

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 та виробництв
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: Розроблення автоматизованої системи управління виробництвом
деревної маси для паперового виробництва базі ПАТ
«Жидачівський целюлозно-паперовий комбінат».

Виконав: студент 4 курсу, групи КАз-41
Спеціальність 151
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(шифр і назва спеціальності)

Лещук Максим
Романович
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник
(підпис) Савків В.Б.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль
(підпис) Козбур І.Р.
(прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У роботі розроблено проект автоматизації процесу виробництва деревної маси. Наведено опис технологічного процесу. Вибрано та обґрунтовано параметри, які необхідно контролювати при виробництві деревної маси. За функціональною схемою та значеннями регульованих параметрів підібрано засоби автоматизації. Розроблено АСУТП процесу виробництва деревної маси. Приведено орієнтовну мнемосхема для виводу на екран оператора параметрів технологічного процесу.

Основою системи автоматизації є мікропроцесорний контролер Damatic фінської фірми Valmet, який є оптимальним рішенням для побудови систем автоматизації в целюлозно-паперовій промисловості. Наведено схему зовнішніх з'єднань системи.

Ключові слова: ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, ДЕРЕВНА МАСА.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	5
1.1. Особливості процесу виробництва целюлози	5
1.2. Потоки енергії в млині	8
1.3. Властивості целюлози та її зв'язок з кінцевим продуктом	9
1.4. Загальний опис процесу механічного приготування целюлози	10
2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	18
2.1. Опис технологічного процесу	18
2.2. Обґрунтування вибору параметрів контролю та регулювання	25
3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	28
3.1. Опис функціональної схеми автоматизації	28
3.2. Вибір засобів автоматизації	30
3.3. Розробка системи управління процесом	36
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ	40
4.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління	40
4.2 Електробезпека	42
4.3 Розрахунок заземлення	44
ВИСНОВКИ	48
БІБЛІОГРАФІЯ	49

ВСТУП

Виробничі галузі можуть вимірювати свою ефективність на різних рівнях залежно, від сфери фокусування. Система високого рівня включатиме всю виробничу одиницю, тоді як на нижчих рівнях конкретні одиничні процеси, ймовірно, становлять інтерес. В ідеалі інформація, отримана в результаті вимірювань продуктивності, потім обробляється в процесі прийняття рішень для внесення потенційних змін та покращень. Одним із способів розгляду продуктивності є визначення ефективності, значення якої різняться залежно від інтересів. Ефективність можна охарактеризувати двома різними рівнями: Рівнем 1 і Рівнем 2. Рівень 1 визначається як відношення вигод до інвентаризованих потоків, а Рівень 2 – це відношення вигод до впливу на навколишнє середовище. Природні ресурси вилучаються з навколишнього середовища, а потрапляючи у виробничу систему, вони перетворюються на промислові ресурси, такі як енергоносії, хімічні будівельні блоки та напівфабрикати. Таким чином, саме продукти та послуги, створені у виробничій системі, є корисними результатами чи перевагами.

Виробництво целюлози та паперу – це енергоємний процес, що складається з кількох одиничних процесів, які формують мережу потоків деревної тріски, хімічної целюлози, механічної целюлози, картону та інших важливих компонентів.

Покращена енергоефективність та автоматизований контроль підтримують стабільність процесу та вихідних продуктів. З метою моніторингу та контролю інформація з багатьох давачів постійно збирається в системі збору даних. Вони можуть містити інформацію про основні закономірності та змінні технологічного процесу, а використання статистичного та багатоваріантного аналізу даних може створити цінне уявлення про те, як можна досягти більшої ефективності процесу.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Особливості процесу виробництва целюлози

Виробництво паперових виробів передбачає первинний процес підготовки деревини, яка потім переробляється на целюлозу. Ключовим елементом у виробництві целюлози є деревина, яка є відновлюваним матеріалом. Слідуючи потоку сировини на спрощеній схемі виробництва (рис. 1.1), до млина подаються дерев'яні колоди та тріска, які обробляються в кілька етапів перед тим, як потрапити в систему та отримати вихід, тобто целюлозу.

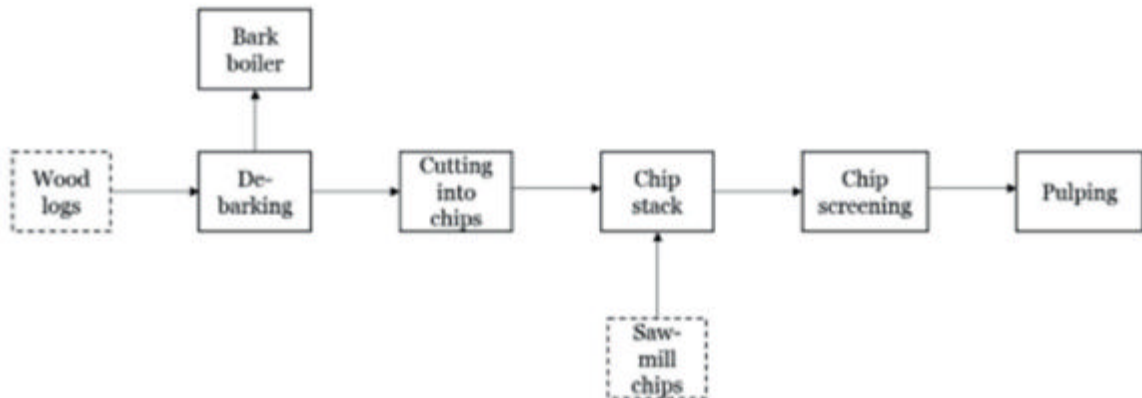


Рисунок 1.1 - Спрощена блок-схема шляху, який проходить деревина, від початкового етапу до процесу виготовлення целюлози: wood logs - дерев'яні колоди; bark boiler – котел, який працює на корі; debarking – обдиральний апарат; cutting into chips – нарізка на стружку; chip stack – стек стружки; saw mill chips – тріски з пилорами; chips screening – відсіювання стружки; pulping – перетворення на деревну масу (целюлозу).

Типовий млин може бути розроблений з використанням ряду різних одиничних процесів, які необхідні для виробництва целюлози, що починається з обробки колод і тріски на лісопильному заводі. Їх можна приготувати з двох окремих потоків матеріалу: один – це процес роздоблення

та сколювання, який видаляє кору з колод, а потім нарізає їх на тріску, а другий потік матеріалу – це попередньо нарізані стружки, що доставляються розпилувального млина.

З колоди здирають кору, щоб отриманий жом був максимально чистим. Залишки кори також можуть вплинути на споживання хімічних речовин у процесі приготування целюлози; більше того, кора забезпечує млин біопаливом, яке може замінити або зменшити споживання викопного палива. Процес очистки від кори відбувається в обертовому металевому барабані, який в основному прикладає механічні навантаження до деревини для видалення кори (рис. 1.2).

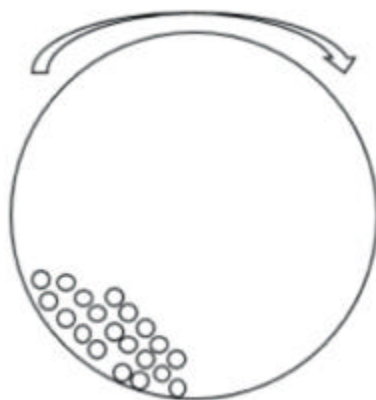


Рисунок 1.2. Очисний барабан.

Рівень здирання кори можна контролювати протягом тривалості перебування колод всередині барабана, регулюючи швидкість обертання барабана. Після зняття кори колоди розрізаються обертовими ножами (рис. 1.3) на менші шматки, які називаються деревною тріскою.

Різка зменшує розмір деревини, що полегшує поглинання води, хімічних речовин і тепла. Процес рафінування вимагає, щоб тріска проходила через вузьку щілину в рафінері, тому деревина повинна бути у вигляді дрібних трісок. Після процесу різання, як стружка лісопильного заводу, так і стружка, нарізана фрезером, зберігаються великими штабелями на території.

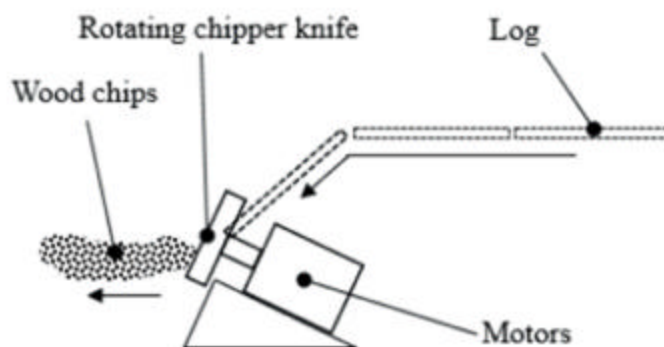


Рисунок 1.3. Подрібнювач деревини: wood chips – деревні тріски; rotating chipper knife – обертовий ніж-подрібнювач; motors – двигуни; log – поліно.

Функція відсіву трісок полягає в збільшенні якості виробництва шляхом їх прийняття або відхилення залежно від їх розміру. Деревина має хімічний склад целюлози, геміцелюлози, лігніну та екстрактивних речовин; для ялини цей склад зазвичай становить 42, 28, 27 і 3% відповідно. Структуру компонентів деревини можна спростити у вигляді целюлозного скелета, оточеного геміцелюлозами, які діють як матриця, а лігнін функціонує як інкрустуючий матеріал. Залежно від породи деревину, яка використовується для виготовлення целюлози, можна розділити на хвойні (наприклад, ялина і сосна) і листяні (наприклад, береза).

Щільність деревини також відбивається на її диференціації. Використовувана порода деревини сильно впливає на якість целюлози; її властивості також можуть змінюватися в залежності від впливу факторів навколишнього середовища, а також від віку дерева та характеру його росту.

Нині в целюлозно-паперовій промисловості використовуються два основних процеси виготовлення целюлози: механічний та хімічний. Вихід продукту, який є важливим фактором для вимірювання ефективності виробництва, суттєво відрізняється між процесами; механічне варіння целюлози, яке є процесом з високим виходом, зазвичай становить близько 97%, але з додаванням хімічних речовин і підвищених температур цей

показник знижується приблизно до 90%. Тобто на хімічне виробництво припадає 10%.

Для хімічної целюлози, виготовленої з хвойних порід деревини, відбіленої до числа каппа (показник для залишкового вмісту лігніну) 20–25, отриманий вихід становить приблизно 45%. Ялина є хвойною деревиною, сприятливою для механічного виготовлення целюлози завдяки властивостям волокна, низькому вмісту екстрактивних речовин і високому початковому блиску. За структурою та хімічним складом деревина листяних порід складніша в порівнянні з м'якою. Механічна целюлоза з листяних порід має низьку міцність, але, з іншого боку, має гарне освітлення та властивості поверхні листа.

Загалом, хвойна деревина має значно довші волокна, ніж волокна листяних, а також має більший вміст лігніну, який зберігається при обробці стружки в процесі механічного виготовлення целюлози. У процесі хімічного приготування целюлози лігнін хімічно розчиняється під час готування, що призводить до того, що волокна відокремлюються одне від одного. Коли деревна тріска перетворюється на целюлозу на кулінарній установці, лігнін, геміцелюлоза та частина целюлози розчиняються у кулінарному розчині.

Ці матеріали, в поєднанні з неорганічними компонентами розщеплювальної рідини утворюють компонент, який називається чорним лугом. Цей луг, у свою чергу, направляється в процес хімічного відновлення, щоб відновити хімічні речовини та енергетичний вміст деревних речовин

1.2. Потоки енергії в млині

Потоки сировини та енергії на целюлозно-паперовому комбінаті є відносно високими та критичними параметрами, які впливають на витрати виробництва, потреби в енергії та впливають на навколишнє середовище.

Енергія (витрати на електроенергію та паливо, за винятком капітальних витрат) у целюлозно-паперовій промисловості становить в середньому 21%

від загальної вартості виробництва. Для виробництва целюлози та паперу потрібна енергія у вигляді електричної енергії та тепла. Тепло, яке виходить з котла, знаходиться у формі пари високого тиску, і це рушійна сила для турбогенератора, який виробляє електричну енергію. Пара також витягується з турбіни, як правило, у двох рівнях тиску, відомих як середньостиснена пара і пара низького тиску. До зниження тиску пара має занадто високий рівень тиску для використання у виробничих процесах. Пари середньому та низькому тиску пара використовуються для різноманітних цілей опалення на підприємстві.

