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 мішкового паперу з розробленням технологічного потоку

Виконав:
студентка IV курсу, групи ЛЦ-71
Лоза В.П. _____

Керівник:
к.т.н., доц.
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	А4		Завдання на дипломний проект	2	
2	А4	ДП 7109.00.009 ПЗ	Пояснювальна записка	70	
3	А1	ДП 7109.01.009 ТК	Технологічна схема	1	
4	А1	ДП 7109.02.009 ТК	План цеху	1	
5	А1	ДП 7109.03.009 ТК	Поперечний розріз	1	
6	А1	ДП 7109.04.009 ТК	Поздовжній розріз	1	
7	А1	ДП 7109.05.009 ТК	Зведений матеріальний баланс	1	

				ДП 710000.002.00		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Лоза В.П.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Дейкун І.М.				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 технологогії 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 студентці

Лозі Валерії Павлівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Цех з виробництва мішкового паперу з розробленням технологічного потоку.

керівник проекту Дейкун І.М., доц., к.т.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) мішковий папір
4. Зміст (дипломного проекту) пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Описати та обгрунтувати розробку технологічного потоку, розробити технологічну частину, розрахувати матеріальнний 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 _____ В.П. Лоза

(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)_____ І.М. Дейкун

(підпис) (ініціали, прізвище)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: Цех з виробництва мішкового паперу з розробленням технологічного потоку

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 70 стор., 8 табл., 2 рис., першоджерел 11, 1 додаток.

Здійснено обґрунтування розробки технологічного потоку з виробництва мішкового паперу.

Наведено характеристику готової продукції, сировини та хімікатів.

Розроблено технологічну схему виробництва мішкового паперу. Розраховано матеріальний баланс процесу виробництва мішкового паперу та тепловий баланс процесу контактного сушіння.

Описано теоретичні відомості про основні процеси виробництва мішкового паперу. Здійснено вибір основного технологічного обладнання. Наведено опис об'ємно-компонувального і конструктивного вирішення будівлі цеху. Запропоновано заходи охорони праці на виробництві.

ЦЕЛЮЛОЗА, ТАЛОВА КАНІФОЛЬ, ПОЛІАКРИЛАМІД, ГЛИНОЗЕМ, РОЗМЕЛЮВАННЯ, ОЧИЩЕННЯ, СОРТУВАННЯ, ВІДЛИВАННЯ, ПРЕСУВАННЯ, КОНТАКТНЕ СУШІННЯ, МІШКОВИЙ ПАПІР

ANNOTATION

Diploma project: 70 p., 8 tables., 2 pic., original sources 11, 1 addition.

The ground of development of technological stream is carried out from the production of bag-grade paper.

Description over of the prepared products, raw material and chemicals is brought.

The flowsheet of production of bag-grade paper is worked out. Material balance of process of production of bag-grade paper and thermal balance of process of the pin drying are expected.

Theoretical information is described about the basic processes of production of bag-grade paper. The choice of basic technological equipment is carried out. Description over of by volume of-layout and structural decision of building of workshop is brought. The events of labour protection offer on a production.

CELLULOSE, TALLOWCOCO ROSIN, POLYADENITIS, ALUMINA, GRIND, CLEANING, SORTING, FOUNDING, PRESSING, PIN DRYING, BAG-GRADE PAPER

ЗМІСТ

ВСТУП…….. 9
1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ 11
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ ТА ХІМІКАТІВ…… 12
2.1 Папір мішковий …… 12
2.2 Целюлоза сульфатна хвойна невибілена…… 13
2.3 Каніфоль талова……. 13
2.4 Поліакриламід……... 14
2.5 Глинозем неметалургійний…….. 15
3 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ МІШКОВОГО ТА ЇЇ ОПИС……. 16
3.1 Технологічна схема виробництва паперу мішкового марки М-78А……. 16
3.2 Опис технологічної схеми виробництва паперу мішкового марки М-78А... 17
4 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА…… 21
5 МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС ВОДИ І ВОЛОКНА…….. 33
5.1 Блок-схема виробництва паперу мішкового марки М-78А……... 33
5.2 Дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна…… 34
5.3 Результати зведених балансів води і волокна……. 50
5.4 Тепловий баланс…… 51
6 ВИБІР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ…….. 53
7 ОБ’ЄМНО-КОМПОНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ…… 61
8 ОХОРОНА ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ……. 63
ВИСНОВКИ…….. 67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ…….. 68
ДОДАТОК А……..... 69

ВСТУП

Український ринок пакувальних матеріалів нині демонструє високі темпи росту, що диктується зростанням купівельної спроможності населення та екологічними вимогами, що з кожним роком стають жорсткішими. Перехід від синтетичних пакувальних матеріалів до природніх є досить стрімким, а тому, потреба у пакувальних видах паперу та картону найближчий час буде лише зростати.

Так, за останні 10 років в сегменті картонної упаковки, а саме гофротари, яка займає переважну долю на ринку, обсяги виробництва виросли в 2 рази [1]. На сьогодні картонні упаковки знайшли застосування у багатьох галузях промисловості. Вони використовуються виробниками харчових продуктів, алкогольних і безалкогольних напоїв, товарів побутової хімії, фармацевтичної галузі, тютюновою промисловістю та ін.

На ринку тари і пакувальних матеріалів основну долю займає сегмент харчової упаковки - приблизно 70%. До середини 90-х XX ст. доля споживчої упаковки не перевищувала 10% від загального об'єму ринку, проте починаючи з нового тисячоліття, ця доля була подвоєна і відсоток продовжує нарощуватися. Розглядаючи структуру ринку тари в цілому, варто відмітити основну долю пакувальних матеріалів з паперу і картону - 46,5%. На другому місці знаходиться пластмасова тара - 12,6% [1].

Целюлозне пакування досить міцне. Обернувши такий матеріал в декілька шарів, можна транспортувати навіть крихкі мініатюрні товари. Папір, створений з екологічних матеріалів, швидко розкладається, не виділяє отруйних речовин. Папір в якості упаковки виглядає дуже стильно. На пакувальний папір можна наносити логотипи, символи, написи. Ця якість дозволяє зберігати в такій упаковці навіть продукти харчування.

Для виготовлення мішкового паперу зазвичай застосовується високоміцна сульфатна невибілена целюлоза, зварена, як правило, з хвойних порід деревини,

що має високу міцність. Деревину листяних порід деревини практично не використовують у виробництві мішкового паперу, оскільки волокна листяних порід короткі і міцність їх нижча, ніж у хвойної деревини. Маса для мішкового паперу повинна складатися з доволі довгих, добре гідратованих волокон, що дозволяють отримати міцний лист паперу достатньо рівномірної структури.

Існує близько 20 видів мішкового паперу. До основних видів належать: непросочений папір машинної гладкості масою 1 м^2 65-90 г із сульфатної невибіленої целюлози і папір підвищеної розтяжності; основа для склеювання односторонньої гладкості масою 45-50 г/м^2; непросочений мікрокрепований масою 70-120 г/м^2; непросочений легкокрепований (крепований на пресі папероробної машини); лакована бітумом; покрита поліетиленом товщиною 10-40 мкм; покрита полівінілхлоридом товщиною 20-40 мкм; покрита парафіном або мікровосками; покрита сумішшю на основі мікровоска і сополімерів етилену.

Переважна більшість мішкового паперу виробляється масою 1 м^2 70-75 г і 80 г. Папір масою 1 м^2 90 г застосовується лише в окремих випадках для зовнішнього шару мішків. Значна кількість як гладкого мішкового паперу, так і мікрокрепованого піддається поверхневій обробці з метою підвищення паро-, водо- і газонепроникності. Найбільшого поширення отримав папір, склеєний бітумом і ламінований поліетиленом. Спеціальні види паперу, що відрізняються спеціальними захисними властивостями, застосовуються, як правило, тільки у якості зовнішнього або внутрішнього шарів мішка. Непросочений папір використовується у всіх видах мішкового паперу [2].

1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ

З кожним роком все більше поширюється тренд екологічності у всьому. Це безпосередньо торкається пакувальних матеріалів. На зміну поліетилену часто приходить картон і папір. Саме папір є одним з найпоширеніших видів сучасної пакувальної продукції. Цей матеріал застосовують в промисловості, транспортуванні, в дизайнерських цілях. Може здатися, що пакувальний папір тонкий і неміцний, проте, сучасний модифікований матеріал має досить високі якісні характеристики. Гнучкість матеріалу дозволяє упаковувати в папір предмети будь-якої форми і розміру. Целюлозна основа швидко розкладається після утилізації і не здатна завдати шкоди людині і довкіллю.

Папір, призначений для виготовлення багатошарових мішків, - один із найбільш масових і міцних видів паперу. Виробництво даного виду паперу з кожним роком зростає. Вимоги, що висуваються до мішкового паперу, повинні враховувати досить різноманітні умови виготовлення та експлуатації паперових мішків. Мішковий папір – це папір, з якого роблять мішки і пакети різних типів. Характеризується високими показниками розривної довжини, міцності на злам, опору продавлюванню. Також цей папір використовується для упаковки і обгортки продукції малих розмірів та маси, упаковки меблів при переїздах, для застилання приміщень при ремонті і інших побутових і виробничих потребах. Мішковий папір є міцним і екологічно чистим видом упаковки, який знайшов застосування у більшості галузях промисловості.

ПрАТ «Малинська паперова фабрика – Вайдманн» була заснована у 1871 році. За роки свого існування підприємство перетворилось з маленької мануфактури у високо розвинуте сучасне підприємство, де виробляється папір промислового застосування, для упаковки харчових продуктів, трансформаторний картон, електроізоляційні види паперу, конденсаторний, цигарковий. Збільшення обсягів виробництва таропакувальної продукції є актуальною задачею.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ ТА ХІМІКАТІВ

2.1 Папір мішковий

Папір мішковий марки М-78А згідно ГОСТ 2228-81 використовується для виготовлення мішків різних типів і марок. Мішковий папір повинен виготовлятися з сульфатної небіленої хвойної целюлози. Показники якості мішкового паперу марки М-78А наведені у табл. 2.1 [3].

Таблиця 2.1 – Показники якості мішкового паперу марки М-78А

Найменування показника	Норма для марки М-78А	Метод випробування
1. Маса паперу площею 1 м^2, г	78	За ГОСТ 13199
2. Маса покриття площею 1м^2,г	-	За п. 4.4
3. Руйнівне зусилля в поперечному напрямку, Н, не менше в сухому стані у вологому стані	 45 -	 За ГОСТ 13525.1 За ГОСТ 13525.7, розд. 3
4. Відносне видовження при розтягуванні, %, не менше в поперечному напрямку в машинному напрямку	 3,9 -	За ГОСТ 13525.1
5. Абсолютний опір роздиранню у машинному напрямку, мН, не менше	850	За ГОСТ 13525.3
6. Повітрепроникність, см^3/хв	200-600	За ГОСТ 13525.14
7. Поверхнева вбирність води при односторонньому змочуванні (Кобб$_{60}$) сіткової сторони, г, не більше	27	За ГОСТ 12605
9. Вологість, %	7-11	За ГОСТ 13525.19

2.2 Целюлоза сульфатна хвойна невибілена

Для виробництва мішкового паперу використовується сульфатна хвойна невибілена целюлози марки НС-2 вищого сорту за ГОСТ 11208-82, показники якості якої наведено у табл. 2.2 [4].

Таблиця 2.2 – Показники якості целюлози сульфатної хвойної марки НС-2 вищого сорту

Найменування показника	Значення для марки	Метод випробування
	НС-2 Вищий сорт	
1. Ступінь делігніфікації, од. Каппа	26,0-36,0	За ГОСТ 10070
2. Розривна довжина, м, не менше	8700	За ГОСТ 13525.1
3. Абсолютний опір продавлюванню, кПа, не менше	470	За ГОСТ 13525.8
4. Абсолютний опір роздиранню, мН, не менше	810	За ГОСТ 13525.3
5. Засміченість, шт., не більше смітинок площею від 0,1 до 1,0 мм^2 включно, не більше більше 1,0 до 2,0 мм^2 включно, не більше більше 2,0 мм^2 більше 5,0 мм^2	 - - 0	За ГОСТ 14363.3
6. Вологість при відвантаженні, %, не більше	23	За ГОСТ 16932

2.3 Каніфоль талова

Каніфольна клей-паста повинна виготовлятись на основі талової каніфолі за ГОСТ 14201-83.

Показники якості талової каніфолі 1-го сорту наведено у табл. 2.3 [5].

Таблиця 2.3 – Фізико-хімічні показники каніфолі талової 1-го сорту

Найменування показника	Норма 1-й сорт ОКП 24 5374 0130	Метод аналізу
1. Зовнішній вигляд	Прозора, скловидна маса	За п.4.2
2. Інтенсивність забарвлення	Wg, N, M, K	За ГОСТ 17823.4
3. Масова доля золи, %, не більше	0,04	За п.4.3
4. Масова доля механічних домішок, %, не більше	0,03	За п.4.4
5. Температура розм'якшення, ^{0}С, не більше	60	За ГОСТ 23863, метод А
6. Кислотне число, мг КОН на 1 г продукта, не менше	160	За ГОСТ 17823.1, і п.4.5 діючого стандарту
7. Масова доля неомилюваних речовин, %, не більше	6	За п.4.6

2.4 Поліакриламід

З метою підвищення утримування дрібного волокна і покращення властивостей паперу у напірний ящик папероробної машини вводять поліакриламід. Показники якості поліакриламіду марки А-0605 наведені у табл. 2.4 згідно нормативного документу ТУ У 2414-002-74301823-2007 [6].

