляє важкі забруднення, плоскі шкідливі компоненти, липкі забруднення, дрібні частинки піску та призводить до дефлокуляції маси з хорошою оптичною рівномірністю. Деякі заводи, що випускають маховики, працюють із повністю закритими контурами води. Закриті водопровідні контури працюють задовільно, з точки зору регульованих умов експлуатації установки та якості продукції, якщо приблизно від 3 до 4 циркулюючої води на тонну маси, що очищається на біологічній очисній установці.

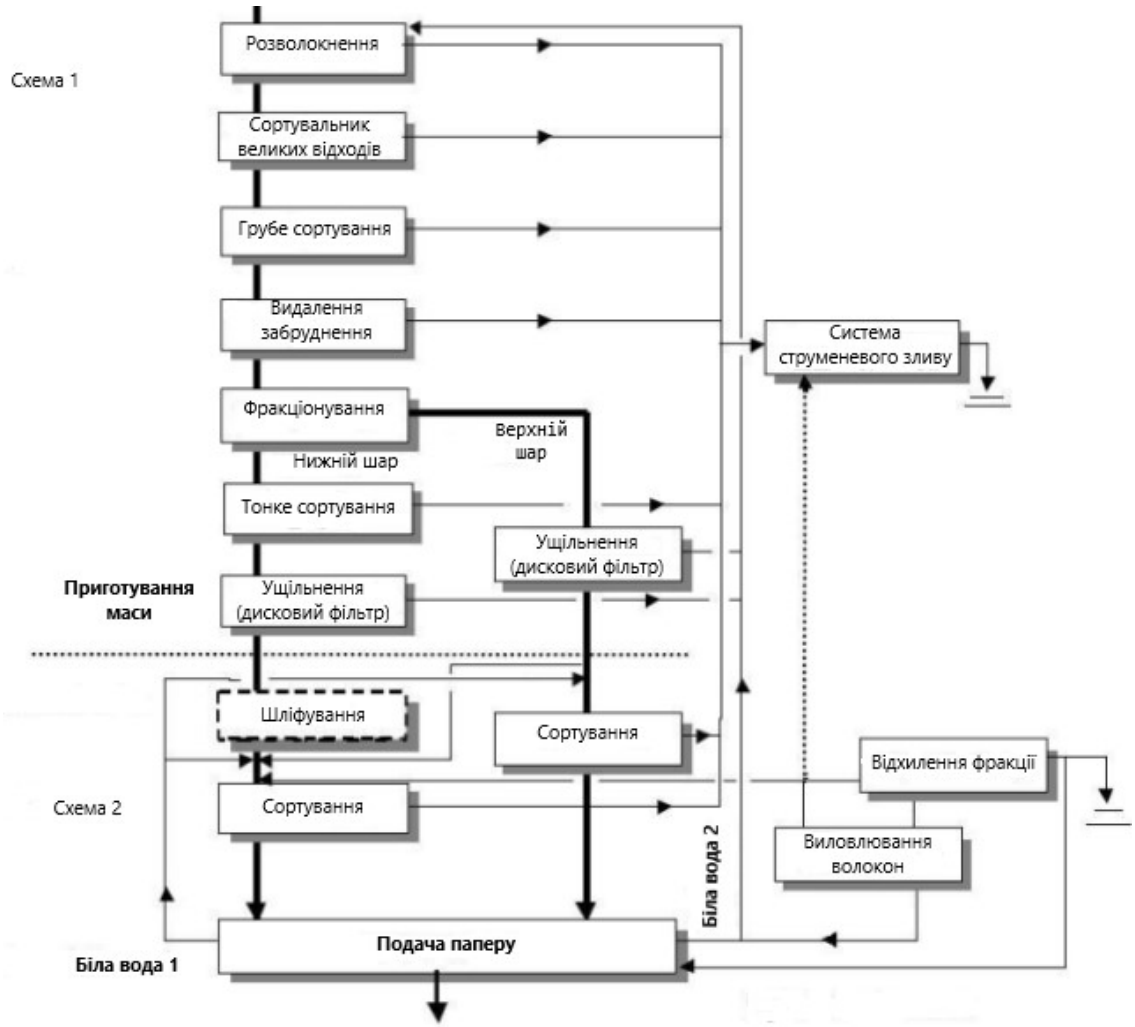

Рис.2.1.2.1.1 Приклад загальної концепції приготування макулатурної маси для тестлайнера

2.1.2.2. Газетні та звичайні друкарські та письмові папери

Система, показана на рис. 2.1.2.2.1, є прикладом можливої установки для масової підготовки до виробництва газетних паперів. Використовувана сировина являє собою типову знебарвлену макулатуру, що складається із суміші газет та журналів, проілюстрованих у співвідношенні 50:50.

Система масової підготовки складається з двоступеневої флотації та відбілювання в поєднанні з міжстадійною дисперсією.

Для отримання поліпшеного газетного паперу, який повинен мати більш високу білість, ступінь загущення може супроводжуватися ступенем зменшення відбілювання із застосуванням бісульфіту. При використанні вторинного паперу для виготовлення паперу, для графічних цілей, особливо важливим є дизайн водяного контуру та системи очищення води.

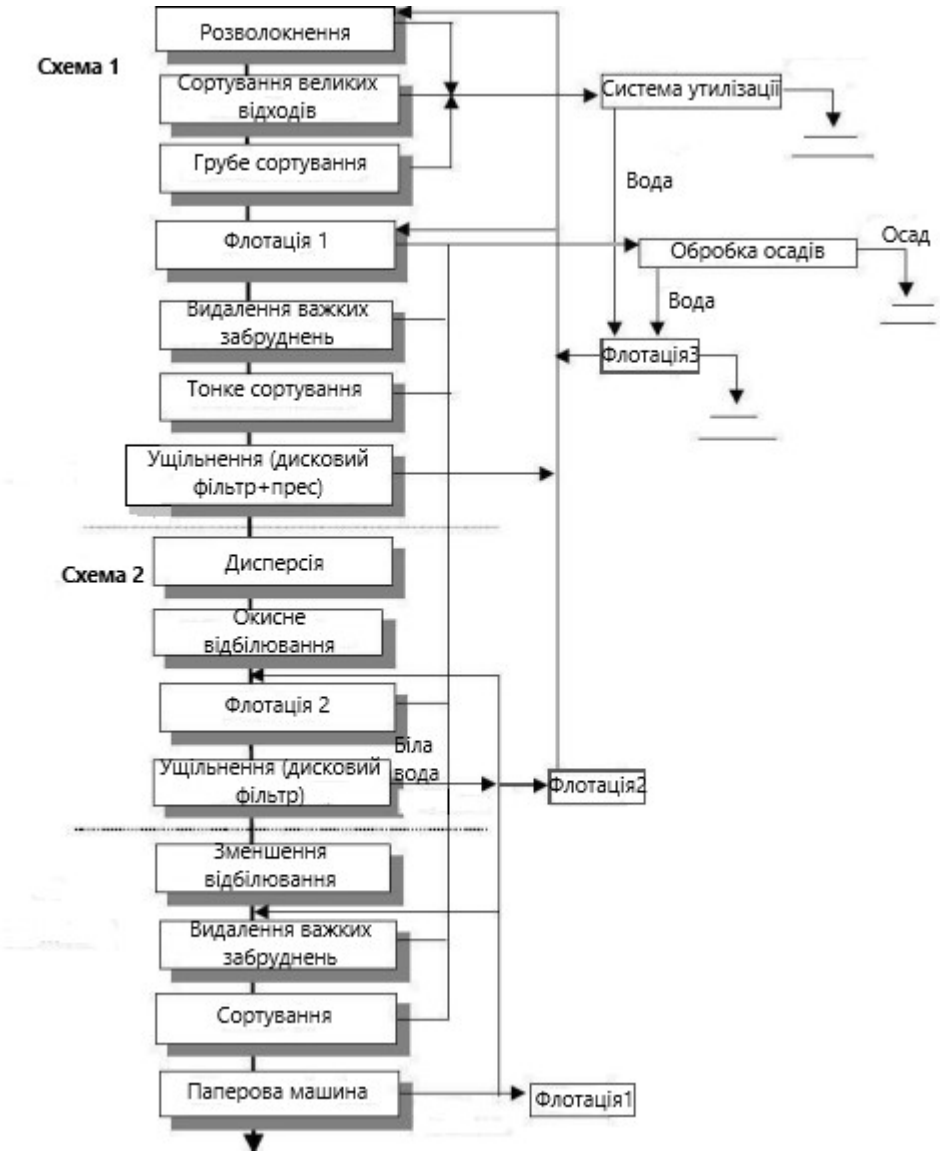

Рис.2.1.2.2.1 Приклад загальної концепції компонування для виробництва (вдосконаленого) газетного паперу

Впорядкований поділ окремих контурів води за принципом «проти потоку» є дуже важливим. Лінії декорування можуть мати різні конфігурації і можуть включати два, три або, в деяких випадках, чотири схеми. На наведеному рисунку показана система приготування маси, що складається з двох контурів з окремим водним циклом для паперової машини. Внутрішнє очищення водяних контурів, які розділені стадіями загущення, проводиться за допомогою флотації дрібних бульбашок з метою запобігання надмірного заряду колоїдних та аніонних речовин у циркулюючій воді та підтримання вмісту дрібної фракції та золи на прийнятному рівні.

Осади з виробничої лінії та з флотаційних камер скидаються для подальшої переробки. Великі домішки, відокремлені під час виробництва, концентруються в системі очищення відходів. Покращений газетний папір зазвичай виробляється в двоступінчастій системі, в якій білість приблизно 63% відповідно до ISO (завдяки зменшенню відбілювання), низький вміст плямистості (двоступенева флотація), вміст золи в межах 10 - 12% (двоступенева флотація) та низький вміст в'язкі домішки (завдяки додатковій обробці в сортувальниках щілин). Навпаки, звичайний газетний папір може вироблятися в одношвидкісній системі, тобто без другого ступеня флотації.

Отже, продукт не є чисто білим (приблизно 59% ISO, оскільки не застосовується відбілювання), має більш високий вміст домішок (через відсутність другого ступеня флотації) та більш високий вміст золи (в межах 14 - 15% - немає другої ступеня флотації).

Вторинні волокна також використовуються для виробництва неповноцінних видів паперу для друку та письма. Зазвичай це папери з дерева, призначені для офісного використання в якості копіювальних паперів або бланків. Концепція процесу може бути схожа на концепцію покращеного газетного паперу з використанням флотації, як показано на рис.2.1.2.2.1. Як сировину зазвичай використовують фіксовану частку газет і журналів (50:50).

2.1.2.3. Гігієнічний папір і вторинний папір

Макулатуру, яка використовується для виготовлення високоякісної гігієнічної тканини або вторинний папір, слід обробляти таким чином, щоб вона не містила не тільки великих домішок, але і друкарські фарби, липкі домішки, дрібну фракцію та наповнювачі.

Значне зменшення вмісту золи та дрібної фракції означає, що потрібно на 30 - 100% більше макулатури порівняно з отриманою макулатурою. З цього випливає, що утворюється значна кількість відходів, які необхідно додатково обробити. Існують фабрики (наприклад, фабрика в Нідербіппі, Швейцарія), де всі відходи, включаючи мул, спалюються на місці, а теплота згоряння використовується для отримання пари, що споживається в заводі, тим самим

зменшуючи відходи. Ця зола від горіння, яка в сукупному вигляді використовується в промисловості будівельних матеріалів (цемент). У цьому випадку основна відмінність порівняно з прикладом виробництва газетних паперів (рис. 2.1.2.2.1), представленим вище, полягає у необхідності видалення золи з маси (дрібної фракції та наповнювачів). Це вимагає стабільності паперової машини, а також вбирання та м'якості кінцевих виробів.

Наприклад, залежно від типу макулатури, що використовується як сировина, вміст золи може змінюватись від 15% до 38% (у випадку переробленого паперу без деревини). Прямий вплив вмісту золи на кількість твердих відходів, що утворюються під час переробки макулатури, слід враховувати при порівнянні даних про кількість твердих відходів.

Для більшості продуктів, наприклад, кухонних рулонів або туалетного паперу, можна використовувати ту саму сировину, що і для газетного паперу, тобто суміш макулатури і журналів, або, загалом, середній або кращий макулатуру. Але, якщо вони доступні за розумною ціною, в першу чергу можна використовувати макулатуру без деревини. На рис. 2.1.2.3.1 показана спрощена схема лінії з обробки макулатури. Основними вузловими точками системи є високо-концентраційна волоконно-сортувальна система у вигляді перфорованої пластини, яка використовується для видалення грубої бруду. Далі відростки обробляються в барабанному сортувальнику, а потім ущільнюються за допомогою гвинтового преса для віддачі.

Отриману масу очищають у сортувальниках високої концентрації, а потім з низькою концентрацією, в яких в основному видаляються металеві домішки, такі як скріпки для паперу, скоби і т. д. Потім масу піддають багатоступеневому очищенню та сортуванню. Як і у всіх системах переробки макулатури, основним принципом при волоконництві, сортуванні та очищенні є забезпечення якнайшвидшого видалення забруднень.

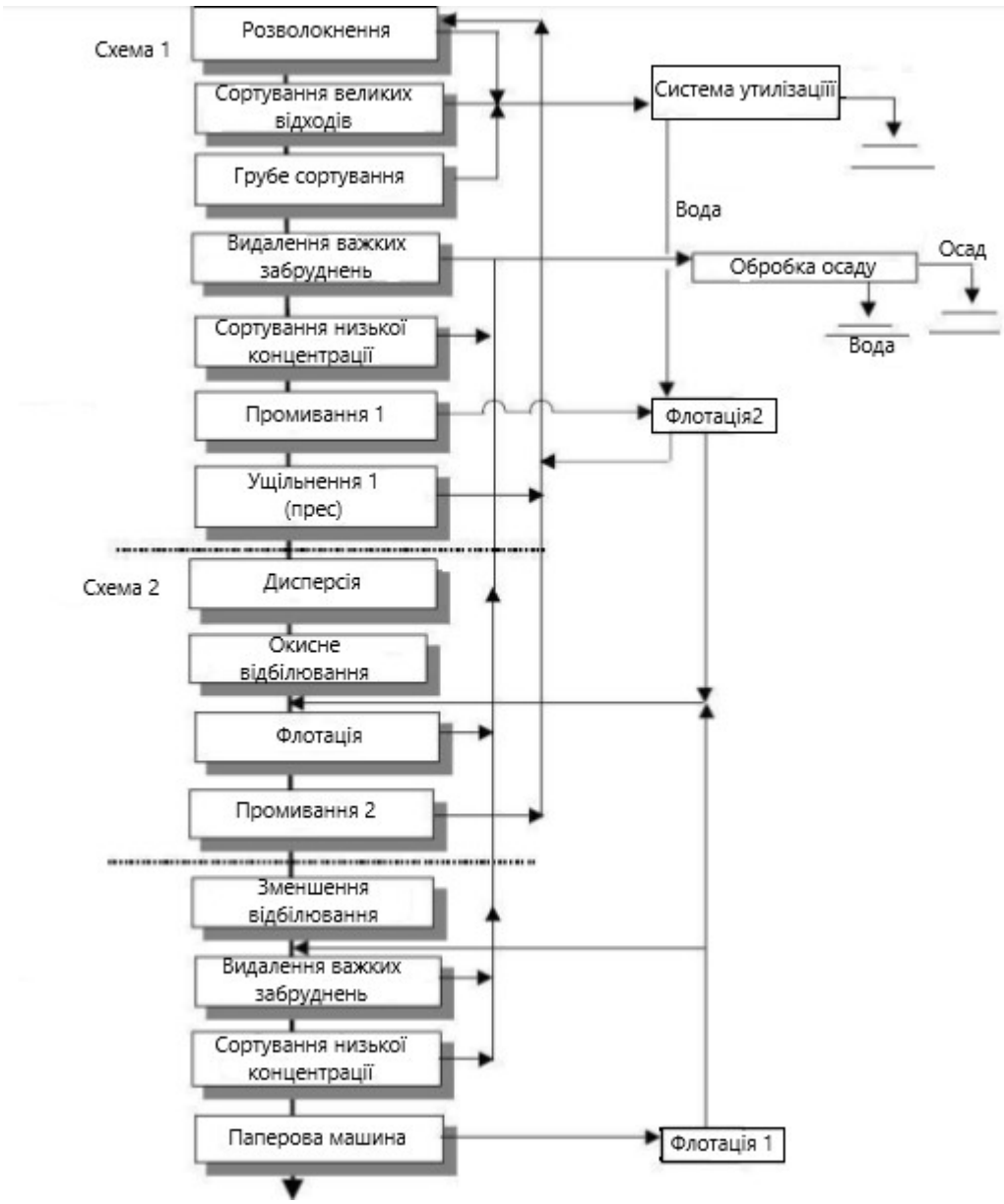

Рис. 2.1.2.3.1 Приклад загальної концепції лінії обробки макулатури у виробництві гігієнічної тканини

Миття здійснюється при низькій концентрації суспензії і вимагає ефективного використання промивної води. Циркулююча вода повинна бути очищена, а чорнило та тверді речовини, що містяться в ній, повинні бути видалені дрібною флотацією бульбашок або іншими ефективними методами очищення води.

Перший етап прання - це видалення золи, дрібної фракції та дрібних частинок друкарської фарби. Після першого етапу промивання масу ущільнюють на ситовому пресі до концентрації приблизно 30%. Фільтрат з процесу промивання очищають у флотаційній камері з додаванням катіонних

флокулянтів. Зола і дрібна фракція видаляються, а вода переробляється. Суспензію нагрівають за допомогою нагрівальної спіралі і диспергують, під час якої друкарська фарба, що залишилася на волокнах, відокремлюється і одночасно змішується з відбілюючими хімікатами. У міру флотації частинки чорнила, що відокремлюються під час диспергування, а також липкі та інші дрібні домішки видаляються.

Друга стадія промивання може супроводжуватися другою стадією відбілювання, після чого суспензію направляють або в башту для зберігання, або направляють до кінцевої системи сортування та очищення, коли маса подається на паперову машину. Найважливішим моментом на мануфактурах макулатури з макулатури є обробка відходів та опадів через відносно велику кількість всіх видів мулу з вмістом вуглецю приблизно 50%, що надходять з різних джерел (підготовка макулатури, флотація дрібних бульбашок, паперова машина, біологічна очистка стічних вод).

2.1.3. Аналіз технічних умов на виготовлення виробу

Аналізуючи технічні умови на виготовлення автоматизованої системи для переробки макулатури потрібно врахувати та визначити: тип виробництва, номенклатура та обсяг випуску, вид обладнання, методи досягнення точності при механічній обробці, метод технічного нормування.

Тип виробництва – це загальна характеристика виробництва, яка включає в себе всі технічні, економічні та організаційні особливості при машинобудуванні, а також вона зумовлена такими критеріями як: спеціалізація, типом та номенклатурою виробу в залежності від виробництва. Буває три типи виробництва: одиничне, серійне, масове.

Одиничний тип виробництва представляє собою, таке виробництво на якому, виготовляють різні види продукції, але тільки в малому обсязі, тобто один або декілька штук.

Серійний тип виробництва представляє собою, іншу форму виробництва, на якій характерний випуск продукції певними партіями, із заздалегідь зазначеними межами та регулярністю випуску виробу.

Масовий тип виробництва представляє собою, форму виробництва, яка характеризується постійним випуском обмеженої номенклатури продукції, які в своїх характеристиках однакові за: конструкцією, призначенням, типом, тощо. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що переробка відходів відноситься до масового виробництва, адже зосереджена на великому обсязі виготовленні продукції та невеликій орієнтації продукту виготовлення.

Такт випуску ($t_в$) – це певний інтервал часу, через який періодично виготовляється випуск продукції певного типу, тобто це час між запуском виготовлення виробу і випуском виробу, які йдуть один за одним. Такт випуску продукції, визначається за формулою:

$$t_в = \frac{F_д * n}{N} * 60, \qquad (2.1)$$

де $F_д$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання за одну зміну (2019р.), 2000 год;

N – обсяг випуску продукції, 11500кг;

n – кількість змін роботи обладнання за добу, 3;

60 – коефіцієнт переведення роботи в хв.

Тобто:

$$t_в = \frac{2000\,год * 3}{11500} * 60 = 31{,}3\ хв,$$

Звідси виходить, що продукцію переробки потрібно запускати, кожні 31.3хв.

Виробнича технологічність може визначатись за такими показниками, як, по-перше, скорочення часу виготовлення продукції, по-друге, за кількістю витрачених коштів на: технологічну підготовку, конструкторську підготовку, в тому числі і процеси виготовлення такі як, випробування та контроль та монтаж.

2.2. Розробка технологічного процесу виготовлення виробу

Однією з найважливіших функцій технологічного процесу підготовки виробництва, являється забезпечення технологічної конструкції виробу.

Економічний показник, який впливає на ефективність виробництва. Що стосується технологічного процесу, то технічна характеристика показує певні вимоги, такі як: експлуатаційні та виробничі для конструктивного виконання виробів.

Щоб добре опрацювати технологічну конструкцію виробу, необхідно провести певний комплекс заходів для того, щоб забезпечити необхідний рівень його технологічного стану. Технологічність потрібно перевіряти відповідно до показників, які встановлюються, а також на зниження ціни на матеріали та трудові роботи.

Конструкція виробничої технологічності виявляється у першу чергу, зменшенні економічних витрат, а також витрат часу, для проектування виробу. Технологічну підготовку виробництва в тому числі й виробничих процесів, включаючи контроль та випробування продукції.

Операційна технологічність конструкції виробу виявляється у скороченні часу та витрат на технологічне обслуговування та ремонт виробу. Сукупність властивостей виробу, які виражають його технологічність з певного погляду технологічності до відповідності прийняття конструктивних рішень в умовах виробництва та експлуатації, називається, технологічною раціональністю конструкції.

Технологічна оптимізація накладається у кожному технологічному процесі за рахунок встановлених вимог щодо якості та економічної ефективності, які є основними цілями у всіх видах діяльності, що складають технологічний процес.

Технологічний процес складання – це сукупність операцій (видів діяльності), за допомогою яких марки (готові запчастини) логічно та послідовно групуються у вузли, агрегати, готові вироби, з дотриманням основної документації та встановленої якості.

Таким чином, технологічні процеси – це системи, які передбачають реалізацію деяких взаємозв'язаних видів діяльності, які можуть моделюватися через деякі мережі, що визначає використання таких же провідних методів, як і

ті, що є в проектах - управління / координація / планування / контроль.

Через те, що технологічні процеси розвиваються протягом певного періоду часу, в їх розвитку можуть з'являтися зміни, які впливають на витрати, технологію або виділені ресурси. Аналіз цих систем дозволяє технологу, який вирішив планувати, контролювати / контролювати та реорганізовувати ресурси таким чином, щоб запропоновані цілі були оптимально та вчасно реалізовані.

Будь-який технологічний процес складається з низки заходів та подій. Діяльність – це основний елемент (найтонша операція), який потребує ресурсів (людських, часових, фінансових, обладнання, машин). У технологічному процесі діяльність повинна здійснюватися в певній послідовності; деякі з них можуть бути послідовними – діяльність не може бути розпочата до тих пір, поки інша не закінчена, інша може бути паралельною або може розвиватися поступовим завершенням діяльності (починаючи з певного періоду часу порівняно з попередньою діяльністю).

Подія – це завершення (закінчення) однієї чи декількох заходів у певний момент часу. У цьому контексті, будь-який, технологічний процес може вестись за допомогою засобів інформаційного продукту, наприклад, Microsoft Project, присвячених діяльності з проектування, спостереження та оптимізації. Особливості вирішального технологічного процесу, – впровадження заходів , які зазвичай здійснюються за допомогою візуалізаційного типу. На цьому етапі надаються програми, назва діяльності та зв'язки між ними.

Для розробки технологічного процесу та програми потрібні наступні етапи: аналіз технологічного процесу та його поділ на діяльність, встановлення співвідношень між видами діяльності (наступність та попередня діяльність), оцінка часу / вартості діяльності, мережа будівництва, аналіз діяльності, аналіз подій, моніторинг та контроль за діяльністю (час і витрати), використання ресурсів (перерозподіл ресурсів).

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Аналіз вихідних даних на проектування, базового варіанту виробничої системи і розробка технічного завдання на проектування

Розволокнення є першим технологічним етапом переробки макулатури на виробництві макулатурної маси та целюлозно-паперових виробів. Під час саме даного етапу вирішується ряд важливих завдань:

- по-перше, утворюється макулатурна маса, за рахунок поєднання паперових відходів із водою, після чого відбувається розділення макулатури на волокна;
- по-друге, під час цього процесу з макулатури видаляється більша частина великих забруднень, а також крім великих забруднень відбувається часткове зменшення малих забруднень;
- по-третє, на цьому етапі можна змішувати технологічні хімічна реагенти, але це при необхідності такого процесу.

Головна задача якого, покращити оптимізацію такого процесу, завдяки використанню новітніх технологій та модернізації даного етапу.

Розволокнення може бути двох типів:

- в гідророзбивачах макулатури, особливостями якого є «ванна» і ротор, який обертається;
- в гідророзбивачах макулатури барабанного типу.

