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: Реконструкція технологічного потоку Приватного акціонерного товариства «Київський картонно-паперовий комбінат» з виробництва картону з первинного волокна

Виконав: студент IV курсу, групи ЛЦ-71
Чернишенко Д.О. _____

Керівник: к.т.н., доц. Трембус І.В. _____

Консультант із заходів з охорони праці на виробництві
Ст.викл., к.т.н., Ковтун А.І. _____

Рецензент: к.т.н., доц. Мельник Л.І. _____

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 7121.00.021 ПЗ	Пояснювальна записка	70	
3	А1	ДП 7121.01.021 ТК	Технологічна схема	1	
4	А1	ДП 7121.02.021 ТК	План цеху	1	
5	А1	ДП 7121.03.021 ТК	Поперечний розріз	1	
6	А1	ДП 7121.04.021 ТК	Поздовжній розріз	1	
7	А1	ДП 7121.05.021 ТК	Зведений матеріальний баланс	1	

				ДП 710000.002.00		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Чернишенко Д.О.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Трембус І.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 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 студенту

Чернишенку Дмитру Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Реконструкція технологічного потоку Приватного акціонерного товариства «Київський картонно-паперовий комбінат» з виробництва картону з первинного волокна.

керівник проекту Трембус І.В., 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) двошаровий картон
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 _____ Д.О.Чернишенко

(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)_____ І.В. Трембус

(підпис) (ініціали, прізвище)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту

на тему: Реконструкція технологічного потоку Приватного акціонерного товариства «Київський картонно-паперовий комбінат» з виробництва картону з первинного волокна

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 70 стор., 9 табл., 4 рис., першоджерел 8, 1 додаток.

Здійснено обґрунтування підвищення ефективності технологічного потоку ПрАТ "Київський КПК" з виробництва двошарового картону із 100 % целюлози торгової марки DivoPack категорії UD1.

Наведено стандарти на сировину, хімічні речовини та готову продукцію.

Запропоновано модернізацію технологічної схеми виробництва картону двошарового. Розраховано матеріальний баланс процесу виробництва двошарового картону та тепловий баланс процесу контактного сушіння.

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

ЦЕЛЮЛОЗА, РОЗПУСК, РОЗМЕЛЮВАННЯ, ОЧИЩЕННЯ, СОРТУВАННЯ, ВІДЛИВАННЯ, ПРЕСУВАННЯ, КОНТАКТНЕ СУШІННЯ, ДВОШАРОВИЙ КАРТОН

ANNOTATION

Diploma project: 70 p., 9 tables., 4 pic., primary sources 8, 1 addition.

The ground of increase of efficiency of technological stream of PSC is carried out "Kyiv BPC" from the production of double-layer board from a 100 % cellulose.

Standards are brought around to raw material and prepared products.

The modernized flowsheet over of production of cardboard double-layer is brought. Material balance of process of production of double-layer board and thermal balance of process of the pin drying is expected.

Theoretical information is described about the basic processes of production of duplex board. 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, DISMISSAL, GRIND, CLEANING, SORTING, FOUNDING, PRESSING, КОНТАКТНО-КОНВЕКТИВНЕ DRYING, DUPLEX BOARD

ЗМІСТ

ВСТУП…….. 9
1 ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОТОКУ З ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ……... 11
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ……. 13
2.1 Стандарти на сировину, хімічні речовини та готову продукцію…….. 13
2.2 Технологічна схема виробництва картону та її опис……. 20
2.3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва……..... 26
2.3.1 Особливості технології виготовлення картону…….. 26
2.3.2 Теорія процесів під час виготовлення картону…….. 28
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ…….. 32
3.1 Блок-схема для розрахунку матеріального балансу……... 32
3.2 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу……. 33
3.3 Розрахунок матеріального балансу волокна та води……. 35
3.4 Результати зведеного матеріального балансу волокна і води…… 48
3.5 Тепловий баланс……..... 50
4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ…… 52
5 ОБ’ЄМНО-КОМПОНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ……. 60
6 ОХОРОНА ПРАЦІ……. 62
ВИСНОВКИ…….. 67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ…….. 68
ДОДАТОК А……..... 69

ВСТУП

Целюлозно-паперова промисловість (ЦПП) України об'єднує близько 100 підприємств із виробництва паперу і картону та виробів з них, а разом з переробниками, трейдерами, посередниками, науковими, монтажними та спеціалізованими торговельними організаціями їх налічується понад 300. У галузі працює близько 30 тис. осіб [1]. Стан розвитку целюлозно-паперової промисловості характеризується загальноприйнятим у різних країнах показником споживання картонно-паперової продукції на душу населення. В Україні на одного жителя сьогодні припадає 28,2 кг паперу та картону на рік, що майже вдвічі нижче від рівня середньосвітового споживання, який дорівнює 65 кг на рік [1]. Для прикладу: у країнах Західної Європи, США, Канаді, Японії цей показник становить понад 200 кг/рік. В Європі найвищі показники мають: Бельгія – 333,7 кг/рік, Фінляндія – 333,4 кг/рік, Швеція – 268,0 кг/рік, Данія – 233,8 кг/рік, Великобританія – 208,8 кг/рік [1].

Під час виготовлення більшості видів картону застосовують не один, а декілька волокнистих напівфабрикатів, що утворюють композицію. Виготовляється картон так як і папір, але при цьому використовуються деревина з грубими і жорсткими волокнами, а також напівцелюлоза, відходи деревообробної промисловості та макулатура [2].

На сьогоднішній день актуальним є питання виробництва пакувальних видів картону, що є більш екологічно доцільно. Зовнішні шари такого картону, як правило, виготовляються з високоякісних матеріалів (вибілена целюлоза, макулатура ін.), внутрішній шар – більший за масою, виготовляється з дешевших матеріалів (макулатура низького сорту, відходи деревообробної промисловості та ін.). Вони не в значній мірі впливають на міцність картону але при цьому значно знижують його вартість. Крейдований шар є не завжди, тільки у випадку нанесення високоякісного друку. Звичайний малюнок або напис наноситься і на некрейдовану поверхню.

Широкого застосування набули нові види картону – DivoLux, DivoPremium, DivoPrint, DivoPack, DivoEco, які завдяки проведеній модернізації технологічного потоку впровадили у виробництво на Київському картонно-паперовому комбінаті. Відомий неркрейдований картон хром-ерзац марки Н модернізовано в картон DivoPack, який за технічними умовами можливо виробляти з первинного волокна.

Картон є дуже затребуваним матеріалом для споживання, попит на який з кожним роком зростає. Тому, підвищення ефективності технологічного потоку з виробництва картону з первинного волокна, висвітлене у дипломній роботі, є важливим етапом для розвитку целюлозно-паперової галузі України.

1 ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОТОКУ З ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ

Обмежені ресурси Державного бюджету України не дозволяють виділяти централізовано фінансові ресурси на розвиток целюлозно-паперової промисловості. Тому, практично всі реконструкції та модернізації діючих підприємств здійснюються за рахунок власних та акціонерних коштів, запозичених банківських капіталів.

Основний напрям розвитку ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат» – здійснення реконструкції та модернізації діючих потоків, що виготовляють картон, вдосконалення існуючих технологічних схем виробництва картону, розширення асортименту картонної продукції, збільшення існуючої продуктивності, зниження собівартості продукції.

Дипломним проектом передбачено проведення реконструкціці діючого технологічного потоку з виробництва споживчого картону з метою покращення його якості. Пропонується внести наступні зміни до діючого технологічного потоку.

Підготовка целюлозної маси

Так як для виготовлення двошарового картону марки DivoPack категорії UD1 використовується первинне волокно, а саме листяна і хвойна целюлоза, тому їх підготовка (розмелювання і очищення) проводиться двома різними потоками. Це дозволить більш якісно підготувати волокнисту композицію і покращити властивості кінцевої продукції.

Заміна круглосіткових вакуум-пристроїв на плоскосіткові з двома сітковими столами

Пропонується заміна круглосіткового вакуум-формуючого пристрою на вакуум-формуючий пристрій, що складається з двох сіткових столів і двох напірних ящиків. Це призведе до покращення якості формування картонного полотна, і, відповідно, до підвищення фізико-механічних показників продукції.

Запропоновані машини мають такі переваги, як високу швидкість (до 1000 м/хв) та велику обрізну ширину (до 10 м), і, відповідно, високу продуктивність.

Формування шару картону здійснюється між сітками, що рухаються з однаковою швидкістю та в одному напрямку. Через те, що зневоднення і формування картонного полотна здійснюється одночасно через дві сітки, процес зневоднення відбувається значно інтенсивніше у порівнянні з односітковою формуючою частиною. Структура поверхні картону є однорідною і приблизно однаковою з обох боків. Машини з двома сітковими столами мають вищу продуктивність, що, у свою чергу, дозволяє працювати машині за більш високої концентрації вихідної маси, це сприяє зниженню витрат свіжої води.

Встановлення другого пресу башмачного типу

Реконструкція пресової частини полягає в покращенні зневоднення картонного полотна. Як показує практика та свідчать літературні джерела, збільшення сухості полотна після пресової частини на 1% дає змогу економити пари в сушильній частині машини на 4%. Тому метою реконструкції є заміна трьохвального пресу на прес башмачного типу. Запропонована пресова частина дозволить підвищити сухість картонного полотна перед сушильною частиною машини до 55 %.

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ

2.1 Стандарти на сировину, хімічні речовини та готову продукцію

Відповідно до ТУ У 21.1 – 05509659-031:2012, сфер застосування та показників якості, що висуваються до картону торгової марки DivoPack категорії UD1, обирається целюлоза сульфатна хвойна вибілена марки ХБ-7 за ГОСТ 9571-89. Даний волокнистий напівфабрикат повністю задовольняє фізико-механічні показники картону, що виготовляється (такі показники, як опір згинанню у поперечному напрямі, опір розшаруванню у поперечному напрямі). В табл. 2.1 та 2.2 [3] наведено сфери застосування різних марок та показники якості целюлози сульфатної хвойної марки ХБ-7 відповідно.

Таблиця 2.1 – Сфера застосування целюлози сульфатної хвойної різних марок

Марка	Сфера застосування
ХБ-0	Для вищих марок паперу для друку, креслення, малювання і документних видів паперу
ХБ-1	Для виготовлення паперу типу основи: діазопаперу, фотонапівпровідникового паперу, електрографічного паперу, синтетичного шпону; для вищих марок паперу, для шпалер
ХБ-2	Для виробництва пергаменту, масових видів паперу для друкування, писання, креслення, малювання
ХБ-4	Для паперу санітарно-побутового призначення
ХБ-5	Для тонких міцних видів паперу різного призначення типу креслярської прозорого паперу, кальки паперової натуральної
ХБ-6	Для основи парафінованого паперу
ХБ-7	Для різних видів пакувального паперу, паперу для шпалер, пакувального картону

Таблиця 2.2 – Показники якості целюлози сульфатної хвойної марки ХБ-7

Найменування показника	Значення для марки ХБ-7	Метод випробування
1. Механічна міцність під час розмелювання у млині ЦРА до 60 ^{0}ШР: розривна довжина, км, не менше міцність на злам під час багаторазових перегинів, к.п.п., не менше	 7,4 800	 за ГОСТ 13525.1 за ГОСТ 13525.2
2. Білість, %, не менше	81	за ГОСТ 7690
3. Засміченість, шт., для 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 до 3,0 мм^2 включно, не більше	 120 10 5	
4. pH водної витяжки	5,5-7,0	за ГОСТ 12523
5. Вологість, %, не більше	20	за ГОСТ 16932

Також у відповідності до ТУ У 21.1 – 05509659-031:2012, у композиції картону марки DivoPack категорії UD1 використовується целюлоза сульфатна вибілена з суміші листяних порід деревини за ГОСТ 28172-89 [4]. Залежно від призначення і показників якості целюлоза повинна виготовлятися наступних марок: ЛС-0, ЛС-1, ЛС-2, ЛС-3 і ЛС-4. Призначення марок целюлози наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Марки та застосування целюлози сульфатної з суміші листяних порід деревини

Марка	Застосування
ЛС-0	Для високоякісних видів паперу: паперу креслярського, малювального, документного і спеціального, основи діазотипного паперу, для виготовлення шпалер способом глибокого флексографической друку
ЛС-1	Для паперу обкладинкового, типографського № 1, етикеткового, сигаретного, писального №1, офсетного №1, картографічного, форзацного, документного, паперу-основи для переводних зображень, для телетайпної и телеграфної стрічки, пергаміну для паперової натуральної кальки, пакувального пергаміну
ЛС-2	Для паперу друкарського № 2, офсетного № 2, документного, карткового для довідково-пошукового апарату, діаграмного, для шпалер, для телеграфної стрічки і букводрукувальних телеграфних апаратів, основи для технічних видів паперу
ЛС-3	Для паперу писального №2, для пакування продуктів на автоматах, покривних шарів паперу, санітарно-побутового і гігієнічного призначення
ЛС-4	Для паперу перфокартного, писального кольорового, санітарно-побутового і гігієнічного призначення, обгортковою, пакувального пачкового для цигарок (сигарет), коробкового картону.

