

**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 офсетного паперу з вибіленої целюлози з
розробленням технологічного потоку**

Виконав: студент IV курсу, групи ЛЦ-71

Возович Антон Дмитрович _____

Керівник: доц., к.х.н., Галиш В.В. _____

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. 00.002 ПЗ	Пояснювальна записка	70	
3	A1	ДП 7101. 01.002 ТК	Технологічна схема	1	
4	A1	ДП 7101. 02.002 ТК	План цеху	1	
5	A1	ДП 7101. 03.002 ТК	Поперечний розріз	1	
6	A1	ДП 7101. 04.002 ТК	Поздовжній розріз	1	
7	A1	ДП 7101. 00.002 ТК	Зведений матеріальний баланс	1	

				ДП 710000.002.00		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Возович А.Д.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Галиш В.В.				1	1
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**

Возовичу Антону Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Цех з виробництва офсетного паперу з вибіленої целюлози з розробленням технологічного потоку.

керівник проекту Галиш Віта Василівна, к.х.н.

(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) офсетний папір

4. Зміст (дипломного проекту) пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Описати та обґрунтувати розробку технологічного потоку, розробити технологічну частину, розрахувати матеріальний баланс, навести теоретичні відомості, описати та 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 проекту

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 проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (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	

Студент

(підпис)

А.Д. Возович

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

В.В. Галиш

(ініціали, прізвище)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: Цех з виробництва обгорткового паперу з невібіленої целюлози з
розробленням технологічного потоку

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: стор. 70, рис. , табл. 7, джерела 11.

Метою даного проекту є розроблення ресурсоефективного технологічного потоку з виробництва офсетного паперу в системі ТОВ «Дніпровська паперова фабрика».

Представлено та описано технологічну схему виробництва, розраховано матеріальний баланс води та волокна, тепловий баланс. Представлено основне технологічне обладнання. Наведено стислі теоретичні відомості про основні процеси виробництва офсетного паперу.

Наведено основні показники якості сульфатної вибіленої лисятної та хвойної целюлози, каоліну, глинозему, папіру офсетного. Представлено об'ємно-планувальне рішення будівлі цеху з виробництва паперу та наведенні заходи щодо охорони праці на виробництві.

СУЛЬФАТНА ВИБІЛЕНА ЛИСТЯНА ЦЕЛЮЛОЗА, СУЛЬФАТНА ВИБІЛЕНА ХВОЙНА ЦЕЛЮЛОЗА, КАОЛІН, ГЛИНОЗЕМ, ПРОКЛЕЮВАННЯ, РОЗМЕЛЮВАННЯ, ПАПЕРОРОБНА МАШИНА, СУШІННЯ, ПАПІР ОФСЕТНИЙ

					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ЛЦ-7102			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Цех з виробництва офсетного паперу в системі Товариства з обмеженою відповідальністю «Дніпропетровська паперова фабрика» з розробленням технологічного потоку	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Возович А.Д.					7	70
Перевір.		Галиш В.В.						
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ, ЛЦ-71		
Н. Контр.		Галиш В.В.						
Затверд.								

ABSTRACT

Diploma project: pages, fig. 70, tabl. 7, sources 11.

The purpose of this project is to develop a resource-efficient technological flow for the production of offset paper in the system of LLC "Dnieper Paper Factory".

The technological scheme of production is presented and described, the material balance of water and fibers, thermal balance is calculated. The main technological equipment is presented. Brief theoretical information on the main processes of offset paper production is given.

The main quality indicators of sulfate bleached fox and coniferous cellulose, kaolin, alumina, offset paper are given. The volume-planning decision of the building of the paper production shop and the measures on labor protection at the production are presented.

SULFATIC VIBRATED LEAF CELLULOSE, SULFATIC VIBRATED
SOFTWOOD CELLULOSE, KAOLIN, ALUMINA, SIZING, KNEADING,
PAPERMAKING MACHINE, DRYING, OFFSET PAPERMAKER

					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ЛЦ-7102				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Возович А.Д.			Цех з виробництва офсетного паперу в системі Товариства з обмеженою відповідальністю «Дніпропетровська паперова фабрика» з розробленням технологічного потоку		Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Галиш В.В.						8	70
Реценз.							КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ, ЛЦ-71		
Н. Контр.		Галиш В.В.							
Затверд.									

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ОФСЕТНОГО ПАПЕРУ.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ОФСЕТНОГО ПАПЕРУ	13
2.1 Характеристика сировини, хімікатів і готової продукції	13
2.2 Технологічна схема та її опис	19
2.3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва.....	24
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ	33
3.1 Блок-схема розрахунку матеріального балансу	33
3.2 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу.....	34
3.3 Розрахунок матеріального балансу води та волокна	36
3.4 Тепловий баланс	51
3.4.1. Розрахунок теплового балансу.....	51
3.4.2 Результати розрахунку.....	52
4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	53
5 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ	60
6 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	61
ВИСНОВОК	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	68
ДОДАТОК А	69

ВСТУП

На сьогоднішній день підприємства целюлозно-паперової галузі зорієнтовані на виробництво великого асортименту паперу та картону.

Залежно від призначення папір характеризується різними показниками: вагою 1 м², товщиною, механічними властивостями, ступенем проклеювання, зольністю, вологістю, кольором, білістю, гладкістю, вбирною здатністю, повітро-, паро-, жиронепроникністю, діелектричними та іншими властивостями.

Офсетний папір відрізняється високою гладкістю і білістю, гарною сприйнятливістю друкарської фарби [1].

Проклеювання офсетного паперу підвищує його вологостійкість, завдяки чому навіть після намокання він не деформується та не розкисає. Але при цьому проникнення офсетної фарби всередину волокна абсолютно не ускладнюється, а зайва волога зосереджується на поверхні і не вимиває фарбу з волокон.

Офсетний папір, вважається невід'ємною частиною сучасної поліграфічної індустрії. Він має стандартні розміри, може реалізовуватися в рулонному або листовому вигляді, який відповідає встановленим стандартам.

Офсетний папір більш низької якості та щільності може використовуватися для виготовлення листівок, газет, флаєрів, постерів та ін. Це один з найбільш розповсюджених паперів серед друкарських видів.

Основні показники, які визначають якість офсетного паперу, наступні:

- фізико-механічні показники міцності;
- оптичні (білість), друкарські властивості;
- рівномірність всіх властивостей в поперечному та повздовжньому напрямку полотна паперу [1].

Серед значущих факторів, які впливають на процес виробництва офсетного паперу, можна виділити такі:

- необхідність конкуренції з електронними засобами масової інформації, які на сьогоднішній день мають тенденцію до постійного розвитку;

						Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- розроблення нових способів поліграфічного друку та відповідних вимог до паперу для друку;
- пошук нових підходів до офсетного паперу, як до носія інформації;
- жорсткі екологічні вимоги, що є визначальним фактором, що сприяє створенню сучасних технологій і розширенню асортименту цього виду паперу [1].

Виходячи з інформації, що наведена вище, можна зробити висновки, що в час існування цивілізованого суспільства уявити наше життя без такої продукції як папір та картон, неможливо. Актуальним є розробка та впровадження у виробництво технології виробництва офсетного паперу для забезпечення зростаючих потреб в даному виді продукції.

Метою даного проекту є розроблення ресурсоефективного технологічного потоку з виробництва офсетного паперу в системі ТОВ «Дніпровська паперова фабрика».

						Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ОФСЕТНОГО ПАПЕРУ

Одним з найбільших підприємств України, основною ціллю якого є забезпечення ринку держави продукцією целюлозно-паперової галузі, є товариство з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Дніпровська паперова фабрика». Основні типи продукції, які виготовляються на даному підприємстві, це санітарно-гігієнічні види, папір-основа для шпалер. У зв'язку з постійним зростанням потреб населення у друкарських видах паперу, актуальним та необхідним є розробка та впровадження у виробництво зазначеного виду паперу на діючому підприємстві, яке має вдале розташування з огляду на сировинні та трудові ресурси [1].

Композиція офсетного паперу складається з вибіленої хвойної та листяної целюлози. Пропонуємо підготовку маси проводити одним потоком, так як в композиції використовується хвойна і листяна целюлози у співвідношенні 20:80. В даному випадку використовувати два потоки для підготовки маси буде недоцільним з економічної точки зору, через високі енерговитрати. На потоці після дискових млинів встановлюються басейни розмеленої маси, для того щоб акумулювати розмелену масу та вирівняти її концентрацію та градус млива [2].

Наступним етапом є композиційний басейн, він призначений для складання композиції паперової маси: додається зворотній брак, глинозем, каніфольний клей. Після машинного басейна, куди подається каолін, паперова маса розбавляється реєстровою водою з додаванням глинозему з метою перезарядки маси та проходить очищення в три стадії на вихрових очисниках, на селективасрі та вібраційній сортувалці. Після чого маса подається в напірний ящик папероробної машини (ПРМ).

На сітці ПРМ паперова маса поетапно зневоднюється за рахунок гідропланок, реєстрових валиків та відсмоктувальних ящиків. Так відбувається поступове формування паперового полотна. Далі полотно передається за допомогою вакуум-пересмоктуючого валу до пресової частини [4].

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Пресова частина складається з чотирьох пресів: комбінованій прес, прес двовальний з відсмоктуючою камерою, зворотній прес та офсетний прес. Ці преси дозволяють досягти сухості близько 41%. Призначення останнього пресу – це надання паперовому полотну необхідної гладкості з обох сторін.

Після пресування полотно подається в сушильну частину, де відбувається процес контактного сушіння на нагрітих гарячим паром циліндрах за використання сукон [4].

						Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ОФСЕТНОГО ПАПЕРУ

2.1 Характеристика сировини, хімікатів і готової продукції

У відповідності із запропонованою композицією в процесі виробництва офсетного паперу використовується целюлоза сульфатна вибілена з хвойних порід деревини (ГОСТ 9571-89) [5]. Показники якості целюлози повинні відповідати нормам, що вказані в табл. 2.1 [5].

Таблиця 2.1 – Показники якості сульфатної вибіленої целюлози з хвойних порід деревини.

Назва показника	Марка	Методи випробувань
	ХБ-0	
1. Механічна міцність при розмелюванні в млині ЦРА до 60°ШР:		
розривна довжина км, не менше	9,0	По ГОСТ 13525.1
міцність на злом при, число подвійних перегинів, не менше	1300	По ГОСТ 13525.2
2. Білість, %,	90	По ГОСТ 7690
3.Засміченість, шт., для включень площею:		
від 0,1до 1,0 мм ² включ., не більше	25	
від 1,0до 2,0 мм ² включ., не більше	0	
від 2,0 до 3,0 мм ² включ., не більше	0	
св. 3,0 мм ²	0	
4. рН	5,5-7,0	По ГОСТ 12523 и п. 3.4
5. Вологість, %, не більше	20	По ГОСТ 16932 разд. 3.

У відповідності із запропонованою композицією в процесі виробництва офсетного паперу також використовується целюлоза сульфатна вибілена з листяних порід деревини (ГОСТ 28172-89) [6].

Таблиця 2.2 – Показники якості целюлози сульфатної вибіленої із суміші листяних порід деревини[6]

Назва показника	Значення для марки		Метод випробування
	ЛС-0		
	Вищий сорт	Перший сорт	
1.Механічна міцність при розмелюванні на млині ЦРА до 60°ШР: Розривна довжина км, не менше Опір роздиранню, мН (гс), не менше Міцність на згин, число подвійних перегинів, не менше	 9,0 47(48) 300	 7,8 47(48) 300	 По ГОСТ 13525.1 По ГОСТ 13525.3 По ГОСТ 13525.2
2. Білість, %, не менше	89	89	По ГОСТ 7690
3. Засміченість, шт., включень за площею,: св. 0,1 до 1,0 мм ² включ., не більше св. 1,0 до 2,0 мм ² включ., не більше св. 2,0 мм ²	 30 1 0	 34 2 0	 По ГОСТ 14363.3
4. рН	6 – 7,5		По ГОСТ 12523
5. Вологість, %, не більше	20	20	По ГОСТ 16932

У відповідності із запропонованою композицією в процесі виробництва офсетного паперу використовується каолін збагачений, призначений для виробництва паперу та картону (ГОСТ 19285) [7], а саме марки КН-83 - для виробництва паперу для друку та писального паперу із застосуванням вибіленої целюлози і деревної маси.