У більшості заводів переробки макулатури використовують, перший варіант, гідророзбивачі з ротором у середині, хоча він має багато недоліків, тому для оптимізації та кращого опрацювання переробки необхідно підібрати спеціальне обладнання, яке забезпечить ефективне, а головне швидке розволокнення целюлозно-паперових відходів з гідророзбивачем барабанного типу.. Для вирішення цього завдання найкраще підійде система TwinPulp, яка використовується у багатьох фабрики, для переробки макулатури, та її можна вдосконалити за допомогою, розвантажувального апарата IntensaMaXX, який використовутиметься в системі TwinPulp, як компонент, який забезпечує

видалення забруднень із гідророзбивача. Завдяки цьому елементу можна позбутись такого етапу, як груба очистка, адже IntensaMaXX забезпечує швидке видалення важких, та невелику кількість дрібних відходів.

Важливо зазначити, що усунення забруднень із гідророзбивача є дуже важливою деталлю, адже без нього сміття накопичується, що призводить закупорення та забруднення гідророзбивача, а це в свою чергу зменшує швидкість розволокнення, а також і сам процес переробки. Якщо в установку внести такий елемент, як IntensaMaXX, який буде забезпечувати неперервний процес видалення забруднень, розволокнення буде відбуватись швидше та якісніше.

3.2. Обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизації

Функціональна блок-схема використовується, як один із типів існуючих блок-діаграм і використовується для опису функцій та зв’язків між різними елементами в межах однієї конкретної системи. Така функціональна блок-схема використана для ілюстрації функції однієї системи, для етапу розволокнення, який конкретніше показує всі елементи в даному етапі. Завдяки використанню блоків вона, також показує вхідні та вихідні елементи розволокнення за допомогою ліній. Показує взаємозв'язки між різними функціями, а також функціональні послідовності та шляхи для правильної та послідовної роботи системи створення макулатурної маси.

Функціональна схема розволокнення типу TwinPulp (Рис. 3.2.1) використовуэться для розволокнення макулатури при низькій концентрації. Система розволокнення складається із подрібнювача макулатури ZS Voit, після чого подрібнена сировина подається у гідророзбивач IntesaPulper IP-R, де відбувається утворення макулатурної маси, а решта забрудненої макулатури, подається у апарат для видалення важких часточок Junkomat™ JM, де важкі забруднення відділяються і відправляються на утилізацію, а макулатура подається в дефлокулятор Fiberizer™ F-T.S. фралокулятор має сито з отворами, яке забезпечує утворення макулатурної маси, а решта сировини подається у апарат для видалення забруднень IntensaMaXX, тут відбувається відділеня

важких забруднень та подача їх до сортувального барабану Drum Screen STR, де відбувається сортування та залишки макулатури без забруднень подаються до гідророзбивача, а відходи піддаються утилізації.

Завдяки такій системі розволокнення макулатури зменшується кількість відходів для утилізації приблизно на 10%, адже, без IntensaMaXX відходи складають 15%, а при застосуванні цього елементу відходи дорівнюють 5%.

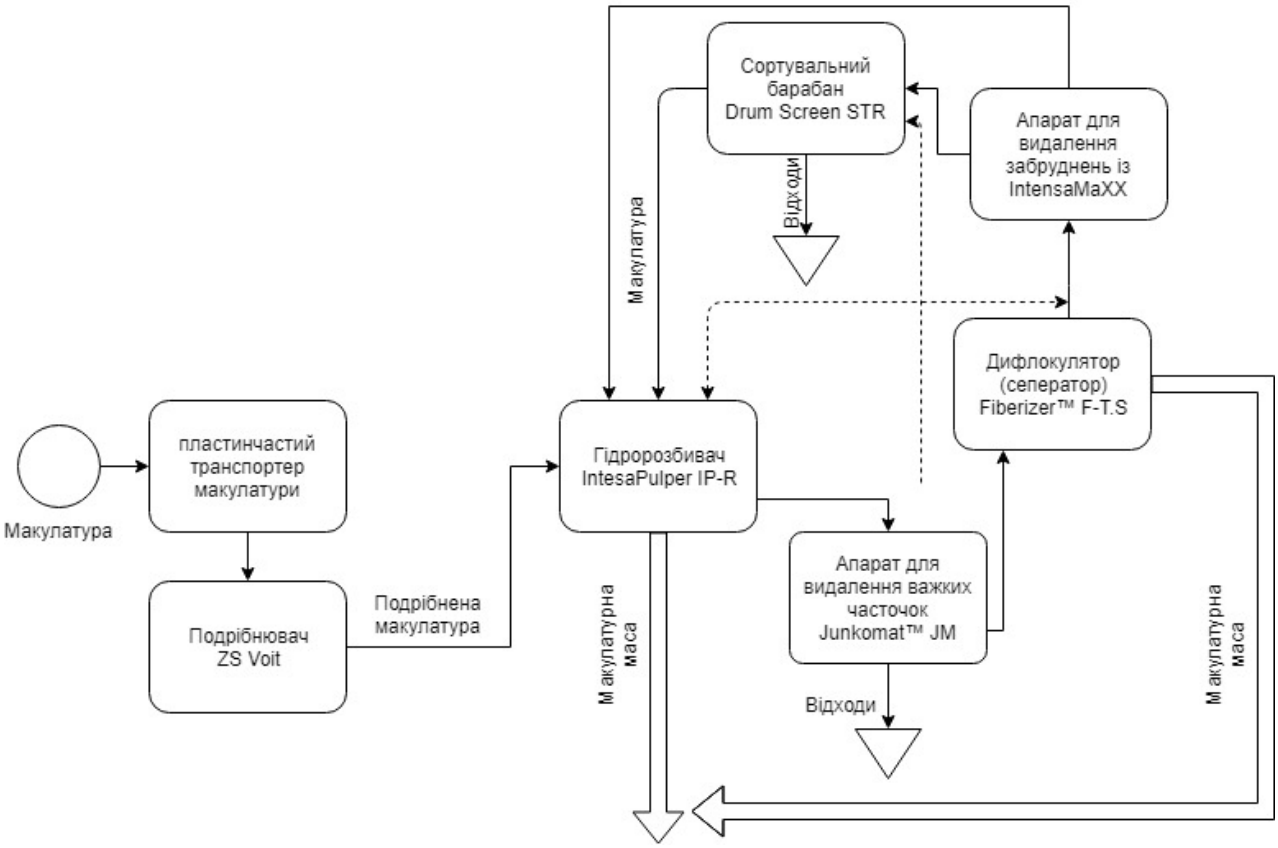

Рис. 3.2.1 Функціональна схема розволокнення типу TwinPulp

Перевагою функціональної схеми розволокнення типу TwinPulp (Рис. 3.2.1) є, продуктивність гідророзбивача зменшувати тривалість операції, завдяки IntensaMaXX. При нерозволокнених фрагментах і великих розмірах сировини використовується дефлокулятор типу Fiberizer™ F-T.S, який забезпечує можливість виключити з технологічної схеми насоси для транспортування відходових розблокувань.

3.3. Обґрунтування вибору, опис та розрахунок технічних засобів автоматизації

3.3.1. Підбір серійного обладнання, уточнення компоновки автоматизованої системи та розрахунок її технічних характеристик на основі паспортних даних серійного обладнання

Правильний підбір обладнання відіграє велику роль у компоновці автоматизованої системи, завдяки цьому можна забезпечити швидке виконання робіт, для автоматизації та реалізації проекту технологічного процесу.

Основними елементами для розрахунку та підбору необхідного обладнання є: виробнича потужність, технологічна схема, потужність серійного обладнання, а також потрібно врахувати вимоги і норми технологічного проектування.

Для того, щоб вирахувати всі технічні характеристики необхідно знати паспортні дані даного обладнання.

Під час розрахунку та підбору потрібного виду обладнання в яких проходить етап розволокнення необхідно врахувати всі можливі непередбачувані ситуації.

Під час підбору обладнання необхідно врахувати такі умови:

- По-перше, нове та сучасне обладнання, яке задовольняє всі умови та забезпечує економічну складову.
- По-друге, вибране обладнання повинно відповідати за своєю потужністю фактичній потужності операції.

При розрахунку обладнання безперервної дії використовують таку формулу:

$$x = \frac{a * Q}{W * \tau * \gamma}, \qquad (3.1)$$

де x – необхідна кількість апаратів, машин, резервуарів;

a – коефіцієнт нерівномірності надходження продукту на переробку (1,4);

Q – кількість продукту, що переробляється за добу, $1{,}436$ т;

W – потужність обладнання, т/год.;

τ – тривалість роботи обладнання на добу, 24 год.;

γ – коефіцієнт використання обладнання (0,7…0,9).

$$x = \frac{1{,}4 * 34{,}5\ т}{1{,}436\frac{т}{год} * 24\ Год * 0{,}9} = 1{,}55\ шт$$

Таблиця 3.3.1.1

№	Найменування обладнання	Кіль-кість	Технічна характеристика	Потужність електро-двигуна кВт	Тривалість роботи двигуна	Виробник
1.	Подрібнювач ZS Voit	1	Довжина 2 м, висота 1,4 м, швидкість подрібнення 15кг/хв	14	24год/добу	Voit
2.	Гідророзбивач IntesaPulper IP-R	1	Розмір «52», об’єм 52 , висота 7300мм, діаметр бака 5200мм	500	24год/добу	Voit
3.	Junkomat™ JM	1	Пропускна здатність 9кг/хв	30	24год/добу	Voit
4.	Дефлокулятор Fiberizer™ F-T.S	1	Ефективний вміст 0,6 , діаметр екрану 8-20 мм, середня пропускна здатність 1600 л/хв	90	24год/добу	Voit
5.	IntensaMaXX	1	Ефективний вміст 1,2 , пропускна здатність 5000 л/хв	430	24год/добу	Voit
6.	Drum Screen STR	1	Максимальна пропускна здатність 9000 л/хв, барабанний діаметр 2м, загальна довжина 3,5 м	11	24год/добу	Voit

Тобто, можна зробити висновок, що для такого об’єму роботи необхідно,

по одиниці машин для переробки макулатури. Характеристика технологічного та допоміжного обладнання наведена у таблиці 3.3.1.1.

3.3.2. Обґрунтування необхідності проектування, вимог і технічних показників нестандартного обладнання, що входить в автоматизовану систему

Зрозуміло, що підприємства, які відчувають проблеми з малою продуктивністю, через застаріле обладнання, можуть вкладати кошти в нове обладнання. Без сумніву, нова система для переробки макулатури забезпечить більш високу продуктивність. Однак це пов'язано з тривалим зупинкою виробництва на період демонтажу, будівельних робіт і подальшого монтажу та багато інших накладок. У багатьох випадках такі виробничі втрати є більш високі за інвестиційні витрати на нову оптимізовану систему роблять модернізацію більш привабливою альтернативою.

IntensaMaXX пропонує багатообіцяюче рішення цієї проблеми. Цей новітній продукт високопродуктивної лінійки Intensa гарантує чудову обробку відходів гідророзбивача і практично повну відсутність перешкод.

Ексцентрична конструкція, яка вже зіграла свою роль в гідророзбивачі IntensaPulper IP-R, ще більш яскраво виражена в установці IntensaMaXX. Особливе розташування робочих органів в асиметричному корпусі IntensaMaXX виключає утворення вихрових потоків і, тим самим, перешкоджає формуванню джгутів.

Асиметрична форма установки IntensaMaXX гарантує безвідмовну роботу протягом всього процесу обробки відходів гідророзбивача IntensaPulper IP-R. Зупинили в результаті утворення джгутів відійшли в минуле - навіть при максимальній концентрації забруднень. Видалення відходів зверху вниз дозволяє особливо добре справлятися з важкими забрудненнями: вони ефективно видаляються через регулярні проміжки часу без шкоди для роботи обладнання.

3.3.3. Вибір та опис принципових схем нестандартного обладнання

IntensaMaXX (Б) - компонент системи TwinPulp, для видалення

забруднення з гідророзбивача (А). Під час розпуску макулатурної сировини концентрація забруднень в ванні гідророзбивача (А) досягає 15%. Для порівняння: зміст забруднень у вихідній макулатурі набагато нижче - близько 5%.

Скупчення забруднень в гідророзбивачі може помітно знизити його продуктивність. Саме з цієї причини частина скупчилися забруднень безперервно видаляється з гідророзбивачі (1,А) в установку IntensaMaXX (2,Б), як показує схема системи TwinPulp рис.3.3.3.1. Тут відбувається подальше акумулювання відходів, в той час як волокно (3) повертається в гідророзбивач IntensaPulper. При концентрації забруднень близько 50%, промивна вода вимиває волокно з установки IntensaMaXX назад в гідророзбивач, після чого відходи направляються в сортувальний барабан (5, Д).

Звідси надлишок води повертається в гідророзбивач, а попередньо зневоднені забруднення практично без вмісту волокна (6) надходять на прес для утилізації відходів.

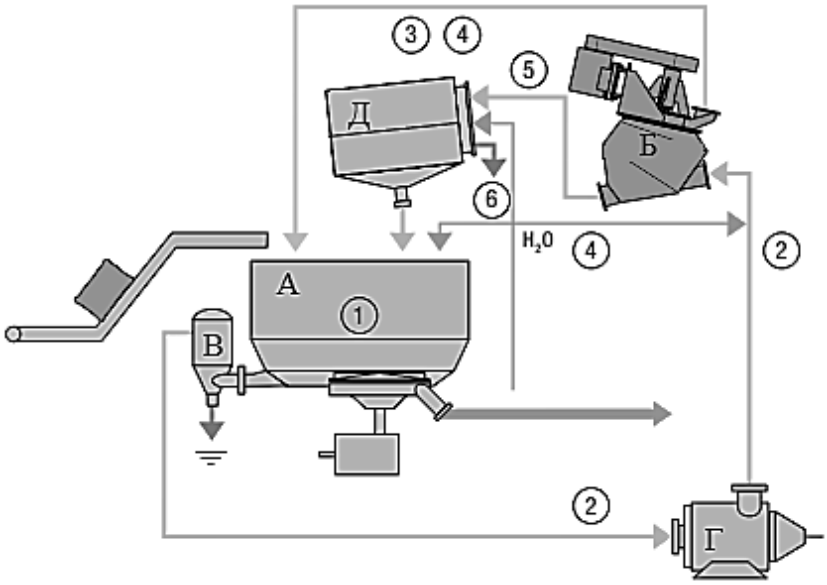

Рис.3.3.3.1. Схема принципу роботи етапу розволокнення для системи TwinPulp

Роторний ножовий подрібнювач ZS Voit (рис.3.3.3.2.), який застосовується для подрібнення макулатури, в якому ножі розташовані як в роторі, так в статорі. Такий пристрій складається з ротору 1, ножа ротора - 2, корпусу – 3, решітки – 4, ножів статора - 5.

Процес подрібнення матеріалу починається з його завантаження в бункер, звідки він потрапляє на ротор - 1 і на його ножі - 2. Матеріал подрібнюється при взаємодії з ножами ротора - 2 і нерухомо закріпленими ножами - 5 статора. Після цього матеріал просіюється через решітку - 4 і потрапляє до гідророзбивача.

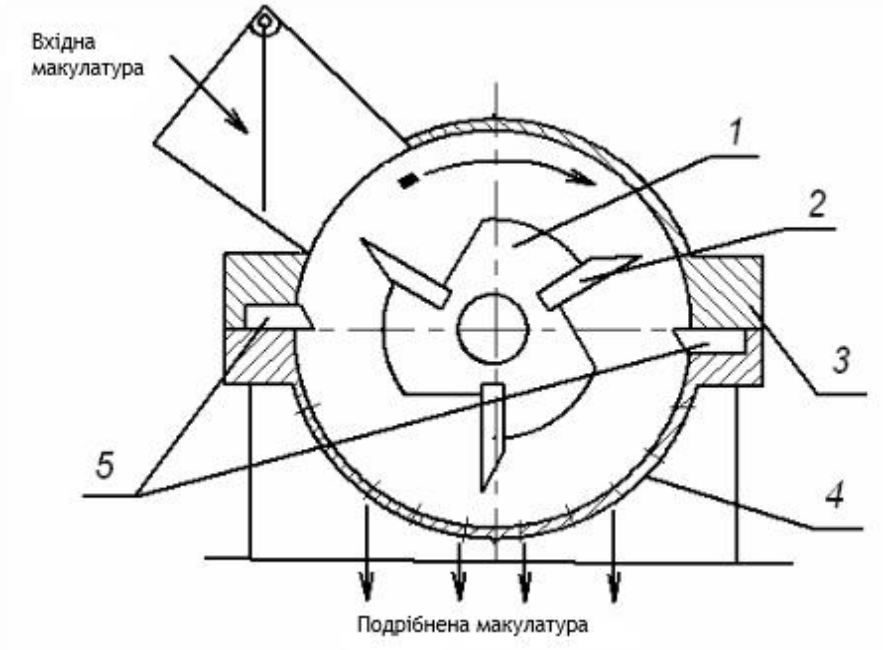

Рис. 3.3.3.2. Схема принципу роботи подрібнювача ZS Voit:

1 – ротор ; 2 – ніж ротора ; 3 – корпус ; 4 – решітка ; 5 – ножі статора

Гідророзбивач IntesaPulper IP-R (рис.3.3.3.3.) обладнаний ванною, ситами з круглими отворами діаметром 7…20 мм, а також приладами для видалення посторонніх матеріалів. Такими як, джгутовинаймачі, автоматичний апарат Junkomat™ JM для видалення тяжких забруднень. Звідки макулатура відправляється у дефлокулятор Fiberizer™ F-T.S.

Маса, яка пройшла через отвори плити, подається насосом до дафлокулятора Fiberizer™ F-T.S (рис.3.3.3.4.), який призначений для розволокнення маленьких фрагментів макулатури, які пройшли через сито гідророзбивача, а також для видалення повторонніх матеріалів, з ромірами меншими, ніж отвори сита.

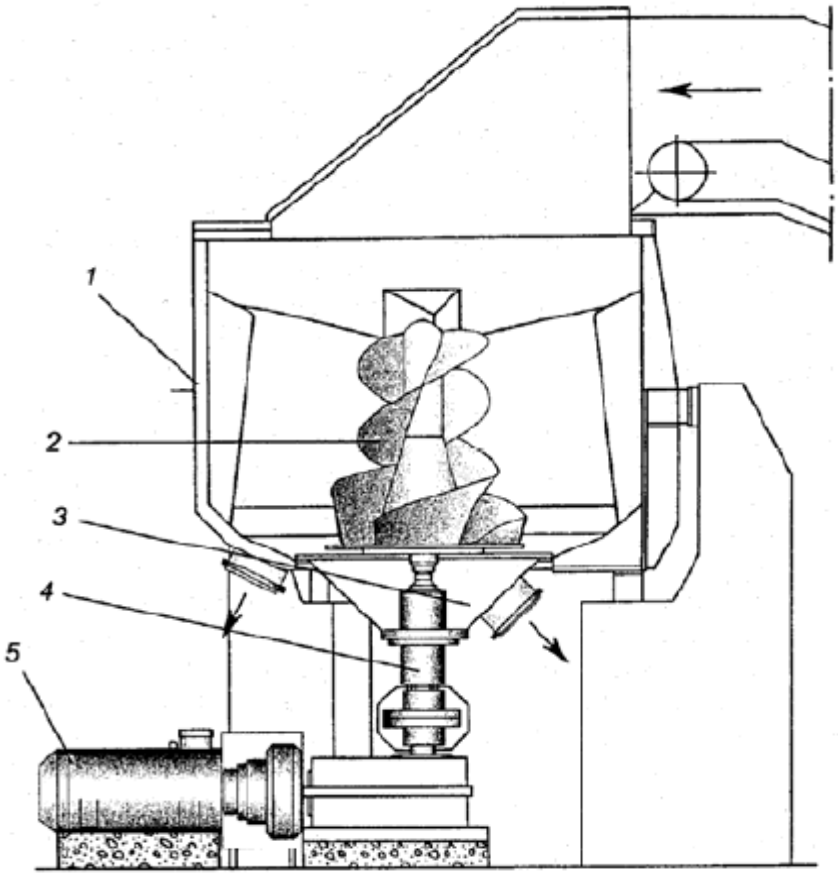

Рис.3.3.3.3. Схема принципу роботи гідророзбивача IntesaPulper IP-R із апаратом Junkomat™ JM: 1 – «ванна»; 2 – ротор; 3 –під-роторна зона; 4 – муфта; 5 – електродвигун.

Внаслідок інтенсивної дії ротора дефлокулятора, а також подачі маси в його корпус відбувається дорозволокнення пучків волокон макулатури в зазорі між робочими краями лопастей ротора і дисковою ситовою пластиною. За рахунок наявності центрових сил, важкі частинки відкидаються до стінок дефлокулятора і видаляються через автоматичний клапан. Легкі залишки відходів разом із залишками волокна, концентруються у центрі корпусу і через стабілізуючий клапан потрапляють до IntensaMaXX, для видобутку хорошого волокна, де очищені волокна потрапляють або до гідророзбивача, для подальшого розволокнення, або до сортувального барабану Drum Screen STR.

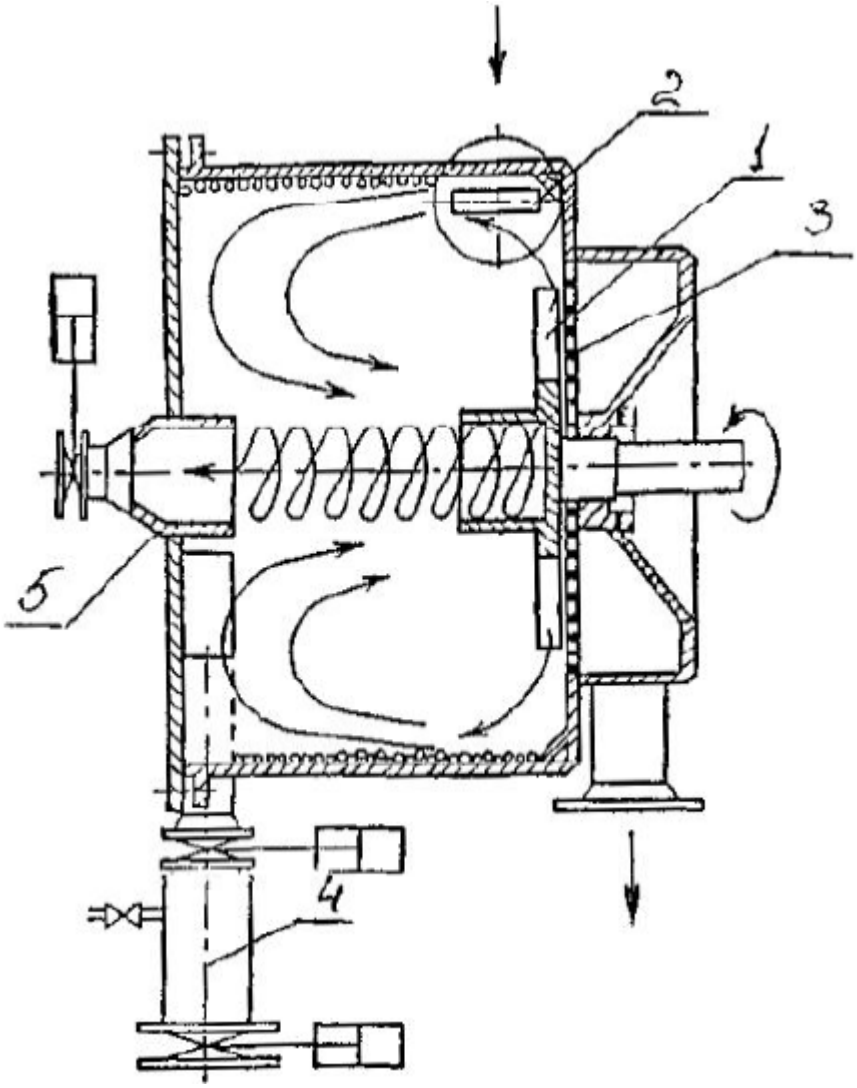

Рис.3.3.3.4 Схема принципу роботи дефлокулятора Fiberizer™ F-T.S:
1 – ротор; 2 – корпус; 3 – дискова ситоподібна пластина; 4 – автоматичний клапан; 5 – стабілізуючий клапан.

3.4. Розробка системи керування автоматизованою системою

Керування автоматизованою системою включає в себе автоматизовану систему, що ґрунтується на комплексному використанні всіх технічних, економічних та інформаційних засобів, для забезпечення процесу керування системою розволокнення макулатури та управління об’єктами і обладнанням цього етапу.

Для керування процесу розволокнення необхідно застосувати спеціальну автоматизовану систему, яка забезпечуватиме безперервну роботу розпаду макулатури на волокна та виділення з неї забруднень, фарби та відходів.

Для забезпечення такого процесу та ефективної роботи необхідно підібрати програмований логічний контролер.

3.4.1. Обґрунтування вибору варіанту схеми керування автоматизованою системою

Для оптимізації та керування етапом розволокнення макулатури необхідно використати «Автоматизовану систему управління лінією подачі макулатури та процесу розволокнення».

Для автоматизованої системи керуванням лінією розволокнення макулатури основним призначенням є: управління електроприводами, транспортерами та іншими елементами (див. Рис. 3.2.1.).

Основними завданнями автоматизованої системи керуванням лінією розволокнення макулатури є:

- Подача макулатури із транспортної лінії у подрібнювач;
- Управління подрібнювачем;
- Переміщення подрібненої макулатури у гідророзбивач;
- Управління гідророздивачем;
- Переміщення маси до дефлокулятора;
- Управління дефлокулятором;
- Переміщення маси для очистки у спеціальний апарат;
- Управління цим апаратом;
- Переміщення залишків маси до сортувального барабана;
- Управління сортувальним барабаном;
- Переміщення маси у гідророзбивач;
- Переміщення відходів для подальшої утилізації.