Нагрівання необхідне у випарній установці для підвищення теплотворної здатності чорного лугу та для нагріву сушильної секції папероробної машини (або сушарки для целюлози, у випадку неінтегрованого целюлозного заводу) що випаровує воду з целюлози або паперового полотна. Тепло також необхідне в процесі хімічного приготування целюлози, щоб підвищити температуру кулінарної суміші та нагріти деревну тріску, волокна целюлози, хімічні речовини та воду до температур, необхідних для різних процесів. Електрична енергія використовується для роботи рафінаторів стружки (в процесі механічного виготовлення целюлози) і приводів для целюлозно-паперових машин, насосів і компресорів, а також для збивання та рафінування целюлози.

1.3. Властивості целюлози та її зв'язок з кінцевим продуктом

Механічна целюлоза складається з суміші волокон, фрагментів волокон і дрібних волокон. Для паперових виробів можна виділити два специфічних аспекти якості: по-перше, що стосується паперу для друку, це хороша непрозорість (тобто високий коефіцієнт світлорозсіювання при даній силі), а по-друге, актуальна для плит, висока об'ємність при заданому індексі розтягування. Основна маса забезпечує сприятливі властивості для застосування продуктів, таких як середній шар в коробці або в конкретних

тканинних виробх. Однією з негативних властивостей целюлози зі значним вмістом лігніну є ефект пожовтіння, викликаний ультрафіолетовим випромінюванням. Крім того, механічна маса не є найкращим варіантом для кінцевих продуктів з високими вимогами до міцності, таких як мішковий папір і вироби з вкладишів.

Механічна целюлоза змішується з хімічною целюлозою для кількох застосувань. Додавання останнього, що містить більш гнучкі волокна, призводить до збільшення міцності зчеплення листів. При порівнянні властивостей листів механічної та хімічної целюлози, відповідно, переваги листів, виготовлених з механічної целюлози, є подвійними: більша об'ємність при заданому індексі розтягування та вища непрозорість. СТМР часто наноситься в середній шар в рідкому пакуванні та багат шарових пакувальних плитах. Така структура плити надає виробам високу жорсткість і об'ємність, а також хороші розміри. Це також означає, що грама може бути нижчою, ніж у порівнянного плитного виробу, виготовленого з хімічної целюлози.

Механічна целюлоза використовується в середніх шарах складних картонних виробів, щоб надати не тільки максимально можливу об'ємність, але й надати заднім і верхнім шарам найменшу вагу, що, у свою чергу, знижує вартість сировини. Мінімальна кількість дрібних волокон для достатньої міцності зчеплення досягається, коли жорсткі волокна поєднуються з добре заставні штрафами. Коли дрібні волокна, що добре з'єднуються, поєднуються із середньою фракцією, збільшення зв'язку Скотта (метод вимірювання внутрішньої міцності з'єднання) порівняно з об'ємом є більшим, ніж при поєднанні з довгими волокнами.

1.4. Загальний опис процесу механічного приготування целюлози

Механічний процес варіння целюлози в районі первинного рафінера включає кілька важливих етапів. Їх можна окреслити в наступній

послідовності: 1) Розм'якшення лігніну: основний механізм попередньої обробки деревної тріски; 2) Рафінування: перетворення деревної тріски в целюлозу в зонах рафінування (у рафінері); 3) Відділення пари: прискорювач волокон (циклон) відокремлює волокна від пари; 4) Видалення латентності: відбувається в латентній грудній клітці і в основному зменшує індекс згортання волокон.

Одне з поширених вимірювань пульпи, яке проводиться на основі зразків матеріалу, вилучених після кроку 4, відоме як вільність. Процедура вимірювання вільності целюлози (стандартний канадський метод) була розроблена спочатку для контролю виробництва меленої деревини. Ідея вільності полягає в тому, що вона вимірює швидкість, з якою розведена суспензія може бути злита, і вона пов'язана з набуханням волокон і станом поверхні. Шоппер-Ріглер є іншим методом, який часто використовується для хімічних целюлоз, для визначення дренажності суспензії целюлози у воді. На кроці 1 важливі підвищена температура та хімічні речовини.

Виробництво СТМР (Chemi-thermomechanical pulp) включає додавання хімічних речовин до стружки перед попереднім нагріванням, викликаючи сульфурвання лігніну та зниження температури, при якій лігнін розм'якшується. Якщо деревна тріска очищається при температурах, нижчих за температуру склування лігніну, вони будуть неповністю розм'якшені, а інші волокна будуть мати високий модуль пружності. Лігнін буде твердим і склоподібним, розвиваючи поширення тріщин усередині клітинної стінки в поперечному напрямку, а також генеруючи розриви (волокон) перпендикулярно осі волокна. Характеристики руйнування будуть більш крихкими в порівнянні з тими, які відбуваються при більш високих температурах.

Підвищення температури через область склування лігніну дозволяє залишитися лігніну (більшість знаходиться в середній ламелі, яка складається приблизно з 70% лігніну) розмякшеним. Натомість більша частка

тріщин буде утворюватися вздовж тангенціального та волоконного напрямків, що призведе до меншого пошкодження волокна.

Крок 2 – це етап процесу, на якому для живлення обертового диска в рафінері витрачається значна кількість електроенергії, що викликає механічне навантаження на деревну тріску та розвиває властивості СТМР.

Якість волокон і потужність рафінера є функціями консистенції та швидкості подачі, типу заготовки, швидкості обертання та зазору між пластинами. Введення енергії для механічної обробки волокон контролює кінцеву якість целюлози. Крок 2 є швидким процесом, тому час перебування волокон у зоні рафінування обмежений: він може становити приблизно 0,5 секунди.

Рафінування - це процес компресійного та декомпресійного навантаження, що призводить до поділу та фібриляції окремих волокон з утворенням дрібних волокон. Негативною особливістю механічної целюлози є висока потреба в енергії, і в термомеханічній целюлозі одним із способів зменшити це є ферментативна обробка перед певними стадіями рафінування.

Крок 3 розділяє основні частини двофазного потоку волокон і пари. Пара спрямовується до відділення відновлення енергії, а волокна — до латентної області. Швидкість обертання пристрою і швидкість волокон пов'язані зі ступенем очищення пари, що виходить, і ємністю.

Крок 4 включає в себе зону великого об'єму, яка піддає розведену целюлозу впливу підвищеної температури, під час механічного перемішування протягом певного часу перебування. Скручування волокна ініціюється під час рафінування високої консистенції; він видаляється при температурах розпаду вище 50°, але залишається при низьких температурах. Цей процес, який називається видаленням затримки, стосується випрямлення та дефлокуляції волокон. Деформовані волокна збільшують як індекс закрученості, так і свободу. Видалення затримки призводить до випрямлення волокна і може спостерігатися в зменшенні вільності пульпи.

Значення вільності зменшується у міру збільшення температури в певному діапазоні (рис 1.4).

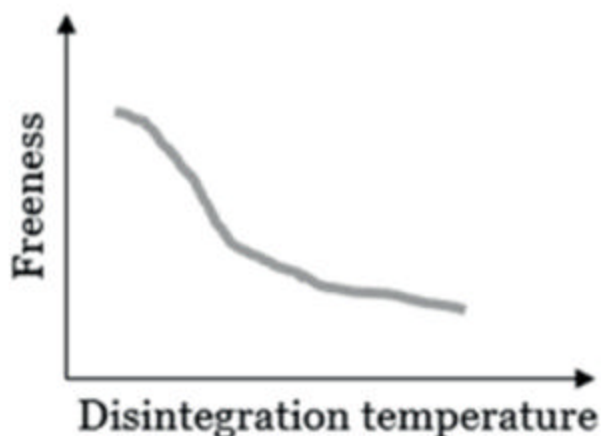


Рисунок 1.4 - Вільність як функція температури розпаду, спрощена та адаптована.

На механічне варіння целюлози впливають порушення, які виникають, наприклад, від сировини деревини та умов процесу, які викликають мінливість кінцевого продукту. Шахріарі та Фенг досліджували вплив мінливості сировини на якість продукту та енергоефективність у процесі термомеханічного варіння.

Їхні результати показали, що контроль мінливості сировини сприяє зменшенню варіабельності процесу, і це може призвести до покращення енергоефективності та показників якості. Крістер Сандберг та ін. вивчали вплив повномасштабного виробництва на збільшення розм'якшення через попередню обробку стружки сульфідом натрію та збільшення інтенсивності рафінування.

Порівнюючи два дводискові рафінери: один із двома периферійними сегментами з низьким коефіцієнтом зрушення (згадується як стандарт) і другий, оснащений периферійним сегментом із низьким зрушенням у поєднанні з периферійним сегментом живлення, вони помітили зниження питомого споживання електроенергії на 19%, враховуючи застосування сегментів попередньої обробки тріски та подачі.

Результати цього конкретного випробування передбачали більш високе виробництво та подібні властивості целюлози та порівнювали з умовами рафінування зі стандартними сегментами та без попередньої обробки. Вивчаючи деревну тріску без попереднього обробки, вони помітили, що сегменти живлення зменшили споживання енергії на 8%, і це було досягнуто при підвищеній інтенсивності рафінування та швидкості виробництва. Їх дослідження також зосереджують увагу на врахуванні властивостей целюлози в спробі підвищити енергоефективність.

Специфічний процес СТМР, який ми розглянемо, включає рафінатор первинного конічного диска (CD) типу RGP-82CD. Спрощена схема процесу показана на рис. 1.5, на якому відображено потік деревної тріски від підігрівача.

Перед підігрівачем деревна тріска змішується з дозою хімікатів, і, потрапивши в неї, вона піддається підвищеній температурі. Основна причина додавання хімічних речовин і тепла полягає в тому, щоб розм'якшити деревину перед тим, як вона потрапить у процес очищення. Тріски залишаються протягом певного часу утримування (кілька хвилин) в попередньому нагрівачі, набагато довше, ніж у рафінері (кілька секунд або менше). Після етапу рафінування двофазний потік целюлози та пари (рис. 1.5) надходить у лінію продувки, яка направляється в циклон (волокнистий прискорювач), який відокремлює пару від целюлози. Потім пульпа стікає в латентну клітку для видалення латентності.

Рис 1.6 візуалізує межі процесу, показуючи спрощений тривимірний ескіз технологічного обладнання СТМР від попереднього нагрівача до камери затримки.

Рафінер CD містить електродвигун, вал, пластину ротора та пластину статора (рис. 1.7). Рафінер з прямим приводом обробляє тріску у вузькому зазорі між плитами.

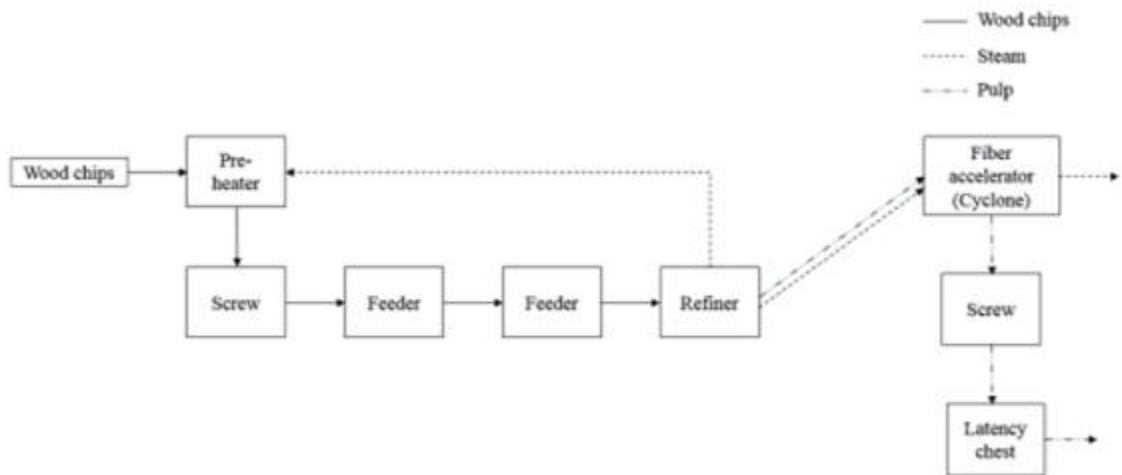


Рисунок 1.5 - Спрощена блок-схема процесу від попереднього нагрівача до латентної зони.