Показники якості целюлози сульфатної з суміші листяних порід деревини марки ЛС-4 наведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Показники якості целюлози сульфатної з суміші листяних порід деревини

Найменування показника	Значення для марки ЛС-4	Метод випробування
1. Механічна міцність під час розмелювання у млині ЦРА до 60 ^{0}ШР:		
- розривна довжина, км, не менше	6,0	за ГОСТ 13525.1
- абсолютний опір роздиранню, сН (гс), не менше	800	за ГОСТ 13525.3
- міцність на злам під час багаторазових перегинів, число подвійних перегинів, не менше	-	за ГОСТ 13525.2
2. Білість, %, не менше	81	за ГОСТ 7690
3. Засміченість, шт., для смітинок площею:		
від 0,1 до 1,0 мм^2 включно, не більше	120	
більше 1,0 до 2,0 мм^2 включно, не більше	10	
більше 2,0 до 3,0 мм^2 включно, не більше	5	за ГОСТ 14363.3
4. pH водної витяжки	5,5-7,0	за ГОСТ 12523
5. Вологість, %, не більше	20	за ГОСТ 16932

Для покращення фізико-механічних показників запропонованого картону здійснюють процес проклеювання, а саме у волокнисту масу додають крохмаль модифікований. [5]. Умовні позначення крохмалю модифікованого наведено для марки КМС: «Крохмаль модифікований, КМС, ТУ У 24885977.001 : 2001».

Показники якості крохмалю модифікованого наведено у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Показники якості крохмалю модифікованого

Назва показника	Норма для марки		Метод випробування
	КМС	КММ	
1. Масова частка фосфору, %	0,4 - 2,0	0,5 - 3,0	5.5 цих технічних умов
2. Масова частка карбоміду, %	2,0 - 5,0	4,0 - 10,0	5.4 цих технічних умов
3. Масова частка вологи, % не більше	13,0	13,0	Згідно з ГОСТ 7698
4. pH водного розчину	6,0 - 8,0	6,0 - 8,0	Згідно з ГОСТ 12523 та 5.6 цих технічних умов
5. Умовна в'язкість, с: за масової частки зависі, % 5 15 2	 20-30 - -	 - 14-18 22-28	Згідно з ГОСТ 8420

Картон для споживчого пакування ТУ У 21.1 – 05509659-031:2012

Ці технічні умови поширюються на картон для споживчого пакування, призначений для виготовлення споживчої тари, яка використовується для упакування промислової продукції, тютюнових виробів, харчових продуктів та виготовлення товарів народного споживання та дитячого асортименту (іграшки, книжки, кубики тощо) [6].

Картон виготовляється торгових марок DivoPremium, DivoLux, DivoPrint, DivoPack, DivoEco та DivoBoard. В залежності від показників якості та призначення картон повинен виготовлятися наступних видів:

– картон хром-ерзац пігментований з нижнім білим шаром, торгова марка DivoPremium, категорія GT-1.

– картон хром-ерзац пігментований, макулатурний, торгова марка DivoLux, категорія GD-2.

– картон пігментований макулатурний, торгова марка DivoPrint, категорія GD-3.

– картон хром-ерзац не пігментований, торгова марка DivoPack, категорія UD1.

– картон макулатурний не пігментований, торгова марка DivoEco, категорія UD3.

– картон пігментований макулатурний з бурим оборотом, підвищеної білості та жорсткості, торгова марка DivoBoard, категорія GD-BD.

В запропонованому дипломному проекті передбачено виготовлення картону торгової марки DivoPack, категорії UD1, що за ТУ У 21.1 – 05509659-031:2012 виготовляється масою 175-490 г/м^2, показники якості для картгу масою 175 г/м^2 наведено в табл. 2.6 [6].

Таблиця 2.6 – Показники якості картону торгової марки DivoPack категорії UD1, маса площею 1 м^2 175 г

Найменування показника	Норма для картону трогової марки DivoPack, категорії UD1	Метод контролювання
1. Номінальна маса картону площею 1 м^2, г	175	Згідно з ДСТУ 2297 (ГОСТ 13199)
1.1 Допустимі відхидення номінальних показників маси 1 м^2 картону, %	±3,5	
2. Номінальна товщина, мм	0,25	Згідно з ДСТУ EN 20534 (EN 20534)
2.1 Допустимі відхидення номінальних показників товщини картону, %	±5,0	
3. Пухкість, см^3/г	1,43	
4. Опір згинанню у поперечному напрямі, мН	20,0	Згідно ДСТУ 3369 (ГОСТ 9582)

Продовження таблиці 2.6

4.1 Допустимі відхилення показників опору згинанню у поперечному напрямі, %	±15,0	(ISO 2493) Кут згинання 15^0
5. Опір розшаруванню у поперечному напрямі, Н, не менше	120	ГОСТ 13648.6 (метод 2)
6. Стійкість поверхневого шару картону до вищипування, м/с, не менше	1,8	Згідно з ДСТУ ISO 3783
7. Вологість, %	5,5-8,5	Згідно з ГОСТ 13525.19 (ISO 287)
8. Енергія зв'язку, Дж/м^2, не менше	120	Згідно з ГОСТ 7933 (4.5)
9. Білість поверхневого шару картону, %, не менше: - з вибілювачем - без вибілювача	 76 70	Згідно з ДСТУ ISO 2570 (ISO 2470-2)
10. Поверхнева вбирність води під час однобічного змочування (Кобб$_{60}$) картону площею 1 м^2, г, не більше: - поверхневий шар - нижній шар	 50 150	Згідно з ДСТУ 3549 (ГОСТ 12605) (ISO 535)

2.2 Технологічна схема виробництва картону та її опис

На рис. 2.1 наведено технологічну схему виробництва картону з первинного волокна DivoPack категорії UD1 масою 1 м^2 175 г.

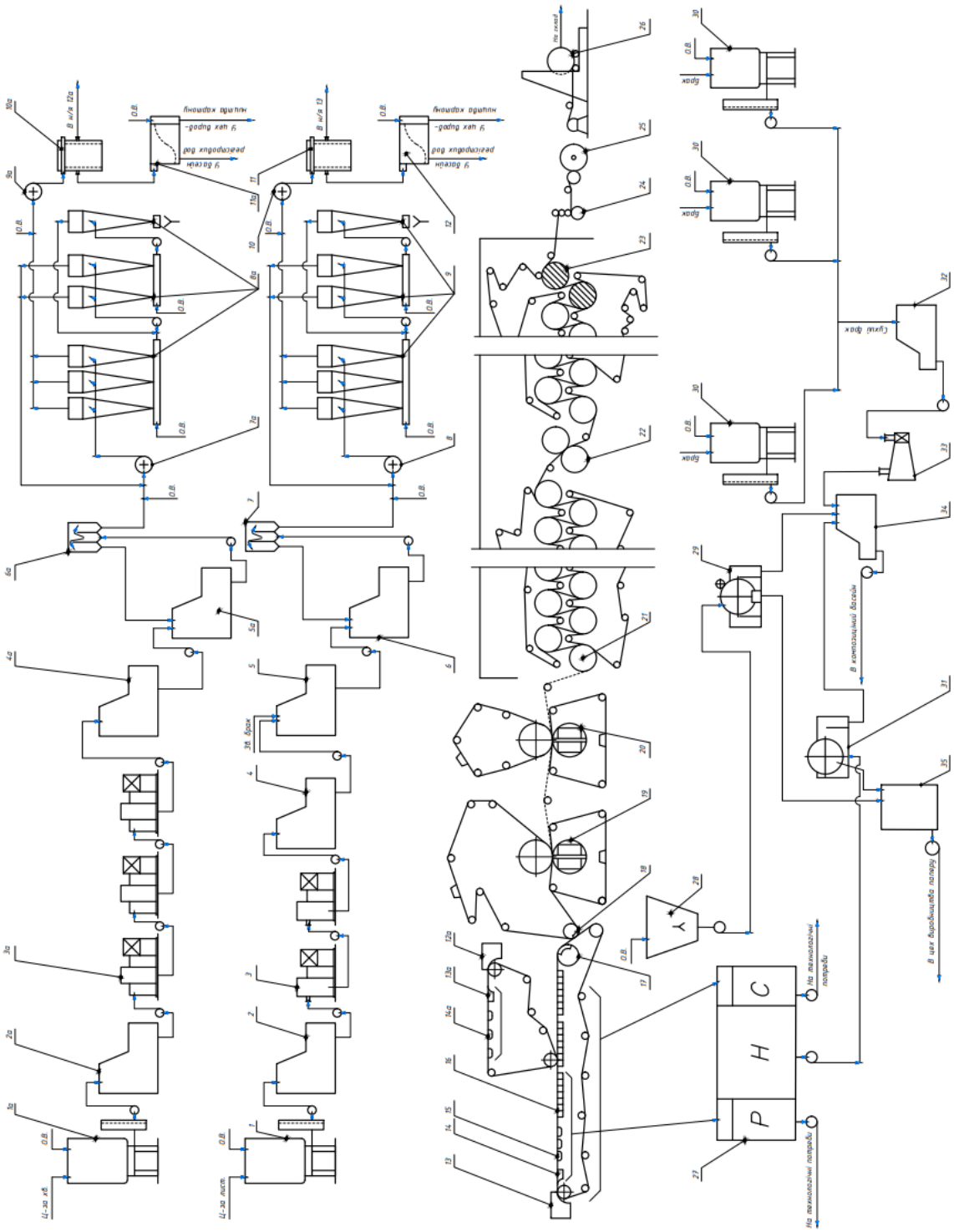


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва картону з первинного волокна

Відповідно до вимог ТУ У 21.1 – 05509659-031:2012, визначених для виробництва картону торгової марки DivoPack категорії UD1, обирається наступна композиція картону по волокну: сульфатна хвойна вибілена целюлоза 25 %: сульфатна листяна вибілена целюлоза 75 %. У відповідності до вимог чинних нормативних документів запропонований вид картону виготовляється двошаровим. Тому на верхній шар пропонується використовувати хвойну целюлозу, а на нижній, відповідно, листяну. Дана композиція обґрунтовується наступним:

- картон, що виробляється з таким відсотковим вмістом листяної целюлози, є більш дешевим у виготовленні, так як у разі збільшення відсоткового вмісту целюлози з хвойних порід деревини у композиції значно зростає вартість виготовленої продукції;
- фізико-механічні показники готової продукції повністю відповідають вимогам, що висуваються до картону торгової марки DivoPack, категорії UD1;

Лінія приготування довговолокнистої маси з хвойної целюлози.

Хвойна целюлоза транспортером подається у гідророзбивач *1а*. Завантаження гідророзбивача здійснюється періодично, для розпуску напівфабрикату використовується регістрова вода. Об’єм волокнистої маси у гідророзбивачі повинен бути постійним; це необхідно для того, щоб концентрація залишалася сталою. Далі розпущена маса за концентрації 3,5 % із гідророзбивача відцентровим насосом через переливний бак, направляється в басейн розпущеної маси *2а*, де відбувається її акумулювання та вирівнювання концентрації перед розмелюванням.

Розмелювання відбувається на здвоєних дискових млинах 2DR34 *3а*. Розмелювання відбувається в три ступені. Концентрація маси, що поступила на розмелювання, становить 3,5 %. Приріст ступеня млива на кожному млині для хвойної целюлози становить ≈ 8-10 ^{0}ШР, кінцевий ступінь млива досягає 40 ± 2 ^{0}ШР.

З басейну розмеленої маси *4а* за допомогою відцентрового насоса маса поступає в машинний басейн хвойної целюлози *5а*.

Далі маса насосом направляється в бак постійного рівня хвойної целюлози *6а*, який служить для забезпечення сталості напору маси, усунення її пульсацій, та для видалення з неї повітря. Для забезпечення ретельних грубого та тонкого очищення маси перед її відливанням на сітці картоноробної машини, у змішувальному насосі №2 *7а* відбувається розбавлення маси регістровою водою до концентрації 0,7304 %.

Перед відливанням картону розбавлена маса завжди піддається грубому та тонкому очищенню; мета очищення маси – вилучення забруднень, що утворились під час підготовки картонного волокна. Такими забруднення є вузли та пучки волокон, згустки, шматочки бруду та піску, сторонні включення типу металічних частинок тощо. Саме тому маса за концентрації 0,7304 % із змішувального насоса №2 7*а* направляється на перший ступінь очищення установки вихрових очисників (центриклинерів) *8а*. Очищення маси відбувається під впливом відцентрових сил, які виникають у вихрових потоках. Відходи від першого ступеня очищення маси збираються в закритому колекторі і розбавляються обіговою водою до концентрації 0,70 %, після чого направляються на другий ступінь очищення. Очищена маса від другого ступеня подається на повторне доочищення на перший ступінь. Відходи другого ступеня за концентрації 0,40 % збираються в жолобі №2 та направляються на третій ступінь очищення. Відходи від третього ступеня направляються у відвал, а очищена маса направляється на повторне доочищення на другий ступінь.

Після грубого очищення на центриклинерах маса за концентрації 0,503 % направляється змішувальним насосом №1 *9а* на вузловловлювач *10а,* де відбувається тонке очищення, а саме, очищення від забруднень волокнистого характеру. Маса подається у верхню частину вузловловлювача, де під впливом відцентрових сил важкі включення відкидаються до зовнішньої сітки корпуса, після чого вони опускаються вниз в жолоб відходів. Очищена маса під впливом

напору і лопатей ротора проходить через отвори сит та виходить з вузловловлювача через загальний штуцер. Відходи, що не пройшли через сито, опускаються у жолоб відходів та видаляються через спеціальний штуцер з заслінкою і надходять на плоску вібраційну сортувалку *11а*. Тут відокремлене на сортувалці волокно направляється у цех виробництва картону, а вода - у басейн регістрових вод.