Каолін для наповнення за фізико-хімічними показниками повинен відповідати нормам, вказаним в табл. 2.3 [7].

Таблиця 2.3 – Показники норм якості каоліну для наповнення [7]

Назва показника	Норма для марки	Метод випробування
	КН-83	
1.Білість, ± 1	83	По ГОСТ 16680-79
2.Залишок, %, не більше, на сітці №: 02 009	0,02 0,3	По ГОСТ 19286-77
3.Масова доля вологи, %, не більше	22	По ГОСТ 19609,14-89

У відповідності із запропонованою композицією в процесі виробництва офсетного паперу використовується алюміній сульфат технічний очищений (ГОСТ 12966) [8]. За фізико-хімічними показниками алюміній сульфат технічний повинен відповідати вимогам і нормам, вказаним в табл. 2.4 [8].

Таблиця 2.4 – Показники якості очищеного сульфата алюмінію [8]

Назва показника	Норма для марок
	А
	Вища категорія якості
	ОКП 21 4114 0210
1. Зовнішній вигляд	Пластинки, брикети, шматки різних форм та розмірів масою не більше 10 кг білого кольору. Можливі бліді відтінки сірого, блакитного і рожевого кольорів.
2. Масова частка оксиду алюмінію, %, не менше	17
3. Масова частка нерозчинного у воді залишку%, не менше	0,2
4. Масова частка заліза в перерахунку на оксид заліза (ІІІ), %, не більше	0,02
5. Масова частка вільної сірчаної кислоти (H ₂ SO ₄), %, не більше	Витримує випробування по п. 4.8
6. Масова частка миш'яку в перерахунку на оксид миш'яку (ІІІ), %, не більше	0,001

Враховуючи запроповану композицію, офсетний папір повинен виготовлятися наступних марок та номерів [9].

№ 1 - з вибіленої целюлози, в тому числі листяної - не більше 80%;

Показники якості офсетного паперу повинні відповідати нормам технічних умов (ГОСТ 9094) і наведені у табл. 2.5 [9].

Таблиця 2.5 - Показники якості паперу для друку офсетного [9]

Назва показника	Норма для марки	Методи випробувань
	№ 1	
	Вищий сорт	
1. Маса паперу площею 1 м ² , г	65,0±2,0 70,0±2,0 80,0±2,5 100±3,0 120±4,0 160±4,0 220±6,0 240±6,0	По ГОСТ 13199
2. Щільність, г/см ³ для маси паперу площею: 1 м ² до 160 г 1 м ² 160 г 1 м ² св. 160 г Паперу каландрованого	0,75-0,85 0,80-0,90 0,85-0,95 0,85-0,95	По ГОСТ 27015
3. Розривна довжина, м, не менше: в машинному напрямку паперу, призначеному для друку по двом напрямкам паперу, призначеному для друку для маси паперу площею 1 м ² до 160 г	3700 2400	По ГОСТ 13525.1
4. Міцність на згиб при перегибах в поперечному напрямку, число подвійних перегинів, не менше: паперу №1 для маси паперу площею 1 м ² 65, 70 г для маси паперу площею 1 м ² от 80 до 160 г паперу №2	7 10 -	По ГОСТ 13525.2

Продовження таблиці 2.5

Назва показника	Норма для марки	Методи випробувань
	№ 1	
	Вищий сорт	
5. Ступінь проклеювання, мм, для маси паперу площею 1 м ² 60 г	-	По ГОСТ 8049
6. Білість кожної сторони, %: с оптичним вибілювачем без оптичного вибілювача	85-88 -	По ГОСТ 13525.
7. Гладкість, с, паперу: Машинна гладкість каландрований	30-80 80-150	По ГОСТ 12795
8. Масова частка золи, %	10-14	По ГОСТ 7629
9. Лінійна деформація паперу для друку, %, не менше в декілька листопрогінів в один листопрогін	+2,2 +2,6	По ГОСТ 12057
10. Засміченість площею: от 0,1 до 0,5 мм ² , не більше св. 0,5 мм ²	80 0	По ГОСТ 13525.4
11. Вологість, %, паперу, призначеного для: рулонного друку листового	5,5±1,0 6,0±1,0	По ГОСТ 13525.19
12. Стійкість поверхні до вищипування, м/с, не менше	2,2	По ГОСТ 24356

2.2 Технологічна схема та її опис

На рисунку 2.1 показано технологічну схему виробництва офсетного паперу.

Підготовка листяної та хвойної целюлози здійснюється одним потоком, співвідношення листяна:хвойна целюлоза при цьому складає 80:20. Хвойна і листяна целюлози за допомогою транспортера подаються в гідророзбивач (1). Завантаження в гідророзбивач здійснюється періодично, для розволокнення целюлози використовується реєстрова вода. Об'єм маси в гідророзбивачі повинен бути постійним для забезпечення сталої концентрації маси.

Розпущена маса із гідророзбивачів із концентрацією 3,55 % відцентровими насосом подається в приймальний басейн (2), з циркуляційним пристроєм, де відбувається акумуляція маси перед її розмелюванням.

Розмелювання здійснюється на дискових млинах (3). Для хвойної та листяної целюлози встановлено два млина. Початковий ступінь млива для сульфатної вибіленої листяної целюлози становить 16-18 °ШР, кінцевий 35-40 °ШР, приріст 10 °ШР, для хвойної початковий 16-18 °ШР, кінцевий 35-40 °ШР, приріст 8 °ШР. Розмелена маса акумулюється в басейні розмеленої целюлози (4), звідки поступає в композиційний басейн (5) за допомогою відцентрового насосу.

В композиційний басейн подається обіговий брак у кількості 3,55 %, каніфольний клей та перша порція глинозему. Маса за допомогою насоса перекачується в машинний басейн (6) куди подається наповнювач (каніфоль). Після складання композиції маса за допомогою насосу подається в бак постійного рівня (7).

Для забезпечення ретельного очищення маси перед папероробною машиною і для кращого формування паперового полотна, здійснюється розведення маси реєстровою водою до необхідної концентрації 0,73 % в змішувальному насосі (8), куди подається друга порція глинозему. 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 (8) маса з концентрацією 0,73 % поступає на перший ступінь очищення на центриклинерах (9) підтиском 300 кПа.

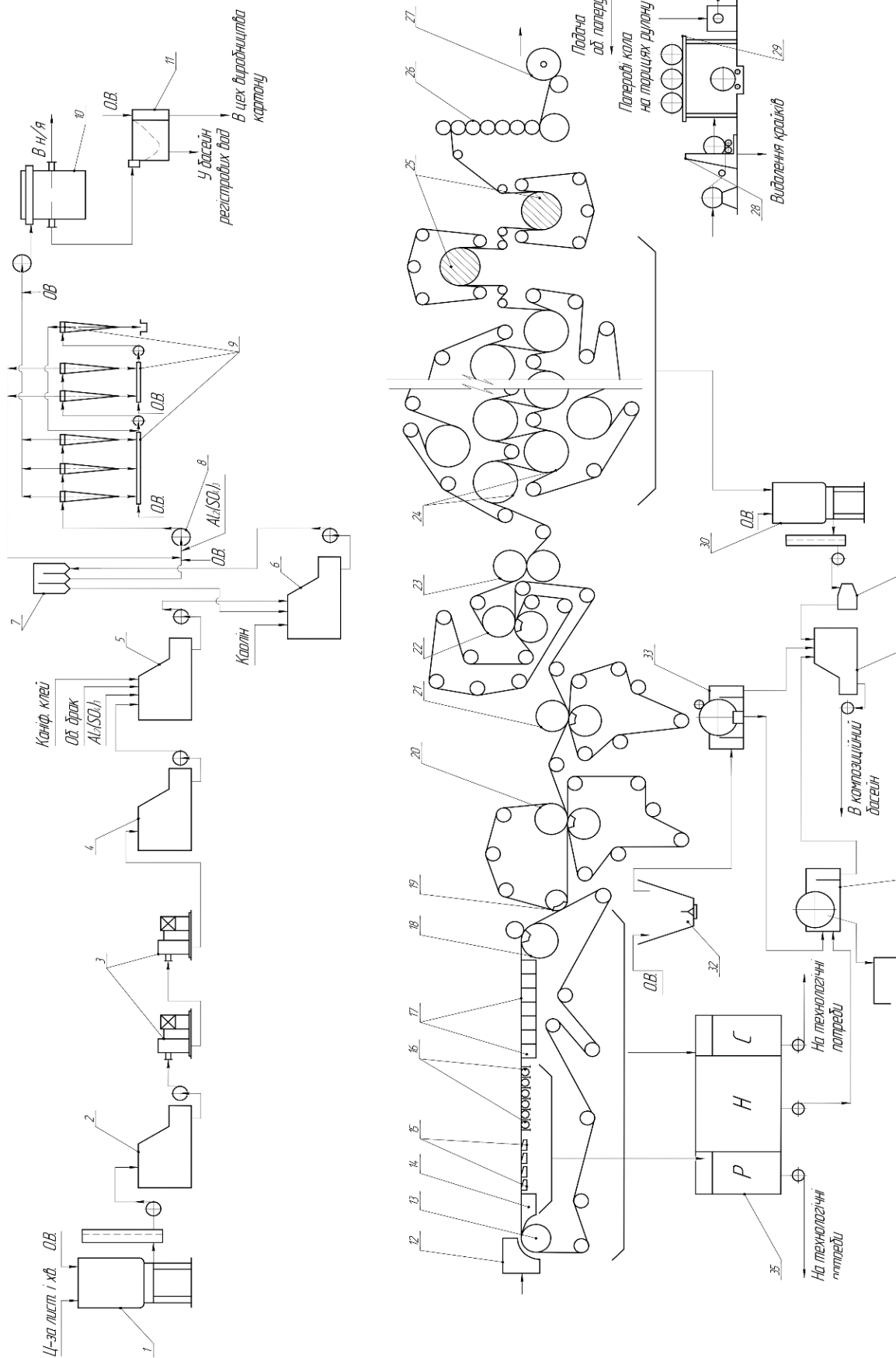


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва офсетного парпеу

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 0,7 % 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 надходить на вузлоуловлювач закритого типу (селектифайер) (10), в якому маса очищується від включень волокнистого характеру (вузли, пучки волокон, згустки, шматочки бруду). Принцип роботи заключається в тому, що маса надходить у верхню частину вузлоуловлювача через тангенціально розміщений штуцер під тиском 0,3 кПа. 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 лопастей 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 плоску вібраційну сортувалку (11). Волокно відокремлене на сортувалці разом з водою, направляються у збірник реєстрових вод.

Після очищення та сортування маса готова ля відливання на сітці ПРМ, тому далі вона подається в напірний ящик з концентрацією 0,5 % і далі на сітку ПРМ. Для рівномірного розподілу маси на сітці після грудного валу (13) встановлена грудна дошка (14), гідропланки (15), реєстрові валики (16) та відсмоктувальні ящики (17). Паперове полотно після гауч-вала (18) з сухістю $20 \pm 1\%$ за допомогою вакуум-пересмоктуючого пристрою (19) подається у пресову частину, яка включає в себе комбінований прес (20), прес двовальний з відсмоктуючою камерою (21), зворотній прес (22) та офсетний прес (23). Призначення останнього – це надання паперовому полотну певної гладкості з обох сторін. Потім полотно із сухістю 41 % поступає в сушильну частину (24), де відбувається остаточне видалення води з

полотна до потрібної вологості. Вид сушки – контактно-конвективний, за допомогою пари, яка подається в середину сушильних циліндрів. Сушіння відбувається в наслідок контакту вологого полотна з нагрітою поверхнею сушильного циліндра, та за умови вільного пробігу полотна між циліндрами.