Таблиця 2.4 – Показники якості поліакриламіду марки А-0605

Найменування показника	Норма ОКП 22 1639	Метод аналізу
1. Масова частка нелетючих речовин. %, не менше	6	За п.4.4.2
2. Кінематична в’язкість розчину поліакриламіду з масовою часткою 0,25 % у розчині хлористого	4	За п. 4.7

натрію з масовою часткою 3 % за температури 30 ^{0}C, мм^2/с, не менше		
3. Швидкість осадження за оксидом міді, мм/с, не менше	8	За п. 4.8.2
4. Масова частка залишкового акриламіду в розрахунку на 1 % основної речовини, %, не більше	0,005	За п. 4.5.2
5. Молярна частка карбоксильних груп (ступінь гідролізу), %	3-8	За п. 4.9.2

2.5 Глинозем неметалургійний

У виробництві паперу застосовується глинозем за ГОСТ 30559-98.

Відповідно до марки паперу, що виготовляється, для кращого осадження каніфольної клей-пасти на волокні використовується глинозем неметалургійний марки ГН. За фізико-хімічними показниками глинозем повинен відповідати вимогам, встановленим в табл. 2.5 [7].

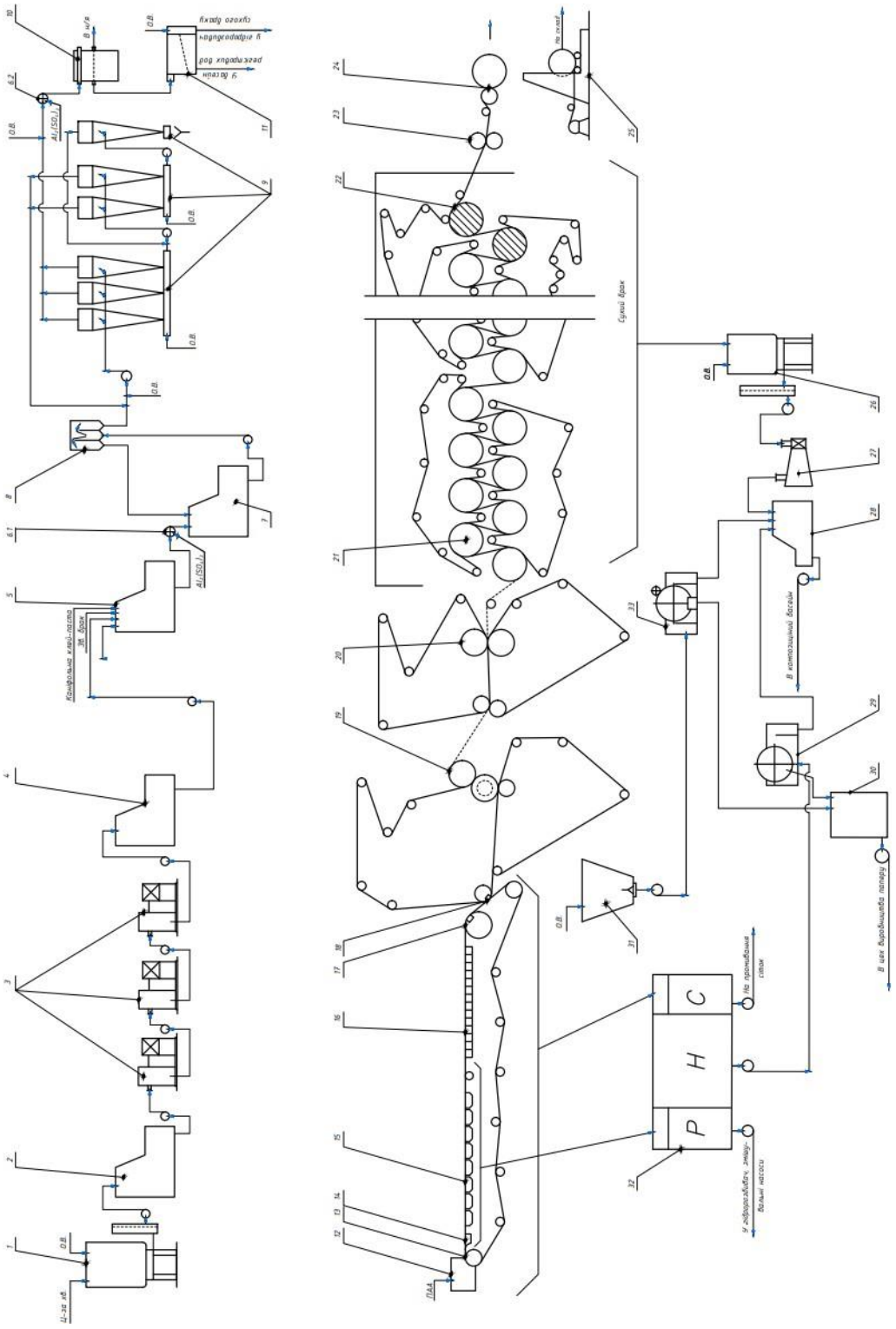
Таблиця 2.5 – Фізико-хімічні показники глинозему марки ГН

Марка	Масова частка домішок, %, не більше			Втрата маси при прожарюванні (300-1100 ^{0}C), %, не більше	Масова частка альфа-оксиду алюмінія, %	Масова частка монозерен, що покривають агрегати, %, не менше	
	SiO_2	Fe_2O_3	Сума Na_2O + K_2O в перерахунку на Na_2O			до 5 мкм	до 10 мкм
ГН	0,1	0,03	0,1	0,2	Не менше 94	90	-

3 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ МІШКОВОГО ТА ЇЇ ОПИС

Технологічну схему виробництва мішкового паперу наведено на рис.3.1.

3.1 Технологічна схема виробництва паперу мішкового марки М-78А



3.2 Опис технологічної схеми виробництва паперу мішкового марки М-78А

Згідно стандарту на цільовий продукт ГОСТ 2228-81 для виготовлення паперу мішкового марки М-78А у якості волокнистого напівфабрикату застосовують хвойну сульфатну невибілену целюлозу марки НС-2. При розробці технологічного потоку обирається використання композиції по волокну: хвойна сульфатна невибілена целюлоза 100 %.

Хвойна целюлоза транспортером подається зі складу у гідророзбивач ГРВ-32 (1), куди ж подається регістрова вода. Гідророзбивач працює неперервно для підтримання рівномірної концентрації маси в ньому; у гідророзбивачі відбувається розпуск маси на волокна. Розпущена маса подається відцентровим насосом у басейн розпущеної маси (2) для акумулювання розволокненої маси. Далі маса подається на однодискові млини МД-ЗУ8 (3) для розмелювання. Сульфатна хвойна невибілена целюлоза піддається розмелюванню на однодискових млинах (3) у три ступені одним потоком, до ступеня млива 30 – 32 ^{0}ШР, початковий ступінь млива целюлози становить 10 – 12 ^{0}ШР; кінцевий – 30 – 32 ^{0}ШР, приріст ступеня млива на одному млині складає 8 – 10 ^{0}ШР.

Потім маса подається у композиційний басейн (5), куди надходить зворотній брак та каніфольна клей-паста, після чого вона перекачується змішувальним насосом №2 (6.1) в машинний басейн (7); у змішувальний насос подається глинозем для закріплення каніфольного клею на волокні. Далі маса подається в бак постійного рівня (8) відцентровим насосом.

Перед відливанням паперу розбавлена маса піддається очищенню з метою видалення забруднень, які утворилися в процесі підготовки маси. До таких забруднень відносяться мінеральні включення, питома маса яких більша за питому масу волокна, такі як залишки піску, дротів та інших дрібних частинок нерослинного походження. Маса подається на перший ступінь очищення УВК-500-04 (9) під тиском 0,2 – 0,25 МПа. Під дією відцентрової сили мінеральні включення відкидаються до стінок центриклинера і, опускаючись вниз,

виводяться через жолоб важких включень. Відходи від першого ступеня збираються в закритому колекторі і після розведення обіговою водою прямують на другий ступінь очищення. Очищена маса з другого ступеня подається на повторне доочищення на перший ступінь. Відходи другого ступеня збираються в жолобі №2, і поступають на третій ступінь очистки. Відходи від третього ступеня очистки надходять у відвал, а очищена маса направляється на повторне доочищення на другий ступінь. Очищена маса подається на змішувальний насос №1 (6.2), де розбавляється регістровою водою перед подачею на додаткове очищення. Маса поступає на вузлоуловлювач закритого типу ВЗ-15 (10), який очищує масу від забруднень волокнистого характеру, таких як вузли, пучки волокон, згустки, шматочки бруду. Паперова маса подається у верхню частину апарата під тиском через штуцер. Очищена маса під впливом напору та за допомогою ротора проходить через сито і вивантажується з селектифайєра через загальний штуцер. Маса, очищена від волокнистих включень, виходить із апарата і подається у напірний ящик турбулентного типу (12). Відходи, що не пройшли через сито, видаляються на вібраційну сортувалку СЦВ-04 (11), звідки освітлена вода направляється в басейн регістрових вод (30). Після очищення від мінеральних та волокнистих включень маса готова до відливання на сітці папероробної машини. ЇЇ подають в напірний ящик (12) турбулентного типу.

Мішковий папір виготовляється на папероробній машині марки БП-45А обрізною шириною 6300 мм [7]. Формування полотна відбувається на плоскосітковому формуючому пристрої, що містить грудний вал (13) та формувальну дошку (14), на якому проходить м’яке зневоднення отриманого полотна. Далі відбувається подальше зневоднення полотна на гідропланках (15). Подальше зневоднення відбувається на відсмоктувальних ящиках (16). Після цього полотно поступає на гауч-вал (17). Сухість паперового полотна після гауч-валу становить 20 %. Для подальшого зневоднення паперове полотно передається у пресову частину за допомогою вала-пікап 18. У вакуум-

пересмоктувальному пристрої передбачено використання відсмоктувального вала для додаткового осушування сітки.

Пресова частина представлена трьохвальним пресом з центральним відсмоктуючим валом (19) і пресом з подовженою зоною пресування (20). Тривальний прес включає в себе нижній вал з глухими отворами, середній відсмоктуючий трикамерний вал і верхній вал з твердим покриттям (замінником граніту). Прес з подовженою зоною пресування включає в себе вали з глухими отворами. Нижній вал і вали преса з подовженою зоною пресування мають власні сукна. Пересмоктуючий знімальний вал має спільне сукно з середнім відсмоктуючим валом тривального преса. По цьому сукну полотно передається з сіткової частини у першу зону пресування між валом з глухими отворами і відсмоктуючим валом. Потім у другу зону між відсмоктуючим і гладким валами, далі за допомогою повітряної заправки переходить на прес з подовженою зоною пресування, а після нього, за допомогою канатикової заправки, у сушильну частину. Сухість паперового полотна після пресової частини становить 41 %.

У сушильній частині за допомогою сушильних циліндрів (21) відбувається сушіння полотна. Спосіб сушіння – контактний, який відбувається з використанням пари, що подається в середину сушильних циліндрів. Сушильна частина з ходом сітки типу «слалом» дозволяє усунути коливання кромок, що зменшує обривність полотна паперу, збільшує кут захвату сіткою сушильного циліндра. Випаровування відбувається з однієї сторони на відносно великій ділянці, зменшується поперечна усадка, спрощується обслуговування сушильної частини. Застосування приводу сушильних циліндрів з використанням тягової здатності синтетичних сіток раціональної конструкції приводних коробок спрощує конструкцію сушильної частини, знижує металоємність, забезпечує зручність монтажу (демонтажу) і обслуговування.

Кількість сушильних циліндрів у сушильній частині папероробної машини: встановлюється 7 секцій сушильних циліндрів по 8 штук у кожній групі, тобто, 56 штук, та 2 холодильних циліндри (22). Встановлення холодильних циліндрів

необхідно для вирівнювання вологи у паперовому полотні, що в загальному добре впливає на фізико-механічні показники паперу. Папір після сушіння проходить через двохвальний каландр (23). Після цього отриманий папір поступає на накат (24) і на склад готової продукції.

Мокрий брак із гауч-мішалки (30) безперервно подається на шаберний згущувач (32), де відбувається згущення маси, після чого вона направляється в басейн обігового браку (27). Брак, утворений у пресовій частині, також направляється у гауч-мішалку. Із басейну обігового браку брак подається в композиційний басейн (5). Для розпуску сухого машинного браку, утвореного під час сушіння та обробки паперу, встановлено гідророзбивач сухого браку ГРВ-6 (25). Розпуск браку здійснюється з використанням регістрової води із басейну регістрових вод (31). Потім розпущена маса надходить на пульсаційний млин МП-00 (26) для дорозпуску, а звідти направляється в басейн обігового браку (27).

Регістрові води застосовуються для розпуску волокнистого напівфабрикату у гідророзбивачі хвойної целюлози, для розбавлення маси в змішувальних насосах №1 та №2, а також для розпуску обігового браку. Вода від гауч-вала, відсмоктувальних ящиків та від промивання сітки, подається в жолоби №1 та №2 батареї центриклинерів. Надлишок цієї води, а також регістрової води надходить на прояснення, після чого – на очисні споруди. Вода після згущувача безшаберного типу СШ-06-01 (28) направляється у басейн прояснених вод (29), а скоп направляється в басейн обігового браку.

4 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА

Папір мішковий повинний мати властивості, що відповідають специфічним вимогам його призначення: високі показники міцності, а саме опору роздирання та надриву, непрозорість; низькі параметри повітропроникності [8, 9].

Для забезпечення вище наведених властивостей необхідно контролювати всі процеси підготовки волокнистої маси та виробництва паперу на папероробній машині.