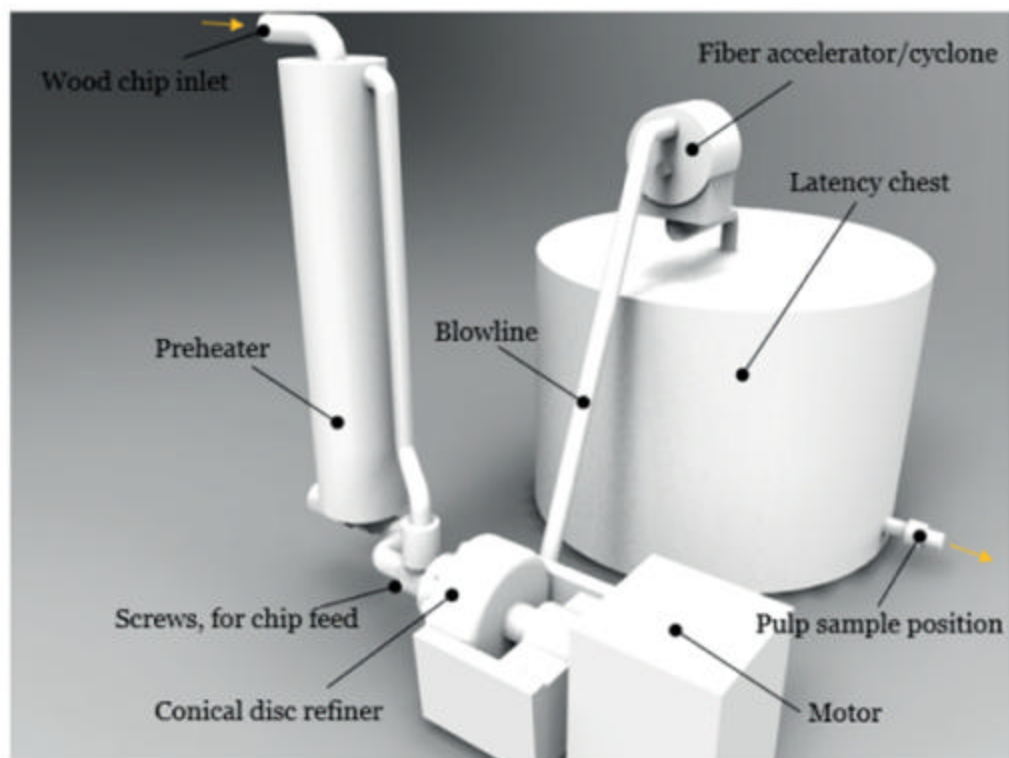


Рисунок 1.6 - Спрощена тривимірна діаграма частин процесу СТМР, від попереднього підігрівача до латентної зони.

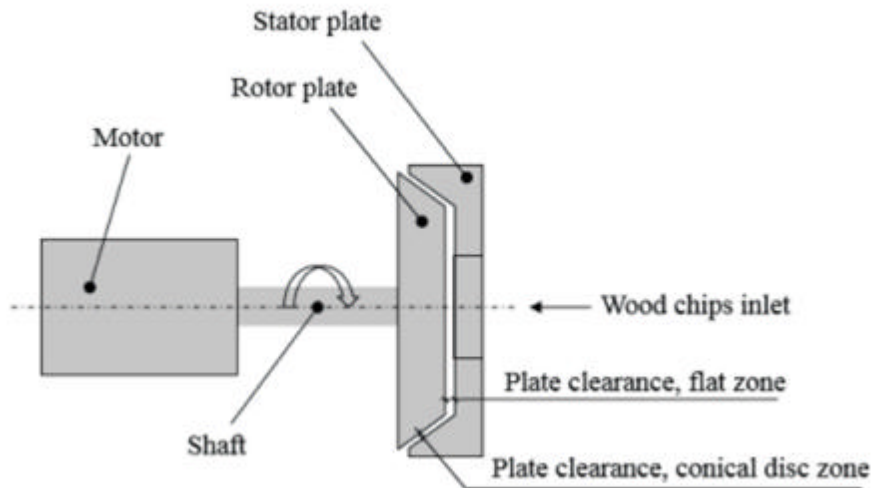


Рисунок 1.7 - Ескіз спрощеного конічного дискового рафінера.

Зазор пластини перебільшений для наочності. Деревна тріска надходить у рафінер у центрі пластини статора (рис. 1.8).

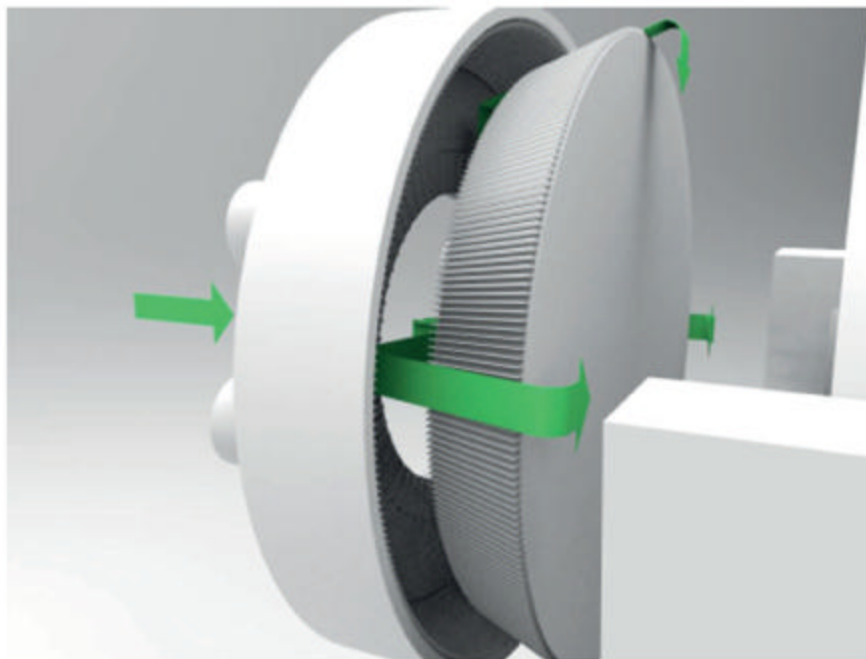


Рисунок 1.8. Спрощений тривимірний ескіз CD-рафінера у відкритому стані з вказанням шляхів потоку деревної тріски та целюлози від входу в рафінер до проходження через зони рафінера.

Потім стружка проходить крізь зону розбійного бруска, а потім через зону тонкої планки (рис. 1.9). Датчики постійно вимірюють температуру та

відстань зазору в цих зонах рафінування. Вода для розведення подається в обидві зони, а витрата вимірюється для кожної зони. Іншою важливою змінною переробки є питоме споживання електроенергії.

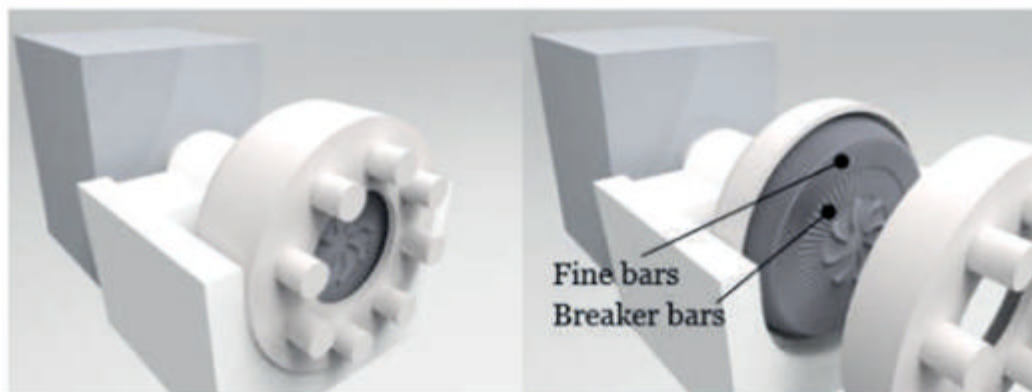


Рисунок 1-9 - Спрощений 3D-ескіз рафінера CD у закритому (ліворуч) і відкритому стані (праворуч), показуючи положення тонких стрижнів і стрижнів.

Латентна зона має приблизний об'єм 200 м^3 і оснащена механічним перемішувачем. Для однієї конкретної послідовності вимірювань час гідравлічного перебування був розрахований приблизно за 20 хвилин. Позиція, в якій відбираються зразки пульпи, розташована на виході потоку латентної зони.

Зразки целюлози з потоку СТМР вилучаються з процесу, а потім вимірюються на вільність і властивості волокна в онлайн-аналізаторі целюлози. Він вимірює вільність відповідно до стандарту вільності, а також оснащений камерою та джерелом світла для отримання зображень розбавленого потоку СТМР для створення статистики властивостей волокна.

2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1. Опис технологічного процесу

Механічна деревна маса – це напівфабрикат паперового виробництва, при виробленні якого механічна обробка деревної сировини є обов'язковою та основною стадією технологічного процесу, в результаті якої відбувається поділ деревини на волокна та формування їх папероутворювальних властивостей. Світова целюлозно-паперова промисловість випускає понад двадцять видів механічних мас, спектр властивостей та область застосування яких постійно розширюються. Це пов'язано з цілою низкою переваг, які дає технологія виробництва механічних мас. До найважливіших їх можна віднести:

- великий відсоток виходу з деревини;
- гнучкість технологічного процесу;
- виключення хлоровмісних реагентів при відбілюванні деревних мас, отриманих механічно;
- відсутність газових викидів в атмосферу;
- можливість заміни дорогої целюлози на механічну масу в поєднанні деяких видів паперу та картону;
- нижчі витрати на будівництво та експлуатацію деревомасного виробництва порівняно з аналогічними витратами на целюлозних підприємствах.

Незважаючи на ці переваги, механічні маси не позбавлені недоліків. Вони відрізняються низькою міцністю паперового полотна, низькою нестабільною білизною і мають високу питому витрату енергії на виробництво. Однак ці недоліки компенсуються перевагами технології та специфікою властивостей механічних мас. Сьогодні це одна з груп напівфабрикатів паперового виробництва, що найбільш інтенсивно розвиваються.

При сучасному розвитку техніки відомими і широко використовуваними є два технологічних процеси виготовлення деревної маси: дефібрерний – вона утворюється стиранням балансів за допомогою абразивного каменю в спеціальних пристроях дефібрерах (дефібрерна маса) і рафінерний - остання переробляється з тріски розмолот її в млинах дискового типу (рафінерах). Види напівфабрикатів та область їх застосування наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Види механічної маси та сфера їх застосування

Вид механічної маси	Сировина	Вихід, % від маси абсолютно сухої деревини	Область застосування
ДДМ і ДМД	ялина і піхта	95...99	Газетний папір, друкувальни та письмовий папір
ТММ	ялина і піхта	93...97	Газетний папір, друкований та письмовий папір, різні види картону
ХТММ	переважно ялина, але також осика, береза	90...95	Друкарський та письмовий папір, туалетний папір, високі марки картонів
ХММ	ялина, піхта, осика, береза	82...90	Друкований та письмовий папір, високі марки картонів

Структурна схема процесу виробництва паперу з деревини наведена рис. 2.1.

Процес виробництва деревної маси включає стадії з розпилювання сировини до відливу маси на папероробній машині. Основною метою даного процесу є відносно швидке, екологічно чисте та економічно вигідне отримання сировини для виробництва паперу та картону. Критеріями якості

процесу є вихід волокна з деревини, однорідність одержуваної маси, рівень відходів від переробки сировини, а також питома витрата електроенергії.

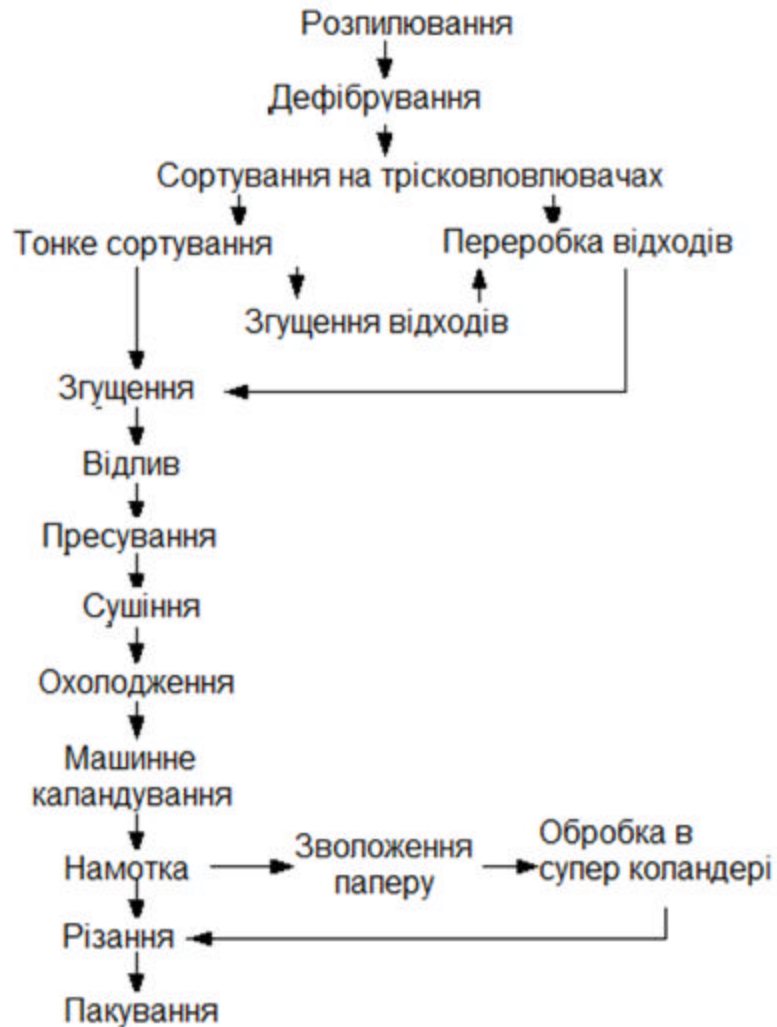


Рисунок 2.1 - Структурна схема процесу виробництва паперу з деревини

Для забезпечення виготовлення дефібрерної маси здебільшого використовується деревина ялини високої якості малосмолистого типу а також ялиці. Вони застосовуються у вигляді балансів. Технологічна схема створення деревної маси (ДМ) наведена на рис. 2.2.