В кінці сушильної частини встановлено два холодильні циліндри (25) з метою врівноваження та підвищення вологості на 1-2%. Потім полотно поступає на машинний каландр де набуває остаточної гладкості, а далі подається на повздовжньо-різальний станок (26), і на накат (27), а далі на склад готової продукції.

Перероблення обігового браку

Мокрий брак із концентрацією 0,8 % із гауч-мішалки (32) подається на згущувач (33), а потім в басейн оборотного браку (34). Брак, який утворився в пресовій частині, також поступає в гауч-мішалку (32). Із басейну оборотного браку (34) брак подається в композиційний басейн (5).

Для розпускання сухого машинного браку, який утворився під час сушіння та оброблення паперу, встановлений гідророзбивач (30). Розпускання здійснюється за концентрації 3,55 % з використанням реєстрової води із басейну реєстрових вод (35). Далі, розпущена на волокна маса поступає на пульсаційний млин (31) для дорозпускання та поступає в басейн оборотного браку (34). Із басейна оборотного браку маса поступає в композиційний басейн.

Використання обігової води

Передбачено також використання обігових вод. Регістрові води, які насичені волокном, використовуються в гідророзбивачі 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 батареї центриклинерів. Надлишок цієї води, а також реєстрової надходить на прояснення, після чого її можна використати для подачі на спорски сітки замість свіжої води [4].

Вода після дискового фільтра направляється у басейн прояснених вод, а скоп з концентрацією 3,55 % надходить у басейн оборотного браку (34), а потім у композиційний басейн (5).

2.3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва

При розмелюванні волокон в водному середовищі відбувається механічний процес зміни розмірів і форми волокон, це виражається в вкорочуванні волокон між ножами ротора і статора і їх повздовжньому розчепленні на фібрили.

Розмелювання є одним з найважливіших процесів масопідготовки, але в той час і досить енергоємним. На процес розмелювання витрачається приблизно 60...70% від загальної кількості енергії що використовується [3].

Основним обладнанням, яке використовується для розмелювання целюлози, є дискові і конічні млини. На даний час найбільшого поширення отримали дискові млини. Дискові млини бувають здвоєні, однодискові та дводискові.

Розмелювання целюлози, що надходить на паперову фабрику, здійснюють, як правило, до ступеня помелу необхідного для виробництва даного виду продукції, в нашому випадку для офсетного паперу він складає 35-45⁰ШР. Якість паперу напряму залежить від рівномірності помолу та його відповідності заданими даними.

Проклеювання паперу каніфольним клеєм (смоляне проклеювання). Метою проклеювання є надання паперу гідрофобних властивостей, щоб знизити поглинаючу здатність паперу, зробити папір придатним до писання на ньому чорнилом [3].

Залежно від ступеню проклеювання папір можна поділити на групи:

- сильнопросклеєні, витрата каніфолі на рівні 1,5-4%;
- слабопросклеєні, витрата каніфолі на рівні 0,5-1%;
- електроізоляційні види паперу.

Для досягнення необхідного ступеня проклеювання волокнисту суспензію, призначену для виготовлення паперу, обробляють гідрофобними добавками

(проклеювання в масі). На даний час для цієї мети застосовують різні проклеюючі речовини і способи проклеювання [3].

Кислий спосіб. За традиційного кислого способу проклеювання в якості гідрофобної речовини (клею) використовують продукти різного ступеня омилення живичної або талової каніфолі або їх модифікації. Найбільш часто під час проклеювання писального паперу використовують білий каніфольний клей з вмістом вільної смоли від 15 до 30 %. Для посилення ефекту проклеювання (гідрофобізації) іноді використовують добавки парафіну, стіромалю, цезерину і т.п. Під час цього в якості осаджувача застосовують сірчаноокислий алюміній, глинозем, галун. Проклеювання ведуть у кислому середовищі за рН 4,3-5,5. Для підвищення значення рН проклеювання як осаджувач поряд з сірчаноокислим алюмінієм використовують алюмінат натрію, значення рН тоді становить 5,5-6,0 [3].

Залежно від вмісту в клею вільної смоли для осадження його потрібно різну кількість сірчаноокислого алюмінію. Зі збільшенням вмісту вільної смоли осадження клею відбувається в області більш високих значень рН. Під час застосування високосмоляних дисперсійних клеїв проклеювання здійснюється за значень рН близьких до нейтральних (6,0-6,5). Проклеювання каніфольними клеями в області значення рН близького до нейтрального називають псевдонейтральним проклеюванням.

Якість клею. Якість білого каніфольного клею визначається ступенем дисперсності. На практиці середній діаметр часток білого клею складає до 1 - 2 мкм, високосмоляного - 0,5 - 1,0 мкм. [3]

Витрата клею. Ступінь проклеювання не залежить від витрати клею. Зі збільшенням ступеня проклеювання витрата каніфолі зростає набагато швидше, ніж підвищення проклеювання при цьому. У загальному вигляді ці залежності виражаються кривою, яка подібна ізотермі адсорбції. [3]

Природа волокна. В залежності від природи волокна, змінюється витрата клею для досягнення однакового ступення проклеювання наприклад:

для сульфатної хвойної вибіленої целюлози - 28 кг / т;

сульфітної хвойної вибіленої целюлози - 35 кг / т.

Це пояснюється адсорбційною здатністю волокна, чим більше геміцелюлози, тим краще відбувається процес проклеювання.

Ступінь млива. При підвищенні ступеня млива, буде збільшуватись питома поверхня волокна, що сприяє кращому затриманню частинок клею в паперовій масі.

Концентрація маси. При зниженні концентрації маси збільшується кількість вод, які відходять, в наслідок чого збільшується і кількість волокна, яке промивається, а з ним і кількість проклеюваних речовин, тому проклеювання погіршується [3].

Наповнення паперу. З метою надання паперу непрозорості, а також для економії волокна і зниження витрат на його виробництво в паперову масу вводять наповнювачі. Найбільш поширеним наповнювачем за кислого способу виробництва є каолін.

Перехід до нейтрального і псевдонейтрального способів проклеювання дозволив використовувати біліший і дешевший, ніж каолін, наповнювач – карбонат кальцію (крейда, осаджений карбонат кальцію, мармур, вапняк). Ці наповнювачі не можна використовувати за кислого способу проклеювання з огляду на те, що в кислому середовищі вони розкладаються з виділенням CO_2 , викликаючи спінювання паперової маси, і утворюють відкладення гіпсу в трубопроводах і на обладнанні [3].

Іноді для надання непрозорості тонкому паперу, призначеному для відповідальних робіт, в якості наповнювача застосовують також діоксид титану. Це дорогий наповнювач, але навіть за малої його витрати можна отримати високу непрозорість і білизну паперу.

Для підвищення ступеня утримання наповнювачів використовують допоміжні речовини – поліакриламід, поліетиленімін та різні катіонні добавки.

Очищення паперової маси. Офсетний папір високої якості повинен мати низьку засміченість. У зв'язку з цим під час його виготовлення повинне бути передбачено багатоступеневе очищення паперової маси від сторонніх включень, а саме:

					Пояснювальна записка	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- очищення маси від важких включень перед розмелюванням;
- очищення маси від піску на установках вихрових очисників перед папероробною машиною;
- очищення маси від сміття волокнистого походження на вузлоуловлювачах перед папероробною машиною.

Слід враховувати те, що очищення не може усунути все сміття з паперової маси. Для отримання чистого паперу перш за все необхідно використовувати чисті волокнисті напівфабрикати, наповнювачі та допоміжні речовини [3].

Сушіння паперу. Під час сушіння здійснюється не лише остаточне зневоднення паперового полотна шляхом випаровування з нього води, але й відбуваються й інші процеси, які визначають якість готової продукції, що багато в чому залежать від режиму сушіння. По мірі видалення води з вологого полотна відбувається подальше зближення волокон внаслідок поверхневого натягу з утворенням міжволоконних водневих зв'язків, від кількості яких залежить його щільність і міцність [3].

Під час зневоднення паперового полотна кожний з послідовно застосованих на папероробній машині методів видалення води (вільне стікання, відсмоктування, пресування і випаровування) повинен мати на паперове полотно такий максимально допустимий вплив, який може витримати структура листа у відповідному місці машини і який водночас не погіршує показників основних властивостей паперу, який виробляється.

Як відомо, видалення води випаровуванням відносно дорогий процес. Вважається, що зневоднення сушінням обходиться в 10 – 12 разів дорожче, ніж видалення вологи на пресах, і в 60 – 70 разів дорожче, ніж видалення води на сітковому столі папероробної машини. Хоча останній і забезпечує видалення основної кількості вологи, що міститься в паперовій масі з якої формується лист, однак його можливості все ж обмежені і подальше зневоднення здійснюється в пресовій частині машини. Тільки ту вологу, яку методами механічного впливу не вдається видалити, видаляють в сушильній частині машини випаровуванням. Слід

мати на увазі, що підвищення відносної сухості паперу перед сушінням на кожний 1% призводить до економії витрати пари на сушіння в розмірі 5% [3].

З усіх відомих методів сушіння паперу найпоширенішим є контактний спосіб, коли тепло передається вологому полотну безпосередньо від поверхні сушильних циліндрів, що нагріваються зсередини парою. Цей спосіб, порівняно з іншими, ефективніший, тому що має низку переваг, до яких варто віднести економічність і високу якість полотна, зокрема, відсутність жолоблення і гладкість його поверхні. Недоліком багатоциліндрового контактного сушіння є його висока металоємність, сушильна машина займає багато місця і вимагає великих експлуатаційних витрат.

Для інтенсифікації процесу сушіння паперу та кращого регулювання їхньої вологості по ширині полотна іноді поряд з контактним сушінням використовується і конвективне з установкою над деякими сушильними циліндрами ковпаків швидкісного сушіння, а також з введенням додаткового обдування гарячим повітрям полотна вздовж циліндрів [3].

Останнім часом для сушіння деяких видів паперу та надання йому підвищеної пористості вдаються до сушіння з тепломеханічним витісненням вологи, коли відбувається не тільки випаровування води завдяки підведенню відповідної кількості тепла, але й механічне витіснення її шляхом просочування через пори полотна гарячого повітря. Інтенсивність такого сушіння приблизно в 10 разів більша, ніж звичайного контактного.

Є приклади використання інфрачервоних променів для попереднього сушіння тонких покривних шарів, які наносяться на полотно перед його контактним сушінням. Вважається, що у випадках сушіння латексних покриттів використання інфрачервоних променів є ефективнішим, ніж конвективне сушіння [3].

Основні чинники, які впливають на процес сушіння. На процес сушіння паперу (картону) 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 полотна, маса його 1 м², композиція і ступінь млива волокна,

					Пояснювальна записка	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конструктивні особливості сушильної частини машини і її стан, вид сукон або сіток, їхній натяг, вологість, температура та інші чинники [3].

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 води 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 перепаду 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 [3].

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 вода, 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. Все це призводить до того, що інтенсивність сушіння на звичайних циліндрах значно нижча, ніж сушіння на лощильному циліндрі великого діаметра і до того ж оснащеного ковпаком швидкісного сушіння [3].

Властивості навколишнього повітря особливо впливають на ділянках вільного ходу полотна паперу і картону (конвективне сушіння), де видаляється до

					Пояснювальна записка	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

20 – 30 % вологи. Сушіння супроводжується значним виділенням пари і, якщо його не відводити від полотна, що сушиться то процес сушіння може припинитися [3].

Для першого періоду сушіння (займає 50 – 60 % від загальної тривалості процесу), коли видаляється вільна волога з полотна, швидкість випаровування води визначається переважно різницею вмісту вологи насиченої водяної пари за температури сушіння та у навколишньому повітрі. Для другого періоду сушіння (коли з полотна видаляється зв'язана волога), відносна вологість повітря відіграє важливу роль, і якщо воно буде насичене водяною парою, то одержати полотно з сухістю меншою, ніж його рівноважна вологість (15 – 30 %) неможливо.