Згідно стандарту [3] для виробництва мішкового паперу марки М-78А використовується целюлоза сульфатна хвойна невибілена марки НС-2 вищого сорту ГОСТ 11208-82.

Деревину листяних порід деревини стараються не використовувати для мішкового паперу, так як волокна листяних порід короткі і міцність їх нижча, ніж у хвойної деревини. Березова деревина делігніфікується гірше, аніж хвойна, і потребує на варіння більшої витрати щолоку, тому при спільному варінні листяної та хвойної деревини приходиться збільшувати витрату щолоку і варити целюлозу до меншої жорсткості у порівнянні з сосною [8].

Важливим етапом у процесі виготовлення паперу мішкового є процес розмелювання волокна, що визначає властивості продукції. Цей процес найенергоємніший у паперовому виробництві, на його проведення витрачається іноді до 60 — 70 % енергії від загального обсягу споживання.

Папір, отриманий навіть із високоміцних, але не розмелених рослинних волокон, має досить низьку міцність, високу пористість, нерівномірну структуру. Нерозмелені волокна погано диспергуються, збиваються в пластівці і у готовому папері утворюють слабкі міжволоконні зв’язки.

Процес розмелювання полягає у механічному оброблення волокон за присутності води з метою підготовки до відливання паперу з певними властивостями, що визначаються стандартом.

У процесі розмелювання волокнистому напівфабрикату надається певна структура, довжина і товщина волокон, для того щоб надати кінцевому продукту певної структури полотна; надати волокнистому напівфабрикату певної гідратації, від якої залежить сила зчеплення між окремими волокнами.

Під час розмелювання відбувається:

1) механічний вплив на волокна в присутності води — внаслідок оброблення волокон між перехресними ножами ротора і статора розмелювального апарату. Волокна піддаються гідравлічним ударам, що призводять до їхнього укорочування, розщеплення, стирання, стискання, роздавлювання та інших механічних впливів, під дією яких під час розмелювання змінюється довжина, товщина і фракційний склад волокон;
2) колоїдно-хімічний вплив на волокна (гідратація), що робить їх гнучкішими, еластичнішими, оскільки вони набухають у водному середовищі.

Незважаючи на те що, для розмелювання застосовуються апарати різного типу, принцип їхньої дії приблизно однаковий і полягає в тому, що волокна в присутності води у вигляді волокнистої суспензії різної концентрації обробляються між перехресними ножами ротора і статора розмелювального апарата (рис. 4.1) [9].

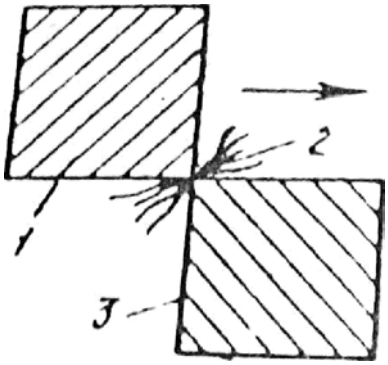


Рисунок 4.1 — Схема розмелювання:

1 — ніж ротора; 2 — волокна; 3 — ніж статора

На процес розмелювання значний вплив має природа волокна і його хімічний склад.

Хвойні волокна довгі і мають стрічкову структуру, а листяні — коротку і трубчасту. Стрічкові волокна краще нависають на кромках ножів під час розмелювання, тому швидше набухають і краще фібрилюються. Сульфатна целюлоза довше розмелюється, ніж сульфітна, тому що на поверхні волокон останньої внаслідок кислих умов делігніфікації є велика кількість "слабких" місць через гідролітичне ушкодження зовнішнього шару S_1 вторинної стінки.

Великий вплив на розмелювання має хімічний склад волокна: вміст в ньому а-целюлози, геміцелюлоз і лігніну. Волокна з високим вмістом а-целюлози (наприклад, облагороджена целюлоза) висококристалічні, містять мало аморфної частини, погано набухають під час розмелювання і тому погано розмелюються. Під час сушіння целюлози має місце процес укрупнення мікрофібрил у більші пучки, що призводить до усадки волокон, зменшення їхнього набухання, а, отже, і до погіршення розмелювання.

З підвищенням швидкості ротора збільшується дія гідратації ножів на волокно, внаслідок чого воно сильніше набухає і краще фібрилюється. Однак, з підвищенням кутової швидкості збільшується і питома витрата енергії на розмелювання через збільшення її втрат на гідродинамічний опір маси під час розмелювання.

У сучасних розмелювальних апаратах застосовуються різні модифікації металевої і неметалевої гарнітури. Прийнято вважати, що укорочування волокон під час розмелювання обернено пропорційне числу розмелювальних ножів, тому що ширина ножів тісно пов’язана з їхньою ріжучою довжиною. Іноді гарнітуру характеризують за відношенням площі поверхні ножів до загальної площі гарнітури. Якщо це відношення 65 — 70 %, то процес направлений на фібрилювання.

Зі збільшенням тривалості розмелювання ступінь млива збільшується неоднаково: на початку процесу ступінь млива зростає незначно, коли ж відбувається набухання і розбивання волокна, ступінь млива досягає 25 - 30 ^{0}ШР.

Потім, залежно від умов розмелювання, спостерігається майже прямолінійна залежність збільшення ступеня млива до 45 — 50 ^{0}ШР.

Для забезпечення фізико-механічних властивостей паперу важливо контролювати кінцевий ступінь млива маси, який має складати близько 30-32 ^{0}ШР. Розмелювання целюлози для мішкового паперу відбувається безперервним способом на однодискових млинах, як правило, у два-три ступені.

За такого ступеня млива маси папір має фізико-механічні показники, що в достатній мірі забезпечуються стандартами для даного виду паперу, а саме, руйнівне зусилля в поперечному направленні, відносне видовження розтягуванні, абсолютний опір роздиранню у машинному направленні.

Для надання вологоміцності паперу, мішковий папір піддають проклеюванню, переважно в масі, різними реагентами. Для проклеювання застосовують білий каніфольний, високосмоляний, пековий або клей з сульфатного мила (типу бурого) і зміцнений клей [8].

Речовини, які застосовуються для проклеювання паперу і картону, можна розділити на три групи:

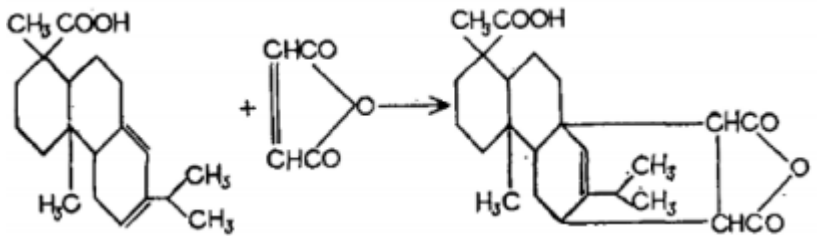
- ті, що надають гідрофобність (каніфоль і різні її модифікації, парафін, стеарати, віск, силікони тощо);
- ті, що підсилюють гідрофобність і одночасно підвищують міцність паперу (тваринний клей, крохмаль, казеїн, латекси, ПАА, КМЦ і ін.);
- ті, що забезпечують вологотривкість (водамін, карбамідо- і меламіноформальдегідні смоли).

Існують три види каніфолі: живична, екстракційна і талова. Каніфоль у воді нерозчинна. Тому для проклеювання застосовується не сама каніфоль, а різні види клею, одержані шляхом її взаємодії з лугом, при чому в залежності від витрати лугу відбувається повна або часткова нейтралізація смоляних кислот каніфолі, що забезпечує її розчинення і хороше емульгування у воді.

Пековий клей швидше коагулює, більш чутливий до якості свіжої та обігової води та електролітів, ніж білий каніфольний, придатний тільки для

проклеювання невибіленого паперу за м’якої виробничої води. Витрати пекового клею дещо вищі, ніж каніфольного, але вартість його значно нижча.

З метою покращення якості паперу і економії дефіцитної каніфолі широкого застосування отримали клеї з каніфолі, що модифікована малеїновим ангідридом або фумаровою кислотою. Для приготування зміцненого клею використовують живичну каніфоль або живицю. При нагріванні до 200 ^{0}С з малеїновим ангідридом реагують левопимарова та абієтинова кислота, що за високої температури ізомеризується в левопемарову [8]:



(4.1)

Після омилення каустичною або кальцинованою содою отримують пасту, що містить 50-70 % сухих речовин, яку транспортують у залізних бочках або цистернах. Іноді з пасти отримують сухий порошкоподібний клей, але такий клей легко окислюється зі зниженням розчинності і ефективності, тому, він застосовується рідко.

Завдяки модифікації кількість карбоксильних груп каніфолі може збільшитися в 3 рази, що сприяє кращій фіксації частинок клею на волокні. Невеликі розміри клейових частинок (150-300 А) сприяють більш рівномірному розповсюдженню клею на волокнах, підвищенню ступеня проклейки і покращенню міцності паперу.

Для проклеювання невологіміцних видів паперу мішкового використовують переважно проклеювання каніфольним клеєм з витратою каніфолі від 0,5 до 1 %.

Мета каніфольного проклеювання паперу полягає в наданні паперу гідрофобних властивостей, зниженні поглинаючої здатність паперу відносно

води і водних розчинів. Непроклеєний папір має високу вбирну здатність, швидко намокає у воді і втрачає водночас свою міцність.

Основною речовиною для проклеювання паперу є каніфоль. Частково каніфоль можна замінити у проклеюванні паперу такими матеріалами, як парафін і деякими іншими, але повноцінними замінниками каніфолі їх вважати не можна.

Суть проклеювання паперу смоляним клеєм полягає в тому, що каніфоль, що за своєю природою є сумішшю смоляних кислот (складу $C_{20}H_{30}O_2$ з одною карбоксильною групою), омилюють лугом і отриманий клей розводять у воді.

Клейова емульсія може мати різний склад залежно від кількості лугу, взятого для омилення. У разі повного омилення всіх смоляних кислот, що містяться в каніфолі, отримують так званий нейтральний, або повністю омилений клей. У випадку недостатньої кількості лугу, взятого на варіння каніфолі, отримують клей з вмістом вільної неомиленої каніфолі.

Отримана в той чи інший спосіб клейова емульсія вводиться в паперову масу під час її розмелювання або відразу ж після розмелювання волокнистих матеріалів, та їх змішування і після відповідного перемішування вона висаджується на волокні сірчанокислим глиноземом. Смоляні частки фіксуються на волокні і під час подальшого відливання і сушіння паперу на папероробній машині надають паперовому полотну гідрофобних властивостей.

Як відомо, суспензія білого смоляного клею складається з омилених частинок у вигляді резинату натрію і білих смоляних кульок неомиленної смоли. Резинат натрію, як сіль слабкої кислоти і сильного лугу, піддається гідролізу, внаслідок чого утворюється колоїдна смола і їдкий натр:

$$C_{19}H_{29}COONa + HOH = C_{19}H_{29}COOH + NaOH \qquad (4.2)$$

У цьому разі утворюється дрібнодисперсна колоїдна смола, що має негативний заряд. У водяній суспензії целюлозне волокно, як і частинки смоли, теж мають слабкий негативний заряд.

Щоб зафіксувати негативні частинки смоли на волокні, потрібно перезарядити один з компонентів. Для цього зазвичай використовують сірчанокислий алюміній $Al_2 (SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, який у воді гідролізується:

$$Al_2(SO_4)_3 + 6HOH \leftrightarrow Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 \quad (4.3)$$

$$2Al^{3+} + 3SO_4^{2-} + 6HOH \leftrightarrow Al(OH)_3 + 6H^{+} + 3SO_4^{2-} \quad (4.4)$$

Дисоційована частина сірчанокислого алюмінію реагує з резинатом натрію майже миттєво за реакцією:

$$6C_{19}H_{29}COONa + Al_2(SO_4)_3 = 2(C_{19}H_{29}COO)_3\,Al + 3\,Na_2SO_4 \quad (4.5)$$

Це основна реакція під час проклеювання в масі нейтральним і білим клеєм. Вона перебігає за pH 4,5 і нижче. Резинат алюмінію, який утворюється у воді не розчиняється і висідає на волокнах у вигляді пластинчастого осаду.

Важливим етапом в наданні потрібних фізико-механічних властивостей мішковому паперу є контроль процесу відливання паперової маси на сітці ПРМ для якісного утворення водневих зв’язків.

На формування паперового полотна на сітці впливає багато чинників, серед яких найважливішими є 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, pH середовища, хімічні добавки тощо.

Із збільшенням концентрації маси збільшується ймовірність утворення пластівців, що негативно позначається на якості паперу, у його структурі, просвіті, механічних та інших показниках.

Концентрація маси, що надходить на сітку, залежить від виду продукції яка виробляється, ступеня млива і може коливатися в межах 0,1 — 1,2 %.

Волокна целюлози з деревини хвойних порід довші, ніж волокна деревної маси або целюлози з деревини листяних порід, однорічних рослин або макулатурної маси, і мають більшу схильність до утворення пластівців. Тому добавка в масу з хвойної целюлози напівфабрикатів з меншою довжиною волокна зменшує тенденцію утворення пластівців і поліпшує структуру полотна.

Повітря, що міститься в паперовій масі у вигляді дрібних бульбашок, сприяє утворенню пластівців маси, тому що на межі розділу фаз повітря — вода — волокно діють сили поверхневого натягу, під дією яких волокна скупчуються навколо бульбашки, утворюючи флокули. Тому деаерація маси перед відливанням сприяє не тільки підвищенню швидкості зневоднення, але і поліпшенню просвіту і якості готової продукції.