Основними перевагами такої системи є:

- Висока продуктивність та якість виконуваних робіт.
- Висока надійність за рахунок застосування у цій системі сучасної та модернізованої мікропроцесорної техніки і відповідного програмного забезпечення.

- Основна перевага полягає у простоті обслуговування, даної системи.
- Забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу протягом всього технологічного процесу розволокнення макулатури.

Завдяки даній автоматизованій системі керування забезпечуються всі необхідні аспекти керування процесом розволокнення.

3.4.2. Обґрунтування вибору програмованих логічних контролерів (ПЛК) для системи керування

Програмований логічний контролер (ПЛК) – це пристрій, який використовується для автоматизації, будь-якого, технологічного процесу.

Для автоматизації системи керування лінією, по-розволокненню целюлозно-паперових матеріалів найоптимальнішим варіантом є ПЛК серії MELSEC FX, – який представляє собою блокові контролери, які поділяються на такі підгрупи, як: FX3S/ FX3G/ FX3U/ FX5U. Завдяки цьому надає свободу розширення з великим вибором модулів розширення. Також забезпечує великий вибір спеціальних функціональних модулів зі створенням малих, середніх та вище середніх автоматизованих систем регулювання і контролю із великою кількістю входів/виходів від 10 до 384, що забезпечує швидке розширення виробництва при необхідності або його модернізацію.

Рис.3.4.2.1. Зовнішній вигляд ПЛК серії MELSEC FX5U

ПЛК серії MELSEC FX5U (рис.3.4.2.1.) забезпечує можливість до

підключення таких мереж, як MELSECNET. ETHRNET, SSCNET, CC-Link, PROFIBUS, ModBus, DeviceNet, CANopen, AS-Interface (див.3.5.1.1.).

ПЛК серії MELSEC FX5U має 16 дискретних входів (PNP / NPN 24VDC), 16 виходів (реле 2A), пам'ять 64000 кроків RAM (внутрішня), інтерфейс RS-485, RS-422, підтримує Ethernet та CC-Link, живлення 220VAC.

ПЛК серії MELSEC FX має вбудований ПІД-регулятор з автоматичним налаштуванням, що дозволяє швидко та якісно підключитись до системи.

3.5. Розробка мережі передачі даних автоматизованої системи

На сьогоднішній день жодна організація не може обійтися без локальної мережі, так як всі основні сервіси, програми та дані повинні бути доступні кожному співробітнику, який використовує їх у своїй роботі. З розвитком інформаційної інфраструктури компанії таких сервісів і додатків ставати все більше, так як вони оптимізують роботу співробітників і роблять їх ефективніше, що позитивно позначається на виробництві в цілому. У сучасних компаніях практично всі бізнес процеси і комунікації максимально оптимізовані за рахунок використання спеціально розроблених для цих завдань додатків.

Така щільна інтеграція з IT крім всіх очевидних переваг також несе і деякі загрози і перешкоди які необхідно вирішувати як на етапі проектування і впровадження, так і на етапі подальшої експлуатації всієї інфраструктури. Оскільки основою для надання сервісів користувачам є мережа передачі даних компанії, то до неї також висувається ряд вимог, яким вона повинна відповідати. Основними з них є:

- Продуктивність всіх елементів мережі повинна відповідати поточним вимогам і забезпечувати можливість розширення в майбутньому;
- Всі сервіси повинні залишатися доступними більшості користувачів навіть при виході з ладу елемента мережі;
- Мережа повинна бути конвергентною;
- Підтримка механізмів забезпечення якості обслуговування для користувачів і додатків (QoS):

- Рішення повинно забезпечувати безпеку і відповідність політикам компанії;
- Підтримка відкритих протоколів і стандартів;
- Наявність можливості централізованого управління всією мережевою інфраструктурою.

Для вирішення завдань для передачі данних використовують рішення на базі обладнання провідних виробників Cisco, Hewlett Packard, Extreme Networks і так далі. Устаткування цих виробників повністю відповідає перерахованим вище вимогам, а також є економічно ефективними і має відмінні показники Повернення інвестицій (Return On Investment) і Вартості володіння (Total cost of ownership).

Як правило, при побудові локальних мереж використовується багаторівневий підхід, що забезпечує досягнення найкращих результатів по продуктивності, надійності, відмово-стійкості, керованості і масштабованості:

Побудова локальних мереж відповідно до ієрархічної моделлю забезпечує наступні переваги:

- скорочується час простою інформаційних систем, як в разі відмови апаратного (за рахунок схем резервування), так і в разі програмних помилок і помилок оператора (за рахунок спеціальних механізмів пошуку несправностей);
- мінімізуються втрати робочого часу за рахунок швидкої локалізації порушників політики мережевої безпеки, шкідливого трафіку і аномальної активності;
- забезпечується швидке і ефективне впровадження високотехнологічних додатків, наприклад IP-телефонії та відео-конференц-зв’язку;
- скорочуються витрати на експлуатацію локальної мережі при використанні систем централізованого управління;
- оптимізуються витрати при розширенні локальної мережі за рахунок можливості простого масштабування без втрати надійності та швидкодії для кінцевих користувачів.

Більшість додатків, які використовуються для вирішення поставлених бізнес-завдань компанії, в основному орієнтовані на клієнт-серверну модель, що забезпечує найбільшу ефективність виконання бізнес-процесів. Тому висока доступність (High Availability) серверів, що забезпечують роботу цих додатків, є абсолютно необхідною для нормального функціонування бізнесу і в свою чергу повністю залежить від високої доступності локальної мережі в цілому.

Для забезпечення надійності та відмово-стійкості локальних обчислювальних мереж використовуються різні методи, як в самій топології мережі, так і при виборі телекомунікаційного обладнання. Як правило, при побудові ЛВС для зв'язку між різними рівнями в топології мережі передбачають резервні підключення між телекомунікаційним обладнанням, причому для передачі трафіку використовуються обидва канали — основний і резервний. Крім того, в топології мережі передбачають установку дублюючих центральних комутаторів рівня ядра, які забезпечують роботу мережі в разі відмови одного з комутаторів. Для підвищення надійності роботи телекомунікаційного обладнання, а значить і надійності мережі в цілому, використовують модульні пристрої, що дозволяють встановлювати дублюючі блоки живлення або модулі управління. Технічні характеристики та підбір модулів див. додаток А.

3.5.1. Проектування логічної топології мережі

Логічна топологія визначає характер розповсюдження інформації по комп'ютерній мережі. При передачі інформації від одного абонента мережі до іншого абонента ця інформація належним чином оформляється (Рис.3.5.1.1). Передавані дані оформляються в стандартні фрагменти (пакети, дейтаграми). Крім власне передаваних даних (чисел, текстів, малюнків і т.п.) до складу пакету додається адреса (приймача інформації або і приймача і передавача), контрольна інформація (щоб можна було перевірити, пакет прийнятий повністю або тільки його частина) і ряд іншої інформації.

CC-Link - це високошвидкісна промислова мережа, яка може одночасно обробляти дані управління і інформаційні дані. Володіючи високою швидкістю

передачі даних 10 Мбіт / с, CC-Link підтримує максимальну відстань передачі до 100 метрів і дозволяє підключати 64 станції.

Високошвидкісна і високо детермінована реакція введення / виведення

На додаток до високої швидкості 10 Мбіт, мережа CC-Link є надзвичайно детермінованою. Покладаючись на передбачувану, незмінну реакцію введення / виведення, розробники систем можуть забезпечити надійне управління в режимі реального часу.

Ефективність за рахунок зменшення обсягу проводки CC-Link значно скорочує обсяг керуючої і силової проводки, необхідної в сучасних складних виробничих лініях. Це знижує витрати на проводку і монтаж, зводить до мінімуму роботи по виконанню проводки і істотно покращує операції технічного обслуговування.

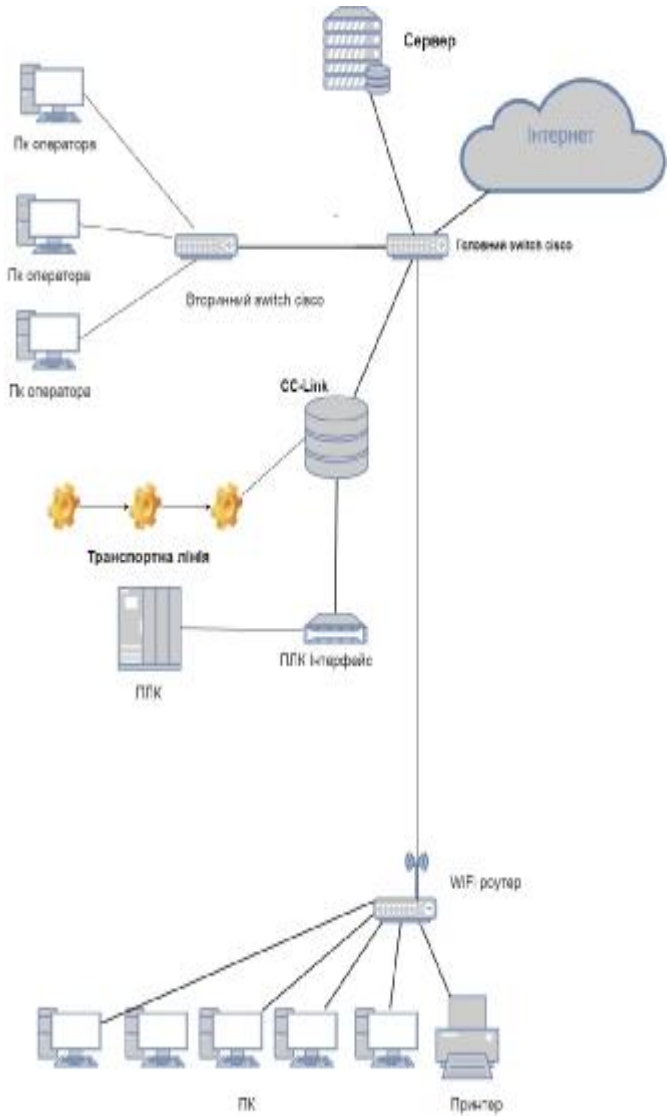

Рис.3.5.1.1. Промислова мережа автоматизованої системи

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

4.1. Характеристика об’єкту або предмету дослідження

Макулатура, яка колись була у вжитку називається, вторинною волоконною сировиною, це може бути: друкований матеріал з паперу або картону, а також відходи від їхнього виробництва та багато чого іншого.

Майже всі види паперу підлягають вторинній переробці. Паперові предмети, які, як правило, неприйнятні в колекційних кошиках, включають коричневі та майстерні конверти, вуглецевий папір, паперові рушники, тканини, обгортки від цукерок (паперові), кавові чашки та коробки для піци.

Деякі з найпоширеніших предметів паперу, що переробляються, включають картон , газетний папір, журнали, посібники, буклети та офісний папір.

Розширення асортименту паперу та картону, виготовлених із використанням складу вторинного волокна, дуже часто застосовується в сучасній технології за допомогою високоефективного обладнання призначеного для переробки макулатури.

Цікаві факти, по користі використання перероблених паперових відходів:

1) Кожна перероблена тонна зберігає приблизно 18 дерев, 65 000 галонів води, 230 кВт/год електроенергії і 2,5 кубічних метрів площі полігонів, скорочується викид забруднюючих речовин в атмосферу.
2) З усіх твердих відходів папір, має найвищий ступінь переробки.
3) Перероблений папір є важливим товаром на ринку.
4) На переробку паперу, заощаджується велика кількість енергії, ніж на виробництві паперу.

В даний період часу перероблені паперові відходи в значній кількості, а в деяких регіонах і повністю замінили різні види первинних напівфабрикатів в складі паперової основи для гофрування, друкарських видів паперу, паперу санітарно-побутового призначення та багато інших. Такі види продукції, які повністю виготовляють з переробленої макулатури:

· газетний папір;

· органічні утеплювачі (ековата);

· ізоляційні матеріали;

· одноразові глечики для квітів;

· одноразовий посуд;

· папір для санітарно-побутового призначення (серветки, кухонні рушники, і т.д.);

· папір призначений для пакування та зберігання;

· різні види картону.

Саме тому, до якості та чистоти макулатурної маси ставлять дуже високі вимоги. Якість макулатурної маси – це основні паперово-утворюючі властивості, такі як: показники механічної міцності і білизна матеріалу.

На відміну від якості, чистота макулатурної маси включає такі властивості: наявність липких речовин, оптичні, хімічні, колоїдні, мікробіологічні і технологічні.

Показники механічної міцності і якості одержаного паперу залежать від виду вихідних волокон і способу їх обробки в процесі виробництва. Великий вплив на властивості переробленого продукту надають подрібнення і сушка, при яких відбуваються незворотні зміни – втрачається еластичність паперу, знижується здатність до набухання, під час замочування і збільшується крихкість маси. При використанні макулатурної маси, під час її виготовлення, відбувається зниження основних показників механічної міцності паперу, через те, що в ній містяться: мінеральні наповнювачі, листкову целюлозу. Крім цього зниження показників механічної міцності обумовлені: наявністю дрібних волокон та обривків цих волокон.

При сушінні на машині по переробці паперу, між мікрофібрилами виникають зв'язку, які не руйнуються при розволокненні паперу в процесі переробки макулатури. Повторно використовувані волокна стають жорсткими, погано набухають при підготовці волокнистого напівфабрикату для виробництва паперу, що призводить до зменшення міжволоконних сил зв'язку та зниження показників механічної міцності паперового полотна.

Властивості при, яких утворюється макулатурна маса можна визначити за кількістю циклів переробки при повторному використанні волокнистих напівфабрикатів. Значне погіршення властивостей макулатурної маси відбувається після 4-5 циклів повторного використання. Після п'яти циклів використання макулатурної маси не може успішно застосовуватися для виробництва паперу та картону: значно знижується здатність до фібриляції, міцність і середня довжина волокон.

4.2. Програма і методика теоретичних та експериментальних досліджень

Через складність систем поводження з відходами, процедура оптимізації поділяється на три рівні:

1) оптимізація системи сортування відходів;
2) оптимізація системи вибору маршруту та транспортування відходів;
3) оптимізація системи вибору переробки в залежності від виду відходів.

Сортування – процес під час якого, сміття розподіляють на різні групи, відповідно до роду походження. Сортування відходів може відбуватись вручну за допомогою схеми розподільного збору, або автоматично розділятись в місцях відновлення матеріалів, або системах механічного біологічного очищення. Сортування сміття також відбувається в місцях переробки відходів.

Транспортування – це процес перевезення відповідного типу сміття до місця його переробки, забезпечуючи при цьому найоптимальніший маршрут. Всі вилучені або зібрані відходи транспортуються на завод з переробки паперу на фургоні або вантажівці.

Переробка – це здійснення певного технічного або технологічного процесу, від час якого один продукт змінюється на інший. Переробляють відходи з метою підготовки їх до екологічно-безпечного зберігання, подальшого перевезення, видалення або утилізації.

Процес переробки паперу – це сукупність технологічних операцій, які можна поділити умовно на чотири етапи (рис.4.1.1.).

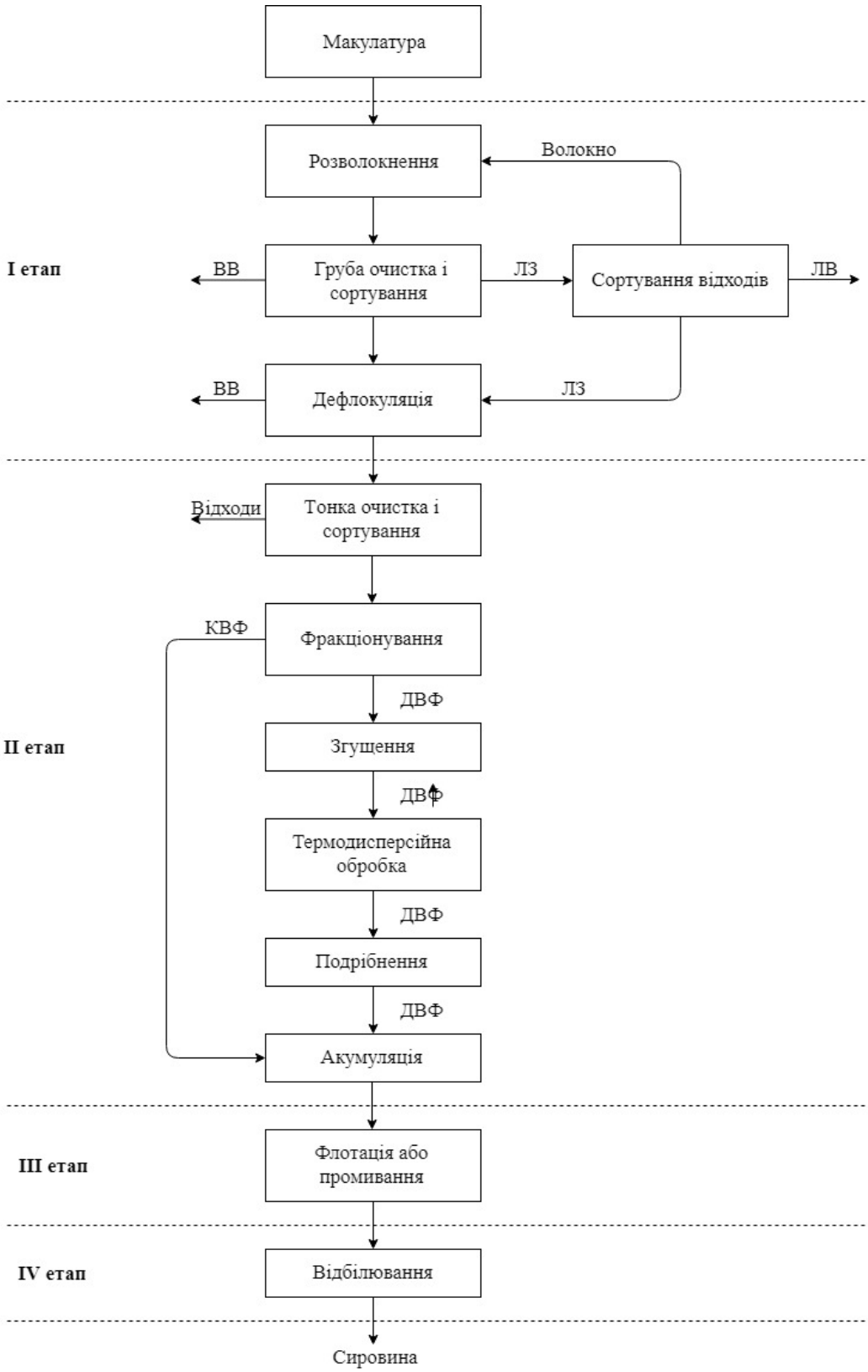

Рис.4.1.1. Принципова схема переробки макулатури

Розшифрування абревіатур до рис.4.1.1. :

1) ВВ – важкі відходи;
2) ЛВ – легкі відходи;
3) ЛЗ – легкі забруднення;

4) КВФ – коротко-волоконна фракція;
5) ДВФ – довго-волоконна фракція.

Перші дві стадії представляють собою механічну обробку, так як на цих стадіях використовуються в основному механічні операції. На відміну від них наступні два етапи потрібно віднести до фізико-хімічних процесів, тому що на цих стадіях обов’язково використовується хімічні реагенти.

Стандартними технологічними операціями переробки целюлозно-паперових відходів насамперед є:

1) Розволокнення – це певна технологічна операція над паперовими відходами, під час якої вторинна сировина, а тобто макулатура перетворюється на суспензію – низькоякісного волокнистого напівфабрикату, потенційно спроможний до значного покращення паперово-утворюючих якостей в процесі подальшого перероблення.
2) Очистка – це видалення з макулатури небажаних складових, таких як: сторонні домішки, забруднення органічні і неорганічні, вони мають бути відокремлені від волокнистої суспензії та утилізовані. У технологічному процесі перероблення паперу здійснюється очищення макулатурної маси з метою вилучення небажаних складників, для подальшого процесу.
3) Сортування – це дуже важлива складова технологічного процесу переробки вторинної сировини (макулатури). Мета якої – вилучення не розволокнених фрагментів паперу та сторонніх домішків.
4) Подрібнення – це один з основних технологічних етапів по-переробці целюлозно-паперових відходів, в процесі якого макулатурна маса збільшує спроможність волокон до утворення міжволоконних зв'язків під час розвитку зовнішньої і внутрішньої фібриляції волокон. Відповідно до цього, під час процесу подрібнення відбувається певне розформування волокон макулатурної маси і підвищення вмісту коротко-волокнистої фракції, що зменшує спроможність напівфабрикату до зневоднення.

Перший етап переробки макулатури представляє собою розволокнення, попередню та грубу очистку або сортування, дефлокуляцію (додаткова операція по розволокненні) макулатурної маси. На цьому етапі частково можна відновити паперово-утворюючі властивості вторинних волокон та отримати напівфабрикат, який можна використовувати в комбінації плоских слоїв гофрованого картону та паперу для гофрування.

Другий етап по переробці целюлозно-паперових відходів представляє собою, так як і наступні, по суті, обробку отриману на першому етапі. Ця обробка включає в себе груба, а також тонку очистку та сортування, фракціонування, подрібнення або термодисперсійну обробку. На відміну від. першого етапу обробки, у волокнах утворених після переробки другого етапу, в достатній мірі сформовані та розвинуті паперово-утворюючі властивості. За рахунок цього отриману масу можна використовувати у виробництві гофрованого картону з можливістю на ньому друкувати потрібний для виробника матеріал. Якщо ж в якості вхідного матеріалу використовують високоякісний папір, то на вже на після цих двох етапів на виході можна отримати волокнистий напівфабрикат, придатний для використання у вигляді: шпалер, паперу для зошитів, санітарно-гігієнічного паперу та інших видів паперу.

Враховуючи те, що також буває макулатура пакувального типу, яка включає в себе сульфатну фарбовану (білену) целюлозу. Після перших двох етапів переробки макулатури, можна отримати суспензію придатну для білого верхнього шару картону. При цьому використовується технологічний процес орієнтований видалення поліетиленової або, будь-якої, іншої плівки.

В якості альтернативи використовується комплексна система, де реалізовуються переваги, характерні для мокрих і сухих методів обробки целюлозно-паперових відходів, така система представлена на рис.2.1.2.

Така макулатура, що надходить на виробництво піддається сухому подрібненню в молоткових подрібнювачах до фрагментів від 1 до 5 см. Після чого подрібнена макулатура, яка представляє собою механічну суміш часток

полімерного та волокнистого матеріалів, подається до сита, де з цієї суміші виділяються потоки окремих складових. Таку операцію, по розподілу суміші виконується за допомогою конвеєрних або стаціонарних віброситах, через комірки яких просіюється волокниста складова і дуже малі, але важкі забруднення, а плівка йде в накопичувач для подальшої її утилізації.

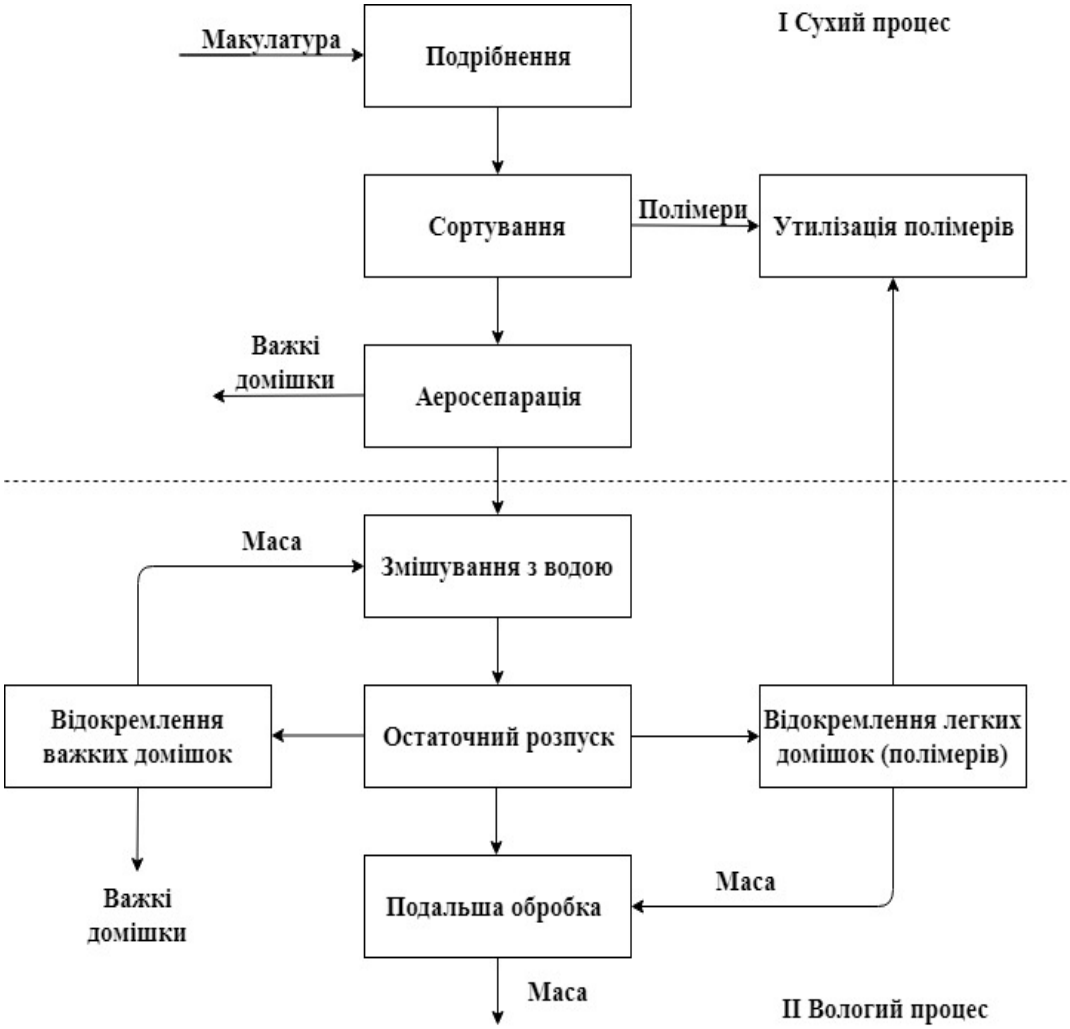

Рис. 4.1.2. Комплексна система підготовки макулатури, яка має полімерні покриття

Волоконна складова, яка має в своєму складі невеличкі частинки полімерів і дуже важкі забруднення, обов’язково піддаються аеросепарації, під час якої додатково очищаються. Після очистки таким методом від полімерів паперова складова подається на змішування з водою, додатковий розпуск і подальшу обробку у водяному середовищі, у відповідності з потребами технологій потрібного виробництва.