Повітря, що оточує полотно під час сушіння, повинне бути теплим з невеликим вмістом вологи. А щоб не наступило його насичення водяною парою, потрібна гарна вентиляція сушильної частини машини [3].

Загальний коефіцієнт теплопередачі від пари до полотна. У рівняння, що характеризує загальну кількість тепла, яке може бути передане від пари до полотна, входить важливий коефіцієнт K , який дорівнює:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

де α_1 – коефіцієнт теплопередачі у разі конденсації пари на внутрішній поверхні циліндра; $\alpha_1 = 3500 - 4000 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}$; α_2 – коефіцієнт теплопередачі на зовнішній поверхні циліндра; $\alpha_2 = 600 - 700 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}$; λ – коефіцієнт теплопередачі стінки циліндра; для чавуну $\lambda = 47 - 50 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}$; δ – товщина стінки циліндра, м.

Наявність у парі повітря та інших газів, що не конденсуються, різко знижує коефіцієнт α_2 . Так, у разі вмісту в парі 1 – 2 % повітря цей коефіцієнт відповідно зменшується на 60 – 75 %. Це пояснюється тим, що теплопровідність повітря в 1600 – 1900 разів менша, ніж теплопровідність стінки сушильного циліндра. Для запобігання накопиченню повітря в сушильних циліндрах нині широко практикується подача пари в циліндри з надлишком на 10 – 20 % [3].

Властивості полотна паперу і картону. Фізико-хімічні властивості полотна значно впливають на його сушіння на машині, особливо в період видалення

					Пояснювальна записка	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

зв'язаної вологи. З усіх властивостей полотна найбільший вплив мають такі його показники, як товщина і маса 1 м^2 , вид волокна і ступінь його млива, наявність наповнювачів та інших добавок. З підвищенням товщини полотна погіршуються умови теплопередачі, крім того зростає опір проходженню пари з контактного шару до зовнішньої поверхні. Природно, що чим щільнішим буде полотно, тим важче з нього буде видалятися волога під час сушіння [3].

Вплив процесу сушіння на властивості паперу. Під час сушіння в міру видалення вільної вологи з полотна і досягнення сухості 60 – 70 % починає відбуватися помітна усадка полотна у всіх напрямках завдяки силам поверхневого натягу води, що випаровується (до 200 МПа). Ці сили не тільки зближують волокна, вони орієнтують і упорядковують розташування ОН-груп на поверхнях волокон, що з'єднуються між собою, з утворенням міжволоконного водневого зв'язку, у якому може брати участь 0,5 – 2 % усіх ОН-груп. З моменту видалення зв'язаної вологи відбувається також усадка самих волокон з виникненням у них незворотних колоїдно-хімічних процесів, особливо тих, що помітно перебігають під час їхнього пересушування [3].

Залежно від виду волокна і температурного режиму сушіння полотна ступінь його усадки різний, по товщині полотна він може становити 40 – 55 % від товщини у вологому стані перед сушінням, а по ширині його – 2 – 12 %. Полотно паперу і картону, яке виробляється з тонких еластичних волокон із маси жирного млива, має більший ступінь усадки, ніж виготовлене з відносно жорстких, менш еластичних волокон деревної маси, із макулатури та інших напівфабрикатів із слаборозроблених грубих волокон [3].

З підвищенням температури сушіння процес усадки зменшується, тому що, у цьому разі послаблюються сили поверхневого натягу води, які сприяють зближенню волокон, знижується тривалість їхньої дії, а крім того інтенсивне випаровування вологи з полотна сприяє розпушенню його структури. Тому папір і картон, які повинні мати міцну зімкнуту структуру, рекомендується сушити відносно повільно і за порівняно невисокої температури, а пористі їхні види з високою фільтрацією та вбирністю, з малим ступенем усадки – швидко і за

					Пояснювальна записка	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

підвищених температур. У останньому випадку є дуже ефективним сушіння з фільтрацією гарячого повітря крізь . У разі збільшення натягу полотна під час сушіння усадка його зменшується, що призводить до зменшення його розтяжності та міцності [3].

Температурний режим сушіння. У разі пересушування полотна, тобто якщо вміст вологи становить менше 6 %, міцність його знижується, тому що у цьому випадку відбуваються помітні незворотні процеси дегідратації волокон і, як наслідок, У результаті останні стають менш еластичними, більш ламкими.

Таким чином, під час сушіння паперу і картону багато їхніх властивостей можна змінювати у визначених межах шляхом регулювання температурного режиму сушіння і натягу полотна. Так, у разі різкого перепаду температур між циліндрами і високим їхнім значенням, полотну надається пористість і повітропроникність, а у разі повільного і поступового підйому температури сушіння збільшується його усадка і підвищується механічна міцність. Отже, для кожного виду продукції існує строго визначений температурний режим сушіння, якого необхідно дотримуватися [3].

3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ

3.1 Блок-схема розрахунку матеріального балансу

На рис. 3.1 наведено блок-схему для розрахунку матеріального балансу води і волокна для виробництва офсетного паперу [11].

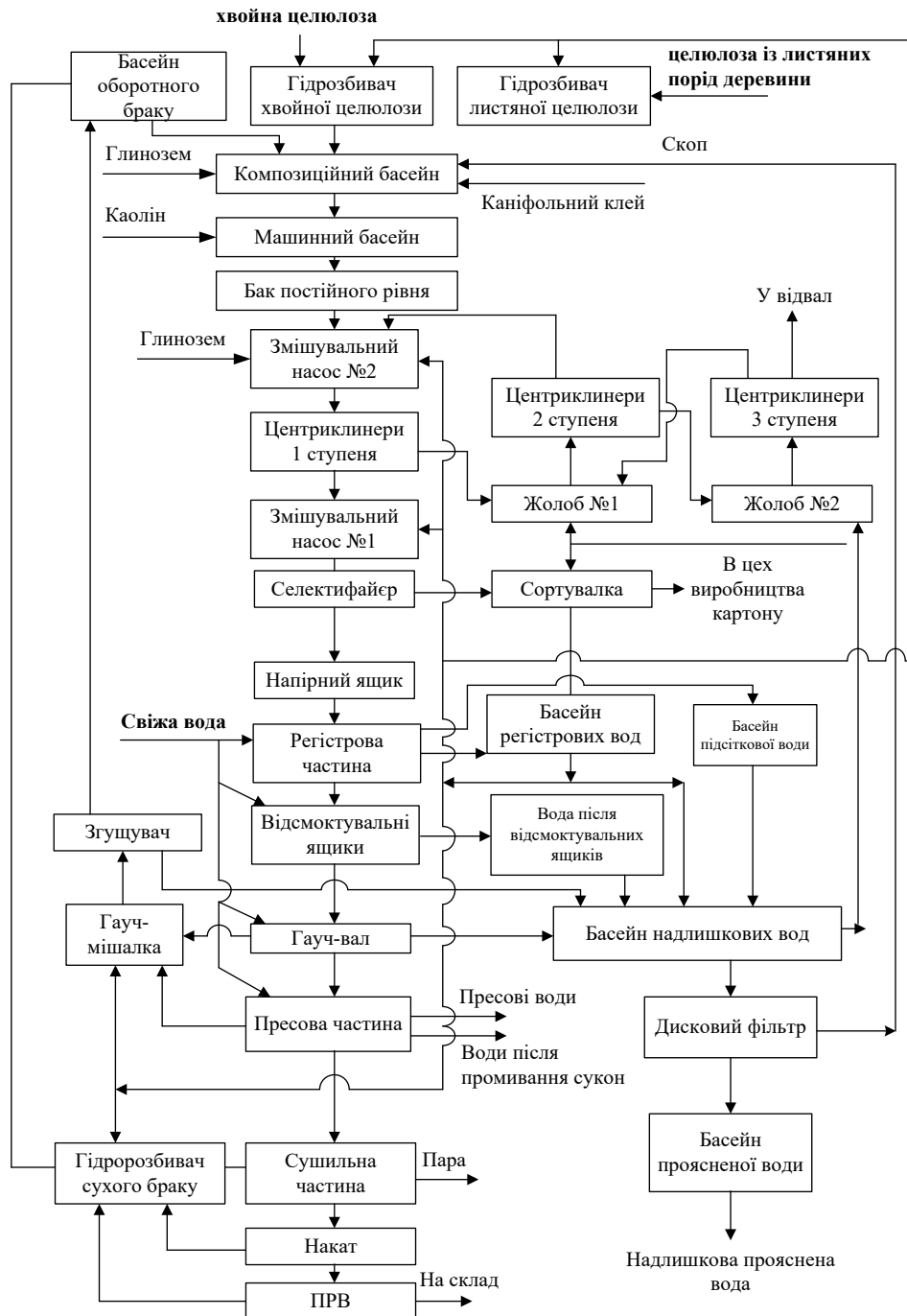


Рисунок 3.1 – Блок-схема для розрахунку матеріального балансу води і
ВОЛОКНА

3.2 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу представлені в талб. 3.1.

Таблиця 3.2 - Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Найменування статей	Вихідні дані
	Приймаємо до розрахунку
1. Масова частка волокна на різних стадіях виробництва, %	
На накаті	95,0
Після пресів	41,0
Після гауч-вала	18,5
Після відсмоктувальних ящиків	12,5
Після реєстрової частини	4,0
В напірному ящику	0,50
В баці постійного рівня	3,55
В композиційному басейні	3,55
В машинному басейні	3,55
В басейні оборотного браку	3,55
Скоп після дискового фільтра	3,55
Згущувач	3,55
Гідророзбивач сухого браку	3,55
Гідророзбивач хвойної целюлози	3,55
Гідророзбивач листяної целюлози	3,55
Гауч-мішалка	0,80
Басейн оборотного браку	3,55
Після селективфайера	0,50
Після змішувального насоса №1	0,51
Після змішувального насоса №2	0,7305
Після центриклинерів 1 ступеня	0,70
Після центриклинерів 2 ступеня	0,40
2. Масова частка волокна увідхідних водах, %	
Регістрова вода	0,17
Підсіткові води	0,004
Відсмоктувальних ящиків	0,10
Пресові води	0,10
Від промивання сітки	0,0039
Від промивання сукон	0,001
Прояснених вод після дискового фільтра	0,001
В басейні надлишкових вод	0,25
Від плоскої сортувалки	0,50
Згущувача	0,04
3. Витрата свіжої та надлишкової води, л/т паперу	
Свіжа вода на промивання сіток	11000,0
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктувальних ящиків	8000,0
Свіжа вода на промивання сукон	6000,0
Свіжа вода на відсічки на гауч-валі	2500,0
Надлишкова вода на сортувалку	850,0

4. Витрата хімікатів, л/т паперу	
	Вихідні дані
Найменування статей	Приймаємо до розрахунку
5.Кількість браку, % від маси паперу	
В процесі оброблення паперу	1,0
На накаті	2,0
В процесі сушіння паперу	2,0
Мокрий брак	1,0
Після гауч-валу	2,0
6.Композиція паперу, %	
Целюлоза хвойна вибілена	35,0
Целюлоза листяна вибілена	65,0
7.Масова доля відходів сортування, %	
Відходи селективфайера	0,8
Центриклинерів 1 ступеня	1,2
Центриклинерів 2 ступеня	0,7
Центриклинерів 3 ступеня	0,67
Відходи плоскої сортувалки	4,0
8.Сухість початкових напівфабрикатів %	
Хвойна целюлоза	88,0
Листяна целюлоза	88,0
9.Масова частка відходів сортування, % (кг/т)	
Цетриклинери І ступеня	5,0 %
Цетриклинери 3 ступеня	1,1 кг
Селективфайер	0,99 %

3.3 Розрахунок матеріального балансу води та волокна

Розрахунок матеріального балансу води та волокна проведено, прив'язуючись до блоків та водопотоків відповідно до блок-схеми [11].

Склад готової продукції. На склад надходить 1000 кг паперу із заданою сухістю 95 %.

Отже, в ньому міститься: абсолютно-сухого волокна: $1000 \cdot 0,95 = 950$ кг; води: $1000 - 950 = 50$ кг.