Лінія приготування коротковолокнистої маси з листяної целюлози.

Аналогічні процеси, що наведено вище для потоку хвойної целюлози, відбуваються при підготовці листяної целюлози до відливання картону на картоноробній машині.

Очищена і відсортована маса з концентрацією 3,50 % поступає в напірний ящик закритого типу, причому, кожен волокнистий напівфабрикат направляється у свій ящик окремо: волокниста маса з хвойної деревини поступає у напірний ящик верхньої сітки *12а*, а волокниста маса з листяної деревини – у напірний ящик основної сітки *13*.

Формуюча частина картоноробної машини представлена двома плоскосітковими пристроями. Передача поверхневого шару полотна на нижню формуючу сітку здійснюється через спеціальні пересмоктувальні ящики. Після напірних ящиків кожен напівфабрикат подається на окрему сітку: листяний напівфабрикат подається на основну сітку формуючої частини картоноробної машини, а хвойний напівфабрикат – на верхню сітку. Для рівномірного розподілу маси, регулювання зневоднення полотна після грудної дошки *14, 13а* встановлено гідропланки *15, 14а*, та відсмоктувальні ящики *16*. Картонне полотно після гауч-вала *17* з сухістю 20 % вакуум-пересмоктуючим пристроєм *18* подається у пресову частину.

Пресова частина включає в себе два преси башмачного типу *19, 20*. Заміна трьохвального пресу на прес башмачного типу *19* є конструктивною пропозицією, що значно сприяє ефективній роботі картоноробної машини.

Сухість після пресової частини становить 53 %, після якої полотно поступає в сушильну частину.

Сушильна частина представлена сушильними циліндрами, розташованими у 2 яруси у шахматному порядку, і складається з 93 сушильних і двох холодильних циліндрів, кожен діаметром 1500 мм. Сушильна частина складається з 8 груп: I приводна група включає 11 сушильних циліндрів, наступні II - VII приводні групи – кожна по 12 сушильних циліндрі, VIII група складається з 10 сушильних і 2 холодильних циліндрів. Тип сушіння – контактний, при якому тепло передається від поверхні циліндра до синтетичних сіток та до картонного полотна.

У сушильній частині картоноробної машини застосовуються сушильні синтетичні сітки; картонне полотно притискається до нагрітої поверхні циліндрів, після чого спостерігається поліпшення теплопередачі і запобігається викривлення картону під час сушіння.

Сушіння картону проводиться за поступового сушіння. Температура циліндрів на початку сушіння не повинна перевищувати 85 - 105°С. У наступних групах температура циліндрів підвищується, досягаючи в середньому значень 130 - 145°С. Перед клеїльним пресом температура циліндрів знижується до 85 - 125°С. Клеїльний прес встановлено між 6 і 7 приводними групами. Картон надходить на клеїльний прес *22* за сухості 85 – 92 %. Спорсками він безперервно зрошується з обох боків клеєм, нагрітим до температури 40 - 60°С і проходить через вали. Надлишок клею через зазори між торцевим щитком і валами стікає у воронки, звідки направляється до збірників, далі подається на установку підготовки клею. У кінці сушильної частини картоноробної машини встановлено два холодильні циліндри *23*, які охолоджують картонне полотно до температури 30-50 ^{0}С. Охолодження картонного полотна обов’язкове, оскільки охолодження сприяє вирівнюванню вологості у полотні та збереженню фізико-механічних властивостей. Кінцева сухість картонного полотна становить 96 %.

Після холодильних циліндрів картонне полотно направляється на чотирьохвальний каландр *24*. У результаті поступового підвищення тиску між валами каландра на полотно відбувається зменшення і вирівнювання полотна по всій його ширині, а також підвищення гладкості, щільності і лоску.

З каландру картон направляється на накат периферичного типу *25* з пневматичною системою притискання. З накату намотані тамбури подаються до поздовжньо-різального верстату *26*, на якому полотно картону розрізається і намотується на рулони діаметром від 950 мм до 1200 мм. Далі готова продукція направляється на склад.

Перероблення обігового браку: мокрий брак за концентрації 0,80 % із гауч-мішалки *28* направляється на шаберний згущувач *29* безперервно, а потім – у басейн обігового браку *34*. Із басейну обігового браку *34* волокно направляється у композиційний басейн *5* (у кількості 7 %).

Для розпускання сухого браку, утвореного під час сушіння та оброблення картону, встановлено гідророзбивачі *30* під клеїльним пресом, каландром і повздовжньо-різальним верстатом. Розпускання сухого браку відбувається із застосуванням регістрової води із басейну регістрових вод *27*. Потім розпущена на волокна маса поступає у басейн розпущеного сухого браку *32*, а далі вона направляється на пульсаційний млин *33* для дорозпускання, звідки поступає в басейн обігового браку *34*. Із цього басейну маса поступає в композиційний басейн *5*.

Використання обігової води: регістрові води, насичені волокном, використовуються в гідророзбивачах листяної та хвойної целюлози, використовуються для розбавлення маси в змішувальних насосах №1 та №2, і для розпускання обігового браку. Вода з більш низьким вмістом волокна, що забирається від відсмоктувальних ящиків та від промивання сітки, направляється в жолоби №1 та №2 батареї центриклинерів. Вода після дискового фільтра *31*, що містить волокна 0,04 %, направляється у бак прояснених вод *35*, а скоп за

концентрації 3,5 % подається у басейн обігового браку *34*, а далі у композиційний басейн *5*.

2.3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва

2.3.1 Особливості технології виготовлення картону

Згідно стандарту ТУ У 21.1 – 05509659-031:2012, що висуваються до картону марки DivoPack категорії UD1 масою 175 г/м^2, основними показниками для даного виду картону є опір згинанню в поперечному напрямі, опір розшаруванню в поперечному напрямі, білість поверхневого шару картону, поверхнева вбирність води під час однобічного змочування. Серед названих показників, що визначають якість готової продукції, найважливішими показниками є фізико-механічні, а отже, необхідно забезпечити формування такої кількості водневих зв'язків, при якій дані фізико-механічні показники будуть максимальними.

Перш за все треба обрати ступінь млива маси: для забезпечення утворення водневих зв'язків між волокнами целюлози без надлишкового подрібнення останніх приймаємо ступінь млива маси 40 ^{0}ШР; за такого ступеня млива спостерігаються найбільш доцільне одержання фізико-механічних показників для даного виду картону (рис. 2.2).

Розмелювання відбувається для кожного виду целюлози окремим потоком, адже картон є двошаровим згідно нормативних документів, тому набагато доцільнішою є підготовка кожного волокнистого напівфабрикату окремим потоком, аніж змішування різних за своїми властивостями волокнистих напівфабрикатів в одну композицію. Розмелювання хвойної целюлози відбувається на трьох однодискових млинах (початковий ступінь млива для хвойної целюлози 12-14 ^{0}ШР, кінцевий ступінь млива 40 ± 2 ^{0}ШР, приріст ступеня млива маси після кожного дискового млина для хвойної целюлози 8-10 ^{0}ШР), листяної целюлози – на двох однодискових млинах (початковий ступінь млива для листяної целюлози 14-16 ^{0}ШР, кінцевий ступінь млива 40 ± 2 ^{0}ШР,

приріст ступеня млива маси після кожного дискового млина для листяної целюлози 10-12 ^{0}ШР).

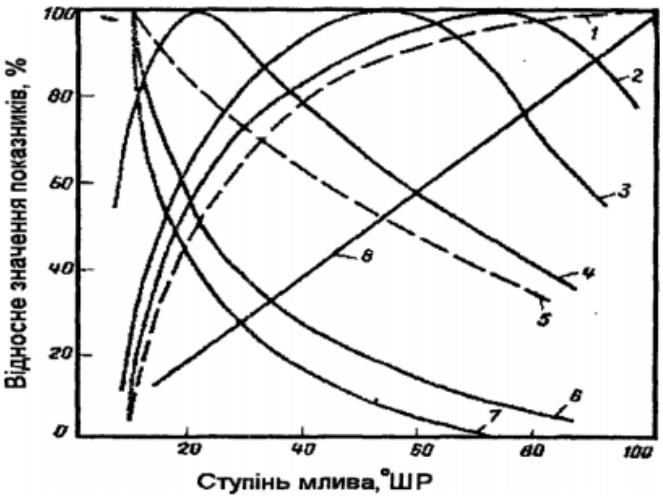


Рисунок 2.2 – Зміна основних властивостей картону в процесі розмелювання волокнистих напівфабрикатів: 1 - міжволоконні сили зв'язку; 2 - розривна довжина; 3 - опір на злом під час багаторазових перегинів; 4 - опір роздиранню; 5 - середня довжина волокна; 6 - усотувальна здатність; 7 - повітропроникність; 8 - деформація під час зволоження

Білість поверхневого шару картону (без оптичного вибілювача) марки DivoPack категорії UD1 згідно ТУ У 21.1 – 05509659-031:2012 повністю забезпечується сировинними волокнистими напівфабрикатами за власними стандартами, що висуваються до них.

Наступним показником, що розглядається для картону, є поверхнева вбирність води під час однобічного змочування. У якості проклеюючої речовини на ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат» використовують крохмаль модифікований, КМС згідно вимог ТУ У 24885977.001 : 2001. Проклеювання маси застосовують для надання картону гідрофобних властивостей, що є дуже важливим показником для картону марки DivoPack категорії UD1. Поверхнева вбирність є пріоритетною, а отже, необхідно застосовувати більш складний метод проклеювання маси.

Для забезпечення необхідних нормативних показників якості необхідно контролювати роботу кожної частини картоноробної машини та кожен етап, що передує їй.

Найважливішим етапом виготовлення будь-якого виду картону є розмелювання – важливо контролювати кінцевий ступінь млива маси для утворення фізико-механічних властивостей картону та запобігати перегріву маси під час її розмелювання. Необхідно забезпечити рівномірний розподіл волокна по сітці картоноробної машини на формуючій частині для утворення необхідних фізико-механічних властивостей. Під час проходження паперового полотна крізь сушильні циліндри необхідно контролювати режим сушіння таким чином, щоб не пересушувати полотно, інакше відбудеться руйнація водневих зв'язків, що призводить до значного погіршення фізико-механічних властивостей.

2.3.2 Теорія процесів під час виготовлення картону

Розмелювання – найважливіший технологічний процес підготовки картонної маси, від якого в значній мірі залежать властивості картону. Водночас розмелювання є найбільш енергоємним процесом у картонному виробництві, на його здійснення витрачається іноді до 60 – 70 % енергії від загального споживання. Нерозмелені волокна мають малу міцність, слаборозвинуту поверхню і мало гідратовані, внаслідок цього такі волокна погано зв'язуються одне з одним в картонному листі. Для надання картону бажаних властивостей необхідні певний режим розмелювання, розмелювальна апаратура, так як саме розмелювання визначає властивості готового картону [2, 7].

Метою розмелювання є:

- надання волокнистому напівфабрикату певної структури стосовно розмірів по довжині, товщині, фракційному складі для забезпечення бажаної будови і щільності картону;
- надання волокну певного ступеня гідратації, розвинуту поверхню, надати пластичності, гнучкості та інших властивостей від яких

залежить утворення міцних міжволоконних зв’язків і міцність картонного полотна.

Принцип розмелювання - волокниста маса за концентрації 2-6 % безперервним потоком надходить до ножів робочого органу апарату, що складається з нерухомих ножів (статора) і обертових ножів (ротора), розташованих на конусі або диску. Проходячи між ножами ротора і статора, зазор між якими можна регулювати присадним механізмом, волокна піддаються (рис. 2.3) [2]:

- вкороченню;
- розчепленню в повздовжньому напрямку та роздавленню торцевою поверхнею ножів;
- фібриляції;
- набуханню.

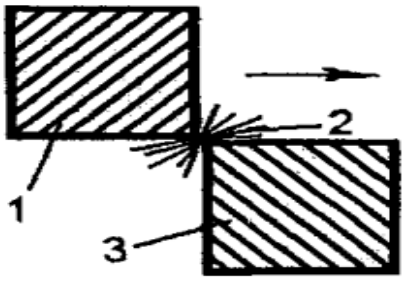


Рисунок 2.3 – Схема розмелювання:
1 - ніж ротора; 2 - волокна; 3 - ніж статора.

Розмелювання целюлозних волокон можна умовно розділити на чотири стадії.

Перша стадія - руйнування міжмолекулярних зв'язків всередині кліткової стінки і утворення зон зсуву структурних елементів в волокнах, внаслідок чого виникають мікротріщини, в які проникає вода, в подальшому вступюча у взаємодію з вільними гідроксильними групами целюлозного комплексу.

Друга стадія - часткове руйнування зовнішнього шару S1 і вторинної стінки S2, і її відшарування разом з первинною стінкою Р.

Третя стадія - набухання стінки S2 в області де утворилися зони зсувів. Цей процес може початися тільки після руйнування зовнішньої оболонки шару S1.

Четверта стадія - часткове руйнування водневих зв'язків між фібрилами стінки S2 (зовнішнє фібрилювання), швидке наростання питомої зовнішньої поверхні і просочення водою волокон.