Після розпилювання баланси які сають орієнтовну довжину 1,0..1,2 метра завантажуються на конвеєрну лінію загрузки дефібрерів 1. У дефібрерах 2 здійснюється розподілення на волокна деревини, які, в подальшому перемішуються з водою, що надходить на сприски 3, утворюють

суспензію водно-волокнистого типу– ДМ вмісту 1,5-2,5%. Потім ДМ в басейні дефібреру 4 за допомогою води розчиняється до вмісту 1,0-1,5% і проходить грубе сортування на трісках 5. Обмоли та тріска, повертаються на розмелювання в млини молоткового типу або спалюються в котельні, а якісна маса поступає в спеціальний басейн.

В подальшому хороше волокно йде в апарати тонкого сортування 6 де з маси видаляють пучки волокнистого типу. Відсортоване волокно зневоднюється на згущувачах 7. Пучки волокон, що не пройшли через апарати тонкого сортування, направляють спочатку на сортування 8, а потім на згущувачі і на розмелювання в рафінери 9. Після рафінерів ДМ надходить у масний басейн 10.

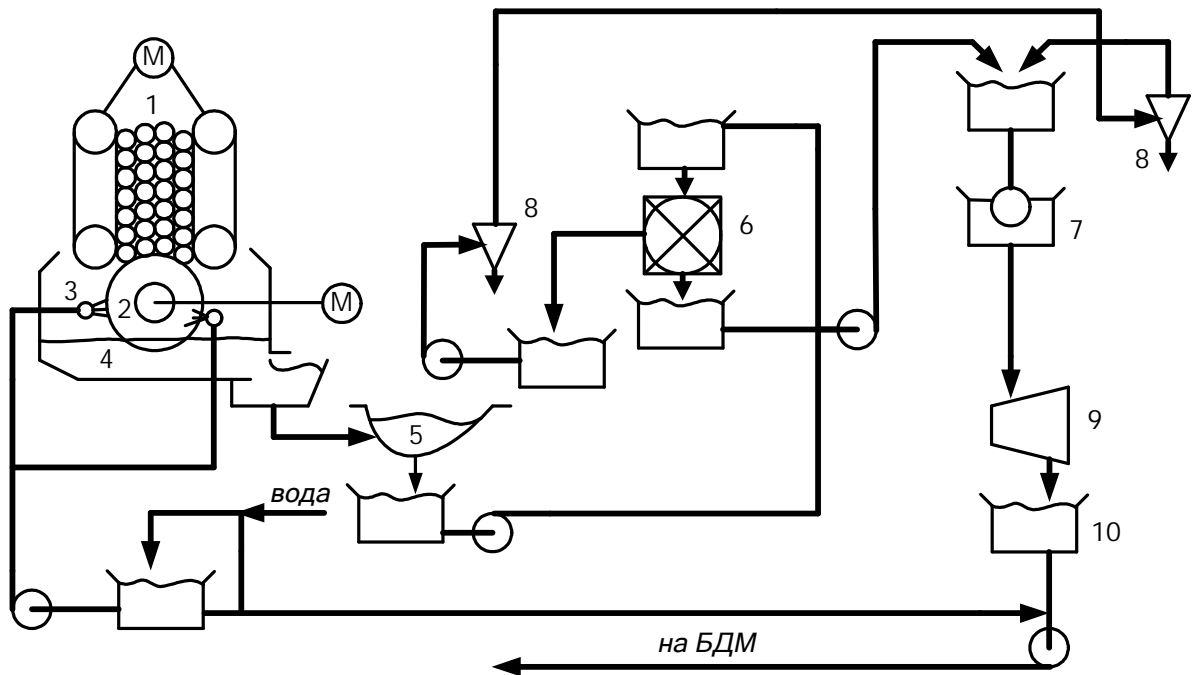


Рисунок 2.2 – Технологічна схема виробництва деревини: 1 – лінія завантаження дефібрерів; 2 – дефібрер; 3 – сприски; 4 – басейн дефібрера; 5 – тріскаловловлювач; 6 – апарат тонкого сортування; 7 - згущувач; 8 – сортування; 9 – рафінер; 10 – масний басейн.

Виробництво дефібрерної деревини відбувається в дефібрерах. Дефібрери, що застосовуються в при виробництві, не дивлячись на те, що існує багато їх конструктивних видів, відрізняються принципово лише тим, як баланси подаються системою до дефібрерного каменю, який є основним робочим органом при очисненні.

Найпоширенішими на даному етапі розвитку галузі отримали в основному два типи дефібрерів – ланцюгового типу та двопресові. Пристрій ланцюгового дефібрера наведено рис. 2.3.

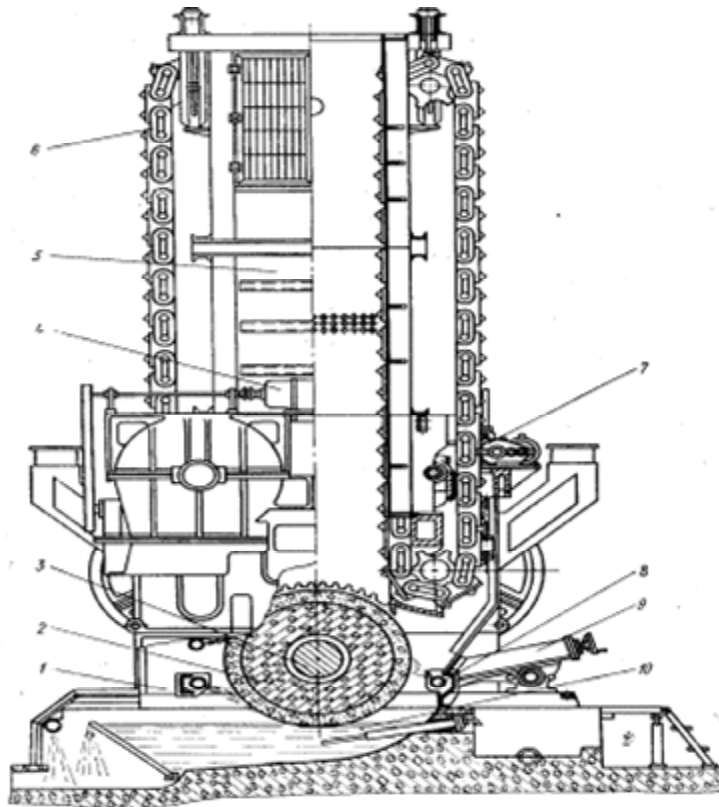


Рисунок 2.3 – Дефібрер ланцюговий: 1 – станина; 2 – дефібрерний камінь; 3 – головний вал; 4 – електродвигун приводу ланцюгів дефібрера; 5 – шахта; 6 – ланцюг дефібрера; 7 – механізм підйому шахти; 8 – сприскова труба; 9 - кувальний апарат; 10 – ванна дефібреру.

Для дефібрера робочим органом є дефібрерний камінь керамічного типу околom 1800 міліметрів, який знаходиться усередині копрусу. Він утримується на головному валу і рухається за рахунок приводу електродвигуна, при швидкості 300 оборотів на хвилину. Над рообчим

органом знаходиться шахта, через яку проводять подачу власне балансів. У нижній її частині вздовж каменю змонтовані спеціальні гребінки, що притримують власне баланс у дефібрувальній зоні. Коли дефібрер запускають вперше за зміну, баланси вкладаються у шахту вручну. Надалі вони подаються за допомогою завантажувальної лінії у шахту.

До каменю, що обертається, зі швидкістю 80...100 міліметрів в хвилину подаються баланси, за рахунок маси самого штабеля а також тиском виступів ланцюгів, що рухаються вниз. Від того який стан у кам'яної робочої поверхні значною мірою залежить якість ДМ, а також продуктивність дефібреру, розрахунок використовуваної електроенергії. Такий робочий камінь повинен володіти високою кислотостійкістю, механічною міцністю та термостійкістю, тому що працює при наявності великих значень кутової швидкості під тиском великих значень та при коливаннях температури в широкому діапазоні. Застосовують штучні керамічні а також кварцово-цементні камені.

Кварцово-цементне каміння складається з, власне кажучи, бетонного сердечника, який армовано кільцями зі сталі та абразивного шару, який виконує роботу. В робочий прошарок входять абразивні зерна піску з електрокорунду, кварцу, наждака, які зв'язані в'язусим цементитного типу. Недоліком останніх можна вважати коротривалий термін роботи. Для різних типів помолу деревної маси проводять підбір каменів із різним розміром зерен, які утворюють робчий прошарок.

Такі камені як абразив мають у своєму складі карбід кремнію або корунд. Сполучним служить композит з застосуванням польового шпату, вогнетривкої глини, рідкого скла та тальку. Робчий Абразивний шар має у своєму складі сегменти, які монтуються болтами до сердечника з бетону. Керамічні камені мають міцність і можуть працювати при високих кутових швидкостях установки. Термін придатності таких абразивів від 2-х до 3-х років. ДМ, яка отримується на керамічних каменях, володіє більш

однорідною структурою, проте має досить менше значення міцності, оскільки розрізаються деревні волокна.

Процес дефібрування є складним і поділяється на два - поділ деревини на волокна (власне дефібрування) та розмелювання волокон.

Як уже зазначалося, волокниста маса виходить в результаті притиску дерева до каменю, що обертається, при одночасному поданні води в зону обертання. Таким чином, виробництво деревної маси засноване на використанні сил тертя. Деревина в зоні контакту з поверхнею каменю в результаті тертя розігрівається, при наявності достатньої кількості води лігнін розм'якшується, і відбувається відділення волокон від деревини.

Абразивні камені охолоджують і очищають від волокон, що застрягли між зернами поверхні, що стирає, водою, що подається на сприски. Присутність води в процесі є важливою, оскільки вона сприяє відведенню тепла із зони дефібрування, рівномірному його розподілу, процесу пластифікації деревини в зоні контакту з каменем, послабленню сили зв'язування між волокнами. Ці шари відриваються і розбиваються на поверхні каменю з допомогою абразивних зерен на окремі волокна та пучки. Вони додатково обробляються, розмелюються та розробляються на абразивній поверхні каменю та забираються із дефібрувальної зони.

Залежно від температури води, що подається на сприски, та концентрації маси волокон в басейні дефібрера розрізняють холодне, гаряче та гаряче рідке дефібрування. При холодному дефібруванні температура води не перевищує 30°, температура маси у ванні 35 ... 40°, концентрація маси 3,5 ... 4,0%. При такому способі дефібрування виходить коротковолокниста маса з великою кількістю рубаної дрібниці. При гарячому дефібруванні температура води 55...60°, температура маси у ванні не менше 2,5%. При концентрації маси менше 2,5% дефібрування вважається гарячим.

Необхідність підвищення міцності механічних ДМ стала наслідком вдосконалення нормального процесу дефібрування. Було розроблено техпроцес створення дефібрерної ДМ під тиском. Основна ідея способу

полягає у підвищенні температури маси у дефібрерній ванні до 120-125°, внаслідок чого вдається забезпечити сталу температуру в дефібрувальній зоні на рівні оптимуму 135-140°. Це стає можливим завдяки особливій конструкції дефібрера, що дозволяє герметизувати робочий простір і підвищити тиск пароповітряної суміші до 270...300кПа.

Основними факторами, які чинять значний вплив на продуктивність дефібреру та, власне, якість деревної маси, як відомо, відносяться:

кутова швидкість каменю дефібрера; значення тиску, який створюють баланси на поверхню абразиву; якість робочої поверхні каменю; концентрація та температура ДМ; наскільки глибоко каменю занурюється у волокнисту суспензію [2].