Повздовжньо-різальний верстат (ПРВ). Із врахуванням 2% браку, що утворюється під час оброблення паперу в папері, який проходить через ПРВ міститься:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З накату	1010,00	95,00	959,50	50,50
Надійшло(всього)	1010,00		959,50	50,50
На склад	1000,00	95,00	950,00	50,00
В г/розб.сух.браку	10,00	95,00	9,50	0,50
Пішло (всього)	1010,00		959,50	50,50

Накат. Із врахуванням 1,5% браку, який утворюється під час намотування паперу ($1000 \cdot 0,015 = 15$ кг) та надходить в гідророзбивач сухого браку, на накат повинно надійти:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після сушіння	1030,00	95,00	978,50	51,50
Надійшло(всього)	1030,00		978,50	51,50
На ПРС	1010,00	95,00	959,50	50,50
В г/розб.сух.браку	20,00	95,00	19,00	1,00
Пішло (всього)	1030,00		978,50	51,50

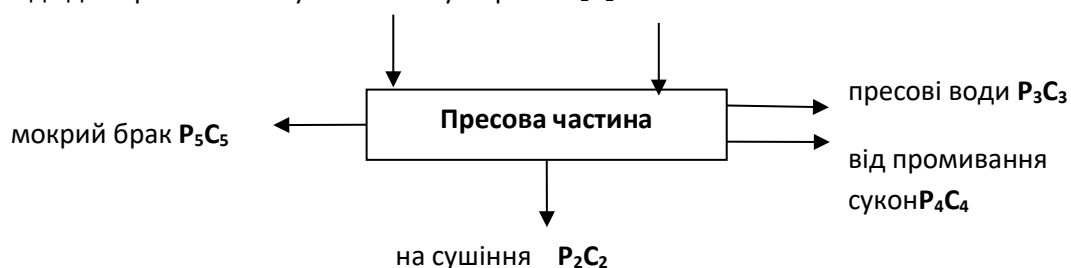
Сушильна частина.



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2432,93	41,00	997,50	1435,43
Надійшло(всього)	2432,93		997,50	1435,43
На накат	1030,00	95,00	978,50	51,50
Втрати пару	1382,93	0,00	0,00	1382,93
В г/розб.сух.браку	20,00	95,00	19,00	1,00
Пішло (всього)	2432,93		997,50	1435,43

Пресова частина

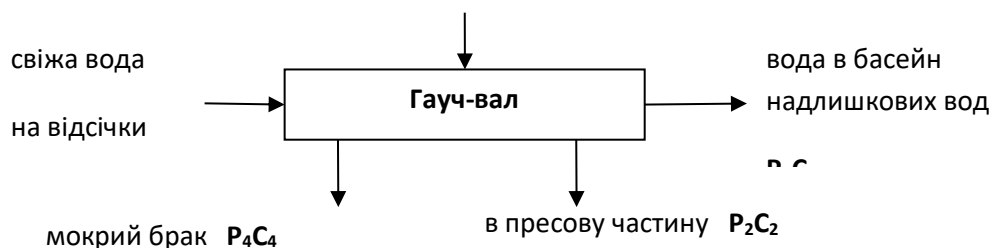
свіжа вода для промивання сукон Р з гауч-преса Р₁С₁



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	5430,53	18,50	1004,65	4425,88
Св.вода на пр.сукон	6000,00	0,00	0,00	6000,00
Надійшло(всього)	11430,53		1004,65	10425,88
На сушіння	2432,93	41,00	997,50	1435,43
Пресові води	2987,60	0,1000	2,99	2984,61
Води в/пром.сукон	6000,00	0,0010	0,06	5999,94
В г/зміш.мокр.браку	10,00	41,00	4,10	5,90
Пішло (всього)	11430,53		1004,65	10425,88

Гауч-вал

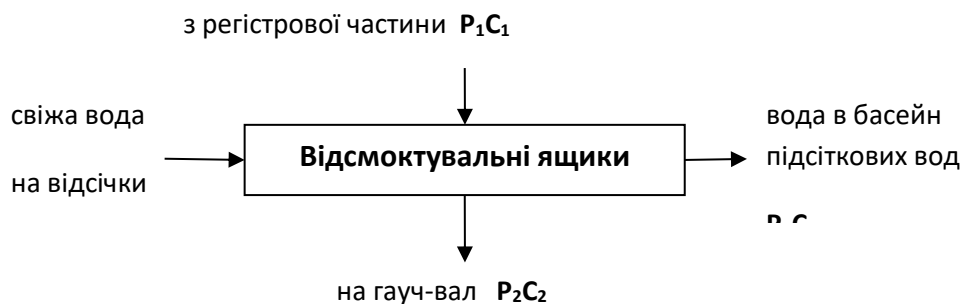
після відсмоктувальних ящиків Р₁С₁



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсм.ящиків	8068,42	12,50	1008,55	7059,87
Св.вода на відсічки	2500,00	0,00	0,00	2500,00
Надійшло(всього)	10568,42		1008,55	9559,87

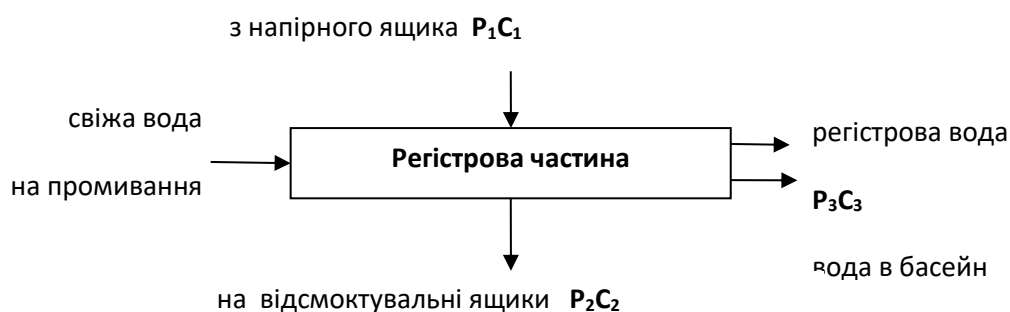
На пресову.частину	5430,53	18,50	1004,65	4425,88
Води від гауч-вала	5117,89	0,0040	0,20	5117,69
В г/зміш.мокр.браку	20,00	18,50	3,70	16,30
Пішло (всього)	10568,42		1008,55	9559,87

Відсмоктувальні ящики



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстр.частини	25858,56	4,00	1034,34	24824,22
Св.вода на відсічки	8000,00	0,00	0,00	8000,00
Надійшло(всього)	33858,56		1034,34	32824,22
На гауч-вал	8068,42	12,50	1008,55	7059,87
Води в бас.відсм.води	25790,14	0,1000	25,79	25764,35
Пішло (всього)	33858,56		1034,34	32824,22

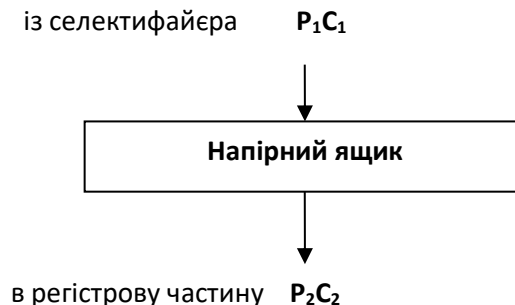
Регістрова частина



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н.ящика	300246,03	0,50	1501,23	298744,80
Свіжа вода на пром.сітки	11000,00	0,000	0,00	11000,00
Надійшло(всього)	311246,03		1501,23	309744,80
На відсм.ящики	25858,56	4,00	1034,34	24824,22

Регістрові води	274387,47	0,1700	466,46	273921,01
Підсіткові води	11000,00	0,0039	0,43	10999,57
Пішло (всього)	311246,03		1501,23	309744,80

Напірний ящик



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

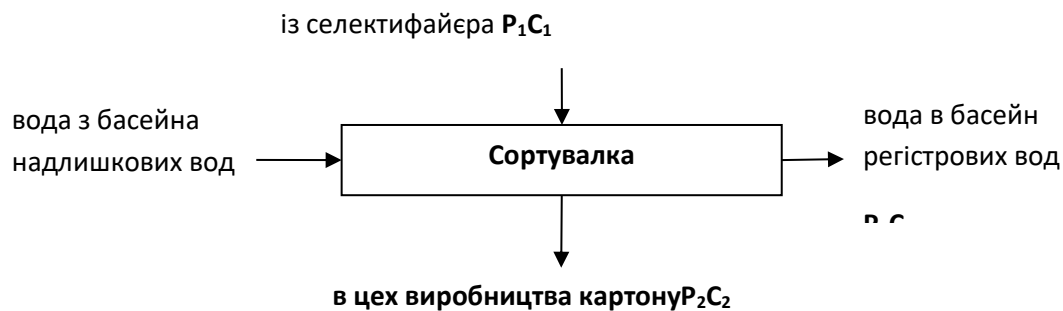
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після вузлоуловлюв.	300246,03	0,5000	1501,23	298744,80
Надійшло(всього)	300246,03		1501,23	298744,80
На рег. частину	300246,03	0,5000	1501,23	298744,80
Пішло (всього)	300246,03		1501,23	298744,80

Селективайєр



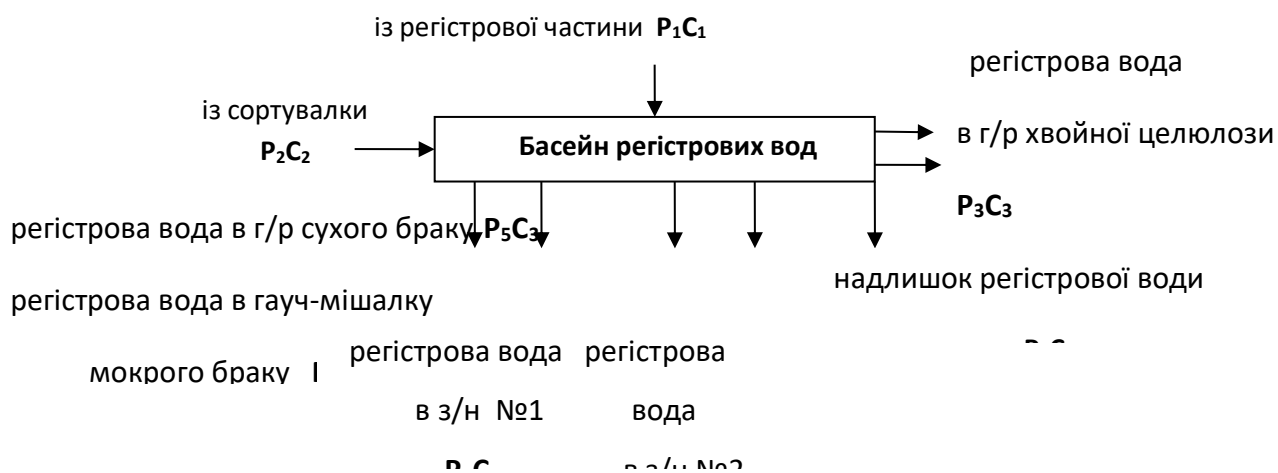
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.нас.№1	303548,74	0,5033	1527,65	302021,09
Надійшло(всього)	303548,74		1527,65	302021,09
На н/ящик	300246,03	0,5000	1501,23	298744,80
На плоску сортувал.	3302,71	0,8000	26,42	3276,28
Пішло (всього)	303548,74		1527,65	302021,09

Сортувалка



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З бас.надлишк.вод	850,00	0,0817	0,69	849,31
Після селективфайера	3302,71	0,8000	26,42	3276,28
Надійшло(всього)	4152,71		27,12	4125,59
В бас.реєстр.вод	3971,20	0,5000	19,86	3951,34
В цех виробн.картону	181,51	4,0000	7,26	174,25
Пішло (всього)	4152,71		27,12	4125,59

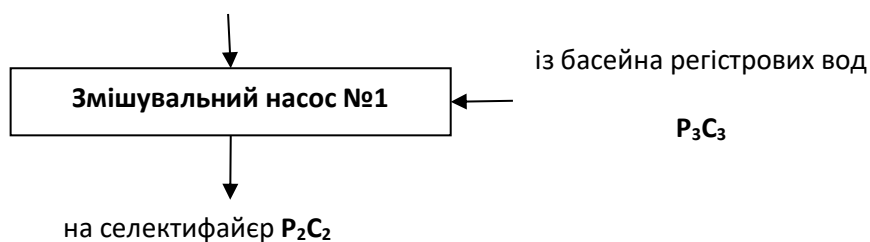
Басейн реєстрових вод



Таким чином, $C_3 = 0,1755 \%$.