Фібрилювання буває [2, 7]:

- зовнішнє. Полягає в відділенні від волокна клітинних оболонок і фібрил, що призводить до збільшення загальної зовнішньої поверхні волокна і звільнення великого числа вільних гідроксильних груп на його поверхні, сприяють утворенню міцних міжволокневих зв'язків. Однак міцність самих волокон при цьому знижується.

- внутрішнє. Лише частково послаблює зв'язки між фібрилами, але робить волокна більш гнучкими і пластичними, міцність їх при цьому не знижується. При розмелі в присутності води волокна піддаються не тільки чисто механічному впливу, але змінюються і їх колоїдно-хімічні властивості - вони стають більш гнучкими, еластичними, жирними на дотик (вода діє як мастило). За рахунок гідроксильних груп на поверхні утворюється плівка з адсорбованих і орієнтованих молекул води за рахунок водневого зв'язку.

В результаті адсорбції волокна стають більш гнучкими, пластичними (адсорбована вода діє як мастило), що сприяє їх кращому контакту і переплетення між собою під час відпливання картону.

Під час розмелювання волокон без попереднього набрякання і без води погано фібрилюють, тільки коротшають. Тому при високому ступені млива такі волокна утворюють пухкий і неміцний папір.

У процесі сушіння з маси видаляється вода, а звільнені гідроксильні групи еластичних, гнучких волокон зближуються настільки близько, що можуть утворювати міцні водневі зв'язки.

Проклеювання: для поверхневого проклеювання у ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат» у якості проклеюючої речовини застосовують крохмаль модифікований, КМС.

Світова практика вже відійшла від введення в масу для зміцнення картону нативного крохмалю через його низьке утримання. Замість нативного картопляного крохмалю стали використовувати спочатку аніонні похідні крохмалю, що добре утримуються солями алюмінію, а потім - катіонні ефіри крохмалю, які не потребують для утримання мінерального коагулянту. На сьогодні без застосування катіонного крохмалю (КК) не обходиться практично жодне підприємство, що виробляє друкарський папір, з застосуванням емульсій алкілдимеркетенів або алкіл-сукцинатів [7].

Застосування модифікованого крохмалю для зміцнення паперу і картону замість немодифікованих продуктів обумовлено бажанням споживача одержати необхідний ефект зміцнення без забруднення обігових вод крохмалем.

За декілька десятків років з початку застосування катіонного крохмалю у паперовому виробництві його асортимент значно розширився. Катіонний крохмаль утримується паперовою масою на 85 % і більше, тому він інтенсивно витискає аніонні клеї. Перші його види вимагали обов'язкового варіння за температури 95 - 96 °С. Проте на сьогодні катіонний крохмаль для використання в масі розчиняється в холодній воді, необхідно лише забезпечити ефективне перемішування [7].

3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ

3.1 Блок-схема для розрахунку матеріального балансу

На рис. 3.1 наведено блок-схему для розрахунку матеріального балансу води і волокна для виробництва картону марки DivoPack категорії UD1.

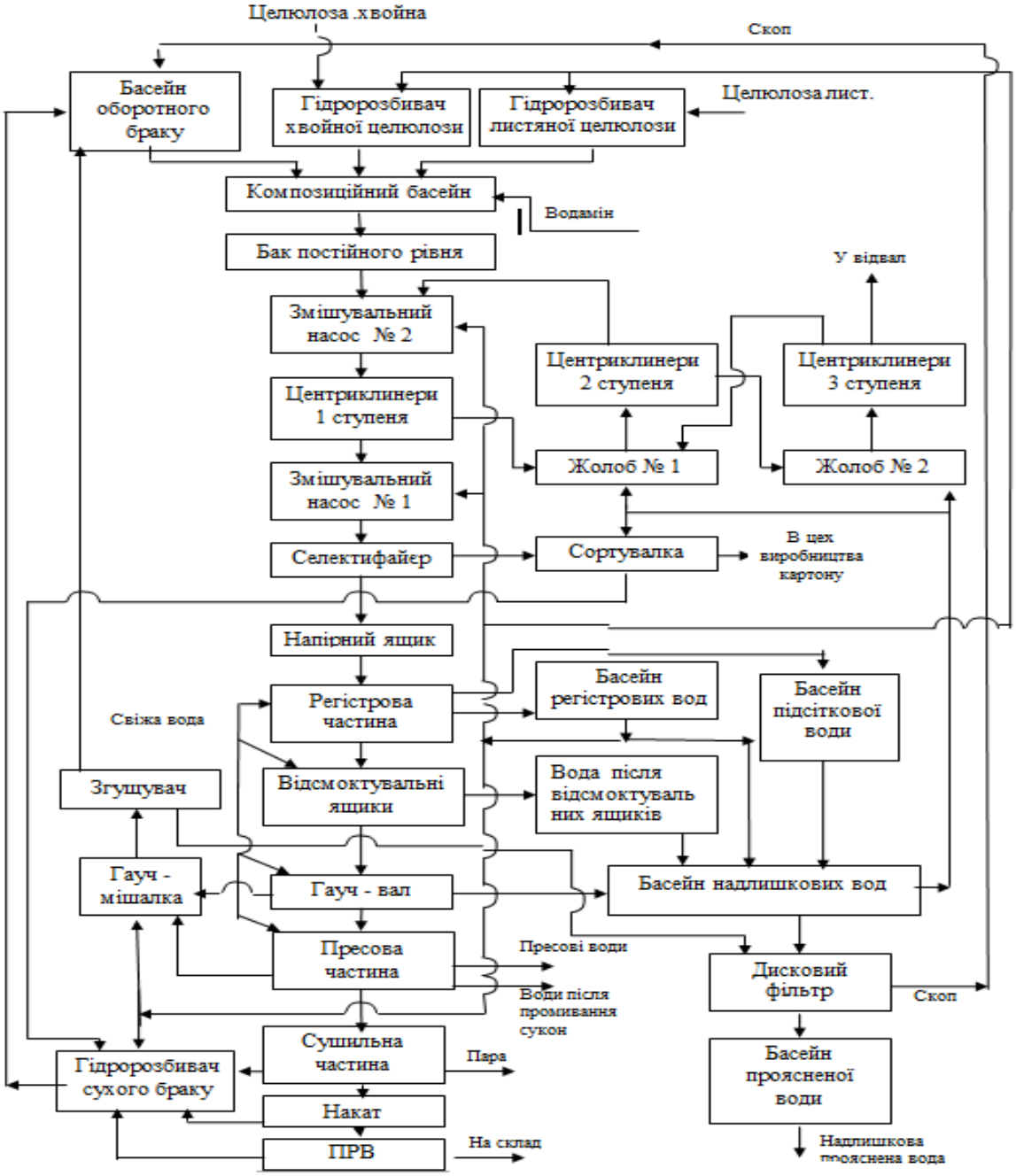


Рисунок 3.1 – Блок-схема виробництва картону

3.2 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Найменування статей	Вихідні дані		
	[1]	[2]	Приймаємо до розрахунку
1.Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %			
На накаті	90,0	91,0-96,0	96,00
Після пресів	42,0	40,0-45,0	53,00
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	6,00
В напірному ящику	0,5	0,5-0.65	0,50
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	0,5000
Після змішувального насоса №1	0,51	0,50-0,65	0,5030
Після змішувального насоса №2	0,65	0,70-0,75	0,7304
Після центриклинерів I ступеня	0,63	0,67-0,71	0,7000
Після центриклинерів II ступеня	0,30	0,40-0,43	0,4000
2. Концентрація відхідних вод, %			
Регістрова вода	0,18	0,17-0,25	0,1800
Підсіткові води	0,003	0,003-0,004	0,0040
Відсмоктувальних ящиків	0,10	0,10-0,12	0,1000
Пресові води	0,10	0,10	0,1000
Від промивання сітки	0,005	0,003-0,004	0,0010
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	16000,0
Свіжа вода на спорски і відсічки			

Продовження таблиці 3.1

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	3500,0
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	1,0
В процесі сушіння паперу	2,0	1,7	1,0
Мокрий брак	3,0	2,0	1,0
Після гауч-валу	2,0	1,0	1,5
6.Композиція паперу, %			
Целюлоза хвойна вибілена	100	20-80	25,0
Целюлоза листяна вибілена	100	20-80	75,0
7.Концентрація відходів сортування, %			
Відходи селектифайера	0,8	0,7-1,6	1,0000
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	0,5000
Відходи плоскої сортувалки	2,0	4,0	3,50
8.Сухість почасткових напівфабрикатів %			
Хвойна целюлоза	88,0	88,0	88,0
Листяна целюлоза	88,0	88,0	88,0
9.Кількість відходів сортування, % (кг/т)			
Цетриклинери I ступеня	2,8 %	5,0 %	3,00 %
Цетриклинери III ступеня	1,0 кг	1,5 кг	1,10 кг
Селектифайер	1,2 %	0,8 %	1,00 %

3.3 Розрахунок матеріального балансу волокна та води

Склад готової продукції На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 96 %.

Отже, в ньому міститься: абсолютно–сухого волокна 1000 · 0,96 = 960 кг, води 1000 – 960 = 40 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 · 0,96 = 969,60 кг, води 1010,0 – 969,60 = =40,40 кг.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З накату	1010,00	96,00	969,60	40,40
Надійшло(всього)	1010,00		969,60	40,40
На склад	1000,00	96,00	960,00	40,00
В г/розб.сух.браку	10,00	96,00	9,60	0,40
Пішло (всього)	1010,00		969,60	40,40

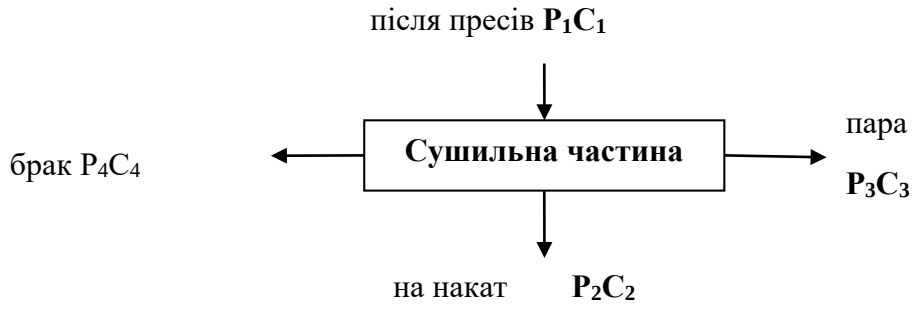
Накат З урахуванням 1,0 % браку, що утворюється під час намотування паперу (1000 · 0,01 = 10 кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти 1010 + 10 = 1020 кг п/с паперу.

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

абсолютно–сухого волокна 1020 · 0,96 = 979,20 кг, води 1020 – 979,20 = 40,80 кг.

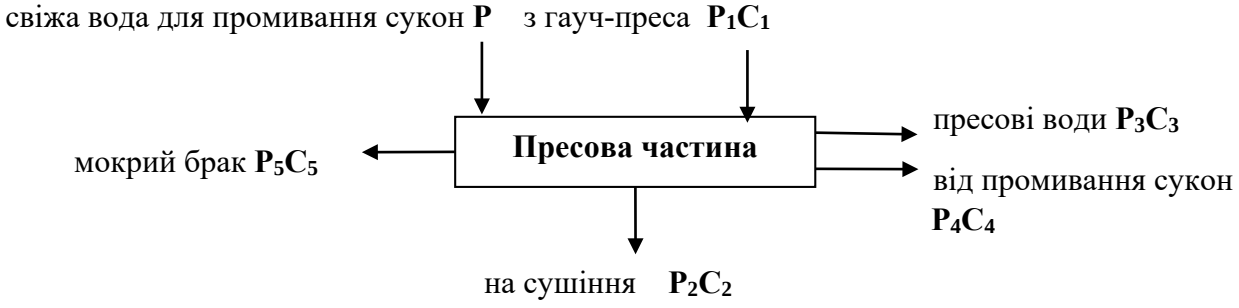
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після сушіння	1020,00	96,00	979,20	40,80
Надійшло(всього)	1020,00		979,20	40,80
На ПРС	1010,00	96,00	969,60	40,40
В г/розб.сух.браку	10,00	96,00	9,60	0,40
Пішло (всього)	1020,00		979,20	40,80

Сушильна частина



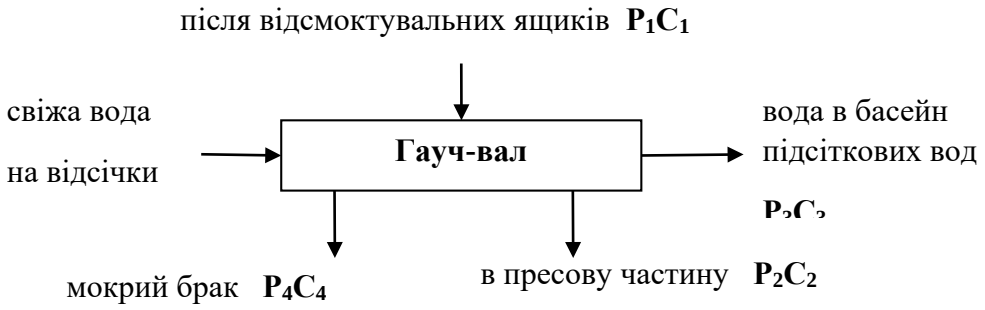
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	1883,77	53,00	998,40	885,37
Надійшло(всього)	1883,77		998,40	885,37
На накат	1020,00	96,00	979,20	40,80
Втрати пару	843,77	0,00	0,00	843,77
В г/розб.сух.браку	20,00	96,00	19,20	0,80
Пішло (всього)	1883,77		998,40	885,37