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

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

Чим більше розрідження, яке створюється у відсмоктувальних ящиках і в гауч—валі, тим швидше буде відбуватися зневоднення маси. Однак зі збільшенням товщини шару і в’язкості води та, з підвищенням питомої поверхні волокна (або ступеня млива) і концентрації маси швидкість зневоднення маси зменшується.

Волокниста маса є водною дисперсною системою, стійкість якої визначається балансом сил притягання та відштовхування між частинками

системи. Під час масопідготовки при механічних впливах (розмелювання, перекачування, перемішування, згущування або розбавлення) стійкість системи порушується та змінюється з формуванням нового стану і балансу сил у масній суспензії. На початковій стадії приготування маси до формування на папероробній машині домінують гідростатичні сили, а з поступовим розбавленням маси перед напірним ящиком зростає роль електрокінетичних сил, особливо у разі застосування хімікатів, які несуть заряд.

Отримання волокна поліпшується флокуляцією дріб'язку, наповнювачів, волокон та іншого колоїдного матеріалу. Механізм флокуляції (нейтралізація заряду або з'єднання часток мостом) залежить від фізичної (хімічної) характеристики поверхні і розміру часток і полімерів, концентрації суспензії та гідродинамічних умов перемішування.

Хімічні добавки, які вводяться в паперову масу в якості флокулянтів сприяють також прискоренню процесу зневоднення маси на сітці.

З метою підвищення якості мішкового паперу і у зв'язку з дефіцитом каніфолі спостерігається тенденція до введення у масу різних хімікатів, у тому числі, карбамідних і епоксидних смол, ефірів целюлози, синтетичних каучуків, похідних крохмалю, синтетичних і штучних волокон.

Na-КМЦ добре розчиняється у воді та у вигляді 2-5 %-го розчину вводиться у розмелену паперову масу перед глиноземом, що додається до отримання pH 5. 1-2 % середньов'язкий Na-КМЦ збільшує розривну довжину, видовження і опір продавлюванню. У зв'язку з більш високою ефективністю других матеріалів Na-КМЦ у масу додається дуже рідко.

Полівініловий спирт є гідрофільною речовиною, здатною до утворення водневих зв'язків з целюлозою. Для зниження гідрофільності волокна ПВС піддають термообробці і використовують разом зі зв'язуючим – полівініловим спиртом, що не піддається обробці, і карбамідними смолами. Ідомо, що добавка 10-30 % волокон з ПВС дозволяє отримати різні види паперу. До недоліків вінола, як і до інших синтетичних волокон, відноситься висока вартість і

необхідність попереднього подрібнення на відрізки, довжина яких еквівалентна з довжиною целюлозних волокон.

Введення крохмалю у паперову масу підвищує міцність паперу і утримування проклеюючих речовин, збільшує гладкість і жорсткість пперу, знижує пильність. Крохмаль використовують при поверхневому проклеюванні паперу та картону, а також при виробництві паперу та картону з макулатури. Застосування модифікованого крохмалю для зміцнення паперу і картону замість немодифікованих продуктів обумовлено бажанням споживача одержати необхідний ефект зміцнення без забруднення обігових вод крохмалем. Завдяки модифікації крохмалю збільшується здатність крохмалю до утворення зв'язків з целюлозою (водневих або ацетильних), збільшується міцність вологого полотна паперу, підвищується ступінь утримування крохмалю і витрата його знижується до 0,2-0,5 % до волокна.

З метою підвищення утримування дрібного волокна і покращення властивостей паперу у напірний ящик папероробної машини вводять поліакриламід (ПАА). Поліакриламід викликає флокуляцію дрібного волокна і наповнювачів і прискорює процес зневоднення маси. Амідні та карбоксильні групи ПАА утворюють водневі зв'язки з целюлозою, що підвищує міцність паперу у сухому і вологому стані. Додаткове введення ПАА у воду перед масовловлюючою установкою у кількості 1,25 г/см^3 води, що освітлюється, сприяє підвищенню ефективності роботи флотаційної апаратури, фільтрів і відстійників.

Пресова частина представлена трьохвальним пресом з центральним відсмоктуючим валом і пресом з подовженою зоною пресування. Трьохвальний прес включає в себе нижній вал з глухими отворами, середній відсмоктуючий трьохкамерний вал і верхній вал з твердим покриттям (замінником граніту). Прес з подовженою зоною пресування включає в себе вали з глухими отворами. Нижній вал і вали преса з подовженою зоною пресування мають власні сукна. Пересмоктуючий зйомний вал має спільне сукно з середнім відсмоктуючим

валом трьохвального преса. По цьому сукну полотно передається з сіткової частини у першу зону пресування між валом з глухими отворами і відсмоктуючим валом. Потім у другу зону між відсмоктуючим і гладким валами, далі за допомогою повітряної заправки переходить на прес з подовженою зоною пресування, а після нього, за допомогою канатикової заправки, у сушильну частину. Сухість паперового полотна після пресової частини становить 40-45 %.

В сушильній частині за допомогою сушильних циліндрів (21) відбувається сушіння полотна. Спосіб сушіння – контактний, який відбувається з використанням пари, що подається в середину сушильних циліндрів. Сушильна частина ПРМ для виготовлення мішкового паперу складається з 56 сушильних циліндрів діаметром 1500 мм, а також двох холодильних циліндрів. Температурний режим сушіння становить поступове підвищення температури сушильних циліндрів від 40 до 115 ^{0}С, оскільки за такого режиму сушіння паперовий лист не втратить своїх фізико-механічних показників під час видалення вологи. Кінцева сухість полотна становитиме близько 85-90 % залежно від обраного режиму сушіння.

Під час проходження паперового полотна крізь сушильну частину ПРМ треба регулювати режим сушіння (поступове підвищення температури сушильних циліндрів вздовж довжини машини) таким чином, щоб не пересушувати полотно та не руйнувати водневі зв’язки, які, власне, і забезпечують паперовому полотну фізико-механічні властивості.

Сушильна частина з ходом сітки типу «слалом» дозволяє усунути коливання кромок, що зменшує обривність полотна паперу, збільшує кут захвату сіткою сушильного циліндра. Випаровування відбувається з однієї сторони на відносно великій ділянці, зменшується поперечна усадка, спрощується обслуговування сушильної частини. Застосування приводу сушильних циліндрів з використанням тягової здатності синтетичних сіток раціональної конструкції приводних коробок спрощує конструкцію сушильної частини, знижує металоємність, забезпечує зручність монтажу (демонтажу) і обслуговування.

Кількість сушильних циліндрів у сушильній частині папероробної машини встановлюється 7 секцій сушильних циліндрів по 8 штук у кожній групі, тобто, 56 шт, та 2 холодильних циліндри (22). Встановлення холодильних циліндрів необхідно для вирівнювання вологи у паперовому полотні, що в загальному добре сказується на фізико-механічних показниках паперу. Папір після сушіння проходить через двохвальний каландр (23), що передбачений стандартною комплектацією ПРМ марки БП-45А. Після цього отриманий папір поступає на накат (24) і на склад готової продукції.

5 МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС ВОДИ І ВОЛОКНА

5.1 Блок-схема виробництва паперу мішкового марки М-78А

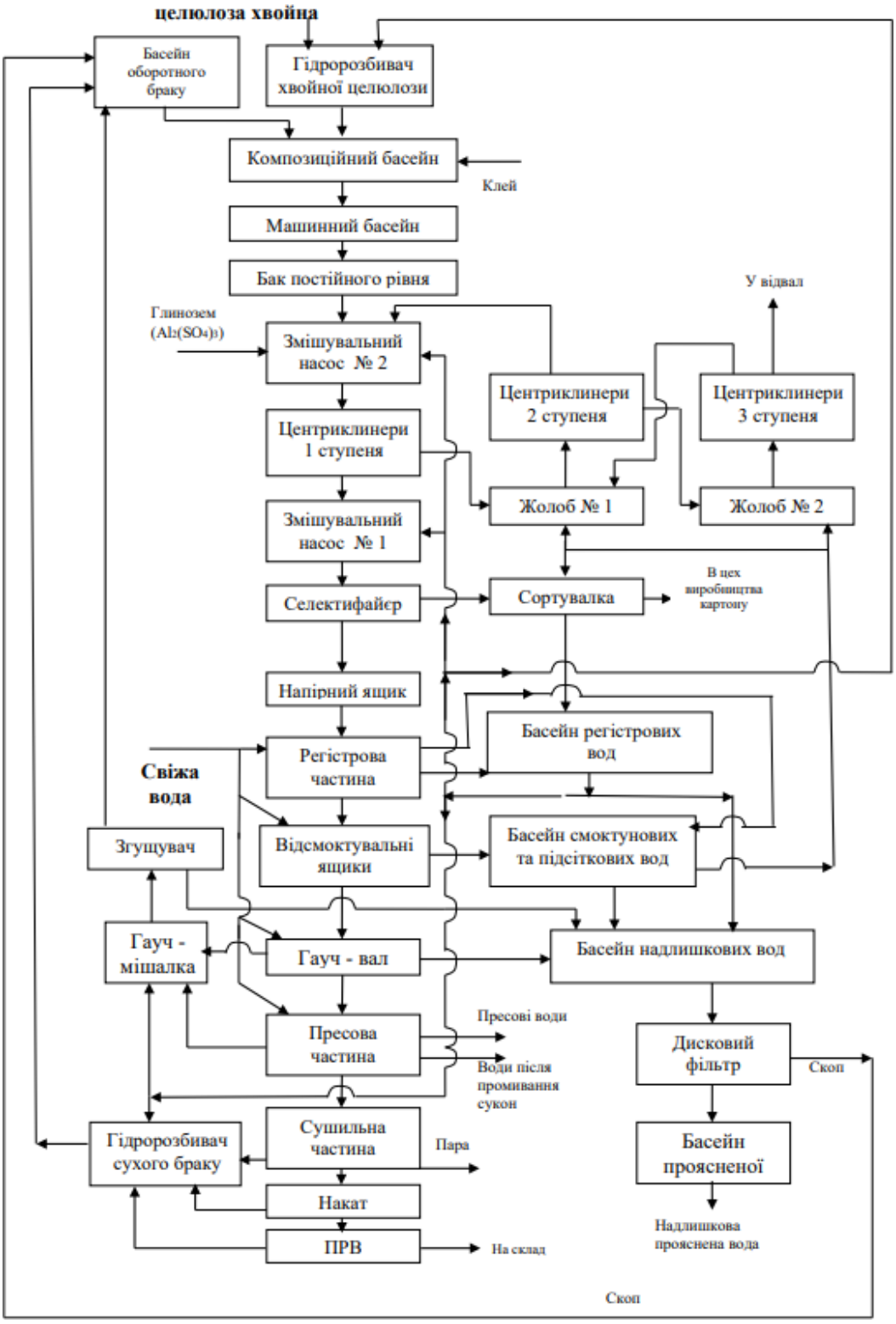


Рисунок 5.1 – Блок-схема виробництва мішкового паперу

5.2 Дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

У табл. 5.1 наведені дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна.

Таблиця 5.1 – Дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

Найменування статей	**Вихідні дані**		
	[1]	[2]	Приймаємо до розрахунку
1.Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %			
На накаті	90,0	91,0-93,0	93,00
Після пресів	42,0	40,0-45,0	41,00
Після гауч-вала	20,0	18,0-23,0	20,00
Після відсмоктувальних ящиків	10,0	10,0-17,0	12,00
Після регістрової частини	2,8	2,5-4,8	7,00
В напірному ящику	0,5	0,5-0.65	0,25
В баці постійного рівня	3,2	3,2-3,8	3,50
В композиційному басейні	3,2	3,2-3,8	3,50
В машинному басейні	3,2	3,2-3,8	3,50
В басейні оборотного браку	3,2	3,2-3,8	3,50
Скоп після дискового фільтра	3,2	3,2-3,8	3,50
Згущувач мокрого браку	3,2	3,2-3,8	3,50
Гідророзбивач сухого браку	3,2	3,2-3,8	3,50
Гідророзбивач хвойної целюлози	3,2	3,2-3,8	3,50
Гідророзбивач листяної целюлози	3,2	3,2-3,8	3,50
Гауч-мішалка	1,0	0,8-1,0	0,80
Басейн оборотного браку	3,2	3,2-3,8	3,50
Після селектифайера	0,5	0,5-0,65	0,2500
Після змішувального насоса №1	0,51	0,50-0,65	0,2500
Після змішувального насоса №2	0,65	0,70-0,75	0,7300
Після центриклинерів І ступеня	0,63	0,67-0,71	0,7000

Продовження таблиці 5.1

Після центриклинерів II ступеня	0,30	0,40-0,43	0,4000
2. Концентрація відхідних вод, %			
Регістрова вода	0,18	0,17-0,25	0,0500
Підсіткові води	0,003	0,003-0,004	0,0040
Відсмоктувальних ящиків	0,10	0,10-0,12	0,0500
Пресові води	0,10	0,10	0,1000
Від промивання сітки	0,005	0,003-0,004	0,0040
Від промивання сукон	0,0012	0,001	0,0010
Прояснених вод після дискового фільтра	0,0015	0,001	0,0010
В басейні надлишкових вод	0,20	0,15-0,35	0,2000
Від плоскої сортувалки	0,20	0,38-0,62	0,6000
Згущувача мокрого браку	0,05	0,03-0,04	0,0400
3.Витрата свіжої та надлишкової води, л/т паперу			
Свіжа вода на промивання сіток	10000,0	15000,0	10000,0
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктувальних ящиків	6000,0	8500,0	850,0
Свіжа вода на промивання сукон	4100,0	7000,0	7000,0
Свіжа вода на відсічки на гауч-валі	2000,0	3000,0	5000,0
Надлишкова вода на сортувалку	350,0	900,0	2500,0
4. Витрата хімікатів, л/т паперу			
5.Кількість браку , % від маси паперу			
В процесі оброблення паперу	1,0	1,5	1,0
На накаті	1,0	2,5	2,0
В процесі сушіння паперу	2,0	1,7	2,0
Мокрий брак	3,0	2,0	1,0
Після гауч-валу	2,0	1,0	1,5
6.Композиція паперу, %			
Целюлоза хвойна невибілена	100,0	100,0	100,0
7.Концентрація відходів сортування, %			

Продовження таблиці 5.1

Відходи селектифайера	0,8	0,7-1,6	0,8000
Центриклинерів I ступеня	1,2	1,1	1,2000
Центриклинерів II ступеня	0,75	0,7	0,7000
Центриклинерів III ступеня	0,60	0,72	0,6700
Відходи плоскої сортувалки	2,0	4,0	4,00
8.Сухість початкових напівфабрикатів %			
Хвойна целюлоза	88,0	88,0	88,0
9.Кількість відходів сортування, % (кг/т)			
Цетриклинери I ступеня	2,8 %	5,0 %	5,00
Цетриклинери III ступеня	1,0 кг	1,5 кг	0,99 кг
Селектифайер	1,2 %	0,8 %	1,10

Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно блок–схеми, наведеної на рис. 4.1.