Змішувальний насос №1

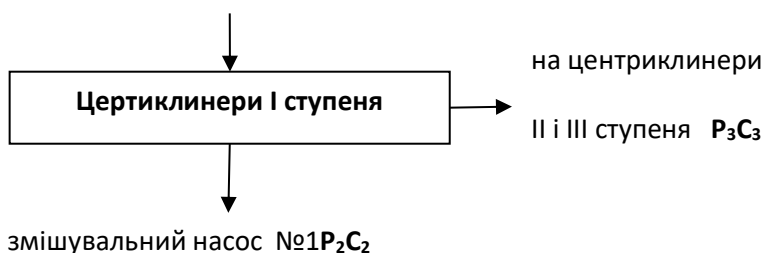
від центриклинерів I ступеня P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	113687,11	0,1747	198,62	113488,49
Після центрикл. Іст.	189861,63	0,7000	1329,03	188532,60
Надійшло(всього)	303548,74		1527,65	302021,09
На селективайєр	303548,74	0,5033	1527,65	302021,09
Пішло (всього)	303548,74		1527,65	302021,09

Центриклинери I ступеня

із змішувального насоса №2 P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.насоса №2	203277,98	0,7330	1490,03	201787,95
Надійшло(всього)	203277,98		1490,03	201787,95
На змішув.насос №1	189861,63	0,7000	1329,03	188532,60
На центрикл. II і III ст.	13416,35	1,2000	161,00	13255,35
Пішло (всього)	203277,98		1490,03	201787,95

Центриклинери II і III ступеня



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центрикл. I ст.	13416,35	1,2000	161,00	13255,35
Надлиш.вода в жолоб I і II	33595,06	0,0817	27,45	33567,60
Надійшло(всього)	47011,40		188,45	46822,95
В змішув.насос №2	46861,40	0,4000	187,45	46673,96
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
Пішло (всього)	47011,40		188,45	46822,95

Змішувальний насос № 2



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	125921,14	0,1747	219,99	125701,15
Від центриклин. II ст.	46861,40	0,4000	187,45	46673,96
З БПР	30495,43	3,5500	1082,59	29412,84
Надійшло(всього)	203277,98		1490,03	201787,95
На центрикл. I ст.	203277,98	0,7330	1490,03	201787,95
Пішло (всього)	203277,98		1490,03	201787,95

Бак постійного рівня



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

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після машин.басейна	30495,43	3,5500	1082,59	29412,84
Надійшло(всього)	30495,43		1082,59	29412,84
На зміш.насос №2	30495,43	3,5500	1082,59	29412,84
Пішло (всього)	30495,43		1082,59	29412,84

Машинний басейн



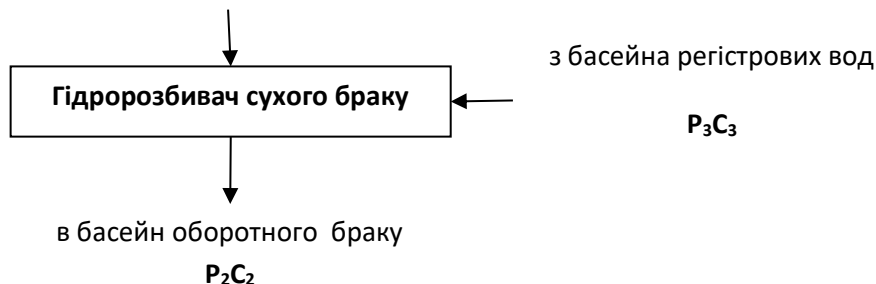
Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після композ.басейна	30495,43	3,5500	1082,59	29412,84
Надійшло(всього)	30495,43		1082,59	29412,84
На БПР	30495,43	3,5500	1082,59	29412,84
Пішло (всього)	30495,43		1082,59	29412,84

Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку.

Гідророзбивач сухого браку

відходи з ПРВ, сушіння, накату P_1C_1

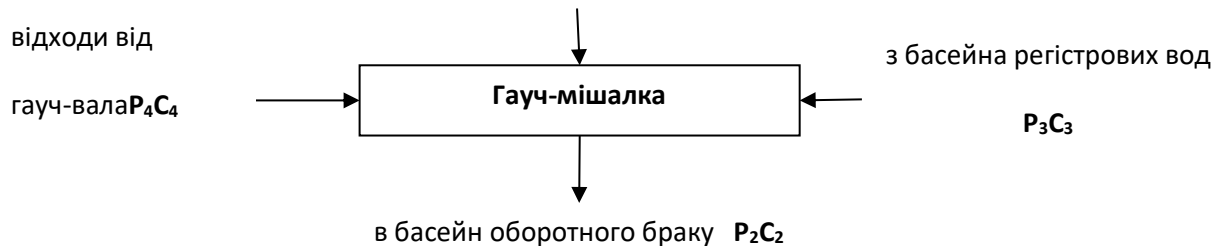


P_1 – кількість маси, що надходить з ПРВ, сушіння та накату, кг;

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРС	10,00	95,00	9,50	0,50
З накату	20,00	95,00	19,00	1,00
З сушіння	20,00	95,00	19,00	1,00
З бас-ну рег.вод	1354,70	0,1747	2,37	1352,33
Надійшло(всього)	1404,70		49,87	1354,83
В басейн обор.браку	1404,70	3,5500	49,87	1354,83
Пішло (всього)	1404,70		49,87	1354,83

Гауч-мішалка мокрого браку

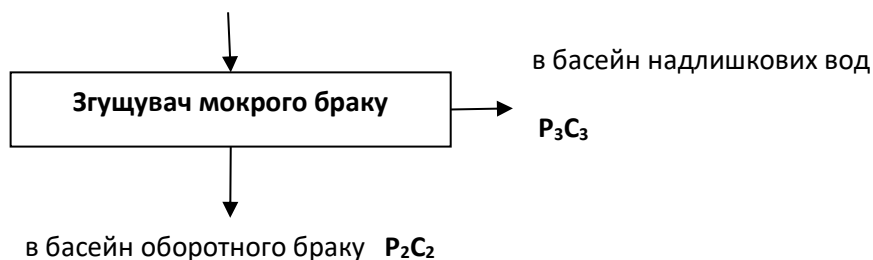
відходи з пресової частини P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	10,00	41,00	4,10	5,90
З гауч-вала	20,00	18,50	3,70	16,30
З бас-ну рег.вод	1209,04	0,1747	2,11	1206,92
Надійшло(всього)	1239,04		9,91	1229,12
На згущ.мокрого браку	1239,04	0,8000	9,91	1229,12
Пішло (всього)	1239,04		9,91	1229,12

Згущувач мокрого браку

із гауч-мішалки P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.мокр.браку	1239,04	0,8000	9,91	1229,12
Надійшло(всього)	1239,04		9,91	1229,12
В басейн обор.браку	268,28	3,5500	9,52	258,76
В басейн надл.вод	970,75	0,0400	0,39	970,37
Пішло (всього)	1239,04		9,91	1229,12

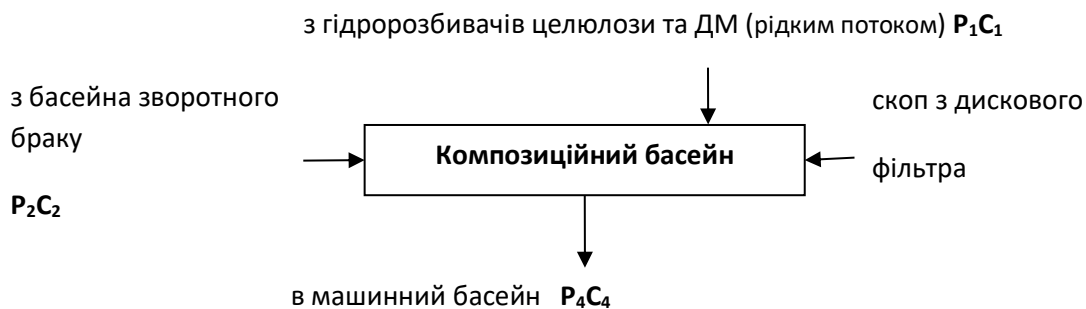
Басейн оборотного браку

із гідророзбивача сухого браку P_1C_1



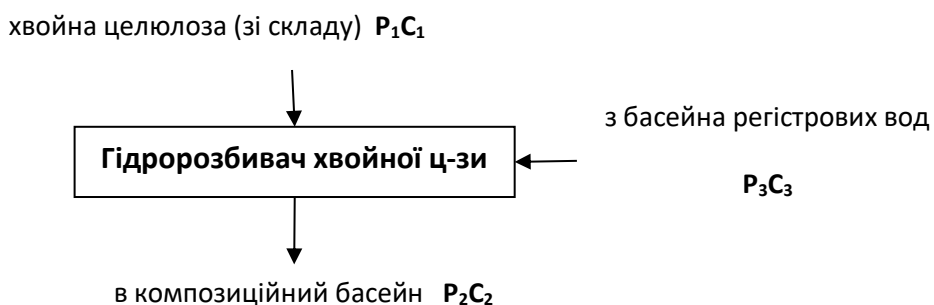
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив.сух.браку	1404,70	3,55	49,87	1354,83
Зі зміш.мокрого браку	268,28	3,55	9,52	258,76
Надійшло(всього)	1672,98		59,39	1613,59
В композиц.басейн	1672,98	3,55	59,39	1613,59
Пішло (всього)	1672,98		59,39	1613,59

Композиційний басейн



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.хв.цел-зи	9950,31	3,5500	353,24	9597,07
Із г/розб.лист.цел-зи	18479,14	3,5500	656,01	17823,13
Із басейна обіг.браку	1672,98	3,5500	59,39	1613,59
Скоп з диск.фільтра	393,00	3,5500	13,95	379,05
Надійшло(всього)	30495,43		1082,59	29412,84
В машинний басейн	30495,43	3,5500	1082,59	29412,84
Пішло (всього)	30495,43		1082,59	29412,84

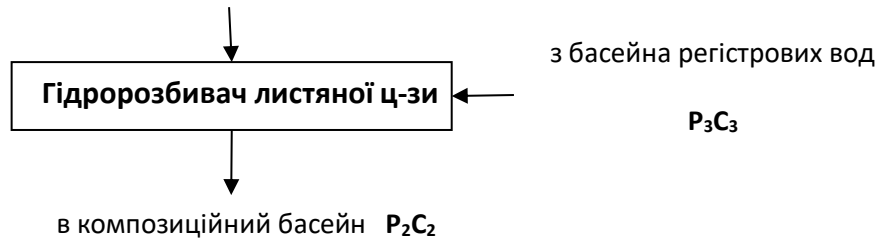
Гідророзбивач хвойної целюлози



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хв.цел-за зі складу	382,41	88,00	336,52	45,89
Вода з бас.рег.вод	9567,90	0,1747	16,72	9551,18
Надійшло(всього)	9950,31		353,24	9597,07
В композиційний бас.	9950,31	3,55	353,24	9597,07
Пішло (всього)	9950,31		353,24	9597,07