2.2. Обґрунтування вибору параметрів контролю та регулювання

Найбільш важливим параметром даного технологічного процесу є температура в зоні дотику каменю з поверхнею деревини, що стирається (110-120°) і у ванні дефібрера (65-80°). При дефібруванні ця температура значною мірою визначає якість деревної маси, а також впливає на продуктивність дефібреру, кількість споживаної ним енергії і стан каменю.

Оскільки температура дефібрування не залишається постійною, внаслідок зміни величини тиску на камінь, коливань температури та кількості сприскової води та ін, то повинні бути вжиті заходи щодо її автоматичної стабілізації.

З цієї ж причини необхідно підтримувати незмінною температуру оборотної води, що надходить на сприски дефібрера і зрошує його камінь. Іншою важливою умовою отримання високосортної деревної маси на дефібрері є створення рівномірного притиску деревини до каменю дефібрерного, так як величина питомого тиску деревини на камінь визначає кількість грубого волокна.

Залежно від типів та потужності дефібрерів застосовують автоматичні регулятори подачі деревини різних систем. Такі автоматичні регулятори повинні швидко реагувати на коливання навантаження головного двигуна дефібрера, що обертає камінь, і відповідним чином змінювати швидкість двигуна, що приводить в дію дефібрера, що подає пристрій.

Важливими умовами отримання хорошої деревної маси у процесі сортування є підтримання постійними концентрації маси перед сортуваннями та кількості води, що подається на спрски сортувань. Концентрація маси повинна задовольняти вимоги одержання високоякісної продукції, а також відповідати діаметрам отворів сит та типу сортувань. Наприклад, для газетного паперу концентрація маси має бути 0,45—0,5 %.

При виробленні ж високих сортів паперу з використанням сит із найдрібнішими отворами концентрацію маси знижують. При зниженні концентрації маси через отвори сит сортування разом із якісним волокном проходить багато грубих волокон і дрібних тріски, що у деяких випадках неприпустимо. Крім того, це призводить до збільшення питомої витрати електроенергії на перекачування маси насосами, на сортування та зневоднення. Деяке підвищення концентрації маси збільшує продуктивність сортувань, проте надмірно висока концентрація маси призводить до підвищення відходів, оскільки з ними йтиме багато хорошого волокна.

На рис. 2.4 наведено схему впливу параметрів процесу виробництва деревної маси. Режим сортування значною мірою залежить від роботи сприсків на сортуваннях. Кількість сприслової води може впливати утримання у відходах хорошого волокна. При надлишках сприслової води в рафінованій деревині знижується відсоток відходів і вміст дрібного волокна. Але одночасно погіршується якість відсортованої деревної маси, тому що при надмірній кількості сприслової води через сита приходять грубіші волокна. При зменшенні кількості сприслової води вміст хорошого волокна та концентрація маси в потоці відходів зростають, що може призвести до навантаження сортувань, а в деяких випадках і прориву сита.

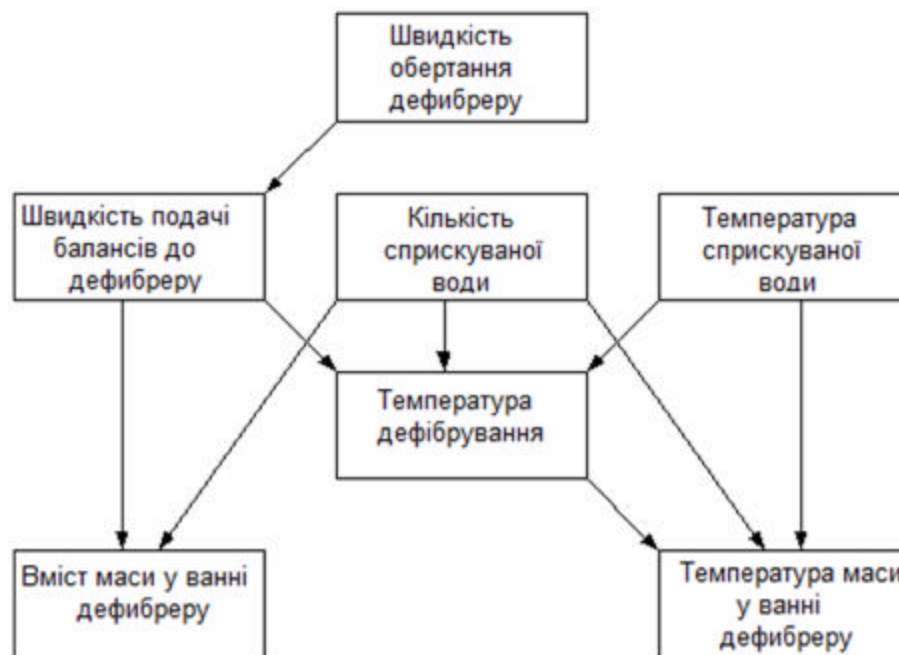


Рисунок 2.4 – Схема впливу параметрів процесу виробництва деревини

Таким чином, концентрація деревної маси перед сортуваннями та кількість sprискової води впливають на продуктивність сортувань та питому витрату електроенергії, на якість маси та кількість відходів, вміст у них гарного волокна.

Таким чином, у процесі виробництва деревної маси необхідно регулювати наступні параметри: температуру в зоні дефібрування підтримки якості деревної маси на належному рівні; концентрацію маси перед сортуванням зменшення кількості відходів; концентрацію маси, що надходить на папероробну машину для рівномірного відливу паперового полотна; швидкість подачі балансів до дефібрера для рівномірного притиску деревини до дефібрерного каменю.

Крім того, необхідно контролювати температуру та тиск sprискової води та температуру маси в басейні дефібреру. З економічних міркувань контролюватимемо витрату оборотної води.

3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Опис функціональної схеми автоматизації

Функціональна схема автоматизації технологічного процесу виробництва деревної маси наведена на рис. 3.1.

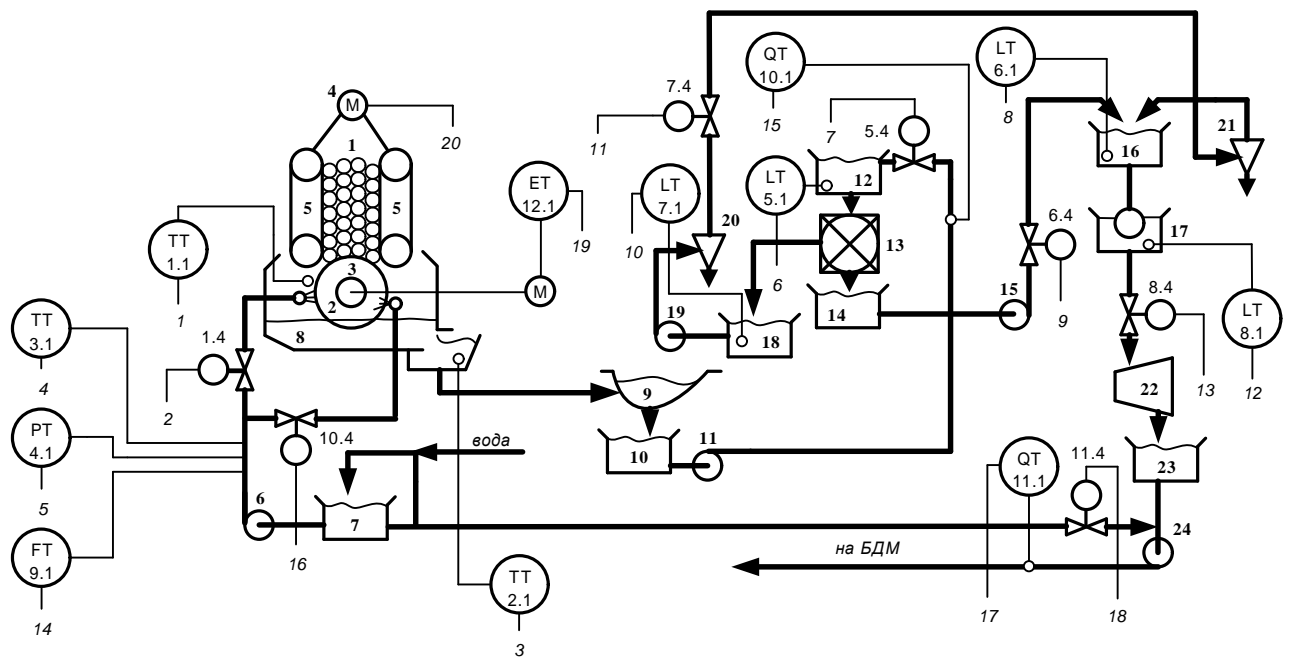
Швидкість подачі балансів 1 до дефібрерного каменю 2 змінюється САР потужності (поз.12) таким чином, щоб потужність, що споживається головним електродвигуном 3, що обертає камінь; залишалася незмінною.

При коливаннях потужності зазначена САР впливає на електродвигун 4, що приводить в рух ланцюг дефібрера 5. Постійність температури деревної маси в зоні дефібрування підтримується САР температури (поз.1), датчик якої встановлений у паровому просторі над поверхнею каменю, а регулюючий орган на трубопроводі сприскової води, подається насосом 6 зі збірки оборотної води 7.

Однак при цьому вимірюється температура пари, а не температура в зоні дефібрування. Крім цього, збільшення концентрації деревної маси призводить до зменшення кількості пари і води, що надходить на сприски, а також до коливання концентрації маси в басейні дефібрера 8. Щоб уникнути цього, датчик температури монтують на металевій плиті, розташованій уперек басейну дефібрера.

При рівномірній циркуляції деревини таке розташування датчика температури дозволяє поліпшити якість процесу регулювання температури в зоні дефібрування. З басейну дефібрера деревна маса проходить трісколовки 9 і надходить в масний басейн 10, з якого вона насосом 11 подається в бак постійного напору 12, а з нього на сортування 13.

Концентрація деревної маси перед сортуваннями регулюється САР концентрації (поз.10), керуючий вплив якої спрямовано зміну оборотної води, що надходить на сприски дефібрера.



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Прилади і засоби автоматизації	Місцеві		E/P				E/P	E/P	E/P	E/P		E/P				E/P	E/P	E/P			E/E
	Пульт оператора	TICA 1.2	TI 2.2	TI 3.2	PI 4.2	LICA 5.2	LICA 6.2	LICA 7.2	LICA 8.2	PI 9.2	QICA 10.2	QICA 11.2	EICA 12.2								
			TY 1.3				LY 5.3	LY 6.3	LY 7.3	LY 8.3						QY 10.3	QY 11.3				SY 12.3

Рисунок 3.1 - Функціональна схема автоматизації технологічного процесу.

Для підтримки постійного напору деревної маси перед сортуваннями її рівень регулюється САР рівня (поз.5), керуючий вплив якої спрямовано зміну витрати маси, що надходить від насоса. З басейну відсортованої маси 14 деревна маса насосом 15 транспортується в бак постійного напору 16, а з нього на згущувачі 17.

Витрата маси на згущувачі регулюється САР рівня (поз.6). Відходи маси від сортування 13 подаються в басейн відходів 18, а звідти насосом 19 надходять на первинні сортування 20, а далі вторинні сортування 21. Рівень відходів в басейні відходів регулюється САР рівня (поз.7). Рівномірне

надходження деревної маси на рафінери 22 досягається за допомогою САР рівня (поз.8), датчик рівня якої встановлено у ванні згущувача.

Концентрація деревної маси, що надходить з басейну рафінованої маси 23, стабілізується САР концентрації (поз.11), керуюча дія якої спрямована на зміну оборотної води, що протікає трубопроводом. Потім маса дерева насосом 24 по трубопроводу подається на паперову фабрику. Також здійснюється контроль за температурою деревної маси у басейні дефібреру (поз.2), температурою (поз.3), тиском (поз.4) та витратою (поз.9) сприскової води [3].

3.2. Вибір засобів автоматизації

Створення систем автоматизації технологічних процесів починається з вибору засобів вимірювань, що збирають інформацію про перебіг процесів, про параметри вхідних та вихідних потоків сировини, напівфабрикатів, енергоносіїв та готової продукції. Правильний вибір вимірювальної техніки визначає ефективність роботи системи автоматизації. Набір параметрів, що вимірюються в технологічних вимірах, досить великий і різний для різних галузей промисловості, а також залежить від специфіки технологічних процесів.

Усі виробництва різних галузей промисловості можна поділити на дві групи:

- з безперервним характером технологічних процесів;
- з дискретним (штучним) характером технологічних процесів [4].

У цій роботі розглядається процес, що належить до першої групи, що зумовлює специфіку вибору засобів автоматизації.

Для вимірювання температури використовуємо термоперетворювач опору ТСМУ 205 промислової групи "Метран". Термоперетворювач складається з первинного перетворювача та вимірювального перетворювача, розташованого в головці первинного перетворювача.

Для вимірювання використовуємо датчик надлишкового тиску САПФІР 22М-ДІ-2110.