Склад готової продукції На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 93,0 %.

Отже, в ньому міститься: абсолютно–сухого волокна 1000 · 0,93 = 930 кг, води 1000 – 930 = 70 кг.

Повздовжно-різальний верстат (ПРВ) З урахуванням 1,0 % браку, що утворюється під час оброблення паперу (1000 · 0,01 = 10 кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ПРВ повинно поступити 1000 + 10 = 1010 кг. В папері, що проходить через ПРВ міститься:

абсолютно–сухого волокна 1010 · 0,93 = 939,30 кг, води 1010,0 – 939,30 = =70,70 кг.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З накату	1010,00	93,00	939,30	70,70
Надійшло(всього)	1010,00		939,30	70,70
На склад	1000,00	93,00	930,00	70,00
В г/розб.сух.браку	10,00	93,00	9,30	0,70
Пішло (всього)	1010,00		939,30	70,70

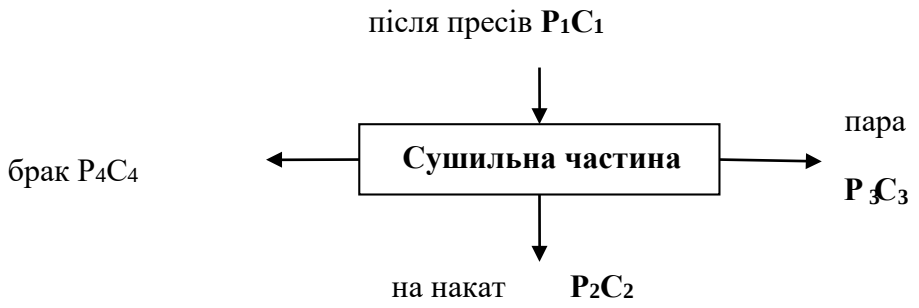
Накат З урахуванням 2,0 % браку, що утворюється під час намотування паперу (1000 · 0,02 = 20 кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти 1010 + 20 = 1030 кг п/с паперу.

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься:

абсолютно–сухого волокна 1030 · 0,93 = 957,90 кг, води 1030 – 597,90 = 72,10 кг.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після сушіння	1030,00	93,00	957,90	72,10
Надійшло(всього)	1030,00		957,90	72,10
На ПРС	1010,00	93,00	939,30	70,70
В г/розб.сух.браку	20,00	93,00	18,60	1,40
Пішло (всього)	1030,00		957,90	72,10

Сушильна частина

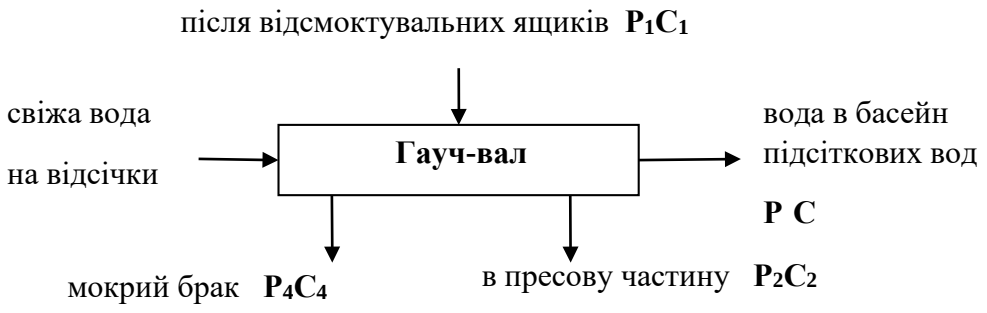


Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2381,71	41,00	976,50	1405,21
Надійшло(всього)	2381,71		976,50	1405,21
На накат	1030,00	93,00	957,90	72,10
Втрати пару	1331,71	0,00	0,00	1331,71
В г/розб.сух.браку	20,00	93,00	18,60	1,40
Пішло (всього)	2381,71		976,50	1405,21

Пресова частина

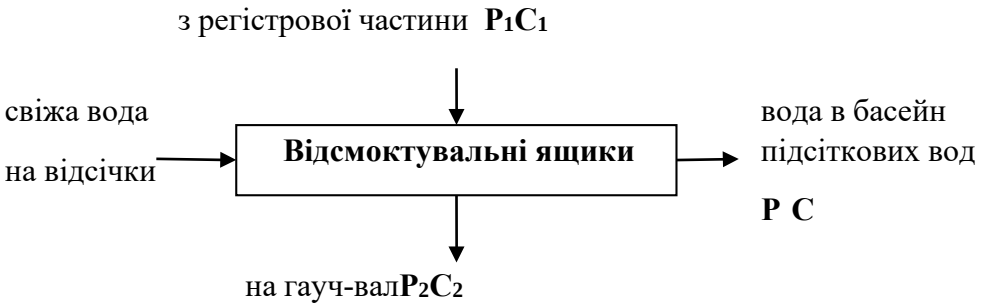
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	4915,87	20,00	983,17	3932,70
Св.вода на пр.сукон	5000,00	0,00	0,00	5000,00
Надійшло(всього)	9915,87		983,17	8932,70
На сушіння	2381,71	41,00	976,50	1405,21
Пресові води	2524,16	0,1000	2,52	2521,64
Води в/пром.сукон	5000,00	0,0010	0,05	4999,95
В г/зміш.мокр.браку	10,00	41,00	4,10	5,90
Пішло (всього)	9915,87		983,17	8932,70

Гауч—вал



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсм.ящиків	8220,05	12,00	986,41	7233,64
Св.вода на відсічки	2500,00	0,00	0,00	2500,00
Надійшло(всього)	10720,05		986,41	9733,64
На пресову.частину	4915,87	20,00	983,17	3932,70
Води від гауч-вала	5789,18	0,0040	0,23	5788,95
В г/зміш.мокр.браку	15,00	20,00	3,00	12,00
Пішло (всього)	10720,05		986,41	9733,64

Відсмоктувальні ящики

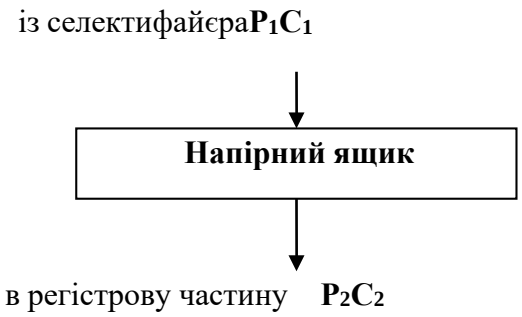


Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після регістр.частини	14184,11	7,00	992,89	13191,22
Св.вода на відсічки	7000,00	0,00	0,00	7000,00
Надійшло(всього)	21184,11		992,89	20191,22
На гауч-вал	8220,05	12,00	986,41	7233,64
Води в бас.відсм.води	12964,06	0,0500	6,48	12957,58
Пішло (всього)	21184,11		992,89	20191,22

Регістрова частина

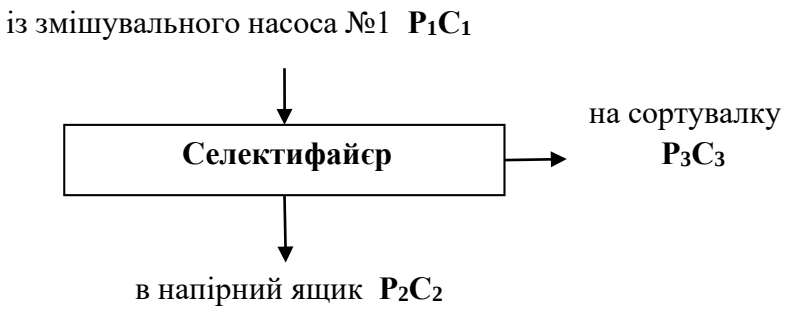
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н.ящика	493097,85	0,25	1232,74	491865,11
Свіжа вода на пром.сітки	10000,00	0,000	0,00	10000,00
Надійшло(всього)	503097,85		1232,74	501865,11
На відсм.ящики	14184,11	7,00	992,89	13191,22
Регістрові води	478913,74	0,0500	239,46	478674,29
Підсіткові води	10000,00	0,0040	0,40	9999,60
Пішло (всього)	503097,85		1232,74	501865,11

Напірний ящик



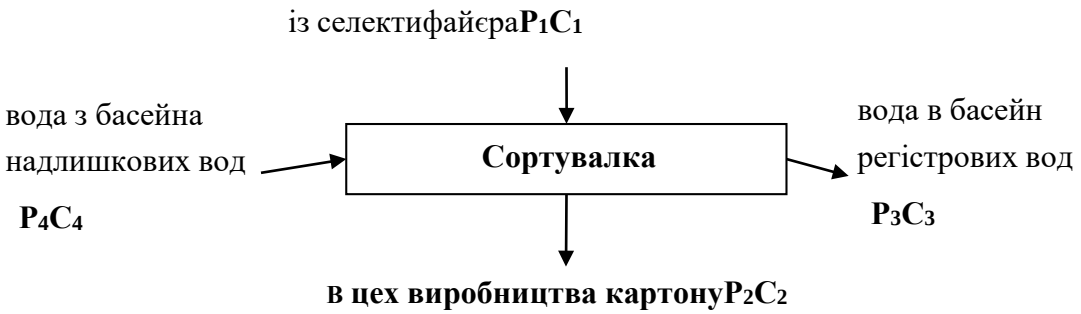
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після вузлоуловлюв.	493097,85	0,2500	1232,74	491865,11
Надійшло(всього)	493097,85		1232,74	491865,11
На рег.частину	493097,85	0,2500	1232,74	491865,11
Пішло (всього)	493097,85		1232,74	491865,11

Селектифайєр



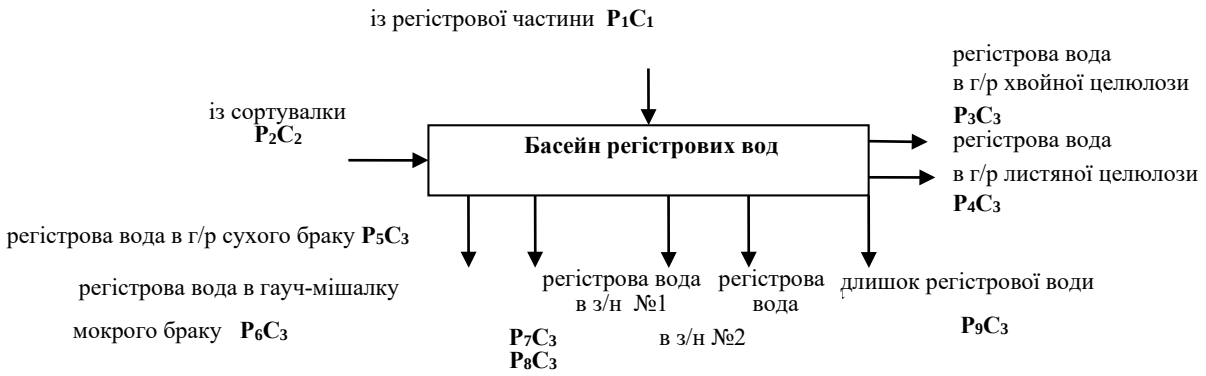
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.нас.№1	497979,52	0,2554	1271,80	496707,72
Надійшло(всього)	497979,52		1271,80	496707,72
На н/ящик	493097,85	0,2500	1232,74	491865,11
На плоску сортувал.	4881,67	0,8000	39,05	4842,62
Пішло (всього)	497979,52		1271,80	496707,72

Сортувалка



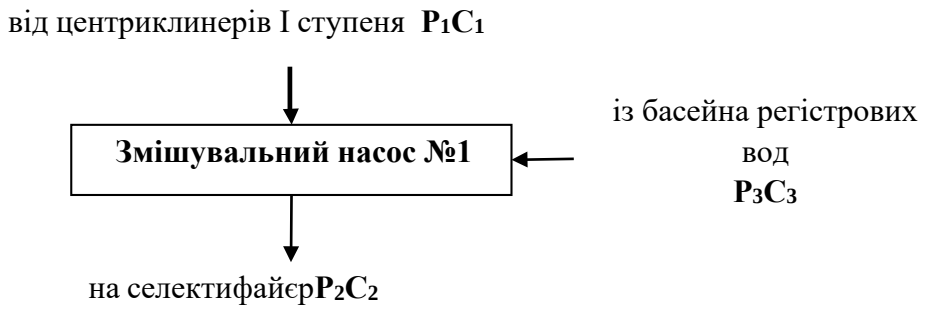
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З бас.надлишк.вод	850,00	0,0322	0,27	849,73
Після селектифайера	4881,67	0,8000	39,05	4842,62
Надійшло(всього)	5731,67		39,33	5692,34
В бас.регістр.вод	5586,46	0,6000	33,52	5552,94
В цех виробн.картону	145,21	4,0000	5,81	139,40
Пішло (всього)	5731,67		39,33	5692,34

