

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ М.Д. Гомеля

«___» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності - 161 Хімічні технології та інженерія

**на тему: Цех з виробництва паперу-основи для парафінування з
розробленням технологічного потоку**

Виконав:

студент IV курсу, групи ЛЦ-71

Панченко Олександр Вікторович

Керівник:

Доц., к.т.н.,

Дейкун І.М.

Консультант із заходів з охорони праці на виробництві

Ст.викл., к.т.н., Ковтун А.І.

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2021 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП 7101. 00.003 ПЗ	Пояснювальна записка	62	
3	A1	ДП 7101. 01.003 ТК	Технологічна схема	1	
4	A0	ДП 7101. 02.003 ТК	План цеху	1	
5	A1	ДП 7101. 03.003 ТК	Поперечний розріз	1	
6	A0	ДП 7101. 04.003 ТК	Поздовжній розріз	1	
			Зведений матеріальний баланс		

				ДП 710000.002.00		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Панченко О.В.				1	1
Керівн.	Дейкун І.М.					
Заф.каф.	Гомеля М.Д.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЦ-71	

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет інженерно-хімічний

(повна назва)

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший бакалаврський

Спеціальність – 161 Хімічні технології та інженерія

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.Д. Гомеля

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Панченку Олександру Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Цех з виробництва паперу-основи для парафінування з розробленням технологічного потоку.

керівник проекту Дейкун Ірина Михайлівна, к.т.н., доц.

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

затверджені наказом по університету від «26» квітня 2021 р. № 1071-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) папір-основа для парафінування марки ОДПЄГ-28.

4. Зміст (дипломного проекту) пояснювальної записки Описати та обґрунтувати розробку технологічного потоку, розробити технологічну частину, розрахувати матеріальний баланс, навести теоретичні відомості, розрахувати тепловий баланс, описати будівельну частину та розробити заходи щодо охорони праці на виробництві.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням

обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) технологічна
схема, план цеху, поздовжній розріз, поперечний розріз, зведений
матеріальний баланс

6. Консультант розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Заходи з охорони праці на виробництві	Ковтун А.І., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 03 травня 2021 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання	03.05.2021	
2	Проектування технологічної схеми	03.05.2021-24.05.2021	
3	Технологічна частина	24.05.2021-29.05.2021	
4	Розрахункова частина	29.05.2021-02.06.2021	
5	Оформлення графічної частини	02.06.2021-04.06.2021	
6	Будівельна частина	04.06.2021- 06.06.2021	
7	Розробка заходів з охорони праці на виробництві	06.06.2021-07.06.2021	

Студент

(підпис)

О.В. Панченко

(ініціали, прізвище)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

І.М. Дейкун

(ініціали, прізвище)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: Цех з виробництва паперу-основи для парафінування з
розробленням технологічного потоку

					ДП 71.00.002 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 77 стор., 6 табл., 1 рис., 1 додаток, 6 першоджерел

Мета дипломного проекту – розробка проекту цеху з виробництва паперу-основи для парафінування.

Наведено стандарти і технічні умови на сировину та на готову продукцію.

Розроблено технологічну схему виробництва паперу-основи для парафінування марки ОДПЄГ-28 із вибіленої сульфатної целюлози.

Вибрано та розраховано кількість основного обладнання технологічного потоку виробництва паперу-основи для парафінування. Проведено розрахунок матеріального балансу води та волокна та визначені вимої волокна. Виконано розрахунок теплового балансу процесу сушіння паперу-основи для парафінування. Наведено теоретичні відомості про основні технологічні процеси виробництва паперу-основи.

Виконано опис об'ємно-планувального рішення цеху з виробництва паперу-основи для парафінування.

СУЛЬФАТНА ЦЕЛЮЛОЗА, ПАПІР-ОСНОВА, РОЗМЕЛЮВАННЯ, ДИСКОВИЙ МЛИН, ОЧИЩЕННЯ, ПАПЕРОРОБНА МАШИНА, ПРЕСУВАННЯ, СУШІННЯ, ПОЗДОВЖНЬО-РІЗАЛЬНИЙ ВЕРСТАТ .

					ДП 71.00.002 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ABSTRACT

Diploma project: 77 pag, 6 tab, 1 pic, 1 addition, 6 sources

The purpose of the diploma project is the development of a paper-based paper manufacturing paraffin project

The standards and specifications for raw materials and finished products are given.

The technological scheme of production of paper-base for paraffinization of brand ODP-28 from bleached sulfate cellulose has been developed.

The number of basic equipment for the technological flow of paper-base production for paraffin wax from bleached coniferous cellulose has been selected and calculated. Calculation of the material balance of water and fiber and determined fiber requirements. Calculation of thermal balance of the paper-base drying process for paraffin is performed. The theoretical information about the basic technological processes of paper-base production is given.

A description of the three-dimensional planning decision of the paper-base manufacturing plant for paraffinization is executed.

SULPHATE CELLULOSE, PAPER-BASES, ROLLING, DISC MILNES, CLEANING, PAPER-CUTTING MACHINES, PRESSING, DRYING, TEMPORARY-RISAL VERSTAT.

					ДП 71.00.002 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВСТУП

На сьогоднішній день існує близько 400 видів пакувальних паперових матеріалів, які відрізняються за кольором, фактурою і способом нанесення зображень, що дозволяє використовувати їх для зберігання товарів на складах, в торгівлі, для оформлення подарунків тощо.

Парафінований папір є видом пакувального паперу, який отримують просочуванням паперу-основи для парафінування парафіном. Головне призначення парафінування паперу є підвищення його бар'єрних властивостей, а саме водо-, паро- і газостійкості. Парафінування паперу запобігає проникненню жиру на папір і тому його застосовують в харчовій промисловості для пакування цукерок, карамелі, ірису тощо. Маючи високі гідрофобні властивості, парафінований папір знайшов застосування в такій важливій галузі, як медицина. Пакування медичних приладів та медичних препаратів за допомогою парафінованого паперу дозволяє забезпечити високий ступінь захисту і безпеки в процесі транспортування товарів медичного призначення. Проникнення вологи може привести до непридатності важливих медичних препаратів. Цей папір також застосовується для пакування металевих, технічних, пластмасових і господарських виробів.

Папір-основа для парафінування являє собою тонкий суцільно целюлозний папір, який виготовляється, в основному, з сульфатної целюлози. Найважливішими властивостями паперу-основи для парафінування є його здатність рівномірно і в достатній кількості сприймати суміші для парафінування, достатня міцність і певний хімічний склад.

Саме тому папір-основа для парафінування повинен виготовлятися без використання будь-яких допоміжних хімічних речовин, а також необхідна достатня хімічна чистота волокнистих компонентів.

1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ЦЕХУ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ-ОСНОВИ ДЛЯ ПАРАФІНУВАННЯ

Парафінований папір є надійним пакувальним матеріалом, що використовується для пакування цілого спектру товарів: кондитерських виробів, різних промислових та господарських товарів. На сьогодні постійно збільшується попит на екологічно-чисті пакувальні матеріали.

Для виробництва паперу-основи для парафінування марки ОДПЄГ-28 потужністю 28 тис/тон на рік пропонується встановити папероробну машину марки БП-25.

Обрана папероробна машина забезпечена багатодвигунним приводом, напірним ящиком закритого типу, вакуум-пересмоктувальним пристроєм, трьома прямими пресами. Сушильна частина машини включає в себе попередню сушильну частину, що складається з 20 циліндрів сушіння паперу і 8 сукносушильних циліндрів, лоцильний циліндр діаметром 3000 мм, досушуюча частина, що складається з 5 паперосушильних, 2 сукносушильних і 1 холодного циліндра. Лоцильний циліндр необхідний при виробленні паперу з масою 1 м² 22-25 г. Інтенсифікація процесу сушіння на лоцильному циліндрі досягається за рахунок гарячого повітря, яке подається в ковпак швидкісного сушіння, що встановлений над циліндром. Ковпак швидкісного сушіння можна відкривати, що полегшує умови його експлуатації.

И	П	У	Б	Д

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ- ОСНОВИ ДЛЯ ПАРАФІНУВАННЯ

2.1 Характеристика сировини, і готової продукції

Для виробництва паперу-основи для парафінування марки ОДПЄГ-28 використовується сульфатна вибілена целюлоза з хвойних порід деревини, марки ХБ-5 за ГОСТ 9671-89. Характеристику целюлози марки ХБ-5 наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики целюлози марки ХБ-5.

Найменування показника	Значення для марки	Метод випробування
	ХБ-5	
1. Механічна міцність при розмелюванні в млині ЦРА до 60°ШР: Розривна довжина км, не менше Міцність на злам при багаторазових перегибах, число подвійних перегинів не менше	8,5	По ГОСТ 13525.1
	1000	По ГОСТ 13525.2
2. Білизна, %, не менше	82	По ГОСТ 7690
3. Засміченість, шт., для смітинок площею: від 0,1 до 1,0 мм ² включ., не більше від 1,0 до 2,0 мм ² включ., не більше від 2,0 до 3,0 мм ² включ., не більше св. 3,0 мм ²	90 5 0 0	
4. рН водної витяжки	5,5-7,0	По ГОСТ 12523 і п. 3.4 цього стандарту
5. Вологість, %, не більше	20	По ГОСТ 16932 розд. 3.

И	П	Х	П	П

Якісні показники паперу-основи для парафінування марки ОДПЄГ-25 за ГОСТ 16711-84 наведено в табл. 2.2

Таблиця 2.2 – Якісні показники паперу-основи для парафінування марки ОДПЄГ-25 за ГОСТ 16711-84

Найменування показника	Норма для марки	
	ОДПЄГ-25 Вищий сорт	Метод випробування
1. Маса основи площею 1м ² , г	25,0 ± 1,3	По ГОСТ 13199-88
2. Густина г/см ³ не менше	0,65	По ГОСТ 27015-86
Руйнівне зусилля Н(кгс), не менше: В машинному напрямку В поперечному напрямку	– 15 (1,5)	По ГОСТ 13525.1-79
Відносне подовження, % не менше: В машинному напрямку В поперечному напрямку	– 2,8	По ГОСТ 13525.4-79
Абсолютний опір продавлюванню, кПа (кгс/см ²), не менше	–	По ГОСТ 13525.8-86
Білизна % не менше	75(0,75)	По ГОСТ 7690-76
рН водної витяжки	6,5- 8,5	По ГОСТ 125-77 і п.4.4 цього стандарту
Масова частка хлорид-іонів % не більше	–	По ГОСТ 20422-89
Масова частка сульфат-іонів % не більше	–	По ГОСТ 20422-89
Вологість %	7±1	По ГОСТ 13525.19-71

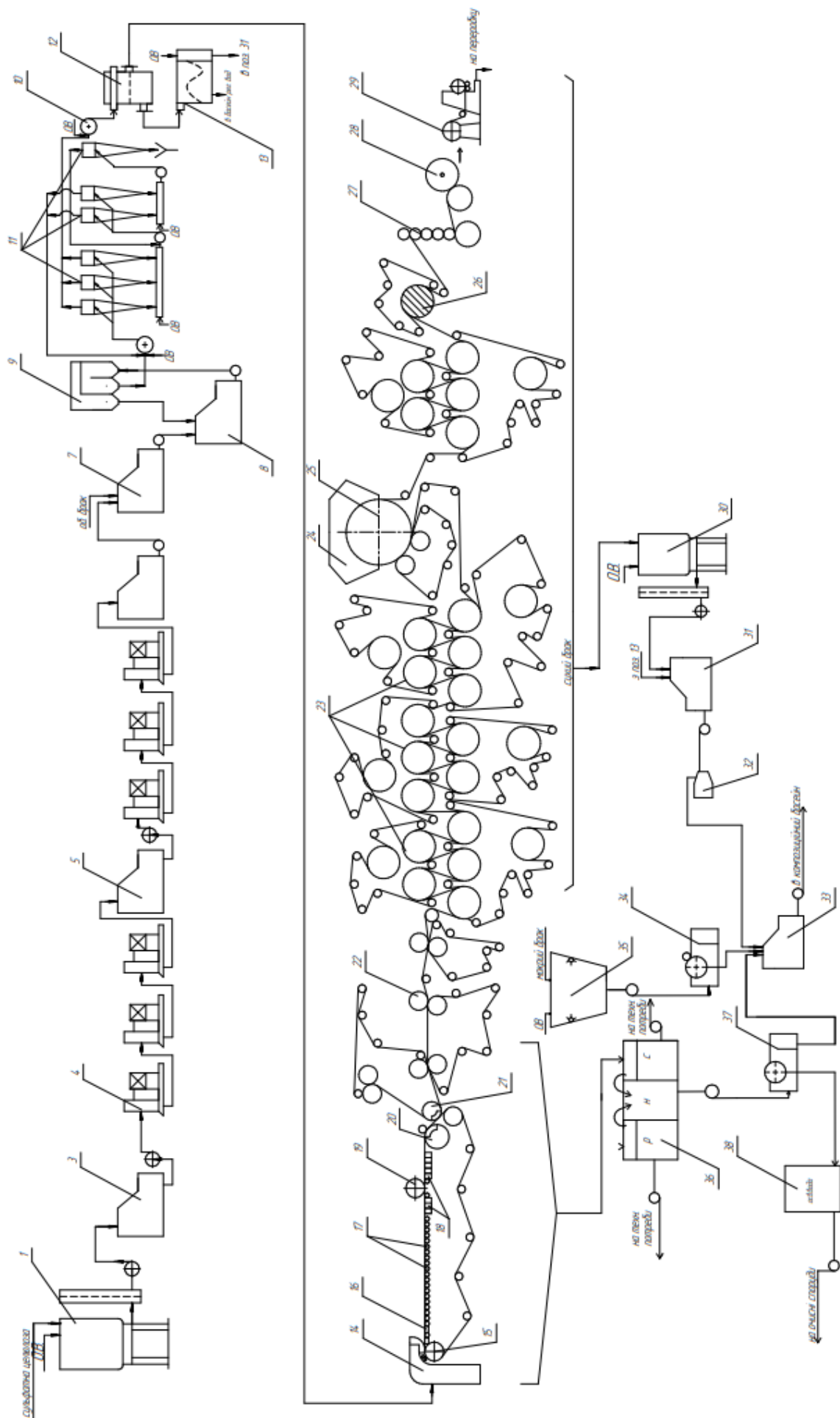
И	П	Х	П	П

2.2 Технологічна схема та її опис

Сульфатна хвойна вибілена целюлоза за допомогою транспортера подається в гідророзбивач (1). Завантаження в гідророзбивач здійснюється безперервно, для розпуску целюлози використовується регістрова вода. Об'єм маси в гідророзбивачі повинен бути постійним для забезпечення сталої концентрації маси, яка становить 3,5 %. Розпущена маса із гідророзбивача відцентровим насосом (2) подається в приймальний басейн (3). Розмелювання здійснюється на дискових млинах (4). Встановлено шість млинів, з проміжним басейном (5) після третього, для неї приріст ступеня млива становить приблизно 8 °ШР, початковий ступінь млива – 12 °ШР. Концентрація маси – 3,5 %. Розмелена маса акумулюється в басейні розмеленої целюлози (6), звідки поступає в композиційний басейн (7) за допомогою відцентрового насосу. В композиційний басейн також подається обіговий брак. Маса за допомогою насоса перекачується в машинний басейн (8). Після складання композиції маса за допомогою насосу подається в бак постійного рівня (9).