Пресова частина



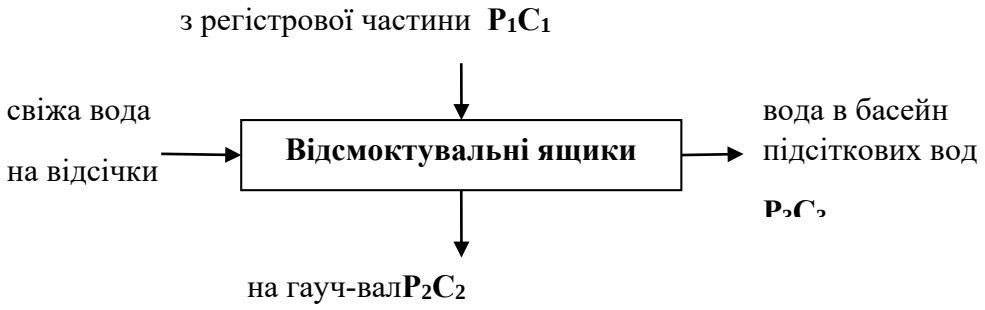
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	5047,74	20,00	1009,55	4038,20
Св.вода на пр.сукон	5000,00	0,00	0,00	5000,00
Надійшло(всього)	10047,74		1009,55	9038,20
На сушіння	1883,77	53,00	998,40	885,37
Пресові води	3148,97	0,1000	3,15	3145,82
Води в/пром.сукон	5000,00	0,0010	0,05	4999,95
В г/зміш.мокр.браку	15,00	53,00	7,95	7,05
Пішло (всього)	10047,74		1009,55	9038,20

Гауч—вал



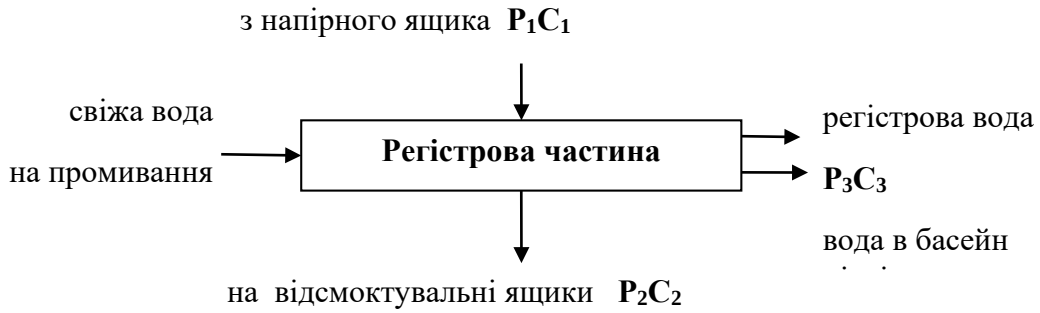
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсм.ящиків	8440,20	12,00	1012,82	7427,38
Св.вода на відсічки	3500,00	0,00	0,00	3500,00
Надійшло(всього)	11940,20		1012,82	10927,38
На пресову.частину	5047,74	20,00	1009,55	4038,20
Води від гауч-вала	6877,46	0,0040	0,28	6877,18
В г/зміш.мокр.браку	15,00	20,00	3,00	12,00
Пішло (всього)	11940,20		1012,82	10927,38

Відсмоктувальні ящики



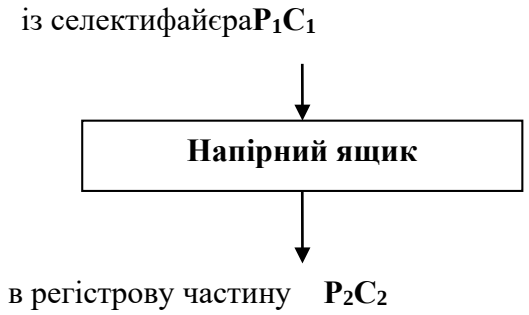
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після регістр.частини	17142,10	6,00	1028,53	16113,57
Св.вода на відсічки	7000,00	0,00	0,00	7000,00
Надійшло(всього)	24142,10		1028,53	23113,57
На гауч-вал	8440,20	12,00	1012,82	7427,38
В бас.смокт.та підс.вод	15701,90	0,1000	15,70	15686,20
Пішло (всього)	24142,10		1028,53	23113,57

Регістрова_частина



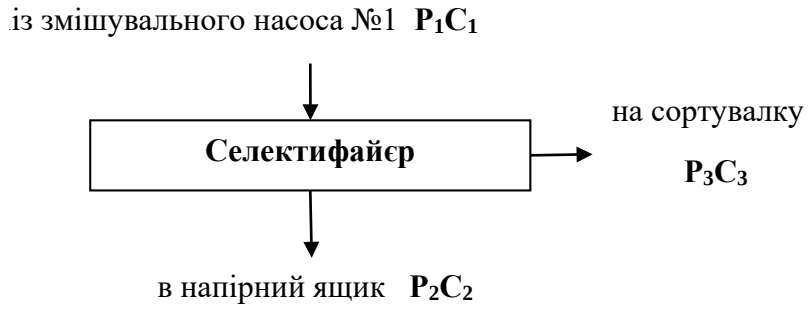
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н.ящика	311971,93	0,50	1559,86	310412,07
Свіжа вода на пром.сітки	16000,00	0,000	0,00	16000,00
Надійшло(всього)	327971,93		1559,86	326412,07
На відсм.ящики	17142,10	6,00	1028,53	16113,57
Регістрові води	294829,83	0,1800	530,69	294299,14
В бас.смокт.та підс.вод	16000,00	0,0040	0,64	15999,36
Пішло (всього)	327971,93		1559,86	326412,07

Напірний_ящик



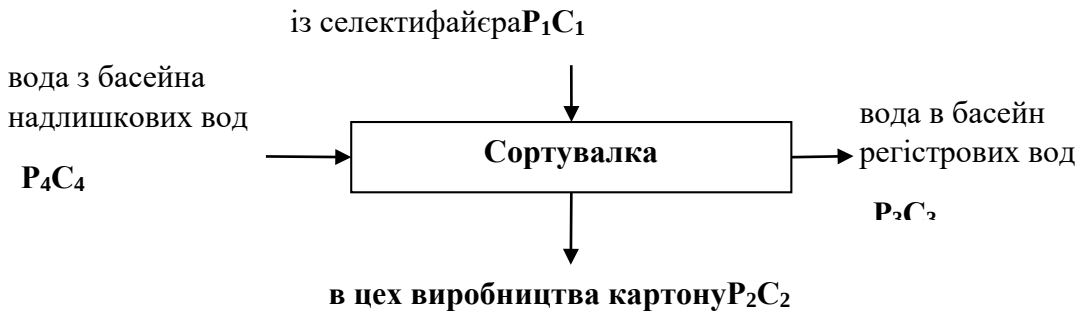
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після вузлоуловлюв.	311971,93	0,5000	1559,86	310412,07
Надійшло(всього)	311971,93		1559,86	310412,07
На рег.частину	311971,93	0,5000	1559,86	310412,07
Пішло (всього)	311971,93		1559,86	310412,07

Селектифайєр



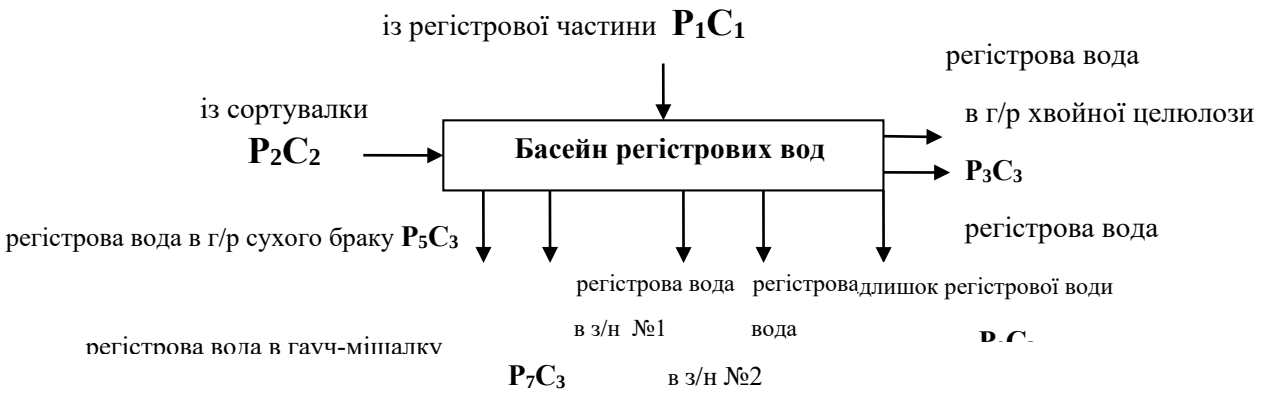
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.нас.№1	315123,17	0,5050	1591,37	313531,79
Надійшло(всього)	315123,17		1591,37	313531,79
На н/ящик	311971,93	0,5000	1559,86	310412,07
На плоску сортувал.	3151,23	1,0000	31,51	3119,72
Пішло (всього)	315123,17		1591,37	313531,79

Сортувалка



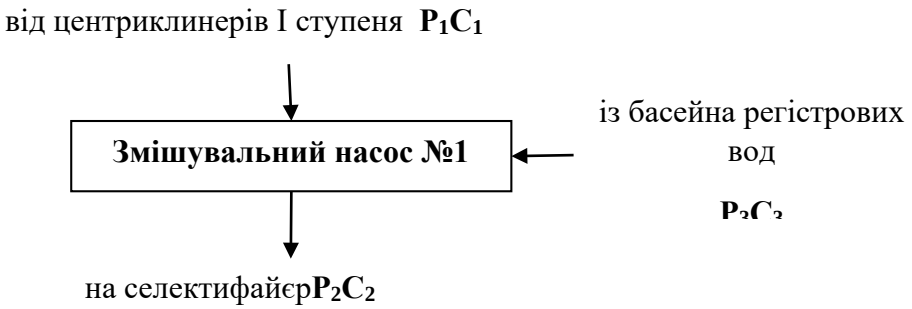
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З бас.сосун.і підс.вод	850,00	0,0515	0,44	849,56
Після селектифайера	3151,23	1,0000	31,51	3119,72
Надійшло(всього)	4001,23		31,95	3969,28
В бас.регістр.вод	3255,80	0,1800	5,86	3249,94
В цех виробн.картону	745,43	3,5000	26,09	719,34
Пішло (всього)	4001,23		31,95	3969,28

Басейн_регістрових_вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З регістрової частини	294829,83	0,1800	530,69	294299,14
Від плоск.сортув.	3255,80	0,1800	5,86	3249,94
Надійшло(всього)	298085,64		536,55	297549,08
На зм.насос №1	118171,19	0,1800	212,71	117958,48
На зм.насос №2	135948,04	0,1800	244,71	135703,33
На г/розб.поверхн.шару	7162,25	0,1800	12,89	7149,35
На г/розб.нижн.шару	21494,13	0,1800	38,69	21455,44
На г/розб.сухого браку	1114,46	0,1800	2,01	1112,45
На зміш.мокр.браку	1727,42	0,1800	3,11	1724,31
В басейн надл.вод	12468,16	0,1800	22,44	12445,72
Пішло (всього)	298085,64		536,55	297549,08

Змішувальний_насос_№1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	118171,19	0,1800	212,71	117958,48
Після центрикл. Іст.	196951,98	0,7000	1378,66	195573,31
Надійшло(всього)	315123,17		1591,37	313531,79
На селектифайер	315123,17	0,5050	1591,37	313531,79
Пішло (всього)	315123,17		1591,37	313531,79

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	209701,85	0,7304	1531,66	208170,19
Надійшло(всього)	209701,85		1531,66	208170,19
На змішув.насос №1	196951,98	0,7000	1378,66	195573,31
На центрикл. II і III ст.	12749,87	1,2000	153,00	12596,87
Пішло (всього)	209701,85		1531,66	208170,19

Центриклинери_II_і_III_ступеня

з центриклинерів I ступеня P_1C_1

вода в жолоби №1 і №2 з басейна надлишкових вод P_3C_3

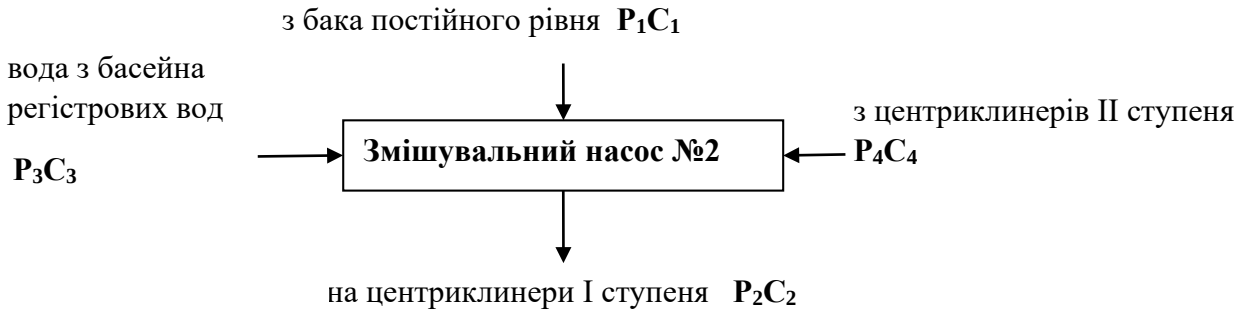
Центриклинери II і III ст.