Третій етап переробки отриманої маси включає в себе такі процеси як: видалення з неї друкарської фарби шляхом флотації або промивки. Цей процес має назву «облагородження» макулатурної маси.

Четвертий етап переробки целюлозно-паперової маси представляє собою, такий процес, як відбілювання або знебарвлення за допомогою спеціальних відбілюючих речовин. Слід зауважити, що такий етап є досить дорогим та важким, тому для невеликих виробництв, які переробляють не більше ніж 15 тонн макулатури за добу, відбілювання є економічно недоцільним явищем, отже для оптимізації процесу можна виключити такий етап, завдяки цьому зменшиться час для процесу переробки, а також за рахунок цього відбудеться економія витрат на закупку машини для переробки макулатури. Збільшена кількість переробленого товару, за рахунок заощадженого часу дозволить виробляти більше вторинної сировини для виготовлення продукції.

Наприклад, якщо на такому підприємстві, як «РЕГІОН-2001» в середньому на одну робочу зміну, тобто $t_{\text{п}}$=8 год, припадає $m_{\text{п}}$=11,5 тонн переробки целюлозно-паперових відходів в сировину, в тиждень є 18 робочих змін. З цього випливає така формула, де:

$t_{\text{п}}$ – час однієї робочої зміни;

$m_{\text{п}}$ – кількість макулатури, яка переробляється на виробництві за одну робочу зміну.

Виходячи з цих значень можна прорахувати кількість сировини, яку вони виготовляють за одну годину. Але для початку потрібно перетворити ці значення в систему СІ:

$t_{\text{п}}$ = 8год*t_{ci} = 8 год *3600с = 28800с,

де t_{ci} = 1год = 3600с.

$m_{\text{п}}$ = 11,5т*m_{ci} = 11,5т*1000кг = 11500кг, (4.1)

де m_{ci}=1т=1000кг.

Отже, формула для отримання кількості продукції за одну годину буде виглядати так:

$A_{к.} = \frac{m_р}{t_р} = \frac{11500кг}{28800с}$ = 0,399кг/с, (4.2)

де $A_{к.}$ = 0,399кг/с*3,6т/год=1,436 т/год,

3,6т/год = 1кг/с.

$A_{к.}$ — кількість продукції виготовлена за одну годину часу.

Тобто, якщо взяти до уваги той момент, що за одну годину часу виробництво виробляє приблизно 1,436 тонн сировини, з таким етапом, як відбілювання макулатурної маси, яке є не досить доцільним для таких обсягів продукції. Тоді можна виключити четвертий етап взагалі заощадивши цим багато різний аспектів таких як: економія електроенергії, економія часу, а також економія коштів. Завдяки цій економії можна збільшити прибуток за рахунок збільшення кількісті переробленої сировини.

Отже, час за який проходить процес відбілювання сировина займає від 1год до 2год, в залежності від методу відбілювання. Для прикладу час відбілювання, тобто: $t_в$ =2год, – це час за, відбілювання макулатурної маси, методом відбілювання за допомогою пероксиду водню.

Скоротивши цей процес, ефективність і продуктивність виготовлення сировини збільшиться на 2год. Тобто продукції буде виготовлятись більше.

Отже, якщо взяти $A_{к.}$=1,436т/год, додати ще дві години, які заощаджуватимуть час вироблення сировини, зі збільшенням $m_п$ на одну робочу зміну.

Тобто:

= ($A_{к.}$*$t_в$)+ = (0,399кг/с*7200с)+11500кг=14372,8кг=14,38т, (4.3)

де — кількість виготовленої сировини, при скороченні етапу відбілювання.

4.3. Обробка результатів досліджень

Раціональне управління системою поводження з відходами, безперечно, пов'язане з логістичними процесами, що координують не лише матеріальний, але й інформаційний потік. Таким чином, необхідна якість гарантується при мінімальних витратах. Поряд з необхідністю адаптації національної системи

поводження з відходами до вимог ЄС, виникла потреба запровадити методи екологічного поводження, які дозволять задовольнити очікуваний рівень утилізації та переробки.

Відповідно до загальновідомого визначення логістики, планування, реалізація та контролю ефективного та економічно-ефективного потоку макулатури від її створення до місця його остаточного використання відповідно до вимог клієнта. Перекладаючи це визначення у сферу поводження з відходами, можна говорити про ефективний та економічно та екологічно-ефективний потік відходів від місця його збору, до його переробки та остаточного захоронення, припускаючи максимізацію відновлення.

Відповідно до принципів сталого розвитку, логістика відходів також повинна враховувати соціальний аспект при плануванні та реалізації всіх потоків. Ефективний потік інформації, підвищення екологічної обізнаності серед громадськості, є надзвичайно важливим з точки зору селективного збору в джерелі, що є найбільш ефективним методом підвищення рівня переробки вторинної сировини. З іншого боку, планування маршруту та нових об'єктів також повинно враховувати вимоги просторового планування та вплив на навколишнє середовище.

Ланцюг утилізації – це логічна концепція поводження з відходами, яка базується на всіх принципах потоку відходів макулатури від початку переробки, тобто від процесу сортування і до кінцевого результату, – утворення целюлозно-паперової сировини. Та в кінці нейтралізують залишки.

Логістичні процеси, пов'язані з ланцюгом переробки, включає сортування, розволокнення, дефлокуляція, фракціонування, згущення, термодисперсійна обробка, подріблення, акумуляція, флотація (промивання).

Муніципалітети мають вплив на вибір підприємства, до яких відходитимуть відходи, і їх завдання включають, перш за все, облік контрактів та кількість вивезення відходів. У цьому випадку стає проблематичним виділити інтегровану логістику відходів, коли не існує системного підходу,

заснованого на взаємодії елементів, пов'язаних із плануванням та організацією потоку відходів для досягнення спільної мети: максимального вбирання.

Реорганізація системи, яка була спрямована на підвищення ефективності та результативності поводження з макулатурними відходами країни, впорядкування потоків та максимальна утилізація.

4.4. Аналіз і узагальнення отриманої інформації

Отже, оптимізація, такого процесу дозволяє зекономити час, а також не витрачати зайві кошти на купівлю спеціального обладнання. За рахунок часу, який не буде витрачатись додатково, збільшиться об’єм переробленої сировини, а також час, для її переробки. Така система матиме такий вигляд, як на рис.4.4.1.

Розшифрування абревіатур до рис.4.4.1. :

1) ВВ – важкі відходи;
2) ЛВ – легкі відходи;
3) ЛЗ – легкі забруднення;
4) КВФ – коротко-волоконна фракція;
5) ДВФ – довго-волоконна фракція.

Переробка дуже важлива, оскільки відходи мають величезний негативний вплив на природне середовище:

- Шкідливі хімічні речовини та парникові гази викидаються зі сміття на сміттєзвалища. Переробка допомагає зменшити забруднення, спричинене відходами.
- Знищення середовища проживання та глобальне потепління - це деякі наслідки, спричинені вирубкою лісів. Переробка знижує потребу в сировині, щоб зберегти ліси.
- Величезна кількість енергії використовується при виготовленні виробів із сировини. Переробка потребує набагато менше енергії і тому допомагає зберегти природні ресурси.

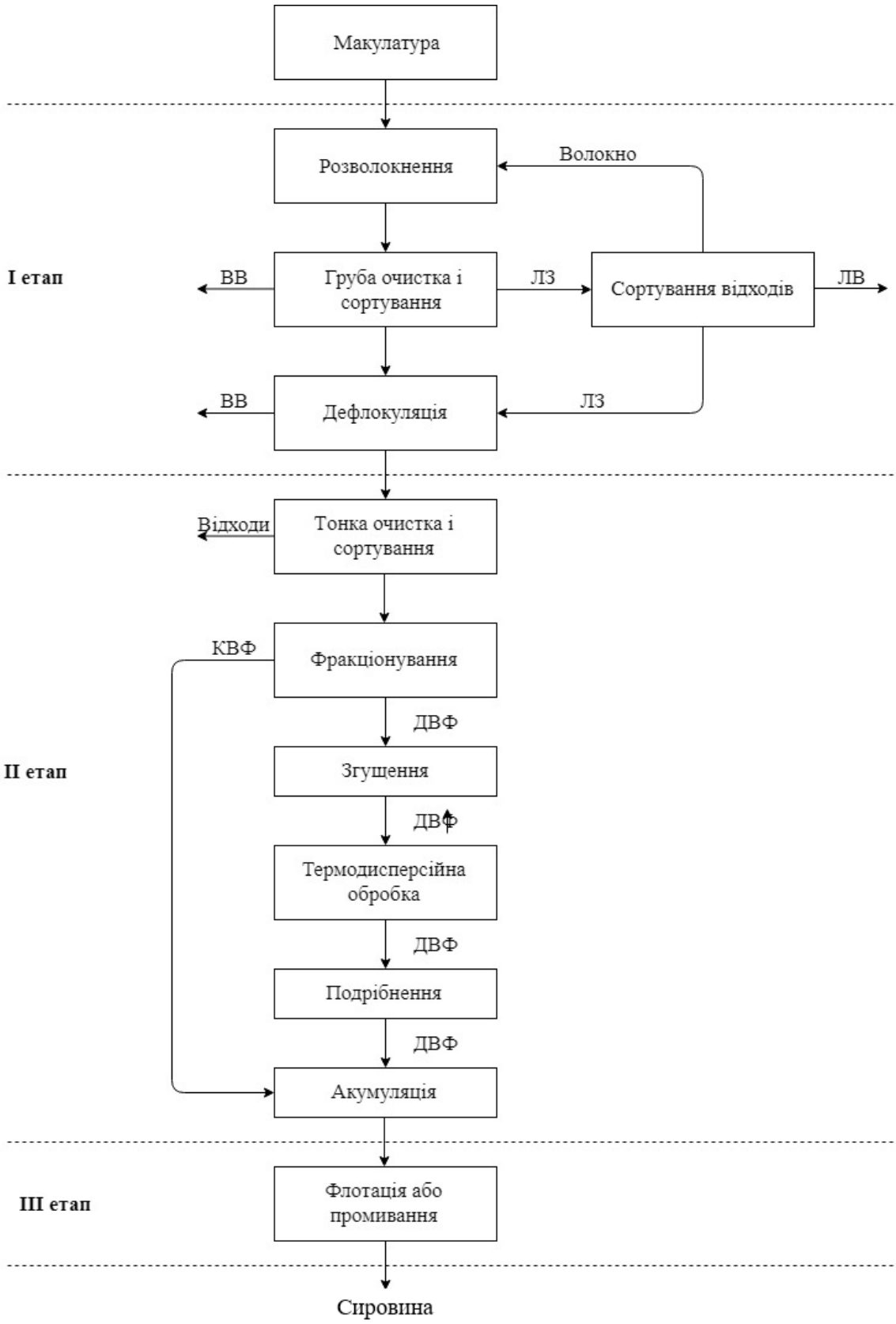

Рис.4.4.1 Оптимізована принципова схема переробки макулатури

Утилізація є важливою для міст у всьому світі та для людей, які живуть у них. Немає місця для відходів. Наші полігони заповнюються швидко, до 2023 року майже всі сміттєзвалища в Україні будуть заповнені. Скорочення

фінансових витрат в економіці. Виготовлення продуктів із сировини коштує набагато дорожче, ніж якби вони були виготовлені з вторинної продукції. Збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь. Переробка знижує потребу в сировині; він також використовує менше енергії, тому зберігаючи природні ресурси на майбутнє.

4.5. Наукові і практичні висновки, пропозиції щодо використання результатів виконаних досліджень

Очевидно, що дослідницькі ресурси, під час проведення експерименту, та проаналізувавши всі результати досліджень, можна зробити певні висновки.

Папір є невід'ємною, частиною життя, будь-якої, людини тому, забезпечення суспільства таким матеріалом є необхідним, для підприємців. Оскільки ринок переповнений целюлозно-паперовими виробами, потрібно забезпечити конкурентоспроможність підприємця на виробництві. Тому, для цього необхідно вивести такі вироби, які будуть не тільки якісними, але й їхня економічна сторона була спроможна протистояти на ринку продаж.

В наш час ринок переповнений, і для людини важливі такі три аспекти: ціна, якість та найголовніше, вирішення проблеми, тобто вона приходить в магазин для вирішення, конкретної задачі, і товар має задовільними всі три ці задачі. В іншому випадку, індивід дасть перевагу іншому виробнику певної продукції.

Зробивши всі ці дослідження, можна зробити висновок, що оптимізація – це дуже важливий етап у формуванні, будь-якого, виробництва, а також це стосується й переробки макулатури. Переробка макулатури займає важливе місце у розвитку України, адже проблема з відходами завжди була і є великою для держави. Завдяки оптимізації можна скоротити процес переробки макулатури, завдяки цьому збільшити об'єми переробленого продукту.

4.6. Розрахунок та моделювання системи автоматичного регулювання

Автоматизація - це технологія, за допомогою якої процес чи процедура виконується з мінімальною допомогою людини. Автоматизація або автоматичне управління - це використання різних систем управління

операційним обладнанням, таким як машини, процеси на заводах, котли та печі для термічної обробки, включення телефонних мереж, рульове управління та стабілізація суден, літальних апаратів та інших застосувань та транспортні засоби з мінімальним або зменшеним втручанням людини.

Основними перевагами автоматизації є:

- Збільшена пропускна здатність або продуктивність.
- Поліпшення якості або підвищення передбачуваності якості.
- Поліпшена надійність (консистенція) процесів або продукту.
- Підвищена узгодженість виходу.
- Скорочення прямих витрат і витрат на працю людини.
- Встановлення в операціях скорочує час циклу.
- Може виконувати завдання, де потрібен високий ступінь точності.
- Замінює операторів людини у завданнях, що передбачають важку фізичну або монотонну роботу (наприклад, використання одного автонавантажувача з одним водієм замість команди з декількома працівниками, щоб підняти важкий предмет).
- Зменшує деякі виробничі травми (наприклад, менше напружених спин від підняття важких предметів).
- Замінює людину у виконанні завдань, що виконуються в небезпечних середовищах (наприклад, пожежа, космос, вулкани, ядерні споруди, під водою тощо).
- Виконує завдання, що перевищують можливості людини за розміром, вагою, швидкістю, витривалістю тощо.
- Значно скорочує час роботи та час роботи.
- Звільняє працівників на виконання інших цілей.
- Забезпечує завдання вищого рівня з розробки, розгортання, обслуговування та запуску автоматизованих процесів.

Основними недоліками автоматизації є:

- Можливі загрози в безпеці / вразливості через підвищену відносну сприйнятливість до помилок.

- Непередбачувані або надмірні витрати на розробку.
- Висока початкова вартість.
- Замінює працівників через виконання їх роботи.

Існують різні типи засобів автоматизації:

- ANN - штучна нейронна мережа;
- DCS - розподілена система управління;
- HMI - інтерфейс людської машини;
- SCADA - наглядовий контроль та збирання даних;
- PLC - програмований логічний контролер;
- приладобудування;
- контроль руху;
- робототехніка.

Програмне забезпечення для моделювання хостів (HSS) - це широко використовуваний інструмент тестування, який використовується для тестування програмного забезпечення обладнання. HSS використовується для перевірки працездатності обладнання, щодо заводських стандартів автоматизації.

АСУ (автоматизована система контролю) - це складання та розробка технологічно-технологічної інформації, контроль фактичного стану основного та допоміжного обладнання, діагностика технічного стану обладнання, складання рішень для управління та розвитку контрольної діяльності, їх передача та реалізація , контроль впровадження та динаміку процесу виробництва.

Автоматизована система управління технологічними процесами (АСУ ТП) призначена для: автоматизації збору даних про складні знешкоджені комплекси технологічного обладнання та для управління виробничим процесом, підтримання оптимального режиму роботи технологічних апаратів та обліку проміжних даних, формування та вихід бухгалтерської та архівної документації, діагностика вимірювальної апаратури.

Гнучка модульна структура АСУ ТП дозволяє забезпечити для кожного технологічного об'єкта оптимальний рівень автоматизації, достатній для ефективного та безпечного проведення виробничого процесу.

Впровадження даної системи дозволяє:

- автоматизувати виробничий процес;
- забезпечити дистанційне управління та управління;
- покращити умови та підвищити безпеку праці.

На центральному комп’ютері здійснюється можливість управління виробничим процесом з комп’ютера та архівування даних, друк звітів та інші процеси.

Кількість контролера визначається потребами технологічного процесу. Контролер може працювати як у складі комплексу під управлінням центрального комп'ютера, і незалежний з можливістю ручного введення параметрів.

Програмне забезпечення контролера розробляється для конкретного процесу виготовлення.

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1. Обґрунтування програмного забезпечення для керування лінією розволокнення макулатури

Програмне забезпечення GX Works3 для програмованого логічного контролера (ПЛК), MELSEC FX5U представляють собою наступне покоління програмного забезпечення MELSOFT для програмування і обслуговування ПЛК Mitsubishi. Найкраще в GX Works успадковано від добре відомого багатьом розробникам програмного забезпечення GX Developer. Його функціональні можливості збережені і вдосконалені для прискорення і спрощення програмування. GX Works підтримує мови стандарту IEC 61131-3.

Програміст може вибрати будь-який з п'яти мов або користуватися їхніми комбінаціями: мова релейно-контактних схем (LD - найбільш популярний), функціональних блоків (FB), мова послідовних функціональних схем (SFC), структурованого тексту (ST) і список інструкцій (IL). Є емулятор апаратних засобів для налагодження і різні модулі он-лайн моніторингу. Можна оцінити переваги GX Works3 запустивши відповідну онлайн версію GXWorks3. Остання версія GX Works3 включає безліч нових можливостей, таких як графічне конфігурація системи, вбудовану настройку засобів позиціонування, консоль проектування системи, що дозволяє створювати проекти і програмувати контролери нового покоління FX5U і MELSEC iQ-R.

Конфігурація основного вікна показана нижче. На наступному рис.5.1.1. представлена конфігурація основного вікна, в якому показані робоче і плаваючі вікна.

У вікні навігації відображається вміст проекту у вигляді дерева. У ньому можна проводити такі операції, як створення нових даних і відображення вікон редагування.

У робочій області можна керувати кількома проектами. При конфігуруванні системи з декількома модулями центрального процесора файл проекту необхідно створювати для кожного модуля центрального процесора.

Кілька файлів проекту в одній системі можна зберегти у форматі робочої області.

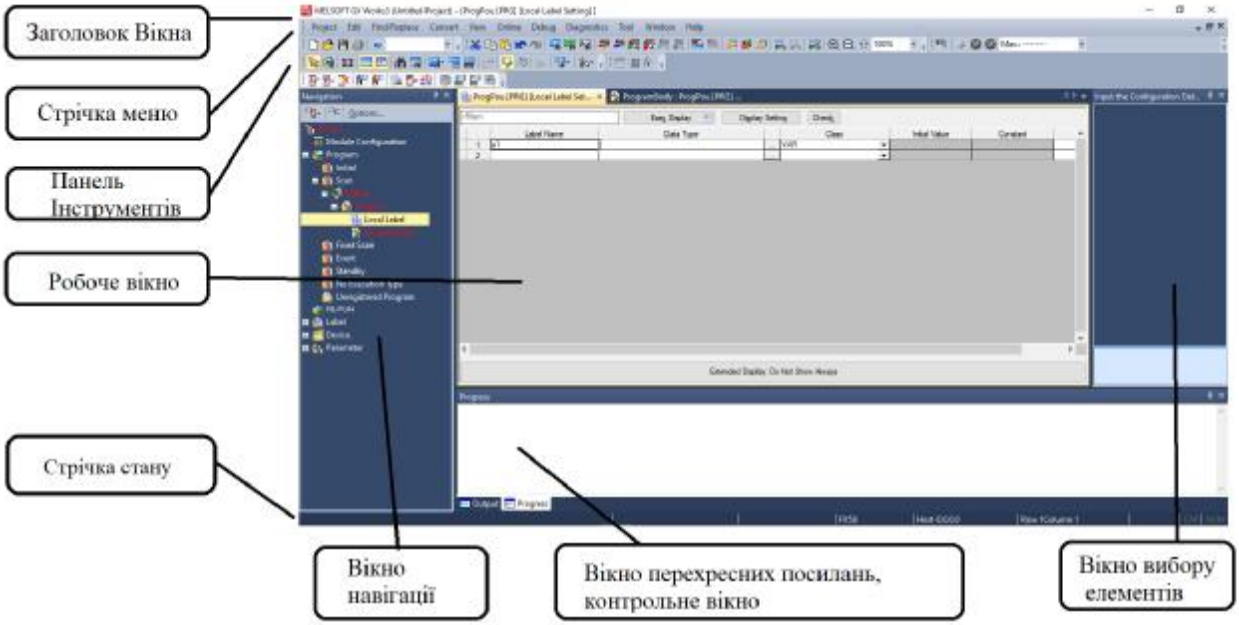

Рис. 5.1.1. Конфігурація основного вікна GX Works3

Порядок створення програми в GX Works3:

- Створення даних блоку програми.
- Встановлення порядку і типу виконання.
- Створення самої програми.
- Перевірка створеної програми.
- Перетворення створеної програми.

Налаштування порядку виконання програми розпочинається з встановлення порядку виконання блоку програми в файлі програми. Програма на мові послідовних функціональних схем виконується відповідно до номера блоку. Після чого відбувається перевірка номера блоку в списку блоків послідовних функціональних схем.

5.2. Розробка керуючої програми на мові структурного тексту

Редактор структурованого тексту представляє собою текстовий редактор, призначений для створення ST-програм. Між ключовими словами і іменами змінних в синтаксичної конструкції структурованого тексту можна вводити пропуски, знаки табуляції і переведення рядка. Вирази і знаки, які створюються

у програмі, називаються токенами. Програма для програмованого логічного контролера (ПЛК), MELSEC FX5U представлена на рис.5.2.1.

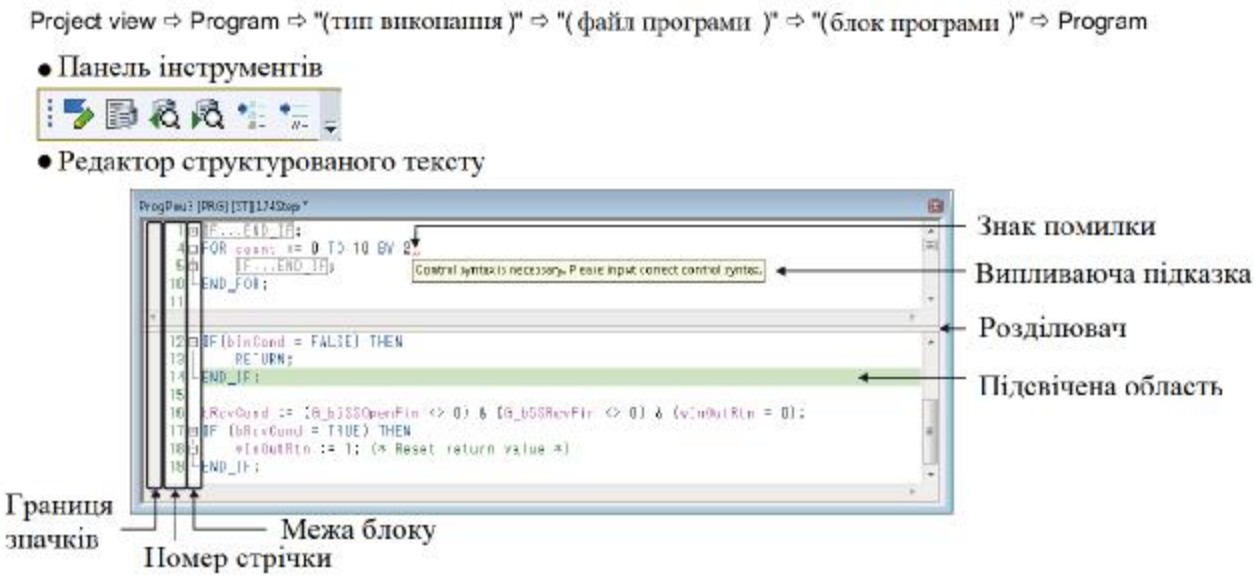

Рис.5.2.1 Програма для програмованого логічного контролера (ПЛК), MELSEC FX5U

Приклад, опис та позначення тексту програми на мові програмування структурного тексту показано нижче на рис.5.2.2.