Для забезпечення ретельного очищення маси перед папероробною машиною для кращого формування паперового полотна, здійснюється розведення маси регістровою водою до концентрації 0,73 % в змішувальному насосі (10).

Перед формуванням паперу розведена маса піддається очищенню з метою видалення забруднень, які утворилися під час підготовки паперової маси, таких як вузли, пучки волокон, згустки, шматочки бруду і слиз, а також сторонніх включень у вигляді піску, металевих частинок та ін. Тому із змішувального насосу (10) маса з концентрацією 0,73 % поступає на перший ступінь очищення на центриклинерах (11) під тиском 0,2 МПа. Очищення маси в них відбувається під дією відцентрових сил, що виникають у вихрових потоках, які підрозділяються на зовнішній, направлений до вершини конуса, і внутрішній, направлений в протилежний бік. Відходи від першого ступеня збираються в закритому колекторі (жолобі) і після



розведення обіговою водою до концентрації 1,2% та направляються на другий ступінь очищення. Очищена маса з другого ступеня подається на повторне очищення на перший ступінь. Відходи другого ступеня збирають в жолобі (№ 2), де розводяться до концентрації 0,4% і поступають на третій ступінь очищення. Відходи третього ступеня видаляються у відвал, а очищена маса поступає на повторне очищення на другий ступінь.

Далі маса поступає на вузлоуловлювач закритого типу (селектифайер) (12), який очищує масу від забруднень волокнистого характеру (вузли, пучки волокон, згустки, шматочки бруду), які мають більші розміри, ніж розміри окремих розмелених волокон. Маса поступає у верхню частину вузлоуловлювача через тангенціально розміщений штуцер під тиском 0,03 МПа. Під дією відцентрової сили важкі включення відкидаються до зовнішньої сітки корпусу, опускаються вниз в жолоб важких відходів. Маса, очищена від важких включень, під дією напору і лопатей ротора проходить через отвори сит і виходить з апарату через загальний штуцер. Відходи, що не пройшли через сито, опускаються вниз і видаляються через спеціальний штуцер із засувкою на вібраційну сортувалку (13). Відокремлене на сортувалці волокно разом з водою направляються у збірник реєстрових вод (36).

Очищена та відсортована маса з концентрацією 0,6% подається в напірний ящик закритого типу (14), а потім на сітку ПРМ. Для рівномірного розподілу маси та регулювання процесу зневоднення полотна після грудного валу (15) встановлена грудна дошка, реєстрові валики та відсмоктувальні ящики (18). Паперове полотно після гауч-вала (20) з сухістю $18 \pm 1\%$ за допомогою вакуум-пересмоктувального пристрою (21) подається у пресову частину, яка включає в себе три прямих двовальних преса (22). Після чого полотно поступає в сушильну частину (23), де відбувається остаточне видалення води з полотна до потрібної вологості. Сушильна частина машини включає в себе попередню сушильну частину, що складається з 15 циліндрів для паперу і 6 сукносушильних циліндрів, лоцильного циліндра

діаметром 3000 мм (25), досушуюча частина складається з 5 паперосушильних, 2 сукносушильних. Вид сушіння – контактний, за допомогою пари, яка подається в середину сушильних циліндрів. Сушіння відбувається внаслідок контакту вологого полотна з нагрітою поверхнею сушильного циліндра, та за умови вільного пробігу полотна між циліндрами.

В кінці сушильної частини встановлено один холодильний циліндр (26) з метою врівноваження та підвищення вологості на 1-2%. Потім полотно поступає на машинний каландр з 6-ти валами (27), де набуває остаточної гладкості, а далі на накат (28), з сухістю 92%, після чого – на поздовжньо-різальний станок (29) і на склад готової продукції.

Перероблення обігового браку

Мокрий брак за концентрації близько 0,8 % із гауч-мішалки (35) безперервно подається на згущувач (34), а потім в басейн оборотного браку (33). Брак, який утворився в пресовій частині, також поступає в гауч-мішалку. Із басейну оборотного браку (33) брак подається в композиційний басейн (7)

Для розпускання сухого машинного браку, який утворився під час сушіння та оброблення паперу, встановлений гідророзбивач (30). Розпускання здійснюється з використанням реєстрової води із басейну реєстрових вод (36).

Далі, розпущена на волокна маса поступає на пульсаційний млин (32) для дорозпускання та поступає в басейн оборотного браку (33). Із басейна оборотного браку маса поступає в композиційний басейн (7).

Використання обігової води

Передбачено також використання обігових вод. Регістрові води, які насичені волокном, використовуються в гідророзбивачах хвойної целюлози, для розбавлення маси в змішувальних насосах №1 та №2, а також для розпускання обігового браку. Вода з більш низьким вмістом волокна, тобто це вода від гауч-вала, відсмоктувальних ящиків та від промивання сітки, подається в жолоби №1 та №2

И	П	Х	П	П

батареї центриклинерів. Надлишок цієї води, а також регістрової надходить на прояснення, після чого її можна використати для подачі на спорски сітки замість свіжої води.

Вода після дискового фільтра направляється у басейн прояснених вод, а скоп з концентрацією 3,5 % надходить у басейн оборотнього браку (33), а потім у композиційний басейн (7).

2.3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва паперу-основи для парафінування

Розмелювання целюлози для отримання паперу-основи може здійснюватися як за періодичною, так і безперервною схемою. Режим розмелювання повинен забезпечити високу міцність паперу-основи і задовільну структуру паперового листа.

Для отримання необхідних властивостей волокна в розмеленій масі повинні бути порівняно тонкими і довгими. Прагнення підвищити міцність паперу більш тривалим помелом вступає в протиріччя з верхньою межею об'ємної маси, яка зростає в процесі розмелювання з розвитком міжволоконних сил зв'язку.

Необхідність потрібної структури паперу вимагає ретельної підготовки волокна, відсутності пучків і грубих волокон. Паперова маса для отримання паперу-основи для парафінування з масою $1 \text{ м}^2 35 \text{ г}$ з сульфатної невибіленої целюлози має наступні показники якості: ступінь млива – $45 - 50^\circ \text{ШР}$, показник довжини волокна $90 - 110 \text{ дг}$.

Товарну сульфатну вибілену целюлозу, яка використовується для виробництва паперу-основи для парафінування, з масою $1 \text{ м}^2 22-25 \text{ г}$ з періодичною схемою підготовки маси розмелюють в ролах з базальтовою і комбінованою гарнітурою при концентрації маси $5,5 - 6\%$ до $65 - 70^\circ \text{ШР}$ з подальшим вирівнюванням характеру маси при концентрації близько 3% в кінчному млині.

Дослідженнями було встановлено, що для отримання паперу-основи з масою $1 \text{ м}^2 22 \text{ г}$ з вибіленої сульфатної целюлози рідкого потоку безперервний процес розмелювання повинен бути порівняно м'яким, в три-чотири ступені. На першому ступені розмелювання рекомендується використовувати гідрофайнери, на наступних – кінчні млини. Концентрація паперової маси при розмелюванні становить $3,2 - 3,5\%$, кінцевий ступінь млива- $58-60^\circ \text{ШР}$.

Папір-основа для парафінування, виготовляється на плоскіткових папероробних машинах. Процеси формування, пресування і сушіння повинні забезпечувати отримання паперу з високими механічними властивостями, однорідною і рівномірною структурою.

Концентрація маси в напірному ящику при виробленні паперу-основи для парафінування з масою 1 м² 35 г становить 0,35 - 0,45%, а з масою 22 - 25 г/м² - 0,2 - 0,25%. Температура сушіння повинна поступово зростати від 50-55 до 90-95 °С на останніх сушильних циліндрах.

При виробництві паперу - основи для парафінування використовуються зазвичай сітки потрібного плетіння №28/84, вовняні пресові сукна марок П-20, П-50, П-120, вовняні сушильні сукна.

На процес формування полотна паперу-основи на сітці впливають багато чинників, серед яких найважливішими є такі: ступінь розведення маси перед машиною, швидкість надходження маси на сітку, властивості паперової маси, товщина одержуваного полотна, температура маси, конструкція сіткового столу і стан його складових елементів, рН середовища, хімічні добавки тощо.

Зі збільшенням ступеня розведення маси, що надходить на сітку, покращуються умови для більш рівномірного розподілу волокон на сітці. Чим тонше паперове полотно, тим більшим повинен бути ступінь розведення маси.

При збільшенні концентрації маси і довжини волокна, збільшується імовірність пластівцеутворення, що негативно позначається на якості паперу-основи. Погіршується структура, просвіт та механічна міцність паперу.

Повітря, що міститься в паперовій масі у вигляді дрібних бульбашок, сприяє пластівцеутворенню маси, тому що на межі поділу фаз повітря - вода - волокно діють сили поверхневого натягу, під дією яких волокна скупчуються навколо бульбашки, створюючи флокули. Тому деаерація маси перед литтям сприяє не тільки

И	П	Х	П	П

підвищенню швидкості зневоднювання, але й поліпшенню просвіту і якості паперу-основи для парафінування.

Концентрація маси, що надходить на сітку, залежить від виду виготовленої продукції і ступеня млива. Концентрація коливається в межах від 0,1 ... 1,2 %. Концентрація маси, яка надходить на сітку, становить 0,2%.

Зневоднення паперового полотна, що надійшло в пресову частину, відбувається шляхом механічного віджимання та відсмоктування з нього вологи. При цьому відбувається зближення волокон між собою, що забезпечує встановлення між ними зв'язків, що визначають основні властивості паперового листа.

На якість паперу-основи впливає співвідношення швидкості маси, що надходить на сітку, до швидкості самої сітки. Якщо швидкість маси значно менша за швидкість сітки, то при першому ж дотику сітки, волокна будуть захоплюватися сіткою та орієнтуватися переважно в машинному напрямку, а якщо швидкість маси більша за швидкість сітки, то маса буде утворювати на ній потоки, які набігають, що призведе до утворення поперечних хвиль та смуг.

Зазвичай на практиці відношення швидкості маси до швидкості сітки підтримують на рівні 0,90 ... 0,98.

В процесі проходження вологого полотна паперу-основи для парафінування через прес можна виділити чотири фази його зневоднення.

У фазі I полотно проходить на сукні шлях від місця контакту сукна з нижнім валом до входу в зону пресування.

На цій ділянці сухість полотна знижується внаслідок часткового переходу в нього вологи з сукна за рахунок капілярних сил всмоктування. Після входу в зону пресування з початку контакту валів до середини цієї зони (фаза II) полотно і сукно стискаються, і товщина їх зменшується за рахунок витіснення з їх пор спочатку повітря, а потім води.

И	П	Х	П	П

У зоні пресування сукно сухіше, ніж полотно і під дією гідравлічного тиску вода йде від полотна в сукно, а далі різними шляхами в залежності від конструкції преса.

При цьому слід зазначити, що чим менше вологість сукна, що входить в зону пресування, і чим більше воно може увібрати в себе води, тим ефективніше буде процес зневоднення полотна і робота преса в цілому.

На вихідній стороні зони контакту пресових валів (фаза III) тиск поступово знижується і сукно разом з полотном починає розширюватися, в результаті чого виникає короткочасний вакуум в порах сукна, за рахунок якого можливе часткове подальше підвищення сухості паперового полотна. Однак в III і IV фазах відбувається підвищення вологості полотна за рахунок переходу вологи з сукна під дією капілярних сил, так як розмір пор в сукні значно більше, ніж у вологому полотні паперу-основи, а величина цих сил обернено пропорційна діаметру пор.

На процес зневоднення вологого полотна паперу-основи в пресовій частини машини і на властивості готової продукції впливають багато конструктивних і технологічних чинників, серед яких найважливішими є: якість сукна і тип пресів, питомий тиск при пресуванні, композиція паперової маси, ступінь млива, температура віджимання полотна, швидкість машини та ін.