відходи в стік P_4C_4

в змішувальний насос №2 P_2C_2

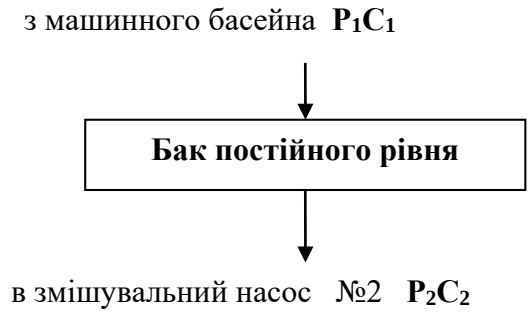
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центрикл. I ст.	12749,87	1,2000	153,00	12596,87
З бас.сосун.і підс.вод	29155,86	0,0515	15,03	29140,83
Надійшло(всього)	41905,73		168,03	41737,70
В змішув.насос №2	41755,73	0,4000	167,02	41588,71
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
Пішло (всього)	41905,73		168,03	41737,70

Змішувальний_насос_№_2



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	135948,04	0,1800	244,71	135703,33
Від центриклин. II ст.	41755,73	0,4000	167,02	41588,71
З БПР	31998,08	3,5000	1119,93	30878,15
Надійшло(всього)	209701,85		1531,66	208170,19
На центрикл. I ст.	209701,85	0,7304	1531,66	208170,19
Пішло (всього)	209701,85		1531,66	208170,19

Бак_постійного_рівня



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після машин.басейна	31998,08	3,5000	1119,93	30878,15
Надійшло(всього)	31998,08		1119,93	30878,15
На зміш.насос №2	31998,08	3,5000	1119,93	30878,15
Пішло (всього)	31998,08		1119,93	30878,15

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	31998,08	3,5000	1119,93	30878,15
Надійшло(всього)	31998,08		1119,93	30878,15
На БПР	31998,08	3,5000	1119,93	30878,15
Пішло (всього)	31998,08		1119,93	30878,15

Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку.

Гідророзбивач_сухого_браку

відходи з ПРВ, сушіння, накату P_1C_1

↓

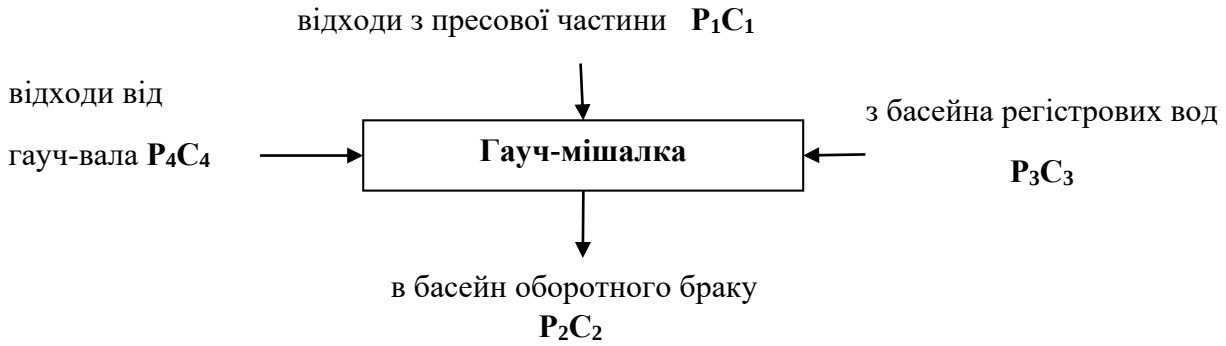
Гідророзбивач сухого ← з басейна регістрових вод P_3C_3

↓

в басейн оборотного браку P_2C_2

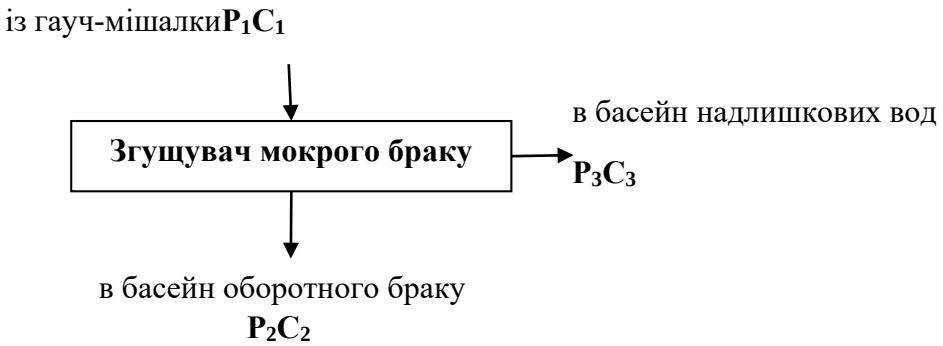
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРС	10,00	96,00	9,60	0,40
З накату	10,00	96,00	9,60	0,40
З сушіння	20,00	96,00	19,20	0,80
З бас-ну рег.вод	1114,46	0,1800	2,01	1112,45
Надійшло(всього)	1154,46		40,41	1114,05
В басейн обор.браку	1154,46	3,5000	40,41	1114,05
Пішло (всього)	1154,46		40,41	1114,05

Гауч–мішалка_мокрого_браку



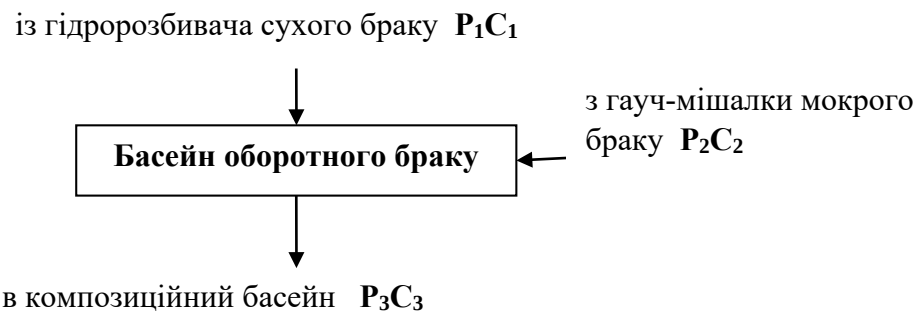
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	15,00	53,00	7,95	7,05
З гауч-вала	15,00	20,00	3,00	12,00
З бас-ну рег.вод	1727,42	0,1800	3,11	1724,31
Надійшло(всього)	1757,42		14,06	1743,36
На згущ.мокрого браку	1757,42	0,8000	14,06	1743,36
Пішло (всього)	1757,42		14,06	1743,36

Згщуувач_мокрого_браку



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.мокр.браку	1757,42	0,8000	14,06	1743,36
Надійшло(всього)	1757,42		14,06	1743,36
В басейн обор.браку	386,02	3,5000	13,51	372,51
В басейн надл.вод	1371,40	0,0400	0,55	1370,85
Пішло (всього)	1757,42		14,06	1743,36

Басейн_обігового_браку



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив.сух.браку	1154,46	3,50	40,41	1114,05
Зі зміш.мокрого браку	386,02	3,50	13,51	372,51
Надійшло(всього)	1540,48		53,92	1486,56
В композиц.басейн	1540,48	3,50	53,92	1486,56
Пішло (всього)	1540,48		53,92	1486,56

Композиційний басейн

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розб.нижн.шару	22330,95	3,5000	781,58	21549,37
Із г/розб.поверх.шару	7443,65	3,5000	260,53	7183,12
Із басейна обіг.браку	1540,48	3,5000	53,92	1486,56
Скоп з диск.фільтра	683,00	3,5000	23,91	659,10
Надійшло(всього)	31998,08		1119,93	30878,15
В машинний басейн	31998,08	3,5000	1119,93	30878,15
Пішло (всього)	31998,08		1119,93	30878,15

Підготовка маси нижнього шару

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Суміш цел-з зі складу	844,64	88,00	743,28	101,36
Вода з бас.рег.вод	21494,13	0,1800	38,69	21455,44
Надійшло(всього)	22338,77		781,97	21556,79
Відходи сортув. та очищ.	7,82	5,00	0,39	7,43
В композиційний бас.	22330,95	3,50	781,58	21549,37
Пішло (всього)	22338,77		781,97	21556,79

Підготовка маси поверхневого шару

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Суміш целюл. зі складу	281,40	88,00	247,64	33,77
Вода з бас.рег.вод	7162,25	0,1800	12,89	7149,35
Надійшло(всього)	7443,65		260,53	7183,12
В композиційний бас.	7443,65	3,50	260,53	7183,12
Пішло (всього)	7443,65		260,53	7183,12

Басейн регістрових вод.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З регістрової частини	294829,83	0,1800	530,69	294299,14
Від плоск.сортув.	3255,80	0,1800	5,86	3249,94
Надійшло(всього)	298085,64		536,55	297549,08
На зм.насос №1	118171,19	0,1800	212,71	117958,48
На зм.насос №2	135948,04	0,1800	244,71	135703,33
На г/розб.поверхн.шару	7162,25	0,1800	12,89	7149,35
На г/розб.нижн.шару	21494,13	0,1800	38,69	21455,44
На г/розб.сухого браку	1114,46	0,1800	2,01	1112,45
На зміш.мокр.браку	1727,42	0,1800	3,11	1724,31
В басейн надл.вод	12468,16	0,1800	22,44	12445,72
Пішло (всього)	298085,64		536,55	297549,08

Басейн надлишкових вод

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	12468,16	0,1800	22,44	12445,72
З басейну смокт. та підс. вод	1696,04	0,0515	0,87	1695,17
Від гауч-вала	6877,46	0,0040	0,28	6877,18
Від сгущ.мокр.браку	1371,40	0,0400	0,55	1370,85
Надійшло(всього)	22413,06		24,14	22388,92
На дисковий фільтр	22413,06	0,1077	24,14	22388,92
Пішло (всього)	22413,06		24,14	22388,92

Дисковий фільтр

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	22413,06	0,1077	24,14	22388,92
Надійшло(всього)	22413,06		24,14	22388,92
В композиц.басейн	683,52	3,50	23,92	659,60
В басейн освітл.вод	21729,53	0,0010	0,22	21729,31
Пішло (всього)	22413,06		24,14	22388,92

Басейн прояснених вод

з дискового фільтра $\mathbf{P_1C_1}$

↓

Басейн прояснених вод

↓

надлишкова прояснена

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після дисков.фільтра	21729,53	0,0010	0,22	21729,31
Надійшло(всього)	21729,53		0,22	21729,31
На очисні споруди	21729,53	0,0010	0,22	21729,31
Пішло (всього)	21729,53		0,22	21729,31

3.4 Результати зведеного матеріального балансу волокна і води

Таблиця 3.2 – Результати зведеного матеріального балансу волокна і води

Таблиця зведеного балансу води і волокна		
Волокно (абс.сух.),кг	Надходження	Витрата
Листяна целюлоза нижній шар	743,28	
Хвойна целюлоза (на поверхн.шар)	247,64	
Всього:	990,92	
Готова продукція		960,00
Відходи центриклинерів III ст.		1,01
З пресовими водами		3,15
Промивання сукон		0,05
На очисні споруди		0,22
Відходи сортувалки (в цех виробн. макул. картону)		26,09
Відходи підгот. маси нижн. шару		0,39
	Всього:	990,90
Вода, кг	Надходження	Витрата
З целюлозою нижн.шару	101,36	
З целюлозою поверхн.шару	33,77	
Свіжа вода на промивання сіток	16000,00	
Свіжа вода на відсічки відсм. ящиків	7 000,00	
Свіжа вода на промив. сукна	5 000,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	3 500,00	
Всього:	31 635,13	
З готовою продукцією		40,00
З парою при сушінні		843,77
З відходами центр. III ст.		149,00
З пресовими водами		3145,82
Промивка сукон		4999,95
На очисні споруди		21729,31
З відходами сортувалки (в цех виробн.макул.картону)		719,34
З відходами підгот.маси нижн.шару		7,43
	Всього:	31 634,62

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

1,01 + 3,15 + 0,05 + 0,22 + 0,39 = 4,82 кг.

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

ВВ = (4,82 · 100) / 990,90 = 0,49 %

3.5 Тепловий баланс

У табл. 3.3 наведено вихідні дані для розрахунку теплового балансу, та самі результати розрахунку.