	Опис	Колір по замовчуванню
	(1) Синтаксична конструкція	Синій
	(2) Операнд	Чорний
	(3) Оператор	Чорний
	(4) Глобальна мітка	Фіолетовий
	(5) Помилка	Червоний
	(6) Локальна мітка	Фіолетовий
	(7) Константа	Чорний
	(8) Рядкова стала	Чорний
	(9) Коментарій	Зелений

Рис.5.2.2. Опис та позначення тексту програми на мові програмування структурного тексту

У мові структурного тексту використовують скорочення, для зменшення об’єму програми. Ключові слова показані нижче на рис.5.2.3.

Категорії	Початок	Кінець	Автоматичний відступ
Тексти коментарів	(*	*)	×
	/*	*/	×
Оператор вибору	IF	END_IF	○
	CASE	END_CASE	○
Оператори циклу	FOR	END_FOR	○
	WHILE	END_WHILE	○
	REPEAT	END_REPEAT	○

Рис.5.2.3. Ключові слова на мові програмування структурного тексту.

5.3. Обґрунтування вибору програмного забезпечення для програмованого логічного контролера

Основними перевагами програмування конролера є, управління проектами за допомогою графічних схем конфігурацій системи. Тобто, компоненти реального часу , які відносяться до певного проекту, управляються в реальному часі в режимі графічного представлення. Зображення компонентів відповідають реальній апаратній конфігурації усієї системи, причому окремі компоненти можна представляти в графічному вигляді і зв’язувати з відповідним проектом.

Наступною перевагою, можна вважати підвищена ефективність управління декількома проектами за допомогою робочої області. Можна керувати одночасно даними декількох проектів (наприклад, проектом ПЛК, контролера руху або графічною панелі оператора), за допомогою робочої області. Створені або змінені дані також, можна синхронізувати за допомогою списку проектів.

ПЛК, дозволяє виконувати налаштування значення параметрів, наприклад, призначення входів/виходів, або налаштування мережевих параметрів, не відкриваючи відповідні проекти.

Збільшення ефективності програмування завдяки використанню системних міток. Системні мітки використовуються в якості загальносистемних в кожному проекті у робочій області. Це означає, що вони доступні для всіх приладів, включених в схему конфігурації мережі або модулю. Цим самим збільшується ефективність програмування, так як це дозволяє оголошувати операнди в проекті ПЛК в якості системних міток. Ці

системні мітки можна також використовувати в інших проектах, без їх додаткового нового оголошення у відповідному проекті. Оскільки налаштування операндів змінюються на кожному етапі роботи, застосування всіх налаштувань і зміна системних міток для всіх проектів виконується автоматично за один раз.

Щоб використати системні мітки в середовищі MELSOFT iQ Works , яка підтримує платформу iQ можна встановлювати в якості системних міток операнди, зареєстровані у, MELSOFT Navigator безпосередньо в проекті .

6. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1. Технічні характеристики транспортера сортування макулатури

Автоматизований транспортер типу TwinPulp I являється технологічним обладнанням, що призначене для розволокнення макулатури. Основною частиною транспортера TwinPulp I являється дефлокулятор типу Contaminex™ CM. Перевагою саме цього вузла розволокнення макулатури є: підвищена продуктивність гідророзбивача за рахунок зниження тривалості операції при видаленні нерозволокнених фрагментів і великих домішок; низька питома витрата енергії (ПВЕ); кількість відходів не більше 3%; використання дефлокулятора типу ContaminexTM CM дозволяє виключити з технологічної схеми насос для транспортування відходів розволокнення. Барабан сортування типу STR має сито з отворами діаметром 16 мм і використовується при концентрації маси 2%. Відходи безперервно видаляються з барабанного сортування при концентрації 12-18% і низькому вмісті волокна. Волокно після промивання відходів повертається в гідророзбивачі. Там здійснюється обробка поточної інформації від датчиків, приймає рішення і видає керуючі сигнали на виконавчі механізми.

Система керування – це пристрій, побудований на мікропроцесорній техніці, вхідними і вихідними сигналами являється послідовність імпульсів Меандра.

Система керування повинна забезпечити безвідмовну роботу всіх ланок переробки паперових відходів, їх узгодження в часі та роботу в певних допустимих режимах в залежності від ситуації, що склалася.

Комплексний показник якості:

$$П_к = \sum_{i=1}^{n} К_i Д_i \qquad (6.1.)$$

де $П_к$ – комплексний показник якості проектного пристрою;

$К_i$ – відносний показник якості;

$Д_i$ – коефіцієнт вологості і-го одиничного показника якості; ($\sum_{i=1}^{n} Д_i = 1$)

Таблиця 6.1.

Показники	Одиниця показника	Значення показника		Результати диференціальної оцінки
		Проектованога пристрою	Замірю вального пристрою	
Показник призначення	-	-	-	1,0
Показник надійності	%	98	92	1,06
Показник продуктивності	шт./год	146	135	1,08
Ергономічні показники	-	8,0	7,5	1,07
Естетичні показники	-	1,2	1,0	1,2
Показник транспортабельності	-	-	-	1,0
Показник уніфікації і стандартизації	%	94	92	1,15
Екологічні показники	-	-	-	1,0
Показник безпеки	%	96	90	1,07
Показник точності	%	95	89	1,08

Отже: $П_к=(1+1,06+1,08+1,07+1,2+1,0+1,15+1+1,07+1,08)\cdot 1=10,71$

6.2. Визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва

Перелік етапів конструкторської підготовки виробництва визначений ГОСТ2103-68. До них відносяться: технічне завдання, технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект, розробка робочої документації.

Трудомісткість окремого етапу конструкторської підготовки виробництва:

$$Т_{кі}=Н_{чк}\cdot О_п\cdot К_с\cdot К_г\cdot К_ф; \qquad (6.2.)$$

де $Т_{кі}$ – трудомісткість виконання і-го етапу конструкторської підготовки виробництва;

$Н_{чк}$ – норма часу на одну облікову одиницю;

$О_п$ - об'єкт конструкторської підготовки виробництва;

$К_с$ – коефіцієнт серійності виробництва проектованих виробів;

$К_г$ – коефіцієнт габаритності;

$К_ф$ – величина поправочних коефіцієнтів.

Визначаємо значення коефіцієнтів:

$Н_{чк}$=87,3, $К_с$=1,1, $К_г$=2,1, $К_ф$=1,00, $О_п$=1.

$Т_{кі}$=87,3·1,1·2,1·1,00·1=201,663

Отже трудомісткість технічного завдання: $Т_{ктз}$=201,7 люд/год, цю роботу виконують робітники 1 розряду.

$Н_{чк}$=568, $К_с$=1,1, $К_г$=2,1, $К_ф$=1,00, $О_п$=1.

$Т_{кі}$=586·1,1·2,1·1,00·1=1312,08 люд/год

Трудомісткість технічної пропозиції становить $Т_{ктп}$=1312,08 люд/год. Цю роботу виконують робітники першого розряду.

$Н_{чк}$=720, $К_с$=1,1, $К_г$=2,1, $К_ф$=1.

$Т_{кі}$=720·1,1·2,1·1=1663,2 люд/год

Трудомісткість ескізного проекту становить $Т_{кеп}$=1663,2 люд/год. Цю роботу виконують робітники першого розряду.

$Н_{чк}$=6,8, $К_с$=1,1, $К_г$=2,1, $К_ф$=1, $О_п$=1.

$Т_{кі}$=6,8·1,1·2,1·1·1=15,708 люд/год

Трудомісткість технічного проекту становить $Т_{ктп}$=15,708 люд/год. Цю роботу виконують робітники другого розряду.

$Н_{чк}$=7,9, $К_с$=1,1, $К_г$=2,1, $К_ф$=1, $О_п$=1.

$Т_{кі}$=7,9·1,1·2,1·1·1=18,249 люд/год

Трудомісткість розробки робочої документації становить $Т_{крд}$=18,249 люд/год. Цю роботу виконують робітники третього розряду.

Результати розрахунку зводимо в таблицю.

Таблиця 6.2.

Назва конструкторської документації	Стадії проектування	Кількість облікових одиниць	Норма часу на одну облікову одиницю, люд-год	Трудомісткість загального обсягу робіт, люд-год	Кваліфікація виконавців
Технічне завдання	-	1	87,3	201,7	I
Технічна пропозиція	-	2	568	1312,08	I
Ескізний проект	-	6	720	1663,8	I
Технічний проект	-	8	6,8	15,708	II
Робоча документація	-	8	7,9	18,249	III
Разом	-	-	-	3210,937	-

6.3. Визначення трудомісткості і обсягу робіт технологічної підготовки виробництва

У відповідності з ЄСТВ встановлені наступні етапи підготовки виробництва і технологічний контроль креслень, складання технологічних маршрутів, розробка технологічних процесів, проектування і виготовлення технологічного оснащення, налагодження і впровадження технологічних процесів.

Трудомісткість технологічної підготовки виробництва:

$T_{ті}=H_{нт}\cdot N_{д}$, (6.3.)

де $T_{ті}$ – трудомісткість технологічної підготовки виробництва;

$H_{нт}$ – норма часу на проектування технологічного процесу;

$N_{д}$ – кількість облікових одиниць.

Результати розрахунку технологічної підготовки виробництва заносимо в таблицю.

Таблиця 6.3.

Етапи технологічної підготовки виробництва	Кількість облікових одиниць	Норма часу на 1-у облікову одиницю, люд-год	Трудомісткість загального обсягу робіт, люд-год	Кваліфікація виробників
1.Розробка технологічного маршруту	6	3,2	19,2	I
2.Розробка технологічних процесів:				I
- друкованих плат	6	9,5	57	I
- складання і пайка	6	5,8	34,8	I
- складання вузлів	6	12,3	73,8	I
- монтаж на обладнання	1	10,3	10,3	I
3.Виготовлення оснащення	-	13,9	13,9	II
4.Налагоджування і впровадження	-	35,9	35,9	II
Разом	-	-	244,9	-

6.4. Складання сіткового графіка технічної підготовки виробництва

Складання сіткового графіка технологічної підготовки виробництва має на меті визначення тривалості її підготовки на основі розрахунку критичного шляху.

Визначаємо перелік подій і робіт по технологічній підготовці виробництва і зведемо їх в таблицю. Використовуючи перелік подій і робіт будуємо сітковий графік. Після проведення “змивання” сіткової моделі, визначаємо очікуваний час $t_{оч}$, який проставляється в сітковому графіку під відповідною сіткою-роботою:

$$t_{оч} = \frac{3t\min + 2t\max}{5} \qquad (6.4.)$$

Таблиця 6.4.

Код роботи	Перелік робіт	t_{min}	t_{max}
0-1	Розробка і видача технічного завдання	3	5
1-2	Технічна пропозиція	2	3
2-3	Ескізне проектування	10	15
3-4	Технічне проектування	6	9
4-5	Визначення кількості необхідних комплектуючих	2	3
4-6	Узгодження технічних умов на проектуванні	3	5
6-7	Прийняття рішення про розробку	1	2
7-8	Вибір постачальників необхідних деталей	2	4
7-9	Загальна компоновка системи	4	6
9-10	Розробка електричних схем системи керування	15	20
10-11	Розробка друкованих плат	4	9
11-12	Розміщення елементів на платах і пайка	1	2
8-13	Розробка робочої документації	5	10
13-14	Розробка технічного паспорту	5	6
14-15	Погодження на відповідність технічним умовам	1	3
12-15	Монтажний проект	4	6
15-16	Складання системи керування	5	8
16-17	Перевірка системи на сумісну роботу блоків	1	2
15-18	Випробування окремих блоків системи	2	3
18-19	Від лагодження системи керування	4	6
20-21	Покриття лаком відкритих контактів, фарбування	1	2
19-20	Виготовлення жгутів	1	2
17-22	Остаточне складання і встановлення системи	2	3
21-22	Остаточне складання і встановлення системи	2	3
22-23	Від лагодження роботи системи	4	5
23-25	Інші роботи	1	2
25-26	Випробування печі, коректування роботи	3	7
26-27	Впровадження печі з системою керування	2	3
27-28	Експлуатація печі з системою керування	1	4

Знайдемо очікуваний час виконання кожної з робіт:

$$t_{04_{0-1}}=\frac{3*3+2*5}{5}=4;\ t_{04_{1-2}}=\frac{3*2+2*3}{5}=3;\ t_{04_{2-3}}=\frac{3*10+2*15}{5}=12;$$

$$t_{04_{3-4}}=\frac{3*6+2*9}{5}=7;\ t_{04_{4-5}}=\frac{3*2+2*3}{5}=3;\ t_{04_{4-6}}=\frac{3*3+2*5}{5}=4.$$

$$t_{04_{5-7,6-7}}=\frac{3*1+2*2}{5}=2;\ t_{04_{7-8}}=\frac{3*2+2*4}{5}=3;\ t_{04_{7-9}}=\frac{3*4+6*2}{5}=5;$$

$$t_{04_{9-10}}=\frac{3*15+2*20}{5}=17;\ t_{04_{10-11}}=\frac{3*4+2*9}{5}=6;\ t_{04_{11-12}}=\frac{3*1+2*2}{5}=2;$$

$$t_{04_{8-13}}=\frac{3*5+2*10}{5}=7;\ t_{04_{13-14}}=\frac{3*5+2*6}{5}=6;\ t_{04_{14-15}}=\frac{3*1+2*3}{5}=2;$$

$$t_{04_{12-15}}=\frac{3*4+2*6}{5}=5;\ t_{04_{15-16}}=\frac{3*5+2*8}{5}=6;\ t_{04_{16-17}}=\frac{3*1+2*2}{5}=1;$$

$$t_{04_{15-18}}=\frac{3*2+2*3}{5}=2;\ t_{04_{18-19}}=\frac{3*4+2*6}{5}=5;\ t_{04_{19-20}}=\frac{3*1+2*2}{5}=2;$$

$$t_{04_{20-21}}=\frac{3*1+2*2}{5}=2;\ t_{04_{\substack{17-22\\21-22}}}=\frac{3*2+2*3}{5}=3;\ t_{04_{22-23}}=\frac{3*4+2*5}{5}=5;$$

$$t_{04_{23-25}}=\frac{3*1+2*2}{5}=1;\ t_{04_{\substack{25-26\\24-26}}}=\frac{3*3+2*7}{5}=5;\ t_{04_{26-27}}=\frac{3*2+2*3}{5}=2;$$

$$t_{04_{27-28}}=\frac{3*1+2*4}{5}=2;$$

Сітковий графік зображений на рис. 6.1.

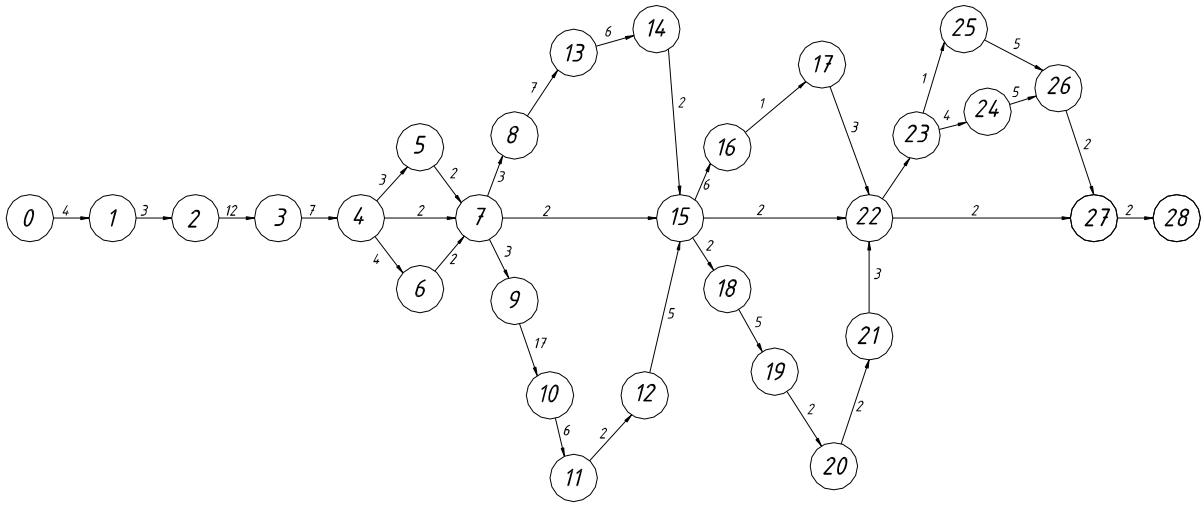

Рис. 6.1 – Сітковий графік технічної підготовки виробництва

Визначення критичний шлях графіку:

$$Tup = t_{0-1} + t_{1-2} + t_{2-3} + t_{3-4} + t_{4-5} + t_{5-7} + t_{7-9} + t_{9-10} + t_{10-11} +$$
$$+ t_{11-12} + t_{12-15} + t_{15-18} + t_{18-19} + t_{19-20} + t_{20-21} + t_{21-22} + t_{22-23} +$$
$$+ t_{23-24} + t_{24-26} + t_{26-27} + t_{27-28}$$

Враховуючи, що шлях $t_{0-4}; t_{26-28}$ є спільними $t_{0-4} = 36; t_{27-28} = 4$.

Tup1=36+3+2+3+7+6+2+6+1+3+5+1+5+4=85;

Tup2=36+4+2+5+17+6+2+5+2+5+2+2+3+5+4+5+4=110;

Tup3=36+3+2+5+17+6+2+5+6+1+3+5+4+5+4=104;

Tup4=36+4+2+3+7+6+2+2+5+2+2+3+5+1+5+4=89;

Tup5=36+3+2+5+17+6+2+5+2+5+2+2+3+5+4+5+4=103.

Отже, критичний шлях технічної підготовки виробництва буде: 0-1-2-3-4-6-7-9-10-11-12-15-18-19-20-21-22-23-24-26-27-28.

6.5. Визначення економічної ефективності нового пристрою

Економічний ефект визначаємо по умовах використання нового пристрою за розрахунковий період:

$$Ерп = Ррп - Зрп, \qquad (6.5)$$

де Ерп – екологічний ефект за розрахунковий період;

Ррп – вартісна оцінка результатів використання нового пристрою;

Зрп – вартісна оцінка затрат на виробництво.

Розрахунковий період, за який визначається економічний ефект, складається з трьох складових:

$$Тр = Ttn + Тв + Те, \qquad (6.6)$$

де Тр – величина розрахункового періоду;

Ttn – тривалість робіт по технічній підготовці виробництва;

Тв – тривалість виготовлення нового пристрою;

Те – тривалість часу використання нового пристрою.

Приймаємо $Тв = 6 місяців = 132 дні; Те = 10 років = 2640 дні$

$Ttn = 244,9 + 13546,9 = 13791,4 год = 861,9 дні$

$(Ttn = Tnв + Kпв)$

$Tp = 861{,}9 + 132 + 2640 = 3633{,}9 дні = 9{,}95 = 10 років$

Отже, розрахунковий період, для якого будемо визначати економічний ефект, становить $Tp = 10$ *років* .

Затрати на виробництво нового пристрою – розрахунковий період:

$$Звн = \sum_{t=tu}^{tk} Зпвt; Кпрt, \qquad (6.7)$$

Зпвt – поточні витрати на виробництво нового приладу;

Кпрt – коефіцієнт приведення.

$Звн = 9075{,}75 * 0{,}51 = 4628{,}6 грн$.

Розрахунок поточних витрат на виготовлення пристрою, затрати на сировину і матеріали розраховуємо на основі норм їх витрат і відповідних оптових цін:

$$Мз = \sum_{i=1}^{n} Нмі; Цоі,$$

де Мз – затрати на сировину і матеріали;

Нмі – норма затрат інших сировин і матеріалів на пристрій;

Цоі – оптова ціна за одиницю витрат інших сировин і матеріалів.

Із визначеної суми затрат вираховуємо величину повернутих відходів. Їх розмір приблизно 2-3% від затрат сировини і матеріалів, розрахованих витрат. До отриманого результату додаємо транспортно-заготівельні затрати на рівні 6-10% прейскурантної вартості, беремо 8%. Допоміжні матеріали беремо 2% від вартості основних. Результати розрахунку зведемо в таблицю.

Таблиця 6.5.

Найменування матеріальних ресурсів	Одини-ця виміру	Ціна за один грам, (грн.)	Затрати на сировину і матеріали	Величина доходів (2%), (грн.)	Транс-портно-заготівельні затрати, (грн.)	Норма витрат (кг)	Загальна сума витрат
1. Основні:							
-припой ПО 661	кг	0,42	12,60	0,252	1,008	0,5	15,86
склотекстоліт СФ-2-3Г-1,5	кг	0,65	6,50	0,13	0,05	1	7,15
-каніфоль	кг	2,1	0,63	0,012	0,05	0,3	0,67
-емаль	кг	16	3,2	0,064	0,256	0,2	3,52
-дріт МГШВ	кг	4,6	18,40	0,36	1,47	4	20,23
2. Допоміжні							70
Разом	-	-	-	-	-	-	115,43

Розрахунок вартості купованих напівфабрикатів:

$$Кнд = \sum_{i=1}^{n} Ні; Дні \qquad (6.9)$$

де Кнд – вартість купованих напівфабрикатів;

Ні – кількість інших купованих напівфабрикатів, які використовуються для виготовлення пристрою;

Дні – основна ціна одиниці інших купованих напівфабрикатів.

Транспортно-заготівельні витрати беремо в розмірі 6-10% від прейскурантної вартості, приймемо 8%.

Результати розрахунку затрат на куповані напівфабрикати і деталі заносимо в таблицю.

Таблиця 6.6.

Найменування комплектуючих виробів	Кількість на один виріб, шт.	Сума, грн.	Транспортно-заготівельні затрати, грн.	Ціна за одиницю, грн.	Загальні витрати, грн.
Мікросхеми	67	134	10,72	2,00	144,72
Транзистори	16	24	1,92	1,50	25,92
Діоди	73	14,6	1,168	0,20	16,768
Оптопари	8	2,4	0,192	0,30	2,592
Резистори	225	90	7,2	0,40	9,72
Запобіжники	10	1,5	0,12	0,14	1,62
Конденсатори	130	31,2	2,496	0,24	33,696
Реле	21	147	11,76	7,00	158,76
Авто-вимикачі	5	21,5	1,72	4,30	23,22
Світлодіоди	15	7,5	0,6	0,50	8,1
Двигун крановий	1	400	32	400	432
Двигун постійного струму	1	60	4,8	60	64,8
Розетки	10	13	1,04	1,30	14,04
Разом	-	-	-	-	1022,94

Затрати енергії на технологічні потреби:

$$З_{em} = \sum_{i=1}^{e} H_{ei} T_{ei} \qquad (6.10.)$$

де $З_{ет}$ – затрати на енергію;

$Н_{ет}$ – норма витрат і-го виду енергії на виготовлення одного пристрою;

$Т_{ei}$ – тариф на одиницю витрат і-их видів енергії.

$Н_{ei}$=240 кВт·год; $Т_{ei}$=0,165 грн.

$З_{ет}$=240·0,165=39,6 грн.

Затрати на основну заробітну плату виробничих робітників, зайнятих виготовленням пристрою:

$$З_o = \sum_{i=1}^{n} T_i T_{ei} K_\partial ; \qquad (6.11.)$$

де $З_о$ – основна заробітна плата;

$Т_i$ – трудомісткість і-х видів рбіт по виготовленню пристрою;

$Т_{ei}$ – величина тарифної ставки, яка відповідає середньому тарифному розрядові і-их видів робіт;

$К_д$ – коефіцієнт доплат.

$К_д$=1,35.

Результати розрахунку трудоємкості робіт заносимо в таблицю.

Таблиця 6.7.

Перелік вузлів, що виготовляються	Трудомісткість робіт, нормо-годин					
	Заготівельних	Механічних	Гальванічних	Фарбувальних	Складання і пайка	Налагодження
Загальна схема	0,8	1,6	24	0,3	2,15	0,7
МКП	2,5	1,6	22	0,3	2,0	2
БТН	2,5	1,6	20	0,3	1,9	1,3
МКК	2,5	1,6	21	0,3	1,2	0,5
ВКП	2,5	1,6	19	0,3	1,0	0,8
МВК	2,5	1,6	15	0,3	1,4	1
Разом	10	9,6	121	1,8	8,65	6,5

Всі перераховані роботи виконують робітники III розряду, середній тарифний коефіцієнт якого рівний K_i=1,2.

Середній тарифний коефіцієнт:

$$T_{кс} = \frac{\sum_{i=1}^{p} K_i \times T_{ij}}{\sum_{i=1}^{p} T_{ij}} \qquad (6.12.)$$

де K_i – тарифний коефіцієнт;

T_{ij} – трудомісткість і-их робіт j-их розрядів.

$T_{кс}$=1,2(10+9,6+121+1,8+8,65+6,5)/(10+9,6+121+1,8+8,65+6,5)=1,2

Отже, величина тарифної ставки, яка відповідає середньому тарифному розряду:

$T_{ei}=T_{ei}\cdot T_{кс}$; (6.13.)