Для вимірювання рівня використовуємо радарні рівнеміри Rosemount серії 5400 промислової групи "Метран".

Для контролю над витратою оборотної води використовуємо перетворювач витрати вихреакустичний Метран-303ПР [5].

Для вимірювання концентрації використовуємо комплекс регулювання середньої концентрації КРЗК. Концентрація вимірюється з принципу визначення сили зрізу, тобто. визначення зусилля необхідного для роз'єднання волокон деревної маси, що у фізичному контакті.

Для вимірювання потужності використовуємо датчик потужності ТАС-331. Вимірювальний перетворювач ТАС-331 призначений для вимірювання потужності в мережах змінного струму з симетричним або асиметричним розподілом навантаження фаз (з урахуванням напрямку передачі енергії).

Для вимірювання та регулювання параметрів технологічного процесу використовуємо вимірювач ПД-регулятор ОВЕН ТРМ 10. Програмування здійснюється кнопками на передній панелі приладу [6]. Для вимірювання параметрів технологічного процесу, що не підлягають регулюванню, використовуємо ІРТ 5301 вимірювач фірми «Елмер».

Як регулюючі органи використовуємо пневматичні регулюючі клапани ЕВ 3222/2780-2 фірми «Samson». Регулюючі клапани складаються з прохідного клапана типу 3222 та пневматичного сервоприводу типу 2780-2 для інтегрованого монтажу позиціонера.

Для зміни типу сигналу керуючого використовуємо електропневматичні перетворювачі Samson 6111. Електропневматичний перетворювач перетворює вхідний сигнал постійного струму в лінійний пропорційний пневматичний вихідний тиск [7].

Усі вибрані прилади та засоби автоматизації наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Специфікація на прилади і засоби автоматизації

№ позиції	Вимірювальний параметр		Засоби автоматизації					К-сть	Мета застосування
	Найменування	Робоче значення	Місце встановлення	Найменування	Тип	Технічна характеристика			
1.1	Температура дефібрування	120°C	Паровий простір над каменем	Термоперетворювач опору мідний	ТСМУ 205	НСХ 100М, діапазон 0..180°C, $\gamma_{осн} = \pm 0,25\%$, вих. струм 4..20 мА	1	Технологічний контроль і регулювання	
1.2			Щит	Вимірювач ПІД - регулятор	ТРМ 10	вх. струм 4..20 мА, вих. струм 4..20 мА	1		
1.3			По місцю	Перетворювач проміжний електропневматичний	Samson 6111	вх. струм 4..20 мА, вих. тиск 0,4..2 Бар	1		
1.4			Трубопровід	Пневматичний регулюючий клапан	Samson EB 3222/2780-2	регул. тиску 0,4..2 Бар	1		
2.1	Температура в ванні дефібреру	70°C	Ванна дефібреру	Термоперетворювач опору мідний	ТСМУ 205	НСХ 100М, діапазон 0..100°C, $\gamma_{осн} = \pm 0,25\%$, вих. струм 4..20 мА	1	Технологічний контроль	
2.2			Щит	Вимірювач-регулятор	Елмер ИРТ 5301	вх. струм 4..20 мА, $\gamma_{осн} = \pm 0,25\%$,	1		
3.1	Температура сприскової води	60°C	Трубопровід	Термоперетворювач опору мідний	ТСМУ 205	НСХ 100М, діапазон 0..100°C, $\gamma_{осн} = \pm 0,25\%$, вих. струм 4..20 мА	1		
3.2			Щит	Вимірювач-регулятор	Елмер ИРТ 5301	вх. струм 4..20 мА, $\gamma_{осн} = \pm 0,25\%$,	1		

№ позиції	Вимірювальний параметр		Засоби автоматизації					
	Найменування	Робоче значення	Місце встановлення	Найменування	Тип	Технічна характеристика	К-сть	Мета застосування
4.1	Тиск сприслової води		трубопровід	Давач надлишкового тиску	САПФІР 22М-ДІ-2110	діапазон 0..1 МПа $\gamma_{осн} = \pm 0,25\%$, вих. струм 4..20 мА	1	
4.2			Щит	Вимірювач-регулятор	Елмер ІРТ 5301	вих. струм 4..20 мА, $\gamma_{осн} = \pm 0,25\%$,	1	
5.1	Рівень маси в баці постійного напору		Бак постійного напору	Радарний рівнемір	Rosemount 5400	діапазон 0,6..50 м, $\gamma_{осн} = \pm 0,1\%$, вих. струм 4..20 мА	1	Технологічний контроль і регулювання
5.2			Щит	Вимірювач ПІД - регулятор	TRM 10	вих. струм 4..20 мА, вих. струм 4..20 мА	1	
5.3			По місцю	Перетворювач проміжний електропневматичний	Samson 6111	вих. струм 4..20 мА, вих. тиск 0,4..2 Бар	1	
5.4			Трубопровід	Пневматичний регулюючий клапан	Samson EB 3222/2780-2	регул. давление 0,4..2 Бар	1	
6.1	Рівень маси в баці постійного напору		Бак постійного напору	Радарний рівнемір	Rosemount 5400	діапазон 0,6..50 м, $\gamma_{осн} = \pm 0,1\%$, вих. струм 4..20 мА	1	Технологічний контроль і регулювання
6.2			Щит	Вимірювач ПІД - регулятор	TRM 10	вих. струм 4..20 мА, вих. струм 4..20 мА	1	
6.3			По місцю	Перетворювач проміжний електропневматичний	Samson 6111	вих. струм 4..20 мА, вих. тиск 0,4..2 Бар	1	
6.4			Трубопровід	Пневматичний регулюючий клапан	Samson EB 3222/2780-2	регул. давление 0,4..2 Бар	1	
7.1	Рівень маси в басейні відходів		Басейн відходів	Радарний рівнемір	Rosemount 5400	діапазон 0,6..50 м, $\gamma_{осн} = \pm 0,1\%$, вих. струм 4..20 мА	1	Технологічний контроль і регулювання
7.2			Щит	Вимірювач ПІД - регулятор	TRM 10	вих. струм 4..20 мА, вих. струм 4..20 мА	1	

№ позиції	Вимірювальний параметр		Засоби автоматизації					
	Найменування	Робоче значення	Місце встановлення	Найменування	Тип	Технічна характеристика	К-сть	Мета застосування
7.3			По місцю	Перетворювач проміжний електропневматичний	Samson 6111	вх. струм 4..20 мА, вих. тиск 0,4..2 Бар	1	
7.4			Трубопровід	Пневматичний регулюючий клапан	Samson EB 3222/2780-2	регул. давление 0,4..2 Бар	1	
8.1			Згущувачі	Радарний рівнемір	Rosemount 5400	діапазон 0,6..50 м, $\gamma_{осн} = \pm 0,1\%$, вих. струм 4..20 мА	1	
8.2	Рівень маси у ванні згущувача	1,5%	Щит	Вимірювач ПІД - регулятор	TRM 10	вх. струм 4..20 мА, вих. струм 4..20 мА	1	Технологічний контроль і регулювання
8.3			По місцю	Перетворювач проміжний електропневматичний	Samson 6111	вх. струм 4..20 мА, вих. тиск 0,4..2 Бар	1	
8.4			Трубопровід	Пневматичний регулюючий клапан	Samson EB 3222/2780-2	регул. тиску 0,4..2 Бар	1	
9.1			Витрата оборотної води	Трубопровід	Перетворювач витрати вихроакустичний	Метран-303ПР	$\gamma_{осн} = \pm 1\%$, вих. стру 4..20 мА	
9.2	Щит	Вимірювач-регулятор		Елмер ІРТ 5301	вх. струм 4..20 мА, $\gamma_{осн} = \pm 0,25\%$,	1		
10.1	Концентрація маси перед сортуваннями	1,5%	Бак постійного напору	Комплекс регулювання середньої концентрації	КРСК	діапазон 0,4..5%, $\Delta_d = \pm 0,1\%$, вих. струм 4..20 мА	1	Технологічний контроль і регулювання
10.2			Щит	Вимірювач ПІД - регулятор	TRM 10	вх. струм 4..20 мА, вих. струм 4..20 мА	1	
10.3			По місцю	Перетворювач проміжний електропневматичний	Samson 6111	вх. струм 4..20 мА, вих. тиск 0,4..2 Бар	1	
10.4			Трубопровід	Пневматичний регулюючий клапан	Samson EB 3222/2780-2	регул. давление 0,4..2 Бар	1	

№ позиції	Вимірювальний параметр		Засоби автоматизації					
	Найменування	Робоче значення	Місце встановлення	Найменування	Тип	Технічна характеристика	К-сть	Мета застосування
11.1	Концентрація маси в трубопроводі	0,5%	Трубопровід	Комплекс регулювання середньої концентрації	КРСК	діапазон 0,4..5%, $\Delta_d = \pm 0,1\%$, вих. струм 4..20 мА	1	Технологічний контроль і регулювання
11.2			Щит	Вимірювач ПІД - регулятор	ТРМ 10	вх. струм 4..20 мА, вих. струм 4..20 мА	1	
11.3			По місцю	Перетворювач проміжний електропневматичний	Samson 6111	вх. струм 4..20 мА, вих. тиск 0,4..2 Бар	1	
11.4			Трубопровід	Пневматичний регулюючий клапан	Samson EB 3222/2780-2	регул. давление 0,4..2 Бар	1	
11.1	Потужність в мережі живлення електродвигуна		Мережа живлення електродвигуна	Давач потужності	TAS-331	діапазон 0..4 кВт, $\gamma_{осн} = \pm 1\%$, вих. струм 4..20 мА	1	Технологічний контроль і регулювання
11.2			Щит	Вимірювач ПІД - регулятор	ТРМ 10	вх. струм 4..20 мА, вих. струм 4..20 мА	1	
11.3			По місцю	Перетворювач частоти	Mitsubishi FR-S540E	вх. струм 4..20 мА	1	

Для керування швидкістю подачі балансів до дефібрера використовуємо перетворювач частоти Mitsubishi FR-S540E. Простота та зручність обслуговування даного перетворювача підкреслюється наявністю вбудованого пульта керування із цифровим поворотним регулятором.

3.3 Розробка системи управління процесом

При створенні АСУТП виробництва деревної маси замість численних вторинних приладів та регуляторів необхідно використовувати мікропроцесорний контролер, з'єднаний з комп'ютером, на моніторі якого відображатиметься поточна інформація про перебіг технологічного процесу, а з клавіатури можна буде вводити необхідні дані [8].

Ця система реалізована на основі мікропроцесорного контролера «Damatic» виробництва фінської компанії «Valmet». Контролер через інтерфейс RS485 підключено до персонального комп'ютера.

АСУТП виробництва деревної маси наведено на рис. 3.2.

При відхиленні параметра, що вимірюється, від заданого значення змінюється величина уніфікованого струмового сигналу, що надходить на вхід контролера. Інформація про це відображається на моніторі оператора. Контролер самостійно чи із завдання оператора коригує величину вихідного струмового сигналу, який з допомогою перетворювача видозмінюється на пневматичний сигнал. Пневматичний сигнал надходить на пневмопривід регулюючого клапана, який, залежно від величини сигналу, відкривається або закривається.

Для створення АСУТП використовуються вимірювальні перетворювачі, перелічені в таблиці 3.1, так як вони мають вихідний уніфікований сигнал ГСП - 4 ... 20мА.

Схема зовнішніх сполук АСУТП виробництва деревної маси наведено на рис. 3.3.