Сушіння паперу-основи для парафінування відбувається контактним способом. Тепло передається вологому паперовому полотну безпосередньо від поверхні сушильних циліндрів, що нагріваються зсередини парою. Такий спосіб сушіння, порівняно з іншими є ефективнішим, має низку переваг, до яких відноситься економічність, висока якість та міцність полотна паперу-основи, гладкість його поверхні. Недоліком багатоциліндрового контактного сушіння є його висока металоємність, сушильна частина машини займає багато місця і вимагає великих експлуатаційних витрат.

И	П	Х	П	П

Сушіння паперу-основи для парафінування – циклічний процес. Кількість циклів відповідає кількості сушильних циліндрів. Кут обхвату паперовим полотном сушильного циліндр має бути найбільш можливим. Один цикл сушіння полотна поділяється на дві фази. Перша точка – це початок контакту полотна паперу-основи з поверхнею сушильного циліндра. Друга точка – початок контакту сукна з полотном і циліндром. Третя точка – це кінець сходження сукна з поверхневим контактом полотна з циліндром. Четверта точка – це сходження паперового полотна з поверхні сушильного циліндра. П'ята точка – контакт полотна з нижнім сушильним циліндром. Відстань від першої до п'ятої точки – цикл. Від 1 до 4 – це фаза безпосереднього контакту полотна паперу-основи з циліндром. В цю фазу відбувається нагрівання полотна, циліндр передає полотну енергію яка використовується для нагрівання води в полотні і перетворення її на пару. Точки 4-5 – це друга фаза циклу, вільний рух полотна паперу-основи до наступного циклу і у цю фазу відбувається охолодження полотна.

На процес сушіння паперу-основи впливає багато чинників, серед яких найважливішими є: температура поверхні сушильних циліндрів, швидкість машини, властивості навколишнього повітря, загальний коефіцієнт теплопередачі від пари до полотна, що сушиться властивості паперового полотна, маса його 1 м², композиція і ступінь млива волокна, конструктивні особливості сушильної частини машини і її стан, вид сукон або сіток та їх натяг, вологість, температура та інші чинники.

Температура поверхні сушильних циліндрів знаходиться в прямій залежності від температури гріючої пари: чим більша різниця температур між гріючою парою і висушуваним полотном, тим більше буде передано йому тепла на випаровування вологи і тим інтенсивніше буде відбуватися процес сушіння.

Для обігріву сушильних циліндрів використовується, переважно насичена водяна пара тиском до 0,35 МПа з температурою приблизно 140 °С, що уже використовувалася в парових турбінах. Температура зовнішньої поверхні

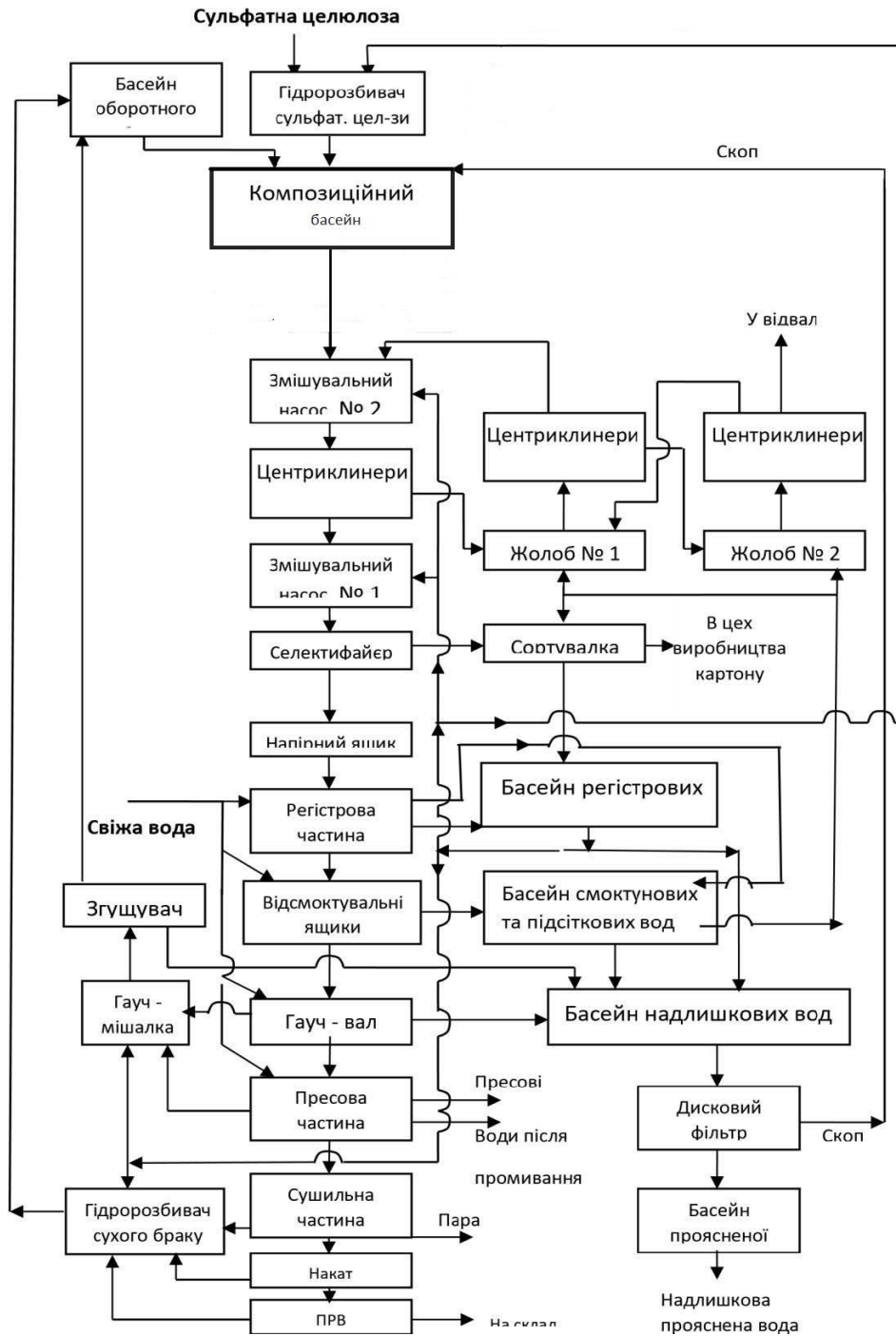
сушильних циліндрів зазвичай на 10 – 20 °С менша, ніж температура пари, а полотна, що сушиться – на 15 – 40 °С менша, ніж перепад між полотном, а також короткочасність цієї операції на машині іноді викликає необхідність застосування для інтенсифікації процесу сушіння пари тиском 0,5 – 0,8 і навіть до 1 МПа з температурою до 180 °С.

Зі збільшенням швидкості машини інтенсивність сушіння зростає внаслідок підвищення інтенсивності обдування полотна навколишнім теплим повітрям на ділянках його вільного ходу між верхнім і нижнім циліндрами і швидшого "перевертання" полотна до стінок останніх. Це призводить до вирівнювання вологості полотна по його товщині, що також сприяє поліпшенню теплопередачі від стінки циліндра до полотна. Однак слід зазначити, що почергове нагрівання полотна то з одного, то з іншого боку і наявність ділянок його вільного ходу неминуче призводять до теплових втрат, тому волога, що випаровується, при кожному контакті з сушильним циліндром змушена "мігрувати", змінюючи свій напрямок на 180°, крім того відбувається "засмоктування" повітря в простір між полотном і циліндром, а повітря, як відомо, є поганим провідником тепла.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ-ОСНОВИ ДЛЯ ПАРАФІНУВАННЯ

3.1 Блок - схема виробництва паперу-основи для парафінування

Рисунок 3.1 – Блок-схема для розрахунку матеріального балансу



Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

Найменування показників	Приймаємо до розрахунку
1	2
1.Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %	
На накаті	93,0
Після пресів	42,0
Після гауч-вала	19,0
Після відсмоктувальних ящиків	10,0
Після реєстрової частини	5,0
В напірному ящику	0,3
В машинному басейні	3,5
2. Концентрація відхідних вод, %	
Регістрова вода	0,005
В пісітковій ванні	0,005
Відсмоктуючі ящики	0,04
Прессів	0,004
Згущувачів браку	0,001
Гауч-вала	0,05
Від промивання пресових сукон	0,04
3.Витрата свіжої та надлишкової води, л/т паперу-основи	
Свіжа вода на промивання сукон	4000
Свіжа вода на спорски згущувача браку	1000

Свіжа вода на відсічки на гауч-валі	2000,0
4.Витрата освітленої води , л/т паперу	
На промивання сітки	15000
На спорски згущувача браку	1000
На спорски в гауч-мішалку	3000
5.Приймаємо наступну кількість браку , % від паперу	
при обробці	2
В сушильній частині	2
На пресі	2
6.Композиція паперу-основи , %	
Хвойна целюлоза	100
7.Концентрація відходів сортування, %	
Відходи селективфайера	1,5
Відсортованої маси	0,5
Центриклинерів І ступеня	1,0
Відсортованої маси	0,4
Центриклинерів ІІ ступеня	0,8
Відсортованої маси	0,4
Центриклинерів ІІІ ступеня	0,8
Відсортованої маси	0,2
Сухого браку	92
Мокрого браку з пресів	23
Браку з гауч-валу	18
В гідрозбивачі сухого браку	3,5
8.Кількість відходів сортування, (кг/т)	

И	П	Х	П	П

На селективфаєрах	50
На пласких сортувалках	3
Від III ступеня центриклинерів	1

Розрахунок матеріального балансу

Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно блок-схеми. [9]

Склад готової продукції. На склад поступає 1000 кг паперу-основи для парафінування із заданою сухістю 93 %.

Отже, в ньому міститься: абсолютно-сухого волокна $1000 \cdot 0,93 = 930$ кг,
води $1000 - 930 = 70$ кг.

Поздовжно-різальний верстат (ПРВ). З урахуванням 2 % браку, що утворюється під час оброблення паперу-основи ($1000 \cdot 0,02 = 20$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ПРВ повинно поступити $1000 + 20 = 1020$ кг. В папері, що проходить через ПРВ міститься:

абсолютно-сухого волокна $1020 \cdot 0,93 = 948,60$ кг,
води $1020 - 948,60 = 71,40$ кг.

Накат. З урахуванням 2 % браку, що утворюється під час намотування паперу ($1000 \cdot 0,02 = 20$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти $1020 + 20 = 1040$ кг п/с. паперу

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься:
абсолютно-сухого волокна $1040 \cdot 0,93 = 967,20$ кг,
води $1040 - 967,20 = 72,80$ кг.

И	П	Х	П	П

Сушильна частина. Для визначення кількості маси, що поступає в сушильну частину та кількості води, що випаровується в процесі сушіння, складемо схему потоків в процесі сушіння:



C_1, C_2, C_3, C_4 - кількість волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 1020$ кг; $C_1 = 40$ %; $C_2 = C_4 = 93$ %.

P_1 - ?; P_3 - ?.

Зважаючи, що кількість браку становить 2 % від маси паперу, що надходить на склад готової продукції, то $P_4 = 20$ кг.

В ньому міститься: волокна $20 \cdot 0,93 = 18,60$ кг; води $20 - 18,60 = 1,40$ кг.

Складемо систему рівнянь:

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4;$$

$$P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3 + P_4 C_4.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$P_2 C_1 + P_3 C_1 + P_4 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3 + P_4 C_4;$$

$$P_3 C_1 - P_3 C_3 = P_2 C_2 + P_4 C_4 - P_2 C_1 - P_4 C_1,$$

$$P_3 = \frac{P_2(C_2 - C_1) + P_4(C_4 - C_1)}{(C_1 - C_3)} = \frac{1040(93 - 42) + 20(93 - 42)}{(42 - 0)} = 1287,14 \text{ кг.}$$

$$P_1 = 1040 + 1287,14 + 20 = 2347,14 \text{ кг.}$$

В масі, що поступає на сушіння міститься:

- волокна $2347,14 \cdot 42,0/100 = 985,80$ кг;
- води $2347,14 - 985,80 = 1361,34$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2347,14	42,00	985,80	1361,34
Надійшло (всього)	2347,14		985,80	1361,34
На накат	1040	93,00	967,20	72,80
Втрати пари	1287,14	0,00	0,00	1287,14
В гідророзбивач сухого браку	20	93,00	18,60	1,40
Відходить (всього)	2347,14		985,80	1361,34

Пресова частина



C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 4000$ кг; $P_4 = P = 4000$ кг; $P_2 = 2347,14$ кг.

$C_1 = 19,0$ %; $C_2 = 42,0$ %; $C_3 = 0,1$ %; $C_4 = 0,001$ %; $C_5 = C_2 = 40,0$ %.

P_1 ?, P_3 -?.

Зважаючи, що в гауч-мішалку надходить 2 % від маси паперу, що поступає на склад готової продукції, $P_5 = 20$ кг.

В ньому міститься: волокна - $20 \cdot 0,42 = 8,40$ кг; води - $20 - 8,40 = 11,60$ кг.