Басейн регістрових вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З регістрової частини	478913,74	0,0500	239,46	478674,29
Від плоск.сортув.	5586,46	0,6000	33,52	5552,94
Надійшло(всього)	484500,20		272,98	484227,22
На зм.насос №1	343980,44	0,0563	193,80	343786,63
На зм.насос №2	103917,29	0,0563	58,55	103858,74
	0,00	0,0563	0,00	0,00
На г/розб.хвойн.цел.	26198,14	0,0563	14,76	26183,38
На г/розб.сухого браку	1299,49	0,0563	0,73	1298,76
На зміш.мокр.браку	180,77	0,0563	0,10	180,67
В басейн надл.вод	8924,07	0,0563	5,03	8919,05
Пішло (всього)	484500,20		272,98	484227,22

Змішувальний насос №1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	343980,44	0,0563	193,80	343786,63
Після центрикл. Іст.	153999,08	0,7000	1077,99	152921,09
Надійшло(всього)	497979,52		1271,80	496707,72
На селектифайер	497979,52	0,2554	1271,80	496707,72
Пішло (всього)	497979,52		1271,80	496707,72

Центриклинери I ступеня

із змішувального насоса №2 P_1C_1

Цертиклинери I ступеня

на центриклинери II і III ступеня P_3C_3

в змішувальний насос №1 P_2C_2

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.насоса №2	163828,81	0,7300	1195,95	162632,86
Надійшло(всього)	163828,81		1195,95	162632,86
На змішув.насос №1	153999,08	0,7000	1077,99	152921,09
На центрикл. II і III ст.	9829,73	1,2000	117,96	9711,77
Пішло (всього)	163828,81		1195,95	162632,86

Центриклинери II і III ступеня

з центриклинерів I ступеня P_1C_1

вода в жолоби №1 і №2 з басейна надлишкових вод

Центриклинери II і III ст.

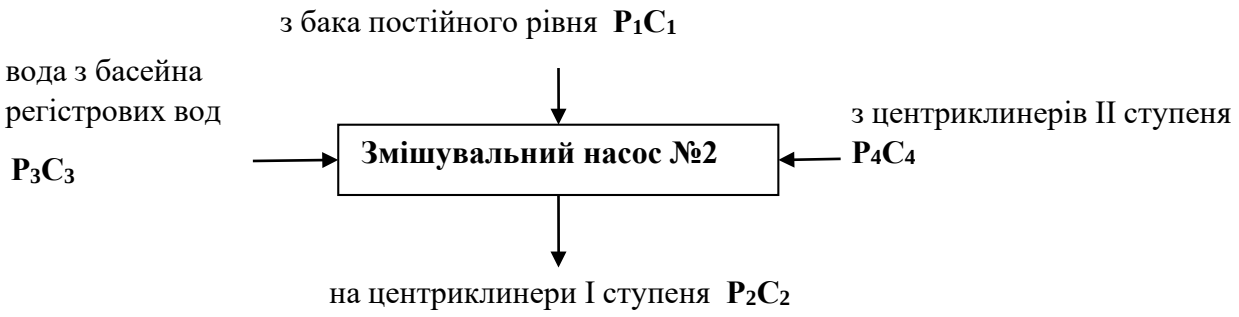
відходи в стік P_4C_4

в змішувальний насос №2

Зважаючи на те, що відсоток волокна у басейні надлишкових вод ще не розрахований і буде відомо лише після того, як ми визначимося з кількістю надлишкових вод, тому, як і у випадку сортувалки, приймаємо $C_3 \approx$ **0,06** %. При необхідності після розрахунку масової долі волокна у басейні надлишкових вод необхідно буде уточнити результати розрахунків тих блоків, де використовується вода з басейна надлишкових вод.

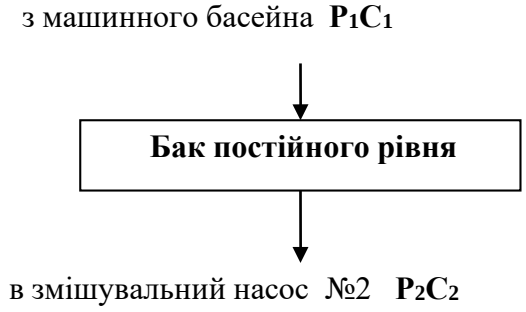
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центрикл. I ст.	9829,73	1,2000	117,96	9711,77
Надлиш.вода в жолоб I і II	21271,94	0,0322	6,85	21265,08
Надійшло(всього)	31101,66		124,81	30976,85
В змішув.насос №2	30951,66	0,4000	123,81	30827,86
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
Пішло (всього)	31101,66		124,81	30976,85

Змішувальний насос № 2



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	103917,29	0,0563	58,55	103858,74
Від центриклин. II ст.	30951,66	0,4000	123,81	30827,86
З БПР	28959,85	3,5000	1013,59	27946,26
Надійшло(всього)	163828,81		1195,95	162632,86
На центрикл. I ст.	163828,81	0,7300	1195,95	162632,86
Пішло (всього)	163828,81		1195,95	162632,86

Бак постійного рівня



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після машин.басейна	28959,85	3,5000	1013,59	27946,26
Надійшло(всього)	28959,85		1013,59	27946,26
На зміш.насос №2	28959,85	3,5000	1013,59	27946,26
Пішло (всього)	28959,85		1013,59	27946,26

Машинний басейн

з композиційного басейна **P_1C_1**

↓

Машинний басейн

↓

в бак постійного рівня **P_2C_2**

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після композ.басейна	28959,85	3,5000	1013,59	27946,26
Надійшло(всього)	28959,85		1013,59	27946,26
На БПР	28959,85	3,5000	1013,59	27946,26
Пішло (всього)	28959,85		1013,59	27946,26

Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку.

Гідророзбивач сухого браку

відходи з ПРВ, сушіння, накату **P_1C_1**

↓

Гідророзбивач сухого ← з басейна регістрових вод **P_3C_3**

↓

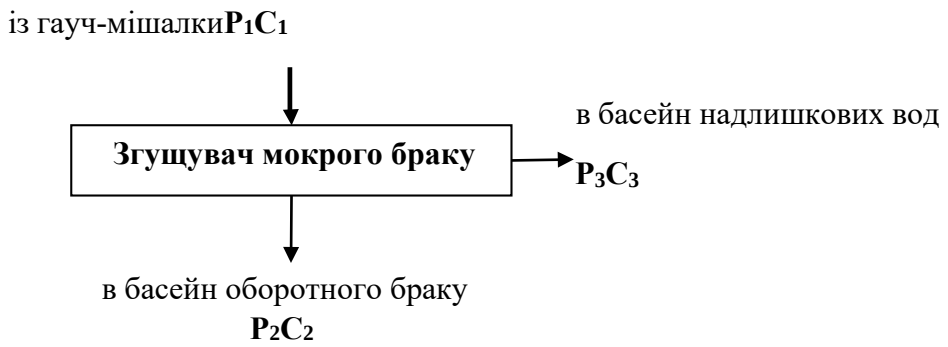
в басейн оборотного браку **P_2C_2**

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРС	10,00	93,00	9,30	0,70
З накату	20,00	93,00	18,60	1,40
З сушіння	20,00	93,00	18,60	1,40
З бас-ну рег.вод	1299,49	0,0563	0,73	1298,76
Надійшло(всього)	1349,49		47,23	1302,26
В басейн обор.браку	1349,49	3,5000	47,23	1302,26
Пішло (всього)	1349,49		47,23	1302,26

Гауч–мішалка мокрого браку

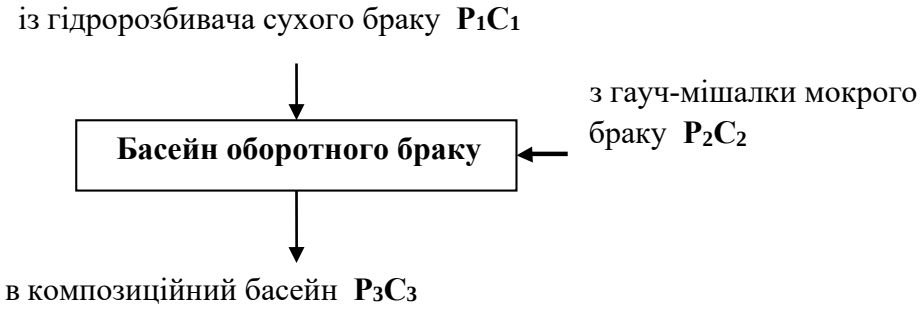
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	10,00	41,00	4,10	5,90
З гауч-вала	15,00	20,00	3,00	12,00
З бас-ну рег.вод	180,77	0,0563	0,10	180,67
Надійшло(всього)	205,77		7,20	198,57
На згущ.мокрого браку	205,77	3,5000	7,20	198,57
Пішло (всього)	205,77		7,20	198,57

Згщуувач мокрого браку



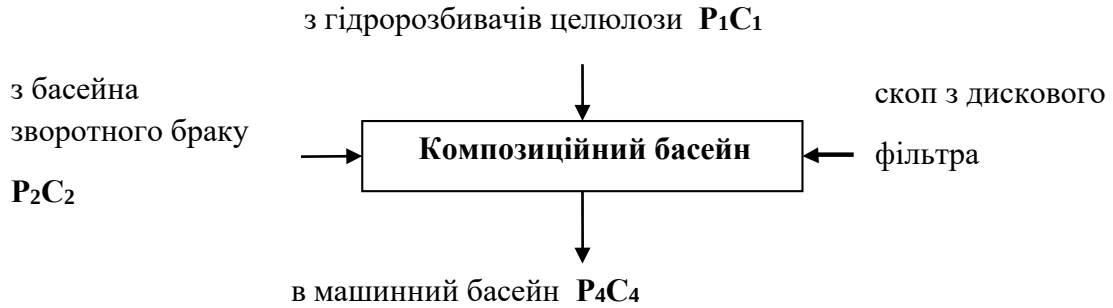
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.мокр.браку	205,77	3,5000	7,20	198,57
Надійшло(всього)	205,77		7,20	198,57
В басейн обор.браку	205,77	3,5000	7,20	198,57
В басейн надл.вод	0,00	0,0400	0,00	0,00
Пішло (всього)	205,77		7,20	198,57

Басейн оборотного браку



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив.сух.браку	1349,49	3,50	47,23	1302,26
Зі зміш.мокрого браку	205,77	3,50	7,20	198,57
Надійшло(всього)	1555,26		54,43	1500,82
В композиц.басейн	1555,26	3,50	54,43	1500,82
Пішло (всього)	1555,26		54,43	1500,82

Композиційний басейн



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.хв.цел-зи	27265,80	3,5000	954,30	26311,49
	0,00	3,5000	0,00	0,00
Із басейна обіг.браку	1555,26	3,5000	54,43	1500,82
Скоп з диск.фільтра	138,80	3,5000	4,86	133,94
Надійшло(всього)	28959,85		1013,59	27946,26
В машинний басейн	28959,85	3,5000	1013,59	27946,26
Пішло (всього)	28959,85		1013,59	27946,26

Гідророзбивач хвойної целюлози

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хв.цел-за зі складу	1067,66	88,00	939,54	128,12
Вода з бас.рег.вод	26198,14	0,0563	14,76	26183,38
Надійшло(всього)	27265,80		954,30	26311,49
В композиційний бас.	27265,80	3,50	954,30	26311,49
Пішло (всього)	27265,80		954,30	26311,49

Гідророзбивач листяної целюлози

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Лист.цел-за зі складу	0,00	88,00	0,00	0,00
Вода з бас.рег.вод	0,00	0,0563	0,00	0,00
Надійшло(всього)	0,00		0,00	0,00
В композиційний бас.	0,00	3,50	0,00	0,00
Пішло (всього)	0,00		0,00	0,00

Басейн регістрових вод.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З регістрової частини	478913,74	0,0500	239,46	478674,29
Від плоск.сортув.	5586,46	0,6000	33,52	5552,94
Надійшло(всього)	484500,20		272,98	484227,22
На зм.насос №1	343980,44	0,0563	193,80	343786,63
На зм.насос №2	103917,29	0,0563	58,55	103858,74
	0,00	0,0563	0,00	0,00
На г/розб.хвойн.цел.	26198,14	0,0563	14,76	26183,38
На г/розб.сухого браку	1299,49	0,0563	0,73	1298,76
На зміш.мокр.браку	180,77	0,0563	0,10	180,67
В басейн надл.вод	8924,07	0,0563	5,03	8919,05
Пішло (всього)	484500,20		272,98	484227,22

Басейн надлишкових вод

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	8924,07	0,0563	5,03	8919,05
З басейну підсітк.вод	10000,00	0,0040	0,40	9999,60
З басейну вод відсм.ящ.	12964,06	0,0500	6,48	12957,58
Від гауч-вала	5789,18	0,0040	0,23	5788,95
Від сгущ.мокр.браку	0,00	0,0400	0,00	0,00
Надійшло(всього)	37677,31		12,14	37665,17
В жолоб №1 і №2	21271,94	0,0322	6,85	21265,08
На сортувалку	850,00	0,0322	0,27	849,73
На дисковий фільтр	15555,38	0,0322	5,01	15550,36
Пішло (всього)	37677,31		12,14	37665,17

Дисковий фільтр

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	15555,38	0,0322	5,01	15550,36
Надійшло(всього)	15555,38		5,01	15550,36
В композиц.басейн	138,82	3,50	4,86	133,96
В басейн освітл.вод	15416,56	0,0010	0,15	15416,41
Пішло (всього)	15555,38		5,01	15550,36

Басейн прояснених вод

з дискового фільтра **P_1C_1**

↓

Басейн прояснених вод

↓

надлишкова прояснена вода
P_2C_2

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після дисков.фільтра	15416,56	0,0010	0,15	15416,41
Надійшло(всього)	15416,56		0,15	15416,41
				0,00
На очисні споруди	15416,56	0,0010	0,15	15416,41
Пішло (всього)	15416,56		0,15	15416,41

5.3 Результати зведених балансів води і волокна

У табл. 5.2 наведені результати зведеного балансу води і волокна.