де T_{ei} – величина тарифної ставки 1-ого розряду n_o [40,с.39, табл.14] визначаємо: T_{C1}=37,32; T_{C2}=41,32; T_{C3}=44,78; T_{C4}=37,32; T_{C5}=41,32; T_{C6}=37,32.

T_{C1}=37,32·1,2=44,79 люд/год;

T_{C2}=41,32·1,2=49,58 люд/год;

T_{C3}=44,78·1,2=53,74 люд/год;

T_{C4}=37,32·1,2=44,79 люд/год;

T_{C5}=41,32·1,2=49,58 люд/год;

T_{C6}=37,32·1,2=44,79 люд/год;

Відрахування визначаються у вигляді відсотків від всієї зарплати виробничих заробітків:

- на соціальне страхування –37%;
- фонд Чорнобиля –12%;
- фонд зайнятості –12%.

Розрахунок заробітної плати робітникам заносимо в таблицю 6.8.

Таблиця 6.8.

Види робіт	Трудомісткість робіт, нормо-годин	Годинна тарифна ставка, грн	Величина тарифної зарплати, грн	Коефіцієнт зарплати	Величина основної зарплат, грн	Коефіцієнт додаткової зарплати, грн	Величина додаткової зарплати, грн	Загальна сума основних і додаткових зарплат, грн.
Заготівельна	1,5	44,79	67,185	-	-	-	-	-
Друк плат	9,6	49,58	475,97	-	-	-	-	-
Сладання і пайка	8,65	53,74	464,85	-	-	-	-	-
Фарбування	1,8	44,79	80,62	-	-	-	-	-
Монтаж	8,65	49,58	428,67	-	-	-	-	-
Налагодження	6,5	44,79	291,135	-	-	-	-	-
Разом	-	-	1808,63	-	-	-	-	-

$В_{се}$=0,37·2785,29=334,2 грн.

$В_{Ф4}$=0,12·2785,29=1030,56 грн.

$В_{Ф3}$=0,02·2785,29=55,71 грн.

Визначаємо чисельність конструкторів і технологів:

$$4П_T = \frac{T_{ТП}}{Б_4 \times K_{B4}}; \qquad (6.14.)$$

де $Т_{ТП}$ – трудомісткість технічної підготовки виробництва;

$Б_4$ – плановий річний бюджет часу;

$Б_4$ – 1860 годин – річний бюджет часу одного працівника.

$$4П_T = \frac{13791.4}{0.91 \times 1860} = 8.15 \approx 9$$

Приймемо 5 конструкторів і 4 технологи.

Розрахуємо зарплати працівників за окладами вибираємо категорії робітників:

Конструктори	Технологи
1. Ведучий інженер	1. Ведучий технолог
2. Інженер I категорії	2. Технолог I категорії
3. Інженер I категорії	3. Технолог I категорії
4. Інженер II категорії	4. Технолог II категорії
5. Інженер III категорії	

Величина ставок по категоріям:

Ведучий 170 грн.; I категорії – 150 грн.; II категорії – 120 грн.; III категорії – 100 грн.

$$З_{по} = \sum_{i=1}^{к} Oi \times 4Пті \times 12; \qquad (6.15.)$$

де $З_{по}$ – фонд зарплати працівників;

Оі – розмір місячних окладів;

4Пті – чисельність і-ої категорії.

$З_{по}$=(2·170+3·150+2·100+100)·12=14760 грн.

Величина основної і додаткової зарплати робітників:

$$З_{под} = З_{по}(1+К_д), \qquad (6.16.)$$

де $З_{под}$ – сума основної і додаткової зарплати;

$К_д$ – коефіцієнт додаткової зарплати;

$К_д$=0,1.

$З_{под}$=14760(1+0,1)=16236 грн.

Величина зарплати на підготовку і освоєння виробництва:

$$З_{по} = \frac{З_{под} \times 100}{З_{ппв}}; \qquad (6.17.)$$

де $З_{по}$ – запрати на підготовку і освоєння виробництва;

$З_{ппв}$ – питома вага основної і додаткової зарплати в затратах на підготовку і освоєння виробництва.

$$З_{по} = \frac{16236 \cdot 100}{10} = 162360 \text{ грн.}, З_{ппв}=10\%.$$

Величина зарплат на підготовку і освоєння виробництва, яка відноситься на один пристрій:

$$З_{в} = \frac{З_{по} \cdot 0,5}{20}; \qquad (6.18.)$$

де $З_в$ – затрати на освоєння і підготовку виробництва одного пристрою;

$З_{по}$ – затрати на освоєння виробництва.

$З_в$=(162360·0,5)/20=4059 грн.

Витрати на експлуатацію та утримання обладнання 200 %.

$З_{еу}$=2·2532,08=5064,16 грн.

Цехові витрати – 210%.

$З_з$=2,1·2532,08=5317,37 грн.

Розрахунок поточних затрат на виготовлення пристрою наведено в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9.

Калькуляційні статті	Сума затрат по варіантах, грн.	
	Базовий	Проектний
Витрати на підготовку виробництва	171254	162360
1. Сировина і матеріали за мінусом відходів.	82	70
2. Куповані напівфабрикати і комплектуючі.	1543,2	1022,94
3. Паливо і енергія на технологічні цілі.	41,0	39,6
4. Основна і додаткова зарплати працівників.	2961,3	2785,29
5. Нарахування на зарплату.	1541,9	1420,47
6. Витрати на утримання і експлуатацію облад-ня.	4835	5064,16
7. Цехові витрати.	3495,1	4051,328
8. Загальнозаводські витрати.	4984	5317,37
9. Інші виробничі витрати.	50,12	53,17
10. Позазаводські витрати	60,2	61,34
Повна собівартість	190847,52	182245,68

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Стандарти безпеки

Безпека праці - це сукупність умов, які слід підтримувати на робочому місці, щоб працівники могли виконувати свої завдання безпечно і без шкоди для здоров’я . Значною мірою це залежить від роботи та поведінки працівників на робочому місці.

Одним із основних зобов’язань роботодавця у сфері профілактики у галузі охорони праці та безпеки праці є використання заходів щодо попередження професійних захворювань та інших захворювань, пов’язаних із виконаною роботою. Основні вимоги щодо охорони здоров'я працівників були викладені в законі "Про охорону праці" та у виконавчих актах до вищезазначених законів. Відповідно до цього регламенту роботодавець несе відповідальність за охорону здоров'я та життя працівників шляхом забезпечення безпечних та гігієнічних умов праці при належному використанні науково-технічних досягнень.

Для цього використовуються додаткові технічні засоби (механічні, електричні та інші), які можуть дещо знизити ефективність та зручність використання виробничих машин, але використання яких захищає працівників та зменшує екологічні ризики. Незалежно від місця розташування існує одне основне правило: роботодавець повинен гарантувати працівникові безпечне робоче місце. У разі пошкодження власник машини несе повну відповідальність.

Враховуючи положення законів, роботодавець виконує ряд зобов’язань, серед яких:

- організовує роботу таким чином, щоб забезпечити безпечні та гігієнічні умови праці;

- забезпечує, що робоче місце відповідає правилам та принципам охорони праці та безпеки праці, дає накази щодо усунення будь-яких недоліків у цій галузі та контролює їх виконання;

- дотримується принципу, що неприпустимо використовувати матеріали та технологічні процеси без попереднього визначення ступеня їх шкідливості для здоров'я;

- забезпечує робочі приміщення, що відповідають типу виконуваних робіт та кількості працівників;

- забезпечує працівника безкоштовними засобами індивідуального захисту від впливу небезпечних та шкідливих факторів, що виникають, в робочому середовищі, а також робочому одязі та взутті;

- забезпечує навчання працівників з питань охорони праці та безпеки праці перед тим, як дозволити його працювати, та проводить періодичні навчання в цій галузі, навчання відбувається під час роботи та за рахунок роботодавця;

- забезпечує необхідні ресурси для надання першої допомоги в разі надзвичайних ситуацій;

- забезпечує працівників відповідним гігієнічним та санітарним обладнанням та забезпечує необхідне обладнання особистої гігієни;

- оцінює та документує професійний ризик, пов'язаний з виконаною роботою, та застосовує необхідні профілактичні заходи для зменшення ризику, а також інформує працівників про професійний ризик, пов'язаний з виконаною роботою, та про принципи захисту від загроз;

- за власний рахунок проводить випробування та вимірювання факторів, шкідливих для здоров'я, записує та зберігає результати цих випробувань та вимірювань та робить їх доступними для працівників;

- враховує охорону здоров'я молодих людей, службовців, вагітних або жінок, які годують груддю та працівників-інвалідів, як частину вживання профілактичних заходів;

- скеровує людей, прийнятих на роботу та працівників, на періодичні та контрольні медичні огляди та дотримуються заборони приймати працівника на роботу без діючої медичної довідки, в якій зазначається, що немає протипоказань на роботу на даній посаді, а також без відповідної кваліфікації,

необхідної для виконання конкретних обов'язків та достатнього знання положень та принципів охорони праці та безпеки праці;

- забезпечує виконання доручень, заяв та рішень, виданих контролюючими органами про умови праці.

Зі сторони об'єкта (людини, навколишнього середовища), якому потрібно забезпечити безпеку під час виробничих процесів можна розглядати з різних точок зору. Розглянуті причини загроз та технічні заходи щодо їх зменшення можуть бути різними в різних регіонах світу через доступ до технології та різний рівень прийнятного ризику. Результатом є розгляд різних видів безпеки. Хорошим прикладом є термін "електрична безпека", якщо застосовувані заходи призначені для захисту від небезпеки електричного струму (наприклад, ураження електричним струмом) або функціональної безпеки, коли безпека залежить від функцій, що виправляють порушення роботи машини. Ці відмінності настільки великі, що вони описані в спеціальних стандартах, які нещодавно були введені в експлуатацію. Провідні стандарти безпеки маши, які містять вимоги, яким повинна відповідати система управління машинами для забезпечення її функціональної безпеки. Основний стандарт безпеки описує способи реалізації функціональної безпеки з використанням електричних, електронних та програмованих електронних систем, незалежно від сфери їх застосування.

7.2. Стандарти зберігання макулатури та допоміжних речовин

Зберігання паперу та макулатури не допускається за межами спеціально призначених складів. Склади макулатури повинні розташовуватися на відстані не менше 25 м від найближчих будівель.Тюки з паперовими виробами та макулатурою можуть укладатися максимум до 4 шарів з проходами шириною 1,5 м. Перевезення макулатури на склади та міжвідомчий транспорт слід механізувати; міжгалузевий транспорт повинен здійснюватися в щільно закритих пристроях.

Така речовина, як відбілюючий хлорид (гіпохлорит кальцію) може зберігатися лише у закритих приміщеннях, спеціально призначених для цього,

прохолодних, сухих, добре провітрюваних. Бочки хлориду від вапна повинні бути герметичними та утримуватися у належному стані. Бочки, спорожнені хлористим відбілювачем, слід зберігати у місцях, спеціально призначених для цієї мети, таким чином, щоб працівники, які працюють поблизу, не піддавались впливу хлору від залишків хлориду хлорного вапна, що залишилися в бочках.

Смолу слід зберігати у пожежобезпечних приміщеннях, спеціально призначених для цього, із застосуванням відповідних заходів протипожежного захисту. Транспортування смоли має бути механізованим, а її подрібнення має відбуватися у щільно закритому апараті.

У нещодавно побудованих та відновлених заводах мокру м’якоть та мокру целюлозу в рулонах слід зберігати у спеціально відведених опалюваних складах. Підлоги в цих складах повинні бути виготовлені з не вбираючого матеріалу і мати нахил до каналізації. Вологі м’якоть не можна зберігати на висоті понад 1,7 м.

Діяльність з твердим гідроксидом натрію або його розчинами потребує виконання роботи з належною обережністю. Працівники, зайняті в цих видах діяльності, повинні працювати в тісних захисних окулярах, захисному взутті та одязі, а також у рукавичках з тривалим користуванням. Розпилювачі твердого гідроксиду натрію або його розчину не повинні дозволяти накопичуватися на підлозі, які необхідно негайно видалити промиванням водою. Поблизу робочих станцій, де проводяться роботи з твердим гідроксидом натрію або його розчинами, повинні бути чіткі інструкції щодо надання першої допомоги у разі лугових опіків.

7.3. Оцінка безпеки машин переробки паперу

Оцінюючи відповідність, корисно застосовувати гармонізовані стандарти з директивою про машини, безпосередньо пов'язані з машинами, що використовуються для виробництва та переробки паперу, таких як:

- стандарти серії ДСТУ 2950-94 («Засоби вимірювань та випробувальне обладнання у целюлозно-паперовій промисловості»), щодо вимог

безпеки для проектування та будівництва машин для виробництва та обробки паперу;

- стандарти серії ДСТУ EN 1010-1(2,3,4):2014 («Безпека машин. Вимоги безпеки до проектування та виготовляння друкарських та паперообробних машин») із зазначенням вимог безпеки для проектування та виготовлення друкарських та паперообробних машин;
- стандарти серії ДСТУ EN 415-7:2014 («Безпечність пакувальних машин. Машини для сортування та подальшого пакування»), щодо безпеки сортувальних машин.

При оцінці безпеки, також варто використовувати стандарт для аналізу ризику ДСТУ EN 1034-1:2014 – «Безпечність машин. Вимоги щодо безпеки на етапі проектування і конструювання машин для виготовляння та обробляння паперу».

Для досягнення безпеки машини і, нарешті, всього заводу, компоненти безпеки (для забезпечення безпеки) та система управління повинні працювати належним чином, а в разі помилки (відмови) залишатися в стані, що гарантує безпеку, або переміщувати машину в так званий безпечний стан (зазвичай це часткове або повне відключення машини). Це досягається за допомогою спеціалізованої технології, яка відповідає вимогам описаних раніше стандартів.

Важливим з точки зору безпечної експлуатації є визначення безпечних способів доступу до компонентів, резервуарів, машин, що обробляють паперову пульпу, а також пакувального паперу з паперових тюків у готові до продажу матеріали. Ці аспекти безпеки визначені в наступних стандартах:

- ДСТУ EN ISO 13857:2014 – «Безпека машин. Безпечні відстані для запобігання пошкоджень верхніх та нижніх кінцівок».
- ДСТУ EN 62061:2014 – «Безпечність машин. Функціональна безпека електричних, електронних і програмованих електронних систем контролю, пов’язаних з безпекою».
- ДСТУ EN ISO 14119:2014 – «Безпечність машин. Блокувальні пристрої, з’єднані з огорожами. Принципи проектування і вибору».

А також стандарти серії ДСТУ ISO 14122-1:2004 - «Безпечність машин. Стаціонарні засоби доступу до машин», які визначають вибір постійних засобів доступу між двома рівнями робочих майданчиків та проходів, сходів, балюстрад та драбин.

7.4. Ефективна оцінка виробничих ліній

Оцінка машин та виробничих ліній може розглядатися, як стосовно нових машин, так і до тих, що вже працюють на виробничій лінії. Для того, щоб компанія ефективно підтримувала належний рівень безпеки, необхідно адаптувати машини та обладнання до вимог, встановлених директивами ЄС та відповідними стандартами безпеки.

Підставою для прийняття працівників до обслуговування є пристосування до законодавчих вимог шляхом оцінки машин з урахуванням вимог директив про машини, зокрема, з урахуванням вимог, щоб гарантувати безпеку машини , слід дотримуватися істотних вимог щодо охорони здоров'я та безпеки, до цих вимог слід ставитись обережно, щоб врахувати стан технічних знань на момент машинобудування, а також технічні та економічні вимоги.

Відповідно до вимог, машина повинна бути спроектована та виготовлена таким чином, щоб вона була придатною для виконання її функції та могла експлуатуватися, регулюватися та обслуговуватися, не піддаючи людей ризику під час цих заходів у встановлених умовах, але також враховуючи його передбачуване використання.

Заходи повинні бути спрямовані на усунення всіх ризиків протягом усього передбачуваного терміну експлуатації машини, включаючи його транспортування, збірку, демонтаж, мобілізацію та експлуатування.

Вибираючи найбільш підходящі методи, виробник або його уповноважений представник повинен застосовувати наступні принципи у вказаному порядку:

- Усунення або мінімізація ризиків, наскільки це можливо (проектування та конструювання безпечної техніки за проектом).

- Вжити необхідних заходів захисту стосовно ризиків, які неможливо усунути.
- Інформування користувачів про залишковий ризик через, будь-які, недоліки у прийнятих захисних заходах, вказівка на необхідність спеціального навчання та визначення потреби в засобах індивідуального захисту.

Аналіз ризиків часто є складним і затратним процесом, що вимагає знань і досвіду. Експерти мають мати відповідний досвід та кваліфікацію, підтверджені сертифікатами, або дипломи про акредитацію для стандарту ДСТУ EN ISO 12100:2014 («Безпечність машин. Загальні принципи розрахунку. Оцінка ризиків і зниження ризиків»), виданим українським центром акредитації.

У процесі оцінки відповідності використання участі компетентного підрозділу забезпечує відповідність пристрою юридичним вимогам, а також може сприяти зменшенню витрат, пов'язаних з вибором відповідних технічних та організаційних заходів безпеки.

Типовим прикладом виробництва в паперовій промисловості є переробці різних видів паперу і целюлози, виготовленої з макулатури. Через кількість загроз така організація потребує адекватного нагляду за машинами, а також належного управління безпекою праці.

Підхід до безпеки повинен бути комплексним і повинен стосуватися правильного вибору машин, які відповідають законодавчим вимогам. Слід звернути увагу на відповідне поєднання цих машин у виробничу лінію та створення організаційних умов, що дозволяють безпечно працювати.

Неодмінним елементом при будівництві нової виробничої лінії або модифікації існуючої є проведення оцінки ризиків, включаючи аналіз небезпек, пов'язаних з машинами, а також із середовищем та організацією роботи, а також моніторинг умов праці та технічного обслуговування. Це дуже важливий етап оцінки відповідності через специфіку роботи машин для виготовлення паперу.

7.5. Значення автоматизації виробничих процесів в питаннях охорони праці

Широке впровадження автоматизації виробничих процесів дозволяє не тільки значно підвищити продуктивність роботи обладнання, алей правильно розприділити функції між людиною і обладнанням, з метою зменшення важкості і шкідливості праці, забезпечення її безпеки, тим самим вирішувати основні проблемні питання охорони праці.

Технологічні процеси хлібопекарського виробництва надзвичайно різноманітні, однак є ряд вимог, здійсненню яких сприяє автоматизація, а саме:

- усунення безпосереднього контакту людей з вихідними речовинами, матеріалами і відходами виробництва, які чинять на працюючих шкідливу дію;
- застосування комплексної механізації, автоматизації чи дистанційного керування в тих випадках, коли дію шкідливих небезпечних факторів неможливо усунути;
- застосування систем безперервного контролю і управління технологічними процесами, режимами роботи обладнання, що забезпечують захист працюючих, попередження аварій шляхом сигналізації і своєчасного відключення виробничого обладнання [10].

8. ЕКОЛОГІЯ

8.1. Огляд введеної сировини та енергії, а також вивантаженої продукції

Огляд введеної сировини та енергії, а також виробленої продукції, залишків, які підлягають подальшому використанню, а також основних скидів (викидів, відходів тощо) паперових заводів, що переробляють макулатуру, представлений на рисунку 8.1.1.

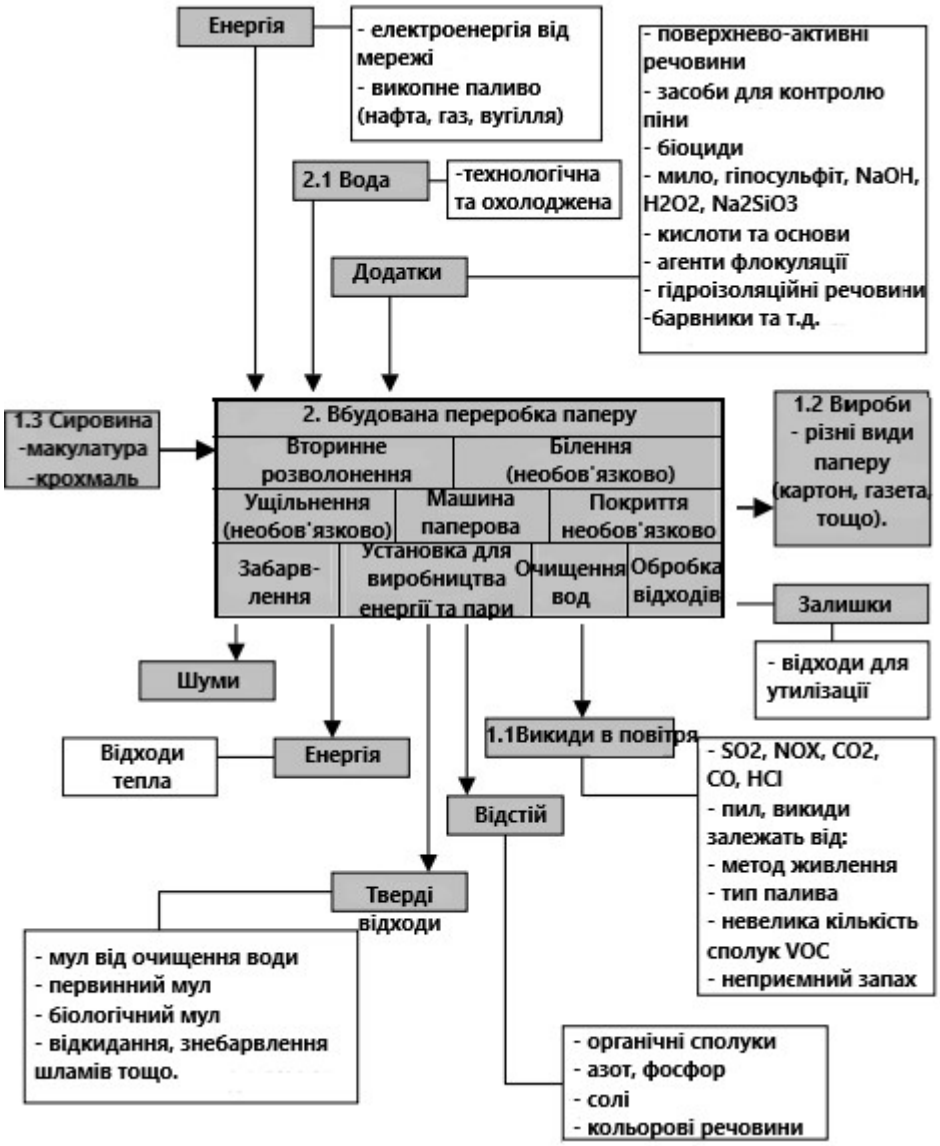

Рис.8.1.1 Масова циркуляція при переробці паперових відходів

Наявність деяких речовин в основному залежить від типу виробленого паперу та його властивостей, а також типу енергії, що постачається, адже, рис.8.1.1, узагальнена циркуляція.

Як показано на рис.8.1.1, сировина для виробництва вторинного паперу в основному включає макулатуру, воду та певні хімічні добавки. Велика кількість

води використовується у вигляді циркулюючої води та води для охолодження. Різні добавки, що використовуються у виробництві паперу, - це хімічні речовини для поліпшення протікання процесів та заходи щодо поліпшення властивостей виробів (допоміжні речовини).

Вплив заводів для переробки макулатури на довкілля в основному включає викиди у воду, виробництво твердих відходів та викиди в атмосферу, в першу чергу пов'язані з виробництвом енергії шляхом спалювання викопного палива. Якщо методи нейтралізації використовуються для зменшення викидів, це може мати вплив на процеси та навколишнє середовище. У цій главі наведено кількісні дані щодо рівня споживання та викидів для різних типів заводів з переробки макулатури. На початку подаються загальні дані про рівень введення/виведення для системи масової підготовки та всієї паперової фабрики (розглядається як "чорна скринька").

Процес виготовлення паперу на заводі з переробки макулатури можна розділити на три частини: підготовка маси - система подачі паперової машини - поліпшення властивостей виробленого паперу. Приготування целюлози та паперова машина тісно пов'язані між собою системою циркуляції води. У таблиці 8.1.1 наведено огляд основної використовуваної сировини та викидів під час підготовки вторинного паперу при виробництві основних видів паперу, що виробляються в Україні. Дані, зведені в таблиці, стосуються лише масової підготовки, тобто паперова машина не вмикається. Водні контури - виняток, оскільки цикли між масовою підготовкою та паперовою машиною зазвичай з'єднуються між собою.