Складемо систему рівнянь:

$$P + P_1 = P_2 + P_3 + P_4 + P_5;$$

$$P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3 + P_4 C_4 + P_5 C_5;$$

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4 + P_5 - P.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$(P_2 + P_3 + P_4 + P_5 - P) \cdot C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3 + P_4 C_4 + P_5 C_5;$$

$$P_3 C_1 - P_3 C_3 = P_2 C_2 - P_2 C_1 + P_4 C_4 - P_4 C_1 + P_5 C_5 - P_5 C_1 + P C_1,$$

$$P_3 = \frac{P_2(C_2 - C_1) + P_4(C_4 - C_1) + P_5(C_5 - C_1) + P \cdot C_1}{(C_1 - C_3)} =$$

$$= \frac{2347,14 (42,0 - 19,0) + 4000(0,001 - 19,0) + 20(42,0 - 19,0) + 4000 \cdot 20,0}{(10,0 - 0,1)} = 2866,30 \text{ кг.}$$

Таким чином, в пресових водах, що відводяться в стік міститься:

$$- \text{волокна } 2685,07 \cdot 0,1 / 100 = 2,69 \text{ кг;}$$

$$- \text{води } 2685,07 - 2,69 = 2682,39 \text{ кг.}$$

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4 + P_5 - P = 2347,14 + 2866,30 + 4000 + 20 - 4000 =$$

$$= 5233,45 \text{ кг.}$$

В масі, що поступає в пресову частину міститься:

$$- \text{волокна } 5233,45 \cdot 19,0 / 100 = 994,35 \text{ кг;}$$

$$- \text{води } 5233,45 - 994,35 = 4239,09 \text{ кг.}$$

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Післягауч-вала	5233,45	19,00	994,35	4239,09
Свіжавода для промивання сукон	4000,00	0,00	0,00	4000,00
Надійшло (всього)	9233,45		994,35	8239,09
На сушіння	2347,14	42,00	985,80	1361,34
Пресові води	2866,30	0,0040	0,11	2866,19
Води від промивання сукон	4000,00	0,0010	0,04	3999,96
В гауч-мішалку мокрого браку	20,00	42,00	8,40	11,60
Відходить (всього)	9233,45		994,35	8239,09

Гауч-вал



C_1, C_2, C_3, C_4 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 1000$ кг; $P_2 = 5233,45$ кг.

$C_1 = 10,0$ %; $C_2 = 19,0$ %; $C_3 = 0,005$ %; $C_4 = C_2 = 19,0$ %.

P_1 - ?, P_3 - ?.

Зважаючи, що в гауч-мішалку надходить 2 % від маси паперу, що поступає на склад готової продукції, $P_4 = 20$ кг.

В ньому міститься: волокна - $20 \cdot 0,19 = 3,8$ кг; води - $20 - 3,8 = 16,2$ кг.

Складемо систему рівнянь:

$$P + P_1 = P_2 + P_3 + P_4;$$

$$P_1C_1 = P_2C_2 + P_3C_3 + P_4C_4.$$

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4 - P.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$(P_2 + P_3 + P_4 - P) \cdot C_1 = P_2C_2 + P_3C_3 + P_4C_4.$$

$$P_3C_1 - P_3C_3 = P_2C_2 - P_2C_1 + P_4C_4 - P_4C_1 + PC_1,$$

$$P_3 = \frac{P_2(C_2 - C_1) + P_4(C_4 - C_1) + P \cdot C_1}{(C_1 - C_3)} =$$
$$= \frac{5233,45 (19,0 - 10,0) + 20(19,0 - 10,0) + 1000 \cdot 10,0}{(10,0 - 0,005)} = 5730,97.$$

Отже, у водах, що відходять з гауч-валу і поступають в басейн підсіткових вод міститься:

– волокна $5730,97 \cdot 0,005 / 100 = 0,29$ кг;

И	П	У	П	П

– води $2884,35 - 0,29 = 5730,68$ кг.

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4 - P = 5233,45 + 5730,97 + 20 - 1000 = 9984,41 \text{ кг.}$$

В масі, що надходить на гауч-вал міститься:

– волокна $9984,41 \cdot 10,0 / 100 = 998,44$ кг;

– води $9984,41 - 998,44 = 8985,97$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсмоктувальних ящиків	9984,41	10,00	998,44	8985,97
Свіжавода на відсічки	1000,00	0,00	0,00	1000,00
Надійшло (всього)	10984,41		998,44	9985,97
Упресову. частину	5233,45	19,00	994,35	4239,09
Води з гауч-вала	5730,97	0,0050	0,29	5730,68
В гауч-мішалку мокрого браку	20,00	19,00	3,80	16,20
Відходить (всього)	10984,41		998,44	9985,97

Відсмоктувальні ящики



C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$$P = 6000 \text{ кг; } P_2 = 9984,41 \text{ кг.}$$

$$C_1 = 5,0 \% ; C_2 = 10,0 \% ; C_3 = 0,04 \%$$

$$P_1 - ?, P_3 - ?.$$

Складемо систему рівнянь:

$$P + P_1 = P_2 + P_3;$$

$$P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3;$$

$$P_1 = P_2 + P_3 - P.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$(P_2 + P_3 - P) \cdot C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3;$$

$$P_3 C_1 - P_3 C_3 = P_2 C_2 - P_2 C_1 + P C_1,$$

$$P_3 = \frac{P_2(C_2 - C_1) + P \cdot C_1}{(C_1 - C_3)} = \frac{9984,41 (10,0 - 5,0) + 6000 \cdot 5,0}{(5,0 - 0,04)} = 16113,32 \text{ кг.}$$

Отже, у водах, що відходять від відсмоктувальних ящиків і поступають в басейн підсіткових вод міститься:

$$- \text{волокна } 16113,32 \cdot 0,04 / 100 = 6,45 \text{ кг;}$$

$$- \text{води } 16113,32 - 6,45 = 16106,87 \text{ кг.}$$

$$P_1 = P_2 + P_3 - P = 9984,41 + 16113,32 - 6000 = 20097,73 \text{ кг.}$$

В масі, що надходить на відсмоктувальні ящики міститься:

$$- \text{волокна } 20097,73 \cdot 5,0 / 100 = 1004,89 \text{ кг;}$$

$$- \text{води } 20097,73 - 1004,89 = 19092,84 \text{ кг.}$$

$$- \text{волокна } 16113,32 \cdot 0,04 / 100 = 6,45 \text{ кг;}$$

$$- \text{води } 16113,32 - 6,45 = 16106,87 \text{ кг.}$$

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстр.частини	20097,73	5,00	1004,89	19092,84
Свіжа вода на відсічки	6000,00	0,00	0,00	6000,00
Надійшло (всього)	26097,73		1004,89	25092,84
На гауч-вал	9984,41	10,00	998,44	8985,97
Підсіткові води	16113,32	0,0400	6,45	16106,87
Відходить (всього)	26097,73		1004,89	25092,84

Регістрова частина



C_1, C_2, C_3, C_4 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 15000$ кг; $P_2 = 20097,73$ кг; $P_4 = 15000$ кг.

$C_1 = 0,3$ %; $C_2 = 5,0$ %; $C_3 = 0,005$ %; $C_4 = 0,004$ %.

P_1 ?, P_3 -?.

Таким чином, для визначення P_1 і P_3 складемо систему рівнянь:

$$P + P_1 = P_2 + P_3 + P_4;$$

$$P_1C_1 = P_2C_2 + P_3C_3 + P_4C_4;$$

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4 - P.$$

$$(P_2 + P_3 + P_4 - P) \cdot C_1 = P_2C_2 + P_3C_3 + P_4C_4;$$

$$P_3C_1 - P_3C_3 = P_2C_2 - P_2C_1 + P_4C_4 - P_4C_1 + PC_1,$$

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{P_2(C_2 - C_1) + P_4(C_4 - C_1) + P \cdot C_1}{(C_1 - C_3)} = \\ &= \frac{20097,73 (5,0 - 0,30) + 15000(0,004 - 0,30) + 15000 \cdot 0,30}{(0,30 - 0,005)} = \\ &= 320404,52 \text{ кг.} \end{aligned}$$

Таким чином, у водах, що поступають в басейн реєстрових вод міститься:

– волокна $320404,52 \cdot 0,005 / 100 = 16,02$ кг;

– води $320404,52 - 16,02 = 320388,50$ кг.

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 + P_3 + P_4 - P = 20097,73 + 320404,52 + 15000 - 15000 = \\ &= 340502,25 \text{ кг.} \end{aligned}$$

В масі, що надходить з напірного ящика в реєстрову частину міститься:

И	П	У	Р	П

– волокна $340502,25 \cdot 0,30 / 100 = 1021,51$ кг;

– води $340502,25 - 1021,51 = 339480,74$ кг.

У водах, що поступають в басейн підсіткових вод міститься:

– волокна $15000 \cdot 0,004 / 100 = 0,60$ кг;

– води $15000,0 - 0,6 = 14999,40$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після напірного ящика	340502,25	0,30	1021,51	339480,74
Свіжа вода на промивання сітки	15000,00	0,000	0,00	15000,00
Надійшло (всього)	355502,25		1021,51	354480,74
На відсмоктувальні ящики	20097,73	5,00	1004,89	19092,84
Регістрові води	320404,52	0,0050	16,02	320388,50
Підсіткові води	15000,00	0,0040	0,60	14999,40
Відходить (всього)	355502,25		1021,51	354480,74

Напірний ящик

із селективфайєра P_1C_1



в регістрову частину P_2C_2

C_1, C_2 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 340502,25$ кг; $C_1 = 0,30$ %.

Зважаючи на те, що в напірному ящику не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_2 = 340502,25$ кг; $C_3 = 0,30$ %.

Селективфайєр

із змішувального насоса №1 P_1C_1



C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 340502,25$ кг.

$C_2 = 0,30$ %; $C_3 = 1,5$ %.

Відсоток маси, що поступає на сортувалку, у відповідності з вихідними даними приймаємо рівним 0,8 % (по відношенню до маси, що поступає в напірний ящик).

P_1 -?, P_3 -?.

В першу чергу потрібно розрахувати P_3 - величину потоку маси, що поступає на сортувалку.

$$P_3 = \frac{P_2 \cdot 1}{100} = \frac{340502,25 \cdot 1,5}{100} = 3405,02 \text{ кг.}$$

Таким чином, на сортувалку поступає:

– волокна $3405,02 \cdot 1,5 / 100 = 51,08$ кг;

– води $3405,02 - 51,08 = 3353,74$ кг.

Розрахуємо величину P_1 - кількість маси, що надходить із змішувального насоса на селектифайєр: $P_1 = P_2 + P_3 = 340502,25 + 3405,02 = 343907,27$ кг.

Виходячи з рівноважності за абсолютно-сухим волокном в селектифайєрі, для розрахунку C_1 необхідно визначити загальну кількість абсолютно-сухого волокна, що виходить із селектифайєра:

$$P_1C_1 = P_2C_2 + P_3C_3,$$

$$C_1 = \frac{P_2C_2 + P_3C_3}{P_1} = \frac{343907,27 \cdot 0,30 + 3405,02 \cdot 1,5}{343907,27} = 0,3119 \text{ \%}.$$

И	П	У	Р	П

Таким чином, в масі, що надходить на селективфайєр міститься:

– волокна $343907,27 \cdot 0,3119 / 100 = 1072,58$ кг;

– води $343907,27 - 1072,58 = 342834,69$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після змішувального насоса №1	343907,27	0,3119	1072,58	342834,69
Надійшло (всього)	343907,27		1072,58	342834,69
На напірний ящик	340502,25	0,3000	1021,51	339480,74
На плоску сортувалку	3405,02	1,5000	51,08	3353,95
Відходить (всього)	343907,27		1072,58	342834,69

Сортувалка



C_1, C_2, C_3, C_4 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 3405,02$ кг; $P_4 = 850$ кг.

$C_1 = 1,5$ %; $C_2 = 2,4$ %; $C_3 = 0,6$ %; $C_4 = 0,0190$ %.

P_2 -?, P_3 -?.

Складемо систему рівнянь:

$$P_1 + P_4 = P_2 + P_3;$$

$$P_1 C_1 + P_4 C_4 = P_2 C_2 + P_3 C_3;$$

$$P_2 = P_1 + P_4 - P_3.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$P_1C_1 + P_4C_4 = P_3C_3 + (P_1 + P_4 - P_3) \cdot C_2;$$

$$P_3C_3 - P_3C_2 = P_1C_1 - P_1C_2 + P_4C_4 - P_4C_2,$$

$$P_3 = \frac{P_1(C_1 - C_2) + P_4(C_4 - C_2)}{(C_3 - C_2)} =$$

$$= \frac{3405,02 (1,5 - 2,4) + 850(0,0190 - 2,4)}{(0,6 - 2,4)} = 2826,89 \text{ кг.}$$

Отже, у воді, що надходить на спорски з басейна надлишкових вод міститься:

– волокна $850 \cdot 0,0190 / 100 = 0,16$ кг;

– води $850 - 0,16 = 849,84$ кг.

У воді, що відходить із сортувалки і поступає в басейн реєстрових вод міститься:

– волокна $2826,89 \cdot 0,6 / 100 = 16,96$ кг;

– води $2826,89 - 16,96 = 2809,93$ кг.

$$P_2 = P_1 + P_4 - P_3 = 3405,02 + 850 - 2826,89 = 1428,13 \text{ кг.}$$

В масі, що поступає в цех виробництва картону міститься:

– волокна $1428,13 \cdot 2,4 / 100 = 34,28$ кг;

– води $1428,13 - 34,28 = 1393,86$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейна надлишкових вод	850,00	0,0190	0,16	849,84
Після селективфайера	3405,02	1,5000	51,08	3353,95
Надійшло (всього)	4255,02		51,24	4203,79
В басейн реєстрових вод	2826,89	0,6000	16,96	2809,93
В цех виробництва картону	1428,13	2,4000	34,28	1393,86
Відходить (всього)	4255,02		51,24	4203,79

Наступним кроком в розрахунку матеріального балансу має бути визначення середньозваженої масової долі волокна в басейні реєстрових вод. Це потрібно зробити тому, що в змішувальному насосі, розрахунок його мав бути наступним, використовується реєстрова вода для розведення маси, яка надходить з центриклинерів І ступеня.