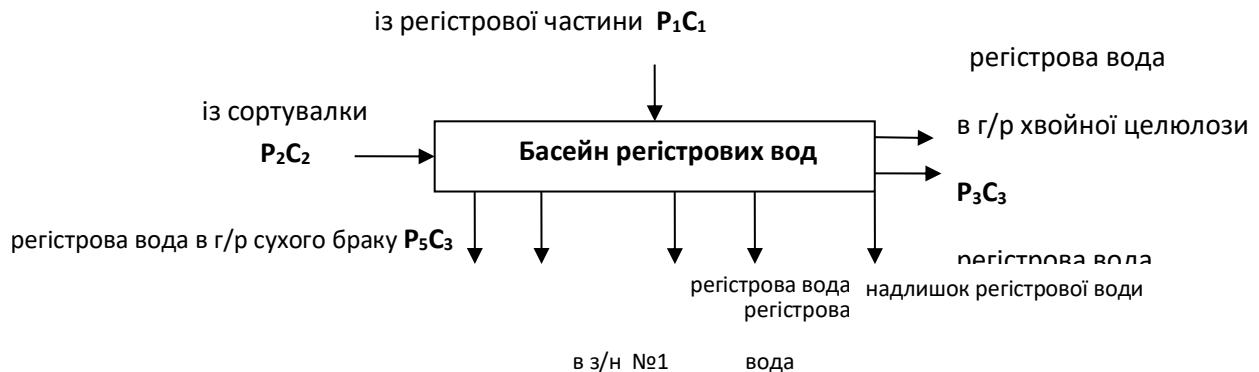
Гідророзбивач листяної целюлози

листяна целюлоза (зі складу) P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Лист.цел-за зі складу	710,19	88,00	624,97	85,22
Вода з бас.рег.вод	17768,95	0,1747	31,04	17737,91
Надійшло(всього)	18479,14		656,01	17823,13
В композиційний бас.	18479,14	3,55	656,01	17823,13
Пішло (всього)	18479,14		656,01	17823,13

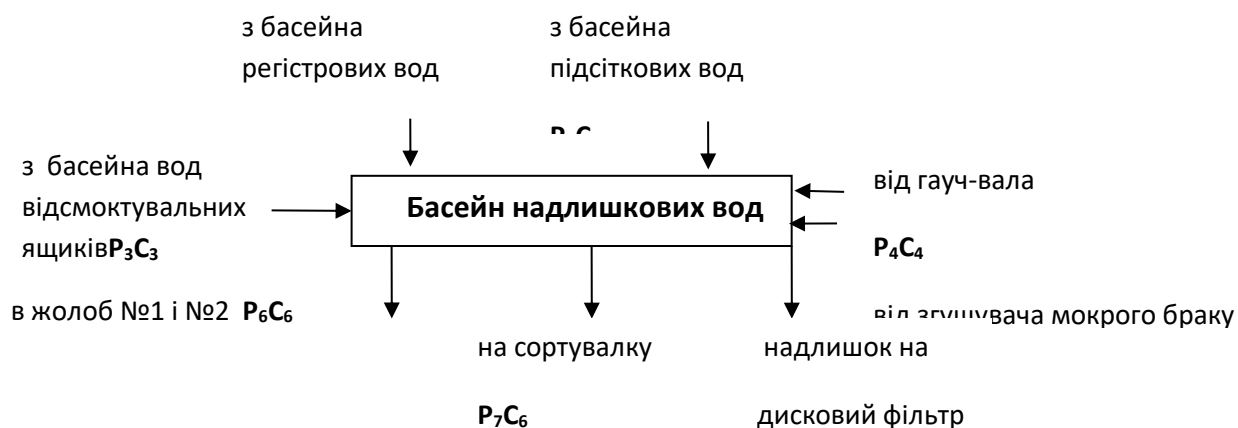
Басейн реєстрових вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	274387,47	0,1700	466,46	273921,01
Від плоск.сортув.	3971,20	0,5000	19,86	3951,34
Надійшло(всього)	278358,67		486,31	277872,35
На зм.насос №1	113687,11	0,1747	198,62	113488,49
На зм.насос №2	125921,14	0,1747	219,99	125701,15
На г/розб.листян.цел.	17768,95	0,1747	31,04	17737,91

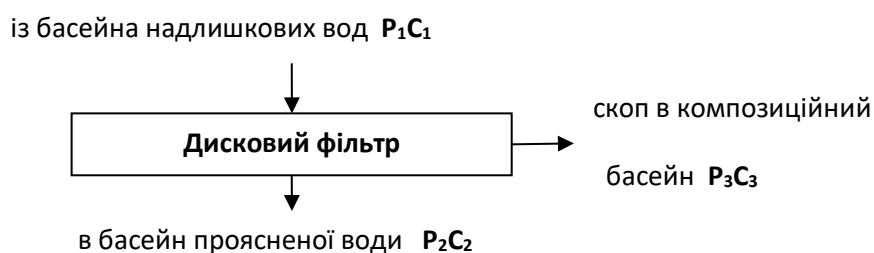
На г/розб.хвойн.цел.	9567,90	0,1747	16,72	9551,18
На г/розб.сухого браку	1354,70	0,1747	2,37	1352,33
На зміш.мокр.браку	1209,04	0,1747	2,11	1206,92
В басейн надл.вод	8849,83	0,1747	15,46	8834,37
Пішло (всього)	278358,67		486,31	277872,35

Басейн надлишкових вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	8849,83	0,1747	15,46	8834,37
З басейну підсітк.вод	11000,00	0,0039	0,43	10999,57
З басейну вод відсм.ящ.	25790,14	0,1000	25,79	25764,35
Від гауч-вала	5117,89	0,0040	0,20	5117,69
Від згущ.мокр.браку	970,75	0,0400	0,39	970,37
Надійшло(всього)	51728,62		42,27	51686,35
В жолоб №1 і №2	33595,06	0,0817	27,45	33567,60
На сортувалку	850,00	0,0817	0,69	849,31
На дисковий фільтр	17283,56	0,0817	14,12	17269,44
Пішло (всього)	51728,62		42,27	51686,35

Дисковий фільтр



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	17283,56	0,0817	14,12	17269,44
Надійшло(всього)	17283,56		14,12	17269,44
В композиц.басейн	393,11	3,55	13,96	379,16
В басейн освітл.вод	16890,45	0,0010	0,17	16890,28
Пішло (всього)	17283,56		14,12	17269,44

Басейн прояснених вод

з дискового фільтра P_1C_1



Басейн прояснених вод



надлишкова прояснена вода P_2C_2

РЕЗУЛЬТАТИ ЗВЕДЕНОГО БАЛАНСУ ВОДИ ТА ВОЛОКНА

Таблиця 3.1 – Результати зведеного балансу води і волокна

Волокно (абс.сух.),кг	Надходження	Витрата
Хвойна целюлоза (вибілена)	336,52	
Листяна целюлоза (вибілена)	624,97	
Всього:	961,49	
Готова продукція		950,00
Відходи центриклинерів III ст.		1,01
З пресовими водами		2,99
Промивка сукон		0,06
На очисні споруди		0,17
Відходи сортувалки (в цех виробн.картону)		7,26
	Всього:	961,48
Вода, кг	Надходження	Витрата
З хвойною целюлозою	45,89	
З листяною целюлозою	85,22	
Свіжа вода на промивання сіток	11000,00	
Свіжа вода на відсічки відсм.ящиків	8 000,00	
Свіжа вода на промив. сукна	6 000,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	2 500,00	
Всього:	27 631,11	
З готовою продукцією		50,00
З парою при сушінні		1382,93
З відходами центр. III ст.		149,00
З пресовими водами		2984,61
Промивка сукон		5999,94
На очисні споруди		16890,28
З відходами сортувалки (в цех виробн.картону)		174,25
	Всього:	27 631,00

Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва[18]. В даному випадку вони становлять:

$$961,49 - 950,0 = 11,49 \text{ кг.}$$

В цьому випадку вимої волокна ($ВВ$) становлять:

$$ВВ = (11,49 \cdot 100 / 961,49) = 1,19\%.$$

Втрати каоліну ($ВК$) на 1 т офсетного паперу: $ВК = \frac{3 \cdot (1000 - P_B)}{100 \cdot Y \cdot C}$

де, P_B – вміст вологи в 1т офсетного паперу, кг;

Z – зольність офсетного паперу, %;

Y – ступінь утримання каоліну, ($Y = 0,85$);

C – сухість каоліну, ($C=0,82$).

$$BK = \frac{12 \cdot (1000 - 60)}{100 \cdot 0,85 \cdot 0,82} = 161,84$$

3.4 Тепловий баланс

Вихідні дані до теплового балансу

Продуктивність, кг / год.	$G =$	6970,199
Початкова вологість матеріалу, %	$W1 =$	59
Кінцева вологість матеріалу, %	$W2 =$	5
Початкова температура матеріалу, °C	$t1 =$	20
Початкова температура повітря, °C	$\theta1 =$	10
Початкова вологість повітря, %	$F1 =$	0,5
Кінцева температура повітря, °C	$\theta4 =$	80
Кінцева вологість повітря, %	$F2 =$	0,9
Температура повітря після теплообмінників, °C	$\theta2 =$	25
Температура пари, що гріє, °C	$\theta_{пар}$	130

3.4.1. Розрахунок теплового балансу

Стаття приходу / витрати тепла кДж/год.

Прихід тепла:

1. З паром, що поступає в сушильні циліндри	26051458,8
2. З паром, що поступає в калорифер	3215524,442
3. Тепло використане в теплообміннику	1080734,709

Всього	30347717,95
---------------	--------------------

Витрата тепла:

1. На підігрів матеріалу	2077323,308
2. На сушку в 2-му, 3-му періодах	23428841,73
3. На втрати в навколишнє середовище	158369,1707
4. На втрати з невикористаним повітрям	108073,4709
5. На підігрів повітря в теплообмінниках	1080734,709
6. На втрати з повітрям йдуть	3854620,462

Всього

30707962,85

3.4.2 Результати розрахунку

Витрата пари в сушильній частині, кг / год.	$D_1=$	11866,43776
Витрата пари в калориферах, кг / год.	$D_2=$	1464,671171
Загальна витрата пари, кг / год.	$D=$	13331,10893
Витрата пари на 1 кг матеріалу, кг / год.	$D_{уд}=$	1,912586561
Кількість повітря, що подається в сушку, кг / год.	$L=$	71511,85908
Кількість свіжого повітря, кг / год.	$L_9=$	78663,04499
Поверхня теплопередачі для підігріву в сушку, m^2	$F_1=$	26,37870867
Поверхня теплопередачі для сушіння, m^2	$F_{2,3}=$	379,5447462
Загальна поверхня теплопередачі, m^2	$F=$	405,9234549
Температура повітря на вході в суш. частини, $^{\circ}C$	$\theta_3=$	74,62970072
Температура матеріалу при сушці з пост. скор., $^{\circ}C$	$t_2=$	60
Сер. температура матеріалу під періодах 2,3, $^{\circ}C$	$t_4=$	78,9
Сер. температура матеріалу, $^{\circ}C$	$t_5=$	40
Температура матеріалу після сушіння, $^{\circ}C$	$t_3=$	113,55

4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Папероробна машина

Для виробництва офсетного виду паперу масою 80 г/м^2 , обрано папероробну машину типу Б-59, яка призначена для виробництва офсетного, писального та друкарського видів паперу масою, яка знаходиться в межах від 65 до 120 г/м^2 .

Технічна характеристика папероробної машини типу Б-59:

- Продуктивність 40 – 120 т/добу;
- Обрізна ширина полотна 4200 мм;
- Швидкість за приводом 450 м/хв.

Робоча швидкість ПРМ яку приймаємо до розрахунку 360 м/хв

Визначення продуктивності паперової машини, кг/год, розраховується за формулою.

Годинна продуктивність паперової машини розраховується:

$$Q = 0,06 \cdot B \cdot V \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2 = 0,06 \cdot 4,2 \cdot 360 \cdot 80 \cdot 0,98 \cdot 0,98 = 6970,199 \text{ кг/год} = 6,97 \text{ т/год}$$

Q – продуктивність машини;

B – необрізна ширина паперового полотна на накаті – 4,2 м;

V – робоча швидкість машини на накаті, - 360 м/хв;

g – маса 1 м^2 паперу, - 80 г;

K_1 – коефіцієнт, що враховує холостий хід машини (брак на машині і обриви під час оздоблення) $K_1 = 0,92 - 0,98$ (прийнято для розрахунку 0,98);

K_2 – коефіцієнт виходу паперу нетто з брутто, $K_2 = 0,95 - 0,98$ (прийнято для розрахунку 0,98).