Таблиця 5.2 – Результати зведених балансів води і волокна

Таблиця зведеного балансу води і волокна		
Волокно (абс.сух.),кг	**Надходження**	**Витрата**
Хвойна целюлоза (невибілена)	939,54	
	0,00	
Всього:	**939,54**	
Готова продукція		930,00
Відходи центриклинерів ІІІ ст.		1,01
З пресовими водами		2,52
Промивка сукон		0,05
На очисні споруди		0,15
Відходи сортувалки (в цех виробн.картону)		5,81
	Всього:	**939,54**
Вода, кг	**Надходження**	**Витрата**
З хвойною целюлозою	128,12	
	0,00	
Свіжа вода на промивання сіток	10000,00	
Свіжа вода на відсічки відсм.ящиків	7 000,00	
Свіжа вода на промив. сукна	5 000,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	2 500,00	
Всього:	**24 628,12**	
З готовою продукцією		70,00
З парою при сушінні		1331,71
З відходами центр. ІІІ ст.		149,00
З пресовими водами		2521,64
Промивка сукон		4999,95
На очисні споруди		15416,41
З відходами сортувалки (в цех виробн.картону)		139,40
	Всього:	**24 628,10**

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

$$939{,}54 - 930 - 5{,}81 = 3{,}73 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна (*ВВ)* становлять:

$$ВВ = \frac{3{,}73 \cdot 100}{939{,}54} = 0{,}397\ \%.$$

5.4 Тепловий баланс

У табл. 5.3 представлено тепловий баланс контактного сушіння паперу, розрахований згідно добової продуктивності папероробної машини.

Таблиця 5.3 – тепловий баланс контактного сушіння паперу

Розрахунок контактного сушіння паперу		
Вихідні дані		
Продуктивність, кг/год	G=	13865
Початкова вологість матеріалу, %	W_1=	59
Кінцева вологість матеріалу, %	W_2=	7
Початкова температура матеріалу, °С	t_1=	20
Початкова температура повітря, °С	θ_1=	10
Початкова вологість повітря	F_1=	0,5
Кінцева температура повітря, °С	θ_4=	80
Кінцева вологість повітря	F_2=	0,9
Температура повітря після теплообмінника, °С	θ_2=	25
Температура гріючої пари, °С	$\theta_{пар}$=	130
Тепловий баланс сушіння		
Стаття приходу/витрат теплоти		Кдж/ч
Прихід теплоти		
1. З парою, що поступає в сушильні циліндри		51136052,52
2. З парою, що поступає у калорифер		6289496,108
3. Тепло, використане у теплообміннику		2114676,975
Всього		59540225,6
Витрати теплоти		

Продовження таблиці 5.3

1. На підігрів матеріалу		4132175,805
2. На сушіння у 2-му, 3-му періодах		45933614,21
3. На втрати в оточуюче середовище		310835,3674
4. На втрати з невикористаним повітрям		211467,6975
5. На підігрів повітря у теплообміннику		2114676,975
6. На втрати з повітрям, що відходить		7542347,877
Всього		60245117,93
Результати розрахунку		
Витрата пари в сушильній частині, кг/год	D_1=	23292,46855
Витрата пари у калориферах, кг/год	D_2=	2864,865062
Загальна витрата пари, кг/год	D=	26157,33361
Витрата пари на 1 кг матеріалу, кг/год	$D_{уд}$=	1,886572925
Кількість повітря, що подається на сушіння, кг/год	L=	139927,4776
Кількість свіжого повітря, кг/год	L_9=	153920,2254
Поверхня теплопередачі для підігріву під час сушіння, м^2	F_1=	52,47207371
Поверхня теплопередачі для сушіння, м^2	$F_{2,3}$=	744,1196687
Загальна поверхня теплопередачі, м^2	F=	796,5917425
Температура повітря на вході в сушильну частину, ^{0}C	θ_3=	74,61316917
Температура матеріалу під час сушіння з постійною шв., ^{0}C	t_2=	60
Середня температура матеріалу у 2, 3 періоді сушіння, ^{0}C	t_4=	78,9
Середня температура матеріалу, ^{0}C	t_5=	40
Температура матеріалу після сушіння, ^{0}C	t_3=	113,55

6 ВИБІР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Продуктивність ПРМ розраховується за формулою:

$$Q_{гп} = 0{,}06 \cdot B_0 \cdot v \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2 = 0{,}06 \cdot 6{,}300 \cdot 550 \cdot 78 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}9 =$$

$$= 13864{,}851 \frac{кг}{год} = 13{,}865 \frac{т}{год}.$$

де *0,06* – коефіцієнт для переводу хвилинної швидкості в годинну і маси листа, вираженого в г/м^2, в кг;

B_0– обрізна ширина полотна;

v– швидкість машини, м/хв;

g– маса 1 м^2 полотна, г;

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:

$$Q_{дп} = 13{,}865 \cdot 23 = 318{,}895 \frac{т}{добу}.$$

Продуктивність ПРМ за рік:

$$Q_{рп} = 318{,}895 \cdot 350 = 111613{,}25 \frac{т}{рік} \approx 111{,}6 \text{ тис.} \frac{т}{рік}.$$

Відповідно до продуктивності потоку, обрано гідророзбивач типу ГРВ-32 [10].

Гідророзбивач типу ГРВ-32, має наступні характеристики:

Продуктивність, т/добу ..... 120…320

Об’єм ванни, м^3 32

Потужність електродвигуна, кВт 315

Кількість гідророзбивачів:

$$\frac{Q_{доб.}}{Q_{доб.}\ ГРВ} = \frac{318{,}895 \text{ т/добу}}{320 \text{ т/добу}} = 0{,}99 \approx 1 \text{ гідророзбивач.}$$

Обираємо тип млина та його кількість. Співвідношення продуктивності потоку до продуктивності млина повинно знаходитись в інтервалі від 0,6 до 0,7 (в окремих випадках 0,55 – 0,8).

Відповідно до продуктивності потоку обираємо однодискові млини марки МД-ЗУ8 [10]. Дисковий млин для потоку хвойної целюлози обираємо марки МД-ЗУ8, що має наступні характеристики:

Діаметр дисків, мм.....1000

Частота обертання ротора, $хв^{-1}$.....1000

Установочна потужність, кВт.....1000

Потужність холостого ходу, кВт.....175

Окружна швидкість ротора, м/с 52

Продуктивність, т/добу ..... 300…550

Маса, не більше, т 18

Відповідно до вимог, висунутих вище щодо співвідношення продуктивності потоку до продуктивності млина:

Qп/Qмл = 318,895 / 500 = 0,64 ~ 1 шт,

отже, вище вказаний інтервал буде задовольнятись (дискові млини працюватимуть не в повну силу, що добре відобразиться на їх експлуатаційних характеристиках, таких, як збільшений термін служби).

На одному млині приріст Δ ^{0}ШР для хвойної целюлози – 8-10 ^{0}ШР.

Сульфатна невибілена хвойна целюлоза:

— початкове ^{0}ШР = 10-12;

— кінцеве ^{0}ШР = 30-32.

Кількість дискових млинів:

$$\Delta\,°ШР = \frac{\Delta°ШР_{кінцеве} - \Delta°ШР_{початкове}}{10} = \frac{32 - 10}{9} \approx 3 \text{ дискових млини.}$$

Установку вихрових конічних очисників обираємо марки УВК-400-02, що має наступні характеристики [10]:

Продуктивність, т/добу 400

Пропускна здатність очисника, л/хв 400

Діаметр, мм:

- очисника 160
- отворів насадки 24

Кількість:

Очисників за стадіями:

- I 152
- II.....46
- III 10
- IV 2

Секцій I ступеня. 4

Габаритні розміри, мм ..... 11,39 х 6,65 х 3,20

Маса з насосом та двигуном, т 48,60

Кількість установок вихрових конічних очисників:

$$\frac{Q_{доб.}}{Q_{доб.}\ УВК} = \frac{318{,}895\ т/добу}{400\ т/добу} = 0{,}80 \approx 1$$ установка вихрових очисників.

Вузлоуловлювач закритого типу обираємо марки ВЗ-15, що має наступні характеристики [10]:

Площа сита, $м^2$..... 5,60

Продуктивність, т/добу ..... 100…400

Найбільша концентрація відсортованої маси, %.....1,3

Перепад тиску, МПа.....0,02…0,05

Найбільший розрахований тиск, МПа 0,5

Кількість лопатей ротора, шт.....6

Частота обертання ротора, $хв^{-1}$ 210

Діаметр отворів сита, мм ..... 1,4…2,4

Потужність електродвигуна, кВт 75

Габаритні розміри, м:

довжина ширина ..... 4,01 х 3,03

висота 2,35

Загальна маса, т 8,3

Кількість вузлоуловлювачів:

$$\frac{Q_{доб.}}{Q_{доб.}\ ВЗ} = \frac{318{,}895\ т/добу}{400\ т/добу} = 0{,}79 \approx 1\ вузловловлювач.$$

Вібраційну сортувалку обираємо марки СЦВ-04, що має наступні характеристики [10]:

Продуктивність, п.с.в. (в залежності від ширини прорізів сит), т/добу ..... 15…75

Концентрація маси, що надходить, % ..... 0,4…1,5

Потужність електродвигунів, кВт ..... 13,0 і 1,1

Габаритні розміри, м:

довжина ширина ..... 2,85 х 3,50

висота 2,35

Загальна маса, кг 4345

Кількість вібраційних сортувалок:

$$\frac{П_{доб.}}{П_{доб.}\ СЦН} = \frac{0{,}015 \cdot 318{,}895 \frac{т}{добу}}{15 \frac{т}{добу}} = 0{,}32 \approx$$

$$\approx 1\ вібраційна\ сортувалка.$$

Технічна характеристика папероробної машини марки БП-45А наступна [10]:

Маса 1 $м^2$ паперу, що виготовляється, г 70-80

Максимальна швидкість машини, м/хв:

по приводу 750

робоча (розрахункова).....550

Установлена потужність електродвигунів, кВт:

регульованого приводу.....3432,4

нерегульованого приводу 6627,0

Габаритні розміри, мм:

довжина.....108250

ширина (по осях шин).....8050

висота першого поверху.....6000

висота від підлоги другого поверху.....6860

Папір мішковий виготовляють на плоскосіткових ПРМ. Папероробна машина повинна бути оснащена такими пристроями:

— напірними ящиками і сітковим столом, що забезпечать рівномірний напуск і якісне формування паперового полотна по його ширині;

— пресовою частиною, що включає трьохвальний пресом з центральним відсмоктуючим валом і пресом з подовженою зоною пресування.

Сітковий стіл включає в себе:

— сітку;

— грудний вал;

— грудну дошку;

— гідропланки;

— відсмоктувальні ящики;

— гауч-вал.

Пресова частина

Пресова частина представлена тривальним пресом з центральним відсмоктуючим валом і пресом з подовженою зоною пресування. Тривальний прес включає в себе нижній вал з глухими отворами, середній відсмоктуючий

трикамерний вал і верхній вал з твердим покриттям (замінником граніту). Прес з подовженою зоною пресування включає в себе вали з глухими отворами. Нижній вал і вали преса з подовженою зоною пресування мають власні сукна. Пересмоктуючий зйомний вал має спільне сукно з середнім відсмоктуючим валом трьохвального преса. По цьому сукну полотно передається з сіткової частини у першу зону пресування між валом з глухими отворами і відсмоктуючим валом. Потім у другу зону між відсмоктуючим і гладким валами, далі за допомогою повітряної заправки переходить на прес з подовженою зоною пресування, а після нього, за допомогою канатикової заправки, у сушильну частину. Сухість паперового полотна після пресової частини становить 41 %.

Сушильна частина

В сушильній частині за допомогою сушильних циліндрів відбувається сушіння полотна. Спосіб сушіння – контактний, який відбувається з використанням пари, що подається в середину сушильних циліндрів. Сушильна частина ПРМ для виготовлення мішкового паперу складається з 56 сушильних циліндрів діаметром 1500 мм, а також двох холодильних циліндрів. Температурний режим сушіння становить поступове підвищення температури сушильних циліндрів від 40 до 115 ^{0}С, оскільки за такого режиму сушіння паперовий лист не втратить своїх фізико-механічних показників під час видалення вологи. Кінцева сухість полотна становитиме близько 93 %. Під час проходження паперового полотна крізь сушильну частину ПРМ треба регулювати режим сушіння (поступове підвищення температури сушильних циліндрів вздовж довжини машини) таким чином, щоб не пересушувати полотно та не руйнувати водневі зв’язки, які, власне, і забезпечують паперовому полотну фізико-механічні властивості.