Басейн реєстрових вод



C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 320404,52$ кг; $P_2 = 2826,89$ кг.

$C_1 = 0,005$ %; $C_2 = 0,6$ %.

C_3 - ?.

З реєстрової частини надходить:

- волокна $320404,52 \cdot 0,005 / 100 = 16,02$ кг;
- води $320404,52 - 16,02 = 320388,50$ кг.

Із сортувалки надходить:

- волокна $2826,89 \cdot 0,6 / 100 = 16,96$ кг;
- води $2826,89 - 16,96 = 2809,93$ кг.

Загальна кількість волокна = $16,02 + 16,96 = 32,98$ кг.

Загальна кількість маси = $320404,52 + 2826,89 = 323231,41$ кг.

Отже, середньозважений відсоток волокна в басейні реєстрових вод =

$$= \frac{32,98 \cdot 100}{323231,41} = 0,0102\%.$$

Таким чином, $C_3 = 0,0102\%$.

Змішувальний насос №1



C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 343907,27$ кг.

$C_1 = 0,7\%$; $C_2 = 0,3119\%$; $C_3 = 0,0102\%$.

$P_1 - ?$, $P_3 - ?$.

Отже, складемо систему рівнянь:

$$P_1 + P_3 = P_2;$$

$$P_1 C_1 + P_3 C_3 = P_2 C_2;$$

$$P_1 = P_2 - P_3.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$(P_2 - P_3) \cdot C_1 + P_3 C_3 = P_2 C_2;$$

$$P_2 C_1 - P_3 C_1 + P_3 C_3 = P_2 C_2;$$

$$P_3 C_3 - P_3 C_1 = P_2 C_2 - P_2 C_1,$$

$$P_3 = \frac{P_2 (C_2 - C_1)}{(C_3 - C_1)} = \frac{343907,27 (0,3119 - 0,7)}{(0,0102 - 0,7)} = 193501,88 \text{ кг.}$$

$$P_1 = P_2 - P_3 = 343907,27 - 193501,88 = 150405,39 \text{ кг.}$$

Таким чином, у водах, що надходять з басейна реєстрових вод і використовуються для розведення маси, міститься:

– волокна $150405,39 \cdot 0,7 / 100 = 1052,84$ кг;

– води $150405,39 - 1052,84 = 149352,55$ кг.

В масі, що поступає на селективфайер міститься:

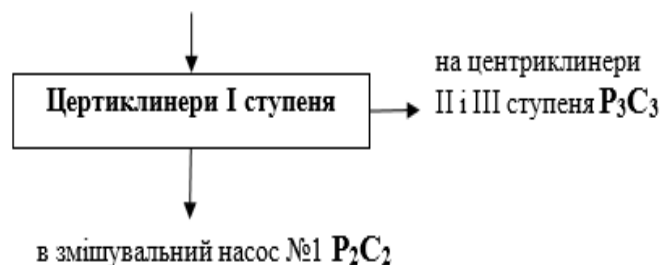
– волокна $343907,27 \cdot 0,3119 / 100 = 1072,58$ кг;

– води $343907,27 - 1072,58 = 342834,69$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	193501,88	0,0102	19,74	193482,14
Після центриклинерів I ступеня	150405,39	0,7000	1052,84	149352,55
Надійшло (всього)	343907,27		1072,58	342834,69
На селективфайер	343907,27	0,3119	1072,58	342834,69
Відходить (всього)	343907,27		1072,58	342834,69

Центриклинери I ступеня

із змішувального насоса №2 P_1C_1



C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 150405,39$ кг.

$C_1 = 0,73$ %; $C_2 = 0,7$ %; $C_3 = 1,0$ %.

P_1 -?, P_3 -?.

Складемо систему рівнянь:

$$P_1 = P_2 + P_3;$$

$$P_1C_1 = P_2C_2 + P_3C_3.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$(P_2 + P_3) \cdot C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3;$$

$$P_2 C_1 + P_3 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3;$$

$$P_3 C_1 - P_3 C_3 = P_2 C_2 - P_2 C_1,$$

$$P_3 = \frac{P_2 (C_2 - C_1)}{(C_1 - C_3)} = \frac{150405,39 (0,7 - 0,73)}{(0,73 - 1,0)} = 16711,71 \text{ кг.}$$

$$P_1 = P_2 + P_3 = 150405,39 + 16711,71 = 167117,10 \text{ кг.}$$

Отже, на центриклинери II і III ступеня поступає:

– волокна $16711,71 \cdot 1,0 / 100 = 167,12$ кг;

– води $16711,71 - 167,12 = 16544,59$ кг.

В масі, що поступає в змішувальний насос №1 міститься:

– волокна $150405,39 \cdot 0,65 / 100 = 1052,84$ кг;

– води $150405,39 - 1052,84 = 149352,55$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Післязмішувального насоса №2	167117,10	0,7300	1219,95	165897,15
Надійшло (всього)	167117,10		1219,95	165897,15
У змішувальний насос №1	150405,39	0,7000	1052,84	149352,55
На центриклинери II і III ступеня	16711,71	1,0000	167,12	16544,59
Відходить (всього)	167117,10		1219,95	165897,15

Центриклинери II і III ступеня



P_1 - кількість маси, що надходить з центриклинерів I ступеня, кг;

P_2 - кількість маси, що поступає у змішувальний насос №2, кг;

P_3 - кількість води, що надходить в жолоби №1 і №2 з басейна надлишкових вод, кг;

P_4 - кількість відходів, що поступають в стік, кг;

C_1, C_2, C_3, C_4 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 16711,71$; $P_4 = 150$ кг.

$C_1 = 1,0$ %; $C_2 = 0,4$ %; $C_4 = 0,67$ %; $C_3 = 0,0190$ %.

P_2 - ?, P_3 - ?.

Складемо систему рівнянь:

$$P_1 + P_3 = P_2 + P_4;$$

$$P_1 C_1 + P_3 C_3 = P_2 C_2 + P_4 C_4;$$

$$P_2 = P_1 + P_3 - P_4.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$P_1 C_1 + P_3 C_3 = P_4 C_4 + (P_1 + P_3 - P_4) \cdot C_2;$$

$$P_1 C_1 + P_3 C_3 = P_4 C_4 + P_1 C_2 + P_3 C_2 - P_4 C_2;$$

$$P_3 C_3 - P_3 C_2 = P_4 C_4 - P_4 C_2 + P_1 C_2 - P_1 C_1,$$

$$P_3 = \frac{P_1 (C_2 - C_1) + P_4 (C_4 - C_2)}{(C_3 - C_2)} =$$
$$= \frac{16711,71 (0,4 - 1,0) + 150 (0,67 - 0,40)}{(0,0190 - 0,40)} = 26208,67 \text{ кг.}$$

$$P_2 = P_1 + P_3 - P_4 = 16711,71 + 26208,67 - 150,00 = 42920,38 \text{ кг.}$$

Отже, у воді, що надходить в жолоби №1 і №2 з басейна надлишкових вод міститься:

– волокна $26208,67 \cdot 0,0190 / 100 = 4,97$ кг;

– води $26208,67 - 4,97 = 26203,70$ кг.

И	П	У	Р	П

У відходах, що утворюються на III ступені сортування і відводяться в стік міститься:

- волокна $150 \cdot 0,67 / 100 = 1,01$ кг;
- води $150 - 1,01 = 149$ кг.

В масі, що поступає у змішувальний насос №2 міститься:

- волокна $80442,05 \cdot 0,40 / 100 = 321,77$ кг;
- води $42770,38 - 171,08 = 42599,30$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Післяцентриклінерів I ступеня	16711,71	1,0000	167,12	16544,59
Надлишкова вода в жолоб I і II	26208,67	0,0190	4,97	26203,70
Надійшло (всього)	42920,38		172,09	42748,30
У змішувальний насос №2	42770,38	0,4000	171,08	42599,30
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
Відходить (всього)	42920,38		172,09	42748,30

Змішувальний насос № 2



C_1, C_2, C_3, C_4 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 167117,10$ кг; $P_4 = 42770,38$ кг.

$C_1 = 3,5$ %; $C_2 = 0,73$ %; $C_3 = 0,0102$ %, $C_4 = 0,40$ %.

$P_1 - ?$, $P_3 - ?$.

Отже, складемо систему рівнянь:

$P_1 + P_3 + P_4 = P_2$;

$$P_1C_1 + P_3C_3 + P_4C_4 = P_2C_2;$$

$$P_1 = P_2 - P_3 - P_4.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$(P_2 - P_3 - P_4) \cdot C_1 + P_3C_3 + P_4C_4 = P_2C_2;$$

$$P_2C_1 - P_3C_1 - P_4C_1 + P_3C_3 + P_4C_4 = P_2C_2;$$

$$P_3C_3 - P_3C_1 = P_4C_1 - P_4C_4 + P_2C_2 - P_2C_1,$$

$$P_3 = \frac{P_2(C_2 - C_1) + P_4(C_1 - C_4)}{(C_3 - C_1)} =$$

$$= \frac{167117,10 (0,73 - 3,5) + 42770,38 (3,5 - 0,40)}{(0,0102 - 3,5)} = 94654,86 \text{ кг.}$$

$$P_1 = P_2 - P_3 - P_4 = 167117,10 - 94654,86 - 42770,38 = 29691,86 \text{ кг.}$$

Отже, у воді, що надходить з басейна реєстрових вод міститься:

$$- \text{волокна } 94654,86 \cdot 0,0102 / 100 = 9,66 \text{ кг;}$$

$$- \text{води } 94654,86 - 9,66 = 94654,86 \text{ кг.}$$

В масі, що надходить з бака постійного рівня міститься:

$$- \text{волокна } 29691,86 \cdot 3,5 / 100 = 1039,95 \text{ кг;}$$

$$- \text{води } 29691,86 - 1039,95 = 28652,64 \text{ кг.}$$

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	94654,86	0,0102	9,66	94645,20
Зцентриклінерів II ступеня	42770,38	0,4000	171,08	42599,30
З бака постійного рівня	29691,86	3,5000	1039,22	28652,64
Надійшло (всього)	167117,10		1219,95	165897,15
На центриклинери I ступеня	167117,10	0,7300	1219,95	165897,15
Відходить (всього)	167117,10		1219,95	165897,15

Бак постійного рівня

з машинного басейна P_1C_1



в змішувальний насос №2 P_2C_2

C_1, C_2 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 29691,86$ кг; $C_2 = 3,5$ %.

Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_1 = 29691,86$ кг; $C_1 = 3,5$ %.

Машинний басейн

з композиційного басейна P_1C_1



в бак постійного рівня P_2C_2

C_1, C_2 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 29691,86$ кг; $C_2 = 3,5$ %.

Зважаючи на те, що в машинному басейні не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

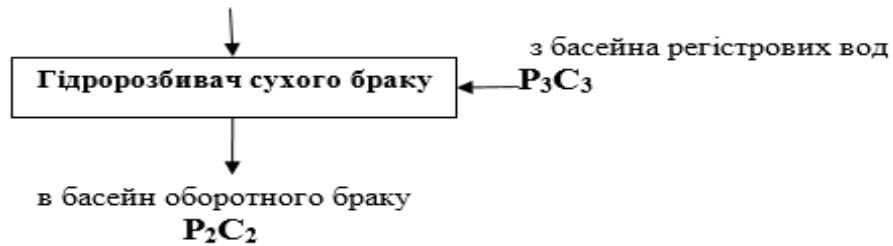
$P_1 = 29691,86$ кг; $C_1 = 3,5$ %.

Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку

Гідророзбивач сухого браку

И	П	У	П	П

відходи з ПРВ, сушіння, накату P_1C_1



C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

Враховуючи, що відходи сухого браку мають однакову сухість, їх можна подати одним потоком. Таким чином, $P_1 = 20 + 20 + 20 = 60$ кг.

$C_1 = 93,0$ %; $C_2 = 3,5$ %; $C_3 = 0,0102$ %.

P_2 -?, P_3 -?.

Отже, складемо систему рівнянь:

$$P_1 + P_3 = P_2;$$

$$P_1C_1 + P_3C_3 = P_2C_2.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$(P_1 + P_3) \cdot C_2 = P_1C_1 + P_3C_3;$$

$$P_1C_2 + P_3C_2 = P_1C_1 + P_3C_3;$$

$$P_3C_2 - P_3C_3 = P_1C_1 - P_1C_2,$$

$$P_3 = \frac{P_1(C_1 - C_2)}{(C_2 - C_3)} = \frac{60(93 - 3,5)}{(3,5 - 0,0102)} = 1538,77 \text{ кг.}$$

Таким чином, у водах, що надходять з басейна реєстрових вод і використовуються для розведення маси, міститься:

– волокна $1538,77 \cdot 0,0102 / 100 = 0,16$ кг;

– води $1538,77 - 0,16 = 1538,61$ кг.

В масі, що поступає в басейн оборотного браку міститься:

– волокна $1598,77 \cdot 3,5 / 100 = 55,96$ кг;

– води $1598,77 - 55,96 = 1542,81$ кг.