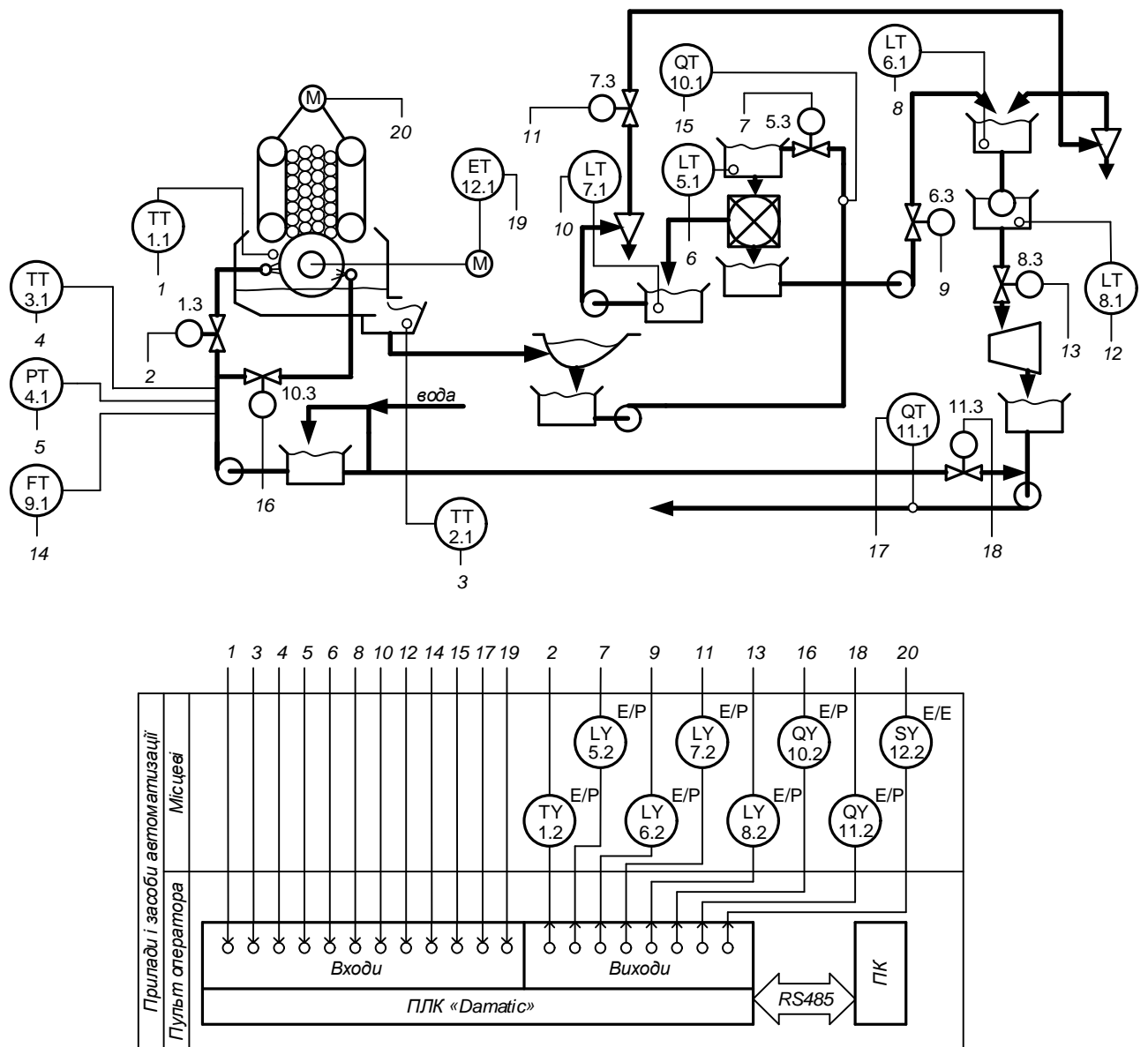


Рисунок 3.2 - АСУТП виробництва деревної маси

Усі обрані засоби автоматизації дозволяють ефективно керувати процесом виготовлення деревної маси для забезпечення технологічної потреби підприємства в целюлозі.

Приклад орієнтовної СКАДА системи на пульті оператора приєднано на рис. 4.4.

Усю додаткову інформацію щодо обраних давачів можна легко відшукати в інтернеті.

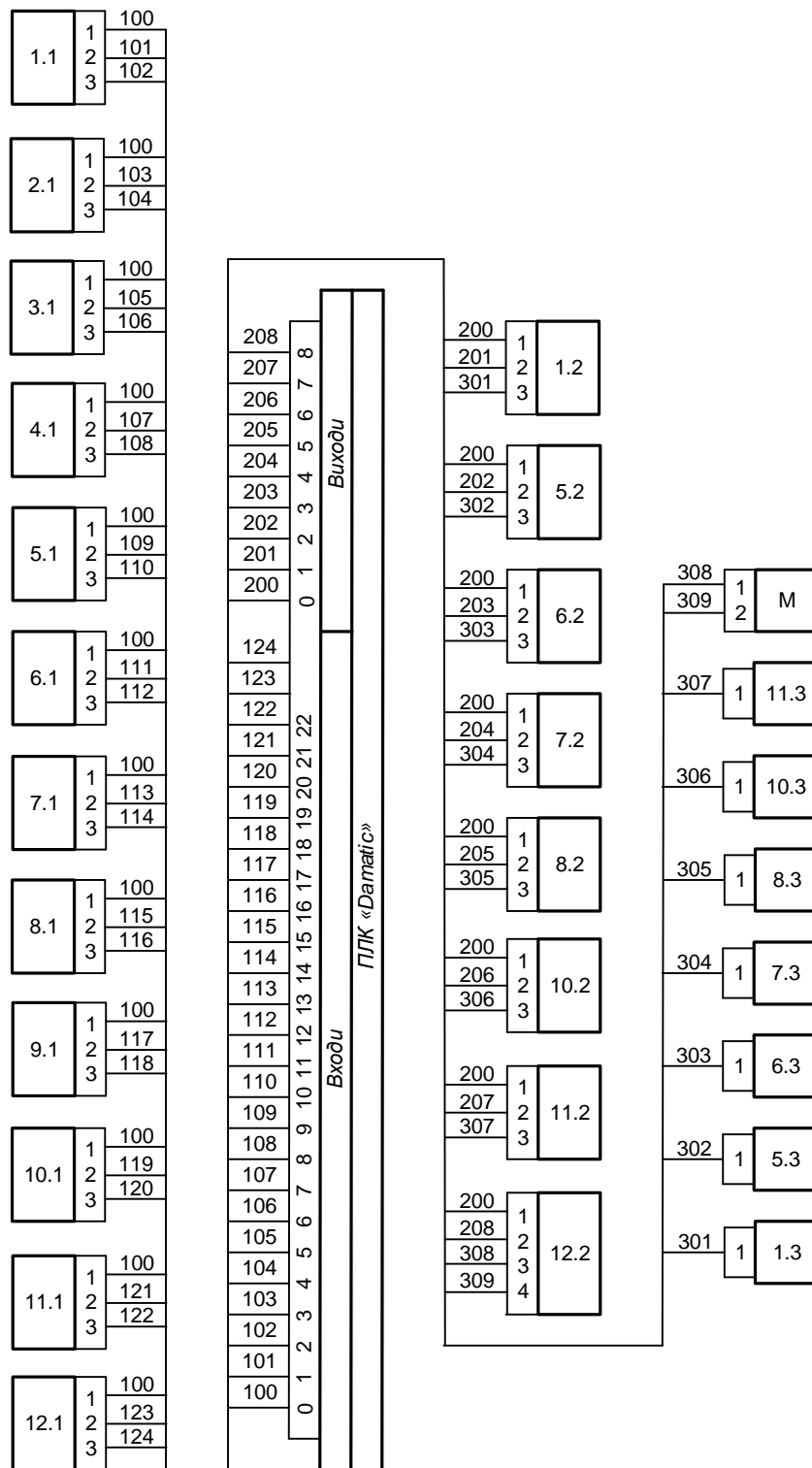


Рисунок 3.3 – Схема з'єднань розробленої системи керування.

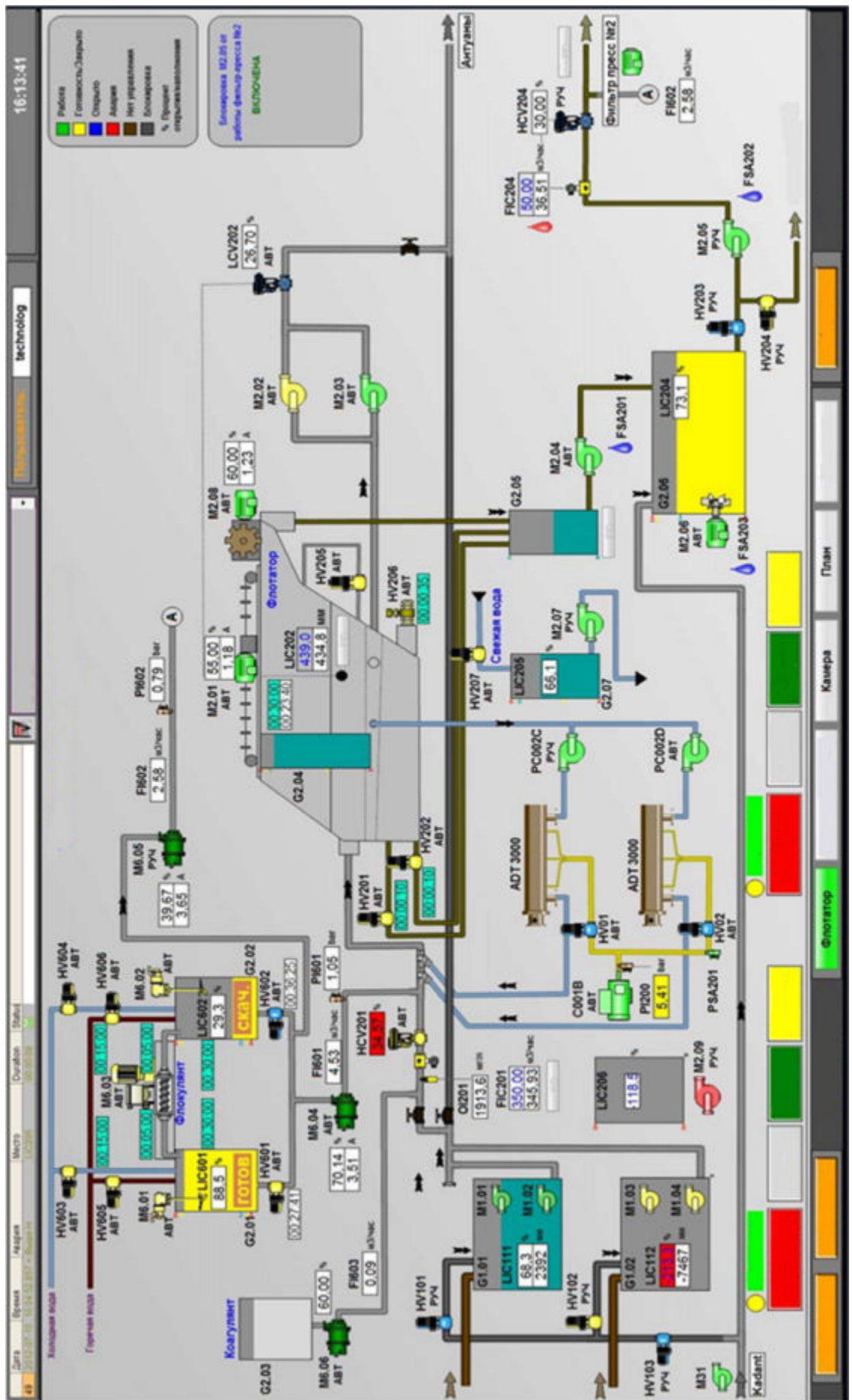


Рисунок 3.4 – Мнемосхема виробництва

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління

Охорона праці розглядає проблеми забезпечення здорових і безпечних умов праці. Виявляє і вивчає можливі причини нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою виключення цих причин і створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Завдання охорони праці є зведення до мінімуму імовірності пошкодження або захворювання працівників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Навчання працівників безпеці праці проводять відповідно до вимог, які встановлюють порядок і види навчання. На всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру і ступеню небезпеки виробництва навчання працівників проводять при підготовці нових робітників, проведенні різноманітних видів інструктажів і підвищенні кваліфікації.

Контроль за своєчасним і якісним навчанням виконує відділ охорони праці чи інженер з охорони праці, або ІТП, на якого наказом керівника підприємства покладено ці обов'язки. Ті, що вперше поступають на роботу, навчання проходять згідно з "Типовим положенням про підготовку і підвищення кваліфікації робітників". В журналі обліку навчальної роботи реєструють навчальну тему, за якою проводилось навчання.

Інструктаж працюючих поділяють на вступний, початковий, на робочому місці, повторний, позаплановий і початковий.

Вступний інструктаж з усіма, хто поступає на роботу незалежно від їх освіти і стажу роботи по даній професії, проводить інженер з охорони праці за програмою, затвердженою головним інженером підприємства, про проведення вступного інструктажу з обов'язковим підписом того, хто проводив інструктаж і того, хто його отримував.

Початковий інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний проводить керівник робіт.

Початковий інструктаж на робочому місці проводять при прийомі на роботу нових робітників за інструкцією з охорони праці, розробленою для окремих професій або видів робіт. Всі робітники після цього інструктажу і перевірки знань 2-5 змін (залежно від навичок і стажу роботи) працюють під наглядом бригадира чи майстра, потім оформляється допуск до їх самостійної праці.

Повторний інструктаж проходять всі працівники незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи через три місяці. Його проводять з метою перевірки знання робітниками правил і норм з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять коли змінилися правила охорони праці або технологічний процес, обладнання, інструмент та інші фактори, що впливають на безпеку праці; коли працівники порушують правила охорони праці, що можуть призвести чи призвели до травм, аварій чи пожежі, вибуху. Його проводять індивідуально чи з групою робітників однієї професії за програмою початкового інструктажу на робочому місці. При його реєстрації вказують причину, яка спричинила його проведення.