Таблиця 8.1.1

Споживання сировини та викиди у воду, відходи	Пакувальні папери	Газетний папір	Паперова продукція LWC / SC	Гігієнічний папір та макулатурна маса
Тип макулатури (залежить від наявності та ціни макулатури та якості кінцевого продукту)	Сортувальна змішана макулатура та картон, макулатура з універмагів	Макулатура, придатна для знебарвлення (газети та журнали 50:50)	Макулатура, придатна для знебарвлення (газети та журнали 50:50)	Макулатура, придатна для знебарвлення (газети та журнали 50:50); офісна макулатура з паперу
Споживання енергії: теплової електроенергії (наприклад, пари)	150- 250 кВт/год 0 МДж/год	300-420 кВт/год 450-900 МДж/год	400-500 кВт/год 650-1100 МДж/год	400-500кВт/год 650-1100 МДж/год
Хімічні етапи: розволокнення	Біоцид	0,5-1,0%H2O2 0,5-1,0% NaOH 1-2% Na2SiO3	0,5-1,0%H2O2 0,5-1,2% NaOH 1-2% Na2SiO3	0,0-1,0%H2O2
Флотація 1	--------	0,3-0,6% мила	0,3-0,6% мила	0,3-0,6% мила
Флотація 2	--------	0,2-0,4% мила (NaOH+жирні кислоти)	0,2-0,4% мила (NaOH+жирні кислоти)	--------
Фарбування	--------	1-2% H2O2 0,5-1,2% NaOH 1-1,8% Na2SiO3 0,4-1% бісульфіту до 0,2% NaOH	1-2,5% H2O2 0,5-1,5% NaOH 1-2% Na2SiO3 0,4-1% бісульфіту до 0,2% NaOH	1-2% H2O2 0,5-1,2% NaOH 1-1,8% Na2SiO3 0,4-1% бісульфіту до 0,2% NaOH
Флокулянти, що використовуються для очищення циркулюючих вод та осаду	0 кг/год (внутрішнє освітлення в циклі паперової машини - біла вода)	засоби для флокуляції: 0,5-1 кг/год	засоби для флокуляції: 1,6-2,6 кг/год, флокулянти: 1,5-2,5 кг/год	засоби для флокуляції: 1,8-2,8 кг/год
Стічні води	0-4 /год	8-16 /год	8-16 /год	8-16 /год
Викиди перед біологічною очисною станцією	ХСК: 27-36 кг/ (6750-9000 мг/л) АОГ: <4 г/ (= 1 мг / л)	ХСК: 17-27 кг/год (1700-2700 мг/л) АОГ: <10 г/год (= 1 мг/л)	ХСК: 17-27 кг /год (1700-2700 мг/л) АОГ: <10 г/ (= 1 мг/л)	ХСК: 26-35 кг/ (2600-3500 мг/л) АОГ: <10 г/год (= 1 мг/л)
Відходи: - постійні - вміст речовини органічний	50-100 кг/год 70-80%	20% втрат 170-190 кг/год 35-45%	35% втрат 450-550 кг/год 45-55%	500-600 кг/год 40-50%

Розшифрування абревіатур до табл. 8.1.1:

- ХСК (Хімічне споживання кисню) – це показник міри, кількості кисню, який може споживатися під час реакції, у виміряному розчині.
- АОГ (абсорбування органічних галогенідів) – це міра органічного галогенного навантаження на місці відбору проб, ця процедура вимірює хлор, бром та йод, як еквівалентні галогени.

Хоча майже всі європейські заводи є інтегрованими – за винятком декількох заводів, що виробляють суто макулатурну масу – важливо підкреслити, що інтегровані заводи часто лише частково інтегровані, тобто придбане волокно може бути частиною волоконного матеріалу. На паперових заводах часто виготовляють вироби з паперу, що складаються з суміші різних типів волокон.

8.2. Відходи від переробки макулатури

При виробництві різних видів паперу, таких як "коричневий" пакувальний папір або "білий" друкарський папір, використовуються різні кількості та різновиди вторинних волокон. Для виробництва однієї тонни паперу від макулатури використовується від 1100 кг (папір для гофрованого шару картону) до 2000 кг (гігієнічна тканина та папір друкарський). Невеликі типи макулатури зазвичай використовуються для виробництва продукції з меншими вимогами, тоді як кращі сорти використовуються для виробів з більш високими вимогами.

На європейському ринку існує багато різних видів макулатури, які, як правило, класифікуються за походженням, якістю та використанням. Класифікації в різних країнах, по-різному. Відповідно до європейської класифікації типових макулатурних матеріалів, вона орієнтовно поділяється на чотири групи, що відповідають звичайним, середнім, кращим і міцним сортам. Звичайні сорти паперових відходів містять більше домішок і повинні бути більш інтенсивно очищені, ніж краще очищені сорти, щоб відповідати вимогам

продукту. Кращі сорти в основному використовуються для виготовлення графічного паперу та документного паперу та мають два основних недоліки: кращі сорти зазвичай набагато дорожчі та можуть бути недоступні постійно у достатній кількості. Оскільки стабільність якості масової суспензії є дуже важливою, кількісні та якісні зміни вмісту домішок повинні бути якомога меншими. Тому методи отримання та сортування макулатури на якнайшвидшому етапі можуть бути важливішими, ніж зусилля щодо розробки нових процесів переробки. Окрім способу придбання, походження вторинних волокон має значний вплив на якість м’якоті. Можна виділити такі типи макулатури: "зібрана макулатура" з будинків та ринків, тобто коробки з гофрованого картону, газет та журналів, "промислова макулатура", включаючи вирізи та відходи, що накопичуються у принтерах, фабриках пакування та пакувальних матеріалів, та "напівпромислові макулатури", отримані із супермаркетів, великих магазинів та офісів.

Відсоток забруднень у макулатурі збільшиться внаслідок постійного зростання переробки макулатури. Цей ефект буде посилений за рахунок збільшення споживання наповнювачів у виробництві паперу. Як правило, очікується, що кількість домішок у макулатурі збільшиться, що, в свою чергу, призводить до збільшення кількості очищення та відбілювання. Це також призведе до збільшення кількості твердих відходів на переробних підприємствах макулатури.

8.2.1. Споживання води під час переробки паперу

Заводи паперу та картону зазвичай споживають велику кількість води. З іншого боку, значна частина води повторно використовується на більшості паперових виробництвах, тому одинична кількість споживаної води на паперових виробництвах, що базуються на інтегрованому підприємстві, зменшилась за останні двадцять років. В Україні використовують, як поверхневі, так і ґрунтові води. Залежно від типу виробленого паперу, вода повинна бути попередньо очищена, щоб відповідати вимогам, встановленим для технологічної води. При необхідності залізо, марганець, а іноді водорості та

суспензія повинні бути видалені фільтрами флокуляції, або піском. Вода знаходить різноманітне використання в процесі виготовлення паперу, а саме як технологічна вода, охолоджуюча вода і як живильна вода для котлів. Як показано на рис. 8.2.1.1., у процесі виробництва вода переробляється кілька разів.

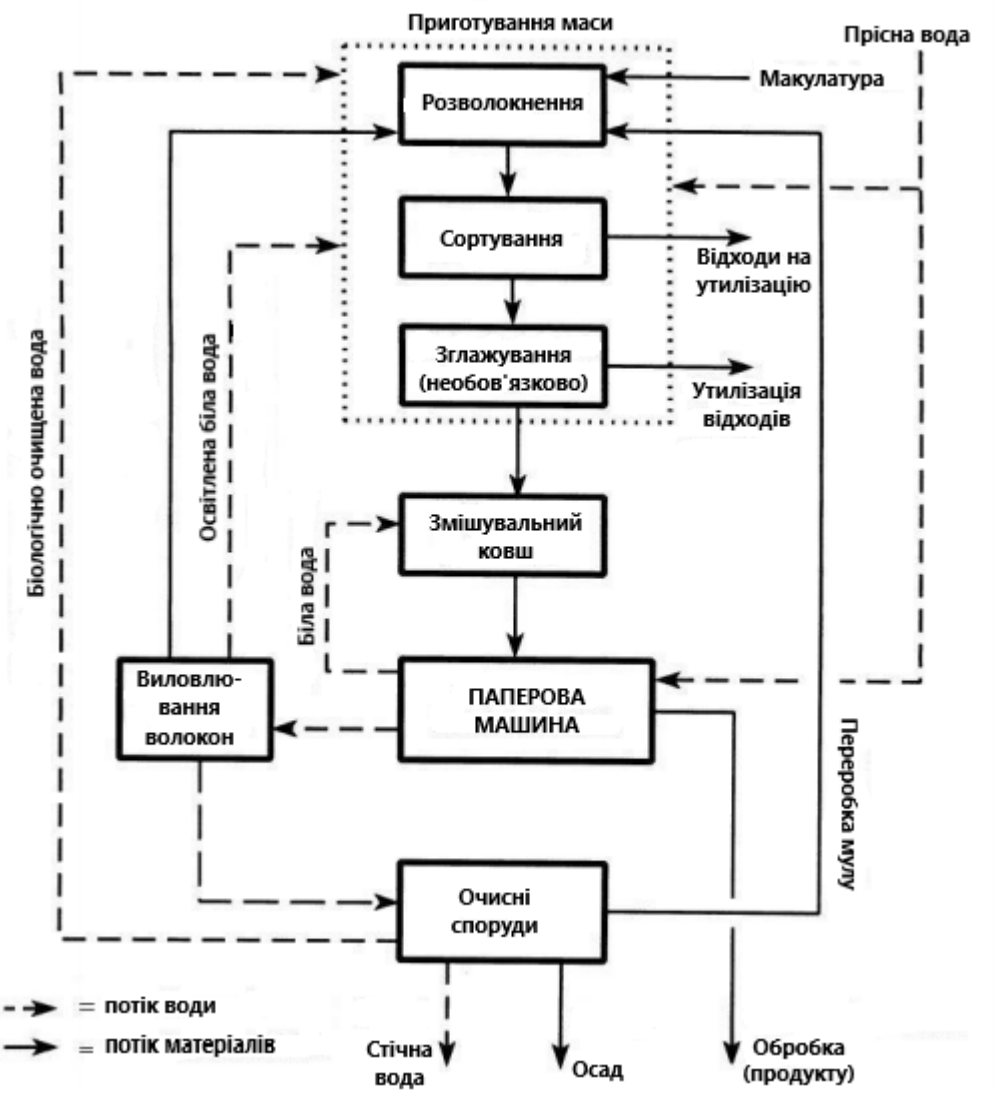

Рис. 8.2.1.1. Основна схема процесу підготовки макулатури, для паперу та картону

Усі паперові та картонні фабрики переробляють воду, розділену на ситовій ділянці (біла вода). Біла вода переробляється без очищення як розчинник до змішувального резервуара, або після обробки у волоконних витяжках повторно використовується там, де вода повинна відповідати більш високим вимогам якості. Надлишок води з волоконних витяжок у системі масової підготовки відводиться для підтримки водного балансу та видалення

небажаних речовин, які не повинні потрапляти в систему масового подачі паперової машини. Досягнута швидкість переробки води залежить від вимог до якості виробництва та якості очищеної технологічної води / каналізації. Крім того, якість конструкції водяного контуру має великий вплив на межу води, яку можна переробляти без шкоди для процесу та якості продукції.

У таблиці 8.2.1.1. наведено конкретні витрати води на різних заводах з переробки макулатури.

Таблиця 8.2.1.1.

Процес	Одинична витрата води (/)
Картон без покриття	2-10
Картонна коробка з покриттям	7 – 15
Гофрований і обгортковий папір	1,5 – 10
Газетний папір	10 – 20
Гігієнічний папір	5 – 100
Папір для друку та писання	7 – 20

8.2.2. Використання хімічних добавок при переробці макулатури

У процесі виготовлення паперу та картону використовуються різні добавки для поліпшення властивостей продукту. Кількість та тип доповнень змінюються залежно від типу встановленого паперу та обладнання. Добавки, що використовуються в паперовій промисловості, можна розділити на ті, які використовуються для оптимізації конкретних властивостей виробів відповідно до вимог одержувача та добавок, необхідних у процесі. Останні полегшують операції з виготовлення паперу, впорядковують процеси. Приклади найважливіших добавок та їх використання наведені в таблиці 8.2.2.1.

Якщо добавки використовуються відповідно до настанов, вони не повинні суттєво негативно впливати на ефективність очисних споруд. Раптові зміни навантаження, спричинені очищенням системи або періодичним регулюванням добавки внаслідок вимог до продукту, можуть негативно вплинути на ефективність очисних споруд. У таких випадках біомасі потрібен певний час

для адаптації до присутності добавок у стічних водах. За цей обмежений час ефективність очисних споруд може бути нижчою, і можливо погіршити умови осідання мулу (збільшити показник об’єму шламу). Тому добавки слід дозувати обережно, точно так, як рекомендується. Це пояснює, як слід трактувати спостереження у правій колонці таблиці 8.2.2.1.

Таблиця 8.2.2.1

Засоби, що надають продукту специфічні властивості	Призначення використання	Приклади	Зауваження
Наповнювачі	- поліпшення друку, непрозорості, гладкості та блиску - заміна (економія) волокон	Каолін, тальк, карбонат кальцію, гіпс, діоксид титану	----------
Проклеювання	- поліпшення якості поверхні - гідрофобізація паперу	Модифіковані крохмалі, модифіковані природні смоли, воскові емульсії, синтетичні продукти, такі як алкалоїдні димери й полімери малеїнового ангідриду	Деякі можуть бути токсичними для бактерій, якщо є катіонними
Фіксатори	- покращують адсорбцію добавок на волокна	Сульфат алюмінію (Al_2 ($[SO]_4)_3$)	Катіонні продукти, які можуть бути токсичними для бактерій
Обов'язкові заходи	- покращують міцні властивості в сухому стані	Модифікований крохмаль	Деякі можуть бути токсичними для бактерій, якщо є катіонними
Гідроізоляційні засоби	- покращують вологостійкі властивості	Мочевино-формальдегідні полімери, полімери меламін формальдегід, продукти конденсації епіхлоргідрину	Зазвичай токсичні для бактерій, деякі підвищують АОГ
Барвники	- надають колір паперу, або блідість	Азосполуки, четвертинні аміни	Важко видалити, деякі токсичні, можуть містити важкі метали

Продовження табл. 8.2.2.1

Оптичні відбілювачі	- робить папір більш білим	Хімічні речовини на основі: 4,4-діаміно стильбен-2,2 дисульфонової кислоти	Деякі катіонні речовини можуть бути токсичними
Хімічні речовини для покриття	- надають паперу особливих властивостей	Пігменти, в'яжучі, гідроізоляційні речовини, мастила. Засоби проти піноутворення, засоби проти слизу	Сполучні речовини необхідно дестабілізувати перед змішуванням з іншими стічними водами, інакше вони можуть заважати проясненню
Заходи щодо утримання	- утримання волокон, дрібної фракції та наповнювачів - збільшення виробництва внаслідок покращеного водовідведення - зменшення викидів забруднюючих речовин	Сульфат алюмінію, алюмінат натрію, хлорид поліалюмінію, продукти крохмалю, каучуку, аніонні поліакриламіди, неіонні поліакриламіди, катіонні полімери	В основному катіонні продукти
Хімічні речовини, що застосовуються для відбілювання	- видалення чорнила з волокон - відбілювання - утримання частинок чорнила	NaOH, жирні кислоти, H2O2, гідросульфіт натрію, FAS, хелатирующие агенти, силікат натрію, поверхнево-активні агенти	Осадження в остаточних відстійниках може погіршитися
Хелатуючі агенти	- видалення іонів металів шляхом утворення складних сполук для запобігання руйнування відбілюючих хімікатів	EDTA	Вони майже або не розкладаються зовсім
Поверхнево-активні агенти	- очищення повсті, сита та обладнання - очищення водяного контуру - диспергування речовини	Кислі або лужні поверхнево-активні агенти	Можуть викликати флотацію осаду

Продовження табл. 8.2.2.1

Засоби проти піноутворення	- запобігання утворенню та розкладанню піни	Етоксильовані жирні кислоти, поліоксиетилен, похідні кислоти жирні кислоти, вищі спирти, складні ефіри фосфорної кислоти, рослинні олійні продукти	Вони можуть зменшити подачу кисню на очисну споруду
Біоциди (мукоциди)	- запобігають росту мікроорганізмів	Органічні сполуки брому, сполуки сірки або азоту, четвертинні аміни	Деякі містять АОГ, вони токсичні, якщо потрапляють до очисних споруд у більш високих концентраціях

Речовини, що використовуються для знебарвлення макулатури, наведені в таблиці 8.2.2.2. Хімічні речовини, які використовуються для знежирення, мають низьку спорідненість до целюлози і їх можна припустити, бо вони містяться в мулах, що зберігаються або спалюються.

Таблиця 8.2.2.2

Хімічна сполука	Витрата (кг/)
Натрію гідроксид	10 – 20
Силікат натрію	20 – 30
Мило	5 – 8
Тальк	10 – 15
Перекис водню	5 – 25
Хелатуючий агент	2 – 3
Персульфат натрію	6 – 10
Сірчана кислота	8 – 10

Часто добавки, що підтримують технологічний процес, не споживаються повністю або не повністю зберігаються в паперовій павутині. Частина з них скидається з каналізацією. Надлишки добавок також скидаються з системи - з

сортуванням віддачі та мулу. Деякі з цих добавок негативно впливають на роботу очисних споруд або на якість очищеної води, коли вони не розподіляються та не відокремлюються в очисних спорудах. У деяких державах органи, які займаються охороною вод вимагають ознайомлення з кількістю та типом використовуваних добавок. Наприклад, у Нідерландах фабрики повинні надати відповідну інформацію про властивості та склад використовуваних добавок. Потім ця інформація використовується в методології оцінки, яка визначає вплив добавок на водне середовище. Можна використовувати тільки добавки, які отримали позитивну оцінку або утримуються відповідною методикою.

8.2.3. Використання палива та енергії при переробці макулатури

Підприємствам, по-переробці паперу та картону потрібна значна кількість пари для нагрівання води, маси, повітря та хімікатів до температури, необхідної для процесу, і, перш за все, для висихання паперу. Крім того, значна кількість електроенергії потрібні для приводу машин, насосів, генерації вакууму, вентиляції та очищення стічних вод. На паперових виробництвах енергія є основною складовою експлуатаційних витрат. Оскільки вторинні волокна вже пройшли через обладнання для підготовки целюлози при виробництві оригінального паперу, для волокна потрібно відносно менше енергії, ніж потрібно для розсипання, і особливо для виробництва механічної целюлози. Наприклад, у Нідерландах середнє споживання електроенергії на обробку макулатури (без урахування різниці в одиниці споживання електроенергії між переробкою на знеструмлення та без знежирення) становить 322 кВт/год. Загальне питоме енергоспоживання досягає 10,9 ГДж/т для паперових виробництв, що не знебарвлюють, і 12,1 ГДж/т для знебарвлення паперових виробництв.

На паперових заводах зазвичай виробляють пар всередині заводу. При необхідності електроенергію можна придбати у мережі загального користування. Паперові комбінати зазвичай мають збалансований попит на пар і електроенергію, що робить об'єднання пар, пов'язаних з парою та

електроенергією, звичайно. Теплоелектростанція задовольняє ці потреби завдяки одночасному виробництву електроенергії та корисного тепла (пари) і має набагато більшу загальну ефективність (80 - 95%) порівняно з "окремим виробництвом", тобто виробленням тепла та купівлею електроенергії (остання з ефективністю близько 40%). Теплоелектростанція на паперових заводах іноді, виходячи з потреби в теплі, виробляє більше електроенергії, ніж поточні потреби. Надлишок електроенергії може подаватися в загальнодоступну мережу.

У таблиці 8.2.3.1. нижче представлені деякі детальні дані щодо споживання енергії для приготування м'якоті з макулатури для виробництва гігієнічної тканини та газетного паперу. Усі дані стосуються сучасного обладнання та концепції системи масової підготовки до систем високої якості. Ці значення показують реальні приклади нещодавно побудованих систем масової підготовки. Зазвичай обрана концепція процесу дещо відрізняється у різних рослин. Однак основні компоненти системи потрібна на кожному заводі переробки макулатури. У зв'язку з цим вони можуть дати вказівку на ступінь попиту на енергоресурси, який можна очікувати для даного типу.

При порівнянні даних про споживання енергії слід враховувати такі аспекти:

· Ефективність процесу змінюється залежно від сировини.

· Країна та область, з якої отримують сировину, суттєво впливає на якість сировини.

· Через низьку якість макулатури деяким паперовим виробництвам необхідно вжити додаткових заходів у системі масової підготовки.

· Зазвичай при обговоренні споживання енергії включається базове обладнання, тобто насоси, мішалки не є частиною розглянутої системи. Ці "пасивні" компоненти процесу не покращують масової якості, але є важливими з точки зору попиту на енергію.

· Частка насосів і змішувачів у загальній встановленій потужності становить від 20 до 30%. З енергетичної точки зору, зменшення

кількості насосів є важливим. На прикладі заводу газетних паперів, наведеного в таблиці 8.2.3.1, частка насосів у загальному споживанні енергії становить 30%.

· Периферійні підсистеми води, шлам та викиди, такі як дискові шнеки не включаються, оскільки вони не вважаються основним обладнанням. Потребу в енергії цих пристроїв слід додати до наданих номерів.

· Існує різниця між встановленою потужністю (основне обладнання) і середньою потребою в електроенергії, яка зараз використовується. Як правило, фактичне споживання електроенергії становить 70 - 75% від встановленої потужності. Ця різниця змінюється залежно від рівня процесу та постачальника обладнання.

Таблиця 8.2.3.1.

	Гігієнічний папір (200 т/д)	Газетний папір (1000 т/д)
Необроблений	Використані журнали або змішана офісна макулатура	Використані газети або журнали
Продуктивність	55 – 60%	80%
Загальне питоме споживання енергії (орієнтовно)	230 кВт/год	300 кВт/год
Загальне питоме споживання пари при низькому тиску	0,3 т(пари)/год	0,3 т(пари)/год
Одинична потреба в енергії для основних технологічних процесів		
Конвеєр подачі	1 кВт/год	0,4 кВт/год
Волокна з високою концентрацією	39 кВт/год (волокна з високою концентрацією, включаючи попереднє сортування)	16 кВт/год (барабан розволокнення)
Попереднє сортування	Не потрібно	18,5 кВт/год
Сортувальник середньої концентрації	Енергія накачування	Енергія накачування
Видалення піску (пісочниця)	Енергія накачування	Енергія накачування
Тонке сортування	17 кВт/год	22 кВт/год
Флотація 1	18 кВт/год	33 кВт/год
Промивання 1	8 кВт/год	Без промивання
Дисковий фільтр (ущільнення)	Не потрібне	1 кВт/год
Дисперсія (з ущільненням)	55 кВт/год	67 кВт/год
Флотація 2	5 кВт/год	19 кВт/год
Промивання 2	10 кВт/год	Без промивання
Насоси	Не охоплюється	91 кВт/год

У таблицях 8.2.3.2. наведені дані про енергоспоживання та енергетичний баланс заводу газетних паперів на 100% макулатури. Споживання енергії поділяється на тепло та електроенергію. Приклад стосується шведської паперової фабрики потужністю 500 000 т / рік виробництва газетного паперу.

Таблиця 8.2.3.2.

Процес	Технологічна пара (МДж/т)	Електроенергія (кВт/год)
Знебарвлення	200	175
Миття та сортування	0	50
Фарбування	0	75
Масова підготовка	0	235
Паперова машина	5300	350
Всього паперовий комбінат	5300	585
Очистка стічних вод	0	32
Питоме споживання енергії на 1т паперу	5500	917

В принципі, витрата енергії на процес переробки макулатури залежить від конструкції, типу та кількості стадій процесу, необхідних для досягнення заданої якості продукції. Зокрема, збільшення білості та зменшення кількості плям пов’язане з більшим споживанням енергії. Наприклад, німецька газетна компанія. маючи можливість переробляти 1900т макулатури на день, повідомили про значне збільшення потреби в енергії внаслідок включення ступеня відбілювання пероксиду диспергатором та додатковою вторинною флотацією для отримання поліпшеного газетного паперу замість стандартного. У той час як в процесі стандартної масової знебарвлення витрачається близько 350 кВт/год і 250 т пари, для отримання високоякісної знебарвленої маси потрібно 420 кВт/год. Слід врахувати, що електроенергія, що купується, часто виробляється електростанціями з ефективністю близько 38%. Таким чином, для отримання закупленої електроенергії, необхідної для переробки макулатури (тобто 0,35 - 0,45 кВт/год), необхідне споживання первинної енергії між 1 і 1,3 кВт/год.

8.2.4. Викиди у воду при переробці макулатури

Викиди паперової промисловості, особливо тих, що скидаються з каналізацією, а також попиту на енергію та виробництва відходів, суворо залежать від вимог, встановлених до типу виробленого паперу, якості сировини (макулатури) та методи, що застосовуються для запобігання забрудненню. Використовувані доповнення, управління внутрішнім процесом та технічний стан установки також впливають на досягнутий рівень викидів.

Стічні води при переробці паперу в основному виникають під час масової обробки. Звичайна практика скидати стічні води в місцях, де циркулююча вода найбільш забруднена. Однак місця, де проводиться каналізація, у різних місцях різні. Циркулююча вода в основному забруднюється під час очищення, зневоднення та вилову волокон. Стічні води з складаються з:

- Вода з процесу відділення домішок в сито відцентрових сортувальниках.
- Фільтрати з промивних фільтрів, ущільнювачів та обробки шламу.
- Надлишок циркулюючої води, залежно від швидкості її переробки.

Стічні води з української паперової промисловості значною мірою скидаються безпосередньо в поверхневі води - після механічної та біологічної обробки на місці або після механічної обробки для видалення суспензії вони скидаються на комунальну очисну стічну воду.

Таблиця 8.2.4.1

Параметр	Відсутність знебарвлення		З допомогою фарбування	
	мг/л (min-max)	кг/год (min-max)	мг/л (min-max)	кг/год (min-max)
BZT_5	1900	4,7	550	10
ХСК	3800 (570-9000)	9,4 (1,2 – 24)	1100 (440 – 1900)	20 (7 - 40)
Азот	16 (10-40)	0,05 (0,02–0,1)	20 (13 – 25)	0,35 (0,19–0,62)
Об'єм скидних стічних вод		5,5 (0,4 - 15,5) м3 / т		5,5 (0,4 - 15,5) м3 / т

У таблиці 8.2.4.1 узагальнені дані про середні значення викидів у воду лише після механічної обробки стічних вод з паперових заводів, що скидають

стічні води на комунальні очисні споруди, та значення для біологічно очищених стічних вод на місці.