И	П	У	П	П

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
3 ПРВ	20,00	93,00	18,60	1,40
3 накату	20,00	93,00	18,60	1,40
3 сушіння	20,00	93,00	18,60	1,40
3 басейну реєстрових вод	1538,77	0,0102	0,16	1538,61
Надійшло (всього)	1598,77		55,96	1542,81
В басейн оборотного браку	1598,77	3,5000	55,96	1542,81
Відходить (всього)	1598,77		55,96	1542,81

Гауч-мішалка мокрого браку



C_1, C_2, C_3, C_4 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 20$ кг; $P_4 = 20$ кг.

$C_1 = 42$ %; $C_2 = 0,800$ %; $C_3 = 0,0102$ %; $C_4 = 19$ %.

P_2 -?, P_3 -?.

Отже, складемо систему рівнянь:

$$P_1 + P_3 + P_4 = P_2;$$

$$P_1C_1 + P_3C_3 + P_4C_4 = P_2C_2.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$(P_1 + P_3 + P_4) \cdot C_2 = P_1C_1 + P_3C_3 + P_4C_4;$$

$$P_1C_2 + P_3C_2 + P_4C_2 = P_1C_1 + P_3C_3 + P_4C_4;$$

$$P_3C_2 - P_3C_3 = P_1C_1 - P_1C_2 + P_4C_4 - P_4C_2,$$

$$P_3 = \frac{P_1(C_1 - C_2) + P_4(C_4 - C_2)}{(C_2 - C_3)} =$$

$$= \frac{20(42 - 0,80) + 20(19 - 0,80)}{(0,80 - 0,0102)} = 1504,19 \text{ кг.}$$

$$P_2 = P_1 + P_3 + P_4 = 20,00 + 1504,19 + 20,00 = 1544,19 \text{ кг.}$$

Таким чином, у водах, що надходять з басейна реєстрових вод і використовуються для розведення маси, міститься:

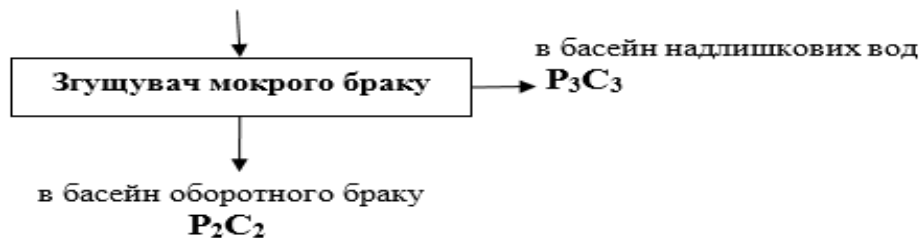
– волокна $1504,19 \cdot 0,0102 / 100 = 0,15 \text{ кг};$

– води $1504,19 - 0,15 = 1504,03 \text{ кг.}$

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	20,00	42,00	8,40	11,60
З гауч-вала	20,00	19,00	3,80	16,20
З басейну реєстрових вод	1504,19	0,0102	0,15	1504,03
Надійшло (всього)	1544,19		12,35	1531,83
На згущення мокрого браку	1544,19	0,8000	12,35	1531,83
Відходить (всього)	1544,19		12,35	1531,83

Згущувач мокрого браку

із гауч-мішалки P_1C_1



C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$$P_1 = 1544,19 \text{ кг.}$$

$C_1 = 0,8 \text{ \%}; C_2 = 3,5 \text{ \%}; C_3 = 0,03 \text{ \%}.$

$P_2 - ?, P_3 - ?.$

Отже, складемо систему рівнянь:

$$P_1 = P_2 + P_3;$$

$$P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3;$$

$$P_2 = P_1 - P_3.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$P_1 C_1 = (P_1 - P_3) \cdot C_2 + P_3 C_3;$$

$$P_1 C_1 = P_1 C_2 - P_3 C_2 + P_3 C_3;$$

$$P_3 C_3 - P_3 C_2 = P_1 C_1 - P_1 C_2,$$

$$P_3 = \frac{P_1 (C_1 - C_2)}{(C_3 - C_2)} = \frac{1544,19 (0,8 - 3,5)}{(0,03 - 3,5)} = 1201,53 \text{ кг}.$$

$$P_2 = P_1 - P_3 = 1544,19 - 1201,53 = 342,66 \text{ кг}.$$

Таким чином, у водах, що поступають в басейн надлишкових вод, міститься:

– волокна $1201,53 \cdot 0,03 / 100 = 0,36 \text{ кг};$

– води $1201,53 - 0,36 = 1201,17 \text{ кг}.$

В масі, що поступає в басейн оборотного браку міститься:

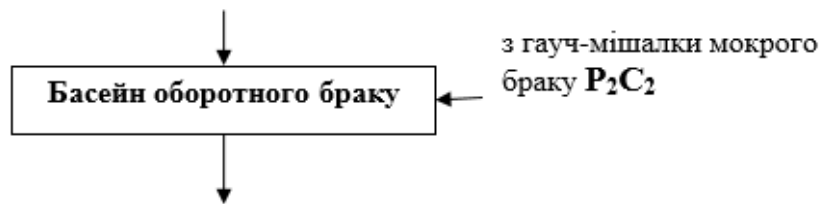
– волокна $342,66 \cdot 3,5 / 100 = 11,99 \text{ кг};$

– води $342,66 - 11,99 = 330,66 \text{ кг}.$

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-мішалки мокрого браку	1544,19	0,8000	12,35	1531,83
Надійшло (всього)	1544,19		12,35	1531,83
В басейн оборотного браку	342,66	3,5000	11,99	330,66
В басейн надлишкових вод	1201,53	0,0300	0,36	1201,17
Відходить (всього)	1544,19		12,35	1531,83

Басейн оборотного браку

із гідророзбивача сухого браку P_1C_1



в композиційний басейн P_3C_3

C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 1598,77$ кг; $P_2 = 342,66$ кг.

$C_1 = 3,5$ %; $C_2 = 3,5$ %;

P_3 -?, C_3 -?.

Враховуючи, що масові долі волокна (C_1, C_2, C_3) можуть бути різними, складемо систему рівнянь:

$$P_1 + P_2 = P_3;$$

$$P_1C_1 + P_2C_2 = P_3C_3,$$

$$P_3 = 1598,77 + 342,66 = 1941,43 \text{ кг.}$$

$$C_3 = \frac{P_1C_1 + P_2C_2}{P_3} = \frac{1598,77 \cdot 3,5 + 342,66 \cdot 3,5}{1941,43} = 3,5 \text{ \%}.$$

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З гідророзбивачасухого браку	1598,77	3,50	55,96	1542,81
З мішалки мокрого браку	342,66	3,50	11,99	330,66
Надійшло (всього)	1941,43		67,95	1873,48
В композиційнийбасейн	1941,43	3,50	67,95	1873,48
Відходить (всього)	1941,43		67,95	1873,48

Композиційний басейн

И	П	У	П	П



C_1, C_2, C_3, C_4 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2=27665,43$; $P_4 = 29691,86$ кг.

$C_2 = 3,5$ %; $C_3 = 3,5\%$; $C_4 = 3,5\%$, $C_5 = 3,5$ %.

$P_1-?, C_1-?$.

Попередньо розраховано кількість скопу з дискового фільтра $P_3 = 85$ кг.

Враховуючи, що масові долі волокна (C_2, C_3) можуть бути різними, складемо систему рівнянь:

$$P_1 + P_2 + P_3 = P_4;$$

$$P_1 C_1 + P_2 C_2 + P_3 C_3 = P_4 C_4,$$

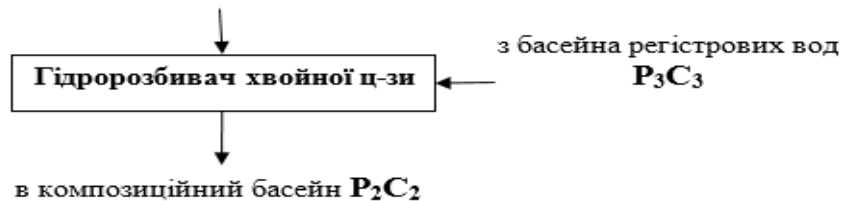
$$P_1 = P_4 - P_2 - P_3 = 27665,43 - 1149,06 - 85 = 27875,77 \text{ кг.}$$

$$C_1 = \frac{P_4 C_4 - P_2 C_2 - P_3 C_3}{P_1} = \frac{27665,43 \cdot 3,5 - 1149,06 \cdot 3,5 - 85 \cdot 3,5}{27875,77} = 3,5 \text{ \%}.$$

- із гідророзбивача хвойної целюлози повинно надійти:

$$27685,60 \cdot 1 = 27685,60 \text{ кг } (P_1');$$

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із гідророзбивача хвойної целюлози	27665,43	3,5000	968,29	26697,14
Із басейна оборотнього браку	1149,06	3,5000	67,95	1873,48
Скоп з дискового фільтра	85,00	3,5000	2,98	82,03
Надійшло (всього)	29691,86		1039,22	28652,64
В машинний басейн	29691,86	3,5000	1039,22	28652,64

Гідророзбивач хвойної целюлозихвойна целюлоза (зі складу) P_1C_1 

C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 27665,43$ кг.

$C_1 = 88$ %; $C_2 = 3,5$ %; $C_3 = 0,0102$ %.

P_1 -?, P_3 -?.

Отже, складемо систему рівнянь:

$$P_1 + P_3 = P_2;$$

$$P_1C_1 + P_3C_3 = P_2C_2;$$

$$P_1 = P_2 - P_3.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$(P_2 - P_3) \cdot C_1 + P_3C_3 = P_2C_2;$$

$$P_2C_1 - P_3C_1 + P_3C_3 = P_2C_2;$$

$$P_3C_3 - P_3C_1 = P_2C_2 - P_2C_1,$$

$$P_3 = \frac{P_2(C_2 - C_1)}{(C_3 - C_1)} = \frac{27665,43 (3,5 - 88)}{(0,0102 - 88)} = 26568,18 \text{ кг.}$$

$$P_1 = P_2 - P_3 = 27665,43 - 26568,18 = 1097,25 \text{ кг.}$$

Таким чином, у водах, що надходять з басейна реєстрових вод, міститься:

– волокна $26568,18 \cdot 0,0102 / 100 = 2,71$ кг;

– води $26568,18 - 2,71 = 26565,47$ кг.

У хвойній целюлозі, що надходить зі складу міститься:

– волокна $1097,25 \cdot 88 / 100 = 965,58$ кг;

– води $1097,25 - 965,58 = 131,67$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хвойна целюлоза зі складу	1097,25	88,00	965,58	131,67
Вода з басейну реєстрових вод				
вод	26568,18	0,0102	2,71	26565,47
Надійшло (всього)	27665,43		968,29	26697,14
В композиційний басейн	27665,43	3,50	968,29	26697,14
Відходить (всього)	27665,43		968,29	26697,14

Басейн реєстрових вод



C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 320404,52$ кг; $P_2 = 2826,89$ кг;

$P_3 = 26568,18$ кг; $P_4 = 0$ кг;

$P_5 = 1538,77$ кг; $P_6 = 1504,19$ кг;

$P_7 = 193501,88$ кг; $P_8 = 94654,86$ кг;

$C_1 = 0,005\%$; $C_2 = 0,6 \%$; $C_3 = 0,0102 \%$.

P_9 - ?.

Для визначення надлишку реєстрової води складемо рівняння:

$$P_9 = P_1 + P_2 - P_3 - P_5 - P_6 - P_7 - P_8 = 320404,52 + 2826,89 - 26568,18 - 1538,77 - 193501,88 - 94654,86 = 5463,53$$

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	320404,52	0,0050	16,02	320388,50
Відпоскої сортувалки	2826,89	0,6000	16,96	2809,93
Надійшло (всього)	323231,41		32,98	323198,43
На змішувальний насос №1	193501,88	0,1201	19,74	193482,14
На змішувальний насос №2	94654,86	0,1201	9,66	94645,20
На гідророзбивач хвойної целюлози	26568,18	0,1201	2,71	26565,47
На гідророзбивач сухого браку	1538,77	0,1201	0,16	1538,61
На мішалку мокрого браку	1504,19	0,1201	0,15	1504,03
В басейннадлишкових вод	5463,53	0,1201	0,56	5462,97
Відходить (всього)	323231,41		32,98	323198,43

Басейн надлишкових вод



$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 5463,53 \text{ кг}$; $P_2 = 15000 \text{ кг}$; $P_3 = 16113,32 \text{ кг}$; $P_4 = 5730,97 \text{ кг}$;

$P_5 = 1201,53 \text{ кг}$; $P_6 = 16450,67 \text{ кг}$; $P_7 = 850 \text{ кг}$;

$C_1 = 0,0102 \%$; $C_2 = 0,004\%$; $C_3 = 0,04\%$, $C_4 = 0,005\%$, $C_5 = 0,03 \%$.

$P_8 - ?$, $C_6 - ?$.

З басейна реєстрових вод надходить:

– волокна $5463,53 \cdot 0,0102 / 100 = 0,56 \text{ кг}$;

– води $5463,53 - 0,56 = 5462,97 \text{ кг}$.

З басейна підсіткових вод надходить:

– волокна $15000 \cdot 0,004 / 100 = 0,6$ кг;

– води $15000 - 0,6 = 14999,40$ кг.

З басейна вод відсмоктувальних ящиків надходить:

– волокна $25422,75 \cdot 0,1 / 100 = 25,42$ кг;

– води $25422,75 - 25,42 = 25397,33$ кг.

З гауч-вала надходить:

– волокна $5730,97 \cdot 0,005 / 100 = 0,29$ кг;

– води $5730,97 - 0,29 = 5730,68$ кг.