Умови праці мають велике значення практично для всіх виробничих показників - продуктивності праці, якості робіт, безпеки працівників та інше.

Санітарно-гігієнічні умови праці характеризуються показниками виробничого середовища - рівнем освітлення, мікрокліматичними параметрами, загазованістю і запиленістю повітряного середовища, рівнем шуму і вібрації, наявністю іонізуючого випромінювання та інше.

4.2 Електробезпека

Електричні установки, з якими доводиться мати справу практично всім працюючим по встановленню та налагодженню засобів автоматизації, виявляють для людини велику потенційну небезпеку, яка збільшується у зв'язку з тим, що органи чуття людини не можуть на відстані виявити присутність електричної напруги на обладнанні.

Степінь ураження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини та тривалості протікання через неї струму, виду та частоти струму, індивідуальних властивостей людини та умов навколишнього середовища.

Конструкція електроустановок має відповідати умовам їх експлуатації та забезпечувати захист персоналу від дотику з струмоведучими та рухомими частинами, а обладнання - від попадання всередину посторонніх твердих тіл та води.

Конструкція, вид виконання, спосіб встановлення, клас ізоляції застосовуваних провідників, кабелів, пристроїв та іншого електрообладнання відповідають вимогам електробезпеки. За ступенем ураження людей електричним струмом котельня відноситься згідно ПУЕ 1.1.13 до категорії приміщень з підвищеною небезпекою (висока температура, можливість одночасного дотику до металевих елементів технологічного обладнання або металоконструкцій будинку та металевих корпусів електрообладнання).

У нормальному режимі роботи обладнання - можливість ураження працівників електричним струмом виключена. Але на випадок аварії для запобігання ураження струмом людей передбачене захисне заземлення. Допустимий опір заземлення повинен бути не більшим 10 Ом.

При виконанні монтажних робіт використовуються переносні електроінструменти (електродрилі, електро-шліфувальні установки, тощо). Для забезпечення безпечної праці корпуси однофазних електро-приймачів повинні занулюватись.

Захист людини від ураження електричним струмом в мережах з зануленням здійснюється тим, що при замиканні одної з фаз на занулений корпус в ланці цієї фази виникає струм короткого замикання, що діє на струмовий захист (плавкий запобіжник, автомат), в результаті чого відбувається відключення аварійної ділянки від мережі. Крім того, ще до спрацювання захисту струм короткого викликає перерозподіл напруги в мережі, що приводить до зниження напруги корпусу відносно землі. Таким чином, занулення зменшує напругу дотику та обмежує час, на протязі якого людина, що доторкнулася до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Для того, щоб забезпечити швидке (на протязі декількох секунд) відключення аварійної ділянки, струм короткого замикання повинен бути достатньо великим. Відповідно до вимог струм короткого замикання повинен не менше ніж в три рази перевищувати номінальний струм плавкої вставки найближчого запобіжника або номінальний струм нерегульованого розчеплювача автоматичного вимикача. При використанні автоматичних вимикачів, що мають тільки електромагнітний розчеплювач (відсічку), струм короткого замикання повинен перевищувати значення струму встановлення миттєвого спрацювання в 1,25-1,4 рази в залежності від номінального струму.

В однофазних електро-приймачів, що включені між фазним та нульовим робочим проводами, занулення корпусів слід виконувати з допомогою окремого (третього) провідника, який повинен з'єднувати корпус електро-приймача з нульовим захисним проводом. В таких випадках під'єднувати корпуси електро-приймачів для забезпечення електробезпеки до нульового робочого проводу недопустимо, оскільки при його розриві (перегоранні запобіжника) всі під'єднані до нього корпуси виявляться під фазною напругою відносно землі.

В мережі з зануленням недопустимо використовувати заземлення окремих електро-приймачів, не під'єднавши їх перед цим до нульового захисного провідника. В цьому випадку при замиканні фази на заземлений,

але не приєднаний до нульового захисного провідника корпус створюється коло струму через заземлення цього корпусу та заземлення нейтралі джерела струму. Такий випадок небезпечний, оскільки засоби захисту не зможуть відключити такий електро-приймач через мале значення струму і тому небезпечна напруга на всіх корпусах може зберігатися тривалий період, поки заземлений приймач не буде відключений вручну.

Важливо відмітити, що якщо занулений корпус одночасно заземлений, то це тільки покращує умови безпеки, оскільки забезпечує додаткове заземлення нульового захисного проводу.

Для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою, використовуються основні та допоміжні ізолюючі засоби, а саме слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками, коврики, ізолюючі підставки, тощо.

У приміщеннях, де знаходяться вимірювальні прилади, необхідно забезпечити виконання заходів по боротьбі з статичною електрикою (тобто прилади повинні бути заземлені). Найпростішим засобом є підтримка відносної вологості повітря на рівні 50 - 60 % за допомогою побутового електро-зволожувача.

Підлогу слід виконувати відповідно вимог, використовуючи антистатичне покриття на проходах і біля робочих місць.

Робітникам рекомендовано носити одягу з природних матеріалів або з комбінованих - природних і штучних волокон. Для зняття електростатичних зарядів з одягу слід використовувати антистатика побутового призначення.

Оскільки корпуси приладів виконані з металу, то для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом (можливий пробій на корпус приладу) використовується захисне заземлення.

4.3 Розрахунок заземлення

Розрахуємо систему заземлення для електроустаткування, яке працює від напруги 220 В.

$$R_{\text{за}} \leq \frac{U}{I_f} = \frac{220}{66} = 3.3 \leq 4 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір ґрунту: $\rho = k_n * \rho_n = 2 * 200 = 400 \text{ Ом м}$,

де k_n - коефіцієнт підсилення;

ρ_n — питомий опір ґрунту (вибирається з довідкової літератури).

Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} * \frac{4l+1}{4l-1} \right)$$

де l - відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м;

l, d - довжина і діаметр стержня заземлювача, м;

$$R_B = 96 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір сталевієї полоси, що з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_{\text{л}} = (\rho / 2\pi) * \ln(l^2 / dt) = 61 \text{ Ом.}$$

Визначаємо орієнтовне число стержневих заземлювачів:

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / 4 * 1 = 24 \text{ шт.};$$

r_B - допустимий по нормам опір заземлюючого пристрою,

η_B - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (для орієнтовного розрахунку приймається рівним 1).

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між сталевими заземлювачами рівним 21. З довідкової літератури визначаємо $\eta_B = 0,66$ і $\eta_r = 0,39$.

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / (4 * 0.66) = 36$$

Розраховуємо загальний розрахунковий опір заземлюючого пристрою R з врахуванням з'єднувальної полоси

$$R = R_{\text{в}} R_{\text{г}} / (R_{\text{в}} \eta_{\text{г}} + R_{\text{г}} \eta_{\text{в}}) = 3,9 \text{ Ом.}$$

Розрахунок проведено правильно, оскільки виконується умова $R \leq [r_{\text{в}}]$.

Розрахунок штучного заземлення:

Приймаємо, що опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом:

$$R_{\text{зз}} = \frac{R_{\text{с}} R_{\text{п}}}{R_{\text{с}} + R_{\text{п}}} \leq 4 \text{ Ом}$$

де $R_{\text{зз}}$ – опір захисного заземлення;

$R_{\text{с}}$ – опір стержневих заземлювачів;

$R_{\text{п}}$ – опір поперечних заземлювачів.

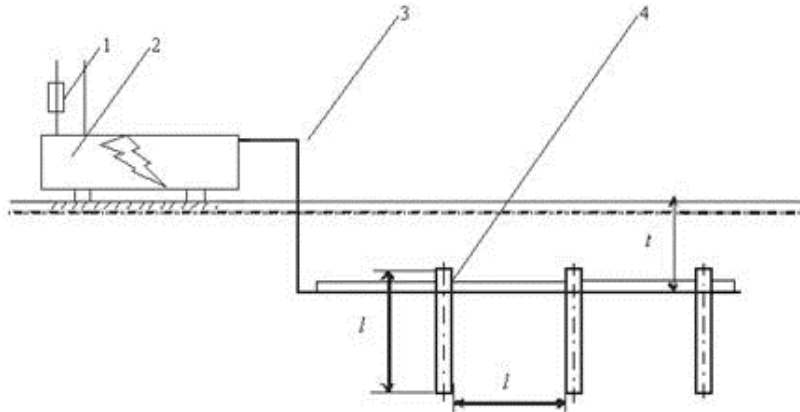


Рисунок 4.1 - Пристрій заземлення

4 – плавка вставка; 2 – електроустановка; 3 – з'єднувальна штаба; 4 – трубчатий заземлювач

Опір одиночного стержневого заземлювача розтіканню електричного струму:

$$R_{\text{oc}} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{4h' + l}{4h' - l} \right)$$

де h – відстань від поверхні ґрунту до заземлювача і становить 0,8 м;

l – довжина стержневого заземлювача 3 м;

d – діаметр стержневого заземлювача 50 мм.

$$R_{\text{oc}} = \frac{750}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 0,8 + 3}{4 \cdot 0,8 - 3} \right) = 39,8 \cdot (0,18 + 3,43) = 143,8 \text{ Ом}$$

Опір одиночного поперечного заземлювача:

$$R_{\text{вн}} = \frac{\rho_r}{2\pi} \ln \frac{2l^2}{bh'}$$

де l – довжина поперечного заземлювача 2,5 м;

b – ширина полоси заземлювача 30 мм;

ρ_r – розрахунковий опір ґрунту: для поперечних електродів 1000 Ом·м, для стержневих електродів 750 Ом·м.

$$R_{\text{вн}} = \frac{1000}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \ln \frac{2 \cdot 2,5^2}{0,03 \cdot 0,8} = 63,7 \cdot 6,25 = 398,1 \text{ Ом}$$

В наслідок взаємовпливу вводимо коефіцієнт використання заземлювачів:

$$\eta = \frac{R_0}{nR_{\text{вн}}}$$

де $R_{\text{д}}$ – допустимий опір заземлення, що становить 4 Ом;

R_0 – опір одиночного заземлювача.

З цієї формули методом ітерацій підбирають n , при якому $\eta = 1$:

n	R_n	R_c	R₀	η
1	398,1	143,8	105,6	26,1
5	398,1	143,8	105,6	5,2
10	398,1	143,8	105,6	2,6
15	398,1	143,8	105,6	1,7
20	398,1	143,8	105,6	1,3
25	398,1	143,8	105,6	1,1
26	398,1	143,8	105,6	1,0
27	398,1	143,8	105,6	0,9

Отже приймаємо кількість одиночних заземлюючих електродів рівною 26.

ВИСНОВКИ

У роботі розроблено проект автоматизації процесу виробництва деревної маси. Наведено опис технологічного процесу. Вибрано та обґрунтовано параметри, які необхідно контролювати при виробництві деревної маси. За функціональною схемою та значеннями регульованих параметрів підібрано засоби автоматизації. Розроблено АСУТП процесу виробництва деревної маси. Приведено орієнтовну мнемосхема для виводу на екран оператора параметрів технологічного процесу.

Основою системи автоматизації є мікропроцесорний контролер Damatic фінської фірми Valmet, який є оптимальним рішенням для побудови систем автоматизації в целюлозно-паперовій промисловості. Наведено схему зовнішніх з'єднань системи.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Буйлов Г.В., Доронин В.А., Серебряков Н.П. Автоматическое управление технологическими процессами целлюлозно-бумажного производства: Учебное пособие. - Л.: Издательство Ленинградского университета. 1989. - 262 с.
2. Комплексная химическая переработка древесины: учебник для вузов/ И.Н. Ковернинский, В.И. Комаров, С.И. Третьяков и др.; под ред. проф. И.Н. Ковернинского. – 3-е изд., испр. И доп. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2006. – 374 с.
3. Справочник по автоматизации целлюлозно-бумажных предприятий/ Под ред. Э.В. Цешковского. - М.: Лесная промышленность, 1989. - 366с.
4. Попов В.К. Основы выбора средств технологических измерений: Учебное пособие. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2003. – 56 с.
5. Номенклатурный каталог промышленной группы «Метран»
6. Номенклатурный каталог фирмы «ОВЕН»: <http://www.owen.ru>
7. Номенклатурный каталог фирмы «Samson»: <http://www.samson.ru>
8. Попов В.К., Селезнев А.Ф. Системы управления химико-технологическими процессами: Методические указания к выполнению контрольной работы. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2003. – 28 с.
9. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-8052 від 28.05.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2013. – 256 с.
10. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-11650 від 16.07.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2014. – 312 с.
11. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.

12. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.