Таблиця 3.3 – Тепловий баланс

Розрахунок контактного сушіння картону		
Вихідні дані		
Продуктивність, кг/год	G=	12440
Початкова вологість матеріалу, %	W_1=	47
Кінцева вологість матеріалу, %	W_2=	4
Початкова температура матеріалу, ºС	t_1=	20
Початкова температура повітря, ºС	θ_1=	10
Початкова вологість повітря	F_1=	0,5
Кінцева температура повітря, ºС	θ_4=	80
Кінцева вологість повітря	F_2=	0,9
Температура повітря після теплообмінника, ºС	θ_2=	25
Температура гріючої пари, ºС	$\theta_{пар}$=	130
Тепловий баланс сушіння		
Стаття приходу/витрат теплоти		Кдж/год
Прихід теплоти		
1. З парою, що поступає в сушильні циліндри		29062779,93
2. З парою, що поступає у калорифер		3487911,819
3. Тепло, використане у теплообміннику		1175788,905
Всього		33726480,66
Витрати теплоти		
1. На підігрів матеріалу		2561607,245
2. На сушіння у 2-му, 3-му періодах		25893221,43
3. На втрати в оточуюче середовище		176566,7322
4. На втрати з невикористаним повітрям		117578,8905
5. На підігрів повітря у теплообміннику		1175788,905
6. На втрати з повітрям, що відходить		4193647,093
Всього		34118410,29

Продовження таблиці 3.3

Результати розрахунку		
Витрата пари в сушильній частині, кг/год	D_1=	13238,09434
Витрата пари у калориферах, кг/год	D_2=	1588,743603
Загальна витрата пари, кг/год	D=	14826,83794
Витрата пари на 1 кг матеріалу, кг/год	$D_{уд}$=	1,191868002
Кількість повітря, що подається на сушіння, кг/год	L=	77801,56383
Кількість свіжого повітря, кг/год	L_9=	85581,72021
Поверхня теплопередачі для підігріву під час сушіння, $м^2$	F_1=	32,52834597
Поверхня теплопередачі для сушіння, $м^2$	$F_{2,3}$=	419,4674354
Загальна поверхня теплопередачі, $м^2$	F=	451,9957814
Температура повітря на вході в сушильну частину, ^0C	θ_3=	74,49665844
Температура матеріалу під час сушіння з постійною шв., ^0C	t_2=	60
Середня температура матеріалу у 2, 3 періоді сушіння, ^0C	t_4=	78,9
Середня температура матеріалу, ^0C	t_5=	40
Температура матеріалу після сушіння, ^0C	t_3=	113,55

4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Картоноробна машина. Для виробництва картону з первинного волокна використовується машина марки К-27. Обрізна ширина – 4200 мм, необрізна – 4250 мм. Максимальна швидкість – 500 м/хв, за приводом v = 340 м/хв. Продуктивність машини розраховується за формулою:

$$Q_{год} = 0{,}06 \cdot B_o \cdot v \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2$$

де 0,06 – коефіцієнт для переведення швидкості за часом (хвилин в години) та маси листа паперу в кілограми;

B_o – обрізна ширина полотна паперу, м;

v – швидкість машини, м/хв.;

g – маса 1 $м^2$ полотна, г;

K_1 = 0,9 – коєфіцієнт, що враховує холостий хід машини;

K_2 = 0,95-0,98 – коефіцієнт використання максимальної швидкості машини.

$$Q_{год} = 0{,}06 \cdot 4{,}2 \cdot 330 \cdot 175 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}95 \approx 12{,}44 \text{ т/год.}$$

Розрахуємо добову продуктивність картоноробної машини із врахуванням того, що підприємство працює 22,5 год/добу:

$$Q_д = Q_{год} \cdot t_д = 12{,}82 \cdot 22{,}5 = 288{,}45 \text{ т/добу.}$$

Продуктивність потоку хвойної целюлози становить

$$288{,}45 \cdot 0{,}25 = 72{,}11 \text{ т/добу;}$$

для листяної целюлози $288{,}45 \cdot 0{,}75 = 216{,}34$ т/добу.

Розрахуємо річну продуктивність машини із врахуванням того, що підприємство працює 345 днів/рік з врахуванням зупинок на ремонт та обслуговування:

$$ПП = Q_д \cdot T_{еф} = 288,45 \cdot 345 \approx 100\ 000 \text{ т/рік.}$$

У відповідності до розрахованої продуктивності картоноробної машини т/добу обираємо основне технологічне обладнання.

Гідророзбивач для потоку листяної целюлози

Встановлено гідророзбивач TamPulper TP 2270 V призначений для одночасного дорозпускання маси та її сортування від важких домішок.

Кількість гідророзбивачів для потоку:

$n = Q_д / Q_р$

де $Q_д$ – добова продуктивність картоноробної машини, т/добу;

$Q_р$ - робоча продуктивність гідророзбивача, т/добу;

$$n = 216,34 / 400 = 0,54 \approx 1 \text{ шт.}$$

Параметри обладнання:

Режим роботи – безперервний.

Корисний об'єм –70 м³.

Діаметр отворів сита –3 мм.

Діаметр ванни – 5300 мм.

Продуктивність – 450 т/добу.

Потужність двигуна – 630 кВт.

Діаметр ротора(верхній/нижній) – 2000/2200 мм.

Техгологічною схемою передбачено 1 гідророзбивач.

Гідророзбивач для потоку хвойної целюлози

Гідророзбивач марки TamPulper TP 1227 V

$$n = 72,11 / 350 = 0,20 \approx 1 \text{ шт.}$$

Корисний об'єм –27 м³.

Діаметр отворів сита –3 мм.

Діаметр ванни – 3900 мм.

Продуктивність – 400 т/доб.

Діаметр ротора – 1200мм.

Швидкість ротора – 1000 об/хв

Технологічною схемою передбачено 1 гідророзбивач.

Дисковий фільтр CDI4

Схемою використовується один дисковий фільтр

Продуктивність 400 т/добу

Діаметр диску 4000 мм

Кількість дисків, шт.: 15/17 (коротке волокно),7/8 (довге волокно)

Потужість двигуна 7,5 кВт

Дисковий млин DD6000

Схемою використовується п’ять рафінерів

Продуктивність 440 т/добу

Максимальний тиск 690 кПа

Потужість двигуна 630 кВт

Окружна швидкість 600 об/хв

Концентрація маси, що надходить 3,5 %

Збільшення градусу млива «вхід-вихід» 8-10 ^{0}ШР для потоку хвойної целюлози; 10-12 ^{0}ШР для потоку листяної целюлози

Вузловловлювач В3-13

Схемою використовується дві установки

Продуктивність 200 т/добу

діаметр сит 1,4-3 мм

масова концентрація вихідної маси 1-1,3 г/л

концентрація відходів сортування 3-5%

потужність двигуна 37 кВт

Установка вихрових конічних очисників AhlCleaner TC/SC133

Продуктивність – 450-550 т/добу.

Концентрація очищеної маси – 0,5-1,5 %.

Пропускна здатність – 700 л/хв..

Діаметр – 190 мм.

Отвір насадки – 36 мм.

Кількість очисників по ступеням:

I ст. – 54 шт.

II ст. – 32 шт.

III ст. – 4 шт.

Технологічною схемою передбачено дві установки вихрових конічних очисників.

Сортувалка вібраційна СВ-02

СВ-02 використовується для сортування відходів від вузловловлювача. Схемою передбачено використання двох сортувалок.

Продуктивність – 120 т/добу.

Концентрація маси, що потупає – 4-15 %.

Площа сита – 1,2 м^2.

Діаметр отворів – 3 мм.

Потужність електродвигуна - 75 кВт

Гідророзбивач ГРВ – ST 6 «Эшер – Висс» (для розволокнення сухого браку)

Продуктивність - 120 т/доб

Корисний об'єм ванни - 70 м^3

Число обертів ротора - 200 об/хв.

Потужність двигуна - 315 кВт

Число обертів двигуна - 1500 об/хв.

Концентрація маси - 3-6%

Згущувач браку СШ-25-01

Згущувач шаберний призначений для згущення макулатурної маси від концентрації 0,4–1,0 % до 3,0–7,0 %.

Продуктивність – 150 т/добу по а.с.в.

Довжина циліндра – 4000 мм.

Діаметр циліндра – 2000 мм.

Частота обертання циліндра – 18 об/хв..

Діаметр шаберного валу – 665 мм.

Потужність двигуна – 11 кВт.

Частота обертання – 1460 об/хв

Напірний ящик

Напірний ящик закритого типу, гідравлічний.

Продуктивність – 1600 /год.

Горизонтальний діапазон регулювання – 0-25мм.

Відкриття губи – 70 мм.

Концентрація маси – 0,3-1,2 %.

Робоча швидкість – 400-1200 м/хв.

Клеїльний прес марки GL Coater фірми Voith Haher Germany

Вміст сухих речовин 5-30 %

Маса покриття 2-10 г/ $м^2$

Швидкість нанесення до 500 м/хв

В'язкість – 100-300 мПа · с

Башмачний прес:

Максимальний лінійний тиск – 1050 кН/м.

Максимальна ширина полотна – 4450 мм.

Максимальна швидкість – 800 м/хв.

Діаметр пресових валів:

Верхній вал – 1500 мм.

Нижній вал – 1100 мм.

Машинний каландр, завод «Ижтяжбуммаш».

Нижній і верхній вали з регульованим прогином «Кюстерс»

Діаметр другого приводного валу – 500 мм.

Діаметр 3, 4 валів – 400 мм.

Накат периферичного типу з пневматичною системою притиску

Найбільший діаметр намотуваного тамбура – 2200 мм.

Заправка полотна паперу на накат – автоматична.

Діаметр намотуваного тамбура – 600 мм.

Тамбурний вал діаметром – 420 мм.

Циліндр накату – 1100 мм

Заправка і перезаправка картонного полотна здійснюється за допомогою системи перезаправки RCS – 2000.

Поздовжньо-різальний верстат

Максимальна швидкість – 1200 м/хв.

Двигун – 59 кВт.

Кількість обертів – 1500 об/хв..

Продуктивність – 460 т/добу.

Картоноробна машина

Сіткова частина доукомплектована формувальною частиною фірми «Фойд».

Обрізна ширина полотна – 4200 мм.

Продуктивність за 96 % а.с.в. на накаті – 288,45 т/доб

Максимальна швидкість КРМ – 500 м/хв.

Пресова частина складається з двох пресів з розширеною зоною пресування башмачного типу фірми «Andritz»:

Робоча швидкість – 900 м/хв.

Максимальна проектна швидкість – 1000 м/хв.

Ширина полотна (картону) в пресі – 4400 мм

Максимальная ширина полотна картону на накаті – 4270 мм.

Діаметр нижнього валу башмачного преса – 1100 мм.

Довжина зони контакту башмака – 250 мм.

Робочий лінійний тиск в зоні контакту притиску башмачного пресу, максимальний – 1200 кН/м.

Сушильна частина КРМ - двоярусна, циліндрового типу, складається з 93 сушильних і двох холодильних циліндрів діаметром 1500 мм. За приводом сушильна частина складається з 8 груп:

I – привідна група включає 11 сушильних циліндрів;

V –VII – привідні групи – по 12 сушильних циліндрів кожна;

VIII – складається із 10 сушильних циліндрів і 2 холодильних циліндрів;

Між VI і VII сушильними групами встановлено клеїльний прес.

Всі сушильні групи оснащено синтетичними сітками. Сушильні циліндри 72 і 73 груп, що встановлено після клеїльного пресу, мають хромовану поверхню і працюють без сіток. Найбільший робочий тиск пари в сушильних циліндрах 0,5 МПа.

Циліндр сушильний. Зовнішній діаметр становить 1500 мм, скдається з корпусу і кришкою з цапфами. Корпус і кришка сушильного циліндра виготовлено із сірого чавуну СЧ 21 – 40.

Циліндр холодильний. Діаметр циліндра 1500 мм, конструкція аналогічна сушильному [7].

Вал сітковедучий. Вал діаметром 367 мм виготовлений із сталевої труби з запресованими по кінцях чавунними патронами і сталевими цапфами.

Вал картоноведучий. Вал діаметром 370 мм виготовлений із сталевої труби. Зовнішня поверхня вала покрита шаром міді товщиною 1,5 мм. Привід здійснюється за допомогою канатика від сітковедучого вала.

Розгінний вал. Вал діаметром 190 мм типу «Маунт-Хоуп» призначений для розтягнення полотна картону в поперечному напрямі, розгладження складок, які виникають після проклеювання. Установка натяжного валу. Натяжний вал діаметром 370 мм встановлений для підтримки заданого натягу полотна картону при його передачі з циліндра на каландр. Вал своїми опорами встановлений на тягах, які встановлені зі штоками діафрагми, що розташовані з низу кожної тяги, а в верхній частині, над опорами, встановлені пружини. В нижніх діафрагмових

камерах створюється тиск, який урівноважує масу вала, при цьому вал виводиться в нижнє середнє положення.

Натяг сіток автоматичний, здійснюється пневматичним циліндром, визначається тиском повітря в циліндрі. Регулюється з пульту керування. Правка сушильних сіток автоматична, встановлена з привідного боку сушильної частини.

Сушіння картону здійснюється поступово. Температура груп циліндрів за парою повинна знаходитися в межах:

III група – 40 - 85 ^{0}C

II група – 80 - 110 ^{0}C

I група – 90 – 125 ^{0}C

III-а група – 65 - 110 ^{0}C

III-б група – 65 - 110 ^{0}C

I-а група – 90 – 125 ^{0}C

I-б група – 90 – 125 ^{0}C

Перепад тиску між сушильними групами :

I і II – 0,4 – 0,7 кгс/см^2

II і III – 0,4 – 0,8 кгс/см^2

I-а і I-б – 0,4 – 0,6 кгс/см^2

III-а і III-б– 0,4 – 0,6 кгс/см^2

Клеїльний прес похилого типу встановлений між VI і VII сушильними групами. Кут нахилу площини становить 30 ^{0}C. Картон підводиться до валів зверху.