Із згущувача мокрого браку надходить:

– волокна $566,14 \cdot 0,04 / 100 = 0,36$ кг;

– води $1201,53 - 0,36 = 1201,17$ кг.

Загальна кількість волокна $= 0,56 + 0,6 + 6,45 + 0,29 + 0,36 = 8,25$ кг;

Загальна кількість маси $= 5463,53 + 15000 + 16113,32 + 5730,97 + 1201,53 = 43509,34$ кг.

Для визначення надлишку води, що поступає на дисковий фільтр, складемо рівняння:

$P8 = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 - P6 - P7 = 5436,53 + 15000 + 16113,32 + 5730,97 + 1201,53 - 16450,67 - 850 = 16450,67$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейна реєстрових вод	5463,53	0,0102	0,56	5462,97
З басейна підсіткових вод	15000,00	0,0040	0,60	14999,40
З басейна вод відсмоктуючих ящиків	16113,32	0,0400	6,45	16106,87
З гауч-вала	5730,97	0,0050	0,29	5730,68
Від згущувача мокрого браку	1201,53	0,0300	0,36	1201,17
Надійшло (всього)	43509,34		8,25	43501,09

И	П	Х	П	П

В жолоб №1 і №2	26208,67	0,0190	4,97	26203,70
На сортувалку	850,00	0,0190	0,16	849,84
На дисковий фільтр	16450,67	0,0190	3,12	16447,55
Відходить (всього)	43509,34		8,25	43501,09

Дисковий фільтр

із басейна надлишкових вод P_1C_1



C_1, C_2, C_3 - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 16450,67$ кг;

$C_1 = 0,0190$ %; $C_2 = 0,001$ %; $C_3 = 3,5$ %.

P_2 ?, P_3 -?.

Отже, складемо систему рівнянь:

$$P_1 = P_2 + P_3;$$

$$P_1C_1 = P_2C_2 + P_3C_3;$$

$$P_2 = P_1 - P_3.$$

Після відповідної підстановки отримаємо:

$$P_1C_1 - P_3C_3 = (P_1 - P_3) \cdot C_2;$$

$$P_1C_1 - P_3C_3 = P_1C_2 - P_3C_2;$$

$$P_3C_2 - P_3C_3 = P_1C_2 - P_1C_1,$$

$$P_3 = \frac{P_1(C_2 - C_1)}{(C_2 - C_3)} = \frac{16450,67 (0,001 - 0,0190)}{(0,001 - 3,5)} = 84,44 \text{ кг.}$$

$$P_2 = P_1 - P_3 = 16450,67 - 84,44 = 16366,23 \text{ кг.}$$

Таким чином, в басейн прояснених вод надходить:

– волокна $16366,23 \cdot 0,001 / 100 = 0,16$ кг;

– води $16366,23 - 0,16 = 16366,06$ кг.

В скопі, що поступає в композиційний басейн міститься:

– волокна $84,44 \cdot 3,5 / 100 = 2,96$ кг;

– води $84,44 - 2,96 = 81,49$ кг.

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надлишкових вод	16450,67	0,0190	3,12	16447,55
Надійшло (всього)	16450,67		3,12	16447,55
Скоп в композиційний басейн	84,44	3,50	2,96	81,49
В басейн прояснених вод	16366,23	0,0010	0,16	16366,06
Відходить (всього)	16450,67		3,12	16447,55

И	П	Х	П	П

Результати зведеного балансу води і волокна

В табл. 3.2 наведені результати зведеного балансу води і волокна.

Таблиця 3.2 – Результати зведеного балансу води і волокна

Волокно (абс.сух.),кг	Надходження	Витрата
Хвойна целюлоза (вибілена)	965,58	
Всього:	965,58	
Готова продукція		930,00
Відходи центриклинерів III ступеня		1,01
З пресовими водами		0,11
З водою після промивання сукон		0,04
На очисні споруди		0,16
Відходи сортувалки (в цех виробництва картону)		34,28
Всього:	965,60	
Вода, кг	Надходження	Витрата
З хвойною целюлозою	131,67	
Свіжа вода на промивання сіток	15000,00	
Свіжа вода на відсічки відсмоктуючих ящиків	6000,00	
Свіжа вода на промивання сукна	4000,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	1000,00	
Всього:	26131,67	
З готовою продукцією		70 00
З парою в процесі сушіння		1287,14
З відходами центриклинерів III ступеня		149,00
З пресовими водами		2866,19
Вода після промивання сукон		3999,96
На очисні споруди		16366,06
З відходами сортувалки (в цех виробництва картону)		1393,86
Всього:	26132,21	

Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва. В даному випадку вони становлять:

$$965.58 - (1,01 + 0.11 + 0,16 + 0,04) - 930 = 34.26 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна (ВВ) становлять:

$$ВВ = \frac{34.26 \cdot 100}{965.58} = 3.55 \text{ \%}.$$

3.4 Тепловий баланс

3.4.1 Вихідні дані для теплового балансу

Вихідні дані для розрахунку теплового балансу наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Вихідні дані для розрахунку теплового балансу

Параметр	Позначення	Значення
Продуктивність, кг / год.	G	2423.92
Початкова вологість матеріалу, %	W_1	58
Кінцева вологість матеріалу, %	W_2	7
Початкова температура матеріалу, °C	t_1	20
Початкова температура повітря, °C	θ_1	10
Початкова вологість повітря	F_1	0.4
Кінцева температура повітря, °C	θ_4	70
Кінцева вологість повітря	F_2	0.84
Температура повітря після теплообмінників, °C	θ_2	25
Температура пари, що гріє, °C	$\theta_{\text{пар}}$	130

Таблиця 3.4 – Розрахунок теплового балансу

Стаття приходу / витрати тепла	кДж/год.
Прихід тепла	
1. З паром, що поступає в сушильні циліндри	8611489,389
2. З паром, що поступає в калорифер	868730,3115
3. Тепло використане в теплообміннику	382854,8182
Всього	9863074,519
Витрата тепла	
1. На підігрів матеріалу	698920,0183
2. На сушку в 2-м, 3-м періодах	7698051,176
3. На втрати в навколишнє середовище	62302,32429

4. На втрати з невикористаним повітрям	38285,48182
5. На підігрів повітря в теплообмінниках	382854,8182
6. На втрати з повітрям	1110278,973

Всього	9990692,792
---------------	--------------------

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку теплового балансу

Показник	Позначення	Значення
Витрата пари в сушильній частині, кг / год.	D ₁	3922,532848
Витрата пари в калориферах, кг / год.	D ₂	395,7065995
Загальна витрата пари, кг / год.	D	4318,239448
Витрата пари на 1 кг матеріалу, кг / год.	D _{уд}	1,781510713
Кількість повітря, що подається в сушку, кг / год.	L	25371,39558
Кількість свіжого повітря, кг / год.	L ₉	27908,53513
Поверхня теплопередачі для підігріву сушки, м ²	F ₁	8,875174835
Поверхня теплопередачі для сушіння, м ²	F _{2,3}	124,707611
Загальна поверхня теплопередачі, м ²	F	133,5827858
Температура повітря на вході в суш. частини, °C	θ ₃	64,0362823
Температура матеріалу при сушці з пост. скор., °C	t ₂	60
Сер. температура матеріалу під періодах 2,3, °C	t ₄	78.9
Сер. температура матеріалу, °C	t ₅	40
Температура матеріалу після сушіння, °C	t ₃	113.55

И	П	Х	П	П

4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Для виробництва паперу-основи для парафінування із сульфатної вибіленої целюлози, використано ПРМ марки БП-25, що має наступні технічні характеристики:

- обрізна ширина полотна – 4200 мм;
- швидкість за приводом – 250-500 м/хв.;
- довжина сіткового столу – 15000 мм;
- довжина – 62300 мм;
- вага – 909 т.

Продуктивність ПРМ,

$$Q = 0,06 \cdot B_0 \cdot v \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2 = 0,06 \cdot 4,2 \cdot 450 \cdot 25 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = \\ = 2423,92 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 2,42 \frac{\text{т}}{\text{год}}.$$

де 0,06 – коефіцієнт для переведу хвилинної швидкості в годинну і маси аркуша, вираженого в г/м², в кг;

B_0 – обрізна ширина паперового полотна, м;

v – швидкість машини, м/хв;

g – маса 1 м² полотна;

K_1 , – коефіцієнт, що враховує вільний хід машини – 0,95 ... 0,98;

K_2 – коефіцієнт використання максимальної робочої швидкості – 0,9.

Продуктивність ПРМ за добу:

$$Q = 2423,92 \cdot 22,5 = 54,53 \frac{\text{т}}{\text{добу}}.$$

Продуктивність ПРМ за рік:

$$Q = 54,53 \cdot 345 = 18815,71 \frac{\text{т}}{\text{рік}} \approx 18 \text{ тис.} \frac{\text{т}}{\text{рік}}.$$

Для сульфатної хвойної целюлози відповідно до продуктивності потоку обираємо гідророзбивач типу ГРВ-12, який має наступні характеристики:

Продуктивність –	30 – 120 т/добу
об'єм ванни –	12 м ³
потужність електродвигуна –	132 кВт

Кількість гідророзбивачів для сульфатної целюлози:

$$\frac{P_{\text{доб.}}}{P_{\text{доб. ГРВ}}} = \frac{54,53 \text{ т/добу}}{100 \text{ т/добу}} = 0,54 \approx 1 \text{ гідророзбивач.}$$

Дисковий млин марки МД-630, має наступні характеристики:

Продуктивність –	20...65 т/добу
частота обертання ротора –	600 хв ⁻¹
установочна потужність –	132 кВт
діаметр дисків –	630 мм
маса –	4415 кг
напруга –	380 Вт

Сульфатна вибілена хвойна целюлоза:

- початкове °ШР = 12;
- кінцеве °ШР = 60.

Кількість дискових млинів для сульфатної хвойної целюлози:

$$\Delta \text{°ШР} = \frac{\Delta \text{°ШР}_{\text{кінцеве}} - \Delta \text{°ШР}_{\text{початкове}}}{8} = \frac{60 - 12}{8} = 6 \text{ дискових млинів.}$$

Установки вихрових очисників марки УВК-90-01, має наступні характеристики :

продуктивність –	90 т/добу
найбільша концентрація сортованої маси	1,3%
перепад тиску –	0,02...0,05 МПа

найбільший розрахований тиск – 0,5 МПа

габаритні розміри:

— довжина 6,48 м

— ширина 4,80 м

— висота 2,59 м

загальна маса 9,85 т

Кількість установок вихрових конічних очисників:

$$\frac{P_{\text{доб.}}}{P_{\text{доб. УВК}}} = \frac{54,53 \text{ т/добу}}{90 \text{ т/добу}} = 0,6$$

≈ 1 установка вихрових конічних очисників.

Вузлоуловлювач закритого типу двоситовий марки ВЗ-12, має наступні характеристики:

площа сита – 1,6 м²

продуктивність – 4...110 т/добу

найбільша концентрація сортованої маси 1,3 %

перепад тиску – 0,02...0,05 МПа

найбільший розрахований тиск – 0,5 МПа

кількість лопатей ротора – 4 шт.

частота обертання ротора – 310 хв⁻¹

діаметр отворів сита – 1,4...2,4 мм

потужність електродвигуна – 17 кВт

габаритні розміри:

— довжина 2,20 м

— ширина 1,32 м

— висота 1,42 м

загальна маса 1,9 т

Кількість вузлоуловлювачів:

$$\frac{P_{\text{доб.}}}{P_{\text{доб. ВЗ}}} = \frac{54,53 \text{ т/добу}}{100 \text{ т/добу}} = 0,54 \approx 1 \text{ вузлоуловлювач.}$$

Вібраційна сортувалка марки ВС-1.2 має наступні характеристики:

продуктивність –	12-24 т/добу
концентрація маси, що надходить –	0,7...1,5 %
площа сита –	1,2 м ²
потужність електродвигунів –	1,1 кВт
габаритні розміри:	
— довжина	1950мм
— ширина	1445мм
— висота	1003мм
маса	755 кг

Кількість вібраційних циліндричних сортувалок:

$$\frac{P_{\text{доб.}}}{P_{\text{доб. СЦН}}} = \frac{0,04 \cdot 54,53 \frac{\text{т}}{\text{добу}}}{24 \frac{\text{т}}{\text{добу}}} \approx 1 \text{ вібраційна циліндрична сортувалка.}$$

Гідророзбивач сухого браку типу ГРВ-1,5, має наступні технічні характеристики:

продуктивність –	6 т/добу
корисний (робочий) об'єм ванни –	1,5 м ³
потужність електродвигуна –	15 кВт

Кількість гідророзбивачів сухого браку

$$\frac{P_{\text{доб.}}}{P_{\text{доб. ГРВ}}} = \frac{0,04 \cdot 54,53 \text{ т/добу}}{6 \text{ т/добу}} = 0,36 \approx 1 \text{ гідророзбивач.}$$

Пульсаційний млин марки МП-00, має наступні технічні характеристики:

продуктивність –	5 – 25 т/добу;
діаметр ротора –	190 мм;

кількість робочих зон –	3 шт.;
частота обертання ротора –	3000 об/хв
габаритні розміри –	1,57×0,41×0,58 мм

Кількість пульсаційних млинів розраховують за формулою

$$\frac{P_{\text{доб.}}}{P_{\text{доб. ГРВ}}} = \frac{0,04 \cdot 54,53 \text{ т/добу}}{5 \text{ т/добу}} = 0,43 \approx 1 \text{ пульсаційний млин}$$