ХСК (Хімічне споживання кисню) – викиди ХСК виходять як із сировини, так і з добавок. Процеси фарбування та відбілювання виділяють велику кількість ХСК з макулатури. Дані про викиди ХСК від стічних вод паперових заводів демонструють широкі зміни в залежності від ступеня очищення на момент вимірювання. Видалення та вирівнювання ХСК проводиться на комунальній очисній станції. Дані про викиди ХСК на виробництвах паперу та картону з біологічними очисними спорудами на місці показують незначні зміни. Коливання стосуються паперових заводів, на яких очисні споруди не працюють належним чином. Ці паперові комбінати розглядають питання модернізації очисних споруд. Викиди ХСК від фабрики, що знебарвлює макулатуру, вищі, ніж на заводі макулатури без знебарвлення. В останньому випадку значна кількість навантаження ХСК зберігається у продукті.

BZT_5 – дані про викиди BZT_5 після біологічної обробки не вказують на суттєві відмінності між обробкою макулатури з та без деінструкції. На добре функціонуючій станції очищення стічних вод концентрації BZT_5після обробки нижче 20 мг/л незалежно від концентрації в кормах. Згідно з повідомленнями, після біологічної обробки викиди BZT_5 знаходяться в діапазоні 0,01 - 0,13 кг/т паперу. Відмінності в навантаженні одиниці BZT_5 в основному обумовлені різницею потоку води. Коефіцієнт BZT_5: ХСК у паперових стічних водах після первинної обробки 0,5 вказує на те, що паперові стічні води легко піддаються біологічному розкладанню.

Поживні речовини – стічні води з очисних споруд зазвичай містять низькі концентрації поживних речовин у вигляді азоту та фосфатів. Присутність цих сполук головним чином обумовлена необхідністю їх додавання для забезпечення ефективної роботи очисних споруд. Органічні сполуки азоту також можуть надходити з деяких добавок. Під час біологічної обробки деякі з них можна гідролізувати до аміаку та окислити до нітратів.

Вміст зважених твердих речовин після обробки показує лише незначні коливання. Верхній рівень загального вмісту суспензії отримують на паперових заводах, де очисні споруди не працюють належним чином. Через природу органічних сполук, що містяться у стічних водах з паперових заводів, спостерігається тенденція до утворення об'ємного мулу на очисних спорудах за методом активованого мулу. Існують заходи для запобігання цього небажаного явища.

Солі, в основному сульфати та хлориди, вводяться в більшості випадків з макулатурою та деякими добавками, наприклад, сульфатом алюмінію. У деяких районах, наприклад, де поверхневі води є основним джерелом питної води або завдяки підтримці якості води, увагу приділяють сольовим скидам. Залежно від типу макулатури, що використовується як сировина, та ступеня закриття водяного контуру, концентрація сульфату до 1000 мг / л може спостерігатися навіть тоді, коли сульфат алюмінію не використовується.

Концентрація важких металів у стічних водах паперових заводів, як правило, незначна. Значного збільшення не спостерігається при використанні вторинних волокон. Однак вимірювання на українських фарбувальних заводах показали, що деякі стічні води в процесі фарбування можуть містити мідь і цинк у підвищених концентраціях. У таких випадках вважається, що основним джерелом важких металів є відходи чорнила, що містяться в макулатурі. Важкі метали, спостерігаються у стічних водах, зустрічаються, головним чином, у вигляді стійких складних органічних сполук.

8.2.5. Викиди твердих відходів при переробці макулатури

Більшість домішок, видалених під час переробки макулатури, закінчуються як відходи. Основними відходами є викиди, різні види мулу та у разі спалювання відходів на місці - зола. Основними джерелами твердих відходів на паперових заводах є масове приготування, очищення циркуляційної води та очищення стічних вод. Залежно від використовуваної сировини, способу проведення процесу та очищення стічних вод, відповідно утворюються різні кількості та види відходів (викиди, мул). Відходи повинні бути оброблені

(загущені та зневоднені) для отримання високого вмісту сухої речовини. Досягнуті значення сухості викидів та опадів узагальнені в таблиці 8.2.5.1 та таблиці 8.2.5.2.

Таблиця 8.2.5.1

Використовувані машини для переробки відходів	Гідравлічні дискові преси	Пневматичні преси для відкидання
Досяжна сухість при: <70% вмісту клітковини <30% вмісту клітковини	до 65% близько 70%	55 - 58% 60 - 63%
Споживання енергії (кВт/ год)	15 – 20	8 – 12

Таблиці 8.2.5.2

Вживані машини для очищення шламу	Екранні преси, включаючи попереднє ущільнення	Гвинтові преси, включаючи попереднє ущільнення
Досяжна сухість при: <50% зольності > 50% зольності	до 55% до 60%	до 65% до 70%
Споживання енергії (кВт/год) (включаючи попереднє ущільнення)	10 – 15	18 – 20

Грубі відходи можна розділити на важкі та товсті викиди, легкі та незначні викиди. Залежно від походження та властивостей мулу його можна додатково розділити на шлам від знежирення, мул з мікрофлотаційних установок, що використовується для очищення циркулюючої води та мул з очисних споруд (первинний мул, надлишок мулу від біологічної обробки). Досяжна сухість після зневоднення та ущільнення становить 60 - 80% для грубих викидів, 50 - 65% для тонких викидів і близько 60% для мулу.

Кількість відходів у переробці є результатом якості макулатури, яка використовується як сировина, зусиль та витрат, прикладених на підготовку

перероблених волокон, відповідно до конкретних вимог продукції та технологічних процесів. У таблиці 8.2.5.3 наведені середні кількості відходів для більшості видів паперу та макулатури.

Таблиця 8.2.5.3

			Викиди		Осад		
Продукт	Тип макулатури	Загальні збитки	Товсті /важкі	Малі /легкі	Знебарв -лення	Очищення циркулюючої води	Від-стій
Графічні папери	Газети, журнали, кращі сорти	15 – 20 10 – 25	1 – 2 < 1	3 – 5 < 3	8 – 13 7 – 16	2 – 5 1 – 5	≅ 1
Гігієнічний папір	Офісна макулатура, файли, стандартні та середні сорти	28 – 40	1 – 2	3 – 5	8 – 13	15 – 25	≅ 1
Ринкова маса знебарв-люється	Офісна макулатура	32 – 40	< 1	4 – 5	12 – 15	15 – 25	≅ 1
Тестлайнер/ гофрований	Макулатура з універмагів, макулатура від домашніх господарств, міцні сорти	4 – 9 3 – 6	1 – 2 < 1	3 – 6 2 – 4	——— ———	0 – (1) 0 – (1)	≅ 1
Картон	Макулатура з універмагів, макулатура від домашніх господарств	4 – 9	1 – 2	3 – 6	———	0 – (1)	≅ 1

Утилізація - це домішки, що містяться в макулатурі і складаються переважно з пучків волокон (осколків), скоб, піску, скла та пластмас. Утилізацію видаляють максимально на найшвидшому етапі процесу масової підготовки.

Утилізація становить приблизно 6,5% придбаної макулатури і не підходить для повторного використання. Їх утилізують на сміттєзвалищах або спалюють. Якщо концентровані викиди спалюють у сміттєспалювальній

установці, яка відповідає вимогам охорони навколишнього середовища, наприклад, у печах з розрідженим шаром, що виробляють пар, споживаний у місцях вилучення пари на паперовому заводі, кількість відходів обмежується золою, яку можна використовувати в промисловості будівельних матеріалів або зберігати. Однак можливість використання золи, отриманої в результаті горіння, залежить від попиту ринку на ці матеріали.

Спалювання відходів на місці можливе лише на великих підприємствах, які виробляють велику кількість твердих відходів. Типовий склад викидів від переробки макулатури (різної сировини та продуктів) наведено в таблиці 8.2.5.4.

Таблиця 8.2.5.4

Параметр	Частка однієї фракції	Середні значення одного заводу
Вміст води	45 %	33,3%
Пластик	25,9 %	
Волокна	27 %	
Скло і каміння	0,11 %	
Метали	0,88 %	
Органічні речовини	1,05 %	
Хлор, отриманий з пластмас	5,45 %	
Хлор, пов'язаний з паливом	1,43 %	1,21 %
Значення тепла (100%)	23800 кДж/кг	25335 кДж/кг
Значення тепла (55%)	11991 кДж/кг	12828 кДж/кг

Осади від очищення циркулюючої води – тип відходів, який утворюється в основному при заготівлі волокон в контурах білої води та на механічній очисній станції. Залишки паперу складаються в основному з коротких волокон і наповнювачів (приблизно 50% кожен), залежно від типу паперу, що переробляється. У процесі виготовлення картону та паперу для хвилі їх часто переробляють у процесі. Для більш високих класів паперу вони не відповідають вимогам і зберігаються чи спалюються.

Залежно від того, чи раніше використовували процес знебарвлення, нанесення може містити деякі чорнила та пігментні частинки. Виловлювання

волокон допомагає мінімізувати відходи. Типовий склад залишків паперу від збирання волокон та механічної очистки стічних вод наведено в таблиці 8.2.5.5.

Таблиця 8.2.5.5

Параметр	Вимірювання	Діапазон значень
Вміст сухої речовини	%	29,4 – 52,7
Летючі тверді речовини	%	25,5 – 76,1
Свинець	мг / кг	10 – 210
Кадмій	мг / кг	0,01 – 0,98
Хром	мг / кг	8,8 – 903
Мідь	мг / кг	19,9 – 195
Нікель	мг / кг	< 10 – 31,3
Ртуть	мг / кг	0,1 – 0,89
Цинк	мг / кг	34,2 – 1320

8.2.6. Викиди в атмосферу при переробці макулатури

Викиди в повітря із виробництв з виготовлення паперу та картону в основному забезпечуються енергією (парою та електрикою), а не самим виробничим процесом. У разі спалювання газу основними домішками є: CO_2 та NO_x, у разі спалювання нафти чи вугілля: CO_2, NO_x, SO_2, пил та низькі концентрації важких металів. Ці викиди відбуваються на місці генерації.

Пару зазвичай виробляють на паперовому заводі в спеціально розроблених котлах, тому на цьому місці відбуваються викиди. У багатьох випадках електроенергія купується з електромережі, тому викиди відбуваються на електростанції.

На паперових заводах відношення електроенергії до споживання пари дає можливість комбінувати тепло та енергію. Багато паперових заводів використовують теплоелектростанцію, і тоді всі викиди енергії споживаються на місці. Типові значення викидів від пов'язаних теплоелектростанцій, розташованих у паперовій фабриці, а для виробництва пари внаслідок згоряння різних видів палива (газу, вугілля, нафти).

Лише в певних конкретних випадках можуть виникати викиди (вимірювані як органічний вуглець) із сушильної частини паперової машини. Якщо це так, вони спричинені використовуваними добавками (хімічними

речовинами для покриття) або не дуже добре розробленими контурами води та очисними спорудами, але в більшості випадків вони незначні. Тому викиди в атмосферу з паперових заводів пов'язані насамперед з виробництвом енергії.

Під час переробки макулатури та виробництва паперу утворюється ряд відходів з високим вмістом органічних речовин (наприклад, папір, викиди, мул, біологічний шлам). Раніше ці відходи утилізували на сміттєзвалищах, але все більше і більше заводів спалюють свої сміття та мул на місцевих сміттєспалювальних заводах, які виробляють пар, що використовується в процесі виробництва. Горіння пов'язане з викидами в атмосферу. Приклади вимірюваних викидів від спалювання різних видів відходів з паперу узагальнені в таблиці 8.2.6.1. Ці значення включають найбільш значні домішки, на які можна очікувати.

Таблиця 8.2.6.1

Параметр	Вимірювальна одиниця	Виміряні значення для паперового комбінату, що виробляє пакувальний папір (без знебарвлення)	Виміряні значення для паперового комбінату, що виробляє папір із знебарвленням	Граничні значення відповідно до Регламенту України (середньоденні значення)
Пил	$\frac{мг^3}{м}$	3,2	6,6	10
SO_2	$\frac{мг^3}{м}$	26	1,2	50
NO_x	$\frac{мг^3}{м}$	195	’95:271; ’96:227; ’97:176	200
CO_2	$\frac{мг^3}{м}$	14,1	14	50
HCl	$\frac{мг^3}{м}$	1,7	2,6	10
HF	$\frac{мг^3}{м}$	0,06	------	1
C	$\frac{мг^3}{м}$	1,4	1,1	10
Cd, Tl	$\frac{мг^3}{м}$	< 17	------	50
Hg	$\frac{мг^3}{м}$	5	------	50
Sb, As, Cr, Co Cu, Mn, Ni, V, Sn	$\frac{мг^3}{м}$	71	------	500
Діоксини	$\frac{мг^3}{м}$	0,097	------	0,1

Можуть виникнути місцеві проблеми з якістю повітря, спричинені випаровуванням і пилом. Особливо, якщо зменшити витрату води на одиницю нижче приблизно 4 м3/т, в околицях паперової фабрики можна виявити, що виникають пари, спричинені нижчими органічними кислотами. Наявність неприємних запахів також можна виявити на паперових заводах із меншим замиканням циркуляції. Вони можуть бути спричинені занадто довгим часом утримання циркулюючої води у водяній системі (трубопроводи, чани тощо) або утворенням опадів, що спричиняють сірководень. Якщо це станеться, цього можна уникнути, використовуючи відповідні технологічні заходи.

Установки очищення стічних вод на паперових заводах також можуть виділяти значну кількість неприємних запахів. Якщо очисні споруди добре побудовані та експлуатуються, то можна уникнути випаровування.

8.2.7 Шум від переробки паперових відходів

Паперові машини можуть спричинити шум у їх околицях. Багато заводів вживають заходів для зменшення виробництва шуму. Окрім шуму, іноді на місцевому рівні можуть виникати перешкоди вібрації (низька частота).

ВИСНОВКИ

Отже, вивчення способів встановлення та вдосконалення переробки відходів завжди відіграє важливу роль в інтегрованому поводженні з целюлозно-паперовими відходами. З цієї причини участь (зменшення, повторне використання та переробка) є загальним вираженням у багатьох країнах у поводження з відходами. Завдяки дипломному проекту, - спроектована та розроблена технологічна схема для оптимізації переробки макулатури, та визначений, етап для покращення цього процесу.

Метою переробки макулатури є отримання в кінці напівфабрикату для подальшого його використання, тобто для утворення нового матеріалу – паперу та картону, різних видів, в залежності від виробництва.

Переробка відходів відноситься до масового виробництва, адже зосереджена на великому обсязі виготовленні продукції та невеликій орієнтації продукту виготовлення.

Завдяки цьому досягнуто найкращого на найоптимальнішого варіанту автоматизації такого технологічного етапу, як розволокнення. За рахунок використання доступних, як у фізичному, так і у економічному плані ресурсів та приладів.

Зробивши всі ці дослідження, можна зробити висновок, що оптимізація – це дуже важливий етап у формуванні, будь-якого, виробництва, а також це стосується й переробки макулатури. Переробка макулатури займає важливе місце у розвитку України, адже проблема з відходами завжди була і є великою для держави. Завдяки оптимізації можна скоротити процес переробки макулатури, завдяки цьому збільшити об’єми переробленого продукту.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Стандарт TAPPI T275 і TAPPI UM242. Лаброраторное оборудование для испытаний целлюлозы, бумаги и картона, каталог, ООО «РТА – Санк-Петербург», 2009-2010, с. 46-47.
2. Гаузе А.А., Гончаров В.Н. Кугушев И.Д. – Оборудование для подготовки бумажной массы: Учебник для вузов, - Экология, 1992, с.250 - 275.
3. Ванчаков М.В., Дубовый В.К., Кулешов А.В., Коновалова Г.Н., Технология и оборудование для переработки макулатуры: учебн. пособие – 2-е изд., испр. и доп./ СПбГТУ РП, - 2011, с.37-61.
4. Дулькин Д.А, Спиридонов В.А., Комаров В.И. Современное состояние и перспективы использования вторичного волокна из макулатуры в мировой и отечественной индустрии бумаги: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007, с.158-179.
5. Примаков С.П., Барбаш В.А., Технологія паперу і катону: Навчальний посібник для вузів. – Київ: «ЕКМО», 2002, с. 205-250.
6. Иванов С.Н. Технология бумаги. Изд. 2-е, переработ. – М.: «Лесная промышленность», 1970, с. 591-596.
7. Технологический регламент на производство картона для плоских слоев гофрированного картона, картона тарного макулатурного, бумаги для гофрирования, бумаги оберточной. Том I и II. – г.Обухов, 2006.
8. Нормативно-техническая документация и ГОСТы на сырье, и готовую продукцию.

9. Смоляницкий Б.З. Переработка макулатуры. – М.: Лесная промышленность, 1980. – с.176.
10. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.И. Сырье и производство полуфабрикатов. – СПб.: Политехника, 2004. – с. 250-305.
11. Черков Л.Б. Основы методологии проектирования машин. – изд-во «Машиностроения», М.; 1988, с. 152.
12. Сахаров О.С., Щербина В.Ю., Гонлях О.В., Сівецький В.І., САПР. Інтегрована система моделювання технологічних процесів і розрахунку обладнання хімічної промисловості: Навч. Посіб. – К.: ТОВ «Поліграф Консалтинг», 2006. – 156с.
13. Офіційний сайт асоціація «Укрпапір». (Електронний ресурс)., - доступ: http://www.ukrpapir.org/news.php.
14. Офіційний сайт «Jakosc». (Електорнний ресурс)., - доступ: https://www.tuv.com/pl/poland/o_nas/baza_wiedzy/artykuly_prasowe/bezpiecze_stwo/efektywna_ocena_bezpiecze_stwa_maszyn_papierniczych/efektywna_ocena_bezpiecze_stwa_maszyn_papierniczych.html .
15. Офіційний сайт «Охорона праці та безпека праці в паперовій промисловості». (Електорнний ресурс)., - доступ: https://www.prawo.pl/akty/dz-u-1957-62-342,16783682.html .
16. Офіційний сайт «Bezpieczne miejsce pracy». (Електорнний ресурс)., - доступ: ttps://kadry.infor.pl/bhp/bezpieczenstwo-pracy/79516,Bezpieczne-miejsce-pracy.html .
17. Гончаров В.Н., Гаузе А.А., Расчет оборудования для подготовки бумажной массы: учебн. пособ. – Ленинград, 1977. – 99с.
18. Офіційний сайт «Леспромиформ». (Електорнний ресурс)., - доступ: https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=845 .
19. Офіційний сайт «КСК. Автоматизація». (Електорнний ресурс)., - доступ: https://www.kck.ua/dir/asutp/plk/kompaktnye-plk-cerii-melsec-fx-mitsubishi-electric.html .

ДОДАТКИ

Додаток А

Програмований логічний контролер серії MELSEC FX5U

Компактний ПЛК FX5U серії iQ-F, компанії Mitsubishi Electric найбільш популярний у світі ПЛК. Після виходу першого оригінального FX, який відбувся більше 30 років тому, Mitsubishi Electric продала вже більше 13 мільйонів цих приладів по всьому світу.

З моменту появи першого компактного ПЛК на європейському ринку, FX перетворив автоматизацію шляхом перенесення можливостей та функціональності ПЛК в невеликі малобюджетні області застосування, які раніше могли покладатися тільки на логіку на базі окремих реле. Понад три десятиліття Mitsubishi Electric залишається лідером в цьому ринковому секторі.

Кожне покоління FX встановлює нові стандарти, і не тільки в класі компактних контролерів. Успішні інновації та вдосконалення перевели ці компактні контролери у зовсім інший вимір, забезпечивши в компактному корпусі продуктивність, яка до цього була винятковою особливістю великих систем управління.

З випуском FX5U, компанія Mitsubishi Electric забезпечила цим компактним контролерам величезний приріст продуктивності та приділила особливу увагу обчислювальній потужності, розширюваності, вбудованій функціональності, а також функціям позиціювання та керування рухом. Разом з цим спрощене програмування і знижені витрати на обслуговування значно зменшують сукупну вартість експлуатації.

FX5U підвищує продуктивність серії FX та додає нові можливості, які встановлюють стандарти ефективності для компактних ПЛК. З його допомогою

користувачі можуть реалізовувати більш складні та високотехнологічні системи автоматизації та технологічні додатки без необхідності переходу на більші та дорожчі серії ПЛК. В той же час, програмування в єдиному програмному середовищі GX Works, що використовується для інших контролерів виробництва Mitsubishi Electric, підтримує можливості масштабування.

Завдяки своїм компактним розмірам та неперевершеному співвідношенню ціна/ продуктивність, ПЛК FX5U дозволяє впроваджувати інновації в різні додатки управління машинами та завдання автоматизації, надаючи користувачам функціональні можливості та гнучкість для реалізації нових ідей і підвищення продуктивності системи.

Завдяки вбудованій підтримці різноманітних швидкостей, багатошвидкісному, позиціюванню з використанням переривання та одночасному запуску користувачі FX5U можуть отримати високошвидкісне та точне позиціювання за низьку ціну. Більш того, переривання лічильника та датчика надають високошвидкісне та точне позиціювання незалежно від часу циклу ПЛК.

Завдяки 2 аналоговим входам та 1 аналоговому виходу в стандартному варіанті, а також вдосконаленій продуктивності ПІД-регулятора, користувачі отримують засоби для реалізації високотехнологічних функцій за низьку ціну та без необхідності використання додаткових апаратних засобів.

FX5U пропонує опції простого підключення до широкого асортименту засобів автоматизації, зокрема сервоприводи та перетворювачі виробництва Mitsubishi Electric, системи обробки даних візуального контролю «Когнекс», мережі та вимірювачі енергії зі зменшенням обсягу монтажних робіт та без додаткового програмування

FX5U містить інтелектуальний функціональний модуль Simple Motion від компанії Mitsubishi Electric, який забезпечує комплексне управління рухом до 4 осей включно. Функції включають лінійну та кругову інтерполяцію, управління позиціюванням, синхронізоване управління, супроводжування енкодера та електронний кулачковий диск.

Програмне синхронне управління може використовуватися як альтернатива механічному управлінню, такому як шестірня, вал, трансмісія та кулачковий диск. До того ж, управління за допомогою електронного кулачкового диска спрощується його автоматичним генеруванням. Для кожної осі синхронне управління реалізовується досить легко (запуск/зупинка); дозволяється синхронне та позиційне управління осями в одній програмі.

Дані кулачкового диска для ротаційного ріжучого апарату можна згенерувати автоматично, просто задаючи довжину листа, ширину синхронізації, розміри осі ріжучого апарату і т. д. Будь-які сервоосі можна синхронізувати через SSCNETIII/H, використовуючи технологію Plug & Play

Використовуючи модуль перетворення шини, ви можете використовувати існуючі модулі розширення FX3 в FX5U та легко переносити існуючі програми FX3 до FX5U.

FX5U має цілий ряд функцій пошуку несправностей для пришвидшення налаштування системи, підвищення її експлуатаційної готовності та зниження вимог щодо технічного обслуговування. Доступні комплексні функції налаштування, а також покращені функції діагностики. Простота технічного обслуговування забезпечується за допомогою вдосконаленої діагностики, зокрема журнал реєстрації несправностей, апаратний монітор, SD-карту для функцій реєстрації та трасування, автоматичне розпізнання системи та декілька функцій налаштування програм.

Технічні характеристики

Тип			FX5U-32M	FX5U-64M	FX5U-80M
Діапазон вводу/виводу (вхід:вихід)			32 (1:1)	64 (1:1)	80 (1:1)
Максимальний діапазон вводу/виводу (зокрема мережу)			256 (512)		
Розміри (ШхВхГ)			150x90x83	220x90x83	285x90x83
Виробнича потужність центрального процесора		LD X0	34 нс		
		MOV D0 D1	34 нс		
Обсяг пам'яті		Програма	64 000 кроків		
		Коментар	2 МБ		
		Обсяг пам'яті пристроїв/міток	120 кБ		
Живлення			~85–264 В		
Тип виходів			Релейні, транзисторні		
Вбудовані функції	Високошвидкісний лічильник	1-фазний лічильник	6 каналів (200 кГц) 2 канали (10 кГц)	8 каналів (200 кГц)	
		2-фазний лічильник	3 канали (200 кГц) 5 каналів (10 кГц)	4 канали (200 кГц) 4 канали (10 кГц)	
	Імпульсний вихід		200 кГц 4 осі (відкритий колектор) Проста лінійна інтерполяція (тільки для транзисторного типу)		
	Інтерфейс карти пам'яті		SD-карта		
	Комунікаційний порт		порт Ethernet, RS485 1 канал		
	Аналоговий	Вхід (роздільна здатність)	2 канали (12 біт)		
		Вихід (роздільна здатність)	1 канал (12 біт)		
	Годинник реального часу		Зберігання даних до 10 днів завдяки конденсатору (температура навколишнього середовища 25 °C)		
	Сервісне електропостачання (—24 В)		400 мА		
Слоти плати розширення			1 слот		
Адаптер		Можливість розширення зв'язку	2		
		Можливість розширення аналогової частини	4		