Один з валів – гумований, встановлений на поворотних опорах і притискається до другого за допомогою пневматично мембранного механізму, другий вал зі стоні новим покриттям – встановлений на нерухомих опорах.

5 ОБ'ЄМНО-КОМПОНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ

Приміщення картоноробного цеху ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат» каркасного типу і займає два поверхи. Габаритні розміри будівлі: довжина 324 м, висота будівлі 22 м. Будівля двохпролітна, проліт становить 24 м, крок 6 м. Каркас будівлі залізобетонний. Колони 500 х 1000. Стіни великопанельні з одношарових газобетонних панелів товщиною 240 мм.

Присутні два поперечних деформаційних шва з прив'язкою колон 250 мм. Відмітка другого поверху становить 6 м, висота до низу ферми складає 19,8 м.

В будівлі встановлено кран з вантажопідйомністю 30 т, відмітка голівки кранової рейки становить 16,85 м.

Колони прямокутного перерізу залізобетонні. Розміри колон крайнього та середнього ряду 400 х 600 мм, крок колон – 6 м; фундаменти колон залізобетонні, ступінчаті, монолітні [8].

Вікна – роздільні, розміри 3 х 3,6 м. В цеху розміщується картоноробна машина, очисне обладнання для підготовки целюлозної маси, каландр, накат та поздовжньо-різальний верстат.

Для комплектування обладнання взято до уваги прив'язку його до спеціальної конструкції приміщення. Для розміщення обладнання враховано таку прив'язку до будівлі, щоб фундаменти обладнання були відокремлені від фундаментів споруди (колон, стін та ін.).

В приміщенні передбачено два монтажні отвори для технологічних та ремонтних цілей, обслуговування здійснюється мостовим краном.

Фундамент, на який опираються колони споруди, стовпчастого типу – багатоблоковий. Розміри нижньої плити фундаменту: ширина 2,9 м., довжина 4,1 м [8]. Глибина залягання фундаменту 2,1 метра. Фундамент збірний залізобетонний.

ПРЦ належить до третьої групи виробничих процесів, де передбачаються побутові приміщення, кабінети для начальника цеху, технолога, начальника ремонтних служб, кімната майстрів та ін.

Допоміжні підсобні приміщення призначені для культурно-побутового обслуговування робітників.

Ширина допоміжних приміщень 12 метрів, висота 4,2 метра. Передбачено штучне освітлення душових, туалетів та роздягалень; гардеробні приміщення призначені для зберігання особистих речей і спецодягу, для цього передбачаються шафи висотою 165 см., шириною 40 см., глибиною 50 см.. Душові розміщенні суміжно з гардеробами.

Душові приміщення отоплюються в зимовий період року, в душових приміщеннях передбачена вентиляція [8].

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Умови роботи на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, які використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

У цеху виробництва двошарового картону ПрАТ «Київський КПК» площею 15552 м^2 на персонал можливий вплив наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- підвищеного рівня шуму на робочих місцях і в цеху;
- підвищеного рівня вібрації на робочих місцях;
- пожежної безпеки виробничих приміщень;
- повітря робочої зони;
- виробниче освітлення.

Рівень небезпечних і шкідливих факторів у виробничих приміщеннях і на робочих місцях персоналу, що обслуговує обладнання, не повинен перевищувати гранично-допустимих значень, передбачених діючими нормами проектування промислових підприємств, затверджених органами державного нагляду.

Причинами аварій на виробництві можуть бути порушення технологічного режиму, неправильна експлуатація обладнання, порушення правил техніки безпеки.

Виробничий шум: виробничий шум і вібрація здійснюють шкідливий вплив на людину і її нервову систему.

Шум може тимчасово активізувати або постійно пригнічувати психічні процеси організму людини. Фізіологічні та біологічні наслідки можуть виявлятися у формі порушень функцій слуху та інших аналізаторів, зокрема вестибулярного апарату, координуючої функції кори головного мозку, нервової системи, системи травлення і кровообігу.

Встановлено, що втрата слуху настає за впливу шуму в діапазоні 3000– 6000 Гц, а порушення розбірливості мови – за частот 1000 – 2000 Гц. Найбільша втрата слуху спостерігається протягом перших десяти років роботи і з плином часу ця небезпека зростає.

Для зменшення рівня шуму від трубопроводів застосовують комплектні шумозахисні кожухи. Завдяки усім цім заходам шумоізоляції, рівень шуму на даному об’єкті складає L = 70 дБА, що не перевищує допустимі значення, відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Вібрація: серед всіх видів механічних впливів для технічних об'єктів найбільш небезпечна.

За способом передачі на тіло людини вібрація ділиться на загальну, що передається через опорні поверхні на тіло людини, локалізовану, що передається через руки людини. У виробничих умовах часто зустрічаються випадки комбінованого впливу вібрації – загальної та локалізованої.

Вібрація викликає порушення фізіологічного та функціонального станів людини. Стійкі шкідливі фізіологічні зміни називають вібраційною хворобою.

Симптоми вібраційної хвороби проявляються у вигляді головного болю, оніміння пальців рук, болю в кистях і передпліччя, виникають судоми, підвищується чутливість до охолодження, з'являється безсоння. У випадку вібраційної хвороби виникають патологічні зміни спинного мозку, серцево-судинної системи, кісткової тканини і м'язів, змінюється капілярний кровообіг. Вимоги до рівнів загальної вібрації на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях підприємств контролюються відповідно до вимог ДСН 3.3.6.039-99.

***Пожежна безпека*:** Виробництво картону є пожежонебезпечним (категорія В по ДСТУ Б В.1.1-36:2016). Пожежі можуть виникати в результаті накопичення статичної електрики, несправного виробничого обладнання та порушення

технологічного процесу, течі і проливання мастильних матеріалів, погану ізоляцію проводів та ін.

Зал машини, особливо у сушильній частині, накату і поздовжньо-різальних верстатів, є небезпечним в пожежному відношенні приміщенням. Найбільшу небезпеку становить собою скупчення браку і пилу, протікання мастила, висока температура. Волокнистий пил легко запалюється від іскор, що виникають через несправність електрообладнання. Причиною загоряння паперового пилу може бути накопичення статичної електрики в картоні і папері.

Для попередження випадків загоряння в залі машини повинен бути встановлений протипожежний режим, дотримання якого є обов'язковим для всіх працюючих. Необхідно ретельно стежити за справністю електрообладнання та проводки, справністю підшипників і роботою системи централізованого змащування.

Слід систематично видаляти пил з сушильної частини машини, накату, своєчасно прибирати паперовий брак.

У місцях скупчення сухого паперового браку повинні бути встановлені пожежні рукави і вогнегасники. Необхідно періодично перевіряти справність протипожежного інвентарю, правильність його розміщення в залі машини і систему пожежної сигналізації.

При виникненні пожежі необхідно:

- знеструмити електрообладнання;
- вимкнути припливно-витяжну вентиляцію;
- перекрити пар;
- встановити машину на мінімальну швидкість;
- вимкнути насоси централізованої системи змащення;
- викликати пожежну охорону і почати гасити пожежу підручними засобами;
- оповістити керівництво.

Готова продукція повинна складуватися і зберігатися в закритих складах. На складах готової продукції повинні бути передбачені проїзди шириною, що перевищує габарити транспортних засобів по ширині на 0,8 м в кожну сторону.

Внаслідок великої довжини папероробної залу один з еваковиходів зроблений в середині залу. Ширину сходових маршів, ширину дверей, коридорів або проходів на шляхах евакуації на всіх поверхах необхідно приймати з розрахунку не менше 0,8 м на 100 чоловік.

З приміщення повинно бути не менше двох евакуаційних виходів.

Повітря робочої зони: Для підтримання в приміщеннях нормальних параметрів повітряного середовища, які відповідають вимогам ГОСТ 12.1.005-88, проектом передбачено встановлення у цеху припливно-витяжної вентиляції для поліпшення повітрообміну у всьому приміщені.

Оптимальні (фізичні роботи середньої важкості категорія IIа). Температура повітря в робочій складає зоні 20-30 ºС, а в зоні КРМ може складати 30-35 ºС. Головним джерелом тепла в є тепло сушильної частини машини. Для зменшення кількості пилу в повітрі робочої зони передбачається вологе прибирання.

Для роботи, пов'язаної з виділенням пилу (сортування, різка, упаковка) призначена вентиляція. При виробничих процесах пов'язаних з виділенням пилу використовується респіратор, промисловий пилосос.

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.

Виробниче освітлення: у проектованому цеху передбачено природне, штучне і суміщене освітлення. Природне освітлення бічне здійснюється в денний час доби через вікна цеху, площею 583 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 — картоноробна 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 178 шт. Також встановлені ртутні лампи високого тиску ДРЛ-400 кількістю 114 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 підвищення ефективності технологічного потоку ПрАТ "Київський КПК" з виробництва двошарового картону із 100 % целюлози (з композицією картону по волокну: сульфатна хвойна вибілена целюлоза 25 %: сульфатна листяна вибілена целюлоза 75 %) торгової марки DivoPack категорії UD1.
2. Наведено стандарти на сировину, хімічні речовини та готову продукцію.
3. Описано модернізовану технологічну схему виробництва картону марки DivoPack категорії UD1.
4. Розраховано матеріальний баланс процесу виробництва двошарового картону та тепловий баланс процесу контактного сушіння, згідно якого для виробництва 1 т повітряно-сухого картону треба взяти 990,92 кг волокна (743,28 кг листяної целюлози і 247,64 кг хвойної целюлози) і 31635,13 кг води. Вимої волокна становлять 0,49 % (4,82 кг на 1 т пов. сух. картону).
5. Описано теоретичні відомості про основні процеси виробництва двошарового картону.
6. Здійснено вибір основного технологічного обладнання.
7. Наведено об’ємно-конструктивне вирішення будівлі цеху виробництва картону.
8. Запропоновано заходи охорони праці на виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аспір. Н.М. Попадинець – ІРД НАН України. Ринок целюлозно-паперової промисловості: тенденції, проблеми та напрямки розвитку. [Електронний ресурс]. – Режим доступу https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2011/21_8/278_Pop.pdf
2. Примаков С.П. Технологія паперу і картону: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / С.П. Примаков, В.А. Барбаш. – Київ: ЕМКО, 2008. – 425 с.
3. ГОСТ 9571-89 Целлюлоза сульфатная беленая из хвойной древесины. Технические условия, 1990. – 6 с.
4. ГОСТ 28172-89 Целлюлоза сульфатная беленая из смеси лиственных пород древесины. Технические условия, 1989. – 8 с.
5. ТУ У 24885977.001 : 2001 Крохмаль модифікований. Технічні умови, 2001. – 7 с.
6. ТУ У 21.1 – 05509659-031:2012 Картон для споживчого пакування. Технічні умови, 2016. – 36 с.
7. Фляте Д.М. Технология бумаги: учебник для вузов / Д.М. Фляте. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 440 с.
8. 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 ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ З ВИРОБНИЦТВА ДВОШАРОВОГО КАРТОНУ

Номер рядка	Найменування	Кількість	Позиція
1	Гідророзбивач TamPulper TP 2270 V	1	1
2	Гідророзбивач TamPulper TP 1227 V	1	1а
3	Басейн розпущеної маси	2	2, 2а
4	Дисковий млин DD6000	5	3, 3а
5	Басейн розмеленої маси для потоків листяної та хвойної целюлози	2	4, 4а
6	Композиційний басейн листяної целюлози	1	5а
7	Машинний басейн для потоків листяної та хвойної целюлози	2	6, 5а
8	Бак постійного рівня для потоків листяної та хвойної целюлози	1	7, 6а
9	Змішувальний насос №2 для потоків листяної та хвойної целюлози	2	8, 7а
10	Установка вихрових очисників AhlCleaner TC/SC133	2	9, 8а
11	Змішувальний насос №1 для потоків листяної та хвойної целюлози	2	10, 9а
12	Вузловловлювач ВЗ-13 для потоків листяної та хвойної целюлози	2	11, 10а
13	Сортувалка СВ-02 для потоків листяної та хвойної целюлози	2	12, 11а
14	Напірний ящик для нижнього шару картону	1	13
15	Напірний ящик для верхнього шару картону	1	12а
16	Грудна дошка	2	14, 13а
17	Гідропланки	6	15, 14а
18	Відсмоктувальні ящики	21	16
19	Гауч-вал	1	17
20	Вакуум-пересмоктуючий пристрій	1	18
21	Башмачний прес	2	19, 20
22	Сушильний циліндр	93	21
23	Клеїльний прес	1	22

24	Холодильний циліндр	2	23
25	Чотирьохвальний каландр, завод «Ижтяжбуммаш»	1	24
26	Накат периферичного типу	1	25
27	Поздовжньо-різальний верстат	1	26
28	Басейн підсіткових вод	1	27
29	Гауч-мішалка	1	28
30	Згущувач шаберний СШ-25-01	1	29
31	Гідророзбивач ГРВ – ST 6	3	30
32	Дисковий фільтр CDI4	1	31
33	Басейн розволокненого сухого браку	1	32
34	Пульсаційний млин	1	33
35	Басейн обігового браку	1	34
36	Басейн прояснених вод	1	35