5 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ-ОСНОВИ ДЛЯ ПАРАФІНУВАННЯ

Загальна ширина цеху складає 33000 мм, довжина – 84000 мм (14 прольотів довжиною 6000 мм). Перший поверх має висоту 6000 мм, другий – 11500 мм, загальна висота будівлі – 23000 мм. Усередині кожного прольоту розташовано вікно шириною в 3000 мм для забезпечення природнім світлом приміщення. Деформаційні шви у будівлі розташовуються так, щоб 2-3 деформаційних шва розташовувались навпроти папероробної машини. Підлога складається з таких шарів матеріалів: щебінь (200); бітумна мастика (10); полімербетон (90). Міжповерхове перекриття складається з таких шарів матеріалів: плита перекриття (400); два шари рубероїду і бітуму (40); цементний розчин (60). Покриття даху складається з таких шарів матеріалів: збірні залізобетонні плити покриття (300); бітум (40); керамзитобетон (60); цементна стяжка (20); два шари рубероїду і бітуму (40); захисний шар гравію та бітуму. Другий поверх відрізняється за висотою від першого тому, що це необхідно для зручного розміщення ПРМ та для зручної експлуатації мостового крана. Колони розташовуються на початку кожного прольоту, відстань між якими 6000 мм. На поверхах є два прогони: шириною 24000 мм і 9000 мм; між цими прогонами встановлюються колони на відстані 6000 мм, як і колони між прольотами. На першому поверсі прогону шириною 24000 мм встановлюються колони через 6000 мм одна від одної для додаткового укріплення міжповерхового перекриття та для забезпечення його опору під масою папероробної машини; колона на відстані 24000 мм є наскрізною. На цьому ж поверсі розташовуються складські приміщення, у яких зберігають виготовлену продукцію; ліфт; інша апаратура, що є важливими технологічними вузлами для виробництва паперу. На другому поверсі в прогоні шириною 24000 мм призначений для розміщення папероробної машини а також іншого необхідного обладнання (ліфт, двигуни

					ДП 71.00.002 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

для ПРМ, монтажні отвори). Над ПРМ встановлюється монтажний кран, вантажопідйомність якого становить 24 т . Ширина сіткової частини згідно апарату складає 4200 мм; для обслуговування папероробної машини та роботи з нею необхідно забезпечити відстань від стіни до сіткового стола ПРМ, що в 1,25- 1,5 рази більша за довжину сіткової частини. Було обрано розташування ПРМ марки БП-25 на відстані 10500 мм від стіни до краю сіткової частини. Другий прогін шириною в 9000 мм необхідний для розташування в ньому службових та санітарно-гігієнічних приміщень. На цьому поверсі так само посередині кожного прольоту встановлюються вікна шириною 3000 мм для природнього освітлення приміщення.

					ДП 71.00.002 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

6 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Безпека життя і здоров'я працівників підприємства та створення безпечних умов праці – це одне з найважливіших завдань держави. В даній роботі розглядаємо цех з виробництва паперу-основи для парафінування, площею 300 м².

Під час експлуатації обладнання на виробництві, на персонал можуть діяти шкідливі та небезпечні фактори:

- мікроклімат робочої зони;
- виробниче освітлення;
- шум та вібрація
- електробезпека;
- пожежна безпека

На даний час створюються все нові способи виробництва різних матеріалів за допомогою різного обладнання, що в свою чергу призводить до зміни умов праці та трудового процесу. Тому під час виробництва слід проводити аналіз на нові чинники які можуть зашкодити здоров'ю персоналу.

У даному розділі наведена оцінка умов праці персоналу папероробного цеху, на підставі чого розроблені заходи направлені на забезпечення здорових і безпечних умов праці, пожежної і екологічної безпеки.

6.1. Повітря робочої зони

Речовини які використовуються в виробництві відносяться до 4 класу небезпеки – малонебезпечні.

В приміщення цеху потрібне нормальне повітряне середовище, яке відповідає вимогам ГОСТ 12.1.005-88, для цього в приміщеннях встановлено припливно-витяжна вентиляція, яка поліпшить повітрообмін.

Під час виробництва утворюється пил, якого ми можемо позбутися за допомогою вологого прибирання.

Контроль повітря робочої зони здійснюється таким чином:
відносна вологість — психрометром;

- 1) швидкість руху повітря контролюється 1 раз на три місяці за допомогою анемометра;
- 2) температура повітря робочої зони вимірюється постійно спиртним термометром;
- 3) контроль за вмістом пилу у повітрі робочої зони проводиться 1 раз на місяць.

6.2. Виробниче освітлення

У цеху передбачено природне, штучне і суміщене освітлення. Природне освітлення бічне здійснюється в денний час доби через вікна цеху.

По характеристиці зорової роботи підприємство, в якому проводиться спостереження за ходом виробничого процесу відноситься до IV розряду (середньої точності).

Об'єкт призначення — папероробна машина.

Так як виробництво безперервне, тому в нічний час доби передбачене штучне освітлення.

Ввечері використовують світильники по типу люмінесцентні лампи і лампи розжарювання.

Для системи електричного освітлення підібрані пиловологонепроникні світильники ПВЛ-6, люмінесцентні лампи потужністю 40 Вт, кількістю -42 шт. Також встановлені ртутні лампи високого тиску ДРЛ-400 кількістю – 32 шт. Для рівномірного світлорозсіювання, стіни розфарбовані в світлі тонна згідно ДБН В.2.5-28:2018

Норма освітленості (ДБН В.2.5-28:2018) на дільницях має складати, лк:

- розпуск целюлози, розмелювання	- 75
- мокра частина ПРМ	- 75
- сушильна частина ПРМ	- 180
- накат ПРМ	- 150
- дільниця різання паперу	- 200-300

6.3. Виробничий шум і вібрації

Джерелами шуму є приводи машини, різка, вакуум, каландрування паперу. У пресовій частині машини рівень шуму сягає 90 дБ, що перевищує норму в діапазоні частот 63-8000 Гц.

Постійний та сильний шум негативно впливає на працюючих, головна біль, втомленість, нудота.

Для запобігання таких випадків використовують наступні заходи:

- Використовуємо звукоізоляційні кабінки для спостереження, в яких шум буде нижчим 70 дБ.

Розрахунок:

Рівень шуму в розрахунковій точці до встановлення кабінки - 85 дБ. Допустимі значення рівня звукового тиску в кабінці згідно ДСН 3.3.6.037-99 68дБ.

Площу огороження визначаємо за формулою:

$$S=ab+2bh+2ah$$

де: $a = 8$ м – довжина, $b = 4$ м – ширина, $h = 3$ м – висота.

$$S = 8 \cdot 4 + 2 \cdot 4 \cdot 3 + 2 \cdot 8 \cdot 3 = 104 \text{ м}^2$$

Необхідна звукоізолювана здатність кабінки:

$$R = L + 10\lg(S/B) - L_n$$

де: $L = 85$ дБ – рівень шуму в розрахунковій точці,

$S = 104 \text{ м}^2$ – площа огороження,

$B = 8$ – постійна приміщення кабінки,

$L_n = 68$ – допустиме значення рівня звукового тиску,

$$R = 85 + 10\lg(104/8) - 68 = 28,13$$

Матеріал звукоізолюваної кабіни – металопластик із склопакетами (двокамерні). Товщина скла – 4 мм.

Рівень шуму в кабіні визначаємо: $L_{\text{каб}} = L - R_a$

де: R_a – звукоізолююча здатність конструкції стін кабіни.

$$L_{\text{каб}} = 85 - 40 = 45 \text{ дБ.}$$

- Персонал який працює в цеху, повинен бути забезпечений протишумовими навушниками, які знижують рівень шуму до 22-27 дБ.

Це дозволить знизити рівень шуму до рівня, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

Джерелом вібрації є пресова частина машини, пресові вали, папероведучі і сукноведучі вали, електродвигун. Вібрації будівельних конструкцій є причиною шуму в суміжних приміщеннях. Тому розташування інженерного устаткування в приміщеннях вимагає застосування методів для зменшення вібрації будівельних конструкцій до величин, які забезпечують допустимий рівень шуму в приміщеннях.

Вібрація передається через поверхню на тіло працюючого і викликає струс всього організму, що викликає різний ступінь судинних, нервово-м'язових і інших порушень.

Найбільш ефективним методом зниження вібрації будівельних конструкцій є пониження невіднованих сил, тобто динамічних навантажень, які створюються пресовою частиною.

Для запобігання вище сказаного були виконані такі роботи:

- ретельне динамічне балансування частин агрегатів, що обертаються;
- центрування муфтових з'єднань з електродвигуном;

- ліквідація перекосів і великих зазорів в підшипниках;
- надійне закріплення роз'ємних частин устаткування (кришок підшипників, з'єднувальних фланців трубопроводів).

Ці заходи дозволили понизити вібрацію рухомих частин до рівня, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.039-99.

6.4. Небезпека ураження електричним струмом.

Ураження електричним струмом відбувається в результаті дотику до струмоведучих частин і елементів устаткування, що опинилися під напругою, а також ураження кроковою напругою і через електричну дугу. Цех що проектується відноситься до категорії з підвищеною небезпекою.

Джерелом електроенергії на підприємстві служить 3-х фазна 4-х дротяна електрична мережа змінного струму з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В змінної частоти 50 Гц.

Для уникнення ураження електричним струмом:

- потрібно ізолювати елементи конструкції, що проводять електричний струм ($R_{iy} \geq 0,5 \text{ мОм}$ — опір ізоляції);
- застосовуємо огороження для захисту та ізоляції струмоведучих частин електрообладнання;
- кабель укладаємо в «рукава»;
- встановлюємо орієнтацію в електроустановках;
- обслуговуючому персоналу видаємо діелектричні килимки, рукавиці, індикатори струму і напруги;
- у аварійному режимі використовуємо захисне занулення.

Ці заходи приведенні відповідно з ДСТУ 7237:2011

6.5. Пожежна безпека

					ДП 71.00.002 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Сировина, готові продукти та відходи виробництва не є вибухонебезпечними і токсичними властивостями. Небезпека утворення пожежі пов'язана з великою кількістю горючих матеріалів.

З метою протипожежної безпеки на підприємстві систематично видаляється пил з пресової частини ПРМ, своєчасно забирається паперовий брак, змащувальні матеріали зберігаються в металічних ящиках у відведених місцях, палити дозволяється в спеціально відведених місцях.

Під час пожежі потрібно вимкнути вентиляцію, знизити швидкість машини до мінімуму. Провести первинні заходи для пожежогасіння. До них відносяться такі методи: вогнегасники, пожежні відра, пісок, протипожежні ковдри.

Вогнегасники і пожежний інвентар забарвлені в червоний колір, а бочки з водою і ящики з піском також мають відповідні написи білою фарбою. Пожежний інструмент фарбується в чорний колір.

Ящики для піску мають ємкість 0,5, 1,0 або 3,0 м³ і повинні бути укомплектовані совковою лопатою.

Протипожежні ковдри, виготовлені з негорючого теплоізоляційного полотна, грубо шерстної тканини, повинні мати розмір не менше 2х1 м і 2х2 м. Встановлюємо вогнегасники САМ-9, в якого ефективна площа пожежогасіння 12 м², тобто на площу 300 м² потрібно встановити 25 вогнегасників. Також встановлюємо вуглекислотні вогнегасники ВВК-3,5 в кількості 20 шт. Приміщення цеху відноситься до категорії В відповідно до НАПБ Б.03.002-2007.

Пожежна безпека пресової частини відповідає вимогам нормативних актів ДСТУ 8828:2019.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено технологічну схему виробництва паперу-основи для парафінування марки ОДПЄГ-28 із сульфатної вибіленої хвойної целюлози.
2. Наведено стандарти на целюлозу сульфатну марки ХБ-5 та на папір-основу для парафінування марки ОДПЄГ-28.
3. Наведено теоретичні відомості про процеси підготовки паперової маси, формування, пресування та сушіння паперового полотна.
4. Проведено розрахунок матеріального балансу води і волокна, згідно якого для виробництва 1 т паперу основи для парафінування витратити хвойної сульфатної вибіленої целюлози – 965,58 кг. Необхідно подати технічної води у кількості 26131,67 кг, з них свіжої води 26000 кг.
5. Виконано розрахунок теплового балансу, згідно якого необхідно тепла 9990692,792 кДж/год
6. Вибрано та розраховано кількість основного обладнання технологічного потоку виробництва паперу-основи для парафінування з вибіленої хвойної целюлози.
7. Наведено опис об'ємно-планувального рішення цеху з виробництва паперу.
8. Розроблено заходи з охорони навколишнього середовища у виробництві паперу-основи для парафінування.

					ДП 71.00.002 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология упаковочной бумаги. Трухтенкова Н. Е., Килипенко А. В., Пархоменко-Черняева И. А – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 287 с.
2. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів. – К.: ЕКМО, 2008, – 425 с.
3. Иванов С.Н. Технология бумаги. Изд. 3-е. – М. : Московская типография №2, 2006. – 696 с.
4. Пестова Н.Ф. Технология бумаги и картона: Учебное пособие. — Сыктывкар, СЛИ, 2013. — 70 с
5. Фляте Д. М. Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 440 с.
6. Плосконос В.Г., Примаков С.П., Черьопкіна Р.І., Антоненко Л.П., Мовчанюк О.М. Технологія паперу та картону: Метод. вказівки до виконання розрахунків матеріального балансу води і волокна для студентів напряму підготовки 0513 – хімічна технологія програми професійного спрямування "Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини" – К.: НТУУ "КПІ", 2011.– 66 с.