Поздовжньо-різальний станок

Робоча швидкість 800 м/хв. Обрізна ширина – 2520 мм. Швидкість ножів 920 м/хв.

Гідророзбивач сухого браку обираємо типу ГРВ-6, що має наступні характеристики [10]:

Продуктивність, т/добу ..... 18…60

Об'єм ванни, $м^3$ 6

Потужність електродвигуна, кВт 75

Кількість гідророзбивачів:

$$\frac{П_{доб.}}{П_{доб.}\ ГРВ} = \frac{0{,}05 \cdot 318{,}895\ т/добу}{18\ т/добу} = 0{,}89 \approx 1\ гідророзбивач.$$

Пульсаційний млин обираємо марки МП-00, що має наступні характеристики [10]:

Продуктивність, т/добу ..... 5…25

Діаметр ротора, мм 190

Кількість робочих зон 3

Частота обертання ротора, $хв^{-1}$ 3000

Діаметр отворів сита, мм..... 1,4…2,4

Потужність електродвигуна, кВт 30

Габаритні розміри, м:

довжина ширина..... 1,57 х 0,58

висота 0,58

Загальна маса, т 0,68

Кількість пульсаційних млинів:

$$\frac{П_{доб.}}{П_{доб.}\ МП} = \frac{0{,}05 \cdot 318{,}895\ т/добу}{25\ т/добу} = 0{,}64 \approx 1\ пульсаційний\ млин.$$

Безшаберний згущувач обираємо марки СШ-06-01, що має наступні характеристики [10]:

Продуктивність, т/добу ..... 20…25

Концентрація волокна:

- що надходить, % ..... 0,4…1

- згущеного, % ..... 5…7

Параметри сіткового циліндра:

- діаметр, м. 1,25

- довжина, м 1,5

біля бічної поверхні, $м^2$ 6

Частота обертання барабана, $хв^{-1}$ 12,8; 14,4; 16

Потужність споживча, кВт 2,2

Габаритні розміри, м ..... 3,55 х 2,25 х 2,56

Загальна маса, т 4

Кількість безшаберних згущувачів:

$$\frac{П_{доб.}}{П_{доб.}\ СШ} = \frac{0{,}01 \cdot 318{,}895\ т/добу}{20\ т/добу} = 0{,}16 \approx 1$$ безшаберний згущувач.

7 ОБ'ЄМНО-КОМПОНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ

Загальна ширина цеху складає 30000 мм, довжина – 156000 мм. Перший поверх має висоту 6000 мм, другий – 12850 мм, загальна висота будівлі – 22000 мм. Усередині кожного прольоту розташовано вікно шириною в 3000 мм для забезпечення природнім світлом приміщення.

Підлога складається з таких шарів матеріалів, виражених в мм: щебінь (200); бітумна мастика (10); полімербетон (90). Міжповерхове перекриття складається з таких шарів матеріалів, виражених в мм: плита перекриття (400); полімербетон (100). Покриття даху складається з таких шарів матеріалів, виражених в мм: збірні залізобетонні плити покриття (400); бітум (40); керамзитобетон (60); цементна стяжка (20); два шари руберoїду і бітуму (40); захисний шар гравію та бітуму.

Другий поверх відрізняється за висотою від першого тому, що це необхідно для зручного розміщення ПРМ марки БП-45А та для зручної експлуатації мостового крана, котрий необхідний для обслуговування машини. Колони розташовуються на початку кожного прольоту, відстань між якими 6000 мм.

На поверхах є два прогони: шириною 24000 мм і 6000 мм.

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, інша апаратура, що є важливими технологічними вузлами для виробництва паперу (гідророзбивач, масний басейн тощо).

На другому поверсі в прогоні шириною 24000 мм призначений для розміщення папероробної машини а також іншого необхідного обладнання (двигуни для ПРМ, монтажні отвори, необхідні для обслуговування та ремонту

машини). Над ПРМ встановлюється монтажний кран, вантажопідйомність якого становить 30 т [11]. Ширина сіткової частини згідно апарату складає 6300 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-45А на відстані 9000 мм від стіни до краю сіткової частини.

Другий прогін шириною в 6000 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.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Площа цеху з виробництва мішкового паперу становить 3780 м^2.

Характеристики видів небезпеки на різних стадіях виробництва виробництва, що проектується, мають свої особливості щодо вимог безпеки. Дотримання їх обов'язкове для виключення можливості виникнення вибухів, пожеж, отруєнь, травмувань, опіків, а також для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці працюючих на даному підприємстві.

Виробництво мішкового паперу є небезпечним виробництвом, під час експлуатації обладнання технологічної лінії на обслуговуючий персонал можуть діяти небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- підвищена температура поверхні обладнання (в сушильній частині машини), що викликає підвищену пожежну небезпеку;
- небезпечний рівень напруги в електричній мережі;
- освітлення робочої зони.

Сучасний розвиток науки і техніки приносить принципові нововведення у всі сфери матеріального виробництва, що істотно міняє технологічні процеси і використовувані матеріали. У свою чергу зміни технології і устаткування приводять до трансформації умов праці і трудового процесу в цілому. Тому в процесі розробки нової техніки необхідно провести науковий аналіз можливих небезпечних виробничих чинників і розробити способи, які мінімізують їх несприятливий вплив на працівників.

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 реконструюється, по ступеню ураження електричним струмом відноситься до категорії приміщень з підвищеною небезпекою. Для нього характерні: підвищена вологість, висока температура. Все це сприяє руйнуванню ізоляції

електроустаткування. Крім того, в повітрі робочої зони є пил що перешкоджає охолоджуванню устаткування і що викликає коротке замикання, що може привести до виникнення пожежі.

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

Для уникнення ураження електричним струмом:

- надійно ізолюємо елементи конструкції, що проводять електричний струм ($R_{iy} \geq 0,5$ мОм — опір ізоляції);

- застосовуємо огородження для захисту та ізоляції струмоведучих частин електрообладнання. Відкриті струмоведучі частини електрообладнання огороджуємо сіткою;

- кабель укладаємо в «рукава»;

- встановлюємо електричне блокування на огорожі струмоведучих частин;

- встановлюємо орієнтацію в електроустановках (попереджувальні сигнали і знаки; написи і таблички; знаки високої напруги; відповідне розташування і колір неізольованих струмоведучих частин і ізоляції; фарбування органів управління у відмінний від інших колір; світлова ізоляція);

- обслуговуючому персоналу видаємо діелектричні килимки, рукавиці, індикатори струму і напруги;

- у аварійному режимі використовуємо захисне занулення.

Пожежна безпека

Сировина, проміжні і готові продукти, відходи виробництва не володіють вибухонебезпечними і токсичними властивостями. Небезпека виникнення пожежі в папероробному цеху пов'язана з великою кількістю горючих матеріалів що знаходяться у виробництві, а саме пожежі можуть виникати в місці розташування накату, поздовжньо-різального верстата, на складах сировини, хімікатів і напівфабрикатів.

В цілях 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.

При виникненні пожежі необхідно вимкнути вентиляцію, а швидкість машини понизити до мінімальної. Зупинити машину слід по особливому розпорядженню. Також при первинній пожежній небезпеці повинні бути здійснені первинні заходи пожежогасіння. Вони призначені для ліквідації невеликих осередків загорання, а також для гасіння пожеж в початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єкту до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони.

До первинних методів пожежогасіння відноситься: вогнегасники, пожежний інвентар (бочки з водою, пожежні відра, ящики з піском, совкові лопати, протипожежні ковдри) і пожежний інструмент (ломи, сокири і т. д.).

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.

Бочки для зберігання води з метою пожежогасінні встановлюються у виробничому приміщенні. Такі бочки повинні бути укомплектовані пожежним відром ємкістю не менше 8 л.

Ящики для піску мають ємкість 0,5, 1,0 або 3,0 $м^3$ 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.

Пожежна безпека пресової частини відповідає вимогам нормативних актів.

Освітлення робочої зони

У проектованому цеху передбачено природне, штучне і суміщене освітлення. Природне освітлення бічне здійснюється в денний час доби через вікна цеху, площею 238 $м^2$.

За характеристикою підприємство, в якому проводиться спостереження за ходом виробничого процесу відноситься до IV розряду. Розмір об’єкта розрізнення(0,5…1мм),середньої точності.

Об'єкт призначення — папероробна машина.

Виробництво безперервне і тому передбачено штучне освітлення в нічний час доби. Аварійне і евакуаційне.

Вечірньою порою використовують такі види світильників як люмінесцентні лампи і лампи розжарювання.

Для системи електричного освітлення підібрані пиловологонепроникні світильники ПВЛ-6, люмінесцентні лампи потужністю 40 Вт, кількістю 112 шт. Також встановлені ртутні лампи високого тиску ДРЛ-400 кількістю 89 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

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано розробку цеху з виробництва мішкового паперу.
2. Наведено стандарти на готову продукцію, сировину та хімікати.
3. Описано розроблену технологічну схему виробництва мішкового паперу марки М-78А.
4. Розраховано матеріальний баланс процесу виробництва мішкового паперу та тепловий баланс процесу контактного сушіння. Для виробництва 1 т повітряно-сухого паперу треба взяти 939,54 кг целюлози і 24628,12 кг води. Вимої волокна при цьому складають 0,49 %.
5. Описано теоретичні відомості про основні процеси виробництва мішкового паперу.
6. Здійснено вибір основного технологічного обладнання.
7. Наведено об’ємно-конструктивне вирішення будівлі цеху виробництва паперу.
8. Запропоновано заходи охорони праці на виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Обзор украинского рынка упаковочных материалов. Статья аналитического департамента компании Pro-Consulting. Информационный портал «БизРейтинг» [Електронний ресурс]. Інтернет-посилання:https://pro-consulting.ua/pressroom/obzor-ukrainskogo-rynka-upakovochnykh-materialov-statya-analiticheskogo-departamenta-kompanii-pro-co
2. Бумажные мешки. Производство, свойства и применение мешочной бумаги и мешков. Сушкова Н.Д. «Лесная промышленность», 1974 г., 168 с.
3. ГОСТ 2228-81. Бумага мешочная. Технические условия.
4. ГОСТ 11208-82. Целлюлоза древесная (хвойная) сульфатная небеленая. Технические условия.
5. ГОСТ 14201-83. Канифоль талловая. Технические условия.
6. ТУ У 2414-002-74301823-2007. Полимеры акриламида полифлок. Технические условия.
7. ГОСТ 30559-98. Глинозем неметаллургический. Технические условия.
8. Сушкова Н.Д. Бумажные мешки. Производство, свойства и применение мешочной бумаги и мешков. «Лесная промышленность», 1974 г., 168 с.
9. Технологія паперу і картону : навчальний посібник для студентів спеціальності "Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини" / С.П. Примаков, В.А. Барбаш. Редакція 2-ге вид., перероб. доп. Видання Київ : ЕКМО, 2008. Фіз. опис 425 с.
10. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т. 2. Бумагоделательные машины/В. А. Чичаев, М. Л. Глезин, В. А. Екимова и др. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 264 с.
11. Дёмин, В. А. Проектирование предприятий целлюлозно-бумажной промышленности [Электронный ресурс] : учебное пособие : самост. учеб. электрон. изд. / В. А. Дёмин ; Сыкт. лесн. ин-т. – Электрон. дан. – Сыктывкар: СЛИ, 2013. – 103 с.

ДОДАТОК А

ЕКСПЛІКАЦІЯ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ МІШКОВОГО

Номер рядка	*Найменування*	*Кількість*	*Позиція*
1	*Гідророзбивач ГРВ-32*	*1*	*1*
2	*Басейн розпущеної маси*	*1*	*2*
3	*Дисковий млин МД-ЗУ8*	*3*	*3*
4	*Басейн розмеленої маси*	*2*	*4*
5	*Композиційний басейн*	*1*	*5*
6	*Змішувальний насос №2*	*1*	*6.1*
7	*Машинний басейн*	*1*	*7*
8	*Бак постійного рівня*	*1*	*8*
9	*Установка вихрових очисників УВК-400-02*	*1*	*9*
10	*Змішувальний насос №1*	*1*	*6.2*
11	*Вузловловлювач ВЗ–15*	*1*	*10*
12	*Сортувалка СЦВ-04*	*1*	*11*
13	*Напірний ящик*	*1*	*12*
14	*Грудний вал*	*1*	*13*
15	*Грудна дошка*	*1*	*14*
16	*Гідропланки*	*10*	*15*
17	*Відсмоктувальні ящики*	*10*	*16*
18	*Гауч-вал*	*1*	*17*
19	*Вакуум-пересмоктуючий пристрій*	*1*	*18*
20	*Трьохвальний прес*	*1*	*19*
21	*Двохвальний прямий прес*	*1*	*20*
22	*Сушильний циліндр*	*56*	*21*
23	*Холодильний циліндр*	*2*	*22*
24	*Двохвальний каландр*	*1*	*23*
25	*Накат периферичного типу*	*1*	*24*
26	*Позвдожньо-різальний верстат*	*1*	*25*
27	*Гідророзбивач ГРВ – 6*	*1*	*26*
28	*Пульсаційний млин МП-00*	*1*	*27*
29	*Басейн обігового браку*	*1*	*28*
30	*Дисковий фільтр*	*1*	*29*

31	Басейн прояснених вод	1	30
32	Гауч-мішалка	1	31
33	Басейн підсіткових вод	1	32
34	Згущувач шаберний СШ–06–01	1	33