Продуктивність ПРМ за добу:

$$Q = 6,97 \cdot 22,5 = 156,825 \text{ т/добу.}$$

Продуктивність ПРМ за рік:

$$Q = 156,8 \cdot 345 = 54104 \text{ т/рік} = 54,1 \text{ тис.т/рік}$$

Вибір технологічного обладнання відповідно технологічному потоку відповідно до заданої продуктивності: 54,1 тис.т/рік або 156,8 т/добу

Гідророзбивач

Для розпуску листяної та хвойної целюлози обрано гідророзбивач типу ГРГ – 12.

Технічна характеристика:

- Продуктивність 30 – 120 т/добу;
- Об'єм ванни 12 м³;
- Потужність електродвигуна 150 кВт.

Кількість 1 шт.

Для розпуску сухого браку обираємо гідрозбивач типу ГРВ – 6.

Технічна характеристика:

- Продуктивність 18 – 60 т/добу;
- Об'єм ванни 6 м³;
- Потужність електродвигуна 75 кВт.

Кількість 1 шт.

Матеріал: сталь.

Дисковий млин

Кількість дискових млинів для листяної та хвойної целюлози:

$$\Delta^{\circ}\text{ШР} = \frac{\Delta^{\circ}\text{ШР}_{\text{кінцеве}} - \Delta^{\circ}\text{ШР}_{\text{початкове}}}{8} = \frac{35 - 16}{10} = 1,9 = 2 \text{ дискових млина.}$$

Для розмелювання маси до необхідного ступеня млива обираємо однодисковий млин типу МД – 31.

Технічна характеристика:

- Діаметр дисків 1000 мм;
- Частота обертання ротора 600 об/хв;
- Установча потужність 500 кВт;
- Потужність холостого ходу 175 кВт;
- Окружна швидкість ротора 31,4 м/с;
- Продуктивність 50 – 200 т/добу.

Деталі млина, що дотикаються з оброблюваною масою виготовляються з корозійностійких матеріалів.

Басейн розмеленої мас

Басейн розмеленої маси місткістю 200 м³, що дає можливість створення умов для безперервної роботи ПРМ на 30 хв.

Технічна характеристика:

- Діаметр басейну 5,3 – 5,8 м;
- Висота 0,250 м;

Матеріал: залізобетон.

Композиційний басейн

Композиційний басейн місткістю 320 м³, час зберігання маси 1 год.

Технічна характеристика:

- Діаметр басейну 6,3 – 7,3 м;
- Висота 0,25 м;

Пропелерний пристрій:

- Діаметр 1,8 м;
- Потужність двигуна 75 кВт.

Бак постійного рівня

Бак постійного рівня місткістю 1 м³ зі сталі.

Установка вихрових конічних очисників УВК- 180-02

Установку вихрових очисників обираємо марки УВК- 180-02, що має наступні характеристики [3]:

Продуктивність	180 т / добу
Ефективність очистки	70%
Маса	19,7т

Кількість установок вихрових конічних очисників:

					Пояснювальна записка	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\frac{P_{\text{доб.}}}{P_{\text{доб. УВК}}} = \frac{0,73 * 156,8 \text{ т/добу}}{180 \text{ т/добу}} = 0,636$$

≈ 1 установка вихрових конічних очисників.

Вузлоуловлювач закритого типу ВЗ - 13

Технічна характеристика:

- Продуктивність 60 – 200 т/добу;
- Найбільша концентрація сортованої маси 1,3 %;
- Перепад тиску 0,02 – 0,05 МПа;
- Найбільший розрахований тиск 0,5 МПа;
- Діаметр отворів сита 1,4 – 2,4 мм;
- Потужність електродвигуна 30 кВт;

Кількість вузлоуловлювачів:

$$\frac{P_{\text{доб.}}}{P_{\text{доб. ВЗ}}} = \frac{0,3 * 156,8 \text{ т/добу}}{60 \text{ т/добу}} = 0,78 \approx 1 \text{ вузлоуловлювач.}$$

Сортування волокнистих напівфабрикатів СВН – 1.0

Технічна характеристика:

- Масова продуктивність 40 – 170 т/добу;
- Площа бічної поверхні ситового барабана 1,0 м²;
- Потужність електродвигуна 55 – 90 кВт;
- Умовний підхід патрубків DN, мм:
подачі суспензії 200;
відводу суспензії 200;
відводу легких включень 100.

Змішувальний насос марки 10 ФСД9а

Технічна характеристика:

- Потужність на валу насоса: 31,2 кВт,

- Потужність електродвигуна: 40 кВт.

Насос для маси марки 10 ФМД-9

Технічна характеристика:

- Потужність на валу насоса: 568 кВт,

- Потужність електродвигуна: 75 кВт.

Сітковий стіл

Включає в себе:

- одна сітка;
- грудний вал;
- грудна дошка;
- реєстрові валики;
- гідропланки;
- мокрі відсмоктувальні ящики;
- відсмоктуючий гауч-вал;
- вал-пікап.

Пресова частина

Пресова частина включає в себе комбінований прес, прес двовальний з відсмоктуючою камерою, зворотній та офсетний прес. Верхній вал у відсмоктуючого пресу зміщений за ходом полотна на 50...200 мм. Зневоднювання полотна здійснюється шляхом його пресування, а відсмоктувальна камера призначена лише для відсмоктування віджатої води. В зоні пресування вода рухається в поперечному напрямку ходу сукна. Зворотний прес служить для вигладжування більш шорсткуватого сіткового боку паперового полотна. Офсетний прес ще більше, ніж зворотний, згладжує полотно, усуває маркування сукон, тому працює без них і води, як правило, не віджимає. Сухість полотна після пресування складає 40-45%.

Сушильна частина

Для сушіння застосовують контактний спосіб, при якому тепло передається вологому полотну безпосередньо від поверхні сушильних циліндрів, які

					Пояснювальна записка	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обігрівуються зсередини. Двоповерхова сушильна частина складається з 5 секцій по 8 циліндрів у кожній – 40 сушильних циліндрів діаметром 1500 мм, а також двох холодильних циліндрів, виготовлених зі сталі.

Машинний каландр

Діаметр циліндрів 1100 мм. Кількість валів –8 шт.

Поздовжньо-різальний станок

Робоча швидкість 800 м/хв. Ширина –4200 мм. Швидкість ножів 920 м/хв.

Пульсаційний млин обираємо марки МП-00, що має наступні характеристики:

продуктивність	5...25 т/добу
діаметр ротора	190 мм
кількість робочих зон	3
частота обертання ротора	3000 хв
габаритні розміри:	
— довжина	1,57 м
— ширина	0,41 м
— висота	0,58 м
загальна маса	0,68 т

Кількість пульсаційних млинів:

$$\frac{P_{\text{доб.}}}{P_{\text{доб. МП}}} = \frac{0,02 \cdot 156,8 \text{ т/добу}}{20 \text{ т/добу}} = 0,156 \approx 1 \text{ пульсаційний млин.}$$

Безшаберний згущувач обираємо марки СШ-06-01, що має наступні характеристики[3]:

продуктивність при роботі	20...25 т/добу
концентрація волокна:	
— що надходить	0,4...1 %
— згущеного	5...7 %
параметри сіткового циліндра:	
— діаметр	1,25 м
— довжина	1,50 м

площа бічної поверхні	6 м ²
частота обертання барабана	12,8; 14,4; 16 хв ⁻¹
споживана потужність	2,2 кВт
габаритні розміри	3,55х 2,25 х 2,56 м
маса	4,00 т

Кількість безшаберних згущувачів:

$$\frac{P_{\text{доб.}}}{P_{\text{доб. СШ}}} = \frac{0,02 \cdot 156,8 \text{ т/добу}}{20 \text{ т/добу}} = 0,156 \approx 1 \text{ безшаберний згущувач.}$$

					Пояснювальна записка	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Будівля, де розміщена паперова машина, є двоповерхова промислова.

Залізобетонні колони встановлюються в монолітні залізобетонні фундаменти. Крок колон становить 6000 мм. Прольоти - 18000 мм. Загальна довжина будівлі 96000 мм (16 рядів колон), ширина - 30000 мм .

Настил зроблений залізобетонними ребристими плитами довжиною 5950 мм і шириною 1485 мм.

Зовнішні стіни - цегляні, товщиною в 300 мм.

У цеху встановлено мостовий кран довжиною 30 метрів.

Фундаменти колон залізобетонні, ступінчаті, монолітні.

Покриття плоске, по конструкції не відрізняється від міжповерхового перекриття типу 1 – зі спіранням плит на полиці ригелів.

Стіни панельні товщиною 240 мм.

Віконні отвори окремі. Розміри вікон: ширина 3 м, висота 3 м.

Адміністративно-побутові приміщення знаходяться всередині будівлі.

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 офсетного паперу, площею 360 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 [10].

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 [10].

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 [10]

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 -50 шт. Також встановлені ртутні лампи високого тиску ДРЛ-400 кількістю – 38 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 ділянках має складати, лк:

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

6.3. Виробничий шум і вібрації [10]

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 звукоізолююча 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 звукоізолюючої кабінки – металопластик із склопакетами (двокамерні). Товщина скла – 4 мм.

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

де: R_a – звукоізолююча здатність конструкції стін кабінки.

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

- 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 неврівноважених 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 [10].

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.

					Пояснювальна записка	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 [10].

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 360 м² потрібно встановити 30 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.

ВИСНОВОК

1. В дипломному проекті розроблено технологічну схему виробництва офсетного паперу в системі Товариства з обмеженою відповідальністю «Дніпровська паперова фабрика» продуктивністю 54,1 тис.т/рік.
2. Наведено стандарти на сировину, глинозем, каолін та папір офсетний.
3. Виконано розрахунок матеріального балансу води і волокна з виробництва офсетного паперу. В результаті встановлено, що для виготовлення 1 т паперу необхідно 961,49 кг а.с. волокна, з них: сульфатної листяної вибіленої целюлози – 624,97; сульфатної вибіленої хвойної – 336,52. Вимої волокна становлять – 11,49 кг (1,19%). Витрати каоліну – 161,84 кг.
4. Проведено розрахунок теплового балансу контактного сушіння офсетного паперу.
5. Наведено теоретичні відомості про основні технологічні процеси, під час виробництва офсетного паперу.
6. Наведено об'ємно-планувальне і конструктивне вирішення будівлі цеху з виробництва офсетного паперу.
7. Наведено основні заходи з охорони праці на виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. С.П. Примаков, Барбаш В. А. Технологія паперу і картону: Навч. посіб. / Друге видання, переробл. – Київ: ЕКМО, 2008. – 425 с.
2. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. П. Производство бумаги и картона. Ч. 2. Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит. – СПб.: Политехника, 2006. – 499 с: ил. ISBN 5-7325-0878-3.
3. Фляте Д.М. Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 1988 – 440 с.
4. С. Г. Жудро. Технологическое проектирование целлюлозно-бумажных предприятий. Изд. 2-е, переработ. – М.: «Лесная промышленность», 1970. – 224 с.
5. Целюлоза сульфатна вибілена з хвойних порід деревини ГОСТ 9571-89.
6. Целюлоза сульфатна вибілена з листяних порід деревини ГОСТ 28172-89.
7. Каолін збагачений, призначений для виробництва паперу та картону ГОСТ 19285.
8. Сульфат технічний очищений ГОСТ 12966.
9. Папір офсетний ГОСТ 9094.
10. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/ Е.Я. Юдина, С.В. Белова – М.:Машиностроение, 1983. – 432 с.
11. 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.

ДОДАТОК А

					Пояснювальна записка	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		